



EFICIÊNCIA HÍDRICA DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS – TESTE DE METODOLOGIA DE AUDITORIA EM CONTEXTO REAL

Paula VIEIRA¹, Helena ALEGRE¹, Ana POÇAS², Pedro CARDOSO², Paulo SANTOS², Filipa NEWTON²

1. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, pvieira@lnec.pt, halegre@lnec.pt

2. ADENE - Agência para a Energia, Av. 5 de Outubro 208, 2º, 1050-065 Lisboa, ana.pocas@adene.pt, pedro.cardoso@adene.pt, paulo.santos@adene.pt, filipa.newton@adene.pt

RESUMO

Em resposta aos desafios relacionados com o uso eficiente da água, ao potencial de eficiência hídrica e ao nexus água-energia nos edifícios, e em resultado de um processo participativo envolvendo vários *stakeholders*, foi desenvolvido pela ADENE – Agência para a Energia o instrumento e metodologia AQUA+[®] para auditoria e classificação de eficiência hídrica em edifícios residenciais. O desenvolvimento desta metodologia contemplou o respetivo teste e otimização, em contexto real, por entidades especialistas de atuação nacional e regional. Neste artigo apresentam-se alguns resultados da aplicação do AQUA+[®] a casos de estudo reais na região sul de Portugal, obtidos durante o seu desenvolvimento.

Palavras-Chave: eficiência hídrica; auditoria; uso eficiente da água; nexus água-energia; edifícios; AQUA+

1. INTRODUÇÃO

As secas e a ocorrência de cheias são um problema crescente no país e na Europa, sendo expectável que, no contexto das alterações climáticas, o stress hídrico e a escassez afetem cerca de metade das bacias hidrográficas no território europeu em 2030 (European Commission, 2012). Estima-se também que 90% dos atuais riscos globais possam estar relacionados com a água (United Nations, 2012), designadamente as situações de escassez ou de excesso de água, sendo as cidades e os sistemas urbanos particularmente sensíveis a estes fenómenos. Por outro lado, o setor da construção e dos edifícios, bem como os setores da energia e da água, enquadram-se entre os setores de atuação prioritária em matéria de economia circular e uso eficiente dos recursos em Portugal e na União Europeia (PAEC, 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Relativamente aos edifícios, estima-se um potencial de eficiência hídrica de 30% a 50% na Europa, em função da sua época de construção, com períodos de retorno do investimento de 1-2 anos, *e.g.*, relativos à instalação de equipamentos mais eficientes (European Commission, 2017). A partir de um racional de eficiência hídrica enquadrando o nexus água-energia, estima-se que o potencial combinado de poupança de água e energia para as famílias em Portugal possa atingir o equivalente a 50% da fatura da água (Poças et al, 2020; Newton, 2018).

Em resposta aos desafios acima referidos e potencial de eficiência hídrica e nexus água-energia nos edifícios, e em resultado de um processo participativo envolvendo consumidores, especialistas e *stakeholders* dos setores dos edifícios, água e energia (projeto H2Design), foi desenvolvido pela ADENE o instrumento e metodologia AQUA+[®] (www.aquamais.pt) para auditoria e classificação de eficiência hídrica em edifícios residenciais. A aplicação do AQUA+[®] em mercado assenta num sistema voluntário de classificação hídrica de imóveis, permitindo, a par da sua avaliação e classificação, a identificação de medidas de melhoria ao nível infraestrutural, visando uma maior resiliência do edifício no uso da água e da energia associada a uma maior eficiência hídrica. O desenvolvimento desta metodologia, da qual a ADENE é proprietária, contemplou a validação externa e o respetivo teste e otimização, em contexto real, por entidades especialistas de atuação nacional e regional, incluindo entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional, entre as quais o LNEC.

Neste artigo apresentam-se alguns resultados da aplicação da metodologia AQUA+[®] de auditoria e classificação hídrica de edifícios a casos de estudo reais na região sul de Portugal, obtidos durante o seu desenvolvimento. Estes resultados focam-se especificamente na avaliação dos parâmetros relacionados com caudais e volumes dos dispositivos de uso de água, e a sua relação com a classificação hídrica das habitações.

2. METODOLOGIA DE AUDITORIA E CLASSIFICAÇÃO HÍDRICA DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

A metodologia de auditoria e classificação da eficiência hídrica de edifícios residenciais tem como principal objetivo avaliar o desempenho hídrico dos aspetos infraestruturais de um edifício, não incluindo a avaliação da componente comportamental dos utilizadores. A avaliação do desempenho hídrico abrange os usos interiores e exteriores de água e é aplicável a edifícios em fase de projeto e construídos, em uso e fora de uso (*e.g.* em reabilitação, desabitados), contemplando aspetos de avaliação adequados às diferentes fases do edifício. Esta avaliação é feita de forma integrada, considerando a eficiência no uso da água e a eficiência combinada no uso da energia associada à água.

O desempenho hídrico é avaliado em cinco áreas, as quais se dividem em 14 temas – fontes alternativas de água, redes de água, rega, solo e coberturas, piscinas; duchas, autoclismos, torneiras de lavatório, bidé e cozinha; máquinas de lavar roupa, máquinas de lavar loiça; sistemas de produção de AQS, redes de distribuição de AQS. A avaliação do desempenho em cada tema é efetuada com base em parâmetros de avaliação e métricas, permitindo a replicabilidade do método de avaliação e, deste modo, a sua execução por profissionais formados e qualificados para o efeito. Com base na soma ponderada das pontuações obtidas em cada parâmetro, a metodologia permite obter uma classificação hídrica final (0% a 100%) traduzida em sete classes: A+ (mais eficiente), A, B, C, D, E e F (menos eficiente).

3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA EM CONTEXTO REAL

Com o objetivo de testar e otimizar a metodologia de auditoria e classificação hídrica em contexto real, foi efetuada a sua aplicação a cerca de 40 casos de estudo, respeitantes a edifícios localizados em todo o território nacional. O LNEC foi a instituição responsável por esta aplicação a 12 casos de estudo na região sul de Portugal (Tabela 1), selecionados de modo a verificar-se uma diversificação em termos de fase, tipo, tipologia e equipamentos de usos exteriores, conforme requisito de teste à metodologia. Esta diversidade visou permitir a análise da aplicabilidade da metodologia às características mais típicas do parque edificado residencial nacional. Os resultados apresentados no presente artigo referem-se apenas aos 12 casos.

O LNEC realizou auditorias de eficiência hídrica aos 12 casos de estudo entre maio e julho de 2019. As auditorias abrangeram as áreas e temas referidos em 2. e incluíram a análise dos dispositivos e equipamentos identificados na Tabela 2.

Tabela 1. Características gerais dos casos de estudo da região sul

Caso de estudo	Fase		Tipo		Tipologia					Usos exteriores			
	Projeto	Desabitado	Utilização	Morada	Apartamento	T0	T1	T2	T3	T4	T5	Jardim	Piscina
1	✓							✓					
2		✓							✓				
3			✓							✓			
4			✓							✓			
5			✓						✓				
6			✓				✓						
7			✓	✓							V5	✓	
8			✓					✓					
9			✓					✓					
10		✓						✓					
11			✓	✓						V4	✓		✓
12			✓					✓					

Tabela 2. Dispositivos e equipamentos auditados

Dispositivo/equipamento	Total auditado
Sistema de duche/chuveiro	28
Torneira de lavatório	33
Torneira de bidé	21
Autoclismo	25
Torneira de lava-loiça da cozinha	13
Máquina de lavar roupa	9
Máquina de lavar loiça	7
Sistema de água quente sanitária	12
Sistema de rega	2
Piscina	1

Os caudais dos chuveiros e torneiras foram medidos por enchimento de um recipiente de volume conhecido de 2, 6 ou 10 L (aferido em laboratório com proveta graduada de classe B) e medição do tempo de enchimento com cronómetro. Foram feitas três medições do caudal (máximo na abertura de água fria) por cada dispositivo. No caso de autoclismos que não permitiam a abertura da tampa do reservatório, os volumes foram determinados por leitura do contador antes e após descarga (de maior volume, no caso de autoclismos de dupla descarga). No caso de autoclismos que permitiam a abertura da tampa, os volumes foram determinados com o seguinte

procedimento: corte da água de abastecimento ao autoclismo, marcação do nível da água no interior do reservatório do autoclismo, descarga, enchimento do reservatório até à marca com proveta graduada de 500 mL. Foi feita uma medição de volume por cada dispositivo analisado. Os volumes consumidos pelas máquinas de lavar foram obtidos através das correspondentes etiquetas europeias de certificação energética (Regulamento Delegado EU 1059/2010 e 1061/2010) ou manuais de utilização.

4. RESULTADOS ESPECÍFICOS DE CAUDAIS E VOLUMES DOS DISPOSITIVOS E RELAÇÃO COM A CLASSIFICAÇÃO HÍDRICA DAS HABITAÇÕES

Na Figura 1, apresentam-se os caudais e volumes associados a dispositivos e equipamentos dos 12 casos de estudo. Para cada tipo de dispositivo ou equipamento, estão representadas (a laranja) as gamas de eficiência consideradas pela metodologia de avaliação. Por exemplo, no caso dos chuveiros, considera-se que os chuveiros mais eficientes possuem caudal inferior a 7 L/min. As gamas de eficiência seguintes são]7, 9] L/min e]9, 15] L/min. Os chuveiros menos eficientes possuem caudal superior a 15 L/min. Nesta análise não se inclui a avaliação do desempenho dos dispositivos e equipamentos com base noutros parâmetros contemplados na metodologia (*e.g.* funcionalidades técnicas) relacionados com características que poderão ser indutoras de maior economia de água. Na Figura 2, apresenta-se a pontuação total obtida por cada caso de estudo e a classificação hídrica correspondente.

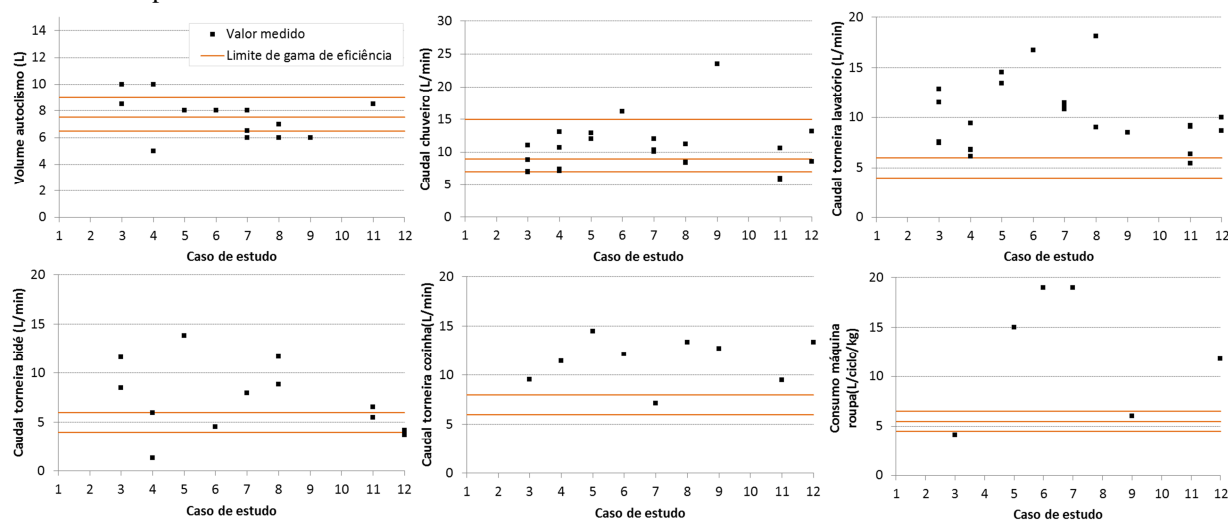


Figura 1 – Resultados de caudais, volumes e consumos específicos dos dispositivos e equipamentos auditados

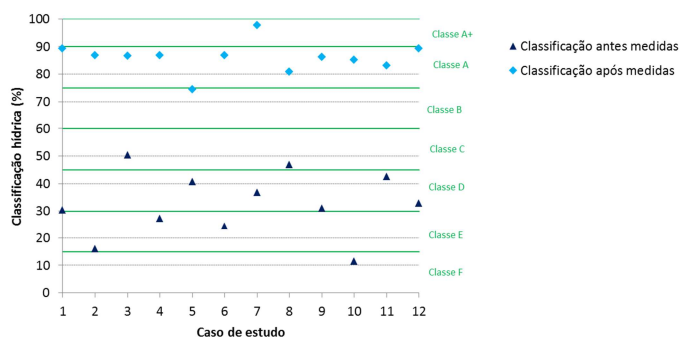


Figura 2 – Classificação hídrica dos casos de estudo

Os resultados (Figura 1) revelam uma variabilidade significativa nos caudais e volumes dos casos de estudo, tendo-se registado caudais de chuveiro na gama 6-24 L/min, torneiras de lavatório na gama 6-18 L/min, torneiras de bidé na gama 1-14 L/min, torneiras de cozinha na gama 7-14 L/min, volumes de autoclismo na gama 5-10 L, consumos de máquinas de lavar roupa na gama 4-19 L/ciclo/kg e de máquinas de lavar loiça na gama

1-2 L/ciclo/talher. A maior parte dos chuveiros (91%) e autoclismos (89%) encontram-se nas gamas de caudais considerados eficientes pela metodologia. A maior parte das torneiras (lavatório: 96%; bidé: 54%; cozinha: 89%) e das máquinas de lavar roupa (67%) situam-se na gama menos eficiente e, em alguns casos de estudo, foram registados valores superiores ao dobro ou triplo do máximo da gama de eficiência. Em todos os tipos de dispositivos e equipamentos, poucos possuem caudais e volumes na gama considerada como a mais eficiente, existindo um elevado potencial de poupança de água. De notar que, numa habitação, os diferentes dispositivos do mesmo tipo têm, em geral, diferentes eficiências. Por exemplo, o caso de estudo 4 possui quatro chuveiros com caudais situados em duas gamas de eficiência, sendo que dois dispositivos têm caudais próximos de 7 L/min e os outros dois têm caudais de 11 L/min e 13 L/min.

Os 12 casos de estudos obtiveram classificações hídricas nas classes C a F (Figura 2): cinco casos pertencem à classe D, quatro casos à classe E, dois casos à classe C e um caso à classe F. Para esta classificação contribuíram os resultados específicos de desempenho relativos aos caudais e volumes, mas também a avaliação dos outros parâmetros previstos na metodologia. As eficiências variaram entre 11% e 50%, com um valor médio de 33%. A habitação mais eficiente é a 3 que corresponde a um apartamento em uso com 35 anos e a habitação menos eficiente é a 10 que corresponde a um apartamento fora de uso com mais de 60 anos.

5. MEDIDAS DE MELHORIA DO DESEMPENHO HÍDRICO NOS CASOS DE ESTUDO

O estudo incluiu a tipificação e caracterização (incluindo custos e potencial de poupança de água) de medidas de melhoria do desempenho hídrico, considerando a totalidade das áreas e temas abrangidos pela metodologia. Para cada caso de estudo, foram identificadas medidas de melhoria específicas em função dos resultados das auditorias (Tabela 3). Com a aplicação de todas as medidas de melhoria da eficiência hídrica propostas, observa-se um aumento médio de 53% no valor obtido para a classificação hídrica dos casos de estudo (Figura 2). Com base neste aumento, 11 casos passam à classe A e um caso passa à classe A+, sendo a média da classificação hídrica 86%. As habitações com usos exteriores (7, 11) apresentam níveis de eficiência iniciais na mesma gama, sendo que apenas um deles atingirá a classe A+. Os casos de estudo 2 e 10 (desabitados), são os que apresentam maior diferença entre a classificação antes das medidas de melhoria e após a sua implementação.

6. CONCLUSÕES

A aplicação a casos de estudo reais demonstrou que a metodologia AQUA+[®] de auditoria e classificação hídrica permite efetuar um diagnóstico da eficiência hídrica atual de edifícios residenciais associada aos aspetos infraestruturais, atribuindo uma classe hídrica à habitação. Permite também identificar oportunidades de melhoria da eficiência, promovendo um uso mais eficiente da água e da energia associada à água. A metodologia prevê a proposta de medidas de melhoria a nível das infraestruturas para cada habitação auditada. Os resultados dos casos de estudo mostram que a dimensão infraestrutural tem um impacto significativo no desempenho hídrico do edifício, demonstrando a importância da criação, a nível nacional, de mecanismos para a sua avaliação. Confirmam também, em linha com estudos europeus e nacionais, que medidas economicamente viáveis relacionadas com a escolha de dispositivos mais eficientes, equipamentos de lavagem e melhorias ao nível dos sistemas e redes de água quente sanitária podem contribuir para melhorar significativamente a eficiência de habitações convencionais existentes.

Com base nos resultados e nos relatórios produzidos por cada uma das instituições responsáveis pelos casos de estudo no âmbito da validação externa da metodologia, a ADENE procedeu à calibração e consolidação da mesma. Deste processo resultou a versão que integra o atual instrumento de classificação AQUA+[®], já disponível para imóveis residenciais e que, em breve, se estenderá a outras tipologias nas áreas do turismo, comércio e serviços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ellen MacArthur Foundation (2015). Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe.
- European Commission (2012). Report on the review of the European Water Scarcity and Droughts Policy. European Commission. <<https://ec.europa.eu/environment/water/quantity/pdf/COM-2012-672final-EN.pdf>> Acesso em 10.02.2020.
- European Commission (2017). Study on cost and benefits of working towards environmental macro objectives in the building sector.
- PAEC (2017). Plano de Ação para a Economia Circular em Portugal. Resolução do Conselho de Ministros 190-A/2017.

- United Nations (2012). United Nations world water development report 4: managing water under uncertainty and risk.
- Poças A, Cardoso P, Newton F, Beirão D, Malamatenios C, Veziryani G, Rodrigiez E, González J, Martino R, De Gisi D (2020) Levering industry and professional qualifications over water efficiency and water-energy nexus in buildings. In: Naddeo V, Balakrishnan M, Choo KH (eds). *Frontiers in Water-Energy-Nexus—Nature-Based Solutions, Advanced Technologies and Best Practices for Environmental Sustainability*. Springer, Cham.
- Newton F (2018), Eficiência hídrica e nexus água-energia nos edifícios: Novas oportunidades. *Indústria e Ambiente* 108, 12-15.

Tabela 3. Medidas de melhoria da eficiência hídrica propostas para cada caso de estudo (indica-se a prioridade de implementação de cada medida numa escala 1 a 3)

Medidas de melhoria	Potencial de poupança	Custos de investimento	Caso de estudo											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fontes e redes de água														
Instalação de sistemas de aproveitamento de fontes alternativas de água de preferência funcionando de forma gravítica ou utilizando energia renovável	●●●	●●●	3							3				3
Controlo de fugas na rede de água potável	●●●	●●●												
Reabilitação da rede interna de água potável	●●●	●●●												
Instalação de sistema de medição do consumo com possibilidade de alarmística de fugas, registo de histórico de consumos, caracterização de consumos por tipo de uso	●●●	●●●	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Usos exteriores														
Instalação de sistema de rega gota a gota, aspersão, com ativação por sensores, previsão meteorológica	●●●	●●●								2				2
Controlo de fugas no sistema de rega	●●●	●●●												1
Instalação de piscina ecológica ou biológica ou de sistema de tratamento da água da piscina	●●●	●●●												
Instalação na piscina de caleira com tanque de compensação	●●●	●●●												3
Instalação de cobertura do espelho de água da piscina	●●●	●●●												1
Controlo de fugas no sistema da piscina	●●●	●●●												
Instalação de contador parcial de usos exteriores (rega, piscina)	●●●	●●●								2				
Dispositivos e bacias														
Instalação de redutor de caudal (torneiras, chuveiros)	●●●	●●●								1				
Instalação de torneira com posições fixas/eco-stop	●●●	●●●	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Instalação de torneira misturadora termostática	●●●	●●●	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Instalação de torneira temporizada	●●●	●●●												
Instalação de dispositivo com caudal eficiente (torneiras, chuveiros)	●●●	●●●	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Controlo de fugas no dispositivo (torneiras, chuveiros, autoclismos)	●●●	●●●			1	1	1							1
Instalação de autoclismo com dupla entrada	●●●	●●●								1				1
Instalação de autoclismo com dupla descarga	●●●	●●●			1	1	1							1
Instalação de válvula de enchimento regulável no autoclismo	●●●	●●●												
Instalação de autoclismo com volume eficiente	●●●	●●●	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
Equipamentos de lavagem														
Instalação de máquina da loiça eficiente	●●●	●●●					2			2	2			2
Instalação de máquina da roupa eficiente	●●●	●●●					2		2	2		2		2
Sistemas de produção e distribuição de água quente														
Isolamento da rede de água quente	●●●	●●●	3	3			3	3		3	3	3	3	3
Instalação de rede de circulação e retorno de água quente com acionamento programável	●●●	●●●	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Instalação de equipamento de circulação e retorno de água quente	●●●	●●●	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Instalação de equipamento (sob bases de duche ou banheira) de recuperação de calor da água drenada	●●●	●●●	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Instalação de sistema de produção de água quente com regulação de caudal e temperatura da água quente, leitura da temperatura em display, integração com sistema solar	●●●	●●●	2						2	2		2	2	
Controlo de fugas no sistema de produção de água quente	●●●	●●●												

Investimento: ●●● Elevado (>1000€, envolve alterações significativas nas redes de água); ●●● Médio (500-1000€); ●●● Baixo (0-500€, envolve pequenas alterações focadas nos dispositivos). Potencial de poupança de água: ●●● Elevado; ●●● Médio; ●●● Baixo