

Uso eficiente de água nas piscinas municipais da cidade de Bragança

Carmem Salgado Zavattieri

Dissertação apresentada à Escola Superior de Tecnologia e Gestão para
obtenção do grau de Mestre em Engenharia da Construção

Orientadora: Professora Doutora Flora Cristina Meireles Silva (ESTiG-IPB)

Coorientador: Professor Doutor Flávio Bentes Freire (UTFPR-Campus Curitiba)

Bragança, fevereiro de 2020

Agradecimentos

A realização da presente dissertação de mestrado foi possível dado o apoio de instituições e pessoas que merecem ser agradecidas.

As contribuições institucionais foram promovidas pelo Instituto Politécnico de Bragança, particularmente a Escola Superior de Tecnologia e Gestão e o Laboratório de Processos Químicos existente na escola. Agradecimento especial à Câmara Municipal de Bragança, em especial ao Eng.º Vítor Padrão, pelo interesse no estudo e disponibilização de material necessário para realização do trabalho, ao Eng.º João Praça, pela disponibilização de informação referente ao sistema de rega do estádio municipal de Bragança e aos funcionários das piscinas municipais de Bragança, pela receção, disponibilidade, paciência e pelo interesse em participar do estudo.

Gratidão aos apoios pessoais como a Professora Doutora Flora Silva, orientadora desta dissertação, que sempre esteve presente ao longo destes meses como grande incentivadora, agradeço pelo tempo disponibilizado, pela simpatia e a sua excelente orientação.

Agradeço ao Professor Doutor Flávio Freire, docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Curitiba, na qualidade de coorientador científico desta dissertação, pelo apoio e sugestões.

Um especial agradecimento ao meu namorado Lucas Abreu Gomes que sempre foi a minha âncora, presente em todos os momentos de preocupações e alegrias. Por todo o carinho, suporte e amor que me apoia, não apenas na conclusão desta dissertação, mas a cada dia.

Ao meu melhor amigo Giancarlo Almudi que mesmo longe se manteve presente, obrigada pelo apoio emocional de todos os dias, pela sua amizade única e por sempre saber o que dizer para me manter forte e focada nos meus objetivos.

Expresso um profundo agradecimento à minha família, por todo o apoio desde sempre. É difícil expressar o quão grandioso e especial é a contribuição que vocês têm em toda a minha caminhada. Por toda a confiança, dedicação e esforço dos meus pais, Arnaldo Zavattieri e Regina Aparecida, que resultaram na minha formação e na pessoa que sou hoje. À minha irmã Laís Zavattieri, por saber que posso contar com a sua amizade e irmandade.

Resumo

A dissertação apresentada surge pela necessidade de melhorar o gerenciamento de água em piscinas municipais. Este tipo de instalação é muito procurado com a finalidade de desporto e recreação. Sendo assim, o presente trabalho contém medidas de eficiência hídrica, as quais serão analisadas para aplicação nas piscinas municipais da cidade de Bragança.

Inicialmente definiram-se os equipamentos e atividades nas piscinas municipais que consomem água no seu funcionamento como: chuveiros, torneiras de lavatório, autoclismos, mictórios, tanques, e limpeza dos filtros. Com isso, foram identificados certos consumos de água desnecessários que podem ser solucionados com algumas medidas.

Para abranger algumas possibilidades de soluções, vários cenários foram elaborados, sendo estes divididos em opção 1 (3 cenários), regulação e substituição de dispositivos de utilização, e opção 2 (5 cenários), reutilização de águas cinzentas.

Os cenários da opção 1, foram analisados de acordo com a redução hídrica (percentagem de redução de água) e a sua viabilidade económica (redução na fatura, investimento inicial e período de retorno do investimento). Os cenários 1.1, 1.2 e 1.3 apresentaram redução de consumo de água de 8,03%, 13,19% e 20,39%, sendo os seus períodos de retorno consideravelmente baixos: 4, 1 e 3 meses respetivamente.

Os 5 cenários da opção 2, foram analisados somente em relação aos ganhos hídricos e apresentaram uma redução de consumo de água entre 2,5% e 23,33%, sendo o último (cenário 2.5), o mais significativo, englobando além da reutilização de águas cinzentas em autoclismos e na rega de relvado, também medidas da opção 1, como regulação e substituição de dispositivos de utilização.

Com tudo isso, a adoção de qualquer um dos cenários nas piscinas municipais da cidade de Bragança, poderá constituir uma mais-valia em termos hídricos e também económicos para o município.

Palavras-chave

Eficiência hídrica; piscinas municipais; viabilidade económica.

Abstract

The dissertation presented arises from the need to improve water management in municipal swimming pools. This type of facility is highly sought after for sport and recreation. Therefore, the present work contains water efficiency measures, which will be analyzed for application in municipal swimming pools in the city of Bragança.

Initially, the equipment and activities in the municipal swimming pools that consume water in their operation were defined as: showers, washbasin taps, flush toilets, urinals, tanks, and filter cleaning. With this, certain unnecessary water consumptions were identified that can be solved with some measures.

To cover some possibilities of solutions, several scenarios were elaborated, being divided into option 1 (3 scenarios), regulation and replacement of usage devices, and option 2 (5 scenarios), gray water reuse.

The option 1 scenarios, were analyzed according to water reduction (percentage of water reduction) and its economic viability (reduction in invoice, initial investment and return on investment). Scenarios 1.1, 1.2 and 1.3 showed a reduction in water consumption of 8.03%, 13.19% e 20.39%, with their payback periods being considerably low: 4, 1 and 3 months, respectively.

The 5 scenarios of the option 2, on the other hand, were analyzed only concerning water gains and showed a reduction in water consumption between 2.5% and 23.33%, being the last one (scenario 2.5), the most significant encompassing, in addition to the reuse of gray water in flush cisterns and lawn irrigation, also measures of option 1, such as regulation and replacement of use devices.

With all this, the adoption of any of the scenarios in the municipal swimming pools of the city of Bragança, can constitute an added value in water and also economic terms for the municipality.

Keywords

Water efficiency; municipal swimming pools; economic viability.

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract	iii
Índice.....	iv
Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Abreviaturas	xi
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação.....	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Descrição do plano de trabalhos.....	2
1.4. Organização da dissertação	3
CAPÍTULO 2. EFICIÊNCIA HÍDRICA EM PISCINAS.....	5
2.1. Piscinas e o seu funcionamento	5
2.2. Piscinas e as suas necessidades hídricas.....	6
2.3. Programa nacional para o uso eficiente da água.....	8
2.3.1. Objetivos e medidas para implementações em piscinas	8
2.4. Certificação e rotulagem de produtos de eficiência hídrica	10
2.5. Eficiência hídrica de equipamentos.....	12
2.5.1. Autoclismos	14
2.5.1.1. Sistema dual.....	15
2.5.1.2. Interrupção de descarga	16
2.5.1.3. Alternativa caseira	16
2.5.2. Chuveiros e sistemas de duche	17
2.5.2.1. Redutores de caudal.....	20
2.5.2.2. Torneiras misturadoras de monocomando termostáticas.....	22

2.5.2.3. Temporizadores	23
2.5.3. Torneiras e Fluxómetros de Mictórios.....	24
2.5.3.1. Redutores de caudal.....	26
2.5.3.2. Torneiras misturadoras de monocomando termostáticas	27
2.6. Sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas.....	28
2.6.1. Reutilização de águas de chuveiros	30
2.6.1.1. Tratamento de água: reciclador de águas	32
2.6.2. Reutilização de águas de limpeza de filtros	33
2.6.2.1. Tratamento de água: osmose inversa	35
2.6.2.2. Tratamento de água: sedimentação.....	36
CAPÍTULO 3. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3.1. Estudo de caso: Piscinas municipais da cidade de Bragança	37
3.1.1. Caracterização geral.....	37
3.1.2. Instalações e equipamentos.....	39
3.1.2.1. Piscinas	39
3.1.2.2. Balneários e outros.....	40
3.1.2.3. Espaços técnicos	42
3.1.3. Consumo de água nas instalações	45
3.1.3.1. Frequência de utilizadores	45
3.1.3.2. Consumo geral de água.....	47
3.1.3.3. Consumo por secção	47
3.1.4. Eficiência Hídrica de Equipamentos.....	48
3.1.4.1. Eficiência hídrica de autoclismos	49
3.1.4.2. Eficiência hídrica de chuveiros.....	51
3.1.4.2.1. Propostas de solução	53
3.1.4.3. Eficiência hídrica de torneiras e fluxómetros de mictórios	56
3.1.4.3.1. Propostas de solução.....	59

3.1.5. Reutilização da água dos chuveiros	62
3.1.6. Reutilização da água da limpeza dos filtros.....	63
3.1.6.1. Verificação do quesito 1: volume de água disponível	64
3.1.6.2. Verificação do quesito 2: qualidade da água	66
3.1.6.3. Propostas de solução	71
CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
4.1. Definição de cenários	72
4.2. Análise comparativa dos consumos gerais	73
4.2.1. Consumos de água: sem aplicação das soluções	73
4.2.2. Consumos de água: com aplicação das soluções	76
4.3. Análise Comparativa dos Custos Gerais	78
4.3.1. Viabilidade económica dos cenários da opção 1	80
4.3.2. Viabilidade económica dos cenários da opção 2	82
CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO E PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	83
5.1. Conclusão	83
5.2. Proposta de trabalhos futuros	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS	93
Anexo I: Plantas do projeto.	94
Anexo II: Esquema de circulação da água.....	99
Anexo III: Dados de frequência.....	101
Anexo IV: Consumo de água.....	103
Anexo V: Questionário.....	105
Anexo VI: Fichas técnicas das torneiras recomendadas.....	107
Anexo VII: Percentagem de redução de água com aplicação dos cenários.....	111
Anexo VIII: Viabilidade económica.....	116
Anexo IX: Publicações.	120

Lista de Figuras

Figura 1: Ciclo da água no processo de tratamento.	6
Figura 2: Ineficiência hídrica nacional.	8
Figura 3: Rótulo padrão da ANQIP	11
Figura 4: Percentagem afeta a cada uso em piscinas públicas.....	13
Figura 5: Sistema dual	15
Figura 6: Recipiente para redução do volume do reservatório.	17
Figura 7: Barreira para redução do volume do reservatório.	17
Figura 8: Redutor de caudal tipo aerador.....	21
Figura 9: Instalação do redutor de caudal.	21
Figura 10: Misturadora de monocomando	22
Figura 11: Válvula com fechamento automático	23
Figura 12: Torneira misturadora monocomando.	28
Figura 13: Reciclador de águas cinzentas ECODEPUR® BIOX.	32
Figura 14: Esquema de lavagem de filtro ou retrolavagem	34
Figura 15: Esquema ULTRA-ECOSWIM da empresa Technol.....	35
Figura 16: Processo de osmose e osmose inversa.....	35
Figura 17: Localização do concelho de Bragança.	37
Figura 18: Piscinas e pavilhão municipal: (a) Vista da fachada do edifício; (b) Vista aérea. 38	
Figura 19: Piscina de competição.	39
Figura 20: Piscina de aprendizagem.	39
Figura 21: Extrato do projeto das piscinas de: (a) competição; (b) aprendizagem.	40
Figura 22: Conjunto de filtros da piscina de competição.	43
Figura 23: Conjunto de filtros da piscina de aprendizagem.	43
Figura 24: Bombas: (a) Piscina de competição; (b) Piscina de aprendizagem.....	44
Figura 25: Permutador de calor.....	44
Figura 26: Tratamento químico: (a) Piscina de competição; (b) Piscina de aprendizagem. ..	45
Figura 27: Frequência anual de utilizadores das piscinas.	46
Figura 28: Frequência mensal de utilizadores das piscinas.	46
Figura 29: Consumo anual de água no edifício (piscinas e pavilhão).	47
Figura 30: Modelo de autoclismo.	49
Figura 31: Placa de descarga: (a) Especificações de regulação da descarga; (b) Ampliação. 50	

Figura 32: Modelos de sistema de duche: (a) Chuveiro temporizador com dois registos; (b) Chuveiro misturador com dois registos; (c) Chuveiro com torneira misturadora de monocomando.	51
Figura 33: Ensaio para obtenção de caudal dos chuveiros.	52
Figura 34: Chuveiro fixo com certificação ANQIP.	54
Figura 35: Chuveiro móvel com certificação ANQIP.	55
Figura 36: Modelos de torneiras: (a) Torneira misturadora de monocomando; (b) Torneira misturadora com dois registos; (c) Torneira de alavanca; (d) Torneira médica com um registo; (e) Torneira de cozinha.	56
Figura 37: Modelo de mictório.	58
Figura 38: Torneira misturadora para lavatório com certificação ANQIP.	60
Figura 39: Torneira temporizada com certificação ANQIP.	61
Figura 40: Torneira misturadora lava-loiça com certificação ANQIP.	61
Figura 41: Vista área das Piscinas e Pavilhão municipal e Estádio municipal de Bragança. .	66
Figura 42: Coleta de amostras da água da lavagem dos filtros: (a) Abertura na tubagem de descarte de água; (b) Coleta de amostra de água.	67
Figura 43: Percentagem de cada uso: (a) Piscinas municipais de Bragança; (b) Piscinas públicas auditadas pela ANQIP.	75
Figura 44: Percentagem de redução de consumo de água com aplicação dos cenários.	77

Lista de Tabelas

Tabela 1: Plano de trabalhos.	2
Tabela 2: Consumos médios por utilizador em alguns edifícios não residenciais.	13
Tabela 3: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a autoclismos.	14
Tabela 4: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche.	19
Tabela 5: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório..	24
Tabela 6: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha....	25
Tabela 7: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a fluxómetros de mictórios	26
Tabela 8: Requisitos de qualidade para descargas de autoclismos	29
Tabela 9: Requisitos de qualidade para regas de jardins.....	29
Tabela 10: Classificação da água de acordo com seu ciclo.	30
Tabela 11: Características dimensionais dos tanques.	40
Tabela 12: Quantitativo de equipamentos por cômodo.....	41
Tabela 13: Características dos filtros.	43
Tabela 14: Percentagem do consumo de água de cada zona.	48
Tabela 15: Quantitativo de autoclismos.	49
Tabela 16: Quantitativo de cada modelo de chuveiro.	51
Tabela 17: Determinação dos caudais médios dos modelos de chuveiro.	53
Tabela 18: Quantitativo de cada modelo de torneira.	56
Tabela 19: Determinação dos caudais médios de torneiras.	57
Tabela 20: Quantitativo de mictórios.....	58
Tabela 21: Determinação dos caudais médios de mictórios.	59
Tabela 22: Volume médio registado do contador.	64
Tabela 23: Volume médio e percentagem de reposição de água das piscinas.	65
Tabela 24: Comparação de valores obtidos e valores recomendados pela ETA 0905.....	68
Tabela 25: Comparação de valores obtidos e limites recomendados pelo Decreto-Lei n.º 306/2007 e alteração.....	70
Tabela 26: Soluções propostas para redução de água nas piscinas do complexo municipal de Bragança.....	72
Tabela 27: Consumo médio anual de água nas piscinas dividido em categorias.....	74
Tabela 28: Percentagem de redução de consumo de água com aplicação dos cenários.	76

Tabela 29: Poupança anual de água em m ³ com aplicação de cada cenário.	78
Tabela 30: Tarifa fixa para Estado e Entidades Públicas no município de Bragança.	79
Tabela 31: Tarifa variável para Estado e Entidades Públicas no município de Bragança.	79
Tabela 32: Custo de investimento inicial para cada cenário da opção 1.	80
Tabela 33: Redução anual na fatura para cada cenário da opção 1.	81
Tabela 34: Período de retorno de investimento para cada cenário da opção 1.	81

Lista de Abreviaturas

ANQIP	Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
CMB	Câmara Municipal de Bragança
CNQ	Conselho Nacional de Qualidade
ONU	Organização das Nações Unidas
ISO	Organização Internacional da Normalização
ETA	Especificação Técnica ANQIP
EN	Norma Europeia
PCA	Aerador de compactação de pressão
SPRAC	Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
DIN	Instituto Alemão de Normalização
NSW	Nova Gales do Sul
UFC	Unidades Formadoras de Colónia
un	Unidade
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
VMA	Valor Máximo Admissível
VMR	Valor Máximo Recomendado

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

A água é um recurso natural insubstituível para a vida humana e para a preservação do ambiente, pelo que, a sua conservação constitui um dos mais importantes pilares do desenvolvimento sustentável (Marecos do Monte & Albuquerque, 2010). Mesmo aparentando ser abundante, cobrindo grande parte do planeta, a água doce, adequada para o consumo humano é constituída por 1% do volume total (Aqua eXperience, s.d.). Apesar disso, atualmente, mais de 50% desta parcela já foi consumida e espera-se que em 2025 este valor suba para 75% (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

“Stress hídrico” é uma expressão que representa a situação alarmante da relação entre a sociedade e o uso abundante da água. Define um desequilíbrio entre o consumo de água e os recursos hídricos disponíveis, de qualidade e acessíveis de certa região (Schulte, 2017). Cerca de 17 países já vivem em situação de *stress* hídrico extremo, isto significa que os setores domésticos, agrícolas e industriais retiram mais de 80% da água disponível anualmente (Hofste, Reig, & Schleifer, 2019). Dado este cenário, para algumas culturas, ainda há a errónea ideia que a solução é o reforço do abastecimento em vez de propagar a preocupação com o uso eficiente da água.

A otimização da utilização da água, ou eficiência hídrica, surgiu com o intuito de aplicar medidas para abrandar os gastos desnecessários, respeitando a utilização deste recurso ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida da população e do desenvolvimento socioeconómico dos países. Diversas atividades utilizam água no seu sistema, cada um com o seu funcionamento próprio e que exige medidas específicas para atingir um melhor desempenho hídrico.

As piscinas são um tipo de instalação muito procurado com finalidade desportiva e de entretenimento. Além disso, o seu surgimento elevado nas residências e complexos municipais pode ser explicado pelo aumento da temperatura média no verão causado por outro problema ambiental, isto é, o aquecimento global. No entanto, as piscinas e as instalações necessárias ao seu redor consomem um elevado volume de água dado o seu preenchimento, limpeza,

manutenção, entre outros. Assim, devem ser estudadas políticas e soluções para o uso racional da água nestes locais particulares.

1.2. Objetivos

Dado o elevado consumo de água no edifício constituído pelas **Piscinas e Pavilhão Municipal de Bragança**, em média 20.061 m³ anualmente, o objetivo desta dissertação é contribuir com propostas de solução, especificamente na zona das piscinas, para atingir a eficiência hídrica máxima neste tipo de instalação.

O trabalho visa analisar medidas em conformidade com os princípios do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) e a Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP), englobando principalmente ações para redução, reutilização e reciclagem de água.

Esta investigação visa entender o funcionamento e as medidas já aplicadas nas piscinas municipais de Bragança, assim como, os valores de água consumidos dada a gestão atual. Com isso, será possível identificar as melhores providências considerando os impactos futuros em termos de eficiência hídrica e viabilidade económica.

1.3. Descrição do plano de trabalhos

Para a concretização dos objetivos propostos elaborou-se um Plano de Trabalhos que inclui quatro fases, apresentadas na **Tabela 1**.

Tabela 1: Plano de trabalhos.

Fases	Tipo de Trabalho	Descrição	Período de Tempo
I	Revisão bibliográfica sobre o tema	Busca de estudos, artigos, programas e organizações de interesse ao tema	março a junho de 2019
II	Recolha de dados	Análise de projetos do edifício e suas instalações	julho a setembro de 2019
		Busca de informação das contagens de água do edifício e o número de utilizadores	
		Ensaio para obtenção dos caudais dos dispositivos de utilização	

Fases	Tipo de Trabalho	Descrição	Período de Tempo
		Recolha de amostra de água da lavagem dos filtros	
		Aplicação de um questionário aos utilizadores das piscinas	
III	Trabalho experimental	Delineação de propostas para a eficiência hídrica no edifício Pedido de orçamentos Análise hídrica e económica dos cenários propostos	setembro a novembro de 2019
IV	Redação do trabalho	Desenvolvimento escrito do estudo	março a dezembro de 2019

1.4. Organização da dissertação

O trabalho está organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo constitui a **introdução** que apresenta o tema, a sua importância num contexto global e específico, os objetivos e a elaboração dos tópicos que serão apresentados.

O segundo capítulo, **eficiência hídrica em piscinas**, incorpora as circunstâncias e características da instalação, ou seja, o sistema geral das piscinas, o seu funcionamento e a sua eficiência hídrica. Apresenta alguns fundamentos do programa PNUEA, criado em Portugal com o intuito de melhorar a eficiência hídrica no país. Descreve-se o sistema de categorização e rotulagem criado pela ANQIP, para dispositivos de utilização de eficiência hídrica. Abordam-se ainda as possíveis medidas e soluções que podem ser empregadas para alcançar os objetivos propostos, como: adequação ou substituição de dispositivos de utilização para outros mais eficientes e a reutilização de águas cinzentas.

O terceiro capítulo é constituído pelo **material e métodos**, onde se apresenta o estudo de caso específico, ou seja, as piscinas municipais de Bragança. Os principais pontos são a obtenção de consumo de água por categoria, a identificação de gastos desnecessários e assim, simulações com as propostas listadas por meio de criação de diversos cenários.

No quarto capítulo, de **resultados e discussão**, analisam-se os cenários em termos de eficiência hídrica e também viabilidade económica.

O quinto capítulo integra a **conclusão** do trabalho, com avaliação final dos valores obtidos e a sua viabilidade, e apresenta-se uma **proposta para trabalhos futuros**.

Finalmente, são listadas as **referências bibliográficas**, apresentados os **anexos** e as **publicações**.

CAPÍTULO 2. EFICIÊNCIA HÍDRICA EM PISCINAS

2.1. Piscinas e o seu funcionamento

A água da piscina circula em movimentos contínuos e, tal movimento, liga os componentes necessários num processo que mantém a água em condições adequadas para o seu uso. A principal preocupação neste tipo de instalação pública é a qualidade da água, a qual pode ser comprometida por alguns fatores causados por utilizadores e pelas condições climáticas no local. Dada a existência de locais com alta humidade e temperatura, as suas condições são adequadas para facilitar o desenvolvimento de microrganismos. No caso das piscinas, a temperatura da água aumenta devido à temperatura do corpo dos banhistas, favorecendo assim, a proliferação de bactérias. Além disso, há outras contaminações causadas por matéria orgânica humana como: acidente fecal, vômito, saliva, pele, cabelos, entre outros. Em caso de contaminação ocasionado por condições climáticas, em piscinas descobertas, os resíduos podem alcançar a instalação pelo vento ou chuva e, em piscinas cobertas, a atmosférica húmida favorece a contaminação de bactérias (Martins, 2015).

Com o intuito de estabelecer algumas disposições para melhorar as condições das piscinas públicas com atividades recreativas aquáticas, o Conselho Nacional de Qualidade criou a Diretiva CNQ n.º 23/93, de 24 de maio, que tem como objetivo designar, com carácter geral, algumas orientações de segurança, hígio-sanitárias, técnicas, funcionais, de implantação, localização e de tratamentos de água (Diretiva CNQ n.º 23/93, 1993). Apesar de destinadas às piscinas integradas em parques de diversões aquáticas também se recorre por vezes, às normas para a qualidade da água presentes no Decreto Regulamentar n.º 5/97, de 31 de março, e que pouco divergem da diretiva mencionada. De referir que, com a transcrição e publicação, em 2009, das Normas NP EN 15288-1: “Requisitos de segurança para a conceção de Piscinas” e NP EN 15288-2: “Requisitos de segurança para o funcionamento de Piscinas”, a Diretiva CNQ n.º 23/93 foi revogada, mantendo-se, no entanto, válidas as recomendações respeitantes ao tratamento de água, matéria que não é abordada nas referidas normas.

Para o tratamento de água de uma piscina, deve-se salientar que existem algumas técnicas e componentes específicos de acordo com a suas necessidades e padrões de segurança. Entretanto, o seu funcionamento básico é composto por alguns dispositivos indispensáveis

como bomba, filtro, tubagem e outros. O esquema da **Figura 1** representa os elementos fundamentais do processo de circulação da água.

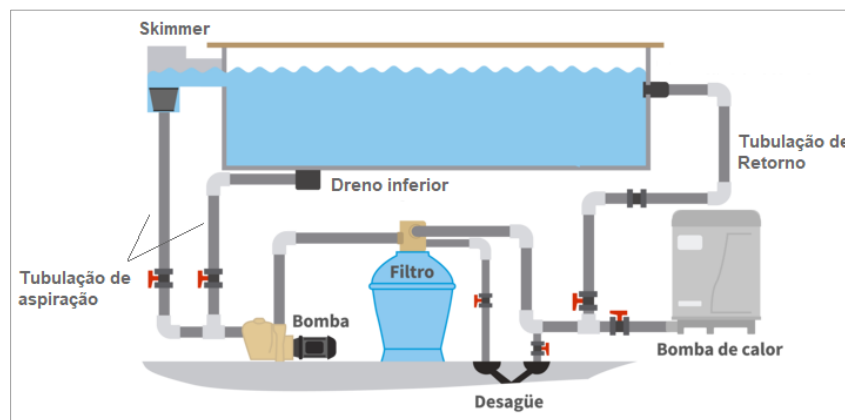


Figura 1: Ciclo da água no processo de tratamento (Barroso, 2018).

O principal elemento, o tanque, pode ser revestido de diversos materiais podendo variar de tamanho e formato. A água dentro do tanque é sugada pela bomba, depois, o acesso de saída da água no tanque ocorre pelo *skimmer* e pelos drenos inferiores, sendo a tubagem de aspiração o encanamento que liga estes componentes até a bomba. O *skimmer* contém no seu interior uma cesta interna que retém as impurezas maiores como folhas, galhos e insetos, sendo recomendado que seja instalado na parede na qual a profundidade da piscina é maior. Já os drenos inferiores (grades inferiores), estão localizados no fundo da piscina e são importantes, caso uma eventualidade ocorra, para esvaziar completamente a piscina. Depois de ter sido sugada pela bomba, a água é lançada para o filtro onde as pequenas partículas de sujeira são armazenadas, tais como pele morta, cabelos e outros. Existem diversos tipos de filtros como de areia, terra diatomácea e cartucho de poliéster. Em seguida, a água passa por um tratamento químico para a sua desinfecção, sendo o cloro, o produto mais comum, e a sua quantidade analisada de acordo com o pH da água. Após o tratamento, pode existir uma bomba de calor para que a água retorne com temperatura adequada. O retorno da água para o reservatório é bombeado através da tubagem de retorno. Além disso, há a tubagem de esgoto que possibilita o descarte da água para a rede de esgoto (Barroso, 2018).

2.2. Piscinas e as suas necessidades hídricas

O uso das piscinas vem aumentando com o decorrer dos anos e, as suas finalidades podem ser variadas como recreação, desporto e até mesmo na área da saúde com fins

terapêuticos. Num cenário geral, as piscinas necessitam de água para o seu preenchimento e manutenção, mas o seu uso também é responsável pelo consumo de água utilizado nas instalações sanitárias nas suas proximidades.

O dimensionamento da piscina e o seu respetivo volume de água é calculado de acordo com as necessidades do local. Desta forma, a quantidade efetiva de água utilizada numa piscina municipal engloba outros fatores além do volume do tanque. Deve ser considerada a água utilizada nas sanitas, chuveiros e torneiras, além da água consumida na limpeza dos filtros e componentes envolvidos, e a água de reposição para satisfazer os parâmetros de qualidade e segurança.

De acordo com a diretiva CNQ n.º 23/93 e alterações, é necessário fazer a reposição de água potável todos os dias com uma proporção de 30 L por banhista que tenha utilizado a instalação, sendo um mínimo absoluto de 2% do volume do tanque. O valor de reposição é baseado nos volumes perdidos pelos movimentos dos banhistas, no sistema de circulação da água e a água necessária para limpeza de filtros. Além disso, a Diretiva ainda menciona que para a limpeza do fundo da piscina, os tanques precisam ser completamente esvaziados pelo menos 2 vezes ao ano (Diretiva CNQ n.º 23/93, 1993) e alterações.

Em geral, uma piscina pública de grande porte, tem mais de 500 m³ de água. Considerando este volume, por ano, a quantidade utilizada de água para manutenção, respeitando os critérios da diretiva CNQ n.º 23/93 e alterações, é de 4.650 m³.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), uma pessoa necessita de 110 L de água para atividades diárias (Maranhão, 2015). Sendo assim, 4.650.000 L de água utilizados numa piscina pública, sem incluir o consumo das instalações sanitárias, são equivalentes à quantidade necessária de água que uma pessoa precisa nas suas atividades diárias durante 115 anos.

Já que a utilização das piscinas só tende a aumentar e alguns parâmetros de qualidade devem ser respeitados, o plano de gerenciamento destes locais, principalmente em piscinas municipais, deve focar-se na redução de perdas e desperdícios e aplicar medidas para a reutilização da água que não se encontra mais nas condições da sua função inicial, mas que pode ser utilizada em outras atividades onde o seu nível de pureza é aceitável.

2.3. Programa nacional para o uso eficiente da água

2.3.1. Objetivos e medidas para implementações em piscinas

O Programa Nacional para Uso Eficiente da Água (PNUEA) foi criado em Portugal com o intuito de promover o uso consciente da água especialmente nos setores que mais demandam o uso deste recurso. Medidas e objetivos foram estabelecidos visando o melhor gerenciamento da água, lado a lado com a eficiência energética, minimizando assim os riscos de escassez que podem afetar o desenvolvimento socioeconómico do país e a qualidade de vida das pessoas. Além disso, pretende-se atingir alguns benefícios indiretos, como a redução de águas residuais que são liberadas para os meios hídricos e a redução do consumo energético que apresenta uma certa dependência com o uso da água. O PNUEA teve a sua versão inicial entre os anos 2000 e 2001, mas o seu plano mais recente foi divulgado em junho de 2012 com a meta de implementação definida entre 2012 e 2020. A busca de um instrumento de política ambiental nacional tornou-se necessária com a grande demanda de água no continente (APA, 2012).

Nos anos 2000, o setor urbano, agrícola e industrial recorreu a 7.500 milhões de m³ de água no país. Devido à falta de melhorias na gestão dos recursos hídricos para estas áreas, parte da água captada era perdida no processo de armazenamento, transporte e distribuição, e ainda, havia uso inadequado da água para os fins previstos (APA, 2012). As percentagens de desperdício de cada setor podem ser verificadas na **Figura 2**.

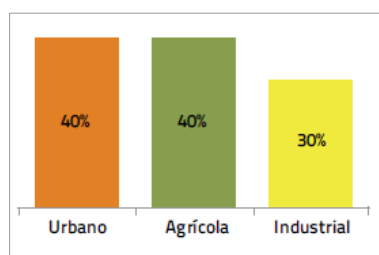


Figura 2: Ineficiência hídrica nacional (APA, 2012).

Dado que os valores de desperdício são notadamente altos nos setores onde a água é mais utilizada, o programa estipulou metas para diminuir estes desperdícios para 20%, 35% e 15%, respetivamente, para o setor urbano, agrícola e industrial até 2020. Para isso, alguns objetivos gerais e outros específicos de cada área foram estabelecidos. Um dos objetivos gerais que merece destaque, é a conscientização das pessoas, principalmente dos gestores, para a

preocupação com o meio ambiente, e conseqüentemente, a criação de atitudes que serão passadas às novas gerações para o uso racional da água (APA, 2012).

As medidas relacionadas ao uso de piscinas foram incluídas no setor urbano já que se trata de um uso de utilidade pública. Para o setor urbano foram listados 49 itens, sendo os tópicos 41 a 45 específicos para piscinas, lagos e espelhos de água (APA, 2012). Nestas medidas, recomenda-se:

- As alterações de comportamento em relação à lavagem dos filtros dos tanques, já que esta atividade pode consumir muita água que muitas vezes não é reaproveitada;
- A adequação do local para reduzir perdas, sendo estas ocasionadas por transbordo ou até mesmo em fugas no sistema de tubagem e os seus componentes, que podem ser detetadas com a realização periódica de ensaios. Ainda para evitar perda, é sugerida a utilização de cobertura no topo das piscinas, para deter a água evaporada;
- A reutilização de águas cinzentas, que com tratamento apropriado, podem ser utilizadas novamente;
- O aproveitamento das águas da chuva como uma alternativa para ser utilizada como água de reposição nas piscinas;
- Em relação às instalações sanitárias, que os equipamentos como autoclismos, chuveiros, torneiras e urinóis sejam adaptados, adequados ou substituídos com o intuito de reduzir os consumos;
- A reutilização de águas residuais tratadas ou da água da chuva na lavagem de pavimentos, jardins e similares, são outras medidas que também podem ser encaixadas num contexto de piscinas municipais (APA, 2012).

Para complementar as medidas, o programa tem um plano de iniciativa das ações onde tem descrito detalhes como: a ação de sensibilização e informação específica para o tipo de instalação/edifício, os responsáveis os quais devem decidir se estas serão aplicadas e quais, e os destinatários responsáveis pela aplicação de cada local. No caso das piscinas municipais, há diversas ações de recomendações onde os responsáveis são as câmaras municipais, entidades gestoras, associações de utilizadores, e os destinatários são os gestores de instalações coletivas.

Especificamente em relação aos dispositivos de instalações sanitárias, os responsáveis são as empresas fabricantes de equipamentos (APA, 2012).

2.4. Certificação e rotulagem de produtos de eficiência hídrica

Os sistemas de rotulagem surgiram com a preocupação do governo, instituições e dos cidadãos em relação aos impactos ambientais. Consistem na caracterização de alguns equipamentos frequentemente utilizados nas residências, com informações sobre o seu desempenho ambiental, sendo consideradas condições gerais ou específicas como eficiência hídrica e energética (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Com a variedade de rótulos nacionais e internacionais, criou-se uma certa desconfiança e confusão nos consumidores, já que cada um tem uma característica particular de avaliação e descrição. Sendo assim, os sistemas que desejam ter a confiabilidade da população devem seguir os padrões estabelecidos pela ISO - Organização Internacional da Normalização que concebeu a norma ISO 14020 que apresenta um conjunto de padrões para o desenvolvimento e uso dos rótulos ambientais (ISO 14020:2000, 2000).

De acordo com os parâmetros da ISO 14020 e os objetivos do PNUEA, a ANQIP (Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais), criou um sistema de certificação e rotulagem de eficiência hídrica para os produtos fabricados em Portugal, mas que também, pode ser considerado em outros países (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

A rotulagem foi aplicada em novembro de 2008 com foco na certificação de autoclismos, e posteriormente foi aplicada a outros dispositivos como chuveiros e torneiras. O rótulo apresenta sete categorias de eficiência hídrica, sendo estas entre “A⁺⁺” e “E” (ANQIP, 2014).

A eficiência hídrica julgada como ideal, considerando aspetos como conforto da execução, particularidades de saúde pública e o desempenho das redes prediais, corresponde à letra “A”. Para melhor entendimento dos consumidores, a ANQIP apresenta no seu rótulo uma indicação gráfica representada por gotas que simboliza o consumo de água do equipamento e também uma barra lateral indicativa que permite ao consumidor identificar o intervalo a ser considerado, no caso, entre “A⁺⁺” e “E” (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017). A **Figura 3** apresenta o rótulo padrão de rotulagem de dispositivos de utilização da ANQIP.



Figura 3: Rótulo padrão da ANQIP (ANQIP, 2014).

O rótulo serve de ferramenta de publicidade para os fabricantes, mostra aos seus consumidores que o produto da sua marca vai proporcionar contas reduzidas de água, além de ser ambientalmente amigável. Para adquirir a certificação da ANQIP, alguns procedimentos devem ser realizados.

A entidade interessada deve assinar um protocolo formal juntamente com a ANQIP. Este protocolo é único para cada entidade, independentemente do número, tipo e modelo de produtos que serão rotulados. Para cada tipo de produto, a ANQIP elaborou um arquivo de especificações técnicas que estipula os padrões para concessão do rótulo na categoria que é pertencida (ANQIP ETA 0802, 2015).

Com o intuito de determinar se um produto é eficiente e em qual categoria ele se encaixa, a ANQIP pede juntamente com o requerimento de certificação um relatório de um ensaio específico (ANQIP ETA 0802, 2015). As especificações para os ensaios são também elaboradas

pela ANQIP, sendo estas especificações técnicas nomeadas de ETA 0805, ETA 0807, e ETA 0809 para a certificação, respetivamente, de autoclismos de bacias de retrete; chuveiros e sistemas de duche; e torneiras e fluxómetros (ANQIP, s.d.).

A autorização do uso do rótulo tem validade de 5 anos, e pode ser renovada automaticamente caso as características técnicas do produto não tiverem sido alteradas e, sendo assim, não é necessário a realização de ensaio, mas o fabricante deve emitir uma declaração de conformidade das características técnicas do produto a ser renovado (ANQIP ETA 0802, 2015).

A rotulagem e certificação dos equipamentos de instalações sanitárias contribui para a escolha dos dispositivos mais adequados tanto nas residências quanto em edifícios públicos. Além do sistema de caracterização e rotulagem, a ANQIP criou uma calculadora que mensura a eficiência hídrica em edifícios residenciais, e que também é adaptável para edifícios não residenciais, como as piscinas municipais (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

2.5. Eficiência hídrica de equipamentos

Esta secção apresenta informações sobre os dispositivos de utilização em instalações sanitárias e a sua eficiência hídrica de acordo com a classificação e rotulagem elaborada pela ANQIP. Além disso, serão discutidas novas alternativas e tecnologias, para a adequação de equipamentos não eficientes, com o intuito de reduzir o volume de água necessário destes produtos.

Para determinar a eficiência e o grau de relevância de um certo dispositivo de utilização num edifício, é necessário obter os valores de consumo de cada equipamento ou atividade. O consumo de água nas habitações ou nos complexos municipais são variáveis de acordo com o número de frequentadores e do comportamento dos utilizadores. Apesar disso, é possível obter a partir de outros estudos, valores base de consumo, como feito pela ANQIP.

A **Figura 4** é uma representação da percentagem que afeta a cada uso em piscinas municipais, e resultou das auditorias realizadas pela ANQIP em diversas piscinas públicas em Portugal (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

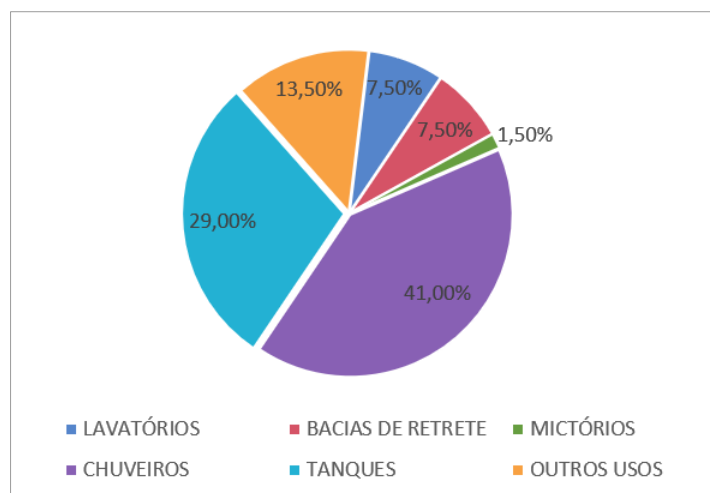


Figura 4: Percentagem afeta a cada uso em piscinas públicas (Pimentel-Rodrigues, 2015).

Além da **Figura 4**, a ANQIP também estabeleceu um consumo unitário de referência de edifícios não residenciais, demonstrado na **Tabela 2**.

Tabela 2: Consumos médios por utilizador em alguns edifícios não residenciais (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Tipo de edifício	Consumo total [L/(utilizador.dia)]
Administrativo	30
Piscinas públicas	70
Pavilhões desportivos	20
Centros escolares	20

No que se diz a respeito a equipamentos e ao seu poder de eficiência hídrica, esses podem ser categorizados em “equipamentos convencionais” e “equipamentos eficientes”, sendo a poupança de cerca de 50% do consumo de água na utilização dos equipamentos eficientes em vez dos convencionais (Teixeira, 2015). Com isso, os equipamentos eficientes e com classificações mais altas devem ser dispostos tanto em edifícios residenciais como em edifícios públicos.

Dispositivos de utilização como autoclismos, chuveiros e torneiras têm o seu sistema próprio, por isso, cada um tem inovações, táticas e adaptações diferentes que devem ser verificadas para garantir o mais alto nível de eficiência hídrica sem afetar o conforto dos utilizadores e os parâmetros de higiene e segurança exigidos.

2.5.1. Autoclismos

As descargas dos autoclismos de bacias de retrete em residências ocupa a 2.^a posição em Portugal, sendo o seu uso correspondente a 28% do consumo total de uma habitação unifamiliar (Teixeira, 2015). Por este motivo, muitos estudos são realizados a fim de reduzir esta percentagem.

A capacidade dos autoclismos convencionais varia entre 7 e 15 litros por descarga (Pimentel-Rodrigues, 2008). Consumos altos são desnecessários, tendo em vista que foi comprovada a eficiência de descargas inferiores a 6 L ou em sistema dual com descarga mínima de 3 L (Gomes, 2015).

As especificações técnicas para rotulagem de bacias de retrete da ANQIP incluem dispositivos de descarga simples, de dupla descarga e de dupla ação, todos do tipo gravítico. Os produtos a serem certificados pela ANQIP devem estar inicialmente de acordo com a norma europeia EN 14055:2007, já vigente para autoclismos de bacia retrete e urinóis.

Além disso, o fabricante deve seguir os critérios da especificação técnica ETA 0804 - Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete. Desta forma, o dispositivo será classificado de acordo com a **Tabela 3** (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Tabela 3: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a autoclismos (ANQIP ETA 0804, 2015).

Volume nominal	Tipo de descarga	Categoria de eficiência hídrica	Tolerância (volume máximo – descarga completa)	Tolerância (volume mínimo 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/interrupção de descarga	A+	4,0 – 4,5	–
5,0	C/interrupção de descarga	A	4,5 – 5,5	–
6,0	C/interrupção de descarga	B	6,0 – 6,5	–

Volume nominal	Tipo de descarga	Categoria de eficiência hídrica	Tolerância (volume máximo – descarga completa)	Tolerância (volume mínimo de descarga para poupança de água)
7,0	C/interrupção de descarga	C	7,0 – 7,5	–
9,0	C/interrupção de descarga	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	–

2.5.1.1. Sistema dual

Os autoclismos com o sistema dual (**Figura 5**), também conhecido como dupla descarga, são uma das grandes soluções hoje em dia, pois permitem o uso adequado de água de acordo com as necessidades do utilizador. Atualmente estes equipamentos apresentam descargas de 6 L para casos de presença fecal e 3 L para casos de presença líquida. Isto garante alta economia já que o uso dos autoclismos é em média de 30% para necessidades com presença fecal (Pimentel-Rodrigues, 2008).

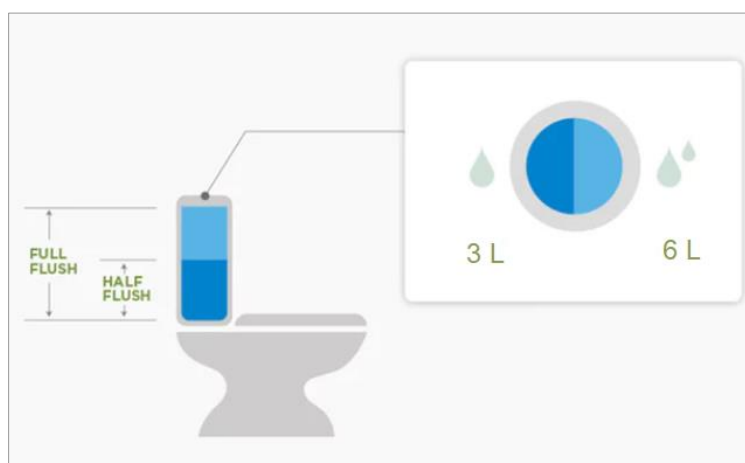


Figura 5: Sistema dual (Architizer, s.d.).

Esta inovação de autoclismos foi criada em 1980 pelo australiano Bruce Thompson. Inicialmente, o equipamento apresentava 2 descargas com 11 L para sólidos e 5,5 L para

líquidos. Para adaptar melhor a instalação, o formato da tigela teve que ser redesenhado de modo que o baixo fluxo de água ainda pudesse remover os resíduos. Estes novos equipamentos foram testados na Austrália e a sua eficácia modificou a sua legislação, tornando-se obrigatória nas novas construções (Harrison, 2010).

Atualmente, o sistema foi modificado a fim de aumentar a sua eficiência hídrica. Descargas de 6 e 3 litros no sistema dual são eficazes, combinadas com as alterações no seu design, como a modificação da tigela e armadilhas maiores para empurrar facilmente os resíduos pelo ralo.

A aplicação do sistema dual, tem redução de 68% no uso de água em comparação com um banheiro convencional de baixo fluxo (Architizer, s.d.). Na classificação da ANQIP pode-se observar que o sistema dual (6/3 litros) se posiciona em alta categoria, sendo esta classificada pela letra “A”.

2.5.1.2. Interrupção de descarga

A ANQIP também classifica os autoclismos com dupla ação como a interrupção de descarga, que é mais uma alternativa para redução de consumos. Este dispositivo permite que o utilizador controle a descarga de acordo com o volume necessário. O seu funcionamento é feito com o manuseio de pesos de aço inoxidáveis que são ligados à coluna da válvula do autoclismo e quando estas deixam de ser pressionadas, a descarga é interrompida (Gomes, 2015).

2.5.1.3. Alternativa caseira

Em casos onde não é possível a substituição dos autoclismos, existem algumas adaptações que podem reduzir o volume de água que é utilizado nas descargas. Para isso, é necessário preencher parte do reservatório com um recipiente e o volume ocupado por ele será o volume de água reduzido a cada descarga. Este recipiente pode ser um saco ocupado por água (**Figura 6**), sendo a sua ocupação mais moldável, ou um recipiente rígido preenchido de água com dimensões e tamanho admissíveis para se acomodar no reservatório (Dover Projects, 2009).



Figura 6: Recipiente para redução do volume do reservatório (Dover Projects, 2009).

Um outro sistema similar, é a barragem plástica (**Figura 7**) que pode ser acomodada dentro do reservatório impedindo o preenchimento completo deste. Nos dois casos citados, é importante a utilização de materiais adequados que não se dissolvam ou rompam comprometendo o reservatório, ou a canalização do autoclismo (Dover Projects, 2009).



Figura 7: Barreira para redução do volume do reservatório (Dover Projects, 2009).

2.5.2. Chuveiros e sistemas de duche

Como pode ser verificado pela **Figura 4** (ver **p.13**), este tipo de dispositivo merece mais consideração, já que possui a maior percentagem de consumo de água em piscinas municipais, com 41% do volume total.

A sua necessidade e utilização são justificáveis já que garante a higiene do utilizador. A passagem de água antes do uso das piscinas elimina a oleosidade do corpo, suor, e outras sujidades que garante a qualidade da água no tanque, diminuindo assim as medidas com limpeza

que também consomem altas quantidades de água. Por isso, o seu uso é indicado, mas simultaneamente deve haver consciencialização dos utilizadores e medidas que assegurem o uso controlado de chuveiros.

Os fatores principais que estabelecem o consumo de água de duchas são: o caudal do chuveiro que depende da pressão da rede, a duração do duche e o número de duchas contabilizados (Augusto & Araújo, 2010).

Os dois últimos fatores dependem de aspetos comportamentais que são mais difíceis de serem previstos.

Entretanto, também requer a atenção do gestor que pode consciencializar os utilizadores por meio de avisos e anúncios sobre a importância de utilizar o chuveiro por tempo adequado e desligar o mesmo no momento que está a ensaboar ou quando já finalizou o duche.

Já o primeiro fator, caudal do chuveiro, pode ser alterado e controlado mais facilmente com as adaptações e substituições que serão indicadas posteriormente.

Além disso, outro aspeto influenciador do caudal do chuveiro é a pressão da água que vem da rede e que deve ser verificada. Também, é preciso considerar o equipamento utilizado para aquecer a água, pois na maioria dos casos a limitação do sistema de aquecimento resulta em caudais inferiores da água quente em relação à água fria e, conseqüentemente induz ao desperdício de água já que o comportamento comum dos utilizadores é de aguardar o aquecimento da água antes de a utilizar (Gomes, 2015).

Sendo assim, a escolha do equipamento de aquecimento de água é importante tanto para a redução de sobra de água como para a redução de energia consumida.

Para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP, os dispositivos devem estar de acordo com a especificação técnica ETA 0806 - Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistema de duche.

O documento inclui a rotulagem de chuveiro (cabeça de duche), isoladamente; e sistema de duche (torneiras de duche equipadas com bicha e cabeça de duche amovível ou fixa) (ANQIP ETA 0806, 2015). As categorias estabelecidas são demonstradas na **Tabela 4**.

Tabela 4: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche (ANQIP ETA 0806, 2015).

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

⁽¹⁾ Não se considera de interesse a utilização de “eco-stop” nestes casos.

Os chuveiros com categoria ideal (letra “A”) são aqueles que consomem entre 5 e 7,2 litros por minuto. Os rótulos “A” e “A+” devem conter a indicação de recomendação de utilização de torneiras termostáticas evitando o risco de queimaduras (ANQIP ETA 0806, 2015).

A classificação da ANQIP considera ainda a pressão da rede, sendo convencionado uma pressão residual média em Portugal na rede pública de 300 kPa, como referência para o efeito dos ensaios. Além do mais, os interruptores de corte de caudais colocados a jusante da torneira (na bicha ou na cabeça de duche) podem ser igualados a “eco-stop” para efeitos de aplicação da **Tabela 4**, contanto que o produto contenha aviso escrito sobre as condições e necessidades (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

As categorias do rótulo da ANQIP servem de ferramenta de comparação de eficiência, sendo possível assim, caracterizar por letra um equipamento convencional e concluir se aquele dispositivo é eficiente ou não. Por exemplo, os chuveiros considerados convencionais possuem caudais na ordem dos 20 litros por minuto (Gomes, 2015). Utilizando a classificação da ANQIP, é possível verificar que este se encontra na categoria “D”, sendo, desta forma, não eficiente. Atualmente é possível encontrar uma variedade de modelos mais eficientes, todavia para ser considerado eficiente, o caudal não deve ultrapassar 10 litros por minuto, enquadrando-se na categoria “B” (Gomes, 2015).

Em alguns casos, a substituição dos chuveiros ou sistemas de duche, podem ser inviáveis economicamente, logo existem algumas medidas para reduzir o consumo de água, como

redutores de caudais, torneiras misturadoras com monocomando termostáticas e temporizadores.

2.5.2.1. Redutores de caudal

Para considerar a utilização de redutores de caudal, deve ser examinado um fator muito importante: o conforto. Sendo o seu conceito muito relativo e variável com as condições e personalidade e, como mostra uma pesquisa numa residência de estudantes da Universidade de Aveiro, pode também variar com o sexo (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

O estudo foi apoiado pela ANQIP e tinha como objetivo analisar os caudais de conforto mínimo considerando o sexo dos utilizadores e o tempo de duração do banho. A conclusão do estudo foi que o caudal mínimo de conforto para o género feminino é de 4 L/min e para o sexo masculino é de 6 L/min, e que a duração dos duches para o sexo feminino é em todos os casos superior. Contudo, a informação mais relevante da conclusão do estudo foi que a partir de uma certa redução do caudal do banho, o tempo de duração do duche elevou-se, o que faz com que o volume reduzido pelo caudal seja compensado pelo volume consumido pelo tempo extra de banho. Sendo assim, foi percebido que cada chuveiro tem um “break point” no qual a redução do caudal não corresponde à eficiência hídrica (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Já a *WaterSense*, entidade norte-americana que tem objetivos similares à ANQIP em Portugal, considera como aspetos de conforto a força do jato, que não deve ser inferior a 0,56 N para uma pressão residual de 140 kPa, e a cobertura do *spray* que não deve ser centralizada e nem concentrada na região periférica (Miguel & Fernandes, 2013).

Um dos tipos de redutores de caudal são os aeradores, também conhecidos como arejadores (**Figura 8**). Estes dispositivos em forma de disco, podem ser encaixados na ponta de uma torneira onde agem como um filtro, misturando ar na água para reduzir o caudal e manter a sensação de conforto. Além disso, têm a possibilidade de ajuste para estreitamento da largura do fluxo (Boyle Schwartz, s.d.).

A adaptação de um aerador economiza até 6 litros de água por minuto, o que corresponde a uma redução de 50% em comparação com os chuveiros convencionais (EREK, s.d.).



Figura 8: Redutor de caudal tipo aerador (Boyle Schwartz, s.d.).

Existem também outros tipos de redutores de caudal que funcionam como válvulas a vácuo simples com uma entrada de ar. O dispositivo pode ser facilmente instalado entre a mangueira e a cabeça do chuveiro como mostra a **Figura 9**. O dispositivo introduz ar num fluxo de água pressurizado que se expande ao sair da válvula para criar a sensação de maior vazão. Eles podem ser combinados com válvulas reguladoras que ajustam o espaço de fluxo em resposta à pressão, garantindo uma taxa de vazão consistente (Miguel & Fernandes, 2013).

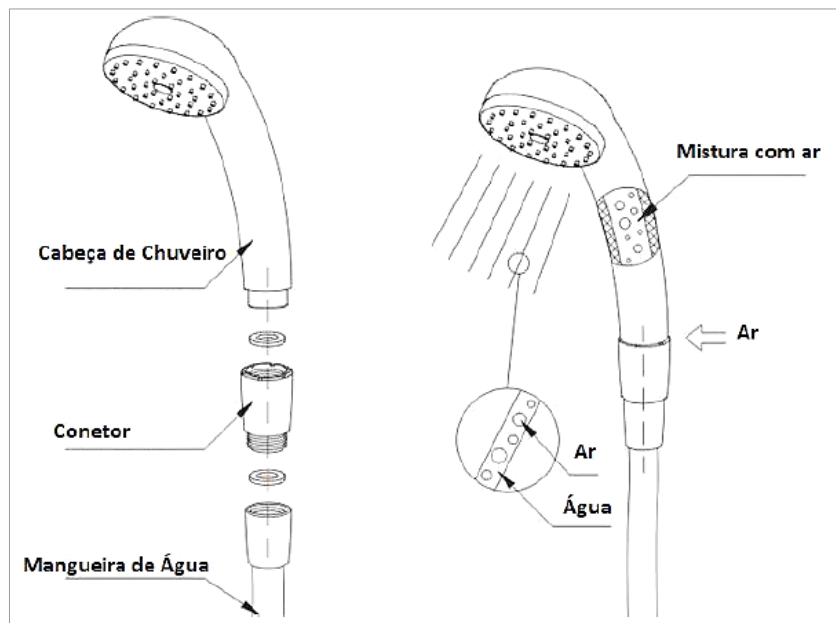


Figura 9: Instalação do redutor de caudal (Miguel & Fernandes, 2013).

A **Figura 9** mostra o fluxo de água que passa pelo chuveiro que devido ao redutor permite a mistura de água e bolhas de ar, o que reduz o volume utilizado ao mesmo tempo que mantém o conforto do utilizador, já que este sistema dá a sensação de maior caudal (Miguel & Fernandes, 2013).

2.5.2.2. Torneiras misturadoras de monocomando termostáticas

As torneiras misturadoras de monocomando possuem uma válvula termostática que é responsável pela mistura da água quente e fria à temperatura pré-selecionada. Além disso, esse sistema reage instantaneamente a qualquer alteração de pressão ou temperatura de água do abastecimento, reajustando a nova mistura (GROHE, s.d.).

As torneiras misturadoras de monocomando termostáticas (**Figura 10**) apresentam diversas vantagens, sendo a mais considerável, neste caso, a redução de desperdício e segurança. Como foi citado anteriormente, no sistema de aquecimento utilizado pode haver limitações resultando em caudais inferiores da água quente em relação à água fria e, com isso, uma situação pode ser prevista, ou seja, o utilizador aguarda que a temperatura de conforto seja atingida. As torneiras misturadoras podem eliminar esses desperdícios já que elas mantêm a água em temperatura constante assim que o chuveiro é acionado e, além do mais, a sua temperatura não é afetada mesmo que outro chuveiro seja utilizado simultaneamente e a pressão possa diminuir (TRES, s.d.). Aliado a esta vantagem, tem-se a segurança, pois o sistema pré-regula a temperatura exata a ser escoada, o que é vantajoso num local como as piscinas municipais, onde os utilizadores podem ser crianças, idosos ou pessoas que requerem cuidados especiais. Além disso, garante segurança máxima e, podem ser evitadas queimaduras caso o sistema de água fria seja interrompido, pois, o sistema pára automaticamente impedindo o fluxo de água quente (TRES, s.d.).



Figura 10: Misturadora de monocomando (Sua Obra, s.d.)

Como mostra a **Figura 10** o sistema é simples de ser manuseado, sendo necessário girar a alavanca para os lados para escolher a temperatura desejada e o caudal da água pode ser controlado levantando o comando (Sua Obra, s.d.). Além disso, a torneira misturadora pode

também ter a função “eco-stop”, o que permite regular o caudal com a abertura parcial ou total do manípulo.

2.5.2.3. Temporizadores

Existem diversos equipamentos com diferentes tecnologias de torneiras com temporizadores para chuveiros. O sistema de rotulagem da ANQIP não inclui os temporizadores na sua classificação, já que as condições da ANQIP andam em torno de valores de caudais sem incluir o fator tempo.

Fundamentalmente, os temporizadores nos chuveiros e sistemas de duche são utilizados como meio de controlo automático do tempo de duração do duche. O temporizador funciona como um cronómetro, o “set point”, intervalo de duração, que é determinado durante a sua instalação e varia entre 3 e 15 minutos. Alguns equipamentos possuem indicadores que informam ao utilizador que a duração do banho está a chegar ao fim. Além disso, alguns têm uma função que mantém o chuveiro desligado entre um intervalo de 3 a 5 minutos para evitar que o usuário acione novamente o equipamento (Portal Eletricista, 2017).

Outro tipo de dispositivo que funciona como um temporizador, são as válvulas com fechamento automático (**Figura 11**). São muito utilizadas em locais públicos onde a rotatividade de pessoas é alta e sendo necessários banhos curtos. As válvulas têm maior restrição de tempo, sendo em torno de 30 segundos cada acionamento. Isto permite um banho regulado com menos desperdício. Acredita-se que até 6 acionamentos é possível um bom duche, sem desperdício e com tempo médio de 3 minutos (Leite, 2014).



Figura 11: Válvula com fechamento automático (Docol, s.d.)

2.5.3. Torneiras e Fluxómetros de Mictórios

O consumo de água gerado pelas torneiras e mictórios representa respetivamente 7,5% e 1,5% do consumo total em piscinas públicas em Portugal, como pode ser verificado pela **Figura 4** (ver p.13). Mesmo em penúltima e última colocação, a busca de equipamentos eficientes e a redução mínima resultante apresenta valores significativos de variação de consumo e conseqüentemente dos custos.

As torneiras possuem os mesmos fatores de determinação de consumo de chuveiros e sistemas de duche, o caudal da torneira; duração de utilização e o número de utilizações por dia de cada dispositivo. Como já mencionado, a frequência do uso e a duração do mesmo são difíceis de serem contabilizados, com grande variação temporal e espacial (LNEC, 2015).

Relativamente ao caudal, as torneiras podem ser substituídas ou adaptadas para alcançar os limites de eficiência hídrica dados pela especificação técnica da ANQIP, enquadrados na **Tabela 5** e **Tabela 6**, para torneiras de lavatório e cozinha, respetivamente. Nas residências, as torneiras convencionais com caudal médio de 6 litros por minuto podem ser substituídas por outras eficientes existentes no mercado com 3 L/min, o que pode reduzir até 19 m³/ano/habitação em Portugal (Pimentel-Rodrigues, 2008).

No caso de zonas públicas, a ANQIP recomenda a utilização de torneiras classificadas pela letra “B” ou posição elevada, ou seja, caudal igual ou superior a 2 litros por minuto, assegurando requisitos de saúde pública (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Tabela 5: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório (ANQIP ETA 0808, 2015).

Caudal (L/min)	Torneiras de lavatório	Torneiras de lavatório com “eco-stop” ou arejador ⁽¹⁾	Torneiras de lavatório com “eco-stop” e arejador ⁽¹⁾
$Q \leq 2,0$	A+	A++ ⁽²⁾	A++ ⁽²⁾
$2,0 \leq Q \leq 4,0$	A	A+	A++
$4,0 \leq Q \leq 6,0$	B	A	A+
$6,0 \leq Q \leq 9,0$	C	B	A
$9,0 \leq Q \leq 12,0$	D	C	B
$12,0 < Q$	E	D	C

⁽¹⁾ Entende-se como arejador uma ponteira que, através de emulsão de ar, permita uma utilização cómoda da torneira com baixo caudal. A utilização de ponteira pulverizadora (*spray*) ou de fluxo laminado, considera-se equivalente ao arejador.

⁽²⁾ Não se considera de interesse a utilização de “eco-stop” nestes casos.

Tabela 6: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha (ANQIP ETA 0808, 2015).

Caudal (L/min)	Torneiras de cozinha	Torneiras de cozinha com “eco-stop” ou arejador ⁽¹⁾	Torneiras de cozinha com “eco-stop” e arejador ⁽¹⁾
$Q \leq 4,0$	A+	A++ ⁽²⁾	A++ ⁽²⁾
$4,0 \leq Q \leq 6,0$	A	A+	A++
$6,0 \leq Q \leq 9,0$	B	A	A+
$9,0 \leq Q \leq 12,0$	C	B	A
$12,0 \leq Q \leq 15,0$	D	C	B
$15,0 < Q$	E	D	C

⁽¹⁾ Entende-se como arejador uma ponteira que, através de emulsão de ar, permita uma utilização cómoda da torneira com baixo caudal. A utilização de ponteira pulverizadora (*spray*) ou de fluxo laminado, considera-se equivalente ao arejador.

⁽²⁾ Não se considera de interesse a utilização de “eco-stop” nestes casos.

As especificações técnicas para concessão de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros de mictórios estão publicadas no documento ETA 0808 – Especificações para a Atribuição de Rótulos de Eficiência Hídrica ANQIP a Torneiras e Fluxómetros de Mictórios. Os dispositivos abordados neste documento são: torneiras de lavatório, torneiras de cozinha e fluxómetros de mictório (ANQIP ETA 0808, 2015).

A pressão residual estabelecida para ensaio foi a pressão média em Portugal, de 300 kPa (Pimentel-Rodrigues, 2008).

Para o caso ideal, “A” e “A+” com caudal inferior a 4,0 L/min para torneiras de lavatório, a seguinte indicação deve estar associada: “Recomendável a utilização com arejador” garantindo assim o conforto de utilização (ANQIP ETA 0808, 2015).

Não há informação nas especificações técnicas referente a torneiras temporizadoras e torneiras acionadas por sensor. A ANQIP justifica que estes não são incluídos, pois há estudos que revelam que não geram economia significativa. Também menciona que as torneiras temporizadoras, ainda que permaneçam em funcionamento por menos tempo, o seu caudal é o máximo. Já as torneiras acionadas por sensor, é alegado que a sua vantagem é relativa a termos higiénicos e não de eficiência hídrica (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

A respeito dos mictórios, estes podem funcionar com fluxómetros, sistemas de infravermelhos, sensores de líquido, termóstatos e até sem água. Entretanto, os mais utilizados são os de fluxómetro e com infravermelhos. O aspeto condicionante no caso de mictórios é a

água da descarga que deve ser suficiente para limpar as paredes internas do urinol e para repor o fecho hídrico, pois com isso, garantem-se as condições de salubridade do ambiente (Pimentel-Rodrigues, 2008).

Para rotulagem ANQIP, apenas os fluxómetros de mictórios são englobados na ETA 0808 e o fator avaliado é o volume de descarga como pode ser analisado na **Tabela 7**.

Tabela 7: Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a fluxómetros de mictórios (ANQIP ETA 0808, 2015).

Volume de descarga (V) (litros)	Categoria de eficiência hídrica
$V \leq 1,0$	A++
$1,0 \leq V \leq 2,0$	A+
$2,0 \leq V \leq 4,0$	A
$4,0 \leq V \leq 6,0$	B
$6,0 \leq V \leq 8,0$	C
$8,0 \leq V \leq 10,0$	D
$10,0 < V$	E

A categoria ideal “A”, corresponde a uma descarga com volume entre 2 e 4 litros. Similar aos autoclismos, sugere-se que sejam incluídas nos rótulos, recomendações no caso das categorias A+ e A++, de modo a garantir a performance em termos de limpeza (Teixeira, 2015).

Sempre que seja necessária a substituição do mictório para uma maior eficiência hídrica, devem ser escolhidos modelos com menor caudal e sistema de descarga automático. Além do mais, a partir da instalação, garantir a regulação adequada do volume, frequência e duração das descargas (Pimentel-Rodrigues, 2008).

2.5.3.1. Redutores de caudal

Como nos chuveiros, os redutores de caudal são utilizados para reduzir o consumo de água dos lavatórios, atendendo ao conforto da lavagem das mãos. Os redutores devem ser escolhidos conforme a pressão residual no local e as características das torneiras (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Os tipos de redutores de caudal adequados às torneiras são: arejador, pulverizador e redutor de fluxo laminado. Os arejadores, como foi abordado para chuveiros, consistem em um sistema que limita o escoamento, mantendo o conforto com a emulsificação do ar no fluxo de água.

Os pulverizadores, ou ponteiros de fluxo pulverizado, também restringem o caudal, ao mesmo tempo que mantêm o conforto por meio do efeito chuveiro, com vários jatos finos de água.

Os redutores de fluxo laminado são os mais apropriados em locais públicos onde há a preocupação com a saúde pública, devido ao contacto ar - água. Estes funcionam similarmente aos arejadores, sendo que, sem incorporação de ar no escoamento de água. A sensação de bem-estar pelos redutores de fluxo laminado dá-se pela visualização de um aglomerado de água aparentemente farto e sem salpicos (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Os redutores de caudal podem não ser eficientes em casos de pressão residual muito baixa ou muito alta. Para regular esta questão, existem reguladores com sistema *Pressure Compensating Aerator* (PCA) que mantêm o caudal uniforme independentemente da pressão proporcionada pela rede. Tal facto é possível, devido a uma membrana que regula o caudal em função da pressão. Este sistema pode ser encontrado em ponteiros de fluxo arejado, laminar e pulverizado (Pimentel-Rodrigues, 2008).

Alguns modelos de torneiras já apresentam integrado na sua configuração, pulverizador ou arejador que podem apresentar caudais de conforto de cerca de 3 e 4 litros por minuto, agrupado na categoria “A” (Pimentel-Rodrigues, 2008).

2.5.3.2. Torneiras misturadoras de monocomando termostáticas

As torneiras misturadoras de monocomando termostáticas (**Figura 12**), assim como para chuveiros, apresentam diversos benefícios associados à eficiência hídrica. Um deles apresenta-se pela abertura e rotação do manípulo. Diferentemente das torneiras convencionas, as torneiras misturadoras com monocomando permitem controlar pelo manípulo a temperatura desejada e o caudal. É recomendada a aquisição de torneiras com maior ângulo de manípulo que possibilita maior regulação do caudal. Além disso, como a adequação da temperatura de

água pretendida é imediata, há a vantagem de reduzir o volume de água corrente (Ferreira F. , 2012).



Figura 12: Torneira misturadora monocomando (GROHE, s.d.).

2.6. Sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas

O princípio dos 5R constitui-se de 5 fundamentos a serem seguidos para alcançar a eficiência hídrica num edifício. Os princípios são: reduzir os consumos; reduzir as perdas e os desperdícios; reutilizar a água; reciclar a água; e recorrer a origens alternativas (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

O primeiro princípio já abordado, reduzir os consumos, pode ser proporcionado em piscinas municipais por meio de adequação dos equipamentos de instalações sanitárias por equipamentos mais eficientes ou adaptação dos existentes.

Outro fundamento que será tratado neste estudo será o 3.º R, reutilizar a água. A definição de reutilização num cenário hídrico, significa que a água será utilizada “em série”, ou seja, em outro processo (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

A reutilização das águas cinzentas proporciona não apenas a redução da quantidade de água potável consumida, mas também, limita a quantidade de águas residuais produzidas. Na maioria dos casos, as águas cinzentas podem ser utilizadas na rega de relvados e nas descargas de autoclismos, já que os requerimentos ao nível de qualidade da água não são tão exigentes como para os restantes usos, os quais há contacto direto entre água e utilizador (Gomes, 2015).

Em Portugal, a ANQIP criou as especificações técnicas 0905 – Sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC) e 0906 – Certificação de sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas, que servem de recomendação para abordar alguns critérios relacionados à reutilização das águas cinzentas. Por se tratar de uma

entidade não governamental, estes documentos não são de cumprimento obrigatório (ANQIP ETA 0905, 2015).

A especificação técnica 0905 expõe que a elaboração, instalação e exploração dos sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC) devem atender às normas e regulamentos nacionais e europeus aplicáveis. Além do mais, este documento apresenta requisitos de qualidade que devem ser atendidos (**Tabela 8** e **Tabela 9**), principalmente em casos de reutilização de águas na descarga de autoclismos e na rega de jardins (ANQIP ETA 0905, 2015).

Tabela 8: Requisitos de qualidade para descargas de autoclismos (ANQIP ETA 0905, 2015).

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

Tabela 9: Requisitos de qualidade para regas de jardins (ANQIP ETA 0905, 2015).

Parâmetro	VMA	VMR
<i>Legionella spp.</i> ⁽¹⁾	100 UFC/100 mL	-
Coliformes totais	-	10 ⁴ UFC/100 mL
Estreptococos fecais (<i>Enterococos</i>)	100 UFC/100 mL	-
Coliformes fecais (<i>Escherichia coli</i>)	200 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL
<i>Salmonellae</i>	Não detetável	-
Parasitas entéricos	1 ovo/10 L	Não detetável
Sólidos em suspensão	10 mg/L	-
Turvação	2 UNT	-

⁽¹⁾ Quando existir risco de formação de aerossóis (pulverizadores, aspersores, nebulizadores, entre outros).

Em alguns casos, onde os parâmetros ultrapassam os valores máximos admissíveis ou recomendados, há a necessidade de implementar um sistema de tratamento. O tratamento de águas cinzentas pode ser realizado através de sistema habitual que implica o uso de químicos,

e também outras tecnologias alternativas que requerem menos energia e manutenção, como sistemas biológicos (através do uso de microrganismos), tecnologia de membrana e tecnologia combinada (Augusto & Araújo, 2010).

Em termos de custos, é importante referir que os aspetos ecológicos da reutilização de águas cinzentas não são referenciados nas avaliações económicas convencionais. Os benefícios resultantes da redução do consumo de água potável das reservas hídricas e a redução das descargas na rede devido ao aproveitamento de uma percentagem das águas residuais, não são quantificados monetariamente (Gomes, 2015).

2.6.1. Reutilização de águas de chuveiros

A qualidade da água é alterada conforme a sua utilização e, com isso, há a necessidade de a classificar segundo as suas propriedades e características, permitindo a análise do seu potencial de reutilização, e até mesmo do seu descarte. A **Tabela 10**, demonstra as classificações e quantidades do ciclo da água de acordo com as necessidades hídricas diária de uma pessoa. O balanço hídrico pode também ser adaptado para edifícios não residenciais (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Tabela 10: Classificação da água de acordo com seu ciclo (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Natureza da água utilizada	Usos de água	Águas residuais produzidas	Destino da água
52 litros de água de qualidade alimentar	40 litros para duche, banheira e lavatórios	70 litros de águas cinzentas	48 litros de águas cinzentas a regenerar e reutilizar
	12 litros para a cozinha		
48 litros de água regenerada	5 litros para limpezas	25 litros de águas negras	25 litros de águas negras a descarregar
	13 litros para a máquina de lavar a roupa		
	25 litros para descarga de autoclismos		
	5 litros para rega de espaços verdes exteriores		Infiltração no solo

Como pode ser visto **Tabela 10**, as águas cinzentas são resultantes principalmente de lavatórios e duchas e, dado a sua grande utilização em residências e até em locais públicos, pode-se considerar que a água utilizada nestes dispositivos de utilização tem grande potencial de reutilização.

Algumas considerações gerais referentes à reutilização de águas cinzentas provenientes de chuveiros e lavatórios são:

- Para a reutilização da água, será preciso desassociar as condutas de descarga das águas cinzentas e negras, e seguidamente deve-se instalar o sistema de tratamento e desinfecção da água;
- À exceção do item anterior, a água cinzenta pode ser desviada diretamente dos ralos do chuveiro e do lavatório para ser reutilizada somente no autoclismo. Entretanto, o tempo de armazenamento não pode exceder duas horas, senão, há a necessidade de tratamento prévio;
- Em sistemas públicos, o tratamento das águas residuais pode ser executado mediante estação de tratamento de águas residuais (ETARs compactas), que garantem a obtenção de água de acordo com a norma NP 4434. Porém, esta norma determina os requisitos de qualidade das águas residuais urbanas a serem aproveitadas como água de rega (Augusto & Araújo, 2010).

Em caso de piscinas municipais, espera-se que o tempo de armazenamento das águas cinzentas dos chuveiros seja de no mínimo 24 horas para atender à necessidade hídrica dos autoclismos e, sendo assim, como indica o segundo item das considerações gerais, será necessário tratamento prévio.

É indicado pela especificação técnica 0905 da ANQIP, a preferência de escolha de tratamento que dispense a utilização de produtos químicos, que sejam favoráveis na economia de energia e manutenção.

Como recomendado pelo item 3 das considerações gerais (ETARs compactas), este estudo analisará este tipo de equipamento como solução de tratamento das águas cinzentas dos chuveiros.

2.6.1.1. Tratamento de água: reciclador de águas

Algumas empresas fornecem estações compactas de tratamento de águas residuais, sendo uma delas, a ECODEPUR. É uma empresa de conceção e construção de sistemas de tratamento e reutilização de efluentes, que dispõe de um reciclador de águas cinzentas conhecido como ECODEPUR® BIOX (**Figura 13**) (ECODEPUR, 2019).

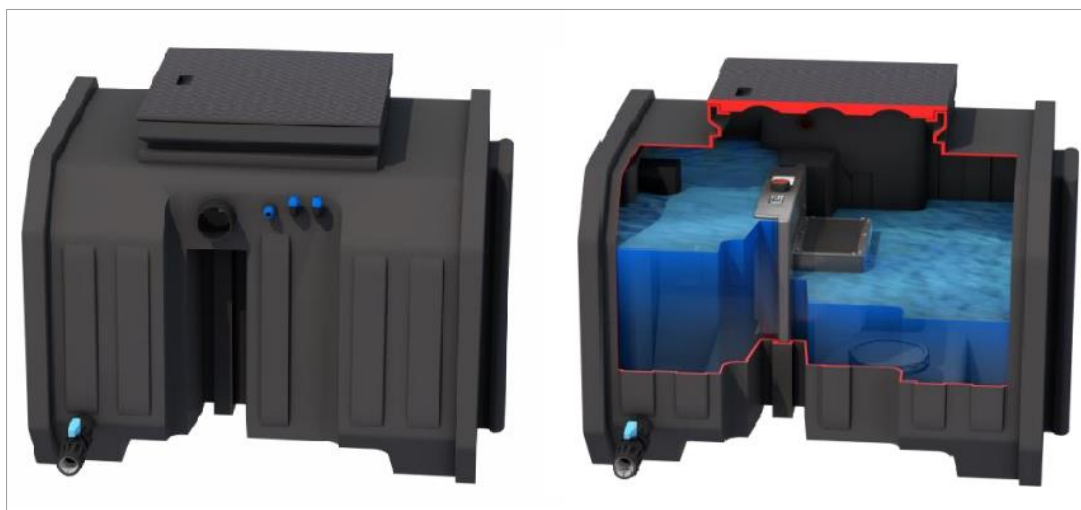


Figura 13: Reciclador de águas cinzentas ECODEPUR® BIOX (ECODEPUR, 2019).

A empresa sugere a aplicação do equipamento em vários locais, inclusive em edifícios públicos. Além do mais, especifica que a sua destinação é para recebimento de águas residuais cinzentas provindas de banhos, duchas e lavatórios, e que a qualidade da água tratada é adequada para usos secundários como em autoclismos, rega e lavagens diversas (ECODEPUR, 2019). O funcionamento do reciclador é composto de 3 etapas:

- Inicialmente a água passa pela operação de gradagem que consiste na retenção de sólidos grosseiros;
- Em seguida, é encaminhada para o reator biológico, que opera pelo sistema de lamas ativadas (processo de transformação de matéria solúvel em matéria decantável por meio de biomassa suspensa com arejamento);
- Por último, é direcionada para o módulo de filtração/desinfecção onde é adicionado uma quantidade pré-determinada de solução desinfetante, normalmente hipoclorito de sódio (ECODEPUR, 2019).

De acordo com a empresa, o reciclador tem baixo custo de investimento e funcionamento. Além do mais, adequando-se a recomendação da especificação técnica 0905, tem facilidade de operação e manutenção (funcionamento automático/minimização de intervenção humana) (ECODEPUR, 2019).

2.6.2. Reutilização de águas de limpeza de filtros

A filtração é um processo em que a água passa através de um meio poroso e permeável no qual as partículas são retidas, sendo o procedimento responsável por garantir a limpidez da água de uma piscina. Caso o sistema de filtração não seja eficiente, a coloração da água será comprometida e a existência de águas turvas significará uma maior quantidade de microrganismos no meio. Com isso, aumenta-se o consumo de desinfetante que pode manifestar riscos para os utilizadores da piscina (Dias, 2012).

Para manter a qualidade da água circulada nos filtros, estes equipamentos também necessitam de higienização. A sua limpeza precisa de ser feita com frequência, a fim de eliminar as sujidades que ficam retidas no seu meio filtrante.

A lavagem destes filtros, também conhecida como retrolavagem (**Figura 14**), é executada pela introdução de água em contracorrente, causando uma expansão do volume do leito durante cerca de 10 a 15 minutos, ou, até que a água de lavagem saia clara. Em caso de filtros de areia, a velocidade deve ser entre 30-36 m/h (areia de 0,4-0,5 mm) para proporcionar bom fluxo e conseqüentemente remoção da sujidade. Na realidade, para evitar perda de material filtrante, o caudal de lavagem deve ser ajustado, já que as mudanças de temperatura ocasionam variações na viscosidade e na massa volúmica da água, decorrendo expansões distintas (Dias, 2012).

Já a frequência das lavagens depende da colmatação do filtro que é o estado em que os espaços vazios se encontram preenchidos por alguma matéria. A colmatação é relativa à frequência de utilização da piscina, embora numa piscina pública se recomende a lavagem no mínimo uma vez por dia (Dias, 2012).



Figura 14: Esquema de lavagem de filtro ou retrolavagem (Salcedo, Testezlaf, & Mesquita, 2011).

A água utilizada na limpeza dos filtros é geralmente descartada diretamente na rede de drenagem de águas residuais. No caso de piscinas municipais este volume descartado é consideravelmente alto, já que necessita de frequentes limpezas (por dia ou a cada 2 dias). Além disso, no caso de uma piscina pública, mais de um filtro é exigido para a circulação de água, sendo os mesmos de grandes dimensões. Com tudo isso, ressalta a grande quantidade de água que é imprescindível na higienização dos filtros.

Desse modo, alguns estudos já apresentam meios de reutilização da água. Algumas empresas ainda propõem uma alternativa ainda mais avançada, a reciclagem da água, ou seja, devolver a água ao sistema com a mesma qualidade inicial.

Um exemplo disso, é a empresa TECHNOL, atuante no mercado desde 1990 com origem na Eslovénia. A empresa oferece o serviço de venda do equipamento ULTRA-ECOSWIM para filtros multimídia, que promete recuperar a água de retrolavagem para ser utilizada novamente no sistema da piscina como água fresca. Ainda, declara estar em conformidade com a norma DIN 19645 - Tratamento da água usada na retrolavagem do filtro da piscina e dos banhos, norma que abrange os padrões técnicos para garantia de qualidade de produtos na Alemanha (TECHNOL, s.d.). A **Figura 15** representa o esquema do equipamento ULTRA-ECOSWIM.

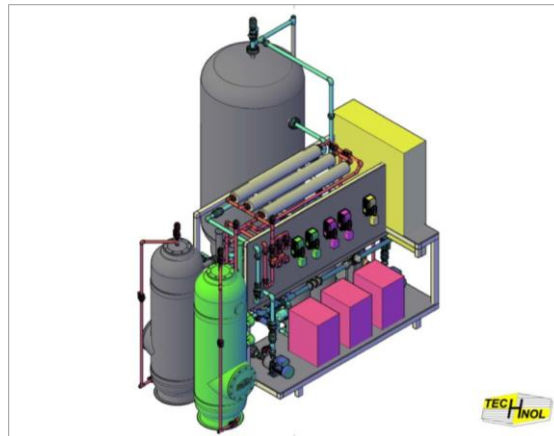


Figura 15: Esquema ULTRA-ECOSWIM da empresa Technol (TECHNOL, s.d.).

Com exceção do equipamento anterior, em outras situações, há a necessidade de aplicação de um tratamento, no caso em que os parâmetros das águas cinzentas não atendam aos requisitos mínimos de qualidade. Neste caso, alguns tratamentos conhecidos especificamente para a água da lavagem dos filtros são realizados pelos processos de osmose inversa e sedimentação.

2.6.2.1. Tratamento de água: osmose inversa

Uma tecnologia utilizada para o tratamento da água nestes casos, é a osmose inversa ou osmose reversa. Esse processo funciona ao contrário do processo de osmose (**Figura 16**), em que se aplica uma pressão superior ao diferencial de pressão osmótica, e assim a água é forçada a fluir de uma zona com uma elevada concentração de sal, através de uma membrana semipermeável, para uma zona com baixa concentração de soluto (Dias, 2012).

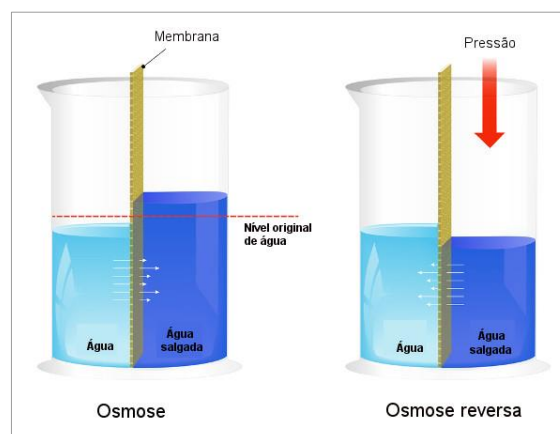


Figura 16: Processo de osmose e osmose inversa (Ferreira V. , s.d.).

Este tratamento também é defendido pelo governo da Austrália, NSW Government, que aponta que estudos demonstraram que a osmose reversa remove a maioria dos contaminantes dissolvidos como a remoção de 99,5% de sais, 97% dos orgânicos, e 99,99% dos microrganismos. Porém, os custos de instalação, operação e manutenção podem superar outros benefícios (NSW Government, 2012).

2.6.2.2. Tratamento de água: sedimentação

Uma outra alternativa de tratamento vem do simples processo de sedimentação, que acontece quando há sólidos dispersos num líquido, como as águas cinzentas. A sedimentação é um processo de separação de uma mistura heterogénea de duas ou mais fases, que se separaram devido à diferença de densidade quando colocadas em repouso, ficando a mais densa (sólidos) no fundo do recipiente (Quevedo, 2016).

Um estudo realizado na Universidade de Tecnologia da Silésia, na Polónia, analisou amostras de água coletada da limpeza dos filtros de piscinas, em que os parâmetros considerados foram: temperatura, pH, total de sólidos suspensos, demanda bioquímica de oxigénio de cinco dias (CBO₅), demanda química de oxigénio (CQO), total de nitrogénio, total de fósforo, e cloro livre. Os ensaios de obtenção dos parâmetros foram realizados em amostras retiradas imediatamente da limpeza dos filtros, e outras, depois de 2 horas da retirada para sedimentação das partículas sólidas. Além do mais, algumas amostras foram misturadas com floculante para ajudar no processo de decantação (WYCZARSKA-KOKOT, 2016).

Assim, verificou-se que a água não pode ser utilizada diretamente, sem sedimentação, para outros fins, dado aos altos valores de cloro (limite de 0,2 mg/L Cl₂) e sólidos suspensos (limite de 35 mg/L). Entretanto, com a devida sedimentação (2 horas), das 26 amostras testadas, 19 estavam adequadas para a reutilização em áreas verdes, podendo o processo de sedimentação ser facilitado com o auxílio de floculantes (WYCZARSKA-KOKOT, 2016).

CAPÍTULO 3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Estudo de caso: Piscinas municipais da cidade de Bragança

O estudo de caso foi realizado nas piscinas municipais de Bragança, cidade localizada na região Norte de Portugal e sub-região de Terras de Trás-os-Montes (**Figura 17**). De acordo com os Censos 2011, o concelho possui 35.341 habitantes com uma área aproximada de 1.174 km² (Bragança Município, s.d.).

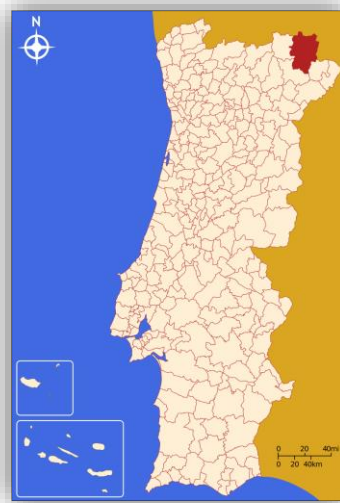


Figura 17: Localização do concelho de Bragança.

3.1.1. Caracterização geral

O edifício das piscinas e pavilhão municipal, foi inaugurado em 12 de fevereiro de 2004, sendo constituído por 3 pisos: o piso 0 é o espaço da área técnica; no piso 1 ficam as instalações de proveito dos utilizadores; no piso 2 encontram-se as arquibancadas das piscinas e do pavilhão. O edifício pode ser dividido, para efeitos de estudo, em áreas das piscinas e do pavilhão, sendo o foco deste estudo a área englobada pelas piscinas. No **Anexo I** é possível visualizar a divisão considerada neste estudo a partir das plantas do projeto.

As **Figuras 18-(a)** e **18-(b)**, mostram, respetivamente, a fachada e a vista aérea das piscinas e pavilhão municipal.



Figura 18: Piscinas e pavilhão municipal: (a) Vista da fachada do edifício; (b) Vista aérea (Google Maps, 2019).

Em geral, a zona das piscinas é constituída por:

- 2 Tanques cobertos;
- 14 Balneários para utilizadores e funcionários;
- Zona de duche;
- Receção;
- Sala de direção;
- Bar;
- Sala de monitores/vigilantes;
- Sala de primeiros socorros;
- Áreas técnicas;
- Arquibancada da piscina de competição.

O edifício está aberto de segunda a sábado, com horários definidos para épocas de outubro a junho e julho a setembro. Em alguns dias, as atividades são encerradas por motivo de limpeza e manutenção, geralmente entre agosto e setembro.

3.1.2. Instalações e equipamentos

3.1.2.1. Piscinas

Os tanques das piscinas (**Figura 19** e **Figura 20**), principal atração do edifício, estão posicionados um ao lado do outro. Um deles tem finalidade de competição e, por isso tem maiores dimensões, e o outro para lazer e aprendizagem.



Figura 19: Piscina de competição.



Figura 20: Piscina de aprendizagem.

De entre as atividades disponibilizadas, tem-se hidroginástica, aprendizagem e aperfeiçoamento para adultos e crianças, e natação para bebês.

A **Figura 21** apresenta um extrato da planta do piso 1, onde se define a posição dos tanques e alguns acessórios instalados. A piscina de competição possui quatro escadas de acesso

uma em cada ponta, e é dividida por sete pistas definidas por revestimento azul escuro no fundo e por separadores de pista flutuantes na superfície. Além disso, há sete blocos de partida para competições.

A piscina de aprendizagem possui duas escadas de acessos nas pontas diagonais e três pistas delimitadas também com revestimento escuro na base.

Com o intuito de evitar perdas por transbordo, os dois tanques apresentam um sistema de caleiras do tipo “finlandesa” em todo o comprimento de suas bordas.

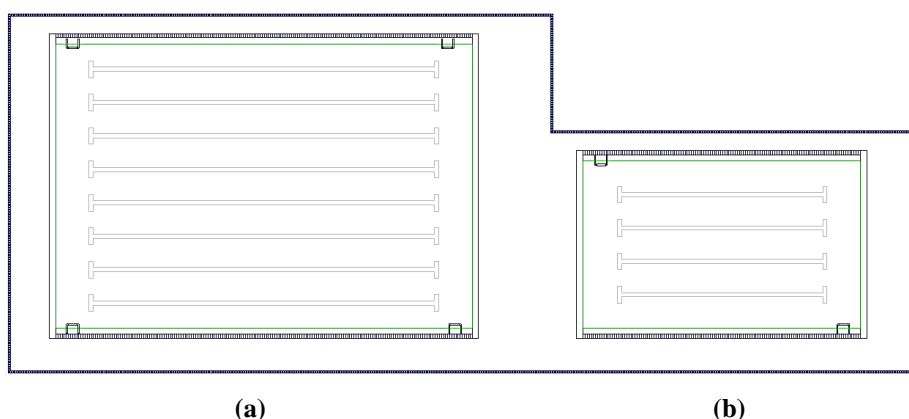


Figura 21: Extrato do projeto das piscinas de: (a) competição; (b) aprendizagem.

As características dimensionais das piscinas são descritas na **Tabela 11**.

Tabela 11: Características dimensionais dos tanques.

Características	Tanque de competição	Tanque de aprendizagem
Dimensões (C x L) (m)	25 x 17	16,6 x 10
Área da base (m ²)	425	166,6
Profundidade mínima (m)	1,8	0,7
Profundidade máxima (m)	2	1,3
Volume de água (m ³)	890	160

3.1.2.2. Balneários e outros

O edifício dispõe para o setor das piscinas um total de 14 balneários, em que 9 são de utilização pública e 5 para funcionários, monitores e rececionistas. A quantidade de

equipamentos varia de acordo com as instalações sanitárias. Em comum, tem-se autoclismos e torneiras, e alguns específicos, apresentam chuveiros e mictórios.

Além dos balneários, no edifício, há uma área médica de primeiros socorros onde tem instalações de torneiras específicas para atendimento, um bar onde apresenta uma torneira de cozinha e duas zonas de chuveiros entre o acesso das piscinas e dos balneários. Para organização dos dados, e saber a quantidade de equipamentos por balneários, os cômodos foram numerados nas plantas do projeto (ver **Anexo I**), para melhor entendimento e identificação da localização dos espaços apresentados na **Tabela 12**, a qual descreve os dados necessários para análise.

Tabela 12: Quantitativo de equipamentos por cômodo.

Cômodo	Descrição	Autoclismo	Chuveiro	Torneira	Mictório
1	Balneário feminino	3	3	3	-
2	Balneário masculino	3	3	3	-
3	Balneário feminino	5	8	5	-
4	Balneário masculino	4	8	5	2
5	Balneário funcionário	1	1	1	-
6	Balneário funcionário	1	1	1	-
7	Balneário funcionário	1	1	1	-
8	Balneário funcionário	1	1	1	-
9	Área médica	1	-	3	-
10	Balneário funcionário	1	-	1	-
11	Balneário masculino	1	-	2	2
12	Balneário feminino	2	-	2	-
13	Balneário deficiente	1	-	1	-
14	Bar	-	-	1	-
15	Balneário feminino	2	-	2	-
16	Balneário masculino	1	-	2	3
17	Zona chuveiro	-	3	-	-
18	Zona chuveiro	-	4	-	-
Total		28	33	34	7

De entre os equipamentos listados na **Tabela 12**, estes têm diferenças entre si. Existem 3 modelos diferentes de chuveiros e 5 modelos de torneiras. Já os autoclismos e os mictórios são do mesmo modelo em todas as instalações sanitárias.

3.1.2.3. Espaços técnicos

O espaço técnico encontra-se no piso abaixo dos tanques, no piso 0. Neste espaço há diversos equipamentos necessários ao tratamento e recirculação da água dos tanques. Cada piscina, aprendizagem e competição, tem o seu próprio sistema independente, mas as etapas detalhadas a seguir do processo de cada um são similares e podem ser verificadas no esquema representativo do **Anexo II**.

A água disponível para as piscinas vem da rede pública, e é direcionada para os tanques de compensação. Cada piscina dispõe do seu próprio tanque, e em cada tanque também é armazenada a água provinda das caleiras finlandesas ao redor das piscinas e, dos ralos de fundo.

Em seguida, a água armazenada é bombeada do tanque de compensação para os filtros. Como pode ser visto no esquema do **Anexo II**, no projeto há um gerador de ozono que no momento não se encontra em funcionamento por motivos de necessidade de reparos. Sendo assim, a água é logo direcionada para dois filtros de areia onde o primeiro tratamento é realizado.

Depois, a água é transferida para um permutador de calor e finalmente, para o tratamento químico. O tratamento químico é automático, podendo ser reguladas as dosagens de acordo com os testes manuais de pH realizados 2 vezes ao dia. Os produtos envolvidos no tratamento químico são floculantes, pH e hipoclorito. Depois de tratada, a água é novamente bombeada e retorna às piscinas por meio dos bicos injetores localizados nas paredes dos tanques.

Um dos equipamentos essenciais no ciclo do tratamento da água são os filtros. Todos os filtros envolvidos no tratamento são de areia, sendo esquematizados no local para utilização de dois filtros para cada tanque (**Figura 22 e 23**).



Figura 22: Conjunto de filtros da piscina de competição.



Figura 23: Conjunto de filtros da piscina de aprendizagem.

Os filtros da piscina de competição são maiores, já que as suas dimensões e o volume de água a ser tratado é superior ao de aprendizagem. A **Tabela 13** mostra as características de cada filtro.

Tabela 13: Características dos filtros.

Característica	Filtro do tanque de competição	Filtro do tanque de aprendizagem
Diâmetro (mm)	2 000	1 400
Superfície de filtração (m ² /ft ²)	3,14/33,80	1,54/16,58
Velocidade de filtração (L/min/m ²)	500	500
Caudal (L/min)	1.566,66	766,66

O equipamento responsável por todo o transporte do ciclo, da água até ao filtro e o seu retorno ao tanque das piscinas, são as bombas (**Figuras 24-(a)** e **(b)**). Um conjunto de três bombas é utilizado para cada piscina.

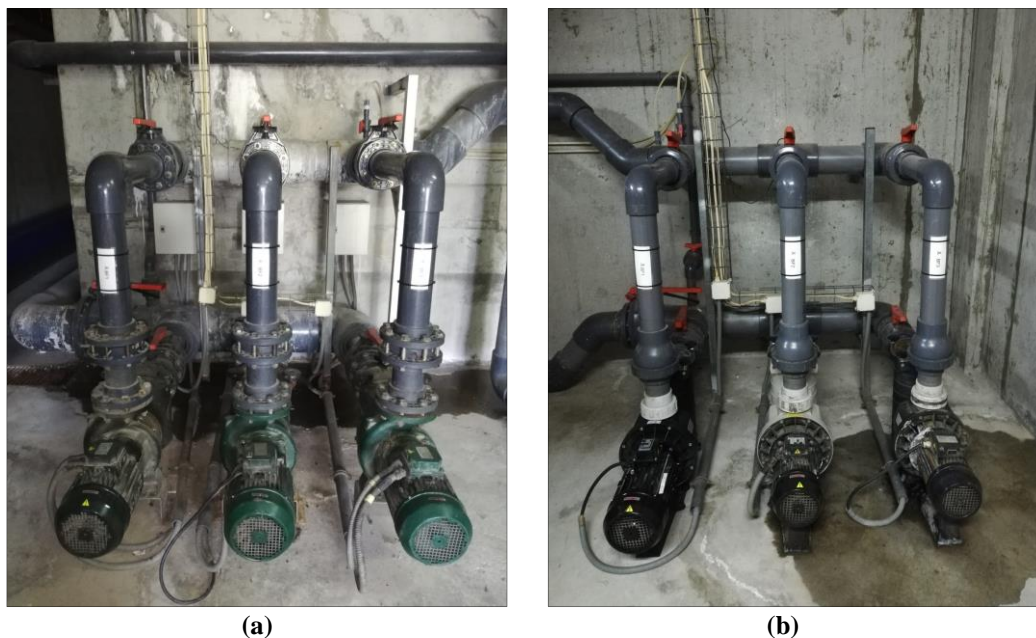


Figura 24: Bombas: **(a)** Piscina de competição; **(b)** Piscina de aprendizagem.

Antes da realização do tratamento químico, a água transita pelo permutador de calor, onde é aquecida em temperatura adequada, já que as piscinas são internas e não usufruem de aquecimento solar (**Figura 25**).



Figura 25: Permutador de calor.

O tratamento químico (**Figuras 26-(a)** e **(b)**) é feito por um sistema automático, onde os produtos utilizados são líquidos e armazenados em reservatórios. As piscinas compartilham do mesmo reservatório de hipoclorito, porém, cada uma tem o seu reservatório de pH e floculante.

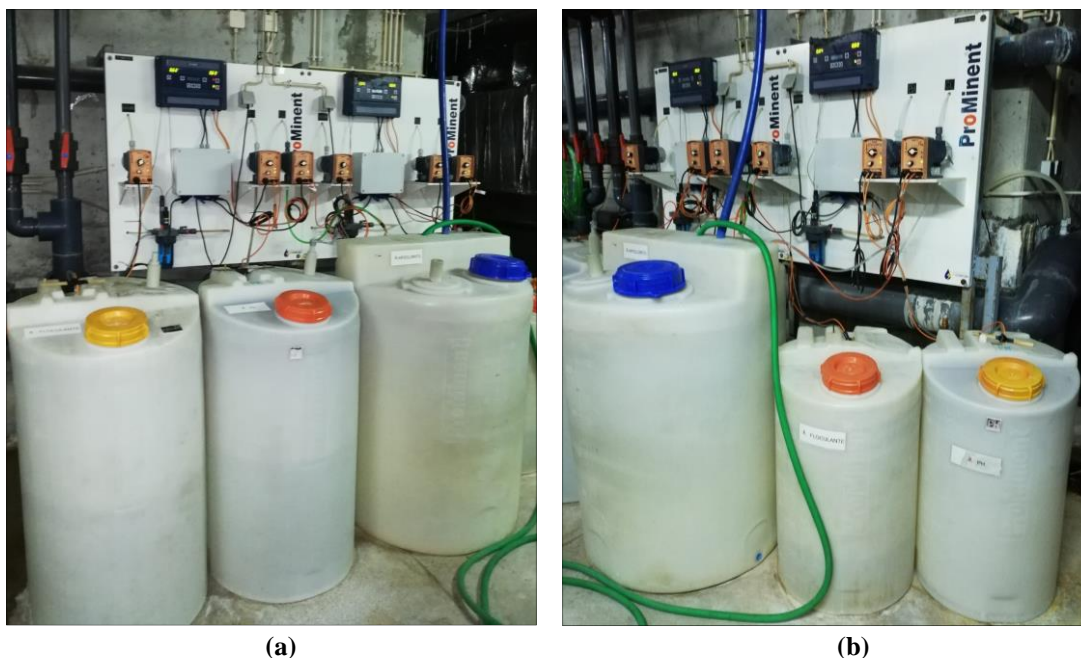


Figura 26: Tratamento químico: (a) Piscina de competição; (b) Piscina de aprendizagem.

3.1.3. Consumo de água nas instalações

3.1.3.1. Frequência de utilizadores

A área das piscinas possui um sistema de controle de entrada de utilizadores, e, desse modo, foi possível obter dados precisos de frequência. Como pode ser verificado pela **Figura 27**, e tendo em vista os anos de 2016 a 2018 (desconsidera-se os dados de 2015), a média anual de utilizadores que frequentam as piscinas é consideravelmente contínua, com uma média de 45.957 utilizadores por ano (ver **Anexo III**).

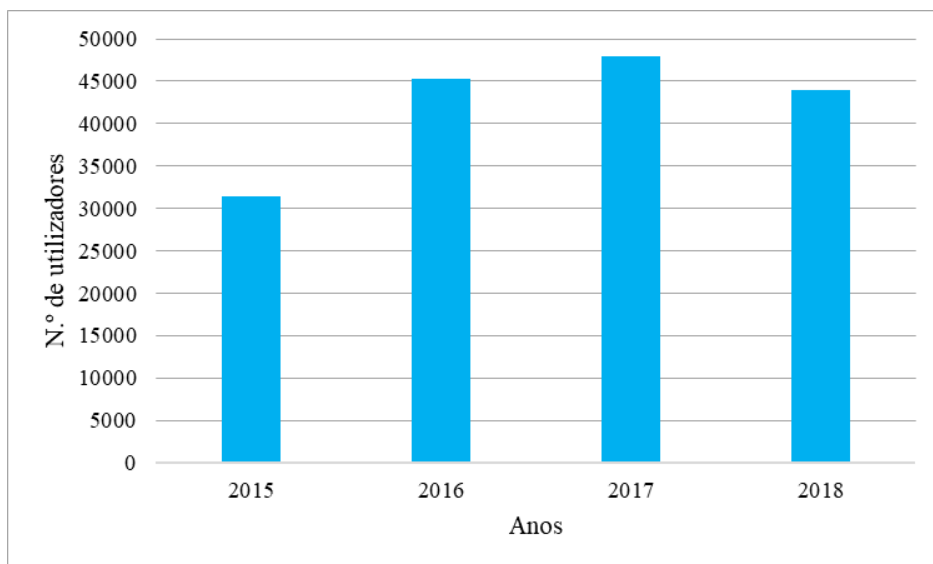


Figura 27: Frequência anual de utilizadores das piscinas.

Em relação à frequência mensal, foram apenas adquiridos os valores mensais dos anos de 2017 e 2018 (representado na **Figura 28** e detalhado no **Anexo III**), ainda assim, suficiente para compreender que os meses de outubro e novembro são os mais movimentados, com média de 6.142 utilizadores por mês. Já os meses com menor frequência, com média de 732 utilizadores por mês, são agosto e setembro, o que é justificado pelo encerramento das atividades entre estes dois meses para manutenção e limpeza dos tanques.

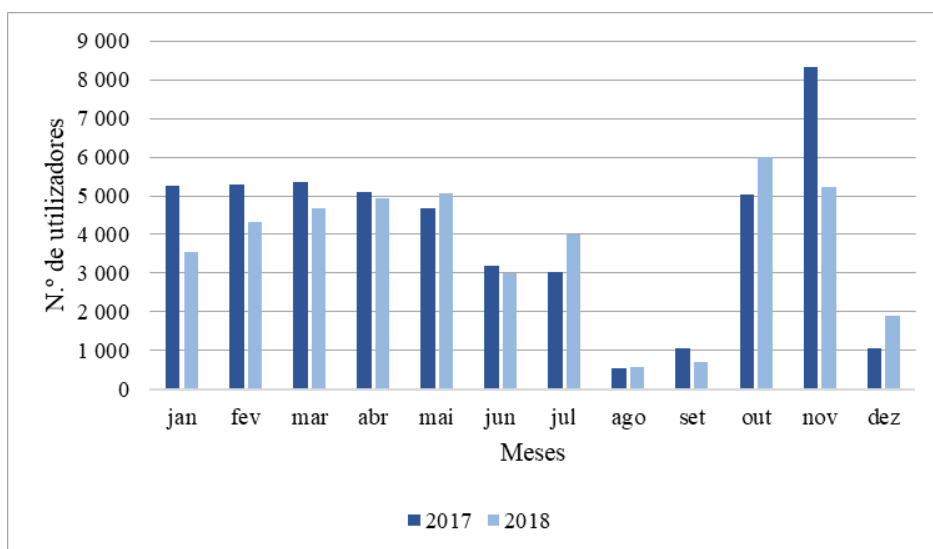


Figura 28: Frequência mensal de utilizadores das piscinas.

Embora o estudo englobe apenas a área das piscinas, a frequência no pavilhão foi também solicitada ao responsável da unidade de desporto, a fim de alcançar dados importantes

nesta dissertação. O **Anexo III** apresenta os valores anuais de frequência do pavilhão entre os anos de 2015 a 2018, tendo-se obtido uma média anual de 36.873 utilizadores.

3.1.3.2. Consumo geral de água

O consumo de água no edifício (piscinas e pavilhão) foi obtido pelos dados de um contador geral, sendo os valores apresentados no **Anexo IV** e a representação destes na **Figura 29**.

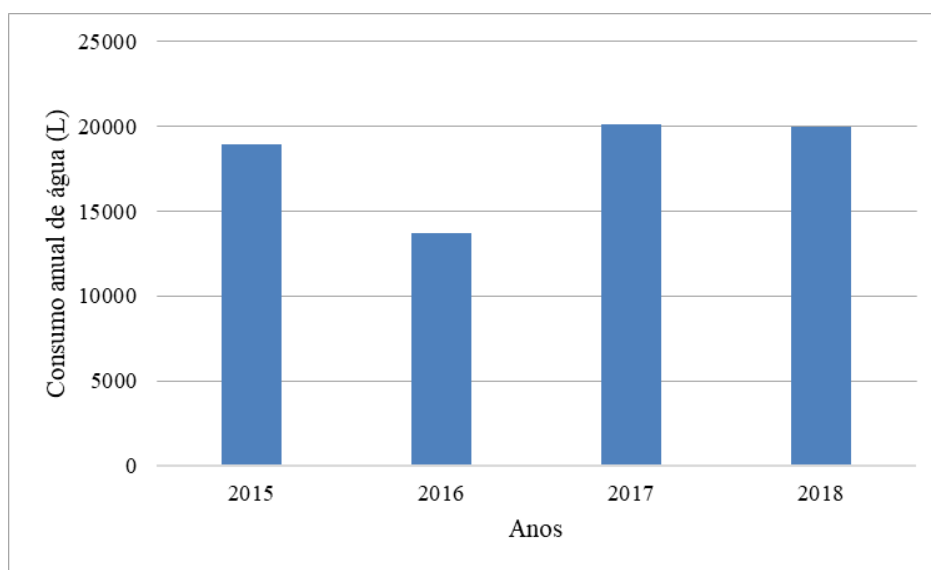


Figura 29: Consumo anual de água no edifício (piscinas e pavilhão).

O consumo de água no edifício teve uma queda entre 2015 e 2016, indo de 18.975 m³ para 13.737 m³, porém, essa linha foi contrariada com um aumento de consumo no ano seguinte que foi para 20.163 m³ e manteve-se relativamente constante no ano 2018 com 19.959 m³. Para a média anual de consumo, utilizaram-se dos dados mais recentes, 2017 e 2018 e, sendo assim, uma média anual de **20.061 m³**.

3.1.3.3. Consumo por secção

Dado que o consumo de água do edifício é obtido por um único contador, ou seja, da zona das piscinas e zona do pavilhão, foi necessário obter os valores relativos à fração estudada nesta dissertação, a zona das piscinas.

Para tal fim, foram utilizados os valores de consumo médio apontados na **Tabela 2** (ver **p.13**), e que foram obtidos nas auditorias realizadas pela ANQIP, e a frequência diária de utilizadores do pavilhão e das piscinas (ver **Ponto 3.1.3.1., p.45**). Os valores de consumo médio determinados pela ANQIP e a frequência média de cada zona podem ser verificados na **Tabela 14**, assim como, a percentagem de influência obtida do consumo de água diário de cada zona.

Tabela 14: Percentagem do consumo de água de cada zona.

Zona	Consumo médio ANQIP [L/(utilizador.dia)]	Frequência média diária (utilizadores)	Consumo de água diário (m³)	Percentagem de influência de cada zona (%)
Piscinas	70	160	11,20	81,4
Pavilhão	20	128	2,56	18,6
Total			13,76	100

Dessa forma, sabendo que o consumo médio anual de água do edifício (piscinas e pavilhão) é de 20.061 m³, pode-se considerar a média da parcela da área das piscinas de aproximadamente 16.330 m³. Sendo assim, espera-se que o consumo médio do pavilhão seja de 3.731 m³.

3.1.4. Eficiência Hídrica de Equipamentos

Neste subtópico foca-se a determinação da eficiência hídrica de dispositivos de utilização como autoclismos, chuveiros, torneiras e mictórios presentes no edifício (área das piscinas), de acordo com as especificações e categorias estabelecidas pela ANQIP. Além disso, relata-se o detalhamento da metodologia dos ensaios realizados e as informações obtidas com a aplicação de um questionário (ver **Anexo V**), para assim, definir as categorias em que cada equipamento se enquadra e as possíveis adequações/soluções para atingir a sua eficiência hídrica máxima.

3.1.4.1. Eficiência hídrica de autoclismos

Todos os aparelhos de autoclismos inseridos nas instalações sanitárias são do mesmo modelo. A quantidade de equipamentos pode ser verificada na **Tabela 15**, bem como, a representação do mesmo na **Figura 30**.

Tabela 15: Quantitativo de autoclismos.

Equipamento	Quantidade (un)
Autoclismo	28



Figura 30: Modelo de autoclismo.

As sanitas e as placas de descarga dos autoclismos são da marca GEBERIT. As descargas desses equipamentos são simples, ou seja, não possuem descarga dupla de 3 L e 6 L e não têm dupla ação (interruptor de descarga).

Dentro da placa de descarga estão as especificações de um sistema de regulação manual do caudal de descarga (**Figura 31 – (a)**) e, por isso, foi inviável encontrar o valor de volume médio por descarga a partir de ensaios, já que a regulação necessita de intervenção humana, e assim, cada descarga apresenta um valor de volume diferente.

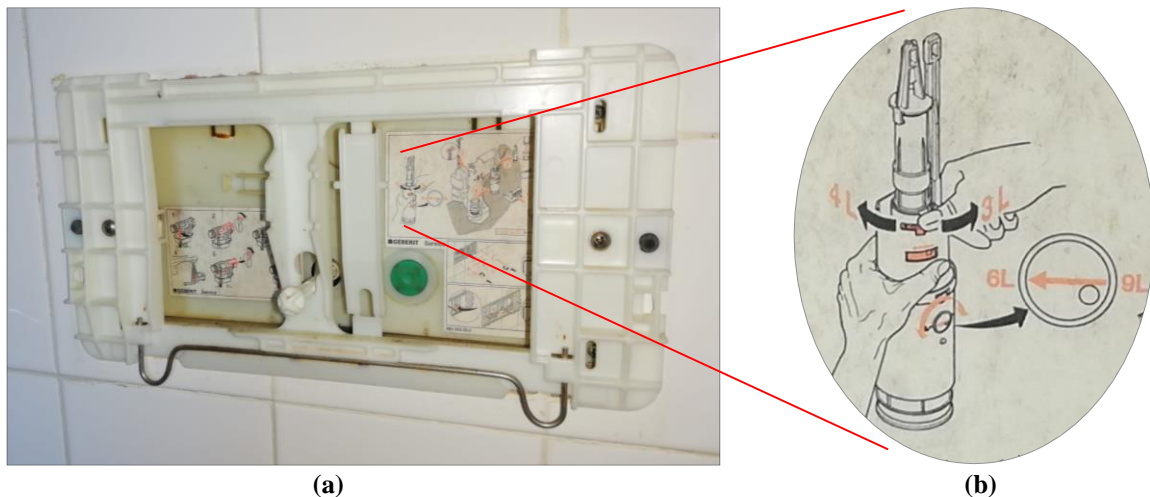


Figura 31: Placa de descarga: (a) Especificações de regulação da descarga; (b) Ampliação.

Sendo assim, para efeitos de estudo, foi considerado como caudal médio o volume nominal máximo apresentado nas especificações de regulação da GEBERIT, como destacado na **Figura 31 – (b)**, com valor de volume de 9 L por descarga.

Assim, neste caso, a alteração dos equipamentos de autoclismos é dispensável. Contudo, é necessário que a regulação seja padronizada e regulada para um caudal adequado, considerado eficiente, neste caso, o volume de descarga mínimo de 6 L como mostra a **Figura 31 – (b)**.

Considerando o valor médio de 9 L, o autoclismo em questão apresenta categoria de eficiência hídrica “E” como mostra a **Tabela 3** (ver **p.14**). Dado que é possível a regulação para um volume nominal de 6 L, o autoclismo teria a sua categoria alterada para a classificação “C”.

Pela razão de se tratar de um espaço público, com utilização frequente, onde há a importância de se manterem os padrões de segurança sanitária, a categoria “C” atingida já é suficiente para alcançar a eficiência hídrica máxima. Com a regulação do volume nominal de 9 L para 6 L, a redução de consumo de água nas descargas dos autoclismos é em torno de 33%.

A fim de obter valores aproximados da redução com a regulação das descargas dos autoclismos, considerou-se o seguinte:

- 45.957 utilizadores por ano nas piscinas (ver **Ponto 3.1.3.1., p.45**);
- Frequência de utilização dos autoclismos de 1 vez por utilizador, sendo a descarga aplicada 1 vez por uso (de acordo com as informações obtidas no questionário (ver **Anexo V**).

Sendo assim, o consumo de água médio atual dos autoclismos é de 413,6 m³ anual. Com o ajustamento das descargas, o consumo médio esperado será cerca de 275,7 m³.

3.1.4.2. Eficiência hídrica de chuveiros

Os chuveiros existentes nas piscinas municipais estão instalados em alguns balneários e nas zonas de chuveiros com acesso entre as piscinas e as instalações sanitárias. Há três modelos diferentes de chuveiros: chuveiro temporizador com dois registos, chuveiro misturador com dois registos e chuveiro com torneira misturadora de monocomando. As quantidades de cada modelo estão listadas na **Tabela 16** e os modelos podem ser verificados nas **Figuras 32-(a)** a **(c)**.

Tabela 16: Quantitativo de cada modelo de chuveiro.

Modelo	Quantidade (un)
Chuveiro temporizador	25
Chuveiro misturador	6
Chuveiro de monocomando	2

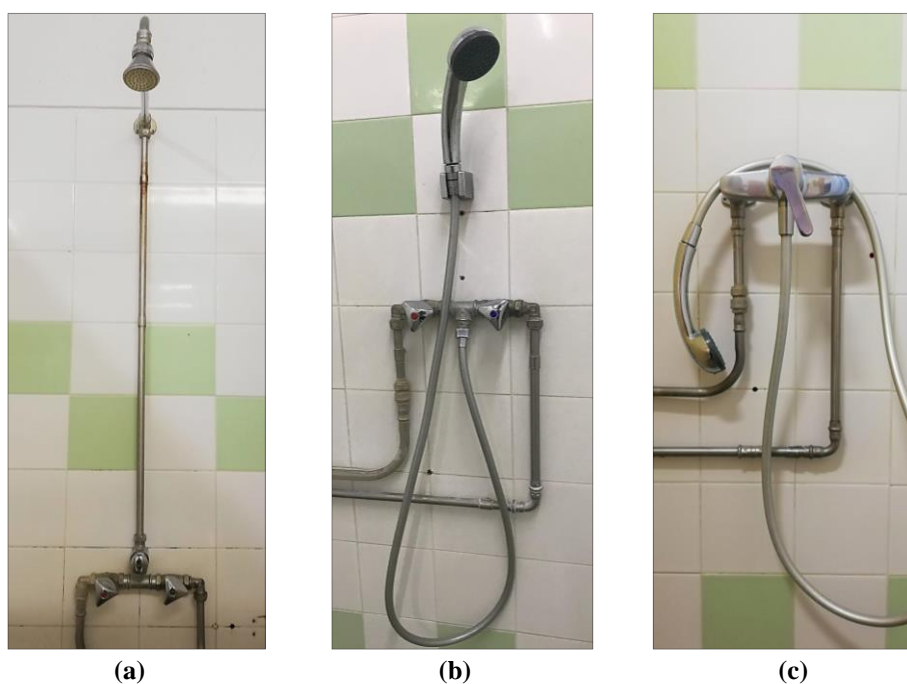


Figura 32: Modelos de sistema de duche: **(a)** Chuveiro temporizador com dois registos; **(b)** Chuveiro misturador com dois registos; **(c)** Chuveiro com torneira misturadora de monocomando.

Com o intuito de determinar a eficiência hídrica dos três modelos, foram realizados ensaios “in situ” para determinação da média dos seus caudais. Para isso, foram selecionados três chuveiros de locais diferentes de cada modelo, com exceção do chuveiro com torneira misturadora de monocomando, em que existem apenas dois, como mostra a **Tabela 16**.

Para obtenção dos valores de caudais, o ensaio foi realizado registrando-se o tempo de duração de preenchimento de um certo volume “X” num balde de capacidade de 10 L, como mostra a **Figura 33**. Em seguida, com o auxílio de um copo graduado de 1 L, foi encontrado o valor desse volume “X” adquirido no balde.

Este método foi escolhido de acordo com a observação de que os caudais seriam relativamente elevados para a obtenção do registo do tempo num recipiente com marcação de 1 L ou 2 L.



Figura 33: Ensaio para obtenção de caudal dos chuveiros.

A **Tabela 17** contém os valores obtidos de caudais de cada chuveiro ensaiado e as respetivas médias de acordo com o modelo. Estes serão utilizados como dados de estudo da eficiência hídrica destes equipamentos.

Tabela 17: Determinação dos caudais médios dos modelos de chuveiro.

Modelo	Cômodo	Volume registrado (L)	Tempo registrado (s)	Caudal (L/min)	Caudal médio (L/min)
Chuveiro temporizador	1	3,4	22	9,3	9,96
	2	3,2	19	10,1	
	18	2,8	16	10,5	
Chuveiro misturador	1	3	7	25,7	23,13
	2	2,7	7	23,1	
	3	2,4	7	20,6	
Chuveiro monocomando	5	2,6	8	19,5	19,6
	6	2,3	7	19,7	

De acordo com as médias obtidas de caudais e o sistema de rotulagem da ANQIP, pode-se inferir que o chuveiro misturador com dois registos é o menos eficiente hidricamente, com um valor médio de caudal de 23,13 L/min, e apresenta-se na categoria “D” da divisão da ANQIP, como pode ser verificado na tabela da **Tabela 4** (ver p.19).

Em seguida, o segundo menos eficiente é o chuveiro com torneira misturadora de monocomando, com 19,6 L/min e classificado na categoria “C”.

Já o chuveiro temporizador com dois registos, foi o mais eficiente de entre os chuveiros ensaiados, com caudal médio de 9,96 L/min, mas ainda assim incluído na categoria “C”.

3.1.4.2.1. Propostas de solução

A situação ideal no caso de chuveiros para espaços públicos é a utilização de temporizadores, pois estes auxiliam na economia de água pressupondo que o comportamento comum dos utilizadores é tomar banhos duradouros (2 banhos por pessoa de 5 minutos cada, de acordo com as informações obtidas no questionário apresentado no **Anexo V**). Já que a maioria dos chuveiros instalados já possui este sistema, aproximadamente 75%, a solução mais compatível, no caso dos chuveiros temporizadores, é a substituição da cabeça fixa do chuveiro para um modelo mais eficiente.

A lista de empresas com produtos aprovados pela ANQIP foi analisada e chegou-se à conclusão, de acordo com a eficiência, preço e facilidade de ajustamento no local, que a cabeça fixa, atualmente instalada no chuveiro temporizador, podia ser adequada com a cabeça de chuveiro fixo eclipse branco da empresa ECOFREE (ou equivalente), mostrado na **Figura 34**.



Figura 34: Chuveiro fixo com certificação ANQIP (ECOFREE, 2013).

O chuveiro fixo da Ecofree tem categoria “A”, com caudal médio de 5,7 litros por minuto. Além do mais, o preço é acessível, sem IVA, de 15,39 € (ECOFREE, 2013).

Já para os outros dois modelos de chuveiro encontrados no edifício, a sugestão é de que estes não deveriam ser ajustados com sistemas de temporizadores, o que pode ser justificado pela quantidade e disposição de cada modelo no complexo.

Existem 6 chuveiros com torneira misturadora no total, estando 4 chuveiros em 4 balneários principais e 2 em balneários de funcionários. Em algumas situações, a utilização de um chuveiro contínuo, sem temporizador, seria mais útil dada a presença de crianças e idosos. Já os chuveiros nas instalações de funcionários, não são utilizados com tanta frequência quanto os balneários de utilizadores, o que justifica também, o caso dos chuveiros com torneira de monocomando, que são 2 no total nos balneários de funcionários.

Com tudo isso, recomenda-se também a substituição da cabeça móvel dos dois modelos de chuveiros (torneira misturadora e torneira de monocomando) para o modelo Stella 100/3 chuveiro de mão da empresa ROCA (ou equivalente) (**Figura 35**), considerando os mesmos fatores de preço, eficiência e adequação.



Figura 35: Chuveiro móvel com certificação ANQIP (ROCA, 2019).

O chuveiro de mão da ROCA é classificado pela letra “A”, o que corresponde a um caudal (L/min) no intervalo de $5,0 < Q \leq 7,2$. O chuveiro cromado possui 3 funções: *rain*, *tonic* e *pulse*; o seu diâmetro de encaixe é de 100 mm, ou seja, há o mesmo chuveiro, com as mesmas funcionalidades, com diâmetro de 80 mm, se for o caso. Além disso, o preço é acessível, sem IVA, de 22,70 € por unidade (ROCA, 2019).

Com tudo isso, para os cálculos de consumo médio dos chuveiros nas piscinas, consideraram-se os seguintes dados e informações:

- Frequência de utilizadores: 45.957 por ano (ver **Ponto 3.1.3.1., p.45**);
- Caudal médio para cada modelo exibido na **Tabela 17** (ver **p.53**);
- Cálculo de percentagem de influência de uso de cada modelo obtido pelo número total de cada modelo pela quantidade total de chuveiros (ver **Tabela 16, p.51**);
- As indicações recolhidas do questionário aplicado (ver **Anexo V**), de 2 banhos por pessoa com duração de 5 minutos cada.

Assim, a média de consumo anual resultante dos chuveiros na condição atual é de cerca de 5.751,5 m³. Assim, com as medidas recomendadas, espera-se que este consumo seja reduzido para aproximadamente 3.704,8 m³.

3.1.4.3. Eficiência hídrica de torneiras e fluxómetros de mictórios

As torneiras instaladas nos balneários, no bar e na área médica são: torneira misturadora de monocomando, torneira misturadora com dois registros, torneira de alavanca, torneira médica com um registro, e torneira de cozinha. As quantidades de cada modelo podem ser conferidas na **Tabela 18**, assim como a representação dos modelos nas **Figuras 36-(a) a (e)**.

Tabela 18: Quantitativo de cada modelo de torneira.

Modelo	Quantidade (un)
Torneira monocomando	15
Torneira misturadora	10
Torneira de alavanca	5
Torneira médica	3
Torneira cozinha	1



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 36: Modelos de torneiras: (a) Torneira misturadora de monocomando; (b) Torneira misturadora com dois registros; (c) Torneira de alavanca; (d) Torneira médica com um registro; (e) Torneira de cozinha.

O ensaio para determinação da eficiência hídrica dos 5 modelos de torneiras foi realizado do mesmo modo que foi feito os ensaios dos chuveiros. Encheu-se um balde de capacidade de 10 L com um certo volume “X” e, simultaneamente, o tempo em segundos foi registrado. Com os dados de 3 equipamentos diferentes do mesmo modelo, obteve-se então o valor médio de caudal (**Tabela 19**).

Tabela 19: Determinação dos caudais médios de torneiras.

Modelo	Cômodo	Volume registrado (L)	Tempo registrado (s)	Caudal (L/min)	Caudal médio (L/min)
Torneira monocomando	2	2,6	9	17,3	17,38
	3	1,5	5	18,0	
	4	1,4	5	16,8	
Torneira misturadora	11	0,4	8	3,0	3,33
	12	0,5	8	3,7	
	12	0,5	9	3,3	
Torneira alavanca	1	2,3	7	19,7	20,40
	3	2,6	8	19,5	
	4	2,2	6	22,0	
Torneira médica	9	1,2	8	9	8,90
	9	1,4	10	8,4	
	9	1,4	9	9,3	
Torneira cozinha	14	2	8	15,0	15,00

Com os valores de caudais médios, foi possível identificar as categorias de eficiência hídrica a partir das **Tabelas 5** (ver **p.24**) e **6** (ver **p.25**).

As torneiras de alavanca, que são utilizadas nos balneários de pessoas com necessidades especiais, têm caudal médio de 20,40 L/min, tendo o pior desempenho hídrico de todas e inseridas na categoria “E” da ANQIP.

As torneiras de monocomando (com “eco-stop”), são as mais utilizadas nos balneários, com um total de 15 unidades (ver **Tabela 18**, **p.56**). Este modelo de torneira apresenta-se na

segunda colocação em relação à eficiência hídrica inferior, com caudal médio de 17,38 L/min e categorizado pela letra “D”.

Em terceiro e segundo lugar, tem-se respetivamente, a torneira única instalada no bar, com caudal médio de 15 L/min e com categoria “D”; e a torneira médica com caudal de 8,9 L/min e pertencente à categoria “C”.

Por último, a mais eficiente hidricamente, é a torneira misturadora com 3,33 L/min, dentro da categoria “A”. Porém, devido ao sistema de manuseio deste equipamento, a sua eficiência hídrica é questionável. Visto que, a abertura desta torneira, por registo (ver **Figura 36 – (b), p.56**), faz que em certas ocasiões, inclusive observado no estudo, o fechamento desta não seja adequado, ocorrendo desperdício de água por pingos ou até mesmo escoamento constante.

Relativamente aos mictórios nas instalações sanitárias, todos os 7 mictórios instalados na área das piscinas são do mesmo modelo. A quantidade de equipamentos e a representação dos mictórios pode ser verificada respetivamente pela **Tabela 20** e **Figura 37**.

Tabela 20: Quantitativo de mictórios.

Equipamento	Quantidade (un)
Mictório	7



Figura 37: Modelo de mictório.

Os mictórios funcionam com fluxómetros temporizadores. Para o ensaio de identificação do caudal de descarga, tapou-se a saída da bacia com fita adesiva, e assim o fluxómetro foi acionado, ao mesmo tempo do acionamento de um cronómetro para medição do tempo em segundos. Em seguida, a água mantida no fundo foi retirada e transportada para um copo graduado de 1 L. O mesmo foi repetido para outros dois mictórios, com o volume de água e o tempo de fluxo, obteve-se então o valor médio de volume de descarga. Os valores obtidos podem ser verificados na **Tabela 21**.

Tabela 21: Determinação dos caudais médios de mictórios.

Equipamento	Cômodo	Volume registrado (L)	Tempo registrado (s)	Volume médio (L)
	4	0,9	5	
Mictório	11	1	5	0,93
	16	0,9	5	

De acordo com a **Tabela 7** (ver **p.26**), Categorias de atribuição de rótulos de eficiência hídrica a fluxómetros de mictórios, um mictório de volume de descarga de 0,9 L apresenta-se na categoria de eficiência hídrica “A++”. Desta forma, estes equipamentos não precisam de ser ajustados e nem substituídos.

3.1.4.3.1. Propostas de solução

A substituição dos equipamentos, torneiras de monocomando, misturadora, de alavanca e de cozinha, neste caso, é o mais pertinente. Justificável pelos caudais médios elevados e categorias desfavoráveis, no caso das torneiras de monocomando, de alavanca e de cozinha. No caso das torneiras misturadoras, apesar de serem classificadas pela letra “A”, como foi mencionado previamente, o seu sistema de funcionamento tende a situações de desperdício difíceis de serem previstas.

Contudo, como citado anteriormente (ver **Ponto 2.5.3., p.24**), é recomendado pela ANQIP que as torneiras de lavatório de zonas públicas fiquem compreendidas em categoria “B” ou superior.

Igualmente ao caso dos chuveiros, numa zona pública, a instalação de temporizadores para as torneiras, seria mais satisfatório, já que evita desperdício por motivos de mau fechamento de manípulo/registo e estabelece o tempo suficiente para lavagem das mãos. Porém, neste caso, não foi considerada a melhor opção devido à presença de abastecimento de água quente nas torneiras. A duração do temporizador (aproximadamente 6 segundos), não é suficiente para o aquecimento da água, podendo causar desperdícios com a aplicação do temporizador diversas vezes à espera de fornecimento de água quente.

Com isso, para a escolha da torneira de lavatório mais adequada, atendeu-se aos mesmos critérios seguidos para a escolha dos chuveiros (eficiência, preço e facilidade de instalação). Sendo assim, recomenda-se a substituição das torneiras de monocomando e misturadora atualmente instaladas, para uma torneira misturadora para lavatório fabricada pela empresa ERIX (ou equivalente) (**Figura 38**).



Figura 38: Torneira misturadora para lavatório com certificação ANQIP (ERIX, 2018).

Os principais dados referentes à torneira, estão indicados na imagem e, outras informações, estão apresentadas na ficha técnica do **Anexo VI**.

Em relação à sua categoria de eficiência hídrica, de acordo com os intervalos estabelecidos pela ANQIP, dados na **Tabela 5** (ver **p.24**), pertence à classificação “B”, já que o seu caudal médio é de 5 L/min, porém, dado que a torneira apresenta classificação “A” no catálogo de produtos certificados da ANQIP, espera-se que a torneira disponha de “eco-stop” ou arejador (ANQIP, 2014).

Já a torneira de alavanca que é utilizada em casas de banho para pessoas com necessidades especiais, o seu abastecimento é de apenas água fria, o que permite a utilização

de temporizadores. Assim, recomenda-se a utilização da torneira temporizada (**Figura 39**) da empresa ERIX (ou equivalente), com indicação pela própria companhia de uso, ser ideal para sénior, infantil e pessoas com mobilidade reduzida. Outras informações são apresentadas na ficha técnica do **Anexo VI**.

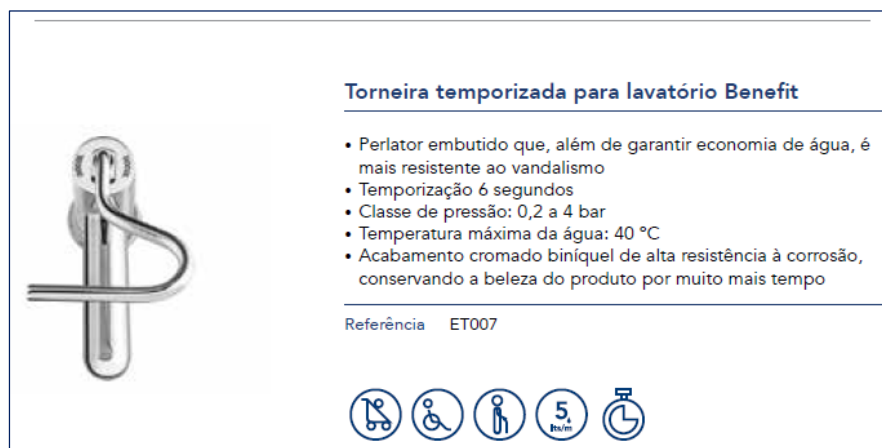


Figura 39: Torneira temporizada com certificação ANQIP (ERIX, 2018).

A classificação da torneira temporizada para lavatório *Benefit* é representada pela letra “B”, dado que o seu caudal médio é de 5 L/min, e temporização de 6 segundos (ERIX, 2018).

Para a torneira única utilizada na cozinha do bar do edifício, recomenda-se a sua alteração para a misturadora da marca ERIX (ou equivalente), modelo lava-loiça Monet (**Figura 40**).



Figura 40: Torneira misturadora lava-loiça com certificação ANQIP (ERIX, 2018).

A misturadora para lava-loiça encaixa-se na categoria “B” da classificação ANQIP, como pode ser verificado na **Tabela 6** (ver **p.25**), com caudal de 8 litros por minuto (ERIX, 2018).

A torneira médica, mesmo com categoria ineficiente, por precaução, é recomendado ser mantida como está, isso porque as especificações da ANQIP abrangem apenas torneiras de lavatório e torneiras de cozinha. Além do mais, é esperado que o seu uso seja reduzido devido às suas particularidades (casos de acidentes/incidentes).

Com tudo isso, a fim de comparar valores, obteve-se o consumo médio das torneiras instaladas atualmente no edifício e o consumo médio com a sua substituição para equipamentos mais eficientes, visto que:

- A frequência de utilizadores é de 45.957 utilizadores por dia (ver **Ponto 3.1.3.1, p.45**);
- Os caudais médios obtidos, apresentados na **Tabela 19** (ver **p.57**);
- A obtenção da percentagem de influência para cada modelo de torneira como feito para o caso dos chuveiros (quantidade de cada modelo de torneira sobre o total de torneiras) (**Tabela 18**, ver **p.56**);
- E as referências de comportamento inferidas do questionário (ver **Anexo V**), em que a utilização das torneiras dos balneários por utilizador é de 1 vez por dia com duração aproximada de 3 minutos. Além do mais, por observação, considerou a duração do uso da única torneira de cozinha do bar de 5 minutos, sendo o total de usos diário de aproximadamente 6 vezes.

Obteve-se então um consumo médio anual aproximado é de 1.950,2 m³ nas condições atuais. Com a substituição de torneiras certificadas pela ANQIP, o consumo é reduzido para cerca de 758,4 m³.

3.1.5. Reutilização da água dos chuveiros

Sabendo que o consumo anual oriundo dos banhos é de aproximadamente 5.751,5 m³ (ver **Ponto 3.1.4.2.1., p.53**) na área das piscinas do edifício, é possível reutilizar parte dessa

água cinzenta nas descargas de autoclismos, que consomem em média apenas 413,6 m³, sem regulação das descargas, e 275,7 m³, com regulação das descargas (ver **Ponto 3.1.4.1., p.49**). Entretanto, o tempo de armazenamento necessário, no caso das piscinas municipais, excederia duas horas, o máximo permitido sem tratamento prévio.

Sendo assim, para o tratamento da água pode-se recomendar a utilização do reciclador de águas cinzentas ECODEPUR® BIOX (ou equivalente) citado no **Ponto 2.6.1.1.** (ver **p.32**) O equipamento é de fácil instalação e a sua capacidade pode ser escolhida de acordo com a necessidade hídrica. Os modelos BIOX 6, BIOX 10 e BIOX 20 têm capacidades, respectivamente de, 1.325 L, 2.410 L e 4.820 L (ECODEPUR, 2019). Sendo o consumo diário para os autoclismos em torno de 1,4 m³ por dia, o BIOX 10 seria a opção mais adequada.

3.1.6. Reutilização da água da limpeza dos filtros

Os filtros são responsáveis por garantir a segurança higiênica e os padrões de qualidade da água das piscinas e, para isso, os mesmos devem manter-se limpos. A limpeza dos quatro filtros de areia (dois das piscinas de competição e dois das piscinas de aprendizagem) tem frequência e duração determinada pelos funcionários da manutenção, sendo a frequência a cada 2 dias, e a duração de limpeza em torno de 5 minutos por par de filtros.

Em virtude de a água da limpeza dos filtros ser diretamente descartada na rede de drenagem de águas residuais, percebeu-se a possibilidade de reutilizá-la, dado dois quesitos importantes: primeiro, como foi indicado na **Tabela 13** (ver **p.43**), os filtros são de grandes dimensões, tratando-se de 2 m de diâmetro das piscinas de competição e 1,4 m de diâmetro das piscinas de aprendizagem, o que prenuncia que uma grande quantidade de água está sendo descartada a cada dois dias. O segundo quesito, parte da suspeita que a água cinzenta descartada tem qualidade suficiente para ser reutilizada para alguns fins específicos, já que tem na sua composição produtos químicos (tratamento químico no ciclo da água das piscinas) e pela frequência da limpeza ser consideravelmente rápida (2 dias). Sendo assim, estes quesitos tiveram que ser confirmados.

3.1.6.1. Verificação do quesito 1: volume de água disponível

Para obtenção do volume de água descarregado na rede de drenagem de água residuais, a cada limpeza, fez-se a medição dos contadores (do filtro de competição e de aprendizagem) no início e fim do dia, nas datas de realização do processo de lavagem dos filtros.

O contador em questão, na saída do tanque de compensação, mensura o consumo passante de água utilizada para lavagem dos filtros e a água de compensação das piscinas diariamente (aproximadamente 2% do volume total do tanque).

Afim de adquirir valores médios, fez-se inicialmente quatro medições do registo do contador com os consumos totais (lavagem dos filtros e compensação) de quatro dias que ocorreu a lavagem dos filtros (**Tabela 22**).

Tabela 22: Volume médio registado do contador.

Piscina	Medição	Volume	Volume médio
		registrado do contador (m ³)	registrado do contador (m ³)
Competição	1	31	30
	2	30,4	
	3	30	
	4	29,9	
Aprendizagem	1	10,4	11
	2	11,7	
	3	11,2	
	4	12	

Com os valores médios de consumo total registado no contador, foi possível então obter o valor efetivo da limpeza do par de filtros. Para isso, utilizou-se a especificação do rótulo destes equipamentos, como visto na **Tabela 13** (ver **p.43**), onde se tem os valores de caudal (L/min) e a informação obtida, a partir de funcionários da manutenção, da duração do tempo de lavagem dos mesmos de 5 minutos.

Sabendo que o caudal de limpeza dos filtros da piscina de competição é de 1.566,66 L/min, o consumo diário, específico para esta atividade, é de 15,66 m³ para a dupla de filtros. Já a piscina de aprendizagem, apresenta um caudal de limpeza de 766,66 L/min, sendo o seu consumo diário para o conjunto de filtros de 7,66 m³.

Sucessivamente, na **Tabela 23**, retirou-se do valor total médio registado no contador, o volume de água da lavagem dos filtros, e assim, atingiu-se o total e a percentagem de água de compensação, encontrando 1,61% de reposição na piscina de competição e 2,09% na piscina de aprendizagem, próximos dos valores recomendados pela Diretiva CNQ n.º 23/93 e alterações.

Tabela 23: Volume médio e percentagem de reposição de água das piscinas.

Piscina	Volume médio registrado do contador (m³)	Volume da lavagem dos filtros (m³)	Volume de reposição (m³)	Reposição (%)
Competição	30	15,66	14,34	1,61%
Aprendizagem	11	7,66	3,34	2,09%

Com os valores encontrados de consumo diário de água utilizados na limpeza dos filtros, 15,66 m³ e 7,66 m³, respetivamente para os tanques de competição e aprendizagem, determinou-se a quantidade anualmente descarregada na rede de drenagem de águas residuais.

Considerando 15 limpezas dos filtros por mês (limpeza a cada 2 dias), o volume descartado anualmente dos filtros da piscina de competição é de 2.818,8 m³, e o volume descartado anualmente dos filtros da piscina de aprendizagem é de 1.378,8 m³, totalizando, por ano, 4.197,6 m³ de água gasta na lavagem de todos os filtros.

A princípio, este estudo visava a reutilização da água da limpeza dos filtros nas descargas dos autoclismos (28 autoclismos) instalados na área das piscinas. Porém, dado que a parcela de reutilização nos autoclismos representa apenas aproximadamente 10% do total descartado na limpeza dos filtros, abriu-se a possibilidade de reutilizar os 90% restante na rega do relvado do estádio de Bragança, conhecido como estádio municipal Eng.º José Luís Pinheiro, cuja área de relvado é de 104 x 67 m² (Zero Zero, s.d.), localizando-se geograficamente próximo

das piscinas e pavilhão municipal de Bragança, como pode ser verificado na vista área da **Figura 41**.



Figura 41: Vista área das Piscinas e Pavilhão municipal e Estádio municipal de Bragança.

Além do fator proximidade geográfica, visualmente é possível constatar que a cota do terreno do estádio se encontra abaixo do terreno das piscinas e pavilhão municipal, o que apresenta a vantagem de facilidade de transporte de água por gravidade.

Como a rega do estádio municipal de Bragança não é feita a partir da rede pública de abastecimento de água, a Câmara Municipal de Bragança (CMB) estipulou um consumo médio anual de 7.200 m³ (distribuído em 6 meses), especificamente para a rega do relvado. A quantidade disponível de água da limpeza dos filtros, considerando também a reutilização nas descargas dos autoclismos, é de 3.784 m³ (valor anual). Considerando uma quantidade disponível de água da limpeza dos filtros para 6 meses de 1892 m³, seria possível uma economia anual de água de 26 %, na rega do relvado do estádio municipal de Bragança.

3.1.6.2. Verificação do quesito 2: qualidade da água

Dada a comprovação do primeiro quesito, sobrou a verificação da qualidade da água descartada da higienização dos filtros. Como foi anteriormente apresentado (ver **Ponto 2.6, p.28**), a especificação ETA 0905 apresenta tabelas de requisitos de qualidades (ver **Tabela 8, p.29** e **Tabela 9, p.29**) que expõe valores máximos de parâmetros.

As amostras foram coletadas no momento da lavagem dos filtros (**Figura 42-(b)**), a partir de uma abertura na tubagem a qual direciona a água utilizada na limpeza diretamente à rede de drenagem de águas residuais, como mostra a **Figura 42-(a)**. Com as amostras, os

ensaios foram realizados no **Laboratório de Processos Químicos** da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança.



(a)

(b)

Figura 42: Coleta de amostras da água da lavagem dos filtros: (a) Abertura na tubagem de descarte de água; (b) Coleta de amostra de água.

Foram analisadas 6 amostras no total, sendo: 2 amostras sem o processo de decantação; 2 amostras com decantação de 2 horas em laboratório; e 2 amostras com decantação de 15 horas em laboratório, como foi feito no estudo realizado na Polónia (ver **Ponto 2.6.2.2., p.36**). Além disso, de entre estas, uma amostra de cada par, conteve a água coletada no primeiro minuto de lavagem e, a outra, depois de 3 minutos do início da lavagem. Isso foi feito com o intuito de afirmar que a água inicialmente descartada tem qualidade inferior.

As amostras foram classificadas em:

- Amostra 1: Recolha no 1.º minuto de lavagem;
- Amostra 2: Recolha no 1.º minuto de lavagem, com sedimentação de 2 horas;
- Amostra 3: Recolha no 1.º minuto de lavagem, com sedimentação de 15 h;
- Amostra 4: Recolha no 3.º minuto de lavagem;
- Amostra 5: Recolha no 3.º minuto de lavagem, com sedimentação de 2 horas;
- Amostra 6: Recolha no 3.º minuto de lavagem, com sedimentação de 15 h.

Os valores obtidos pelos ensaios estão indicados na **Tabela 24**. Nesta mesma tabela encontram-se os parâmetros de qualidade para descarga de autoclismos e rega, assim como, os valores máximos recomendados ou admissíveis nas Tabelas da especificação ETA 0905 (ver **Tabela 8, p.29** e **Tabela 9, p.29**).

Tabela 24: Comparação de valores obtidos e valores recomendados pela ETA 0905.

Parâmetros	Amostra	Valores obtidos em ensaio	Requisito qualidade autoclismo	Requisito qualidade rega ⁽¹⁾
Sólidos em suspensão (mg/L)	1	61,5	10	10
	2	24,5		
	3	9,0		
	4	49,5		
	5	21,5		
	6	10,0		
Turvação (UNT)	1	36,1	2	2
	2	5,0		
	3	1,7		
	4	25,5		
	5	5,99		
	6	1,89		
Coliformes totais (UFC/100 ml)	Todas	0	10 ⁴	10 ⁴
Estreptococos fecais (<i>Enterococos</i>) (UFC/100 ml)	Todas	0	400	100
Coliformes fecais (<i>Escherichia coli</i>) (UFC/100 ml)	Todas	0	10 ³	200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (UFC/ml)	Todas	⁽²⁾	1	-
Parasitas entéricos (1 ovo/ 10 L)	Todas	⁽²⁾	1	1
<i>Legionella spp.</i> ⁽³⁾ (UFC/100 ml)	Todas	⁽²⁾	-	100
<i>Salmonellae</i>	Todas	⁽²⁾	-	Não detectável

⁽¹⁾ Rega de jardins privados. Para a rega do relvado foram adotados os mesmos requisitos.

⁽²⁾ Parâmetro não analisado.

⁽³⁾ Quando existir risco de formação de aerossóis (pulverizadores, aspersores, nebulizadores, entre outros).

É possível perceber pelos dados obtidos, que os sólidos suspensos são encontrados em maior quantidade no minuto inicial de descarte, sendo a sua redução entre 10% e 20% no terceiro minuto de descarte.

Além disso, o processo de sedimentação teve contribuição na melhoria das amostras para todos os parâmetros. Em relação aos sólidos suspensos, com sedimentação de 2 horas (amostra 2), os sólidos reduziram em 60% quando comparado com a situação sem sedimentação (amostra 1). Apesar disso, ainda nas melhores condições, recolha no 3.º minuto de lavagem (amostra 5), a sedimentação de 2 horas ainda não foi suficiente para alcançar os limites de qualidade para descarga de autoclismos e rega.

Já no caso da sedimentação de 15 horas, simulando o período noturno quando as piscinas têm as suas atividades encerradas, os valores foram satisfatórios. A quantidade de sólido suspenso obtida foi igual ao limite estabelecido de 10 mg/L, sendo a sua redução em percentagem em torno de 80% tanto para as amostras recolhidas no 1.º minuto, como para as do 3.º minuto (amostras 3 e 6).

Em relação à turvação, esta reduziu-se consideravelmente com a sedimentação, mas 2 horas não foram suficientes para a água das amostras se adequarem ao limite (amostras 2 e 5). Apenas com a decantação por 15 horas (amostras 3 e 6) é que os valores ficaram dentro do limite de qualidade para ambos os usos, descarga de autoclismos e rega.

Já os outros parâmetros como: coliformes totais; estreptococos fecais (*Enterococos*) e coliformes fecais (*Escherichia coli*) foram nulos para todas as amostras.

Alguns parâmetros da especificação da ANQIP não foram possíveis de serem verificados, como: *Pseudomonas aeruginosa*, parasitas entéricos, *Legionella spp.* e *Salmonellae*. Contudo, importa referir que, **caso a água proveniente da lavagem dos filtros fosse reutilizada, estes parâmetros teriam de ser analisados.**

Apesar disso, outros parâmetros que não estão incluídos pela especificação ETA 0905 foram analisados em laboratório, como o pH e o cloro residual livre.

A quantidade de cloro residual livre na rede de abastecimento deve estar de acordo com os limites de segurança estabelecidos de cada país. A existência de limites é justificada pela sua alta reatividade, já que a sua concentração é reduzida no percurso do sistema de abastecimento. Esta redução, ocorre devido à reação com algumas substâncias, sendo a principal causadora a

matéria orgânica dissolvida (Oliveira, 2018). Além do mais, a eficácia da desinfecção do cloro pode ser influenciada pelo pH, turvação e temperatura (Madeira & Noronha, 2012).

Em Portugal, o limite de cloro residual livre recomendado pelo Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 152/2017, de 7 de dezembro, deve estar entre 0,2 e 0,6 mg/L. Já o valor de pH deve ser mantido no intervalo entre 6,5 e 9 (Decreto-Lei n.º 306/2007, 2007) e alteração.

A **Tabela 25** possui os valores obtidos em ensaios de cloro residual e pH, bem como, os limites recomendados pelo Decreto-Lei n.º 306/2007 e alteração.

Tabela 25: Comparação de valores obtidos e limites recomendados pelo Decreto-Lei n.º 306/2007 e alteração.

Parâmetros	Amostra	Valores obtidos em ensaio	Limite recomendado
Cloro residual livre (mg/L)	1	0,58	$0,2 \leq \text{CRL} \leq 0,6$
	2	0,12	
	3	0,02	
	4	0,42	
	5	0,11	
	6	0,02	
pH (unidade de pH)	1	6,7	$6,5 \leq \text{pH} \leq 9,0$
	2	7,1	
	3	7,8	
	4	6,8	
	5	6,4	
	6	7,8	

É possível verificar a diminuição de CRL com a sedimentação, sendo a sua redução, comparada com as amostras sem sedimentação, em torno de 76% e 95% dada a sedimentação respetivamente, de 2 horas e 15 horas. Com esta redução significativa, o CRL passou do limite inferior do intervalo recomendado e, sendo assim, recomenda-se a adição de hipoclorito para a água ser reutilizada nos autoclismos e na rega de relvados.

Além do mais, o pH está de acordo com o limite recomendado em todas as amostras.

Com isso, o quesito 2 foi reprovado para as amostras 1, 2, 4 e 5, ou seja, as amostras sem sedimentação e com sedimentação por período de 2 horas.

Entretanto, foi verificado positivamente para as amostras 3 e 6, com sedimentação de 15 horas. Sendo assim, neste caso, há a necessidade de implementação de um sistema de decantação da água cinzenta durante o período noturno, para assim, a água ter qualidade para ser reaproveitada.

3.1.6.3. Propostas de solução

Como dito anteriormente, a reutilização de águas cinzentas, seja proveniente dos chuveiros ou da lavagem dos filtros, no caso das piscinas municipais de Bragança, poderia ser aplicada apenas para as descargas dos autoclismos, pois é único dispositivo de utilização onde a reutilização é admissível, dado que o seu escoamento não tem contato direto com pessoas.

Apesar disso, o consumo de água utilizado na descarga dos autoclismos não tem grande representação, pois foi obtida com a aplicação do questionário (ver **Anexo V**), a média de utilização dos autoclismos, sendo 1 vez por utilizador por dia, a qual se pressiona 1 vez a descarga. Com esta informação e o volume de descarga encontrado de 9 L, descrito no **Ponto 3.1.4.1.** (ver **p.49**), a parcela de consumo para os autoclismos é em média de 413,6 m³ por ano.

Sendo assim, atendendo à reutilização máxima da quantidade de água descartada anualmente, outra solução é a reutilização das águas cinzentas na rega do relvado do estádio municipal Eng.º José Luís Pinheiro, como foi indicado no **Ponto 3.1.6.1** (ver **p.64**). Esta aplicação resulta em grandes benefícios para a CMB, já que também se trata de um edifício público, no qual se espera que a necessidade hídrica para rega do relvado seja, em média, de 7.200 m³ por ano (ver **Ponto 3.1.6.1, p.64**).

CAPÍTULO 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Definição de cenários

Para alcançar os objetivos propostos desta dissertação, as medidas serão analisadas principalmente de acordo com a eficiência hídrica alcançada, mas também, será tratada a sua viabilidade económica. A fim de alcançar as propostas mais vantajosas, as soluções foram analisadas individualmente e em conjunto.

As opções e cenários foram organizados na **Tabela 26** e, será obtido o cenário com maior poupança de água e ainda melhor relação custo-benefício.

Tabela 26: Soluções propostas para redução de água nas piscinas do complexo municipal de Bragança.

Opções	Cenários	Medidas
Opção 1 Regulação e substituição de dispositivos de utilização	Cenário 1.1	- Regulação do volume de descarga dos autoclismos - Substituição de torneiras de lavatórios e cozinha
	Cenário 1.2	- Regulação do volume de descarga dos autoclismos - Substituição de chuveiros
	Cenário 1.3	- Regulação do volume de descarga dos autoclismos - Substituição de torneiras de lavatórios e cozinha - Substituição de chuveiros
Opção 2 Reutilização de águas cinzentas	Cenário 2.1	- Regulação do volume de descarga dos autoclismos - Distribuição de água aos autoclismos com águas cinzentas dos chuveiros
	Cenário 2.2	- Regulação do volume de descarga dos autoclismos - Distribuição de água aos autoclismos com águas de lavagem dos filtros - Distribuição de água para rega do relvado do estádio com águas de lavagem dos filtros
	Cenário 2.3	- Regulação do volume de descarga dos autoclismos - Distribuição de água aos autoclismos com águas de lavagem dos filtros - Distribuição de água para rega do relvado do estádio com águas de lavagem dos filtros - Substituição de torneiras de lavatórios e cozinha
	Cenário 2.4	- Regulação do volume de descarga dos autoclismos - Distribuição de água aos autoclismos com águas de lavagem dos filtros

Opções	Cenários	Medidas
		<ul style="list-style-type: none"> - Distribuição de água para rega do relvado do estádio com águas de lavagem dos filtros - Substituição de chuveiros
	Cenário 2.5	<ul style="list-style-type: none"> - Regulação do volume de descarga dos autoclismos - Distribuição de água aos autoclismos com águas de lavagem dos filtros - Distribuição de água para rega do relvado do estádio com águas de lavagem dos filtros - Substituição de torneiras de lavatórios e cozinha - Substituição de chuveiros

A regulação do volume de descarga dos autoclismos foi incluída em todos os cenários já que esta medida não apresenta custos.

4.2. Análise comparativa dos consumos gerais

Para análise dos consumos de água e as suas respetivas reduções de acordo com os cenários apresentados, foram inicialmente determinados os consumos de água sem a aplicação e posteriormente com a aplicação das medidas.

4.2.1. Consumos de água: sem aplicação das soluções

Com os ensaios e dados apresentados até então, relativos à gestão de água atual no nas piscinas municipais de Bragança, é possível constatar quais são as percentagens de consumo de água por categoria. As categorias foram estabelecidas de acordo com os equipamentos ou atividades que mais demandam água, os quais neste caso são: chuveiros, lavatórios, bacias de retrete, mictórios, tanques e outros.

Com a contribuição do questionário (ver **Anexo V**) aplicado aos utilizadores da área das piscinas, foram alcançados alguns aspetos comportamentais que auxiliaram na obtenção dos valores médios de consumo por categoria e posteriormente, na obtenção de um gráfico com a percentagem de uso de cada grupo nas piscinas, como:

- Frequência de uso de chuveiros: 2 banhos por pessoa, média de 5 minutos cada;

- Frequência de uso de lavatórios: 1 uso por pessoa, tempo médio de 3 minutos cada;
- Frequência de uso torneira do bar: 6 usos por dia, tempo médio de 5 minutos cada (por ser a única torneira de cozinha, foi incluída na categoria “Lavatórios”);
- Frequência de uso de autoclismos: 1 uso por pessoa, sendo 1 descarga a cada uso;
- Frequência de uso de mictórios: 50% do público masculino utiliza 1 vez, sendo 1 descarga a cada uso;

Além desses fatores, para a representação do gráfico ainda foram considerados:

- Média de 45.957 utilizadores por ano nas piscinas (ver **Ponto 3.1.3.1., p.45**);
- Volume de reposição diário das piscinas de 1,6% e 2,09% do volume total, respetivamente, da piscina de competição e aprendizagem (ver **Tabela 23, p.65**);
- 15 lavagens dos filtros por mês (ver **Ponto 3.1.6.1., p.64**), sendo este classificado na categoria “Outros”;
- A água consumida na limpeza do pavimento foi considerada na categoria “Lavatórios”, já que esta é a fonte da água utilizada. Devido à complexidade da obtenção do valor utilizado especificamente para limpeza, considerou-se 1 minuto a mais, do que foi obtido com os questionários, no tempo médio de uso dos lavatórios por pessoa.

Sendo assim, obtiveram-se inicialmente, os consumos médios anuais nas piscinas municipais divididos em categorias (**Tabela 27**).

Tabela 27: Consumo médio anual de água nas piscinas dividido em categorias.

Equipamento/Atividade	Consumo (m³/ano)
Autoclismos	413,61
Torneiras	1.950,28
Chuveiros	5.751,51
Mictórios	4,274
Tanques	4.243,20

Equipamento/Atividade	Consumo (m³/ano)
Outros	4.197,60
Total	16.560,48
Rega do relvado	7.200,00
Total com rega	23.760,48

O consumo total encontrado neste estudo, de acordo com a aplicação dos questionários, consulta de informações (CMB) e os ensaios realizados, foi próximo do consumo médio esperado na zona das piscinas de 16.330 m³ (ver **Ponto 3.1.3.3, p.47**).

A parcela da rega do relvado no estádio municipal de Bragança será utilizada para o cálculo da percentagem de redução de água. Já os dados restantes, relativos às piscinas municipais, foram utilizados para representação do gráfico com as percentagens de uso de cada categoria nas piscinas municipais de Bragança (**Figura 43 – (a)**). A fim de facilitar comparações, a **Figura 43 - (b)** (que reproduz a **Figura 4, p.13**) apresenta as percentagens obtidas pelas auditorias da ANQIP em diversas piscinas em Portugal.

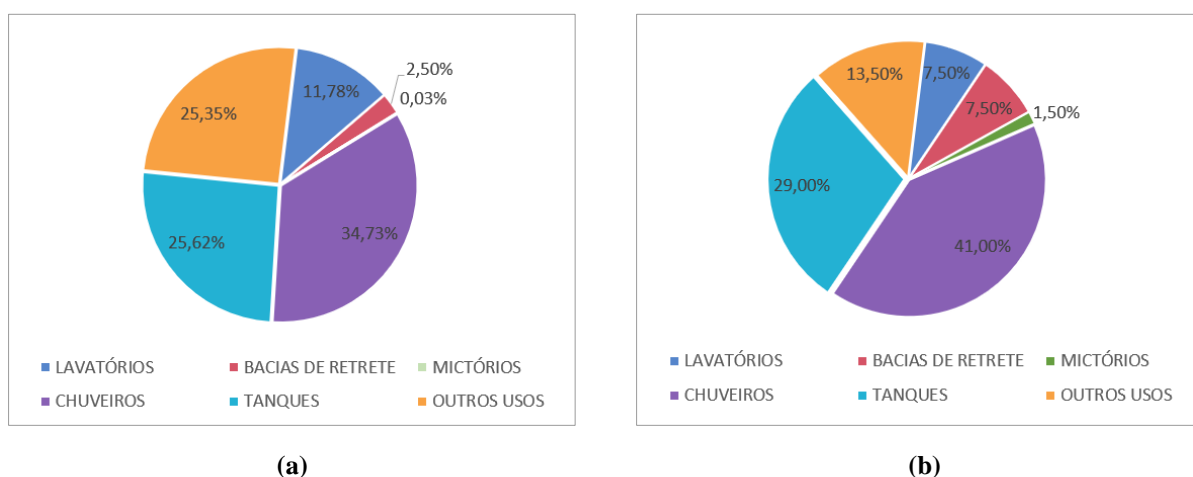


Figura 43: Percentagem de cada uso: **(a)** Piscinas municipais de Bragança; **(b)** Piscinas públicas auditadas pela ANQIP.

Podem observar-se que a proporção e classificação entre os gráficos é relativamente similar. A principal dissimilitude é a respeito da categoria “Outros”, que representa a água utilizada na lavagem dos filtros, onde nas piscinas municipais de Bragança, a sua representatividade é praticamente o dobro do que foi encontrado nas auditorias da ANQIP. Além disso, a percentagem de consumo de água das bacias de retrete não é tão significativa

como encontrado pela ANQIP, com apenas 2,5% nas piscinas municipais de Bragança. Ainda, os mictórios, por conterem poucos dispositivos, teve representatividade de apenas 0,03%.

4.2.2. Consumos de água: com aplicação das soluções

Dadas as propostas de solução e cenários possíveis apresentados para redução de consumo de água nas piscinas, calculou-se a redução a partir dos consumos atuais apresentados na **Tabela 27** (ver p. 74). O valor total com rega foi utilizado para o cálculo da percentagem de redução em alguns cenários da opção 2 (cenários 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5), que apesar de não fazer parte em si das piscinas municipais, não deixa de ser uma medida de eficiência hídrica num tipo de edifício público, resultando em economias para a CMB.

Com isso, a **Tabela 28**, representa as percentagens de redução para cada cenário proposto, e as tabelas de detalhamento da obtenção da redução do consumo em m³, e suas percentagens de redução estão apresentadas no **Anexo VII**.

Tabela 28: Percentagem de redução de consumo de água com aplicação dos cenários.

Cenários	Medidas	Redução (%)
Cenário 1.1	Regulação dos autoclismos	8,03%
	Substituição das torneiras	
Cenário 1.2	Regulação dos autoclismos	13,19%
	Substituição dos chuveiros	
Cenário 1.3	Regulação dos autoclismos	20,39%
	Substituição das torneiras	
	Substituição dos chuveiros	
Cenário 2.1	Regulação dos autoclismos	2,50%
	Reutilização de água dos chuveiros nos autoclismos	
Cenário 2.2	Regulação dos autoclismos	9,70%
	Reutilização de água dos filtros nos autoclismos	
	Reutilização de água do filtros no relvado do estádio	
Cenário 2.3	Regulação dos autoclismos	14,72%
	Reutilização de água dos filtros nos autoclismos	
	Reutilização de água do filtros no relvado do estádio	
	Substituição das torneiras	

Cenários	Medidas	Redução (%)
Cenário 2.4	Regulação dos autoclismos	18,32%
	Reutilização de água dos filtros nos autoclismos	
	Reutilização de água do filtros no relvado do estádio	
	Substituição dos chuveiros	
Cenário 2.5	Regulação dos autoclismos	23,33%
	Reutilização de água nos autoclismos	
	Reutilização de água no relvado do estádio	
	Substituição das torneiras	
	Substituição dos chuveiros	

Para uma melhor análise dos dados, e a sua representação em termos de eficiência hídrica atingida, apresenta-se a **Figura 44**.

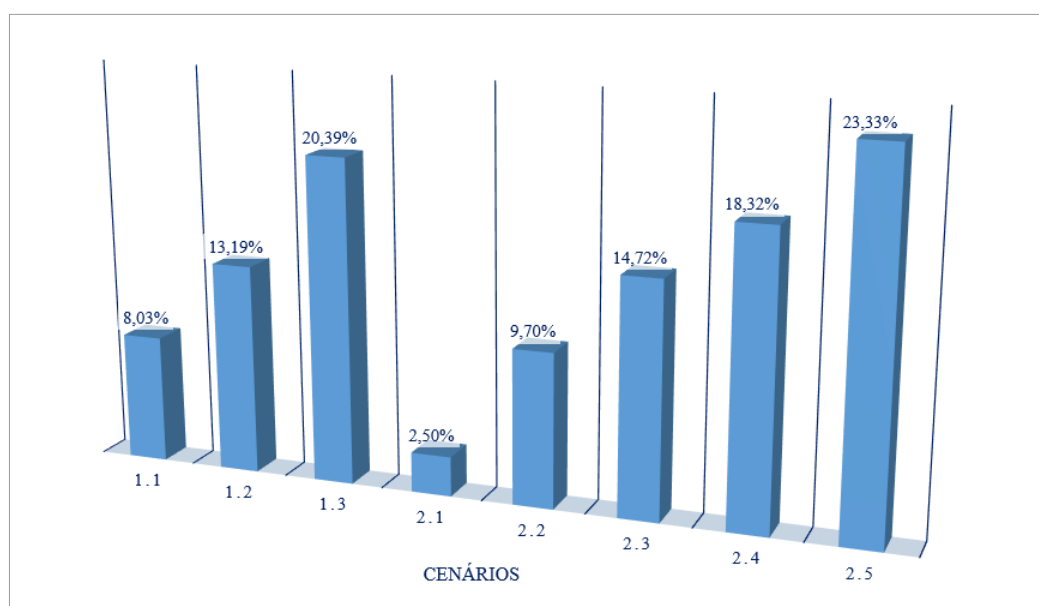


Figura 44: Percentagem de redução de consumo de água com aplicação dos cenários.

Em termos de redução hídrica da opção 1, os cenários 1.2 e 1.3 apresentam grande representatividade devido ao facto de incluir medidas de substituição dos chuveiros, que como pode ser visto pela **Figura 43–(a)** (ver p.75), é o equipamento responsável pelo maior consumo nas piscinas.

Quanto aos cenários da opção 2, pode observar-se que o cenário 2.1 apresenta a menor redução, isso porque este inclui apenas a reutilização de água nas descargas dos autoclismos, que em termos de consumo geral nas piscinas é referente a uma baixa percentagem de 2,50%.

Já o melhor cenário é o 2.5, com percentagem de redução de 23,33%, tendo atingido este valor devido ao facto de ser o cenário com maior acumulação de medidas, tanto das possibilidades da opção 1, como da opção 2.

Dada a apresentação dos cenários referentes às suas contribuições hídricas, outro fator importante deve ser considerado: melhor relação custo-benefício.

4.3. Análise Comparativa dos Custos Gerais

Para o estudo de viabilidade económica, apenas para a opção 1, calcularam-se os custos de investimento inicial para aplicação das medidas, a redução na fatura (com a economia de água) e o período de retorno do investimento.

Inicialmente obteve-se a redução hídrica anual referente a cada cenário. Os dados estão exemplificados na **Tabela 29**, proveniente de dados do **Anexo VII**.

Tabela 29: Poupança anual de água em m³ com aplicação de cada cenário.

Cenário	Consumo sem aplicação (m ³)	Consumo com aplicação (m ³)	Redução (m ³)
Cenário 1.1	2.363,89	1.034,22	1.329,68
Cenário 1.2	6.165,12	3.980,56	2.184,57
Cenário 1.3	8.115,40	4.739,03	3.376,37
Cenário 2.1	413,61	0	413,61
Cenário 2.2	7.613,61	5.308,00	2.305,61
Cenário 2.3	9.563,89	6.066,48	3.497,42
Cenário 2.4	13.365,12	9.012,81	4.352,31
Cenário 2.5	15.315,40	9.771,29	5.544,11

Como feito para o cálculo da percentagem de redução do consumo, a redução do consumo de água atingida em m³ foi calculada para o caso dos cenários 1.1, 1.2, 1.3 e 2.1 em relação ao consumo total sem rega do relvado do estádio, e para os cenários restantes (2.2, 2.3, 2.4 e 2.5), com a rega do relvado do estádio.

Outra informação relevante para os cálculos foram as tarifas fixas e variáveis para Estado e Entidades Públicas obtidas no tarifário de abastecimento de água do município de Bragança que são apresentadas na **Tabela 30** e **Tabela 31**.

Tabela 30: Tarifa fixa para Estado e Entidades Públicas no município de Bragança (Câmara Municipal de Bragança, 2018).

Estado e Entidades Públicas (escalão único)		
Tarifas fixas (€)		
Abastecimento de água	Saneamento urbano	Resíduos sólidos urbano
15,52	2,03	4,75

Tabela 31: Tarifa variável para Estado e Entidades Públicas no município de Bragança (Câmara Municipal de Bragança, 2018).

Estado e Entidades Públicas (escalão único)		
Tarifas variáveis (€/m ³)		
Abastecimento de água	Saneamento urbano	Resíduos sólidos urbano
1,86	0,58	2,71

Com estes dados, analisou-se então a viabilidade económica dos cenários compostos na opção 1, que engloba a regulação e substituição dos dispositivos de utilização.

4.3.1. Viabilidade económica dos cenários da opção 1

4.3.1.1. Custo de investimento inicial

Para estimar os custos de investimento inicial, foram pedidos orçamentos para a distribuição e aplicação de todos os dispositivos de utilização e acessórios necessários para o cumprimento das propostas de solução.

Além do mais, não foram considerados valores de custo de manutenção, já que dada a proporção de utilização e quantidade, não é possível prever o tempo de vida útil dos equipamentos e quais os reparos que serão necessários.

No caso da opção 1, solicitaram-se os valores unitários do preço das torneiras e chuveiros apresentados nas propostas de solução (ver **Ponto 3.1.4., p.48**). A regulação dos autoclismos, que se apresenta em todos os cenários, inclusive na opção 2, não apresenta custos associados, já que a sua realização é simples e os próprios funcionários da manutenção das piscinas municipais podem executar tal trabalho.

O detalhamento do orçamento está apresentado no **Anexo VIII** e os valores de custo (com IVA) de investimento inicial podem ser verificados na **Tabela 32**.

Tabela 32: Custo de investimento inicial para cada cenário da opção 1.

Cenário	Custo de investimento inicial (€)
Cenário 1.1	2.290,51
Cenário 1.2	858,97
Cenário 1.3	3.149,48

4.3.1.2. Redução na fatura anual

O cálculo da redução da fatura foi adquirido de acordo com a redução de água em m³ dado na **Tabela 29** e as tarifas de água municipal aplicáveis, fixas e variáveis (ver **Tabela 30, p.79** e **Tabela 31, p.79**). Estimou-se assim a redução alcançada em cada cenário ao final do ano, sendo os dados apresentados na **Tabela 33**, e nas tabelas auxiliares no **Anexo VIII**.

Tabela 33: Redução anual na fatura para cada cenário da opção 1.

Cenário	Poupança na fatura anual (€)
Cenário 1.1	7.115,44
Cenário 1.2	11.518,11
Cenário 1.3	17.655,92

4.3.1.3. Período de retorno do investimento

Para determinar a aplicação do melhor cenário, o período de retorno do investimento é um critério muito utilizado. Para a sua determinação, foram utilizados os valores de investimento inicial e a poupança mensal na fatura. Observou-se que para os cenários da opção 1, os períodos de retorno seriam inferiores a um ano, assim, o período em questão foi calculado em meses.

O **Anexo VIII** contém as tabelas auxiliares de cálculo para o tempo de retorno de cada cenário, e o número de meses de período de retorno do investimento da opção 1 é demonstrada na **Tabela 34**.

Tabela 34: Período de retorno de investimento para cada cenário da opção 1.

Cenário	Período de retorno de investimento (meses)
Cenário 1.1	4
Cenário 1.2	1
Cenário 1.3	3

Os períodos de retorno do investimento obtidos, foram consideravelmente baixos, sendo todos menos de 1 ano. É possível verificar que, apesar de apresentar o maior investimento inicial, o cenário 1.3 é o mais favorável, já que tem maior poupança hídrica e um baixo período de retorno (apenas 3 meses). Isso pode ser justificado pela sua composição, pois o cenário 1.3 é composto dos cenários 1.1 e 1.2, e dado que a substituição de torneiras (cenário 1.1) apresenta grande investimento, a sua combinação com a substituição de chuveiros (cenário 1.2) faz com

que o seu investimento seja compensado pelo ganho hídrico que esta última apresenta. Ao final de 1 ano, o lucro dos cenários 1.1, 1.2 e 1.3 é de 4.824,93 €, 10.659,14 € e 14.506,44 €, respetivamente (ver **Anexo VIII**).

4.3.2. Viabilidade económica dos cenários da opção 2

A viabilidade económica dos cenários da opção 2 não foi analisada, uma vez que a reutilização de águas cinzentas na descarga de autoclismos, colmataria apenas 2,5% do consumo total (ver **Figura 43-(a), p.75**). Sendo este valor não significativo, acredita-se que os custos com a aplicação de sistemas de reutilização de águas cinzentas provindas tanto dos chuveiros, como da lavagem dos filtros, não seria justificável.

No entanto, acredita-se que os custos sejam justificáveis caso seja potenciada a reutilização da água de lavagem dos filtros das piscinas, na rega do relvado do estádio municipal. Porém, neste caso, não houve a realização de projetos, já que resultaria num desvio do foco da presente dissertação, a qual trata da eficiência hídrica referente às piscinas municipais de Bragança.

CAPÍTULO 5: CONCLUSÃO E PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

5.1. Conclusão

A quantidade de países em situação de extremo *stress* hídrico atualmente é alarmante e, esta condição, pode afetar o desenvolvimento socioeconómico das nações e a qualidade de vida das suas populações. Com isso, alguns programas estão sendo gerados por parte de cada país para melhorar o gerenciamento de água em diferentes setores. De entre os setores que necessitam de água para o seu funcionamento, todos são sujeitos a aplicações para redução de perdas, gastos desnecessários, reutilização e reciclagem.

Em Portugal, o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água, foi criado com o intuito de reduzir o risco de escassez de água no país, sendo constituído por medidas nos setores urbano, agrícola e industrial. A partir das propostas de soluções dadas, a sua aplicação pode ser estudada, o que concebeu o tema da presente dissertação.

Neste estudo, foram analisadas algumas soluções para redução do consumo de água potável nas piscinas municipais da cidade de Bragança. Foi abordada a eficiência hídrica que representa cada cenário, formado por uma ou mais medidas, e a sua viabilidade económica.

Com a aplicação dos cenários da opção 1 (cenários 1.1, 1.2, 1.3), que englobam a regulação das descargas dos autoclismos, a substituição de torneiras e a substituição de chuveiros, estima-se obter poupanças anuais de água de 8,03%, 13,19% e **20,39%**, respetivamente. A redução no consumo, resulta numa redução na fatura anual de água de 7.115,44 €, 11.518,11 € e **17.655,92** €, respetivamente. Para investimentos iniciais de 2.290,51 €, 858,97 € e **3.149,48** €, os tempos de retorno do investimento serão de 4, 1 e **3** meses, respetivamente. Além do mais, considerando-se a redução na fatura e o investimento inicial, ao fim do primeiro ano, serão obtidos lucros de 4.824,93 €, 10.659,14 € e **14.506,44** €, respetivamente.

Para os cenários da opção 2 (cenários 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5) que são constituídos pelas medidas da opção 1 somadas a outras relativas à reutilização de águas cinzentas, como: reutilização da água de lavagem dos filtros nas descargas dos autoclismos e na rega do relvado do estádio municipal de Bragança e reutilização da água dos chuveiros nas descargas dos autoclismos, espera-se obter poupanças anuais de água de 2,50%, 9,70%, 14,72%, 18,32%, **23,33%**, respetivamente.

Em suma, é possível verificar que todos os cenários apresentam benefícios, sendo alguns mais simples de serem aplicados (cenários da opção 1), dado que a substituição de dispositivos de utilização para outros de eficiência hídrica, necessita de pouca mão de obra e equipamentos para ser realizado.

Por outro lado, a aplicação dos cenários da opção 2, que apresenta a reutilização de águas cinzentas, é uma medida consciente que leva à redução de consumo de água potável. No entanto, a sua realização necessita de maiores estudos e disponibilidade de capital, já que se espera maiores investimentos para realização de projetos, obras, necessidade de mão de obra, e equipamentos de grandes dimensões (reservatórios, decantadores, ETARs) e outros.

Com tudo isso, é possível concluir que diversas medidas podem ser aplicadas para reduzir o consumo de água neste tipo de instalação, gerando benefícios económicos ao Município de Bragança, ao mesmo tempo que previne situações de escassez de água na região e, o mais importante, a utilização consciente deste recurso essencial na vida dos indivíduos.

5.2. Proposta de trabalhos futuros

A realização deste estudo pode ser complementada no futuro com outras análises em relação a um melhor gerenciamento dos recursos hídricos, apresentam-se algumas sugestões, nomeadamente:

- Estudar a eficiência hídrica do Pavilhão Municipal Arnaldo Pereira, instalação que se encontra no mesmo edifício das piscinas municipais de Bragança, sendo possível considerar outras medidas de aplicação como, por exemplo, o aproveitamento das águas pluviais;
- Atuar na fase de projeto da aplicação da reutilização das águas cinzentas provindas da limpeza dos filtros das piscinas, na rega do relvado do Estádio Municipal de Bragança. Além do mais, sugere-se a análise da água, considerando-se os parâmetros de qualidade que não foram verificados;
- Estudo do comportamento dos utilizadores em relação ao consumo de água em outras tipologias de edifícios. Assim, identificação do nível de preocupação das pessoas em

relação ao consumo inteligente da água e apresentar medidas eficientes de informação e conscientização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANQIP. (2014). *Catálogo de Produtos Certificados*, p. 116. Obtido de https://rpcf.aiccopn.pt/archive/doc/catalogo_2014.pdf
- ANQIP. (s.d.). *Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos*. Obtido de Site da ANQIP: <https://anqip.pt/index.php/pt/comissoes-tecnicas/90-comissao-tecnica-0802>
- ANQIP ETA 0802. (22 de Abril de 2015). ETA 0802 - Regulamento do Sistema Voluntário ANQIP de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos. p. 9. Obtido de Site da ANQIP : <https://anqip.pt/index.php/pt/comissoes-tecnicas/90-comissao-tecnica-0802>
- ANQIP ETA 0804. (22 de Abril de 2015). ETA 0804 - Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete. p. 6. Obtido de <https://anqip.pt/index.php/pt/comissoes-tecnicas/90-comissao-tecnica-0802>
- ANQIP ETA 0806. (22 de Abril de 2015). ETA 0806 - Especificações para Atribuição de Rótulos de Eficiência Hídrica ANQIP a Chuveiros e Sistemas de Duche. p. 5. Obtido de <https://anqip.pt/index.php/pt/comissoes-tecnicas/90-comissao-tecnica-0802>
- ANQIP ETA 0808. (22 de Abril de 2015). ETA 0808 – Especificações para a Atribuição de Rótulos de Eficiência Hídrica ANQIP a Torneiras e Fluxómetros de Mictórios. p. 5. Obtido de <https://anqip.pt/index.php/pt/comissoes-tecnicas/90-comissao-tecnica-0802>
- ANQIP ETA 0905. (1 de Maio de 2015). ETA 0905 - Sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC). p. 17. Obtido de <https://anqip.pt/index.php/pt/comissoes-tecnicas/98-comissao-tecnica-0905>
- APA. (2012). *PNUEA*. Obtido em 18 de Março de 2019, de Site da Agência Portuguesa do Ambiente:
<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=860>
- Aqua eXperience. (s.d.). *Eficiência Hídrica em Edifícios*. Obtido em 15 de Maio de 2019, de Site da Aqua eXperience: <https://www.aquaexperience.pt/ebook>

-
- Architizer. (s.d.). *How to Choose the Ultimate Water-Saving Toilet*. Obtido em 20 de Maio de 2019, de Site do Architizer: <https://architizer.com/blog/practice/details/water-saving-toilets/>
- Augusto, A., & Araújo, R. (2010). *Uso Eficiente de Água em Piscinas Públicas. Efeito na Redução dos GEE*. Dissertação, Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil, Aveiro.
- Barroso, J. (18 de Junho de 2018). *¿Cómo Funciona una Piscina Equipada?* Obtido em 10 de Março de 2019, de Site do José Barroso: <https://blog.josebarroso.com.mx/c%C3%B3mo-funciona-una-piscina-equipada>
- Boyle Schwartz, D. (s.d.). *A Cheap and Easy Way to Slash Your Water Bill*. Obtido em 19 de Abril de 2019, de Site da Bob Vila: <https://www.bobvila.com/articles/how-to-choose-a-faucet-aerator/>
- Bragança Município. (s.d.). *Demografia*. Obtido em 14 de Outubro de 2019, de Site do Bragança Município: <https://www.cm-braganca.pt/pages/315>
- Câmara Municipal de Bragança. (2018). Edital n.º 63/2018. *Tarifário de Abastecimento de Água do Município de Bragança*, p. 4.
- Decreto Regulamentar n.º 5/97. (31 de março de 1997). Diário da República. pp. 1397-1422.
- Decreto-Lei n.º 152/2017. (7 de dezembro de 2017). Diário da República. pp. 6555-6576.
- Decreto-Lei n.º 306/2007. (27 de Agosto de 2007). Diário da República. pp. 5747-5765.
- Dias, G. M. (2012). *Recuperação parcial da água de lavagem dos filtros utilizados no tratamento da água de piscinas de uso público*. Dissertação de Engenharia Química, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- Diretiva CNQ n.º 23/93. (1993). A Qualidade nas Piscinas de Uso Público. Obtido de <http://www.apppiscinas.pt/-20150421112324>
- Docol. (s.d.). *Produtos*. Obtido em 17 de Junho de 2019, de Site do Docol: <https://m.docol.com.br/pt/produto/valvula-para-chuveiro-agua-fria-ou-pre-misturada-pressmatic-alta-pressao>

-
- Dover Projects. (2009). *Toilet Tank Water Savers*. Obtido em 26 de Março de 2019, de Site do Dover Projects: <http://doverprojects.blogspot.com/2009/01/toilet-tank-water-savers.html>
- ECODEPUR. (2019). *Reciclador de águas cinzentas ECODEPUR® BIOX*. Obtido em 29 de Setembro de 2019, de Site da ECODEPUR: <https://www.ecodepur.pt/pt/214/reciclador-de-aguas-cinzentas-ecodepur-biox>
- ECOFREE. (2013). *Catálogo*. Braga. Obtido de <http://www.ecofree.pt/catalogos/CATALOGO.pdf>
- EREK. (s.d.). *Aerator/Flow Regulator for Showerheads and Taps*. Obtido em 7 de Julho de 2019, de Site da EREK - European Resource Efficiency Knowledge Centre: <https://www.resourceefficient.eu/en/technology/aeratorflow-regulator-showerheads-and-taps>
- ERIX. (2018). *Catálogo n. 7*. Coima. Obtido de https://www.sofermar.pt/storage/files/ERIX_Catalogo_TabelaPrecos7.pdf
- Ferreira, F. (2012). *Referenciais para os Níveis de Consumo de Água Sustentáveis em Edifícios de Habitação*. Dissertação, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto.
- Ferreira, V. (s.d.). *Osmose*. Obtido em 13 de Outubro de 2019, de Brasil Escola: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/osmose.htm>
- Gomes, J. (2015). *Avaliação Hídrica de Piscinas. Caso de Estudo realizado nas Piscinas Municipais de Mangualde*. Dissertação, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto.
- Google Maps. (12 de Outubro de 2019). Obtido de Site do Google Maps: <https://www.google.com/maps/place/Parque+de+Estacionamento+do+Acad%C3%AAmico/@41.8054415,-6.770315,19.75z/data=!4m8!1m2!2m1!1scomplexo+municipal+de+bragan%C3%A7a!3m4!1s0xd3a498e6570e5eb:0x3541e66e42b6aaba!8m2!3d41.8056482!4d-6.7699901>

-
- GROHE. (s.d.). *O Que é Uma Misturadora Termostática ?* Obtido em 4 de Junho de 2019, de Site da GROHE: https://www.grohe.pt/pt_pt/banho/tendencias-designs-de-torneiras/beneficios-das-misturadoras-termostaticas.html
- GROHE. (s.d.). *Swift Monocomando de Lavatório*. Obtido em 15 de Maio de 2019, de Site do GROHE: https://www.grohe.pt/pt_pt/swift-monocomando-de-lavat-rio-1-2-br-tamanho-s-23265000.html
- Harrison, M. (2010). *Flush: Examining the Efficacy of Water Conservation in Dual Flush Toilets*. University of Oregon at Portland, Department of Architecture. Portland: American Solar Energy Society.
- Hofste, R. W., Reig, P., & Schleifer, L. (2019). *17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress*. Obtido em 18 de Março de 2019, de World Resources Institute: <https://www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress>
- ISO 14020:2000. (15 de Setembro de 2000). Environmental Labels and Declarations. *General Principles(2)*. Obtido de <https://www.iso.org/standard/34425.html>
- Leite, I. (2014). *Como Economizar Água com Chuveiros de Acionamento Automático*. Obtido em 11 de Abril de 2019, de Site do G1: <http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-agua-com-chuveiros-de-acionamento-automatico.html>
- LNEC. (2015). *Água em Empreendimentos Hoteleiros. Estado da Arte*. Lisboa.
- Madeira, C., & Noronha, V. (Fevereiro de 2012). *Água destinada ao consumo humano. Riscos para a saúde humana resultantes de uma deficiente desinfecção - cloro residual livre*, p. 5.
- Maranhão, F. (5 de Fevereiro de 2015). *É possível vive com 110 litros de água por dia? Veja como seria sua vida*. Obtido em 24 de Abril de 2019, de Site da UOL: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/02/05/e-possivel-viver-com-110-litros-de-agua-por-dia-veja-como-seria-a-sua-vida.htm>

-
- Marecos do Monte, H., & Albuquerque, A. (2010). *Reutilização de águas residuais*. Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.
- Martins, V. (6 de Maio de 2015). *Utilização de piscinas. Riscos e medidas de controlo*. Obtido em 5 de Abril de 2019, de Site do Instituto Português da Qualidade: http://www1.ipq.pt/PT/IPQ/historico_eventos/Documents/Piscinas%20cs04%20maio%202015/Utilizacao%20de%20Piscinas_Riscos%20e%20medidas%20controlo_DGS.pdf
- Miguel, C., & Fernandes, P. (2013). *Determinação dos Caudais de Conforto em Chuveiros*. Dissertação, Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil, Aveiro.
- NP 4434. (2005). Reutilização de águas residuais tratadas na rega.
- NP EN 15288-1. (2009). Piscinas. Parte 1: Requisitos de segurança para a concepção.
- NP EN 15288-2. (2009). Piscinas. Parte 2: Requisitos de segurança para o funcionamento de Piscinas.
- NSW Government. (Dezembro de 2012). *Reuse and recycling of swimming pool backwash water*. Obtido em 21 de Setembro de 2019, de NSW Government: <https://www.health.nsw.gov.au/environment/factsheets/Pages/swimming-pool-backwash.aspx>
- Oliveira, L. (2018). *Decaimento da concentração de cloro residual livre nas redes de abastecimento de água*. Dissertação de pós-graduação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Pimentel-Rodrigues, C. (2008). *Um Modelo para a Avaliação da Eficiência Hídrica de Produtos*. Dissertação, Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil, Aveiro.
- Pimentel-Rodrigues, C. (2015). *Um Modelo para a Avaliação da Eficiência Hídrica em Edifícios*. Dissertação, Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil, Aveiro.

-
- Portal Eletricista. (2017). *Temporizador para chuveiro – dicas, passo a passo*. Obtido em 25 de Maio de 2019, de Site do Portal do Eletricista: <https://www.portaleletricista.com.br/temporizador-2/>
- Quevedo, R. T. (2016). *Sedimentação*. Obtido em 7 de Agosto de 2019, de InfoEscola Navegando e Aprendendo: <https://www.infoescola.com/quimica/sedimentacao/>
- ROCA. (2019). *Tabela/Catálogo*. Obtido de https://www.sofermar.pt/storage/files/ROCA_2019.pdf
- Salcedo, J., Testezlaf, R., & Mesquita, M. (2011). *Processo da retrolavagem em filtros de areia usados na irrigação localizada*. Jaboticabal.
- Schulte, P. (2017). *What Do “Water Scarcity”, “Water Stress”, and “Water Risk” Actually Mean?* Obtido em 28 de Abril de 2019, de CEO Water Mandate: <https://ceowatermandate.org/posts/water-scarcity-water-stress-water-risk-actually-mean/>
- Silva-Afonso, A., & Pimentel-Rodrigues, C. (2017). *Manual de Eficiência Hídrica em Edifícios*. ANQIP - Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais, Portugal.
- Sua Obra. (s.d.). *O que é Monocomando para Chuveiro e Monocomando para Torneira*. Obtido em 20 de Maio de 2019, de Sita da Sua Obra: <http://www.suaobra.com.br/dicas/instalacoes/o-que-e-monocomando-para-chuveiro-e-monocomando-para-torneira>
- TECHNOL. (s.d.). *Dispositivo de reciclagem para recuperação de água de retrolavagem*. Obtido em 9 de Outubro de 2019, de TECHNOL: <https://www.technol.si/en/swimming-pools/recycling-device-for-the-recovery-of-backwash-water/>
- Teixeira, R. (2015). *Uso Sustentável da Água: Avaliação de Benefícios adotando Eficiência Hídrica em Edifícios*. Dissertação, Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Coimbra.

TRES. (s.d.). *O que são e Como Funcionam as Torneiras Termostáticas?* Obtido em 5 de Maio de 2019, de Sita da TRES: <https://www.tresgriferia.com/o-que-sao-e-como-funcionam-as-torneiras-termostaticas>

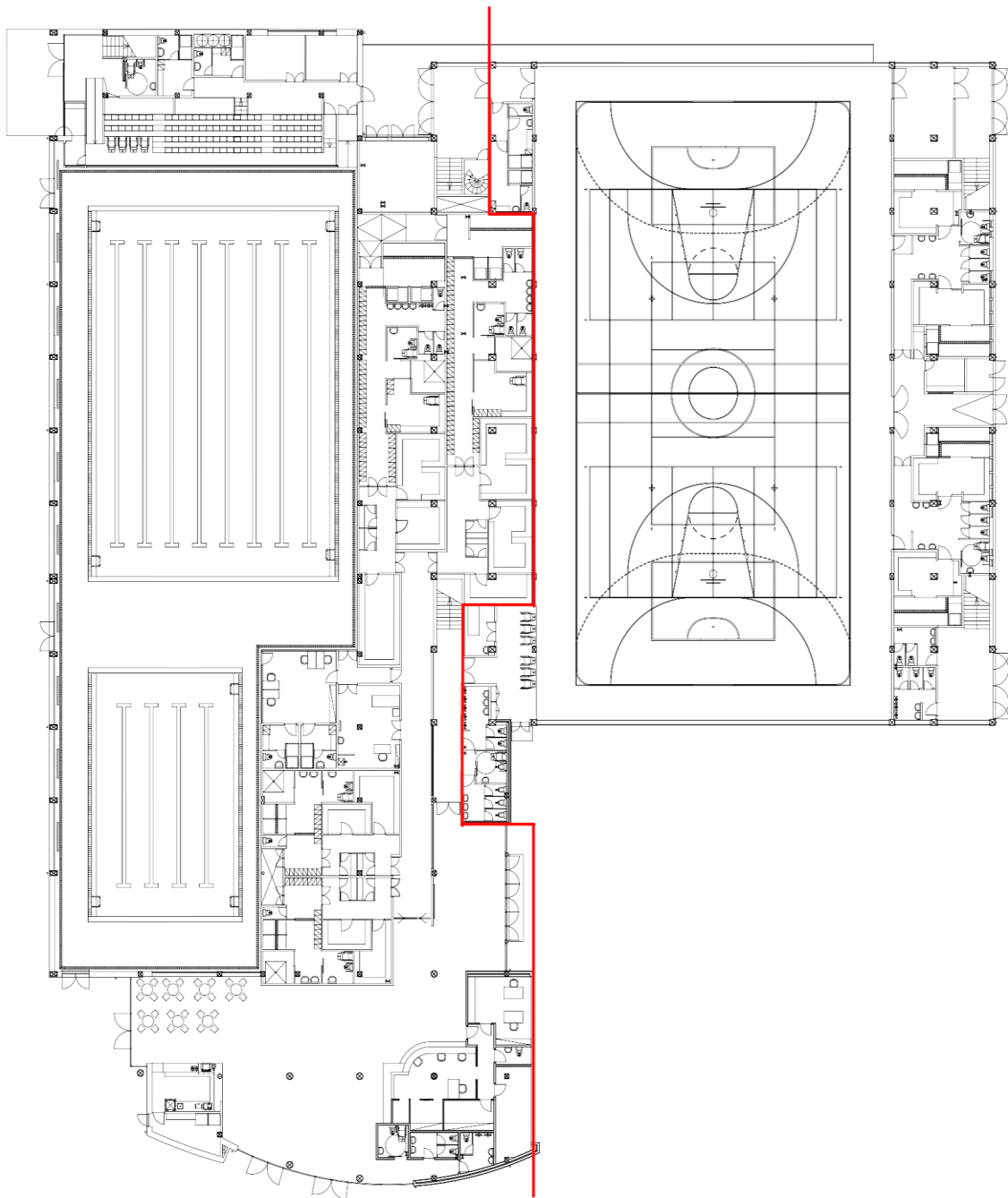
WYCZARSKA-KOKOT, J. (2016). *The study of possibilities for reuse of washings from swimming pool circulation systems*. Artigo, Silesian University of Technology, Polônia.

Zero Zero. (s.d.). *Estádio Municipal Eng.º José Luís Pinheiro*. Obtido em 15 de Outubro de 2019, de zerozero.pt: <https://www.zerozero.pt/estadio.php?id=1223>

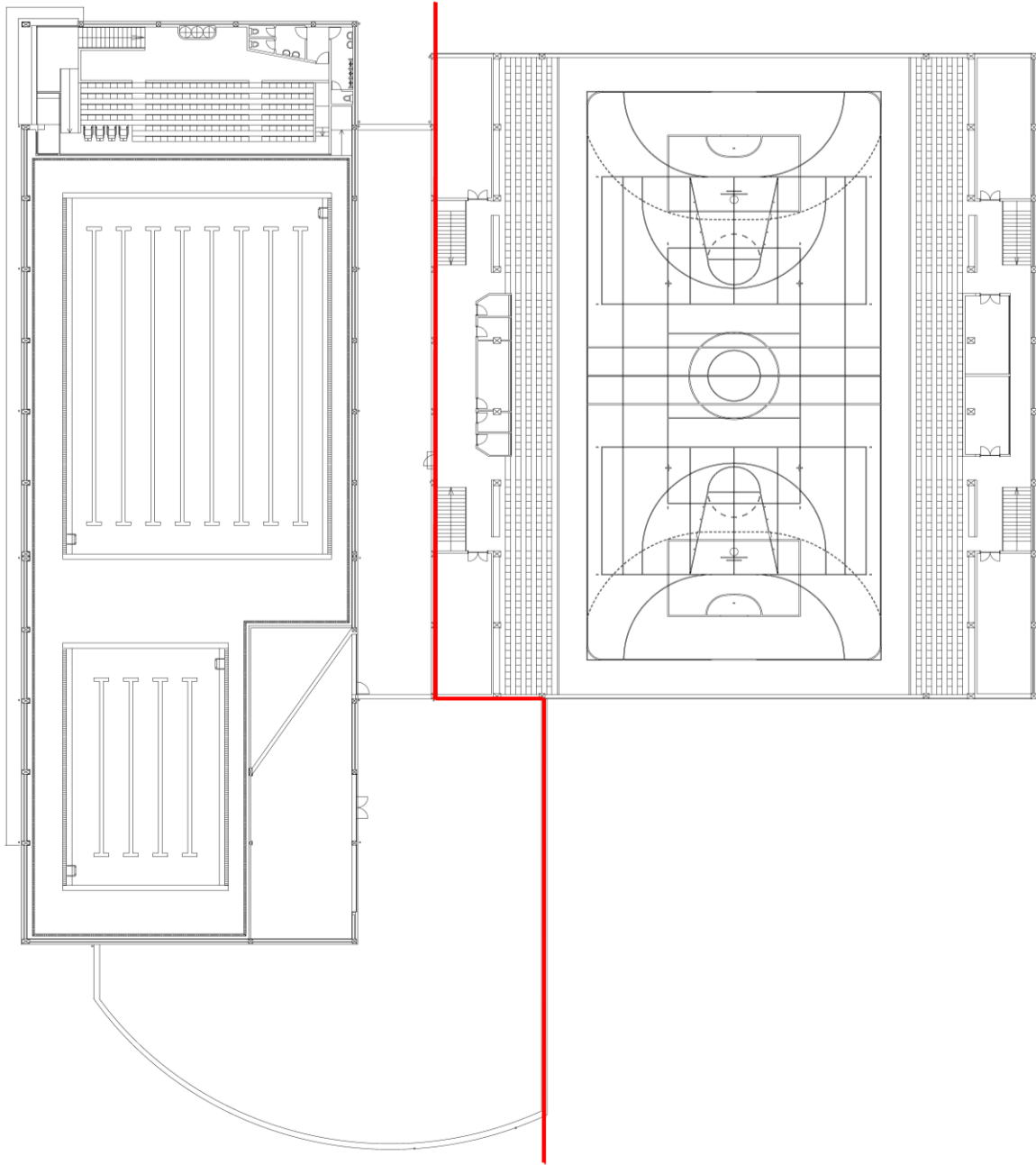
ANEXOS

Anexo I: Plantas do projeto.

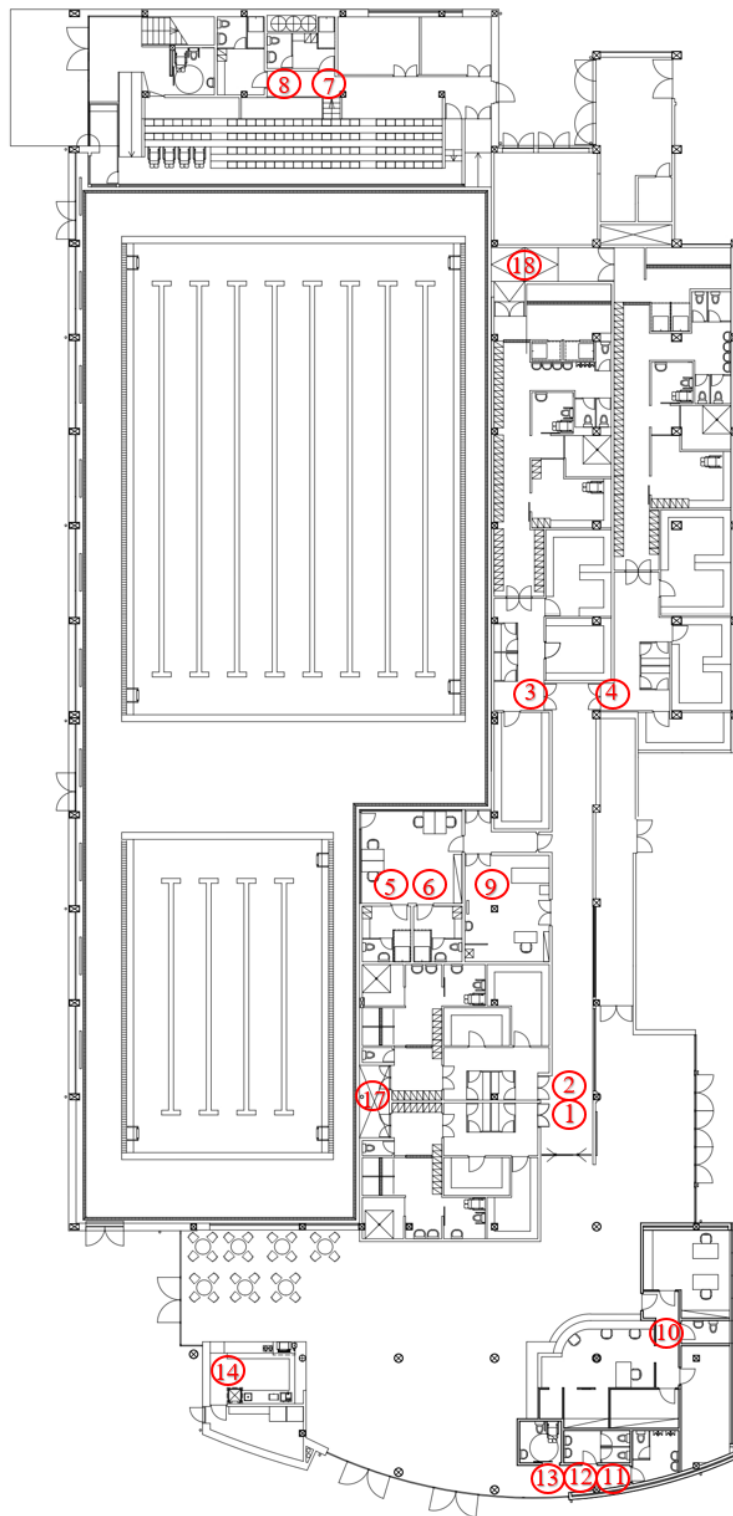
I.1: Planta do Piso 1 – Divisão da zona das piscinas e do pavilhão.



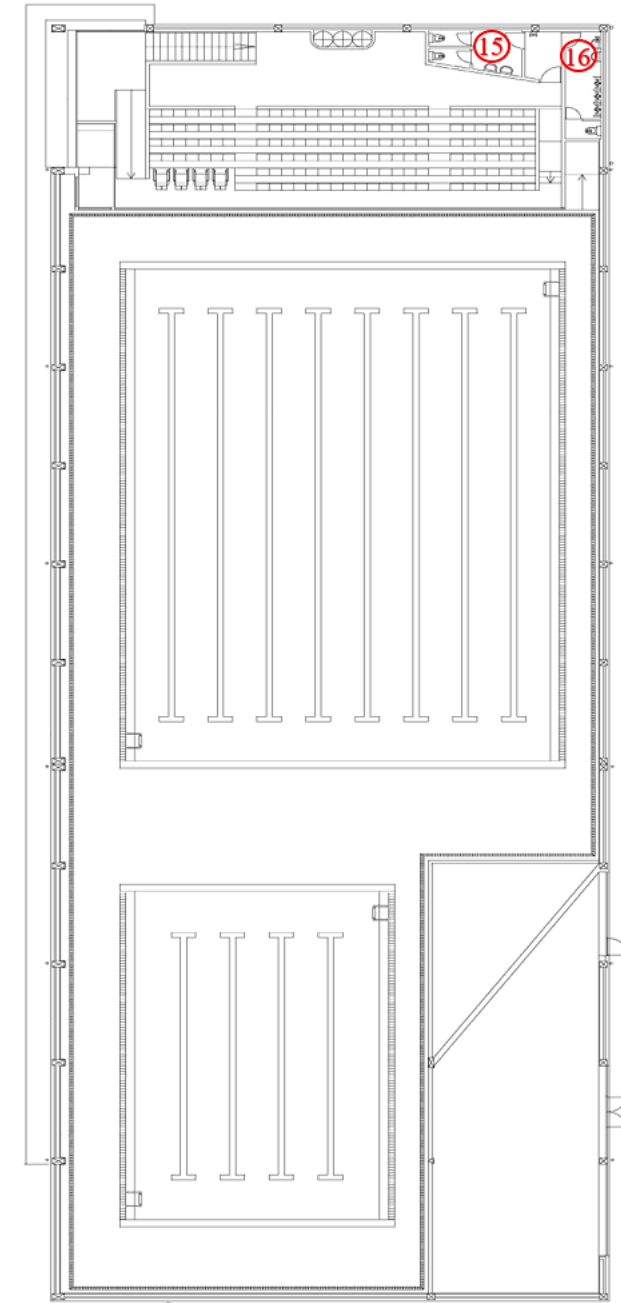
I.2: Planta do Piso 2 – Divisão da zona das piscinas e do pavilhão.



I.3: Planta do Piso 1 – Zona das piscinas numerada por cômodo.

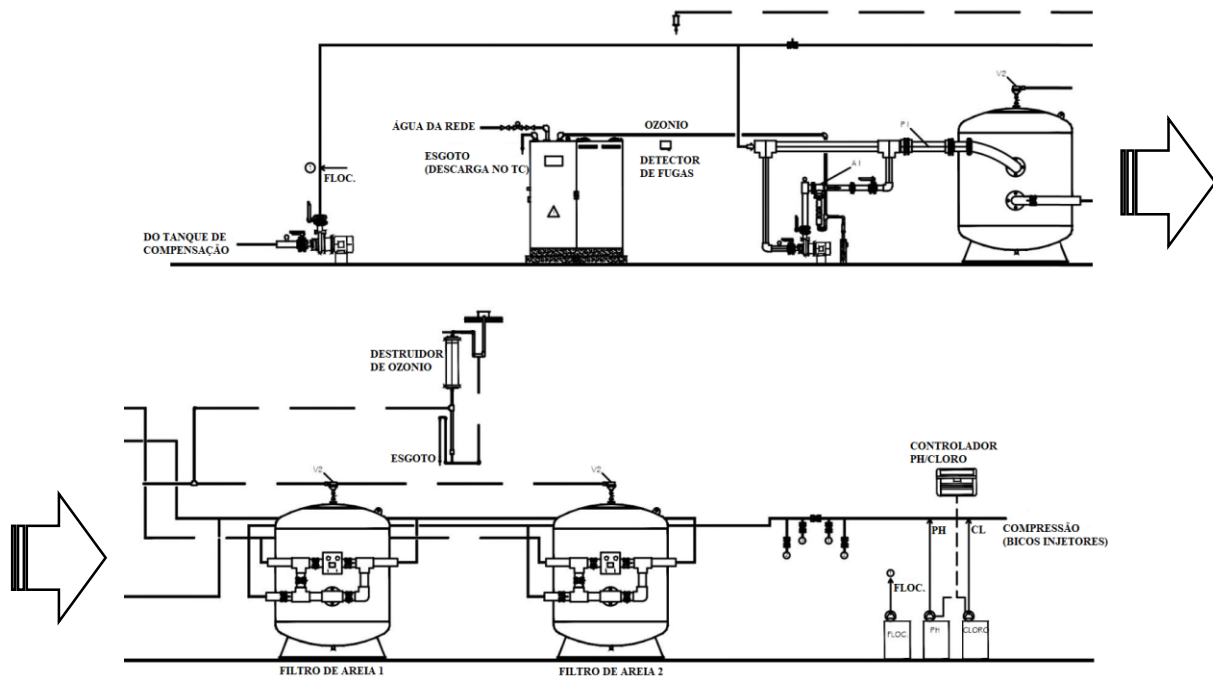


I.4: Planta do Piso 2 – Zona das piscinas numerada por cômodo.



Anexo II: Esquema de circulação da água.

II.1: Projeto do esquema de circulação de água das piscinas.



Anexo III: Dados de frequência.

III.1: Dados de frequência mensal e anual na zona das piscinas.

Mês	2017	2018
janeiro	5.261	3.557
fevereiro	5.294	4.309
março	5.358	4.672
abril	5.112	4.950
maio	4.666	5.077
junho	3.180	2.994
julho	3.021	4.000
agosto	561	590
setembro	1.067	710
outubro	5.036	5.992
novembro	8.327	5.214
dezembro	1.072	1.894
Total	47.955	43.959

III.2: Dados de frequência anual na zona do pavilhão.

Ano	Frequência
2015	36.877
2016	31.656
2017	44.793
2018	34.165

Anexo IV: Consumo de água.

IV.1: Consumo de água no edifício (piscinas e pavilhão).

Ano	Consumo anual (m³)	Consumo mensal (m³/mês)
2015	18.975	1.581,2
2016	13.737	1.144,7
2017	20.163	1.680,2
2018	19.959	1.663,2

Anexo V: Questionário.

V.1: Questionário aplicado aos utilizadores das piscinas municipais de Bragança.

Questionário

No âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, venho pedir a sua colaboração para responder a um questionário, em que se pretende saber quais são os seus hábitos relativamente ao “Consumo de água nas piscinas municipais da cidade de Bragança”. É muito importante que responda a todas as questões com sinceridade e empenho. Saliento ainda que assumo o compromisso de só fazer uso público da informação recolhida sob a forma de anonimato.

Agradeço, desde já, a sua colaboração.

1. Sexo:
 Masculino Feminino
2. Idade: _____
3. Indique as atividades que costuma frequentar nas piscinas e uma estimativa do número de vezes que, por semana, frequenta essas atividades:
 Hidroginástica e deep water adultos _____
 Aprendizagem e aperfeiçoamento - adultos _____
 Aperfeiçoamento - crianças e jovens _____
 Adaptação ao meio aquático - crianças e jovens _____
 Natação para bebés _____
 Horário livre _____
 Outra. Qual? _____

4. Indique uma estimativa de quantas vezes lava as mãos: _____
5. Indique uma estimativa de quantas vezes usa o duche: _____
5.1 Indique uma estimativa, em minutos, do tempo que demora no duche: _____

Responda às questões 6, 6.1 e 6.2 se for do sexo masculino

6. Indique uma estimativa do número de vezes que diariamente utiliza:
Urinol: _____ Sanita: _____
- 6.1 De cada vez que usa o urinol, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____
- 6.2 De cada vez que usa a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

Responda às questões 7 e 7.1 se for do sexo feminino

7. Indique uma estimativa do número de vezes que diariamente utiliza a sanita: _____
7.1 De cada vez que usa a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____
8. Quais as medidas que considera que deviam ser aplicadas nas piscinas municipais para um uso mais eficiente de água?

Obrigada pela sua colaboração!
Carmem Zavattieri
Aluna de Mestrado em Engenharia da Construção da ESTiG - IPB

Anexo VI: Fichas técnicas das torneiras recomendadas.






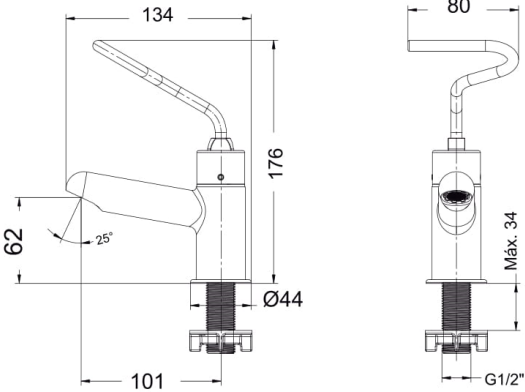
VI.1: Ficha técnica da torneira misturadora de lavatório.

	<h2>FICHA TÉCNICA</h2> <p>Misturadora para lavatório Referência: ET325</p>
 	
<p>CARACTERÍSTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none">- Perlador limitador de caudal a 5 lt/min- Cartucho de discos cerâmicos 35mm- Classe de pressão: 1 a 5 bar- Acabamento cromado resistente a corrosão <p>CERTIFICAÇÃO:</p> <ul style="list-style-type: none">- Classe A em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP 	
<p>DIMENSÕES (MM)</p> 	

FT_ET325_04.18 PT

A Erix reserva-se o direito de introduzir alterações técnicas que melhorem o desempenho e funcionalidade do produto a qualquer momento e sem aviso prévio.





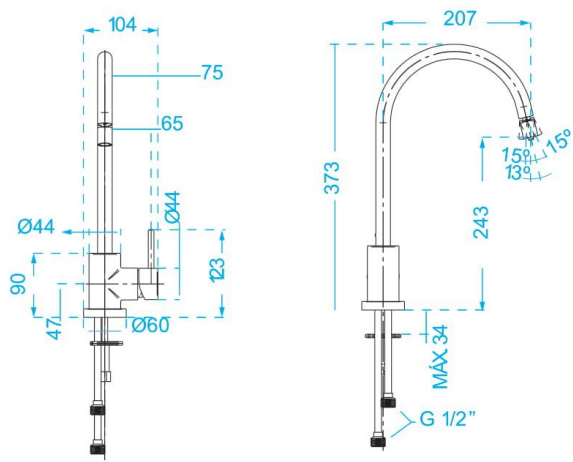
VI.2: Ficha técnica da torneira temporizada de lavatório.

	<h3>FICHA TÉCNICA</h3> <p>Torneira temporizada para lavatório Benefit Referência: ET007</p> 
 	
<p>CARACTERÍSTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none">- Perlator embutido que, além de garantir economia de água, é mais resistente ao vandalismo- Temporização 6 segundos- Classe de pressão: 0,2 a 4 bar- Temperatura máxima da água: 40 °C- Acabamento cromado biníquel de alta resistência à corrosão, conservando a beleza do produto por muito mais tempo <p>CERTIFICAÇÃO:</p> <ul style="list-style-type: none">- Classe A em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP 	
<p>DIMENSÕES (MM)</p> 	

FT_ET007_01_19.PT

A Erix reserva-se o direito de introduzir alterações técnicas que melhorem o desempenho e funcionalidade do produto a qualquer momento e sem aviso prévio.

VI.3: Ficha técnica da torneira misturadora para lava-loiça.

	<h2>FICHA TÉCNICA</h2> <p>Misturadora para lava-loiça Monet LEED Referência: ET483</p> 
 	
<p>CARACTERÍSTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none">- Bica giratória com rotação de 360° que proporciona flexibilidade e otimiza espaço- Perlator embutido com fluxo constante de 8 lts/min garante maior economia de água, proporciona conforto de utilização e evita salpicos- Classe de pressão: 1 – 4 bar- Temperatura máxima: 70 °C- Acabamento cromado biníquel de alta resistência à corrosão, conservando a beleza do produto por muito mais tempo	
<p>DIMENSÕES (MM)</p> 	

FT_ET483_01.20.PT

A Erix reserva-se o direito de introduzir alterações técnicas que melhorem o desempenho e funcionalidade do produto a qualquer momento e sem aviso prévio.

Anexo VII: Percentagem de redução de água com aplicação dos cenários.

VII.1: Percentagem de redução do cenário 1.1.

Cenário 1.1

Medida	Consumo sem medida (m³)	Consumo com medida (m³)
Regulação descarga do autoclismo	413,61	275,74
Substituição de torneiras de lavatório modelo 1	1.350,98	574,23
Substituição de torneiras de lavatório modelo 2	469,69	115,12
Substituição de torneira de cozinha	129,60	69,12
Total	2.363,89	1.034,22
Consumo total anual	16.560,48	
Redução	8,03%	

VII.2: Percentagem de redução do cenário 1.2.

Cenário 1.2

Medida	Consumo sem medida (m³)	Consumo com medida (m³)
Regulação descarga do autoclismo	413,61	275,74
Substituição de chuveiros modelo 1	3.689,32	2.955,89
Substituição de chuveiros modelo 2	2.062,19	748,92
Total	6.165,12	3.980,56
Consumo total anual	16.560,48	
Redução	13,19%	

VII.3: Percentagem de redução do cenário 1.3.

Cenário 1.3

Medida	Consumo sem medida (m³)	Consumo com medida (m³)
Regulação descarga do autoclismo	413,61	275,74
Substituição de torneiras de lavatório modelo 1	1.350,98	574,23
Substituição de torneiras de lavatório modelo 2	469,69	115,12
Substituição de torneira de cozinha	129,60	69,12
Substituição de chuveiros modelo 1	3.689,32	2.955,89
Substituição de chuveiros modelo 2	2.062,19	748,92
Total	8.115,40	4.739,03
Consumo total anual		16.560,48
Redução		20,39%

VII.4: Percentagem de redução do cenário 2.1.

Cenário 2.1

Medida	Consumo sem medida (m³)	Consumo com medida (m³)
Regulação descarga do autoclismo	413,61	275,74
Reutilização de águas dos chuveiros atuais para distribuição nos autoclismos	0	-275,74
Total	413,61	0
Consumo total anual		16.560,48
Redução		2,50%

VII.5: Percentagem de redução do cenário 2.2.

Cenário 2.2		
Medida	Consumo sem medida (m³)	Consumo com medida (m³)
Regulação descarga do autoclismo	413,61	275,74
Reutilização de água da lavagem dos filtros para distribuição nos autoclismos	0	-275,74
Reutilização de água da lavagem dos filtros para rega do relvado do estádio	7.200,00	5.308,00
Total	7.613,61	0
Consumo total anual com rega do estádio		23.760,48
Redução		9,70%

VII.6: Percentagem de redução do cenário 2.3.

Cenário 2.3		
Medida	Consumo sem medida (m³)	Consumo com medida (m³)
Regulação descarga do autoclismo	413,61	275,74
Reutilização de água da lavagem dos filtros para distribuição nos autoclismos	0	-275,74
Reutilização de água da lavagem dos filtros para rega do relvado do estádio	7.200,00	5.308,00
Substituição de torneiras de lavatório modelo 1	1.350,98	574,23
Substituição de torneiras de lavatório modelo 2	469,69	115,12
Substituição de torneira de cozinha	129,60	69,12
Total	9.563,89	6.066,48
Consumo total anual com rega do estádio		23.760,48
Redução		14,72%

VII.7: Percentagem de redução do cenário 2.4.

Cenário 2.4		
Medida	Consumo sem medida (m³)	Consumo com medida (m³)
Regulação descarga do autoclismo	413,61	275,74
Reutilização de água da lavagem dos filtros para distribuição nos autoclismos	0	-275,74
Reutilização de água da lavagem dos filtros para rega do relvado do estádio	7.200,00	5.308,00
Substituição de chuveiros modelo 1	3.689,32	2.955,89
Substituição de chuveiros modelo 2	2.062,19	748,92
Total	13.365,12	9.012,81
Consumo total anual com rega do estádio		23.760,48
Redução		18,32%

VII.8: Percentagem de redução do cenário 2.5

Cenário 2.5		
Medida	Consumo sem medida (m³)	Consumo com medida (m³)
Regulação descarga do autoclismo	413,61	275,74
Reutilização de água da lavagem dos filtros para distribuição nos autoclismos	0	-275,74
Reutilização de água da lavagem dos filtros para rega do relvado do estádio	7.200,00	5.308,00
Substituição de torneiras de lavatório modelo 1	1.350,98	574,23
Substituição de torneiras de lavatório modelo 2	469,69	115,12
Substituição de torneira de cozinha	129,60	69,12
Substituição de chuveiros modelo 1	3.689,32	2.955,89
Substituição de chuveiros modelo 2	2.062,19	9.771,29
Total	15.315,40	4.463,2
Consumo total anual com rega do estádio		23.760,48
Redução		23,33%

Anexo VIII: Viabilidade económica.

VIII.1: Orçamento para cada cenário da opção 1.

Opção 1				
Cenário	Designação dos trabalhos	Quantidade (un)	Valor unitário (€)	Valor total (€)
Cenário 1.1	- Regulação das descargas dos autoclismos	28	0,00	0,00
	- Substituição das torneiras de lavatório para torneira ERIX misturadora para lavatório (ou equivalente)	25	42,67	1 066,75
	- Substituição das torneiras de lavatório para pessoas com necessidades especiais para torneira ERIX temporizada para lavatório Benefit (ou equivalente)	5	98,85	494,25
	- Substituição de torneira de cozinha para torneira ERIX misturadora para lava-loiça Monet (ou equivalente)	1	177,20	177,20
	- Desmontagem de torneiras existentes, incluindo todos os trabalhos e acessórios necessários para sua perfeita execução	31	4,00	124,00
Total com IVA				2 290,51€
Cenário 1.2	- Regulação das descargas dos autoclismos	28	0,00	0,00
	- Substituição dos chuveiros de cabeça fixa para chuveiros ECOFREE fixo eclipse branco (ou equivalente)	25	15,39	384,75
	- Substituição dos chuveiros de cabeça móvel para chuveiro ROCA Stella 100/3 (ou equivalente)	8	22,70	181,60
	- Desmontagem dos chuveiros existentes, incluindo todos trabalhos e acessórios necessários para sua perfeita execução	33	4,00	132,00
Total com IVA				858,97 €
Cenário 1.3	- Regulação das descargas dos autoclismos	28	0,00	0,00
	- Substituição das torneiras de lavatório para torneira ERIX misturadora para lavatório (ou equivalente)	25	42,67	1 066,75
	- Substituição das torneiras de lavatório para pessoas com necessidades especiais para torneira ERIX temporizada para lavatório Benefit (ou equivalente)	5	98,85	494,25
	- Substituição de torneira de cozinha para torneira ERIX misturadora para lava-loiça Monet (ou equivalente)	1	177,20	177,20

Opção 1			
- Substituição dos chuveiros de cabeça fixa para chuveiros ECOFREE fixo eclipse branco (ou equivalente)	25	15,39	384,75
- Substituição dos chuveiros de cabeça móvel para chuveiro ROCA Stella 100/3 (ou equivalente)	8	22,70	181,60
- Desmontagem dos chuveiros existentes, incluindo todos trabalhos e acessórios necessários para sua perfeita execução	64	4,00	256,00
Total com IVA			3 149,48 €

VIII.2: Redução na fatura para cada cenário da opção 1.

Cenário	Tarifas variáveis (€/m³)			Tarifas fixas (€)			Total (€)
	Água	Saneamento	RSU	Água	Saneamento	RSU	
1.1	2.473,20	777,21	3.603,43	186,24	24,36	57,00	7.115,44
1.2	4.063,29	1.267,05	5.920,17	186,24	24,36	57,00	11.518,11
1.3	6.280,05	1.958,30	9.149,97	186,24	24,36	57,00	17.655,92

VIII.3: Período de retorno de investimento, redução na fatura anual e lucro acumulado para cada cenário da opção 1.

Cenário	Dados	Meses												Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1.1	Investimento inicial (€)	2.290,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.290,51
	Redução na fatura (€)	592,95	592,95	592,95	592,95	592,95	592,95	592,95	592,95	592,95	592,95	592,95	592,95	7.115,44
	Lucro (€)	-1.697,55	-1.104,60	-511,65	81,31	674,26	1.267,21	1.860,17	2.453,12	3.046,07	3.639,03	4.231,98	4.824,93	4.824,93
1.2	Investimento inicial (€)	858,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	858,97
	Redução na fatura (€)	959,84	959,84	959,84	959,84	959,84	959,84	959,84	959,84	959,84	959,84	959,84	959,84	11.518,11
	Lucro (€)	100,87	1.060,72	2.020,56	2.980,40	3.940,24	4.900,09	5.859,93	6.819,77	7.779,62	8.739,46	9.699,30	10.659,14	10.659,14
1.3	Investimento inicial (€)	3.149,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.149,48
	Redução na fatura (€)	1.471,33	1.471,33	1.471,33	1.471,33	1.471,33	1.471,33	1.471,33	1.471,33	1.471,33	1.471,33	1.471,33	1.471,33	17.655,92
	Lucro (€)	-1.678,15	-206,82	1.264,50	2.735,83	4.207,16	5.678,48	7.149,81	8.621,14	10.092,46	11.563,78	13.035,12	14.506,44	14.506,44

Anexo IX: Publicações.

Resumo em conferência

- Zavattieri, C., Freire, F. & Silva, F. (2019, dezembro). Uso de dispositivos de eficiência hídrica nas piscinas municipais de Bragança [Use of water efficiency devices in municipal swimming pools of Bragança]. Poster apresentado no VI Encontro de Jovens Investigadores do Instituto Politécnico de Bragança, Bragança (aceite para publicação).