

**Estudo do Potencial de Eficiência Hídrica no Pavilhão Municipal Arnaldo
Pereira da Cidade de Bragança: *Soluções para Reutilização de Águas Cinzentas e
Aproveitamento de Águas Pluviais***

Natacha Bezerra Andrade

Relatório Final de Projeto apresentado à
Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança para
obtenção do **Grau de Mestre em Engenharia da Construção**
no âmbito da **Dupla Diplomação** com o
Centro Universitário Christus (Unichristus)

Orientadora: Professora Doutora Flora Cristina Meireles Silva
Coorientador: Professor Mestre José Willington Gondim Oliveira

Bragança, dezembro de 2020

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha irmã, pois desde que me surgiu essa oportunidade de fazer um mestrado em outro país, me apoiou, incentivou e ajudou com toda a burocracia. Em seguida, aos meus pais por me proporcionarem desfrutar dessa experiência académica e pessoal. Além de sempre me apoiarem e incentivarem a viver meus sonhos. Sem eles, nada disso seria possível. Obrigada por sempre fazerem dos meus sonhos, os seus.

Agradeço também à minha família, em especial à minha prima Thaís Andrade, que mesmo longe se fez presente. E à minha tia Odila Bezerra, que viveu todo esse intercâmbio como se fosse dela, sempre comemorando minhas conquistas.

Sou grata também por todos os meus amigos que deixei no Brasil, que não deixaram a distância intervir na nossa amizade e por sempre me apoiarem, e aos meus amigos que Bragança me presenteou, que tornaram minha família fora de casa, sem eles seria mais difícil. Gratidão!

Quero agradecer à Universidade Christus onde proporcionou esse intercâmbio, juntamente ao Instituto Politécnico de Bragança (IPB) onde me rececionou de forma acolhedora e disposta a proporcionar um aprendizado qualificado. Venho agradecer também à minha orientadora Flora Silva e ao meu coorientador José Willington, que me orientaram e estavam sempre à disposição para que eu pudesse desenvolver um bom trabalho.

Resumo

O presente estudo surge pela necessidade de melhorar a gestão do consumo de água no pavilhão municipal Arnaldo Pereira da cidade de Bragança.

Dada a pandemia de COVID-19, a percentagem de consumo de água afeta a cada uso no pavilhão municipal, foi definida utilizando um diagrama de consumo referente a pavilhões desportivos, elaborado com base em auditorias realizadas pela Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais.

Desta forma, foram identificados certos consumos de água desnecessários e que podem ser solucionados com algumas medidas. Para isso são propostas duas soluções: a primeira, com apenas um cenário, refere-se à reutilização de águas cinzentas provenientes de chuveiros para recarga de autoclismos; na segunda solução pretende-se aproveitar as águas pluviais, também na recarga de autoclismos, utilizando áreas de captação diferentes: 1963,5 m² (cenário 2.1), 1495,0 m² (cenário 2.2) e 3458,5 m² (cenário 2.3).

Com a solução 1, propondo um sistema de reutilização e reciclagem de águas cinzentas, com capacidade 5,6 m³/dia, estima-se obter uma poupança de água de 24% (redução na fatura anual de água de 4.594,22 €). Para o cenário 2.1 da solução 2, considerado como o mais viável desta solução, propondo um sistema de aproveitamento de águas pluviais com um reservatório de capacidade de 70 m³, estima-se obter uma poupança de água de 21,84% (redução na fatura anual de água de 4.205,14 €).

Assim, a adoção de qualquer uma das soluções de eficiência hídrica propostas para o pavilhão municipal da cidade de Bragança, poderá constituir uma mais-valia em termos hídricos e também económicos para o Município.

Palavras-chave: Eficiência hídrica; Reutilização de águas cinzentas; Aproveitamento de águas pluviais; Pavilhão municipal.

Abstract

The present study arises from the need to improve the management of water consumption in the municipal pavilion Arnaldo Pereira in the city of Bragança.

Given the COVID-19 pandemic, the percentage of water consumption allocated to each use in the municipal pavilion, was defined using a consumption diagram for sports pavilions, prepared based on audits carried out by the Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais.

In this way, certain unnecessary water consumption was identified and can be solved with some measures. For this, two solutions are proposed: the first, with only one scenario, refers to the reuse of gray water from showers for recharge toilet flush; in the second solution it is intended to take advantage of rainwater, also in the recharge toilet flush, using different catchment areas: 1963.5 m² (scenario 2.1), 1495.0 m² (scenario 2.2) and 3458.5 m² (scenario 2.3).

With solution 1, proposing a gray water reuse and recycling system, with a capacity of 5.6 m³/day, it is estimated to achieve a water saving of 24% (reduction in the annual water bill of € 4,594.22). For scenario 2.1 of solution 2, considered as the most viable of this solution, proposing a rainwater harvesting system with a 70 m³ capacity reservoir, it is estimated that water savings of 21.84% (reduction in the annual water bill of € 4,205.14).

Thus, the adoption of any of the water efficiency solutions proposed for the municipal pavilion in the city of Bragança, may constitute an added value in water and also economical terms for the municipality.

Keywords: Water efficiency; Grey water reuse; Rainwater harvesting system; Municipal Pavilion.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Índice	iv
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	viii
Lista de Abreviaturas.....	x
Lista de Símbolos	xi
1. Introdução	1
1.1. Motivação	1
1.2. Objetivos	5
1.3. Descrição do plano de trabalho.....	6
1.4. Organização do relatório.....	7
2. Contributo da eficiência hídrica em edifícios para a sustentabilidade.....	8
2.1. Impacto das mudanças climáticas no meio urbano.....	8
2.2. O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água	13
2.3. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos.....	16
2.4. Reutilização e reciclagem de águas residuais	18
2.5. Aproveitamento de águas pluviais	23
2.5.1. A Especificação Técnica ANQIP 0701 (2015).....	24
2.5.1.1. Dimensionamento simplificado do reservatório.....	30
2.5.1.2. Mapa auxiliar de dimensionamento de um SAAP.....	31
2.5.2. A Norma Brasileira ABNT NBR 15527 (2007)	32
2.5.2.1. Método Rippl.....	32
2.5.2.2. Método da Simulação	33
2.5.2.3. Método Azevedo Neto.....	34
2.5.2.4. Método Prático Alemão.....	34
2.5.2.5. Método Inglês	34
2.5.2.6. Método Prático Australiano.....	35
3. Materiais e Métodos	38
3.1. Descrição do Pavilhão Municipal	38
3.2. Consumo de água no Pavilhão Municipal	41

3.3. Soluções para redução do consumo de água potável	42
4. Resultados e Discussão	45
4.1. Solução 1: Reutilização de águas cinzentas para recarga de autoclismos	45
4.2. Solução 2: Aproveitamento de águas pluviais para recarga de autoclismos	45
4.2.1. Cenário 2.1: Área de captação da cobertura do Pavilhão Municipal	46
4.2.2. Cenário 2.2: Área de captação da cobertura das Piscinas.....	51
4.2.3. Cenário 2.3: Área de captação da cobertura do Pavilhão Municipal e das Piscinas	56
4.2.4. Resumo dos volumes de reservatório calculados para águas pluviais	61
4.3. Redução do consumo anual de água potável	62
5. Conclusões e Proposta para Trabalhos Futuros.....	65
5.1. Conclusões	65
5.2. Proposta para Trabalhos Futuros	66
Referências Bibliográficas.....	67
Anexos.....	72
Anexo I: Plantas do projeto	73
Anexo II: Precipitação média mensal ao longo dos anos no concelho de Bragança (2010-2019)	76
Anexo III: Ficha técnica do SPRAC.....	78
Anexo IV: Mapa auxiliar de dimensionamento de um SAAP.....	90
Anexo V: Ficha técnica do SAAP	94

Lista de Figuras

Figura 1 – Piscinas e Pavilhão Municipal Arnaldo Pereira da cidade de Bragança.....	1
Figura 2 – Princípio dos 5R da eficiência hídrica em edifícios.....	3
Figura 3 – Percentagem afeta a cada uso em pavilhões desportivos (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).....	5
Figura 4 – Anomalias da quantidade de precipitação, no mês de julho, em Portugal continental, em relação aos valores médios no período 1971-2000 (IPMA, 2020).	12
Figura 5 – Distribuição espacial do índice de seca meteorológica: (a) 30 junho; (b) 31 julho de 2020 (IPMA, 2020).....	12
Figura 6 – Consequências dos objetivos gerais do PNUEA (APA, 2012).	14
Figura 7 – Metas do PNUEA para 2020 (APA, 2012).	15
Figura 8 – Número de medidas por setor (APA, 2012).....	15
Figura 9 – Rótulo ANQIP (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, s.d.).	16
Figura 10 – Exemplos de rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal pelas empresas associadas da ANQIP (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; PIMENTEL-RODRIGUES, 2008; ANQIP, s.d.).	17
Figura 11 – Exemplo esquemático de um SPRAC (ECODEPUR, s.d).	22
Figura 12 – Sistema de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais (SILVA, 2015).....	24
Figura 13 – Modelo de aviso a colocar junto de dispositivos alimentados pelo SAAP (ANQIP ETA, 0701, 2015).....	28
Figura 14 – Exemplo esquemático de um SAAP (ECODEPUR, s.d).....	30
Figura 15 – Localização do concelho de Bragança.	38
Figura 16 – Plantas de cobertura das piscinas e pavilhão municipal.....	39
Figura 17 – Vista do Pavilhão Municipal no decorrer da pandemia de Covid-19 (MUNICÍPIO DE BRAGANÇA, 2020).....	40
Figura 18 – Vista do interior do Pavilhão Municipal no decorrer da pandemia de Covid-19 (MUNICÍPIO DE BRAGANÇA, 2020).....	40
Figura 19 – Precipitação média mensal da região de Bragança (2010 - 2019) (IPMA, s.d).	44
Figura 20 – Volume do reservatório de acordo com o aproveitamento de água pluvial pelo Mapa Auxiliar de Dimensionamento de um SAAP - Cenário 2.1.	50

Figura 21 – Volume do reservatório de acordo com o aproveitamento de água pluvial pelo Mapa Auxiliar de Dimensionamento de um SAAP - Cenário 2.2.	55
Figura 22 – Volume do reservatório de acordo com o aproveitamento de água pluvial pelo Mapa Auxiliar de Dimensionamento de um SAAP - Cenário 2.3.	60
Figura 23 – Consumo atual de água e estimativa do consumo depois de aplicadas as medidas propostas nos cenários.....	63
Figura 24 – Estimativa da poupança de água com aplicação das soluções.	64

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Consumos médios por utilizador em alguns edifícios não residenciais (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).	5
Tabela 2 – Plano de Trabalho.	6
Tabela 3 – Medidas a adotar para promover a adaptação e o aumento da resiliência dos edifícios face às alterações climáticas (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).	10
Tabela 4 – Balanço hídrico em edifícios residenciais com reutilização de águas cinzentas (valores médios em litros por habitante e por dia) (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2011).	19
Tabela 5 – Requisitos de qualidade para descarga de autoclismos (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2011).	20
Tabela 6 – Tolerâncias relativamente ao VMA (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2011).	21
Tabela 7 – Valores recomendados para o coeficiente de escoamento C (Adaptada de ANQIP ETA 0701, 2015).	27
Tabela 8 – Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, ETA 0701, 2015).	29
Tabela 9 – Estimativa anual de água potável consumida nos centros escolares, de poupança de água e do volume do reservatório associada à solução mais viável.	32
Tabela 10 – Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis (Adaptada de ABNT NBR 15527 (2019)).	36
Tabela 11 – Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP (ABNT NBR 15527 (2019)).	37
Tabela 12 – Estimativa anual de água potável consumida no pavilhão industrial, de poupança de água e do volume do reservatório associada à solução mais viável (Schulze, 2020).	37
Tabela 13 – Estimativa da distribuição do consumo anual de água no pavilhão municipal.	41
Tabela 14 – Tarifas fixas e variáveis para Estado e Entidades Públicas no município de Bragança (CMB, 2018).	42
Tabela 15 - Soluções propostas para redução do consumo de água potável no pavilhão municipal.	43

Tabela 16 – Dimensionamento do reservatório pelo método RIPPL - Cenário 2.1.	46
Tabela 17 – Dimensionamento do reservatório pelo método da Simulação - Cenário 2.1.	47
Tabela 18 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método da Simulação - Cenário 2.1.	47
Tabela 19 – Dimensionamento do reservatório pelo método Prático Australiano - Cenário 2.1.	49
Tabela 20 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método Prático Australiano - Cenário 2.1.	49
Tabela 21 – Dimensionamento do reservatório pelo método RIPPL - Cenário 2.2.	51
Tabela 22 – Dimensionamento do reservatório pelo método da Simulação - Cenário 2.2	52
Tabela 23 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método da Simulação - Cenário 2.2.	52
Tabela 24 – Dimensionamento do reservatório pelo método Prático Australiano - Cenário 2.2.	54
Tabela 25 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método Prático Australiano - Cenário 2.2.	54
Tabela 26 – Dimensionamento do reservatório pelo método RIPPL - Cenário 2.3.	56
Tabela 27 – Dimensionamento do reservatório pelo método da Simulação - Cenário 2.3	57
Tabela 28 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método da Simulação - Cenário 2.3.	57
Tabela 29 – Dimensionamento do reservatório pelo método Prático Australiano - Cenário 2.3.	59
Tabela 30 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método Prático Australiano - Cenário 2.3.	59
Tabela 31 – Resumo dos valores encontrados para o volume do reservatório em cada cenário da solução 2.	61
Tabela 32 – Estimativa da redução anual de água com aplicação de cada cenário.	63

Lista de Abreviaturas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANQIP	Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
CMB	Câmara Municipal de Bragança
ETA	Especificação Técnica ANQIP
GEE	Gases de Efeito Estufa
IPB	Instituto Politécnico de Bragança
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
IVA	Imposto sobre o Valor Acrescentado
NBR	Norma Brasileira
PDSI	Palmer Drought Severity Index
PNUEA	Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água
PVP	Preço de Venda ao Público
SAAP	Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
SPRAC	Sistemas Prediais de Reciclagem e Reutilização de Águas Residuais Cinzentas
UFC	Unidades Formadoras de Colónia
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
VMA	Valor Máximo Admissível
VMR	Valor Máximo Recomendado

Lista de Símbolos

A - Área de captação de chuva	L^2
A_p - Valor numérico da área de coleta em projeção	L^2
C - Coeficiente de escoamento superficial	-
C_{AE} - Consumo anual estimado	L^3
D - Valor numérico da demanda anual da água não potável	L^3
D_t - Demanda ou consumo no tempo t	L^3
I - Interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm	L
N - Número de meses considerado, geralmente 12 meses	T
N_c - Número máximo de dias de retenção da água na cisterna, em dias	T
N_r - Número de meses em que o reservatório não atendeu a demanda	T
η_f - Eficiência hidráulica da filtragem, adimensional	-
P - Pluviosidade média anual no local da instalação	L
P_a - Valor numérico da precipitação média anual	L
P_{alt} - Altura da precipitação a desviar	L
P_m - Precipitação média mensal	L
P_t - Precipitação da chuva no tempo t	L
P_r - Falha	-
P' - Altura da precipitação a desviar	L
Q - Volume mensal produzido pela chuva	L^3
Q_t - Volume de chuva aproveitável no tempo t	L^3
S_t - Volume de água no reservatório no tempo t	L^3
S_{t-1} - Volume de água no reservatório no tempo $t-1$	L^3
T - Valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca	T
U - Número de moradores ou utentes do edifício	-
V - Valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual	L^3
V_a - Volume anual de água da chuva aproveitável	L^3
$V_{adotado}$ - Valor numérico do volume de água do reservatório	L^3
V_{ap} - Valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água no reservatório	L^3
V_d - Volume a desviar do sistema	L^3

V_t - Volume de água que está no taque no fim do mês t	L^3
V_{t-1} - Volume de água que está no tanque no início do mês t	L^3
V_1 - Volume aproveitável	L^3
V_2 - Volume consumido	L^3
V_{res} - Volume do reservatório	L^3

1. Introdução

No presente capítulo são apresentados a motivação, os objetivos do trabalho, a descrição do plano de trabalho, e a forma como está organizado o relatório.

1.1. Motivação

A motivação principal deste trabalho de investigação fundamentou-se na continuação do estudo realizado nas Piscinas Municipais da cidade de Bragança por Zavattieri (2020), no qual é sugerido como proposta de trabalhos futuros, estudar o potencial de eficiência hídrica no Pavilhão Municipal Arnaldo Pereira localizado junto às referidas piscinas (**Figura 1**) e em que ambos os edifícios possuem um contador de água em comum.



Figura 1 – Piscinas e Pavilhão Municipal Arnaldo Pereira da cidade de Bragança.

A água é considerada um recurso fundamental para a maioria das atividades económicas, consequentemente, possuindo uma grande relevância na qualidade de vida do ser humano. Logo, a importância da água não está associada apenas às suas funções na natureza, mas ao papel que exerce na saúde, economia e qualidade de vida humana (SOUZA, 2014).

Assim sendo, “a água é um recurso natural de primordial importância, indispensável para a vida humana e para sustentar os ecossistemas terrestres e aquáticos, mas, em muitos locais, a procura excede a sua disponibilidade” (RODRIGUES, CALHEIROS & GUERREIRO, 2020, p. 6).

De facto, a “degradação da qualidade das águas naturais, decorrente de insuficiente controlo da poluição de origem antropogénica, introduz limitações ao aproveitamento de alguns recursos hídricos, acentuando os desequilíbrios quantitativos entre a procura e a disponibilidade de água” (MARECOS DO MONTE & ALBUQUERQUE, 2010, p.6). No entanto, aos “problemas de disponibilidade de água, em quantidade e em qualidade suficientes para a satisfação das necessidades, juntam-se as consequências das alterações climáticas” (p.6). Tanto “as secas como as cheias, anunciadas como prováveis consequências das alterações climáticas, concorrem para menor disponibilidade de água em quantidade, no caso das secas, e em qualidade, no caso das cheias” (p.6).

Já no início do século XXI, a gestão dos recursos hídricos surgiu como um dos paradigmas da sustentabilidade do desenvolvimento sócio-económico (MARECOS DO MONTE & ALBUQUERQUE, 2010).

A água doce, para além de estar em renovação permanente, é também um recurso com disponibilidade limitada, insubstituível, essencial para a vida humana, para a natureza e para a economia, mas constitui unicamente 2,5% de toda a água do planeta e só um terço desse valor está disponível em rios, lagos e aquíferos subterrâneos (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

A eficiência hídrica, traduz-se na relação existente entre a quantidade de água estritamente necessária para satisfazer um determinado fim e a quantidade de água efetivamente gasta para o efeito, implicando também um aproveitamento e uma gestão adequada de origens alternativas de água, em função das diferentes utilizações (Aqua eXperience, s.d.).

Desde que devidamente implementada, poderá permitir uma redução dos encargos com a utilização da água, devido ao menor volume consumido, sem prejuízo da sua qualidade de vida e da salvaguarda da saúde pública (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

Em termos da conservação da água, corresponde ainda a uma obrigação do País em termos de legislação comunitária, ou seja, da Diretiva-Quadro da Água (DIRETIVA 2000/60/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, DE 23 DE OUTUBRO). Este documento é o principal instrumento da Política da União Europeia relativa à água, estabelecendo um quadro de ação comunitária para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas. Foi transposta para o direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho.

As políticas de uso eficiente da água são, cada vez mais importantes e podem ser resumidas pelo princípio dos 5R (SILVA-AFONSO, 2009) (**Figura 2**), análogo ao conhecido princípio dos 7R (aplicado aos resíduos).

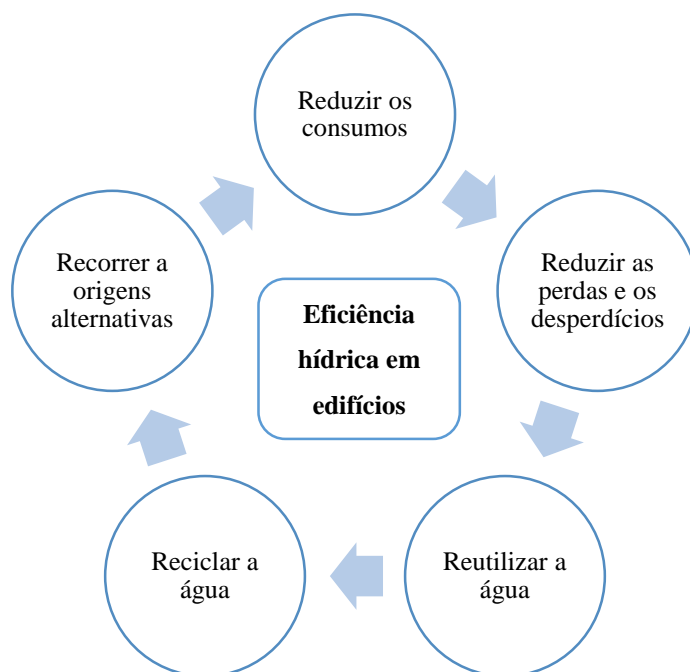


Figura 2 – Princípio dos 5R da eficiência hídrica em edifícios.

Medidas essenciais para os edifícios, dentro do princípio dos 5R e que já foram desenvolvidas em Portugal pela Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP), são a certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos e de edifícios e o aproveitamento de águas pluviais e a reutilização de águas cinzentas.

Em Portugal, de acordo com Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), face à previsão de escassez de água a curto/médio prazo, devem tornar-se prioritárias as medidas conducentes a um uso eficiente de água nos setores urbano, industrial e agrícola, definidas no Programa Nacional para o Uso Eficiente da água (PNUEA) (APA, 2012).

O estudo da utilização de fontes de água não potável em edifícios tem tido, de acordo com Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) um “assinalável desenvolvimento em diversos países” (p. 33) e como mostram e é promovido por alguns estudos (SCHULZE, 2020; FARIA, 2020; ZAVATTIERI, 2020; VALE, 2019; MORAIS, 2019; PORTILLA, GOMES, SILVA-AFONSO, PIMENTEL-RODRIGUES & TOBAR, 2018; ABRANTES, SILVA & ALBUQUERQUE, 2018a, 2018b; ABRANTES, 2017; TEIXEIRA, 2013; MATOS & BENTES, 2011; REIS & ILHA, 2011; SANTOS, TAVEIRA-PINTO, CHENG & LEITE, 2011; SILVA-AFONSO, PIMENTEL-RODRIGUES & LANÇA, 2011; BARRETO & PEDROSO, 2011; PEDROSO, 2009).

Por exemplo em Berlim “os sistemas de aproveitamento de águas pluviais foram introduzidos com sucesso à escala urbana, na reabilitação de grandes espaços, como a Potsdamer Platz, onde a água da chuva recolhida em coberturas de 19 edifícios (32.000 m²) é armazenada num tanque de 3.500 m³. Em Tóquio, mais de 750 edifícios públicos e privados introduziram a recolha de águas pluviais e sistemas de aproveitamento” (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017, p. 33).

No Brasil, foi publicada em 2007 a norma técnica brasileira ABNT NBR 15527, pretendendo implementar o aproveitamento de água da chuva, sendo já obrigatório em alguns edifícios, como acontece em S. Paulo.

Também com o objetivo de contribuir para o uso racional da água, no Estado do Ceará foi publicada a Lei n.º 16.603 de 9 de julho de 2018 que institui a obrigatoriedade de reutilização de água proveniente dos aparelhos de ar condicionado.

Em Espanha, Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2012) referem que algumas autoridades locais exigiam que os novos edifícios tivessem sistemas de reutilização de águas cinzentas, como parte de uma estratégia para fazer face à escassez de água.

Indo de encontro ao caso de estudo deste trabalho, na **Tabela 1** são apresentados os consumos médios por utilizador em alguns edifícios não residenciais, obtidos em resultado de auditorias realizadas pela ANQIP.

Tabela 1 - Consumos médios por utilizador em alguns edifícios não residenciais (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

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

(*) Inclui funcionários e utentes.

Também com base em auditorias realizadas pela ANQIP, a **Figura 3** apresenta um diagrama de consumo com a percentagem afeta a cada uso em pavilhões desportivos.

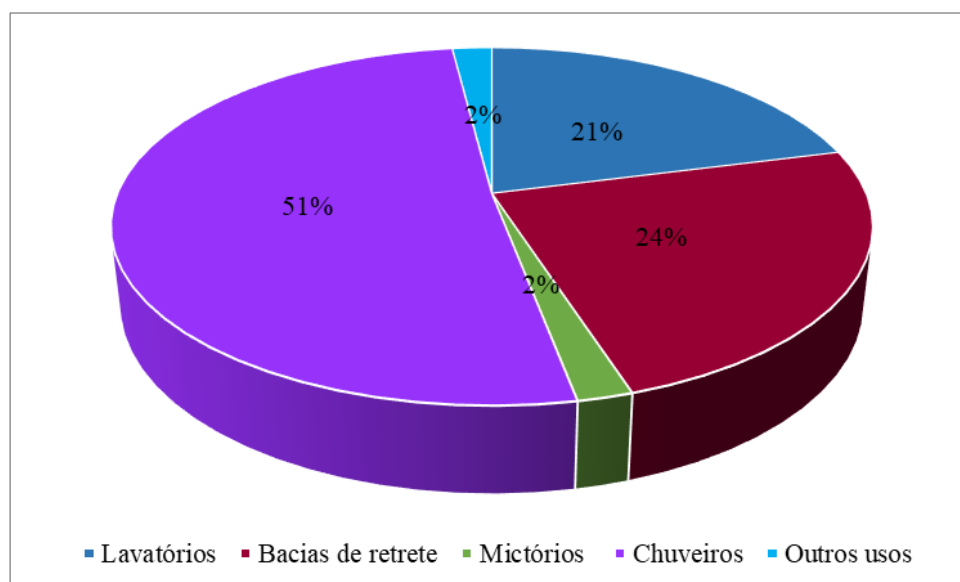


Figura 3 – Percentagem afeta a cada uso em pavilhões desportivos (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

1.2. Objetivos

O presente trabalho de investigação tem como objetivo geral analisar o potencial de eficiência hídrica num pavilhão municipal localizado na Região Norte e sub-região de Terras de Trás-os-Montes de Portugal, mais precisamente na cidade de Bragança, tendo em vista a redução do consumo de água potável no edifício.

E tem como objetivos específicos:

- Elaborar cenários para reutilização de águas cinzentas e aproveitamento de águas pluviais destinadas à recarga de autoclismos de bacias de retrete;
- Dimensionar um reservatório para aproveitamento de águas pluviais de acordo com a Norma Brasileira ABNT NBR 15527 (2007);
- Dimensionar um reservatório para aproveitamento de águas pluviais de acordo com a Especificação Técnica ANQIP ETA 0701 (2015);
- Fazer uma comparação entre os diferentes métodos de dimensionamento propostos;
- Verificar a redução do consumo de água potável com as soluções propostas.

1.3. Descrição do plano de trabalho

Com a finalidade de realização do estudo proposto elaborou-se um Plano de Trabalho que possui quatro fases, apresentadas na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Plano de Trabalho.

Fases	Tipo de Trabalho	Descrição	Período de Tempo
I		Revisão bibliográfica sobre o tema	outubro a setembro de 2019/2020
II	Recolha de dados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plantas das redes prediais de águas do edifício ▪ Consumo de água no edifício, número de utilizadores e frequência de utilização ▪ Tarifários em vigor 	novembro a junho de 2019/2020
III	Análise de dados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Delineação de propostas para a eficiência hídrica no edifício ▪ Solução para reutilização de águas cinzentas ▪ Dimensionamento de um reservatório para aproveitamento de águas pluviais ▪ Comparação entre os diferentes métodos de dimensionamento do reservatório ▪ Redução do consumo de água potável 	abril a novembro de 2020
IV		Redação do trabalho	novembro a novembro de 2019/2020

1.4. Organização do relatório

O presente relatório de projeto encontra-se estruturado em cinco capítulos e cinco anexos.

No **capítulo 1** apresenta-se a motivação do estudo, os objetivos geral e específicos, a descrição do plano de trabalho e a estrutura do relatório.

O **capítulo 2** constitui a parte de revisão bibliográfica deste estudo, focando o impacto das mudanças climáticas no meio urbano e algumas das diretrizes do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água. Faz-se referência à certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos, à reutilização e reciclagem de águas cinzentas e ao aproveitamento de águas pluviais. Neste último tópico apresenta-se o dimensionamento de reservatórios pela Especificação Técnica ANQIP 0701 (2015) (dimensionamento simplificado e mapa auxiliar de dimensionamento) e pela Norma Brasileira ABNT NBR 15527 (2007), a qual abrange seis métodos diferentes: Método Rippl, Método da Simulação, Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Inglês e Método Prático Australiano.

No **capítulo 3**, Material e Métodos, é feita uma descrição do pavilhão municipal, apresentada uma estimativa do consumo de água no pavilhão e definidas soluções para redução do consumo de água potável.

No **capítulo 4**, Resultados e Discussão, são apresentadas as soluções de volume de reciclador de águas cinzentas provenientes de chuveiros e o dimensionamento de um reservatório de águas pluviais, em função dos cenários propostos. É ainda analisada a poupança de água e a redução na fatura anual de água com a implementação dos cenários propostos. As principais **conclusões e proposta para trabalhos futuros** são apresentadas no **capítulo 5**. Por fim, são elencadas as **referências bibliográficas** e em seguida os **anexos**.

2. Contributo da eficiência hídrica em edifícios para a sustentabilidade

Neste capítulo foca-se o impacto das mudanças climáticas no meio urbano e algumas das diretrizes do Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água. Faz-se referência à certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos, à reutilização e reciclagem de águas cinzentas e ao aproveitamento de águas pluviais. Neste último tópico apresenta-se o dimensionamento de reservatórios pela Especificação Técnica ANQIP 0701 (2015) (dimensionamento simplificado e mapa auxiliar de dimensionamento) e pela Norma Brasileira ABNT NBR 15527 (2007), a qual abrange seis métodos diferentes: Método Rippl, Método da Simulação, Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Inglês e Método Prático Australiano.

2.1. Impacto das mudanças climáticas no meio urbano

A mudança climática manifesta-se, de entre outros aspectos, no aumento da frequência e da magnitude de eventos extremos, como ondas de calor, chuvas sem precedentes, tempestades e eventos de marés ciclónicas (UNESCO, 2020). Também a qualidade da água é prejudicada em decorrência das temperaturas mais elevadas, redução do oxigénio dissolvido e, assim, uma reduzida capacidade de autodepuração dos corpos de água doce. Existem, assim, riscos adicionais de poluição hídrica e contaminação patogénica causadas por inundações ou por concentrações mais altas de poluentes durante os períodos de seca. A degradação dos ecossistemas não somente leva à perda de biodiversidade, mas também afeta a prestação de serviços ecossistémicos relacionados à água, como a sua depuração, a captação e o armazenamento de carbono e a proteção natural a inundações, bem como a provisão de água para a agricultura, a pesca e o lazer (UNESCO, 2020).

“A adaptação e a mitigação são estratégias complementares para a gestão e a redução dos riscos da mudança climática” (UNESCO, 2020, p.3). A adaptação engloba uma combinação de opções naturais, tecnológicas e de infraestrutura, bem como medidas sociais e institucionais para moderar danos ou aproveitar as oportunidades benéficas da mudança climática, existindo opções de adaptação em todos os setores relacionados à água. A mitigação abrange intervenções humanas para reduzir as fontes ou aprimorar os sumidouros de Gases de Efeito Estufa (GEEs). “Embora as opções de mitigação também

estejam disponíveis em todos os principais setores relacionados à água, elas permanecem amplamente não reconhecidas” (p.3).

É cada vez mais necessário considerar recursos hídricos “não convencionais” no planeamento futuro. A reutilização da água (ou água reciclada) é uma alternativa confiável aos recursos hídricos convencionais para vários usos, desde que seja tratada e/ou usada com segurança. A dessalinização pode aumentar os suprimentos de água doce, mas geralmente consome muita energia e, assim sendo, pode contribuir para as emissões de GEEs, no caso da sua fonte de energia não ser renovável. A recolha de humidade atmosférica, como a sementeira de nuvens ou a recolha de água de neblina, apresenta uma abordagem de baixo custo e baixa manutenção para áreas localizadas onde a névoa de advecção é abundante (UNESCO, 2020).

De acordo com as Nações Unidas, cerca de 54% da população do planeta vive nas cidades, mas espera-se que esta percentagem aumente para 66% em 2050. Durante o século XXI, as alterações climáticas irão continuar sob uma série de cenários possíveis de emissão de gases com efeito de estufa e os impactos das mudanças climáticas nas áreas urbanas e nos edifícios serão muito significativos. De facto, haverá prioritariamente que implementar medidas de mitigação, consistindo em intervenções com o objetivo de reduzir as emissões de gases de GEE. Ao mesmo tempo, tendo como objetivo prevenir ou moderar os danos, torna-se necessário também fazer ajustamentos perante as alterações do clima e os seus efeitos, isto é, desenvolver processos de adaptação e aumentar a resiliência dos edifícios, isto é, a capacidade de gerir os eventos prejudiciais, respondendo de forma que os edifícios mantenham a sua função essencial, a identidade e a estrutura (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2016). Para além da contribuição possível para a mitigação do fenómeno, através de uma maior eficiência energética, as instalações prediais de águas e esgotos podem também contribuir para a adaptação a estas mudanças e para o aumento da resiliência dos edifícios (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES & SILVA, 2015).

Há assim dois possíveis impactos das mudanças climáticas que se podem relacionar diretamente com as instalações prediais de abastecimento de água e drenagem (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017): O aumento das intensidade das precipitações; As ondas de calor extremas (considerando as suas consequências ao nível de uma possível escassez de água).

Na **Tabela 3** resumem-se as principais medidas que é possível adotar nestas instalações, com o objetivo de promover a adaptação e o aumento da resiliência dos edifícios face às alterações climáticas.

Tabela 3 – Medidas a adotar para promover a adaptação e o aumento da resiliência dos edifícios face às alterações climáticas (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

Tipo de impacto das alterações climáticas	Medidas as adotar para promover a adaptação e o aumento da resiliência no edifício	
	Edifícios novos	Edifícios existentes
Aumento da intensidade de chuvas fortes	Revisão das regras de dimensionamento, com integração de novos dados meteorológicos ou coeficientes de segurança mais elevados	Revisão do dimensionamento da drenagem pluvial, especialmente tubos de queda e coletores prediais (em sistemas gravíticos) e da análise da necessidade de novas descargas de emergência (em especial em sistemas de drenagem sifónica)
		Instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais (se possível)
Ondas de calor extremas (escassez de água)	Revisão das regras de dimensionamento, considerando maiores capacidades para os reservatórios prediais (quando existam)	Realização de auditorias de eficiência hídrica
	Instalação de sistemas de aproveitamento de água da chuva e/ou de águas cinzentas	Instalação de sistemas de aproveitamento de água da chuva e/ou de águas cinzentas (se possível)
	Aplicação de dispositivos eficientes (de preferência obrigatório)	Substituição dos dispositivos instalados por outros mais eficientes ou aplicação de redutores de caudal ou de volume

Em relação ao aumento da intensidade das precipitações, será necessário ajustar os padrões de dimensionamento da drenagem pluvial em novos edifícios e reavaliar os sistemas de drenagem nos sistemas existentes. Relativamente às ondas de calor extremas e ao risco inerente de escassez de água, é também necessário o ajuste das normas de projeto, em especial no que diz respeito ao dimensionamento de reservatórios prediais, quando existem, e ao aumento da eficiência no uso de água nos edifícios. Assim, o aproveitamento de águas pluviais e a reutilização das águas cinzentas devem ser promovidos, como contributos para o aumento da resiliência (SILVA-AFONSO, PIMENTEL-RODRIGUES & SILVA, 2015).

De mencionar que, no ano de 2017, mas sem que o fenómeno fosse isolado, Portugal passou por uma situação de seca severa e extrema. De facto, a seca e a escassez, bem como outros riscos associados à água (incluindo as cheias), terão tendência para aumentar, em regularidade e intensidade, em Portugal e na Europa, devido ao efeito das alterações climáticas (Aqua eXperience, s.d.). Apesar do termo “seca” designar uma redução temporária da disponibilidade de água devida, por exemplo, a uma precipitação insuficiente, o termo “escassez de água” significa que a procura de água excede os recursos hídricos exploráveis em condições sustentáveis (SILVA-AFONSO, PIMENTEL-RODRIGUES & SILVA, 2017). O *stress* hídrico é o nome dado a uma situação em que a procura de água por habitante pode exceder temporariamente a disponibilidade ou limitar o uso do recurso. Em geral, admite-se uma situação de *stress* hídrico quando se dispõe de um volume entre 1.000 e 1.700 m³ de água por pessoa e por ano. O conceito de escassez de água aplica-se a uma situação em que a disponibilidade por pessoa e por ano é inferior a 1.000 m³ (WORLD WATER COUNCIL, s.d.).

Países europeus, como Portugal, Espanha, Itália ou Grécia, são abrangidos na maior parte do território pelo chamado clima mediterrânico. Este clima não é particularmente favorável ao aproveitamento de águas pluviais, uma vez que se caracteriza por Verões quentes e secos (coincidindo com as maiores necessidades de consumo) e por Invernos frios e chuvosos, tendo a estiagem de verão uma duração de dois a três meses (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2010a; 2017).

Nesta sequência, importa salientar que em Portugal Continental, o mês de julho de 2020 foi o mais quente desde 1931. O valor médio da temperatura média do ar, 25,08°C, foi muito superior ao normal (1971-2000) com uma anomalia de +2,91°C. O valor médio da quantidade de precipitação em julho de 2020, 4,0 mm, corresponde a 30% do valor normal 1971-2000 (13,8 mm) (IPMA, 2020). “Valores de precipitação inferiores ao registados neste mês ocorreram em 30% dos anos desde 1931” (p.10) (**Figura 4**). De destacar durante esse mês condições de instabilidade atmosférica em alguns locais do Centro e Sul do território que originaram a ocorrência de aguaceiros, que foram localmente fortes, por vezes de granizo e acompanhados de trovoadas. No final do mês de julho, verificou-se, relativamente ao final de junho uma diminuição significativa dos valores de percentagem de água no solo em todo o território. Na região Nordeste, no vale do Tejo, no Baixo Alentejo e no Algarve verificaram-se valores inferiores a 20% (IPMA, 2020).

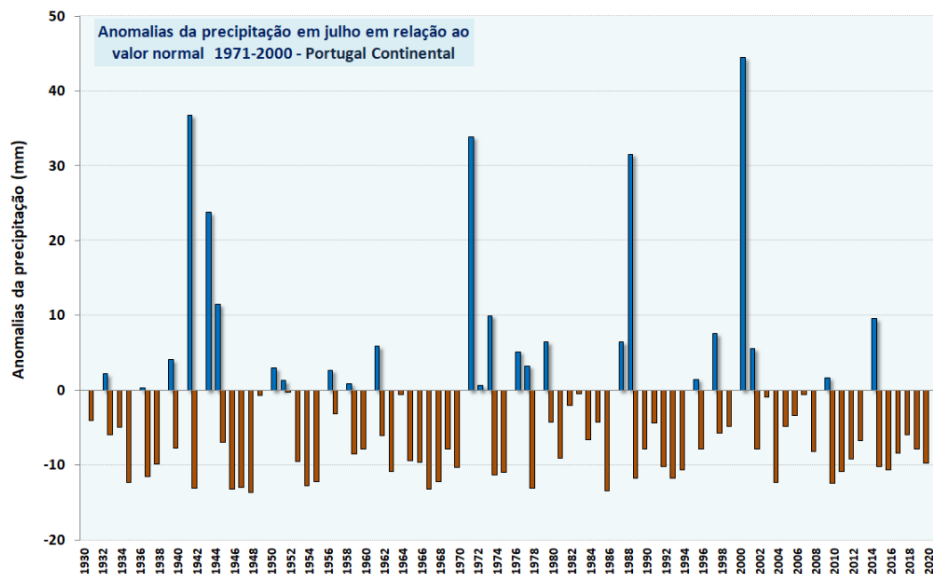


Figura 4 – Anomalias da quantidade de precipitação, no mês de julho, em Portugal continental, em relação aos valores médios no período 1971-2000 (IPMA, 2020).

Também de acordo com o índice de seca (PDSI) no final do mês de julho de 2020, verificou-se um aumento da área de seca meteorológica em todo o território. Na **Figura 5** apresenta-se a distribuição espacial do índice de seca meteorológica a 30 de junho (a) e a 31 de julho 2020 (b).

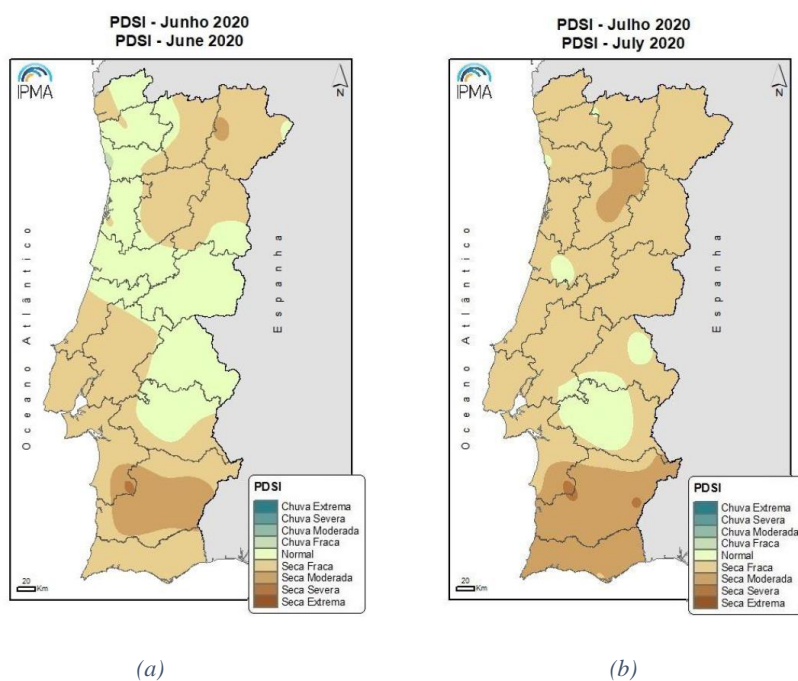


Figura 5 – Distribuição espacial do índice de seca meteorológica: (a) 30 junho; (b) 31 julho de 2020 (IPMA, 2020).

A distribuição percentual por classes do índice PDSI no território foi a seguinte: 8,4% normal, 71,4% seca fraca, 19,9% seca moderada e 0,3% seca severa (IPMA, 2020).

Todavia, face aos riscos elevados de *stress* hídrico a curto/médio prazo, o aproveitamento de água da chuva pode revelar-se sempre importante num quadro de conservação do recurso água potável, permitindo satisfazer parte significativa dos consumos de Inverno, para além de ter um efeito benéfico na redução dos picos de cheia (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2010b).

Dessa forma, Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) referem que a revisão das normas de projeto e do aumento da eficiência hídrica em edifícios devem ser consideradas medidas prioritárias para dar resposta a possíveis efeitos das alterações climáticas e os sistemas de aproveitamento de águas pluviais, podem contribuir significativamente para uma resposta adequada a esses impactos em regiões críticas.

2.2. O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água

O Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA) é um instrumento de política nacional, que tem como objetivo promover o uso eficiente da água em Portugal, no período 2012-2020, nos setores urbano, agrícola e industrial, contribuindo para minimizar os riscos de escassez hídrica e para melhorar as condições ambientais nos meios hídricos, sem pôr em causa as necessidades vitais e a qualidade de vidas das populações, bem como o desenvolvimento socioeconómico do país (APA, 2012).

Tem como objetivos gerais (ver **Figura 6**):

- “Melhorar a eficiência de utilização da água, sem pôr em causa as necessidades vitais e a qualidade de vida das populações, bem como o desenvolvimento do país, tendo como objetivos complementares a redução da poluição das massas de água e a redução do consumo de energia;
- Promover o uso eficiente da água em Portugal, contribuindo para a minimização dos riscos decorrentes da carência de água em situação hídrica normal, potenciada durante os períodos de seca;
- Contribuir para a consolidação de uma nova cultura da água em Portugal que valorize de forma crescente este recurso, atribuindo-lhe a importância devida no desenvolvimento

humano e económico e contribuindo para a preservação do meio natural, numa ótica de desenvolvimento sustentável” (APA, 2012, p. 20).

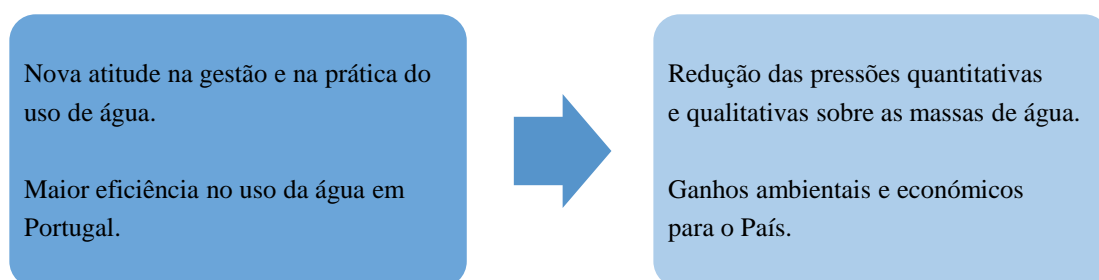


Figura 6 – Consequências dos objetivos gerais do PNUEA (APA, 2012).

No PNUEA são definidos objetivos estratégicos e específicos para os três setores, salientando-se, como objetivo estratégico para o setor urbano, a redução das perdas de água nos sistemas de abastecimento (APA, 2012). Como objetivos específicos referem-se, a título de exemplo:

- “Garantir uma dinâmica de sucesso na implementação do uso eficiente da água, dirigindo os maiores esforços para os sistemas públicos, (não domésticos), e para as maiores concentrações humanas onde os custos não são suportados diretamente pelos utilizadores da água (p.e: escolas; centros comerciais; estações de serviço; hospitais; repartições e serviços da administração pública; hotéis; **instalações desportivas**: ginásios, piscinas, estádios; aeroportos; terminais rodó e ferroviários; escritórios; restaurantes; lavandarias);
- Reduzir ao mínimo o uso da água potável em atividades que possam ter o mesmo desempenho com águas de qualidade alternativa e de outras origens que não a rede pública de água potável, promovendo a utilização de água da chuva e a eventual reutilização de águas residuais tratadas;
- Promover a utilização de equipamentos normalizados e certificados para o uso eficiente da água, incentivando a sua produção e comercialização” (p. 21).

No ano 2000 as estimativas apontavam para um desperdício no uso de água em cada setor abrangido pelo PNUEA de: 40% no setor agrícola; 30% na industrial e 40% no urbano (APA, 2012). Contudo, foram estabelecidas metas com o objetivo de se alcançar uma eficiência de uso de 80%, 65% e 85% para os setores urbano, agrícola e industrial, respetivamente (**Figura 7**).

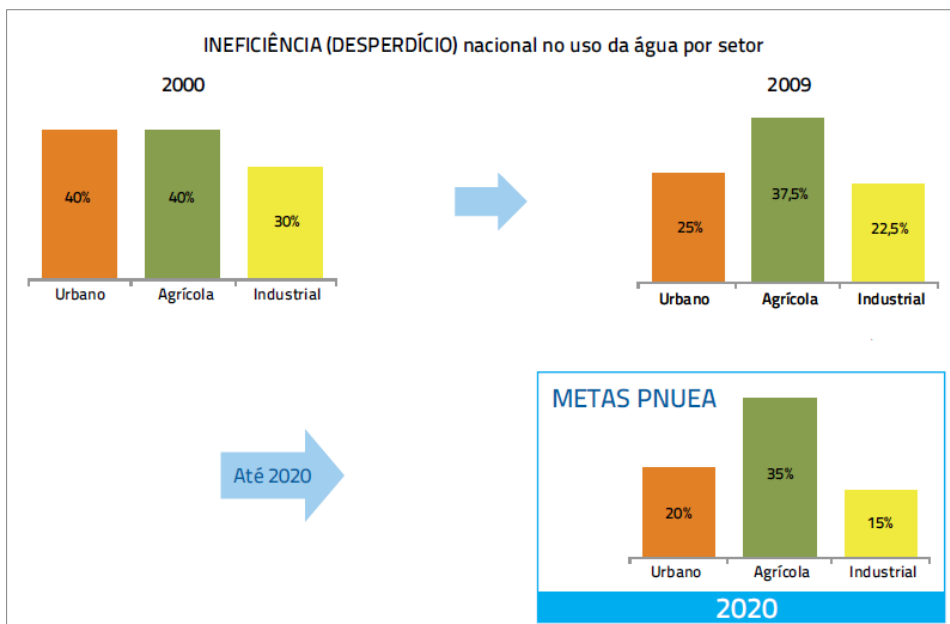


Figura 7 – Metas do PNUEA para 2020 (APA, 2012).

Para um consumo total anual estimado em 4.255.000.000 m³/ano as metas do PNUEA potenciam uma poupança total de água superior a 100.000.000 m³/ano. A implementação do PNUEA baseia-se na concretização de um conjunto de medidas destinado a aumentar a eficiência no uso da água nos setores urbano, agrícola e industrial (**Figura 8**), as quais preveem a redução de perdas nos sistemas de condução de água e a redução dos consumos através da adequação tecnológica e adequação de comportamentos (APA, 2012).

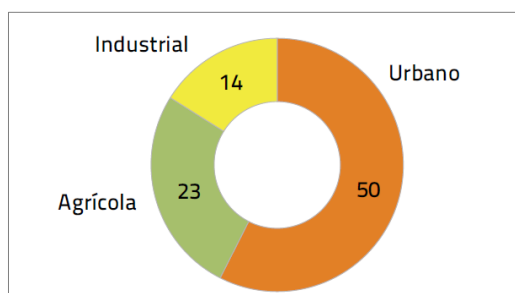


Figura 8 – Número de medidas por setor (APA, 2012).

A maioria das medidas requer implementação em situação hídrica normal, prevendo-se também um conjunto de medidas para ser intensificado, ou implementado, durante períodos de escassez hídrica (seca) (APA, 2012).

Para a implementação das medidas definidas para cada setor, o PNUEA foi estruturado em diferentes áreas programáticas, nomeadamente: Medição e reconversão de equipamentos de utilização da água; Sensibilização, informação e educação; Documentação, formação e apoio técnico; Regulamentação técnica, normalização, rotulagem e certificação. As áreas programáticas estabelecidas, complementares entre si, visam a reconversão tecnológica e a adequação de comportamentos necessárias à melhoria da eficiência do uso da água (APA, 2012).

2.3. Certificação e rotulagem da eficiência hídrica de produtos

A rotulagem da eficiência hídrica de produtos tem sido implementada em diversos países de forma voluntária. A ANQIP, indo de encontro aos objetivos definidos no PNUEA, estabeleceu um sistema de certificação e rotulagem de eficiência hídrica para produtos comercializados em Portugal, embora os seus rótulos possam ser considerados e aceites noutros países (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

A ANQIP optou também por um modelo voluntário, representando-se, na **Figura 9**, o rótulo ANQIP e na **Figura 10** os rótulos genéricos que foram adotados (PIMENTEL-RODRIGUES, 2008).



Figura 9 – Rótulo ANQIP (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, s.d.).



Figura 10 – Exemplos de rótulos de eficiência hídrica adotados em Portugal pelas empresas associadas da ANQIP (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; PIMENTEL-RODRIGUES, 2008; ANQIP, s.d.).

Tendo em atenção o conforto das utilizações, aspetos de saúde pública e a performance das redes prediais, a eficiência considerada ideal, corresponde à letra A, utilizando-se também uma indicação gráfica por gotas, para melhor compreensão do símbolo, bem como uma pequena barra lateral indicativa. A existência das classificações A+ e A++ tem em vista os produtos com eficiência muito elevada, mas com condicionantes de instalação ou de utilização, sendo, nestes casos, os rótulos gerais complementados com informações especiais, de acordo com a Especificação Técnica ANQIP (ETA) específica de cada produto (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

O sistema é assim baseado em ETA desenvolvidas por Comissões Técnicas da ANQIP para os diversos produtos, estabelecendo os necessários valores de referência para atribuição a cada uma das letras e também as condições de realização dos ensaios. As condições de adoção do sistema encontram-se descritas na Especificação Técnica ANQIP ETA 0802 – Regulamento do Sistema Voluntário ANQIP de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos (ANQIP, ETA 0802, 2015). No âmbito do referido sistema, entende-se por produto tipo cada uma das seguintes categorias: Autoclismos; Chuveiros e sistemas de duche; Torneiras (exceto duche) e fluxómetros; Outros dispositivos não especificados nos itens anteriores.

A certificação e a autorização de rotulagem têm uma validade de 5 anos, sendo as características e condições de utilização dos rótulos definidas na Especificação Técnica ANQIP ETA 0803 – Rótulos de eficiência hídrica de produtos (ANQIP, ETA 0803, 2015). A ANQIP mantém um registo, que publicita, com todos os produtos certificados, a respetiva categoria de rotulagem e a validade da certificação. Periodicamente, edita também um catálogo digital, disponível no *site* (ANQIP, s.d)

Como referido em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), a ANQIP desenvolveu as seguintes especificações técnicas, no âmbito da certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos:

- ETA 0804 – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, ETA 0804, 2015);
- ETA 0805 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação hídrica ANQIP de autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, ETA 0805, 2015);
- ETA 0806 – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, ETA 0806, 2015);
- ETA 0807 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, ETA 0807, 2015);
- ETA 0808 – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (ANQIP, ETA 0808, 2015);
- ETA 0809 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (ANQIP, ETA 0809, 2015).

O rótulo ANQIP foi lançado em 2008, tendo em conta o risco de escassez de água no País e as recomendações do PNUEA (APA, 2012). Na Europa, o sistema de rotulagem mais generalizado é o Water Label, que é baseado apenas no caudal (ou volume) e não inclui redutores de caudal (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2014).

2.4. Reutilização e reciclagem de águas residuais

A ANQIP desenvolveu uma especificação Técnica que estabelece os critérios técnicos para a realização de um Sistema Predial de Reciclagem e Reutilização de Águas Residuais Cinzentas (SPRAC), com longo período de retenção (Especificação ETA 0905) (ANQIP ETA, 0905, 2011). Nesta especificação são apresentadas as seguintes definições:

- Águas residuais domésticas: efluentes provenientes de instalações sanitárias, cozinhas, lavagem de roupas e usos similares;
- Águas negras: águas provenientes das descargas de sanitas e mictórios, ou seja, as que contêm urina e/ou fezes;
- Águas cinzentas: águas residuais domésticas que não contêm águas negras. São provenientes, em geral, de banheiras, duchas, lavatórios, lavagem de roupa e cozinhas.

Considerando-se que a introdução de águas não potáveis na instalação predial tem riscos sanitários, foi na perspetiva da Carta de Bona que a ANQIP desenvolveu a ETA 0905, bem como a Especificação Técnica complementar, a ETA 0906 (ANQIP, ETA 0906, 2015), para certificação técnico-sanitária das instalações. Uma das recomendações da Carta é que a gestão e os sistemas de controlo sejam baseados num Plano de Segurança da Água (PSA) (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2012).

De uma forma geral, a conceção, instalação e exploração dos SPRAC devem respeitar as normas e regulamentos nacionais e europeus aplicáveis às instalações prediais ou a qualquer dos seus componentes, incluindo a legislação sobre a segurança e qualidade da água (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017, p. 53). A informação sobre o balanço hídrico em edifícios residenciais apresentada na **Tabela 4**, pode, também, ser adaptada para edifícios não residenciais.

Tabela 4 – Balanço hídrico em edifícios residenciais com reutilização de águas cinzentas (valores médios em litros por habitante e por dia) (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, ETA 0905, 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 a regenerar e reutilizar
	12 litros para a cozinha		
48 litros de água regenerada	5 litros para limpezas	25 litros de águas negras	22 litros de águas cinzentas a descarregar
	13 litros para a máquina de lavar a roupa		
	25 litros para descarga de autoclismos	Infiltração no solo	25 litros de águas negras a descarregar
5 litros para rega de espaços verdes exteriores			

A produção de águas cinzentas e o seu grau de poluição são basicamente determinados pelos hábitos dos consumidores, resultando de produtos de higiene pessoal, detergentes, sujidade do corpo e também da roupa. Esses poluentes são considerados como facilmente

biodegradáveis (ANQIP ETA, 0905, 2011). Geralmente, as águas de chuveiros e banheiras não são muito poluídas, sendo designadas por águas cinzentas claras (MATOS & BENTES, 2011). As das máquinas de lavar roupa costumam ter uma carga poluente elevada e as águas da cozinha (pia lava louça e máquina de lavar louça) ainda maior.

O grande número de estudos microbiológicos realizados em águas de banheiras, chuveiros e lavatórios revelou teores de coliformes totais e fecais (*E. coli*) relativamente baixos, em comparação com águas residuais domésticas totais. De referir que, nos efluentes de máquinas de lavar roupa, as concentrações de bactérias dependem da temperatura de lavagem (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

Considera-se que, as águas regeneradas podem ser utilizadas em descargas de autoclismos, lavagem de roupas e rega de jardins, após tratamento adequado. A infiltração no solo ou descarga direta nas linhas de água pode também ser considerada em relação às descargas de excedentes do tratamento (ANQIP ETA, 0905, 2011).

De acordo com a ETA 0905 (ANQIP ETA, 0905, 2011), a qualidade considera-se adequada quando, nos controlos analíticos anuais, nenhum parâmetro exceda um Valor Máximo Admissível (VMA) específico (**Tabela 5**), com a tolerância indicada na **Tabela 6** e, neste último caso, uma análise de confirmação a realizar após revisão da instalação e no prazo máximo de 15 dias, conduza a um novo valor que cumpra o VMA.

Tabela 5 – Requisitos de qualidade para descarga de autoclismos (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, 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/10l	
Sólidos em suspensão	10 mg/l	
Turvação	2 UNT	

Tabela 6 – Tolerâncias relativamente ao VMA (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, ETA 0905, 2011).

Parâmetro	Tolerância relativamente ao VMA
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

Nas descargas de autoclismos consideram-se os requisitos da **Tabela 5**, onde os valores para coliformes totais e fecais são definidos como nas normas de qualidade para águas balneares interiores, nos termos da legislação nacional e em Diretivas Europeias aplicáveis. A colocação de aviso de obrigatoriedade de fechar a tampa da sanita, no caso de descargas de autoclismos, pode ser considerada uma medida de segurança adicional. (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

Deverá ser prevista uma alimentação alternativa de água ao SPRAC, com água de outras origens (suprimento), mas com qualidade adequada às utilizações em vista. A operação deverá ser preferencialmente automática e no último estágio de tratamento. Quando o nível mínimo de água regenerada for atingido no reservatório arrancará o dispositivo de suprimento, introduzindo no sistema a quantidade de água estritamente necessária (ANQIP ETA, 0905, 2011).

As redes de água regenerada, incluindo elementos acessórios, devem ser diferenciadas das redes de água potável, sugerindo-se a utilização de tubagem de cor púrpura ou de fita adesiva colorida, de preferência com os avisos “Rede não potável”, “Água não potável” ou “Água regenerada”, cujo estado de conservação deve ser controlado periodicamente. Os dispositivos de rega ou lavagem, interiores ou exteriores, devem ser sinalizados com advertências semelhantes às descritas, acompanhadas de simbologia adequada, e as respetivas torneiras dotadas de manípulos amovíveis (chave de segurança), para evitar usos inadequados (ANQIP ETA, 0905, 2011).

Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) referem que, uma das funções dos reservatórios é compensar o desfasamento entre a afluência de águas cinzentas e o seu

consumo, mas também podem ter alguma influência sobre a qualidade das águas regeneradas. O seu volume depende dos hábitos dos utilizadores, do tipo de edifício, bem como do tempo de processamento, mas, existindo em regra um equilíbrio entre a produção de águas cinzentas e as necessidades de água regenerada, o volume de reserva (antes ou depois do tratamento) não deve ser maior do que o consumo médio diário. Existem tecnologias de tratamento de águas que podem ser utilizadas no tratamento de águas cinzentas, sendo preferíveis as que dispensam a adição de produtos químicos, necessitam de pouca energia e manutenção económica. De entre elas destacam-se: Sistemas biológicos de tratamento; Tecnologia de membranas; Tecnologias combinadas.

Também uma técnica muito generalizada para desinfecção é a das radiações ultravioleta (UV), em que, após uma separação de sólidos e um tratamento biológico, uma radiação de 250 J/m^2 é geralmente suficiente para assegurar os necessários requisitos de qualidade. De referir, que por razões de segurança operacional é recomendável o controlo automático dos dispositivos de desinfecção. No caso de avaria destes últimos, a unidade de controlo deve desviar automaticamente a água regenerada, com vista a evitar que a água não desinfetada entre no circuito de utilização (ANQIP, ETA 0905, 2015).

Na **Figura 11** apresenta-se um exemplo esquemático de um SPRAC (ECODEPUR, s.d).



Figura 11 – Exemplo esquemático de um SPRAC (ECODEPUR, s.d).

Zavattieri (2020) sugeriu a instalação de um reciclador de águas cinzentas para reutilização de águas provenientes de chuveiros na recarga de autoclismos de bacias de

retrate das piscinas municipais da cidade de Bragança, obtendo uma poupança de água de 8,03%.

2.5. Aproveitamento de águas pluviais

Uma das possíveis soluções em estudo para aumentar a oferta de água para os edifícios é o aproveitamento de águas pluviais. Apresenta-se como uma boa alternativa, pois além de reduzir o consumo de água potável que seria perdida em utilizações inadequadas, ainda surge como uma ação no combate às cheias, funcionando como uma medida não estrutural no sistema de drenagem urbana (AMORIM & PEREIRA, 2008).

Os conceitos para a gestão de água da chuva, seja em áreas urbanas ou rurais, estão praticamente em todas as partes do mundo, de acordo com May (2004), em que os sistemas de recolha de águas pluviais já existem há milhares de anos.

Os Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial (SAAP) em edifícios têm conhecido um grande desenvolvimento em diversos países, destacando-se o Brasil e a Alemanha, não só por razões de uso racional da água, mas também como contributo para a redução dos picos de cheia em períodos de precipitação. O aproveitamento de água da chuva, nos países Mediterrânicos, sempre foi uma prática tradicional e com soluções de tecnologia simples. No entanto, o crescente desenvolvimento dos sistemas públicos de abastecimento de água levou, no último século, a um progressivo abandono destas soluções, perdendo-se em grande parte os saberes tradicionais que as suportavam. No entanto, os cenários de escassez e de *stress* hídrico, para além das preocupações de sustentabilidade, têm vindo a suscitar um interesse crescente pela reinvenção destes sistemas, baseados em tecnologias recentes, mais económicas e seguras (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

De acordo com Silva (2015) um dos métodos mais práticos e usuais de captação de água pluvial da cobertura de um edifício residencial é, por exemplo, como especificado na **Figura 12**, em que são utilizadas as caleiras, tubos de queda e um reservatório.



1. Calceira
2. Grelha da calceira
3. Tubo de queda
4. Filtro
5. Tubo de descarga das primeiras águas
6. Tubo de águas pluviais aproveitáveis
7. Reservatório
8. Torneira

Figura 12 – Sistema de captação, armazenamento e aproveitamento de águas pluviais (SILVA, 2015).

2.5.1. A Especificação Técnica ANQIP 0701 (2015)

A utilização de água da chuva em edifícios foi alvo em 2009 do desenvolvimento de uma Especificação Técnica por parte da ANQIP, a ETA 0701 (ANQIP ETA, 0701, 2015). Tal como no caso da reutilização de águas cinzentas, a Especificação recomenda a Certificação destas instalações por razões de garantia de qualidade técnica e de saúde pública, dado não existirem ainda normas ou regulamentos aplicáveis em Portugal (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2012). As condições para a certificação dos SAAP são estabelecidas na Especificação Técnica ANQIP ETA 0702 (ANQIP ETA, 0702, 2015).

De acordo com Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), no que se refere ao dimensionamento do reservatório, e face às longas estiagens que caracterizam o clima mediterrânico, é geralmente importante prolongar o período de armazenamento, em particular quando a água pluvial é utilizada para fins de rega de zonas verdes. Um aspeto a que foi dedicada particular atenção na elaboração da ETA 0701 foi a necessidade de desviar o escoamento inicial (*first flush*), porque as prolongadas estiagens podem agravar os problemas de poluição das primeiras águas.

Neste seguimento, para verificar a qualidade da água em armazenamentos prolongados, a ANQIP desenvolveu uma monitorização de controlo da qualidade da água numa instalação piloto (o edifício sede da Ordem dos Engenheiros, em Coimbra), onde a água pluvial é utilizada para rega de jardins, tendo analisado ao longo de várias semanas os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos essenciais (incluindo a *Legionella*) no reservatório e nas utilizações (à saída dos aspersores) (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2012), que são os locais mais críticos na instalação. Foi em resultado desse estudo que a ANQIP admitiu na ETA 0701 a possibilidade de um período máximo de armazenamento de três meses, significativamente superior ao estabelecido noutras normas estrangeiras. Este período é viável no contexto do clima mediterrânico e pode contribuir para o incremento deste tipo de instalações (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

Os estudos de pluviosidade deverão recorrer a dados de fontes oficiais, como o IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera) ou o SNIRH (Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos). Face às características do clima Mediterrânico e à grande variabilidade dos valores diários de precipitação, agravada pelas alterações climáticas, é recomendado que o dimensionamento das cisternas dos SAAP seja feito em Portugal com base em precipitações médias mensais (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

Depois, para o cálculo da capacidade hidráulica da filtração, deverão ser utilizados valores de intensidades máximas. O cálculo destes valores pode ser feito recorrendo ao Anexo IX do Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto. Os períodos de retorno devem ser fixados tendo em atenção as condições locais, recomendando-se, nos casos habituais, o valor de 5 anos. Não se devem considerar como superfícies de recolha aquelas que estejam em contacto periódico com fontes poluidoras (ANQIP ETA, 0701, 2015).

Para Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), face às prolongadas estiagens de Verão que caracterizam o clima em Portugal, é recomendado que seja ponderado o desvio das primeiras águas (*first flush*) em função da qualidade necessária nas utilizações finais, instalando um dispositivo para desvio desse escoamento inicial, de preferência com funcionamento automático. No caso de sistemas não automatizados são considerados em regra “critérios de volume” para o dimensionamento do sistema de desvio, enquanto que no caso de sistemas automatizados são mais adequados os “critérios de tempo”.

Se se adotarem sistemas de desvio não automáticos (volumétricos), o volume das primeiras águas a desviar pode ser determinado com base na área da superfície de recolha e numa altura de precipitação pré-estabelecida, que pode variar entre 0 e 8 mm, conforme as condições locais, as utilizações e os intervalos entre precipitações. Na ausência de dados ou de estudos das condições locais, é recomendado que seja feito o desvio de um volume mínimo correspondente a 2 mm de precipitação (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

O volume a desviar será dado pela **Equação 1** (ANQIP ETA, 0701, 2015):

$$V_d = P_{alt} \cdot A \quad \text{Equação 1}$$

onde:

V_d – Volume a desviar do sistema (litros);

P_{alt} – Altura da precipitação a desviar (mm);

A – Área de captação (m^2).

Quando o desvio do escoamento inicial for feito de forma automática, através de unidades de controlo, pode adotar-se um critério de tempo, em alternativa ao critério de volume. Quando se opte pelo critério de tempo, deve ser desviado, após estiagens prolongadas, um volume mínimo correspondente aos primeiros 10 minutos de precipitação, podendo adotar-se valores mais baixos em função do intervalo entre precipitações (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

O volume de água da chuva a aproveitar num determinado período pode ser determinado pela **Equação 2**:

$$V_a = C \cdot P' \cdot A \cdot \eta_f \quad \text{Equação 2}$$

onde:

V_a – Volume anual de água da chuva aproveitável (litros);

C – Coeficiente de escoamento (relação entre o volume captado e o volume total de precipitação num determinado período de tempo, tendo em atenção as retenções, absorções e desvios das primeiras águas);

P' – Altura da precipitação a desviar (mm);

A – Área de captação (m^2);

η_f – Eficiência hidráulica da filtragem.

O valor de C varia com a altura de precipitação, recomendando-se, para coberturas impermeáveis correntes, o valor de 0,8 (ver **Tabela 7**). Em filtros com manutenção e limpeza regulares pode ser admitida uma eficiência hidráulica (η_f) de 0,9, podendo, no entanto, as suas características recomendar a adoção de outro valor (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

Tabela 7 – Valores recomendados para o coeficiente de escoamento C (Adaptada de ANQIP ETA 0701, 2015).

Tipo de cobertura	Valor de C a considerar quando o dimensionamento da cisterna seja feito com base nas pluviosidades médias mensais	Valor médio de C a considerar para a pluviosidade anual
Coberturas impermeáveis (telha, betão, etc.)	0,70 – 0,90	0,70 – 0,90
Coberturas verdes intensivas, sem rega (espessura e > 150 mm)	De acordo com estudo experimental	$\leq 0,30$
Coberturas verdes extensivas, sem rega (espessura e ≤ 150 mm)	De acordo com estudo experimental	$\leq 0,50$

Assim, as águas da chuva provenientes da descarga de superfície (excesso de água), das primeiras águas e do filtro podem ser lançadas na rede de águas pluviais, infiltradas ou lançadas em linha de água natural, desde que não exista a possibilidade de contaminação (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

O dimensionamento das tubagens de abastecimento da rede de água não potável deve ser feito de forma semelhante ao dimensionamento da rede potável e para idênticos níveis de conforto. As redes de água não potável, incluindo elementos acessórios, devem ser diferenciadas das redes de água potável. Sugere-se a utilização de tubagem de cor púrpura ou de fita adesiva colorida, de preferência com texto “Água não potável”, “Água da chuva” ou outro equivalente, devendo ser controlado periodicamente o estado de conservação destas marcas e avisos (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

Os dispositivos de rega ou lavagem, interiores ou exteriores, devem ser sinalizados com advertências análogas às referidas, acompanhadas de simbologia adequada, como a apresentada na **Figura 13**. É recomendado que as torneiras de lavagem ou rega sejam

dotadas de manípulos amovíveis (chave de segurança), para evitar usos inadequados (ANQIP ETA, 0701, 2015).



Figura 13 – Modelo de aviso a colocar junto de dispositivos alimentados pelo SAAP (ANQIP ETA, 0701, 2015).

Assim, a água da chuva pode ter, entre outros, os seguintes usos:

- Descargas em bacias de retrete;
- Lavagem em máquinas de lavar roupa;
- Lavagem de pavimentos, automóveis, entre outros;
- Rega de zonas verdes;
- Outros usos (torres de arrefecimento, redes de incêndio, AVAC, entre outros).

Os SAAP, se forem realizados de acordo com a Especificação Técnica ANQIP 0701 (ANQIP ETA, 0701, 2015), proporcionam tratamentos básicos de filtragem (no filtro de montante) e de sedimentação (na cisterna). Podem ocorrer na cisterna processos de precipitação e/ou decomposição biológica, com efeito geralmente favorável na qualidade da água.

Para utilizações com eventual contacto humano, como a rega de zonas verdes, lavagem de pavimentos e descargas de autoclismos, a água da chuva pode não carecer de qualquer tratamento complementar, desde que observadas as prescrições da ETA 0701 (ANQIP ETA, 0701, 2015). Contudo, recomenda-se que a água respeite, no mínimo, as normas de qualidade aplicáveis a águas balneares. No caso das descargas de autoclismos, é recomendado ainda que seja colocado um aviso aconselhando o fechamento do tampo antes da descarga.

De um modo geral, os SAAP devem ser dotados de um sistema suplementar de abastecimento de água, para que o seu funcionamento contínuo seja assegurado mesmo em alturas de défice de precipitação para as utilizações previstas. O suprimento de água deve poder ser realizado sem que seja interrompido o abastecimento da rede não potável, recomendando-se a instalação de sistemas que façam, de forma automática e segura, a gestão e a comutação das fontes de abastecimento (ANQIP ETA, 0701, 2015).

Independentemente das intervenções excecionais de reparação e na ausência de condições que recomendem intervenções em períodos mais curtos, a manutenção do SAAP deverá realizar-se de acordo com as frequências mínimas indicadas na **Tabela 8**. As operações semestrais de manutenção devem ter lugar, preferencialmente, no início e no fim da época das chuvas (ANQIP ETA, 0701, 2015).

Tabela 8 – Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP (Adaptada de SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017; ANQIP, ETA 0701, 2015).

Componentes	Frequência da manutenção
Filtros	Inspeção e limpezas 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)
Unidade de controlo	Inspeção semestral e manutenção anual
Canalizações e acessórios	Inspeção anual

Na **Figura 14** apresenta-se um exemplo esquemático de um SAAP (ECODEPUR, s.d.).

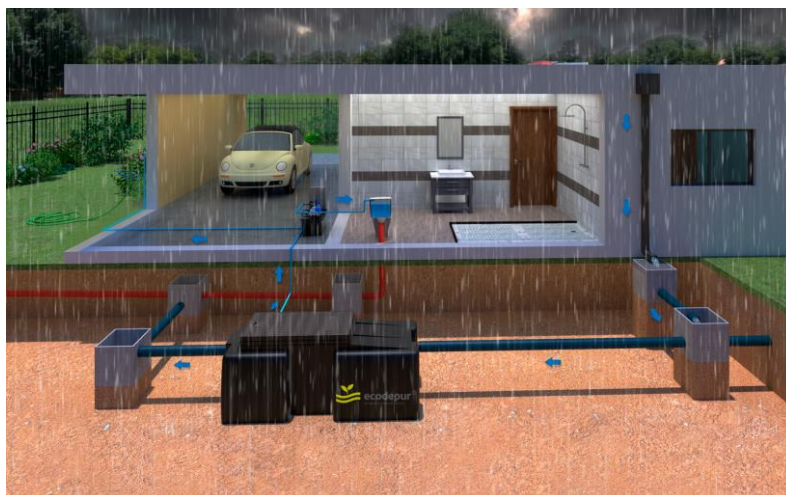


Figura 14 – Exemplo esquemático de um SAAP (ECODEPUR, s.d).

2.5.1.1. Dimensionamento simplificado do reservatório

No dimensionamento do reservatório, devem ser considerados períodos ideais de reserva da água na cisterna entre 20 e 30 dias, admitindo-se que esta retenção possa ser prolongada até um máximo de 90 dias, desde que as condições de armazenamento sejam adequadas. Nos edifícios residenciais, administrativos, comerciais, de serviços ou industriais, de pequena ou média dimensão e com uma estrutura de consumos relativamente uniforme ao longo do tempo, a cisterna pode ser pré-dimensionada através de métodos simplificados (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

Para um pré-dimensionamento ou para um dimensionamento simplificado da cisterna, é proposta a aplicação da **Equação 3**, **Equação 4** e **Equação 5**.

$$V_{res} = \text{Mín}\{V_1 \text{ ou } V_2\} \quad \text{Equação 3}$$

com:

$$V_1 = 0,0015 P \cdot A \cdot N_c \quad \text{Equação 4}$$

$$V_2 = 0,003 (U \cdot C_{AE}) N_c \quad \text{Equação 5}$$

sendo:

V_1 – Volume aproveitável (litros);

P – Pluviosidade média anual no local da instalação (mm);

A – Área de captação (m^2);

N_c – Número máximo de dias de retenção da água na cisterna (em geral, 20 a 30 dias, podendo considerar-se um valor superior, até 90 dias, quando as condições de armazenamento sejam adequadas);

V_2 – Volume consumido (litros);

U – Número de habitantes, utentes ou operários;

C_{AE} – Consumo anual estimado (litros), tendo em atenção o número de utentes do edifício.

2.5.1.2. Mapa auxiliar de dimensionamento de um SAAP

Um dimensionamento mais rigoroso (não simplificado) é recomendável (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017):

- Em sistemas de grande dimensão;
- Quando a estrutura de consumos não é uniforme ao longo do tempo (situação que pode ser relevante, por exemplo, quando se considera a rega de espaços verdes ou ocupações sazonais);
- Quando se pretende verificar o funcionamento e as necessidades de suprimento de uma cisterna pré-dimensionada por métodos simplificados;
- Quando se pretende otimizar o volume da cisterna, tendo em atenção suprimentos.

Os métodos de dimensionamento baseiam-se, geralmente, em métodos tradicionais de determinação de volumes de reservatórios através de diferenças mensais, exigindo o conhecimento das precipitações locais e do diagrama de consumos. Em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) é apresentado um mapa auxiliar de dimensionamento do sistema, permitindo a determinação das necessidades de suprimento face ao volume adotado para a cisterna.

Pretendendo dar um contributo para os objetivos específicos do setor urbano definidos no PNUEA (APA, 2012), estudos realizados por Morais (2019) e Vale (2019), pretenderam avaliar o potencial de eficiência hídrica em edifícios públicos da cidade de Bragança, propondo medidas para a redução do consumo de água potável e definindo cenários para o aproveitamento de águas pluviais. Fizeram ainda um estudo de viabilidade técnico-económica das várias soluções que apresentaram. De acordo com os referidos autores, todas as soluções propostas para a redução do consumo de água potável em centros escolares (e.g. regulação, colocação de acessórios e substituição de dispositivos de

utilização, tais como torneiras, e o aproveitamento de águas pluviais para recarga de autoclismos de bacias de retrete, bem como a mudança de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega), poderão, do ponto de vista do funcionamento hidráulico-sanitário e construtivo, bem como em termos económicos ser implementadas. Na **Tabela 9** é apresentada uma estimativa dos valores de água consumida anualmente nos dois edifícios, a partir de dados disponibilizados pela Câmara Municipal de Bragança (CMB) e medidos “in situ”, bem como uma estimativa da poupança anual de água, associada à solução considerada mais viável e que promove o aproveitamento de águas pluviais e ainda é apresentado o volume do reservatório dimensionado.

Tabela 9 – Estimativa anual de água potável consumida nos centros escolares, de poupança de água e do volume do reservatório associada à solução mais viável.

Edifícios	Centro Escolar da Sé	Centro Escolar de Santa Maria
Consumo de água (m ³ /ano)	5.016,66	2.604,17
Poupança de água (%)	58,63 (*)	69,13 (*)
Volume do reservatório (m ³)	75	15
Autores	Morais (2019)	Vale (2019)

(*) Substituição de dispositivos de utilização por outros mais eficientes, aproveitamento de águas pluviais e mudança de comportamentos na rega.

2.5.2. A Norma Brasileira ABNT NBR 15527 (2007)

No Brasil, para o volume do reservatório, existem seis métodos na NBR 15527 (2007) para cálculo, levando em conta critérios técnicos, económicos e ambientais. Seguidamente descrevem-se os seis métodos da referida norma.

2.5.2.1. Método Rippl

Para o método Rippl podem ser utilizadas séries históricas mensais ou diárias, de acordo com a **Equação 6**, **Equação 7** e **Equação 8**.

$$S_t = D_t - Q_t \quad \text{Equação 6}$$

$$Q_t = C \cdot P_t \cdot A \quad \text{Equação 7}$$

$$V_{res} = \sum S_t, \text{ somente para valores } S_t > 0 \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

S_t é o volume de água no reservatório no tempo t;

D_t é a demanda ou consumo no tempo t;

Q_t é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

C é o coeficiente de escoamento superficial;

P_t é a precipitação da chuva no tempo t;

A é a área de captação de água da chuva;

V_{res} é o volume do reservatório.

Segundo Giacchini (2016) este método baseia-se na regularização do caudal entre o período seco e chuvoso, de forma a que os resultados encontrados quando a demanda é muito inferior ao volume captável de água ou muito superior há dificuldade na identificação de resultados. Ainda segundo o autor, quando os valores de volume de água no reservatório (S_t) são negativos há sobra de água nos respetivos meses do ano, e quando estes são positivos, há a falta de água no reservatório.

2.5.2.2. Método da Simulação

O método da simulação não considera a evaporação da água e o dimensionamento é feito para determinado mês, considerando o reservatório cheio no início da contagem do tempo, com base na **Equação 9** e **Equação 10**.

$$S_t = Q_t + S_{t-1} - D_t \quad \text{Equação 9}$$

$$Q_t = C \cdot P_t \cdot A \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

S_t é o volume de água no reservatório no tempo t;

S_{t-1} é o volume de água no reservatório no tempo t-1;

Q_t é o volume de chuva aproveitável no tempo t;

D_t é a demanda ou consumo no tempo t;

C é o coeficiente de escoamento superficial;

P_t é a precipitação da chuva no tempo t;

A é a área de captação de água da chuva.

2.5.2.3. Método Azevedo Neto

No método Azevedo Neto o volume do reservatório é calculado de acordo com o volume de chuva disponível, segundo a **Equação 11**.

$$V_{ap} = 0,042 \cdot P_a \cdot A_p \cdot T \quad \text{Equação 11}$$

Onde:

V_{ap} é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água no reservatório (litros);

P_a é o valor numérico da precipitação média anual (em mm);

A_p é o valor numérico da área de coleta em projeção (m²);

T é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca.

2.5.2.4. Método Prático Alemão

O método prático alemão é um método empírico, o qual adota o menor valor para o volume do reservatório, entre 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável, conforme a **Equação 12**.

$$V_{adotado} = \min(V; D) \cdot 0,06 \quad \text{Equação 12}$$

Onde:

$V_{adotado}$ é o valor numérico do volume de água do reservatório (litros);

V é o valor numérico do volume aproveitável de água de chuva anual (litros);

D é o valor numérico da demanda anual da água não potável (litros).

2.5.2.5. Método Inglês

Através do método prático inglês encontra-se o volume de chuva através da precipitação anual e a área de coleta, conforme a **Equação 13**.

$$V_{ap} = 0,05 \cdot P_a \cdot A \quad \text{Equação 13}$$

Onde:

V_{ap} é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água no reservatório (litros);

P_a é o valor numérico da precipitação média anual (mm);

A_p é o valor numérico da área de coleta em projeção (m²).

2.5.2.6. Método Prático Australiano

Para o método prático australiano de dimensionamento, primeiramente calcula-se o volume de chuva, o qual é obtido pela **Equação 14**.

$$Q = A \cdot C \cdot (P_m - I) \quad \text{Equação 14}$$

Onde:

Q é o volume mensal produzido pela chuva;

A é a área de coleta;

C é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P_m é a precipitação média mensal;

I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação, geralmente 2 mm.

Assim, o volume do reservatório é calculado por tentativas a partir da **Equação 15**.

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t \quad \text{Equação 15}$$

Onde:

V_t é o volume de água que está no taque no fim do mês t ;

V_{t-1} é o volume de água que está no tanque no início do mês t ;

Q_t é o volume mensal produzido pela chuva no mês t ;

D_t é a demanda mensal.

Para isso, é importante considerar os meses que o reservatório pode não atender a demanda, de forma que se deve calcular a confiança e a qual deve ficar entre 90% e 99%, de acordo com a **Equação 16** e **Equação 17**.

$$P_r = \frac{N_r}{N} \quad \text{Equação 16}$$

$$\text{Confiança} = (1 - P_r) \quad \text{Equação 17}$$

Onde:

P_r é a falha;

N_r é o número de meses em que o reservatório não atendeu a demanda;

N é o número de meses considerado, geralmente 12 meses.

Para Novakoski (2014), o método da simulação com valores diários de precipitação é o que se mostra mais eficiente, pois como são utilizados dados das precipitações e consumos diários apresenta valores mais reais. Para além disso, com o método da simulação obtêm-se percentagens de atendimento da demanda, enquanto os outros métodos apenas mostram o volume que deve ter o reservatório.

Todavia, para Bezerra, Christian, Teixeira e Farahbakhsh (2010), deve-se fazer uma análise de todos os métodos e basear a decisão de qual utilizar na comparação dos volumes obtidos, na sua viabilidade quanto à área em que será instalado e, ainda, financeiramente, se o custo de instalação de um reservatório maior compensa a redução nas faturas de água, devido ao aproveitamento das águas pluviais.

No que refere ao sistema brasileiro, a ABNT, por meio da norma NBR 15527 (2019) indica que, mesmo a água sendo utilizada para fins não potáveis deve obedecer a parâmetros de qualidade, os quais são apresentados na **Tabela 10**. Se for necessária a desinfecção da água, esta pode ser realizada pela utilização de cloro, ozônio, ultravioleta ou outras tecnologias. A manutenção, inspeção e limpeza são de extrema importância e devem ser regulares. A **Tabela 11** indica a frequência com que devem ocorrer, tal como foi apresentado na ANQIP ETA 0701 (2015).

Tabela 10 – Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis (Adaptada de ABNT NBR 15527 (2019)).

Parâmetro	Valor
<i>Escherichia coli</i>	< 200/100 ml
Turbidez	< 5,0 uT
pH	6,0 a 9,0

Tabela 11 – Frequência da manutenção dos componentes dos SAAP (ABNT NBR 15527 (2019)).

Componentes	Frequência da manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Caleiras	Inspeção semestral e limpeza quando necessário
Área de captação, tubos de queda e coletores	Inspeção semestral e limpeza quando necessário
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatório	Inspeção anual e limpeza quando necessário

Schulze (2020) realizou um estudo de avaliação do potencial de eficiência hídrica num pavilhão industrial, pretendendo aproveitar as águas pluviais na recarga de autoclismos de bacias de retrete, fluxómetros de mictórios e outros usos, como sendo a lavagem do pavimento do pavilhão e usos nas máquinas industriais. Na **Tabela 12** é apresentada uma estimativa dos valores de água consumida anualmente no edifício, bem como uma estimativa da poupança anual de água, associada à solução considerada mais viável e o volume do reservatório dimensionado.

Tabela 12 – Estimativa anual de água potável consumida no pavilhão industrial, de poupança de água e do volume do reservatório associada à solução mais viável (Schulze, 2020).

Edifício	Pavilhão industrial
Consumo de água (m ³ /ano)	1.704,0
Poupança de água (%)	78,06
Volume do reservatório (m ³)	85

3. Materiais e Métodos

No presente capítulo é feita uma descrição do pavilhão municipal, apresentada uma estimativa do consumo de água no pavilhão e definidas soluções para redução do consumo de água potável.

3.1. Descrição do Pavilhão Municipal

O estudo de caso foi realizado no Pavilhão Municipal Arnaldo Pereira, localizado na região Norte e sub-região de Terras de Trás-os-Montes de Portugal e mais precisamente na cidade de Bragança.

De acordo com os Censos 2011, o concelho de Bragança (**Figura 15**) possui 35.341 habitantes e tem uma área de aproximadamente 1.174 Km² (CMB, s.d).

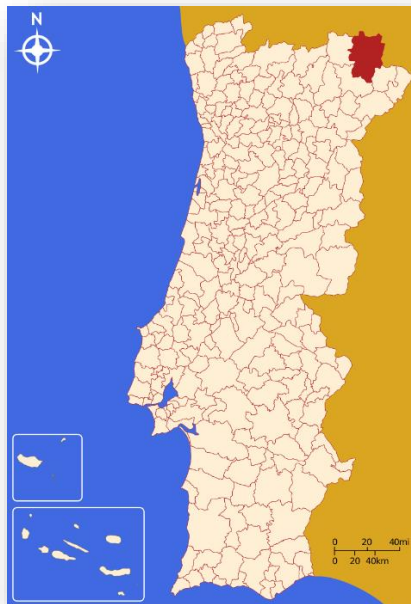


Figura 15 – Localização do concelho de Bragança.

O edifício das piscinas e pavilhão municipal, é constituído por 3 pisos: o piso 0 é o espaço da área técnica; no piso 1 ficam as instalações de proveito dos utilizadores; no piso 2 encontram-se as arquibancadas das piscinas e do pavilhão. O edifício foi dividido, para efeitos de estudo, em áreas das piscinas (ZAVATTIERI, 2020) e do pavilhão, sendo o

foco deste estudo a área englobada pelo pavilhão. No **Anexo I** é possível visualizar a divisão considerada neste estudo a partir das plantas do projeto disponibilizadas pela CMB. A **Figura 16** apresenta as plantas de cobertura das piscinas e do pavilhão, com respetivamente 1495,0 m² e 1963,5 m².

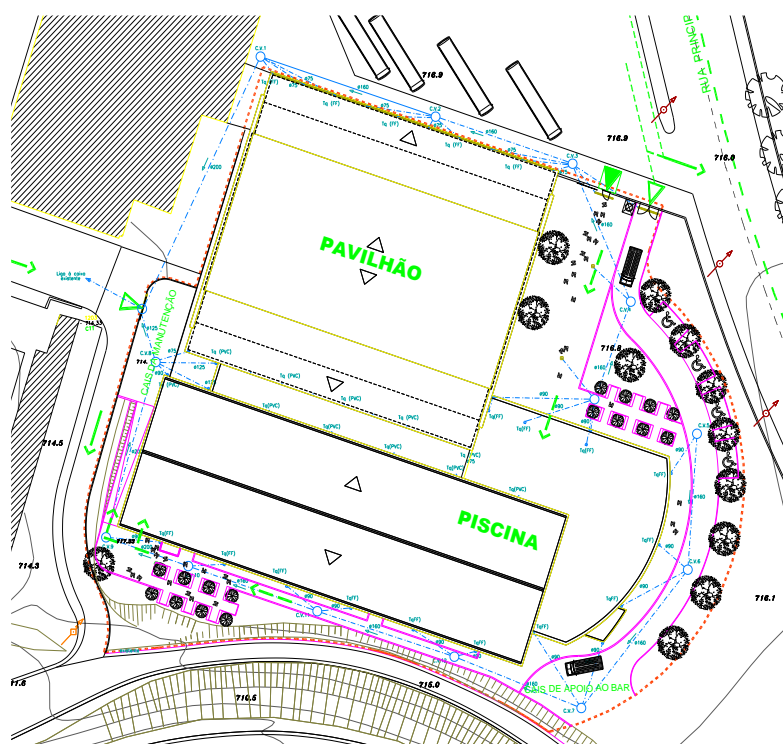


Figura 16 – Plantas de cobertura das piscinas e pavilhão municipal.

O pavilhão foi remodelado em 2002 e inaugurado a 1 de julho de 2003, tratando-se de um equipamento adequado para todas as modalidades de hóquei, andebol, basquetebol futebol de salão e voleibol. É composto por duas bancadas laterais com capacidade para 844 lugares sentados (ESPAÇO LUSÓFONO, s.d.).

Com a situação mundial atual devida à **pandemia de COVID-19**, o Município de Bragança, em abril de 2020, preparou o Pavilhão Municipal Arnaldo Pereira para funcionar como enfermaria de acolhimento para doentes em fase de transição, com capacidade para 74 utentes (**Figura 17** e **Figura 18**). A solução serviu de complemento ao hospital de campanha que o Município já tinha instalado na Unidade Local de Saúde do Nordeste.



Figura 17 – Vista do Pavilhão Municipal no decorrer da pandemia de Covid-19 (MUNICÍPIO DE BRAGANÇA, 2020).



Figura 18 – Vista do interior do Pavilhão Municipal no decorrer da pandemia de Covid-19 (MUNICÍPIO DE BRAGANÇA, 2020).

De acordo com o Presidente da CMB, “adaptar este equipamento e dotá-lo de condições para acolher doentes Covid-19 em fase de transição, ou doentes não Covid, permite alargar, de uma forma versátil, a capacidade de resposta face à pandemia, para o bem da saúde dos brigantinos e do distrito”, destacando ainda, que “apesar de não ter sido construído para o efeito, o Pavilhão servirá de forma competente este nobre propósito, já que ali puderam ser instaladas, graças ao seu amplo espaço interior, várias enfermarias para isolamento de doentes” (MUNICÍPIO DE BRAGANÇA, 2020). Para além das

instalações sanitárias e da climatização existentes no Pavilhão Municipal, a nova unidade de apoio é constituída por catorze enfermarias individuais, oito de seis camas, três de quatro, dois consultórios e uma área de triagem. Ainda junto ao Pavilhão Municipal Arnaldo Pereira encontra-se instalado um Centro de Testes COVID-19. A ação insere-se na estratégia adotada pelo Município de Bragança para a prevenção e contenção da propagação do COVID-19, procurando assim mitigar ao máximo os seus efeitos na sociedade Brigantina (MUNICÍPIO DE BRAGANÇA, 2020).

3.2. Consumo de água no Pavilhão Municipal

Conforme os dados recolhidos por Zavattieri (2020), o valor médio anual do número de utilizadores do pavilhão entre os anos de 2015 a 2018 foi de 36.873, ou seja, cerca de 128 utilizadores por dia. Dado que o consumo de água no edifício é obtido por um único contador, ou seja, da zona das piscinas e zona do pavilhão, foi necessário obter valores relativos à fração estudada neste relatório de projeto, ou seja, a zona do pavilhão. Desta forma e, de acordo com Zavattieri (2020), sabendo que o consumo médio anual de água do edifício (piscinas e pavilhão) é de 20.061 m³, pode-se considerar a média da parcela da área das piscinas de aproximadamente 16.560,5 m³. Assim sendo, espera-se que o consumo médio do pavilhão seja de 3.500,5 m³.

Na impossibilidade de recolher dados de campo devido à **pandemia de COVID-19**, de acordo com a **Figura 3** sugerida pela ANQIP para pavilhões desportivos Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017), estima-se que a percentagem afeta a cada uso seja a apresentada na **Tabela 13**.

Tabela 13 – Estimativa da distribuição do consumo anual de água no pavilhão municipal.

Dispositivo	Consumo			Percentagem
	(m ³ /ano)	(m ³ /mês)	(m ³ /dia)	
Autoclismos de bacias de retrete	840,12	70,01	2,92	24%
Fluxómetros de mictórios	70,01	5,83	0,24	2%
Torneiras de lavatório	735,11	61,26	2,55	21%
Chuveiros	1785,26	148,77	6,20	51%
Outros usos	70,01	5,83	0,24	2%
Total	3.500,50	291,71	12,15	100%

As taxas fixas e variáveis para o abastecimento de água, saneamento urbano e resíduos sólidos urbanos para Estado e Entidades Públicas são as que se apresentam na **Tabela 14**.

Tabela 14 – Tarifas fixas e variáveis para Estado e Entidades Públicas no município de Bragança (CMB, 2018).

Estado e Entidades Públicas (escalão único)		
Tarifas fixas (€)		
Abastecimento de água	Saneamento urbano	Resíduos sólidos urbanos
15,52	2,03	4,75
Tarifas variáveis (€/m³)		
Abastecimento de água	Saneamento urbano	Resíduos sólidos urbanos
1,86	0,58	2,71

3.3. Soluções para redução do consumo de água potável

Tendo em vista o princípio dos 5R (reduzir os consumos, reduzir as perdas e desperdícios, reutilizar a água, reciclar a água e recorrer a origens alternativas) e a distribuição de consumos apresentados na **Tabela 13**, são propostas soluções para redução do consumo de água potável no pavilhão municipal.

De referir, que dada a **pandemia de COVID-19** foi impossibilitado o acesso ao pavilhão, pelo que não foram medidos os caudais reais de cada dispositivo de utilização nem realizados questionários para aplicação aos utilizadores do pavilhão, mas sim estimados a partir da **Figura 3**.

No entanto, tal como realizado por Zavattieri (2020), uma possível substituição de dispositivos de utilização existentes no pavilhão por outros certificados pela ANQIP seria uma opção a considerar. Todavia, foram propostas duas soluções que se descrevem na **Tabela 15**.

Tabela 15 - Soluções propostas para redução do consumo de água potável no pavilhão municipal.

Soluções	Cenários
1. Reutilização de águas cinzentas	1.1. Recarga de autoclismos de bacias de retrete com águas cinzentas provenientes de chuveiros
2. Aproveitamento de águas pluviais	Recarga de autoclismos de bacias de retrete com águas pluviais considerando as seguintes áreas de captação: 2.1. Cobertura do pavilhão municipal ($A=1963,5 \text{ m}^2$) 2.2. Cobertura das piscinas ($A=1495,0 \text{ m}^2$) 2.3. Cobertura do pavilhão municipal e das piscinas ($A=3458,5 \text{ m}^2$)

Para a solução 1, e considerando, como já referido anteriormente, que uma das funções dos reservatórios é compensar o desfasamento entre a afluência de águas cinzentas e o seu consumo, o seu volume depende dos hábitos dos utilizadores, do tipo de edifício, bem como do tempo de processamento. Mas como existe em regra um equilíbrio entre a produção de água cinzentas e as necessidades de água regenerada, o volume de reserva (antes ou depois do tratamento) não deve ser maior do que o consumo diário médio (ANQIP ETA 0905, 2011). Desta forma, sabendo o consumo de água nos autoclismos de bacias de retrete e a disponibilidade de águas cinzentas provenientes de chuveiros (ver **Tabela 13**), foi procurado no mercado uma solução comercial de reciclador de águas cinzentas (ECODEPUR, s.d.).

Para a solução 2, a fim de comparação, para cada cenário foi dimensionado um reservatório de acordo com os métodos da Norma Brasileira ABNT NBR 15527 (2007), com a especificação técnica da ANQIP ETA 0701 (2015) e com o mapa auxiliar de dimensionamento de um SAAP apresentado em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017). Estudou-se o aproveitamento de águas pluviais usando três áreas de cobertura diferentes. Para isso foram necessários os dados pluviométricos da região de Bragança, utilizando-se a precipitação média mensal ao longo dos anos, dispostos na **Tabela II.1** do **Anexo II**.

A **Figura 19** apresenta as precipitações médias mensais dos anos de 2010 – 2019, obtidas recorrendo ao IPMA, sendo na **Tabela II.1** do **Anexo II** apresentados estes dados ano a ano, onde é possível perceber os meses de menos chuva, como maio, junho, julho, agosto e setembro, e os meses de chuvas mais intensas, como outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril.

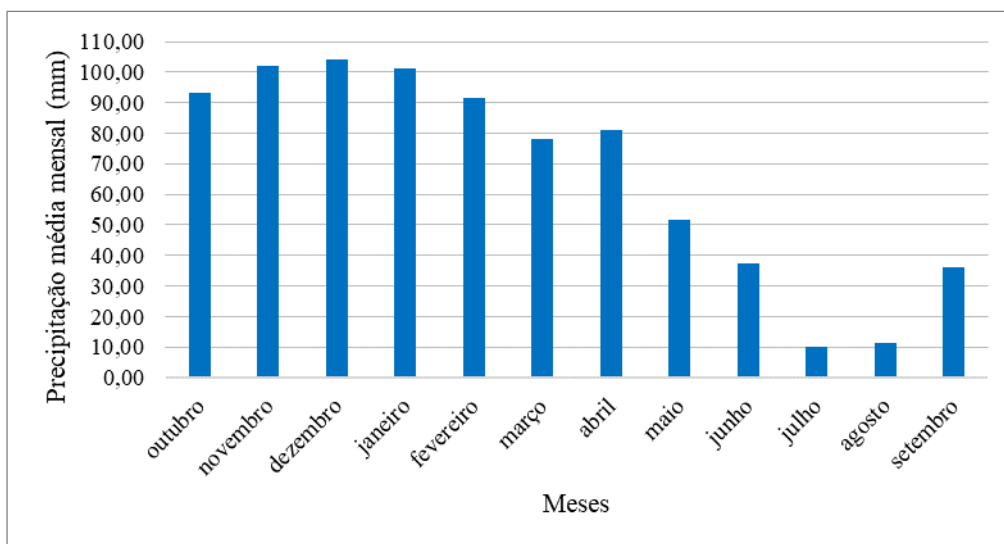


Figura 19 – Precipitação média mensal da região de Bragança (2010 - 2019) (IPMA, s.d.).

Depois de calculado o volume do reservatório, procurou-se no mercado uma solução comercial de reservatório de águas pluviais (ECODEPUR, s.d).

4. Resultados e Discussão

Neste capítulo são apresentadas as soluções de volume de reciclador de águas cinzentas provenientes de chuveiros e o dimensionamento de um reservatório de águas pluviais, em função dos cenários propostos. O dimensionamento do reservatório de águas pluviais é feito de acordo com os métodos propostos na Norma Brasileira ABNT NBR 15527 (2007), no dimensionamento simplificado presente na ANQIP ETA 0701 (2015) e no mapa auxiliar de um SAAP apresentado por Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017). É ainda analisado o quanto será poupado na fatura anual de água com a implementação dos cenários propostos.

4.1. Solução 1: Reutilização de águas cinzentas para recarga de autoclismos

Sabendo que o consumo anual de água proveniente dos chuveiros é de aproximadamente 1785,26 m³ (ver **Tabela 13**) na área do pavilhão, traduzindo-se numa percentagem de 51%, é possível reutilizar parte dessa água cinzenta nas descargas de autoclismos, que consomem cerca de 840,12 m³ por ano. Entretanto, o tempo de armazenamento necessário, no caso do pavilhão municipal, excederia duas horas, o máximo permitido sem tratamento prévio. Sendo assim, para o tratamento da água pode-se recomendar a utilização do reciclador de águas cinzentas ECODEPUR® BIOX. O modelo BIOX/SPRAC 5,6 considera um caudal de 5,6 m³/dia (ECODEPUR, s.d). Sendo o consumo diário para os autoclismos em torno de 2,92 m³ por dia, o BIOX/SPRAC 5,6 seria uma opção a considerar. Este equipamento tem um preço de 12.042,37 euros (PVP) sem IVA (ver Ficha Técnica do equipamento no **Anexo III**).

4.2. Solução 2: Aproveitamento de águas pluviais para recarga de autoclismos

Para o pavilhão municipal em estudo foram analisados os cenários e calculado qual deveria ser o volume do reservatório de acordo com um dos métodos propostos na NBR 15527 (2007), pelo método simplificado presente na ETA ANQIP 0701 (2015) e pelo mapa auxiliar de dimensionamento de um SAAP (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017).

4.2.1. Cenário 2.1: Área de captação da cobertura do Pavilhão Municipal

Para a composição do cenário 1 foi considerado o abastecimento com águas pluviais dos autoclismos de bacias de retrete (consumo de 840,12 m³/ano; 70,01 m³/mês), considerando a área de cobertura do pavilhão municipal (A=1963,5 m²) para captação de águas pluviais.

▪ Método RIPPL

Para o método RIPPL de dimensionamento utiliza-se a **Equação 6**, **Equação 7** e **Equação 8**, tendo como resultados os presentes na **Tabela 16**, sendo que para a utilização desse método é importante que a demanda seja menor que o volume de chuva aproveitável, no mesmo período de tempo. Para o presente cenário obteve-se o valor de **131 m³** para o volume do reservatório.

Tabela 16 – Dimensionamento do reservatório pelo método RIPPL - Cenário 2.1.

Meses	Precipitação da chuva no tempo t (mm)	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t (m ³)
outubro	93,33	146,60	-76,59
novembro	102,23	160,58	-90,57
dezembro	104,11	163,54	-93,53
janeiro	101,10	158,81	-88,80
fevereiro	91,45	143,65	-73,64
março	77,95	122,44	-52,43
abril	81,24	127,61	-57,60
maio	51,72	81,24	-11,23
junho	37,52	58,94	11,07
julho	10,17	15,98	54,03
agosto	11,34	17,82	52,19
setembro	36,10	56,71	13,30
Volume do reservatório (m³)			130,60

▪ Método da Simulação

Para o método da simulação são utilizadas a **Equação 9** e a **Equação 10** para o dimensionamento do reservatório, obtendo-se os resultados presentes na **Tabela 17**.

Foram analisados diferentes volumes de reservatório, como pode ser observado na **Tabela 18**, a qual mostra a confiança de 66,67% para todos os volumes de reservatório, já que independentemente do tamanho do reservatório a demanda não é suprida em quatro meses, sendo estes os meses de junho, julho, agosto e setembro, que são os de menor precipitação, como pode ser observado na **Figura 19**. Já quanto à eficiência, a qual deve ficar entre 90% e 99%, tem-se que o reservatório com volume de **70 m³**, supre a necessidade com 99,99%.

Tabela 17 – Dimensionamento do reservatório pelo método da Simulação - Cenário 2.1.

Meses	Precipitação da chuva no tempo t (mm)	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t-1 (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t (m ³)
outubro	93,33	146,60	0,00	70,00
novembro	102,23	160,58	70,00	70,00
dezembro	104,11	163,54	70,00	70,00
janeiro	101,10	158,81	70,00	70,00
fevereiro	91,45	143,65	70,00	70,00
março	77,95	122,44	70,00	52,43
abril	81,24	127,61	52,43	57,60
maio	51,72	81,24	57,60	11,23
junho	37,52	58,94	11,23	-11,07
julho	10,17	15,98	0,00	-54,03
agosto	11,34	17,82	0,00	-52,19
setembro	36,10	56,71	0,00	-13,30

Tabela 18 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método da Simulação - Cenário 2.1.

Volume do reservatório (mm)	Confiança EQ (%)	Eficiência do sistema (%)
10	66,67%	14,28%
20	66,67%	28,57%
25	66,67%	35,71%
50	66,67%	71,42%
65	66,67%	92,84%
70	66,67%	99,99%

- **Método Azevedo Neto**

De acordo com o que já foi apontado, o dimensionamento do reservatório a partir do método Azevedo Neto é dado a partir da **Equação 11**, a qual não considera a demanda de água pluvial, considerando apenas a área da superfície de captação. Além da quantidade de meses de seca que há no período de um ano, Portugal por ser uma região de baixa pluviosidade foi considerada com 5 meses de pouca chuva, e assim o volume adotado foi de **28 m³** para o reservatório.

- **Método Prático Alemão**

Conforme citado anteriormente, o método Prático Alemão utiliza a **Equação 12**, onde o volume do reservatório corresponde a 6% do menor valor entre o volume anual de consumo e o volume anual de chuva aproveitável. O volume do reservatório deve ser de **51 m³**.

- **Método Prático Inglês**

O dimensionamento do volume do reservatório a partir do método Prático Inglês faz uso da **Equação 13**, a qual indica que o reservatório deve corresponder a 5% da multiplicação entre a precipitação média anual pela área de captação de chuva. Desta forma resulta em um volume de **7 m³**.

- **Método Prático Australiano**

Para o dimensionamento pelo método Prático Australiano (**Tabela 19**) utiliza-se a **Equação 14**, **Equação 15**, **Equação 16** e **Equação 17**. Para este método deve-se ter uma confiança de 90% a 99%, e foram novamente testados diferentes volumes, como indica a **Tabela 20**. Porém, estes valores deram cerca de 75% de confiança, dependendo se houve um ou mais meses onde a demanda não foi suprida. Quanto à eficiência, tem-se que para um reservatório de **70 m³**, esta é de 99,99%, o qual foi adotado.

Tabela 19 – Dimensionamento do reservatório pelo método Prático Australiano - Cenário 2.1.

Meses	Precipitação da chuva no tempo t (mm)	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no início do mês (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no fim do mês (m ³)
outubro	93,33	143,46	0,00	70,00
novembro	102,23	157,44	70,00	70,00
dezembro	104,11	160,39	70,00	70,00
janeiro	101,10	155,67	70,00	70,00
fevereiro	91,45	140,51	70,00	70,00
março	77,95	119,30	70,00	70,00
abril	81,24	124,47	70,00	70,00
maio	51,72	78,10	70,00	70,00
junho	37,52	55,79	70,00	55,78
julho	10,17	12,83	55,78	-1,39
agosto	11,34	14,68	0,00	-55,33
setembro	36,10	53,56	0,00	-16,45

Tabela 20 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método Prático Australiano - Cenário 2.1.

Volume do reservatório (mm)	Confiança EQ (%)	Eficiência do sistema (%)
10	75,00%	14,28%
20	75,00%	28,57%
25	75,00%	35,71%
50	75,00%	71,42%
65	75,00%	92,84%
70	75,00%	99,99%

▪ Dimensionamento Simplificado (ANQIP ETA 0701, 2015)

Para a realização do dimensionamento simplificado presente na especificação técnica ANQIP ETA 0701 (2015) utiliza-se a **Equação 3**, a qual obtém como resultado para o volume do reservatório o menor valor entre 1,5% da multiplicação da precipitação média anual pela área de captação pela quantidade de dias em que a água ficará retida no reservatório, de modo que este valor é o mesmo em todos cenários, visto que os dias de retenção são os mesmos. O outro valor a ser comparado é 3% da multiplicação do número

de utilizadores pelo consumo anual estimado pelo número de dias de retenção de água no reservatório. No presente cenário os valores obtidos foram 70,53 m³ e 9678,18 m³, respetivamente, adotando-se um reservatório de **71 m³**.

▪ **Mapa Auxiliar de Dimensionamento de um SAAP (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017)**

O mapa auxiliar de cálculo apresentado na **Tabela IV.1** do **Anexo IV** pode ser adotado para efeitos de dimensionamento do sistema, permitindo a determinação das necessidades de suprimento face ao volume adotado para o reservatório. A partir da **Figura 20** nota-se que a eficiência do sistema de água pluvial cresce proporcionalmente ao seu volume, até onde começa a ficar superdimensionado.

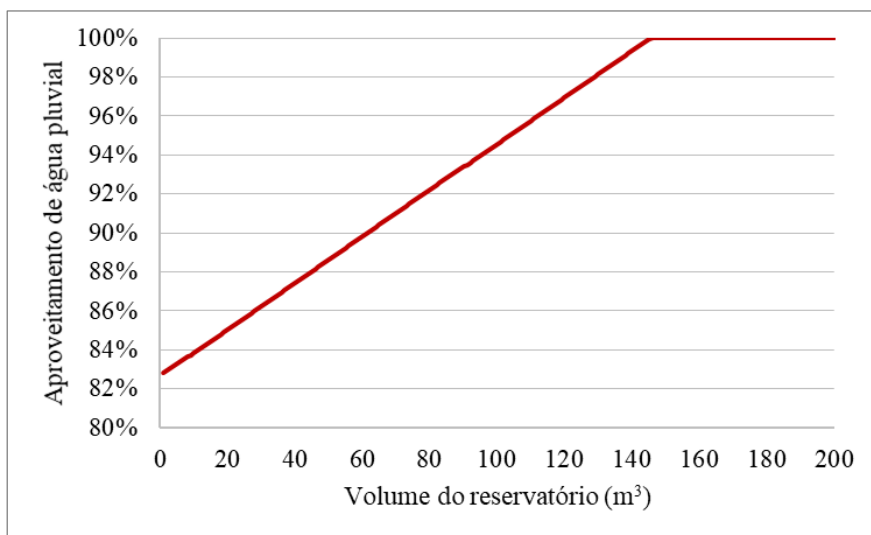


Figura 20 – Volume do reservatório de acordo com o aproveitamento de água pluvial pelo Mapa Auxiliar de Dimensionamento de um SAAP - Cenário 2.1.

Ainda pela análise da **Figura 20** tem-se que o volume do reservatório pode variar de cerca de 70 m³ a 145 m³, com a eficiência de 91,01% a 99,93%, aproximadamente. De forma que com o volume de 70 m³ será necessária a utilização de água da rede em três meses do ano, nomeadamente julho, agosto e setembro. Já a partir de 145 m³ a necessidade de utilização da rede é apenas no mês de setembro, mas com uma eficiência de 99,93%. Assim, um reservatório de **70 m³** pode ser uma boa solução, uma vez que, para reservatórios de dimensão superior, os custos serão maiores.

4.2.2. Cenário 2.2: Área de captação da cobertura das Piscinas

Para a composição do cenário 2.2 foi considerado o abastecimento com águas pluviais dos autoclismos de bacias de retrete (consumo de 840,12 m³/ano; 70,01 m³/mês), considerando a área de cobertura das piscinas (1495,0 m²) para captação de águas pluviais.

- **Método RIPPL**

Para o método RIPPL de dimensionamento utiliza-se a **Equação 6**, **Equação 7** e **Equação 8**, tendo como resultados os presentes na **Tabela 21**, sendo que para a utilização desse método é importante que a demanda seja menor que o volume de chuva aproveitável, no mesmo período de tempo. Para o presente cenário obteve-se o valor de **175 m³** para o volume do reservatório.

Tabela 21 – Dimensionamento do reservatório pelo método RIPPL - Cenário 2.2.

Meses	Precipitação da chuva no tempo t (mm)	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t (m ³)
outubro	93,33	111,62	-41,61
novembro	102,23	122,27	-52,26
dezembro	104,11	124,52	-54,51
janeiro	101,10	120,92	-50,91
fevereiro	91,45	109,37	-39,36
março	77,95	93,23	-23,22
abril	81,24	97,16	-27,15
maio	51,72	61,86	8,15
junho	37,52	44,87	25,14
julho	10,17	12,16	57,85
agosto	11,34	13,57	56,44
setembro	36,10	43,18	26,83
Volume do reservatório (m³)			174,41

- **Método da Simulação**

Para o método da simulação são utilizadas a **Equação 9** e a **Equação 10** para o dimensionamento do reservatório, obtendo-se os resultados presentes na **Tabela 22**.

Foram analisados diferentes volumes de reservatório, como pode ser observado na **Tabela 23**, a qual mostra a confiança de 58,33% para todos os volumes de reservatório, já que independentemente do tamanho do reservatório a demanda não é suprida em cinco meses, sendo estes os meses maio, junho, julho, agosto e setembro, que são ainda os de menor precipitação, como pode ser observado na **Figura 19**. Já quanto à eficiência, a qual deve ficar entre 90% e 99%, tem-se que o reservatório com volume de **70 m³**, supre a necessidade com 99,99%.

Tabela 22 – Dimensionamento do reservatório pelo método da Simulação - Cenário 2.2

Meses	Precipitação da chuva no tempo t (mm)	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t-1 (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t (m ³)
outubro	93,33	111,62	0,00	41,61
novembro	102,23	122,27	41,61	52,26
dezembro	104,11	124,52	52,26	54,51
janeiro	101,10	120,92	54,51	50,91
fevereiro	91,45	109,37	50,91	39,36
março	77,95	93,23	39,36	23,22
abril	81,24	97,16	23,22	27,15
maio	51,72	61,86	27,15	-8,15
junho	37,52	44,87	0,00	-25,14
julho	10,17	12,16	0,00	-57,85
agosto	11,34	13,57	0,00	-56,44
setembro	36,10	43,18	0,00	-26,83

Tabela 23 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método da Simulação - Cenário 2.2.

Volume do reservatório (mm)	Confiança EQ (%)	Eficiência do sistema (%)
10	58,33%	14,28%
20	58,33%	28,57%
25	58,33%	35,71%
50	58,33%	71,42%
65	58,33%	92,84%
70	58,33%	99,99%

- **Método Azevedo Neto**

De acordo com o que já foi apontado, o dimensionamento do reservatório a partir do método Azevedo Neto é dado a partir da **Equação 11**, a qual não considera a demanda de água pluvial, considerando apenas a área da superfície de captação. Além da quantidade de meses de seca que há no período de um ano, Portugal por ser uma região de baixa pluviosidade foi considerada com 5 meses de pouca chuva, e assim o volume adotado foi de **21 m³** para o reservatório.

- **Método Prático Alemão**

Conforme citado anteriormente, o método Prático Alemão utiliza a **Equação 12**, onde o volume do reservatório corresponde a 6% do menor valor entre o volume anual de consumo e o volume anual de chuva aproveitável. O volume do reservatório deve ser de **51 m³**.

- **Método Prático Inglês**

O dimensionamento do volume do reservatório a partir do método Prático Inglês faz uso da **Equação 13**, a qual indica que o reservatório deve corresponder a 5% da multiplicação entre a precipitação média anual pela área de captação de chuva. Desta forma resulta em um volume de **5 m³**.

- **Método Prático Australiano**

Para o dimensionamento pelo método Prático Australiano (**Tabela 24**) utiliza-se a **Equação 14**, **Equação 15**, **Equação 16** e **Equação 17**. Para este método deve-se ter uma confiança de 90% a 99%, e foram novamente testados diferentes volumes, como indica a **Tabela 25** os quais todos deram 75% de confiança, dependendo se houve um ou mais meses onde a demanda não foi suprida. Quanto à eficiência, tem-se que para um reservatório de **70 m³**, esta é de 99,99%, o qual foi adotado.

Tabela 24 – Dimensionamento do reservatório pelo método Prático Australiano - Cenário 2.2.

Meses	Precipitação da chuva no tempo t (mm)	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no início do mês (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no fim do mês (m ³)
outubro	93,33	109,23	0,00	39,22
novembro	102,23	119,88	39,22	70,00
dezembro	104,11	122,12	70,00	70,00
janeiro	101,10	118,52	70,00	70,00
fevereiro	91,45	106,98	70,00	70,00
março	77,95	90,84	70,00	70,00
abril	81,24	94,77	70,00	70,00
maio	51,72	59,47	70,00	59,46
junho	37,52	42,48	59,46	31,93
julho	10,17	9,77	31,93	-28,31
agosto	11,34	11,18	0,00	-58,83
setembro	36,10	40,78	0,00	-29,23

Tabela 25 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método Prático Australiano - Cenário 2.2.

Volume do reservatório (mm)	Confiança EQ (%)	Eficiência do sistema (%)
10	75,00%	14,28%
20	75,00%	28,57%
25	75,00%	35,71%
50	75,00%	71,42%
65	75,00%	92,84%
70	75,00%	99,99%

▪ Dimensionamento Simplificado (ANQIP ETA 0701, 2015)

Para a realização do dimensionamento simplificado presente na especificação técnica ANQIP ETA 0701 (2015) utiliza-se a **Equação 3**, a qual obtém como resultado para o volume do reservatório o menor valor entre 1,5% da multiplicação da precipitação média anual pela área de captação pela quantidade de dias em que a água ficará retida no reservatório, de modo que este valor é o mesmo em todos cenários, visto que os dias de retenção são os mesmos. O outro valor a ser comparado é 3% da multiplicação do número

de utilizadores pelo consumo anual estimado pelo número de dias de retenção de água no reservatório. No presente cenário os valores obtidos foram 53,70 m³ e 9678,18 m³, respetivamente, adotando-se um reservatório de **54 m³**.

▪ **Mapa Auxiliar de Dimensionamento de um SAAP (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017)**

O mapa auxiliar de cálculo apresentado na **Tabela IV.2** do **Anexo IV** pode ser adotado para efeitos de dimensionamento do sistema, permitindo a determinação das necessidades de suprimento face ao volume adotado para o reservatório. A partir da **Figura 21** nota-se que a eficiência do sistema de água pluvial cresce proporcionalmente ao seu volume, até onde começa a ficar superdimensionado.

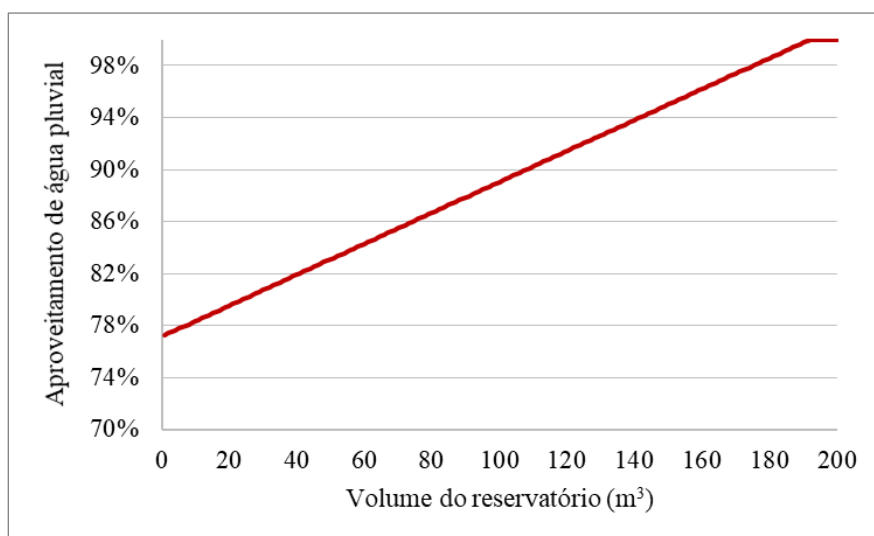


Figura 21 – Volume do reservatório de acordo com o aproveitamento de água pluvial pelo Mapa Auxiliar de Dimensionamento de um SAAP - Cenário 2.2.

Ainda pela análise da **Figura 21** tem-se que o volume do reservatório pode variar de 110 m³ a 190 m³, com a eficiência de 90,24% a 99,76%, aproximadamente. De forma que com o volume de 110 m³ será necessária a utilização de água da rede em dois meses do ano, nomeadamente agosto e setembro. Já a partir de 190 m³ a necessidade de utilização da rede é apenas no mês de setembro, mas com uma eficiência de 99,76%. Assim, um reservatório de **110 m³** pode ser uma boa solução, uma vez que, para reservatórios de dimensão superior, os custos serão maiores.

4.2.3. Cenário 2.3: Área de captação da cobertura do Pavilhão Municipal e das Piscinas

Para a composição do cenário 1 foi considerado o abastecimento com águas pluviais dos autoclismos de bacias de retrete (consumo de 840,12 m³/ano; 70,01 m³/mês), considerando a área de cobertura do pavilhão municipal e das piscinas (3458,50 m²) para captação de águas pluviais.

▪ Método RIPPL

Para o método RIPPL de dimensionamento utiliza-se a **Equação 6**, **Equação 7** e **Equação 8**, tendo como os resultados os presentes na **Tabela 26**, sendo que para a utilização desse método é importante que a demanda seja menor que o volume de chuva aproveitável, no mesmo período de tempo. Para o presente cenário obteve-se o valor de **81 m³** para o volume do reservatório.

Tabela 26 – Dimensionamento do reservatório pelo método RIPPL - Cenário 2.3.

Meses	Precipitação da chuva no tempo t (mm)	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t (m ³)
outubro	93,33	258,23	-188,22
novembro	102,23	282,85	-212,84
dezembro	104,11	288,05	-218,04
janeiro	101,10	279,72	-209,71
fevereiro	91,45	253,02	-183,01
março	77,95	215,67	-145,66
abril	81,24	224,77	-154,76
maio	51,72	143,10	-73,09
junho	37,52	103,81	-33,80
julho	10,17	28,14	41,87
agosto	11,34	31,39	38,62
setembro	36,10	99,88	-29,87
Volume do reservatório (m³)			80,49

▪ Método da Simulação

Para o método da simulação são utilizadas a **Equação 9** e a **Equação 10** para o dimensionamento do reservatório, obtendo-se os resultados presentes na **Tabela 27**.

Foram analisados diferentes volumes de reservatório, como pode ser observado na **Tabela 28**, a qual mostra a confiança de 83,33% para todos os volumes de reservatório, já que independentemente do tamanho do reservatório a demanda não é suprida em dois meses, sendo estes os meses de julho e agosto, que são os de menor precipitação, como pode ser observado na **Figura 19**. Já quanto à eficiência, o qual deve ficar entre 90% e 99%, tem-se que o reservatório com volume de **70 m³**, supre a necessidade com 99,99%.

Tabela 27 – Dimensionamento do reservatório pelo método da Simulação - Cenário 2.3

Meses	Precipitação da chuva no tempo t (mm)	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t-1 (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t (m ³)
outubro	93,33	258,23	0,00	70,00
novembro	102,23	282,85	70,00	70,00
dezembro	104,11	288,05	70,00	70,00
janeiro	101,10	279,72	70,00	70,00
fevereiro	91,45	253,02	70,00	70,00
março	77,95	215,67	70,00	70,00
abril	81,24	224,77	70,00	70,00
maio	51,72	143,10	70,00	70,00
junho	37,52	103,81	70,00	33,80
julho	10,17	28,14	33,80	-41,87
agosto	11,34	31,39	0,00	-38,62
setembro	36,10	99,88	0,00	29,87

Tabela 28 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método da Simulação - Cenário 2.3.

Volume do reservatório (mm)	Confiança EQ (%)	Eficiência do sistema (%)
10	83,33%	14,28%
20	83,33%	28,57%
25	83,33%	35,71%
50	83,33%	71,42%
65	83,33%	92,84%
70	83,33%	99,99%

- **Método Azevedo Neto**

De acordo com o que já foi apontado, o dimensionamento do reservatório a partir do método Azevedo Neto é dado a partir da **Equação 11**, a qual não considera a demanda de água pluvial, considerando apenas a área da superfície de captação. Além da quantidade de meses de seca que há no período de um ano, Portugal por ser uma região de baixa pluviosidade foi considerada com 5 meses de pouca chuva, e assim o volume adotado foi de **49 m³** para o reservatório.

- **Método Prático Alemão**

Conforme citado anteriormente, o método Prático Alemão utiliza a **Equação 12**, onde o volume do reservatório corresponde a 6% do menor valor entre o volume anual de consumo e o volume anual de chuva aproveitável. O volume do reservatório deve ser de **51 m³**.

- **Método Prático Inglês**

O dimensionamento do volume do reservatório a partir do método Prático Inglês faz uso da **Equação 13**, a qual indica que o reservatório deve corresponder a 5% da multiplicação entre a precipitação média anual pela área de captação de chuva. Desta forma resulta em um volume de **12 m³**.

- **Método Prático Australiano**

Para o dimensionamento pelo método Prático Australiano (**Tabela 29**) utiliza-se a **Equação 14**, **Equação 15**, **Equação 16** e **Equação 17**. Para este método deve-se ter uma confiança de 90% a 99%, e foram novamente testados diferentes volumes, como indica **Tabela 30**, os quais todos deram 91,67% de confiança, dependendo se houve um ou mais meses onde a demanda não foi suprida. Quanto à eficiência, tem-se que para um reservatório de **70 m³**, esta é de 99,99%, o qual foi adotado.

Tabela 29 – Dimensionamento do reservatório pelo método Prático Australiano - Cenário 2.3.

Meses	Precipitação da chuva no tempo t (mm)	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no início do mês (m ³)	Volume de chuva armazenada no reservatório no fim do mês (m ³)
outubro	93,33	252,69	0,00	70,00
novembro	102,23	277,32	70,00	70,00
dezembro	104,11	282,52	70,00	70,00
janeiro	101,10	274,19	70,00	70,00
fevereiro	91,45	247,49	70,00	70,00
março	77,95	210,14	70,00	70,00
abril	81,24	219,24	70,00	70,00
maio	51,72	137,57	70,00	70,00
junho	37,52	98,28	70,00	70,00
julho	10,17	22,60	70,00	22,59
agosto	11,34	25,85	22,59	-21,56
setembro	36,10	94,35	0,00	24,34

Tabela 30 – Confiança e eficiência dos reservatórios pelo método Prático Australiano - Cenário 2.3.

Volume do reservatório (mm)	Confiança EQ (%)	Eficiência do sistema (%)
10	91,67%	14,28%
20	91,67%	28,57%
25	91,67%	35,71%
50	91,67%	71,42%
65	91,67%	92,84%
70	91,67%	99,99%

▪ Dimensionamento Simplificado (ANQIP ETA 0701, 2015)

Para a realização do dimensionamento simplificado presente na especificação técnica ANQIP ETA 0701 (2015) utiliza-se a **Equação 3**, a qual obtém como resultado para o volume do reservatório o menor valor entre 1,5% da multiplicação da precipitação média anual pela área de captação pela quantidade de dias em que a água ficará retida no reservatório, de modo que este valor é o mesmo em todos cenários, visto que os dias de retenção são os mesmos. O outro valor a ser comparado é 3% da multiplicação do número

de utilizadores pelo consumo anual estimado pelo número de dias de retenção de água no reservatório. No presente cenário os valores obtidos foram 124,24 m³ e 9678,18 m³, respetivamente, adotando-se um reservatório de **125 m³**.

▪ **Mapa Auxiliar de Dimensionamento de um SAAP (SILVA-AFONSO & PIMENTEL-RODRIGUES, 2017)**

O mapa auxiliar de cálculo apresentado na **Tabela IV.3** do **Anexo IV** pode ser adotado para efeitos de dimensionamento do sistema, permitindo a determinação das necessidades de suprimento face ao volume adotado para o reservatório. A partir da **Figura 22** nota-se que a eficiência do sistema de água pluvial cresce proporcionalmente ao seu volume, até onde começa a ficar superdimensionado.

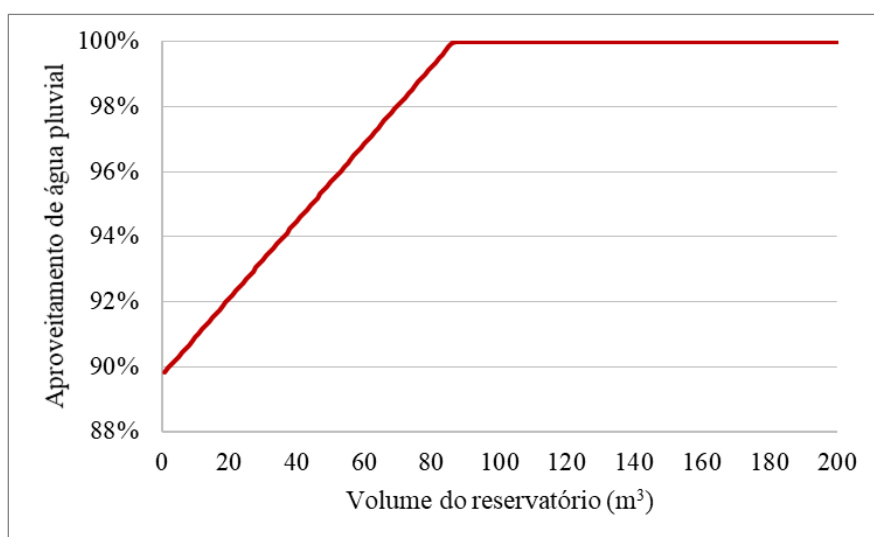


Figura 22 – Volume do reservatório de acordo com o aproveitamento de água pluvial pelo Mapa Auxiliar de Dimensionamento de um SAAP - Cenário 2.3.

Ainda pela análise da **Figura 22** tem-se que o volume do reservatório pode variar de 10 m³ a 85 m³, com a eficiência de 90,90% a 99,83%, aproximadamente. De forma que com o volume de 50 m³ será necessária a utilização de água da rede num dos meses do ano, nomeadamente em agosto e com uma eficiência de 95,66%. Assim, um reservatório de **50 m³** pode ser uma boa solução, uma vez que, para reservatórios de dimensão superior, os custos serão maiores.

4.2.4. Resumo dos volumes de reservatório calculados para águas pluviais

A **Tabela 31** apresenta um resumo dos volumes de reservatórios calculados para cada cenário pelos diferentes métodos, o mesmo consumo e diferentes áreas de captação.

Tabela 31 – Resumo dos valores encontrados para o volume do reservatório em cada cenário da solução

2.

Métodos de Dimensionamento		Volume do reservatório (m ³)		
		Cenário 2.1 ⁽¹⁾	Cenário 2.2 ⁽²⁾	Cenário 2.3 ⁽³⁾
ABNT NBR 15527 (2007)	Método RIPPL	131	175	81
	Método da Simulação	70	70	70
	Método Azevedo Neto	28	21	49
	Método Prático Alemão	51	51	51
	Método Prático Inglês	7	5	12
	Método Prático Australiano	70	70	70
ANQIP	Dimensionamento Simplificado	71	54	125
	Mapa Auxiliar de Dimensionamento	70	110	50

⁽¹⁾ Área de captação de 1963,5 m²;

⁽²⁾ Área de captação de 1495,0 m²;

⁽³⁾ Área de captação de 3458,5 m².

No caso do método de Azevedo Neto e do método Prático Inglês, como as equações têm em consideração apenas a precipitação média anual da região e a área de captação de água, para um mesmo consumo de água, o volume do reservatório é maior para a maior área de captação (cenário 2.3).

No caso do Dimensionamento Simplificado proposto pela ANQIP ETA 0701 (2015) deve ser adotado o mínimo entre os valores V1 e V2, sendo que em todos os cenários V1, que depende da precipitação média mensal, da área de captação e do tempo de retenção, apresentou um valor menor que V2, o qual depende do consumo anual de água. Neste caso, tal como nos métodos de Azevedo Neto e do método Prático Inglês, como a área de

captação é maior no cenário 2.3, foram obtidos maiores volumes de reservatório quanto maior é a área de captação (cenário 2.3).

Verifica-se, ainda de acordo com a **Tabela 31**, que há divergências entre os volumes calculados pelos diferentes métodos para cada cenário, de forma que a escolha do volume possa ser feita com base em aspetos económicos e disponibilidade espacial para suportar o sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Para o cenário 2.1 observa-se na **Tabela 31** que os resultados obtidos variam entre 7 e 131 m³. Nesse caso, a maioria dos valores está próxima de 70 m³, sendo este um bom volume a ser adotado, mas pode-se adotar o volume dado por qualquer método, fazendo-se a avaliação que melhor se adequa.

No caso do cenário 2.2, observa-se que os resultados obtidos variam entre 5 e 175 m³, de forma que se concentram em 70 m³ indo até 110 m³. Assim, um reservatório de 110 m³ pode ser uma boa escolha para o cenário em questão.

No cenário 2.3, observa-se que os resultados obtidos variam entre 12 e 125 m³, de forma que se concentram em 50 m³. Assim, um reservatório de 50 m³ pode ser uma boa escolha para o cenário em questão.

Desta forma, qualquer um dos cenários pode ser considerado adequado. No entanto, considerando o cenário 2.1, cuja área de captação é a área de cobertura do pavilhão municipal, um reservatório de 70 m³ seria uma escolha adequada tendo em consideração a análise feita através de todos os métodos. Ou seja, a área de captação do pavilhão mostra-se suficiente para suprir as necessidades.

A ECODEPUR (s.d) apresenta uma solução comercial de um reservatório de 70 m³ com um preço de 22.026,78 € (PVP) sem IVA, acrescendo acessórios no valor de 402,24 €, sem IVA (ver Ficha Técnica do equipamento no **Anexo V**).

4.3. Redução do consumo anual de água potável

A redução hídrica anual referente a cada cenário é apresentada na **Tabela 32**, considerando o consumo anual de água dos autoclismos de bacias de retrete em todos os cenários (840,12 m³/ano).

Tabela 32 – Estimativa da redução anual de água com aplicação de cada cenário.

Cenários	Consumo (m ³)		Redução (m ³)
	Sem aplicação de medidas	Com aplicação de medidas	
1.1	840,12 (*)	0,00	840,12
2.1	840,12 (*)	75,55	764,57
2.2	840,12 (*)	81,98	758,14
2.3	840,12 (*)	36,45	803,67

(*) Consumo anual de água de autoclismos de bacias de retrete.

Na **Figura 23**, mostra-se o consumo atual de água (3.500,5 m³/ano) bem como o consumo estimado depois de aplicadas as medidas propostas em cada cenário.

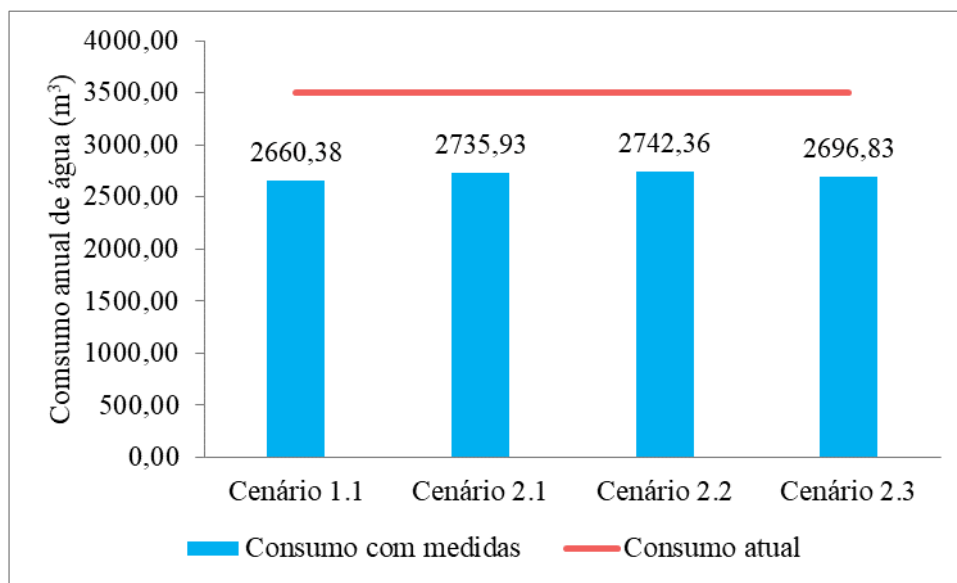


Figura 23 – Consumo atual de água e estimativa do consumo depois de aplicadas as medidas propostas nos cenários.

Analisando a **Figura 24** tem-se que a maior redução no consumo de água acontece no cenário 1.1 de reutilização de águas cinzentas provenientes dos chuveiros com 24% de poupança de água, estimando-se uma redução na fatura anual de água de quase 4.594,22

€. Relativamente ao aproveitamento de águas pluviais, todos os cenários apresentam poupanças muito semelhantes, traduzindo-se em 21,84% (cenário 2.1), 21,66% (cenário 2.2) e 22,96% (cenário 2.3).

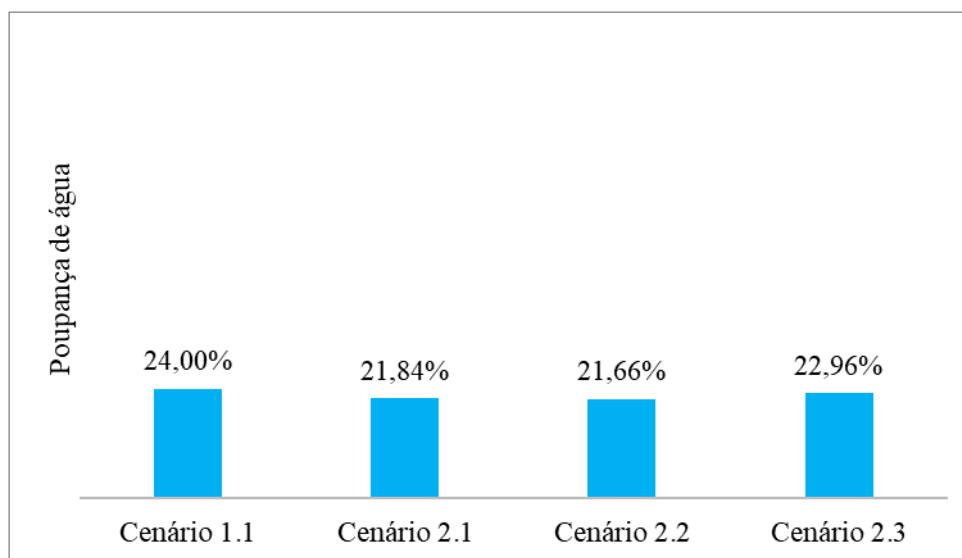


Figura 24 – Estimativa da poupança de água com aplicação das soluções.

Quanto à redução na fatura anual de água, estimam-se valores de 4.205,14 € (cenário 2.1), 4.172,02 € (cenário 2.2) e 4 406,50 € (cenário 2.3). Todavia, o cenário 2.1 desta solução seria a opção mais viável a considerar, até por razões relacionadas com futuras obras a realizar considerando a intervenção nas redes prediais de águas.

Importa referir, que a redução no valor da fatura anual de água foi estimada considerando as tarifas fixas e variáveis, sem IVA, da **Tabela 14**.

Uma análise da viabilidade técnico-económica seria um trabalho futuro importante a considerar para a determinação do tempo de retorno do investimento das soluções propostas.

De uma forma geral, tanto a solução 1 (cenário 1.1) como o cenário 2.1 da solução 2 seriam propostas a considerar num estudo futuro, se se pretender analisar a viabilidade técnico-económica das soluções apresentadas para uma possível implementação no local.

5. Conclusões e Proposta para Trabalhos Futuros

5.1. Conclusões

Face à escassez de recursos hídricos e secas, existe uma crescente preocupação relativamente às aplicações da água para consumo humano. Assim, no enquadramento do uso mais eficiente da água, as medidas mais correntes a aplicar são a redução de consumos e perdas, a reutilização de águas cinzentas e o aproveitamento de águas pluviais.

Neste estudo são propostas e analisadas duas soluções para redução do consumo de água potável no Pavilhão Municipal Arnaldo Pereira da cidade de Bragança.

A primeira solução envolve a reutilização de águas cinzentas provenientes de chuveiros para a recarga de autoclismos de bacias de retrete.

A segunda solução, envolve o aproveitamento de águas pluviais também para recarga de autoclismos de bacias de retrete, sendo composta de três cenários que se alteram em função da área de captação, isto é, para o cenário 2.1. foi considerada a área de captação da cobertura do pavilhão municipal, para o cenário 2.2. a área de captação das piscinas e para o cenário 2.3 a área de captação do pavilhão municipal e das piscinas. Assim, para cada cenário foram estudadas as diferentes formas de se calcular o volume do reservatório para armazenamento da água pluvial, mostrando valores bastante diferentes para um mesmo cenário. De forma, que não havendo um melhor método a ser utilizado, deve-se avaliar, também, economicamente a disponibilidade de espaço físico para implantação, pois reservatórios maiores resultam em suprir a procura por maiores períodos, mas reservatórios menores são, geralmente, de menor custo.

Desta forma, no cenário 1.1., com reutilização de águas cinzentas para recarga de autoclismos, estima-se uma poupança anual de 24%, e uma redução na fatura anual de água de 4.594,22 €, utilizando um sistema de reutilização e reciclagem de águas cinzentas, com capacidade 5,6 m³/dia.

Com a utilização de águas pluviais para recarga de autoclismos usando diferentes áreas de captação: 1963,5 m² (cenário 2.1), 1495,0 m² (cenário 2.2.) e 3458,5 m² (cenário 2.3)

estimam-se poupanças anuais de água de 21,84%, 21,66% e 22,96%, reduções na fatura anual de água de 4.205,14 €, 4.172,02 € e 4.406,50 €, com reservatórios de 70 m³, 110 m³ e 50 m³, respetivamente.

É importante salientar que todos os cenários suprem quase de igual forma o consumo de água nos autoclismos de bacias de retrete, substituindo grande parte desse consumo por águas cinzentas ou pluviais. Todavia, os cenários 1.1 e 2.1 são opções a considerar.

Em suma, com este estudo mostra-se que deve ser promovida a reutilização de águas cinzentas provenientes de chuveiros e também o aproveitamento de águas pluviais. As soluções estudadas poderão conduzir a uma redução do consumo de água potável no pavilhão municipal, estimando-se uma diminuição no valor da fatura anual de água e minimizando os riscos de escassez hídrica na região.

5.2. Proposta para Trabalhos Futuros

A realização deste estudo pode ser complementada no futuro com outras análises, nomeadamente no que respeita aos seguintes aspetos:

- Definir um local para implementação do SPRAC ou SAAP;
- Analisar as redes prediais de distribuição de água, de drenagem de águas pluviais e residuais, tendo em vista a implantação dos referidos sistemas;
- Analisar a viabilidade técnico-económica dos diferentes cenários propostos.

Referências Bibliográficas

- ABNT NBR 15527 (2007). Água de chuva - Aproveitamento de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Brasil.
- ABNT NBR 15527 (2019). Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos. Brasil.
- Abrantes, S. (2017). Avaliação do potencial de reutilização de águas no Centro Social e Cultural de Santo Aleixo em Unhais da Serra (Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior).
- Abrantes, S., Silva, F. & Albuquerque, A. (2018a). Recycling of rainwater in a social and cultural center. *Proceedings*, 2 (20), 1276.
- Abrantes, S., Silva, F. & Albuquerque, A. (2018b). Technical solutions for water reuse in a social and cultural center. *5th Annual Water Efficiency Conference*, Aveiro, Portugal.
- Amorim, S. & Pereira, D. (2008). Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil Universidade Federal de São Carlos. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, 8(2), 53-66.
- ANQIP, ETA 0701 (2015). Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios (SAAP), Versão 9.
- ANQIP, ETA 0702 (2015). Certificação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, Versão 5.
- ANQIP, ETA 0802 (2015). Regulamento do sistema voluntário ANQIP de certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos, Versão 6.
- ANQIP, ETA 0803 (2015). Rótulos de eficiência hídrica de produtos. Características e condições de utilização, Versão 4.
- ANQIP, ETA 0804 (2015). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete, Versão 4.
- ANQIP, ETA 0805 (2015). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP de autoclismos de bacias de retrete, Versão 4.
- ANQIP, ETA 0806 (2015). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche, Versão 4.

- ANQIP, ETA 0807 (2015). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP chuveiros e sistemas de duche, Versão 4.
- ANQIP, ETA 0808 (2015). Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros de mictórios, Versão 3.
- ANQIP, ETA 0809 (2015). Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP de torneiras e fluxómetros de mictórios, Versão 3.
- ANQIP, ETA 0905 (2011). Sistemas prediais de reutilização de águas cinzentas, Versão 2.
- ANQIP, ETA 0906 (2015). Certificação de sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas, Versão 6.
- ANQIP (s.d.). www.anqip.pt, Acedido em abril 2020.
- ANQIP. (2020). Catálogo de produtos certificados. www.anqip.pt, Acedido em abril 2020.
- APA. (2012). Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água, www.apambiente.pt, Acedido em abril 2020.
- Aqua eXperience, www.aquaexperience.pt, Acedido em janeiro 2020.
- Barreto, D. & Pedroso, V. (2011). Rational use of potable water and potencial use of rainwater and reclaimed water in residential Buildings. *37th CIB W062*, Aveiro, Portugal.
- Bezerra, S., Christian, P., Teixeira, C. & Farahbakhsh, K. (2010). Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR, *Ambiente Construído*. 10, 219–231.
- CMB. (2018). Edital n.º 63/2018. Tarifário de Abastecimento de Água do Município de Bragança, p. 4.
- CMB. (s.d.). www.cm-braganca.pt, Acedido em abril de 2020.
- Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de agosto. Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais, Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 130/2012 de 22 de junho. Diário da República n.º 120/2012 – I Série, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.

Diretiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia de 23 de outubro de 2000. Jornal Oficial das Comunidades Europeias.

Ecodepur, www.ecodepur.pt, Acedido em agosto 2020.

Espaço Lusófono. (s.d.). Guia das acessibilidades dos espaços desportivos. www.cm-vilaflor.pt, Acedido em agosto 2020.

Faria, H. (2020). Uso eficiente de água na residência Gulbenkian do Instituto Politécnico de Bragança (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança).

Giacchini, M. (2016). Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC 2016. O método de RIPPL para dimensionamento de reservatórios de sistemas de aproveitamento da água de chuva.

IPMA (2020). www.ipma.pt, Boletim Climatológico, Julho 2020. Acedido em agosto 2020.

IPMA (s.d.). www.ipma.pt, Acedido em abril 2020.

Lei n.º 16.603 de 9 de julho de 2018. Dispõe sobre o reúso da água proveniente de aparelhos de ar condicionado no Estado do Ceará.

Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro. Diário da República n.º 249/2005 – I Série A, Assembleia da República, Lisboa.

Marecos do Monte, H. & Albuquerque, A. (2010). *Reutilização de águas residuais*. Guia técnico n.º 14. Lisboa: ERSAR.

Matos, C. & Bentes, I. (2011). Water supply and drainage in buildings considering greywater use”. *37th CIB W062*, Aveiro, Portugal.

May, S. (2004). Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações (Dissertação de Mestrado em Engenharia, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo).

Morais, T. (2019). Avaliação do potencial de eficiência hídrica num edifício público da cidade de Bragança: o caso do Centro Escolar da Sé (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança).

Município de Bragança. (2020). www.facebook.com/municipiobraganca, Acedido em maio 2020.

Novakoski, C. (2014). Aproveitamento de águas pluviais: dimensionamento do reservatório para aplicação em residências de padrão alto, normal e baixo em Porto Alegre - RS. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Pedroso, V. (2009). Medidas para um uso mais eficiente da água nos edifícios. ITE 53, Lisboa: LNEC.

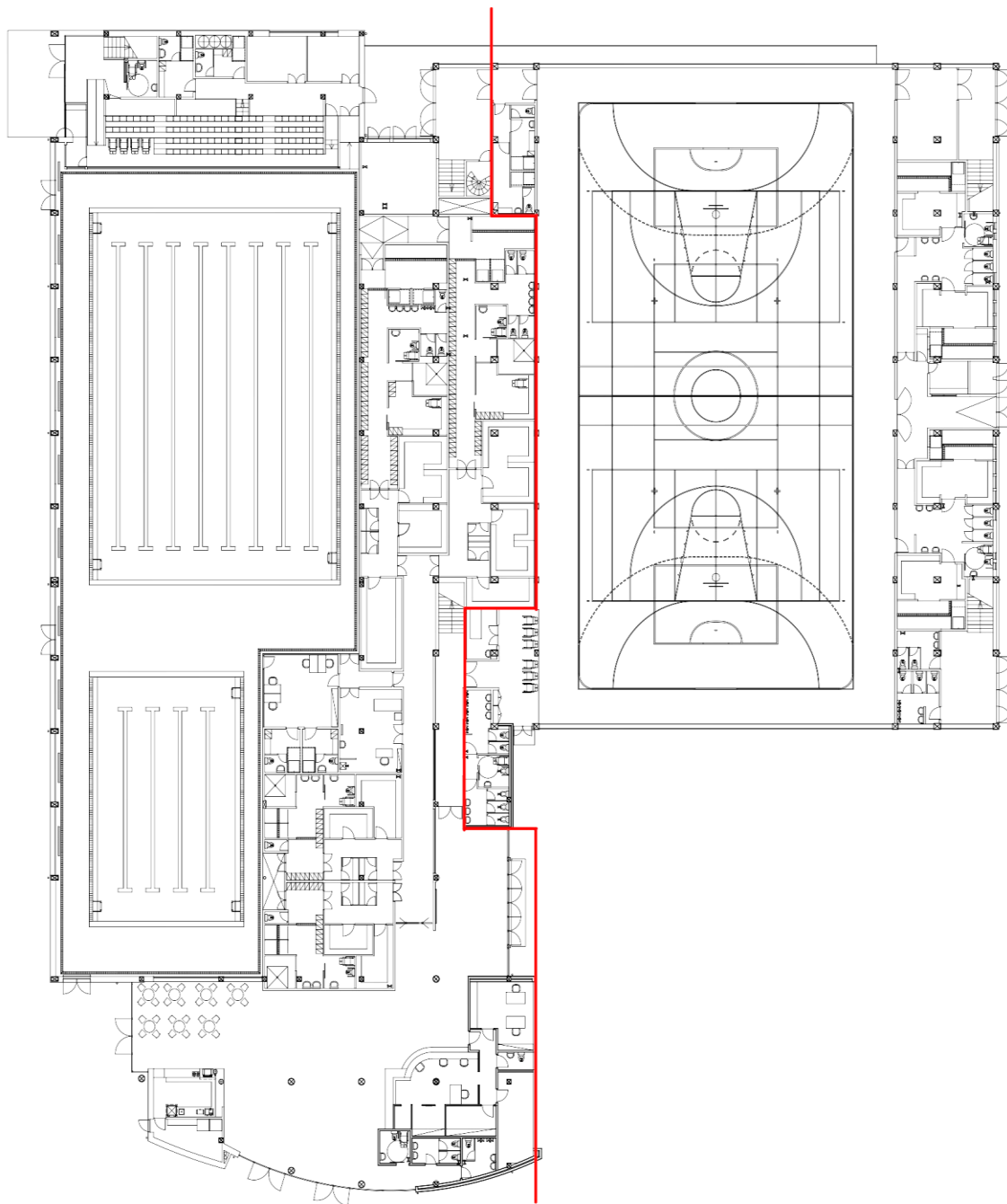
- Pimentel-Rodrigues, C. (2008). Um modelo para a avaliação da eficiência hídrica de produtos (Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro).
- Portilla, C., Gomes, R., Silva-Afonso, A., Pimentel-Rodrigues, C. & Tobar, F. (2018). Water efficiency evaluation model in non-residential buildings. Case study: University Buildings of Quito-Ecuador. *44th CIB W062*, Ponta Delgada, Açores, Portugal.
- Reis, R. & Ilha, M. (2011). Assessment of rainwater management systems in built-up areas with the aid of computer tools. *37th CIB W062*, Aveiro, Portugal.
- Rodrigues, A. C., Calheiros, C., Guerreiro, A. (Eds.). 2020. Guia para o Saneamento Ecológico Integral, Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Santos, C., Taveira-Pinto, F., Cheng, C. & Leite, D. (2011). Optimizing Water consumption in Buildings. A study on the alternatives to potable water supply. *37th CIB W062*, Aveiro, Portugal.
- Schulze, M. (2020). Avaliação do Potencial de Eficiência Hídrica num Pavilhão Industrial: Soluções de Dimensionamento de Reservatório para Aproveitamento de Águas Pluviais (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança).
- Silva, A., Portes, A., Faria, P., Andrade, R., & Teixeira, C. (2016). Aproveitamento de água de chuva e reúso de água cinza em uma edificação comercial. *Revista Engenharia e Construção Civil*, 3(1), 57-65.
- Silva, L. (2015). Hidrologia: engenharia e meio ambiente. 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 330 p.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2014). Water policy for Buildings. A portuguese perspective. In Kemi Adeyeye (eds.), *Water efficiency in buildings: Theory and practice*. United Kingdom, John Wiley & Sons, Ltd., pp. 42-45.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2017). *Manual de eficiência hídrica em edifícios*. Aveiro: ANQIP.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues. (2010a). Beneficts of water efficiency. Portugal SB10, Vilamoura, Portugal.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues. (2010b). Eficiência hídrica em edifícios. Situação e perspetivas em Portugal. 10.º Congresso da Água, Portugal.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues. (2012). Aproveitamento de águas pluviais e de águas cinzentas em edifícios. Situação em Portugal. *11.º Congresso da Água*, Porto, Portugal.
- Silva-Afonso, A. (2009). Building rainwater harvesting systems. Doubts and certainties. *35th CIB W062*, Dusseldorf, Alemanha.

- Silva-Afonso, A., Pimentel-Rodrigues, C. & Lança, I. (2011). Reuse and recycling of greywater in buildings. The Portuguese approach. *37th CIB W062*, Aveiro, Portugal.
- Souza, J., Moraes, M., Sonoda, S., Santos, H. (2014). A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil, *REDE - Revista Eletrónica do PRODEMA*, Fortaleza, 8 (1).
- Teixeira, N. (2013). Avaliação da viabilidade técnico-económica da reutilização de águas numa moradia unifamiliar (Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior).
- UNESCO. (2020). Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020 - Água e mudança climática.
- Vale, P. (2019). Estudo de viabilidade de eficiência hídrica no Centro Escolar de Santa Maria da Cidade de Bragança (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança).
- World Water Council, www.worldwatercouncil.org, Acedido em março 2020.
- Zavattieri, C. (2020). Uso eficiente de água nas piscinas municipais da cidade de Bragança (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança).

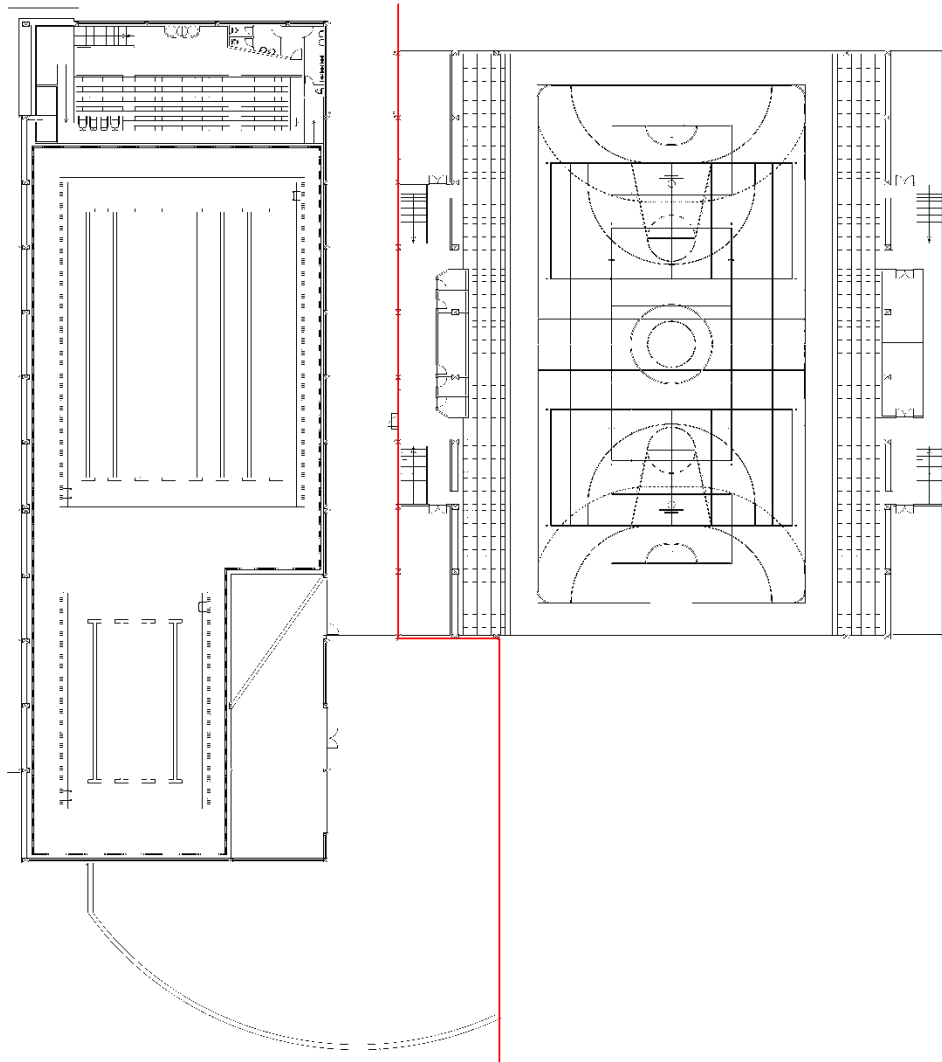
Anexos

Anexo I: Plantas do projeto

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



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



Anexo II: Precipitação média mensal ao longo dos anos no concelho de Bragança (2010-2019)

II.1. Precipitação média mensal ao longo dos anos no concelho de Bragança (2010-2019).

Bragança	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
2010	134,9	201,2	107,7	109,7	65,7	104,8	3,1	0,6	31,6	141,7	77,1	213,3
2011	108,4	90,0	81,4	63,8	46,4	14,9	1,1	47,4	20,1	71,5	136,8	31,5
2012	12,8	0,0	3,5	80,6	65,5	13,9	19,0	12,2		67,4	80,8	94,2
2013	142,6	69,0	168,0	64,1	35,8	3,6	15,8	0,0	47,4	151,5	11,1	161,6
2014	164,4	151,0	40,0	60,8	32,7	16,0	33,9		88,5	130,1	171,4	38,3
2015	48,0	18,2	2,3	48,8	45,2	57,6	2,4	5,5	78,0	166,3	105,1	69,6
2016	258,0	136,9	59,7	175,3	104,6	8,5	0,5	10,1	21,7	65,5	82,9	47,3
2017	46,2	173,0	49,0	15,9	74,4	5,8	6,6	5,3	0,0	17,2	45,3	116,2
2018	54,2	51,6	239,8	89,8	37,7	118,7	11,2	0,0	20,8	46,7	196,9	55,2
2019	41,5	23,6	28,1	103,6	9,2	31,4	8,1	21,0	16,8	75,4	114,9	213,9
Média	101,10	91,45	77,95	81,24	51,72	37,52	10,17	11,34	36,10	93,33	102,23	104,11


Anexo III: Ficha técnica do SPRAC




Rev.4 15.06.18

SISTEMAS DE REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE ÁGUAS CINZENTAS

ECODEPUR[®] BIOX/ SPRAC

 Z. I. Casal dos Frades, 68
2435-661 Seiça - Ourém

 T. +351 249 571 500
F. +351 249 571 501

 W. www.ecodepur.pt
@. geral@ecodepur.pt



APRESENTAÇÃO

Os **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC** são equipamentos destinados à recepção e tratamento de águas residuais cinzentas (banhos, duchas e lavatórios), adequando a qualidade da água tratada para usos secundários (autoclismos, rega, lavagens diversas, etc.).

ENQUADRAMENTO

Os diferentes sistemas e opções **ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC** incluem-se na Gama de Sistemas Prediais de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas (**SPRAC**). Em termos gerais, a conceção, a instalação e a exploração dos **SPRAC** devem respeitar a legislação, a regulamentação e a normalização nacional e europeia eventualmente existentes e aplicáveis a estas instalações ou a qualquer dos seus componentes.

Os diferentes sistemas e opções **ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC** têm por base as especificações técnicas da **ANQIP (Associação Portuguesa para a Qualidade das Instalações Prediais)**, nomeadamente a **Especificação Técnica ANQIP ETA 0905, que estabelece critérios técnicos para a realização de sistemas de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC)**.

A reutilização de águas residuais tratadas, como estratégia de combate à crescente escassez de água, é um dos principais desafios colocados à humanidade nos próximos anos.

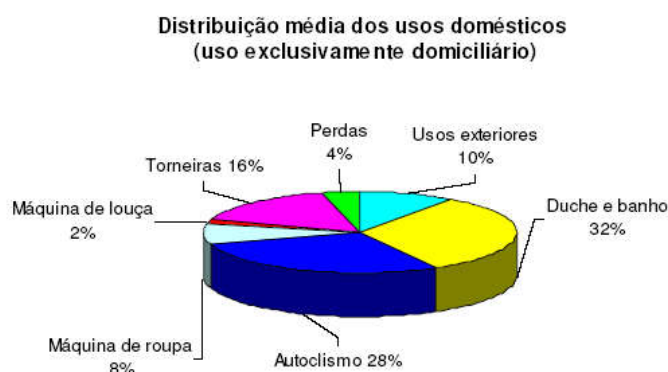
Com vista a contribuir de forma efectiva para a resolução deste problema, a **ECODEPUR[®]** desenvolveu o sistema **BIOX/SPRAC** que permite efectuar o tratamento das águas cinzentas, adequando a qualidade da água tratada à sua reutilização para usos secundários.

Efectivamente, a ocorrência de episódios de seca não constituem eventos esporádicos, pois que, como se poderá ler no Relatório de Balanço, iniciativa do Secretariado da Comissão para a Seca 2005 [1], "A situação geográfica do território do Continente português é favorável à ocorrência de episódios de seca, pelo que este fenómeno não constitui propriamente uma surpresa, devendo antes ser encarado como um elemento climático de determinada frequência".

Será de referir que a 30 de Setembro de 2005, todo o território nacional continuava em situação de seca meteorológica: 3% em seca moderada, 36% em severa e 61% em extrema. O ano de 2012 trouxe-nos um cenário praticamente idêntico, o que indicia que estes fenómenos são cada vez mais frequentes.

Com vista a garantir a satisfação dos consumos de água para os diferentes usos é urgente tomar medidas que tornem Portugal menos dependente da lotaria meteorológica que presenciamos actualmente.

De seguida apresenta-se um Gráfico onde se verifica a distribuição média dos consumos em usos domésticos.



Em síntese pode afirmar-se que pelo menos 38% dos usos domiciliários de água não necessitam de água potável pois que se destinam a autoclismos, lavagens de carros, regas de jardins privados, entre outros. A esta parcela acrescem outros usos públicos que igualmente não necessitam de água potável como a lavagem de ruas ou a rega de jardins, assim como usos comerciais e industriais.

A tecnologia **ECODEPUR® BIOX/SPRAC** pode assim apresentar várias aplicações que se estendem desde moradias unifamiliares a prédios, empreendimentos turísticos, loteamentos e condomínios, estações de serviço, lares de 3ª idade, escolas, complexos desportivos, etc.

Salienta-se que a reutilização foi uma das soluções preconizadas pela Comissão para a Seca 2005, com vista a mitigar os efeitos das secas.

O sistema BLOX permite reduzir significativamente o consumo de água doméstica, resultando não só numa contribuição efectiva para a preservação do recurso "água" mas também num investimento vantajoso com retorno económico a curto prazo, uma vez que conduz a uma redução do custo associado ao consumo de água e consequentemente da taxa de saneamento aplicada.

Os equipamentos são dimensionados caso a caso, consoante a tipologia específica da aplicação (moradia unifamiliar, condomínio, hotel, ...) e do nº. de habitantes a servir.

BENEFÍCIO

Os **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR® BIOX/SPRAC** apresentam vantagens ao nível Económico, Técnico e Ambiental.

BENEFICIO ECONÓMICO

Gestão e optimização de consumos com conseqüente redução do custo associado ao consumo de água potável. O benefício económico alcançado assenta na conjugação dos seguintes Factores:

- 1 – Redução do n.º de metros cúbicos de água de saneamento (menos m³ consumidos);
- 2 – Redução do escalão de tarifação (consumo de menos m³ a um valor €/m³ mais baixo);
- 3 – Redução do valor associado à taxa de saneamento aplicada, uma vez que esta se encontra normalmente indexada ao valor de água potável consumida.

BENEFICIO TÉCNICO

Criação de uma reserva estratégica de água, útil em períodos de falta de água por interrupção temporária do fornecimento (roturas, seca, ...).

BENEFICIO AMBIENTAL

Preservação de recursos naturais (água), reduzindo o seu consumo e contribuindo deste modo para a sua preservação e utilização sustentável. A utilização desde tipo de sistemas gera ainda uma "Imagem Ambiental" de vanguarda.

VANTAGENS

- Facilidade e flexibilidade de instalação (intervenção humana reduzida)
- Ausência de odores;
- Facilidade e conforto de operação e manutenção (funcionamento automático/minimização da intervenção humana);
- Baixos custos de primeiro investimento e funcionamento;
- Design Industrial (equipamento de vanguarda);
- Ausência de Ruído incomodativo;
- Segurança funcional (hidráulico – sanitário).

APLICAÇÃO

Sugere-se a aplicação dos **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC** em todas as novas construções, desenvolvidas para diferentes aplicações:

- Moradias;
- Parques de Campismo;
- Edifícios Públicos e Institucionais;
- Escolas, entre outros.
- Condomínios;
- Ginásios;
- Complexos desportivos;

Este sistema é facilmente instalável em fase de construção, podendo ainda ser equacionada com vantagem a sua instalação em fases de remodelação e/ou reabilitação.

PARÂMETROS DE TRATAMENTO

PARÂMETRO	VALORES MÁXIMOS ADMISSÍVEIS
Legionella spp(*)	100 UFC/100 ml
Enterococcus	100 UFC/100 ml
Escherichia coli	200 UFC/100 ml
Salmonellae	Não detectável
Parasitas entéricos	1 ovo/10 l
SST	10 mg/l
Turvação	2 UNT

FUNCIONAMENTO

Os **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC**, recebem as águas residuais da instalação após utilização em chuveiros/banhos e lavatórios e consistem no tratamento e acumulação de água para usos secundários. O tratamento é constituído por um tratamento biológico, seguido do tratamento terciário.

TRATAMENTO BIOLÓGICO

Após a operação de gradagem, destinada à retenção de sólidos grosseiros que possam inadvertidamente ter entrado na rede de drenagem, o efluente é encaminhado para o reactor biológico.

O reactor biológico de tipologia SBR (Sequencing Batch Reactor), opera pelo processo de lamas activadas, em regime de média carga. O processo de tratamento por lamas ativadas em sistema "Batch" caracteriza-se principalmente pelo facto do arejamento e a decantação de lamas se processarem sequencialmente, de forma cíclica, no mesmo reservatório.

O efluente no reactor biológico é arejado através de um sistema de difusão de bolha fina alimentado por um soprador, de modo a que os fenómenos de oxidação biológica se desenvolvam à extensão pretendida e promovendo a degradação biológica garantindo elevados níveis de tratamento. Seguidamente ocorre a decantação da matéria em suspensão no efluente e por fim o efluente clarificado é bombeado para o tratamento terciário.

O funcionamento dos **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC** é totalmente controlado pelo Quadro de Comando e Controlo.

TRATAMENTO TERCIÁRIO

Em alguns modelos dos **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC**, surge uma etapa de **equalização**, antes do processo de filtração. Nestes casos existirá uma bombagem para a filtração a partir deste tanque.

Esta **filtração** é um processo para remoção de compostos orgânicos, através de filtração por carvão ativado, e matéria em suspensão através de um filtro de copo com malha filtrante.

Os **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC** utilizam um filtro de carvão ativado constituído pela garrafa, válvula automática, sistema de difusão interno, um kit de adaptadores para ligação da válvula, um acessório de tomada de pressão para pilotagem (série T), by-pass externo (série AT) e material constituinte do leito filtrante. Este é composto por uma camada de areia de sílica drenante no fundo e o restante com carvão ativado. O ciclo de contra-lavagem do filtro é efectuado por meio de relógio temporizador.

É também fornecida uma electroválvula para a contralavagem do filtro com água reciclada.

Para minimizar a possibilidade de passagem de partículas que possam danificar os equipamentos sanitários e/ou de rega, incorporou-se à saída do filtro de carvão um bloco adicional de filtração por meio de um filtro copo, com malha de 25 micra.

Após filtração é efectuada a **desinfecção**, onde é adicionado ao efluente uma quantidade pré-determinada de solução desinfectante (normalmente hipoclorito de sódio) de modo a eliminar o potencial patogénico do efluente e torná-lo viável para a reutilização pretendida (rega, lavagens de pavimentos e autoclismos), conferindo deste modo completa segurança sanitária à instalação. Após adição de desinfectante, o efluente é encaminhado para o reservatório de acumulação e contacto, onde permanecerá o tempo mínimo de 30 minutos para que o reagente faça efeito.

ARMAZENAMENTO DE ÁGUA TRATADA

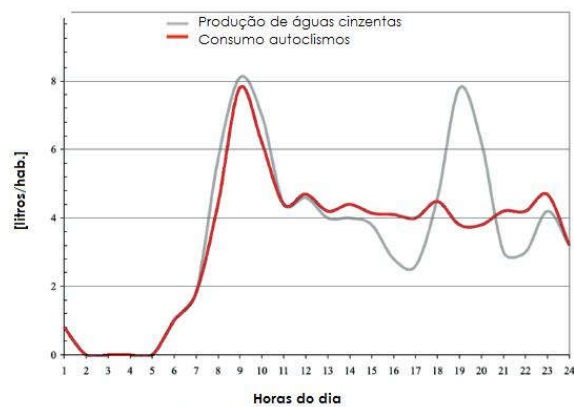
O reservatório de contacto e armazenamento de água tratada destina-se a acumular a água tratada nos períodos de produção para que esteja disponível nos períodos de consumo. Terá de ser suficientemente grande para não ocorrerem desperdícios (saída por bypass) e para minimizar a entrada de água da rede. O tempo de retenção não pode, contudo, ser demasiado grande para que possibilite o desenvolvimento de microorganismos que deteriore a qualidade da água tratada e que produzam maus cheiros.

O reservatório de armazenamento de água tratada é dotado de uma bóia de nível mínimo para permitir a compensação com água da rede em situações em que o consumo seja superior à produção de águas cinzentas.

A introdução de água potável no reservatório de armazenamento de água tratada é efectuada com perda total de pressão, impedindo o cruzamento de redes e eliminando potenciais focos de contaminação.

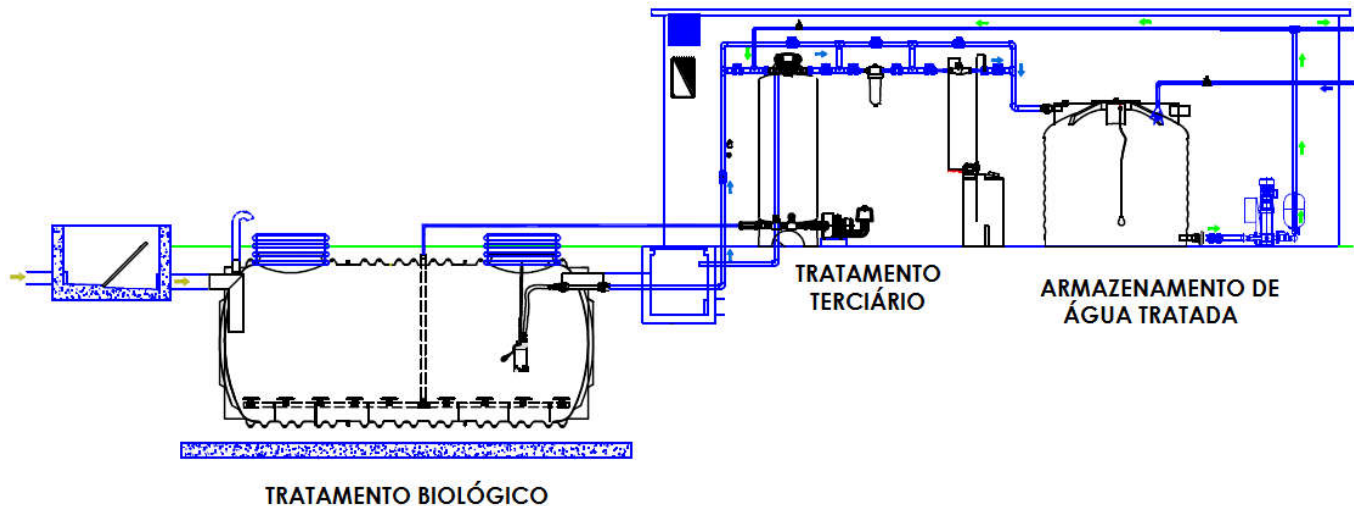
Conjuntamente com o sistema é fornecida uma electroválvula para comando da entrada de água da rede.

A água tratada é posteriormente pressurizada para a rede secundária que irá ser utilizada para alimentação dos autoclismos, sistema de rega e/ou lavagem de pavimentos.



Fonte: Surendan & Wheatley, 1998, J.CIWEM, 12 406-413, citado por AQUA ESPAÑA, 2011

ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO/DIMENSÕES DO SISTEMA



MODELO	CAUDAL (m³/dia)	TRATAMENTO BIOLÓGICO		TRATAMENTO TERCIÁRIO				ACUMULAÇÃO ÁGUA TRATADA
		VOLUME (m³) [LxØxH] (mm)	EQUALIZAÇÃO (m³) [LxØxH] (mm)	BOMBA	FILTRO	FILTRO AFINAÇÃO	DESINFECÇÃO	VOLUME (m³) [LxØxH] (mm)
BIOX/SPRAC 2,8	2,8	5 [2.360 x 1.800 x 1.870]	-	DIWA05	ECO FCA10AT	BIG10	hipoclorito	1,5 [1.350x1.210x1.250]
BIOX/SPRAC 5,6	5,6	5 [2.360 x 1.800 x 1.870]	-	DIWA05	ECO FCA14AT	BIG10	hipoclorito	3 [1.910x1.500x1.540]
BIOX/SPRAC 11,2	11,2	10 [3.440 x 2.190 x 2.265]	-	DIWA05	ECO FCA21T	BIG20	hipoclorito	5 [2.360x1.800x1.870]
BIOX/SPRAC 14,0	14,0	15 [4.980 x 2.190 x 2.265]	-	DIWA07	ECO FCA24T	BIG20	hipoclorito	6 2 x [1.910x1.500x1.540]
BIOX/SPRAC 16,8	16,8	15 [4.980 x 2.190 x 2.265]	-	DIWA11	ECO FCA30T	NW32	hipoclorito	8 2x[--- x1.890x1.910]
BIOX/SPRAC 22,4	22,4	20 [6.520x2.190x2.265]	-	DIWA11	ECO FCA30T	NW32	hipoclorito	10 2x[2.360x1.800x1.870]
BIOX/SPRAC 26,6	26,6	25 [8.060x2.190x2.265]	5 [2.360x1.800x1.870]	SC411	ECO FCA36T	NW32	hipoclorito	15 3x[2.360x1.800x1.870]
BIOX/SPRAC 30,8	30,8	30 [9.600x2.190x2.265]	5 [2.360x1.800x1.870]	SC411	ECO FCA36T	NW32	hipoclorito	15 3x[2.360x1.800x1.870]
BIOX/SPRAC 37,8	37,8	35 [11.140x2.190x2.265]	5 [2.360x1.800x1.870]	10SV04 F015T	ECO FCA36T	NW500	hipoclorito	20 [2.360x1.800x1.870] [4.980x2.190x2.265]
BIOX/SPRAC 43,4	43,4	40 [12.680x2.190x2.265]	5 [2.360x1.800x1.870]	10SV05 F022T	ECO FCA42T	NW500	hipoclorito	25 [2.360x1.800x1.870] [6.520x2.190x2.265]
BIOX/SPRAC 47,6	47,6	45 [14.220x2.190x2.265]	5 [2.360x1.800x1.870]	15SV03 F030T	ECO FCA42T	NW500	hipoclorito	25 [2.360x1.800x1.870] [6.520x2.190x2.265]
BIOX/SPRAC 53,8	53,8	50 [8.420x2.980x3.050]	5 [2.360x1.800x1.870]	15SV03 F030T	ECO FCA48T	NW500	hipoclorito	30 [2.360x1.800x1.870] [8.060x2.190x2.265]

As imagens e dimensões apresentadas podem ser alteradas sem aviso prévio.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Sem minimizar os benefícios técnicos e ambientais, a incorporação em projectos de investimento de um **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC** terá de ser visto como uma boa opção de gestão financeira e de recursos, uma vez que se traduz em poupanças reais de dinheiro, conforme se poderá verificar na tabela abaixo. A taxa de rentabilidade do investimento terá inclusivamente tendência para crescer ao longo do tempo, em virtude da tendência de aumento do custo unitário da água.

MODELO	CAUDAL MÉDIO DIÁRIO (m ³ /dia)	POTÊNCIA TOTAL INSTALADA (Kw)	ENERGIA TOTAL CONSUMIDA (kw-h/dia)	POUPANÇA DIÁRIA (m ³ /kw-h)
BIOX/SPRAC 2,8	2,8	0,8	4,8	0,6
BIOX/SPRAC 5,6	5,6	0,8	4,8	1,2
BIOX/SPRAC 11,2	11,2	1,25	7,5	1,5
BIOX/SPRAC 14,0	14,0	2,35	14,1	1,0
BIOX/SPRAC 16,8	16,8	2,7	16,2	1,0
BIOX/SPRAC 22,4	22,4	2,7	16,2	1,4
BIOX/SPRAC 26,6	26,6	3,25	17,4	1,5
BIOX/SPRAC 30,8	30,8	4,65	26,5	1,2
BIOX/SPRAC 37,8	37,8	5,6	29,7	1,3
BIOX/SPRAC 43,4	43,4	6,3	31,6	1,4
BIOX/SPRAC 47,6	47,6	7,1	33,4	1,4
BIOX/SPRAC 53,8	53,8	7,1	35,0	1,5

QUADRO ELÉCTRICO

O funcionamento do sistema é comandado por relógios temporizadores, com o seguinte regime de trabalho:

Horas	01:00		02:00		03:00		04:00		05:00		05:00		07:00		08:00		09:00		10:00		11:00		12:00	
Soprador	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
Bomba	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF

Horas	13:00		14:00		14:00		16:00		17:00		18:00		19:00		20:00		21:00		22:00		23:00		24:00	
Soprador	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
Bomba	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF

O Quadro Eléctrico possui protecções térmicas para cada motor do sistema reguladas para o respectivo consumo. Se por alguma razão esse consumo seja excedido, dá-se um disparo da protecção, acendendo-se a respectiva luz vermelha. Esse excesso de consumo poderá ser devido a algum entupimento que provoque um sobreaquecimento do motor. Assim sendo, recomenda-se que se verifique se há algum constrangimento da tubagem de admissão ou saída de ar do soprador, ou se existe algum objecto (normalmente farrapos ou cabelos) a impedir a rotação livre do impulsor da bomba.

Caso se verifique alguma destas situações será conveniente efectuar a adequada limpeza e corrigir a situação. Caso contrário, deverá ser contactada a Ecodepur®, Lda. (caso se encontre dentro do prazo de garantia), ou deverá ser contactado um electricista competente para verificar o motor avariado.

Este quadro permite alimentar os seguintes componentes:

- Bomba de extracção do tratamento biológico – com comando por relógio;
- Bomba de alimentação ao filtro carvão ativado – paragem por pressostato de máxima, bóia de nível máximo no reservatório de acumulação de água tratada e protecção nível mínimo;
- Soprador – com comando por relógio;
- Electroválvula de lavagem do filtro (normalmente fechada) – abre por comando de microswitch do filtro;
- Electroválvula de entrada de água da rede (normalmente fechada) – abre por nível mínimo no reservatório de acumulação de água;

Em alguns modelos a bomba de extracção do tratamento biológico é a mesma bomba de alimentação à filtração.

Está prevista uma saída a bornes para protecção de hidropressora (a fornecer pelo cliente) por nível mínimo no reservatório de acumulação de água tratada, assim como uma saída monofásica a bornes para alimentação da tomadas monofásicas, a executar no edifício de apoio pelo cliente, de modo a alimentar a bomba doseadora hipoclorito e válvula filtro de carvão);

O sistema poderá funcionar em dois modos: manual ou automático. Funcionando em modo automático, os equipamentos arrancarão e pararão de acordo com o regime programado no relógio de comando. Em modo manual, os equipamentos funcionarão conforme se deixe os comutadores em 0 (off) ou Man (on). Recomenda-se o modo manual para testar os equipamentos, após o que se deve deixar no modo automático.

INSTALAÇÃO

De modo a poder instalar e aproveitar o **Sistema de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR® BIOX/SPRAC** deverão ter o cuidado de projectar e executar redes duais de águas e esgotos de acordo com as seguintes indicações:

- As descargas das sanitas, pias lava-loiças e máquinas de lavar loiça e roupa deverão ser encaminhadas directamente para a rede de esgotos e para o saneamento público;
- As descargas de águas cinzentas (chuveiros, banheiras e lavatórios) deverão ser encaminhadas para o Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR® BIOX/SPRAC;
- Deverá ser prevista uma rede de abastecimento de água para os usos nobres (fornesiras dos duches, lavatórios, bidés, lava-loiças, máquinas de lavar loiça e roupa) alimentada pela rede pública de água potável;
- Deverá ser prevista uma rede de abastecimento de água para os usos secundários (autoclismos, rega, lavagens de pavimentos, ...) alimentada pelo Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR® BIOX/SPRAC.

Todos os elementos integrantes do **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR® BIOX/SPRAC** deverão estar num circuito independente do sistema de água potável, evitando riscos de ligações cruzadas, de acordo com as boas práticas de construção e regulamentação em vigor, nomeadamente o Regulamento Geral das Edificações Urbanas.

Por sua vez, o sistema deverá garantir o fornecimento de água inclusivamente em caso de possível corte de energia. Para isso, ficará claramente estabelecido no projecto de execução o protocolo de actuação em caso de comutação para a água de rede, cumprindo-se as disposições de segurança previstas na norma EN 1717 "Protecção contra a poluição da água potável nas instalações hidráulicas e requisitos gerais dos dispositivos capazes de prevenir a poluição por refluxo".

A instalação do **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR® BIOX/SPRAC** deverá seguir as instruções para a **Instalação de Reactores/Depósitos em Polietileno Linear (<10.000 L ou Ø 2.190/Ø 2.980)** que são fornecidas juntamente com o catálogo do produto.

Para além das instruções referidas anteriormente, deverão tomar-se em consideração as seguintes recomendações:

1. A unidade ECODEPUR® BIOX/SPRAC destina-se a instalação enterrada. Caso de se prever a sua instalação aérea deverão ser contactados os Serviços Técnicos da Ecodepur®, de modo a que os equipamentos sejam dimensionados estruturalmente para o efeito;
2. Conectar as tubagens de respiro às respectivas picagens nos reservatórios de modo a permitir condições de ventilação. A localização do ponto de descarga de subprodutos gasosos, resultantes do processo de tratamento deverá ter em conta as condições específicas da instalação (a correcta colocação do respiro impedirá a formação de qualquer odor desagradável de forma permanente);
3. Instalar os equipamentos electromecânicos numa "casa de máquinas" ampla e ventilada.
4. As interligações entre os diversos equipamentos electromecânicos e o reservatório de Polietileno deverão ser executadas por profissional especializado (canalizador / electricista) e obedecendo aos esquemas de instalação fornecidos pela Ecodepur – Tecnologias de Protecção Ambiental, Lda.
5. As tubagens de ligação entre a bomba e o filtro de carvão deverão ter suportes próprios e não deverão estar apoiadas nos equipamentos, o que poderá provocar deformação ou quebra do material.
6. Proceder às ligações eléctricas do equipamento conforme o esquema eléctrico fornecido.
7. **TODOS OS PONTOS DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS SECUNDÁRIAS DEVERÃO SER DEVIDAMENTE IDENTIFICADOS DE MODO A NÃO SE CORRER O RISCO DE CONSUMO PARA FINS DE POTABILIDADE.** Não só as torneiras e pontos de rega deverão ser identificados como se aconselha também à utilização de tubagens de cor diferente em instalações "à vista".
8. Os pontos de entrega de água cinzenta reciclada de livre acesso, caso existam, deverão possuir sistemas de segurança complementares à sinalização, tais como torneiras de manípulo desmontável ou bloqueável.
9. Em caso de dúvida não hesite em contactar os nossos serviços técnicos.



De acordo com as características dos solos, deverão ser SEMPRE seguidas as instruções para instalação em terrenos secos, terrenos inundáveis ou argilosos:

MANUTENÇÃO

Os **Sistemas de Reutilização e Reciclagem de Águas Cinzentas, ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC** têm uma manutenção muito fácil dada a simplicidade e robustez dos seus equipamentos.

As lamas biológicas em excesso acumuladas no reactor biológico deverão ser limpas sempre que a sua quantidade o aconselhe. Recomendamos que a limpeza se efectue pelo menos de dois em dois anos.

A periodicidade de limpeza dos tanques de acumulação deverá ser ditada pela prática de exploração, embora se recomende pelo menos uma limpeza geral a cada dois anos.

Uma vez que a acumulação de espuma pode ter efeitos perniciosos no funcionamento do Sistema de Reaproveitamento, aconselha-se a utilização de detergentes biodegradáveis e de baixo nível de tensoactividade, bem como a utilização de boas práticas para a redução do consumo de detergentes.

EQUIPAMENTOS

Todas as operações de reparação e manutenção só poderão ser efectuadas após se terem desligado todas as fontes de corrente eléctrica.

Em condições de funcionamento normal, as bombas não necessita de manutenção preventiva. Todavia, poderá ser necessário proceder à limpeza dos componentes hidráulicos se se verificar uma diminuição das prestações das bombas. As bombas só podem ser desmontadas por pessoal especializado e qualificado para o efeito.

O Soprador apenas necessita de limpeza do filtro a cada três meses e a sua substituição anualmente.

O filtro de carvão procede a limpezas automáticas do meio filtrante. Aconselha-se, todavia, a substituição total do meio de enchimento do filtro a cada 2 anos.

Relativamente ao sistema de desinfecção, a manutenção resume-se à limpeza do chupador e do injectador (enxaguamento em água limpa) a cada três meses, bem como de reposição de hipoclorito de sódio sempre que o respectivo reservatório esvazie.

GARANTIA

Cinco (5) Anos, contra eventuais defeitos de fabrico no Reactor Biológico, no Reservatório de equalização e Reservatório de Contacto/Armazenamento de Água Tratada; []

Dois (2) Anos, contra eventuais defeitos de fabrico dos equipamentos electromecânicos que compõem o módulo **ECODEPUR[®] BIOX/SPRAC**.

A ECODEPUR[®] – Tecnologias de Protecção Ambiental, Lda., será responsável pela introdução de medidas correctivas conducentes ao bom funcionamento do equipamento, caso se verifique necessário.

A ECODEPUR[®] – Tecnologias de Protecção Ambiental, Lda não assume qualquer responsabilidade, caso se verifiquem claros indícios de má instalação, manutenção e/ou utilização.

Anexo IV: Mapa auxiliar de dimensionamento de um SAAP

Tabela IV.1 - Dimensionamento do reservatório pelo Mapa Auxiliar ANQIP - Cenário 2.1.

Mês	Precipitação média mensal	Consumo mensal	Volume aproveitável de chuva mensal	Diferença (Disponibilidade-Consumo)	Diferenças de cálculo	Volume adotado para o reservatório	Volume de água no reservatório		Suprimento
	(mm)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	Início	Fim	(m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
outubro	93,33	70,01	131,94	61,93	61,93	70,00	0,00	61,93	0,00
novembro	102,23	70,01	144,52	74,51	74,51		61,93	70,00	0,00
dezembro	104,11	70,01	147,18	77,17	77,17		70,00	70,00	0,00
janeiro	101,10	70,01	142,93	72,92	72,92		70,00	70,00	0,00
fevereiro	91,45	70,01	129,28	59,27	59,27		70,00	70,00	0,00
março	77,95	70,01	110,20	40,19	40,19		70,00	70,00	0,00
abril	81,24	70,01	114,85	44,84	44,84		70,00	70,00	0,00
maio	51,72	70,01	73,12	3,11	3,11		70,00	70,00	0,00
junho	37,52	70,01	53,04	-16,97	0,00		70,00	53,03	0,00
julho	10,17	70,01	14,38	-55,63	0,00		53,03	0,00	2,60
agosto	11,34	70,01	16,04	-53,97	0,00		0,00	0,00	53,97
setembro	36,10	70,01	51,04	-18,97	0,00		0,00	0,00	18,97
TOTAIS	798,26	840,12	1131,52						75,55

Aproveitamento de água pluvial (m³)

764,57 → 91,01%

Tabela IV.2 - Dimensionamento do reservatório pelo Mapa Auxiliar ANQIP - Cenário 2.2.

Mês	Precipitação média mensal	Consumo mensal	Volume aproveitável de chuva mensal	Diferença (Disponibilidade-Consumo)	Diferenças de cálculo	Volume adotado para o reservatório	Volume de água no reservatório		Suprimento
	(mm)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	Início	Fim	(m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
outubro	93,33	70,01	100,46	30,45	30,45	110,00	0,00	30,45	0,00
novembro	102,23	70,01	110,04	40,03	40,03		30,45	70,48	0,00
dezembro	104,11	70,01	112,06	42,05	42,05		70,48	110,00	0,00
janeiro	101,10	70,01	108,82	38,81	38,81		110,00	110,00	0,00
fevereiro	91,45	70,01	98,44	28,43	28,43		110,00	110,00	0,00
março	77,95	70,01	83,91	13,90	13,90		110,00	110,00	0,00
abril	81,24	70,01	87,45	17,44	17,44		110,00	110,00	0,00
maio	51,72	70,01	55,67	-14,34	0,00		110,00	95,66	0,00
junho	37,52	70,01	40,39	-29,62	0,00		95,66	66,04	0,00
julho	10,17	70,01	10,95	-59,06	0,00		66,04	6,97	0,00
agosto	11,34	70,01	12,21	-57,80	0,00		6,97	0,00	50,82
setembro	36,10	70,01	38,86	-31,15	0,00		0,00	0,00	31,15
TOTAIS	798,26	840,12	862,25						81,98

Aproveitamento de água pluvial (m³) =

758,14 → 90,24%

Tabela IV.3 - Dimensionamento do reservatório pelo Mapa Auxiliar ANQIP - Cenário 2.3.

Mês	Precipitação média mensal	Consumo mensal	Volume aproveitável de chuva mensal	Diferença (Disponibilidade-Consumo)	Diferenças de cálculo	Volume adotado para o reservatório	Volume de água no reservatório		Suprimento
	(mm)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	Início	Fim	(m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
outubro	93,33	70,01	232,40	162,39	162,39	50,00	0,00	50,00	0,00
novembro	102,23	70,01	254,56	184,55	184,55		50,00	50,00	0,00
dezembro	104,11	70,01	259,25	189,24	189,24		50,00	50,00	0,00
janeiro	101,10	70,01	251,75	181,74	181,74		50,00	50,00	0,00
fevereiro	91,45	70,01	227,72	157,71	157,71		50,00	50,00	0,00
março	77,95	70,01	194,10	124,09	124,09		50,00	50,00	0,00
abril	81,24	70,01	202,30	132,29	132,29		50,00	50,00	0,00
maio	51,72	70,01	128,79	58,78	58,78		50,00	50,00	0,00
junho	37,52	70,01	93,43	23,42	23,42		50,00	50,00	0,00
julho	10,17	70,01	25,32	-44,69	0,00		50,00	5,31	0,00
agosto	11,34	70,01	28,25	-41,76	0,00		5,31	0,00	36,45
setembro	36,10	70,01	89,89	19,88	19,88		0,00	19,88	0,00
TOTAIS	798,26	840,12	1990,77						36,45

Aproveitamento de água pluvial (m³) =

803,67 → 95,66%

Anexo V: Ficha técnica do SAAP




SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL


ECODEPUR[®], SAAP

CLIENTE: Instituto Politécnico de Bragança

OBRA: Pavilhão desportivo, Bragança

DATA: Novembro de 2020

 Z. I. Casal dos Frades, 68
2435-661 Seiça - Ourém

 T. +351 249 571 500
F. +351 249 571 501

 W. www.ecodepur.pt
@. geral@ecodepur.pt



Reutilização de Águas Pluviais

Os Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais ECODEPUR[®] **AQUAPLUVIA** permitem realizar o tratamento e armazenamento das águas da chuva, com vista a permitir a sua reutilização em condições de total eficiência e segurança hidráulico - sanitária.

Os diferentes sistemas e opções **AQUAPLUVIA** incluem-se na Gama de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (**SAAP**).

Em termos gerais, a conceção, a instalação e a exploração dos **SAAP** devem respeitar a legislação, a regulamentação e a normalização nacional e europeia eventualmente existentes e aplicáveis a estas instalações ou a qualquer dos seus componentes.

Os diferentes sistemas e opções **AQUAPLUVIA** têm por base as especificações técnicas da **ANQIP (Associação Portuguesa para a Qualidade das Instalações Prediais)**, nomeadamente a **Especificação Técnica ANQIP ETA 0701, que estabelece critérios técnicos para a realização de sistemas de aproveitamento de água pluvial (SAAP) das coberturas de edifícios, para fins não potáveis.**

Dia após dia verifica-se um elevado consumo de água em autoclismos, rega, lavagens de roupa e lavagens diversas.

Uma vez que nestas operações não é necessário a utilização de águas potável, a recuperação de água pluviais para a realização dessas operações é cada vez mais encarada como um ponto fundamental da estratégia de combate à escassez de água.

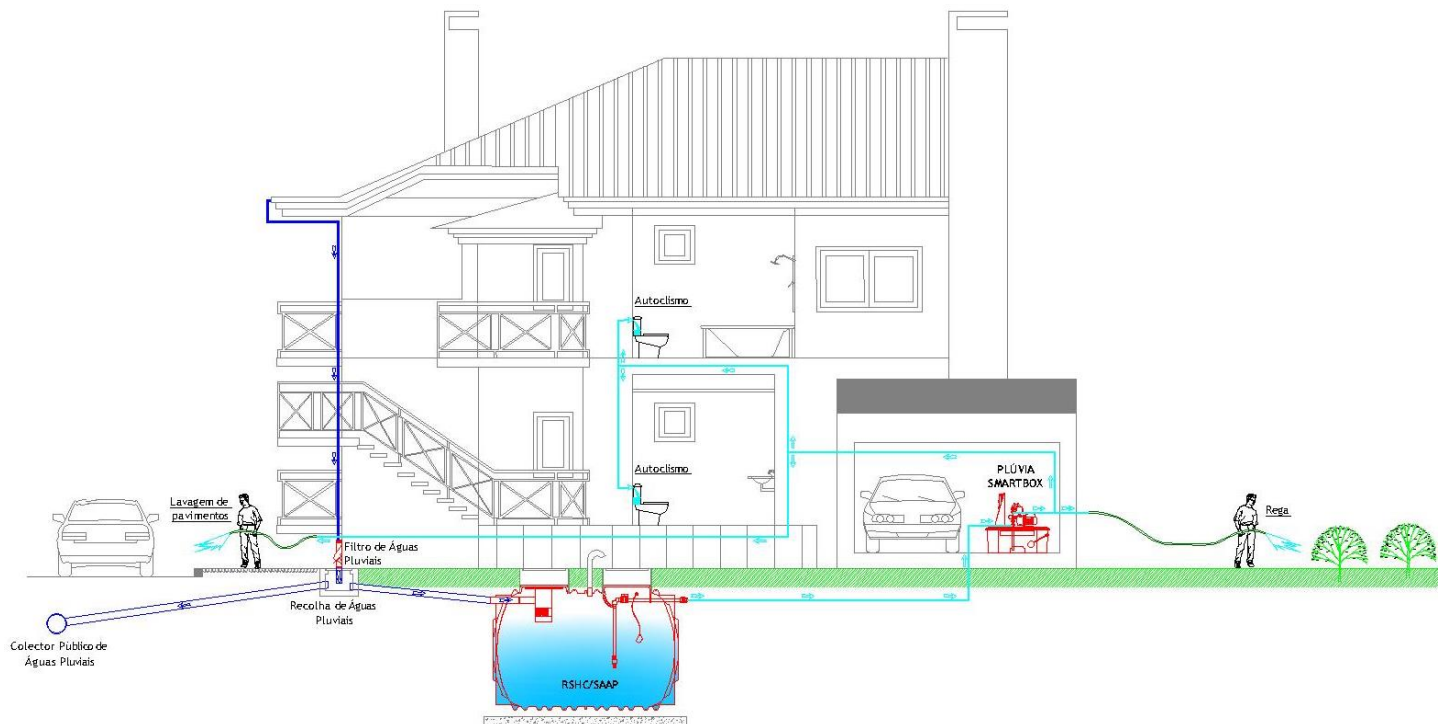
Deste modo, a Gama ECODEPUR[®] **AQUAPLUVIA** permite reduzir significativamente o consumo de água doméstica, resultando não só numa contribuição efectiva para a preservação do recurso "água", mas também num investimento vantajoso com retorno económico a curto prazo, uma vez que conduz a uma redução do custo associado ao consumo de água.

Atualmente a Reutilização de Águas Pluviais é considerado como um fator de valorização e diferenciado das novas construções (**Eficiência Hídrica de Instalações**).

USOS E QUALIDADE DA ÁGUA

A água da chuva, pode ser reutilizada nos seguintes usos:

- Descarga de bacias de retrete;
- Lavagem de roupas;
- Lavagem de pavimentos, automóveis, etc.
- Rega de zonas verdes;
- Usos Industriais (torres de arrefecimento, redes de incêndio, AVAC, etc.)



No caso da rega de zonas verdes e da lavagem de pavimentos, a utilização de água da chuva, observadas as prescrições técnicas de instalação, pode não carecer de qualquer tratamento complementar físico-químico ou bacteriológico.

A utilização de água da chuva sem tratamento em descargas de autoclismo, apenas deve ser admitida quando a água respeite, no mínimo, as normas de qualidade de águas balneares, nos termos da legislação nacional e das Diretivas europeias aplicáveis (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1/8, que transpõe a Diretiva n.º 76/160/CEE, do Conselho, de 8/12).

Na situação referida no item anterior, não sendo cumpridos os valores máximos admissíveis estabelecidos para os parâmetros microbiológicos, deve prever-se uma desinfecção da água por ultravioletas, cloro ou outro processo adequado.

No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfeção, recomenda-se que o cloro residual livre se situe entre 0,2 e 0,6 mg/l.

A lavagem de roupas com água da chuva sem tratamento específico apenas deve ser considerada quando a temperatura da água de lavagem atingir, no mínimo, 55°C.

Nos usos industriais, os tratamentos eventualmente necessários deverão ser analisados caso a caso.

O sistema AQUAPLUVIA apresenta-se num conjunto opções, que permite ao utilizador final definir qual a melhor solução para o seu Projeto em concreto:

- Sistema Aéreo com Filtro de Partículas Incorporado;
- Sistema Subterrâneo com Filtro de Partículas Incorporado;
- Sistema Subterrâneo com Filtro Exterior.

Encontram-se ainda disponíveis, um conjunto de acessórios complementares, para otimizar o processo de reutilização caso a caso, tendo em conta as condicionantes específicas da instalação.

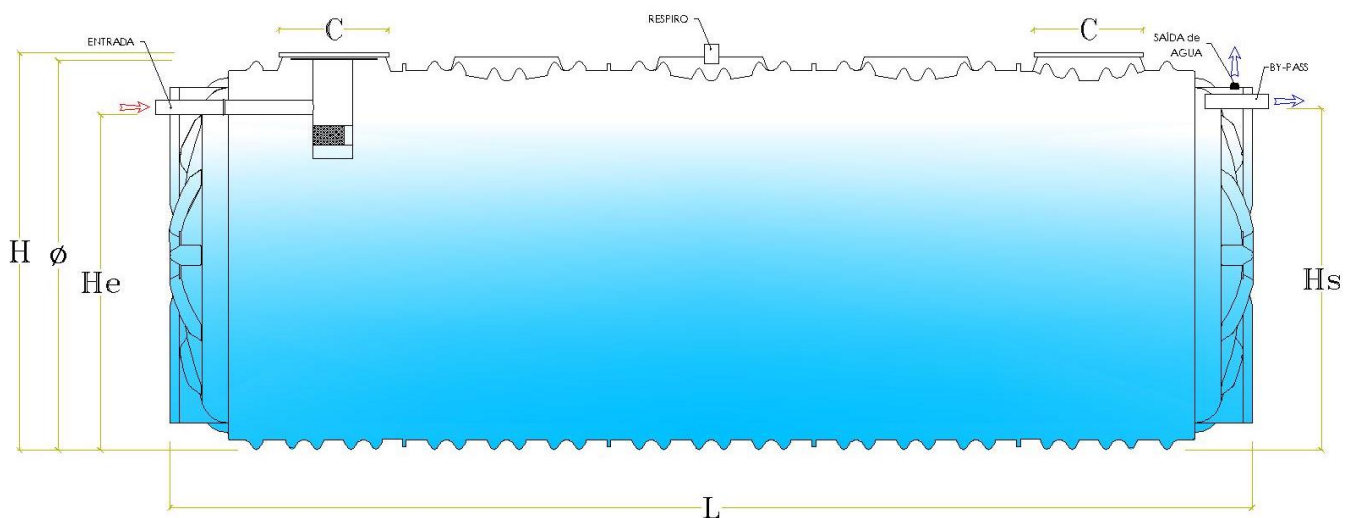
AQUAPLÚVIA SUBTERRÂNEO COM FILTRO DE PARTÍCULAS INCORPORADO – RSC/SAAP

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- 🌿 Fabricado em polietileno linear aditivado anti-UV, por sistema de rotomoldagem;
- 🌿 Cor preta
- 🌿 Reforços horizontais e verticais devidamente situados, que dotam a estrutura de elevada resistência;
- 🌿 Entrada de Homem Ø 790 mm;
- 🌿 Filtro de Partículas Incorporado amovível e de fácil limpeza (retenção de partículas > 1.2 mm);
- 🌿 Entrada/ By-pass Ø 125 mm;
- 🌿 Saída de água tratada - Passa-muros MF 2" x 1"1/2;
- 🌿 Respiro: reservatórios Ø 2.190 - diâmetro 90mm; Reservatórios Ø 2.980 - diâmetro 110 mm.

Modelo	Volume (l)	Ø (mm)	L (mm)	H (mm)	C (mm)	Ø Tubagem (mm)
RSCC/SAAP-70.000	70.000	2.980	11.440	3.050	790	125

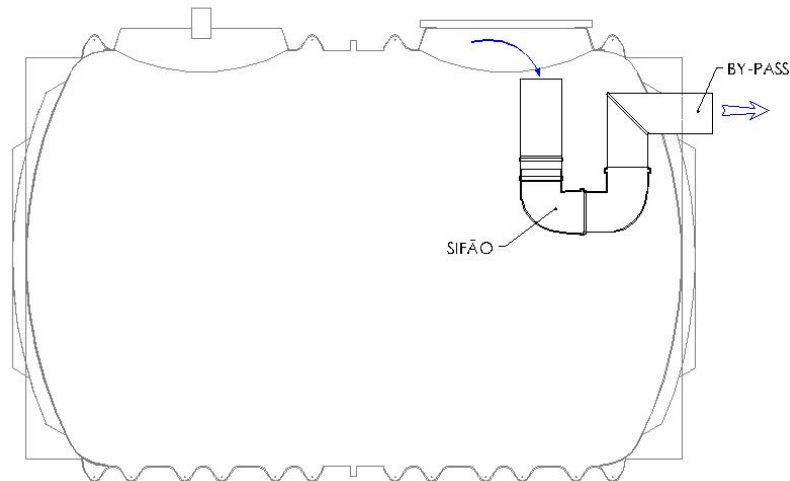
4



ACESSÓRIOS

SIFÃO PARA BY-PASS

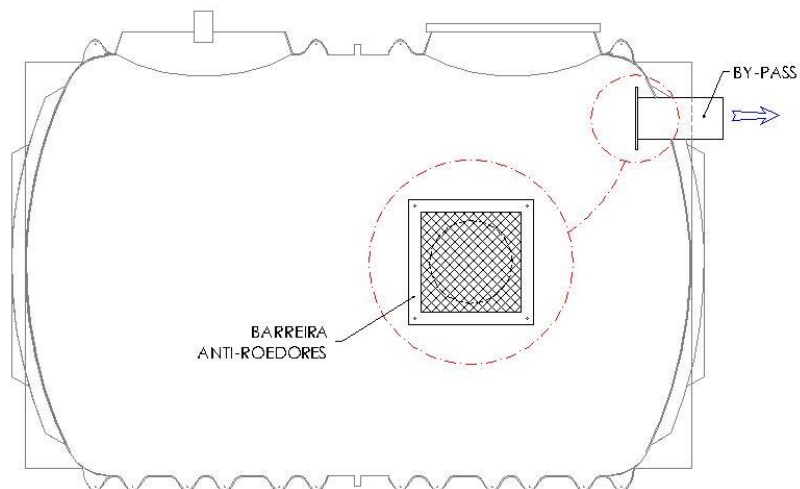
Os sifões impedem a passagem de cheiros provenientes do reservatório. Estes sifões serão montados nos reservatórios fornecidos, podendo possuir os seguintes diâmetros: 125 mm.



5

BARREIRA ANTI-ROEDORES

A barreira anti-roedores impede a entrada de roedores no reservatório pela ligação ao esgoto.



INSTALAÇÃO

Os **reservatórios aéreos** deverão ser instalados sobre uma base sólida e nivelada.

A instalação dos **Reservatórios Subterrâneos, tipo ECODEPUR[®], GAMA RS** deverá seguir as recomendações para **Instalação dos Reactores/Reservatórios em Polietileno Linear (< 10.000 L)**, que são fornecidas com o Catálogo do Produto.

A instalação dos **Reservatórios Subterrâneos, tipo ECODEPUR[®], GAMA RS** deverá seguir as recomendações para **Instalação dos Reactores/Reservatórios em Polietileno Linear (Ø 2.190 mm ou Ø 2.980 mm)** que são fornecidas com o Catálogo do Produto.

Em caso de dúvida não hesite em contactar os nossos serviços técnicos.

MANUTENÇÃO

Devido às suas características, a sua manutenção é praticamente nula, as operações de manutenção necessárias resumem-se à remoção periódica de detritos que se possam acumular no fundo do reservatório e na válvula de retenção.

Dever-se-á, ainda, inspeccionar o funcionamento dos dispositivos de entrada e saída e a estanquicidade das tampas.

6

Componentes	Frequência da manutenção
Filtros	Inspeção e limpeza semestrais
Caleiras e tubos de descarga	Inspeção e limpeza semestrais
Orgãos de tratamento/desinfecção	Inspeção mensal e manutenção anual
Sistema de bombagem	<i>De acordo com as indicações do fabricante</i>
Unidades de controlo	Inspeção semestral e manutenção anual
Canalização e acessórios	Inspeção anual

GARANTIA

Dois (2) anos, contra eventuais defeitos de fabrico para Reservatórios Aéreos. Os reservatórios subterrâneos apresentam garantia de **cinco (5) anos**, contra eventuais defeitos de fabrico.

A **ECODEPUR[®] – Tecnologias de Protecção Ambiental, Lda**, não assume qualquer responsabilidade, caso se observem claros indícios de má instalação e/ou utilização.