

Eficiência hídrica e nexos água-energia em edifícios do Instituto Politécnico de Bragança: três casos de estudo

Gabriel Ohara

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 a **Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Campo Mourão**

Orientadores:

Doutora **Flora Cristina Meireles Silva** (ESTiG - IPB)

Doutora **Ana Maria Antão-Geraldes** (ESA - IPB)

Doutora **Jucélia Kuchla Vieira** (UTFPR - *Campus* Campo Mourão)

Bragança, novembro de 2023

Agradecimentos

Esta dissertação de mestrado não seria possível sem o apoio de algumas pessoas ao longo de minha jornada de vida, e nada mais justo do que reservar a parte inicial para agradecê-las.

Inicialmente agradeço à minha mãe Cassiandra Costa, que enquanto viva esteve presente em cada momento da minha vida sempre me apoiando em tudo que desejava realizar e sempre me impulsionando cada vez mais para ir atrás dos meus sonhos mesmo quando eu decidia realizar coisas extremamente aleatórias.

Agradeço também à minha irmã Analis Costa Ohara, que também enquanto viva apesar das intrigas fraternas sempre deixou claro que o amor fraternal prevalecia no final, sempre me apoiava e aconselhava, e me ensinou a arriscar mais vezes na vida, mesmo quando me diziam que nada daria certo, saudades eternas de você e da mãe.

Agradeço ainda nesta parte inicial ao meu pai Carlos Ohara, que sempre foi um exemplo como pessoa para mim e nunca deixou-me faltar nada, fornecendo tudo para que eu conquistasse algo na vida, e hoje eu conquistei algo que me orgulho e espero que te orgulhe muito também, obrigado pelo apoio, pelas broncas, pela amizade e pela fortificação da nossa ligação de família após as duas terem partido. Infelizmente o senhor faleceu enquanto eu ainda não havia publicado esta dissertação e não pude vê-lo em seus últimos dias, mas sei que estará sempre comigo. Amo vocês três de todo o meu coração e não tenho palavras o suficiente para conseguir expor todos os meus sentimentos a vocês, saudades eternas de todos e obrigado por tudo!

Agora agradeço à minha namorada Rita de Cássia Oliveira Didek que é quem aturou meus surtos e reclamações durante o período e mesmo a uma distância transcontinental conseguiu me amparar e sempre me trazer uma sensação de conforto para que eu pudesse continuar e terminar o trabalho, obrigado por estar sempre comigo, mesmo agora com o que houve continuamos juntos e estreitamos ainda mais nossos laços, obrigado por tanto, amo muito você!

Agradeço também a três amigos muito importantes, Cesar Viana, Mansuetto Salvadori e Naiany Hruschka Salvadori, que com a partida do meu pai me ajudaram em todos os quesitos possíveis para eu seguir em frente, sou eternamente grato a vocês. Agradeço aqui também ao Sérgio Dias Filho, Arthur Balabuch Tamezawa e ao Bruno Simões que foram verdadeiros amigos e deram o suporte necessário nos últimos acontecimentos, obrigado pela amizade de todos aqui citados.

Em relação ao meu desenvolvimento educacional, venho agradecer inicialmente ao Professor Claudio Saldan que foi quem me fez despertar para a área das exatas, sem ele eu teria seguido um caminho completamente diferente e não estaria escrevendo este trabalho, agradeço pelos ensinamentos e pelo direcionamento que me foi dado.

Agradeço também às professoras Flora Cristina Meireles Silva, Ana Maria Antão-Geraldes e à Jucélia Kuchla Vieira que foram orientadoras desta dissertação e sempre deram todo o apoio necessário para entender e solucionar as dificuldades que surgiram durante o trabalho.

Um agradecimento também à Dona Isabel que sempre esteve disposta a ajudar nas coletas das informações nos edifícios para a produção deste trabalho. Agradeço ao engenheiro João Barros que sempre auxiliou também nas coletas de informações específicas sobre os edifícios, ajudando na execução desta dissertação.

Devo um agradecimento aos meus amigos da “Big House” que sempre mantiveram a união e nos entendemos sempre pois todos estávamos na mesma situação. Aqui eu destaco a ajuda do Marcos Campos que auxiliou muito nas coletas de informações para que o trabalho fosse concluído.

Agradeço também ao Instituto Politécnico de Bragança (IPB), especialmente à Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTiG), e à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), no Campus Campo Mourão, por possibilitarem o meu desenvolvimento acadêmico.

Agradeço ainda à Escola Superior de Saúde (ESSa) do IPB pela disponibilização de dados e à técnica do Laboratório de Processos Químicos da ESTiG, Maria João Afonso, pela disponibilidade para a realização das análises à qualidade da água da chuva.

Resumo

O presente trabalho avalia onexo água-energia em três edifícios pertencentes ao Instituto Politécnico de Bragança (IPB), sendo dois deles destinados à estadia de estudantes e um deles destinado às aulas da área da saúde. Neles foram propostas opções de substituição de dispositivos e utilização de redutores de caudal gerando ao todo sete cenários para a análise de viabilidade técnica e económica.

Na Residência (Internacional) Domus Universitária I e na Residência (Internacional) Domus Universitária II, foi proposta a substituição de dispositivos e a utilização de redutores de caudal, enquanto na Escola Superior de Saúde (ESSa), foi proposta apenas a substituição dos dispositivos. Todos os cenários analisados são viáveis economicamente e tecnicamente, gerando uma redução no consumo de água, que irá gerar uma economia energética e por fim uma redução na emissão de CO₂.

Na Domus I é possível alcançar uma poupança de água de 14,27%, que gera uma economia energética de 17% e possibilita uma redução anual de 148,14 kg na emissão de CO₂. Tendo um período de retorno de 4 anos e uma poupança ao longo de 15 anos de 4 262,94 €. Já na Domus II é possível alcançar uma poupança de água de 11,83%, que gera uma economia energética de 10,92% e possibilita uma redução anual de 111,99 kg na emissão de CO₂. Tendo um período de retorno de 6,6 anos e uma poupança ao longo de 15 anos de 3 069,29 €. Por fim, foi analisada a ESSa, na qual é possível alcançar uma poupança de água de 50,76%, que gera uma economia energética de 30% e possibilita uma redução anual de 1 295,69 kg na emissão de CO₂. Tendo um período de retorno de 2,36 anos e uma poupança ao longo de 15 anos de 17 790,58 €.

Sendo assim, a adoção de medidas para uma melhor eficiência hídrica dos edifícios irá impactar economicamente neles e irá ainda ajudar na redução da emissão de CO₂, sendo uma mais valia não apenas para a Instituição, mas também para o planeta que sofre cada vez mais as alterações climáticas.

Palavras-chave

Eficiência hídrica; Nexo Água-Energia; Alterações climáticas; Viabilidade técnico-económica; Residência de Estudantes; Escola Superior de Saúde; Redução da emissão de CO₂.

Abstract

This study assesses the water-energy nexus in three buildings belonging to the Polytechnic Institute of Bragança (IPB), two of which are student residences, and one is used for health-related classes. Various options for replacing devices and using flow reducers were proposed, resulting in a total of seven scenarios for technical and economic viability analysis.

In the Domus I and II residences, the proposal includes the replacement of devices and the use of flow reducers, while in the School of Health Sciences, only the replacement of devices was proposed. All the scenarios analyzed are economically and technically feasible, resulting in a reduction in water consumption, leading to energy savings and ultimately a decrease in CO₂ emissions.

In Domus I, it is possible to achieve a water savings of 14.27%, resulting in an energy saving of 17% and an annual reduction of 148.14 kg in CO₂ emissions. The payback period is 3.5 years, with a savings of 2 896.20€ over ten years. In Domus II, a water savings of 11.83% is attainable, resulting in an energy saving of 10.92% and an annual reduction of 111.99 kg in CO₂ emissions. The payback period is 5.7 years, with a savings of 1 810.51€ over ten years. Finally, in the analysis of ESSa, a water savings of 50.76% is achievable, resulting in an energy saving of 30% and an annual reduction of 1 295.69 kg in CO₂ emissions. The payback period is 2.13 years, with a savings of 12 253.67€ over ten years.

Therefore, adopting measures for better water efficiency in the buildings will have economic impacts and help reduce CO₂ emissions, providing benefits not only to the institution but also to the planet, which is increasingly affected by climate change.

Keywords

Water efficiency; Water-energy nexus; Climate change; Technical and economic viability; Student Residence; Higher School of Health; Reduction of CO₂ emissions.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice	v
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xi
Lista de Nomenclatura	xiv
Capítulo 1	1
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento e justificação do tema	1
1.2. Objetivos	4
1.3. Descrição do plano de trabalho	5
1.4. Estrutura da dissertação	5
Capítulo 2	7
2. Estado da Arte	7
2.1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).....	7
2.2. Eficiência hídrica e energética	9
2.3. Nexo Água-Energia e o AQUA+	9
2.4. Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) 2030	11
2.5. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP).....	12
2.6. Sistema de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos estabelecido pela Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP)	14
2.6.1. Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Autoclismos de Bacias de Retrete	17
2.6.2. Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Chuveiros e Sistemas de Duche	19

2.6.3. Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica ANQIP a Torneiras e Fluxômetros de Urinóis.....	20
Capítulo 3.....	22
3. Materiais e Métodos.....	22
3.1. Descrição da Residência (Internacional) Domus Universitária I, dos equipamentos hidráulicos existentes e medições nos mesmos	22
3.2. Descrição da Residência (Internacional) Domus Universitária II, dos equipamentos hidráulicos existentes e medições nos mesmos	29
3.3. Descrição da Escola Superior de Saúde (ESSa), dos equipamentos hidráulicos existentes e medições nos mesmos	36
3.4. Metodologia de Cálculo do AQUA+	43
3.5. Método de cálculo de volume de água aproveitado determinado pela ETA 0701	44
3.5.1. Dimensionamento Simplificado do Reservatório.....	46
3.5.2. Mapa auxiliar de dimensionamento de um SAAP.....	47
3.6. Análise da área de cobertura e de dados pluviométricos para consideração do SAAP na ESSa	47
3.7. Viabilidade técnica.....	50
3.8. Viabilidade econômica.....	50
3.9. Estimativa de CO2 produzido	52
Capítulo 4.....	53
4. Resultados e Discussão	53
4.1. Estimativa do tempo e frequência de utilização dos equipamentos hidráulicos e resultados das medições.....	53
4.1.1. Resultados na Residência Domus I	53
4.1.2. Resultados na Residência Domus II	55
4.1.3. Resultados na Escola Superior de Saúde (ESSa).....	58
4.2. Consumo de água nos três edifícios e proposta de soluções para a sua redução ...	59
4.2.1. Consumo de água na Residência Domus I e proposta de soluções para a sua redução	59

4.2.2.	Consumo de água na Residência Domus II e proposta de soluções para a sua redução	62
4.2.3.	Consumo de água na Escola Superior de Saúde (ESSa) e proposta de soluções para a sua redução	64
4.3.	Impactos energéticos devido à redução do consumo de água potável por cenários	67
4.3.1.	Redução anual na fatura energética - Domus I.....	67
4.3.2.	Redução anual na fatura energética - Domus II	69
4.3.3.	Redução anual na fatura energética - ESSa	71
4.4.	Análise da viabilidade técnica e económica das soluções propostas	74
4.4.1.	Viabilidade técnica	74
4.4.2.	Viabilidade económica - Domus I.....	74
4.4.3.	Viabilidade económica - Domus II.....	78
4.4.4.	Viabilidade económica - Escola Superior de Saúde (ESSa).....	81
4.5.	Possibilidade de implantação de um SAAP para usos não potáveis na ESSa	84
4.5.1.	Análise da água da chuva	85
4.6.	Comparação dos resultados obtidos neste trabalho com outros estudos.....	86
4.7.	Nexo água-energia e a redução na emissão de CO2	88
Capítulo 5	89
5.	Conclusões e Proposta para Trabalhos Futuros.....	89
5.1.	Conclusões	89
5.2.	Propostas para trabalhos futuros	90
Referências bibliográficas	91
Anexos	96
	Anexo I: Questionários.....	97
	Anexo II: Fichas técnicas de dispositivos e sistemas de aquecimento.....	107
	Anexo III: Dados de Precipitação	115
	Anexo IV: Certificação de Eficiência Hídrica de Dispositivos.....	117

Anexo V: Tabelas de apoio ao cálculo do consumo de água e energia, da economia e do investimento 121

Lista de Figuras

Figura 1: Temperatura média anual observada, Portugal (1901-2021).	2
Figura 2: Gráfico de Médias anuais PDSI - desde 1941.	3
Figura 3: 17 Objetivos Para Transformar o Nosso Mundo.	8
Figura 4: Água para energia e Energia para água.	10
Figura 5: Exemplo de utilização das águas pluviais recolhidas pelo SAAP.	12
Figura 6: Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP).	13
Figura 7: Distribuição percentual média diária da água utilizada em residências.	14
Figura 8: Distribuição percentual média diária da água utilizada em centros escolares.	15
Figura 9: Selos de Eficiência Hídrica em Portugal.	16
Figura 10: Fotografia aérea - Domus I.	23
Figura 11: Fachada da Domus I para a Rua Eng.º José Beça.	23
Figura 12: Torneira de lavatório temporizada - Domus I.	24
Figura 13: Torneira misturadora - Domus I (a); Medição do caudal da torneira misturadora - Domus I (b).	25
Figura 14: Chuveiro e mangueira do chuveiro - Domus I.	26
Figura 15: Mangueira localizada no exterior - Domus I.	26
Figura 16: Modelo sanita - Domus I (a), Modelo urinol - Domus I (b).	27
Figura 17: Lavadora Indesit Everyday Fast Classe A++ - Domus I.	28
Figura 18: Torneira misturadora da cozinha - Domus I.	28
Figura 19: Sistema de aquecimento - Domus I (a); Bomba de calor do sistema - Domus I (b).	29
Figura 20: Fotografia aérea - Domus II.	30
Figura 21: Fachada da Domus II para a Rua Serpa Pinto.	30
Figura 22: Modelo torneira temporizada - Domus II (a); Medição torneira temporizada - Domus II (b).	32
Figura 23: Torneira misturadora do lavatório - Domus II (a); Medição de caudal da torneira misturadora do lavatório - Domus II (b).	32
Figura 24: Chuveiro e mangueira do chuveiro - Domus II (a); Medição do caudal do chuveiro e da mangueira do chuveiro - Domus II (b).	33
Figura 25: Modelo sanita - Domus II.	33
Figura 26: Lavadora - Domus II.	34
Figura 27: Torneira misturadora da Cozinha - Domus II.	35

Figura 28: Torneira misturadora da lavanderia - Domus II.	35
Figura 29: Sistema de aquecimento - Domus II.....	36
Figura 30: Fotografia aérea da ESSa.	37
Figura 31: Fachada da ESSa para a Rua Dom Afonso.	37
Figura 32: Torneira misturadora do lavatório no piso 0 (a); Demonstração do caudal da torneira misturadora do lavatório no piso 0 (b); Torneira misturadora do lavatório no Piso 1 (c); Demonstração do caudal da torneira misturadora do lavatório no piso 1 (d).	39
Figura 33: Torneira misturadora do Bar.	40
Figura 34: Termoacumulador elétrico 35L.	40
Figura 35: Máquina de lavar loiça.	41
Figura 36: Autoclismo de bacia de retrete de 9L, modelo 1 (a); Autoclismo de bacia de retrete de 9L, modelo 2 (b).	41
Figura 37: Modelo de autoclismo de bacia de retrete de descarga dupla de 3L/6L.....	42
Figura 38: Modelo de urinol 1 (a); Modelo de urinol 2 (b).	42
Figura 39: Área de cobertura disponível para captação de águas pluviais - ESSa.	48
Figura 40: Recolha da amostras de águas pluviais.	49
Figura 41: Taxa de Inflação (Taxa de Variação do Índice de Preços no Consumidor).	51
Figura 42: Distribuição do consumo de água na Domus I: Valores Máximos (a); Valores Mínimos (b).	60
Figura 43: Distribuição atual do consumo de água na Domus I: valores médios.	61
Figura 44: Distribuição do consumo de água na Domus II: Valores Máximos (a); Valores Mínimos (b).	62
Figura 45: Distribuição atual do consumo de água na Domus II: valores médios.	63
Figura 46: Distribuição atual do consumo de água na ESSa: valores médios.	66
Figura 47: Retorno do investimento para os dois cenários - Domus I.	77
Figura 48: Retorno do investimento para os dois cenários - Domus II.	80
Figura 49: Retorno do investimento para os três cenários - ESSa.	83
Figura 50: Recolhas feitas e prontas para análise.	85

Lista de Tabelas

Tabela 1: Plano de Trabalho.	5
Tabela 2: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos.	18
Tabela 3: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche.	19
Tabela 4: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório.	20
Tabela 5: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha.	21
Tabela 6: Fluxómetros de urinóis.	21
Tabela 7: Dispositivos de utilização da Domus I.	24
Tabela 8: Dispositivos de utilização da Residência Domus II.	31
Tabela 9: Dispositivos de utilização da ESSa.	38
Tabela 10: Valores recomendados para o coeficiente de escoamento (C).	45
Tabela 11: Precipitação média mensal em Bragança.	48
Tabela 12: Parâmetros analisados e metodologia analítica utilizada.	49
Tabela 13: Tarifa mensal variável de abastecimento de água no concelho de Bragança.	50
Tabela 14: Tarifa mensal fixa de abastecimento de água no concelho de Bragança.	50
Tabela 15: Tarifário energético em Bragança.	51
Tabela 16: Caudal médio das torneiras misturadoras - Domus I.	54
Tabela 17: Caudal médio dos chuveiros e das mangueiras dos chuveiros - Domus I.	54
Tabela 18: Caudal médio da torneira misturadora da cozinha - Domus I.	55
Tabela 19: Caudal médio das torneiras misturadoras - Domus II.	56
Tabela 20: Caudal médio dos chuveiros e das mangueiras dos chuveiros - Domus II.	56
Tabela 21: Caudal médio da torneira misturadora da cozinha - Domus II.	57
Tabela 22: Caudal médio da torneira misturadora da lavandaria - Domus II.	57
Tabela 23: Caudal médio das torneiras misturas dos lavatórios do piso 0 - ESSa.	58
Tabela 24: Caudal médio das torneiras misturadoras dos lavatórios do piso 1.	58
Tabela 25: Caudal médio da torneira misturadora do Bar - ESSa.	59
Tabela 26: Consumo médio de água na Domus I.	60
Tabela 27: Soluções propostas para a redução do consumo de água na Domus I.	61
Tabela 28: Consumo médio de água na Domus II.	63
Tabela 29: Soluções propostas para a redução do consumo de água na Domus II.	64

Tabela 30: Consumo médio de água na ESSa.....	65
Tabela 31: Soluções propostas para a redução do consumo de água na ESSa.	66
Tabela 32: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário atual - Domus I.....	68
Tabela 33: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 1 - Domus I.	68
Tabela 34: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 2 - Domus I.....	69
Tabela 35: Poupança anual energética em euros - Domus I.	69
Tabela 36: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário atual - Domus II.	70
Tabela 37: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 1 - Domus II.....	70
Tabela 38: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 2 - Domus II.....	71
Tabela 39: Poupança anual energética em euros - Domus II.	71
Tabela 40: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário atual - ESSa.....	72
Tabela 41: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 1 - ESSa.	72
Tabela 42: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 2 - ESSa.	73
Tabela 43: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 3 - ESSa.	73
Tabela 44: Poupança anual energética em euros - ESSa.....	74
Tabela 45: Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada cenário - Domus I.	75
Tabela 46: Custo de investimento inicial para cada cenário - Domus I.....	76
Tabela 47: Poupança anual estimada na fatura e período de retorno de investimento por cenário - Domus I.....	77
Tabela 48: Redução da emissão de CO2 - Domus I.....	78
Tabela 49: Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada cenário - Domus II.....	78
Tabela 50: Custo de investimento inicial para cada cenário - Domus II.	79

Tabela 51: Poupança anual estimada na fatura e período de retorno de investimento por cenário - Domus II.	80
Tabela 52: Redução da emissão de CO2 - Domus II.	81
Tabela 53: Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada cenário - ESSa.	81
Tabela 54: Custo de investimento inicial para cada cenário - ESSa.	82
Tabela 55: Poupança anual estimada na fatura e período de retorno de investimento por cenário - ESSa.	83
Tabela 56: Redução da emissão de CO2 - ESSa.	84
Tabela 57: Resultados das análises à qualidade da água pluvial para o uso em rega de jardins privados.	86
Tabela 58: Comparação das intervenções estudadas com as intervenções feitas na Domus I e II e na ESSa.	87

Lista de Nomenclatura

Abreviaturas

AC	Alterações Climáticas
ADENE	Agência para a Energia
ANQIP	Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
COP	Coefficiente de Performance
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
e.g	Exempli Grata
EN	Norma Europeia
ESSa	Escola Superior de Saúde
ETA	Especificação Técnica ANQIP
GEE	Gases com Efeito Estufa
GRI	Global Reporting Initiative
IPB	Instituto Politécnico de Bragança
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PDSI	Palmer Drought Severity Index
PNEC	Plano Nacional de Energia e Clima
SAAP	Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais
UE	União Europeia

Símbolos

A	Área de captação	m ²
C	Coefficiente de escoamento	-
CAE	Consumo anual estimado	L
f	Frequência diária de utilização	-
i	Representa cada um dos dispositivos	-
Nc	Tempo máximo de retenção da água na cisterna	Dias
P	Altura de precipitação a ser desviada; Pluviosidade média anual	mm
Q	Caudal	L/min
t	Tempo de cada utilização	min
U	Número de habitantes, utentes ou operários	-
V	Volume	L
V1	Volume aproveitável	L
V2	Volume consumido	L
Vd	Volume a ser desviado	L
<i>cp</i>	Calor específico	J/(kg.K)
ΔT	Varição de temperatura	K
η	Eficiência	-
η_f	Eficiência hidráulica da filtragem	-
ρ	Densidade	kg/m

Capítulo 1

1. Introdução

No atual capítulo, serão apresentados o enquadramento e a justificação do tema, seguidos dos objetivos, da descrição do plano de trabalho e da estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento e justificação do tema

Não há dúvidas de que a mudança climática ocorre desde os primórdios do planeta Terra, no entanto, foi a partir do início do século XIX que houve o surgimento da discussão sobre o tema, a qual até 1980 ocorria apenas entre a comunidade científica, quando então foi publicada na agenda pública, passando a ter uma maior visibilidade e preocupação pela população em geral (Rahman, 2013). Este autor refere, que com a abertura da discussão para a população apareceram duas vertentes sobre as alterações climáticas, de um lado havia quem acreditava que as atividades humanas estavam interferindo no clima global a um nível alarmante, e por outro lado havia quem não acreditava que a interferência humana fosse tão significativa. Contudo, com o passar do tempo e com uma maior atenção voltada para o assunto, existem muitas evidências que comprovam que as mudanças no clima estão acontecendo e que a ação humana é sim extremamente impactante, causando ou agravando inúmeras alterações no planeta Terra (e.g. extinção de várias espécies, deslocamento e imigração de populações, fome, desertificação, insegurança alimentar crônica e seca) (Berlie, 2018).

Todos os efeitos causados levaram o assunto das alterações climáticas à frente das discussões políticas internacionais, as quais entraram em inúmeros debates sobre o tema, chegando à conclusão de que as mudanças climáticas são causadas em grande parte pela emissão e concentração de *greenhouse gases* (gases de efeito estufa) que são: dióxido de carbono, metano e óxido nitroso (Berlie, 2018).

Como já foi referido por Berlie (2018), as alterações climáticas estão a ocorrer, sendo necessário agora criar mecanismos de adaptação e mitigação com a maior prioridade possível, e também buscar ao máximo reduzir a emissão dos perigosos gases de efeito estufa.

A União Europeia (UE) foi uma das pioneiras na luta contra as mudanças climáticas, como é descrito na página 2 do relatório Special Eurobarometer 300: “Em 2007, líderes Europeus concordaram com a redução das emissões de gases de efeito estufa em pelo menos 20% até 2020”. Esse objetivo foi considerado bastante ambicioso, principalmente em relação ao Protocolo de Kyoto (o qual almejava uma redução de 8% dos níveis de 1980 até 2012). Para conseguir atingir o objetivo audacioso, a UE teve de utilizar medidas eficientes para reduzir o consumo total de energia, com incentivos para diminuir as emissões de CO₂ e fomentando a utilização de fontes de energias renováveis e combustíveis alternativos (Special Eurobarometer 300, 2008).

Analisando Portugal como foco desta dissertação, é possível perceber que o país vem presenciando um aumento em sua temperatura média ao longo dos anos, como mostra a **Figura 1**, realizada a partir dos dados fornecidos pelo Climate Change Knowledge Portal (2022).

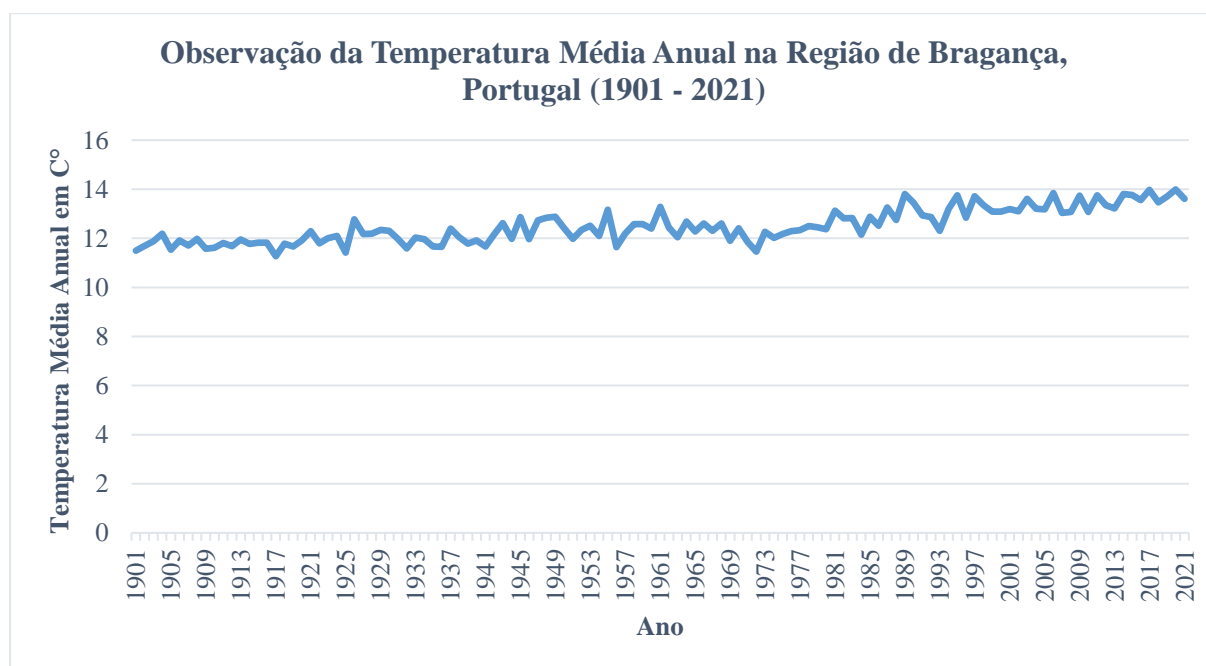


Figura 1: Temperatura média anual observada, Portugal (1901-2021).

Fonte: Adaptado de Climate Change Knowledge Portal (2022).

Revelando que as variações climáticas estão ocorrendo fortemente no país, impactando diretamente os períodos de seca como mostra o Palmer Drought Severity Index (PDSI) que é o

índice de Severidade de Seca de Palmer, o qual monitoriza eventos de seca (através da análise de dados da quantidade de precipitação, temperatura do ar e capacidade de água disponível no solo) demonstrados na **Figura 2**.

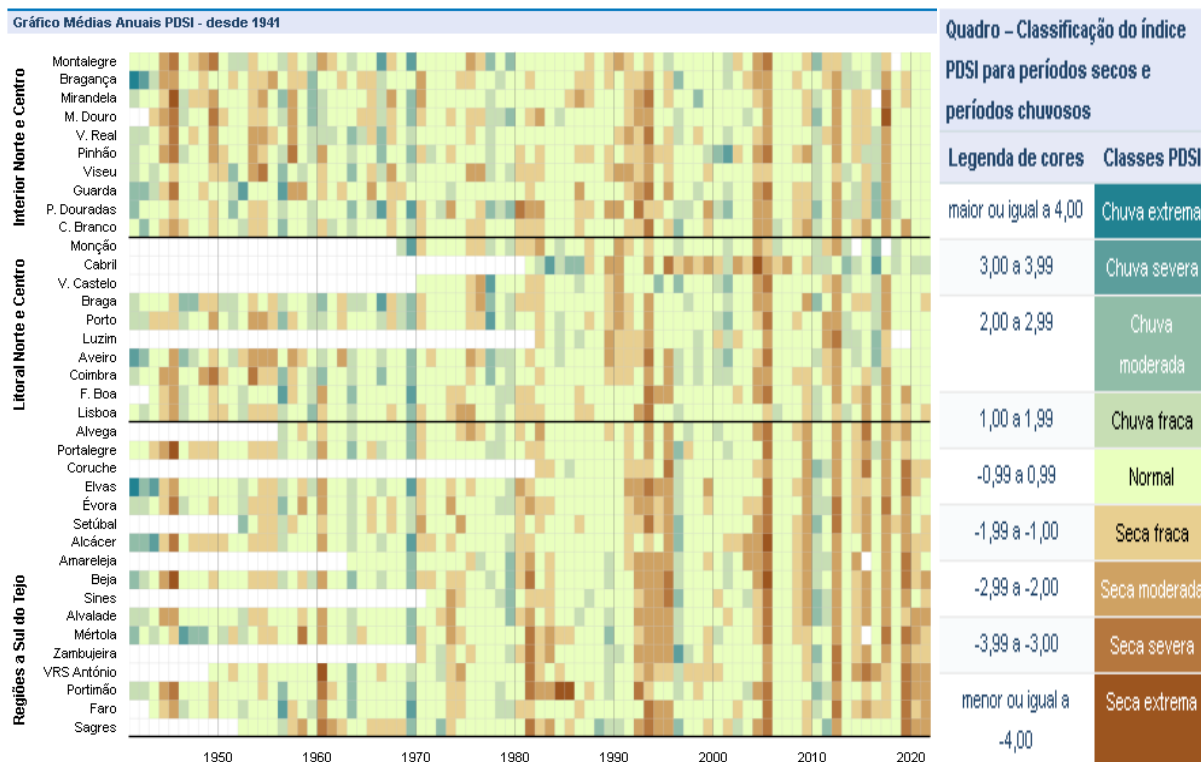


Figura 2: Gráfico de Médias anuais PDSI - desde 1941.

Fonte: Adaptado de Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA, 2022).

É possível denotar então que as secas vêm sendo mais severas ao longo dos anos, abrangendo maiores territórios e maiores períodos, sendo as regiões Nordeste e a Sul as mais afetadas (IPMA, 2022). O IPMA chama atenção exclusiva à seca de 2016/2017 onde relata: “De destacar ainda a seca meteorológica de 2016/2017, evento que registou um agravamento muito significativo no início do outono, situação pouco habitual, uma vez que nas situações de seca anteriores ocorreu um forte desagravamento no território das classes de seca severa e extrema em setembro e outubro. Em 2017, a 31 de outubro 25% do território estava em seca severa e 75% em seca extrema”.

De acordo com pesquisas feitas em meados de 2008 pela Eurobarometer, Portugal era uma das exceções da UE, país no qual apenas 47% da população considerava as mudanças climáticas como um assunto grave a ser resolvido. Contudo, podemos ver uma mudança de mentalidade, pois de acordo com a publicação “Energia em Números” da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG), publicada em 2021, relata que “97% dos portugueses estão preocupados em

consumir energia de forma responsável, utilizando programas ‘eco’ em aparelhos ou desligando completamente os aparelhos eletrônicos, em vez de os deixar em standby”. Isso é decorrente de planos e programas que estão sendo desenvolvidos, como por exemplo o Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC, 2030), o Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 e a recente Estratégia de Longo Prazo para a Renovação do Edificado, que demonstram que a eficiência energética é sim uma prioridade para se atingir os objetivos da neutralidade carbónica, e destaca também (com dados publicados pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) em 2019) que as emissões de Gases com Efeito Estufa (GEE) são amplamente representadas pelo setor de energia, o qual sozinho é responsável por 70% das emissões totais (ADENE, 2021).

A utilização indevida de água e de energia, bem como a falta de equipamentos eficientes e certificados nos edifícios, faz com que seja necessário um maior gasto para a manutenção da qualidade destes bens, contribuindo assim para o aumento da emissão de GEE no mundo. Conclui-se então que os edifícios novos ou readaptados devem contar com ideias que foquem na eficiência hídrica e energética, ou seja, devem explorar as tecnologias que criem uma conexão sustentável entre água e energia, deixando assim tangível uma economia entre estes dois bens de consumo que estão intrinsecamente interligados.

1.2. Objetivos

O presente trabalho de investigação tem como objetivo principal avaliar o potencial do nexo água-energia em três edifícios pertencentes ao Instituto Politécnico de Bragança (IPB), nomeadamente as Residências Domus I e II e a Escola Superior de Saúde (ESSa), incorporando medidas de eficiência hídrica e soluções baseadas na natureza no ciclo predial.

Como objetivos secundários destacam-se:

- Avaliar o consumo de água dos diferentes dispositivos hídricos existentes nos edifícios;
- Analisar a possibilidade de substituição de dispositivos de utilização instalados por outros mais eficientes ou aplicação de redutores de caudal;
- Verificar a possibilidade de instalação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais (SAAP);
- Verificar a redução de água, energia e de emissões de CO₂ com as soluções propostas;
- Fazer um estudo de viabilidade técnica e económica das soluções a apresentar.

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 1**.

Tabela 1: Plano de Trabalho.

Fonte: Autor (2022).

Fase	Tipo de Trabalho	Descrição
1		Revisão Bibliográfica sobre o tema.
2	Recolha de dados	<ul style="list-style-type: none">➤ Consumo de água nos edifícios, número de utilizadores e frequência de utilização;➤ Consumo de energia nos edifícios;➤ Elaboração e aplicação de questionários aos utilizadores dos edifícios;➤ Tarifas em vigor;➤ Recolha de amostras para análise da qualidade da água pluvial.
3	Análise e tratamento de dados	<ul style="list-style-type: none">➤ Desenvolvimento de soluções para inserir os edifícios num ciclo predial de potencial nexa água-energia;➤ Estimativa da emissão de CO₂ anual dos edifícios com base na redução de consumo energético obtido através da aplicação de medidas de eficiência hídrica;➤ Análise da viabilidade técnica e económica das soluções propostas e principais conclusões.
4		Redação do trabalho.

1.4. Estrutura da dissertação

O trabalho em questão apresenta-se segmentado em **5** capítulos, sendo cada um dividido com as seguintes atribuições:

Capítulo 1: Apresenta o enquadramento e justificação do tema, objetivos principal e secundários, descrição do plano de trabalho e a estrutura da dissertação.

Capítulo 2: Descreve o estado da arte com as revisões bibliográficas do trabalho, com foco na eficiência hídrica e energética em edifícios e seus aspectos fundamentais, bem como o nexo água-energia em edifícios e o seu papel na sustentabilidade.

Capítulo 3: Apresenta os materiais e métodos utilizados para redigir o trabalho, e as estimativas de consumos.

Capítulo 4: Descreve os resultados e discussões sobre o tema, trazendo as soluções propostas para desenvolver o potencial hídrico e energético dos edifícios em questão, apresentando também a viabilidade técnica e económica e os tempos de retorno dos investimentos propostos.

Capítulo 5: Apresentam-se as principais conclusões e proposta para trabalhos futuros.

Listam-se ainda, as Referências bibliográficas citadas, e por fim os Anexos.

Capítulo 2

2. Estado da Arte

Neste capítulo será discutida a eficiência hídrica e a aplicabilidade do nexo água-energia nos edifícios.

2.1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Em 2016 entrou em vigor a resolução da Organização das Nações Unidas (ONU) constituída por 17 objetivos, cujo título era “Transformar o nosso mundo: Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável”. Os 17 Objetivos foram rapidamente descritos como a “visão comum para a Humanidade e um contrato social entre os líderes mundiais e os povos. São Uma lista das coisas a fazer em nome dos povos e do planeta, e um plano para o sucesso”, disse o então secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon (Guia sobre Desenvolvimento Sustentável, 2015).

Os **17 Objetivos** apresentados na **Figura 3** que devem ser concluídos até 2030 são:

1. Erradicar a Pobreza;
2. Erradicar a Fome;
3. Saúde de Qualidade;
4. Educação de Qualidade;
5. Igualdade de Gênero;
- 6. Água Potável e Saneamento;**
7. Energias Renováveis e Acessíveis;
8. Trabalho Digno e Crescimento Económico;
9. Indústria, Inovação e Infraestruturas;
10. Reduzir as Desigualdades;
- 11. Cidades e Comunidades Sustentáveis;**
- 12. Produção e Consumo Sustentáveis;**
13. Ação Climática;

- 14. Proteger a Vida Marinha;
- 15. Proteger a Vida Terrestre;
- 16. Paz, Justiça e Instituições Eficazes;
- 17. Parcerias Para a Implementação dos Objetivos.



Figura 3: 17 Objetivos Para Transformar o Nosso Mundo.

Fonte: Guia sobre Desenvolvimento Sustentável (2015).

São 17 objetivos ambiciosamente focados no desenvolvimento sustentável nos campos social, económico e ambiental. A agenda formada por eles promove a paz, a justiça e instituições eficazes (Guia sobre Desenvolvimento Sustentável, 2015).

2.2. Eficiência hídrica e energética

É de conhecimento da população que a água é um recurso indispensável e limitado (ADENE, 2018) e com base nisso, é de se pensar em priorizar a sua utilização eficiente pela sociedade mantendo os níveis mínimos aceitáveis para nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento socioeconómico, permitindo assim a redução dos volumes utilizados e contribuindo para os objetivos da sustentabilidade (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Indo de encontro com três dos ODS com os números: 6 (assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos); 11 (tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis); e 12 (assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis) (Guia sobre Desenvolvimento Sustentável, 2015), consegue-se discorrer sobre dois pontos fundamentais para a eficiência hídrica e energética.

Como um dos aspetos fundamentais da eficiência hídrica e energética tem-se que o “aumento da resiliência das cidades e edifícios, dos seus habitantes e de todos os setores que, ao utilizarem a água de forma mais eficiente, mantendo a segurança, conforto e eficácia na sua utilização, serão potencialmente menos impactados por situações de escassez e inundações, reduzindo os impactos sociais e económicos associados à seca e às cheias” (Newton, 2018).

Da mesma forma que a ineficiência do uso da água traz custos económicos, ambientais e energéticos, ela também pode constituir oportunidades de conforto e poupança para os utilizadores. Refletindo então, é possível perceber que a gestão e o aproveitamento mais eficiente da água, levam a menores consumos e necessidades de captação, com uma maior redução de custos infraestruturais e pressões sobre os recursos hídricos e naturais, sendo este o segundo aspeto fundamental da eficiência hídrica e energética (Newton, 2018).

2.3. Nexo Água-Energia e o AQUA+

Há uma interdependência direta entre água e energia, a qual se torna mais complexa à medida que o aumento da população, o crescimento económico, a crise energética e os impactos das alterações climáticas (AC), se intensificam e contribuem para transformações dos padrões de consumo de água e energia. Quando se analisa o nexos água-energia, busca-se identificar os seus elos principais, sobre os quais poderá ser possível intervir, através de políticas (Nacionais e Internacionais) ou através de soluções tecnológicas inovadoras que contribuam para um uso sustentável destes dois recursos essenciais (Gregório & Martins, 2011).

Cerca de 80% dos custos totais do abastecimento de água estão relacionados à energia, e ainda quando se trata da extração de águas subterrâneas há um acréscimo de 30% no consumo energético pela necessidade de utilização de bombas. Apesar da captação de águas superficiais serem mais baratas em relação à extração no sub-solo, os custos energéticos aumentam no transporte da água para longas distâncias. O processo de tratamento de água consome energia de duas formas, a primeira é no momento anterior da chegada da água à torneira e a segunda é nas águas residuais municipais que ou são descarregadas ou reutilizadas (caso sejam reutilizadas gastarão muito mais energia). Essa interação pode ser vista na **Figura 4**.

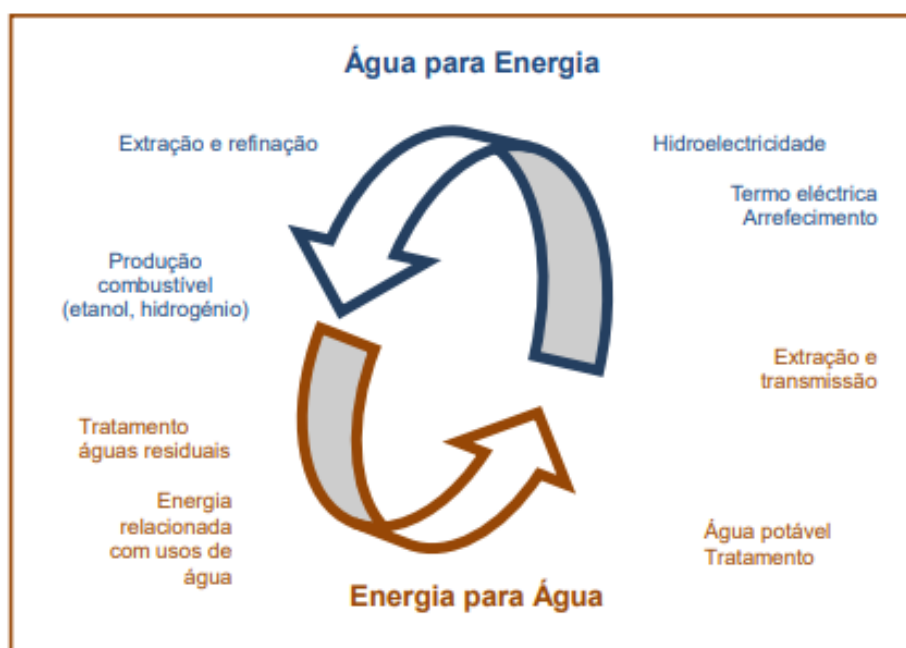


Figura 4: Água para energia e Energia para água.

Fonte: Gregório & Martins (2011).

Percebe-se que com o aumento de secas e de escassez de águas do sub-solo, as águas residuais tratadas são uma fonte de água que está crescendo cada vez mais (Gregório & Martins, 2011).

Pensando em aproveitar ao máximo da eficiência hídrica de edifícios, a Agência para Energia (ADENE) lançou o Programa AQUA+, que é sustentado por uma metodologia pioneira que avalia a eficiência hídrica de imóveis e consegue identificar oportunidades de melhorias na eficiência hídrica e no nexo água-energia da habitação avaliada. Este modelo permite calcular consumos antes e após a implementação das medidas de melhorias. Em uma exemplificação da aplicação do AQUA+ foi aferido que numa captação média de 175 L/habitante/dia houve a possibilidade de um potencial médio de poupança de água de 37%, o que se resume em 112

m³/ano por imóvel. Em uma situação sem as melhorias de poupança de água o consumo médio de energia associado ao seu aquecimento foi de 4169 kWh/ano, no entanto já com as melhorias implementadas houve uma redução de 57,77% do gasto anual, ou seja, foram reduzidos 2408 kWh/ano por imóvel (Faia et al., 2022).

2.4. Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC) 2030

O Plano Nacional de Energia e Clima 2030 (PNEC 2030), apresentado na Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho, é um documento estratégico criado pelo Governo de Portugal com o objetivo de estabelecer as metas e as medidas para a transição energética e climática de Portugal até 2030. De acordo com o site da APA, o PNEC 2030 foi criado com base na Estratégia Nacional de Energia e Clima 2030 de Portugal e inclui metas ambiciosas para aumentar a eficiência energética, aumentar a produção de energia renovável e reduzir as emissões de gases de efeito estufa. O PNEC 2030 estabelece as seguintes metas para 2030:

- Aumentar a eficiência energética em edifícios, transporte e indústria em Portugal;
- Aumentar a produção de energia renovável em Portugal para 50% da produção total de energia;
- Reduzir as emissões de gases de efeito estufa em Portugal em pelo menos 55% em comparação com os níveis de 1990.

Para atingir essas metas, o PNEC 2030 inclui uma série de medidas, incluindo:

- Melhoria da eficiência energética em edifícios, como a instalação de equipamentos de aquecimento eficientes e a realização de melhorias no isolamento térmico;
- Promoção da produção de energia renovável, como a instalação de sistemas de energia solar e eólica;
- Promoção da utilização de veículos elétricos, como a criação de infraestruturas de carregamento e incentivos fiscais para a compra de veículos elétricos.

O PNEC 2030 também inclui medidas para promover a investigação e o desenvolvimento de tecnologias de energia renovável, bem como para apoiar o setor de energia renovável em Portugal. Além disso, o PNEC 2030 inclui medidas para promover a educação e a sensibilização sobre a importância da transição energética e climática para o público em geral. A implementação eficaz do PNEC 2030 é crucial para atingir as metas estabelecidas pelo Acordo

de Paris sobre o Clima e para proteger o meio ambiente e o bem-estar das pessoas em Portugal (APA, 2019).

2.5. Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP)

O aproveitamento de águas pluviais, introduz uma perspectiva de circularidade, aproveitando as águas pluviais recolhidas para, após tratamento ou não, abastecerem uma rede de água não potável para, por exemplo, irrigação dos espaços verdes privados e/ou coletivos (Cardoso-Gonçalves e Gonçalves, 2022).

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais captam águas das áreas não permeáveis, como terraços e coberturas, as filtram e as descarregam num reservatório, podendo ele ser enterrado, aéreo ou elevado, e a partir do reservatório a água vai ser direcionada para diferentes utilizações, como: limpeza de bacias de retrete, máquinas de lavar roupa, lavagem de pavimentos e automóveis, rega de zonas verdes e, eventualmente, outros usos (torres de arrefecimento, redes de incêndio, etc.) (Valente-Neves e Silva-Afonso, 2010). A **Figura 5** mostra onde as águas recolhidas podem ser utilizadas.



Figura 5: Exemplo de utilização das águas pluviais recolhidas pelo SAAP.

Fonte: Ecodepur - Aquapluvia (2023).

Estes autores ainda destacam os seguintes aspetos relativos ao aproveitamento de águas pluviais: elevada variedade de sistemas de captação de água da chuva; facilidade de aplicação e adaptabilidade dos sistemas; poupança de água da rede pública de abastecimento de água; relativa rapidez de amortização do investimento (Cardoso-Gonçalves e Gonçalves, 2022).

Um SAAP pode chegar a reduzir o consumo de água em mais de 50%, e também tem o benefício de auxiliar na redução de picos de enchentes na área, como mostra o estudo de Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2022), feito em uma quadra de ténis em Cascais, Portugal. O SAAP é composto por vários processos, os quais estão apresentados na **Figura 6**.



Figura 6: Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP).

Fonte: Ecodepur - Aquapluvia (2023).

A maior desvantagem do SAAP é sustentada pela incerteza e variabilidade temporal de chuva, podendo ocorrer situações em que em épocas chuvosas o SAAP consiga abastecer toda a necessidade do edifício e em épocas de seca o edifício tenha que depender do abastecimento público (Schulze, 2020).

Os utilizadores do sistema devem sempre lembrar de realizar o *first flush* que nada mais é do que realizar o desvio das primeiras chuvas, pois há folhas e detritos que são depositados sobre os telhados e esse processo evita que a água a ser reservada não transporte esse material para o interior do reservatório. A filtração no *first flush* ocorre através de grelhas e telas e o volume a ser desviado deve ser de pelo menos 2 mm de altura de precipitação em toda a área de recolha. Após o *first flush* ser feito, a água será filtrada para remover os sedimentos e pequenos detritos, evitando assim a proliferação de microorganismos (Schulze, 2020). O volume a ser desviado

pode ser mais precisamente calculado pela **Equação 1**. Este desvio pode ocorrer de forma automática por algumas unidades de controlo, e neste caso pode-se utilizar o critério de tempo, o qual é de 5 minutos, podendo adotar-se valores mais baixos em função do intervalo entre precipitações, como é descrito na ANQIP ETA 0701 (2022).

$$Vd = P.A \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Vd - Volume a desviar do sistema (litros);

P - Altura de precipitação (mm) a desviar;

A - Área de captação (m²).

2.6. Sistema de Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Produtos estabelecido pela Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP)

A **Figura 7** compara o consumo de água diário médio estimado de 137 litros por pessoa no setor residencial de Portugal, destacando que esse valor inclui perdas no edifício e usos exteriores com água potável (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

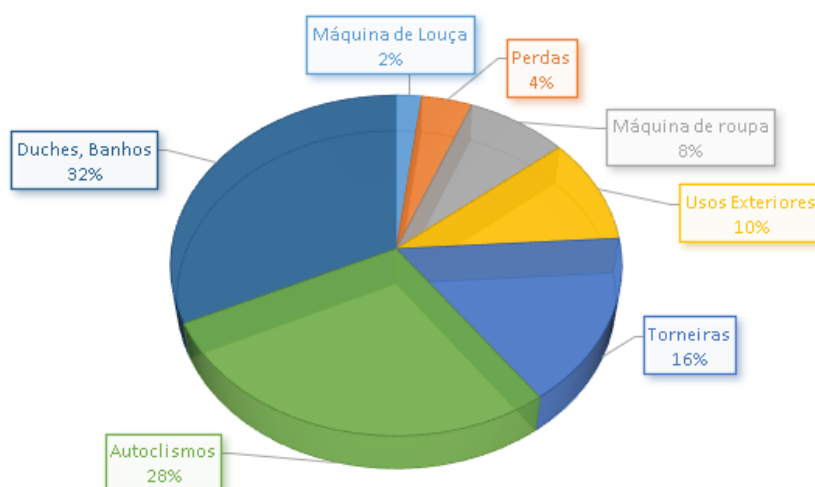


Figura 7: Distribuição percentual média diária da água utilizada em residências.

Fonte: Adaptado de Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017).

A distribuição percentual apresentada, por exemplo, em centros escolares é distribuída da forma como a **Figura 8** demonstra.

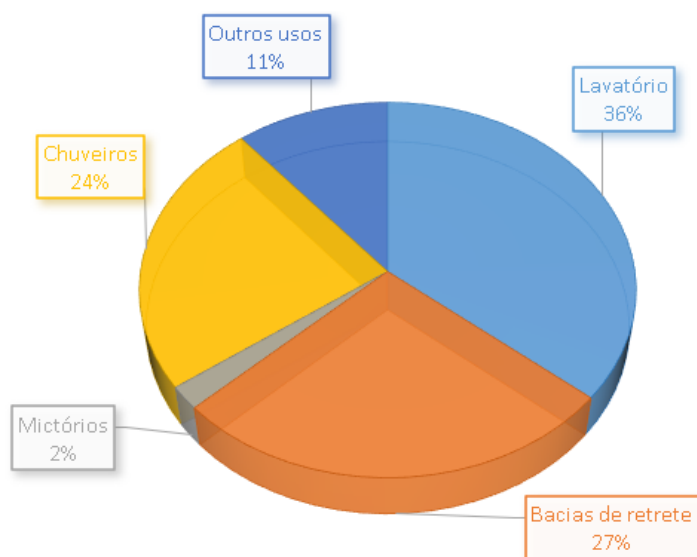


Figura 8: Distribuição percentual média diária da água utilizada em centros escolares.

Fonte: Adaptado de Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017).

É possível analisar que a maioria destes gastos podem ser alterados ao se instalarem dispositivos eficientes, que estão cada dia mais sendo requisitados, os quais devem seguir uma certificação e rotulagem de eficiência hídrica.

Em 2007 criou-se a Associação Nacional para a Qualidade nas Instalações Prediais (ANQIP), formada por membros de várias áreas, empresas do setor, técnicos independentes e organizações. Foi desenvolvida com o objetivo de promover e assegurar a eficiência e a qualidade do uso da água, bem como nos produtos de abastecimento e drenagem dela nos edifícios. A Associação escolheu por implementar em Portugal o modelo voluntário de certificação de eficiência de produtos (Silva-Afonso e Abrantes, 2008), o qual é utilizado até hoje tendo como última atualização a ANQIP ETA 0803 (2020) – “Rótulos de eficiência hídrica de produtos. Características e condições de utilização”, a qual estabelece padrões e características dos produtos utilizados nos edifícios. A ETA 0803 mantém a classificação de acordo com a **Figura 9**.

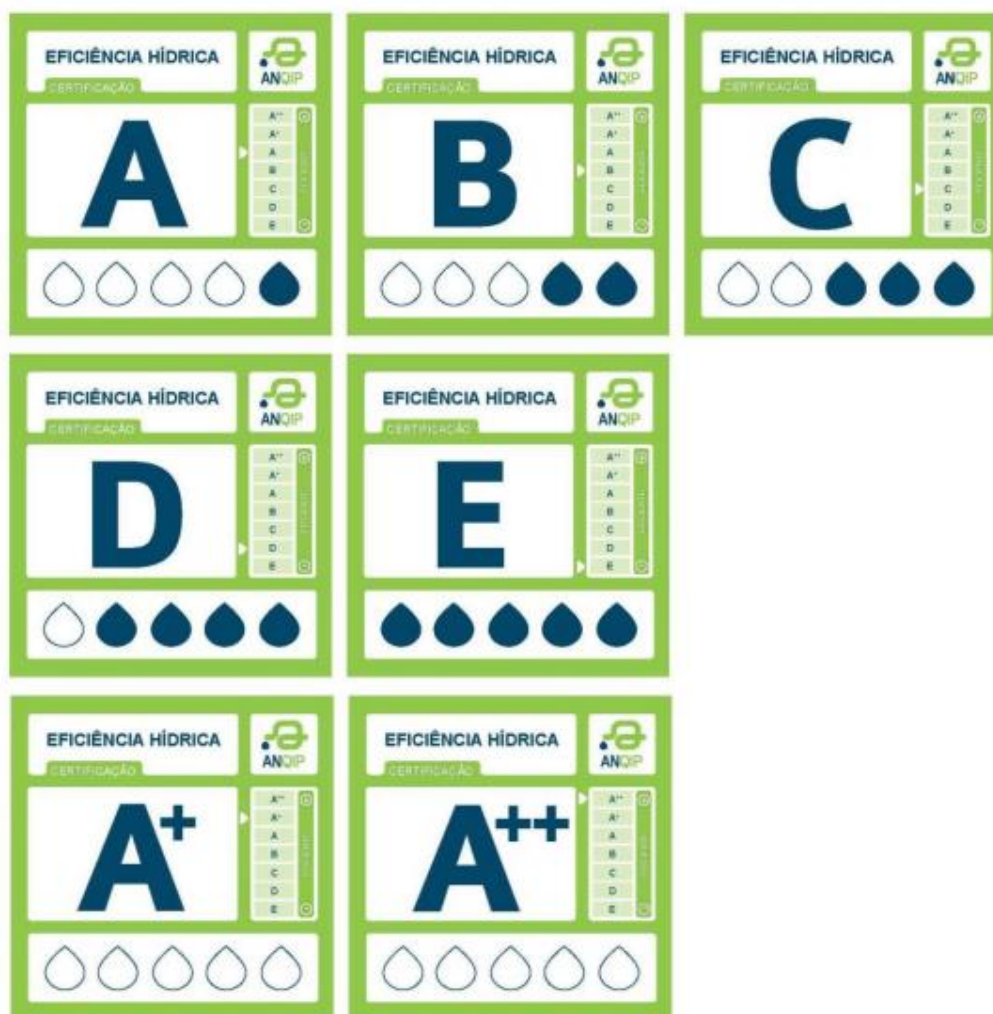


Figura 9: Selos de Eficiência Hídrica em Portugal.

Fonte: ETA 0803 (2020).

É importante salientar que o modelo proposto pela ANQIP é focado no consumidor, o qual tem em atenção aspetos de conforto, saúde pública e desempenho das redes prediais (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2015). Nos selos de certificação, a letra A significa a melhor eficiência, e a letra E corresponde à menor eficiência, tendo também a indicação gráfica de gotas, as quais quanto mais preenchidas indicam menos eficiência. As letras A+ e A++ são para aplicações especiais, nas quais os produtos possuem eficiência extremamente elevada, porém com algumas condicionantes de instalação ou de utilização, tendo nestes casos os seus rótulos complementados com informações específicas, seguindo a ETA de cada produto (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

No *site* da ANQIP, dentro da Comissão Técnica 0802, os produtos estão divididos em três categorias, onde cada uma possui uma especificação e rotulação diferentes. As categorias são: Autoclismos de bacias de retrete; Chuveiros e sistemas de duche; Torneiras e fluxómetros. As ETA's desenvolvidas são:

- ETA 0804 – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, ETA 0804, 2020);
- ETA 0805 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação hídrica ANQIP de autoclismos de bacias de retrete (ANQIP, ETA 0805, 2020);
- ETA 0806 – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, ETA 0806, 2020);
- ETA 0807 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP chuveiros e sistemas de duche (ANQIP, ETA 0807, 2020);
- ETA 0808 – Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (ANQIP, ETA 0808, 2020);
- ETA 0809 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (ANQIP, ETA 0809, 2020).

Cada Especificação técnica tem uma validade de 5 anos de implementação até nova atualização.

2.6.1. Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Autoclismos de Bacias de Retrete

Como os autoclismos de bacias de retrete possuem grande impacto no consumo hídrico criou-se a ETA 0804, que estabelece alguns critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete. A **Tabela 2** mostra as condições para a atribuição dos rótulos.

Tabela 2: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a autoclismos.

Fonte: ANQIP ETA 0804 (2020).

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

É possível analisar que a ANQIP estabelece padrões de alta eficiência para autoclismos de baixo nível volumétrico, no entanto, a especificação destaca que todos os autoclismos com volume nominal igual a 4 litros, ou que tenham o rótulo A+ ou A++, devem ter a seguinte indicação “Válido apenas quando a bacia de retrete e o dimensionamento da rede forem adequados a estes volumes de descarga”, seguindo as limitações impostas pela Norma Europeia EN 12056-2, e também as exigências funcionais das bacias de retrete estabelecidas pela EN 997, a qual dita também que o instalador é quem deve verificar a validade da presente rotulagem e assegurar a compatibilidade da bacia de retrete com o volume de descarga.

Na ETA 0804 não são abrangidos os seguintes dispositivos: fluxómetros, autoclismos de urinóis e sistemas de vácuo.

2.6.2. Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica de Chuveiros e Sistemas de Duche

Chuveiros e sistemas de duche possuem também um enorme impacto no consumo hídrico, notando-se então a importância da criação da ETA 0806, a qual possui implementação desde 2020 e irá até 2025. Esta Especificação estabelece os critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche, e nela são considerados os seguintes dispositivos: chuveiro (cabeça de duche), isoladamente e sistema de duche (torneiras de duche equipadas com bicha e cabeça de duche amovível ou fixa).

Os dispositivos receberão atribuições de classificações de rotulagem de acordo com as especificações da **Tabela 3**.

Tabela 3: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a chuveiros e sistemas de duche.

Fonte: ANQIP ETA 0806 (2020).

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

^(*) Não se considera de interesse a utilização de *eco-stop* nestes casos.

A Especificação traz ainda a informação de que os rótulos A e A+ aplicáveis a chuveiros com caudal igual ou inferior a 7,2 L/min deverão trazer consigo a indicação de que é recomendável a utilização com torneiras termostáticas e que na falta da mesma, pressupõe-se que o produto será acompanhado com um aviso escrito informando o consumidor sobre o risco de escaldão. Caso não haja o aviso, o rótulo não poderá ser aplicado, a não ser que o chuveiro venha equipado com dispositivo automático de redução de caudal atuado por elevação de temperatura (ANQIP ETA 0806, 2020).

2.6.3. Certificação e Rotulagem de Eficiência Hídrica ANQIP a Torneiras e Fluxómetros de Urinóis

Numa habitação comum existem pelo menos três torneiras, distribuídas pela cozinha e pelas instalações sanitárias, sendo os dispositivos mais comuns em habitações e instalações coletivas. No entanto possuem uma difícil quantificação da sua frequência de uso, devido à sua elevada variação temporal e espacial (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Edifícios residenciais e centros escolares possuem um grande percentual de consumo de água quando são analisadas as torneiras, por isso a importância da ANQIP ETA 0808 (2020) que dita as condições para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a fluxómetros e torneiras.

De acordo com a ETA 0808, com implementação de 2020 a 2025, os dispositivos ou conjuntos de dispositivos que são considerados são: torneiras de lavatório; torneiras de cozinha e fluxómetros de urinóis.

Cada dispositivo possui a sua própria tabela com os critérios para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP. Para torneiras de lavatório os critérios estão na **Tabela 4**.

Tabela 4: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de lavatório.

Fonte: ANQIP ETA 0808 (2020).

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

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

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

Outra tabela apresentada na Especificação Técnica é a de torneiras de cozinha, e pelos critérios padrões a torneira ideal possui um consumo de até 4,0 L/min (**Tabela 5**).

Tabela 5: Condições para atribuição dos rótulos de eficiência hídrica a torneiras de cozinha.

Fonte: ANQIP ETA 0808 (2020).

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

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

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

Vale destacar que em áreas públicas pode ser recomendada a utilização de uma torneira com certificação B ou superior, por motivos de saúde pública, pois possui maior eficácia na limpeza (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

Por fim, na **Tabela 6** apresentam-se os critérios para a atribuição dos rótulos para os fluxómetros de urinóis.

Tabela 6: Fluxómetros de urinóis.

Fonte: ANQIP ETA 0808 (2020).

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

Nestes últimos, os rótulos A+ e A++ aplicáveis, deverão possuir também a indicação “Válido apenas para urinóis cuja performance seja garantida com estes volumes de descarga” (ANQIP ETA 0808, 2020).

Capítulo 3

3. Materiais e Métodos

Neste capítulo será feita uma descrição das Residências Domus I e II e da Escola Superior de Saúde (ESSa) do IPB, e também serão detalhadas as medições de caudal realizadas nos dispositivos de utilização presentes nos edifícios. Será apresentada a metodologia de cálculo do Programa AQUA+, do cálculo de volume aproveitável de água da chuva, do dimensionamento simplificado de um reservatório e do mapa auxiliar de dimensionamento.

Com base nos estudos feitos, serão apresentadas algumas soluções para a redução do consumo de água nos edifícios, contribuindo para uma maior eficiência hídrica e, por conseguinte, melhorando o nexo água-energia o máximo possível.

As opções são: Substituição de dispositivos de utilização instalados por outros mais eficientes ou aplicação de redutores de caudal.

3.1. Descrição da Residência (Internacional) Domus Universitária I, dos equipamentos hidráulicos existentes e medições nos mesmos

A Domus I foi inaugurada em 25 de julho de 2012, localiza-se na Rua Eng.º José Beça em Bragança, é constituída por 3 pisos (piso 0, piso 1 e piso 2) e possui 12 quartos, 10 instalações sanitárias, uma cozinha com refeitório, lavandaria e uma área de lazer em comum. O número máximo de vagas na residência é 16. Aquando da realização deste estudo encontrava-se ocupada por 6 pessoas, sendo todas do sexo masculino.

A **Figura 10** e a **Figura 11** mostram o edifício em questão.



Figura 10: Fotografia aérea - Domus I.

Fonte: Google Maps, www.google.pt/maps.



Figura 11: Fachada da Domus I para a Rua Eng.º José Beça.

Fonte: Google Maps, www.google.pt/maps.

A recolha de dados envolveu monitorizações diretas, observação de comportamentos, entrevistas e questionários (**Anexo I.1**) (submetidos previamente à Comissão de Ética do IPB) aplicados a funcionários e residentes, tendo como fundamento perceber os hábitos dos utilizadores do edifício relativamente ao “Consumo de água na Residência Domus I”. Foram coletadas as respostas da funcionária e de quatro dos residentes.

Os dispositivos de utilização implementados na Domus I são apresentados na **Tabela 7**.

Tabela 7: Dispositivos de utilização da Domus I.

Fonte: Autor (2023).

	Pisos		Piso 0	Piso 1	Piso 2	Total
	Domus I (Masculina)	Torneiras	Temporizadas	2	0	0
Misturadora Lavatórios			3	4	3	10
Misturadora Cozinha			1	0	0	1
Autoclismos de bacias de retrete		Descarga Única	0	0	0	0
		Descarga Dupla	5	4	1	10
Fluxómetros de Urinóis		1	0	0	1	
Sistema de duche		Chuveiro de teto	3	4	1	8
		Chuveiro de mão	3	4	1	8
Máquina de lavar roupa		0	0	1	1	
Mangueira para limpeza (exterior)		1	0	0	1	

Foram realizadas medições de caudal nos seguintes dispositivos de utilização:

- **Torneiras temporizadas**

Foram medidos os caudais das duas torneiras instaladas (modelo na **Figura 12**), tendo sido utilizado um copo graduado e um cronómetro. Seguindo a metodologia de Moraes (2019) e Vale (2019) foi colocado um copo graduado em baixo da torneira e mediu-se o volume e o tempo de débito de água, repetindo-se o procedimento três vezes.



Figura 12: Torneira de lavatório temporizada - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

- **Torneiras misturadoras**

Para realizar a medição do caudal das torneiras misturadoras, seguiu-se a mesma metodologia das torneiras temporizadas, no entanto, ao invés de se esperar o tempo de ativação como foi feito anteriormente, esperou-se o tempo necessário para que se enchesse 1 litro de água no copo graduado, tal como foi feito em Moraes (2019) e Vale (2019). Para realizar esta medição utilizaram-se 4 formas diferentes, sendo duas em ativação máxima pelo utilizador, variando apenas entre água fria e água numa temperatura mais quente, porém agradável ao toque, e as outras duas em ativação mínima para uso confortável do utilizador variando também entre água fria e água numa temperatura mais quente, porém agradável ao toque. O modelo da torneira e a sua medição de caudal estão apresentados na **Figura 13-(a)** e **(b)**.



(a)



(b)

Figura 13: Torneira misturadora - Domus I (a); Medição do caudal da torneira misturadora - Domus I (b).

Fonte: Autor (2023).

- **Sistema de duche (chuveiro de teto e chuveiro de mão)**

A medição do caudal médio do chuveiro e da mangueira dele aconteceu da mesma forma que foi feito nas torneiras temporizadas com as três medições, a diferença é que ao invés de estabelecer 1 litro como valor inicial para a medição, foi estabelecido o tempo de 15 segundos de abertura do dispositivo, sendo o conteúdo despejado em um balde, o qual foi esvaziado com um copo graduado, chegando então ao valor de litros em 15 segundos e sendo posteriormente

estabelecida a medição em L/min. As medições foram feitas também nas quatro possibilidades diferentes anteriormente descritas, sendo o modelo de chuveiro o mesmo da **Figura 14**.



Figura 14: Chuveiro e mangueira do chuveiro - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

- **Mangueira para limpeza (exterior)**

A medição de caudal da torneira localizada no exterior (**Figura 15**) seguiu a mesma metodologia aplicada ao chuveiro e às mangueiras dos chuveiros, no entanto, neste caso só há uma possibilidade de medição para o dispositivo.



Figura 15: Mangueira localizada no exterior - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

- **Autoclismos de bacias de retrete com descarga dupla e fluxómetros de urinóis**

Por informações do fabricante, os autoclismos instalados são de descarga dupla (6 L/3 L) e os urinóis têm um volume de descarga de aproximadamente 2 L, apresentando-se na **Figura 16-(a)** e **(b)**, respetivamente.



(a)



(b)

Figura 16: Modelo sanita - Domus I (a), Modelo urinol - Domus I (b).

Fonte: Autor (2023).

Estes dois tipos de dispositivos não serão alvo de alterações, pois os seus caudais de descarga estão de acordo com o referido em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) e respetivas especificações.

- **Máquinas de lavar roupa**

A máquina de lavar roupa utilizada na residência apresenta-se na **Figura 17**, e este modelo encontra-se na classe A++ da classificação energética, possuindo um consumo médio por lavagem de 43 a 45 litros, dependendo do programa (nesta dissertação utilizou-se o valor de 45 litros por lavagem), e possui um consumo de energia de 0,825 kWh por ciclo, não sendo, desta forma, proposta a sua alteração.



Figura 17: Lavadora Indesit Everyday Fast Classe A++ - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

- **Torneira da cozinha**

A torneira da cozinha é do tipo misturadora (**Figura 18**), e o seu caudal foi medido da mesma forma que as outras torneiras misturadoras.



Figura 18: Torneira misturadora da cozinha - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

- **Sistema de aquecimento**

O sistema de aquecimento da Domus I é composto por uma bomba de calor, como se mostra na **Figura 19-(a)** e **(b)**.



(a)



(b)

Figura 19: Sistema de aquecimento - Domus I (a); Bomba de calor do sistema - Domus I (b).

Fonte: Autor (2023).

Nesse sistema a bomba de calor possui um coeficiente de desempenho (COP), o qual é equivalente à eficiência de aquecimento, só que para bombas de calor, de 2,97, como mostra a ficha técnica no **Anexo II.1**. Este valor será utilizado para realizar os cálculos de eficiência energética do Programa AQUA+.

3.2. Descrição da Residência (Internacional) Domus Universitária II, dos equipamentos hidráulicos existentes e medições nos mesmos

A Domus II foi inaugurada em 25 de julho de 2012, localiza-se na Rua Serpa Pinto em Bragança, é constituída por 3 pisos (piso -1, piso 0 e piso 1) e possui 10 quartos, 12 instalações sanitárias, uma cozinha com refeitório, lavandaria e uma área de lazer em comum. O número máximo de vagas na residência é 25. Aquando da realização deste estudo encontrava-se ocupada por 7 pessoas, sendo todas do sexo feminino.

A **Figura 20** e a **Figura 21** mostram o edifício em questão.

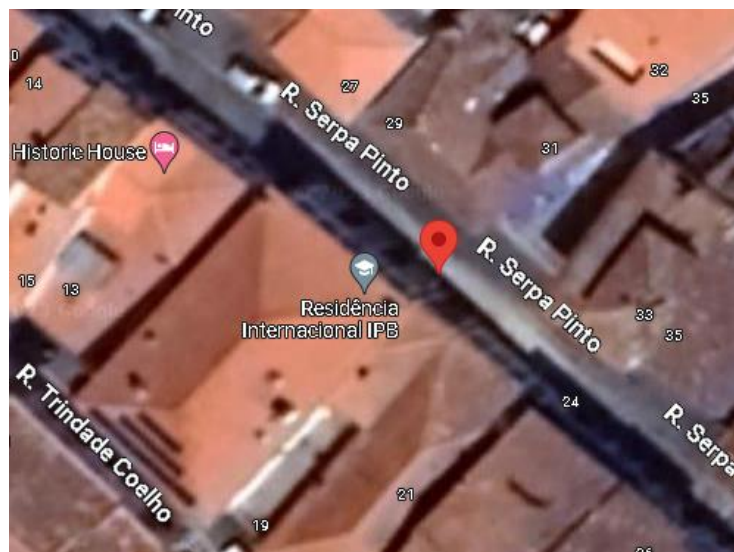


Figura 20: Fotografia aérea - Domus II.

Fonte: Google Maps, www.google.pt/maps.



Figura 21: Fachada da Domus II para a Rua Serpa Pinto.

Fonte: Google Maps, www.google.pt/maps.

A recolha de dados envolveu monitorizações diretas, observação de comportamentos, entrevistas e questionários (**Anexo I.2**) (submetidos previamente à Comissão de Ética do IPB) aplicados a funcionários e residentes, tendo como fundamento perceber os hábitos dos

utilizadores do edifício, relativamente ao “Consumo de água na Residência Domus II”. Foram coletadas as respostas da funcionária e de cinco dos residentes.

Os dispositivos de utilização implementados na Domus II são apresentados na **Tabela 8**.

Tabela 8: Dispositivos de utilização da Residência Domus II.

Fonte: Autor (2023).

	Pisos		Piso -1	Piso 0	Piso 1	Total
	Domus II (Feminina)	Torneiras	Temporizadas	2	0	0
Misturadora Lavatórios			1	7	8	16
Misturadora Cozinha			1	0	0	1
Autoclismos de bacias de retrete		Descarga Única	0	0	0	0
		Descarga Dupla	2	5	5	12
Fluxómetros de Urinóis		1	0	0	1	
Sistema de duche		Chuveiros de teto	0	8	8	16
		Chuveiros de mão	0	8	8	16
Máquina de lavar roupa		1	0	0	1	
Mangueira para limpeza (exterior)		0	0	0	0	

Foram realizadas medições de caudal nos seguintes dispositivos de utilização:

- **Torneiras temporizadas**

Foram medidos os caudais das duas torneiras instaladas, da mesma forma que foi realizado anteriormente na Domus I. Os dispositivos são os da **Figura 22-(a)** e **(b)**.



(a)



(b)

Figura 22: Modelo torneira temporizada - Domus II (a); Medição torneira temporizada - Domus II (b).

Fonte: Autor (2023).

- **Torneiras misturadoras**

A metodologia utilizada para medir o caudal das torneiras misturadoras na Domus II, foi o mesmo utilizado na Domus I. Os dispositivos apresentam-se na **Figura 23-(a)** e **(b)**.



(a)



(b)

Figura 23: Torneira misturadora do lavatório - Domus II (a); Medição de caudal da torneira misturadora do lavatório - Domus II (b).

Fonte: Autor (2023).

- **Sistema de duche (chuveiro de teto e chuveiro de mão)**

A metodologia utilizada para medir o caudal dos chuveiros e mangueiras dos chuveiros na Domus II, foi o mesmo utilizado na Domus I. Os dispositivos apresentam-se na **Figura 24-(a)** e **(b)**.



Figura 24: Chuveiro e mangueira do chuveiro - Domus II (a); Medição do caudal do chuveiro e da mangueira do chuveiro - Domus II (b).

Fonte: Autor (2023).

- **Autoclismos de bacias de retrete com descarga dupla**

Por informações do fabricante, os autoclismos instalados são de descarga dupla (6 L/3 L), apresentando-se na **Figura 25**.



Figura 25: Modelo sanita - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Estes dispositivos também não serão alvo de alterações, pois os seus caudais de descarga estão de acordo com o referido em Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) e respetivas especificações.

- **Máquina de lavar roupa**

A máquina de lavar roupa da Domus II é uma lavadora do modelo F1091QDW, como mostra a **Figura 26**.



Figura 26: Lavadora - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Esta lavadora possui um consumo médio por lavagem de 45 litros, e possui um consumo de energia de 0,89 kWh, sendo classificada também na classe energética A++, não necessitando de alteração.

- **Torneira da cozinha**

A cozinha possui uma torneira misturadora (**Figura 27**), tendo o caudal sido medido da mesma forma que foi feito na Domus I.



Figura 27: Torneira misturadora da Cozinha - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

- **Torneira da lavanderia**

A Domus II possui ainda uma torneira misturadora de um terceiro modelo instalada na lavanderia, como mostra a **Figura 28**.



Figura 28: Torneira misturadora da lavanderia - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

- **Sistema de Aquecimento**

O sistema de aquecimento da Domus II é do mesmo modelo apresentado na Domus I, como mostra a **Figura 29**, mantendo-se o valor de 2,97 de COP para os cálculos de eficiência energética do Programa AQUA+.



Figura 29: Sistema de aquecimento - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

3.3. Descrição da Escola Superior de Saúde (ESSa), dos equipamentos hidráulicos existentes e medições nos mesmos

A Escola Superior de Saúde (ESSa) do IPB está localizada na Rua Dom Afonso, em Bragança, e destina-se a alunos do nível superior, tendo como missão a formação de 1.º e 2.º ciclos, a formação pós-graduada, a investigação e a prestação de serviços à comunidade, no domínio da saúde. É constituída por quatro laboratórios, onze salas de aula, um bar, instalações sanitárias, uma sala de informática e um anfiteatro. Neste edifício foram obtidas 44 respostas de utilizadoras mulheres e 7 respostas de utilizadores homens, e também foi obtida uma resposta da funcionária do bar do edifício, totalizando 52 respostas ao todo. A **Figura 30** e a **Figura 31** mostram o edifício em questão.



Figura 30: Fotografia aérea da ESSa.

Fonte: Google Maps, www.google.pt/maps.



Figura 31: Fachada da ESSa para a Rua Dom Afonso.

Fonte: Autor (2023).

O número médio diário de utilizadores neste edifício é de 260 pessoas. A recolha de dados envolveu monitorizações diretas, observação de comportamentos, entrevistas e questionários (**Anexo I.3**) (submetidos previamente à Comissão de Ética do IPB) aplicados a funcionários, docentes e não docentes da ESSa, tendo como fundamento perceber os hábitos dos utilizadores do edifício, relativamente ao “Consumo de água na Escola Superior de Saúde - ESSa”.

Os dispositivos de utilização implementados na ESSa são apresentados na **Tabela 9**.

Tabela 9: Dispositivos de utilização da ESSa.

Fonte: Autor (2023).

ESSa	Pisos		Piso 0	Piso 1	Total
	Torneiras	Temporizadas		0	0
Misturadora Lavatórios			4	6	10
Misturadora Cozinha			1	0	1
Autoclismos de bacias de retrete	Descarga Única		3	8	11
	Descarga Dupla		0	0	0
Fluxómetros de Urinóis			2	2	4

Foram realizadas medições de caudal nos seguintes dispositivos de utilização:

- **Torneiras misturadoras**

A metodologia utilizada para medir o caudal das torneiras misturadoras na ESSa, foi a mesma utilizada nas Residências Domus I e II, no entanto, neste edifício a água quente não estava a funcionar, sendo as medições feitas apenas na água fria e foram divididas em pisos 0 e 1 pois os modelos dos dispositivos diferem desta forma. Os dispositivos do edifício estão apresentados na **Figura 32-(a), (b), (c) e (d)**.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 32: Torneira misturadora do lavatório no piso 0 (a); Demonstração do caudal da torneira misturadora do lavatório no piso 0 (b); Torneira misturadora do lavatório no Piso 1 (c); Demonstração do caudal da torneira misturadora do lavatório no piso 1 (d).

Fonte: Autor (2023).

- **Torneira do Bar Interno**

A medição da torneira do bar foi igual às medições feitas no tipo da copa nas Residências Domus I e II, e o dispositivo está apresentado na **Figura 33**.



Figura 33: Torneira misturadora do Bar.

Fonte: Autor (2023).

- **Termoacumulador Elétrico**

O termoacumulador utilizado na copa tem capacidade de 35 litros (**Figura 34**) e possui uma eficiência de aquecimento maior que 90%. Como mostra a ficha técnica do **Anexo II.2**, será considerada 90% de eficiência para os cálculos de eficiência energética do Programa AQUA+.



Figura 34: Termoacumulador elétrico 35L.

Fonte: Autor (2023).

- **Máquina de lavar loiça**

No bar do edifício existe uma máquina de lavar loiça, a qual é apresentada na **Figura 35**, gastando em torno de 20 L por lavagem, sendo utilizada cerca de 5 vezes por dia.



Figura 35: Máquina de lavar loiça.

Fonte: Autor (2023)

- **Autoclismos de bacias de retrete com descarga única**

Por informações do fabricante, os autoclismos instalados são de descarga única (9L), apresentando-se na **Figura 36-(a)** e **(b)**.



(a)



(b)

Figura 36: Autoclismo de bacia de retrete de 9L, modelo 1 (a); Autoclismo de bacia de retrete de 9L, modelo 2 (b).

Fonte: Autor (2023).

- **Autoclismos de bacias de retrete com descarga dupla**

Por informações do fabricante, há um outro tipo de autoclismo instalado o qual possui descarga dupla (3L/6L). Este modelo possui apenas 2 exemplares no edifício (**Figura 37**).

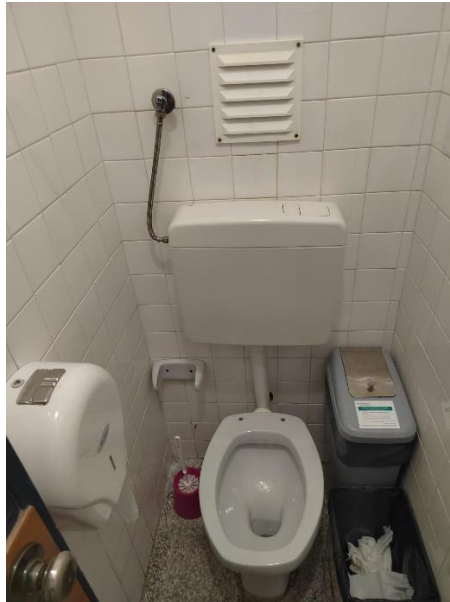


Figura 37: Modelo de autoclismo de bacia de retrete de descarga dupla de 3L/6L.

Fonte: Autor (2023).

- **Fluxômetros de urinóis**

Os urinóis possuem um caudal total por ativação de aproximadamente 2 L, **Figura 38-(a)** e **(b)**.



(a)



(b)

Figura 38: Modelo de urinol 1 (a); Modelo de urinol 2 (b).

Fonte: Autor (2023).

3.4. Metodologia de Cálculo do AQUA+

O consumo total de água de um imóvel é dado pela soma dos consumos de água de todos os dispositivos e equipamentos de lavagem. Para torneiras e chuveiros, o consumo de água é calculado com base no caudal, no tempo de cada utilização e na frequência diária de utilização, como é mostrado na **Equação 2** (Faia et al., 2022).

$$\text{Consumo (torneiras e chuveiros)} = \Sigma(Q_i \cdot f_i \cdot t_i) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

i - representa cada um dos dispositivos;

Q - é o caudal, em L/min;

f - é a frequência diária de utilização;

t - é o tempo de cada utilização, em minutos.

Já para os autoclismos, o cálculo de consumos possui como base o seu volume de descarga e a frequência diária de utilização, como mostra a **Equação 3**.

$$\text{Consumo (autoclismos)} = \Sigma(V_i \cdot f_i) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

i - representa cada um dos dispositivos;

V - é o volume, em litros;

f - é a frequência diária de utilização.

Como as torneiras e chuveiros consomem água quente, é de se analisar que eles possuem consumos associados, os quais dependem da água quente em litros (V), da densidade e do calor específico da água ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ e $c_p = 4187 \text{ J/(kg.K)}$, respetivamente), da variação de

temperatura da água (ΔT [K]) e da eficiência do sistema de aquecimento de água (η). Tais consumos podem ser calculados através da **Equação 4**.

$$\text{Consumo (energia)} = \frac{\rho \cdot V \cdot C_p \cdot \Delta T}{3,6 \cdot 10^6 \cdot \eta} \quad (\text{Equação 4})$$

Os consumos de água e de energia das máquinas de lavar loiça e roupa são obtidos através da etiqueta energética do produto, que apresenta o consumo de água e energia em litros/ano e kWh/ano, respetivamente, para máquinas anteriores a 1 de março de 2021, ou em litros/ciclo e kWh por 100 ciclos, para modelos posteriores a essa data.

3.5. Método de cálculo de volume de água aproveitado determinado pela ETA 0701

A ANQIP ETA 0701 (2022) apresenta, na **Equação 5**, como calcular o volume de água a ser aproveitado num determinado período:

$$V_a = C \cdot P \cdot A \cdot \eta_f \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

V_a - Volume de água da chuva aproveitável (litros) no período de tempo considerado;

C - Coeficiente de escoamento (relação entre o volume captado e o volume total de precipitação num determinado período de tempo);

P - Altura de precipitação acumulada no período considerado (mm);

A - Área de captação (m^2);

η_f - Eficiência hidráulica da filtragem.

É importante destacar que “O valor de C varia com a altura de precipitação e, no caso das coberturas verdes, varia também com as suas características, a altura de precipitação e as

temperaturas em períodos anteriores. Quando o dimensionamento da cisterna for feito com base em pluviosidades médias mensais, recomenda-se que sejam adotados os valores de C indicados na coluna 2 da **Tabela 10** (ETA 0701, 2022).

Tabela 10: Valores recomendados para o coeficiente de escoamento (C).

Fonte: ETA 0701 (2022).

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 inclinadas impermeáveis e lisas (telha cerâmica, chapa metálica, entre outras)	0,9	0,9
Coberturas inclinadas impermeáveis e rugosas (telas de betão, entre outras)	0,8	0,8
Coberturas planas sem inertes de proteção	0,8	0,8
Coberturas planas com inertes de proteção (areão, godo, entre outras)	0,7	0,7
Coberturas verdes intensivas, sem rega (espessura e > 150 mm)	De acordo com as características da cobertura e estudo experimental	≤ 0,30
Coberturas verdes extensivas, sem rega (espessura e ≤ 150 mm)	De acordo com as características da cobertura e estudo experimental	≤ 0,50

Quando há limpezas regulares pode-se assumir uma eficiência hidráulica (η_f) de 0,9, a menos que o fabricante ou as suas características recomendem outro valor (ETA 0701, 2022).

A ETA 0701 esclarece no seu item 4.5.1 localizado na página 10 do documento que “as cisternas devem ser dimensionadas de acordo com critérios económicos, técnicos e ambientais, considerando sempre as boas práticas de engenharia. Recomenda-se que o volume total (V_t) seja, no mínimo, superior em 20% ao volume útil (V_u), para ter em atenção o volume morto e a profundidade da boca de captação”. A água pode ficar retida na cisterna por até 90 dias, mas sendo preferível utilizá-la em até 30 dias.

3.5.1. Dimensionamento Simplificado do Reservatório

Para realizar o dimensionamento do reservatório, consideram-se os períodos ideais de reserva da água na cisterna entre 20 e 30 dias, lembrando que a mesma pode ficar retida por até 90 dias, caso as condições de armazenamento estejam adequadas. A cisterna pode ser dimensionada através de métodos simplificados em casos que os edifícios sejam residenciais, administrativos, comerciais, de serviços ou industriais, de pequena ou média dimensão e com uma estrutura de consumos uniforme ao longo do tempo (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017).

As **Equações 6, 7 e 8** demonstram como esse pré-dimensionamento, ou dimensionamento simplificado pode ser feito.

$$V_{res} = \text{Min} \{V1 \text{ ou } V2\} \quad (\text{Equação 6})$$

com:

$$V1 = 0,0014 \cdot P \cdot A \cdot N \quad (\text{Equação 7})$$

$$V2 = 0,0027 \cdot U \cdot CAE \cdot N \quad (\text{Equação 8})$$

sendo:

V1 - Volume aproveitável (litros);

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

A - Área de captação (m²);

N - 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);

V2 - Volume consumido (litros);

U - Número de habitantes, utentes ou operários;

CAE - Consumo anual estimado (litros), tendo em atenção o número de utentes do edifício.

3.5.2. Mapa auxiliar de dimensionamento de um SAAP

Um dimensionamento mais rigoroso (não simplificado), é recomendável quando se observam alguns dos seguintes itens (Silva-Afonso & Pimentel-Rodrigues, 2017):

- Sistema de grandes dimensões;
- Estrutura de consumos não é uniforme ao longo do tempo;
- Pretende-se verificar o funcionamento e as necessidades de suprimento de uma cisterna pré-dimensionada por métodos simplificados;
- Pretende-se otimizar o volume da cisterna, tendo em atenção suprimentos.

Os métodos de dimensionamento são baseados, em sua maioria, em métodos tradicionais de determinação de volumes de reservatórios através de diferenças mensais, sendo necessário o conhecimento das precipitações locais e do diagrama de consumos. Silva-Afonso e Pimentel-Rodrigues (2017) apresentam um mapa auxiliar de dimensionamento do sistema, o qual permite a determinação das necessidades de suprimento em através do volume adotado para a cisterna.

Aqui, destaca-se que a tentativa de aplicação do SAAP será realizada apenas na ESSa, visto que as Domus I e II não possuem espaço para implementação do sistema, o que não seria viável tecnicamente nestas residências.

3.6. Análise da área de cobertura e de dados pluviométricos para consideração do SAAP na ESSa

A ESSa possui uma área de cobertura de edifício de 1 266,13 m², como mostra a **Figura 39**, que é a área que será utilizada para a captação de água da chuva a ser direcionada ao SAAP.

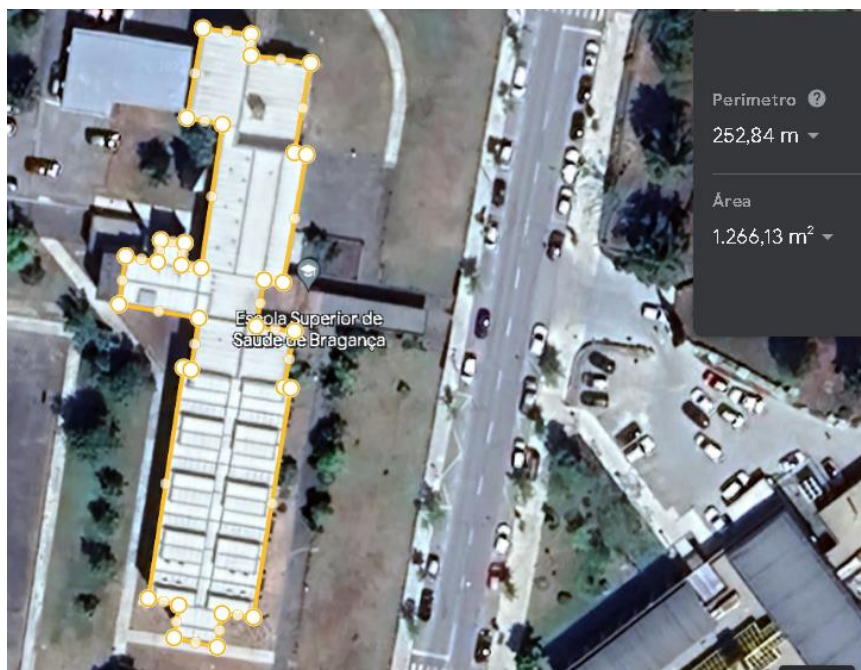


Figura 39: Área de cobertura disponível para captação de águas pluviais - ESSa.

Fonte: earth.google.com

Para o desenvolvimento dos estudos foi necessário conhecer a média mensal de precipitação da região (**Anexo III**). Foi elaborada a **Tabela 11**, com base nos dados do IPMA de 2012 a 2022 para a realização do cálculo.

Tabela 11: Precipitação média mensal em Bragança.

Fonte: IPMA (2022).

Bragança	Precipitação média mensal
janeiro	84,15
fevereiro	73,50
março	67,14
abril	78,94
maio	44,53
junho	27,68
julho	12,45
agosto	14,67
setembro	41,65
outubro	90,62
novembro	88,84
dezembro	102,60

Complementarmente, foram realizadas análises às águas pluviais, no Laboratório de Processos Químicos da Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTiG) do IPB, previamente recolhidas na ESSa. As amostras foram recolhidas de uma das caleiras do telhado em garrafas esterilizadas e em garrafas plásticas, como mostra a **Figura 40**.



Figura 40: Recolha da amostras de águas pluviais.

Fonte: Autor (2023).

A **Tabela 12** mostra alguns parâmetros utilizados para o estudo e o seu método analítico.

Tabela 12: Parâmetros analisados e metodologia analítica utilizada.

Fonte: Autor (2023).

Parâmetros	Métodos
Coliformes termotolerantes (UFC/mL)	Método interno. Técnica de filtração em membrana, utilizando o meio m-FC Agar.
Coliformes totais (UFC/mL)	ISO 9308-1:2000
Enterococos (UFC/mL)	ISO 7899- 2:2000
N-Amoniacal (mg N-NH₄⁺/L)	SMEWW 4500-NH ₃ (Direct nesslerization method)
pH	SMEWW 4500-H+ B (Electrometric method)
Sólidos suspensos (mg/L)	SMEWW 2540 D (Total suspended solids at 103-105 °C)
Turvação (NTU)	SMEWW 2130 B

3.7. Viabilidade técnica

As opções descritas para a redução do consumo de água potável na Domus I e Domus II, e também no edifício da ESSa, serão analisadas na ótica do funcionamento hidráulico-sanitário e construtivo.

3.8. Viabilidade económica

A análise de viabilidade económica será feita com base no volume de água consumida e poupada nos edifícios, analisando o impacto da poupança de água na parte energética e calculando o retorno. A opção mais plausível a ser apresentada será a que obtiver um resultado de maior economia de água, baixa manutenção e um período de retorno de investimento baixo. Para se estimar o valor de redução na fatura de água, foi utilizada uma estimativa anual de metros cúbicos gastos nos edifícios, encontrada com base nos questionários (**Anexo I**). Para se chegar ao valor anual foram utilizadas as tarifas apresentadas na **Tabela 13** e na **Tabela 14**, que apresentam as tarifas de água em vigor no concelho de Bragança para Estado e Entidades Públicas.

Tabela 13: Tarifa mensal variável de abastecimento de água no concelho de Bragança.

Fonte: ersar.pt. (2023).

Tarifário Estado e Entidades Públicas		
Tarifas Variáveis (€/m³)		
Água	Águas Residuais	Resíduos Sólidos Urbanos
1,96	0,62	2,86

Tabela 14: Tarifa mensal fixa de abastecimento de água no concelho de Bragança.

Fonte: ersar.pt. (2023).

Tarifário Estado e Entidades Públicas			
Tarifas Fixas (€)			
Água		Águas Residuais	Resíduos Sólidos Urbanos
Diâmetro do contador			
25	40	2,16	5,02
8,46	13,06		

Para a parte energética foram utilizadas as tarifas da **Tabela 15** que apresenta o tarifário energético vigente em Bragança (desenvolvida com base na segunda via fornecida pela concessionária de energia Naturgy no mês de abril de 2023), serão encontrados então os consumos em kWh/anual pelo modelo de cálculo do AQUA+ aplicado em cada cenário. Dessa forma será analisado o período de retorno, no entanto não será considerada a taxa de inflação nos resultados, devido à grande variação que está ocorrendo desde 2020, sendo de difícil estimativa a longo prazo por necessitar de especulação para esta análise. A **Figura 41** mostra a evolução percentual da taxa de inflação em Portugal desde 1960.

Tabela 15: Tarifário energético em Bragança.

Fonte: Faturas Naturgy (2023).

Tarifa	Potência Contratada (€/kW.dia)	Potência Horas de Ponta (€/kW.dia)	H. Ponta	H. Cheia	H. Vazio	H. Super Vazio
BTE(*)	0,0196	0,4854	0,156518	0,121986	0,077275	0,073601

(*) Baixa Tensão Especial (BTE).

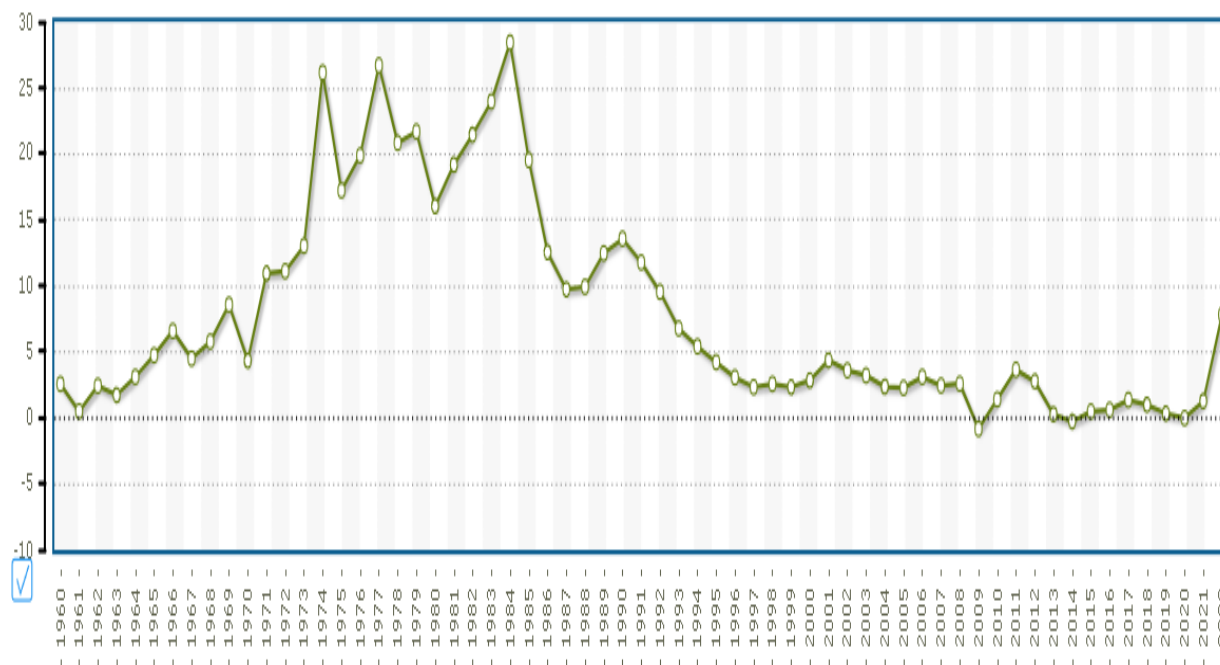


Figura 41: Taxa de Inflação (Taxa de Variação do Índice de Preços no Consumidor).

Fonte: INE, PORDATA (2023).

3.9. Estimativa de CO₂ produzido

Para se estimar a quantidade de CO₂ produzida nos edifícios, serão utilizadas as faturas energéticas de cada um deles, visto que a mesma possui a informação de emissão de CO₂ associada ao consumo de energia do local em kg, com isso será realizada uma regra de três simples para cada edifício individualmente, para se estimar a quantidade de emissão de CO₂ que será reduzida após as alterações e substituições feitas nos dispositivos.

Capítulo 4

4. Resultados e Discussão

No presente capítulo será feita uma análise da viabilidade técnica e económica das soluções apresentadas para os três edifícios (sendo que a possibilidade de implantação do SAAP será analisada apenas para a ESSa), comparando os cenários propostos, analisando a diferença de economia hídrica e energética, e os tempos de retorno dos investimentos em cada cenário. Será também analisada a quantidade de CO₂ que não será emitida devido à economia hídrica e energética causada pelonexo água-energia.

4.1. Estimativa do tempo e frequência de utilização dos equipamentos hidráulicos e resultados das medições

4.1.1. Resultados na Residência Domus I

- **Torneira Temporizada - Domus I**

Com o método descrito no tópico Torneira Temporizada do item 3.1 foi obtido um tempo médio de 7,45 segundos de ativação e um caudal estimado de 3,63 L/min para as torneiras temporizadas. Cada residente utiliza essa torneira 0,53 vezes por dia para lavar as mãos, não sendo um local de grande consumo hídrico.

- **Torneira Misturadora - Domus I**

Esta torneira é aberta 4,80 vezes pelos residentes por dia para lavarem as mãos, e em cada ativação ela permanece aberta por cerca de 0,51 minutos. O caudal médio estimado para a torneira misturadora dos lavatórios, em cada uma das 4 posições está apresentado na **Tabela 16**.

Tabela 16: Caudal médio das torneiras misturadoras - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio (L/min)			
Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente	
Fria	Quente	Fria	Quente
13,29	11,46	5,32	5,08

Destaca-se aqui a importância da conscientização da população para a não utilização dos dispositivos em sua capacidade máxima, visto que uma simples angulação a mais no dispositivo pode gastar mais do que o dobro de litros de água necessários para realizar a mesma atividade.

- **Sistema de duche (chuveiro de teto e chuveiro de mão) - Domus I**

Os sistemas de duche são utilizados 9,75 vezes por cada residente por semana, sendo que cada uma das utilizações dura cerca de 11,67 minutos. Os caudais médios encontrados para estes dispositivos estão apresentados na **Tabela 17**.

Tabela 17: Caudal médio dos chuveiros e das mangueiras dos chuveiros - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio dos chuveiros (L/min)				Caudal médio das mangueiras dos chuveiros (L/min)			
Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente		Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente	
Fria	Quente	Fria	Quente	Fria	Quente	Fria	Quente
8,40	8,90	5,80	5,40	7,88	8,50	6,38	5,98

- **Mangueira para limpeza (exterior) - Domus I**

Após a análise, foi verificado que o caudal médio deste dispositivo é de cerca de 19,6 L/min, e é de se notar que ela é utilizada por cerca de 30 minutos durante o mês todo, apenas com o objetivo de se lavar as janelas, ou seja, apresenta um gasto mensal de 588 Litros, que é um gasto considerável.

- **Torneira da cozinha – Domus I**

O caudal médio estimado para a torneira misturadora da cozinha em cada uma das 4 posições está apresentado na **Tabela 18**.

Tabela 18: Caudal médio da torneira misturadora da cozinha - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio (L/min)			
Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente	
Fria	Quente	Fria	Quente
10,6	8,72	3,58	3,38

Os residentes (que possuem uma média semanal de utilização da residência de 5,5 dias) chegaram a um tempo médio de utilização por dia por residente da torneira de cozinha de 8,33 minutos, podendo chegar-se a um gasto mensal de 1 942,55 litros, caso seja utilizada sempre na vazão máxima na condição fria, contra 656,07 litros mensais, caso seja sempre utilizada na vazão mínima para uso eficiente na condição fria, mostrando novamente a necessidade de conscientização dos utilizadores.

- **Torneira da lavanderia - Domus I**

A máquina de lavar da Domus I é utilizada uma vez por semana por residente, tendo um gasto por lavagem de 45 litros.

4.1.2. Resultados na Residência Domus II

- **Torneira Temporizada - Domus II**

Com este método foi obtido um tempo médio de 7,96 segundos de ativação e um caudal estimado de 3,71 L/min. Cada residente utiliza essa torneira 0,44 vezes por dia para lavar as mãos, não sendo um local de grande consumo hídrico.

- **Torneira Misturadora - Domus II**

Esta torneira é aberta 3,96 vezes pelos residentes por dia para lavarem as mãos, e em cada ativação ela permanece aberta por cerca de 0,28 minutos. Desta forma, o caudal médio estimado para a torneira misturadora dos lavatórios em cada uma das 4 posições está apresentado na **Tabela 19**.

Tabela 19: Caudal médio das torneiras misturadoras - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio (L/min)			
Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente	
Fria	Quente	Fria	Quente
14	12	6	5,38

Assim como na Domus I, um ponto muito importante é a conscientização dos moradores sobre a forma do uso do dispositivo para auxiliar na redução do consumo de água.

- **Sistema de duche (chuveiro de teto e chuveiro de mão) - Domus II**

Os sistemas de duche são utilizados 11,75 vezes por cada residente por semana, sendo que cada uma das utilizações dura cerca de 15,40 minutos. Os caudais médios encontrados para estes dispositivos estão apresentados na **Tabela 20**.

Tabela 20: Caudal médio dos chuveiros e das mangueiras dos chuveiros - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio dos chuveiros (L/min)				Caudal médio das mangueiras dos Chuveiros (L/min)			
Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente		Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente	
Fria	Quente	Fria	Quente	Fria	Quente	Fria	Quente
8,8	9,2	4,8	4,8	7,76	8,8	5,96	5,96

- **Torneira da cozinha - Domus II**

O caudal médio estimado da torneira misturadora da cozinha em cada uma das 4 posições está apresentado na **Tabela 21**.

Tabela 21: Caudal médio da torneira misturadora da cozinha - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio (L/min)			
Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente	
Fria	Quente	Fria	Quente
9,88	10,11	4,7	5,69

Os residentes (que possuem uma média semanal de utilização da residência de 6,4 dias) chegaram a um tempo médio de utilização por dia por residente da torneira de cozinha de 3,2 minutos, podendo chegar-se a um gasto mensal de 809,37 litros, caso seja utilizada sempre na vazão máxima na condição fria, contra 385,02 litros mensais, caso seja sempre utilizada na vazão mínima para uso eficiente na condição fria, mostrando novamente a necessidade de conscientização dos utilizadores.

- **Torneira da lavanderia - Domus II**

O caudal médio estimado da torneira misturadora da lavanderia em cada uma das 4 posições está apresentado na **Tabela 22**. Os residentes não usam esta torneira, sendo o seu consumo destinado à limpeza semanal do local.

Tabela 22: Caudal médio da torneira misturadora da lavanderia - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio (L/min)			
Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente	
Fria	Quente	Fria	Quente
11,58	13,63	4,72	5,02

- **Torneira da lavanderia - Domus II**

A máquina de lavar da Domus II é utilizada uma vez por semana por residente, tendo um gasto por lavagem de 45 litros.

4.1.3. Resultados na Escola Superior de Saúde (ESSa)

- **Torneira misturadora - ESSa**

As torneiras misturadoras da ESSa são utilizadas cerca de 3,15 vezes por dia por utilizador, sendo que cada ativação possui uma duração de em média 0,59 minutos. O caudal médio estimado para os tipos de torneira misturadora dos lavatórios em cada um dos pisos estão apresentados na **Tabela 23** e na **Tabela 24**.

Tabela 23: Caudal médio das torneiras misturas dos lavatórios do piso 0 - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio das torneiras misturadoras do piso 0 (L/min)	
Posição máxima	Posição mínima para uso eficiente
Fria	Fria
45	6,36

Tabela 24: Caudal médio das torneiras misturadoras dos lavatórios do piso 1.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio das torneiras misturadoras do piso 1 (L/min)	
Posição máxima	Posição mínima para uso eficiente
Fria	Fria
11,655	4,2

- **Torneira bar interno - ESSa**

O caudal médio estimado da torneira misturadora do bar em cada uma das 4 posições está apresentado na **Tabela 25**.

Tabela 25: Caudal médio da torneira misturadora do Bar - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Caudal médio (L/min)			
Posição máxima		Posição mínima para uso eficiente	
Fria	Quente	Fria	Quente
28	12,19	6,18	6,87

É de se notar, que por informações obtidas nos questionários, esta torneira mantém-se aberta, em média, 40 minutos por dia. Considerando que o uso das torneiras é realizado por pessoas com diferentes hábitos e por este motivo não é possível estimar com precisão o caudal de cálculo, será assim adotado um valor médio entre os resultados obtidos para o caudal de água quente, que é a temperatura mais utilizada neste ponto, retornando um caudal de 9,53 L/min e resultando num total de 381,2 litros consumidos por dia neste dispositivo.

- **Máquina de lavar loiça - ESSa**

A máquina é utilizada cerca de 5 vezes por dia no bar, sendo que gasta cerca de 20 litros por lavagem.

4.2. Consumo de água nos três edifícios e proposta de soluções para a sua redução

4.2.1. Consumo de água na Residência Domus I e proposta de soluções para a sua redução

Na **Figura 42-(a)** e **(b)** são apresentadas as distribuições do consumo de água na Domus I, com base nos valores máximos de consumo (**Figura 42 – (a)**), e nos valores mínimos de consumo (**Figura 42 – (b)**), medidos “in situ”, por observação de hábitos de consumo de água, por entrevista aos utilizadores e por questionários aplicados aos residentes (ver questionário no **Anexo I.1**).

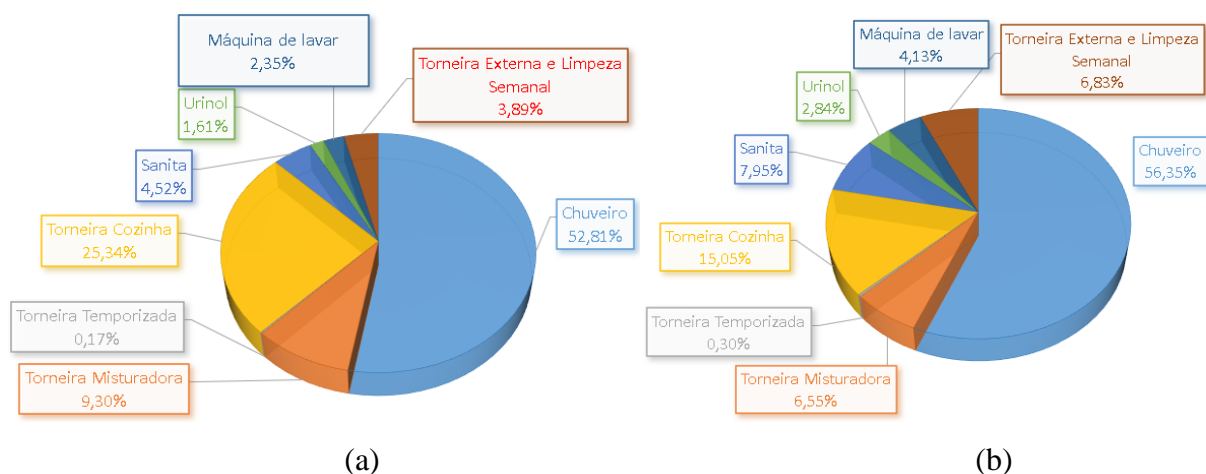


Figura 42: Distribuição do consumo de água na Domus I: Valores Máximos (a); Valores Mínimos (b).

Fonte: Autor (2023).

Como o edifício é habitado por pessoas com diferentes culturas, existe uma certa dificuldade em se estimar o modo como as pessoas utilizam os dispositivos. Assim, criou-se a **Tabela 26** com valores médios dos consumos obtidos anteriormente para facilitar as futuras análises e discussões. A **Figura 43** apresenta a distribuição percentual dos consumos médios de água, considerando 6 habitantes.

Tabela 26: Consumo médio de água na Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Dispositivos	Consumo médio de água semanal (L)	Consumo médio de água mensal (L)	Consumo médio de água anual (L)
Chuveiro	4879,88	19519,5	214714,5
Torneira Misturadora	749,24	2997,0	32966,5
Torneira Temporizada	19,83	79,3	872,6
Torneira Cozinha	1949,75	7799,0	85789,0
Sanita	519,75	2079,0	22869,0
Urinol	185,63	742,5	8167,5
Máquina de lavar	270,00	1080,0	11880,0
Torneira Externa + Limpeza Semanal	447,00	1788,0	19668,0
Total	9021,07	36084,28	396927,10

Nota: Foram considerados 11 meses de consumo de água na Domus I.

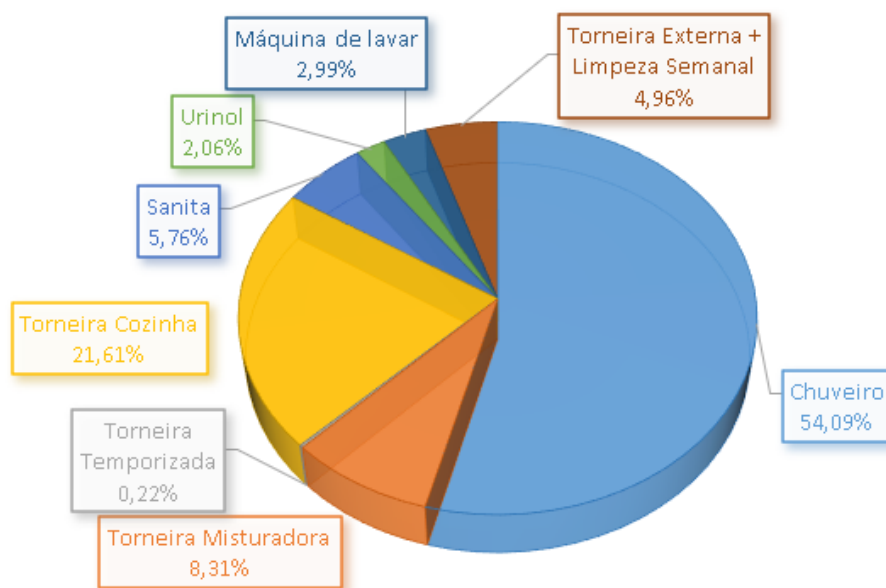


Figura 43: Distribuição atual do consumo de água na Domus I: valores médios.

Fonte: Autor (2023).

Com o objetivo de reduzir consumos, perdas e desperdícios (Silva-Afonso, 2009), e considerando os consumos de água apresentados na **Figura 42-(a)** e **(b)**, na **Tabela 27**, apresentam-se as propostas de algumas soluções para a redução do consumo de água potável na Domus I.

Tabela 27: Soluções propostas para a redução do consumo de água na Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Soluções propostas para a Domus I		
Solução Substituição de dispositivos de utilização instalados por outros mais eficientes ou aplicação de redutores de caudal	Cenário 1	Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 5 L/min
		Substituição da torneira da cozinha por torneira de 8,0 L/min
	Cenário 2	Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 5,0 L/min
		Substituição da torneira da cozinha por torneira de 8,0 L/min
		Colocação de redutor de caudal nas colunas de duche existentes

Como vista a atingir o objetivo de redução do consumo de água, foram criados dois cenários com as seguintes características:

- Substituir as torneiras misturadoras encastradas de lavatório por torneiras mais eficientes, com caudal de 5 L/min (**cenários 1 e 2**) certificadas pela ANQIP (ver Fichas Técnicas no **Anexo II.3**, Erix, www.erix.pt, ou equivalente);
- Substituir a torneira da cozinha por uma torneira eficiente, com caudal de 8,0 L/min e certificada pela ANQIP (ver Ficha Técnica no **Anexo II.4**, Erix, www.erix.pt, ou equivalente) (**cenários 1 e 2**).
- Colocar redutores de caudal nas colunas de duche existentes certificadas pela ANQIP (ver Certificação de Eficiência Hídrica no **Anexo IV**, ANQIP, www.anqip.pt, ou equivalente) (**cenário 2**).

4.2.2. Consumo de água na Residência Domus II e proposta de soluções para a sua redução

Na **Figura 44-(a)** e **(b)** são apresentadas as distribuições do consumo de água na Residência Domus II, com base nos valores máximos de consumo (**Figura 44 – (a)**), e nos valores mínimos de consumo (**Figura 44 – (b)**), medidos “in situ”, por observação de hábitos de consumo de água, por entrevista aos utilizadores e por questionários aplicados aos residentes (ver questionário no **Anexo I.2**).

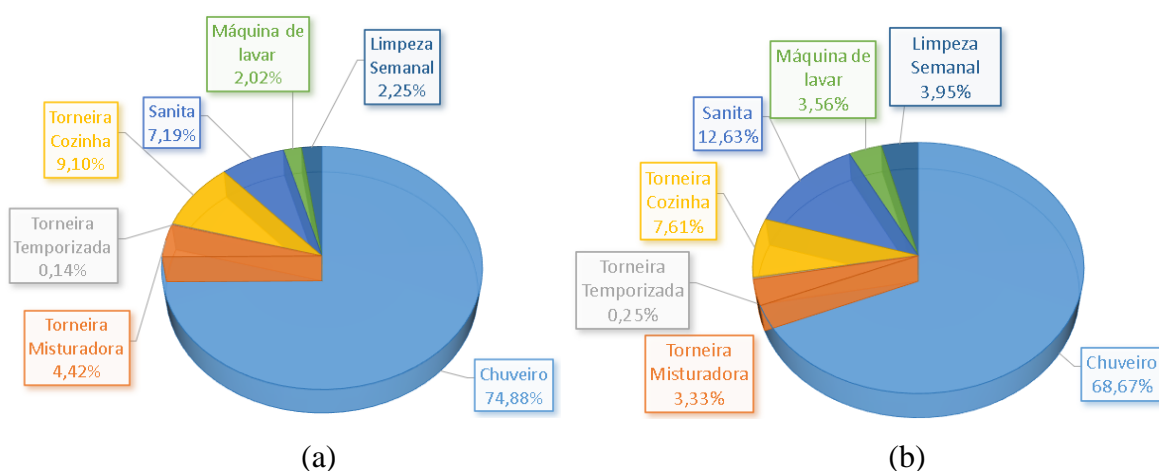


Figura 44: Distribuição do consumo de água na Domus II: Valores Máximos (a); Valores Mínimos (b).

Fonte: Autor (2023).

Da mesma forma como foi feito na Domus I, obtiveram-se os valores médios dos consumos na **Tabela 28** e o gráfico percentualmente dividido dos valores por dispositivo na **Figura 45**.

Tabela 28: Consumo médio de água na Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Dispositivos	Consumo médio de água semanal (L)	Consumo médio de água mensal (L)	Consumo médio de água anual (L)
Chuveiro	7599,90	30399,6	334395,6
Torneira Misturadora	420,71	1682,8	18511,3
Torneira Temporizada	19,04	76,2	837,7
Torneira Cozinha	895,80	3583,2	39415,0
Sanita	958,46	3833,9	42172,4
Máquina de lavar	270,00	1080,0	11880,0
Limpeza Semanal	300,00	1200,0	13200,0
Total	10463,91	41855,63	460411,96

Nota: Foram considerados 11 meses de consumo de água na Domus II.

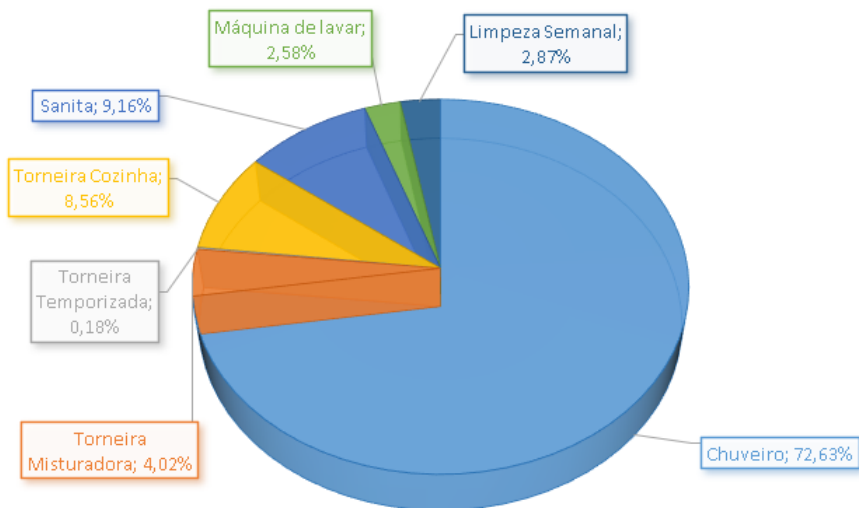


Figura 45: Distribuição atual do consumo de água na Domus II: valores médios.

Fonte: Autor (2023).

No concelho de Bragança tem-se o tarifário da **Tabela 13** e da **Tabela 14** para Consumos do Estado e Entidades Públicas.

Tendo em consideração os consumos de água apresentados na **Figura 44 – (a) e (b)**, apresentam-se na **Tabela 29**, as propostas de algumas soluções para a redução do consumo de água potável na Domus II.

Tabela 29: Soluções propostas para a redução do consumo de água na Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Soluções propostas para a Domus II		
Solução	Cenário 1	Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 5 L/min
		Substituição da torneira da cozinha por torneira de 8,0 L/min
Substituição de dispositivos de utilização instalados por outros mais eficientes ou aplicação de redutores de caudal	Cenário 2	Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 5,0 L/min
		Substituição da torneira da copa por torneira de 8,0 L/min
		Colocação de redutor de caudal nas colunas de duche existentes

Com vista a atingir o objetivo de redução do consumo de água, foram criados dois cenários com as seguintes características:

- Substituir as torneiras misturadoras encastradas de lavatório por torneiras mais eficientes, com caudal de 5 L/min (**cenários 1 e 2**) certificada pela ANQIP (ver Fichas Técnicas no **Anexo II.3**, Erix, www.erix.pt, ou equivalente);
- Substituir a torneira da cozinha por uma torneira eficiente, com caudal de 8,0 L/min e certificada pela ANQIP (ver Ficha Técnica no **Anexo II.4**, Erix, www.erix.pt, ou equivalente) (**cenários 1 e 2**);
- Colocar redutor de caudal nas colunas de duche existentes certificadas pela ANQIP (ver Certificação de Eficiência Hídrica no **Anexo IV**, ANQIP, www.anqip.pt, ou equivalente) (**cenário 2**).

4.2.3. Consumo de água na Escola Superior de Saúde (ESSa) e proposta de soluções para a sua redução

Foi analisada por observação, durante intervalos de aula, a circulação dos utilizadores no edifício. Com isto, notou-se uma média de circulação de 65 pessoas por intervalo, e considerando-se 4 intervalos no dia, chegou-se a 260 utilizadores diários no edifício. Para realizar a estimativa do consumo de água recorreu-se à aplicação dos questionários, às faturas

de água do edifício que forneceram um valor máximo de 43 m³ consumidos num mês e um valor médio mensal de 22,16 m³ consumidos. Além disso, notou-se por observação que apenas cerca de 30% dos utilizadores do edifício eram do sexo masculino e que poderiam usufruir dos urinóis. A partir disto, em comparação com os números obtidos pelos questionários, foi possível dizer que cerca de 6% dos utilizadores diários do edifício realizam todas as atividades do questionário diariamente, considerando este valor para se distribuir também a quantidade de água utilizada na copa, aqui é de se notar que o método de análise adotado tenta abranger várias pessoas com costumes diferentes, chegando a apenas um valor estimado de consumo. Após toda essa análise foi possível chegar aos resultados da **Tabela 30**.

Tabela 30: Consumo médio de água na ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Cenário Atual			
Dispositivos	Consumo médio semanal (L)	Consumo médio mensal (L)	Consumo médio anual (L)
Torneira Misturadora	2137,45	8549,81	94047,96
Torneira Copa	1906,00	7624,00	83864,00
Sanita	1972,49	7889,97	86789,71
Urinol	127,35	509,39	5603,27
Máquina de Lavar Louça	500,00	2000,00	22000,00
Total	6643,29	26573,18	292304,94

Nota: Foram considerados 11 meses de consumo de água na ESSa.

A partir destes valores, é possível verificar que o valor total médio gasto mensalmente é de 26,57 m³, e o consumo diário de água por indivíduo seria de aproximadamente 63,2 L, considerando todos os dispositivos, o que está em conformidade com os estudos feitos por outros autores em escolas e internatos: Silva-Afonso (1997) descreveu um consumo de 50 litros por dia por aluno nesses locais, Tomaz (1999) descreveu um consumo de 76 litros, e Silva-Afonso (2001) descreveu novamente o consumo como 80 litros, gerando uma média dentre os três estudos de 68,67 litros consumidos por dia por aluno.

A **Figura 46** apresenta a distribuição dos consumos na ESSa por dispositivos em forma percentual.

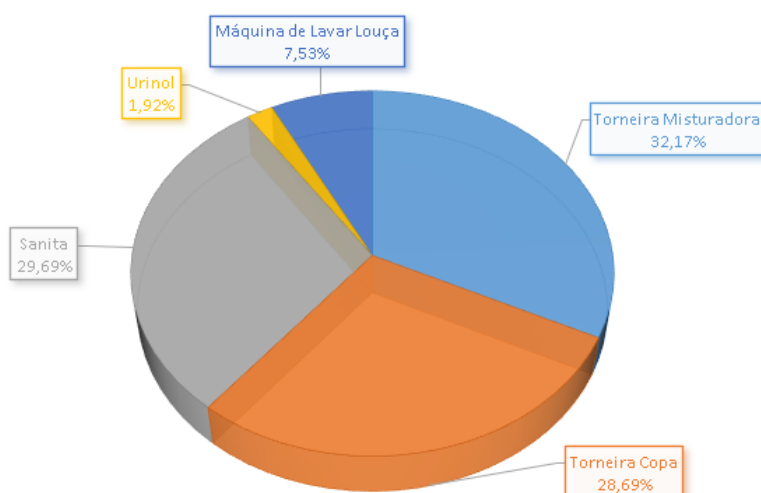


Figura 46: Distribuição atual do consumo de água na ESSa: valores médios.

Fonte: Autor (2023).

No concelho de Bragança tem-se o tarifário das **Tabela 13** e **Tabela 14** para Consumos do Estado e Entidades Públicas.

Considerando os consumos de água apresentados na **Figura 46**, na **Tabela 31** são apresentadas as propostas de algumas soluções para a redução do consumo de água potável na ESSa.

Tabela 31: Soluções propostas para a redução do consumo de água na ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Soluções propostas para a ESSa		
Solução		Substituição dos autoclismos existentes por modelos de dupla descarga 3L/6L
Substituição de dispositivos de utilização	Cenário 1	Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 1,8 L/min
		Substituição da torneira da cozinha por torneira de 8,0 L/min
		Cenário 2
	Cenário 2	Substituição dos autoclismos existentes por modelos de dupla descarga 3L/6L
		Substituição de torneiras de lavatório existentes por torneiras de 5,0 L/min
	Cenário 3	Substituição da torneira do bar por torneira de 8,0 L/min
Cenário 3		
		Substituição dos autoclismos existentes por modelos de dupla descarga 3L/6L
		Substituição da torneira do bar por torneira de 8,0 L/min

Tendo em vista atingir o objetivo de redução do consumo de água, foram criados três cenários com as seguintes características:

- Substituir as torneiras de lavatório por torneiras mais eficientes, com caudal de 1,8 L/min (**cenário 1**) ou com caudal de 5,0 L/min (**cenário 2**), ambas certificadas pela ANQIP (ver Fichas Técnicas no **Anexo II.5**, Erix, www.erix.pt, ou equivalente);
- Substituir a torneira do bar por uma torneira eficiente, com caudal de 8,0 L/min e certificada pela ANQIP (ver Ficha Técnica no **Anexo II.4**, Erix, www.erix.pt, ou equivalente) (**todos os cenários**). A escolha da referida torneira (com caudal de 8,0 L/min) deveu-se ao facto de a torneira do bar ser uma torneira muito utilizada;
- Substituir o autoclismo de 9L existentes por modelos de dupla descarga de 3L e 6L (**todos os cenários**) e certificada pela ANQIP (ver Ficha Técnica no **Anexo II.6**, Erix, www.sanindusa.pt, ou equivalente).

4.3. Impactos energéticos devido à redução do consumo de água potável por cenários

4.3.1. Redução anual na fatura energética - Domus I

É analisada a redução na fatura energética da Domus a partir do cálculo do Programa AQUA+ que considera o gasto energético no aquecimento das águas, tendo em consideração a variação da temperatura de aquecimento da água. Para isso foi consultada a Ficha Climatológica de Bragança a qual regista as temperaturas desde 1971 e retirou-se o valor médio anual de 12,3°C, e como o sistema de aquecimento aquece a água até 60°C, tem-se uma variação de 47,7°C.

A **Tabela 32**, a **Tabela 33** e a **Tabela 34** apresentam os gastos anuais em kWh para o aquecimento de água em torneiras e chuveiros, atualmente e nos cenários 1 e 2, respetivamente.

Os valores de consumo diário em litros por dispositivo por residente foram retirados através das coletas feitas no edifício.

Tabela 32: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário atual - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Cenário Atual						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia sem a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	COP	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Chuveiro	116,19	1000,00	4187,00	47,70	2,97	2170,31
Torneira Misturadora	17,84					333,22
Torneira Cozinha	46,42					867,15
Total (kWh/ano)						3370,68

Tabela 33: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 1 - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Cenário 1						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia com a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	COP	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Chuveiro	116,19	1000,00	4187,00	47,70	2,97	2170,31
Torneira Misturadora	6,71					125,34
Torneira Cozinha	35,03					654,33
Total (kWh/ano)						2949,98

Tabela 34: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 2 - Domus I

Fonte: Autor (2023).

Cenário 2						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia com a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	COP	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Chuveiro	108,05	1000,00	4187,00	47,70	2,97	2018,39
Torneira Misturadora	6,71					125,34
Torneira Cozinha	35,03					654,33
					Total (kWh/ano)	2798,06

Na **Tabela 35** apresenta-se uma estimativa da economia anual e a sua poupança em euros, sendo que foi desenvolvida a partir das tarifas apresentadas na **Tabela 15**. Considerando os horários das atividades que mais utilizam os dispositivos com água quente, o cálculo foi feito com base em 50% na Tarifa de Hora de Ponta e os outros 50% com a Tarifa de Hora de Cheia.

Tabela 35: Poupança anual energética em euros - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Edifício	Cenários	Poupança kWh/ano	Tarifas		Poupança Anual (€)
			H. Ponta	H. Cheia	
Domus I	1	420,69	0,156518	0,121986	58,58
	2	572,62	0,156518	0,121986	79,74

4.3.2. Redução anual na fatura energética - Domus II

A redução na fatura energética da Residência Domus II, foi realizada da mesma forma que na Domus I.

As **Tabelas 36, 37 e 38** apresentam os gastos anuais em kWh para o aquecimento de água em torneiras e chuveiros, atualmente e nos cenários 1 e 2, respetivamente.

Tabela 36: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário atual - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Cenário Atual						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia sem a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	COP	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Chuveiro	180,95	1000,00	4187,00	47,70	2,97	3380,03
Torneira Misturadora	10,02					187,11
Torneira Cozinha	21,33					398,40
					Total (kWh/ano)	3965,55

Tabela 37: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 1 - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Cenário 1						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia com a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	COP	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Chuveiro	180,95	1000,00	4187,00	47,70	2,97	3380,03
Torneira Misturadora	3,58					66,80
Torneira Cozinha	17,26					322,44
					Total (kWh/ano)	3769,27

Tabela 38: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 2 - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Cenário 2						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia com a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	COP	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Chuveiro	168,28	1000,00	4187,00	47,70	2,97	3143,43
Torneira Misturadora	3,58					66,80
Torneira Cozinha	17,26					322,44
					Total (kWh/ano)	3532,67

Considerando novamente as tarifas da **Tabela 15**, e seguindo o mesmo raciocínio utilizado na Domus I com os horários, o cálculo da **Tabela 39** foi realizado com base em 50% na Tarifa de Hora de Ponta e os outros 50% com a Tarifa de Hora de Cheia.

Tabela 39: Poupança anual energética em euros - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Edifício	Cenários	Poupança kWh/ano	Tarifas		Poupança Anual (€)
			H. Ponta	H. Cheia	
Domus II	1	196,28	0,156518	0,121986	27,33
	2	432,88	0,156518	0,121986	60,28

4.3.3. Redução anual na fatura energética - ESSa

É analisada a redução na fatura energética da ESSa, dada da mesma forma como foi feito para os edifícios anteriores.

As **Tabelas 40, 41, 42 e 43** apresentam os gastos anuais em kWh para o aquecimento de água em torneiras e chuveiros, atualmente e nos cenários 1, 2 e 3, respetivamente.

Tabela 40: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário atual - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Cenário Atual						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia sem a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	η	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Torneira Cozinha	272,29	1000,00	4187,00	47,70	0,96	15735,21
Total (kWh/ano)						15735,21

Tabela 41: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 1 - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Cenário 1						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia sem a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	η	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Torneira Cozinha	178,69	1000,00	4187,00	47,70	0,90	11015,03
Total (kWh/ano)						11015,03

Tabela 42: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 2 - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Cenário 2						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia sem a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	η	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Torneira Cozinha	178,69	1000,00	4187,00	47,70	0,90	11015,03
					Total (kWh/ano)	11015,03

Tabela 43: Estimativa de consumo energético anual para aquecimento de água no cenário 3 - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Cenário 3						
Dispositivo	Consumo por dispositivo em litros/habitante/dia sem a implementação de melhoria	ρ	cp	ΔT	η	Consumo Energético por dispositivo por habitante (kWh/ano)
Torneira Cozinha	178,69	1000,00	4187,00	47,70	0,90	11015,03
					Total (kWh/ano)	11015,03

Considerando novamente as tarifas vigentes da **Tabela 15**, tem-se então a **Tabela 44**, também considerando os horários das atividades que mais utilizam os dispositivos com água quente, como neste edifício a água quente funciona apenas na torneira da copa, o cálculo foi feito com base em 15% na Tarifa de Hora de Ponta e os outros 85% com a Tarifa de Hora de Cheia.

Tabela 44: Poupança anual energética em euros - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Edifício	Cenários	Poupança kWh/ano	Tarifas		Poupança Anual (€)
			H. Ponta	H. Cheia	
ESSa	1	4720,18	0,156518	0,121986	600,25
	2	4720,18	0,156518	0,121986	600,25
	3	4720,18	0,156518	0,121986	600,25

4.4. Análise da viabilidade técnica e económica das soluções propostas

É de grande importância avaliar previamente a viabilidade e sustentabilidade das soluções propostas utilizando questões técnicas e económicas, para então, caso seja viável, continuar com a sua implementação.

4.4.1. Viabilidade técnica

Por se tratar de substituições de dispositivos e colocação de redutores de caudal, sendo alterações consideravelmente simples, as opções descritas para a redução do consumo de água potável na Domus I e Domus II, e também no edifício da ESSa têm potencial para ser implementadas.

4.4.2. Viabilidade económica - Domus I

Na **Tabela 45** é apresentada uma estimativa dos valores médios consumidos anualmente, (calculados com uma média de seis habitantes da residência) e a economia percentual ligada a cada cenário na Domus I.

Tabela 45: Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada cenário - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Dispositivos Domus I	Água consumida anualmente (m ³)			Economia por Dispositivo (m ³)		Economia por Dispositivo (%)	
	Cenários						
	Atual	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Chuveiro	214,71	214,71	199,68	0,00	15,03	0,00	7,00
Torneira Misturadora	32,97	12,40	12,40	20,57	20,57	62,39	62,39
Torneira Temporizada	0,87	0,87	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneira Cozinha	85,79	64,74	64,74	21,05	21,05	24,54	24,54
Sanita	22,87	22,87	22,87	0,00	0,00	0,00	0,00
Urinol	8,17	8,17	8,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Máquina de lavar	11,88	11,88	11,88	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneira Externa + Limpeza Semanal	19,67	19,67	19,67	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	396,93	355,31	340,28	41,62	56,65	10,49	14,27

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2.

- **Investimento Inicial - Domus I**

Para se chegar ao investimento inicial foi analisado o preço de mercado dos dispositivos selecionados para substituição e/ou colocação nos cenários propostos. A **Tabela 46** apresenta as informações de custo de investimento inicial.

Tabela 46: Custo de investimento inicial para cada cenário - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Cenários	Novo Dispositivo/Redutor	Preço Novo Dispositivo/Redutor (€)	Quantidade a substituir	Total (€)
1	Kit (Redutor de Caudal para Chuveiro 9L/min)	2,85	0	1 533,00 + IVA
	Torneira Misturadora	138,00	10	
	Torneira Cozinha	153,00	1	
2	Kit (Redutor de Caudal para Chuveiro 9L/min)	2,85	8	1 555,80 + IVA
	Torneira Misturadora	138,00	10	
	Torneira Cozinha	153,00	1	

- **Redução anual nas faturas de água e energia e tempo de retorno do investimento - Domus I**

Para se estimar o valor de redução na fatura de água, foi desenvolvida a **Tabela 47** que utiliza uma estimativa anual de metros cúbicos gastos no edifício, encontrada com base nos questionários aplicados e considerou-se também a residência como ocupada o ano todo com uma média de 6 pessoas. Para se chegar ao valor anual foram utilizadas as tarifas apresentadas na **Tabela 13** e na **Tabela 14**. Para a parte energética foram utilizadas as tarifas da **Tabela 15**, aplicadas na economia em kWh/anual e encontradas pelo modelo de cálculo do AQUA+ aplicado em cada cenário, como foi mostrado na **Tabela 32**, **Tabela 33** e **Tabela 34**. O período de análise foi de 15 anos pelo facto de que o tempo máximo de retorno encontrado dentre os cenários propostos para as Domus I e II e ESSa foi de 11,5 anos, período correspondente ao **Cenário 1 da Domus II**.

Tabela 47: Poupança anual estimada na fatura e período de retorno de investimento por cenário - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Edifício	Cenários	Consumo de água estimado anualmente (m ³)	Preço anual com tarifas fixas e variáveis vigentes (€)	Poupança anual estimada na fatura de água (€)	Poupança anual estimada na fatura energética (€)	Retorno de Investimento (anos)
Domus I	Atual	396,93	2174,9	-	-	-
	1	355,31	1948,5	226,4	58,6	5,4
	2	340,28	1866,7	308,2	79,7	4,0

Comparando os dois cenários propostos é possível analisar que o investimento do **Cenário 2** é apenas 22,8 euros mais caro do que o **Cenário 1**, mas o seu retorno de investimento é 1,4 anos mais rápido. Foi criado então o gráfico da **Figura 47** para uma melhor análise, no qual foi projetada a poupança anual ao longo de 15 anos.

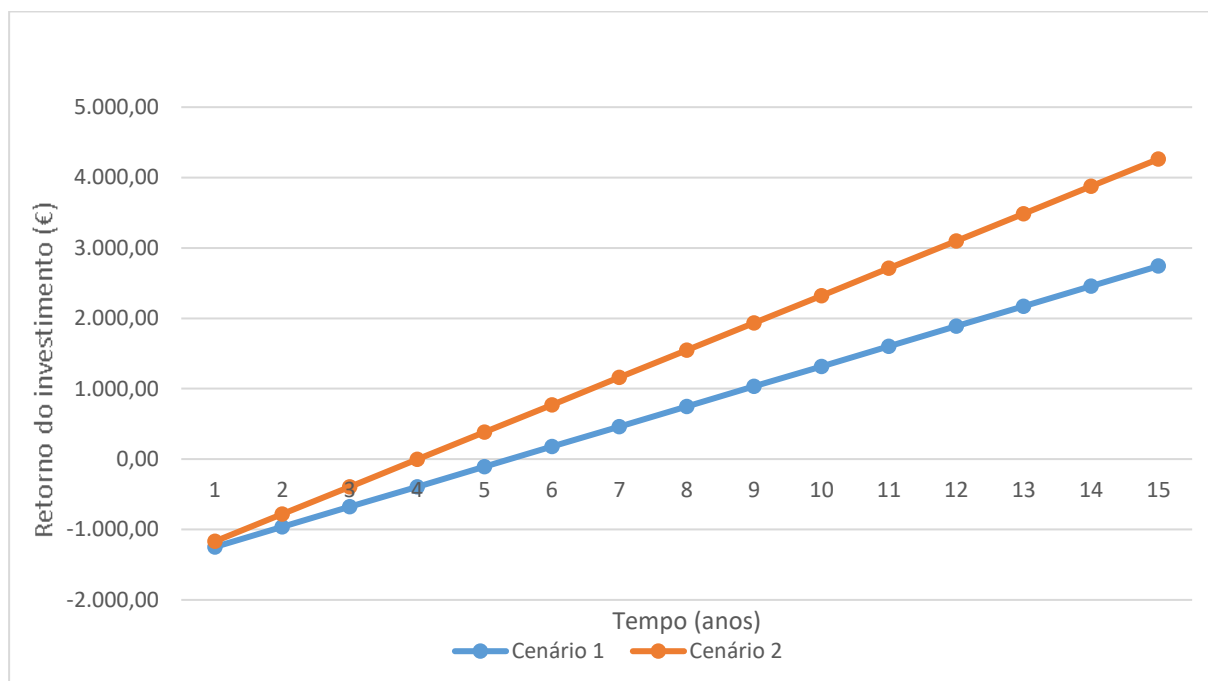


Figura 47: Retorno do investimento para os dois cenários - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Com isso, verifica-se que o melhor cenário a ser aplicado é o **Cenário 2**, o qual pode chegar a uma poupança de 4 262,94 € em 15 anos, e o qual possui um tempo de retorno de quatro anos.

- **Redução da emissão de CO₂ proveniente do nexo água-energia - Domus I**

Com o acesso às faturas do edifício, teve-se conhecimento da quantidade de CO₂ produzida e considerando que essa quantidade depende de diversas fontes de energia, percebe-se que não é de fácil estimativa. No entanto, com a fatura podem-se ter os valores como base para realizar uma estimativa mais próxima da realidade para este edifício, como mostra a **Tabela 48**, na qual foi realizado o cálculo para o **Cenário 2**.

Tabela 48: Redução da emissão de CO₂ - Domus I.

Fonte: Autor (2023).

Edifício	Cenário	Poupança kWh/ano	Estimativa de Redução de CO₂ Anual (Kg)
Domus I	2	572,62	148,14

4.4.3. Viabilidade económica - Domus II

Na **Tabela 49** é apresentada uma estimativa dos valores médios consumidos anualmente, (calculados com uma média de seis residentes) e a economia percentual ligada a cada cenário na Domus II.

Tabela 49: Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada cenário - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Dispositivos Domus II	Água consumida anualmente (m³)			Economia por Dispositivo (m³)		Economia por Dispositivo (%)	
	Cenários						
	Atual	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Chuveiro	334,40	334,40	310,99	0,00	23,41	0,00	7,00
Torneira Misturadora	18,51	6,61	6,61	11,90	11,90	64,30	64,30
Torneira Temporizada	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneira Cozinha	39,41	31,90	31,90	7,52	7,52	19,07	19,07
Sanita	42,17	42,17	42,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Máquina de lavar	11,88	11,88	11,88	0,00	0,00	0,00	0,00
Limpeza Semanal	26,40	13,20	13,20	13,20	13,20	50,00	50,00
Total	473,61	440,99	417,59	32,62	56,03	6,89	11,83

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2.

- **Investimento Inicial - Domus II**

Para se chegar ao investimento inicial foi analisado o preço de mercado dos dispositivos selecionados para substituição e/ou colocação nos cenários propostos. A **Tabela 50** fornece as informações de custo de investimento inicial.

Tabela 50: Custo de investimento inicial para cada cenário - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Cenários	Novo Dispositivo/Redutor	Preço Novo Dispositivo/Redutor (€)	Quantidade a substituir	Total (€)
1	Kit (Redutor de Caudal para Chuveiro 9L/min)	2,85	0	2 361,00 + IVA
	Torneira Misturadora	138,00	16	
	Torneira Cozinha	153,00	1	
2	Kit (Redutor de Caudal para Chuveiro 9L/min)	2,85	16	2 406,60 + IVA
	Torneira Misturadora	138,00	16	
	Torneira Cozinha	153,00	1	

- **Redução anual nas faturas de água e energia e tempo de retorno do investimento - Domus II**

Para se estimar o valor de redução na fatura de água, foi desenvolvida a **Tabela 51** que utiliza uma estimativa anual de metros cúbicos gastos no edifício, encontrada com base nos questionários aplicados e considerou-se também a residência como ocupada o ano todo com uma média de 6 pessoas. Para se chegar ao valor anual foram utilizadas as tarifas apresentadas na **Tabela 13** e na **Tabela 14**. Para a parte energética foram utilizadas as tarifas da **Tabela 15**, aplicadas na economia em kWh/anual encontradas pelo modelo de cálculo do AQUA+ aplicado em cada cenário, como foi mostrado nas **Tabelas 36, 37 e 38**.

Tabela 51: Poupança anual estimada na fatura e período de retorno de investimento por cenário - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Edifício	Cenários	Consumo de água estimado anualmente (m ³)	Preço anual com tarifas fixas e variáveis vigentes (€)	Poupança anual estimada na fatura de água (€)	Poupança anual estimada na fatura energética (€)	Retorno de Investimento (anos)
Domus II	Atual	473,61	2592,1	-	-	-
	1	440,99	2414,6	177,4	27,3	11,5
	2	417,59	2287,3	304,8	60,3	6,6

Comparando os dois cenários propostos é possível analisar que o investimento do **Cenário 2** é apenas 45,6 euros mais caro do que o **Cenário 1**, e o seu retorno de investimento é 4,9 anos mais rápido. Foi criado então o gráfico da **Figura 48** para uma melhor análise, no qual foi projetada a poupança anual ao longo de 15 anos.

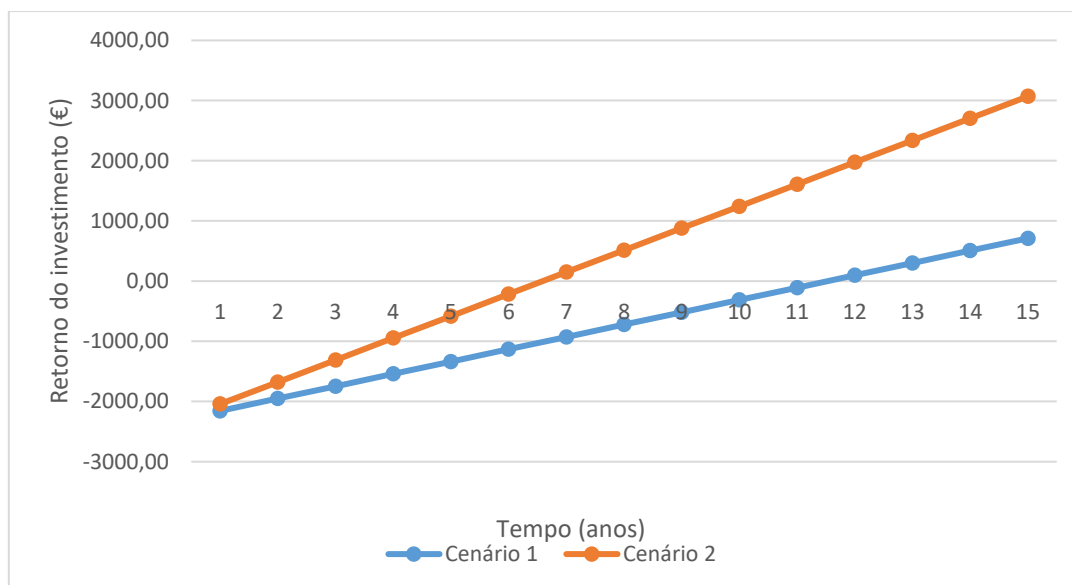


Figura 48: Retorno do investimento para os dois cenários - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Com isso, pode-se analisar que o melhor cenário a ser aplicado é o **Cenário 2**, o qual pode chegar a uma poupança de 3 069,20 € em 15 anos, e o qual possui um tempo de retorno de 6,6 anos.

- **Redução da emissão de CO₂ proveniente do nexo água-energia - Domus II**

Da mesma forma que na Domus I, teve-se conhecimento da quantidade de CO₂ produzida na residência e com a fatura determinaram-se os valores como base para realizar uma estimativa mais próxima da realidade para este edifício, como mostra a **Tabela 52**, na qual foi realizado o cálculo para o cenário 2.

Tabela 52: Redução da emissão de CO₂ - Domus II.

Fonte: Autor (2023).

Edifício	Cenários	Poupança kWh/ano	Estimativa de Redução de CO₂ Anual (Kg)
Domus II	2	432,88	111,99

4.4.4. Viabilidade económica - Escola Superior de Saúde (ESSa)

Na **Tabela 53** é apresentada uma estimativa dos valores médios consumidos anualmente, (calculados com uma média diária de 260 utilizadores) e a economia percentual ligada a cada cenário na ESSa.

Tabela 53: Estimativa anual de água potável consumida e poupança associada a cada cenário - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Dispositivos ESSa	Água gasta anualmente (m³)				Economia por Dispositivo (m³)			Economia por Dispositivo (%)		
	Cenários									
	Atual	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Torneiras Lavatório	94,05	3,42	9,49	94,05	90,63	84,56	0,00	96,37	89,91	0,00
Torneira Copa	83,86	55,04	55,04	55,04	28,83	28,83	28,83	34,37	34,37	34,37
Sanita	86,79	57,86	57,86	57,86	28,93	28,93	28,93	33,33	33,33	33,33
Urinol	5,60	5,60	5,60	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máquina de Lavar Louça	22,00	22,00	22,00	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	292,30	143,92	149,99	234,55	148,39	142,31	57,76	50,76	48,69	19,76

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2; (3) Cenário 3.

- **Investimento Inicial - ESSa**

Para se chegar ao investimento inicial foi analisado o preço de mercado dos dispositivos seleccionados para substituição dos cenários propostos. A **Tabela 54** fornece as informações de custo de investimento inicial.

Tabela 54: Custo de investimento inicial para cada cenário - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Cenários	Novo Dispositivo	Preço Novo Dispositivo (€)	Quantidade a substituir	Total (€)
1.1	Torneira Temporizada 1,8L/min	115,00	10	3 321,50 + IVA
	Torneira Temporizada 5L/min	95,00	0	
	Torneira bar	153,00	1	
	Autoclismo	183,50	11	
1.2	Torneira Temporizada 1,8L/min	115,00	0	3 121,50 + IVA
	Torneira Temporizada 5L/min	95,00	10	
	Torneira bar	153,00	1	
	Autoclismo	183,50	11	
1.3	Torneira Temporizada 1,8L/min	115,00	0	2 171,50 + IVA
	Torneira Temporizada 5L/min	95,00	0	
	Torneira bar	153,00	1	
	Autoclismo	183,50	11	

- **Redução anual nas faturas de água e energia e tempo de retorno do investimento - ESSa**

Para se estimar o valor de redução na fatura de água, foi desenvolvida a **Tabela 55** que utiliza uma estimativa anual de metros cúbicos gastos no edifício, encontrada com base nos questionários aplicados e foi considerado o edifício como ocupado o ano todo com uma média de 260 pessoas diariamente. Para se chegar ao valor anual foram utilizadas as tarifas apresentadas na **Tabela 13** e na **Tabela 14**. Para a parte energética foram utilizadas as tarifas

da **Tabela 15**, aplicadas na economia em kWh/anual, encontradas pelo modelo de cálculo do AQUA+ aplicado em cada cenário, como foi mostrado nas **Tabelas 40, 41, 42 e 43**.

Tabela 55: Poupança anual estimada na fatura e período de retorno de investimento por cenário - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Edifício	Cenários	Consumo de água estimado anualmente (m ³)	Preço anual com tarifas fixas e variáveis vigentes (€)	Poupança anual estimada na fatura de água (€)	Poupança anual estimada na fatura energética (€)	Retorno de Investimento (anos)
ESSa	Atual	292,30	1610,4	-	-	-
	1	143,92	803,2	807,2	600,2	2,36
	2	149,99	836,2	774,2	600,2	2,27
	3	234,55	1296,2	314,2	600,2	2,37

Comparando os três cenários propostos é possível analisar que o investimento do **Cenário 2** possui um retorno de investimento menor, mas possui uma diferença muito pequena em relação ao retorno do **Cenário 1**, com uma disparidade de apenas 100 euros. Foi então criado um gráfico exposto na **Figura 49**, para realizar uma melhor análise da comparação da poupança dos três cenários ao longo de 15 anos.

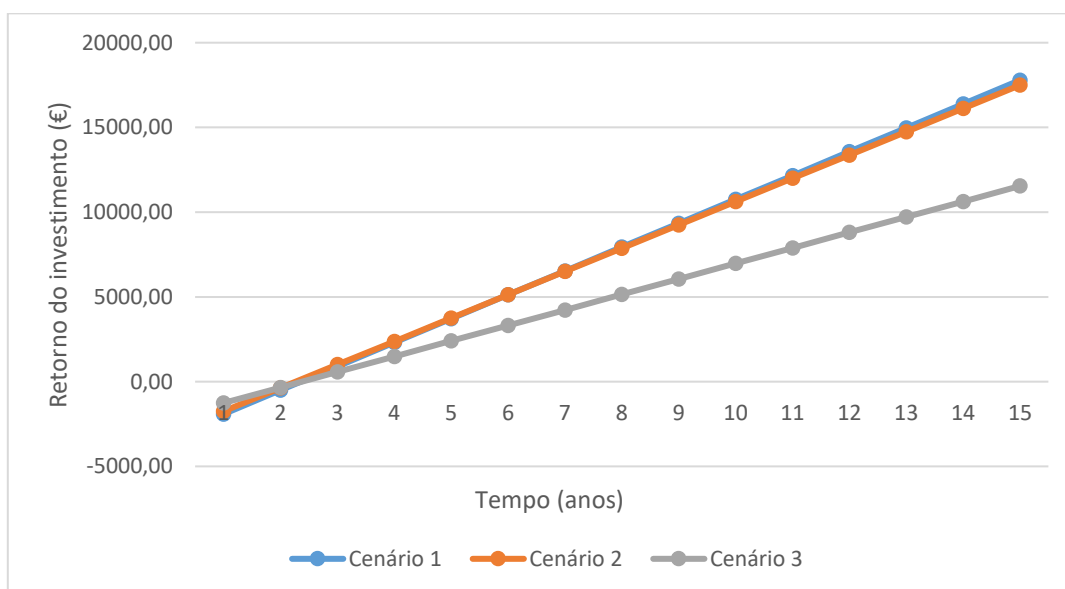


Figura 49: Retorno do investimento para os três cenários - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Pode-se concluir que o **Cenário 1**, o qual possui um tempo de retorno de 2,36 anos, é o mais indicado, pois mesmo tendo um maior investimento inicial, acaba por compensar ao longo do tempo, chegando a atingir em 15 anos uma poupança de 17 790,58 €.

- **Redução da emissão de CO₂ proveniente do nexo água-energia - ESSa**

Da mesma forma que foi feito nos edifícios anteriores, criou-se a **Tabela 56**, na qual foi realizado o cálculo de estimativa de redução de emissão de CO₂ para o **Cenário 1**.

Tabela 56: Redução da emissão de CO₂ - ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Edifício	Cenário	Poupança kWh/ano	Estimativa de Redução de CO₂ Anual (Kg)
ESSa	1	4720,18	1295,69

No Anexo V é possível observar as tabelas de apoio ao cálculo do consumo de água e energia, da economia e do investimento.

4.5. Possibilidade de implantação de um SAAP para usos não potáveis na ESSa

Considerando os consumos associados aos usos não potáveis na ESSa, como a recarga de autoclismos (86,8 m³/ano) ou a rega de zonas verdes (4125 m³/ano), bem como os custos que poderão estar associados à implantação de um SAAP para usos não potáveis (Morais, 2019; Vale; 2019; Silva et al., 2023), equacionou-se a possibilidade de implantação de um SAAP para a rega de zonas verdes. O clima na região de Bragança possui um período estival que perdura durante os meses de maio até setembro, que é o período no qual a rega é utilizada. No edifício existe um sistema de bombagem, o qual tem capacidade de 10 a 12 m³ por hora de rega, sendo que o período de rega dura 2 horas e 30 minutos, totalizando um consumo aproximado de 27,5 m³ por noite, e 825 m³, gastos num mês de 30 dias. Neste sentido, como no período de rega o aproveitamento de águas pluviais é muito baixo para o consumo estimado, não será uma solução a considerar neste estudo. Ainda assim, em estudos futuros, poderá ser analisada a viabilidade técnico-financeira da instalação de um SAAP para a recarga de autoclismos da ESSa.

4.5.1. Análise da água da chuva

Mesmo não sendo considerada a solução de implementação de um SAAP para usos não potáveis na ESSa, foram feitas duas análises à qualidade das águas pluviais, coletas a partir da cobertura do edifício, sendo a primeira realizada em novembro de 2022 e a segunda em março de 2023, sendo esta demonstrada na **Figura 50**, a qual contou com três amostras em garrafas esterilizadas e duas em garrafas plásticas.



Figura 50: Recolhas feitas e prontas para análise.
Fonte: Autor (2023).

De acordo com a ETA 0701, para, por exemplo, rega de zonas verdes, a água da chuva pode não carecer de qualquer tratamento complementar, desde que sejam observadas as prescrições referidas nessa ETA. É ainda recomendável que a água respeite, no mínimo, as normas de qualidade aplicáveis a águas balneares. No caso de existirem suspeitas ou de ser detetada contaminação microbiológica, deve prever-se uma desinfeção da água com tratamento adequado.

Os parâmetros analisados tiveram em atenção as diretrizes da ETA 0701 e da ETA 0905 (no ponto referente aos requisitos de qualidade para rega de jardins privados), bem como os dados do estudo de Antão-Geraldes et al. (2023), estão na **Tabela 57**.

Tabela 57: Resultados das análises à qualidade da água pluvial para o uso em rega de jardins privados.

Fonte: Autor (2023).

Parâmetros	Valor Máximo Admissível	Valor Máximo Recomendado	1. ^a Recolha	Aceitável ?	2. ^a Recolha	Aceitável ?
			nov/22		mar/23	
Coliformes fecais (UFC/mL)	2	0,1	s.d.	n.d.	1	Sim
Coliformes totais (UFC/mL)	-	100	230	Não	5	Sim
Enterococos (UFC/mL)	1	-	40	Não	0	Sim
N-Amoniacal (mg N-NH₄⁺/L)	-	10	<0,1	Sim	1,8	Sim
pH	-	6,0 ≤ pH ≤ 9,0	6,5	Sim	7,2	Sim
Sólidos suspensos (mg/L)	10	-	0,002	Sim	0,013	Sim
Turvação (NTU)	5	2	0,73	Sim	11,5	Não

Nota: Sem dados (s.d.); Não determinado (n.d.).

Não foi possível analisar todos os parâmetros para a rega de jardins privados, no entanto com os que foram obtidos analisou-se que alguns deles não estavam em conformidade com os requisitos mínimos, sendo então necessário realizar mais recolhas para uma análise mais detalhada, e talvez propor-se o tratamento da água pluvial antes de direcioná-la para o uso.

4.6. Comparação dos resultados obtidos neste trabalho com outros estudos

Visando melhorar a eficiência hídrica e energética, alguns locais já contaram com a utilização de redutores de caudal, com a análise de substituição de diversos produtos não certificados por dispositivos rotulados e certificados quando possível, e também da possibilidade de utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais. A **Tabela 58** apresenta os valores dos estudos anteriormente realizados e inclui também os resultados encontrados nesta dissertação, mostrando a eficiência de uma intervenção para a redução de consumo de água potável nos edifícios, sendo ele residencial ou escolar.

Tabela 58: Comparação das intervenções estudadas com as intervenções feitas na Domus I e II e na ESSa.

Fonte: Autor (2023).

Autores	Local de aplicação	Tipo de intervenção			Percentagem máxima de poupança possível a ser gerada nos cenários apresentados pelos autores
		Troca de dispositivos	SAAP	Redutores de Caudal	
Pinto (2022)	Mercado Municipal da Cidade de Bragança	✓	✓	x	59,14%
Bento (2020)	Edifício de habitação unifamiliar dos anos 80	✓	x	x	39,80%
	Apartamento T1 dos anos 90	✓	x	x	29,50%
	Apartamento T2 do ano de 2005	✓	x	x	23,90%
Faria (2020)	Residência Gulbenkian	x	x	✓	30,30%
		✓	x	x	26,90%
		x	✓	x	9,05%
Andrade (2020)	Pavilhão Municipal Arnaldo Pereira da Cidade de Bragança	x	✓	x	22,96%
Schulze (2020)	Pavilhão Industrial	x	✓	x	78,06%
Zavattieri (2020)	Piscinas Municipais da Cidade de Bragança	✓	x	x	20,39%
Vale (2019)	Centro Escolar de Santa Maria da Cidade de Bragança	✓	✓	x	75,60%
Morais (2019)	Centro Escolar da Sé	✓	✓	x	71,10%
		✓	x	✓	12,40%

Nota: ✓ - Propôs-se a intervenção; x - Não se propôs a intervenção.

Nesta dissertação obteve-se na Domus I e II, com a união das intervenções de troca de dispositivos de utilização e da colocação de redutores de caudal, a máxima poupança possível a ser gerada de 14,27% e de 11,83%, respetivamente. Na ESSa foi obtida uma poupança máxima de 50,76%, apenas com a troca de dispositivos. Com isso, pode-se analisar que as intervenções podem ser bastante eficientes, ainda mais quando aplicadas em conjunto. Cada caso de estudo será um caso específico, visto que há a necessidade de estudos mais aprofundados no local, no entanto as utilizações de redutores de caudal, as substituições de dispositivos e a instalação de SAAP's ajudam na melhoria de eficiência hídrica, contribuindo para o nexos água-energia dos edifícios e os deixando mais sustentáveis, auxiliando assim nos objetivos das políticas públicas de sustentabilidade.

4.7. Nexos água-energia e a redução na emissão de CO₂

As formas disponíveis para obter energia na Europa emitem uma grande quantidade de CO₂, que irão impactar diretamente nas alterações climáticas, visto que o CO₂ é um GEE. Com isso, esta dissertação, mostra que com a substituição de dispositivos de utilização mais eficientes do que os convencionais, ou a colocação de redutores de caudal, é gerado um impacto no consumo energético do edifício (ligado ao aquecimento das águas), o qual foi calculado seguindo o modelo de cálculo apresentado pelo Programa AQUA+, e que este impacto no consumo energético gera uma redução na emissão de CO₂. Esta análise foi possível com as faturas energéticas que disponibilizam a quantidade de CO₂ consumida em cada residência em Kg.

Capítulo 5

5. Conclusões e Proposta para Trabalhos Futuros

5.1. Conclusões

Com o aumento da intensidade das mudanças climáticas, são necessárias medidas que possam impactar diretamente ou ajudar na mitigação delas, como foi mostrado neste estudo. Com políticas de uso eficiente da água, bem como com as especificações técnicas, é possível reduzir consumos, perdas e evitar desperdícios de água, que poderão impactar nos gastos energéticos do edifício que culminarão em uma redução na emissão de CO₂. Na presente dissertação, os estudos mostraram que mesmo em três diferentes edifícios, construídos para diferentes finalidades, ações simples conseguem gerar um impacto significativo.

Para a **Domus I**, a opção de substituição e/ou colocação de redutores de caudal nos dispositivos de utilização trouxe dois cenários, 1 e 2 nos quais se estimaram poupanças anuais de água de 10,49% e **14,27%** respetivamente, e as quais resultarão em poupanças de energia destinada ao aquecimento de água nos dispositivos do edifício de 12,5% e **17%** respetivamente. O investimento inicial no cenário 1 é de 1 533 €, e no cenário 2 é de **1 555,8 €**, tendo cada cenário um tempo de retorno de 5,4 anos e **4 anos** respetivamente, atingindo-se ao longo de 15 anos uma poupança de 2 741,96 € no cenário 1 e de **4 262,94 €** no **cenário 2**. Estimou-se ainda que os cenários 1 e 2 reduziram 108,83 kg e **148,14 kg**, respetivamente da emissão anual de CO₂.

Para a **Domus II**, a opção de substituição e/ou colocação de redutores de caudal nos dispositivos de utilização trouxe também dois cenários, 1 e 2 nos quais se estimaram poupanças anuais de água de 6,89% e **11,83%** respetivamente, as quais resultarão em poupanças de energia destinada ao aquecimento de água nos dispositivos do edifício de 4,95% e **10,92%**, respetivamente. O investimento inicial no cenário 1 é de 2 361 €, e no cenário 2 é de **2 406,6 €**, tendo cada cenário um tempo de retorno de 11,5 anos e **6,6 anos** respetivamente, atingindo-se ao longo de 15 anos uma poupança de 710,61 € no cenário 1 e de **3 069,29 €** no **cenário 2**. Estimou-se ainda que os cenários 1 e 2 reduziram 50,78 kg e **111,99 kg**, respetivamente da emissão anual de CO₂.

Para a **ESSa**, tem-se a opção de substituição de dispositivos de utilização, que trouxe três cenários, **1, 2 e 3** nos quais se estimaram poupanças anuais de água de **50,76%**, 48,69 e 19,76% respetivamente, as quais resultarão em poupanças de energia destinada ao aquecimento de água nos dispositivos do edifício de **30%** nos três cenários, visto que o dispositivo que utiliza energia para o aquecimento é único e será substituído em todos eles. O investimento inicial no **cenário 1** é de **3 321,5 €**, no cenário 2 é de 3 121,5 € e no cenário 3 é de 2 171,5 €, tendo cada cenário um tempo de retorno de **2,36 anos**, 2,27 anos e 2,37 anos respetivamente, atingindo-se ao longo de 15 anos uma poupança de **17 790,58 €** no **cenário 1**, de 17 494,90€ no cenário 2, e de 11 545,09 € no cenário 3. Estimou-se ainda que os cenários 1, 2 e 3 reduziriam igualmente **1 295,69 kg** da emissão anual de CO₂.

Neste estudo foi assim analisada a viabilidade técnico-económica dos cenários nos três edifícios e todos eles têm potencial para ser implementados.

De uma forma geral, este trabalho demonstra a importância donexo água-energia, ao mostrar que as substituições de dispositivos e a utilização de redutores de caudais nos dispositivos já instalados, podem influenciar fortemente no consumo de água potável do edifício que culminará numa poupança energética aliada a uma redução na emissão de um dos gases do efeito estufa, o CO₂, proporcionando assim um auxílio contra as alterações climáticas, bem como uma redução nas faturas de água e energia dos edifícios.

5.2. Propostas para trabalhos futuros

Este estudo pode futuramente ser complementado com os seguintes tópicos:

- Dimensionar um SAAP na ESSa para utilização de águas pluviais em autoclismos e fluxómetros;
- Calcular os impactos de uma cobertura verde instalada na ESSa em conjunto com uma SAAP a ser utilizado para abastecer autoclismos e fluxómetros;
- Calcular os impactos das substituições de dispositivos e colocação de redutores de caudal a nível de abastecimento da rede pública, não se restringindo apenas aos edifícios;
- Avaliar a viabilidade das soluções propostas noutras tipologias de edifícios que apresentem elevado consumo de água e energia.

Referências bibliográficas

- ADENE – Agência para a Energia, Unidade de Informação; Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG); Observatório da Energia - Energia em Números. Maio, 2021.
- ADENE – Agência para a Energia. Eficiência Hídrica. (2018) Disponível em: <<https://www.adene.pt/hidrica/>>. Acesso em: 17 de Set. 2022.
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (2019). Clima: Plano Nacional de Energia e Clima (PNEC). Disponível em: <https://apambiente.pt/clima/plano-nacional-de-energia-e-clima-pnec>. Acesso em 03 de Janeiro de 2023.
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA). Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água. Portugal: PNUEA, 2012.
- Andrade, N. 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 (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança). 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/23520>
- ANQIP, ETA 0701 - Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios (Versão 11), 2022.
- ANQIP, ETA 0802 - Regulamento do sistema voluntário ANQIP de certificação e rotulagem de eficiência hídrica de produtos (Versão 7), 2020.
- ANQIP, ETA 0803. Rótulos de eficiência hídrica de produtos. Características e condições de utilização (Versão 4), 2020.
- ANQIP, ETA 0804. Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a autoclismos de bacias de retrete (Versão 4), 2020.
- ANQIP, ETA 0805. Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação hídrica ANQIP de autoclismos de bacias de retrete (Versão 4), 2020.
- ANQIP, ETA 0806. Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a chuveiros e sistemas de duche (Versão 4), 2020.
- ANQIP, ETA 0807 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP chuveiros e sistemas de duche (Versão 5), 2020.

- ANQIP, ETA 0808. Especificações para a atribuição de rótulos de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (Versão 3), 2020.
- ANQIP, ETA 0809 – Especificações para a realização de ensaios destinados à certificação de eficiência hídrica ANQIP a torneiras e fluxómetros (Versão 4), 2020.
- ANQIP, ETA 0905 - Sistemas prediais de reutilização de águas cinzentas, 2013.
- Antão-Geraldes, A.M., Pinto, M., Afonso, M.J., Albuquerque, A., Calheiros, C.S.C. & Silva, F. Promoting Water Efficiency in a Municipal Market Building: A Case Study. *Hydrology*, 10 (69), 2023.
- Bento, F. Uso mais eficiente da água em edifícios dos anos 80, 90 e 2000 do Norte de Portugal: aplicação das diretrizes do Programa de Apoio a Edifícios mais Sustentáveis (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança). 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/23285>
- Berlie, B. A. Global Warming: A Review of the Debates on the Causes, Consequences and Politics of Global Response in *Ghana Journal of Geography* Vol. 10(1), 2018: 144-164.
- Cardoso-Gonçalves, Jorge; Gonçalves, Samuel. – Projeto de Loteamento Sustentável. Aproveitamento, Reutilização e Hidrogeração. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental., pág. 843 – pág. 845, 2022, Aveiro.
- Climate Change Knowledge Portal. (2022). Climate Change Overview: Country Summary, Disponível em: <<https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/portugal>> . Acesso em: 12 de setembro 2022.
- Ecodepur – Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais – Aquaplúvia, 2023. Catálogo disponível em: <https://www.ecodepur.pt/equipamentos/saneamento-individual/aproveitamento-de-aguas-pluviais>. Acesso em: 07 de setembro de 2023.
- Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) – Edital N.º67/2022. Disponível em: [ersar.pt/pt/consumidor/tarifas-dos-servicos/encargos-tarifarios/pesquisa-por-concelho](https://www.ersar.pt/pt/consumidor/tarifas-dos-servicos/encargos-tarifarios/pesquisa-por-concelho) Acesso em 03 de Janeiro de 2023.
- Faia, et al. - Eficiência Hídrica e Nexus Água-energia: Modelo Quantitativo de Impacto de Medidas de Melhoria nos Edifícios Residenciais. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental., pág. 947 – pág. 952, 2022, Aveiro.

Faria, H. Uso eficiente de água na residência Gulbenkian do Instituto Politécnico de Bragança, (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança). 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/21669>

Gregório, Vera; Martins, M.Quintela. Água e Energia Conexões para uma nova sustentabilidade. 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10782/566>.

Guia sobre Desenvolvimento Sustentável. Nações Unidas Portugal. 2015. Disponível em: <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/> . Acesso em 12 de setembro 2022.

INE, Pordata – Taxa de Inflação (Taxa de Variação do Índice de Preços no Consumidor): total e por consumo individual por objetivo. 2023. Disponível em: [https://www.pordata.pt/portugal/taxa+de+inflacao+\(taxa+de+variacao+do+indice+de+precos+no+consumidor\)+total+e+por+consumo+individual+por+objetivo-2315](https://www.pordata.pt/portugal/taxa+de+inflacao+(taxa+de+variacao+do+indice+de+precos+no+consumidor)+total+e+por+consumo+individual+por+objetivo-2315). Acesso em 15 de setembro de 2023.

IPMA, Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Índice PDSI - Página de entrada - Evolução Histórica. 2022. Disponível em: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/observatorio.secas/pdsi/apresentacao/evolu.historica/> . Acesso em: 12 de setembro 2022.

Kurrer, Christian. Fichas temáticas sobre a União Europeia – Proteção e Gestão das Águas. Out. De 2021. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pt/sheet/74/protecao-e-gestao-das-aguas>. Acesso em 18 de Set. 2022.

Morais, T. 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). 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/19456>

Newton, F. SmartCities/Cidades Sustentáveis – A Importância da Eficiência Hídrica nos Edifícios. 5 de Set. 2018. Disponível em: <https://smart-cities.pt/opiniao-entrevista/eficiencia-hidrica-0509edificios/>. Acesso em: 17 de Set. 2022.

Parlamento europeu - Emissões de dióxido de carbono nos carros: factos e números (infografia). Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20190313STO31218/emissoes-de-CO2-dos-carros-factos-e-numeros-infografias>. Acesso em 19 de Julho de 2023.

- Pimentel-Rodrigues, C.; Silva-Afonso, A.: “Rainwater Harvesting for Irrigation of Tennis Courts: A Case Study”, *Water*, Vol. 14, no. 5: 752 (2022). Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w14050752>
- Pinto, M. Medidas para potenciar o uso eficiente da água em Bragança: o caso do Mercado Municipal (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança). 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/25763>
- Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030) (Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho) 2020.
- Rahman, M. (2013). Climate change: A theoretical review. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 11(1), 1-13.
- Schulze, M. 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). 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/22532>
- Silva-Afonso, A. Contributos para o Dimensionamento de Redes de Água em Edifícios Especiais. Aplicação de Modelos Matemáticos. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001.
- Silva-Afonso, A. Novo Regulamento Português de Águas e Esgotos, Anotado e Comentado. Casa do Castelo Editora, Coimbra, Fevereiro de 1997.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. Um Modelo para a Avaliação da Eficiência Hídrica em Edifícios. Universidade de Aveiro, 2015.
- Silva-Afonso, A. & Pimentel-Rodrigues, C. (2017). Manual de eficiência hídrica em edifícios. Aveiro: ANQIP.
- Silva-Afonso, A., Abrantes, V. “Water-efficiency in the housing sector. The implementation of certification and labeling measures in Portugal”, XXXVI IAHS - World Congress on Housing Science (National Housing Programmes - New Visions), KolKata, Índia, 3 a 7 de Novembro de 2008.
- Silva, F., Calheiros, C.S.C., Albuquerque, A., Lopes, J. & Antão-Geraldes, A.M. Technical and Financial Feasibility Analysis of Rainwater Harvesting Using Conventional or Green Roofs in an Industrial Building. *Sustainability*, 15 (16), 2023.

- Special EUROBAROMETER 300. (2008). Europeans' attitudes towards climate change. A special report.
- Tomaz, P. Previsão de Consumo de Água: Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os Serviços Públicos. Navegar Editora, São Paulo, 1999.
- Vale, P. Estudo de viabilidade de eficiência hídrica no Centro Escolar de Santa Maria da Cidade de Bragança (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança). 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/20527>
- Valente-Neves, M., Silva-Afonso, A. (2010). Especificações Técnicas para o Aproveitamento da Água das Chuvas e das Águas Cinzentas nos Edifícios. 5.as Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, FEUP, ISBN 978-989-95557-4-7
- Zavattieri, C. Uso eficiente de água nas piscinas municipais da cidade de Bragança (Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Bragança). 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/21076>

Anexos

Anexo I: Questionários

I.1: Questionário aplicado na Residência Domus I

Questionário

Residência (masculina) Domus do IPB

No âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, venho pedir a sua colaboração para responder a um questionário, em que se pretende saber quais são os seus hábitos relativamente ao **“Consumo de água na residência masculina Domus do IPB”**. Saliento que assumo o compromisso de garantir a confidencialidade das respostas. A sua participação é voluntária, pelo que asseguro o consentimento informado.

Agradeço, desde já, a sua colaboração!

1. Idade: _____

2. Quantos dias, por semana, permanece na Residência Domus? _____

3. Indique uma estimativa do número de vezes, que enquanto permanece na residência, lava as mãos: _____

3.1. Quando lava as mãos, indique uma estimativa:

3.1.1. Do número de vezes que pressiona o “botão” da torneira (caso sejam torneiras temporizadas): _____

3.1.2. Do tempo que a torneira permanece aberta (em minutos/segundos, caso sejam torneiras de monocomando): _____

4. Indique uma estimativa do número de vezes que enquanto utilizador do edifício utiliza:

o urinol (caso exista): _____ a sanita: _____

4.1. De cada vez que usa o urinol (caso exista), indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

4.2. De cada vez que usa a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

4.3. Habitualmente, para fazer as descargas na sanita, utiliza:

- O “botão” maior (de 6L) O “botão” menor (de 3L) Os dois “botões” ao mesmo tempo
 O “botão” único (no caso de existir só um “botão”)

5. Indique uma estimativa do número de vezes que, semanalmente, toma banho:

5.1. Indique uma estimativa, em minutos, do tempo que demora no banho:

6. Habitualmente utiliza a máquina de lavar roupa?

- Sim Não

6.1. Se respondeu “**Sim**”, indique uma estimativa do número de vezes que, semanalmente, utiliza a máquina de lavar roupa: _____ e que programas de lavagem usa _____

(Ver a marca da máquina para saber a quantidade de água que gasta por lavagem)

7. Habitualmente utiliza a torneira de cozinha?

- Sim Não

7.1. Se respondeu “**Sim**”, indique uma estimativa do tempo, em minutos, que diariamente, usa a referida torneira: _____

8. Cozinha “almoço” e “jantar” durante o período em que permanece no edifício?

- Sim Não

8.1. Se “**Sim**”, quantas vezes cozinha? _____

8.2. Se “**Sim**”, o fogão é a gás ou a eletricidade? _____

9. Já detetou alguma perda ou fuga nas redes de água da Residência Domus?

Sim Não

9.1. Se “**Sim**”, refira o que aconteceu.

Obrigado pela sua colaboração!

Gabriel Ohara, n. ° 54158

Aluno de Mestrado em Engenharia da Construção da ESTiG-IPB.

Questões apenas para funcionários da Residência Domus

10. Indique com que frequência é feita a lavagem do pavimento do edifício.

10.1. Indique uma estimativa da quantidade de água que usa por lavagem.

Obrigado pela sua colaboração!

Gabriel Ohara, n. ° 54158

Aluno de Mestrado em Engenharia da Construção da ESTiG-IPB

Questionário

Residência (feminina) Domus do IPB

No âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, venho pedir a sua colaboração para responder a um questionário, em que se pretende saber quais são os seus hábitos relativamente ao **“Consumo de água na residência feminina Domus do IPB”**. Saliento que assumo o compromisso de garantir a confidencialidade das respostas. A sua participação é voluntária, pelo que asseguro o consentimento informado.

Agradeço, desde já, a sua colaboração!

1. Idade: _____

2. Quantos dias, por semana, permanece na Residência Domus? _____

3. Indique uma estimativa do número de vezes, que enquanto permanece na residência, lava as mãos: _____

3.1. Quando lava as mãos, indique uma estimativa:

3.1.1. Do número de vezes que pressiona o “botão” da torneira (caso sejam torneiras temporizadas): _____

3.1.2. Do tempo que a torneira permanece aberta (em minutos/segundos, caso sejam torneiras de monocomando): _____

4. Indique uma estimativa do número de vezes que enquanto utilizador do edifício utiliza a sanita: _____

4.1. De cada vez que usa a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

4.2. Habitualmente, para fazer as descargas na sanita, utiliza:

- O “botão” maior (de 6L) O “botão” menor (de 3L) Os dois “botões” ao mesmo tempo
 O “botão” único (no caso de existir só um “botão”)

5. Indique uma estimativa do número de vezes que, semanalmente, toma banho:

5.1. Indique uma estimativa, em minutos, do tempo que demora no banho:

6. Habitualmente utiliza a máquina de lavar roupa?

- Sim Não

6.1. Se respondeu “**Sim**”, indique uma estimativa do número de vezes que, semanalmente, utiliza a máquina de lavar roupa: _____ e que programas de lavagem usa _____

7. Habitualmente utiliza a torneira de cozinha?

- Sim Não

7.1. Se respondeu “**Sim**”, indique uma estimativa do tempo, em minutos, que diariamente, usa a referida torneira: _____

8. Cozinha “almoço” e “jantar” durante o período em que permanece no edifício?

- Sim Não

8.1. Se “**Sim**”, quantas vezes cozinha? _____

8.2. Se “**Sim**”, o fogão é a gás ou a electricidade? _____

9. Já detetou alguma perda ou fuga nas redes de água da Residência Domus?

Sim Não

9.1. Se “**Sim**”, refira o que aconteceu.

Obrigado pela sua colaboração!

Gabriel Ohara, n. ° 54158

Aluno de Mestrado em Engenharia da Construção da ESTiG-IPB

Questões apenas para funcionários da Residência Domus

10. Indique com que frequência é feita a lavagem do pavimento do edifício.

10.1. Indique uma estimativa da quantidade de água que usa por lavagem.

Obrigado pela sua colaboração!

Gabriel Ohara, n. ° 54158

Aluno de Mestrado em Engenharia da Construção da ESTiG-IPB

I.3: Questionário aplicado na Escola Superior de Saúde (ESSa)

Questionário

Escola Superior de Saúde (ESSa) do IPB

No âmbito de uma Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, venho pedir a sua colaboração para responder a um questionário, em que se pretende saber quais são os seus hábitos relativamente ao “Consumo de água na ESSa do IPB”. Saliento que assumo o compromisso de garantir a confidencialidade das respostas. A sua participação é voluntária, pelo que asseguro o consentimento informado.

Agradeço, desde já, a sua colaboração!

1. Sexo: Masculino Feminino

2. Idade: _____

3. Quantas vezes na semana utiliza o edifício da ESSa? _____

4. Indique uma estimativa do número de vezes que lava as mãos enquanto se encontra no edifício: _____

4.1. Quando lava as mãos, indique uma estimativa:

4.1.1. Do número de vezes que pressiona o “botão” da torneira (caso sejam torneiras temporizadas): _____

4.1.2. Do tempo que a torneira permanece aberta (em minutos/segundos, caso sejam torneiras de monocomando): _____

Responda às questões **5, 5.1, 5.2 e 5.3** se for do sexo **masculino**.

5. Indique uma estimativa do número de vezes que enquanto utilizador do edifício utiliza:

o urinol (caso exista): _____ a sanita: _____

5.1. De cada vez que usa o urinol (caso exista), indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

5.2. De cada vez que usa a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

5.3. Habitualmente, para fazer as descargas na sanita, utiliza:

- O “botão” maior (de 6L) O “botão” menor (de 3L) Os dois “botões” ao mesmo tempo
 O “botão” único (no caso de existir só um “botão”)

Responda às questões **6, 6.1 e 6.2** se for do sexo **feminino**.

6. Indique uma estimativa do número de vezes que enquanto utilizador do edifício utiliza a sanita: _____

6.1. De cada vez que usa a sanita, indique uma estimativa do número de descargas que faz: _____

6.2. Habitualmente, para fazer as descargas na sanita, utiliza:

- O “botão” maior (de 6L) O “botão” menor (de 3L) Os dois “botões” ao mesmo tempo
 O “botão” único (no caso de existir só um “botão”)

Questões apenas para funcionário(s) do “Bar” da ESSa

7.

7.1. Indique uma estimativa do número de cafés que serve por dia

7.2. Indique uma estimativa do tempo (horas), por dia, que usa a torneira para lavar a
loja _____

7.3. O Bar possui máquina de lavar loja?

7.3.1. Se sim, quantas vezes lava por dia _____

Obrigado pela sua colaboração!

Gabriel Ohara, n. ° 54158

Aluno de Mestrado em Engenharia da Construção da ESTiG-IPB

Anexo II: Fichas técnicas de dispositivos e sistemas de aquecimento

II.1: Ficha técnica da bomba de calor unidade interna

BOMBA DE CALOR DE ALTA TEMPERATURA

Daikin Altherma R HT

- › Máximo conforto durante todo o Inverno
- › Elevada eficiência energética até **A+**
- › Baixo consumo energético



10/19 ECP110-307



Dados de eficiência	Unidade interior - EKHRD		011ADV17	014ADV17	016ADV17	011ADY17	014ADY17	016ADY17	
	Unidade exterior - ERSQ		011AV1	014AV1	016AV1	011AY1	014AY1	016AY1	
Potência de aquecimento	Norm.	A7/W65	kW	11,3	14,5	16,0	11,3	14,5	16,0
		A7/W35	kW	11,2	14,4	16,0	11,2	14,4	16,0
Consumo Aquecimento	Norm.	A7/W65	kW	3,80	5,02	5,86	3,80	5,02	5,86
		A7/W35	kW	2,67	3,87	4,31	2,67	3,87	4,31
COP		A7/W65	kW	2,97	2,89	2,73	2,97	2,89	2,73
		A7/W35	kW	4,20	3,72	3,72	4,20	3,72	3,72
Aquecimento ambiente - clima moderado	Saída de água 55°C	SCOP		2,96	2,98	3,01	2,96	2,98	3,01
		ηs (Eficiência sazonal)	%	115	116	117	115	116	117
	Classe de eficiência sazonal		A+						
	Saída de água 35°C	SCOP		2,70	2,81	2,88	2,70	2,81	2,88
ηs (Eficiência sazonal)		%	105	110	112	105	110	112	
Classe de eficiência sazonal		C		B		C		B	

Unidade interior				EKHRD	011ADV17	014ADV17	016ADV17	011ADY17	014ADY17	016ADY17
Dimensões	Unidade	Alt. x Larg. x Prof.	mm	705x600x695						
Peso	Unidade		kg	144			147			
Temperatura de impulsão	Aquecimento	Lado da água Min.-Máx.	°C	25-80						
	Água quente sanitária	Lado da água Min.-Máx.	°C	25-80						
Fluido frigorígeno	Tipo			R-134a						
Circuito Hidráulico	Diâmetro	Ida/Retorno	PoL	G 1" (F)						
	Vaso de expansão		l	12						
	Pressão Máx. Funcionamento		bar	3						
	Volume na instalação	Min./Máx.	l	20/400						
	Distância máxima	UI - Depósito	m	10						
Nível de pressão sonora	Norm.		dBA	43,0	45,0	46,0	43,0	45,0	46,0	
Alimentação Elétrica	Fase/Frequência/Tensão		Hz/V	1~/50/230			3~/50/400			
	Consumo Máx.		A	22,5	23,8		12,5			
	Disjuntor Recomendado		A	25			16			
	Cabo de alimentação mínimo recomendado		mm²	3 x 2,5			5 x 2,5			




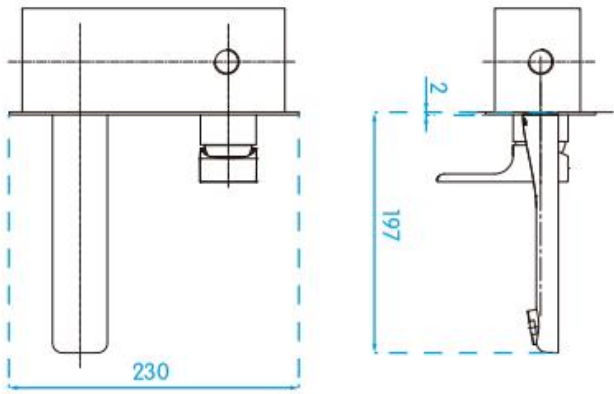
Unidade exterior				ERSQ	011AV1	014AV1	016AV1	011AY1	014AY1	016AY1
Dimensões	Unidade	Alt. x Larg. x Prof.	mm	1.345x900x320						
Peso	Unidade		kg	120						
Fluido frigorígeno	Tipo			R-410A						
Ligações das tubagens	Líquido		mm	9,52 (3/8")						
	Gás		mm	15,9 (5/8")						
	Comp. da tubagem UE-UI	Min./Máx.	m	3 / 50						
	Desnível	UE-UI	Máx.	m	30					
Nível de pressão sonora	Aquecimento	Norm.	dBA	52	53	55	52	53	55	
Alimentação Elétrica	Fase/Frequência/Tensão		Hz/V	1~/50/230			3~/50/400			
	Consumo Máx.		A	23,8			13,5			
	Disjuntor Recomendado		A	25			16			
	Cabo de alimentação mínimo recomendado		mm²	3 x 2,5			5 x 2,5			

Siga-nos na redes sociais!    
www.daikin.pt

II.2: Ficha técnica do termoacumulador elétrico 35 litros

TROIA®	
Código	85125
Modelo	Termoacumulador eléctrico 35L
Alimentação eléctrica (V-Hz-Fase) Alimentación eléctrica (V-Hz-Fase)	230V - 50Hz - 1
Consumo eléctrico (W) Consumo eléctrico (W)	1500 W
Intensidade (A) Intensidad (A)	6,5 A
Eficiência de aquecimento Eficiencia de calentamiento	> 90%
Capacidade (litros) Capacidad (litros)	35 L
Pressão alimentação água (MPa) Presión alimentación agua (MPa)	0,02 - 0,3 (serviço/servicio)
Pressão mínima de água (MPa) Presión mínima de agua (MPa)	0,02 Mpa
Pressão máxima de água (MPa) Presión máxima de agua (MPa)	0,7 (descarga)
Montagem Montaje	Vertical (superior ou/o inferior)
Temperatura max. funcionamento Temperatura máx. funcionamiento	75°C
Tempo de aquecimento (min.) Tiempo de calentamiento (mín.)	85 min.
Índice de protecção Índice de protección	IPX4
Data de fabrico Fecha de fabricación	2013-08-10
Nº série Nº serie	1308-000041
Fabricado na/en RPC importado por: Relopa, SA	
 	
<small>Rua Eng.º Ferreira Dias, 335 4100-247 Porto Portugal L. +351 226 195 660 t. +351 226 195 699 / 01</small>	
<small>Ctra. del Bao, 36 36331 VIGO (Pontevedra) España L. +34 986 491047 t. +34 986 491335</small>	

II.3: Ficha técnica da torneira misturadora de lavatório

	<h2>FICHA TÉCNICA</h2> <p>Misturadora de encastrar para lavatório</p> <p>Referência: ET292</p> 
 	
<p>CARACTERÍSTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none">- Inclui caixa de pré-instalação- Perlator limitador de caudal a 5 lt/min- Cartucho de discos cerâmicos 35mm- Classe de pressão: 1 a 5 bar- Acabamento cromado resistente a corrosão	
<p>DIMENSÕES (MM)</p> 	

FT_ET292_10.20.PT

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

II.4: Ficha técnica da torneira de cozinha

	<h3>FICHA TÉCNICA</h3> <p>Misturadora semi-industrial para lava-loiça Gourmet Referência: ET644</p>
 	
<p>CARACTERÍSTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none">- Classe de pressão: 1 a 5 bar- Bica giratória e chuveiro com 2 funções- Suporte magnético- Acabamento cromado resistente à corrosão <p>CERTIFICAÇÃO:</p> <ul style="list-style-type: none">- Classe A em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP 	
<p>DIMENSÕES (MM)</p> 	

FT_ET644_03.21 PT

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

II.5: Ficha técnica das torneiras temporizadas de lavatório

	<h3>FICHA TÉCNICA</h3> <p>Torneira temporizada para lavatório 110 LEED Referência: ET450</p> 
  	
<p>CARACTERÍSTICAS:</p> <ul style="list-style-type: none">- Perlator embutido com fluxo constante de 1,8 lts/min garante maior economia de água, proporciona conforto de utilização e evita salpicos- Temporização aproximada: 6 seg.- Classe de pressão: 0,2 – 4 bar- Temperatura máxima: 40°C- Acabamento cromado biníquel de alta resistência à corrosão, conservando a beleza por muito mais tempo <p>CERTIFICAÇÃO:</p> <ul style="list-style-type: none">- Classe A+ em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP 	
<p>DIMENSÕES (MM)</p> 	

FT_ET450_09.20 PT

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



FICHA TÉCNICA

NEW

Torneira temporizada para lavatório Join

Referência: ET521

ANTIBACTERIANO:

É uma nova tecnologia que confere ação antibacteriana aos metais sanitários. Baseada na adição de nanopartículas de prata ao metal durante o processo de cromagem galvânica, esta nova tecnologia inibe a propagação de bactérias e elimina mais de 99% destes microrganismos da superfície das torneiras.

A linha ANTIBACTERIANO, produzida segundo este novo método, é a solução ideal em higiene e bem-estar para ambientes públicos, clínicas hospitalares e unidades de saúde.



Temporização regulável de 4 a 10 segundos



CARACTERÍSTICAS:

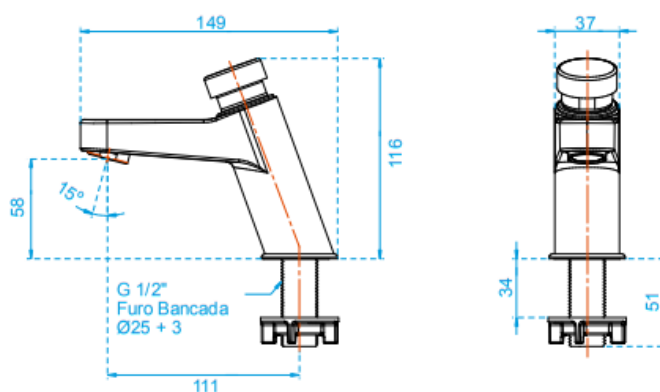
- Temporização regulável
- Perifoneio embutido que, além de garantir economia de água, é mais resistente ao vandalismo
- Tecnologia BacteriaFree® que confere ação antibacteriana aos metais sanitários
- Classe de pressão: 0,2 a 4 bar
- Temperatura máxima da água: 40°C
- Acabamento cromado biníquel de alta resistência à corrosão, conservando a beleza do produto por muito mais tempo

CERTIFICAÇÃO:

- Classe A em termos de eficiência hídrica, em conformidade com as exigências do organismo ANQIP



DIMENSÕES (MM)



FT_ET521_02.21 PT

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

Fonte: www.erix.pt

II.6: Ficha técnica do sistema de autoclismo



EASY

Tanque compacto de entrada inferior com mecanismo de dupla descarga

131111LM

Tanque compacto de entrada lateral com mecanismo de dupla descarga

131113LM



Compatível com:

Sanita compacta D|C

131021/23CX

Sanita compacta D|P

131022/24CX

Fonte: www.sanindusa.pt

Anexo III: Dados de Precipitação

Tabela III: Dados da pluviosidade da estação meteorológica de Bragança (mm)

Bragança	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
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	51,9	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	16,8	75,4	114,9	213,9
2020	65,1	5,7	96,8	127,1	32,7	4,8	22,4	80,9	55,9	111,5	119,6	76,4
2021	86,7	173,9	5,1	70,6	22,5	34,8	4,0	6,8	67,1	54,4	6,3	65,9
2022	6,1	5,6	46,2	31,7	29,5	9,4	13,0	4,9	20,3	110,8	96,1	190

Bragança	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
Média	84,15	73,50	67,14	78,94	44,53	27,68	12,45	14,67	41,65	90,62	88,84	102,60

Anexo IV: Certificação de Eficiência Hídrica de Dispositivos

IV.1: Certificação de Eficiência Hídrica do redutor de caudal para chuveiro 9L/min



CERTIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA ANQIP DE REDUTORES DE CAUDAL FICHA DE ENSAIO

REQUERENTE **ALL – AQUA, Lda**

PRODUTO A CERTIFICAR: **MARCA**

MODELO **Redutor de anilha para chuveiro 9l/min**

REF.(s) DO FABRICANTE **4354309**

CÓDIGO ANQIP DO CERTIFICADO DO PRODUTO **EFR037-092020**

TIPO DE PRODUTO **Redutor de chuveiro**

RESULTADOS DO ENSAIO ⁽¹⁾:

DATA	CAUDAL NOMINAL (l/min)	CAUDAL DE ENSAIO MÁX. (l/min)	CAUDAL DE ENSAIO MIN. (l/min)	PRESSÃO A QUE SE VERIFICA O CAUDAL NOMINAL (bar)	CAUDAL A 3 bar (l/min)
22/09	9,00	7,54	5,67	3,5 ⁽²⁾	8,5 ⁽²⁾

Observações: (2) Valor obtido por regressão.

O AUDITOR,

(1) A tabela de resultados do ensaio é uma média dos ensaios efectuados, cujos resultados se encontram em anexo.

PRESSÃO DE ENSAIO: 2,0 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	22/9/2020	14:28	8,1	7,5	7,4
2.º	22/9/2020	14:37	8,1	7,5	7,4
3.º	22/9/2020	14:44	8,1	7,5	7,4
MÉDIA DOS VALORES:			8,1	7,5	7,4

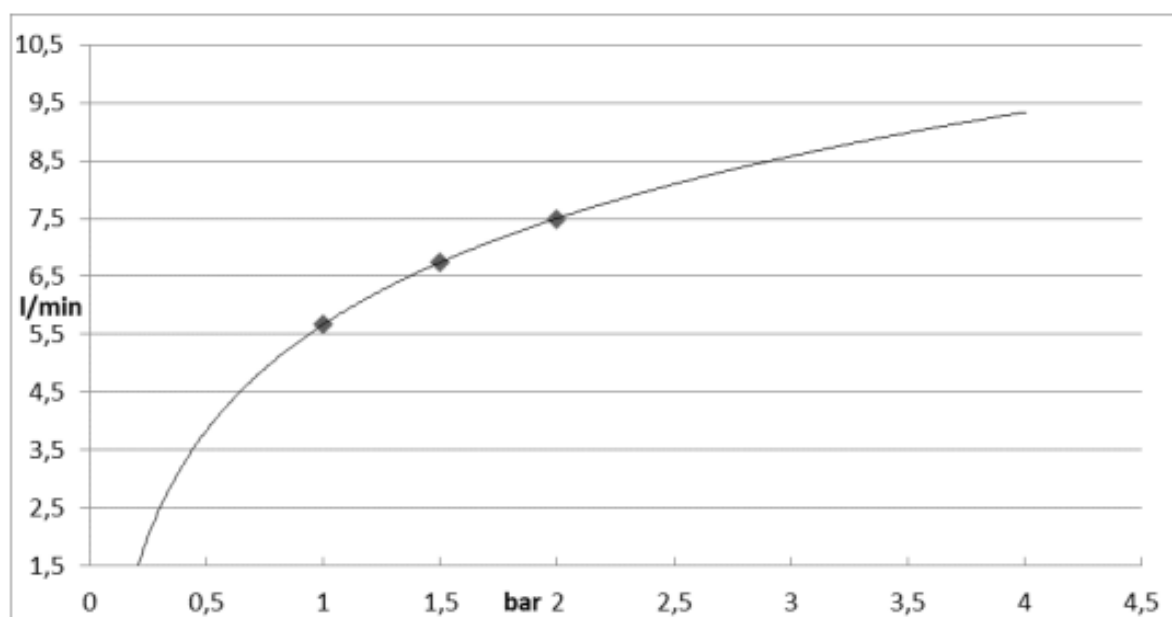
PRESSÃO DE ENSAIO: 1,5 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	22/9/2020	14:49	7,1	6,75	4,9
2.º	22/9/2020	14:55	7,1	6,75	4,9
3.º	22/9/2020	15:00	7,1	6,75	4,9
MÉDIA DOS VALORES:			7,1	6,75	4,9

PRESSÃO DE ENSAIO: 1 bar

ENSAIO	DATA	HORA	CAUDAL SEM REDUTOR (l/min)	CAUDAL COM REDUTOR (l/min)	PERCENTAGEM DE REDUÇÃO (%)
1.º	6/6/13	15:05	6,1	5,67	7,0
2.º	6/6/13	15:12	6,1	5,67	7,0
3.º	6/6/13	15:23	6,1	5,67	7,0
MÉDIA DOS VALORES:			6,1	5,67	7,0

GRÁFICO CAUDAL - PRESSÃO



Anexo V: Tabelas de apoio ao cálculo do consumo de água e energia, da economia e do investimento

V.1: Tabelas de cálculo - Domus I.

Tabela V.1.1: Consumo anual de água cenário atual - Domus I.

Cenário Atual						
Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Período				
Chuveiro	214714,50	Anual	Cenário Atual			
Torneira Misturadora	32966,50	Anual	Água mensal gasta na residência com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Torneira Temporizada	872,60	Anual	Todos os dispositivos, exceto torneira externa	377259,10	377,26	Anual
Torneira Cozinha	85789,00	Anual				
Sanita	22869,00	Anual				
Urinol	8167,50	Anual	Água mensal gasta na residência com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Máquina de lavar	11880,00	Anual	Todos os dispositivos, incluindo torneira externa e limpeza semanal	396927,10	396,93	Anual
Torneira Externa + Limpeza Semanal	19668,00	Anual				

Tabela V.1.2: Consumo anual de água cenário 1 - Domus I.

Cenário 1							
Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Período	Trocou ou colocou dispositivo redutor?				
Chuveiro	214714,50	Anual	não	Cenário 1			
Torneira Misturadora	12400,08	Anual	sim	Água mensal gasta por pessoa	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Torneira Temporizada	872,60	Anual	não				
Torneira Cozinha	64735,00	Anual	sim	Todos os dispositivos, exceto torneira externa	335638,68	335,64	Anual
Sanita	22869,00	Anual	não				
Urinol	8167,50	Anual	não	Água mensal gasta na residência com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Máquina de lavar	11880,00	Anual	não				
Torneira Externa + Limpeza Semanal	19668,00	Anual	não	Todos os dispositivos, incluindo torneira externa e limpeza semanal	355306,68	355,31	Anual

Tabela V.1.3: Consumo anual de água cenário 2 - Domus I.

Cenário 2							
Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Período	Trocou ou colocou dispositivo redutor?				
Chuveiro	199684,49	Anual	sim	Cenário 2			
Torneira Misturadora	12400,08	Anual	sim	Água mensal gasta por pessoa	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Torneira Temporizada	872,60	Anual	não	Todos os dispositivos, exceto torneira externa	320608,67	320,61	Anual
Torneira Cozinha	64735,00	Anual	sim				
Sanita	22869,00	Anual	não				
Urinol	8167,50	Anual	não	Água mensal gasta na residência com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Máquina de lavar	11880,00	Anual	não	Todos os dispositivos, incluindo torneira externa e limpeza semanal	340276,67	340,28	Anual
Torneira Externa + Limpeza Semanal	19668,00	Anual	não				

Tabela V.1.4: Economia por dispositivo - Domus I.

Dispositivos Domus I	Água consumida anualmente (m ³)		Economia por Dispositivo (m ³)		Economia por Dispositivo (%)		
	Cenários						
	Atual	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Chuveiro	214,71	214,71	199,68	0,00	15,03	0,00	7,00
Torneira Misturadora	32,97	12,40	12,40	20,57	20,57	62,39	62,39
Torneira Temporizada	0,87	0,87	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneira Cozinha	85,79	64,74	64,74	21,05	21,05	24,54	24,54
Sanita	22,87	22,87	22,87	0,00	0,00	0,00	0,00
Urinol	8,17	8,17	8,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Máquina de lavar	11,88	11,88	11,88	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneira Externa + Limpeza Semanal	19,67	19,67	19,67	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	396,93	355,31	340,28	41,62	56,65	10,49	14,27

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2.

Tabela V.1.5: Economia por cenário - Domus I.

Água Gasta Anualmente (m ³)	Cenário			Economia por Cenário (m ³)		Economia por Cenário (%)	
	Atual	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Com Média de 6 Pessoas	396,93	355,31	340,28	41,62	56,65	10,49	14,27

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2.

Tabela V.1.6: Investimento por cenário - Domus I.

Cenários	Novo Dispositivo/Redutor	Preço Novo Dispositivo/Redutor (€)	Qtd a substituir	Investimento Total (€)
1	Kit (Redutor de Caudal para Chuveiro 9L/min)	2,85	0	1 533,00 + IVA
	Torneira Misturadora	138,00	10	
	Torneira Cozinha	153,00	1	
2	Kit (Redutor de Caudal para Chuveiro 9L/min)	2,85	8	1 555,80 + IVA
	Torneira Misturadora	138,00	10	
	Torneira Cozinha	153,00	1	

Tabela V.1.7: Poupança ao longo de 15 anos no cenário 1 - Domus I.

Cenário 1															
Anos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento (€)	1533	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poupança anual (€)	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00	285,00
Poupança Acumulada (€)	-1.248,00	-963,00	-678,01	-393,01	-108,01	176,99	461,98	746,98	1031,98	1316,98	1601,97	1886,97	2171,97	2456,97	2741,96

Tabela V.1.8: Poupança ao longo de 15 anos no cenário 2 - Domus I.

Cenário 2															
Anos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento (€)	1555,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poupança anual (€)	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92	387,92
Poupança Acumulada (€)	-1167,88	-779,97	-392,05	-4,13	383,78	771,70	1159,61	1547,53	1935,45	2323,36	2711,28	3099,20	3487,11	3875,03	4262,94

V.2: Tabelas de cálculo - Domus II.

Tabela V.2.1: Consumo anual de água cenário atual - Domus II.

Cenário Atual						
Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Período				
Chuveiro	334395,60	Anual	Cenário Atual			
Torneira Misturadora	18511,26	Anual	Água mensal gasta na residência com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Torneira Temporizada	837,70	Anual				
Torneira Cozinha	39414,99	Anual	Todos os dispositivos	447211,96	447,21	Anual
Sanita	42172,42	Anual				
Máquina de lavar	11880,00	Anual	Água mensal gasta na residência com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Limpeza Semanal	26400,00	Anual	Todos os dispositivos, incluindo limpeza semanal	473611,96	473,61	Anual

Tabela V.2.2: Consumo anual de água cenário 1 - Domus II.

Cenário 1							
Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Período	Trocou ou colocou dispositivo redutor?				
Chuveiro	334395,60	Anual	não	Cenário 1			
Torneira Misturadora	6608,52	Anual	sim	Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Torneira Temporizada	837,70	Anual	não	Todos os dispositivos	427793,88	427,79	Anual
Torneira Cozinha	31899,65	Anual	sim				
Sanita	42172,42	Anual	não				
Máquina de lavar	11880,00	Anual	não	Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Limpeza Semanal	13200,00	Anual	não	Todos os dispositivos, incluindo limpeza semanal	440993,88	440,99	Anual

Tabela V.2.3: Consumo anual de água cenário 2 - Domus II.

Cenário 2							
Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Período	Trocou ou colocou dispositivo redutor?				
Chuveiro	310987,91	Anual	sim	Cenário 2			
Torneira Misturadora	6608,52	Anual	sim	Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Torneira Temporizada	837,70	Anual	não				
Torneira Cozinha	31899,65	Anual	sim	Todos os dispositivos	404386,19	404,39	Anual
Sanita	42172,42	Anual	não				
Máquina de lavar	11880,00	Anual	não	Água gasta por dispositivo por ano com média de 6 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Limpeza Semanal	13200,00	Anual	não	Todos os dispositivos, incluindo limpeza semanal	417586,19	417,59	Anual

Tabela V.2.4: Economia por dispositivo - Domus II.

Dispositivos Domus II	Água consumida anualmente (m ³)			Economia por Dispositivo (m ³)		Economia por Dispositivo (%)	
	Cenários						
	Atual	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Chuveiro	334,40	334,40	310,99	0,00	23,41	0,00	7,00
Torneira Misturadora	18,51	6,61	6,61	11,90	11,90	64,30	64,30
Torneira Temporizada	0,84	0,84	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00
Torneira Cozinha	39,41	31,90	31,90	7,52	7,52	19,07	19,07
Sanita	42,17	42,17	42,17	0,00	0,00	0,00	0,00
Máquina de lavar	11,88	11,88	11,88	0,00	0,00	0,00	0,00
Limpeza Semanal	26,40	13,20	13,20	13,20	13,20	50,00	50,00
Total	473,61	440,99	417,59	32,62	56,03	6,89	11,83

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2.

Tabela V.2.5: Economia por cenário - Domus II.

Água Gasta Mensalmente (m ³)	Cenário			Economia por Cenário (m ³)		Economia por Cenário (%)	
	Atual	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Com Média de 6 Pessoas	473,61	440,99	417,59	32,62	56,03	6,89	11,83

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2.

Tabela V.2.6: Investimento por cenário - Domus II.

Cenários	Novo Dispositivo/Redutor	Preço Novo Dispositivo/Redutor (€)	Qtd a substituir	Total (€)
1	Kit (Redutor de Caudal para Chuveiro 9L/min)	2,85	0	2 361,00 + IVA
	Torneira Misturadora	138,00	16	
	Torneira Cozinha	153,00	1	
2	Kit (Redutor de Caudal para Chuveiro 9L/min)	2,85	16	2 406,60 + IVA
	Torneira Misturadora	138,00	16	
	Torneira Cozinha	153,00	1	

Tabela V.2.7: Poupança ao longo de 15 anos no cenário 1 - Domus II.

Cenário 1															
Anos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento (€)	2361	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poupança anual (€)	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77	204,77
Poupança Acumulada (€)	-2156,23	-1951,45	-1746,68	-1541,90	-1337,13	-1132,36	-927,58	-722,81	-518,03	-313,26	-108,48	96,29	301,06	505,84	710,61

Tabela V.2.7: Poupança ao longo de 15 anos no cenário 2 - Domus II.

Cenário 2															
Anos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento (€)	2406,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poupança anual (€)	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06	365,06
Poupança Acumulada (€)	-2041,54	-1676,48	-1311,42	-946,36	-581,30	-216,24	148,82	513,87	878,93	1243,99	1609,05	1974,11	2339,17	2704,23	3069,29

V.3: Tabelas de cálculo da Escola Superior de Saúde (ESSa).

Tabela V.3.1: Consumo anual de água cenário atual - ESSa.

Cenário Atual						
Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	L	Período	Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
	média					
Torneira Misturadora	94047,96	Anual	Todos os dispositivos, exceto máquina de lavar loiça e torneira da copa	186440,94	186,44	Anual
Torneira Copa	83864,00	Anual				
Sanita	86789,71	Anual	Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Urinol	5603,27	Anual				
Máquina de Lavar Louça	22000	Anual	Todos os dispositivos, incluindo máquina de lavar loiça e torneira da copa	292304,94	292,30	Anual

Tabela V.3.2: Consumo anual de água cenário 1 - ESSa.

Cenário 1						
Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	L	Período	Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
	média					
Torneira Temporizada	3416,91	Anual	Todos os dispositivos, exceto máquina de lavar loiça e torneira da copa	66879,98	66,88	Anual
Torneira Copa	55037,66	Anual				
Sanita	57859,80	Anual				
Urinol	5603,27	Anual	Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Máquina de Lavar Louça	22000	Anual	Todos os dispositivos, incluindo máquina de lavar loiça e torneira da copa	143917,65	143,92	Anual

Tabela V.3.3: Consumo anual de água cenário 2 - ESSa.

Cenário 2						
Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	L	Período	Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
	média					
Torneira Temporizada	9491,43	Anual	Todos os dispositivos, exceto máquina de lavar loiça e torneira da copa	72954,50	72,95	Anual
Torneira Copa	55037,66	Anual				
Sanita	57859,80	Anual				
Urinol	5603,27	Anual	Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Máquina de Lavar Louça	22000	Anual	Todos os dispositivos, incluindo máquina de lavar loiça e torneira da copa	149992,16	149,99	Anual

Tabela V.3.4: Consumo anual de água cenário 3 - ESSa.

Cenário 3						
Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	L	Período	Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
	média					
Torneira Misturadora	94047,96	Anual	Todos os dispositivos, exceto máquina de lavar loiça e torneira da copa	157511,03	157,51	Anual
Torneira Copa	55037,66	Anual				
Sanita	57859,80	Anual				
Urinol	5603,27	Anual	Água gasta por dispositivo por ano com média diária de 260 pessoas	Gasto médio (L)	Gasto médio (m³)	Período
Máquina de Lavar Louça	22000	Anual	Todos os dispositivos, incluindo máquina de lavar loiça e torneira da copa	234548,70	234,55	Anual

Tabela V.3.5: Economia por dispositivo - ESSa.

Dispositivos ESSa	Água gasta anualmente (m ³)				Economia por Dispositivo (m ³)			Economia por Dispositivo (%)		
	Cenários									
	Atual	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Torneiras Lavatório	94,05	3,42	9,49	94,05	90,63	84,56	0,00	96,37	89,91	0,00
Torneira Copa	83,86	55,04	55,04	55,04	28,83	28,83	28,83	34,37	34,37	34,37
Sanita	86,79	57,86	57,86	57,86	28,93	28,93	28,93	33,33	33,33	33,33
Urinol	5,60	5,60	5,60	5,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máquina de Lavar Louça	22,00	22,00	22,00	22,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	292,30	143,92	149,99	234,55	148,39	142,31	57,76	50,76	48,69	19,76

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2; (3) Cenário 3.

Tabela V.3.6: Economia por cenário - ESSa.

Água Gasta Anualmente (m ³)	Cenário				Economia por Cenário (m ³)			Economia por Cenário (%)		
	Atual	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Com Média de 260 Pessoas Diárias	292,30	143,92	149,99	234,55	148,39	142,31	57,76	50,76	48,69	19,76

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2; (3) Cenário 3.

Tabela V.3.7: Investimento por cenário - ESSa.

Cenários	Novo Dispositivo	Preço Novo Dispositivo (€)	Qtd a substituir	Total (€)
1	Torneira Temporizada 1,8L/min	115,00	10	3 321,50 + IVA
	Torneira Temporizada 5L/min	95,00	0	
	Torneira Cozinha	153,00	1	
	Autoclismo	183,50	11	
2	Torneira Temporizada 1,8L/min	115,00	0	3 121,50 + IVA
	Torneira Temporizada 5L/min	95,00	10	
	Torneira Cozinha	153,00	1	
	Autoclismo	183,50	11	
3	Torneira Temporizada 1,8L/min	115,00	0	2 171,50 + IVA
	Torneira Temporizada 5L/min	95,00	0	
	Torneira Cozinha	153,00	1	
	Autoclismo	183,50	11	

Nota: (1) Cenário 1; (2) Cenário 2; (3) Cenário 3.

Tabela V.3.8: Poupança ao longo de 15 anos no cenário 1 - ESSa.

Cenário 1															
Anos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento (€)	3321,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poupança anual (€)	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47	1407,47
Poupança Acumulada (€)	-1914,03	-506,56	900,92	2308,39	3715,86	5123,33	6530,81	7938,28	9345,75	10753,22	12160,69	13568,17	14975,64	16383,11	17790,58

Tabela V.3.9: Poupança ao longo de 15 anos no cenário 2 - ESSa.

Cenário 2															
Anos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento (€)	3121,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poupança anual (€)	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43	1374,43
Poupança Acumulada (€)	-1747,07	-372,65	1001,78	2376,21	3750,63	5125,06	6499,49	7873,91	9248,34	10622,77	11997,20	13371,62	14746,05	16120,48	17494,90

Tabela V.3.10: Poupança ao longo de 15 anos no cenário 3 - ESSa.

Cenário 3															
Anos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investimento (€)	2171,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Poupança anual (€)	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44	914,44
Poupança Acumulada (€)	-1257,06	-342,62	571,82	1486,26	2400,70	3315,14	4229,57	5144,01	6058,45	6972,89	7887,33	8801,77	9716,21	10630,65	11545,09

V.4: Tabelas de cálculo resumo (Domus I, Domus II e ESSa).

Tabela V.4.1: Poupança energética anual nos edifícios por cenário.

Edifícios	Cenários	Poupança kWh/ano	Tarifas		Poupança Anual (€)
			H. Ponta	H. Cheia	
Domus I	1	420,69	0,156518	0,121986	58,58
	2	572,62	0,156518	0,121986	79,74
Domus II	1	196,28	0,156518	0,121986	27,33
	2	432,88	0,156518	0,121986	60,28
ESSa	1	4720,18	0,156518	0,121986	600,25
	2	4720,18	0,156518	0,121986	600,25
	3	4720,18	0,156518	0,121986	600,25

Tabela V.4.2: Retorno de investimento nos edifícios por cenário.

Edifício	Cenários	Consumo de água estimado anualmente (m³)	Preço anual com tarifas fixas e variáveis vigentes (€)	Poupança anual estimada na fatura de água (€)	Poupança anual estimada na fatura energética (€)	Retorno de Investimento (anos)
Domus I	Atual	396,93	2174,9	-	-	-
	1	355,31	1948,5	226,4	58,6	5,4
	2	340,28	1866,7	308,2	79,7	4,0
Domus II	Atual	473,61	2592,1	-	-	-
	1	440,99	2414,6	177,4	27,3	11,5
	2	417,59	2287,3	304,8	60,3	6,6
ESSa	Atual	292,30	1610,4	-	-	-
	1	143,92	803,2	807,2	600,2	2,36
	2	149,99	836,2	774,2	600,2	2,27
	3	234,55	1296,2	314,2	600,2	2,37

Tabela V.4.3: Estimativa de redução de emissão anual de CO₂ nos edifícios por cenário.

Edifícios	Cenários	Poupança kWh/ano	Estimativa de redução de emissão de CO₂ anual (Kg)
Domus I	1	420,69	108,83
	2	572,62	148,14
Domus II	1	196,28	50,78
	2	432,88	111,99
ESSa	1	4720,18	1295,69
	2	4720,18	1295,69
	3	4720,18	1295,69