

Avaliação do Potencial de Reutilização de “Água+” na Piscina Municipal Carlos Manafaia (Sines)

“Versão final após defesa”

João Carlos da Rocha Lourenço

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Geotecnia e Ambiente
Mestrado Integrado

Orientador: Prof. Doutor António João Carvalho de Albuquerque

Agosto de 2023

Declaração de Integridade

Eu, João Carlos da Rocha Lourenço que abaixo assino, estudante com o número de inscrição 34896 de/o Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 29 / 08 / 2023

Aos meus pais, irmão, avós, namorada e amigos.

*“Our greatest weakness lies in giving up.
The most certain way to succeed is always to try just one more time”
(Thomas Alva Edison, American Inventor and Businessman, died in 1931)*

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que ao longo do meu percurso me apoiaram, que me deram força e motivação para continuar, mesmo quando quase não a tinha.

Quero agradecer especialmente aos meus pais e avós pelo apoio incondicional que me deram, pelos muitos sacrifícios que fizeram para me fazer chegar onde cheguei, a confiança que me depositaram, a paciência que sempre tiveram comigo e a nunca me deixarem desistir, jamais serei capaz de retribuir ou agradecer por palavras todo o apoio e sacrifícios que fizeram por mim ao longo da vida, de coração, o meu muito obrigado.

Agradeço ao Professor Doutor António Albuquerque, orientador científico desta dissertação, pela disponibilidade tão imediata, pelo apoio em todo este processo tão complexo, pelo despertar para as temáticas tão importantes e pela amizade.

À Universidade da Beira Interior (UBI), em particular ao Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura (DECA), onde estudei e fui tão bem recebido, não só por colegas, como também por professores, tornando a minha passagem pela Covilhã tão única, a qual jamais esquecerei.

Um muito obrigado à Câmara Municipal de Sines, especialmente aos meus colegas e amigos, Eng.º Pedro José, Filipe Amaro e Paula Antero, que se disponibilizaram prontamente a ajudar-me em todas as etapas deste trabalho, desde o fornecimento de dados de consumo, projetos, todas as explicações necessárias para a compreensão do funcionamento das instalações, realização de ensaios de caudal, medições de parâmetros físico-químicos e questionários, ajuda essa que, sem a qual jamais seria capaz de tornar este trabalho em realidade.

Quero também deixar um agradecimento ao meu irmão e à minha namorada Laura Córdoba por insistirem, me motivarem e apoiarem nesta decisão de terminar este segundo ciclo de estudos e de me aliciarem para novos objetivos e projetos após a conclusão do mesmo.

Aos meus amigos mais próximos e colegas, pelo companheirismo que muitas vezes me deram ânimo, que me fizeram ver as situações de maneira diferente e pelas horas de estudo e trabalhos que recordarei com muita saudade.

Resumo

A presente dissertação surge na necessidade de melhorar e compreender a gestão de água nas Piscinas Municipais Carlos Manafaia, em Sines. Este tipo de equipamento é bastante procurado para atividades desportivas e lúdicas, porém são instalações que consomem quantidades de água potável bastante consideráveis.

O presente trabalho faz uma análise da eficiência hídrica existente e propõe medidas para reduzir os seus consumos ao longo do ano, faz também a análise ao aproveitamento das águas pluviais, assim como o estudo da reutilização das águas cinzentas para outros fins como a rega do relvado na envolvente e fornecimento de água aos serviços municipalizados de espaços verdes.

No decorrer do estudo chegou-se a valores de poupança de água na ordem dos 27 %. As soluções propostas tiveram em consideração facto do equipamento ser de utilização pública e a poupança de água e economia, nomeadamente regularização e substituição de autoclismos, torneiras, chuveiros e mictórios.

Na avaliação dos SAAP e SPRAC, considera-se poupança de água ao volume que estes sistemas são capazes de gerar ou armazenar. Em relação ao SAAP chegou-se aos 158,4 m³/ano, traduzidos numa poupança de 941,13 €/ano, satisfazendo a 100% a necessidade mensal de rega das 55 árvores na envolvente das piscinas municipais. Em relação ao SPRAC considerou-se que serviria para regar a área de relvado na envolvente das piscinas municipais, que consome 5346 m³/ano e que suprimiu 100% das suas necessidades hídricas anuais, em relação a fornecer água ao serviço de espaços verdes este sistema consegue suprimir as suas necessidades de consumo de água durante a maior parte do ano, simultaneamente com a rega do relvado. Chegou-se a valores totais de cerca de 8594,10 m³ gerados, poupando ao município cerca de 37.080,65 €. Contudo, qualquer cenário a ser considerado é uma mais valia para as piscinas, para o município, população e meio ambiente.

Palavras-Chave

Eficiência hídrica, Aproveitamento de águas pluviais, Reaproveitamento de águas cinzentas, Piscinas Municipais, Viabilidade Técnico-Económica

Abstract

This dissertation arises from the need to improve and understand water management at the Carlos Manafaia Municipal Pools in Sines. This type of facility is highly sought after for sports and recreational activities; however, they consume significant amounts of potable water.

This work analyzes the existing water efficiency and proposes measures to reduce water consumption throughout the year. It also examines the utilization of rainwater and the study of greywater reuse for other purposes, such as irrigating the surrounding lawn and supplying water to municipal green spaces.

During the study, water savings of approximately 27% were achieved. The proposed solutions took into consideration the fact that the equipment is for public use, focusing on water savings and economy, including the regulation and replacement of toilets, faucets, showers, and urinals.

In evaluating the RHS (Rainwater Harvesting System) and GRS (Greywater Recycling System), water savings are considered based on the volume these systems are capable of generating or storing. For the RHS, a savings of 158.4 m³/year was achieved, translating to a savings of €941.13/year, satisfying 100% of the monthly irrigation needs for the 55 trees surrounding the municipal pools. As for the GRS, it was considered suitable for irrigating the lawn area surrounding the municipal pools, consuming 5346 m³/year and completely fulfilling its annual water needs. In terms of supplying water to the green spaces service, this system can satisfy its water consumption needs for most of the year, concurrently with lawn irrigation. The total generated savings were approximately 8594.10 m³, resulting in a municipality savings of about €37,080.65.

Nevertheless, any scenario considered is a valuable asset for the pools, the municipality, the population, and the environment.

Key words

Water Efficiency, Rainwater Harvesting, Greywater Reuse, Municipal Swimming Pools, Technical and Economic Feasibility.

Índice

Agradecimentos.....	5
Resumo.....	6
Abstract.....	7
Capítulo 1.....	16
1. Introdução.....	16
1.1 Enquadramento e Justificação do Tema.....	16
1.2 Objetivos.....	17
1.3 Estrutura da Dissertação.....	17
Capítulo 2.....	19
2. A Importância da Eficiência Hídrica.....	19
2.1 Impacto das Alterações Climáticas.....	19
2.2 Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos.....	23
2.3 Funcionamento das Piscinas.....	29
2.4 Eficiência Hídrica em Instalações Prediais.....	37
2.5 Reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC).....	42
2.6 Aproveitamento de águas pluviais (SAAP).....	47
Capítulo 3.....	53
3. Material e Métodos – Piscinas Municipais Carlos Manafaia, em Sines.....	53
3.1 Introdução.....	53
3.2 Localização.....	54
3.3 Descrição do Equipamento.....	54
3.4 Instalações e Equipamentos.....	55
3.5 Consumo de Água nas Instalações.....	60
Capítulo 4.....	77
4. Discussão de Resultados.....	77
4.1 Definição de cenários.....	77
4.2 Análise comparativa de consumos.....	77
4.2.1 Avaliação SAAP.....	79
4.2.2 Avaliação SPRAC.....	82
4.3 Análise comparativa de custos.....	87
Capítulo 5.....	91
5. Conclusão e proposta de trabalhos futuros.....	91
5.1 Conclusão.....	91
5.2 Proposta de trabalhos futuros.....	92
Bibliografia.....	94
Anexos.....	96
Anexo A.....	96

Peças Desenhadas.....	96
Anexo B.....	102
Resumo das Leituras de Consumo	102
Anexo C.....	106
Questionário e Tabela de dados	106
Anexo D	107
Anexo E.....	108

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Índice PDSI abril de 2022 a março 2023 (IPMA, 2023).....	17
Figura 2.1 - a) Projeção da variação da precipitação média anual para o período 2011-2040, face ao período 1971-2000 (C3S, 2021); b) Variação da temperatura média do ar em abril de 2023, com a temperatura média do ar, no período de 1971-2000 (IPMA, 2023).	20
Figura 2.2 - Estado do Nível de Stress Hídrico, balanço entre o consumo dos setores urbano, agrícola e industrial e o que os recursos naturais são capazes de repor (WRI, 2023)	21
Figura 2.3 - Nível de armazenamento das albufeiras das diferentes regiões hídricas, meses húmidos de outubro de 2021 a janeiro de 2022 e meses secos de junho a setembro de 2022 (SNIRH, 2022).....	22
Figura 2.4 - Nível de armazenamento da albufeira da barragem de Campilhas, em setembro de 2022 (SNIRH, 2022).....	23
Figura 2.5 - Procura de água por sector no ano 2000 (APA, 2012).....	24
Figura 2.6 - Variação do desperdício de água por sector entre 2000 e 2009 (APA, 2012).....	25
Figura 2.7 - Esquema de instalação de tratamento com sistema de hidraulicidade invertida (Faria, 2012)	30
Figura 2.8 - Bordaduras com caleira de cais para sistemas de hidraulicidade invertida (Faria, 2012).....	31
Figura 2.9 - Filtro de areia vertical com recolha por coletor ramificado (em regime de filtração) (Faria, 2012)	32
Figura 2.10 - Esquema de uma instalação de filtração com as respetivas bombas e coletores de aspiração e compressão (Faria, 2012)	34
Figura 2.11 - Classificação de produtos ANQIP, mediante características e condições de utilização (ANQIP, 2023)	38
Figura 2.12 - Descrição rótulo ANQIP para produtos (ANQIP, 2023)	38
Figura 2.13 - Chuveiro de mão com sistema eco-stop.....	40
Figura 2.14 – Exemplo de reciclador de águas cinzentas (Ecodepur, 2023)	47
Figura 2.15 - Carta de isoietas de Portugal continental (ETA 0701, 2022)	49
Figura 2.16 - Exemplo de cisterna para SAAP (Ecodepur, 2021)	51
Figura 2.17 - Modelo de aviso a colocar junto de dispositivos de rega ou lavagem alimentados por água da chuva (ANQIP, 2022)	51
Figura 3.1 - Localização do Município de Sines	54
Figura 3.2 - Piscinas Municipais Carlos Manafaia (Google Earth. 2022)	55
Figura 3.3 - a) Tanque de competição; b) Tanque de aprendizagem.....	56
Figura 3.4 - Planta dos tanques das piscinas	56
Figura 3.5 - a) Filtros do tanque de competição; b) Filtros do tanque de aprendizagem	59
Figura 3.6 - Depósitos de armazenamento de reagentes desinfetantes.....	59
Figura 3.7 - Consolas de controlo de pH e Cloro: a) tanque de 25 m; b) tanque de 17 m	60
Figura 3.8 - a) Autoclismo de 7 l de descarga completa; b) Autoclismo de 9 l de	

descarga interrompida	60
Figura 3.9 - a) Chuveiro de cabeça móvel; b) Torneira misturadora monocomando ..	61
Figura 3.10 - Cabeça para chuveiro fixo (Erix, 2023)	62
Figura 3.11 - Misturadora temporizada com alimentação interior (Erix, 2023)	63
Figura 3.12 - Torneira temporizada de painel com parafusos, temporização de 30 segundos (ERIX, 2023).....	64
Figura 3.13 - Chuveiro fixo “Ecofree” com rótulo ANQIP de classificação “A” (ANQIP, 2023)	64
Figura 3.14 – Tipos de torneiras de lavatório e cozinha: a) torneira de lavatório temporizada Grohe; b) Torneira de alavanca; c) Torneira de lavatório temporizada; d) Torneira de lavatório convencional; e) Torneira de cozinha bicomando; f) Torneira de manipulador (jardim).....	65
Figura 3.15 - Redutor de caudal para torneiras (Allaqua, 2023)	67
Figura 3.16 – Torneira de lavatório temporizada (Erix, 2023).....	67
Figura 3.17 - Misturadora monocomando para lava loiças (Erix, 2023).....	68
Figura 3.18 - Torneira temporizada de instalações sanitárias para pessoas com mobilidade reduzida (Erix, 2023).....	68
Figura 3.19 - Mictórios existentes nas instalações das piscinas municipais.....	69
Figura 3.20 - Consumos anuais totais na zona dos utilizadores.....	70
Figura 3.21 - Consumos anuais totais dos tanques das piscinas (tanques + C.A.Q)	71
Figura 3.22 - Consumos totais anuais do edifício e dos tanques das piscinas (tanques + C.A.Q).....	71
Figura 3.23 - Consumos totais anuais do edifício e dos tanques das piscinas (tanques+C.A.Q+Filtros)	72
Figura 3.24 - Percentagens de consumo de cada dispositivo, nas Piscinas Municipais	75
Figura 4.1 - Representação das reduções de consumo das soluções propostas na tabela 4.2.....	79
Figura 4.2 - Zona envolvente das piscinas municipais, zona de relvado e linhas de árvores.....	79
Figura 4.3 - Esquema de um SPRAC de grandes dimensões (ECODEPUR, 2023).....	83
Figura 4.4 - Resultados das análises à água do tanque da piscina de competição	85

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Objetivos globais e específicos PENSAARP 2030 (PENSAARP, 2020)...	29
Tabela 2.2 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos (ETA 0804, 2023)	39
Tabela 2.3 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche (ETA 0806, 2023).....	40
Tabela 2.4 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório (ETA 0808, 2023).....	41
Tabela 2.5 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha (ETA 0808, 2023).....	42
Tabela 2.6 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a fluxómetros de mictórios (ETA 0808, 2023).....	42
Tabela 2.7 - Balanço hídrico em edifícios residenciais, com dispositivos eficientes (valores médios em l/hab/dia) (ANQIP, 2011)	44
Tabela 2.8 - Requisitos de qualidade para descarga de autoclismos (ETA 0905, 2011)	45
Tabela 2.9 - Requisitos de qualidade para rega de jardins privados (ETA 0905, 2011)	46
Tabela 2.10 - Requisitos de qualidade para rega de jardins privados (ETA 0905, 2011)	46
Tabela 2.11 - Valores recomendados para o coeficiente de escoamento (C).....	50
Tabela 2.12 - Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP (ANQIP, 2022)	52
Tabela 3.1 - Características geométricas dos tanques das piscinas e dos tanques de compensação	57
Tabela 3.2 - Levantamento do número e tipo de dispositivos por piso e divisão	57
Tabela 3.3 - Quantificação e classificação os dispositivos existentes no edifício das piscinas.....	58
Tabela 3.4 - Determinação dos caudais médios dos chuveiros.....	62
Tabela 3.5 - Situação de duche existente	63
Tabela 3.6 - Substituição da torneira de duche monocomando por temporizador de 20 segundos por descarga e cabeça de chuveiro mais eficiente.....	63
Tabela 3.7 - Levantamento do número e tipo de torneiras nas instalações.....	66
Tabela 3.8 - Caudais médios e classificação ANQIP	66
Tabela 3.9 - Caudais médios e classificação ANQIP	69
Tabela 3.10 - Resumo dos consumos totais anuais do contador do edifício, dos tanques e lavagem dos filtros	72
Tabela 3.11 - Consumos dos diferentes dispositivos e percentagem em relação ao consumo global	73
Tabela 3.12 - Consumo de água no processo de lavagem da zona dos duches	73
Tabela 3.13 - Caracterização e quantificação dos consumos médios diários nas instalações das piscinas municipais.....	74
Tabela 3.14 - Caracterização e quantificação dos consumos diários nas instalações das	

piscinas municipais	74
Tabela 3.15 - Características dos filtros e volumes dos processos de manutenção.....	76
Tabela 3.16 - Consumo médio diário da manutenção dos tanques das piscinas	76
Tabela 4.1 - Soluções propostas para redução do consumo de água nas piscinas municipais de Sines.....	77
Tabela 4.2 - Soluções propostas para redução do consumo de água nas piscinas municipais de Sines.....	78
Tabela 4.3 - Precipitação média para Sines (período de 1979-2019).....	80
Tabela 4.4 - Volume de água a desviar do sistema	80
Tabela 4.5 - Volume de água de precipitação a aproveitar	81
Tabela 4.6 - Volume de rega de árvores mediante a altura do ano e porte da árvore (Rain Bird, s.d.).....	81
Tabela 4.7 - Consumos mensais das 55 árvores e volume do depósito adotado.....	82
Tabela 4.8 - Dimensionamento do depósito SAAP	82
Tabela 4.9 - Geração média total de água cinzenta (situação atual).....	84
Tabela 4.10 - Valores de pH e cloro obtidos do processo de lavagem dos filtros	85
Tabela 4.11 - Consumo de água anual com a rega do relvado e dos serviços de espaços verdes	86
Tabela 4.12 - Comparação de consumo caso o volume de extração fosse o mínimo regulamentar de 2%	87
Tabela 4.13 - Enquadramento das piscinas nos tarifários da (SMAS Sines , 2023)	88
Tabela 4.14 - Gastos de consumo de água atual e com medidas (cenário 2.2 + redução camada de extração).....	88
Tabela 4.15 - Análise do período de retorno dos cenários propostos (IVA incluído) ..	88
Tabela 4.16 - Análise financeira dos sistemas SAAP e SPRAC	89

Simbologia

A -	Área
km ² -	quilómetros quadrados
l ou L -	Litro
P -	Precipitação
m ³ -	metro cúbico
m ² -	metro quadrado
mm -	milímetros
mm ³ -	milímetros cúbicos
min -	minuto
η_f -	Eficiência hidráulica da filtragem
nm -	nanometro
V _d -	Volume a ser desviado do sistema

Siglas

AdP -	Águas de Portugal
ANQUIP -	Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
APA -	Agência Portuguesa do Ambiente
ApR -	Água para reutilização
AR6 -	Assesment Report 6
AVAC -	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
C3S -	Copernicus Climate Change Service
CAD -	Computer Aided Design
C.A.Q -	Circuito de Água Quente
CMS -	Câmara Municipal de Sines
CNA -	Conselho Nacional da Água
CNQ -	Conselho Nacional da Qualidade
ETA -	Especificações Técnicas ANQIP
INAG -	Instituto da Água
IPACC -	Instituto Português da Acreditação
IPCC -	International Panel for Climate Change
IPMA -	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
ISQ -	Instituto da Soldadura e da Qualidade

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organização da Nações Unidas
PENSAARP – Plano Estratégico para o Abastecimento de Água e Gestão de Águas Residuais e Pluviais
PDSI – Palmer Drought Severity Index
PNUEA – Plano Nacional para o Uso Eficiente de Água
PSA – Plano de Segurança da Água
SAAP – Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais
SPRAC – Sistema Predial de Reutilização de Águas Cinzentas
SMAS - Serviços Municipalizados de Água e Saneamento
SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
TF – Taxa Fixa
TV – Taxa Variável
UV – Ultra Violeta
WRI – World Resources Institute

Capítulo 1

1. Introdução

1.1 Enquadramento e Justificação do Tema

Cerca de 70% da Terra é coberta por água, mas apenas 2,5% da água existente é doce, dos quais 1,8% está retida em forma de gelo nos polos e glaciares, não estando disponíveis para o uso humano. Assim as necessidades de água dos ecossistemas terrestres e da humanidade, têm de ser satisfeitas por apenas 0,7% de água doce existente no planeta (CNA, 2023).

O desperdício e escassez de água são temas de extrema importância, devido a ser um recurso finito e essencial à vida, nem sempre foi tratado como tal. Em todas as atividades do ser humano que envolvam o uso de água, principalmente em meio urbano, a água tem de ser de excelente qualidade para consumo humano.

Em Portugal, cerca de 3100 milhões de metros cúbicos são desperdiçados por ano, o que chega a representar cerca de 41% da procura total deste bem essencial (Águas do Algarve, 2023).

As alterações climáticas desempenham um papel crucial para que a nível global se desenvolvam políticas para um desenvolvimento mais sustentável e mais eficiente. O aquecimento global e a diminuição da precipitação têm vindo a aumentar a pressão sobre os recursos naturais, especialmente os hídricos.

Nem todas as atividades humanas que exigem o uso de água, têm necessariamente de ter qualidade suficiente para consumo humano, como a rega de espaços verdes, lavagens de pavimentos e veículos ou mesmo recarga de autoclismos, especialmente em regiões mais quentes do planeta ou que disponham de recursos hídricos mais limitados. Assim, terão de ser adotadas medidas para uma gestão mais eficiente e sustentável deste recurso.

O problema da escassez de água será cada vez mais uma certeza, principalmente em regiões mais quentes e ser também cada vez mais urgente que sejam consideradas outras fontes de água, onde a reutilização poderá ser uma boa alternativa para satisfazer algumas atividades que não necessitem de uma qualidade de água tão elevada como a água para consumo humano e mitigar os efeitos de períodos de seca cada vez mais acentuados e a pressão nos recursos naturais.

A figura 1.1 ilustra o período de seca num espaço de um ano, para Portugal continental, baseado no índice PDSI (*Palmer Drought Severity Index*), que considera a quantidade de

precipitação, temperatura do ar e capacidade de água disponível no solo, onde permite detetar a ocorrência de períodos de seca, classificando-os em termos de intensidade (IPMA, 2023).

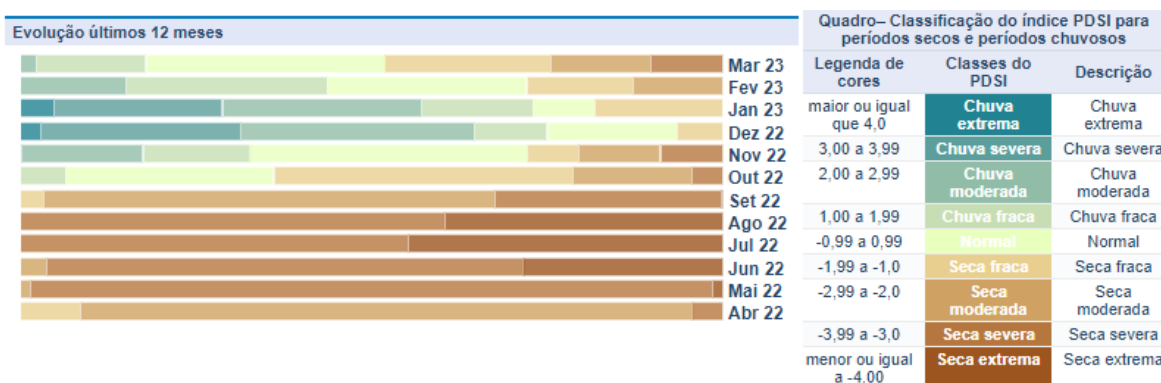


Figura 1.1 - Índice PDSI abril de 2022 a março 2023 (IPMA, 2023)

Perante um cenário de zonas quentes com períodos de seca prolongada, é fundamental que se pondere o recurso a outras fontes de água, ou mecanismos que ajudem a mitigar a sobre-exploração dos recursos. Diversos países estão a recorrer à reutilização de águas tratadas para atividades que não envolvam o consumo humano.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência hídrica nas Piscinas Municipais Carlos Manafai, em Sines, assim como estudar a viabilidade técnico-económica da reutilização de águas cinzentas e o aproveitamento de águas pluviais, atualmente designadas por “Água +” para outros fins, como a recarga de autoclismos, lavagem de pavimentos, lavagem de veículos, rega de espaços verdes e qual o impacto das diferentes medidas estudadas.

1.3 Estrutura da Dissertação

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos e quatro anexos, com o seguinte conteúdo:

- O capítulo 1 faz um enquadramento e justificação do estudo, quais são os principais objetivos e como está estruturado o presente estudo;
- O capítulo 2 é o estado da arte, apresentando as medidas que estão a ser tomadas em relação às alterações climáticas e a influência que estas estão a ter nos recursos hídricos e de que maneira afetam o ser humano no seu quotidiano;

- O capítulo 3 descreve os materiais e métodos que foram utilizados para analisar a eficiência hídrica das Piscinas Municipais de Sines, assim como avaliar o potencial de aproveitamento de “água +”, assim como as águas pluviais. Neste processo foi necessário realizar visitas ao local, recolha de projetos do equipamento e leituras de consumo, levantamento de dispositivos existentes, ensaios de caudal e questionários aos utilizadores.
- O capítulo 4 refere-se à avaliação global de todas as soluções propostas, quais as mais vantajosas, que medidas podem ser tomadas para melhorar a eficiência, quer dos dispositivos como dos sistemas SAAP e SPRAC propostos.
- O capítulo 5 é uma breve conclusão relativamente a todo o processo da elaboração do trabalho e da temática em causa, fazendo no final sugestões para trabalhos futuros que possam vir a ser feitos.

Capítulo 2

2. A Importância da Eficiência Hídrica

2.1 Impacto das Alterações Climáticas

A água é o recurso natural mais valioso do planeta e a sua conservação constitui um dos pilares mais importantes do desenvolvimento sustentável. Nas regiões em que a escassez de recursos hídricos constitui uma realidade natural e naquelas em que o crescimento demográfico e/ou as alterações climáticas perspetivam essa escassez, a gestão sustentável dos recursos hídricos implica a conservação destes recursos e inclui, por conseguinte, a reutilização da água (Marecos do Monte & Albuquerque, 2010).

Mais de um século de queima de combustíveis fósseis, assim como um desigual e insustentável uso da energia e dos solos, levaram a um aquecimento global de 1,1 °C acima da temperatura média da época pré-industrial (IPCC, 2018).

Isto resultou em eventos meteorológicos extremos, cada vez mais frequentes e mais intensos, que têm causado impactos cada vez mais perigosos na natureza e para a população em diversos lugares do planeta (ONU, 2023).

Estima-se que aproximadamente 3.3 a 3.6 biliões de pessoas vivem num contexto de alta vulnerabilidade às alterações climáticas. Regiões e populações com consideráveis constrangimentos de desenvolvimento, têm elevada vulnerabilidade aos riscos climáticos. O aumento de eventos meteorológicos extremos, expôs milhões de pessoas a uma situação de insegurança alimentar agravada e segurança hídrica reduzida, com impactos mais acentuados observados em África, Ásia, América Central e do Sul (IPCC, 2018).

Em certas regiões, onde se inclui a bacia mediterrânica, a pressão sobre as massas de água tem ainda vindo a ser agravada devido à crescente diminuição de pluviosidade e ocorrência de secas prolongadas, sendo ainda expectável que fenómenos meteorológicos extremos tendam a tornar-se mais frequentes, associados aos efeitos das alterações climáticas. Por outro lado, a pressão sobre os meios hídricos apresenta ainda uma variabilidade ao longo do ano, em função do aumento sazonal da procura de água, e.g., subsequentemente da atividade turística ou do aumento das necessidades de rega (APA, 2019)

Em Portugal, a reutilização da água para usos não potáveis constitui uma estratégia de conservação da água que se revela necessária na atualidade, em face da escassez de água que afeta principalmente extensas áreas das regiões do Alentejo e do Algarve, mas também do nordeste transmontano e do leste da Beira. As previsões relativas às

alterações climáticas traçam um cenário de agravamento no sul do país no que toca à disponibilidade de recursos hídricos, onde a reutilização da água constituirá um imperativo, nomeadamente na rega agrícola, na rega paisagística e de campos de golfe (Marecos do Monte & Albuquerque, 2010).

A reutilização de água contribui para o uso sustentável dos recursos hídricos, na medida em que permite a manutenção de água no ambiente e a respetiva preservação para usos futuros, enquanto se salvaguarda a utilização presente. Uma dada água residual, desde que seja tratada a um nível compatível com determinados usos, garantindo assim que não constitui um risco para a saúde pública e humana, e/ou ambiente, poderá ser reutilizada múltiplas vezes para esse fim (APA, 2019).

É cada vez mais frequente os organismos de decisão tomarem posições de proibição do uso de água como rega de jardins, fecho de piscinas municipais, inativação de fontes, em especial em zonas significativamente afetadas pelo decréscimo de precipitação e aumento de temperaturas nos meses mais quentes do ano.

O sul da Europa tem sido constantemente fustigado por situações de seca extrema ou severa, após o Programa Copérnico (C3S) ter divulgado que o mês de abril de 2023 terá sido o quarto mês mais quente a nível global desde que há registos.

Na figura 2.1 a) é ilustrada uma previsão da variação de precipitação média anual na Europa, no período 2011-2040, face ao período 1971-2000. Na figura 2.1 b) está ilustrado a diferença da temperatura média do ar em abril de 2023, em Portugal, em relação ao período 1971-2000, verificando-se todo o Alentejo como a zona mais severamente afetada.

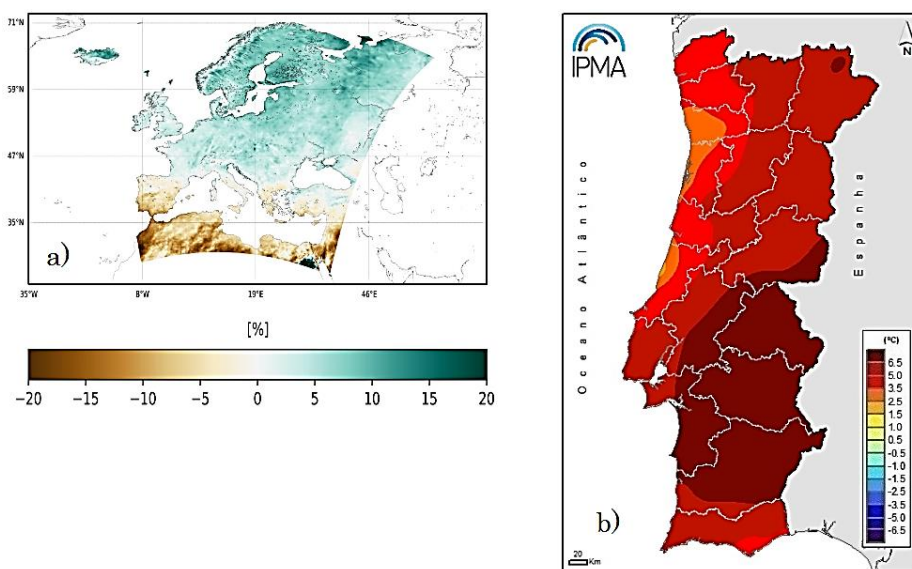


Figura 2.1 - a) Projeção da variação da precipitação média anual para o período 2011-2040, face ao período 1971-2000 (C3S, 2021); b) Variação da temperatura média do ar em abril de 2023, com a temperatura média do ar, no período de 1971-2000 (IPMA, 2023).

Em resposta às crescentes preocupações do sector privado, entre outros intervenientes, sobre a disponibilidade e qualidade da água, mudanças climáticas e a crescente pressão sobre os recursos naturais, o World Resources Institute (WRI) tem vindo a recolher informação e a desenvolver ferramentas de bases de dados que permitam fazer análises da situação de diversas áreas em relação aos seus recursos.

Uma das ferramentas desenvolvidas pelo WRI é o Aqueduct 3.0, desenvolvido em 2019, permite pela figura 2.2, saber qual a situação em que os países se encontram, fazendo a medição de 13 indicadores.

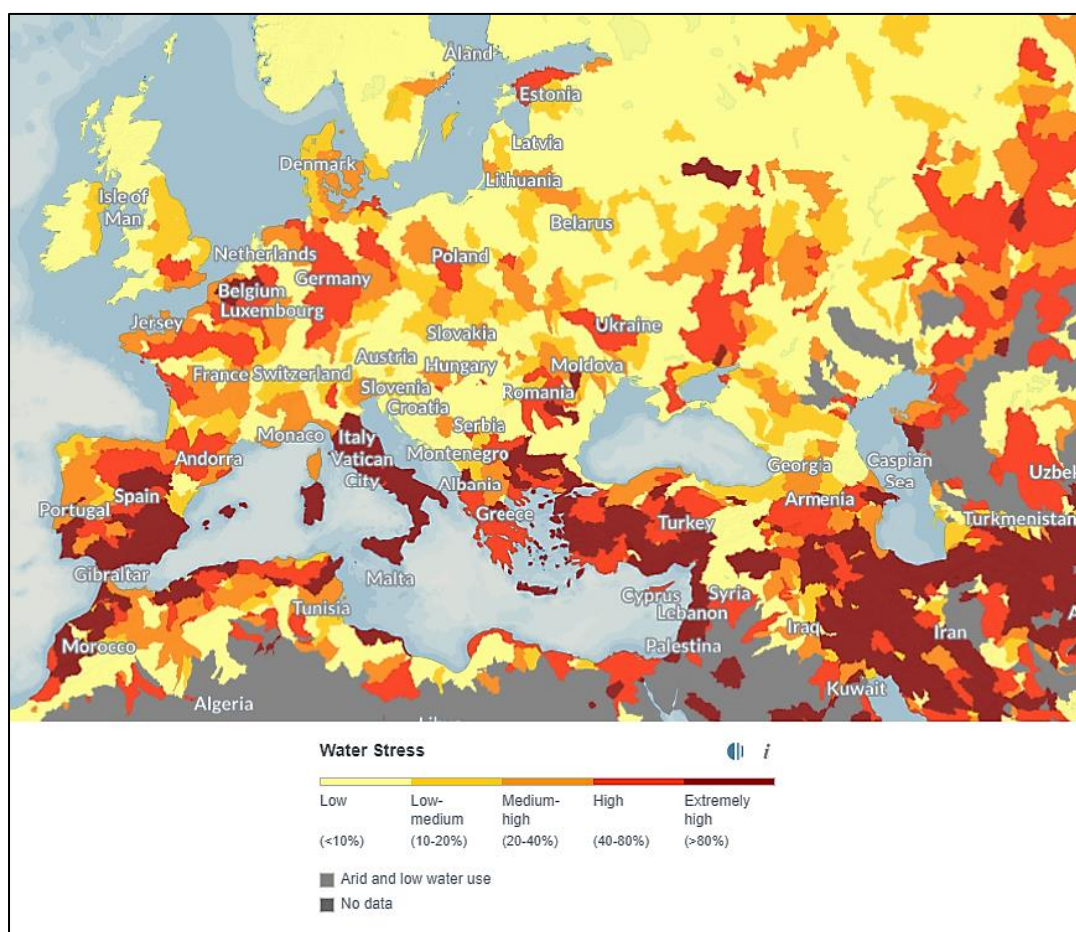


Figura 2.2 - Estado do Nível de Stress Hídrico, balanço entre o consumo dos setores urbano, agrícola e industrial e o que os recursos naturais são capazes de repor (WRI, 2023)

Devido ao facto das temperaturas estarem cada vez mais quentes e a precipitação ocorrer cada vez menos, no caso de Portugal continental, é possível observar-se que os níveis de armazenamento nas albufeiras ao longo dos vários meses do ano, têm sido consistentemente abaixo do nível médio. Na figura 2.3 é feita a comparação dos meses mais chuvosos de 2021 com os meses mais secos de 2022, tentando desta maneira mostrar um pouco a gravidade da situação que Portugal enfrenta.

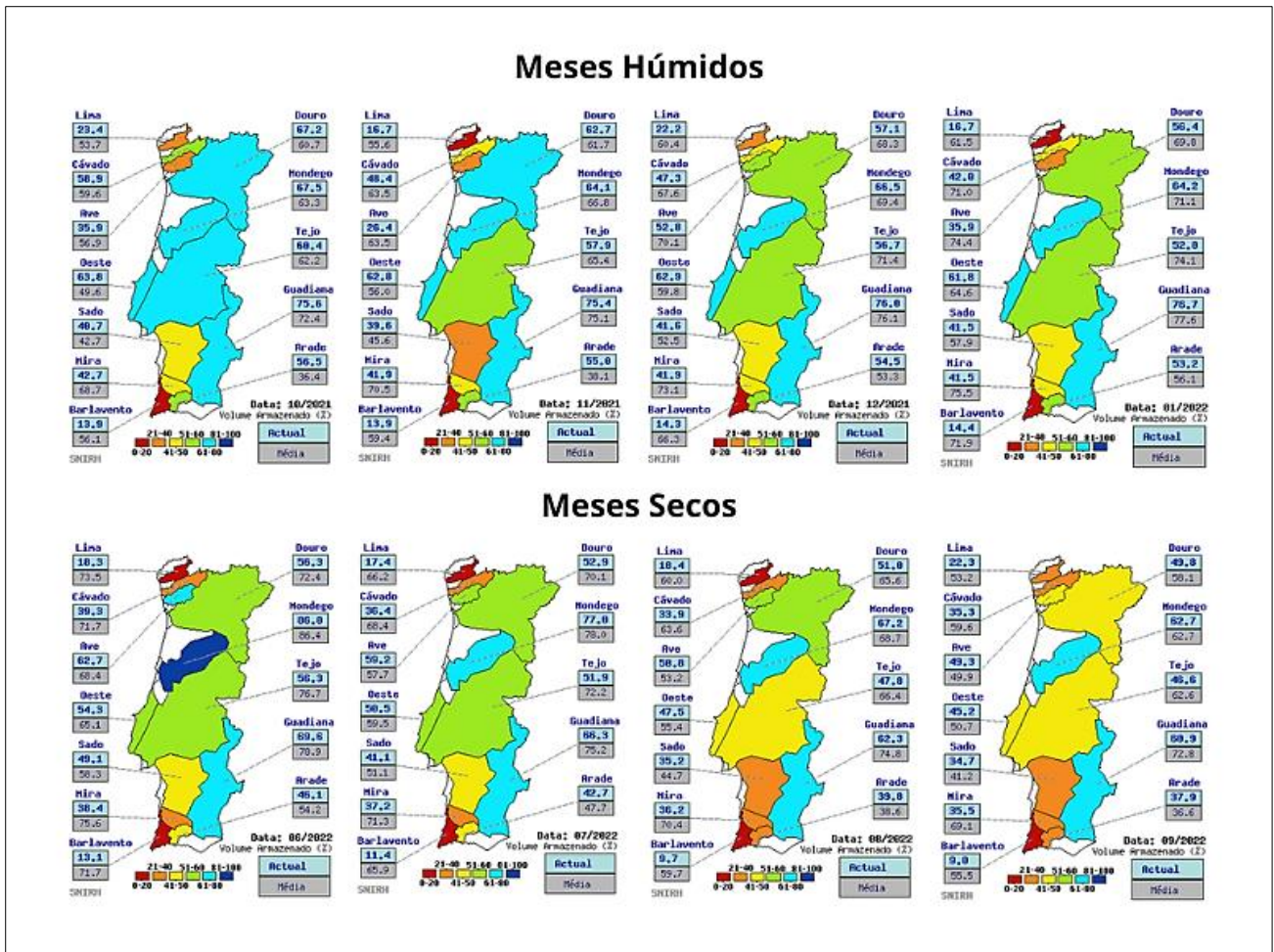


Figura 2.3 - Nível de armazenamento das albufeiras das diferentes regiões hídricas, meses húmidos de outubro de 2021 a janeiro de 2022 e meses secos de junho a setembro de 2022 (SNIRH, 2022).

Os recursos de água superficiais são os que sofrem um impacto direto mais acentuado devido à exposição aos fatores climáticos e em zonas como o mediterrâneo, sofrem também com os largos períodos sem precipitação. O caso mais grave de Portugal continental encontra-se na região do Alentejo, a barragem de Campilhas, pertencente à bacia do Sado, atingiu valores tão baixos que em setembro de 2022 a cota da albufeira não permitiu a sua exploração. Serve essencialmente o setor agrícola, onde o consumo excessivo aliado com a falta de precipitação, levou a que o armazenamento da albufeira chegasse a valores de 3,3%, conforme ilustrado na figura 2.4.

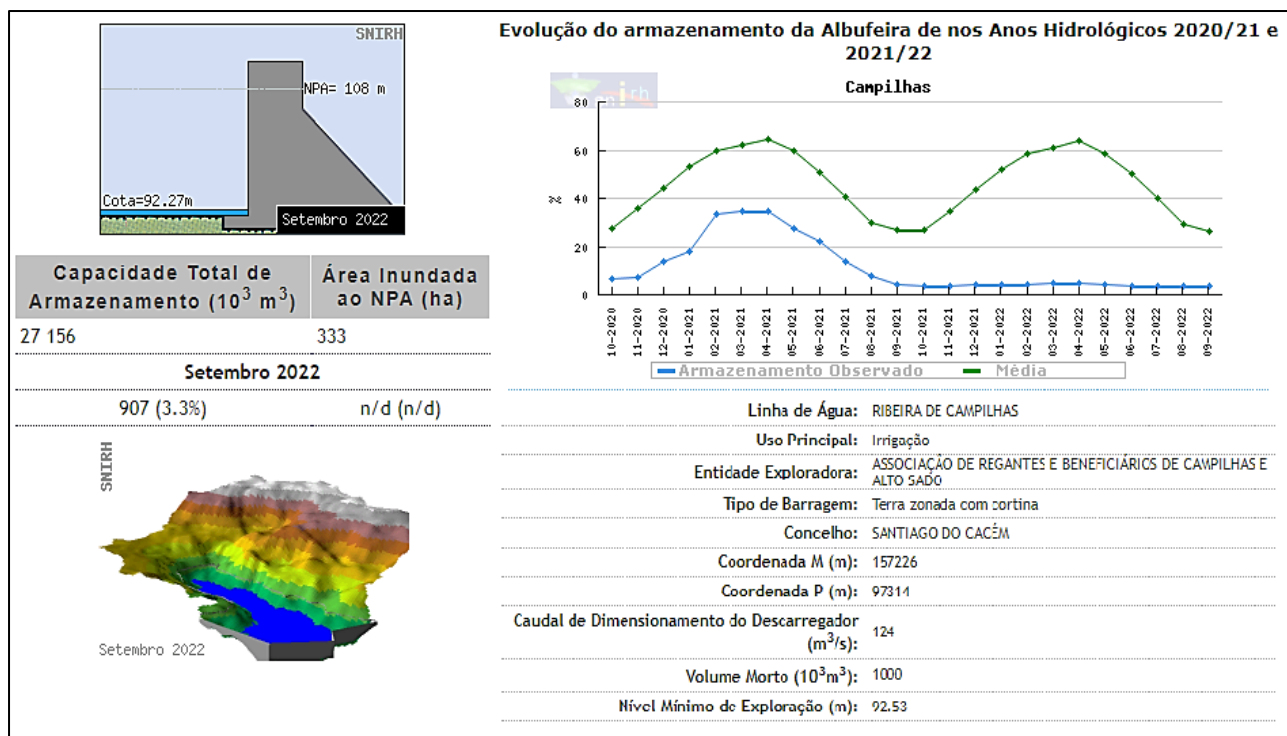


Figura 2.4 - Nível de armazenamento da albufeira da barragem de Campilhas, em setembro de 2022 (SNIRH, 2022)

2.2 Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos

2.2.1 Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água

Como incentivo à eficiência hídrica, em Portugal, é inevitável começar por abordar o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), de 2012 a 2020, principalmente centrado na redução de perdas de água e na otimização do seu uso. Este programa foi um instrumento de extrema importância para a gestão e proteção dos recursos hídricos, particularmente num país onde a variabilidade climática gera frequentes situações de desregulação hídrica (APA, 2012).

A versão inicial do PNUEA foi elaborada sensivelmente no ano 2000. Até 2005 foram apenas desenvolvidos vários documentos de apoio técnico à implementação deste programa, onde resultou na publicação da Resolução de Conselho de Ministros nº113/2005 (APA, 2012).

Este documento é um instrumento de política nacional para que se adotem medidas para um uso mais eficiente da água. As suas linhas orientadoras resultam de um esforço significativo interministerial e interdepartamental, com a coordenação do extinto Instituto da Água (INAG), tecnicamente apoiado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (APA, 2019).

O PNUEA tem como objetivo a promoção do uso eficiente de água em Portugal, principalmente nos setores urbano, agrícola e industrial, contribuindo assim para minimizar os riscos de escassez de água e melhorar as condições dos meios hídricos sem pôr em causa as necessidades e a qualidade de vida das populações, assim como o desenvolvimento socioeconómico do país (APA, 2012).

O presente trabalho leva em consideração algumas medidas contempladas ainda no antigo PNUEA, como o reaproveitamento das águas cinzentas tratadas, aproveitamento teórico das águas das chuvas e adaptação ou substituição dos equipamentos presentes nas instalações sanitárias.

Segundo o PNUEA, no início do século XXI, o sector urbano, agrícola e industrial necessitou de cerca de 7.500 milhões de m³ de água, em Portugal. Como representado na figura 2.5, o maior consumidor é o sector agrícola.

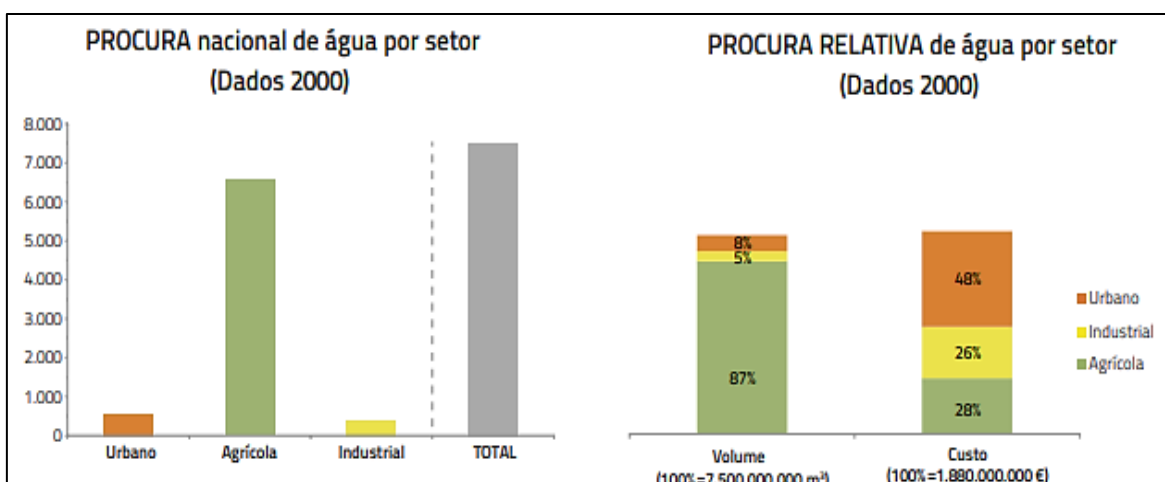


Figura 2.5 - Procura de água por sector no ano 2000 (APA, 2012)

Nem toda a água captada é aproveitada, existe uma parcela de água desperdiçada que é importante considerar nos diversos processos de armazenamento, transporte, distribuição e usos ineficientes da água para os fins previstos (APA, 2012), conforme ilustrado na figura 2.6.

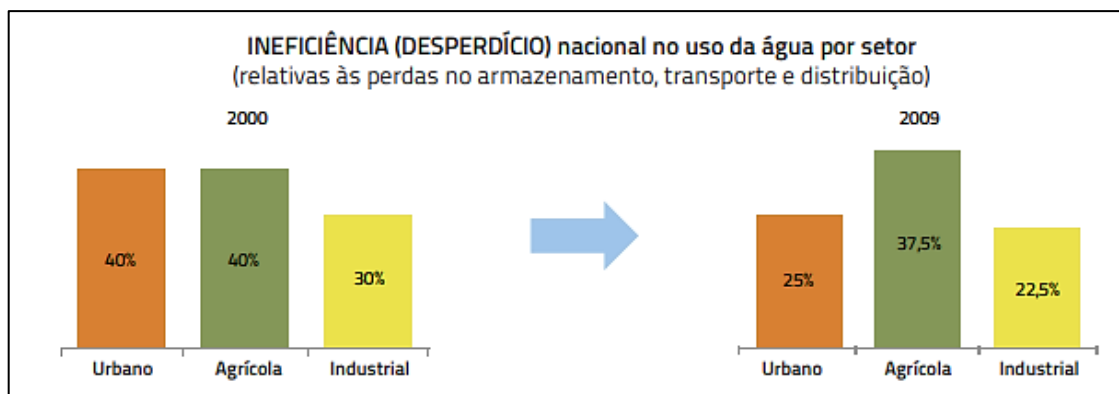


Figura 2.6 - Variação do desperdício de água por sector entre 2000 e 2009 (APA, 2012)

Pretende-se com a implementação deste programa, alcançar a redução dos volumes de águas residuais rejeitados para os meios hídricos e por sua vez, os consumos de energia, aspetos fortemente dependentes dos usos da água. Por outro lado, as ineficiências de transporte, condução e utilização da água, atingem montantes financeiros consideráveis no custo da água e a necessidade de mais investimento para dar resposta à crescente procura.

O PNUEA previu ainda cerca de 87 medidas para um uso mais eficiente de água, divididas pelos setores anteriormente mencionados, ou seja, 50 medidas para o setor urbano, 14 medidas para o setor industrial e 23 medidas para o setor agrícola (APA, 2012).

Quanto à eficiência hídrica de dispositivos em instalações dos edifícios, o PNUEA sugere a adequação, substituição/adaptação de dispositivos como autoclismos, chuveiros, torneiras, máquinas de lavar louça e roupa, urinóis, sistemas de refrigeração e aquecimento de ar. Para o uso no exterior dos edifícios sugere alterações nos processos de gestão de lavagem de pavimentos, veículos, piscinas, lagos, espelhos de água, campos desportivos e rega de espaços verdes (APA, 2012).

2.2.2 Plano Estratégico para o Abastecimento de Água e Gestão de Águas Residuais e Pluviais 2030

Devido à extrema necessidade de se adotarem posições de sustentabilidade e combate às alterações climáticas, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu para a década 2020-2030, 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) que posteriormente se desdobram em 169 metas, que visam satisfazer as necessidades das pessoas nas mais diversas áreas e temas, tanto em países desenvolvidos, como nos países em desenvolvimento.

A Agenda de 2030 é uma agenda bastante vasta e ambiciosa que aborda variados temas de desenvolvimento sustentável a nível social, económico e ambiental, promove a paz, a justiça e a eficiência das instituições (ONU, 2016)

Os ODS estabelecidos para a Agenda da ONU para 2030 são:

- 1.** Erradicar a Pobreza;
- 2.** Erradicar a Fome;
- 3.** Saúde de Qualidade;
- 4.** Educação de Qualidade;
- 5.** Igualdade de Género;
- 6.** Água Potável e Saneamento;
- 7.** Energias Renováveis e Acessíveis;
- 8.** Trabalho Digno e Crescimento Económico;
- 9.** Indústria, Inovação e Infraestruturas;
- 10.** Reduzir as Desigualdades;
- 11.** Cidades e Comunidades Sustentáveis;
- 12.** Produção e Consumo Sustentáveis;
- 13.** Ação Climática;
- 14.** Proteger a Vida Marinha;
- 15.** Proteger a Vida Terrestre;
- 16.** Paz, Justiça e Instituições Eficazes;
- 17.** Parcerias para a Implementação dos Objetivos.

De acordo com as diretrizes da ONU para 2030, também Portugal está a desenvolver diversos planos e estratégias nas diversas áreas acima descritas, no sentido de seguir as metas para 2030. Este capítulo irá focar essencialmente o ODS 6, é este o objetivo onde vai incidir o documento que está a ser desenvolvido para complementar e dar continuidade aos objetivos do PNUEA.

Com uma importância cada vez mais relevante, os serviços de abastecimento de água e de gestão de águas residuais e pluviais, são essenciais à saúde pública, bem-estar dos cidadãos, ao desenvolvimento económico e à sustentabilidade ambiental. A gestão das águas residuais e o abastecimento de água são grandes prioridades da Humanidade, constando da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, principalmente focando o Objetivo 6 – Água Potável e Saneamento, sendo também

considerados direitos humanos que devem ser respeitados, protegidos e assegurados pelos governos nacionais e locais (APA , 2019).

Em relação ao abastecimento de água, captam-se atualmente cerca de 820 Mm³ /ano de água aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos para abastecer a população, estimando-se que cerca de 194 Mm³ /ano (24 %) sejam perdidos no processo de produção e distribuição em perdas físicas. Do volume de água que entra nos sistemas de abastecimento, 577 Mm³ /ano são faturados aos utilizadores finais, o que representa um nível de água não faturada (incluindo perdas reais e comerciais) de cerca de 30 % (APA , 2019).

Pelo mencionado no parágrafo anterior pode constatar-se que os 30% de perdas, ainda ficam acima das metas propostas no antigo PNUEA, que definia 25% de perdas para o setor urbano.

É possível reduzir a pressão sobre o ambiente por diversas vias como: reduzindo o consumo de água, que corresponde atualmente a uma capitação total faturada de 189 l/hab/dia e a uma capitação doméstica faturada de 123 l/hab/dia, com um significativo potencial de redução; reduzindo as perdas no processo de produção e nos sistemas de distribuição; procurando, quando necessário, origens alternativas de água, como a dessalinização e, para usos como lavagem de pavimentos ou rega de espaços verdes, o aproveitamento das águas pluviais e a utilização de águas residuais tratadas (água para reutilização, ApR), para usos não potáveis; cobrando tarifas realistas, que induzam comportamentos de poupança do recurso (APA , 2019).

Existem outros desafios que crescem aos efeitos das alterações climáticas, como a escassez hídrica, a crescente degradação das massas de água, o crescente risco de ocorrência de inundações, a necessidade de controlo dos poluentes emergentes e a necessidade de maior circularidade e valoração ambiental e territorial dos serviços (APA , 2019).

Em relação às águas residuais, recolhem-se atualmente cerca de 640 Mm³ /ano de águas residuais geradas pela população e rejeitam-se nos meios recetores cerca de 702 Mm³ /ano, o que significa, simplificadaamente existirem mais de 10% de infiltrações e ligações indevidas aos sistemas de drenagem e tratamento. Esse valor pode ser significativamente superior (10 a 30 %), dado que existe alguma exfiltração, embora limitada, e, em situação de eventos pluviométricos, grande parte das águas residuais sai por descarregadores antes de afluir à estação de tratamento; cerca de 99% da água residual rejeitada é tratada e apenas 1,2 % dessa água é reutilizada (APA , 2019).

É também possível reduzir a pressão sobre o ambiente; reduzindo o consumo de água, já referido no serviço de abastecimento de água; reduzindo as infiltrações e ligações

indevidas; promovendo o tratamento e a utilização de águas residuais para usos não potáveis; reduzindo as descargas de emergência não tratadas; e melhorando o nível de tratamento das águas residuais antes da sua rejeição nos meios recetores, devendo este ser o adequado para garantir os objetivos ambientais definidos para as massas de água afetadas, adotando-se a abordagem combinada para a definição dos valores limite de emissão pela autoridade ambiental (APA , 2019).

Relativamente à gestão de águas pluviais, estima-se um escoamento anual médio nos solos urbanos de cerca de 2000 Mm³ /ano de águas pluviais (APA , 2019). Este valor resulta de uma precipitação anual média da ordem dos 850-900 mm no território continental (89 102 km²) caída numa área urbana de cerca de 5 % do território continental, a que há que: adicionar um volume indeterminado proveniente das bacias hidrográficas contribuintes; reduzir a infiltração no solo, cujo volume é certamente significativo, mas desconhecido; e reduzir a evaporação a partir dos solos e evapotranspiração das plantas. Há que ter presente as transferências de parte das águas pluviais para os coletores domésticos e alguma transferência em sentido contrário, com maior impacte qualitativo do que quantitativo.

É possível reduzir a pressão sobre o ambiente: aumentando a infiltração das águas pluviais no solo urbano; reduzindo as transferências de parte das águas pluviais para os coletores domésticos; reduzindo as transferências em sentido contrário; promovendo a utilização de águas pluviais para usos não potáveis; e tratando, sempre que se revele necessário, as águas pluviais antes da sua rejeição nos meios recetores.

O PENSAARP 2030 define as grandes linhas orientadoras do setor para a próxima década e apela à sintonia dos diferentes intervenientes, públicos e privados para uma convergência de esforços e de ambição. Os objetivos globais e específicos estão representados na tabela 2.1, onde posteriormente estes objetivos específicos são subdivididos em três níveis de importância relativa: (i) prioridade 1, objetivos claramente prioritários devido à sua elevada criticidade e pelo seu desempenho ainda satisfatório (que é o caso do objetivo B4, que é destacado neste trabalho); (ii) prioridade 2, apesar do seu elevado desempenho atual, têm de manter a atenção do setor em termos de sustentabilidade futura; e (iii) prioridade 3, que, sendo os menos prementes, não podem desmerecer a atenção do setor (APA , 2019).

Tabela 2.1 - Objetivos globais e específicos PENSAARP 2030 (PENSAARP, 2020)

Objetivos	Descrição dos objetivos Globais	Objetivos específicos
Objetivo A: Eficácia dos serviços	Os serviços atingem as metas estabelecidas, em termos de acessibilidade física, de continuidade e fiabilidade, de qualidade das águas para abastecimento e rejeitadas, de segurança, resiliência e ação climática, e de equidade e acessibilidade económica. Mede-se o grau de cumprimento destes objetivos, independentemente da eficiência conseguida, admitindo forte conexão com a perceção dos utilizadores sobre os serviços.	A1: Acessibilidade física A2: Continuidade e fiabilidade A3: Qualidade das águas distribuídas e rejeitadas A4: Segurança, resiliência e ação climática A5: Equidade e acessibilidade económica
Objetivo B: Eficiência dos serviços	Os serviços são geridos com o menor custo possível, contribuindo para a moderação tarifária e a acessibilidade económica, em termos de governo e estruturação do setor, de organização, modernização e digitalização, de gestão e alocação de recursos financeiros, de eficiência hídrica, também para diminuir a pressão sobre os recursos superficiais e subterrâneos, e de eficiência energética e descarbonização. Este objetivo mede até que ponto os recursos disponíveis são utilizados de modo otimizado para a produção do serviço, independentemente da eficácia conseguida, e tem uma forte conexão com a forma como as autoridades e as entidades gestoras atuam atualmente.	B1: Governo e estruturação do setor B2: Organização, modernização e digitalização B3: Gestão e alocação de recursos financeiros B4: Eficiência hídrica B5: Eficiência energética e descarbonização
Objetivo C: Sustentabilidade e dos serviços	Os serviços são sustentáveis no médio e no longo prazo, aos níveis económico e financeiro, infraestrutural, de utilização e recuperação de recursos, do capital humano e da gestão de informação, conhecimento e inovação. Este objetivo mede até que ponto se conseguem preservar estes serviços ao longo do tempo para não se comprometer as necessidades das gerações futuras, e tem uma forte conexão com a forma como as autoridades e as entidades gestoras pensam o futuro do setor.	C1: Sustentabilidade económica e financeira C2: Sustentabilidade infraestrutural C3: Utilização e recuperação de recursos C4: Capital humano C5: Gestão de informação, conhecimento e inovação
Objetivo D: Valorização económica, ambiental e societal dos serviços	Os serviços contribuem para a valorização ambiental, territorial, económica e societal, através da valorização empresarial, da circularidade, da transparência, responsabilização e ética, e da contribuição para o desenvolvimento sustentável. Este objetivo mede até que ponto se conseguem valorizar estes serviços, e tem uma forte conexão com a forma como as autoridades e as entidades gestoras pensam globalmente o setor integrado nas restantes preocupações da sociedade.	D1: Valorização empresarial e económica D2: Circularidade e valorização ambiental e territorial D3: Valorização societal D4: Transparência, responsabilização e ética D5: Contribuição para o desenvolvimento sustentável

2.3 Funcionamento das Piscinas

2.3.1 Sistemas de hidraulicidade e circuitos de distribuição

A movimentação da água através do tanque da piscina e do sistema de tratamento de água possibilita o abastecimento da piscina com água tratada em uma frequência adequada para as suas características, além de garantir uma distribuição eficiente do

desinfetante, o que resulta na rápida remoção de impurezas e germes, prevenindo a sua proliferação (Marrodán, 1995).

A Diretiva CNQ n.º 23/93 estabelece que os fluxos mínimos de recirculação devem ser determinados com base na relação entre o volume e a profundidade da piscina, na exposição ao ambiente (se coberta ou ao ar livre) e na densidade populacional (número de banhistas por volume unitário), que é influenciada pelo desempenho do sistema de tratamento de água (Faria, 2012).

De acordo com a diretiva, é necessário coletar pelo menos 50% do fluxo de recirculação através da superfície da piscina, usando canais de transbordo que devem estar presentes em pelo menos 2/3 do perímetro do tanque. A coleta de água pela superfície é importante para melhorar a qualidade da água, permitindo uma rápida remoção de poluentes que se acumulam na camada superficial, que é a mais crítica e prejudicial para o processo de tratamento de água. Por essa razão, os sistemas de hidráulica clássica (circulação em circuito fechado "de cima para baixo", com entrada de água geralmente no topo menos profundo e coleta por grelhas na zona mais profunda) vêm sendo substituídos por sistemas de hidráulica invertida ou mista (Faria, 2012).

Conforme representado na figura 2.7, no sistema de hidráulica invertida, toda a água em recirculação é coletada pela superfície, através de canais de transbordo conhecidos como "de cais", "tipo finlandesa" ou "tipo Zurique", como ilustrado na figura 2.8, que levam a água diretamente para tanques de compensação. As grelhas de fundo são usadas apenas para esvaziar a piscina, tornando-se, portanto, um sistema em circuito aberto. Em Portugal, é comum utilizar sistemas de hidráulica invertida em piscinas de uso público (Dégrement, 1989).

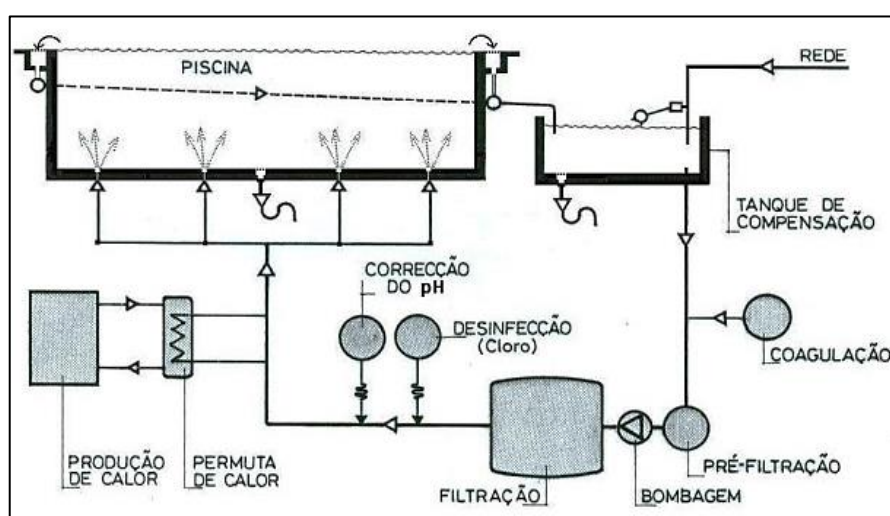


Figura 2.7 - Esquema de instalação de tratamento com sistema de hidráulica invertida (Faria, 2012)

2.3.2 Caleiras e tanque de compensação

Para que a caleira de transbordo superficial funcione corretamente, é necessário que ela tenha um perfil adequado que permita separar a camada superficial da água coletada, onde se concentra a poluição mais relevante. Para alcançar esse objetivo, a caleira deve ser projetada e dimensionada de forma que o escoamento ocorra por gravidade abaixo da superfície da água: as caleiras submersas, embora permitam o fluxo da água, não permitem uma coleta eficaz da poluição flutuante (como a espuma), o que compromete a sua contribuição para o desempenho do sistema de recirculação (Marrodán, 1995).

Conforme ilustrado na figura 2.8, a água coletada pela caleira de transbordo superficial pode ser escoada através de sumidouros com espaçamento adequado e conectados por ramais de descarga a condutas, ou pode ser direcionada diretamente para o tanque de compensação por meio da própria caleira (Faria, 2012).

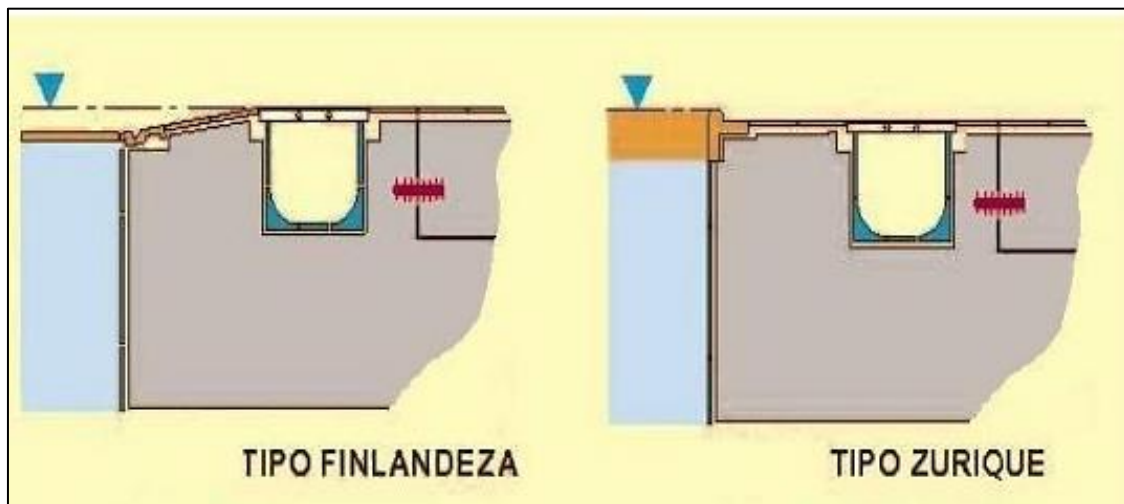


Figura 2.8 - Bordaduras com caleira de cais para sistemas de hidráulica invertida (Faria, 2012)

O tanque de compensação é um elemento crucial para o adequado funcionamento do sistema de recirculação de água. Ele recebe a água coletada na superfície pelas caleiras e evita o transbordamento da água quando há entrada de banhistas na piscina, prevenindo a perda de água pelos esgotos. Ademais, atua como um tanque de desconexão da rede de alimentação e deve ter a capacidade de armazenar água suficiente para a reposição imediata da água perdida durante a limpeza dos filtros (Faria, 2012).

Em sistemas de grande porte, é possível realizar a injeção dos reagentes para o processo de floculação/coagulação diretamente no tanque de compensação, dispensando a necessidade de instalar reservatórios de grande capacidade para essa finalidade (Marrodán, 1995).

2.3.3 Filtração

A filtração tem como objetivo eliminar partículas em suspensão e reduzir a concentração de frações coloidais para manter a transparência da água, garantindo a segurança e a vigilância da piscina. Além disso, a filtração facilita o processo de desinfecção. Em piscinas de uso público, é comum utilizar filtros fechados sob pressão com leito filtrante em material granular, como areia ou uma mistura de areia e antracite, de acordo com a figura 2.9. No entanto, em casos específicos, as normas também permitem o uso de filtros de diatomite ou filtros granulares abertos (Faria, 2012).

Os filtros de areia são compostos por invólucros de aço ou resina preenchidos com camadas de areia de alta pureza, que podem ser uniformes ou de granulometria variável. A água contaminada entra no filtro pelo topo e passa através do leito filtrante, sendo posteriormente recolhida na zona inferior por coletores perfurados dispostos em espinha ou radialmente a partir de um tronco principal, ou por meio de "crepinas" (cápsulas ranhuradas) instaladas numa placa base - "radier" - situada no fundo do filtro (Marrodán, 1995).

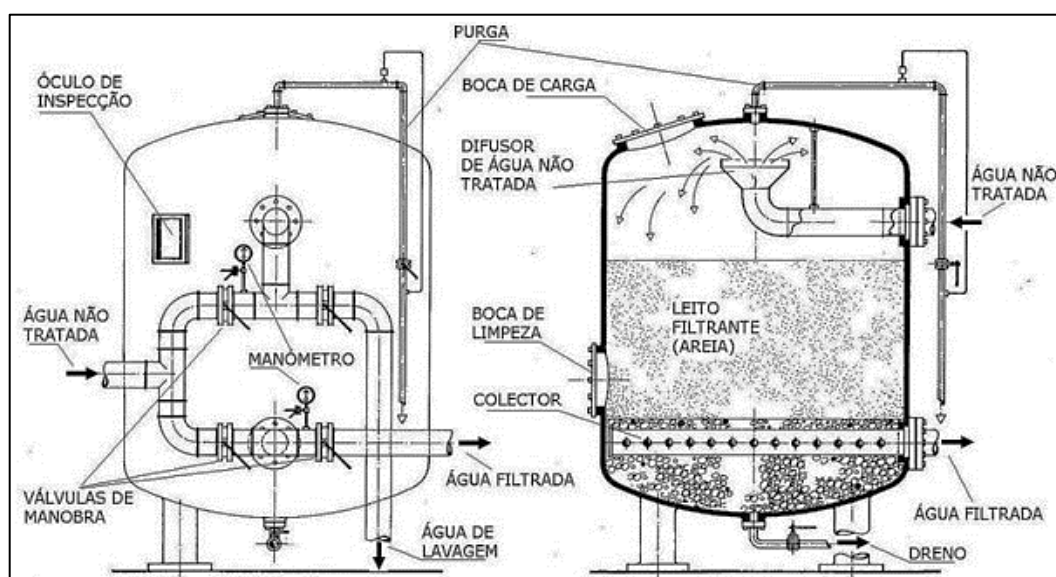


Figura 2.9 - Filtro de areia vertical com recolha por coletor ramificado (em regime de filtração) (Faria, 2012)

Os filtros de diatomites são mais eficazes na filtração devido às características do material filtrante, que consiste em um pó branco extremamente fino (partículas com diâmetro de 2 microns) feito a partir de restos fossilizados de algas purificadas e calcinadas. Devido à composição do material, a filtração com diatomites resulta em reações alcalinas com a água e na formação de bicarbonatos de cálcio e magnésio, que aumentam a dureza da água e elevam o pH. Assim, é mais adequado usar cloro molecular (cloro-gás) como desinfetante nesses sistemas, pois o cloro tende a diminuir o pH (Faria, 2012).

Em modelos comuns de filtros de diatomites, uma pré-camada de cerca de 40 cm atua como uma teia ultrafina que retém partículas microscópicas. No entanto, as diatomites perdem eficácia rapidamente e precisam de ser substituídas regularmente - a cada lavagem - o que torna a sua utilização mais complexa e cara, além de exigir medidas de segurança adicionais no manuseio (Faria, 2012).

Na filtração por leito de areia, é essencial que as partículas sejam retidas no interior da massa filtrante, em vez de permanecerem na superfície. Para conseguir isso, é frequentemente necessário usar flocculantes, que ajudam a juntar as partículas coloidais e outras impurezas em flocos maiores que podem ser capturados nos espaços entre os grãos de areia. Isso melhora a eficiência da filtração, que normalmente é limitada pela relativa baixa finura dos leitos de areia (cerca de 40 a 100 microns). Os flocculantes comuns para tratamento de água de piscinas são à base de sais de alumínio, como sulfato de alumínio, aluminato de sódio e policloreto de alumínio. Esses compostos são injetados em soluções com concentrações e dosagens ajustadas de acordo com o pH e a alcalinidade da água, por meio de bombas doseadoras colocadas antes dos filtros (Marrodán, 1995).

A capacidade de manter as suas qualidades após as lavagens é a característica fundamental de um filtro eficiente. Para monitorar o desempenho do filtro, é necessário que cada um deles esteja equipado com manômetros, tanto na entrada quanto na saída, ou um manômetro diferencial para medir a diferença de pressão devido à obstrução (colmatagem). Além disso, é importante que haja um medidor de caudal para monitorar o fluxo de água que passa pelo filtro em tempo real (Faria, 2012).

Para manter a qualidade do filtro, é essencial que as operações de lavagem sejam realizadas com frequência adequada e, sempre que possível, de forma automatizada. A frequência de lavagem pode variar de acordo com o grau de poluição na piscina, que depende de fatores ambientais e do uso da piscina. Em condições normais, um filtro bem dimensionado pode realizar entre 20 e 30 ciclos antes da necessidade de lavagem (Faria, 2012).

Por exemplo, se uma piscina requer 8 ciclos de recirculação por dia, a lavagem dos filtros deve ser realizada a cada 3 ou 4 dias, ou seja, duas vezes por semana. A operação de lavagem consiste em duas fases: a primeira é a contra-lavagem, que geralmente dura de 4 a 6 minutos, seguida pela evacuação das primeiras águas após a lavagem por 2 a 3 minutos. Somente quando a água estiver limpa é que o ciclo normal de filtração pode ser reiniciado. Embora a operação de lavagem ainda seja realizada com critérios aleatórios, é possível racionalizá-la através do uso de condutas do filtro com mangas transparentes para o controle visual da turvação (Marrodán, 1995).

2.3.4 Bombas de circulação

Conforme ilustração da figura 2.10, para assegurar a circulação da água na piscina, é necessário ter bombas hidráulicas ou conjuntos de eletrobombas que impulsionem a água para superar a resistência da passagem pelos filtros e pelas tubulações do sistema de recirculação e distribuição. Essas bombas aspiram a água do tanque de compensação e a fazem fluir de volta para a piscina, já tratada e desinfetada, e eventualmente reaquecida. Além de promover a recirculação, as bombas também precisam ser capazes de realizar a lavagem dos filtros em contra-corrente e esvaziar a piscina e o tanque de compensação, caso necessário. Elas podem operar em diversos regimes, considerando também a variação da perda de carga durante cada ciclo. As bombas utilizadas no tratamento de água de piscinas (exceto as bombas doseadoras de reagentes químicos, que geralmente são de membrana) são do tipo centrífugo (ou radial) e são acionadas por um motor elétrico acoplado que transmite a velocidade de rotação (Marrodán, 1995).

É necessário que haja um número de bombas hidráulicas equivalente ao número de filtros existentes, adicionando uma bomba de reserva para ser utilizada em caso de necessidade ou emergência. Essas bombas devem ser idênticas e trabalhar em conjunto, ligadas por meio de flanges em coletores de aspiração e de impulsão. A bomba de reserva permite que as outras bombas descansem alternadamente para manutenção ou reparação, sem afetar o fornecimento de caudal necessário. Além disso, durante a lavagem dos filtros, a bomba de reserva pode ser utilizada para reforçar o caudal e garantir uma boa expansão do leito filtrante. É recomendável que cada bomba possua um contador de horas de funcionamento para melhor gestão do seu tempo de uso (Faria, 2012).

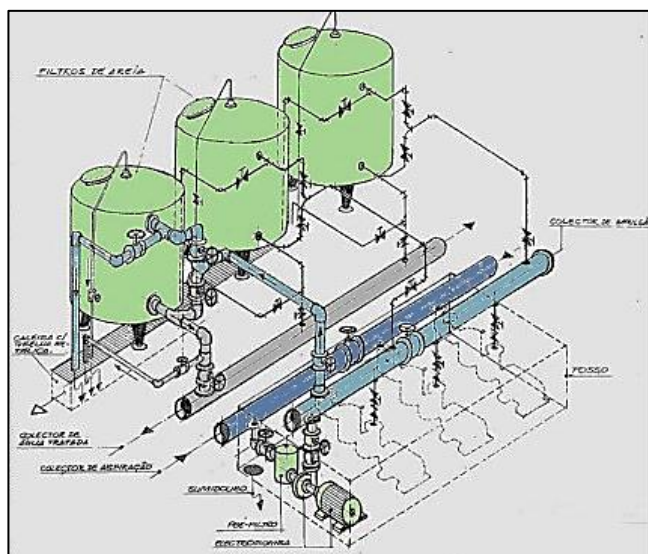


Figura 2.10 - Esquema de uma instalação de filtração com as respectivas bombas e coletores de aspiração e compressão (Faria, 2012)

2.3.5 Desinfecção

De acordo com as diretrizes da Diretiva CNQ n.º 23/93 e da Organização Mundial de Saúde (OMS), é necessário que a água das piscinas seja filtrada, desinfetada e contenha um poder desinfetante residual. Isso significa que a água deve estar livre de germes patogénicos e manter um agente germicida autorizado, que possa destruir rapidamente os germes introduzidos pelos banhistas. O processo de desinfecção da água das piscinas tem como objetivo a destruição de microrganismos, como bactérias, vírus, algas, fungos e protozoários, que são comuns no ambiente natural e se podem proliferar nas piscinas (Matos, 2013).

Além disso, a desinfecção deve evitar o desenvolvimento de algas, garantir que a água não seja tóxica ou irritante para os banhistas, e prevenir a formação de sabores e odores indesejáveis. Em piscinas públicas, as opções de desinfecção são limitadas pelas normas e pela legislação aplicável aos produtos autorizados, mas ainda há uma ampla gama de soluções disponíveis para escolher a mais adequada para cada caso (Faria, 2012).

Os desinfetantes mais comuns para a água das piscinas são o cloro e o bromo, que pertencem à família química dos halogéneos e agem de forma semelhante. O cloro, especialmente na forma de hipoclorito de sódio, é amplamente utilizado nas piscinas há mais de um século e comprovou ser eficaz. Em Portugal, o bromo é pouco usado, sendo mais comum em piscinas com dispositivos produtores de água borbulhante e jacuzzis. No entanto, o bromo é instável à radiação ultravioleta do sol e perde as suas propriedades, tornando-se inadequado para uso em piscinas ao ar livre (Faria, 2012).

O hipoclorito de sódio é a forma mais utilizada de cloro em piscinas e é um líquido de cor amarela pálida com um odor característico semelhante ao da lixívia comum. Na forma comercial para piscinas, a concentração de cloro varia de 10 a 15%, o que é maior do que o encontrado em produtos para uso doméstico. Quando o cloro reage com a matéria orgânica presente na água da piscina, é consumido a uma taxa estimada de 7 g por equivalente de banhista por hora. Ao final do dia, esse consumo pode chegar a 10,5 g por equivalente de banhista, e esses valores são usados para dimensionar os equipamentos de doseamento e injeção, bem como para calcular os estoques de produto necessários (Dégremont, 1989)

O ozono é um desinfetante extremamente eficaz e rápido que é usado no tratamento de água. Ele é capaz de reagir imediatamente com bactérias, contaminantes e impurezas na água. No entanto, o ozono é um gás instável e precisa de ser produzido localmente por meio de geradores que utilizam ar ou oxigénio antes de ser introduzido no sistema de circulação de água da piscina. Além disso, as propriedades oxidantes do ozono são tão fortes que podem eliminar cheiros e efeitos desagradáveis causados por subprodutos de

desinfecção, como cloraminas e dicloraminas, por meio da destruição e remoção de seus precursores encontrados na urina, suor e outras secreções dos banhistas (Matos, 2013).

Embora o ozono ofereça benefícios em relação à qualidade superior da água que produz, a sua implementação é pouco comum em Portugal devido aos altos custos de instalação e à elevada quantidade de energia necessária para produzi-lo. Em contraste, nos países do norte da Europa, como Suíça, Alemanha e Áustria, o uso do ozono é comum em muitas piscinas públicas (Faria, 2012).

A radiação ultravioleta (UV) é uma técnica recente para tratamento de água de piscinas, mas já reconhecida há décadas em outras áreas. A luz UV é produzida em geradores especializados e é utilizada para eliminar microrganismos na água, passando por uma câmara onde a água é irradiada com a luz emitida pela lâmpada de UV, na região de comprimentos de onda entre 240 e 280 nm, considerada a mais eficaz. Os UV não deixam efeito desinfetante residual e, portanto, devem ser combinados com um desinfetante à base de cloro ou bromo. No entanto, as doses desses produtos podem ser menores do que as necessárias em sistemas que dependem apenas deles (Faria, 2012).

2.3.6 Controlo e regulação

É importante controlar o pH da água das piscinas para garantir o conforto dos banhistas e a eficácia do tratamento, bem como para manter os valores adequados para o tipo de desinfetante utilizado. O pH pode ser ajustado adicionando-se produtos alcalinos, como carbonato de sódio ou bicarbonato de sódio, para corrigir valores altos, ou ácido clorídrico, sulfato ácido de sódio ou gás carbônico, para reduzir valores elevados. A injeção de produtos químicos deve ser feita por sistemas de doseamento e injeção nas tubulações de recirculação, por meio de tanques de preparação de soluções e bombas doseadoras reguláveis e automáticas, com capacidade adequada para as necessidades da instalação e dos produtos utilizados (Faria, 2012).

É importante realizar análises físico-químicas da água da piscina, incluindo turvação, pH, cloro residual livre e cloro combinado, pelo menos duas vezes ao dia e mais frequentemente em períodos de grande uso. O registo desses parâmetros permite monitorar a evolução das condições da água e detetar contaminação microbiana anormal. No entanto, análises microbiológicas precisas só podem ser realizadas em laboratórios credenciados, geralmente uma vez por mês. Embora possam ter resultados atrasados, essas análises são essenciais para complementar o conhecimento sobre a eficiência do processo de tratamento e desinfecção (Dégremont, 1989).

2.4 Eficiência Hídrica em Instalações Prediais

2.4.1 Certificação e rotulagem de produtos

No presente, Portugal já sente as adversidades da escassez de água nos mais diversos setores. O seu clima mediterrânico com verões quentes e secos, aliado de elevados desperdícios nos sistemas de transporte e distribuição, agravam seriamente a situação em que o país se encontra em termos de recursos hídricos e é necessário tomar medidas urgentes que tornem o consumo dos diferentes setores mais eficientes.

Em termos de eficiência hídrica, segundo autores como Silva Afonso & Pimentel Rodrigues (2012), deverá ser aplicado o princípio dos 5 R's: reduzir consumos, reduzir perdas e desperdícios, reutilizar água, reciclar água e recorrer a origens alternativas.

Com esse objetivo em vista, em 2008 foi criada uma organização não governamental portuguesa, dedicada em promover uma melhor qualidade e eficiência em redes prediais, a Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP), decidiu lançar voluntariamente o seu próprio sistema de certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos (Silva Afonso & Pimentel Rodrigues, 2012).

O sistema de certificação de equipamentos baseia-se em Especificação Técnica ANQIP (ETA), especificações que são desenvolvidas por comissões da própria ANQIP e em ensaios realizados em laboratórios acreditados pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC), ou aprovados pela ANQIP (ANQIP, 2023).

No que diz respeito ao regulamento de rotulagem e certificação de eficiência hídrica de produtos, são feitas mediante a adoção das condições descritas na especificação técnica ANQIP (ETA) 0802, conforme os produtos sejam autoclismos, chuveiros, sistemas de duche, torneiras e fluxómetros, assim como outros dispositivos não especificados nos descritos anteriormente (ANQIP, 2023).

Na ETA 0803, relativamente à rotulagem de eficiência dos produtos (classificação), é feita mediante as suas características e condições da sua utilização. Das classificações atribuídas pela ANQIP, a “A” é considerada a classificação ideal, que tem em consideração não só aspetos de consumos, mas também saúde e performance. Existem classificações de “A++” a “E”, respetivamente melhor e pior desempenho, mas “A++” e “A+”, apenas são atribuídos em determinadas condições ou aplicações especiais (ANQIP, 2023).

Na figura 2.11 estão representadas as classificações que a ANQIP faz em relação aos diferentes produtos anteriormente mencionados.

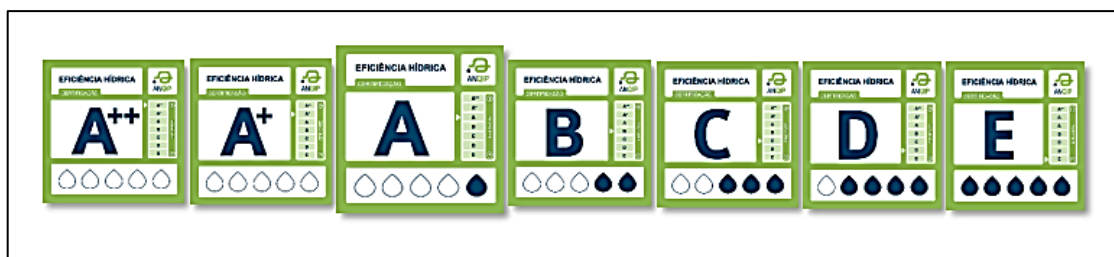


Figura 2.11 - Classificação de produtos ANQIP, mediante características e condições de utilização (ANQIP, 2023)

Na figura 2.12 está representado o rótulo em pormenor e qual o significado da informação que o compõe.

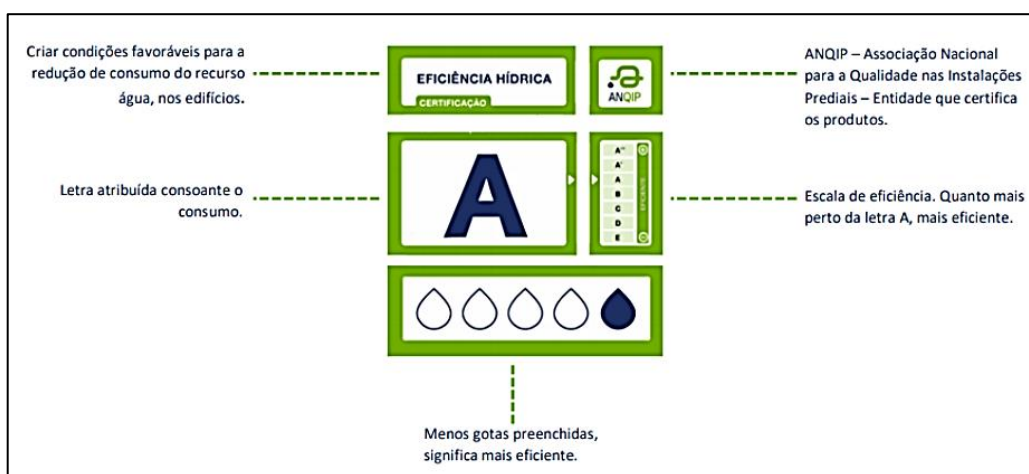


Figura 2.12 - Descrição rótulo ANQIP para produtos (ANQIP, 2023)

2.4.2 Eficiência hídrica de produtos

2.4.2.1 Autoclismos

Segundo a ANQIP, para classificar os autoclismos quanto à sua eficiência hídrica, há que ter em conta o tipo de dispositivo e recorrer-se à ETA 0804, onde estão definidos os volumes e tolerâncias de acordo com o volume nominal dos mesmos, conforme a tabela 2.2. Os autoclismos podem ainda dividir-se pela tipologia da sua descarga, descarga simples, dupla (2 volumes) ou descarga interrompida, onde o utilizador pode fazer ele próprio a paragem da descarga.

Tabela 2.2 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos (ETA 0804, 2023)

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

O enquadramento dos autoclismos em relação à tabela anterior é feito com o recurso à ETA 0805, que é basicamente uma ficha com os diferentes parâmetros que caracterizam o dispositivo a ser analisado.

2.4.2.2 Duches

Os duches são os dispositivos que maior impacto possuem no que diz respeito ao consumo de água por habitante. Os volumes de água consumidos estão diretamente relacionados com o número de duches por dia, o tempo de cada duche e com o caudal debitado. É assim muito importante a utilização de duches que sejam eficientes, com caudal inferior a 9,0 l/min e com uma pressão de 345 KPa (APA, 2012).

A ETA 0806 faz a distinção entre dispositivos, o chuveiro, que se refere ao dispositivo de saída de água e sistema de duche, que se refere ao conjunto de torneira mais o chuveiro e a sua classificação é feita com o enquadramento da tabela 2.3

Tabela 2.3 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche (ETA 0806, 2023).

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

Os chuveiros com sistema eco-stop permitem uma poupança bastante significativa nos duchos. Este sistema permite parar por completo o fluxo de água com apenas a ativação de um botão, da mesma maneira permite a retomada do fluxo de água com o mesmo caudal e a mesma temperatura. Apresenta-se na figura 2.13 o exemplo de um chuveiro de mão com sistema eco-stop.



Figura 2.13 - Chuveiro de mão com sistema eco-stop

2.4.2.3 Torneiras e fluxómetros

Em relação às torneiras, é a ETA 0808 que estabelece os critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica a torneiras e fluxómetros. Existe uma vasta gama de dispositivos em relação à sua tipologia e funcionalidade.

Normalmente existem entre 3 a 5 torneiras distribuídas pelas habitações, entre as casas de banho e a cozinha. É um dispositivo de difícil quantificação quanto à sua frequência de uso, assim como o tempo de uso, tendo uma variabilidade bastante elevada (Pimentel-Rodrigues, 2015)

Em média, estima-se que as torneiras representem cerca de 16% do consumo na habitação, em Portugal. Para as torneiras de lavatório (residências), é considerado o modelo ideal de “A”, que tem um consumo de água até cerca de 2.0 l/min (Pimentel-Rodrigues, 2015).

Em relação a torneiras de cozinha, a classificação ideal a “A”, com um consumo de cerca de 4.0 l/minuto. Por razões de conforto de utilização recomenda-se a utilização de arejador ou solução equivalente, quando se trate de dispositivos de classificação A++ e A+ (Pimentel-Rodrigues, 2015)

A atribuição de rótulos de eficiência hídrica para torneiras de lavatório, torneiras de cozinha e fluxómetros de mictórios (volume de descarga) estão respetivamente representadas nas tabelas 2.4, 2.5 e 2.6.

Tabela 2.4 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório (ETA 0808, 2023).

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

Tabela 2.5 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha (ETA o8o8, 2023).

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

Tabela 2.6 - Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a fluxómetros de mictórios (ETA o8o8, 2023).

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

2.5 Reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC)

As águas cinzentas tratadas podem ser aplicadas também em meio urbano nas utilizações que consomem água potável sem que exista a necessidade de usar água de tão elevada qualidade, como o caso de: descarga de autoclismos, lavagem de ruas, lavagem de contentores de resíduos urbanos, lavagem de veículos, varrimento de coletores, embelezamento paisagístico de empreendimentos urbanísticos por meio de lagos, fontes cascatas de água, combate a incêndios ou mesmo ar condicionado (Marecos do Monte & Albuquerque, 2010)

Em cidades extremamente povoadas como as existentes na Ásia, alguns edifícios já estão providos de dupla rede de abastecimento, uma rede de abastecimento de água potável e outra rede de águas residuais tratadas para outras finalidades, como a descarga de autoclismos (Marecos do Monte & Albuquerque, 2010).

Algumas utilizações de água no interior das habitações chegam a atingir valores de 40% do seu volume de consumo, como o caso de descarga de autoclismos. No caso de edifícios comerciais ou públicos, a quantidade de água utilizada nos sanitários chega aos 90% do consumo total desses edifícios (Asano, Burton, Tsuchihashi, & Tchobanoglous, 2007).

Em alguns usos urbanos que não exijam água potável, o abastecimento de águas residuais tratadas pode ser feito em camião cisterna, como muitas vezes se faz no caso das lavagens de ruas ou na construção pesada. A maioria das restantes utilizações, o abastecimento é essencialmente feito através de uma rede de abastecimento própria para águas residuais tratadas, o que significa o dobro do investimento (Marecos do Monte & Albuquerque, 2010).

A ANQIP também desenvolveu uma especificação técnica na área dos sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC), a designada ETA 0905 que começa por fazer a distinção entre águas residuais domésticas de águas negras e águas cinzentas. Define águas negras ou fecais como águas provenientes das descargas de sanitas ou mictórios. Seguidamente define como águas cinzentas, as águas residuais domésticas que não contêm águas negras, ou seja, com urina e/ou fezes. Geralmente as águas cinzentas são provenientes de banheiras, duches, lavatórios, cozinhas e lavagem de roupas (ANQIP, 2011).

Em complementaridade da ETA 0905, a ANQIP desenvolveu a ETA 0906 com o objetivo de fazer a certificação técnico-sanitária deste tipo de instalações, visto que na sequência da Carta de Bona, a introdução de água não potável nas instalações tem riscos sanitários e são sistemas que necessitam de um controlo mais exigente e de um Plano de Segurança da Água (PSA) (Silva Afonso & Pimentel Rodrigues, 2012).

Os SPRAC permitem que antes da entrega final ao sistema público de drenagem, a água faça um último circuito de circulação e que as águas cinzentas sejam reutilizadas no edifício, sempre após um tratamento adequado e de acordo com a qualidade exigida para essas mesmas utilizações (ANQIP, 2011).

Normalmente as águas cinzentas com menor concentração de poluentes podem ser consideradas para reciclagem ou reutilização. Nos edifícios habitacionais, estas águas são geradas geralmente em banheiras, duches e lavatórios, em certas condições das descargas e máquinas de lavar e das cozinhas (ANQIP, 2011).

Os sistemas SPRAC são ainda diferenciados mediante o período de retenção da água no sistema. Normalmente é utilizado um longo período de retenção quando a água reunida é proveniente de diferentes utilizadores, que depois de tratada num único local é igualmente distribuída para uso por diferentes utilizadores. Sistemas com curto período de retenção normalmente são ocorre quando a reutilização é feita a uma escala menor,

por um utilizador ou utilizadores a uma escala unifamiliar, onde essa reutilização é feita através de um aparelho sanitário como o autoclismo, a ETA 0905 não abrange esses aparelhos sanitários para reutilização de água, mas deve também ser objeto de certificação técnico-sanitária pela ANQIP (ANQIP, 2011).

A conceção do projeto, instalação e exploração dos SPRAC devem respeitar as normas e regulamentos nacionais e europeus aplicáveis a este tipo de instalações, assim como qualquer dos seus componentes. O dimensionamento deverá respeitar o Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de agosto em vigor e as EN 12056-2 e a EN 806-2 (ANQIP, 2011).

Qualquer SPRAC deverá ser objeto de projeto e certificação (ETA 0906), elaborados por técnicos e entidades devidamente habilitados para esse efeito e deve ainda ser elaborado um Plano de Segurança com os seguintes elementos:

- Termo de responsabilidade do técnico ou entidade;
- Caracterização da instalação;
- Verificação periódica da qualidade da água;
- Procedimentos em caso de avaria ou problema grave.

A produção de águas cinzentas pode ser bastante variada, dependendo dos equipamentos instalados e dos comportamentos e hábitos de consumo por parte dos utilizadores. Na tabela 2.7 está representado o balanço hídrico médio em edifícios residenciais com dispositivos rotulados com classe “A”.

Tabela 2.7 - Balanço hídrico em edifícios residenciais, com dispositivos eficientes (valores médios em l/hab/dia) (ANQIP, 2011)

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 regeneradas
	12 litros para a cozinha		
48 litros de água regenerada	5 litros para limpezas	25 litros de águas negras	22 litros de águas cinzentas descarregadas
	13 litros para a máquina de lavar roupa		
	25 litros para descarga de autoclismos		25 litros de águas negras descarregadas
	5 litros para rega	-	Infiltração no solo

A poluição das águas que originam as águas cinzentas geralmente resultam de produtos de higiene pessoal, detergentes, cabelos, pele, sujidade da roupa e matéria orgânica facilmente biodegradável. Devido a este fato, o tratamento desta água não se pode fazer tardar, podendo desencadear processos de decomposição que originam cheiros desagradáveis (ANQIP, 2011).

Em geral, por uma ordem de menor para maior carga poluente, as águas geradas nos chuveiros e banheiras não possuem muita carga poluente, seguidamente são as águas geradas nas lavagens da roupa e por último as águas de lavagem de louça e dos lavatórios de cozinha são as que apresentam maior carga poluente. Os valores poderão variar porque a qualidade da água da rede pública ou algum tratamento que tenha sido feito na rede predial, desempenham um papel importante.

Nos últimos anos têm sido realizados bastantes estudos em águas provenientes de banheiras, chuveiros e lavatórios, onde foram encontrados teores de coliformes totais e fecais (*E. coli*) muito inferiores aos encontrados nas águas residuais domésticas (águas negras e águas cinzentas) (ANQIP, 2011).

Após tratamento adequado, as águas regeneradas podem ser utilizadas para descargas de autoclismos, lavagem de roupas e regas de jardins. Poderá ser ainda considerada a infiltração no solo ou a descarga direta nas linhas de água, relativamente à água excedente após o tratamento. A qualidade da água depende da utilização que esta venha a ter e os parâmetros de qualidade para recarga de autoclismos (tabela 2.8), não são exatamente os mesmos para a água a ser utilizada em rega de jardins (tabela 2.9).

Tabela 2.8 - Requisitos de qualidade para descarga de autoclismos (ETA 0905, 2011)

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 2.9 - Requisitos de qualidade para rega de jardins privados (ETA 0905, 2011)

Parâmetro	VMA	VMR
<i>Legionella spp.</i> (*)	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 detectável	-
Parasitas entéricos	1 ovo/ 10 l	Não detectável
Sólidos em suspensão	10 mg/l	-
Turvação	2 UNT	-

(*) – Quando existir risco de formação de aerossóis (pulverizadores, aspersores, nebulizadores, etc.)

A qualidade varia em função da utilização. Caso se verifique os requisitos de qualidade, os parâmetros de qualidade terão de ser confirmados no máximo 15 dias após a revisão da instalação e os valores de tolerância podem ser consultados na tabela 2.10 (ANQIP, 2011).

Tabela 2.10 - Requisitos de qualidade para rega de jardins privados (ETA 0905, 2011)

Parâmetro	Tolerância relativamente ao VMA
<i>Legionella spp.</i>	1 unidade logarítmica
Estreptococos fecais (<i>Enterococos</i>)	1 unidade logarítmica
Coliformes fecais (<i>Escherichia coli</i>)	100% do VMA
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100% do VMA
Parasitas entéricos	100% do VMA
Sólidos em suspensão	100% do VMA
Turvação	100 % do VMA

No caso de utilização de águas regeneradas para recarga de autoclismos, existe a obrigatoriedade de fechar a tampa da sanita antes de dar a descarga. Esta pode ser uma medida adicional de segurança para os utilizadores. As redes de águas regeneradas, incluindo elementos acessórios, devem ser diferenciadas das redes de abastecimento de água potável, normalmente é utilizada tubagem de cor púrpura ou de fita adesiva colorida e neste caso é também obrigatório o aviso com sinalização de “Água não potável” ou “Água Regenerada”. Dispositivos de rega ou de lavagem, quer interiores, quer exteriores, deverão ser sinalizados com sinais semelhantes ao descrito, acompanhados de simbologia adequada inclusive instalação de torneiras com cabeças amovíveis, para que não se façam usos inadequados destas águas (ANQIP, 2011).

Diversas empresas a operar em Portugal já apresentam um elevado *know-how* em termos de soluções de aproveitamento de águas pluviais ou reaproveitamento de águas residuais cinzentas, neste caso, os recicladores de águas cinzentas são dispositivos que recolhem as águas residuais provenientes de chuveiros, banheiras, lavagem de roupas e lavatórios.

Inicialmente o efluente é passado por um filtro para remoção de qualquer tipo de resíduos de lavagem e posteriormente sofre um processo inicial de decantação. Uma vez no interior do dispositivo, este está dotado de mecanismos de injeção e dispersão de ar (soprador + difusores), de modo a que os processos biológicos se desenvolvam, nomeadamente a oxidação.

Uma vez interrompida essa oxigenação do efluente, inicia-se um processo de decantação da matéria orgânica em suspensão. Após a decantação, o efluente ficará límpido e é então passado para outro compartimento por meio de bombagem e passado por outro filtro durante o processo, ao mesmo tempo que é adicionado desinfetante de modo a prevenir a proliferação de agentes patogénicos. Após todo o processo descrito, a água estará pronta para ser distribuída para a rede de água regenerada.

Estes dispositivos estão ainda dotados de boias de nível e caso o depósito não tenha água suficiente para satisfazer as necessidades de consumo, este é assegurado pela injeção de água da rede de distribuição pública. A figura 2.14 ilustra o exemplo de um reciclador de águas cinzentas.

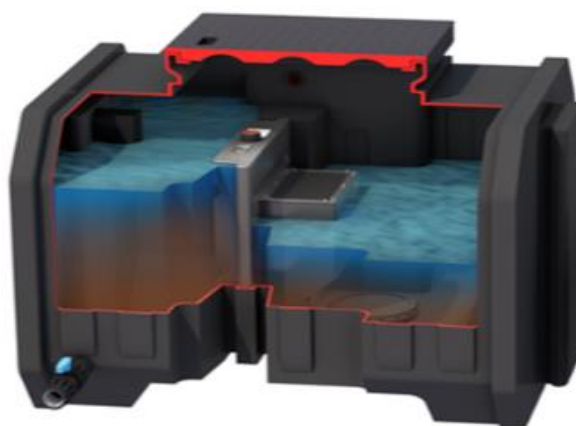


Figura 2.14 – Exemplo de reciclador de águas cinzentas (Ecodepur, 2023)

2.6 Aproveitamento de águas pluviais (SAAP)

O aproveitamento das águas das chuvas não é propriamente um tema novo, pois há muitos séculos que o homem tem utilizado este recurso. De referir que já para os romanos a água era um bem vital para que as suas civilizações se pudessem desenvolver, construíram cisternas e diversos instrumentos para recolha e abastecimento de água (Bertolo & Simões, 2008).

Especialmente nos países mediterrânicos, o aproveitamento de águas pluviais sempre foi uma prática comum, no entanto, com o desenvolvimento dos sistemas públicos de abastecimento de água, levou a um progressivo abandono destas práticas e grande parte

dos saberes tradicionais que as suportavam. Com o crescente cenário de escassez e stress hídrico, aliado com as preocupações em termos de sustentabilidade, tem vindo cada vez mais a aumentar o interesse por este tipo de técnicas e sistemas, baseados em tecnologias mais recentes, económicas e mais seguras (Silva Afonso & Pimentel Rodrigues, Manual de eficiência hídrica em edifícios, (2017)).

Em 2009 o desenvolvimento da utilização das águas das chuvas foi também objeto de estudo por parte da ANQIP, nomeadamente a ETA 0701. À semelhança dos SPRAC, estes Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) é necessário que sejam certificados, por razões de garantia de qualidade técnica e de saúde pública (Pimentel-Rodrigues, 2015).

A elaboração da ETA 0701, foi baseada em grande parte na experiência adquirida nos outros países que já dispunham de disposições normativas em vigor sobre esta temática. O clima Mediterrânico é caracterizado por estiagens relativamente prolongadas, cerca de três meses, coincidindo com os meses de verão, o que suscita a necessidade e adaptação de soluções. Em relação ao dimensionamento do reservatório, como o clima mediterrânico tem longos períodos sem precipitação, é conveniente que se prolongue o tempo de armazenamento, especialmente quando o destino da utilização dessa água é a rega de espaços verdes (Pimentel-Rodrigues, 2015).

Uma vez mencionados os longos períodos sem precipitação, foi dedicada especial atenção à necessidade de desviar as primeiras águas, fazendo uma rejeição das mesmas (first-flush) devido a trazerem uma quantidade de poluentes e materiais mais elevados, recomenda-se a instalação de sistemas automáticos de desvio (Pimentel-Rodrigues, 2015).

Os projetos SAAP e SPRAC por razões de garantia de qualidade técnica e de saúde pública, implica a apreciação prévia do projeto, a realização de vistorias à obra e a certificação dos instaladores pela ANQIP.

Os estudos de pluviosidade recorrem a fontes oficiais, sendo conveniente que recorram a séries históricas de pelo menos 10 anos. Os valores das intensidades máximas servem para os cálculos das capacidades hidráulicas de filtragem (Anexo IX do DL n.º 23/95 de 23 de agosto), deverão ainda ser considerados períodos de retorno 5 anos (Decreto Regulamentar n.º 23, 1995).

Cada local onde vão ser instalados SAAP deve ser estudado em termos de pluviosidade, no caso de ausência de dados ou de estudos das condições locais, recomenda-se que seja feito um desvio de um volume mínimo correspondente a 2 mm de precipitação, o volume a desviar é dado pela expressão:

$$V_d = P \cdot A \quad (1)$$

Onde:

V_d é o volume a desviar do sistema (L);

P é a altura de precipitação (mm);

A é a área de captação em m^2 .

A ETA 0701 disponibiliza uma carta de isoietas que permite consultar as pluviosidades médias anuais em Portugal continental (mm), conforme representado na figura 2.15.

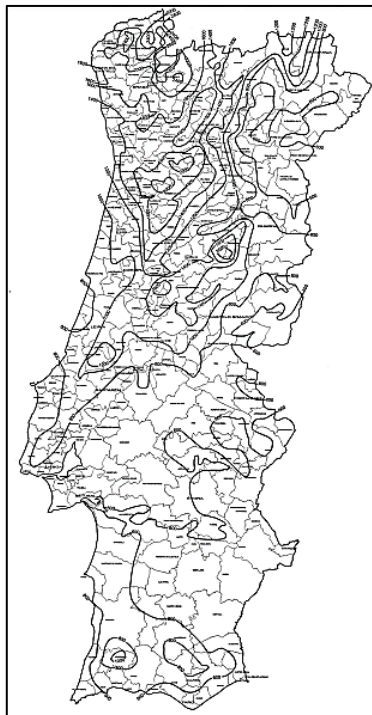


Figura 2.15 - Carta de isoietas de Portugal continental (ETA 0701, 2022)

Segundo a ETA 0701, o volume de água a aproveitar num determinado período pode ser obtido pela seguinte expressão:

$$V_a = C \cdot P \cdot A \cdot \eta_f \quad (2)$$

Onde:

V_a é o volume de água da chuva aproveitável (litros), no período considerado;

C é o coeficiente de escoamento, que é a relação entre o volume captado e o volume total de precipitação, é também influenciado pelo tipo de superfície onde incide a precipitação;

P é a altura de precipitação acumulada no período considerado (mm);

A é a área de captação (m^2);

η_f é a eficiência hidráulica da filtragem.

Na tabela 2.11 podem observar-se os valores de C, conforme o tipo de cobertura onde a precipitação incide.

Tabela 2.11 - Valores recomendados para o coeficiente de escoamento (C)

Tipo de cobertura (1)	Valor de C a considerar quando o dimensionamento da cisterna seja feito com base nas pluviosidades médias mensais (2)	Valor médio de C a considerar para a pluviosidade anual (3)
Coberturas inclinadas impermeáveis e lisas (telha cerâmica, chapa metálica, etc.)	0,90	0,90
Coberturas inclinadas impermeáveis e rugosas (telas de betão, etc.)	0,80	0,80
Coberturas planas sem inertes de proteção	0,80	0,80
Coberturas planas com inertes de proteção (areão, godo, etc.)	0,70	0,70
Coberturas verdes intensivas, sem rega (espessura $e > 150$ mm)	De acordo com as características da cobertura e estudo experimental	$\leq 0,30$
Coberturas verdes extensivas, sem rega (espessura $e \leq 150$ mm)	De acordo com as características da cobertura e estudo experimental	$\leq 0,50$

Normalmente quando os filtros têm uma limpeza e manutenção regulares, pode ser admitida uma eficiência hidráulica de 0,9, a menos que as suas características ou o fabricante recomendem a adoção de outro valor (ANQIP, 2022)

O volume total do reservatório deverá ser 20% superior ao volume útil, devido ao volume morto e à profundidade da boca de captação. Habitualmente para edifícios residenciais, administrativos, comerciais, serviços ou indústrias, o período de reserva é de 20 a 30 dias, podendo ir até aos 90 dias no Continente, quando exista uma utilização significativa para rega e desde que as condições de armazenamento sejam adequadas. Para determinar esse mesmo volume poderá utilizar-se a expressão 3 (atualizada a 1 de junho de 2022 e com validade até 1 de junho de 2027) (ANQIP, 2022).

$$V = \min \begin{cases} V_1 = 0,0014 \cdot P \cdot A \cdot N_c \\ V_2 = 0,0027 \cdot C_{AE} \cdot N_c \end{cases} \quad (3)$$

Onde:

V é o volume útil (litros);

V_1 é o volume disponível (litros);

P é a pluviosidade média anual no local da instalação, em mm;

A é a área de captação em m²;

N_c é o número máximo de dias de retenção da água na cisterna;

V_2 é o volume consumido, em litros;

C_{AE} é o consumo anual estimado, em litros.

Na figura 2.16 está representado um exemplo de uma cisterna horizontal que é comum ser utilizada para SAAP.

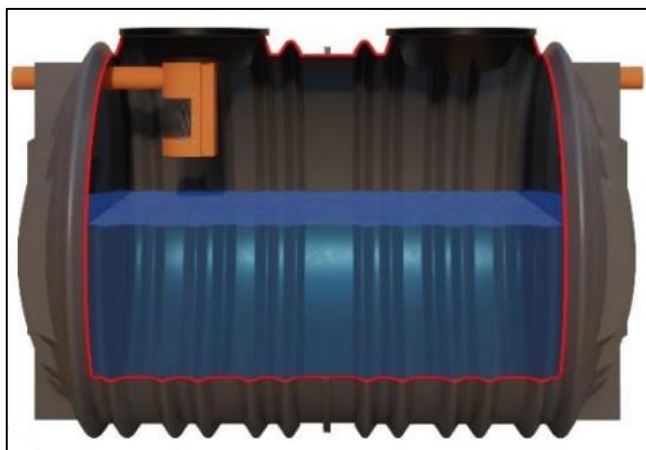


Figura 2.16 - Exemplo de cisterna para SAAP (Ecodepur, 2021)

O dimensionamento da rede de abastecimento de água não potável deve ser feito de forma semelhante às redes de água potável. Estas redes de abastecimento de água não potável, assim como os seus acessórios devem claramente estar diferenciadas das redes de águas potáveis e recomenda-se que sejam de cor púrpura, com fitas adesivas dessa cor ou com o texto “Água não potável”. À semelhança dos SPRAC, também este sistema deve estar devidamente sinalizado (ANQIP, 2022), conforme o exemplo ilustrado na figura 2.17.



Figura 2.17 - Modelo de aviso a colocar junto de dispositivos de rega ou lavagem alimentados por água da chuva (ANQIP, 2022)

Os SAAP exigem manutenção e controlo periódicos, quer do estado de funcionamento, quer análises à água e a ANQIP recomenda na ETA 0701 a frequência de manutenções e inspeções, de acordo com as diferentes componentes do sistema, como está representado na tabela 2.12 (ANQIP, 2022).

Tabela 2.12 - Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP (ANQIP, 2022)

Componentes	Frequência da manutenção
Filtros	Inspeção e limpeza semestrais
Sistema de desvio do <i>first flush</i>	Inspeção semestral e limpeza anual (se automático) ou semestral (se manual)
Caleiras e tubos de descarga	Inspeção e limpeza semestrais
Órgãos de tratamento/desinfecção	Inspeção mensal e manutenção anual
Sistema de bombagem	De acordo com as indicações do fabricante
Cisterna	Inspeção anual e limpeza e higienização de 10 em 10 anos (no máximo)
Unidades de controlo	Inspeção semestral e manutenção anual
Canalizações e acessórios	Inspeção anual

Capítulo 3

3. Material e Métodos – Piscinas Municipais Carlos Manafaia, em Sines

3.1 Introdução

As piscinas Municipais são equipamentos ao serviço do público em geral e são conhecidos pelos seus grandes consumos de água potável. Nos processos normais de manutenção, onde se faz a extração de uma camada superficial dos planos de água e lavagem de filtros, muito facilmente se atingem consumos acima dos 100 m³ diários e no caso das piscinas Carlos Manafaia, o valor máximo obtido num dia foi de 136,87 m³.

Muitas vezes no que se refere ao custo da água que consomem, não têm um custo direto associado, pois muitas vezes são os municípios os responsáveis por assegurar os custos do sistema de abastecimento de água, saneamento, resíduos urbanos, energia e manutenção.

As receitas que provêm dos utilizadores apenas cobre uma pequena parte de todos os gastos para manter um equipamento deste género e será por isso interessante avaliar os custos relativos aos consumos de água caso as piscinas tivessem de assegurar esse gasto e ver como essa água poderia ser reaproveitada e possivelmente que receitas poderiam gerar, assim como avaliar que impacto teria o aproveitamento das águas pluviais para diminuir o consumo da água potável no edifício.

É importante referir que as peças CAD fornecidas não são as telas finais, tendo havido a necessidade de fazer um levantamento no local dos diversos dispositivos sanitários, assim como um questionário a 100 utilizadores para que fosse mais perceptível os seus hábitos de consumo nas instalações e para que os resultados obtidos se aproximassem mais da média real de consumo diário; acabando por esta etapa do estudo ter um papel de sensibilização e alerta para a importância de poupar água e mudar os comportamentos em relação ao consumo.

Devido à pandemia de COVID-19, os anos de 2020 e 2021 foram anos excecionais. Em 2020 as piscinas estiveram fechadas ao público e em 2021 estiveram abertas, mas de forma muito condicionada, por isso esses anos foram excluídos para a execução do trabalho, verificando-se uma queda acentuada de consumos e utilizadores na reabertura sem restrições, em 2022.

3.2 Localização

Conforme representado na figura 3.1, as Piscinas Municipais Carlos Manafaia ficam localizadas na cidade de Sines, Alentejo Litoral e pertencente ao Distrito de Setúbal. De acordo com os Censos de 2021 o município tem cerca de 14.200 habitantes, é também uma zona fortemente afetada pelas grandes variações de população na época de verão.

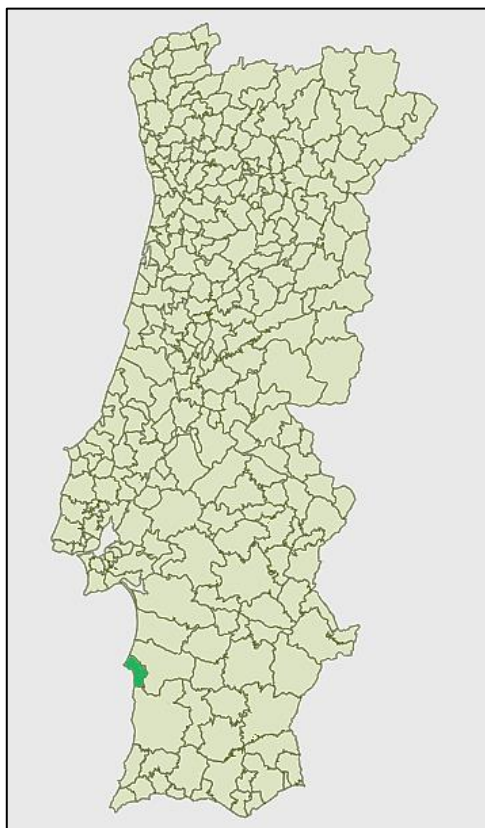


Figura 3.1 - Localização do Município de Sines

3.3 Descrição do Equipamento

As instalações das piscinas municipais tiveram a sua inauguração no dia 16 de julho de 2005, a sua arquitetura segue o modelo de um navio, como ilustra a figura 3.2, para além de relacionar o edifício com Sines e as suas tradições marítimas, é adequada para uma circulação natural dos utilizadores e uma boa distribuição funcional das várias áreas (CM Sine, 2005)



Figura 3.2 - Piscinas Municipais Carlos Manafaia (Google Earth. 2022)

Estas instalações são um complexo de piscinas cobertas, sendo constituído por: cave, onde se encontra toda a área técnica com todos os sistemas de bombagem, filtração, aquecimento e tratamento; piso do rés do chão onde se encontra o posto médico, sala dos técnicos, receção, ginásio, spa, sauna, diversas instalações sanitárias, os tanques de competição e aprendizagem, fraldários e balneários (femininos e masculinos); 1.º piso, onde se encontram duas arrecadações, o bar e as arquibancadas com a capacidade para 350 espectadores, e por fim, o 2º piso é apenas constituído por duas salas de reuniões, conforme peças desenhadas no anexo A.

As piscinas funcionam de segunda a sexta-feira das 08:00 às 21:00, com uma hora de fecho das 14:00 às 15:00, e ao sábado está aberta das 09:00 às 13:00. Geralmente as instalações funcionam 11 meses por ano, estando encerradas ao público no mês de agosto para manutenção integral de todos os sistemas e componentes.

3.4 Instalações e Equipamentos

3.4.1 Piscinas

Conforme ilustrado nas figuras 3.3 a) e b), os tanques das piscinas estão dispostos lado a lado perpendicularmente, um dos tanques é um tanque de competição com 8 pistas, o outro é de aprendizagem. Normalmente as atividades mais praticadas pelos utilizadores são a natação de aprendizagem, aperfeiçoamento e manutenção, em diferentes níveis, a hidroginástica, hidropower, hidrofit, hidroterapia, natação para bebés e natação pré parto.

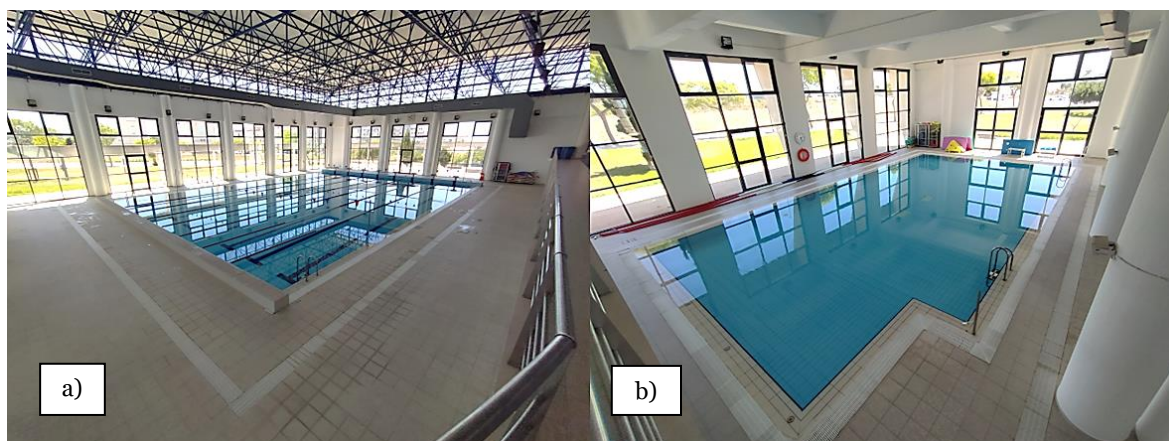


Figura 3.3 - a) Tanque de competição; b) Tanque de aprendizagem

Na figura 3.4 está ilustrada a disposição dos tanques, em planta e na tabela 3.1 são apresentadas as suas características geométricas, assim como dos seus tanques de compensação. Ambos os tanques estão dotados de duas caleiras, a caleira mais junto ao plano de água é do tipo finlandesa e a caleira exterior do tipo Zurique, onde respetivamente a interior devolve a água ao tanque de compensação e a exterior envia a água de transbordo para o sistema de drenagem de águas residuais.

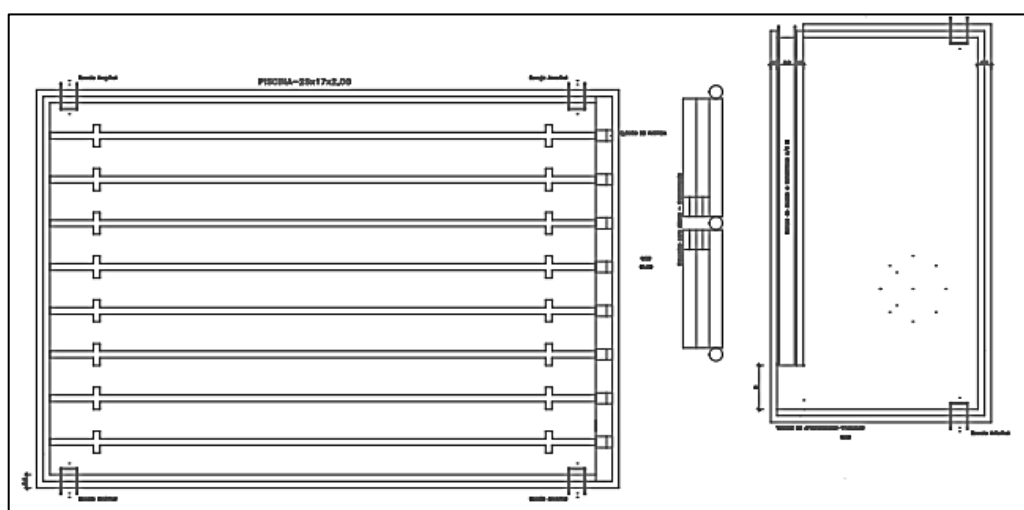


Figura 3.4 - Planta dos tanques das piscinas

Tabela 3.1 - Características geométricas dos tanques das piscinas e dos tanques de compensação

Descrição	Tanques das Piscinas		Tanques de Compensação	
	Competição	Aprendizagem	Competição	Aprendizagem
Comprimento (m)	25,0	17,0	17,0	8,0
Largura (m)	17,0	8,0	3,0	1,5
Profundidade (m)	2,0	0,9	2,1	1,8
Volume (m ³)	850,0	122,4	107,1	21,6

3.4.2 Balneários e Instalações Sanitárias

Nas suas instalações o edifício tem 1 instalação sanitária (I.S.) na cave, no rés do chão é constituído por 1 posto médico com I.S., 2 wc's junto à receção, 1 I.S. para pessoas com mobilidade reduzida, tem ainda 2 balneários com 200 m² cada (1 masculino e 1 feminino), 2 fraldários (1 masculino e 1 feminino), 2 balneários para técnicos e juízes, no primeiro piso tem um bar que não está a ser explorado à data da realização deste trabalho e 2 wc's (1 masculino e 1 feminino).

Conforme a tabela 3.2, foi realizado um levantamento dos dispositivos existentes nas instalações, nomeadamente torneiras, mictórios, autoclismos e chuveiros. Junto ao posto médico existe um “nicho” de 4 I.S., cuja contabilização foi feita na descrição do posto médico.

Tabela 3.2 - Levantamento do número e tipo de dispositivos por piso e divisão

Piso	I.S.	Descrição	Torneiras Lavatórios	Chuveiros	Autoclismos	Mictórios
-1	1	I.S. Staff	1	1	1	1
0	2	Posto Médico (Nicho)	6	0	4	1
	3	Fraldário Masculino	2	2	1	2
	4	Fraldário Feminino	2	2	1	0
	5	Baln. Masculinos	7	12	7	3
	6	Balneários Femininos	7	12	7	0
	7	Sala Técnicos Masc.	2	2	1	2
	8	Sala Técnicos Fem.	2	2	1	0
1	9	Bar (Inativo)	1	0	0	0
	10	WC Feminino	5	0	5	0
	11	WC Masculino	5	0	4	4
			40	33	32	13

Após o levantamento foi necessário quantificar e classificar os dispositivos, conforme o seu tipo de funcionamento, como representado na tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Quantificação e classificação os dispositivos existentes no edifício das piscinas

Quantidades Totais		
Acessórios	Tipo	Un.
Torneiras de Lavatório	Temporizador	37
	Monocomando	2
	Misturadora	1
Autoclismos	Descarga Única (7L)	29
	Descarga interrompida (9L)	3
Chuveiros	Monocomando	33
Mictórios	Fluxómetro	13

3.4.3 Espaço Técnico (Cave)

Os espaços técnicos das instalações ocupam toda a cave do edifício e é neste espaço onde se encontra todo o circuito de circulação de água, aquecimento, filtração, tratamento e bombagem. Cada piscina, de competição e aprendizagem, tem os seus próprios sistemas independentes, idênticos, porém a dimensão de cada sistema é diferente devido aos requisitos de cada tanque.

A água que é fornecida às Piscinas Municipais provém inteiramente da rede pública de abastecimento e tem no total 3 ligações à rede pública. Um dos contadores vai diretamente para a zona dos utilizadores, balneários e restantes instalações sanitárias (rés do chão), a outra ligação é feita aos tanques, onde se divide e alimenta 1 contador em cada tanque e a última ligação abastece a rede de incêndio.

Na chegada da rede pública, a água é direcionada ao tanque de compensação, seguidamente é bombeada para o filtro de areia, passando pelo circuito de dosagem de desinfetante. Neste caso é utilizado cloro para esse processo, assim como é também adicionado algicida.

Uma vez saída do processo de tratamento a água é encaminhada para um permutador de calor alimentado por uma caldeira de biomassa, onde a água é aquecida e injetada nos tanques principais.

Em relação à manutenção da água dos tanques, todos os dias é realizada a extração da camada mais superficial dos tanques, cerca de 2% do volume de cada tanque e executa-se a lavagem dos filtros todos os dias, por um processo de contra-corrente. O tanque de competição possui 3 filtros $\varnothing 1800$ mm, porém as lavagens são feitas a 2 deles aleatoriamente. Os filtros do tanque de aprendizagem são 2 de $\varnothing 1100$ mm e são lavados todos os dias. As figuras 3.5 a) e b) ilustram os filtros dos tanques de competição e de aprendizagem.



Figura 3.5 - a) Filtros do tanque de competição; b) Filtros do tanque de aprendizagem

Os equipamentos que sem os quais não haveria circulação de água, são os sistemas de bombas. O sistema de circulação dos tanques tem três bombas no tanque de competição, duas no tanque de aprendizagem e mais duas no sistema de AQS e são elas que fazem a água circular do sistema de filtração para o sistema de aquecimento que ocorre no permutador de calor.

Posteriormente à saída do permutador de calor a água leva um tratamento químico com cloro e algicida, o qual é feito de modo automático, onde os produtos são armazenados em reservatórios (figura 3.6). Os valores de pH e cloro são controlados automaticamente e os níveis de cloração na água são muito superiores aos valores de cloro na água de consumo, como se pode ver nas figuras 3.7 a) e b).



Figura 3.6 - Depósitos de armazenamento de reagentes desinfetantes



Figura 3.7 - Consolas de controlo de pH e Cloro: a) tanque de 25 m; b) tanque de 17 m

3.5 Consumo de Água nas Instalações

3.5.1 Eficiência Hídrica de Equipamentos

3.5.1.1 Autoclismos

Os autoclismos nas instalações sanitárias no edifício das piscinas municipais são todos exteriores e são apenas de dois tipos (figura 3.8), de 9 litros nas instalações sanitárias para pessoas com mobilidade reduzida, que dispõem ainda de um mecanismo de descarga interrompida, e nas restantes instalações sanitárias e balneários são autoclismos de 7 litros de descarga única ou completa.

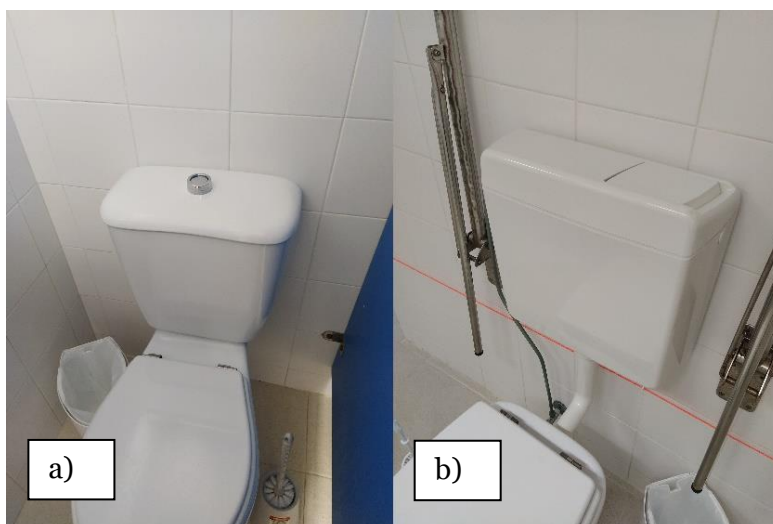


Figura 3.8 - a) Autoclismo de 7 l de descarga completa; b) Autoclismo de 9 l de descarga interrompida

Estes autoclismos são reguláveis para volumes de descarga inferiores, respetivamente 4.0 litros e 4.5 litros, reduzindo assim o seu volume em cerca de 43% e 50%. O número de dispositivos deste género está apresentado anteriormente na tabela 3.3.

Devido a estes dispositivos não terem nenhuma indicação da sua capacidade, procedeu-se ao fecho da válvula de segurança, realizou-se a descarga para que este ficasse vazio, posteriormente com um balde de 10 litros, encheu-se o dispositivo e com um copo de medida de 1 litro mediu-se a restante água que ficou no balde (3L e 1 L).

Ao se classificar estes dois dispositivos na tabela 2.2 através da sua tipologia de descarga e volume, verifica-se que a eficiência hídrica destes dois dispositivos, um de 7 litros de descarga completa e um de 9 litros com interrupção de descarga são ambos de “D”, em caso de redução máxima de volume, atingiriam respetivamente classificações de “A” e “A+”.

Devido às piscinas serem um equipamento público, há que ter precauções na redução dos volumes de modo a não comprometer as suas propriedades hidráulicas como a tensão de arrastamento, assim como os padrões de segurança sanitária, podendo uma classificação de “B” ou “C” garantir um maior conforto na sua utilização.

Relativamente à solução para estes dispositivos, é descartável a hipótese da sua substituição visto que são facilmente reguláveis e conseguem atingir desempenhos bastante elevados.

3.5.1.2 Chuveiros e sistemas de duche

Os sistemas de duchas que existem em todos os balneários e instalações sanitárias são constituídos por uma torneira misturadora monocomando e um chuveiro fixo de cabeça móvel, conforme ilustrado nas figuras 3.9 a) e b), existindo 33 (32 no piso 0 e 1 na cave).



Figura 3.9 - a) Chuveiro de cabeça móvel; b) Torneira misturadora monocomando

Para classificar estes dispositivos foi necessário proceder à realização de medições a 3 chuveiros aleatórios, a torneira foi aberta durante um período de cerca de 5 segundos, recolhida a água e extrapolado para o caudal de um minuto.

Com este processo realizado em 3 chuveiros aleatórios, calculou-se o caudal médio por minuto, chegando aos valores apresentados na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Determinação dos caudais médios dos chuveiros

Medições (Ensaio de Caudal) - Aleatório						
Acessórios	Tipo	Local (I.S.)	Volume (L)	Tempo (s)	Q (L/min)	Qmed (L/min)
Chuveiros	Monocomando	Fraldário Fem.	0,60	5,00	7,20	6,71
		Fraldário Masc.	0,50	5,00	6,00	
		Balneários Masc.	0,60	5,20	6,92	

De acordo com a rotulagem definida pela ANQIP para chuveiros, 6.71 l/min corresponde a uma classificação de “A” (tabela 2.3). De facto, é uma classificação bastante boa, mas num equipamento como as piscinas municipais, os chuveiros são os dispositivos que mais água consomem, sendo obrigatório cada utilizador tomar 2 duches.

Uma vez que estes sistemas de duches não são temporizados, a tendência dos utilizadores é de fazer um duche com água contínua. Num espaço público como o caso de estudo, é vivamente aconselhável que os chuveiros sejam substituídos por dispositivos com temporizadores e cabeças de chuveiros mais eficientes.

Além de haver um maior controlo do consumo no duche, existe um efeito dissuasivo devido ao fato de haver a necessidade de se estar sempre a ativar o temporizador para tomar duche. As tabelas 3.5 e 3.6 fazem a comparação entre a situação existente e a substituição da misturadora por uma misturadora temporizada e uma cabeça de chuveiro com um caudal de 8 l/min, como ilustrado nas figuras 3.10 e 3.11, mas não será considerado como solução devido a não ter em consideração a economia da mesma.



Figura 3.10 - Cabeça para chuveiro fixo (Erix, 2023)

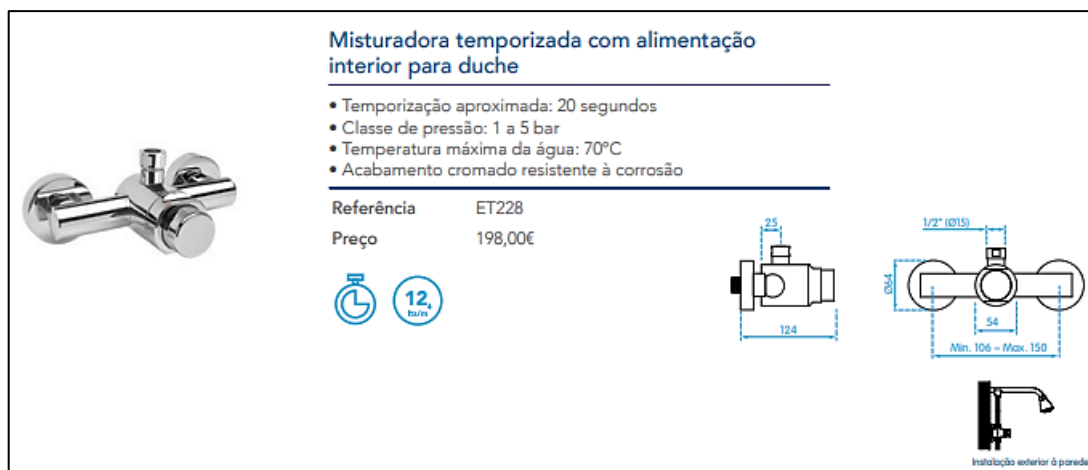


Figura 3.11 - Misturadora temporizada com alimentação interior para duche (Erix, 2023)

Normalmente as torneiras de duchas com temporizador têm descargas entre 20 a 30 segundos, para o exemplo de comparação foram considerados 20 segundos.

Tabela 3.5 - Situação de duche existente

Situação existente (Água contínua)		
Q (l/min)	Temp. duche (min)	Consumo (L)
6,71	10,0	67,10

Tabela 3.6 - Substituição da torneira de duche monocomando por temporizador de 20 segundos por descarga e cabeça de chuveiro mais eficiente

Substituição por um sistema de duche temporizado mais eficiente					
Q (l/min)	Temp. descarga (min)	Consumo por descarga (L)	Nº de descargas	Temp. de duche contínuo (min)	Consumo total (L)
8,0	0,33	2,67	25	8,33	66,67
			30	10,00	80,00

Em ambos os casos, se se considerar um duche que obtenha o mesmo volume de consumo, ou um duche que dure o mesmo tempo em relação à situação existente, o número de ativações do temporizador é bastante elevado para uma utilização padrão. Qualquer duche que utilize menos de 25 de ativações, os gastos de água e as durações dos duchas (tempo da “água a correr”) serão também menores, mesmo utilizando um dispositivo que tenha um consumo de 8 l/min, um caudal cerca de 20% superior ao existente.

Após consulta de preços pelas mais variadas marcas e modelos certificados pela ANQIP, em busca de uma torneira monocomando temporizada, concluiu-se que se tornaria um investimento bastante avultado, visto que as piscinas são um espaço público e o desgaste

dos dispositivos são elevados, exigindo uma manutenção também ela dispendiosa.

Assim sendo, a solução proposta nesta situação é manter a misturadora monocomando existente, que passará a desempenhar um papel apenas de regulação de temperatura, fazer a aplicação de um temporizador intermédio (figura 3.12) e substituição da cabeça do chuveiro por um modelo mais eficiente.

Como referido anteriormente, existe uma lista com produtos aprovados e certificados pela ANQIP. Após consulta, a solução escolhida foi optar-se pela cabeça de chuveiro fixa da empresa Ecofree, rotulada com a classificação “A” pela sua eficiência hídrica, conforme representado na figura 3.13, com um caudal de 5.7 l/min e com um preço de 18.92 € (IVA incluído), assim como uma torneira temporizada de painel com parafusos da Erix, cujo preço é de 35,00 € (IVA incluído), totalizando um investimento de 53.92 € por chuveiro, ao invés de 216€ no caso do exemplo dado anteriormente.



Figura 3.12 - Torneira temporizada de painel com parafusos, temporização de 30 segundos (ERIX, 2023)



Figura 3.13 - Chuveiro fixo “Ecofree” com rótulo ANQIP de classificação “A” (ANQIP, 2023)

3.5.1.3 Torneiras e fluxómetros de mictórios

As torneiras que estão instaladas no edifício são de várias tipologias. A tabela 3.7 apresenta as suas quantidades e o seu tipo, em relação às suas características e modos de funcionamento. Existem mais tipos de torneiras, representadas na figura 3.14, mas como não se encontram a funcionar, não foram consideradas para a contagem, foi o caso das torneiras de alavanca do posto médico, as quais se recomenda a sua substituição.

Por outro lado, existem torneiras de lavatório temporizadas da “Grohe”, que possuem um ótimo desempenho de 3.3 l/min. Não foram consideradas as torneiras usadas para lavagem dos pavimentos neste capítulo, são apenas para lavar os pavimentos dos balneários e da cave e não são usadas pelos utilizadores. Assim sendo, foram consideradas neste trabalho, porém, num capítulo futuro que trata os consumos das instalações.

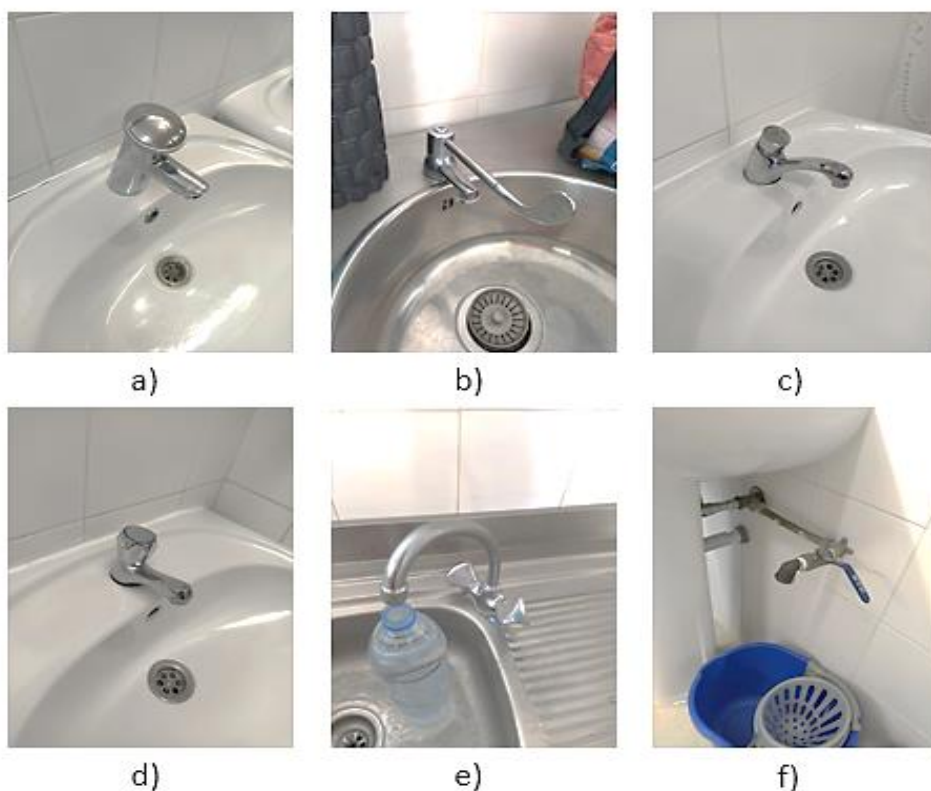


Figura 3.14 – Tipos de torneiras de lavatório e cozinha: a) torneira de lavatório temporizada Grohe; b) Torneira de alavanca; c) Torneira de lavatório temporizada; d) Torneira de lavatório convencional; e) Torneira de cozinha bicomando; f) Torneira de manipulo (jardim)

A tabela 3.7 apresenta a quantidade de torneiras nas instalações, após levantamento no local (excluindo as f)).

Tabela 3.7 - Levantamento do número e tipo de torneiras nas instalações

Quantidades Totais		
Acessórios	Tipo	Un.
Torneiras de Lavatório	Temporizador	37
	Mist. Monocomando	2
	Mist. Bicomando	1

Excetuando as torneiras b) e f), foram realizados ensaios de caudal a 3 torneiras de cada tipo aleatoriamente (tabela 3.8), após a abertura das torneiras, esperou-se até o caudal estar estabilizado, seguidamente contabilizou-se sensivelmente 5 segundos, recolheu-se a água com o copo medidor e por fim determinou-se o caudal em 60 segundos.

Tabela 3.8 - Caudais médios e classificação ANQIP


Medições (Ensaio de Caudal) - Aleatório							Eficiência atual (ANQIP)
Acessórios	Tipo	Local (I.S.)	Volume (L)	Tempo (s)	Q (L/min)	Qmed (L/min)	
Torneiras de Lavatório	Temporizador	WC Fem.	1,00	5,25	11,43	9,72	D
		WC Masc.	1,10	5,00	13,20		
		WC Masc. (Grohe)	0,30	5,47	3,29		
		Fraldário Fem.	0,95	5,20	10,96		
	Monocomando (manipulo)	Nicho Posto Médico	0,60	5,10	7,06	7,13	C
		Nicho Posto Médico	0,60	5,00	7,20		
Misturadora (bicomando)	Bar	0,90	4,30	12,56	12,56	E	

A solução mais económica será sempre a aplicação de redutores de caudal (figura 3.15) nas torneiras de lavatório existentes. São dispositivos muito acessíveis e bastante eficazes que por si só, aumentam bastante a eficiência da torneira onde são aplicados, porém durante a realização dos ensaios, verificou-se que existem bastantes torneiras de lavatório com o temporizador danificado, levando a descargas demasiado longas.



Figura 3.15 - Redutor de caudal para torneiras (Allaqua, 2023)

Na figura 3.16 apresenta-se uma proposta de solução para a substituição de todas as torneiras temporizadas, iguais às c).



Torneira temporizada para lavatório Alfa

- Temporização aproximada 6 segundos
- Perlator embutido que, além de garantir economia de água, é mais resistente ao vandalismo
- Classe de pressão: 0,2 a 4 bar
- Temperatura máxima da água: 40°C
- Acabamento cromado biniquel de alta resistência à corrosão, conservando a beleza do produto por muito mais tempo

Referência ET009

Preço 42,00€

DOCOL

A

5.

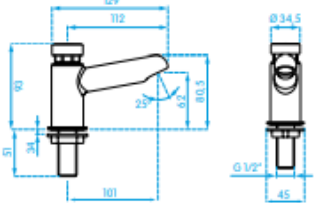


Figura 3.16 – Torneira de lavatório temporizada (Erix, 2023)

À data da realização deste trabalho, o bar das piscinas municipais não estava a ser explorado, porém considerou-se também a substituição da torneira misturadora bicomando existente por uma torneira de cozinha monocomando mais eficiente, como representado na figura 3.17.

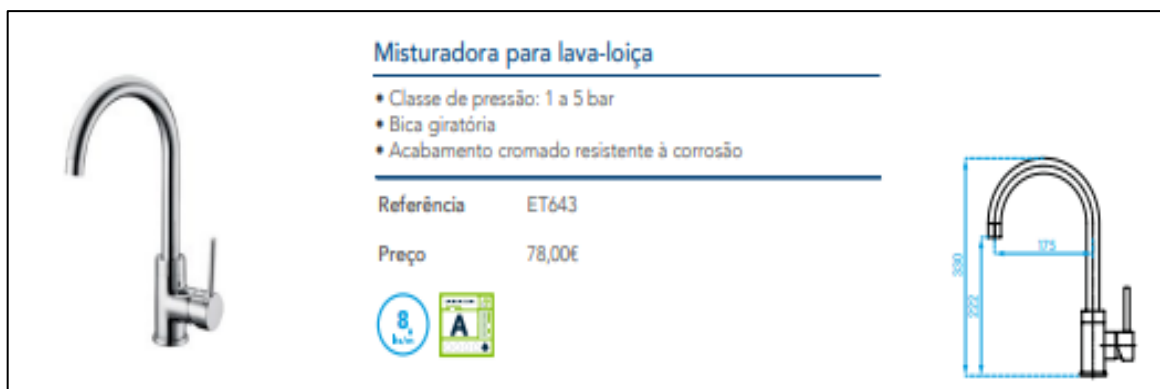


Figura 3.17 - Misturadora monocomando para lava loiças (Erix, 2023)

Foi verificado que as torneiras temporizadas das instalações sanitárias para pessoas com mobilidade reduzida, não eram as mais adequadas, por isso a figura 3.18 ilustra a solução proposta para essas instalações.

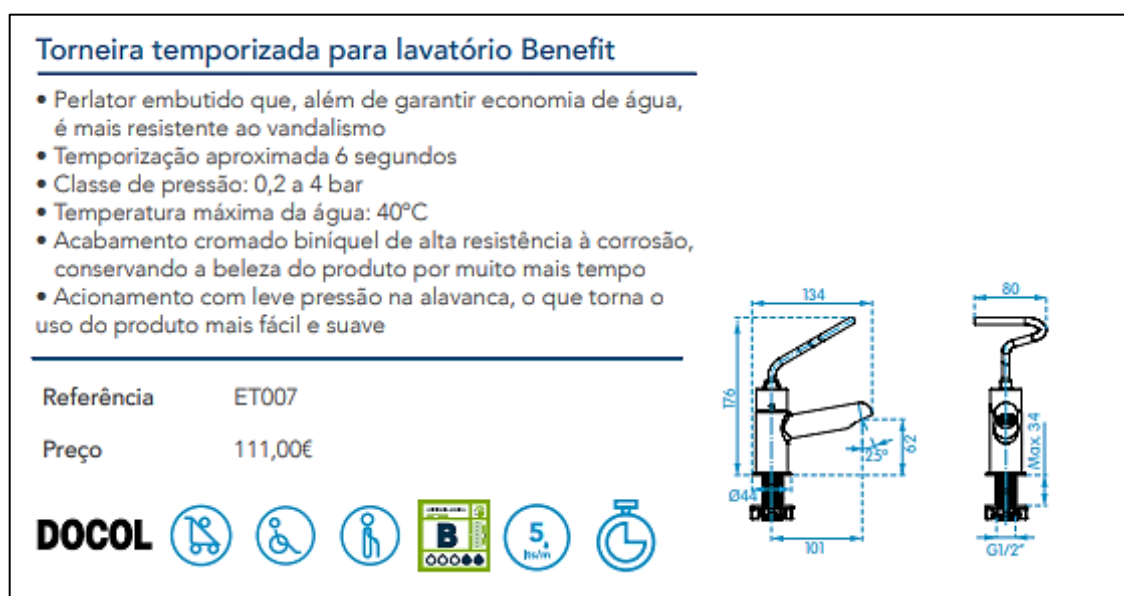


Figura 3.18 - Torneira temporizada de instalações sanitárias para pessoas com mobilidade reduzida (Erix, 2023)

Em relação aos mictórios existentes nas instalações sanitárias, são dispositivos todos do mesmo modelo, como ilustrado na figura 3.19. No total são 13 os mictórios instalados, o fluxómetro está à vista e para a realização dos seus ensaios de caudal, foi desmontada a união entre o fluxómetro e o tubo de descarga, colocado o balde de 10 l imediatamente abaixo e ativada a descarga do fluxómetro. Após a recolha de água, foi realizada a medição do volume com o copo medidor.



Figura 3.19 - Mictórios existentes nas instalações das piscinas municipais

Na tabela 3.9 estão apresentados os volumes registados nos ensaios efetuados aos urinóis.

Tabela 3.9 - Caudais médios e classificação ANQIP

Medições (Ensaio de Caudal) - Aleatório							Eficiência atual (ANQIP)
Acessórios	Tipo	Local (I.S.)	Volume (L)	Tempo (s)	Q (L/min)	Qmed (L/min)	
Mictórios	Fluxómetros	Fraldário Masc.	1,10			1,17	A+
		WC Masc.	1,20				
		Balneários Masc.	1,20				

De acordo com a tabela 2.6 de classificação ANQIP, o fluxómetro enquadra-se na classificação “A+”. Poderiam substituir-se os fluxómetros, mas devido à classificação dos existentes, optou-se por não se substituir os atuais fluxómetros.

3.5.2 Resumo de Consumos Globais de Água nas Piscinas Municipais

Neste subcapítulo são apresentados apenas o resumo dos dados de consumo de água, estando todos os dados e tabelas considerados no anexo B. Importa frisar que a parte do edifício destinada aos utilizadores está ligada ao sistema de drenagem de águas residuais, ao contrário dos sistemas dos tanques, toda a manutenção dos mesmos está ligada ao sistema de drenagem pluvial, conforme apresentado nas peças desenhadas das especialidades no anexo A.

Normalmente as piscinas estão abertas ao público 11 meses por ano, sendo habitual o mês de agosto ser para manutenção do espaço e dos circuitos de água, mecanismos, assim como o sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC).

As leituras designadas como “Contador Edifício”, são as leituras do consumo de água da zona dos utilizadores, referentes às instalações sanitárias e balneários e “Tanques + C.A.Q” referentes às leituras dos consumos dos tanques e do circuito de água quente (C.A.Q). Há também gastos de água da lavagem dos filtros, mas sem leituras fornecidas, tendo os volumes de lavagem sido obtidos através do responsável do equipamento.

Pela figura 3.20 estão representados os consumos totais anuais do edifício, dos anos de 2018, 2019 e 2022, podendo constatar-se um decréscimo acentuado no consumo, o que se pode dever às restrições havidas devido à pandemia (2020 e 2021) e aos hábitos que se mudaram já em pós-pandemia.

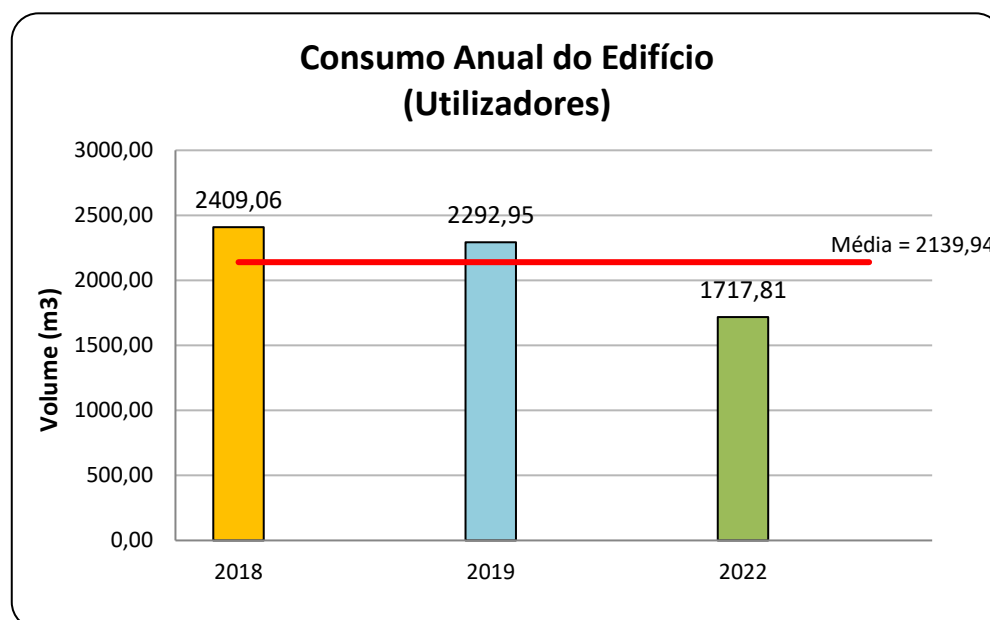


Figura 3.20 - Consumos anuais totais na zona dos utilizadores

A nível de tanques e circuito de água quente, os consumos são muito superiores, exigindo uma manutenção em que é fundamental renovar a água de maneira a que se mantenha com qualidade suficiente para ser utilizada pelo público. Existe ainda alguma água de transbordo que é necessária repor no sistema, porém é uma quantidade insignificante em relação a todo o processo de manutenção diário. A figura 3.21 apresenta quais os consumos envolvidos nos processos de manutenção da água dos tanques (25 e 17 m), circuito de água quente, não estando contemplada a água de lavagem de filtros.

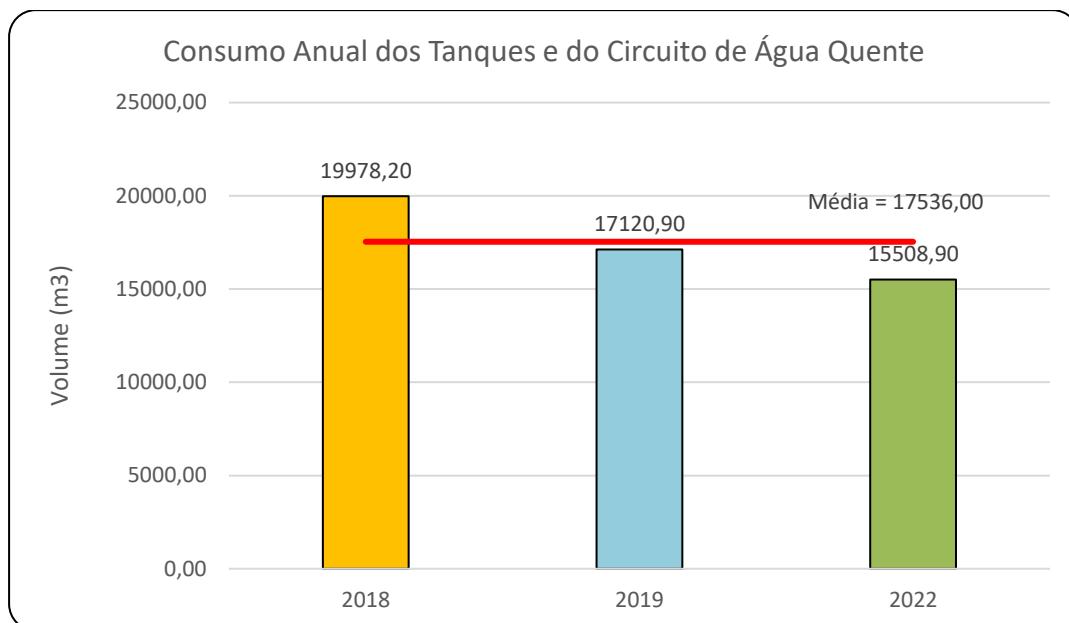


Figura 3.21 - Consumos anuais totais dos tanques das piscinas (tanques + C.A.Q)

Além dos consumos mencionados anteriormente, há que contabilizar os consumos feitos nas lavagens dos filtros. Cada lavagem dos grupos de filtros consome 6 m³ na piscina de aprendizagem e 35 m³ na piscina de competição. Foram consideradas 24 lavagens por mês, 11 meses por ano, consumindo um total de 41 m³/dia e totalizando 10.824 m³/ano.

A figura 3.22 ilustra o somatório dos consumos totais do edifício em geral, assim como o consumo dos tanques e do circuito de água quente somados à lavagem dos filtros.

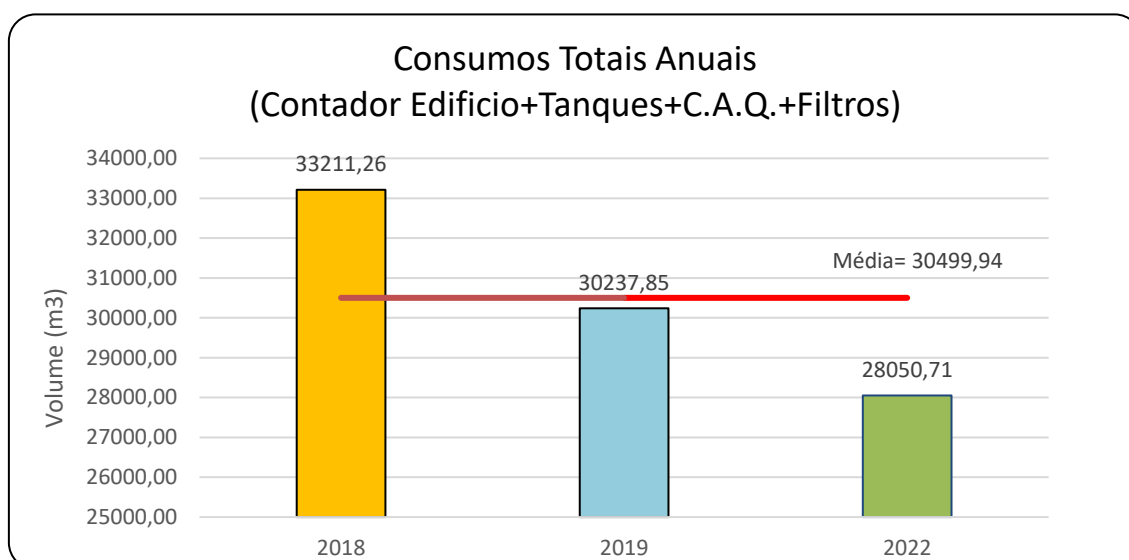


Figura 3.22 - Consumos totais anuais do edifício e dos tanques das piscinas (tanques + C.A.Q)

A tabela 3.10 apresenta o resumo dos consumos médios anuais do contador do edifício e dos tanques juntamente com a lavagem dos filtros.

Tabela 3.10 - Resumo dos consumos totais anuais do contador do edifício, dos tanques e lavagem dos filtros

m ³ /ano	Consumos Totais Piscinas			Consumo médio anual (m ³)
	2018	2019	2022	
Contador Edifício	2409,06	2292,95	1717,81	2139,94
Contadores Tanques + CAQ	19978,20	17120,90	15508,90	17536,00
Lavagem dos filtros	10824,00	10824,00	10824,00	10824,00
Total	33211,26	30237,85	28050,71	30499,94

Já a figura 3.23 ilustra a proporção do consumo médio anual entre a zona dos utilizadores e o consumo médios dos processos de manutenção que estão envolvidos na manutenção da água dos tanques.

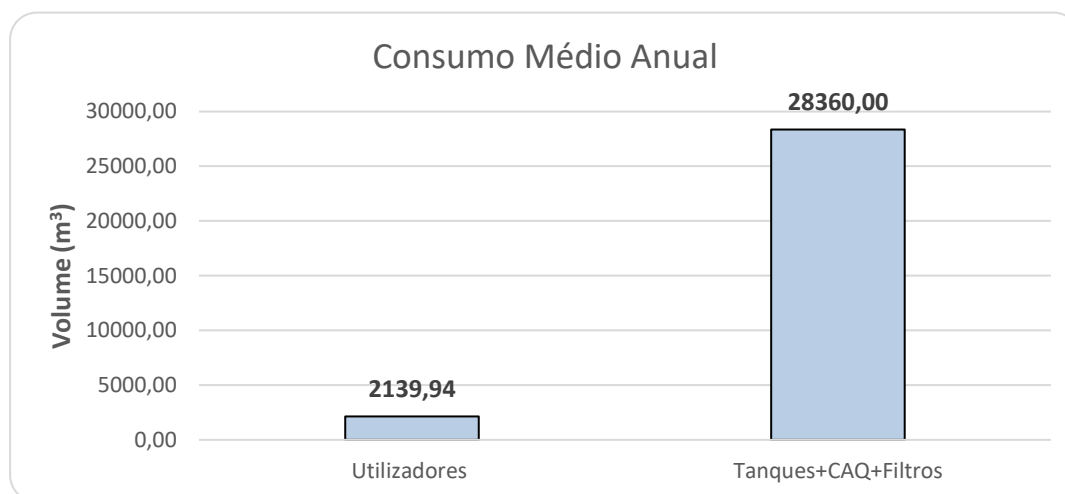


Figura 3.23 - Consumos totais anuais do edifício e dos tanques das piscinas (tanques+C.A.Q+Filtros)

3.5.3 Caracterização do Consumo nas Piscinas Municipais

3.5.3.1 Zona dos utilizadores

Para se compreender qual o padrão de consumo feito pelos utilizadores e para fins de perceber quais os consumos em relação aos dispositivos, foi necessário proceder-se à realização de um questionário, onde foram inquiridas 100 pessoas, desde mais jovens aos mais idosos. O questionário (ver anexo C) serviu para determinar os comportamentos de consumos nas instalações e com os ensaios previamente realizados aos dispositivos existentes, foi possível compreender que percentagem de água eram consumidas por cada tipo de dispositivo.

Esta parte do estudo, em contacto direto com os utilizadores acabou por ter um papel de sensibilização junto dos mesmos, pois foi possível compreender que não existe por parte

do público uma sensibilização para este tema, como já existe para a reciclagem de resíduos sólidos. Quando questionados de quantos litros de água pensavam que gastavam, muitos responderam valores muito abaixo dos resultados finais.

Após realizado o questionário e análise dos dados, concluiu-se que os utilizadores gastam em média cerca de 54.5 L/utilização. A tabela 3.11 apresenta as quantidades de água consumidas pelos diferentes dispositivos e a sua percentagem no consumo global por parte dos utilizadores.

Tabela 3.11 - Consumos dos diferentes dispositivos e percentagem em relação ao consumo global

Dispositivos	Consumo (L/dia)	%
Torneiras	59,29	1,09
Duches	5004,82	91,88
Urinol	32,76	0,60
Autoclismo	350,0	6,43
Total	5446,87	100,00

Para fazer uma correta avaliação do consumo, é necessário considerar a lavagem dos pavimentos nas zonas dos duches dos balneários. São estas torneiras associadas aos lavatórios as que mais gastam nas instalações, as zonas de duches são lavadas através de varredura e lavagem com mangueira 2 vezes por dia.

O tempo gasto por cada utilização das mangueiras, é de cerca de 5 minutos no balneário masculino e cerca de 15 min no balneário feminino. Na tabela 3.12 são apresentados os tempos gastos por dia na lavagem das zonas de duches em ambos os balneários, assim como os caudais das torneiras para o efeito e os volumes consumidos por dia resultante deste processo.

Tabela 3.12 - Consumo de água no processo de lavagem da zona dos duches

Balneário	Nº de Lavagens/dia	Tempo por Lavagem (min)	Q (l/min)	Volume diário (L)
Masculino	2	5,0	36,0	360,0
Feminino	2	10	40,8	816,0
				1176,0

Não se considerou a substituição destes dispositivos para lavagens de pavimentos devido à função que desempenham, pois convém terem caudal e pressão adequados. Na tabela 3.13 é apresentada uma correta caracterização diária dos consumos de água na parte dos utilizadores (contador edifício).

Tabela 3.13 - Caracterização e quantificação dos consumos médios diários nas instalações das piscinas municipais

Consumo Médio Diário nas Piscinas		
Utilização	Volume (L)	(%)
Torneiras	59,29	0,90
Chuveiros	5004,65	75,57
Mictórios	32,76	0,49
Autoclismos	350,0	5,28
Lavagem de Pavimentos	1176,0	17,76
Total	6622,7	100,00

Em relação ao consumo médio diário obtido está um pouco acima da média, porém se se calcular a média dos consumos médios diários de 2018 e 2019 (pré-pandemia), o valor obtido é o valor sensivelmente igual.

Para determinar os consumos médios anuais de cada dispositivo, calculou-se o consumo anual gasto nas lavagens de pavimentos, que se mantém constante ao longo do tempo, retirou-se esse volume ao consumo médio anual e aplicam-se as percentagens de consumo obtidas nos questionários, apresentando os consumos médios anuais de cada dispositivo na tabela 3.14 e representando no figura 3.24 as percentagens de consumo de cada dispositivo em relação aos consumos com e sem lavagem de pavimentos, respetivamente.

Tabela 3.14 - Caracterização e quantificação dos consumos diários nas instalações das piscinas municipais

Consumo Médio Anual (m3)					
Utilização		Volumes Anuais Parciais	% parcial (dispositivos)	m3/ano	% relativo ao consumo total
Dispositivos	Torneiras	1855,35	1,09	20,22	0,95
	Chuveiros		91,88	1704,69	79,66
	Mictórios		0,60	11,13	0,52
	Autoclismos		6,43	119,30	5,57
Lavagem de Pavimentos		284,59	-	284,59	13,3
Consumo Médio Anual (m3)		2139,94			100,00

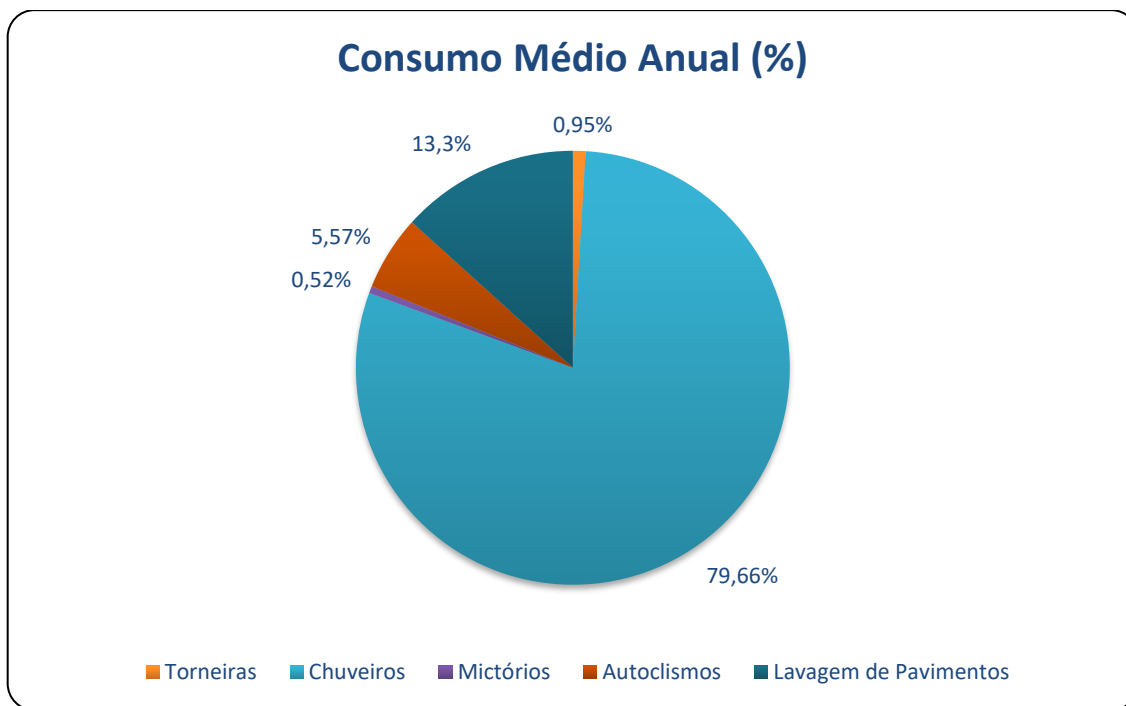


Figura 3.24 - Percentagens de consumo de cada dispositivo, nas Piscinas Municipais

3.5.3.2 Zona dos tanques

Como referido ao longo deste trabalho, a norma de manutenção dos tanques exige a extração de uma camada superficial de ambos os tanques com o volume mínimo de 2% e, a lavagem dos filtros diariamente, processo onde estes consomem volumes de água bastante consideráveis.

No caso de estudo, toda a água destes processos de manutenção dos tanques, é despejada no sistema de redes pluviais, conforme as quantidades de utilizações diárias, assim será a quantidade de água que, será rejeitada para os sistemas de drenagem públicos, normalmente a camada superficial que é extraída, a camada que é normalmente extraída nas piscinas municipais, é o equivalente a uma camada de 10 cm de espessura em cada tanque. Em relação à lavagem dos filtros, estes têm um ciclo de 5 minutos de lavagem, seguidos de 5 minutos de enxaguamento.

A lavagem dos filtros da piscina de aprendizagem é feita todos os dias tendo um consumo de 6 m³/lavagem, já os filtros da piscina de competição são no total 3, são lavados também todos os dias, porém são lavados 2 a 2, com um consumo de 35 m³/lavagem. A tabela 3.15 apresenta as características dos filtros assim como o volume da camada de extração.

Tabela 3.15 - Características dos filtros e volumes dos processos de manutenção

Tanques	Área de superfície (m ²)	Número de filtros	Diâmetro (mm)	Volume Lavagem de cada Filtro (m ³)	Camada Superficial de Extração (m ³)	% do Vol. do tanque
Competição (25 m)	425	3	1800	17,5	42,50	5,00
Aprendizagem (17 m)	136	2	1100	3	13,60	11,11

Segundo os dados das tabelas em anexo B, o consumo médio dos tanques é apresentado na tabela 3.16.

Tabela 3.16 - Consumo médio diário da manutenção dos tanques das piscinas

Tanques	Lavagem diária dos filtros (m ³)	Volume Extração Camada Superficial (m ³)	Volume Médio Diário (m ³)
Competição (25 m)	35	42,50	77,50
Aprendizagem (17 m)	6	13,60	19,60
Total	41	56,10	97,10

Em relação ao circuito da água dos tanques, assim como devido aos regulamentos e normas de qualidade deste tipo de equipamentos, não é possível melhorar a sua eficiência hídrica da mesma forma com que acontece na parte dos utilizadores. A única forma de o fazer seria a substituição integral do tipo de circuito e tipo de funcionamento do mesmo.

Assim sendo, e também devido a fatores de dimensionamento, os volumes de água consumidos no processo de manutenção dos tanques, são volumes de água rejeitados sem qualquer tipo de aproveitamento.

Quanto à qualidade das suas águas, são definitivamente classificadas como águas cinzentas, porém devido ao seu tratamento e também não serem iguais a águas de duche, é possível que esta água cinzenta tenha uma qualidade superior à qualidade de água cinzenta de um duche.

Capítulo 4

4. Discussão de Resultados

4.1 Definição de cenários

Foram definidos vários cenários para analisar a viabilidade técnica e económica das soluções escolhidas, isto considerando apenas a parte das piscinas que é inteiramente dependente do comportamento dos utilizadores. Não fazendo aproveitamento das águas SAAP, nem SPRAC para o edifício, fez-se a análise de investimento destes dois sistemas à parte.

A tabela 4.1 apresenta quais os cenários que foram considerados no estudo de eficiência hídrica no setor dos utilizadores, onde as soluções incidem basicamente em regular volumes e substituir equipamentos.

Tabela 4.1 - Soluções propostas para redução do consumo de água nas piscinas municipais de Sines

Cenários	Opções	Soluções Propostas	
1	1.1	Regulação do volume de descarga dos autoclismos	Regulação
		Colocação de redutores de caudal nas torneiras de lavatório	
2	2.1	Regulação do volume de descarga dos autoclismos	Regulação + Substituição
		Substituição das cabeças de duche e aplicação de temporizador (5,7 l)	
	2.2	Regularização do volume de descarga dos autoclismos	
		Colocação de redutores de caudal nas torneiras de lavatório	
		Substituição das cabeças de duche e aplicação de temporizador (5,7 l)	
	2.3	Regularização do volume de descarga dos autoclismos	
Substituição de torneiras temporizadas de lavatório			
Substituição das cabeças de duche e aplicação de temporizador (5,7 l)			
3	3.1	Aproveitamento das águas pluviais para rega das árvores na envolvente	Reutilização
	3.2	Reaproveitamento de águas cinzentas para rega de espaços verdes	

4.2 Análise comparativa de consumos

Para as análises de consumos fez-se uma confrontação da situação atual, avaliaram-se os dados obtidos nos ensaios e questionários elaborados no local de estudo. Pela tabela 3.14 pode analisar-se como é o padrão de consumo das instalações.

Importa salientar que não se considerou a substituição dos fluxómetros de mictórios, devido ao seu elevado desempenho, nem a substituição dos atuais autoclismos, devido a serem reguláveis e não é necessário qualquer custo na alteração no seu volume de descarga.

Nos chuveiros foi considerada a aplicação de um temporizador, em média os segundos duchas demoram cerca de 6.5 min, o temporizador tem um tempo de descarga de 30 segundos, assim sendo para obter um duche contínuo de 6.5 minutos são necessárias 13 ativações do botão. Com a nova cabeça de chuveiro móvel (5,7 l/min), cada descarga consome cerca de 2.85 l, levando a um duche de cerca de 37 litros, face à situação existente de cerca de 50 l/duche, uma redução de cerca de 25.97%.

A análise de consumo nesta fase incide praticamente só na parte das instalações sanitárias, que é o local onde se pode modificar os caudais dos dispositivos sujeitos aos hábitos dos utilizadores. Por outro lado, a única solução para diminuir a quantidade de água gasta é realizar a manutenção adequada ao valor mínimo estabelecido para os vários processos, como por exemplo, garantir que a camada de extração é apenas 2% do volume do tanque ou garantir que se faça os ciclos de lavagem de filtros com os tempos, caudais e frequência de lavagens mínimos recomendados, assegurando sempre a qualidade da água necessária para o objetivo de utilização. A tabela 4.2 mostra o resumo da análise dos cenários propostos anteriormente.

Tabela 4.2 - Soluções propostas para redução do consumo de água nas piscinas municipais de Sines

Consumo Existente			Regulação de Caudais		Regulação de Caudais + Substituição de Equipamentos					
			Cenário 1.1		Cenário 2.1		Cenário 2.2		Cenário 2.3	
Equipamento	%	m³/ano	Redução (%)	Consumo (m³)	Redução (%)	Consumo (m³)	Redução (%)	Consumo (m³)	Redução (%)	Consumo (m³)
Chuveiros	91,88	1704,77	0,00	1704,77	25,97	1262,04	25,97	1262,04	25,97	1262,04
Autoclismo	6,43	119,22	43,70	67,12	43,70	67,12	43,70	67,12	43,70	67,12
Torneiras	1,09	20,20	69,00	6,26	0,00	20,20	69,00	6,26	49,00	10,30
Mictório	0,60	11,16	0,00	11,16	0,00	11,16	0,00	11,16	0,00	11,16

100,00

Totais Globais	1855,35	3,56%	1789,31	26,67	1360,52	27,42	1346,58	27,20	1350,62
	Poupança (m³/ano)	66,04		494,83		508,77		504,73	

Para uma melhor visualização dos dados, ilustram-se os mesmos através da figura 4.1.

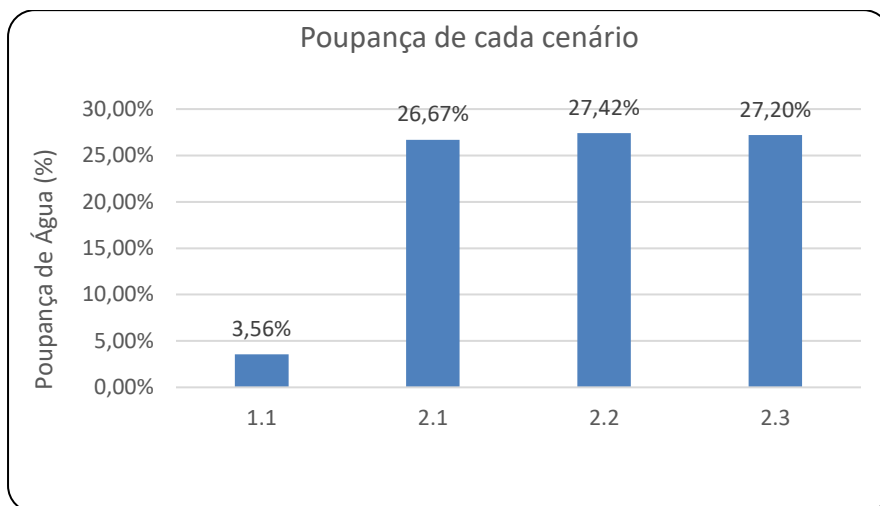


Figura 4.1 - Representação das reduções de consumo das soluções propostas na tabela 4.2

4.2.1 Avaliação SAAP

As medidas de redução de água potável são bastante importantes, especialmente quando se trate de utilizações para fins não potáveis, tendo em vista o princípio dos 5 R's, sendo fundamental encontrar outras origens de água para esses usos, como é o caso das águas pluviais. Os aproveitamentos das águas das chuvas podem ser feitos para finalidades como a rega de espaços verdes, recarga de autoclismos ou mesmo lavagem de pavimentos e veículos.

O objetivo da avaliação SAAP será para reduzir ou anular consumo de água na rega das árvores na envolvente das piscinas municipais (figura 4.2). As árvores são predominantemente *Melia Azedarach* e *Plátanos*, já estão estabelecidas, têm uma boa tolerância a climas secos e a períodos de ausência de precipitação, porém é conveniente que na época de verão tenham um reforço na sua frequência de rega.



Figura 2 - Zona envolvente das piscinas municipais, zona de relvado e linhas de árvores

Para se determinar que quantidade de águas das chuvas se poderia aproveitar, foi necessário recorrer aos registos de pluviosidade de 40 anos (1979-2019), disponibilizados no SNIRH.

No caso de Sines, não existe nenhuma estação que registe a pluviosidade mensal. Fez-se então o tratamento dos dados de estações pluviométricas em torno da cidade, nomeadamente as estações de Campilhas, Cercal, São Domingos e Grândola, calculou-se a precipitação média ponderada da área considerada e assumiu-se esse valor para a precipitação média para Sines.

Resultante do tratamento de dados, apresenta-se na tabela 4.3 a precipitação média considerada para Sines.

Tabela 3 - Precipitação média para Sines (período de 1979-2019)

Precipitação Ponderada (mm)											
Jan.	Fev.	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
72,16	71,60	49,38	60,71	34,79	9,30	2,87	2,70	22,55	90,43	96,81	86,73

É habitual que a zona de captação destas águas seja nas coberturas dos edifícios, mas há que ter alguns fatores em consideração como o volume a desviar no escoamento inicial, a tipologia da cobertura e o número de dias de armazenamento.

Pela ETA 0701, o volume a desviar inicialmente corresponde a cerca de 2 mm de precipitação (tabela 4.4).

Tabela 4 - Volume de água a desviar do sistema

Alt. a desviar (mm)	2
Área captação (m ²)	2733
Volume a Desviar (m ³)	5,47

O valor do coeficiente de escoamento (C) está relacionado com o tipo de cobertura onde incide a precipitação. Neste caso a cobertura das piscinas municipais tem dois tipos, na zona da nave principal, a cobertura é inclinada, em chapa metálica lisa, que pela tabela 2.11 o valor de C é de 0.90, a restante cobertura é plana sem inertes de proteção, o que pela mesma tabela daria um valor de C de 0.8, assumindo-se um coeficiente de 0.85.

Na tabela 4.5, apresentam-se os valores dos volumes a desviar e a aproveitar, de acordo com a ETA 0701.

Tabela 5 - Volume de água de precipitação a aproveitar

Meses	C	P (mm)	A (m ²)	ηf	Va = C.P.A.ηf	
					Litros	m ³
Out	0,85	90,43	2733	0,9	189060,6	189,06
Nov	0,85	96,81	2733	0,9	202411,82	202,41
Dez	0,85	86,73	2733	0,9	181326,45	181,33
Jan	0,85	72,16	2733	0,9	150872,11	150,87
Fev	0,85	71,60	2733	0,9	149693,15	149,69
Mar	0,85	49,38	2733	0,9	103231,54	103,23
Abr	0,85	60,71	2733	0,9	126934,06	126,93
Mai	0,85	34,79	2733	0,9	72729,524	72,73
Jun	0,85	9,30	2733	0,9	19446,925	19,45
Jul	0,85	2,87	2733	0,9	6001,5163	6,00
Ago	0,85	2,70	2733	0,9	5640,1983	5,64
Set	0,85	22,55	2733	0,9	47152,34	47,15

Para o dimensionamento da cisterna foi considerado um sistema grandes dimensões, a localização é em Portugal continental, sendo uma cisterna para comportar a rega das árvores na envolvente das piscinas municipais, onde foi considerada 1 rega semanal durante o período de verão.

Segundo documentação técnica disponibilizada pela *Rain Bird*, as necessidades hídricas de uma árvore variam ao longo do ano, conforme o seu porte, folha caduca ou persistente. Na tabela 4.6 foi considerado o período de maior necessidade hídrica e estão num estágio de cerca de 3 metros, considerado pequeno/médio porte.

Tabela 6 - Volume de rega de árvores mediante a altura do ano e porte da árvore (Rain Bird, s.d.)

Quantidade de água a aplicar com rega localizada (litros/árvore/dia)			
Fase de desenvolvimento	Primavera	Verão	Outono
Árvores pequenas	25 - 50	60 - 70	40 - 45
Árvores grandes	30 - 75	90 - 100	50 - 70

Existem 55 árvores na envolvente, 3 delas não são de folha caduca, mas foram consideradas para receberem rega durante o período de verão mesmo que com uma frequência de rega ou uma quantidade de água menores. A tabela 4.7 apresenta os volumes necessários para a rega mensal das 55 árvores assim como o volume da cisterna para suportar o consumo, dimensionado para os consumos de verão.

Tabela 7 - Consumos mensais das 55 árvores e volume do depósito adotado

Estação	Nº de Árvores	l/árvore/dia	nº rega semanal	l/árvore/mês	Consumo mensal (m³)	Volume pré-dimensionamento (m³) (+20%)
Verão	55	60	1	240	13,2	15,84

Para a escolha do depósito consultou-se o catálogo SAAP da empresa ECODEPUR, não se verificando a existência de volume de 16.000 l a opção seguinte seria a de 20.000 l. A tabela 4.8 apresenta o dimensionamento do depósito, assim como o seu desempenho ao longo do ano.

Tabela 8 - Dimensionamento do depósito SAAP

Rega das árvores								
	Precipitação (mm)	Volume Aproveitavel (m³)	Consumo Mensal (m³)	Volume Disponível (m³)	Volume Cisterna (m³)	Água Início mês (m³)	Água Final mês (m³)	Consumo da Rede Pública (m³)
Out	90,43	189,06	13,20	175,86	20	0	20,00	0,00
Nov	96,81	202,41	13,20	189,21		20,00	20,00	0,00
Dez	86,73	181,33	13,20	168,13		20,00	20,00	0,00
Jan.	72,16	150,87	13,20	137,67		20,00	20,00	0,00
Fev	71,60	149,69	13,20	136,49		20,00	20,00	0,00
Mar	49,38	103,23	13,20	90,03		20,00	20,00	0,00
Abr	60,71	126,93	13,20	113,73		20,00	20,00	0,00
Mai	34,79	72,73	13,20	59,53		20,00	20,00	0,00
Jun	9,30	19,45	13,20	6,25		20,00	20,00	0,00
Jul	2,87	6,00	13,20	-7,20		20,00	12,80	0,00
Ago	2,70	5,64	13,20	-7,56		12,80	5,24	0,00
Set	22,55	47,15	13,20	33,95		5,24	20,00	0,00
Total	600,03	1254,50	158,40					

Aproveitamento de água pluvial 100,00%

É importante referir que os SAAP estão ligados à rede de abastecimento de água, para fazer face a eventuais situações onde as águas das chuvas não sejam suficientes para suprimir as necessidades, sendo o volume em défice compensado pela rede de abastecimento.

4.2.2 Avaliação SPRAC

Os SPRAC são sistemas de maior complexidade, sendo uma linha de tratamento desde a entrada da água cinzenta até ao seu armazenamento. O esquema de tratamento é

representado na figura 4.3, é um processo mais demorado porque é necessário tempo para que a água seja devidamente tratada nos diversos estágios de tratamento.

Como referido anteriormente, os serviços responsáveis pelos espaços verdes ainda utilizam bastante a rega por meio de cisterna, visto que nem todos os espaços verdes e jardins da cidade estão dotados de sistema de rega automático, sendo frequente recorrerem a diversos poços para utilizarem a água que necessitam, verificando-se que alguns desses poços já apresentam decréscimos do nível freático que impossibilita a sua utilização.

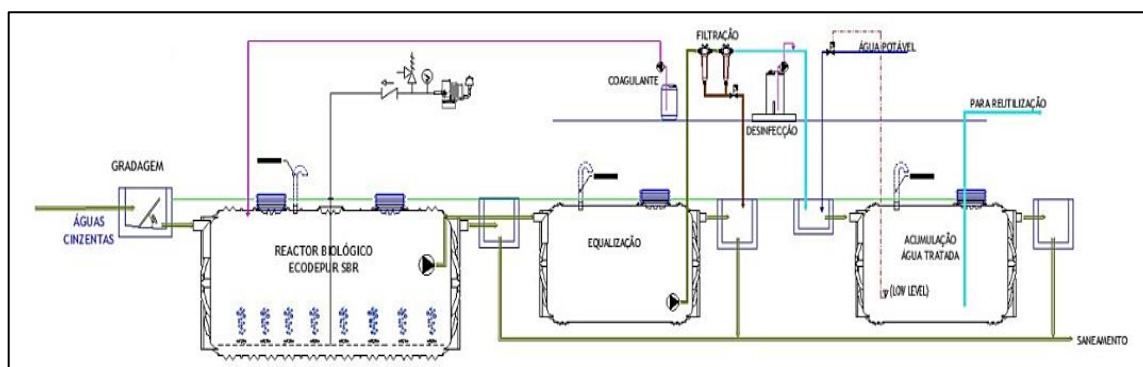


Figura 3 - Esquema de um SPRAC de grandes dimensões (ECODEPUR, 2023)

O objetivo do dimensionamento deste SPRAC é mitigar o máximo possível este facto e para isso avaliou-se quais os volumes de águas cinzentas rejeitadas pelo edifício das piscinas municipais. Após consulta do projeto no anexo A de águas pluviais, verificou-se que os tanques das piscinas e as zonas dos balneários e cave estão ligados a este sistema, mas a entrega ao sistema publico de drenagem, não é feita pela mesma caixa de ramal.

Assim, o presente subcapítulo irá incidir sobre os tanques devido à sua camada de extração e à água de lavagem dos filtros, pois são estes os grandes responsáveis por avultados consumos globais das piscinas. A limpeza é feita diariamente num ciclo de 5 minutos, no final do horário de utilização.

Devido ao tratamento que estas águas dos tanques necessitam ter para terem qualidade suficiente para ser utilizada sem qualquer problema pelo público e os volumes gerados devido à sua manutenção, percebe-se que poderá estar aqui uma boa fonte de água para ser reaproveitada, mas para isso é necessário tentar compreender como funciona este equipamento em termos de geração de volumes e a qualidade dos mesmos.

Na tabela 4.9 apresentam-se os volumes médios de águas cinzentas geradas, para possível reaproveitamento.

Tabela 9 - Geração média total de água cinzenta (situação atual)

Produção Média para possível "Água +"				
Origem	m ³ /dia	m ³ /semana	m ³ /mês	m ³ /ano
Chuveiros	5,00	27,53	140,08	1704,77
Lavatórios	0,06	0,33	1,66	20,20
Lavagem de Balneários	1,18	6,47	25,87	284,59
Tanques e filtros	102,86	565,73	2445,33	28360,00
Total de Produção de Água Cinzenta (m ³)	109	600,05	2612,94	30369,56

Como se pode constatar, mesmo o volume diário é bastante considerável comparando com o consumo do serviço de espaços verdes nas regas com a cisterna, 2 vezes por semana, totalizando de 50 m³/semana, excluindo os meses de verão.

O tratamento das águas geradas, é inteiramente dependente da qualidade da mesma e conforme as normas e decretos em vigor (Decreto-Lei nº 119, 2019). Esta água depois de tratada ("Água +"), pode ser utilizada para diversos fins como, lavagem de pavimentos, recarga de autoclismos, rega de espaços verdes, lavagem de automóveis, recarga de aquíferos ou mesmo para fins industriais e estímulo da economia circular.

Para o efeito considerou-se o reaproveitamento da água gerada nos tanques da piscina para fazer face ao gasto da rega do relvado na envolvente das piscinas, visto que são áreas verdes bastante exigentes em relação a disponibilidade hídrica e para fazer face ao consumo de água para espaços verdes dispersos e sem sistema de rega automático.

Uma característica dos SPRAC e devido a ser uma linha de tratamento, a água tratada que gera é inferior em volume à água que entra no bio-reator, ou seja, pela tabela 3.22 o caudal diário é cerca de 109 m³/dia, ao consultar o catálogo da empresa ECODEPUR, verifica-se que é necessário um bio-reator com capacidade de 90 m³/dia, que é capaz de gerar 50 m³ de água tratada, suficiente para suprir as necessidades do serviço de espaços verdes diariamente a maior parte do ano.

Para reutilização de uma água cinzenta é imperativo conhecer-se a sua qualidade em diversos parâmetros físico-químico e microbiológicos (ETA 0905). Com o objetivo de se conhecer melhor estas características foi realizada a recolha das amostras durante a operação de lavagem dos filtros, recolheram-se 3 amostras, uma ao 1.º minuto, outra ao 3.º e outra ao 5.º minuto. A figura 4.4 apresenta os resultados obtidos nas análises da água do tanque de competição realizadas pelos laboratórios do Instituto da Soldadura e da Qualidade (ISQ) e a tabela 4.10 apresenta as medições do pH e do cloro residual obtidos durante o processo de lavagem dos filtros.

Parâmetros	Expressão Resultados	Resultado	VR	VL	Método de Análise	U
Bactérias Coliformes	NMP/100 mL	0	0	10	ISO 9308-2:2012	
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	---	0	ISO 9308-2:2012	
Enterococos intestinais	UFC/100 mL	0	---	0	ISO 7899-2:2000	
Estafilococos produtores de coagulase	UFC/100 mL	0	0	0	NP 4343:1998	
Estafilococos totais	UFC/100 mL	0	< 20	(1)	NP 4343:1998	
Número de colónias a 36°C	UFC/mL	0	---	<100 às 24 horas	ISO 6222:1999	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	UFC/100 mL	0	---	0	PT.ME.078 (Ed08 2011-04-04)	
Cloro residual "no local"	mg/L Cl ₂	1,6	---	0,5-1,2 (pH 7,4); 1-2 (pH 7,4-8)	PT.ME.023 (Ed.05 2016-05-26)	± 18%
pH	Escala Sorensen	7,7 (20°C)	7,4 - 7,6	7 - 8	PT.ME.049 (Ed06 2018-07-19)	± 0,2

Observações:
Na declaração de conformidade a regra de decisão aplicada é o risco partilhado, incerteza não é contabilizada.
Anexo I - Incertezas Colheita, encontram-se as incertezas associadas aos métodos de ensaio do presente Relatório de Ensalos.
A incerteza deve ser calculada em valor numérico com dois algarismos significativos. O resultado deve ser arredondado com as mesmas casas decimais.

Figura 4 - Resultados das análises à água do tanque da piscina de competição

Relativamente às análises da água do tanque da piscina de aprendizagem, o pH tinha o valor de 7.8 e o cloro residual tinha um valor de 2,2 mg/l, ambas acima do valor limite (CNQ n.º23/93) e o mesmo se verificou nas medições feitas no local.

Tabela 10 - Valores de pH e cloro obtidos do processo de lavagem dos filtros

Amostra	Tempo da recolha (min)	6.9 < pH < 8	0.5 < Cl Resid. (mg/l) < 1.2
1	1	7,66	1,28
2	3	7,64	1,32
3	5	7,68	1,65

Comparando os valores antes e depois do processo de lavagem dos filtros pode verificar-se que estes não sofrem uma alteração significativa de valores, mantendo-se o valor de pH e até aumentando o valor de cloro residual. Estes resultados poderão mostrar que será necessário algum ajuste no sistema de dosagem de cloro ou ajustes de pH.

O outro objetivo deste sistema é fornecer água aos serviços municipais responsáveis pelos espaços verdes e jardins durante a sua rotina normal de rega. Contudo não há certeza dos consumos médios no verão devido à crescente e irregular necessidade de rega, devido a esse facto e em conversa com responsáveis dos serviços de espaços verdes e do parque de viaturas da CMS assumiu-se que fora da altura do verão, 25 m³ é um volume habitual

num dia normal de rega (225 m³/mês).

Para o efeito assume-se que o SPRAC fora dos meses mais quentes do ano, é suficiente para satisfazer 100% do consumo do relvado e dos serviços de espaços verdes e, nos meses de verão em vez das 5 utilizações da cisterna de 5.000 l, assume-se que a rega é feita com as mesmas utilizações com a cisterna de 8.000 l, totalizando um volume de 40.000 l/dia (360 m³/mês). No verão, após a rega de manhã do relvado (14.85 m³), ficam a sobrar 35.15 m³ para os serviços de espaços verdes, passando assim a satisfazer a necessidade dos serviços em 87.88%.

Como normalmente a rega com cisterna é feita 2 vezes por semana, existe a possibilidade de regar o relvado apenas 3 vezes por semana com uma taxa de l/m² superior e nos dias de rega com cisterna o serviço de espaços verdes tinha a possibilidade de utilizar a totalidade do depósito, satisfazendo as necessidades de água desse serviço, ou ficando a necessidade de água satisfeita significativamente acima dos 62.5% previstos. Outra solução poderia prever em vez de 2 dias de rega por semana, no verão passar a 3 dias de rega.

A tabela 4.11 apresenta os valores de consumo das diferentes utilizações, nas diferentes alturas do ano, nos meses quentes e nos meses frios, comparando com a quantidade de água gerada pelo SPRAC em vista à quantificação da poupança de água. Em relação à poupança de água que o SPRAC pode mitigar, considerou-se que satisfaz 100% do consumo dos serviços, exceto o consumo dos serviços de espaços verdes no verão, considerou-se 87.88% (podendo suprimir também a 100%).

Tabela 11 - Consumo de água anual com a rega do relvado e dos serviços de espaços verdes

	Consumos de rega						Capacidade de resposta SPRAC m ³ /ano
	Verão	Inverno	Regas por mês	Verão	Inverno	Consumo anual (m ³ /ano)	
	m ³ /dia	m ³ /dia		(m ³ /mês)	(m ³ /mês)		
Relvado	14,85	14,85	30	445,5	445,5	5346	5346
Serv.Esp.Verdes	40	25	9	360	225	3510	3248.1
						8856	8594.1

Suprimento total de 97,04%

Em relação aos tanques das piscinas, na situação atual é extraído um volume de cerca de 5% do tanque de compensação e 11,11% do tanque de aprendizagem, na tabela 4.12, é feita a comparação de volumes, caso o volume de extração fosse alterado para o valor mínimo de 2% do volume do tanque.

Tabela 12 - Comparação de consumo caso o volume de extração fosse o mínimo regulamentar de 2%

Tanques	Volumes de extração		
	Volume de extração atual (m ³)	Volume mínimo de 2% (m ³)	Redução (%)
Competição	42,50	17,00	60,00
Aprendizagem	13,60	2,45	82,00
Total	56,10	19,45	65,33

4.3 Análise comparativa de custos

Em Portugal as entidades gestoras responsáveis pelo abastecimento e saneamento de água podem ser entidades pertencentes ao grupo Águas de Portugal (AdP), ou podem ser os próprios municípios a desempenhar esse papel através dos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS).

Nos municípios que detenham o abastecimento de água e o saneamento, os consumos feitos por equipamentos como as piscinas municipais não pagam os gastos de consumo de água, sendo todos os encargos destes equipamentos suportados pelas câmaras municipais, como é o caso das Piscinas Municipais de Sines.

Para isso neste subcapítulo, foi necessário tentar perceber quais seriam os custos mensais e anuais de água, caso este equipamento tivesse de pagar a uma entidade gestora. Para isso foi feito um enquadramento do equipamento nos tarifários disponibilizados no site da Câmara Municipal de Sines e obtidos os seus custos.

Os tarifários praticados pelo município de Sines incluem taxas fixas e taxas variáveis, incidem respetivamente ao número de dias do período observado e sobre o volume de água consumido. As piscinas municipais são um equipamento considerado não doméstico, nomeadamente serviços do estado/autarquias e foi considerada uma taxa de segundo contador, pois possui uma segunda entrada de água (contador).

Os parâmetros taxados no seu consumo são apresentados na tabela 4.13 e o custo final de água é o somatório de todas as taxas fixas e taxas variáveis, aplicadas à expressão:

$$\text{Custo de Água} = TV_{\text{total}} \times \text{Volume (m}^3\text{)} + TF_{\text{total}} \times n^{\circ} \text{ de dias} \quad (4)$$

Tabela 13 - Enquadramento das piscinas nos tarifários da (SMAS Sines , 2023)

Tarifários CM Sines	Taxas	
	Variável (€/m3)	Fixa (€/dia)
Abastecimento	1,2324	1,609 (DN80)
Saneamento	0,8973	0,0546
Resíduos Urbanos	2,0047	0,065
Recursos Hídricos	0,0599	-
Taxa Gestão Resíduos	0,0581	-
2º contador	2,2804	0,1684
Total	6,5328	1,897

Em termos de gastos de água, sem considerar o tratamento que a mesma tem de levar, a tabela 4.14 apresenta os volumes de água consumidos na situação atual e, quais as poupanças que poderiam vir a acontecer no caso de serem implementadas as medidas propostas, considerando o cenário 2.2, com a maior poupança e a redução do volume de extração.

Tabela 14 - Gastos de consumo de água atual e com medidas (cenário 2.2 + redução camada de extração)

Gastos (m3/ano)	Situação atual	Com medidas	Redução		
			%	m3/ano	€/ano
Utilizadores	2 139,9	1 631,52	23,76	508,42	3 321,41 €
Camada extração	17 536	6 080	65,33	11456,23	74 841,25 €
Lav. Filtros	10 824	10 824	0,00	0,00	0,00 €
Total (m3)	30 500	18 535	39,23	11964,65	78 162,65 €
Total (€)	199 942,41 €	121 779,76 €			

Uma vez conhecido o custo de ambas as partes do edifício, pode-se então analisar-se o que acontece a nível dos cenários propostos. Na tabela 4.15 apresentam-se as poupanças de água e as poupanças monetárias das soluções, quer parcial, quer global.

Tabela 15 - Análise do período de retorno dos cenários propostos (IVA incluído)

	Regulação de Caudais		Regulação de Caudais + Substituição de Equipamentos					
	Cenário 1.1		Cenário 2.1		Cenário 2.2		Cenário 2.3	
	Redução (%)	Consumo (m3)	Redução (%)	Consumo (m3)	Redução (%)	Consumo (m3)	Redução (%)	Consumo (m3)
Aplicação de soluções	3,56	1789,31	26,67	1360,52	27,42	1346,58	27,20	1350,62
Poupança Anual (m3)	66,04		494,83		508,77		504,73	
Poupança Anual	431,41 €		3 232,61 €		3 323,67 €		3 297,27 €	
Custo Investimento	176,80 €		1 779,36 €		1 956,16 €		3 495,36 €	
Período de retorno (meses)	5		7		7		13	

Após análise das soluções propostas, estas apresentam períodos de retorno relativamente baixos. As soluções que contemplam a combinação de regulação de volumes e caudais com a substituição de alguns equipamentos (2.1, 2.2 e 2.3) revelam poupanças de água bastante interessantes, todas acima dos 26%, existem equipamentos mais eficientes do que os propostos, porém apresentam valores bastante elevados e por se tratar de um edifício público, é frequente este tipo de dispositivos necessitarem de maior manutenção ou de substituições mais frequentes.

Os cenários 3.1 e 3.2 também necessitam ser avaliados, porém existiram algumas complicações na obtenção dos orçamentos das empresas. Os orçamentos apresentados foram elaborados através de soluções semelhantes, mesmo que com outras capacidades ou caso de anos anteriores, foram inflacionados à taxa de inflação média de 7,8% (INE, 2023)

Considerou-se que os serviços de espaços verdes seriam um consumidor não doméstico, enquadrado no setor do estado, levando a taxas fixas e variáveis mais baixas, para se determinar qual o custo da água. Caso este serviço pagasse água, seria uma $TV= 4.2524$ e $TF= 0.733$.

A tabela 4.16 apresenta o custo dos dois sistemas para se poder realizar a análise financeira aos SAAP e SPRAC, considerando que a água que entra nos sistemas é aproveitada o ano inteiro. Não estão contemplados os trabalhos de manutenção nem as análises periódicas.

Tabela 16 - Análise financeira dos sistemas SAAP e SPRAC

		Consumo (m ³ /ano)	Poupança anual (€)	Investimento inicial c/IVA (€)	Período de retorno (anos)
SAAP	Árvores	158,4	941,13 €	13.657,67 €	14,50
SPRAC	Relvado	5346	23 000,88 €	96.776,28 €	2,61
	Serv.Esp.Verdes	3248,1	14 079,77 €		

Verifica-se que o SAAP além de um custo muito inferior, tem um custo de retorno muito superior, isto pode dever-se a estar dependente da precipitação, tornando-o ideal para usos pontuais e com poucas utilizações por mês, já o SPRAC, tem uma disponibilidade muito elevada, é versátil ao ponto de gerar água para muitos fins diferentes, a sua grande vantagem é não ser dependente da precipitação, tornando-o ideal para locais com grandes períodos sem precipitação.

O custo do SPRAC considerado pode ser mais baixo dependendo da qualidade das águas das piscinas, visto que possuem diferenças significativas em relação à água dos banhos,

mesmo depois da lavagem de filtros tem um nível de cloro residual 7 a 8 vezes superior à água convencional de um duche em casa.

Capítulo 5

5. Conclusão e proposta de trabalhos futuros

5.1 Conclusão

A par de outros países na zona do Mediterrâneo, Portugal enfrenta um grave problema de stress hídrico, os períodos de seca são cada vez mais prolongados e a quantidade de precipitação tende a ser cada vez menor. É feito um esforço em termos de uso mais eficiente de água com diversos planos e programas como o PNUEA e o PENSAARP, que visam medidas de redução de consumos e perdas.

O aproveitamento das águas das chuvas e a reutilização de águas cinzentas, ambas para usos não potáveis, têm vindo a ter cada vez mais destaque. É necessário que cumpram determinadas normas e decretos para o efeito.

O presente estudo analisa o consumo de água nas Piscinas Municipais Carlos Manafaia, em Sines, e propõe soluções para melhorar a eficiência hídrica do edifício, também para um aproveitamento de águas pluviais com objetivo de regar as árvores no espaço envolvente, assim como uma solução de reaproveitamento das águas dos tanques das piscinas, camada de extração e água das lavagens dos filtros, com o objetivo de fornecer água ao serviço de espaços verdes e fazer a rega do relvado na envolvente.

Avaliou-se em primeiro a parte do edifício onde estão os balneários e instalações sanitárias. A primeira solução proposta baseou-se em apenas regular os volumes dos autoclismos e a colocação de reguladores de caudal nas torneiras existentes nas instalações. Na segunda solução dividida em 3 opções (2.1, 2.2 e 2.3), é feita a combinação entre regulação de caudais e substituição de dispositivos.

Em termos de poupança de água, a primeira solução traduziu-se em 3.56%, resultando numa poupança de custos de 431.41€, já as opções 2.1, 2.2 e 2.3, tiveram reduções de 26.67%, 27.42% e 27.20%, que se traduziu em 3.232,61 €, 3.323,67 € e 3.297,27 € respetivamente.

Os custos de investimento inicial são de 176.80 € para a primeira solução e de 1.779,36 €. 1.956,16 € e 3.495,36 € para os cenários 2.1, 2.2, e 2.3 respetivamente, com períodos de retorno relativamente rápidos, 5 meses para a primeira solução, 7 meses para a opção 2.1, 7 meses para a opção 2.2 e 13 meses para a opção 2.3.

A opção com maior redução de consumo de água potável é a 2.2, assim como o seu período de retorno é consideravelmente baixo, mas devido à situação existente nas instalações, relativamente a existir já um número elevado de dispositivos a necessitar de regulação ou

substituição, a solução 2.3 aparenta ser de maior relevância.

As soluções 3.1 e 3.2 foram tratadas separadamente devido a não haver um aproveitamento no edifício, o objetivo foi utilizar o SAAP e o SPRAC para dar apoio aos serviços de espaços verdes, com a crescente dificuldade em ter recursos disponíveis para regar áreas que não dispõem de sistemas de rega automáticos.

O SAAP pensado para que mitigasse a necessidade de água das árvores na envolvente do complexo das piscinas, satisfaz na plenitude a necessidade hídrica das árvores durante o verão, o seu investimento inicial é de 13.657,67 €, admitindo que a água armazenada é utilizada o ano inteiro, permite poupar ao município cerca de 158,4 m³/ano, que teria um custo de 941,13 € e o seu período de retorno é pouco superior a 14,5 anos.

O SPRAC tem um custo de investimento muito mais elevado, mas mostrou ter um ótimo desempenho, permitindo poupar cerca de 37.080,65 €/ano, o que lhe confere um período de retorno de 2.61 anos e satisfaz a 97,04% as necessidades de água do relvado na envolvente das piscinas e do serviço de espaços verdes, na sua rotina semanal de rega.

Em relação à manutenção do circuito das piscinas a única alteração imediata que se poderia fazer para poupar água e sem grandes custos, seria reduzir os volumes de extração para os mínimos regulamentados, além de se poder poupar elevados volumes de água, poderia também haver uma redução na quantidade de reagentes para o tratamento de água. A aplicação de medidas propostas no trabalho, zona de utilizadores e zona dos tanques, poderia gerar uma poupança de custos na ordem dos 78 162,65 €.

As piscinas são equipamentos que consomem volumes muito consideráveis de água potável, o fato das análises às águas dos tanques apresentarem valores de zero a agentes microbiológicos e manterem os mesmos níveis de pH e cloro residual após a lavagem dos filtros, poderá ser um bom sinal de que estas águas com o devido tratamento, possam ser reutilizadas para os mais variados usos que não necessitem de água potável. Contudo, para os devidos efeitos, será sempre necessária a realização de análises a esses agentes patogénicos.

Resumidamente, estes estudos são cada vez mais necessários visto que durante décadas deixou-se de dar valor a este recurso tão único e precioso, quanto mais se reutilizar água, menos pressão sobre os recursos hídricos e haverá mais água potável para todos.

5.2 Proposta de trabalhos futuros

A realização do presente trabalho poderá ser complementada no futuro com análises a outros edifícios públicos ou não, que tenham elevados gastos de água potável, apresentam-se algumas sugestões como:

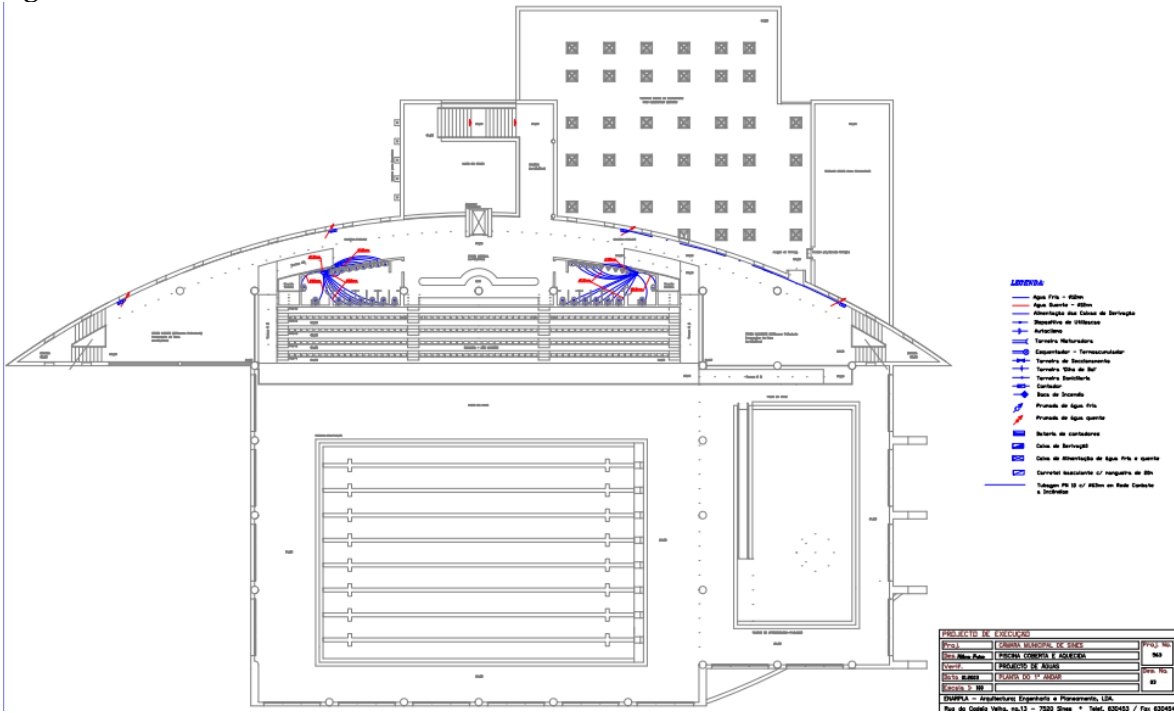
- Extensão deste projeto para fornecimento de Água+ a outros edifícios nas imediações, como a residência da Associação Cercissiago e Escola Secundária Poeta Al Berto;
- Avaliação da Eficiência Hídrica da Escola Secundária Poeta Al Berto;
- Avaliação do Aproveitamento das Águas das Chuvas do Pavilhão Multiusos de Sines.

Bibliografia

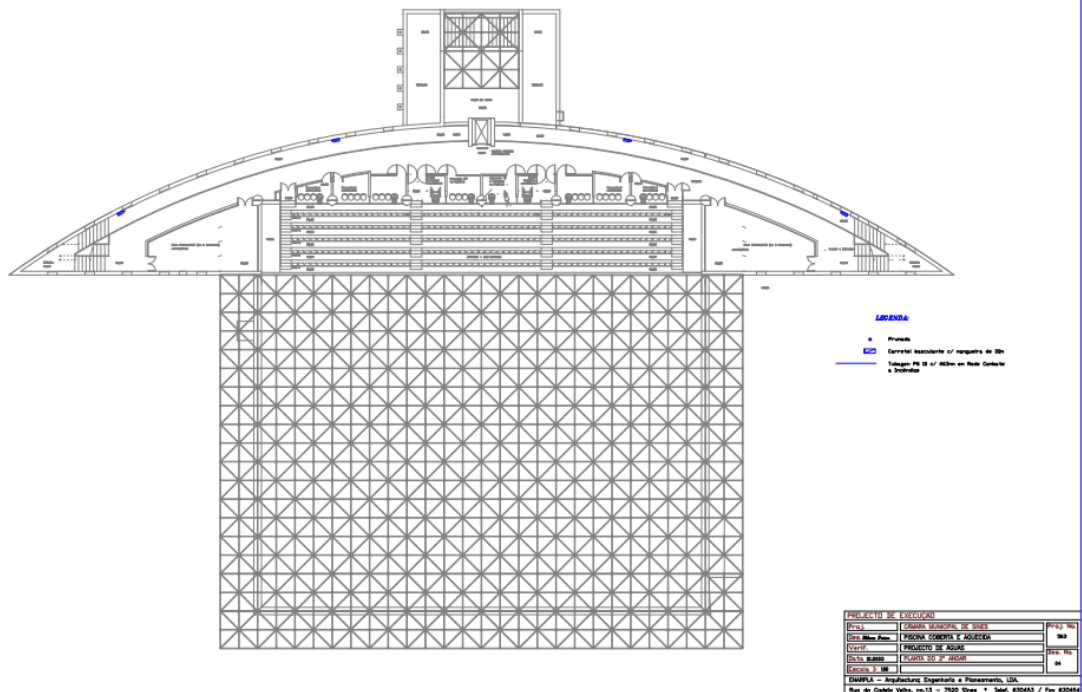
- Águas do Algarve. (2023). *Comunicação*. Obtido de Águas do Algarve:
<https://www.aguasdoalgarve.pt/content/nao-sigas-maus-exemplos>
- Allaqua. (2023). Obtido de All-aqua: <https://www.all-aqua.pt/>
- Allaqua. (2023). Obtido de <https://www.all-aqua.pt/>
- ANQIP. (2011). *ETA 0905. Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (SPRAC)*. Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais.
- ANQIP. (2022). *ETA 0701. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais em Edifícios (SAAP)*. Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais.
- ANQIP. (2023). *Especificações Técnicas*. Obtido de ANQIP:
<https://anqip.pt/index.php/pt/comissoes-tecnicas>
- APA . (2019). *Plano Nacional de Gestão Integrada de Recursos Hídricos 2021-2027*. Obtido de Agência Portuguesa do Ambiente:
http://www.apambiente.pt/_zdata/Agua/2019/ConsultaPública/PNGRHI/PNGRHI2021-2027_volumeI.pdf
- APA. (2012). *Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água 2012-2020*. Obtido de Agência Portuguesa do Ambiente:
http://www.apambiente.pt/_zdata/Agua/Particulares/PNEUA/PNEUA_A4.pdf
- Asano, T., Burton, F. L., Tsuchihashi, R., & Tchobanoglous, G. (2007). *Water reuse: issues, technologies, and applications*. McGraw-Hill Professional.
- Bertolo, M., & Simões, N. (2008). *Gestão Integrada da Água em Meio Urbano*. Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian.
- CM Sine. (2005). *Piscinas Municipais de Sines*. Obtido de Câmara Municipal de Sines:
<http://www.sines.pt/pages/537>
- CNA. (2023). *Água*. Obtido de Consejo Nacional da Água:
<https://www.apambiente.pt/agua>
- Decreto Regulamentar n.º 23. (23 de agosto de 1995). *Regulamento Geral de Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPDADAR)*. Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações, Portugal: Diário da República Série I-B, N.º 194 5284-5319.
- Decreto-Lei nº 119. (21 de agosto de 2019). *Regime jurídico de produção de água para reutilização, obtida a partir do tratamento de águas residuais, bem como da sua utilização*. Portugal: Diário da República.
- Dégremont. (1989). *Mémento Technique de L'Eau*. Paris.
- Ecodepur. (2023). *Reciclador de águas cinzentas*. Obtido de
<https://www.ecodepur.pt/equipamentos/saneamento-individual/reciclador-de-aguas-cinzentas>
- Erix. (2023). Obtido de <https://www.erix.pt/>
- Faria, A. C. (2012). *Piscinas Instalações de tratamento de água*. Lisboa: Instituto Português do Desporto e Juventude, I. P.
- INE. (2023). Obtido de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE
- IPCC. (2018). *Relatório especial sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima*

- dos níveis pré-industriais*. Suíça: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.
- IPMA. (2023). *Monitorização*. Obtido de Instituto Português do Mar e da Atmosfera: <https://www.ipma.pt/en/oclima/monitorizacao/>
- Marecos do Monte, A., & Albuquerque, H. (2010). *Reutilização de águas residuais*. Lisboa: ERSAR.
- Marrodán, M. (1995). *El agua en la piscina: tratamiento físico del agua y sistema de circulación*. Barcelona: Gestió i Promoció Editorial.
- Matos, A. d. (setembro de 2013). *Estudo comparativo de sistemas de desinfeção de água de piscinas públicas: cloro, bromo, ozono e radiação UV*.
- ONU. (2016). *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Organização das Nações Unidas. Obtido de <https://www.unric.org/pt/agenda2030/>
- Pimentel-Rodrigues, C. (2015). *Consumo de água em edifícios de habitação multifamiliar e a sua relação com a eficiência hídrica*. Portugal: Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto.
- Silva Afonso, A., & Pimentel Rodrigues, C. ((2017)). *Manual de eficiência hídrica em edifícios*. Aveiro: ANQIP.
- Silva Afonso, A., & Pimentel Rodrigues, C. (2012). Aproveitamento de águas pluviais e de águas cinzentas em edifícios. Situação em Portugal. *11.º Congresso da Água*. Porto, Portugal.
- SMAS Sines . (2023). *Tarifários de Fornecimento de Água, Saneamento e Resíduos Urbanos*. Sines.
- SNIRH. (2022). *Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos*. Obtido de <https://snirh.apambiente.pt/>
- WRI. (2023). *Aqueduct 3.0*. Obtido de World Resources Institute: <https://www.wri.org/data/aqueduct-global-maps-30-data>

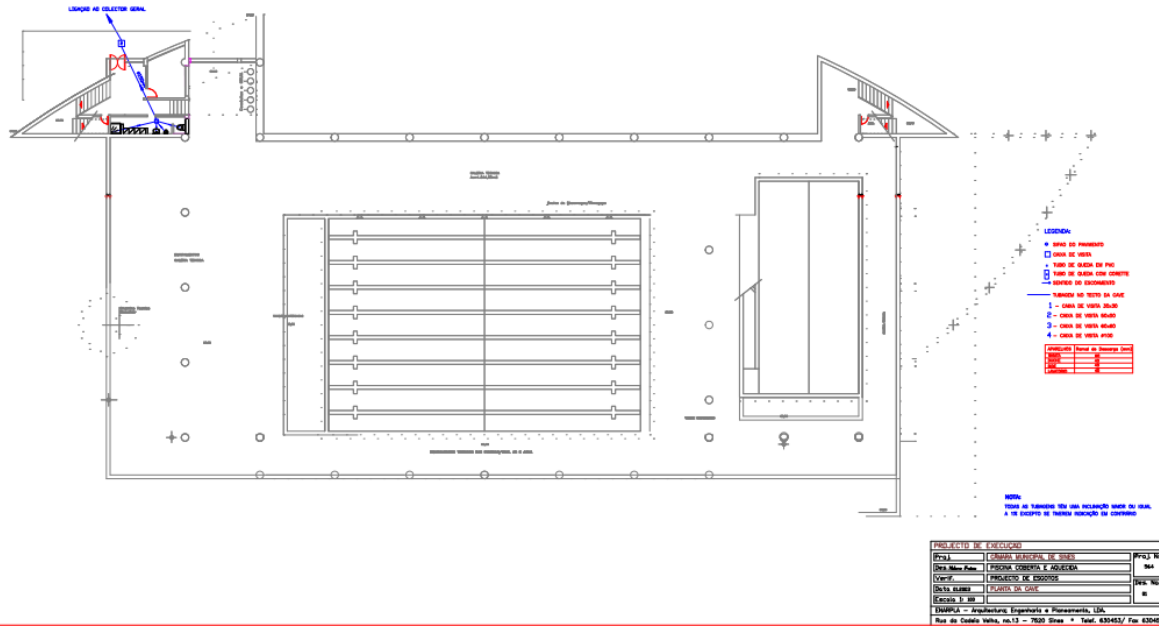
Águas 1



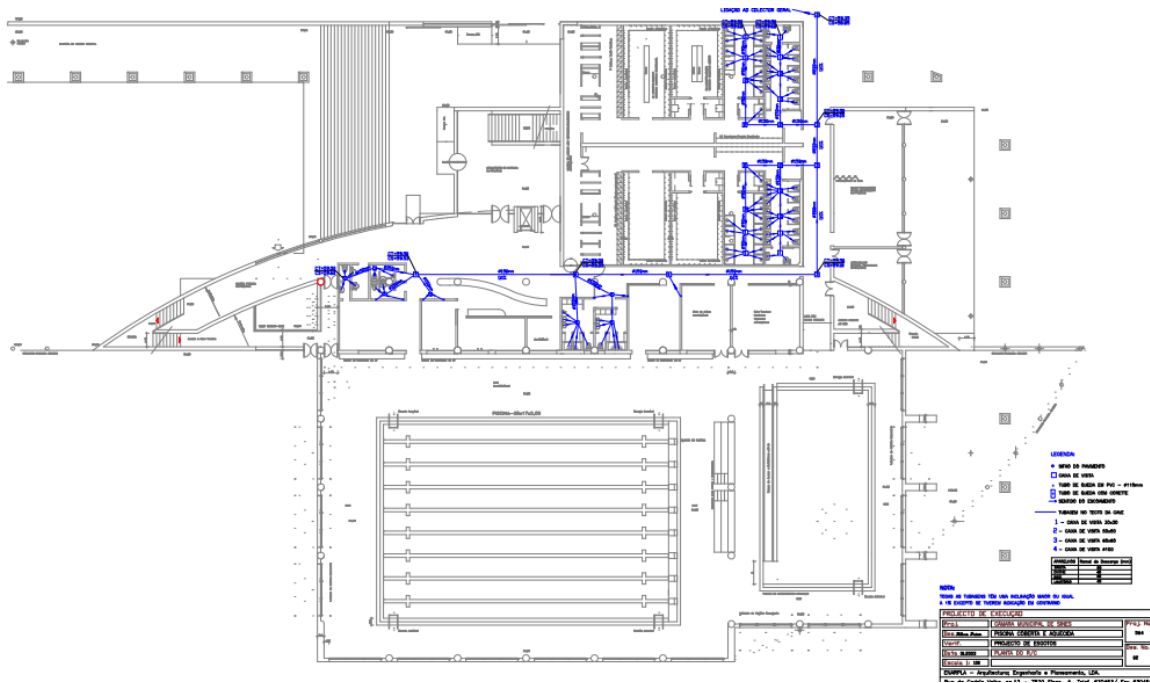
Águas 2



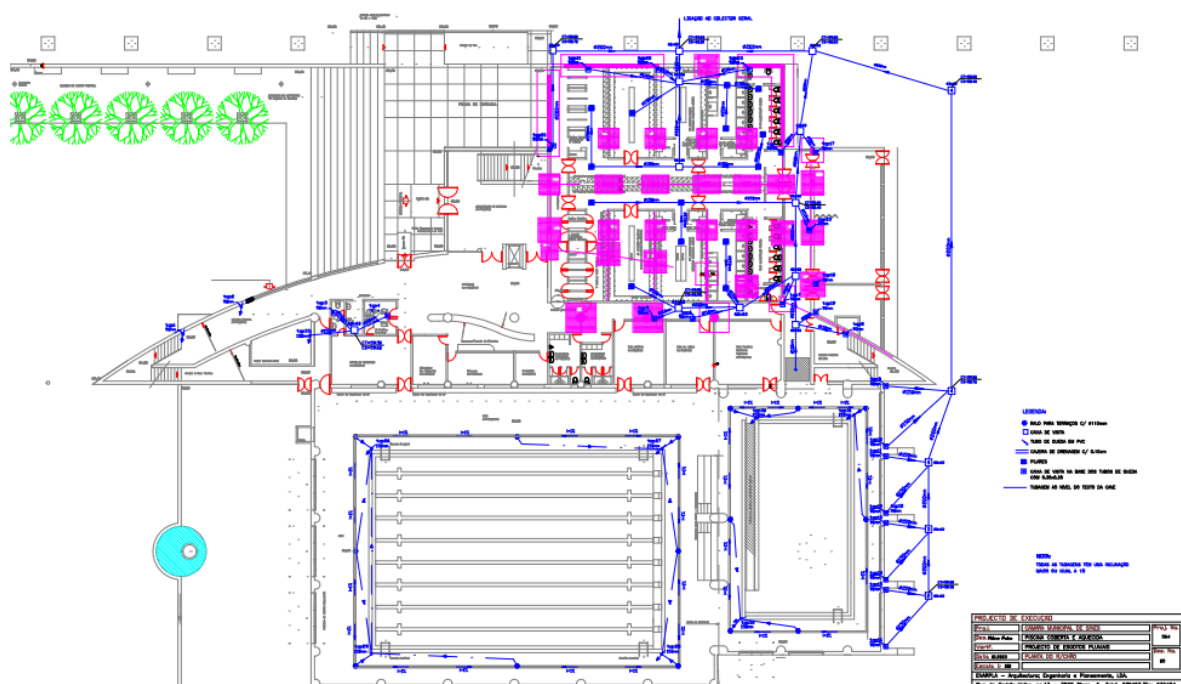
Domésticos -1



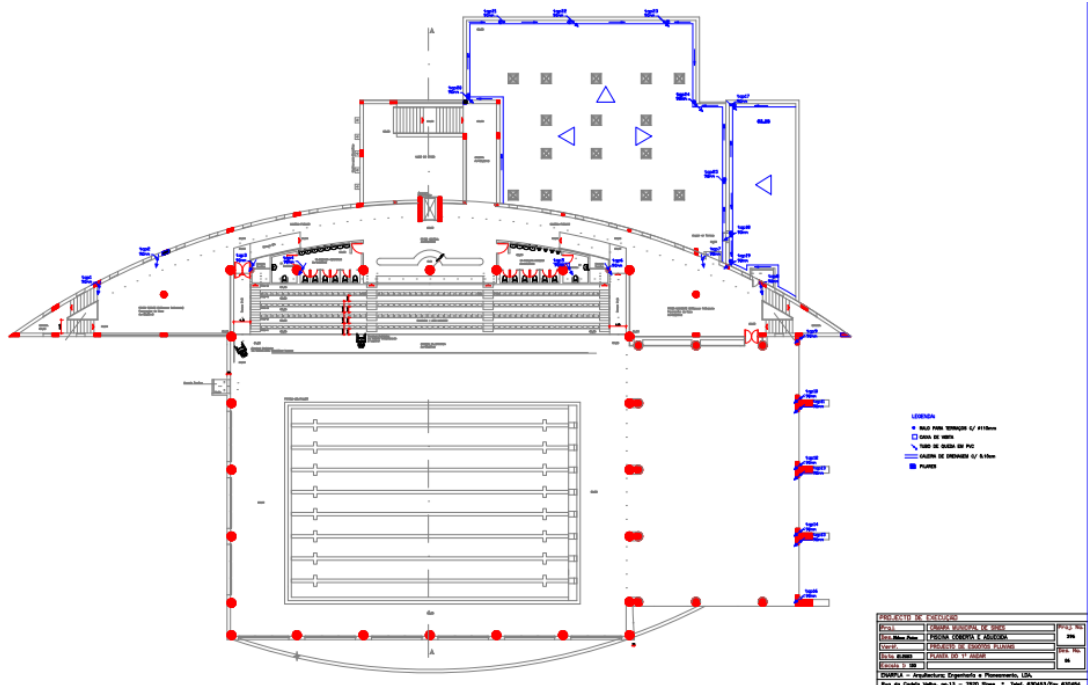
Domésticos r/c



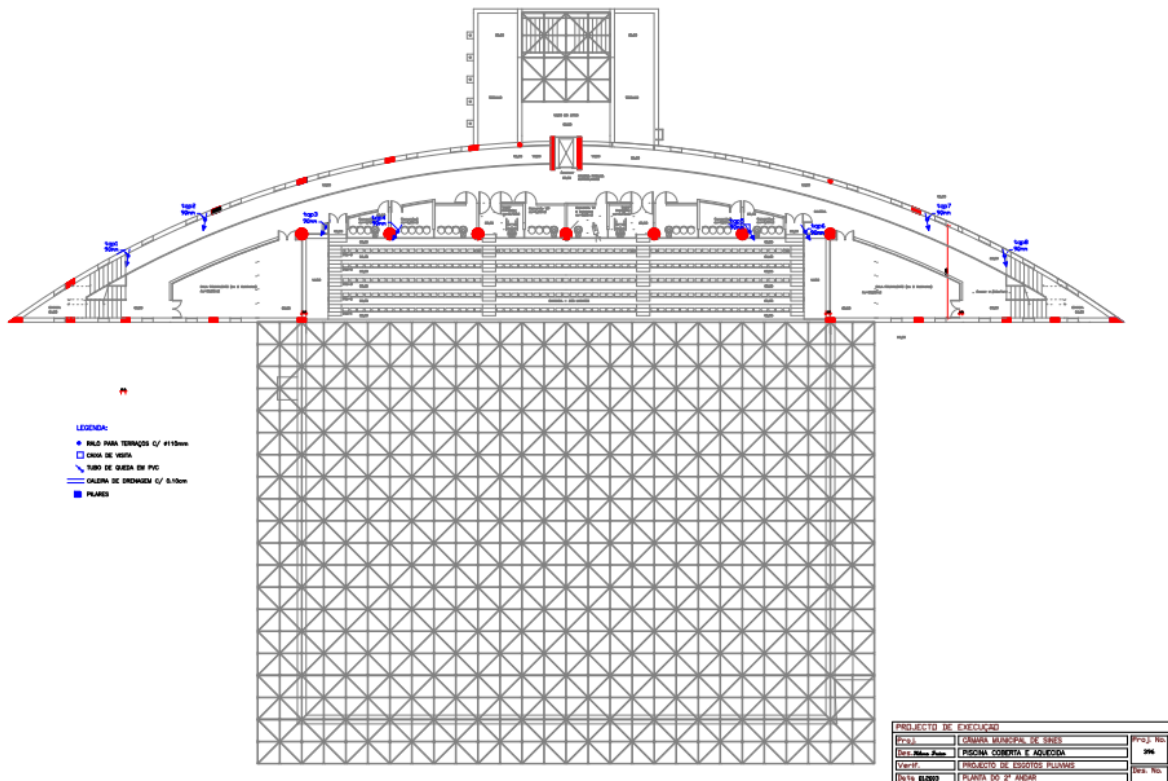
Pluviais r/c



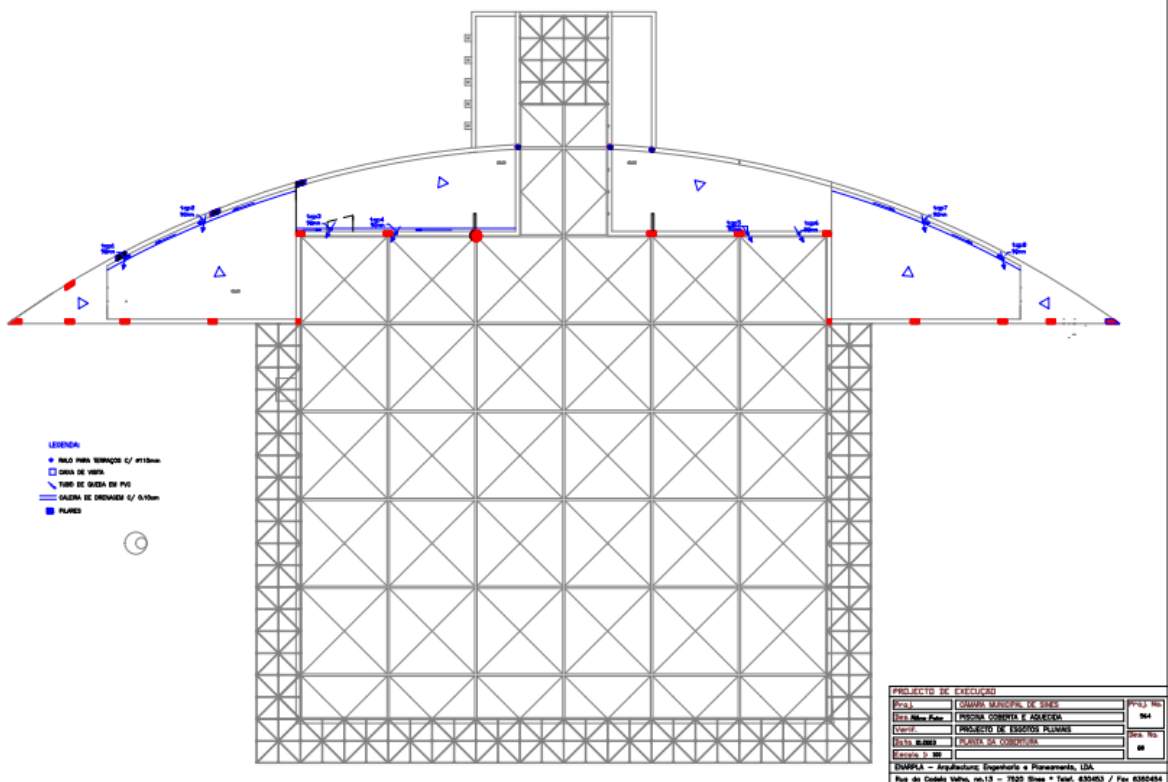
Pluviais 1



Pluviais 2



Pluviais Cobertura



Anexo B

Resumo das Leituras de Consumo

Consumos Diários (m3)						
Mês	Contador Edifício			Tanques + C.A.Q.		
	2018	2019	2022	2018	2019	2022
Jan.	7,23	8,84	3,65	71,99	67,90	65,10
Fev.	6,94	9,04	5,51	72,26	71,50	68,30
Mar	6,30	9,59	12,95	72,50	72,40	68,70
Abr	7,58	7,32	6,36	71,66	64,60	68,70
Mai	5,36	7,38	6,13	75,70	74,90	76,10
Jun	4,12	6,19	5,46	66,97	75,70	64,10
Jul	4,55	5,06	2,38	65,39	71,20	47,20
Ago	1,02	0,95	0,25	43,42	1,16	9,45
Set	7,64	0,00	1,07	66,00	1,60	5,90
Out	12,45	4,66	5,78	66,40	57,00	42,40
Nov	12,27	10,31	7,16	69,15	79,84	64,96
Dez	5,32	8,98	6,37	74,75	75,48	62,73
Consumo Médio Diário (m3)	6,73	6,53	5,26	68,02	59,44	53,64
	6,17			60,36		

Contador Edifício			
Consumo Total Mensal (m3)			
Mês	2018	2019	2022
Jan	224,01	274,02	113,30
Fev	194,27	253,07	154,28
Mar	195,41	297,30	207,20
Abr	227,44	219,74	190,66
Mai	166,26	228,76	190,15
Jun	123,50	185,56	163,66
Jul	104,69	111,23	73,67
Ago	30,46	0,00	7,89
Set	229,27	0,00	32,18
Out	385,99	144,38	179,10
Nov	368,19	309,39	214,75
Dez	159,58	269,49	190,98
Total (m3)	2409,06	2292,95	1717,81
Méd. Mensal (m3)	200,76	191,08	143,15

2018	
2019	
2022	

Consumo Circ. Interno (Tanques + Circuito de Água Quente)															
Consumo Total Mensal (Épocas Desportivas) - m3															
Mês	2017/2018			2018/2019			2019/2020			2021/2022			2022/2023		
	Piscina 25m	Piscina 17m	C.A.Q.	Piscina 25m	Piscina 17m	C.A.Q.	Piscina 25m	Piscina 17m	C.A.Q.	Piscina 25m	Piscina 17m	C.A.Q.	Piscina 25m	Piscina 17m	C.A.Q.
Set	1890	196	0,5	1462	187	1,1	0	36	2,8	1431	228	2,2	145	29	1,8
Out	1518	161	0,1	1487	170	2,8	1190	234	0,4	1533	235	2	913	147	0
Nov	1655	165	1,8	1554	173	1,7	1753	243	0,1	1364	227	0,7	1364	195	0
Dez	1316	153	44,6	1421	147	1,7	1674	213	0,1	1456	226	0	1205	175	0
Jan	1612	181	78,7	1584	178	2,7	1874	238	0,0	1411	216	0	1498	206	0
Fev	1442	161	59	1437	205	1,9	1664	212	0,8	1424	214	0	1183	143	0
Mar	1595	169	48,5	1575	226	9,4	848	118	0,6	1567	218	0,1	506	68	0
Abr	1561	166	64,6	1345	195	10,9	33	20	0,7	1504	213	0			
Mai	1654	174	64,4	1643	220	9,0	86	44	1,6	1510	393	0			
Jun	1529	163	49,2	1544	193	4,9	40	33	1,5	1279	196	0			
Jul	1096	118	28,5	1195	156	0,9	353	110	13,8	749	147	0			
Ago	1048	298	10	0	36	2,8	458	168	9,1	236	57	0			
Σ Parcial (m3)	17916	2105	449,9	16247	2086	49,8	9973	1669	31,5	15464	2570	5	6814	963	1,8
Σ Totais (m3)	20470,9			18382,8			11673,5			18039			7778,8		

Consumo Mensais Circ. Interno (Tanques + Circuito de Água Quente) - Dados Organizados												
Mês	2018			2019			2022			2022		
	Piscina 25m	Piscina 17m	C.A.Q	Total Mensa	Piscina 25m	Piscina 17m	C.A.Q	Total Mensa	Piscina 25m	Piscina 17m	C.A.Q	Total Mensa
Jan	1612	181	78,7	1871,7	1584	178	2,7	1764,7	1411	216	0	1627
Fev	1442	161	59	1662	1437	205	1,9	1643,9	1424	214	0	1638
Mar	1595	169	48,5	1812,5	1575	226	9,4	1810,4	1567	218	0,1	1785,1
Abr	1561	166	64,6	1791,6	1345	195	10,9	1550,9	1504	213	0	1717
Mai	1654	174	64,4	1892,4	1643	220	9	1872	1510	393	0	1903
Jun	1529	163	49,2	1741,2	1544	193	4,9	1741,9	1279	196	0	1475
Jul	1096	118	28,5	1242,5	1195	156	0,9	1351,9	749	147	0	896
Ago	1048	298	10	1356	0	36	2,8	38,8	236	57	0	293
Set	1462	187	1,1	1650,1	0	36	2,8	38,8	145	29	1,8	175,8
Out	1487	170	2,8	1659,8	1190	234	0,4	1424,4	913	147	0	1060
Nov	1554	173	1,7	1728,7	1753	243	0,1	1996,1	1364	195	0	1559
Dez	1421	147	1,7	1569,7	1674	213	0,1	1887,1	1205	175	0	1380
	Total (Tanques + C.A.Q.) (m3)			19978,20	Total (Tanques + C.A.Q.) (m3)			17120,90	Total (Tanques + C.A.Q.) (m3)			15508,90

LEITURAS REAIS

Mês	Contador Externo												Tanques + C.A.Q					
	Consumo Médio Diário (m3)			Consumo Médio Mensal (m3)			Consumo Total Anual (m3)			Consumo Médio Diário (m3)			Consumo Médio Mensal (m3)			Consumo Total Anual (m3)		
	2018	2019	2022	2018	2019	2022	2018	2019	2022	2018	2019	2022	2018	2019	2022	2018	2019	2022
Jan.	7,23	8,84	3,65	224,01	274,02	113,30				71,99	67,90	65,10	1871,70	1764,70	1627,00			
Fev.	6,94	9,04	5,51	194,27	253,07	154,28				72,26	71,50	68,30	1662,00	1643,90	1638,00			
Mar	6,30	9,59	12,95	195,41	297,30	207,20				72,50	72,40	68,70	1812,50	1810,40	1785,10			
Abr	7,58	7,32	6,36	227,44	219,74	190,66				71,66	64,60	68,70	1791,60	1550,90	1717,00			
Mai	5,36	7,38	6,13	166,26	228,76	190,15				75,70	74,90	76,10	1892,40	1872,00	1903,00			
Jun	4,12	6,19	5,46	123,50	185,56	163,66				66,97	75,70	64,10	1741,20	1741,90	1475,00			
Jul	4,55	5,06	2,38	104,69	111,23	73,67	2409,06	2297,95	1717,81	65,39	71,20	47,20	1242,50	1351,90	896,00	19978,20	17120,90	15508,90
Ago	1,02	0,95	0,25	30,46	0,00	7,89				43,42	1,16	9,45	1356,00	38,80	293,00			
Set	7,64	0,00	1,07	229,27	0,00	32,18				66,00	1,60	5,90	1650,10	38,80	175,80			
Out	12,45	4,66	5,78	385,99	144,38	179,10				66,40	57,00	42,40	1659,80	1424,40	1060,00			
Nov	12,27	10,31	7,16	368,19	309,39	214,75				69,15	79,84	64,96	1728,70	1996,10	1559,00			
Dez	5,32	8,98	6,37	159,58	269,49	190,98				74,75	75,48	62,73	1569,70	1887,10	1380,00			
Média Parcial (m3)	6,73	6,53	5,26	200,76	191,08	143,15				68,02	59,44	53,64	1664,85	1426,74	1292,41			
Média Global (m3)		6,17			178,33		2139,94			60,36			1461,33			17536,00		

Anexo C

Questionário e Tabela de dados

Questionário

No âmbito da Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, ramo de Geotecnia e Ambiente da Universidade da Beira Interior, venho pelo presente solicitar a sua colaboração para responder a um questionário, no qual se pretende saber quais são os seus hábitos relativamente ao “*Consumo de água nas Piscinas Municipais Carlos Manafaia, Sines*”. É muito importante que responda a todas as questões com sinceridade e empenho. Saliento que assumo que 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 que atividades costuma frequentar nas piscinas e uma estimativa do número de vezes que, por semana, frequenta essas atividades:

- Natação para bebés – 6 meses aos 4 anos _____
- Aprendizagem, aperfeiçoamento e manutenção _____
- Natação Pré Parto _____
- Hidroginástica _____
- Hidropower _____
- Hidroterapia _____
- Hidrofit _____
- Utilização 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 do tempo que demora no duche: _____ minutos

Responder às questões 6, 6.1 e 6.2 no caso de ser do sexo masculino

6. Indique uma estimativa do número de vezes que diariamente utiliza:

Urinol: _____ Sanita: _____

6.1. Cada vez que utiliza o urinol, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

6.2. Cada vez que utiliza a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

Responder às questões 7 e 7.1 no caso de ser do sexo feminino

7. Indique uma estimativa do número de vezes que diariamente utiliza a sanita: _____

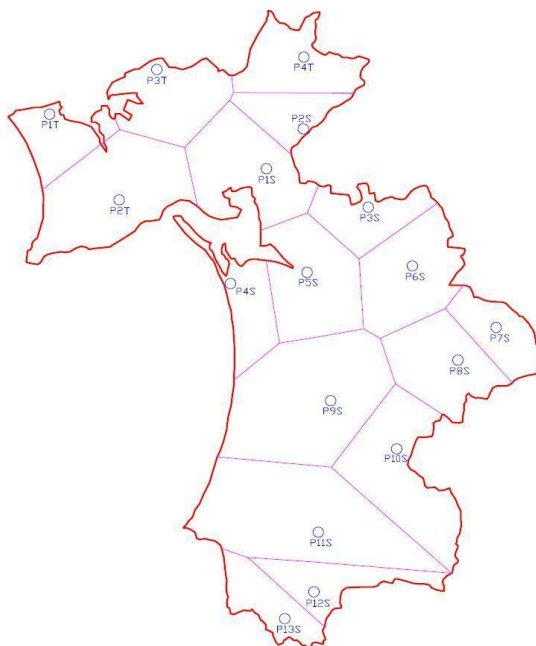
7.1. Cada vez que utiliza a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

8. Quais as medidas que considera que deviam ser aplicadas nas piscinas municipais para um uso mais eficiente de água? _____

Obrigado pela sua colaboração!
João Lourenço
Mestrado em Eng.ª Civil - UBI

Anexo D

Dados de Precipitação



Polígonos de Thiessen para cálculo da precipitação mensal ponderada para a zona de estudo.

Bacia	Poligono	Estação	Área (km ²)	Precipitação média mensal (mm)											
				Jan.	Fev.	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Sado	P13S	Cercal	168,41	75,92	77,25	57,25	65,14	35,01	12,16	3,7	3,8	24,4	88,49	97,96	80,08
	P12S	B. de Campilhas	185,2	79,12	84,02	76,68	79,04	35,18	1,4	3,9	1,8	15,32	138,26	122,38	94,90
	P11S	São Domingos	665,3	68,30	76,00	45,43	58,25	31,53	11,67	2,3	1,7	20,69	90,85	89,78	82,89
	P10S	Azinheira de Barros	410,8	73,06	56,15	36,09	57,33	45,93	10,36	2,6	3,0	24,7	78,98	87,78	88,21
	P9S	Grândola	630,35	73,19	61,80	43,41	56,74	38,05	8,3	2,9	3,6	26,01	76,45	96,42	90,15
	P4S	Comporta	185,45	71,23	56,99	37,75	46,83	36,19	9,1	4,2	3,5	27,69	80,38	85,12	81,89
	P8S	B. Vale de Gaio	352,23	61,03	56,17	34,17	54,63	38,52	11,62	9,6	8,2	23,5	68,38	85,11	85,69
	P7S	Torrão	170	61,55	55,30	38,17	58,09	39,39	11,03	3,8	3,9	27,97	75,15	81,93	82,51
	P6S	Pego do Altar	297,38	74,14	59,20	37,92	61,60	53,38	11,95	5,5	6,0	28,18	72,65	87,87	92,61
	P5S	Montevil	352,21	70,30	60,21	35,83	46,45	39,48	9,3	3,9	7,4	20,76	69,04	77,02	79,64
	P3S	Casebres	185,58	73,64	59,23	39,99	56,82	41,32	18,52	7,3	13,	33,16	86,93	92,75	98,56
	P2S	Moinhola	141,88	76,22	63,09	43,10	54,10	46,43	14,08	4,8	5,8	31,43	87,91	97,93	95,15
	P1S	Águas de Moura	354,55	84,13	60,35	44,96	58,56	46,77	12,8	5,4	6,8	26,98	85,19	95,80	99,68
Tejo	P1T	Mt Caparica	149,44	67,23	73,12	45,41	56,28	27,51	12,38	4,3	8,2	40,59	88,29	87,59	73,06
	P3T	Alcochete	269,19	62,38	47,29	38,74	45,82	38,54	11,07	2,8	5,1	26,78	67,28	80,15	83,23
	P2T	Azeitão	473,24	86,60	72,51	53,63	59,71	44,67	12,54	5,0	3,6	23,76	79,97	95,89	99,41
	P4T	Canha	82,71	84,40	65,22	43,62	55,52	54,96	14,97	4,8	10,	37,68	96,54	93,73	97,93

Anexo E

Orçamentos (sem IVA)

SAAP				
Descrição	Un.	Quant.	€/un	€ total
Trabalhos de escavação para depósito de 20 m3, incluindo tapamento, ajuste e compactação.	m3	22	6,00 €	132,00 €
Abertura e tapamento de vala com perfil 0,25x0,5 m, incluindo reposição de pavimentos	ml	126	6,00 €	756,00 €
Fornecimento e aplicação de depósito de 20,000L, incluindo acessórios como tubo bypass DN 160 e barreira anti-roedor	Un.	1	7 950,00 €	7 950,00 €
Fornecimento e aplicação de tubo em PVC, incluindo uniões e ligações à caixa de visita das águas pluviais, a montante e a jusante	ml	126	8,30 €	1 045,80 €
Fornecimento a aplicação de quadro elétrico	Un.	1	160,00 €	160,00 €
Fornecimento e aplicação de bomba submersível	Un.	1	250,00 €	250,00 €
Fornecimento de cablagem de ligação, incluindo abertura e tapamento de vala e reposição de pavimentos	ml	45	18,00 €	810,00 €
Total				11 103,80 €

Item	Costo	Fornecedor
Bomba DIWA 15T	€ 1 157,97	Pumpalia
Bomba doseadora Motor Monofásico 0,75 kW 250l/h	€ 3 451,00	Aguasistemas
Coagulante e floculante 20L	€ 101,00	Piscinas
Difusores de ar	€ 127,50	Wastewater treatment machine
Filtro Cintropur NW500 2"	€ 367,22	Group Sumi
Quadro elétrico	€ 399,00	lot-pool
Reservatório Horizontal Subterraneo 30 m3	€ 12 348,79	Tubofuro
Reservatório Horizontal Subterraneo 50 m3	€ 20 035,29	Tubofuro
Reservatório Horizontal Subterraneo 90 m3	€ 33 455,14	Tubofuro
Sopradores Turbina Simples 1,5KW	€ 628,00	Aguasistemas
Escavação 182 m3	€ 1 365,00	
Aterro e envolvimento dos tanques com argamassa	€ 2 125,00	
Abertura e tapamento de vala com perfil 0,5x1,0 m com reposição de pavimento	€ 1 120,00	
Fornecimento e aplicação de tubo pvc dn 160, incluindo ligações e uniões	€ 624,00	
Cablagem incluindo abertura e tapamento de vala	€ 1 375,00	
Total	€ 78 679,90	