



Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil

2010

**António Augusto
Rebelo Araújo**

**Uso eficiente de água em piscinas públicas.
Efeito na redução dos GEE.**



Universidade de Aveiro

Departamento de Engenharia Civil

2010

**António Augusto
Rebelo Araújo**

**Uso eficiente de água em piscinas públicas.
Efeito na redução dos GEE.**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Armando Baptista da Silva Afonso, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Professor Doutor Paulo Barreto Cachim,
Professor associado DECivil – Universidade de Aveiro

Arguente principal

Professor Doutor Mário Jorge Valente Neves,
Professor associado DECivil – Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto

vogal

Professor Doutor Armando da Silva Afonso,
Professor associado convidado DECivil – Universidade de
Aveiro

Agradecimentos

Á minha Família.

Aos amigos.

Ao Professor Doutor Armando Silva Afonso pela ajuda e conhecimentos com os quais me ajudou.

palavras-chave

Desperdício, piscinas, eficiência hídrica, gases de efeito de estufa.

resumo

A dissertação apresentada surge como resultado de necessidade crescente de sensibilização e implementação na nossa sociedade do conceito de eficiência hídrica, tendo como enquadramento a proposta do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (Resolução do conselho de ministros nº113/2005, de 30/6).

Esta foi desenvolvida tendo como base as piscinas públicas, que visam o uso do recurso água para fins recreativos ou desportivos e que, para além disso, têm enormes necessidades energéticas. Assim procurou-se fazer uma análise do consumo hídrico e, posteriormente, do potencial de poupança de água, visando uma análise final objectiva do impacto que esta eficiência teria na redução de consumos energéticos e consequentemente nas emissões de gases atmosféricos.

Este trabalho foi desenvolvido tendo como caso de estudo as instalações das piscinas municipais de Águeda.

keywords

Waste, swimming pool, water efficiency, greenhouse effect.

abstract

This dissertation arose as a result of the growing need, in our society, of awareness to the concept of water efficiency and its implementation, considering the proposed National Program for the Efficient Use of Water (the Council of Ministers Resolution No. 113/2005 of 30 / 6). This was developed based on public pools, which use water for recreation and sports and, usually, have huge energy needs. So we made an analysis of water consumption and subsequently the potential of reducing it, moving towards a final objective analysis of the impact this efficiency would have in reducing energy consumption and greenhouse effect. This work has been developed as a case study in the municipal swimming facilities in Águeda.

Índice

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objectivos.....	2
1.3	Organização e metodologia	2
2	ESTADO DE ARTE.....	5
2.1	Piscinas	5
2.1.1	Piscina enquanto serviço público	6
2.2	Plano nacional para o uso eficiente de água	8
2.2.1	Objectivo	8
2.2.2	Uso Eficiente de Água.....	8
2.2.3	Medidas para uso eficiente de água em piscinas	8
2.3	Eficiência hídrica de equipamentos.....	15
2.3.1	Eficiência Hídrica de chuveiros e sistemas de duche	15
2.3.2	Eficiência hídrica de autoclismos.....	16
2.4	Sistemas de abastecimento de água e drenagem de água residual	18
2.4.1	Consumo de Água	19
2.4.2	Fugas e Perdas	20
2.5	Sistemas de aproveitamento de água dos chuveiros (águas cinzentas)	21
2.5.1	Sistema centralizado com reservatório inferior e superior (CRIS)	25
2.5.2	Sistema centralizado, com reservatório inferior e bacias de autoclismo (CRIA) 27	
2.6	Emissões de gases de efeito de estufa	29
2.6.1	A relação Água-Energia	32
3	ESTUDO DE UM CASO.....	39
3.1	Introdução.....	39
3.2	Cálculos e Resultados.....	39
3.2.1	Consumo de Água	40
3.2.2	Eficiência Hídrica em Edifícios.....	42
3.2.3	Águas Residuais	43
3.2.4	Resumo dos volumes de água estimados para o abastecimento e drenagem da piscina.....	46

3.2.5	Emissões de gases	49
4	CONCLUSÃO	53
5	BIBLIOGRAFIA.....	57

Índice de Figuras

Figura 1 – Esquema de funcionamento de uma piscina [4].....	5
Figura 2 – Consumos específicos de energia por tipo de edifício [5]	6
Figura 3 – Características das perdas de energia em Piscinas exteriores [4]	11
Figura 4 – Características das perdas de energia em Piscinas interiores [4].....	11
Figura 5 – Autoclismo de dupla descarga [22].....	12
Figura 6 – Autoclismo com interrupção de descarga [22].....	12
Figura 7 – Monocomando de duche	13
Figura 8 – Misturadora temporizada de duche	13
Figura 9 – Consumo de água devido a fuga numa torneira.[23]	14
Figura 10 – Torneira com manípulo monocomando.	14
Figura 11 – Torneira com temporizador [10]	14
Figura 12 – Ciclo Hidrológico e ciclo Urbano da água [9]	18
Figura 13 – Terminologia referente a consumo e perdas de água [9]	20
Figura 14 – Ciclo estimado de utilização de água cinzenta [14].....	21
Figura 15 – Aplicação típica de um sistema de aproveitamento de águas cinzentas [14]..	23
Figura 16 – Sistema CRIS (adaptado de [13]).....	25
Figura 17 – Sistema C.R.I.A. (adaptado de [13]).....	27
Figura 18 – Caracterização do fenómeno de efeito de estufa [15]	29
Figura 19 – Relação Água-Energia [16].....	32
Figura 20 – Uso de energia no ciclo da água (adaptado de [17])	33
Figura 21 – Representação básica do ciclo de água inerente às instalações da piscina	46

Índice de Tabelas

Tabela 1– Condições para a atribuição do rótulo de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche [7]	16
Tabela 2– Condições para atribuição do rótulo de eficiência hídrica a autoclismos [8].....	17
Tabela 3 – Distribuição média dos consumos pelos diferentes usos [6]	19
Tabela 4 – Consumos em Piscinas [6].....	19
Tabela 5– Requisitos de qualidade para água utilizada em descargas de autoclismo [14] .	22
Tabela 6 – Consumos por habitação durante as experiências	26
Tabela 7 – Principais gases responsáveis pelo efeito de estufa.....	30
Tabela 8 – Consumo de água na produção de electricidade (adaptado de [18])	34
Tabela 9 – Consumo 1º Semestre 2008 Piscina Municipal de Águeda.....	40
Tabela 10 – Consumo 2º semestre 2008 Piscina Municipal de Águeda (excluí-se Agosto em virtude estar encerrada)	41
Tabela 11 – Resultado médio das medições efectuadas “ <i>in-situ</i> ” ao caudal dos chuveiros	42
Tabela 12 – Resumo das mudanças projectadas ao nível dos chuveiros e sistemas de duche	43
Tabela 13 – Classificação tendo em conta a eficiência hídrica pela ETA0804 da ANQIP.	43
Tabela 14 – Consumo de água pelos chuveiros nas condições actuais	44
Tabela 15 – Consumo de água pelos chuveiros após uma optimização dos equipamentos	44
Tabela 16 – Poupança total mensal através do reaproveitamento de águas cinzentas	45
Tabela 17 – Poupança total mensal através do reaproveitamento de águas cinzentas e optimização de chuveiros e sistemas de duche	45
Tabela 18 – Volumes de água distribuídos e drenados nas condições actuais.....	47
Tabela 19 - Volumes de água distribuídos e drenados após reaproveitamento de águas cinzentas.....	47
Tabela 20 - Volumes de água distribuídos e drenados após reaproveitamento de águas cinzentas e optimização de chuveiros e sistemas de duche.....	48
Tabela 21 – Redução das emissões de gases resultante do reaproveitamento de águas cinzentas.....	49
Tabela 22 – Redução das emissões de gases resultante do reaproveitamento de águas cinzentas e optimização de chuveiros e sistemas de duche.....	50
Tabela 23 – Redução das emissões de gases através da redução das necessidades de aquecimento de água dos chuveiros	50

Lista de Abreviaturas

ANQIP – Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais

PNUEA – Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água

RGSPDADAR – Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais

OFWAT - The Water Services Regulation Authority

GEE – Gases de efeito de estufa

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

É um facto conhecido por todos que a água cobre cerca de $\frac{3}{4}$ da superfície do nosso planeta, o que torna o termo eficiência algo aparentemente contraditório, pois parece ser um recurso inesgotável. Assim, convém esclarecer que apenas 1% é água doce, ou seja, apenas 1% é adequado ao consumo.

Estima-se que uma percentagem considerável da população mundial não tenha ainda no Séc. XXI acesso a condições de saneamento básico ou mesmo, embora em menor escala, acesso a água potável. Sendo a água um bem essencial á vida, este tipo de situação está na origem do surgimento de cada vez mais doenças e epidemias que, mais do que às populações em causa, nos afecta a todos.

Assim, e cada vez mais, existe necessidade de uma consciencialização global para a preservação deste recurso, procurando políticas e soluções para o uso eficiente do mesmo.

“O uso eficiente de água prende-se com otimizar a utilização da água sem pôr em causa os objectivos pretendidos (eficácia de utilização) quanto ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento socioeconómico.” (1)

Neste trabalho ter-se-á em conta duas situações relacionadas com a eficiência hídrica:

- Questão da sensibilização para o uso eficiente de um recurso que, sendo indispensável, está cada vez menos disponível.

- Questão do impacto que a poupança de água tem na problemática das emissões de gases de efeito de estufa.

Para além da problemática da sua escassez, os recursos hídricos, por serem essenciais ao desenvolvimento das sociedades nas dimensões social, económica e ambiental, são, hoje em dia, a par dos recursos energéticos, uma das mais importantes questões que se colocam a nível global, num cenário de aquecimento global.

1.2 Objectivos

A ideia deste trabalho prende-se com a avaliação das capacidades reais de redução do consumo hídrico em piscinas, tendo em conta as medidas propostas no Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água e, posteriormente, fazer uma relação directa com a poupança energética que as novas medidas acarretam e respectivas consequências na emissão de gases de efeito de estufa.

Dado as piscinas serem edifícios com grandes necessidades hídricas e energéticas, este tipo de estudo possibilita uma avaliação em grande escala da correlação “Água – Energia – Emissão de GEE”.

É desde já importante referir que o estudo é feito visando as piscinas como instalações públicas, de carácter lúdico-desportivo, que incluem balneários e serviços sanitários para utilização dos utentes, sendo que o potencial de poupança de água passará sobretudo pelas soluções a este nível.

1.3 Organização e metodologia

A Dissertação é organizada em quatro capítulos, sendo que o primeiro engloba a introdução teórica do tema abordado, os objectivos do trabalho desenvolvido e a organização e metodologia utilizadas na sua elaboração.

Num segundo capítulo é elaborada uma pesquisa de elementos com o objectivo de realizar o estado de arte e introduzir, devidamente fundamentado, o tema estudado.

Num terceiro capítulo é elaborado um estudo de caso, realizado nas instalações das Piscinas Municipais de Águeda, no qual são apresentados todos os passos e cálculos elaborados para a avaliação da situação actual e, conseqüentemente, as estimativas futuras de optimização baseado em algumas propostas apresentadas.

O quarto capítulo integra a conclusão do trabalho desenvolvido, onde se faz uma avaliação final sobre os resultados e sobre a viabilidade das propostas apresentadas.

CAPITULO 2

ESTADO DE ARTE

2 ESTADO DE ARTE

2.1 Piscinas

Em traços gerais uma piscina representa algo muito simples, pois é apenas um enorme tanque de água. Mas, olhando em pormenor, estas envolvem diversos processos e tecnologias que garantem o aspecto e a qualidade ao qual estamos habituados.

As piscinas podem ser construídas basicamente em todo o tipo de formas e tamanhos mas, todas elas, obedecendo a princípios comuns que envolvem um ciclo de filtro, tratamento e recirculação de grandes quantidades de água.

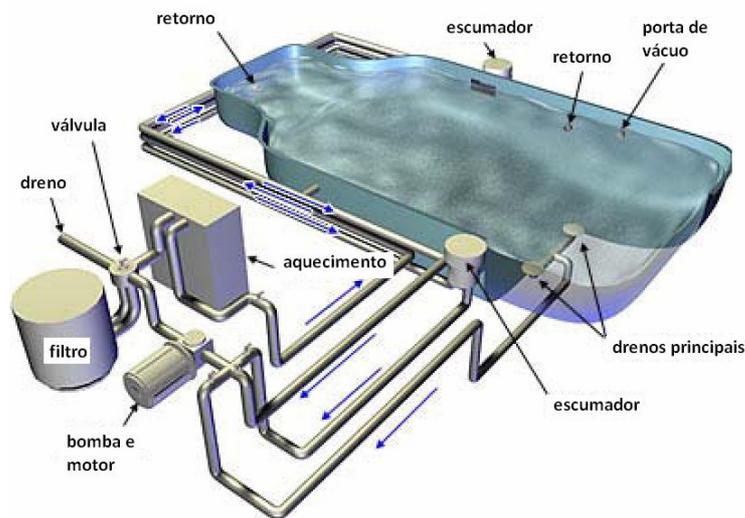


Figura 1 – Esquema de funcionamento de uma piscina [4]

Uma piscina, por base, necessita dos seguintes elementos: tanque, bomba hidráulica, filtro, alimentador de químicos, dreno, retorno e um sistema de tubagens que liguem todos eles. Na maior parte dos casos podemos adicionar também um sistema de aquecimento de água.

Todo este mecanismo é essencial para que a água da piscina mantenha a qualidade e não torne a satisfação de a usar em algo prejudicial para a saúde dos utentes, já que existem as mais variadas origens de contaminação bacteriológica.

Em piscinas interiores também temos de contar com outro tipo de componentes essenciais, como sejam os ventiladores e/ou desumidificadores, dado que é essencial controlar os níveis

de humidade dentro das instalações, podendo estes causar estragos em elementos estruturais, além do incómodo inerente a um ambiente húmido.

2.1.1 Piscina enquanto serviço público

A procura de piscinas é cada vez mais um ponto comum na nossa sociedade, inserida num incentivo ao desenvolvimento de práticas desportivas, recreativas e mesmo terapêuticas apenas ao alcance neste tipo de instalações.

Embora seja positivo o crescimento, em quantidade, deste tipo de serviços, por vezes o mesmo não coincide com um crescimento qualitativo das condições que estes oferecem aos utentes. A necessidade de estabelecer certos parâmetros comuns a este tipo de instalações está inerente na directiva CNQ N°23/93-“A qualidade das piscinas de serviço público” do Conselho Nacional da Qualidade, sendo este documento um bom guia directivo na construção de umas instalações de qualidade do ponto de vista do conforto, da segurança, da qualidade da água e das correctas disposições técnicas e/ou construtivas. No entanto, uma piscina, enquanto serviço público, não pode unicamente ser avaliada pelo serviço que presta aos utentes, pois sendo um enorme consumidor de água e de energia [Figura 2], cada vez mais este tipo de instalações tem de ser avaliada pelo seu contributo em termos de eficiência hídrica e eficiência energética, devido a toda a responsabilidade inerente de ser um dos principais serviços consumidores destes recursos na nossa sociedade.

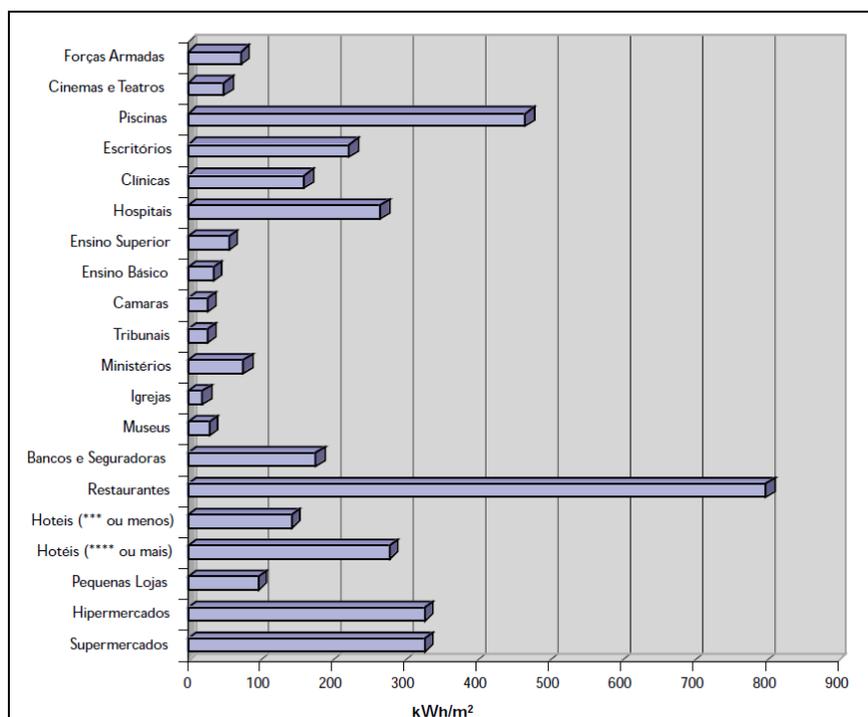


Figura 2 – Consumos específicos de energia por tipo de edifício [5]

O impacto do consumo energético está bem explícito na figura anterior, dado ser este tipo de instalação o segundo maior consumidor de energia entre os serviços públicos. Isto deve-se às necessidades de aquecimento de água e de controlo da temperatura ambiente, bem como toda a maquinaria necessária para garantir a qualidade da água.

As piscinas são identificadas como instalações colectivas, nas quais existem dispositivos idênticos aos domésticos para uso de grande quantidade de pessoas. A inexistência de recolha sistemática de informação inviabiliza uma tipificação deste tipo de consumo, bem como de outros casos específicos referentes a organismos públicos.

2.2 Plano nacional para o uso eficiente de água

2.2.1 Objectivo

O Programa Nacional para o Uso Eficiente de Água foi elaborado num espaço temporal de um ano, entre Agosto de 2000 e Agosto de 2001, visando a avaliação, em território nacional, da eficiência com que o recurso água é utilizado nos sectores urbano, agrícola e industrial

Este documento visa a definição de um conjunto de medidas para a redução do consumo de água, que implica adicionalmente a redução de águas residuais e de energia associada.

2.2.2 Uso Eficiente de Água

A eficiência hídrica prende-se com a optimização do uso deste recurso, ou seja, a utilização da quantidade mínima de água captada na natureza para a produção eficaz do serviço pretendido.

$$\text{Eficiência de Utilização da Água (\%)} = \text{Consumo útil} / \text{Procura efectiva} \times 100$$

Consumo útil – Consumo mínimo necessário para garantir eficácia de utilização, podendo ser estimado com base na evolução da população e da respectiva capitação mínima necessária (consumo urbano), na evolução da água regada, do tipo de cultura, e da respectiva dotação mínima necessária (consumo agrícola) e na evolução da industria e do respectivo consumo mínimo necessário (consumo industrial).

Procura efectiva – Volume efectivamente utilizado, sendo naturalmente igual ou superior ao consumo útil.

2.2.3 Medidas para uso eficiente de água em piscinas

No meio das diversas medidas propostas podem-se identificar algumas directamente imputáveis ao uso de água em piscinas, que promovem a redução de perdas e a sensibilização para a adopção de medidas de controlo das mesmas.

Além das acima referidas, pode-se ainda identificar alguns pontos em comum entre as medidas referentes às práticas sustentáveis ao nível dos equipamentos sanitários, e o facto da

piscina se considerar uma instalação colectiva, com balneários, onde estão disponíveis todo o tipo de equipamentos para uso colectivo, em grande escala, dos utentes.

Todas as medidas referidas, considerando a actividade diária intensiva que uma instalação deste tipo aufere, apresentam quase exclusivamente vantagens, sendo que a única desvantagem que se pode considerar será o custo das inspecções regulares nos equipamentos e sistemas de tubagens, podendo este, mesmo assim, ter retorno ao nível da prevenção de problemas a uma escala maior.

Dentro das outras medidas, existem algumas que exigem um investimento maior (com retorno na redução de consumo) e outras com investimento baixo, de fácil implantação e, mais importante que isso, eficiente.

2.2.3.1 Perdas por transbordo e limpezas de filtros

Existe um conjunto de medidas que visam situações comportamentais ao nível dos utentes que beneficiam das instalações, ou seja, são medidas tomadas visando a utilização pelos mesmos da piscina:

- Manutenção do nível da piscina abaixo do bordo para evitar perdas por transbordamento;
- Conjunto de práticas para manter a piscina limpa de modo a minimizar a colmatação dos filtros de tratamento e conseqüentemente a frequência da sua lavagem.

Esta medida assume alguma importância na redução do consumo de água, não apresentando desvantagens relevantes, sendo que esta já está perfeitamente implantada, pois, hoje em dia, o controlo dos comportamentos impróprios na piscina (visando evitar o transbordo de água) e a obrigatoriedade de um duche antes da utilização dos tanques de piscina (visando a manutenção da qualidade da água) são práticas correntes, mais ainda ao nível das piscinas públicas.

A lavagem de filtros e mesmo a necessidade de renovação da água dos tanques reduz-se drasticamente com estes pequenos cuidados, sendo uma importante medida para a redução do consumo de água, quer na piscina, quer nas zonas de rega (caso existam), pois o excesso de água de lavagem de filtros é passível de ser descarregado em zonas jardins (assegurando que a concentração de cloro é inferior a 3 mg/l (Albuquerque City Council, 1999)).

2.2.3.2 Perdas no sistema de tubagens

Outro tipo de medidas são as que se referem à limitação e redução das perdas estruturais e no sistema de tubagens através de inspeções periódicas e ensaios de estanquidade.

A quantidade de água utilizada pode-se quantificar tendo em conta três parcelas:

- Uso
- Perdas
- Desperdício

As perdas representam a quantidade de água desperdiçada, ou seja, não utilizada e não passível de ser aproveitada, devido a deficiências de um determinado sistema, sendo que o desperdício neste caso refere-se ao desperdício de água por negligência (ex: o caso “típico” da torneira que fica a pingar).

Este tipo de medida tem a desvantagem de envolver gastos regulares devido às inspeções, sendo que os benefícios não são quantificáveis devido à multiplicidade de situações possíveis. A melhor solução para os problemas, neste caso, acaba por ser a prevenção dos mesmos.

2.2.3.3 Perdas por evaporação

A redução das perdas por evaporação consiste no uso de uma cobertura na piscina nos períodos em que esta não está em uso, minimizando igualmente a quantidade de detritos que sujam a água. Segundo Albuquerque City Council, (1999) a cobertura pode diminuir estas perdas em cerca de 90%.

Este tipo de medida tem ainda como vantagem um decréscimo do consumo energético, pois a cobertura provoca um efeito de estufa que mantém a temperatura da água.

Em piscinas exteriores a taxa de evaporação depende de vários factores, tais como: temperatura da água, temperatura exterior, humidade no ar e a intensidade do vento na superfície da piscina. Quanto maior a temperatura da piscina e a intensidade do vento e quanto menor a humidade, maior vai ser a taxa de evaporação. Uma boa solução é considerar uma barreira para o vento, seja através de árvores, arbustos ou mesmo muros, evitando assim a turbulência originada pelo vento, que vai aumentar a taxa de evaporação.

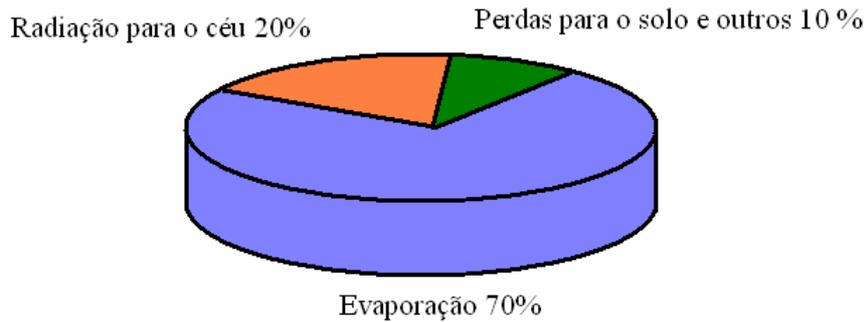


Figura 3 – Características das perdas de energia em Piscinas exteriores [4]

Em piscinas interiores o meio ambiente não é considerado como variável mas existem igualmente perdas significativas de energia. Além da cobertura este tipo de piscina requer ainda um sistema otimizado de ventilação para controlar a humidade interior resultante da evaporação.

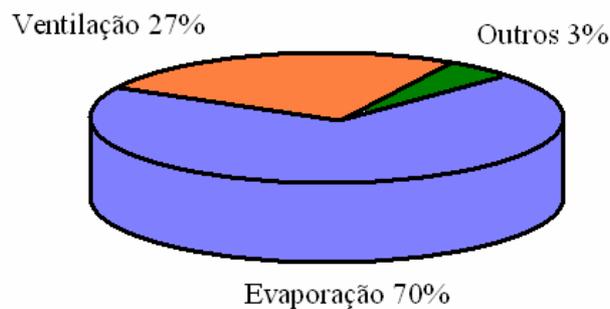


Figura 4 – Características das perdas de energia em Piscinas interiores [4]

2.2.3.4 Adequação do uso de autoclismos

Nas piscinas públicas temos ainda de considerar, para a eficiência hídrica das instalações, as medidas relativas aos equipamentos utilizados na zona dos balneários e de serviços.

Os autoclismos num universo doméstico apresentam uma considerável parcela do consumo geral. Já no tipo de caso que consideramos, tendo em conta umas instalações colectivas, com um número de utentes elevado, apresenta alguma relevância no consumo global, sendo que esta não está devidamente quantificada dado não haver recolha sistemática de dados a este nível, que tornem qualquer estimativa credível estatisticamente.

Tradicionalmente, a capacidade dos autoclismos varia entre os 6 e os 15 litros por descarga, mas cada vez mais se vem comprovando a eficiência de autoclismos com descargas inferiores a 6 litros, ou, ainda mais efectivo, o sistema dual (Figura 5) com uma descarga mínima de 3 litros. A diminuição do volume de descarga implica por outro lado uma optimização das bacias de retrete para maximizar a limpeza e uma optimização também dos ramais de descarga pois necessitamos de garantir o arrastamento de sólidos nas redes.

Em cerca de 70% das situações seria adequado uma descarga de menor volume, daí a utilidade e eficiência de um sistema dual.

Outra hipótese é a utilização de autoclismos cuja descarga é controlada pelo utilizador (Figura 6).



Figura 5 – Autoclismo de dupla descarga [22]



Figura 6 – Autoclismo com interrupção de descarga [22]

A eficiência pode igualmente ser garantida pela adopção de hábitos que promovam a redução do consumo:

- Alteração de comportamentos que induzam desperdício;
- Adopção de procedimento de detecção e reparação de fugas no autoclismo;

2.2.3.5 Adequação do uso de chuveiros

As instalações de uma piscina possuem, normalmente, chuveiros para uso dos utentes, variando o seu número conforme o uso para o qual são projectados.

Por exemplo, numa piscina privada e/ou exterior, o uso de chuveiros restringe-se habitualmente aos usados para a passagem de água antes do uso, visando a remoção de

sujidade. Numa piscina pública, ou seja, numa piscina de maior dimensão projectada para um número maior de utentes, o número de chuveiros é mais alargado devido a existência de balneários.

Os factores que influenciam o consumo registado nos duches são o caudal do chuveiro, a duração do duche e o número de duches contabilizados.

Cada vez mais a substituição de chuveiros ditos convencionais por outros mais eficientes assume importância vital no controlo deste tipo de consumo, sendo que o uso de temporizadores (para minimizar o tempo de duche) (Figura 8) e torneiras misturadoras com monocomando (Figura 7) ou termostáticas (para reduzir o desperdício enquanto se atinge a temperatura adequada) também pode contribuir para a diminuição global do consumo.



Figura 7 – Monocomando de duche



Figura 8 – Misturadora temporizada de duche

Dado que o uso de chuveiros está associado à utilização de água quente, o impacto da redução do caudal, como consequência da aplicação de medidas para uso eficiente da água, é também significativo na redução do consumo de energia.

Esta poupança, no caso de instalações colectivas como são o caso das piscinas, devido à existência de balneários, deve ser promovida através do apelo a hábitos de duche eficientes como a duração reduzida e a poupança de água durante o ensaboamento. Esta sensibilização é dever dos responsáveis das instalações.

2.2.3.6 Adequação do uso de torneiras

A presença de torneiras, principalmente em lavatórios e em sítios onde seja necessária uma fonte de água para algum tipo de serviço (lavagens de pisos por exemplo) torna esta medida igualmente útil visando a redução do consumo de água.

Esta consiste essencialmente com o correcto fecho das torneiras após uso, não deixando a pingar ou a correr, com a substituição destas por outros modelos de menor caudal (mais eficientes) e com o uso de torneiras misturadoras, monocomando ou termostáticas que permitem a redução do desperdício de água enquanto esta não tem a temperatura ideal (isto aplica-se essencialmente às torneiras em lavatórios, onde há uso de água quente).

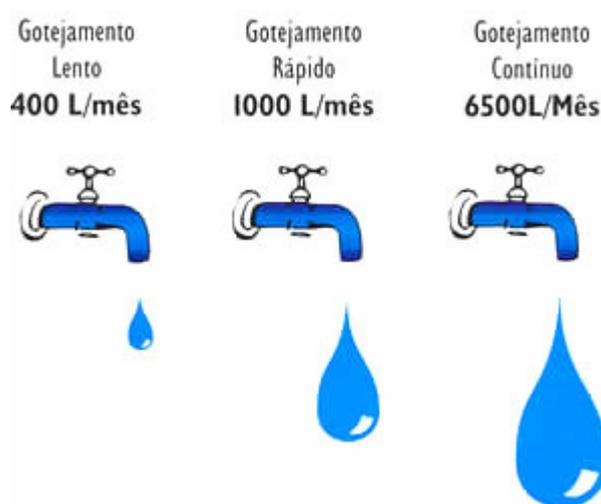


Figura 9 – Consumo de água devido a fuga numa torneira.[23]



Figura 10 – Torneira com manipulo monocomando.



Figura 11 – Torneira com temporizador [10]

Neste caso particular de torneiras de água quente, esta medida contribui igualmente para a redução do gasto de energia, pois com a redução do desperdício, existe menor necessidade de aquecimento.

2.3 Eficiência hídrica de equipamentos

A eficiência hídrica encontra-se na ordem do dia pela progressiva escassez de água, devido ao crescente consumo e à alteração da quantidade e qualidade que nos é oferecida.

Ao nível dos edifícios, o uso sustentável deste recurso passa, por exemplo, pela certificação hídrica dos equipamentos. As ineficiências no uso de água nos diversos sectores foram estimadas em 3100 milhões de m³ por ano em Portugal (Fonte: Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água – PNUEA) o que representa 0,64% do PIB. Metade deste valor provém dos sistemas públicos e prediais.

A ANQIP, entidade sem fins lucrativos, possui um programa de adesão voluntária para a certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos. A certificação consiste numa avaliação escalonada do consumo de água dividido por autoclismos, chuveiros, sistemas de duche, torneiras e fluxómetros de urinóis, que tem também em conta o desempenho do produto e a comodidade de utilização. Esta iniciativa, que começou em meados de 2008, iniciou-se com a rotulagem de autoclismos, por representarem o maior volume de consumo em instalações prediais.

A certificação hídrica, no entanto, assume ainda um carácter voluntário, sendo que o PNUEA prevê medidas de apoio fiscal, ainda não implementadas, aos cidadãos que comprem equipamentos eficientes, às empresas que os fabriquem e igualmente ao sector da construção, no caso de se envolverem em operações de reabilitação com a substituição de equipamentos pouco eficientes.

2.3.1 Eficiência Hídrica de chuveiros e sistemas de duche

A especificação técnica ETA0806 estabelece os critérios que são tomados em conta na atribuição do rótulo de eficiência hídrica ANQIP. Esta tem em conta os seguintes equipamentos:

- Cabeças de duche (chuveiros) isoladamente
- Torneiras de duche equipadas com bicha e cabeça de duche amovível ou fixa (sistemas de duche)

Na atribuição do rótulo impõe-se igualmente uma demonstração do cumprimento adicional de eventuais normas de performance aplicáveis ao produto, sendo que esta é atribuída nas condições em que o produto entra no mercado (Tabela 1).

CAUDAL (Q) (l/min)	Chuveiro	Sistemas de duche	Sistema de duche com torneira termoestática ou eco-stop	Sistema de duche com torneira termostática e eco-stop
$Q \leq 5$	A+	A+	A++ (1)	A++ (1)
$5,0 < Q \leq 7,2$	A	A	A+	A++
$7,2 < Q \leq 9,0$	B	B	A	A+
$9,0 < Q \leq 15,0$	C	C	B	A
$15,0 < Q \leq 30,0$	D	D	C	B
$30,0 < Q$	E	E	D	C

Tabela 1– Condições para a atribuição do rótulo de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche [7]

2.3.2 Eficiência hídrica de autoclismos

A especificação técnica ETA0804 estabelece os critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete.

Consideram-se no âmbito da presente Especificação os seguintes dispositivos:

- Autoclismos de descarga simples, do tipo gravítico;
- Autoclismos de dupla descarga (dual flush), do tipo gravítico;
- Autoclismos de dupla acção (com interrupção de descarga), do tipo gravítico.

Podem ser também abrangidos pela presente Especificação após uma análise prévia de compatibilidade pela Comissão Técnica ANQIP CTA 0802, os seguintes dispositivos:

- Autoclismos com tanque sob pressão;
- Autoclismos electro-hidráulicos;
- Outros sistemas de descarga, baseados no conceito de autoclismo.

Não são abrangidos pela presente especificação:

- Fluxómetros
- Autoclismos de mictórios;
- Sistemas de vácuo.

Na atribuição do rótulo impõe-se igualmente uma demonstração do cumprimento adicional de eventuais normas de performance aplicáveis ao produto, sendo que esta é atribuída nas condições em que o produto entra no mercado, tendo em atenção o desempenho da bacia de retrete associada.

Volume nominal	Tipo de descarga	Categoria de Eficiência Hídrica	Tolerância (Volume máximo – descarga completa)	Tolerância (Volume mín. de descarga para poupança de água)
4,0	Dupla descarga	A++	4,0 – 4,5	2,0 – 3,0
5,0	Dupla descarga	A+	4,5 – 5,5	3,0 – 4,0
6,0	Dupla descarga	A	6,0 – 6,5	3,0 – 4,0
7,0	Dupla descarga	B	7,0 – 7,5	3,0 – 4,0
9,0	Dupla descarga	C	8,5 – 9,0	3,0 – 4,5
4,0	C/ interrup. de desc.	A+	4,0 – 4,5	-
5,0	C/ interrup. de desc.	A	4,5 – 5,5	-
6,0	C/ interrup. de desc.	B	6,0 – 6,5	-
7,0	C/ interrup. de desc.	C	7,0 – 7,5	-
9,0	C/ interrup. de desc.	D	8,5 – 9,0	-
4,0	Completa	A	4,0 – 4,5	-
5,0	Completa	B	4,5 – 5,5	-
6,0	Completa	C	6,0 – 6,5	-
7,0	Completa	D	7,0 – 7,5	-
9,0	Completa	E	8,5 – 9,0	-

Tabela 2– Condições para atribuição do rótulo de eficiência hídrica a autoclismos [8]

2.4 Sistemas de abastecimento de água e drenagem de água residual

Quando se pretende projectar um sistema de abastecimento de água e drenagem de águas residuais há vários factores a ter em conta, factores estes que vão influenciar as necessidades de água específicas para as quais o sistema vai ser projectado. As principais condicionantes são o uso específico projectado (doméstico, agrícola, industrial, etc), o clima próprio da região, os hábitos sanitários da população em causa, as condições socioeconómicas, as circunstâncias específicas do local e mesmo as características da água. Dada a dificuldade que um projecto de ampliação de saneamento implica, estes dados não são tomados como referentes ao ano base, utilizando-se dados projectados para o limite considerado para o sistema. A isto chama-se horizonte de projecto.

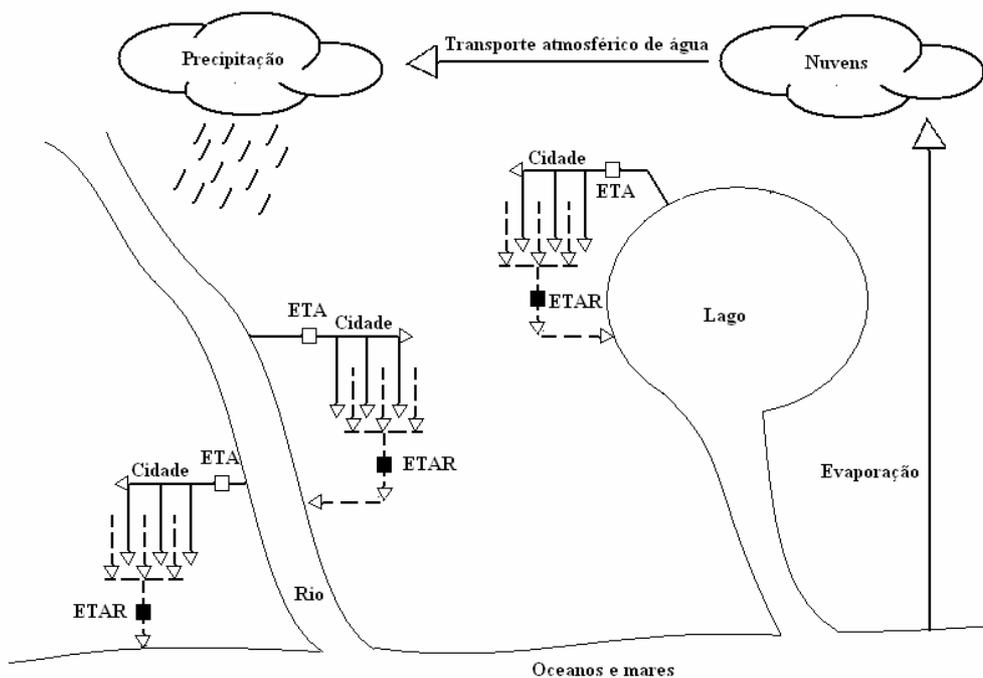


Figura 12 – Ciclo Hidrológico e ciclo Urbano da água [9]

2.4.1 Consumo de Água

O consumo de água de uma comunidade compõe-se em várias parcelas, as quais se podem classificar em consumos domésticos, industriais e comerciais, de combate a incêndios, fugas e perdas e públicos (Tabela 3).

Uso	% do Total
Doméstico	44
Industrial	24
Comercial	15
Fugas e perdas	9
Público	8

Tabela 3 – Distribuição média dos consumos pelos diferentes usos [6]

O RGSPDADAR considera, enquanto consumos públicos, as parcelas referentes a fontanários, bebedouros, lavagem de arruamentos, regas e limpezas de colectores preconizando um ligeiro aumento na capitação global para ter em conta estas parcelas. No entanto os edifícios de serviços públicos têm de ser considerados à parte.

Uma piscina pública, enquanto instalação desportiva e de recreio, insere-se neste tipo de edifício de serviços, sendo alvo de análise individual numa tentativa de estimar o consumo próprio:

Tipo de Piscina	Consumo diário
Piscinas com recirculação de água	10 litros / m ² de projecção horizontal
Piscinas sem recirculação de água	25 litros / m ² de projecção horizontal
Piscinas com fluxo contínuo	125 litros / hora / m ²
A dotação de água para sanitários e balneários anexos às piscinas calcula-se adicionalmente à razão de 30 litros / dia / m ² de projecção horizontal de piscina.	

Tabela 4 – Consumos em Piscinas [6]

Como já foi referido anteriormente, este tipo de estimativa não apresenta, em alguns casos, uma aproximação da realidade. Como se pode ver, a estimativa de consumo na Tabela 4 não contempla uma estimativa ao nível dos balneários influenciada pelo número de utentes, mas assim pela projecção horizontal da área do tanque de piscina. Isto deve-se a não existir uma base de dados a este nível, fundamentada pela recolha sistemática de informação.

2.4.2 Fugas e Perdas

As fugas e perdas no sistema de abastecimento assumem também uma importância significativa no cálculo do mesmo. Estas surgem sobre a forma de juntas deficientes, roturas de condutas, extravasamento de reservatórios, ou qualquer outra razão anómala. As ligações clandestinas, como não são passíveis de quantificar, surgem também nesta parcela.

Esta parcela tende a diminuir conforme as técnicas se vão tornando mais refinadas, mas em sistemas antigos a percentagem de água não facturada pode atingir uns insustentáveis 50% da água total distribuída. Assim o RGSPDADAR propõe que se considere um volume mínimo para as perdas de 10% do volume total que entrou no sistema.

Água entrada no sistema	Consumo autorizado	Consumo autorizado facturado	Consumo facturado medido	Água facturada
			Consumo facturado não medido	
		Consumo autorizado não facturado	Consumo não facturado medido	Água não facturada (perdas comerciais)
			Consumo não facturado não medido	
	Perdas de água	Perdas aparentes	Uso não autorizado	
			Erros de medição	
		Perdas reais	Perdas reais no tratamento	
			Fugas no sistema de adução e distribuição	
			Fugas e extravasamentos nos reservatórios	
			Fugas nos ramais (a montante do ponto de medição)	

Figura 13 – Terminologia referente a consumo e perdas de água [9]

2.5 Sistemas de aproveitamento de água dos chuveiros (águas cinzentas)

Um sistema de aproveitamento de águas cinzentas tem a função de recolher, armazenar e tratar este tipo de águas para que a sua qualidade torne viável uma futura reutilização (Figura 14).

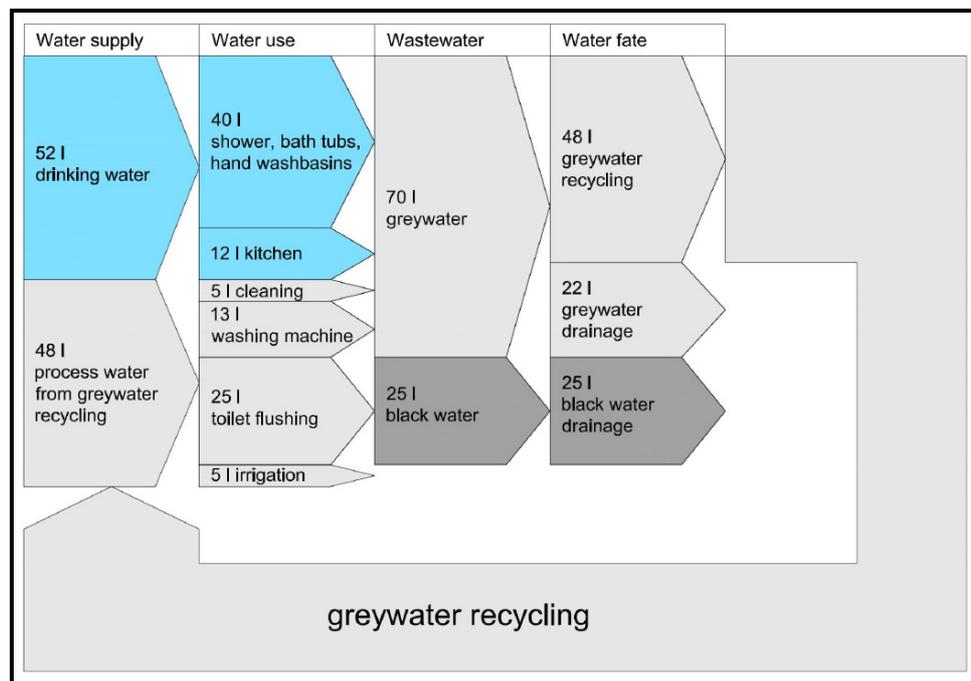


Figura 14 – Ciclo estimado de utilização de água cinzenta [14]

Em edifícios públicos/comerciais, que dependem da água originária de uma estação de tratamento de águas residuais, o tratamento depende dos requisitos necessários tendo em conta o uso futuro da mesma. De uma forma geral, a água tratada deve ser higiénicamente e microbiologicamente segura, incolor e praticamente livre de matéria suspensa. Mesmo depois de vários dias não devem ocorrer emissões de odores da água tratada.

Os requisitos higiénicos são orientados através do "EU Guidelines for Bathing Water (76/160/EEC)". Isto é baseado na hipótese de que as pessoas têm contacto directo com a água e, em casos mais raros, que engolem mesmo alguma água e, sendo assim, não terão riscos de saúde se os limites de risco forem respeitados.[14]

BOD₇	< 5 mg/l
Oxygen saturation	> 50%
Total coliform bacteria ^{A)}	< 100/ml
Faecal coliform bacteria ^{A)}	< 10/ml
Pseudomonas aeruginosa ^{B)}	< 1/ml

- a) De acordo com EU Guideline 76/160/EEC
- b) De acordo com (German Drinking Water Ordinance (TrinkwV 200))

Tabela 5– Requisitos de qualidade para água utilizada em descargas de autoclismo [14]

O tratamento de águas cinzentas pode ser feito através de vários processos. Além dos sistemas habituais que implicam o uso de químicos, existem algumas tecnologias preferenciais que requerem menos energia e manutenção:

- Sistemas biológicos (através do uso de microorganismos)
- Tecnologia de membrana
- Tecnologia combinada

Existem vários sistemas de aproveitamento de águas cinzentas, dependendo do fabricante, da tecnologia e da função projectada. Para a implementação de um sistema é necessária a consideração de todas as fontes de água (chuveiros, máquinas de lavar, etc) e o destino que estas terão em termos de utilização futura, pois a eficiência de um sistema deste tipo depende em grande parte da correcta conexão entre os diferentes mecanismos.

No entanto existem algumas considerações gerais que se podem considerar comuns a todos os sistemas deste tipo:

- Para que a reutilização da água seja possível, será necessário separar as condutas de descarga das águas cinzentas e negras e de seguida instalar o sistema de tratamento e desinfecção da água;
- Na verdade, a água cinzenta pode ser directamente desviada dos ralos do chuveiro e do lavatório para ser reutilizada somente no autoclismo. No entanto, sem tratamento

prévio esta não pode ser armazenada mais de duas horas antes de ser reutilizada. Assim, é mais indicado optar por um sistema com tratamento;

- Em sistemas públicos, o tratamento das águas residuais pode ser realizado através de ETARs compactas, que asseguram a obtenção de água de acordo com a norma NP4434 (2006). Por sua vez, esta norma estabelece os requisitos de qualidade das águas residuais urbanas a serem utilizadas como água de rega;
- Para minimizar o nível de tratamento necessário pode-se:
 - Minimizar o uso de produtos químicos de limpeza como desinfetantes para a sanita com corantes. Usar, sempre que possível, produtos de limpeza naturais;
 - Não escoar os químicos que utiliza em casa no lava-loiça ou na sanita;
 - Usar um ralo no lava-loiça para evitar que restos de comida ou outros resíduos sólidos acabem nas águas residuais;

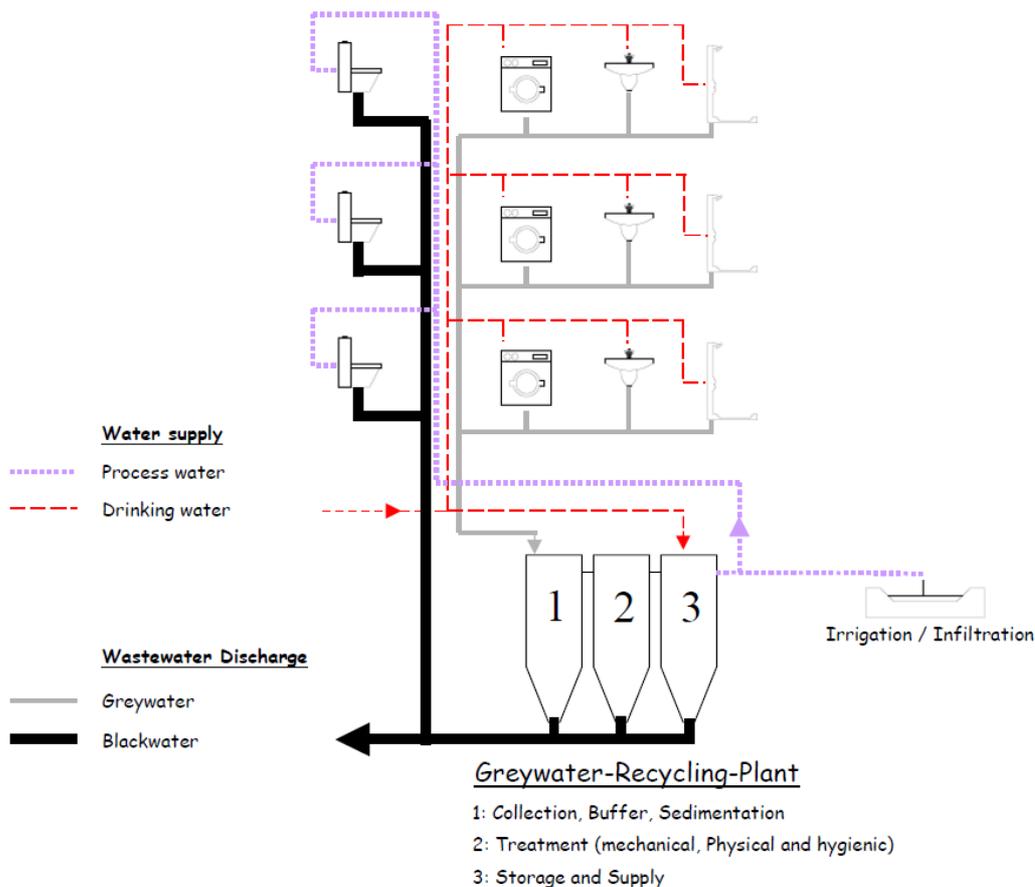


Figura 15 – Aplicação típica de um sistema de aproveitamento de águas cinzentas [14]

Este tipo de consideração não é possível de globalizar, dado ser fruto, essencialmente, dos hábitos e costumes dos utilizadores a que se destinam.

Nos casos em que as perspectivas de utilização futura de água reciclada são consideravelmente inferiores á quantidade de água cinzenta disponível, pode-se considerar apenas as fontes que disponibilizam água menos poluída.

Em termos de custos, importa referir que os aspectos ecológicos do uso de águas cinzentas não são referenciados nas avaliações económicas convencionais. A redução do consumo de água potável como benefício das reservas hídricas, bem como o aproveitamento de uma percentagem de águas residuais que implica uma redução das descargas na rede, são duas situações que não estão quantificadas monetariamente.

Ainda assim, podemos resumir em parcelas as implicações económicas do sistema de aproveitamento de águas cinzentas:

- Custos de investimento – Estes dependem das condições locais, sendo que a variação principal tem origem na dimensão da planta tendo em conta o volume de água a que se destina;
- Custos de operação – Estes incluem custos de reparação, manutenção, inspecção, consumo de electricidade e abastecimento de água potável.

2.5.1 Sistema centralizado com reservatório inferior e superior (CRIS)

O sistema representado na Figura 16 representa um trabalho levado a cabo em Inglaterra [12] em habitações. Torna-se difícil enquadrar este tipo de solução num universo em que o consumo e o volume de água envolvidos são muito superiores, como é o caso das piscinas, mas demonstra que este sistema de aproveitamento de águas cinzentas pode assumir resultados muito interessantes.

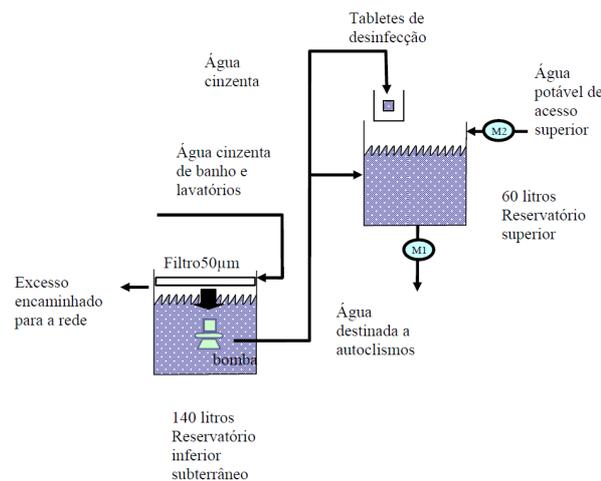


Figura 16 – Sistema CRIS (adaptado de [13])

Pode-se resumir a representação esquemática em alguns passos muito simples:

- A água é filtrada à entrada por uma malha de 50 µm, sendo que o excedente é encaminhado para a rede pública;
- A água é então bombeada para um reservatório no sótão, sendo que a entrada desta é desinfetada com tabletes de bromo;
- De seguida, a água é encaminhada para o autoclismo. Em caso de ser insuficiente o sistema permite a alimentação do reservatório superior por água da rede pública;

A dificuldade inerente a este tipo de solução prende-se principalmente com o enquadramento arquitectónico e o facto de não ser esteticamente uma opção óptima.

Este sistema foi testado num universo de 5 habitações durante 13 meses:

A – 1 Homem (13 meses)

B – 1 Homem (7 meses + 6 meses desocupado)

C – 1 Mulher (7 meses) + 1 Homem e 1 Mulher (6 meses)

D – 1 Homem + 1 Mulher (13 meses)

E – 1 Homem + 1 Mulher + 1 Criança (13 meses)

Os factos mais interessantes decorrentes da experiência foram:

- Os resultados mais significativos observaram-se nas habitações C, D e E onde a ocupação era mais significativa.
- Na habitação C, quando se deu a mudança de 1 para 2 ocupantes o consumo não duplicou, verificou-se apenas um acréscimo de 23%.
- Em alguns casos a efectividade do sistema foi posta em causa devido à negligência relativamente à sua verificação e reparação periódica.

Tendo como referência um consumo médio de 152 l/hab/dia, (OFWAT 2001) e não incluindo a habitação B por estar desocupada a partir dos primeiros 7 meses, os resultados foram os seguintes:

Habitação	A	C	D	E
%ÁGUA AUTOCLISMO POUPADA	97%	61%	43%	82%
%POUPANÇA DE ÁGUA TOTAL	36%	21%	9%	17%
%ÁGUA DE AUTOCLISMO UTILIZADA	37%	34%	21%	20%
MÉDIA DE CONSUMO l//P/D	43	181	125	79

Tabela 6 – Consumos por habitação durante as experiências

A confiança no sistema varia pois deram-se vários problemas devido à necessidade de verificação periódica pelos utilizadores: entupimento do filtro, escassez de desinfectante, avaria da bomba.

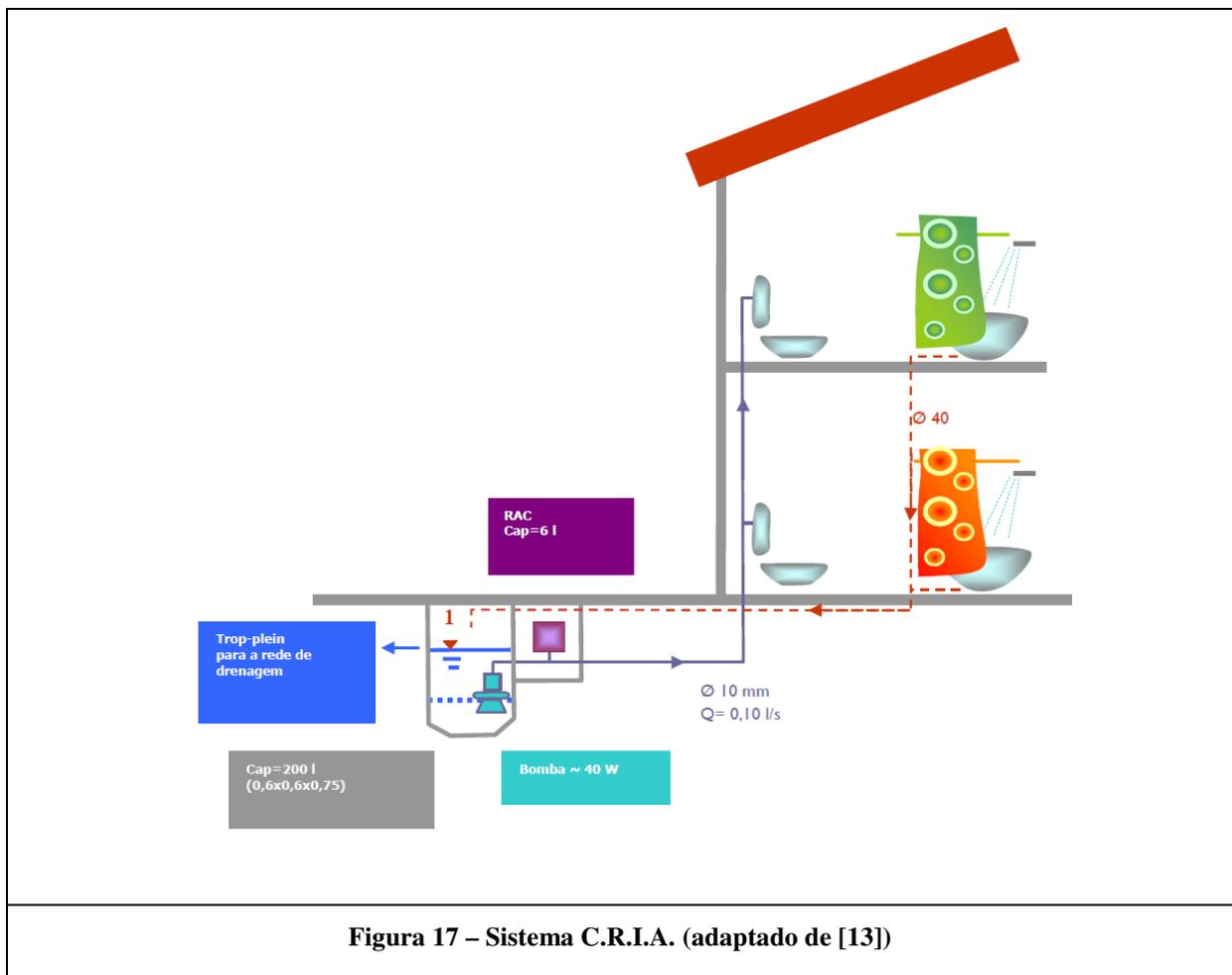
A evolução do sistema para que se torne uma solução óptima terá de estar relacionado como uma diminuição da necessidade de intervenção dos utilizadores ao nível da sua manutenção e operacionalidade, tornando-o mais eficiente.

A implementação deste tipo de sistema torna-se um pouco dispendiosa a curto/médio prazo, embora a forte aceitabilidade social e os benefícios ambientais e de redução de consumo de água potável sejam evidentes.

2.5.2 Sistema centralizado, com reservatório inferior e bacias de autoclismo (CRIA)

Este sistema consiste, resumidamente, na recolha de água dos duches para um reservatório exterior, sendo que, o excesso é encaminhado para a rede de águas residuais. Posteriormente esta é bombeada para os autoclismos.

Na conduta de compressão existirá um reservatório de ar comprimido (RAC) e, caso o nível de água no reservatório seja insuficiente para que o sistema funcione, será activado um alarme para que o utilizador, através da abertura do chuveiro, abasteça com água da rede pública.



A viabilidade deste sistema num universo de uma habitação familiar é comprovada devido a testes experimentais, sendo que não o é no caso de um serviço colectivo de maior escala, que envolve volumes de água consideravelmente superiores, pelo menos economicamente, dado que as vantagens ao nível ambiental e de preservação de recursos são evidentes.

Uso eficiente de água em piscinas públicas. Efeito na redução dos GEE.

Este tipo de sistema envolve um significativo investimento inicial, para a construção do sistema, embora haja retorno futuro após implementação.

2.6 Emissões de gases de efeito de estufa

O efeito de estufa é um fenómeno natural, indispensável para manter a superfície do planeta aquecida. Sem ele a terra teria temperaturas muito baixas. Os gases de efeito de estufa têm a capacidade de reter o calor do sol na atmosfera funcionando como um cobertor sobre o nosso planeta. No entanto, a actividade humana intensificou a emissão deste tipo de gases, proporcionando o aumento da temperatura natural da Terra, e acarretando consequências eventualmente catastróficas para o planeta tal e qual nós o conhecemos.



Figura 18 – Caracterização do fenómeno de efeito de estufa [15]

Os principais gases responsáveis por este fenómeno estão discriminados na tabela seguinte:

Gases de estufa	Principais Causas
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Combustão de combustíveis fósseis: petróleo, gás natural, carvão, desflorestação (libertam CO ₂ quando queimadas ou cortadas). O CO ₂ é responsável por cerca de 64% do efeito estufa. Diariamente são enviados cerca de 6 mil milhões de toneladas de CO ₂ para a atmosfera. Tem um tempo de duração de 50 a 200 anos.
Clorofluorcarbono (CFC)	São usados em sprays, motores de aviões, plásticos e solventes utilizados na indústria electrónica. Responsável pela destruição da camada de ozono. Também é responsável por cerca de 10% do efeito estufa. O tempo de duração é de 50 a 1700 anos.
Metano (CH ₄)	Produzido por campos de arroz, pelo gado e pelas lixeiras. É responsável por cerca de 19 % do efeito estufa. Tem um tempo de duração de 15 anos.
Ácido Nítrico (HNO ₃)	Produzido pela combustão da madeira e de combustíveis fósseis, pela decomposição de fertilizantes químicos e por micróbios. É responsável por cerca de 6% do efeito estufa.
Ozono (O ₃)	É originado através da poluição dos solos provocada pelas fábricas, refinarias de petróleo e veículos automóveis

Tabela 7 – Principais gases responsáveis pelo efeito de estufa

As consequências deste fenómeno são sentidas a nível global, através de alterações climáticas que se poderão agravar caso se mantenha a problemática. Estas alterações implicam a alteração da precipitação, subida do nível dos oceanos e ondas de calor, com natural influência sobre as actividades agrícolas e alterações económicas e sociais na sociedade como nós a conhecemos.

Outro resultado catastrófico da subida da temperatura global está ainda relacionado com o aumento do risco de proliferação de pestes e doenças infecciosas.

Esta problemática global insere-se no presente trabalho através do termo “eficiência”, dado a grande parte das emissões de gases para a atmosfera ser feito como resultado da actividade humana, reflectida no consumo de recursos.

2.6.1 A relação Água-Energia

As emissões de gases são um fenómeno global. Tomando este ponto como certo, a questão “onde” e “quando” não se põe, apenas “quanto”.

A eficiência hídrica terá assim um impacto, tanto na electricidade poupada no ciclo da água, como também na redução das necessidades energéticas, e consequente redução da água utilizada na sua produção.

A relação entre o ciclo de água e o ciclo de energia está representada na figura seguinte:

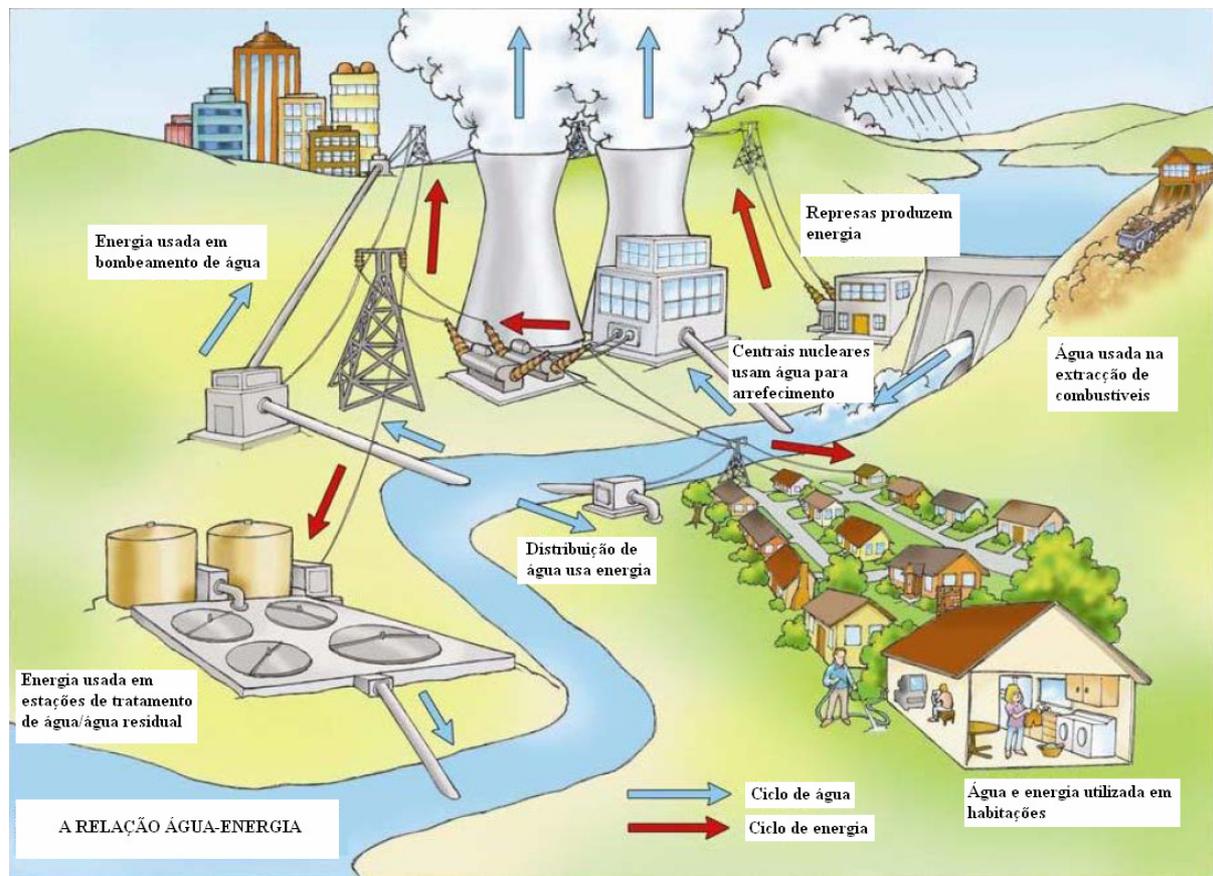


Figura 19 – Relação Água-Energia [16]

2.6.1.1 Consumo de energia no ciclo da água

A relação entre reduzir o consumo de água e o consumo de energia encontra um ponto comum nos sistemas de abastecimento de água e drenagem de águas residuais, bem como nas estações de tratamento. Normalmente os sistemas de drenagem de águas residuais utilizam a gravidade, o mesmo não acontecendo com os sistemas de distribuição que têm maior

necessidade de bombeamento e pressurização de condutas, aumentando o consumo de energia. Neste caso, a morfologia do terreno da região influencia imenso, pois regiões com grandes desníveis de terreno e extensões enormes implicam sistemas de distribuição com maior capacidade. Outra característica influente no consumo de energia na distribuição de água, prende-se com a quantidade e localização das fontes de água potável na região.

Assim, e tendo em conta estas condicionantes, podemos definir certos intervalos padrão de consumo de energia no ciclo da água (Figura 20 – Uso de energia no ciclo da água (adaptado de [17])Figura 20).

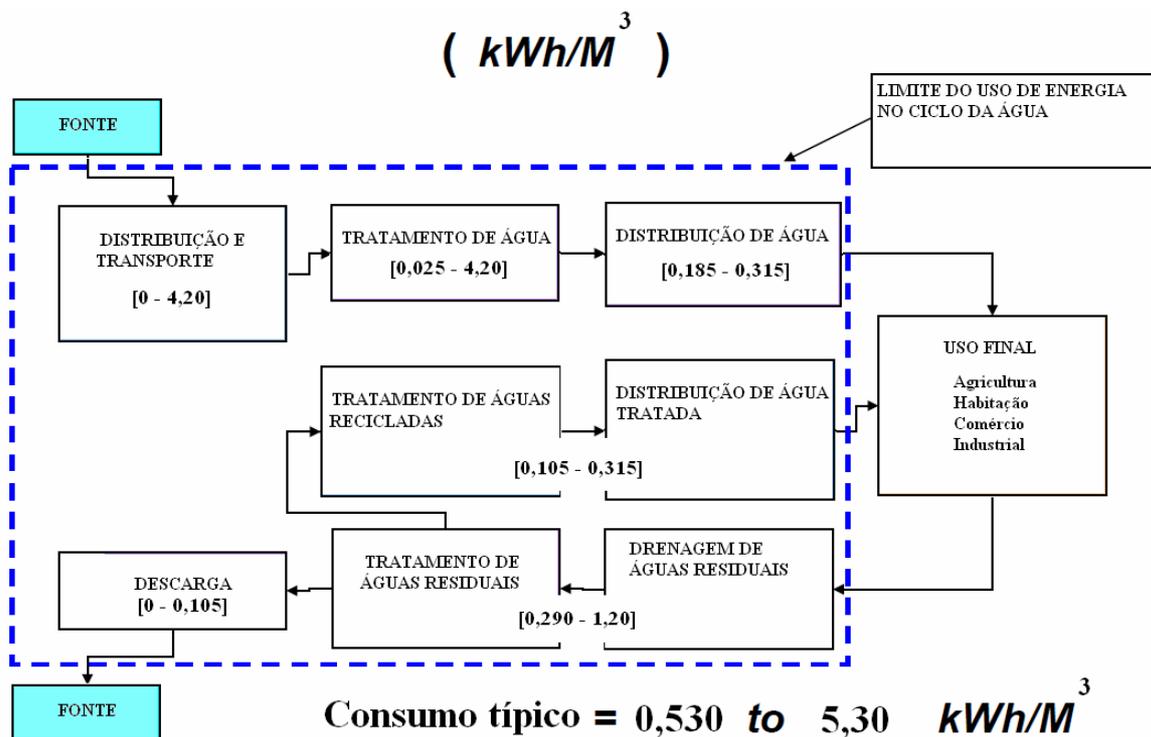


Figura 20 – Uso de energia no ciclo da água (adaptado de [17])

Pela figura representada facilmente percebemos que a distribuição e tratamento de água são as fases com maior consumo de energia.

Segundo estudos referentes aos Estados Unidos da América as estações de tratamento de água e de tratamento de água residual representam 3 a 4% do consumo total de electricidade no país, algo semelhante às necessidades de electricidade nas residências de todo o estado da Califórnia.

2.6.1.2 Consumo de água no ciclo da energia

As fontes de energia são enormes utilizadoras de água potável, e como tal, personagens principais na problemática do uso sustentável deste recurso natural.

As centrais termoelétricas são o exemplo mais grave, sendo que o uso de água, neste caso específico, prende-se com as necessidades de arrefecimento destas centrais, e da necessidade de produzir grandes massas de vapor para o funcionamento das turbinas.

Nos Estados Unidos, por exemplo, segundo dados referentes a 2008, as centrais termoelétricas são responsáveis por cerca de 90% da produção de electricidade (49% carvão, 20% gás natural, 19% nuclear e 2% petróleo). Estima-se que esta produção consuma cerca de 515 milhões de m³ de água por dia, sendo que 39% do consumo se refere a água potável.

Os gastos totais de água potável através das centrais termoelétricas equivalem a 25% do consumo geral no país, excluindo a destinada a fins agrícolas. [19]

Em Portugal, cerca de 70% da energia eléctrica também provém de centrais termoelétricas. As nove centrais existentes têm uma potência instalada de cerca de 6569MW [21].

Dentro deste problema, as fontes de energia ditas “ideais” são a energia eólica e solar, por o seu consumo hídrico ser insignificante, comparado com as outras fontes:

Fonte	m ³ por kWh
Solar	0.000038
Eólica	0.000114
Nuclear	0.002356
Carvão	0.001862
Petróleo	0.001634
Hídrica	0.069426

Tabela 8 – Consumo de água na produção de electricidade (adaptado de [18])

CAPITULO 3

ESTUDO DE UM CASO

3 ESTUDO DE UM CASO

3.1 Introdução

O caso de estudo apresentado na presente dissertação tem como alvo as Piscinas Municipais de Águeda, instalações públicas lúdico-desportivas a cargo da Câmara Municipal.

Estas são compostas por 3 tanques de água:

- 1 de competição (25m x 12,5m)
- 1 de aprendizagem (12,5m x 6m)
- 1 exterior, de carácter estritamente lúdico, aberto apenas no mês de Agosto;

O mês de Agosto equivale igualmente ao período de férias das instalações, durante o qual as piscinas interiores estão encerradas, bem como o acesso aos balneários. Por esta razão, e pela natureza do trabalho desenvolvido, optou-se por não ter em conta o mês de Agosto, dado os consumos específicos neste mês diferirem imenso do resto do ano.

Segundo estatística de controlo do número de utentes, as instalações apresentam um número médio de 250 utilizadores diários, sendo este valor o que se terá em conta durante o desenvolvimento do trabalho.

3.2 Cálculos e Resultados

Os dados apresentados têm origem em visitas às instalações e em dados fornecidos pela câmara municipal, referentes a consumos registados nas instalações. As visitas permitiram analisar as condições existentes, bem como avaliar o equipamento, tendo em conta a sua eficiência hídrica, através de medições “*in-situ*”.

Os dados disponibilizados pela Câmara Municipal são referentes a 2008, 2009 e 2010. No entanto optou-se por utilizar os valores referentes a 2008, dado ser o único ano em que os registos contemplam todos os meses: em 2009 houve uma avaria do contador em Setembro que comprometeu o registo de consumos posterior, e em 2010 o registo de dados, sendo o ano corrente, não está ainda completo.

3.2.1 Consumo de Água

Os dados fornecidos incluem registos mensais e trimestrais de água proveniente da rede pública, discriminando os consumos em quatro parcelas, referentes á limpeza de filtros e á manutenção do nível dos tanques de compensação de cada um dos três tanques, e a uma parcela dita “geral”, na qual se pode incluir os gastos com balneários, WC e rega de espaços verdes.

Tal como referido anteriormente, o mês de Agosto não foi tido em conta para as considerações referentes a este trabalho.

Água	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
TANQUE COMPETIÇÃO (Gastos inerentes á lavagem filtros e manutenção nível de água na piscina e tanque de compensação)	323	268	254	352	383	432
TANQUE APRENDIZAGEM (Gastos inerentes á lavagem filtros e manutenção nível de água na piscina e tanque de compensação)	168	140	132	313	239	245
Tanque Exterior	0	0	0	0	0	344
Geral	1138	943	894	1274	1688	1572
Gastos com balneários / WC's / Rega	646	536	508	609	1066	551

Tabela 9 – Consumo 1º Semestre 2008 Piscina Municipal de Águeda

Água	Julho	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
TANQUE COMPETIÇÃO (Gastos inerentes à lavagem filtros e manutenção nível de água na piscina e tanque de compensação)	187	287	353	297	232
TANQUE APRENDIZAGEM (Gastos inerentes à lavagem filtros e manutenção nível de água na piscina e tanque de compensação)	222	41	272	151	94
Tanque Exterior	471	89	0	0	0
Geral	1490	878	1260	1043	747
Gastos com balneários / WC's / Rega	610	461	635	595	421

Tabela 10 – Consumo 2º semestre 2008 Piscina Municipal de Águeda (excluí-se Agosto em virtude estar encerrada)

Calculando uma média do consumo geral ao longo do ano considerado, tem-se que o consumo mensal médio é de 1175 m³.

A variância, evidente nos dados referidos, dos consumos gerais, dadas as diferentes especificidades de cada mês, torna imperativo considerar valores médios comuns aos onze meses considerados para as considerações futuras do presente trabalho.

3.2.2 Eficiência Hídrica em Edifícios

A eficiência hídrica de um edifício colectivo com as especificidades de uma piscina pública, o qual tem um consumo enorme de água, pode ser atingida tendo em conta as medidas propostas pelo Plano Nacional para o Uso Eficiente de Água, as quais são referidas anteriormente. No entanto, tendo em conta que as piscinas públicas têm balneários para usufruto dos utentes, tem de se considerar que as medidas propostas normalmente para o uso de equipamento sanitário ao nível da habitação se podem exercer aqui em escala superior (mais utilizadores, o que implica maior consumo e maior potencial de poupança), tendo estas de capital importância no exercício de tornar as instalações da piscina em causa mais eficientes hídricamente.

Para o trabalho desenvolvido na presente dissertação, procurou-se assim, essencialmente, fazer um estudo ao nível dos balneários, enquanto serviço sanitário utilizado por um universo alargado de utentes.

O estudo baseou-se em dois aspectos distintos:

- Adequação do uso de chuveiros e sistemas de duche;
- Aproveitamento de águas cinzentas, provenientes dos chuveiros, para abastecimento de autoclismos de bacias de retrete.

3.2.2.1 Eficiência hídrica de chuveiros e sistemas de duche

Para estimar o potencial de poupança foram feitas medições “in-situ” do caudal dos chuveiros. Através de repetições sucessivas de um ensaio que consistia em encher um recipiente de 1 litro registando o tempo respectivo, determinou-se um caudal médio:

Tempo (segundos)	Volume (Litros)
4,4	1

Tabela 11 – Resultado médio das medições efectuadas “in-situ” ao caudal dos chuveiros

Pode-se assim considerar um caudal de cerca de 12 litros/min. para o equipamento.

Sendo o produto um sistema de duche com torneira termostática e eco-stop, dentro da escalonagem atribuída pela ANQIP terá um rótulo A ao nível da certificação hídrica.

Embora o equipamento existente não seja propriamente ineficiente, seria óptimo visar uma redução do caudal para os 8 litros/min., ou seja, a substituição do equipamento por outro de classe **A+** dentro dos parâmetros técnicos apresentados, pois esta mudança acarretaria uma redução significativa no consumo ao nível dos chuveiros.

Chuveiros					
	Média de Caudal Medido (litros/minuto)	Classificação ETA0806	Litros/Minuto	Caudal que se pretende estabelecer e normalizar	Potencial de Poupança (litros/minuto)
Balneário Masculino	12,0 – 13,5	A	9,0 – 15,0	8,0	4,0 – 5,5
Balneário Feminino	12,0 – 13,5	A	9,0 – 15,0	8,0	4,0 – 5,5

Tabela 12 – Resumo das mudanças projectadas ao nível dos chuveiros e sistemas de duche

Fazendo uma pequena estimativa, esta diminuição de caudal, num universo de 250 utentes diários das instalações e considerando um duche de duração média 8 minutos, implicaria uma **poupança diária de 9m³** de água.

3.2.2.2 Eficiência Hídrica de autoclismos

O levantamento de equipamento existente indicou-nos que existem 14 autoclismos de bacia de retrete nas instalações, divididos por balneários e WC. A informação relativa aos mesmos garante uma estimativa da poupança com o aproveitamento de parte das águas residuais, pois não foi prevista uma substituição deste tipo de equipamentos no caso prático apresentado.

Volume nominal de descarga	Tipo de descarga	Categoria de eficiência Hídrica
6	Completa	C

Tabela 13 – Classificação tendo em conta a eficiência hídrica pela ETA0804 da ANQIP

3.2.3 Águas Residuais

Estimar o volume de águas residuais torna-se importante para que se possa perceber a quantidade que pode ser reaproveita, e o impacto que isto tem na redução do volume de descargas para a rede pública de drenagem de águas residuais.

Neste caso calculou-se o volume de águas residuais tendo em conta dois casos distintos:

- Volume de águas residuais nas condições actuais das piscinas;
- Volume de águas residuais posterior a uma optimização dos chuveiros e sistemas de duche.

3.2.3.1 Cálculo do volume de águas residuais nas condições actuais

Para este cálculo vamos usar o caudal actual dos chuveiros que é aproximadamente 12 litros/minuto:

Águas provenientes de chuveiros por mês	
Nº de utentes (estimativa)	Gastos hídricos (Nº de utentes x Caudal do chuveiro x duração do duche x dias do mês)
250	600 m ³

Tabela 14 – Consumo de água pelos chuveiros nas condições actuais

Assim, tendo em conta as condições actuais das instalações, há um potencial de aproveitamento de águas provenientes de chuveiros de **600m³**.

3.2.3.2 Cálculo do volume de águas residuais tendo em conta uma optimização dos chuveiros e sistemas de duche

Para este cálculo vamos usar o caudal que pretendemos normalizar através da substituição de equipamentos, que é igual a 8 litros/minuto.

Águas provenientes de chuveiros por mês	
Nº de utentes (estimativa)	Gastos hídricos (Nº de utentes x Caudal do chuveiro x duração do duche x dias do mês)
250	400 m ³

Tabela 15 – Consumo de água pelos chuveiros após uma optimização dos equipamentos

Neste caso existe um potencial de aproveitamento de **400m³**, sendo que houve uma redução nas águas residuais provenientes dos chuveiros de 200m³.

3.2.3.3 Redução do consumo de água da rede pública

O volume de água consumido mensalmente pelos autoclismos de bacias de retrete estimou-se em 40 m³.

Tendo em conta o volume de água calculado de águas residuais sem optimização de equipamento podemos elaborar um quadro síntese das poupanças hídricas pelo aproveitamento da água dos chuveiros para autoclismos de bacia de retrete:

Água proveniente dos Chuveiros por Mês (m ³)	Gastos mensais aproximados dos autoclismos (m ³)	Percentagem dos gastos dos autoclismos passível de ser coberta pela água dos chuveiros	Poupança Total pelo aproveitamento das águas residuais dos chuveiros (m ³)	Poupança Total Mensal (m ³)
600	40	100%	40	40

Tabela 16 – Poupança total mensal através do reaproveitamento de águas cinzentas

Se tivermos em conta a optimização dos chuveiros e sistemas de duche, os valores mudam substancialmente, embora a poupança relacionada exclusivamente com o aproveitamento de águas residuais se mantenha, dado o volume de água proveniente dos chuveiros ser, mesmo assim, muito superior ao consumo dos autoclismos de bacias de retrete:

Água proveniente dos Chuveiros por Mês (m ³)	Gastos mensais aproximados dos autoclismos (m ³)	Percentagem dos gastos dos autoclismos passível de ser coberta pela água dos chuveiros	Poupança Total pelo aproveitamento das águas residuais dos chuveiros (m ³)	Poupança Total Mensal (Chuveiros + Aproveitamento águas cinzentas) (m ³)
400	40	100%	40	2956,25

Tabela 17 – Poupança total mensal através do reaproveitamento de águas cinzentas e optimização de chuveiros e sistemas de duche

3.2.4 Resumo dos volumes de água estimados para o abastecimento e drenagem da piscina

O trabalho desenvolvido teve, numa segunda instância, o objectivo de estimar o impacto que a eficiência hídrica tem, ao nível da redução das emissões de gases de efeito de estufa.

Para tal tivemos de estimar a influência que a redução do consumo de água teve na rede pública, considerando uma série de factores implicados, como sejam:

- Redução das necessidades de distribuição de água (esta não igual á poupança obtida no edifício, dado ter de ser considerada uma percentagem de perdas de água na rede, ao nível da distribuição);
- Redução do volume de água descarregado no sistema público de drenagem de águas residuais (neste caso tivemos de estimar o efeito do factor de afluência e do caudal de infiltração).

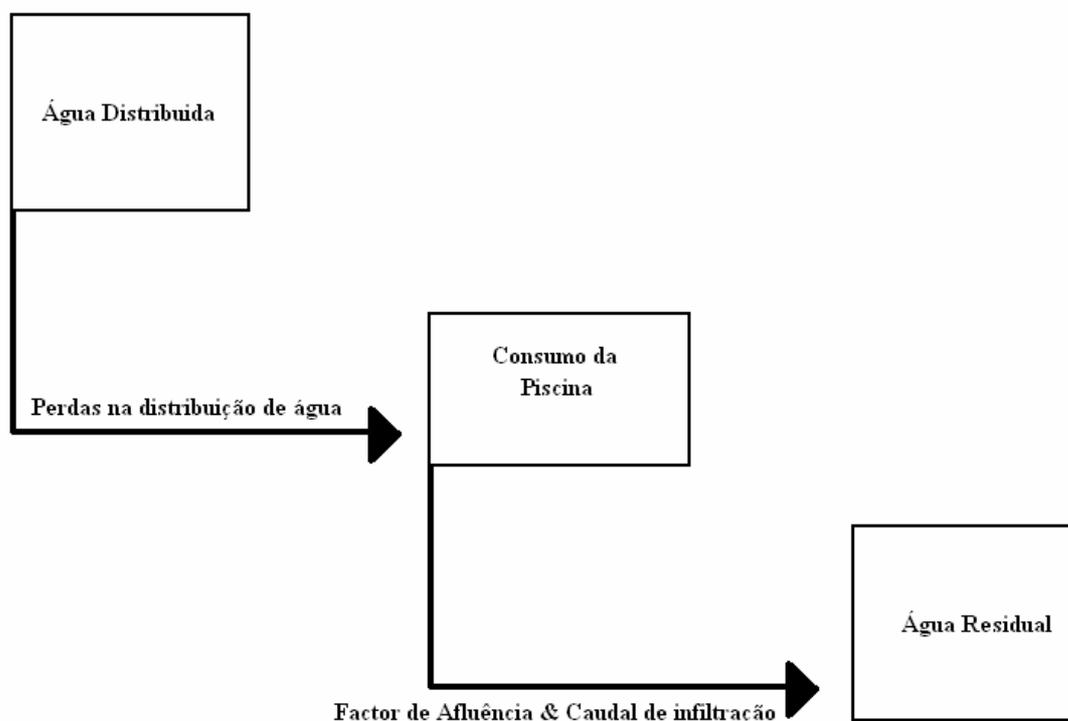


Figura 21 – Representação básica do ciclo de água inerente às instalações da piscina

As perdas de água no sistema de abastecimento (fonte: PMA, Águeda) foram de 31% em 2004 e de 30% em 2005. Á falta de dados actuais considera-se o mais recente, equivalente a 2005.

O caudal de infiltração, devido ao facto de a extensão da rede e do diâmetro dos colectores serem desconhecidos, considera-se igual ao caudal médio anual, que é igual a 1175 m³ por ano.

Assim os volumes de água estimados no sistema de abastecimento de água e drenagem de águas residuais para as necessidades da piscina são:

Água Distribuída anualmente (m ³)	Perdas na distribuição de água anuais (m ³)	Volume de água consumido anualmente (m ³)	Águas residuais após consideração do factor de afluência (m ³)	Caudal de infiltração anual (m ³)	Águas residuais anuais (m ³)
16802.5	3877.5	12925	10340	12925	23265

Tabela 18 – Volumes de água distribuídos e drenados nas condições actuais

Usando agora o mesmo quadro tipo, vamos analisar os excessos de movimentações de água que se vão poupar com a redução do consumo, considerando apenas o reaproveitamento de águas cinzentas nos autoclismos de bacias de retrete:

Redução anual da Água Distribuída (m ³)	Perdas na distribuição de água anuais (m ³)	Volume de água Poupado anualmente (m ³)	Águas residuais após consideração do factor de afluência (m ³)	Caudal de infiltração anual (m ³)	Redução das Águas residuais anuais (m ³)
572	132	440	352	440	792

Tabela 19 - Volumes de água distribuídos e drenados após reaproveitamento de águas cinzentas

Neste caso vamos ter uma redução das necessidades de distribuição de água pela rede pública de 132 m³ anuais, e uma redução da descarga de águas na rede de drenagem de águas residuais de 792 m³ anuais.

Analisando agora o mesmo quadro, mas considerando a poupança relativa ao reaproveitamento de águas cinzentas para autoclismos de bacias de retrete juntamente com a poupança relacionada com a optimização dos chuveiros e sistemas de duche (através da redução do caudal) temos:

Redução anual da Água Distribuída (m ³)	Perdas na distribuição de água anuais (m ³)	Volume de água Poupado anualmente (m ³)	Águas residuais após consideração do factor de afluência (m ³)	Caudal de infiltração anual (m ³)	Redução das Águas residuais anuais (m ³)
3973.1	916.41	2956.8	2365	2956.8	5321.8

Tabela 20 - Volumes de água distribuídos e drenados após reaproveitamento de águas cinzentas e optimização de chuveiros e sistemas de duche

Vamos ter uma redução das necessidades de distribuição de água pela rede pública de 916.41 m³ anuais, e uma redução da descarga de águas na rede de drenagem de águas residuais de 5321.8 m³ anuais.

3.2.5 Emissões de gases

Além dos benefícios económicos e de uso sustentável de um recurso vital, a redução do consumo de água vai acarretar uma redução nas necessidades energéticas para abastecimento e drenagem, o que vai incidir directamente numa questão cada vez mais importante e igualmente vital para a sociedade actual, as emissões de gases para a atmosfera.

3.2.5.1 Emissões relacionadas com sistema de abastecimento de água e drenagem de águas residuais

As redes de abastecimento e drenagem de águas residuais são construídas tendo em conta as especificidades de cada região (hábitos de consumo, população, morfologia do terreno na região, área de abastecimento, etc). Assim, em cada região, o consumo de energia que as redes apresentam difere, pois a necessidade e potência do bombeamento não é igual em todas.

Existem dois coeficientes que são considerados quando se tenta estimar os gastos energéticos dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais municipais. Estes relacionam o consumo energético que o sistema apresenta por cada m³ de água distribuída e por cada m³ de água residual drenada, respectivamente.

No município no qual o estudo foi elaborado não foi possível saber estes dados, mas, dada a semelhança e proximidade do referido sistema hídrico em relação ao existente no município de Aveiro, utilizou-se os dados fornecidos pelos SMA (serviços municipalizados de Aveiro) referentes ao ano de 2008.

Estes permitem-nos ter uma ideia da poupança de energia pela redução das necessidades hídricas:

Consumo energético (KWh) por água produzida (m ³) -2008 -	Consumo energético (KWh) por águas residuais rejeitadas (m ³) -2008 -	Quantidade de água poupada anualmente (m ³)	Poupança de energia relacionada com a poupança de água (KWh)	Factor de emissão CO ₂ (g / KWh)	Redução das emissões de gases anual (Ton CO ₂)
0.838	0.813	440	754.14	217.68	0,164

Tabela 21 – Redução das emissões de gases resultante do reaproveitamento de águas cinzentas

Consumo energético (KWh) por água produzida (m3) -2008 -	Consumo energético (KWh) por águas residuais rejeitadas (m3) -2008 -	Quantidade de água poupada anualmente (m3)	Poupança de energia relacionada com a poupança de água (KWh)	Factor de emissão CO2 (g / KWh)	Redução das emissões de gases anual (Ton CO2)
0.838	0.813	2956,8	5092,09	217.68	1,108

Tabela 22 – Redução das emissões de gases resultante do reaproveitamento de águas cinzentas e optimização de chuveiros e sistemas de duche

3.2.5.2 Emissões relacionadas com o consumo de gás natural

O consumo de gás natural é directamente relacionado com as necessidades de água, tendo em vista as necessidades de aquecimento. No entanto a redução desta fonte de emissões de gases dar-se-á apenas pela redução das necessidades de aquecimento ao nível dos chuveiros, devido á diminuição do consumo. No que concerne aos aquecimentos da água dos tanques, estes mantêm-se iguais pois não é projectada intervenção a esse nível.

Redução do consumo dos chuveiros anual (m ³)	Factor de emissão (Kg CO2/m ³)	Redução das emissões de CO2 (Kg CO2)	Redução das emissões de CO2 (ton CO2)
2200	2,2	4840	4,84

Tabela 23 – Redução das emissões de gases através da redução das necessidades de aquecimento de água dos chuveiros

CAPITULO 4

CONCLUSÃO

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho permite, acima de tudo, dar uma ideia do real impacto que o uso inadequado de recursos atinge na nossa sociedade.

Aparentemente, a ineficiência hídrica é uma problemática apenas relacionada com a crescente escassez de água no nosso planeta, mas, como se comprovou no caso de estudo desenvolvido, os seus malefícios são bem mais abrangentes, apresentando um impacto significativo no consumo energético e, conseqüentemente, na emissão de gases de efeito de estufa.

Com a crescente evolução das técnicas e tecnologias ao nível do equipamento sanitário, somando ainda os crescentes apoios fiscais, torna-se injustificável que não se procure uma redução de consumo e desperdício, sobretudo por ser uma medida em que só existem pontos positivos, sejam eles económicos, sociais ou ambientais.

Em relação ao aproveitamento de águas cinzentas, a crescente diversidade da oferta de sistemas existente torna, cada vez mais, esta medida acessível e para se ter em conta na redução de consumos. No caso de estudo apresentado apresenta-se como uma solução viável mas com tempo de retorno elevado, dado a instalação do sistema necessitar de obras estruturais no edifício para implementar o sistema de tubagens necessário.

Como se pode concluir, existe um enorme potencial de redução de consumos ao nível das piscinas públicas, essencialmente nos casos de instalações mais antigas, dado os projectos mais recentes de construção apresentarem, cada vez mais, soluções a esse nível.

CAPITULO 5

BIBLIOGRAFIA

5 BIBLIOGRAFIA

1. **LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.** *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água.* 2001.
2. **US Department of Energy.** Energy Savers. [Online] http://www.energysavers.gov/your_home/water_heating/index.cfm/mytopic=13140.
3. **Discovery.** HowStuffWorks. [Online] <http://www.howstuffworks.com/swimming-pool.htm>.
4. **Direcção Geral de Energia (DGE).** *Eficiência energética dos edifícios.* 2002.
5. **Sá Marques, José A. e Sousa, Joaquim J.** *Sistemas de Abastecimento de Água e Drenagem de águas Residuais.* Coimbra : s.n., 2008.
6. **ANQIP.** ETA0806 - Especificação técnica ANQIP para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica a Chuveiros e Sistemas de duche. 2009.
7. —. ETA0804 - Especificação técnica ANQIP para atribuição de rótulo de eficiência hídrica a autoclismos de bacias de retrete.
8. **Hirner, W., Alegre, H., Coelho, S. T.** Perdas de água em sistemas de abastecimento: conceitos básicos, terminologia e indicadores de desempenho. 1999.
9. **GROHE.** Website da empresa GROHE. [Online] www-grohe.pt.
10. **Dpt. de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.** *Plano Municipal da Água.* 2006.
11. *Assessment of water savings from single house domestic greywater.* **Birks, Rebecca.** XI Congresso Mundial da Água. R.U. : s.n., 2003.
12. **Rossa, Sara.** Dissertação sobre Contribuições para um uso mais eficiente da água - Poupança de água e reutilização de águas cinzentas. Porto : s.n., 2006.
13. **Fachvereinigung Betriebs- und Regenwassernutzung (fbr).** *Greywater recycling - planning fundamentals and operation information.* 2005.
14. **Meira, Rui.** Poluição atmosférica. [Online] 2002. <http://www.rudzerhost.com/ambiente/introducao.htm>.
15. **U.S. Department of Energy.** Energy demands on water resources. 2006.

16. **California Energy Comission.** *Integrated Energy Policy Report.* 2005.
17. **Gipe, Paul.** *Wind Energy comes of Age.* 1995.
18. **EIA - Energy Information Administration.** Electric power industry. [Online] 2008.
http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epa/epa_sum.html.
19. **Instituto Português da Qualidade.** Norma Portuguesa sobre Reutilização de Águas Residuais Urbanas tratadas na Rega. *NP 4434.* 2006.
20. **REN - Rede Eléctrica Nacional.** Informação sobre a rede nacional de transporte - centrais termoeléctricas. [Online] 2010.
<http://www.centrodeinformacao.ren.pt/PT/InformacaoTecnica/Paginas/CentraisTermoelectricas.aspx>.
21. *Jornadas da Desertificação e Despovoamento.* **Universidade Lusófona.** 2007.
22. **Revismarket.** Portal do eléctrodoméstico. [Online]
<http://www.portaldoelectrodomestico.com/Comopouparcomoselectrodom%C3%A9sticos/Conselhospoupan%C3%A7ade%C3%A1guaemcasa/tabid/3668/Default.aspx>.
23. **Associação Nacional de Conservação da Natureza - Quercus.** Construção sustentável. [Online]
<http://construcaosustentavel.quercus.pt/scid/subquercus/defaultarticleViewOne.asp?categorySiteID=142&articleSiteID=217>.

