

DM

# Revisão de Projeto de Edifício Hospitalar, Especialidade de Hidráulica

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Roberto Sidónio Farinha Barreiro**

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL



UNIVERSIDADE da MADEIRA

*A Nossa Universidade*

[www.uma.pt](http://www.uma.pt)

fevereiro | 2023



# Revisão de Projeto de Edifício Hospitalar, Especialidade de Hidráulica

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Roberto Sidónio Farinha Barreiro**

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

ORIENTAÇÃO

Sérgio António Neves Lousada





Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia

# **Revisão de Projeto de Edifício Hospitalar, Especialidade de Hidráulica**

Licenciado em Engenharia Civil (Pré-Bolonha)

Dissertação submetida para o grau de Mestre em Engenharia Civil na Universidade  
da Madeira

Por

**Roberto Sidónio Farinha Barreiro**

Orientador

Professor Doutor Sérgio António Neves Lousada

*(Universidade da Madeira)*

**fevereiro de 2023**

Título: Revisão de Projeto de Edifício Hospitalar, Especialidade de Hidráulica.

Palavras-Chave: Construção civil; Edificações públicas; Hidráulica; Manutenção; Reabilitação hospitalar.

Keywords: Civil construction; Public buildings; Hydraulics; Maintenance; Hospital rehabilitation.

Autor: Roberto Sidónio Farinha Barreiro

FCEE - Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia

Campus Universitário de Penteada

9020-015 Funchal - Portugal. s/n

Telefone +351 291 705 230

Correio eletrónico: [secretariadocentros@uma.pt](mailto:secretariadocentros@uma.pt)

Funchal, Madeira

## AGRADECIMENTOS

Desejo exprimir os meus agradecimentos a todos aqueles, que de alguma forma, permitiram que esta dissertação se concretizasse.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao Senhor Professor Doutor Sérgio António Neves Lousada, pela orientação, por toda a disponibilidade e apoio na elaboração desta dissertação, assim como, pelo inculcar de uma maior ambição na realização de trabalhos de investigação.

Aos professores da Universidade da Madeira, com que me cruzei neste segundo ciclo de estudos e que contribuíram para o aumento do meu conhecimento.

Aos meus colegas de trabalho, por estarem sempre disponíveis para partilhar conhecimento e amizade.

E finalmente, à minha família:

- Aos meus pais, que com certeza ficariam orgulhosos e felizes por este momento;
- À minha prima e segunda mãe, Elisa, pelo estímulo e incentivo na realização deste meu percurso;
- À Cristina, minha mulher, que com o seu amor, preocupação e paciência demonstrado em todos os momentos, me faz “recarregar as baterias” mesmo naqueles menos bons;
- Aos meus filhos, por serem meus filhos.





## RESUMO

Sendo o setor da construção civil um dos pilares do desenvolvimento económico nacional, torna-se fundamental ter uma melhor compreensão dos principais fatores que o cercam. Os dados mais atuais indicam que o cenário da construção civil em Portugal converge com a grande maioria dos países europeus. Enquanto os demais países apresentam um crescimento significativo no âmbito da reabilitação, o setor construtivo português vem apresentando um incremento notável na participação da reabilitação no cenário nacional.

Apesar disso, algumas importantes obras de reabilitação estão sendo realizadas como forma de resgatar as características basilares da edificação, contudo, sem afetar de forma significativa o património da arquitetura portuguesa. Este é o caso do Centro de Saúde, o qual passou por um projeto de reabilitação em 2013 para assegurar um melhor funcionamento da unidade de saúde, entretanto, preservando diversas características que tornam aquela edificação única.

O presente estudo teve como objetivo a análise das soluções adotadas para o sistema de abastecimento de água e sistema de drenagem de águas residuais e pluviais. Com o auxílio das legislações vigentes e de bibliografias externas, fez-se a verificação dos principais pontos considerados para o dimensionamento dos sistemas supracitados. No geral, o projeto realizado apresentou uma grande assertividade no que concerne a aplicação da normativa vigente e de metodologias não regulamentares, entretanto, consolidadas.

Por fim, o objetivo do presente estudo foi efetuar a análise dos conceitos hidráulicos utilizados, propondo melhorias quando necessário. Contudo, os principais problemas encontrados referem-se à transparência de dados e parâmetros utilizados, os quais não foram suficientemente pormenorizados no memorial descritivo do respetivo projeto de reabilitação.

**Palavras-Chave:** Construção civil; Edificações públicas; Hidráulica; Manutenção; Reabilitação hospitalar.



## **ABSTRACT**

Since the civil construction sector is one of the pillars of national economic development, it is essential to have a better understanding of the main factors that surrounding it. The most current data indicate that the civil construction scenario in Portugal converges with the vast majority of European countries. While the rest of the countries show significant growth in the field of rehabilitation, the Portuguese construction sector has shown a notable increment in the share of rehabilitation in the national scenario.

Despite this, some important rehabilitation works are being carried out as a way to rescue the basic characteristics of the building, however, without significantly affecting the heritage of Portuguese architecture. This is the case of the Health Center, which underwent a rehabilitation project in 2013 to ensure better functioning of the health unit, however, preserving several characteristics that make that building unique.

The present study had the objective of analyzing the solutions adopted for the water supply system and the wastewater and rainwater drainage system. With the aid of current legislation and bibliographies, the main points considered for the design of the aforementioned systems were verified. In general, the project carried out showed great assertiveness with regard to the application of current regulations and non-regulatory methodologies that were consolidated in the meantime.

Finally, the objective of this study was to carry out the analysis of the hydraulic concepts used, proposing improvements when necessary. However, the main problems encountered refer to the transparency of the data and parameters used, which were not sufficiently detailed in the descriptive memorial of the respective rehabilitation project.

**Keywords:** Civil construction; Public buildings; Hydraulics; Maintenance; Hospital rehabilitation.



## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS</b> .....	<b>XVII</b>
SÍMBOLOS .....	XVII
ABREVIATURAS .....	XVIII
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	2
1.2. OBJETIVOS .....	3
1.3. METODOLOGIA .....	4
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	6
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>7</b>
<b>ENQUADRAMENTO GERAL</b> .....	<b>7</b>
2.1. CONCEITO DE PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO .....	8
2.2. MANUTENÇÃO .....	11
2.3. PANORAMA PORTUGUÊS NA REABILITAÇÃO .....	14
2.4. VIDA ÚTIL E AS MANUTENÇÕES .....	18
2.5. DIFERENÇAS ENTRE MANUTENÇÃO, REABILITAÇÃO E BENEFICIAÇÃO .....	20
2.6. OBSTÁCULOS DA REABILITAÇÃO .....	23
2.7. INCENTIVOS À REABILITAÇÃO EM PORTUGAL .....	23
2.7.1. <i>BENEFÍCIOS FISCAIS</i> .....	24
2.7.2. <i>PROGRAMAS DE APOIO À REABILITAÇÃO URBANA</i> .....	24
2.7.2.1. <i>RECRIA</i> .....	24
2.7.2.2. <i>REHABITA</i> .....	26
2.7.2.3. <i>RECRIPH</i> .....	27
2.7.2.4. <i>SOLARH</i> .....	28
2.7.2.5. <i>PROHABITA</i> .....	30
2.7.2.6. <i>PER</i> .....	30
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>33</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO</b> .....	<b>33</b>
3.1. LOCALIZAÇÃO .....	34
3.2. ENQUADRAMENTO PATRIMONIAL DO CENTRO DE SAÚDE A ANALISAR .....	38

3.3.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS .....	40
3.4.	CONCEITOS E NORMATIVAS PARA INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS .....	41
3.4.1.	ENQUADRAMENTO .....	41
3.4.2.	ÁGUAS FRIAS.....	43
3.4.2.1.	CAUDAIS DE CÁLCULO.....	44
3.4.2.2.	VELOCIDADE DE ESCOAMENTO .....	46
3.4.2.3.	DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO PARA AS TUBAGENS .....	46
3.4.2.4.	VERIFICAÇÃO DAS PRESSÕES INTERNAS .....	47
3.4.2.5.	INSTALAÇÕES ELEVATÓRIOS E SOBREPRESSORAS .....	57
3.4.2.6.	ELEMENTOS ACESSÓRIOS DA REDE .....	62
3.4.2.7.	RESERVATÓRIOS DE ÁGUA POTÁVEL .....	64
3.4.2.8.	REDE DE ÁGUA QUENTE.....	65
3.4.3.	SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS .....	68
3.4.3.1.	DETERMINAÇÃO DOS CAUDAIS DE DESCARGA E DE CÁLCULO .....	68
3.4.3.2.	DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE DESCARGA .....	69
3.4.3.3.	CAPACIDADE DE AUTOLIMPEZA DAS TUBAGENS.....	71
3.4.3.4.	SISTEMA DE VENTILAÇÃO .....	71
3.4.3.5.	DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA DE ÁGUAS RESIDUAIS .....	72
3.4.3.6.	DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES PREDIAIS .....	74
3.4.3.7.	CÂMARAS DE INSPEÇÃO E DE RETENÇÃO DE GORDURA .....	74
3.4.3.8.	INSTALAÇÃO DE RECALQUE DE ÁGUAS RESIDUAIS.....	75
3.4.4.	SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	75
3.4.4.1.	DETERMINAÇÃO DOS CAUDAIS DE PROJETO.....	76
3.4.4.2.	DIMENSIONAMENTO DAS CALEIRAS.....	78
3.4.4.3.	DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	79
3.4.4.4.	DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	79
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>.....</b>	<b>81</b>
<b>ANÁLISE DA REABILITAÇÃO EXECUTADA</b>	<b>.....</b>	<b>81</b>
4.1.	ÁREAS DE UTILIZAÇÃO .....	82
4.2.	SOLUÇÃO ADOTADA PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	83
4.2.1.	BASES DE CÁLCULO .....	83
4.2.1.1.	CAUDAIS INSTANTÂNEOS DOS APARELHOS DE UTILIZAÇÃO .....	83
4.2.1.2.	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDADE E CAUDAIS DE CÁLCULO.....	83
4.2.1.3.	VELOCIDADE.....	84

4.2.1.4.	CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA.....	85
4.2.1.5.	PRESSÃO DE SERVIÇO .....	86
4.2.2.	MATERIAL A UTILIZAR.....	86
4.2.2.1.	REDES INTERIORES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE E FRIA .....	86
4.2.2.2.	JUNTAS E ACESSORIOS.....	88
4.2.2.3.	DILATAÇÃO DAS TUBAGENS .....	88
4.2.2.4.	FIXAÇÃO .....	89
4.2.2.5.	PROTEÇÃO CONTRA A OXIDAÇÃO .....	90
4.2.3.	EQUIPAMENTOS DA REDE DE ÁGUA POTÁVEL.....	91
4.2.3.1.	RESERVATÓRIO DE ÁGUA.....	91
4.2.3.2.	GRUPO HIDROPRESSURIZADOR.....	92
4.2.3.3.	BOMBA CIRCULADORA DA REDE DE RETORNO .....	93
4.2.3.4.	SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA.....	93
4.2.3.5.	VÁLVULAS .....	94
4.2.3.5.1.	VÁLVULAS DE PINHA.....	94
4.2.3.5.2.	VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO .....	94
4.2.3.5.3.	VÁLVULAS DE REGULAÇÃO .....	94
4.2.3.5.4.	VÁLVULAS DE RETENÇÃO.....	95
4.2.3.5.5.	VÁLVULAS MOTORIZADAS .....	95
4.2.3.5.6.	VÁLVULAS DE RAMAL .....	96
4.2.3.5.7.	VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO.....	96
4.2.3.6.	INSTALAÇÃO DAS TUBAGENS .....	96
4.3.	SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS.....	97
4.3.1.	BASES DE CÁLCULO .....	97
4.3.1.1.	CAUDAIS INSTÂTANEOS.....	97
4.3.1.2.	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDADE E CAUDAIS DE CÁLCULO .....	97
4.3.1.3.	RAMAIS DE DESCARGA.....	97
4.3.1.4.	TUBOS DE QUEDA .....	98
4.3.1.5.	COLETORES PREDIAIS.....	98
4.3.2.	MATERIAIS REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS .....	99
4.4.	SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	99
4.4.1.	CAUDAIS DE CÁLCULO .....	99
4.4.2.	CALEIRAS .....	100
4.4.3.	TUBOS DE QUEDA .....	100

4.4.4.	RAMAIS DE DESCARGA E COLETORES .....	100
4.4.5.	COLETORES PREDIAIS .....	101
4.4.6.	MATERIAIS REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	101
<b>CAPÍTULO 5</b>	.....	<b>103</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	.....	<b>103</b>
5.1.	CONCLUSÕES .....	104
5.2.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	107
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>117</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Caso de reabilitação - Centro de Saúde. Fonte: DNotícias (2020).....	3
Figura 2 - Organograma da metodologia utilizada. Fonte: Autor (2022).....	5
Figura 3 - Exemplificação das causas de deterioração e as suas implicações. Fonte: Lopes (2016). .....	10
Figura 4 - Lei da evolução dos custos. Fonte: Helene (1992) e Castro (1999).....	13
Figura 5 - Licenças concedidas para habitação. Fonte: INE (2021).....	14
Figura 6 - Edifícios licenciados. Fonte: INE (2020). .....	16
Figura 7 - Obras de reabilitação por tipo de obra. Fonte: INE (2021).....	17
Figura 8 - Evolução da repartição de obras licenciadas. Fonte: INE (2021). .....	17
Figura 9 - Recuperação de desempenho com a manutenção. Fonte: John & Satto (2006)..	19
Figura 10 - Diferenças entre manutenção (A), reabilitação (B) e beneficiação (C). Fonte: Lopes (2005). .....	21
Figura 11 - Projeto de reabilitação para arrendamento em Lisboa. Fonte: Veja (2021).....	25
Figura 12 - Edifícios a reabilitar na região do centro histórico do Porto. Fonte: Idealista (2022). .....	26
Figura 13 - Habitações restauradas fora do perímetro urbano. Fonte: Martins (2010).....	29
Figura 14 - Carência habitacional severa em Casal Ventoso, Portugal. Fonte: Diário de Notícias (2019). .....	30
Figura 15 - Barracas na região metropolitana de Lisboa. Fonte: Renascença (2021).....	31
Figura 16 - Localização do Centro de Saúde a analisar na Ilha da Madeira. Fonte: Google Maps (2022).....	34
Figura 17 - Projeção da pirâmide etária para 2080 referente a RAM. Fonte: DREM (2020). ..	35
Figura 18 - Evolução da população estrangeira a residir na Ilha da Madeira. Fonte: DREM (2021) .....	36
Figura 19 - Percentual de população jovem por região em 2020. Fonte: DREM (2020).....	37
Figura 20 - Percentual de população idosa por região em 2020. Fonte: DREM (2020).....	38
Figura 21 - Centro de Saúde a analisar. Fonte: Funchal Notícias (2022).....	39
Figura 22 - Remodelação do Centro de Saúde a analisar. Fonte: RTP (2022). .....	40
Figura 23 - Diagrama de Moody. Fonte: PasseiDireto (2022). .....	50
Figura 24 - Dispositivos que causam perda de carga localizada. Fonte: Himater (2022). .....	52
Figura 25 - Exemplo de sistema hidráulico para casa de banho. Fonte: FazFácil (2022).....	56
Figura 26 - Esquematização de uma instalação elevatória. Fonte: Ínstria Engenharia (2022). .....	57
Figura 27 - Construção de shafts para a passagem de canalizações. Fonte: Thórus Engenharia (2022). .....	62
Figura 28 - Exemplificação de localização para reservatórios. Fonte: Prado (2022). .....	64
Figura 29 - Regiões pluviométricas em Portugal. Fonte: RGSPDADAR.....	77



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Gastos de países europeus com construção (em euros). Fonte: Medeiros, Andrade & Helene (2011).....	13
Tabela 2 - Previsão de falha para os sistemas construtivos. Fonte: NBR 15575-1-ABNT:2013. ....	20
Tabela 3 - Critérios gerais de avaliação das anomalias adaptado (Paiva, Aguiar, & Pinho, 2006).....	22
Tabela 4 - Caudais mínimos de projeto por dispositivo de utilização. Fonte: RGSPDDADAR. ....	45
Tabela 5 - Pressão mínima de serviço de acordo com o diâmetro. Fonte: RGSPDDADAR..	48
Tabela 6 - Valor da rugosidade absoluta para alguns materiais. Fonte: Azevedo Netto (1998). ....	51
Tabela 7 - Valores de K para as principais peças utilizadas. Fonte: Adaptado de Azevedo Netto (1998).....	53
Tabela 8 - Comprimentos virtuais dos principais dispositivos e peças especiais. Fonte: Azevedo Netto (1998). ....	55
Tabela 9 - Caudais de descarga e características geométricas dos ramais de descarga. Fonte: RGSPDADAR.....	68
Tabela 10 - Taxas de ocupação de tubos de queda sem ventilação secundária. Fonte: RGSPDADAR. ....	72
Tabela 11 - Parâmetros de cálculo segundo a região pluviométrica. Fonte: RGSPDADAR. ....	76
Tabela 12 - Utilizadores considerados. Fonte: Projetista (2013).....	91
Tabela 13 - Consumos considerados. Fonte: Projetista (2013). ....	91
Tabela 14 - Valores de cálculo para o sistema de pressurização. Fonte: Projetista (2013)..	93



## ÍNDICE DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### SÍMBOLOS

$\beta$	0.35
$\alpha$	0.453 ou 0.578
g	Aceleração gravítica
Lv	Altura da coluna de ventilação
H	Altura manométrica
A	Área da secção transversal da tubagem
Ac	Área de contribuição em projeção horizontal
Htq	Carga no tubo de queda
Q	Caudal
Qb	Caudal a ser bombeado
Qacm	Caudal acumulado
Qa	Caudal de cálculo
Qap	Caudal de cálculo de águas pluviais
Qr	Caudal de cálculo de águas residuais
Qctq	Caudal de cálculo para os tubos de queda de águas pluviais
Qp	Caudal de projeto
Kf	Coefficiente de atrito de Flamant
C	Coefficiente de escoamento superficial
K	Coefficiente de perda de carga
Ks	Coefficiente de rugosidade do material
x	Coefficiente de simultaneidade
Lt	Comprimento do troço
a	Constante atrelada ao tempo de retorno
b	Constante atrelada ao tempo de retorno
Z1	Cota no ponto 1
Z2	Cota no ponto 2
$\emptyset$	Diâmetro
Dv	Diâmetro da coluna de ventilação
D	Diâmetro da tubagem
Dptq	Diâmetro do tubo de queda de águas pluviais
Dtq	Diâmetro do tubo de queda de águas residuais
Din	Diâmetro interno da tubagem
Z	Distância altimétrica
t	Duração da precipitação
€	Euros
f	Fator de atrito
°C	Graus celsius
i	Inclinação da secção longitudinal
I	Intensidade de precipitação
KPa	Kilo Pascal
L	Litros
mca	Metro coluna d'água

m	Metros
mm	Milímetros
min	Minutos
N	Newtons
Nd	Número de dispositivos considerados
Pa	Pascal
J	Perda de carga continua pela equação de Flamant
hf	Perda de carga distribuída
$\Delta H$	Perda de carga localizada
$\Delta H_c$	Perda de carga total entre a bomba e reservatório
y	Peso específico do fluido
Pt	Potência da bomba
P1	Pressão no ponto 1
P2	Pressão no ponto 2
Rh	Raio hidráulico
n	Rendimento da bomba
$\epsilon$	Rugosidade absoluta
s	Segundos
ts	Taxa de ocupação do tubo
Ta	Tensão de arrastamento
um	Unidades
V	Velocidade de escoamento
V1	Velocidade de escoamento no ponto 1
V2	Velocidade de escoamento no ponto 2

## **ABREVIATURAS**

AML	Área Metropolitana de Lisboa
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DREM	Direção Regional de Estatística da Madeira
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IGAPHE	Instituto de Gestão e Alienação do Património Habitacional do Estado
IHRU	Instituto de Habitação e Reabilitação Urbana
INE	Instituto Nacional de Estatística
ISO	International Organization for Standardization
NBR	Norma Brasileira
EN	Norma Europeia
NP	Norma Portuguesa
PVC	Policloreto de Vinila
PEX	Polietileno Reticulado
PROHABITA	Programa de Financiamento para Acesso a Habitação
SOLARH	Programa de Solidariedade e Apoio à Recuperação de Habitação
PER	Programa Especial de Realojamento
RAM	Região Autónoma da Madeira

RAA	Região Autónoma dos Açores e Algarve
REHABITA	Regime de Apoio à Recuperação Habitacional
	Regime Especial de Comparticipação e Financiamento Na
	Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade
RECRIPH	Horizontal
	Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis
RECRIA	Arrendados
RSEU	Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas
RGEU	Regulamento Geral das Edificações Urbanas
	Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição
RGSPPDADAR	de Água e Drenagem de Águas
SEF	Serviço de Estrangeiros e Fronteiras
SESARAM	Serviço de Saúde da Região Autónoma da Madeira
VU	Vida Útil
VUP	Vida Útil de Projeto





# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

## 1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Conforme abordado por Amaral (2013), o desenvolvimento da caracterização patológica das edificações tem sido notório há algumas décadas e, em Portugal, tem-se evidenciado uma evidente alteração de paradigma no setor da construção civil, reduzindo a quantidade de novas edificações e consolidando a necessidade e aumento de reabilitação de edifícios já existentes. No que concerne à temática deste estudo,

*“as reformas e adequações de um edifício hospitalar tendem à atenção diferenciada por demandarem de processos de execução exclusivos [...] não interferindo nos procedimentos que não foram paralisados e continuam a serem oferecidos aos pacientes da unidade (Santos, et al., 2021)”*

Neste contexto, a engenharia presente em edifícios hospitalares torna-se cada vez mais diferenciada pelo nível de complexidade, uma vez que constantemente se redefine devido à evolução das tecnologias médicas e as necessidades dos pacientes. Além disso, estas complexidades advêm da grande quantidade de sistemas necessários para a operação de espaços em sua totalidade, assim como a necessidade de, em certos casos, realizar a obra com os hospitais durante o seu funcionamento, conforme já abordado (Santos, et al., 2021).

Uma vez que o processo de reabilitação assume uma função essencial para o setor da construção, torna-se necessário ter em consideração todos os riscos e dificuldades provenientes à sua implementação, como por exemplo a reabilitação a par da identificação do valor arquitetónico já existente (Santiago, 2020), porém, com uma funcionalidade otimizada e moderna.

Portanto, pode-se afirmar que a reabilitação é uma intervenção promovida com o objetivo de permitir um desempenho compatível com as exigências utilitárias e primárias da edificação, ou seja, proporcionar que os edifícios desempenhem a sua função de origem (Flores-Colen, et al., 2003). Para Jorge (2015), o processo de reabilitação além de permitir a readequação e otimização do espaço para as necessidades atuais, apresenta-se como uma mais valia para o setor da construção civil por permitir a melhoria das condições de funcionalidade; o aumento de produtividade e nível de empregabilidade do setor e a revitalização social e económica das áreas urbanas.

Além dos fatores supracitados, o processo de reabilitação permite a redução de custos provenientes da manutenção corretiva e inconvenientes que esta operação pode gerar em um ambiente hospitalar. Neste caso, o presente estudo tem como objetivo a análise das soluções adotadas para o sistema de abastecimento de água e sistema de drenagem de águas residuais e pluviais de uma unidade hospitalar, Figura 1, situado na Ilha da Madeira, Portugal. O caso de estudo foi escolhido entre um dos casos de reabilitação hospitalar recentes na ilha da Madeira, neste caso um Centro de Saúde.



*Figura 1 – Caso de reabilitação - Centro de Saúde. Fonte: DNoticias (2020).*

Esta análise foi realizada com base nos conceitos hidráulicos retratados na bibliografia da respetiva especialidade, bem como na legislação vigente para reabilitação de edificações de saúde e na intervenção reabilitativa já implementada no local.

## **1.2. OBJETIVOS**

Com a realização do presente estudo, pretende-se proceder a análise das soluções adotadas para o sistema de abastecimento de água e sistema de drenagem de águas residuais e pluviais de um Centro de Saúde, nomeadamente os seus sistemas hidráulicos. Neste sentido,

este trabalho possui como uma das suas diretrizes a discussão das soluções adotadas para a resolução das problemáticas em questão.

Uma vez que o processo de reabilitação pode ser demasiadamente amplo, torna-se fulcral o conhecimento das patologias existentes, que possam surgir e, assim, tornar possível a otimização do sistema hidráulico, bem como a correta escolha dos materiais que compõem o sistema. Portanto, torna-se essencial identificar a origem de qualquer fenômeno patológico para sugerir a melhor tipologia de intervenção a ser implementada, evitando o ressurgimento das anomalias e evitando gastos desnecessários com manutenção corretiva.

Portanto, torna-se crucial que determinados objetivos sejam cumpridos, nomeadamente:

- Definição dos âmbitos da intervenção inerente à temática de estudo;
- Caracterização do Edificado, âmbitos das intervenções e respetivas condicionantes;
- Legislação a cumprir no âmbito das construções em edifícios hospitalares;
- Análise das instalações técnicas existentes e respetivas soluções adotadas;
- Configuração das instalações técnicas especiais no âmbito hospitalar;
- Compatibilização com as restantes especialidades.

### **1.3. METODOLOGIA**

Para a elaboração do presente estudo utilizou-se da metodologia representada na Figura 2:

1. Revisão bibliográfica: obtenção de documentações académicas e normativas que regulamentam e servem como sustentação para o presente trabalho;
2. Recolha de elementos técnicos como: plantas, fichas técnicas e compilação técnica;
3. Acompanhamento da obra nas diversas vertentes;
4. Análise e discussão das soluções técnicas adotadas;
5. Conclusões.

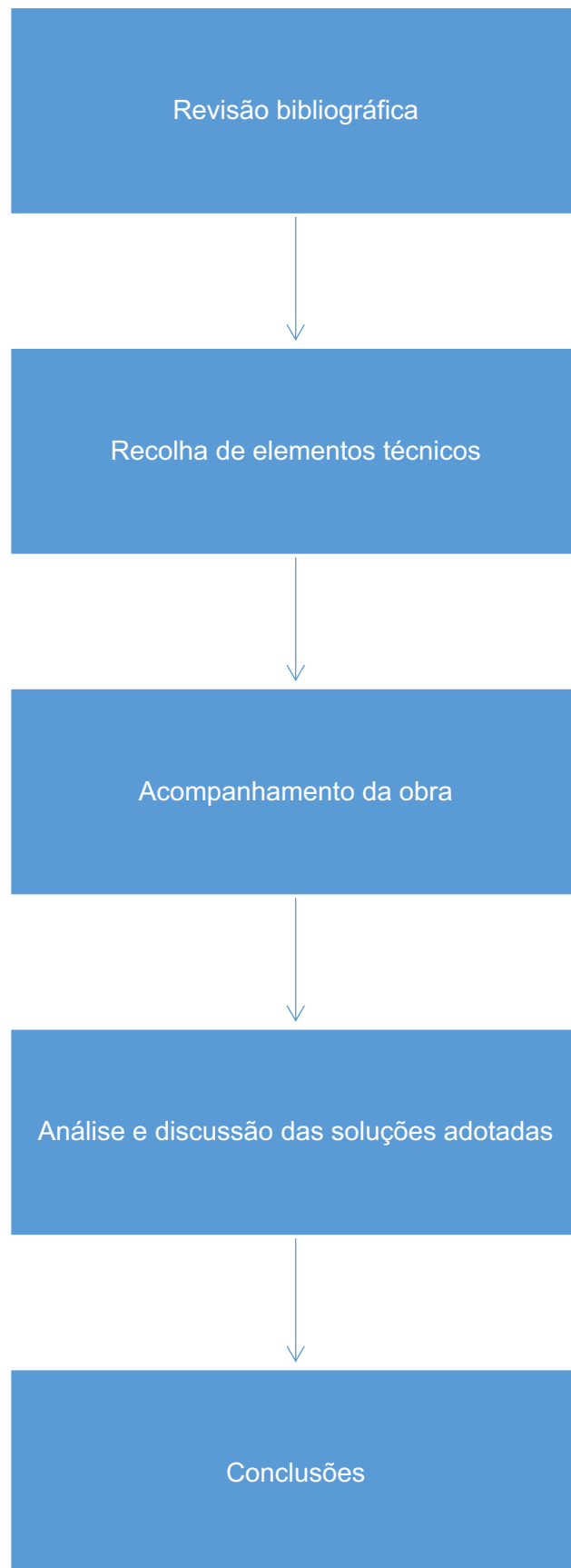


Figura 2 - Organograma da metodologia utilizada. Fonte: Autor (2022).

## 1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo foi organizado em cinco capítulos elementares:

- Capítulo 1 – Introdução: este capítulo expõe a temática abordada, assim como as suas motivações. Ainda neste capítulo está esquematizado todos objetivos e sintetização da metodologia adotada para a realização do estudo em questão;
- Capítulo 2 – Enquadramento Geral: neste capítulo fez-se uma abordagem generalista da problemática, vinculando os principais conceitos associados à reabilitação e manutenção de edificações, além de suas tipologias e regulamentações vigentes;
- Capítulo 3 – Reabilitação do Sistema Hidráulico: para o presente capítulo, fez-se uma revisão bibliográfica minuciosa dos principais conceitos hidráulicos necessários para uma correta implementação do sistema, assim como os materiais utilizados;
- Capítulo 4 – Análise e Discussão: neste capítulo consta a análise das soluções adotadas pela empresa vencedora do concurso para a reabilitação de um Centro de Saúde e, também, possíveis melhorias que poderiam ter sido adotadas no projeto apresentado;
- Capítulo 5 – Conclusões: este capítulo finaliza o estudo com uma síntese dos principais pontos observados durante a elaboração do mesmo, além da recomendação de temáticas futuras que possam complementar o trabalho realizado;
- Anexos: apresentação de forma ordenada das documentações elementares para a realização do estudo.

## CAPÍTULO 2

# ENQUADRAMENTO GERAL

O setor da construção civil, bem como os seus clientes e beneficiários possuem uma postura resistiva à implementação de novas tecnologias construtivas, na grande maioria dos casos, por medo de não ser uma tipologia construtiva confiável. Como supracitado, este receio não parte apenas de leigos no assunto, mas também aos envolvidos no setor que optam sempre por serem conservativos e adotando sempre métodos tradicionais.

Neste contexto, é notório a existência de vários estudos e publicações envolvendo patologia dos edifícios na esfera acadêmica, todavia, em sua grande parte voltada para a reabilitação de metodologias efetivas, porém, já ultrapassadas. Podemos ainda ver, com menor frequência, estudos patológicos referentes a métodos tradicionais empregues em outras localidades, mesmo que já haja uma espécie de padronização do meio construtivo proveniente do durante o século XX em todo o mundo.

No que se refere à utilização de determinado material, percebe-se que a sua utilização apresenta alguns problemas intrínsecos à sua composição natural quando utilizados em locais e regiões específicas. Isto posto, é essencial saber mitigar ou solucionar estes problemas para manter o desempenho esperado durante a vida útil estimada.

Não obstante, é válido lembrar que todas as tipologias construtivas apresentam problemas intrínsecos à sua natureza, e que todas elas necessitam de procedimentos de preservação e manutenção de suas características primordiais. Portanto, evidencia-se que todos os métodos construtivos possuem suas vantagens e desvantagens, e que sua implementação depende de diversos fatores, tanto naturais quanto econômicos.

## **2.1. CONCEITO DE PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO**

A priori, para a completa percepção dos fenômenos que tendem a reduzir o desempenho de uma estrutura é necessário entender do que se refere a expressão “Patologia das Estruturas”. Analisando a etimologia da palavra “Patologia”, derivada do grego pathos, doença, sofrimento; e logia, estudo, ciência; evidencia-se que é a área da ciência e engenharia que estuda as “doenças” das construções, as quais podem ser provocadas por diversos fatores.

Para Souza & Ripper (1998), a Patologia Construtiva é designada de forma genérica para o campo da Engenharia de Construções responsável pelo estudo das origens, formas de



manifestações, resultantes e mecanismos de ocorrência das avarias advindas da degradação das estruturas.

Os problemas de carácter patológicos normalmente são provocados pela ação de agentes agressivos, aos quais a estrutura não consegue se adaptar imediatamente (Helene, 1998). Neste contexto, Castro (1999) afirma que podemos dividir as patologias principais das estruturas metálicas em três categorias:

- a) Patologias adquiridas: este tipo de patologia é caracterizado pela ação de elementos externos, onde a estrutura sofre a ação de agentes agressivos como: líquidos corrosivos, atmosfera poluída, incêndios, vibrações entre outros. Estes problemas são originados, de forma geral, por aspetos referentes a ausência de preparo inicial ou por falta de manutenção, sendo a corrosão a patologia mais evidente e conhecida;
- b) Patologias transmitidas: são originadas pela má fabricação ou montagem da estrutura, sendo transmitidas de obra para obra por desconhecimento técnico;
- c) Patologias atávicas: são patologias que surgem como efeito de uma má conceção de projeto, como erros de cálculo, escolha de perfis e chapas de espessuras impróprias ou utilização de aços com propriedades diferentes das atribuídas em projeto. Estes problemas tendem a comprometer a segurança e funcionalidade da estrutura, sendo ocasionadas principalmente por descuido ou tentativa de economia em obra. Esta patologia é de difícil recuperação, e possui alto custo de correção.

Além disso, temos o conceito de anomalia, a qual pode ser uma indicação de um possível defeito ou problema, que é perceptível ou mensurável, podendo indicar que as exigências funcionais estabelecidas para determinado elemento não são satisfatórias, em detrimento de determinada causa (Lopes, 2005).

A ocorrência de anomalias pode advir de diversas causas como, principalmente, a idade do edifício e respetivos materiais de construção utilizados incorretamente. Entretanto, vários estudos realizados indicam que em edifícios antigos a manutenção precária ou inadequada está no cerne da ocorrência de anomalias, enquanto em edifícios mais modernos, predominam os erros ou omissões de projeto e execução (Gonçalves, Brito & Branco, 2007). Por este motivo, Lopes (2005) afirma que a análise de anomalias atualmente é um processo

demasiado complexo, pois o nível de exigência depende dos utilizadores e das metodologias empregues em determinada edificação, sendo necessário haver uma forma de comunicação entre os mais diversos intervenientes da construção. Especificamente para edificações, Lopes (2016) através da Figura 3, destaca superficialmente as principais causas de deterioração e as suas respetivas implicações no desempenho da construção.

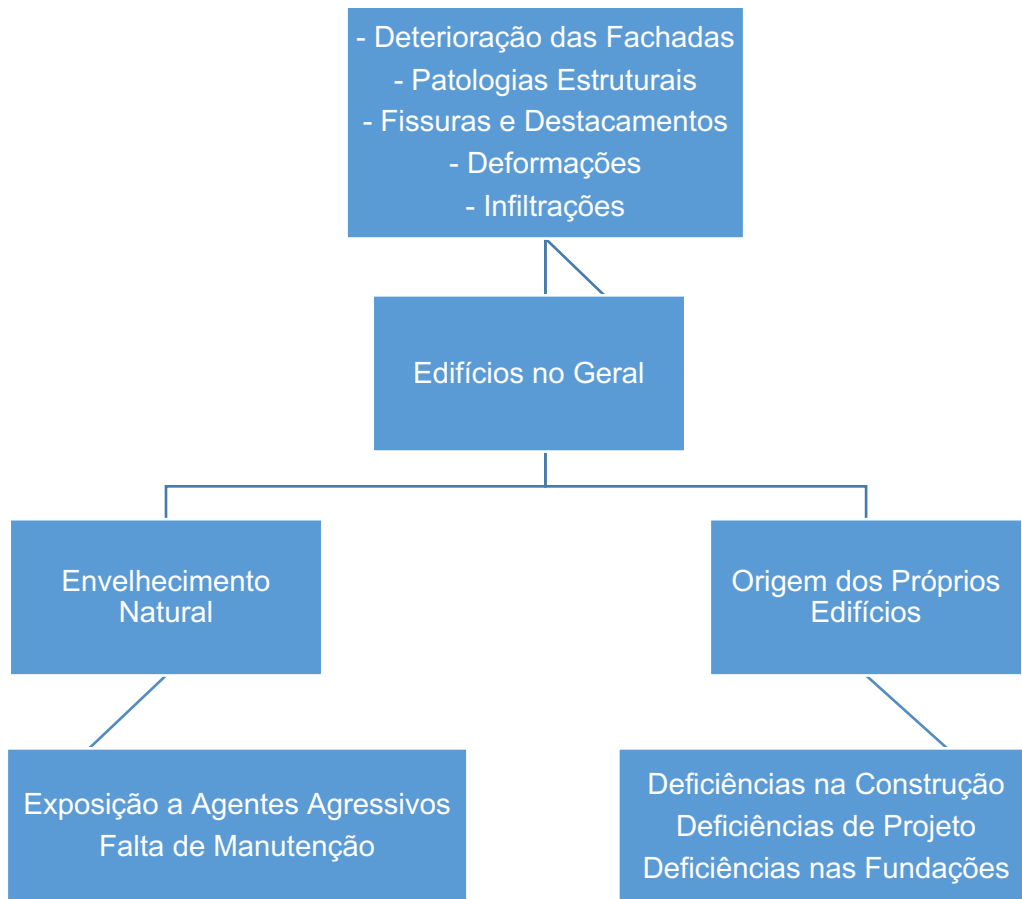


Figura 3 - Exemplificação das causas de deterioração e as suas implicações. Fonte: Lopes (2016).

Sendo assim, torna-se fulcral haver um olhar detalhista e profundo sobre a construção em seu âmbito geral, uma vez que um edifício possui vários sistemas interligados e complementares, sendo, portanto, necessário identificar as anomalias na sua raiz, pois o surgimento de uma patologia pode comprometer todo o funcionamento desse sistema (Abrantes & Silva, 2012).

*“portanto, é fundamental existir uma interpretação e um conhecimento profundo para cada uma das causas. Apenas após um conhecimento profundo das causas é que se poderá tomar decisões capazes de colmatar os fenómenos de deterioração (Madeira, 2009 apud Lopes, 2016)”.*

Neste contexto, pode-se afirmar que *“a degradação progressiva dos edifícios é uma das principais causas para a implementação de trabalhos de reabilitação, sendo que as suas causas são múltiplas e de natureza dispersa (Lopes, 2016)”*.

Segundo Andrade (2019), A. B. Couto & J. P. Couto (2007), para uma correta reabilitação de um edifício é necessário levar em consideração diversos fatores e a magnitude da intervenção, bem como o objetivo a ser alcançado e do estado de conservação do edifício. Destacam-se os pontos fundamentais:

- Máxima preservação possível: prolongar a identidade do edifício no tempo, mantendo os seus materiais e funcionalidades cuja conjugação mantêm a identidade do mesmo;
- Mínima intervenção: este fator apresenta inúmeras vantagens não apenas no âmbito económico, como também do ponto de vista ecológico, uma vez que reduzir as intervenções ao mínimo permite diminuir as consequências de possíveis falhas advindas da aplicação de materiais ou técnicas incompatíveis;
- Utilização de materiais e metodologias compatíveis com o propósito: ao reabilitar uma edificação é necessário ter em consideração os materiais e as metodologias construtivas utilizadas, uma vez que o emprego de materiais e técnicas recentes podem afetar a estética e a funcionalidade do edifício;
- Vincular o novo ao velho: adaptar sempre os novos materiais e tecnologias aos existentes e nunca ao contrário, sendo necessário considerar a aplicação de novos elementos em virtude do já existente, nunca justificando a sua destruição, mas sim procurando a sua adaptação às novas exigências funcionais;
- Possibilidades futuras: torna-se fundamental considerar a possibilidade de ao implementar novos elementos ou substituir os existentes, seja necessário no futuro, proceder a uma nova intervenção, pondo em evidência possíveis lapsos na intervenção inicial, devendo esta ser mais cautelosa.

## **2.2. MANUTENÇÃO**

Com as problemáticas superficialmente mencionadas, agora é necessário verificar as

tipologias de manutenção, caracterizando suas vantagens, desvantagens e aplicações, onde por fim será sugerida a tipologia que mais se adequa a este trabalho.

De acordo com Viana (2002), as tipologias de manutenção são as formas de conduzir as intervenções necessárias nos instrumentos de produção, sendo classificadas como:

- **Manutenção preventiva:** este tipo de manutenção visa em efetuar procedimentos reparatórios antes que a falha aconteça, portanto, a manutenção é feita mesmo que o equipamento apresente condições mínimas e esteja com desempenho assegurado no momento. A NBR 5462 (1994), define a manutenção preventiva como *“manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”*;
- **Manutenção corretiva:** este tipo de manutenção ocorre após a falha ou perda de desempenho do componente, sem que haja tempo de evitar perdas de produtividade pela paralisação do processo e ociosidade. Apesar da inviabilidade econômica, tanto por perda da ferramenta quanto pela perda produtiva, este tipo de manutenção é muito praticado atualmente;
- **Manutenção preditiva:** este tipo de manutenção tem o objetivo de prever a situação do equipamento/estrutura e encontrar falhas em estágio ainda inicial, sendo este um estágio onde ainda não há prejuízos no processo de produção ou perda de desempenho na função de origem.

Apesar da existência de vários outros tipos de manutenção, como a Manutenção Produtiva Total e Manutenção Centrada na Confiabilidade, não é de interesse deste trabalho destacá-las, uma vez que possuem características específicas a sistemas dinâmicos de produção industrial e não ao desempenho estático e uniforme que pretendemos ter nas estruturas. Isto posto, com as tipologias supracitadas é notório a preferência pela Manutenção Preventiva, uma vez que a estrutura não pode de forma alguma colapsar, para a posteriori ser efetuado a manutenção, como sugere a Manutenção Corretiva.

Outro fator que corrobora com a opção de utilizar a Manutenção Preventiva é o custo de implementação consideravelmente inferior ao custo da Manutenção Corretiva, Figura 4, uma

vez que esta última não é planeada e pode causar sérios danos e inconvenientes aos utilizadores. Um exemplo claro é a necessidade de evacuação de um edifício por risco de ruína total e a necessidade de empregar um processo moroso e caro.

## LEI DA EVOLUÇÃO DOS CUSTOS

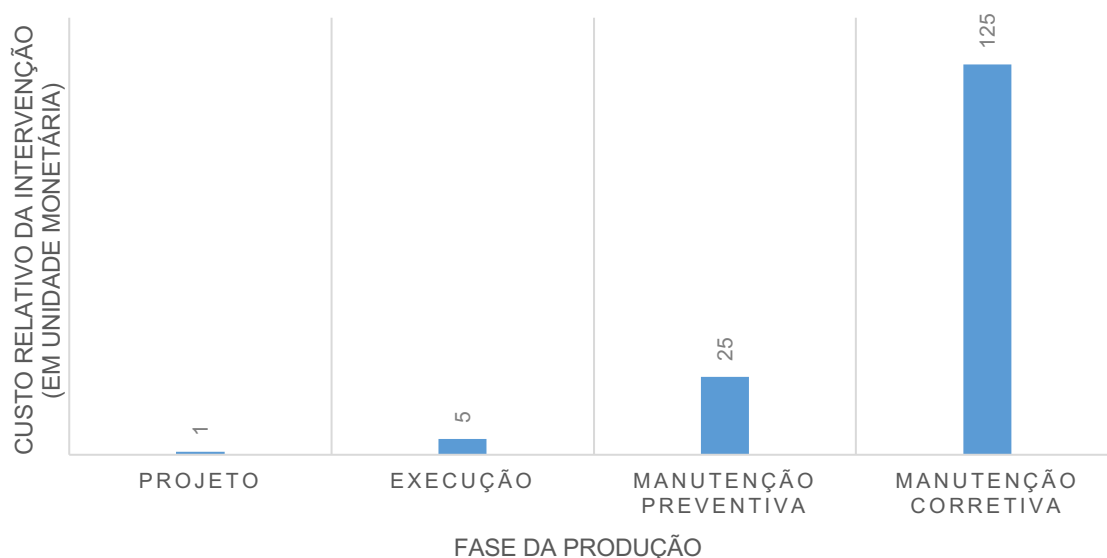


Figura 4 - Lei da evolução dos custos. Fonte: Helene (1992) e Castro (1999).

De acordo com a Lei da Evolução de Custos proposta por Helene (1992), o custo de implementação da Manutenção Corretiva tende a ser cinco vezes maior do que a Manutenção Preventiva.

Tabela 1 - Gastos de países europeus com construção (em euros). Fonte: Medeiros, Andrade & Helene (2011).

País	Ano	Novas Construções	Manutenção e Reparo	Gastos Totais
França	2004	85,6 bilhões (52%)	79,6 bilhões (48%)	165,2 bilhões
Alemanha	2004	99,7 bilhões (50%)	99,0 bilhões (50%)	198,7 bilhões
Itália	2002	58,6 bilhões (43%)	76,8 bilhões (57%)	135,4 bilhões
Reino Unido	2004	60,7 bilhões (50%)	61,2 bilhões (50%)	121,9 bilhões

Como supracitado, apesar da utilização da Manutenção Corretiva ser muito cara e gerar muitos transtornos, ela ainda é muito utilizada. Na Tabela 1 podemos verificar que em média, os países europeus possuem um gasto médio de aproximadamente 50% do total investido na construção civil apenas em manutenções e reparações.

### 2.3. PANORAMA PORTUGUÊS NA REABILITAÇÃO

Atualmente, a reabilitação é uma área da engenharia civil que representa aproximadamente 20,5% da atividade da construção civil em Portugal (INE, 2021) e, de alguns anos para cá, a reabilitação tem vindo a perder ainda mais relevância no setor, conforme pode ser analisado pela Figura 5, possivelmente pela comparação com as obras licenciadas.

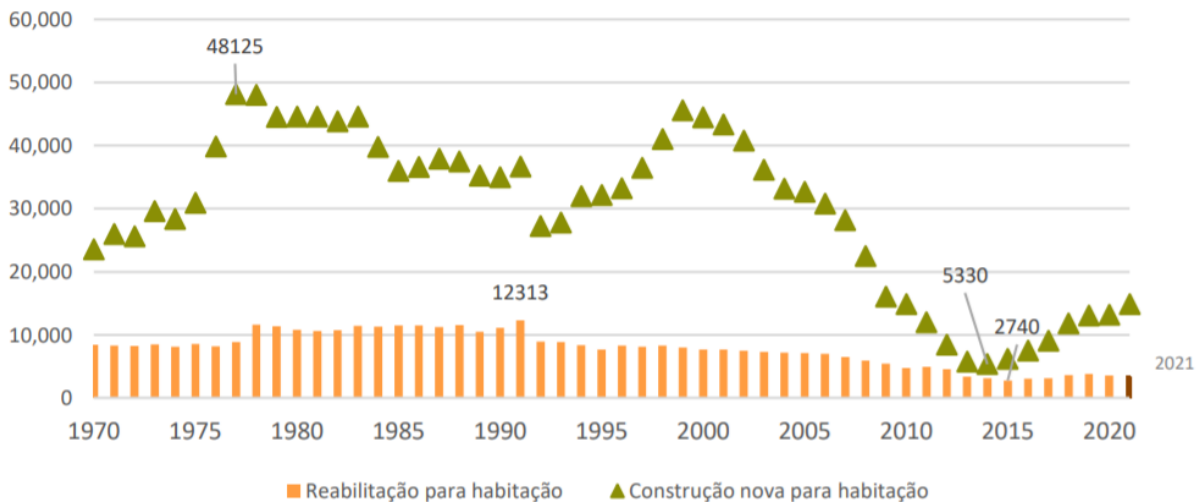


Figura 5 - Licenças concedidas para habitação. Fonte: INE (2021)

Os estudos elaborados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) demonstram que houve uma crescente na participação da reabilitação no cenário da construção civil até 1991, uma estabilização até aproximadamente 1999 e uma redução gradual até os dias atuais. Além disso, nota-se uma queda vertiginosa no setor da construção civil em geral após 2008 como resultado da crise financeira internacional que ocorreu na época em questão.

*“em 2008, verificou-se um decréscimo de 14,9% no total de licenças concedidas e uma diminuição de 17,4% no total de licenças para construção nova. Em 2009, intensificou-se o decréscimo ocorrido no ano anterior, observando-se uma diminuição de 21,7% no total de licenças concedidas e uma redução de 26,2% nas intenções de uma construção nova. Assim, em 2008 e 2009, são observados decréscimos mais acentuados nas licenças concedidas, total e construção nova, reforçando o decréscimo que vinha já a ocorrer desde 2000 (INE, 2021)”.*

Entre os anos de 2012 e 2013 potencializaram-se, novamente, os decréscimos de licenciamentos para construções novas e reabilitação, em um período que ficou vinculado aos

anos de intervenção da Troika<sup>1</sup> em Portugal. Em 2012, os licenciamentos apresentaram decréscimos de -17,5%, enquanto as construções novas diminuíram ainda mais, cerca de -23,5%. Para o ano posterior, intensificou-se ainda mais o declínio no total das intenções de construção, aproximadamente -22,1%, com as obras de construção nova a apresentarem um decréscimo infimamente inferior ao ano de 2012, aproximadamente -22,6%. Este decréscimo estendeu-se até 2015 (INE, 2021). As Estatísticas da Construção e Habitação de 2020 indicam que foram licenciados 4747 edifícios para obras de reabilitação, observando-se um decréscimo de 11,9% face ao ano anterior – *i.e.* +1,9% em 2019; 5387 edifícios.

Na totalidade das obras de reabilitação em 2020 verificou-se um decréscimo de 14,7% consoante ao ano anterior, totalizando 3031 edifícios concluídos – *i.e.* +18,1% em 2019, correspondendo a 3555 edifícios concluídos (INE, 2020). Apesar de seguir a tendência decrescente apresentada pelo INE (2021) como visto anteriormente, a redução das obras de reabilitação em Portugal em 2020 foi potencializada pelo impacto gerado pela pandemia de COVID-19 que acometeu todo o mundo.

*“os efeitos da pandemia e as consequentes medidas de política para salvaguarda da saúde pública alteraram profundamente a normalidade da vida dos residentes em Portugal e no resto do mundo [...] no contexto da pandemia COVID-19, verificou-se uma redução dos níveis de confiança na construção, que em termos médios foi de -17,3 pontos. Esta deterioração face ao período pré-pandemia, resulta genericamente de contributos negativos das apreciações, quer sobre a carteira de encomendas quer das perspetivas de emprego, mas com variações ao longo do período, sendo bem visíveis comportamentos distintos consoante as várias fases de maior ou menor incidência da pandemia e das consequentes medidas restritivas (INE, 2020)”.*

Ainda sim, o setor da construção apresentou alguma resiliência à pandemia, onde obteve-se valores médios de licenciamentos muito próximos da média dos 12 meses anteriores à pandemia, Figura 6. Neste contexto, para o período compreendido entre março de 2020 e fevereiro de 2021, o número de edifícios licenciados em Portugal decresceu aproximadamente 5,8%, com oscilações negativas mais intensas em abril e maio. Esta intensificação pode estar relacionada com o encerramento dos serviços de apoio e

---

<sup>1</sup> A Troika é uma designação dada à um grupo composto pelo Fundo Monetário Internacional, Banco Central Europeu e Comissão Europeia, cujo o objetivo é prestar auxílio aos países que solicitam um pedido de resgate financeiro, de maneira a consolidar as contas públicas (Economias, 2021).

atendimento ao público numa parcela considerável das Câmaras Municipais do país (INE, 2020).

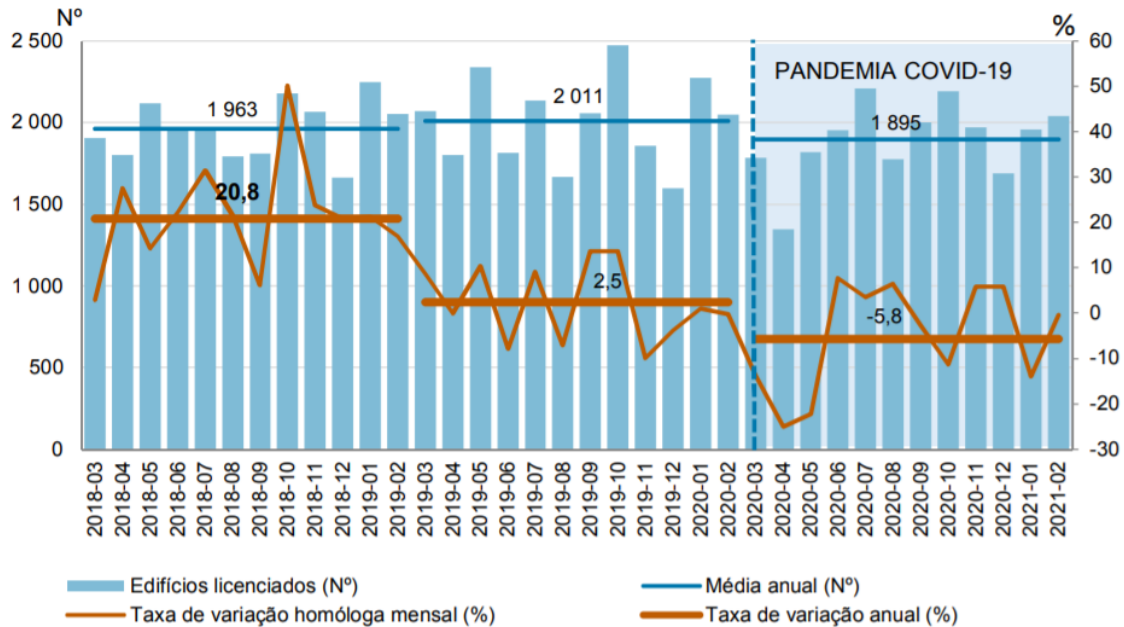


Figura 6 - Edifícios licenciados. Fonte: INE (2020).

Já para o cenário pós-ápice da pandemia, os edifícios licenciados para construção nova foram mais uma vez predominantes em 2021, correspondendo a 74,6% do total de edifícios licenciados – *i.e.* sendo 15065 licenças para construções novas para habitação familiar – um valor percentual ainda maior que os 72,7% verificados em 2020 (INE, 2021).

No que concerne às obras de reabilitação, em 2021 foram licenciados 4900 edifícios, aproximadamente +1,5% consoante ao ano anterior – *i.e.* -11,1% em 2020; 4826 edifícios. Entretanto, se comparado com o período pré-pandemia em 2019, observou-se uma diminuição de -9,8% nos edifícios licenciados com esta finalidade (INE, 2021). Além disso, os estudos efetuados pelo INE (2021) dividem os trabalhos de reabilitação em três categorias de obras: ampliação, alteração e reconstrução, Figura 7. Destaca-se, então, que entre 2016 e 2021 as obras de ampliação foram sempre maioritárias. Em 2021, as obras de ampliação representam 68,3% do conjunto das obras de reabilitação – *i.e.* 2058 edifícios concluídos, enquanto as obras de alteração mantêm-se em importância relativa, representando 19,8% do total em 2021 – *i.e.* 596 edifícios. Ainda em 2021, as obras de reconstrução correspondiam a 11,9% do total de obras de reabilitação.



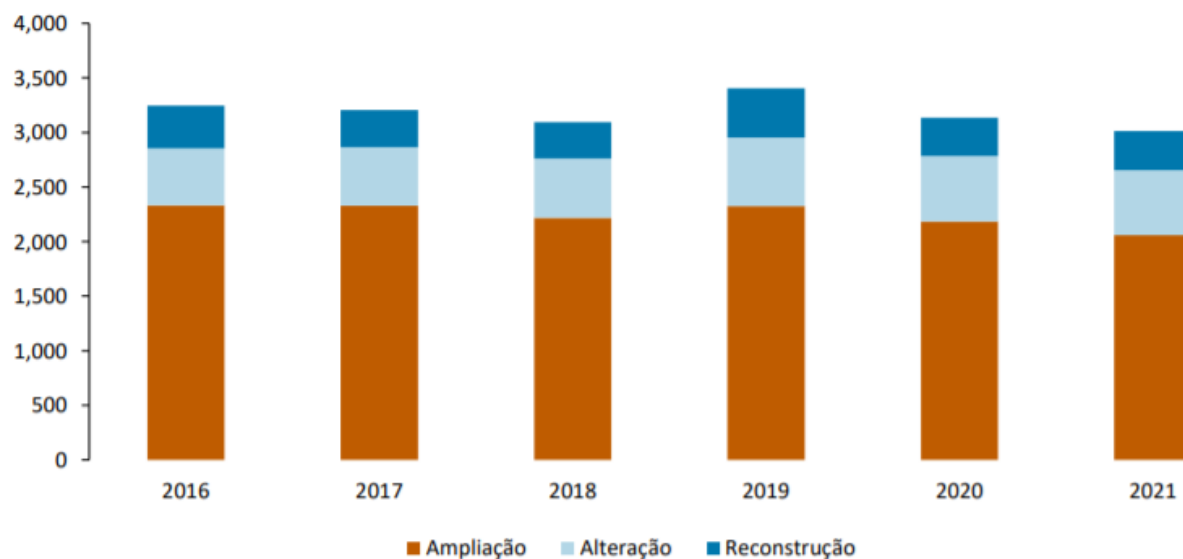


Figura 7 - Obras de reabilitação por tipo de obra. Fonte: INE (2021).

Portanto, Portugal continua a apresentar uma redução na quantidade de licenciamentos para obras reabilitação, uma vez que seguindo no sentido contrário às obras de construção nova que ganharam um peso relativo de 9,3 pontos percentuais, passando de 70,2% do total de obras licenciadas para edificação em 2016, para 79,5% em 2021, as obras de reabilitação passaram de 29,8% para 20,5%, como demonstrado na Figura 8.

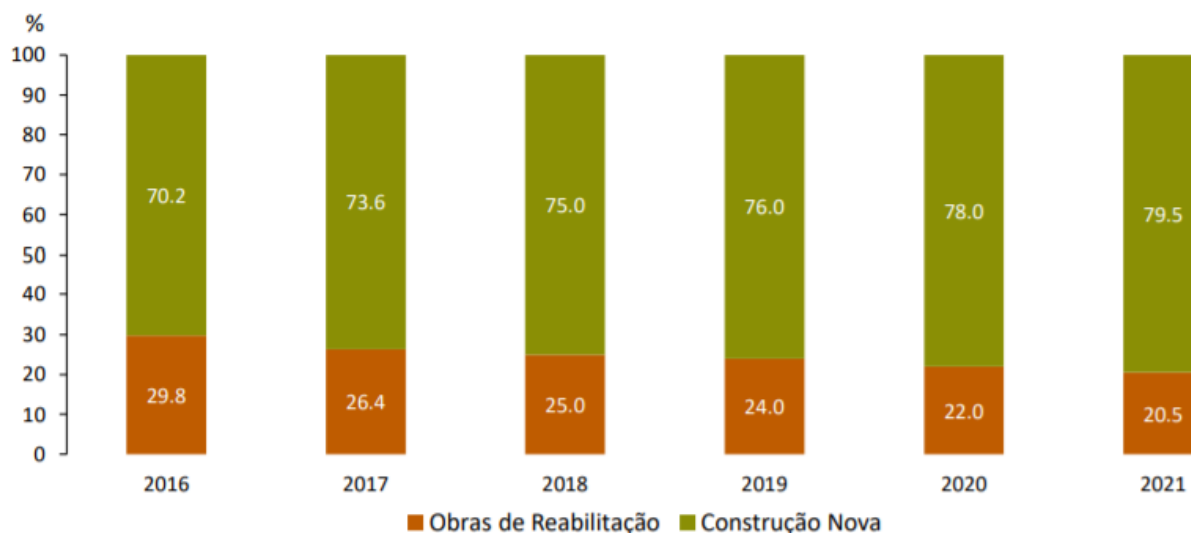


Figura 8 - Evolução da repartição de obras licenciadas. Fonte: INE (2021).

Em 2021, foram licenciados 18947 edifícios de construção nova, representando uma variação anual de +11,0% se comparado com os 17074 edifícios em 2020. Ainda neste sentido, ao

comparar o ano de 2021 com o ano de 2019, evidenciou-se um crescimento de 10,0% nas obras licenciadas em construção nova (INE, 2021).

Portanto, pode-se afirmar que Portugal segue no sentido contrário dos principais países europeus, onde o trabalho de reabilitação representa, em média, aproximadamente 50% das práticas no setor de construção civil, como pôde ser observado na Tabela 1.

Mesmo que não seja um consenso geral em Portugal, o trabalho de reabilitação, em sua grande maioria, apresenta-se como mais vantajoso em termos económicos se comparados às novas construções, uma vez que há a reciclagem da maioria dos materiais já existentes e, assim, prevenindo o desperdício de material advindo do processo de demolição (Madeira, 2009 e Lopes, 2016).

Posto isto, torna-se necessário enfatizar que *“a reabilitação pode também ser bastante dispendiosa em termos económicos caso não existam conhecimentos técnicos específicos na área (Lopes, 2016)”*, sendo assim, é de suma importância estabelecer um conjunto de instrumentos operativos calcados na esfera política, humana, legal e financeira (Madeira, 2009 e Lopes, 2016).

## **2.4. VIDA ÚTIL E AS MANUTENÇÕES**

Após a definição da tipologia de manutenção mais apropriada para este trabalho, é necessário verificar quais efeitos construtivos a Manutenção Preventiva implicará na estrutura. Para isto, é essencial compreender os conceitos referentes à Vida Útil de Projeto (VUP), Vida Útil (VU) e as atribuições de durabilidade dos componentes construtivos.

A VUP refere-se à durabilidade esperada/projetada de um bem construído, a qual assegura o desempenho mínimo esperado. Desta forma, é necessário que a VUP seja menor ou igual a VU real do material, uma vez que não é desejável a perda significativa de desempenho e acabe por necessitar de Manutenções Corretivas.

Neste contexto, John & Satto (2006) sugerem que as ações de manutenção devem ser estabelecidas por quem definiu a VUP, a modo que o valor estipulado para a VUP seja estabelecido. John & Satto (2006) também salientam a importância da realização integral das

ações de manutenção pelo usuário, evitando correr riscos da VUP não ser atingida, conforme demonstrado na Figura 9.

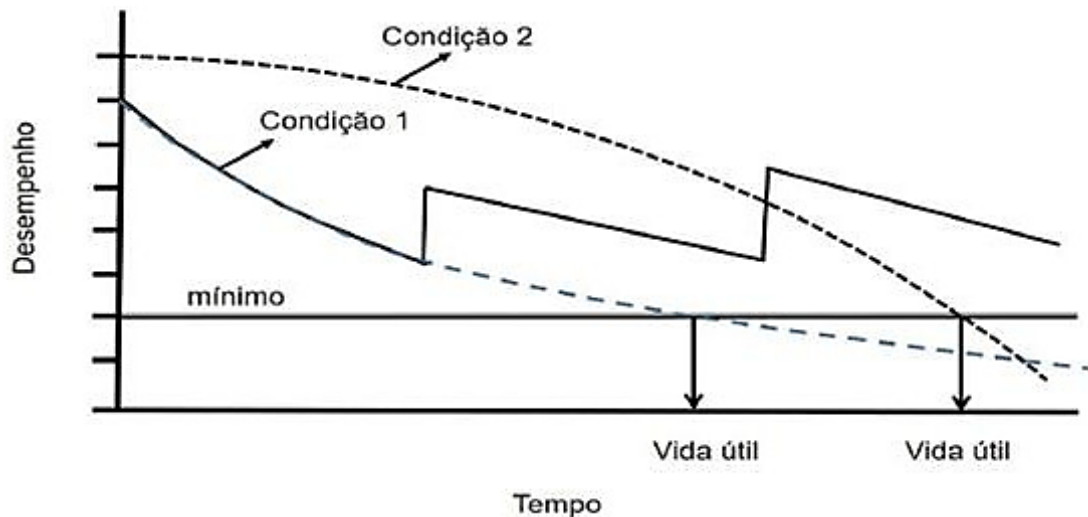


Figura 9 - Recuperação de desempenho com a manutenção. Fonte: John & Satto (2006).

- ✓ Condição 1: aplicação da Manutenção Preventiva em ambientes muito agressivos, mantendo sempre o desempenho acima do mínimo requerido.
- ✓ Condição 2: aplicação da Manutenção Preventiva em ambientes com grau de agressividade baixo, onde a necessidade de manutenções é menos frequente.

*“por exemplo, um revestimento de fachada em argamassa pintado pode ser projetado para uma VUP de 25 anos, desde que a pintura seja refeita a cada cinco anos, no máximo. Se o usuário não realizar a manutenção prevista, a VU real do revestimento pode ser seriamente comprometida. Por consequência, as eventuais patologias resultantes podem ter origem no uso inadequado e não em uma construção falha (NBR 15575-1-ABNT:2013)”.*

Partindo deste contexto, a NBR 15575-1 classificou as problemáticas por perda de desempenho em categorias bem definidas, apresentando exemplos para uma melhor compreensão.

Tabela 2 - Previsão de falha para os sistemas construtivos. Fonte: NBR 15575-1-ABNT:2013.

Categoria	Efeito no Desempenho	Exemplos Típicos
A	Perigo à vida	Colapso repentino da estrutura
B	Risco de ferimento	Degrau de escada quebrado
C	Perigo à saúde	Séria penetração de humidade
D	Interrupção do uso do edifício	Rompimento do coletor de esgoto
E	Comprometer a segurança de uso	Quebra de fechadura de porta
F	Sem problemas excepcionais	Substituição de uma telha

Com todas informações supramencionadas, evidencia-se o grande impacto que as Manutenções Preventivas implicam nas estruturas, assegurando a sua VUP e consequentemente a segurança e a qualidade desejada.

Portanto, evidencia-se que ao longo da utilização dos edifícios, os elementos de construção que os constituem sofrem alterações devido ao seu envelhecimento natural e à exposição às ações agressivas (Andrade, 2019), nenhum material é por si próprio completamente durável, pois a interação entre o material e o ambiente a que está exposto possui uma grande influência em sua durabilidade final. Neste caso, torna-se crucial estabelecer um equilíbrio entre a implementação de novos materiais e a manutenção dos materiais já instalados, pois só conhecendo as causas e origens das anomalias e, consequentemente, os mecanismos de deterioração, é que se torna viável uma intervenção (Andrade, 2019).

## 2.5. DIFERENÇAS ENTRE MANUTENÇÃO, REABILITAÇÃO E BENEFICIAÇÃO

Após explicado os diferentes tipos de manutenção e o conceito de vida útil de projeto, Lopes (2005), Jorge (2015) e Andrade 2019 enfatizam a necessidade de diferenciar os diferentes tipos de intervenções que podem ser realizadas numa edificação. Para os referidos autores, essas intervenções podem ser classificadas e caracterizadas como:

- Manutenção
  - ✓ Intervenção periódica e destinada a prevenir ou corrigir ligeiras degradações;
  - ✓ A finalidade da manutenção é basicamente repor determinado aspeto funcional sem a obrigatoriedade de atingir a qualidade inicial da construção.
  
- Reabilitação
  - ✓ Intervenção destinada a permitir que o desempenho da edificação seja compatível com as exigências e condicionalismos atuais;

- ✓ A finalidade da reabilitação é conferir uma qualidade regulamentar ou superar a qualidade inicial da construção.
- Beneficiação
  - ✓ Intervenção mais profunda e pormenorizada;
  - ✓ A finalidade da beneficiação é melhorar a funcionalidade e desempenho da construção, elevando-a para um patamar de qualidade superior ao inicial.

É importante ressaltar que “estes conceitos muitas vezes encontram-se descritos em diversa bibliografia de forma distinta, de acordo com as noções técnicas e científicas associadas a cada área (Andrade, 2019)”. Através da Figura 10 torna-se possível observar de forma pragmática os conceitos de manutenção, reabilitação e beneficiação no que concerne ao aumento de desempenho conferido à construção de acordo com cada tipologia de intervenção previamente mencionada (Lopes, 2005).

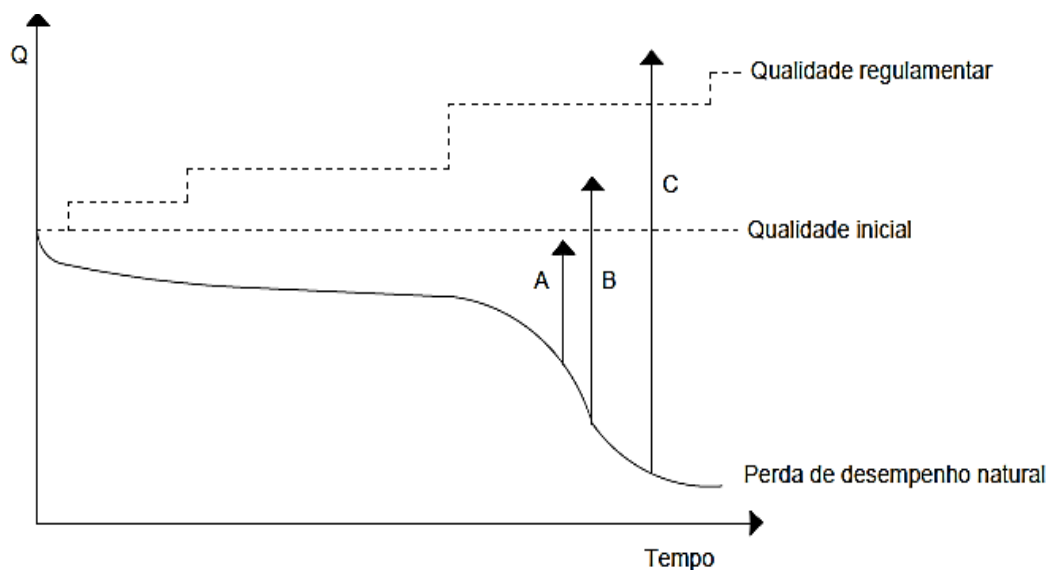


Figura 10 - Diferenças entre manutenção (A), reabilitação (B) e beneficiação (C). Fonte: Lopes (2005).

Nota-se, portanto, que uma intervenção de reabilitação pode incluir tanto ações de reparação, onde o objetivo é corrigir anomalias, quanto ações de beneficiação, onde a reabilitação é destinada a possibilitar um desempenho superior ao inicial (Andrade, 2019). No que concerne às intervenções por meio de beneficiação, “é importante dotar os edifícios de condições mínimas de habitabilidade, nomeadamente boas condições de higiene, salubridade, conforto,

*segurança estrutural e organização dos espaços tornando-os funcionais e acessíveis (Andrade, 2019)”.*

Conforme supracitado, as intervenções destinadas à reparação dependem da avaliação das anomalias nos diferentes elementos funcionais implementados no edifício. A análise do tipo de anomalia e a sua respetiva consequência, tipo e extensão sugerem os trabalhos necessários a realizar para a sua correção, sendo, portanto, fatores fulcrais que possibilitam estimar a magnitude da ação a ser tomada. Por meio da Tabela 2 foi possível verificar a classificação das intervenções segundo a NBR 15575-1-ABNT:2013, entretanto, Paiva *et al.* (2006) classificam o grau de intervenção em 4 categorias, conforme apresentado na Tabela 3.

*Tabela 3 - Critérios gerais de avaliação das anomalias adaptado (Paiva, Aguiar, & Pinho, 2006).*

	Muito Grandes	Grandes	Médias	Pequenas
Efeito	Põem em risco a saúde e segurança, podendo provocar acidentes graves ou gravíssimos	Põem em risco a saúde e segurança, podendo provocar acidentes sem grande gravidade	Prejudicam a funcionalidade e conforto	Prejudicam o aspeto visual
Reparação	Substituição ou reparação completa	Substituição ou reparação ampla	Substituição ou reparação focalizada	Limpeza, substituição ou reparação de fácil execução

A Tabela 3 apresenta uma classificação distribuída em 4 níveis de reabilitação conforme sugerido por Paiva *et al.* (2006) e Andrade (2019): reabilitação pequena, média, grande e muito grande, de acordo com a magnitude de intervenção das patologias verificadas num determinado edifício.

Portanto, torna-se elementar a necessidade de um conhecimento profundo para cada uma das causas, pois apenas após um conhecimento pormenorizado das causas é que se poderá tomar decisões capazes de mitigar ou solucionar os fenómenos de deterioração (Madeira, 2009).

## 2.6. OBSTÁCULOS DA REABILITAÇÃO

Apesar da reabilitação apresentar diversas vantagens, este processo pode encontrar alguns obstáculos à sua execução. Primeiramente, evidencia-se que todos os projetos são diferentes e nunca são realizados duas vezes nas mesmas condições (Pereira, 2013). Além disso, os locais são diferentes, assim como os intervenientes no projeto. De forma sintetizada, entre as principais dificuldades/obstáculos associados à reabilitação de edifícios destacam-se (Correia, 2009 e Pereira, 2013):

- ✓ A viabilidade económica, dependente da escala da intervenção;
- ✓ A ocupação, ou não, durante a reabilitação;
- ✓ Incentivos fiscais e financeiros desadequados;
- ✓ A falta de registo dos materiais, dos processos construtivos e de outras intervenções realizadas no edifício;
- ✓ A falta de mão-de-obra especializada e de empresas orientadas para o setor da reabilitação, originando intervenções de fraca qualidade;
- ✓ Assegurar em pleno a generalidade das exigências garantidas em obra nova;
- ✓ Falta de materiais utilizados na construção original;
- ✓ Inexistência de uma regulamentação orientada para a reabilitação de edifícios;
- ✓ Dificuldade em assegurar as aproximações às exigências, ao nível de conforto, qualidade e salubridade comparativamente a obra nova.

## 2.7. INCENTIVOS À REABILITAÇÃO EM PORTUGAL

Com forma de tentar reverter o cenário português consoante ao que acontece em grande parte dos países europeus, o governo elaborou alguns programas de auxílio e incentivo à reabilitação, de forma a angariar e incentivar investidores a apostar no setor, contudo, os resultados obtidos encontram-se muito distante do esperado (Pereira, 2013), conforme demonstrado anteriormente. Resumidamente, esses programas têm como essência apoios financeiros, benefícios fiscais, taxas e licenciamentos municipais. Entre os principais programas criados pelo Estado português, Pereira (2013) sugere que os mais importantes são:

### **2.7.1. BENEFÍCIOS FISCAIS**

- ✓ Redução do IVA a 6% para empreitadas de construção, relativas a reconstrução, beneficiação ou conservação de imóveis;
- ✓ Isenção do Imposto Municipal sobre Imóveis para os edifícios urbanos sujeitos à reabilitação urbanística, durante cinco anos, contando a partir da data de emissão da respetiva licença camarária;
- ✓ Isenção do Imposto sobre Transmissões Onerosas de Imóveis para as aquisições de prédios urbanos destinados às obras de reabilitação urbanística, com a condicionante de que no prazo de dois anos, a contar da data da aquisição, o adquirente inicie as respetivas obras;
- ✓ Isenção do Imposto sobre o Rendimento de Pessoas Coletivas, referente aos rendimentos adquiridos por Fundos de Investimento Imobiliário a constituir, onde pelo menos 75% dos seus ativos sejam bens imóveis e estejam sujeitos a ações de reabilitação.

### **2.7.2. PROGRAMAS DE APOIO À REABILITAÇÃO URBANA**

#### **2.7.2.1. RECRIA**

Regulado pelo Decreto-Lei n.º 329-C/2000 de 22 de Dezembro, o Regime Especial de Participação na Recuperação de Imóveis Arrendados tem como objetivo principal apoiar financeiramente a execução de obras de conservação e beneficiação de fogos e imóveis arrendados em estado de degradação mediante concessão de incentivos por parte do Estado e municípios (Pereira, 2013).

Destaca-se que só podem se beneficiar do programa RECRIA os senhorios e proprietários de fogos os quais a renda tenha sido sujeita a uma correção extraordinária, bem como como os inquilinos e os municípios – *i.e.* que se substituam aos senhorios – na execução das obras em fogos com rendas suscetíveis daquela correção (Madeira, 2009).



*“no âmbito da política de habitação, um dos fenómenos mais preocupantes é o da degradação dos prédios arrendados, com as consequentes más condições de habitabilidade para os arrendatários e a desvalorização progressiva da propriedade para os senhorios (Decreto-Lei n.º 329-C/2000)”.*

Resumidamente, o RECRIA “é um programa único e exclusivamente vocacionado para a reabilitação de fogos arrendados [...] pressupondo normalmente edifícios em propriedade vertical (Madeira, 2009)”. Nesse sentido, a Figura 11 apresenta um projeto residencial Augusta 170, localizado no eixo central da baixa Pombalina, centro histórico de Lisboa. O projeto contempla a preservação estrita da fachada, com liberdade para mudanças internas.



Figura 11 - Projeto de reabilitação para arrendamento em Lisboa. Fonte: Veja (2021).

Entretanto, evidencia-se que a alteração realizada em 2000 permitiu remendar a omissão dos fogos vagos constantes no RECRIA, com base em um raciocínio de apoio exclusivamente focada nos arrendamentos, o que por sua vez sugere que os fogos estivessem ocupados por um arrendatário (Madeira, 2009).

### 2.7.2.2. REHABITA

Regulado pelo Decreto-Lei n.º 105/96, de 31 de Julho, com alterações aplicadas pelo Decreto-Lei n.º 329-B/2000, de 22 de Dezembro, o Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas Antigas trata-se de uma extensão do programa RECRUA e foi elaborado com o objetivo de auxiliar as autarquias na reabilitação de centros históricos ou áreas de recuperação e reconversão urbanística (Pereira, 2013). Apenas com finalidade de exemplificação, o centro histórico da região do Porto, Figura 12, estava em um processo de reabilitação de 17 edifícios para habitação social, entretanto, segundo o Portal Idealista (2022), as obras cessaram por problemas encontrados na fase de vistoria e agora estão postas no mercado de arrendamento acessível.



Figura 12 - Edifícios a reabilitar na região do centro histórico do Porto. Fonte: Idealista (2022).

*“[...] com o objetivo de reforço do papel interventor dos municípios em matéria de reabilitação e renovação urbana, institui-se o reconhecimento automático aos municípios do direito de preferência na alienação de imóveis situados em área urbana declarada área crítica de recuperação e reconversão urbanística [...] (Decreto-Lei n.º 105/96)”.*

Portanto, o financiamento deste programa está destinado à execução de obras de conservação, beneficiação ou reconstrução de edifícios habitacionais, assim como ações de realojamento temporário ou definitivo (Pereira, 2013). Nota-se que o acesso é concedido sob a condição de celebrar acordos de colaboração entre o Instituto de Habitação e Reabilitação Urbana (IHRU), os municípios e outras instituições de crédito autorizadas (Madeira, 2009).

Além disso, as obras realizadas pelo REHABITA e com participação do RECRIA, confere um aumento ao fundo perdido de 10%, sendo este, financiado pelo IHRU e pelos municípios em questão. Por fim, assim como acontece no RECRIA, quando o município for substituto dos senhorios ou proprietários na execução das obras, torna-se possível recorrer a empréstimos potencializados para financiar o valor das obras não comparticipadas (Madeira, 2009). A fixação dos preços de construção por metro quadrado para efeitos de cálculo da renda condicionada está presente na Portaria n.º 1172/2010, de 10 de Novembro.

### **2.7.2.3. RECRIPH**

Regulado pelo Decreto-Lei n.º 106/96 de 31 de Julho e a Portaria n.º 711/96, de 9 de Dezembro, o Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de Prédios Urbanos em Regime de Propriedade Horizontal<sup>2</sup> tem como objetivo principal auxiliar financeiramente a realização de obras de conservação em partes comuns de edifícios constituídos em regime de propriedade horizontal (Pereira, 2013).

*“pretende-se assim, em suma, imprimir novo impulso ao processo de reabilitação urbana, criando condições potenciadoras de uma melhor qualidade de vida nos centros urbanos antigos e de conservação do património urbano edificado (Decreto-Lei n.º 106/96)”.*

Entretanto, o acesso a este regime está limitado às administrações de condomínio e os condóminos de edifícios que tenham sido elaborados até à data de entrada em vigor do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) ou após o período supracitado, os que possuam licença de utilização emitida até 1 de Janeiro de 1970, além de serem compostos ao menos por 4 frações autónomas. Nota-se que uma dessas frações pode estar sujeita ao exercício de uma atividade de comércio ou pequena indústria hoteleira (Madeira, 2009).

---

<sup>2</sup> Segundo o Diário da República Eletrónico (2022), caracteriza-se como propriedade horizontal quando um edifício ou um conjunto de edifícios contíguos pertence a uma pluralidade de pessoas, tendo cada uma delas poderes exclusivos sobre uma parte específica – *i.e.* fração autónoma – e todas em conjunto poderes sobre as partes não atribuídas a cada um em especial – *i.e.* partes comuns.

#### 2.7.2.4. SOLARH

Regulado pelo Decreto-Lei n.º 39/2001, de 9 de Fevereiro, sujeito às alterações estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 25/2002, de 11 de Fevereiro, o Programa de Solidariedade e Apoio à Recuperação de Habitação possibilita a concessão de empréstimos, sem juros, por parte do IHRU com a finalidade de executar intervenções em habitação própria permanente ou em habitações devolutas, entre elas (Madeira, 2009 e Pereira, 2013):

- ✓ É necessário que para habitação própria permanente de indivíduos ou agregados familiares, cumpram as condições impostas no Decreto-Lei n.º 39/2001, de 9 de Fevereiro;
- ✓ Estar enquadrado em habitações devolutas onde os proprietários são municípios, instituições particulares de solidariedade social, pessoas coletivas de utilidade pública administrativa com fins assistenciais ou cooperativas de habitação e construção;
- ✓ Estar enquadrado em habitações devolutas que sejam propriedades de pessoas singulares.

A priori, o principal objetivo do SOLARH era possibilitar que os proprietários com menores capacidades financeiras – e.g. mais idosos e residentes fora do perímetro urbano – um auxílio financeiro destinado a execução de pequenas obras de conservação e beneficiação de fogos. Neste sentido, esta apresenta-se com grande importância, pois possibilitou pôr em evidência a realidade das necessidades habitacionais que não se encontram somente ao nível dos alojamentos não clássicos e presentes exclusivamente no perímetro urbano (Madeira, 2009).

*“nessa medida, não só se visa facultar aos proprietários abrangidos os meios financeiros necessários à reposição das condições mínimas de habitabilidade e salubridade das habitações, como se pretende favorecer o aumento da oferta de habitações para arrendamento com valores moderados de renda que sejam compatíveis com os rendimentos de estratos sociais de menores rendimentos (Decreto-Lei n.º 39/2001)”.*

Nota-se que a concessão deste auxílio está, entre diversos outros fatores, vinculada ao regime de propriedade e do rendimento do agregado familiar, onde o empréstimo a ser concedido pelo IHRU pode atingir um valor máximo de 11971,15 € por habitação (Pereira, 2013).

Além de proporcionar uma melhor qualidade de vida aos habitantes rurais, o SOLARH pode contribuir para um outro setor económico, o turismo rural. Em Portugal, o turismo no espaço rural foi regulamentado em 1984 pelo Decreto-Lei n.º 251/84 de 25 de Julho. Segundo Martins (2010), atualmente o setor fornece os serviços de hospedagem prestados nas modalidades de turismo de habitação, turismo rural, agroturismo, turismo de aldeia, casas de campo, hotéis rurais, parques de campismo rurais, assim como as atividades diversão que objetivem à ocupação dos tempos livres dos turistas e possibilitem uma melhor divulgação do turismo regional.

Conforme demonstrado na Figura 13, observa-se a reestruturação e maior atratividade para o turismo de aldeia.



*Figura 13 - Habitações restauradas fora do perímetro urbano. Fonte: Martins (2010).*

Torna-se necessário enfatizar que estes últimos quatro programas foram, ao longo dos últimos anos, os principais dispositivos de apoio à reabilitação habitacional. Contudo, revelaram-se insuficientes para as necessidades a suprir (Madeira, 2009).

### 2.7.2.5. PROHABITA

Regulado pelo Decreto-Lei nº 135/2004, de 3 de Junho, e revisto pelo Decreto-Lei nº54/2007, de 12 de Março, o Programa de Financiamento para Acesso a Habitação possibilita que as autarquias locais se candidatem a financiamentos para a obtenção de prédios e fogos devolutos degradados (Pereira, 2013).

Além disso, segundo a descrição do próprio Decreto-Lei que o regulamenta, confere a concessão de financiamento para a resolução de situações de carência habitacional severa de agregados familiares que residem em território nacional, conforme visto na Figura 14. Portanto, o PROHABITA apresenta-se como um importantíssimo instrumento de auxílio aos municípios para que desenvolvam melhores políticas habitacionais.



Figura 14 - Carência habitacional severa em Casal Ventoso, Portugal. Fonte: Diário de Notícias (2019).

Nota-se que o PROHABITA é realizado por meio da celebração de acordos de colaboração entre os municípios e o Instituto Nacional de Habitação, visando a repartição de custos, responsabilidades entre as Regiões Autónomas ou municípios com a respetiva administração central.

### 2.7.2.6. PER

Regulado pelo Decreto-Lei nº.163/93, de 7 de Maio, e sujeito às alterações efetuadas através do Decreto-Lei n.º 271/2003, de 28 de Outubro, o Programa Especial de Realojamento tem como objetivo principal extinguir as barracas das áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto,

Figura 15, por meio do realojamento das pessoas que vivem em barracas para habitações com condições mais dignas (Pereira, 2013).



Figura 15 - Barracas na região metropolitana de Lisboa. Fonte: Renascença (2021).

Conforme consta no Decreto-Lei que regulamenta este programa, trata-se de um apoio financeiro do Estado como forma de possibilitar que qualquer agregado familiar tenha acesso à uma habitação condigna. Para tal, o Estado concede financiamentos bonificados tanto para a aquisição e infraestruturas de terrenos quanto para a construção, além de conceder vários benefícios fiscais e parafiscais como a isenção ou redução de impostos, taxas e outros encargos.

Ainda de acordo com o que está descrito no Decreto-Lei, podem ser estabelecidos acordos de colaboração entre a administração central e os respetivos municípios por meio do Instituto de Gestão e Alienação do Património Habitacional do Estado (IGAPHE), conferindo uma redução de até 50% do custo de construção dos empreendimentos. Nota-se, ainda, que os municípios podem recorrer a um financiamento bonificado a longo prazo por meio do Instituto Nacional de Habitação ou a qualquer outra instituição de crédito – *i.e.* após 1991. Entretanto, apesar dos esforços governamentais, o COVID-19 foi o ponto de ignição para agravar uma situação já muito complexa na habitação nos municípios da região, onde houve uma nova onda de construção de barracas nos arredores das regiões metropolitanas como Lisboa e Porto (Renascença, 2021).





## CAPÍTULO 3

# CARACTERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

### 3.1. LOCALIZAÇÃO

O Centro de Saúde corresponde a uma unidade de saúde de carácter público, situado no concelho do Funchal, Ilha da Madeira, Portugal. Essa edificação encontra-se numa região central no concelho do Funchal e, juntamente com o Centro de Saúde do Monte e o Centro de Saúde de São Roque, forma o conglomerado de saúde designado pela Zona 1 – Funchal (SESARAM, 2022).

Conforme supramencionado, o Centro de Saúde a ser analisado está localizado na Ilha da Madeira, Figura 16, pertencente ao Arquipélago da Madeira e, sendo este, situado no Atlântico Norte, mais precisamente na região designada por Macaronésia, e está localizada entre os paralelos 30° 01' N e 33° 08' N e os meridianos 15° 51' W e 17° 30' W de *Greenwich* (Fernandes, 2009). De forma geral, possui uma área total aproximada de 796,77 km<sup>2</sup>, sendo composto pela Ilha da Madeira, a maior e mais relevante ilha do conjunto, com área de 736,75 km<sup>2</sup>; pelo Porto Santo, com 42,17 km<sup>2</sup>; pelas Desertas, com 14,23 km<sup>2</sup> e pelas Selvagens, com 3,62 km<sup>2</sup> (Prada *et al.*, 2005).



Figura 16 - Localização do Centro de Saúde a analisar na Ilha da Madeira. Fonte: Google Maps (2022).

#### Dados dos Censos:

Os resultados provisórios divulgados pelo Censos 2021 indicam que a população residente na Região é de 250769 habitantes. Contudo, na última década, a população diminuiu

aproximadamente 6,4%, configurando a maior redução entre todos os momentos censitários efetuados no período pós-autonómico – *i.e.* +0,2% entre 1981 e 1991, -3,3% entre 1991 e 2001 e +9,3% entre 2001 e 2011 (DREM, 2021).

Entre os municípios que apresentam maior redução populacional na Ilha da Madeira temos os municípios de Santana e São Vicente, com um decréscimo expressivo de -15,1% e 15,0%, respetivamente. Já para os municípios de Santa Cruz e Ribeira Brava a perda populacional foi menos significativa, com reduções de -1,9% e -5,2% (DREM, 2021). De acordo com a Direção Regional de Estatística da Madeira (DREM), essa redução populacional tem a sua origem no envelhecimento populacional, Figura 17, onde há um aumento da população idosa e decréscimo da população jovem.

Este fenómeno é extensível a todo o país, onde uma parcela significativa dos jovens tende a migrar para outros países pós a finalização dos estudos ou até mesmo para realizar os estudos em outros países, principalmente pertencentes à União Europeia.

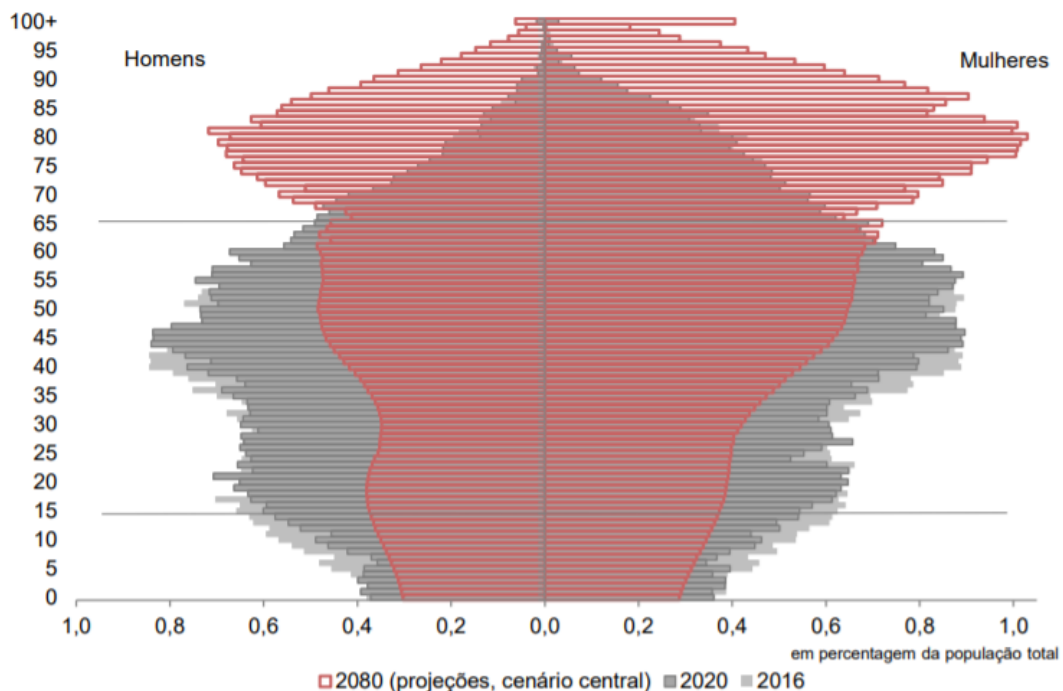


Figura 17 - Projeção da pirâmide etária para 2080 referente a RAM. Fonte: DREM (2020)

Os dados divulgados ainda indicam que a população feminina – *i.e.* 133076 mulheres, correspondendo a 53,1% – é superior à masculina – *i.e.* 117693 homens, correspondendo a 46,9%. Entretanto, a superioridade quantitativa do género feminino ocorre apenas entre as

faixas etárias 25-64 anos e 65 ou mais anos. Por outro lado, entre os mais jovens a população feminina é inferior à masculina, sendo 48,9% em ambas faixas etárias 0-14 e 15-24 anos (DREM, 2021).

Além disso, a Figura 17 projeta um cenário que tende a ser desastroso para a manutenção da população para a Região Autónoma da Madeira, que é o alargamento da região superior da pirâmide etária, ou seja, um aumento significativo na quantidade de idosos em regime previdenciário e a redução da população em função laboral. Este fenómeno, caso não combatido, pode se tornar um problema gravíssimo para a economia local e nacional.

Apesar da redução evidente da população nativa, um outro fenómeno está a ocorrer e tende a ser salutar para revigoração e manutenção da população local, o aumento da população estrangeira. De acordo com os dados fornecidos pelo Serviço de Estrangeiros e Fronteiras (SEF) e apresentados pela DREM, a população estrangeira a residir na Região Autónoma da Madeira (RAM) em 31 de dezembro de 2021 totalizava 10405 pessoas, o que representa um acréscimo de 10,0% consoante ao ano anterior, 2020 – i.e. +950 pessoas.

Destaca-se que a população estrangeira se caracterizava completamente entre detentores de títulos de residência, não sendo considerados os detentores de vistos de longa duração. A distribuição de nacionalidades para obter o título de residência ocorre da seguinte forma, Venezuela (22,6%), Reino Unido (11,7%), Brasil (9,5%) e Alemanha (8,5%), assim, caracterizando-se como as principais nacionalidades estrangeiras a residir na região, conforme apresentado na Figura 18.

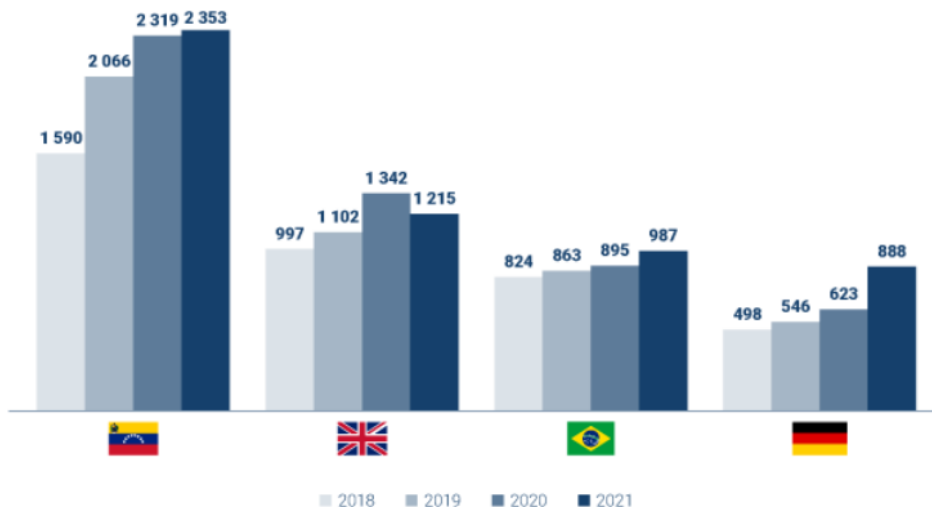


Figura 18 - Evolução da população estrangeira a residir na Ilha da Madeira. Fonte: DREM (2021)

Evidencia-se, ainda, que os municípios onde a população estrangeira tem maior peso no total dos seus residentes são: Calheta (9,0%), Porto Santo (8,1%), Ponta do Sol (6,2%) e Funchal (5,0%) (DREM, 2021).

Torna-se necessário enfatizar que o fenómeno de envelhecimento demográfico se verifica há várias décadas em Portugal, sendo produto de um significativo aumento da proporcionalidade de pessoas idosas e uma redução do peso relativo de jovens e de pessoas em idade ativa na população total.

Para efeitos de comparação entre a Região Autónoma da Madeira com outras regiões de Portugal, em 2020, a Área Metropolitana de Lisboa (AML) era a região que apresentava um maior percentual de população jovem – *i.e.* 15,8% – enquanto na região Centro o menor valor – *i.e.* 11,9%, conforme apresentado na Figura 19.

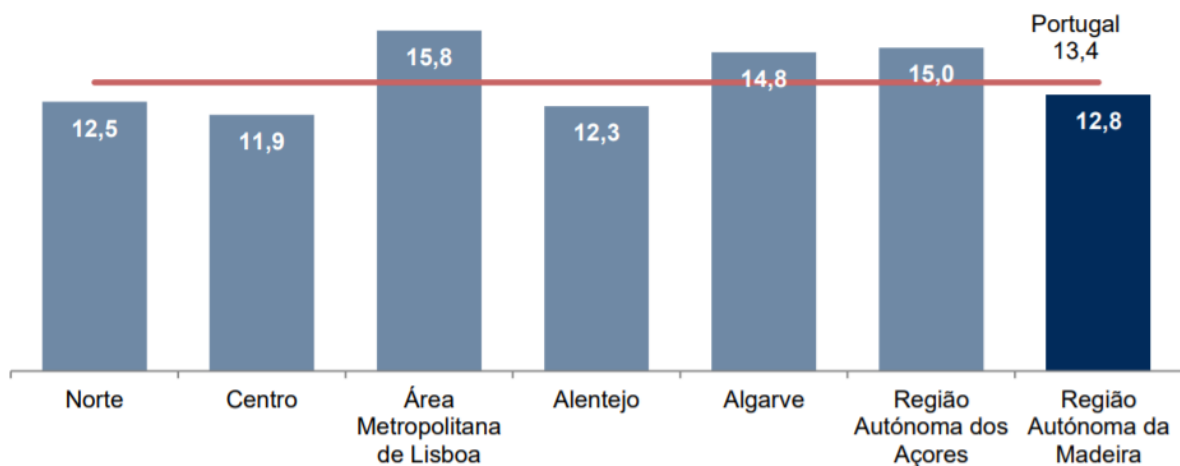


Figura 19 - Percentual de população jovem por região em 2020. Fonte: DREM (2020).

Portanto, evidencia-se que o percentual de jovens na RAM – *i.e.* 12,8% – foi inferior à média verificada em Portugal – *i.e.* 13,4%, posicionando-se abaixo da AML, da Região Autónoma dos Açores (RAA) e do Algarve – *i.e.* 15,8%, 15,0% e 14,8%, respetivamente.

Consoante à população idosa, a RAM possui a segunda menor proporção de idosos no país – *i.e.* 17,4%, apenas atrás da RAA com 15,3%. Por outro lado, as regiões do Alentejo e Centro possuem os maiores índices de população idosa do país – *i.e.* 25,7% e 24,6% respetivamente, como apresentado na Figura 20.

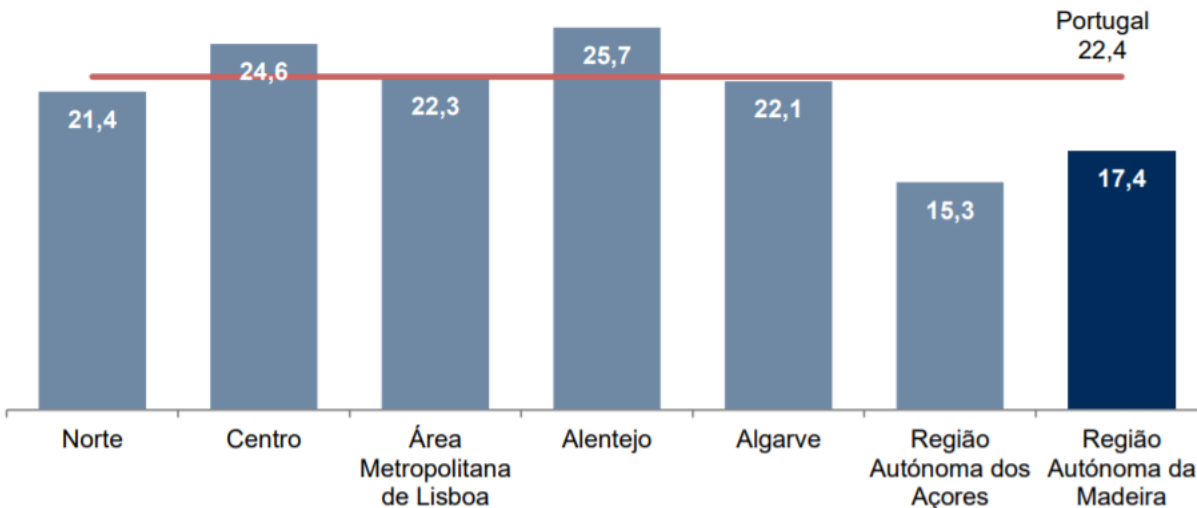


Figura 20 - Percentual de população idosa por região em 2020. Fonte: DREM (2020).

Verifica-se, portanto, que a RAM possui um percentual de população jovem ligeiramente abaixo da média portuguesa, contudo, o percentual de população idosa também é inferior e com uma maior diferença percentual. Apesar disso, o cenário apresentado na Figura 17 é ainda muito preocupante no que concerne a manutenção da população ativa na região.

Esta análise populacional torna-se fulcral uma vez que em caso de aumento populacional, a capacidade de atendimento do Centro de Saúde a analisar e outros centros de saúde da região deveriam ser aumentadas para suprir as demandas futuras. Como a realidade é totalmente oposta, uma intervenção de ampliação pode não ser necessária, mas sim uma otimização das condições atuais da edificação.

### 3.2. ENQUADRAMENTO PATRIMONIAL DO CENTRO DE SAÚDE A ANALISAR

A edificação do Centro de Saúde a analisar corresponde a um edifício emblemático da arquitetura do concelho do Funchal, sendo assim, é uma obra que possui um elevado valor patrimonial. Nota-se que a edificação está vinculada ao denominado “Conjunto Urbano da Segurança Social do Funchal”, o qual era anteriormente designada por “Caixa de Previdência do Funchal”.

Resumidamente, este conjunto arquitetónico é destacado pela sua integração urbana, a qual através de uma abordagem arquitetónica moderna, Figura 21, possui uma relação direta entre

praças, zonas ajardinadas e destacadas, além das intervenções escultóricas de relevo, conforme pode ser visto na escultura de Lagoa Henriques e de Amâncio de Sousa. Portanto, este conjunto arquitetónico possui um papel significativo para uma melhor qualificação do espaço público e construído da cidade.



*Figura 21 - Centro de Saúde a analisar. Fonte: Funchal Notícias (2022).*

Destaca-se que o edifício é marcante na história da arquitetura local, sendo o seu autor, o arquiteto Raul Chorão Ramalho, detentor de uma obra conceituada, cuja dimensão estética é uma referência para as contínuas gerações de arquitetos da região. Neste sentido, a tipologia arquitetónica utilizada na obra em destaque caracteriza-se pela aplicação de novas tecnologias e aplicação de novos materiais e conceitos construtivos. Portanto, pode-se afirmar que estes novos materiais e sistemas construtivos são entendidos como uma maneira eficiente de gerar forma e espaço.

Além disso, a integração do betão armado permite a execução de alçados livres e com grandes rasgos que criam grandes fenestraçãoes, propiciando uma espécie de conexão entre o exterior e o interior, de forma mais interligada e integrada. Outro ponto a se destacar são os espaços interiores, os quais possuem uma iluminação natural mais homogénea, além de contar com uma adaptação de sistemas de sombreamento sobre os vãos através de tapasois, grelhas cerâmicas ou em betão.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

No que concerne ao aspeto arquitetónico, a edificação desenvolve-se verticalmente em 6 pisos, sendo o 6º piso constituído por uma parte edificada e parte em terraço visitável, além de possuir um último piso em cobertura plana com terraço acessível, Figura 22. Estruturalmente, caracteriza-se por uma estrutura em betão armado aparente, tanto nos seus interiores como dos seus exteriores.



*Figura 22 - Remodelação do Centro de Saúde a analisar. Fonte: RTP (2022).*

Enfatiza-se, também, que o edifício é constituído por um pórtico composto por uma malha ortogonal cruzada ao nível das vigas. Esta informação torna-se fulcral pois em termos construtivos, torna-se necessário rebaixar todas as redes de condutas e redes técnicas abaixo da cota base das vigas que constituem a edificação. Portanto, este fator tende a condicionar os pés-direitos regulamentares nas zonas de circulação horizontal dos utentes. Contudo, uma vez que a intervenção foi realizada em edifício antigo e de valor arquitetónico relevante, conforme supracitado, efetuar uma alteração à sua estrutura ocasionaria em um elevado custo de reabilitação.



Portanto, é de interesse tanto por parte da entidade responsável pela reabilitação quanto pela entidade contratante manter os pés-direitos existentes, assegurando todo o bom e regulamentar funcionamento do Centro de Saúde a analisar, além de ser uma forma e de manter uma obra de referência regional e nacional em termos arquitetónicos. Referente ao aspeto espacial, optou-se pela implantação de planta retangular, a qual está assentada sobre uma base constituída por muros de pedra basáltica. É válido enfatizar que estes muros não chegam a tocar na plataforma superior, o que permite uma leveza e liberdade na arquitetura construtiva característica da edificação em destaque.

O edifício possuía sinais de degradação impostos pelo tempo de construção passado, o que serviu como justificativa plausível para a grande intervenção realizada, como forma de atingir uma recuperação necessária ao edifício e, assim, permitir que a população do concelho do Funchal tenha uma unidade de saúde atualizada e que satisfaça as necessidades e expectativas dos seus utentes e profissionais que o frequentam.

### **3.4. CONCEITOS E NORMATIVAS PARA INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS**

Conforme abordado no capítulo introdutório deste estudo, a análise de reabilitação para o Centro de Saúde tem como foco as instalações hidrossanitárias da edificação. Portanto, este subcapítulo terá como destaque os conceitos e normativas para a implementação das instalações hidrossanitárias de acordo com a normativa vigente em Portugal.

#### **3.4.1. ENQUADRAMENTO**

Com o advento do crescimento populacional e expansão do perímetro urbano, surge a necessidade de elaborar legislações que padronizem e regularizem a instalação de elementos técnicos de uma edificação, como as instalações hidrossanitárias. Essa regulamentação tem como objetivo estabelecer parâmetros de qualidades mínimas a serem aceites durante a fase de projeto e execução da obra.

Nesse sentido, o primeiro regulamento português consoante ao abastecimento de água foi publicado em 30 de Outubro de 1880, designado por Regulamento para os Encanamentos Particulares, implementado em Lisboa, e sendo produto do trabalho cooperativo entre a Câmara Municipal e da Companhia de Águas da cidade (Lemos, 2021). A priori, destaca-se

que o regulamento era válido para Lisboa, entretanto, o regulamento acabou por ser adotado em outras regiões devido à ausência de uma normativa de âmbito nacional (Silva, 2015 e Lemos, 2021).

Posteriormente, em 14 de Fevereiro de 1903, foi elaborado o Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas (RSEU), o qual estabelece parâmetros e medidas a serem adotadas para a otimização das condições higiénicas nos edifícios (Silva, 2015 e Lemos, 2021). É válido lembrar que *“este regulamento já estabelecia a obrigatoriedade de sistemas separativos de drenagem de águas pluviais e águas servidas (Lemos, 2021)”*. Com a Portaria n.º 10367 publicada em 14 de Abril de 1943, procedeu-se um avanço significativo nas regulamentações no âmbito nacional. A portaria supracitada define a legalidade do Regulamento Geral do Abastecimento de Água. Além disso, no dia 8 de Maio de 1946 foi aprovado o Regulamento Geral das Canalizações de Esgotos (Lemos, 2021). Contudo, Silva (2015) salienta que as divergências entre as regulamentações nacionais consoante às regulamentações municipais vigentes fez que não houvesse uma padronização total, pois algumas cidades optaram por manter as normativas municipais previamente estabelecidas.

Com o Decreto-Lei n.º 38382 de 1951, revogou-se a validade do RSEU e deu-se validade ao Regulamento Geral de Edificações Urbanas (RGEU), o qual até hoje está vigente em Portugal e trás consigo as obrigatoriedades no que concerne às instalações hidrossanitárias a nível nacional. Por fim, com o advento da evolução tecnológica nos mais diversos setores da construção civil, em 23 de Agosto de 1995 foi publicado o Decreto Regulamentar n.º 23/95, trazendo consigo o anexo do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e Drenagem de Águas (RGSPDADAR).

*“o Decreto-Lei n.º 207/94, de 6 de Agosto, veio atualizar a legislação existente em matéria de sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais [...] prevendo que a regulamentação técnica daqueles sistemas, bem como as respetivas normativas de higiene e segurança seriam aprovadas por decreto regulamentar (Decreto Regulamentar n.º 23/95)”*.

O RGSPDADAR está subdividido em 7 títulos, sendo eles:

- Títulos I e II: Disposições gerais;
- Título III: Sistemas de distribuição predial de água;

- Título IV: Sistemas de drenagem pública de águas residuais;
- Título V: Sistemas de drenagem predial de águas residuais;
- Título VI: Estabelecimento e exploração de sistemas públicos;
- Título VII: Estabelecimento e exploração de sistemas prediais.

Entretanto, apenas os Títulos III e V são de interesse deste estudo, onde, portanto, terão destaque nos subcapítulos a seguir.

### **3.4.2. ÁGUAS FRIAS**

Conceitualmente, uma instalação predial de água refere-se ao conjunto de tubagens, reservatórios e dispositivos implementados com o objetivo de abastecer os aparelhos e pontos de utilização de água da edificação, em volume suficiente e mantendo a qualidade da água fornecida por este sistema (Barbosa, 2008). Neto (1995) destaca que o cálculo do consumo de água deve ser baseado no tipo, porte da unidade hospitalar e na análise quantitativa de utilizadores recorrentes da edificação, considerando os elementos atuantes e flutuantes. As instalações hidrossanitárias em Portugal são regulamentadas pelo RGSPDADAR, o qual refere-se às instalações prediais de água potável, tanto fria como quente. O Título III – Capítulo I; destaca as regras gerais para a implementação de sistemas prediais, através dos seguintes artigos:

- a) Artigo 82: este artigo determina que os sistemas prediais alimentados pela rede pública devem ser independentes de quaisquer sistemas de distribuição provenientes de outra origem, como poços ou furos privados;
- b) Artigo 83: o presente artigo estabelece que a entidade responsável pela gestão da distribuição pública deve manter em arquivo todos os cadastros dos sistemas prediais registados;

- c) Artigo 84: este artigo determina que os sistemas hidráulicos instalados à vista ou que possam ser visitáveis devem ser identificados de acordo com a natureza da água transportada e de acordo com o sistema regulatório vigente;
- d) Artigo 85: neste artigo está determinado que não é permitida a ligação entre a rede predial de distribuição de água e as redes de drenagem de águas residuais. Além disso, o fornecimento de água potável deve ser realizado sem por em risco a qualidade mínima que caracterize a potabilidade, impedindo a sua contaminação por qualquer origem.

Através do Título III – Capítulo IV – Artigo 95; o RGSPDADAR estabelece as diretrizes para elaboração do traçado do sistema hidrossanitário, sendo basicamente dividido em 4 orientações regulamentares:

- 1) Os traçados das tubagens devem ser constituídos por troços retos, horizontais e verticais, os quais devem ser ligadores entre si por meio de acessórios apropriados. Além disso, o artigo recomenda uma inclinação de 0,5% para favorecer a circulação do ar;
- 2) A exigência de alguns acessórios pode ser caracterizada como dispensável caso seja utilizado tubagens flexíveis;
- 3) As tubagens de água quente devem ser colocadas em paralelo às tubagens de água fria, sempre que possível, e nunca abaixo destas;
- 4) O distanciamento mínimo entre as tubagens de água fria e de água quente é de 50 mm.

#### **3.4.2.1. CAUDAIS DE CÁLCULO**

Conforme consta no Título III – Capítulo IV – Artigo 93; os caudais de cálculo na rede predial de água fria e quente devem ter como base os caudais instantâneos necessários para o correto funcionamento dos dispositivos de utilização e nos coeficientes de simultaneidade. Para a determinação dos caudais de cálculo ( $Q_a$ ), o RGSPDADAR sugere através da Tabela 4, os valores de caudais mínimos por dispositivos de utilização a serem considerados.

Tabela 4 - Caudais mínimos de projeto por dispositivo de utilização. Fonte: RGSPDDADAR.

Dispositivos de Utilização	Caudais Mínimos (l/s)
Lavatório individual	0,10
Lavatório coletivo	0,05
Bidé	0,10
Banheira	0,25
Chuveiro individual	0,15
Pia de despejo com torneira de 15 mm	0,15
Autoclismo de bacia de retrete	0,10
Mictório com torneira individual	0,15
Pia lava-louça	0,20
Bebedouro	0,10
Máquina de lavar louça	0,15
Máquina ou tanque de lavar roupa	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	1,50
Mictório com fluxómetro	0,50
Boca de rega ou de lavagem de 15 mm	0,30
Boca de rega ou de lavagem de 20 mm	0,45
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados	Em conformidade com as indicações dos fabricantes

Conforme sugere Lemos (2021) e o RGSPDDADAR, para a determinação do caudal de cálculo é necessário considerar o coeficiente de simultaneidade ( $x$ ), ou seja, levar em conta a utilização simultânea dos dispositivos de utilização alimentados através de uma secção, conforme apresentado na Equação (1).

$$Q_a = Q_{acm} \times x \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

$Q_a$  = Caudal de cálculo (L/s);

$Q_{acm}$  = Caudal acumulado na secção (L/s);

$x$  = Coeficiente de simultaneidade (adimensional).

Para a utilização da Equação (1), torna-se necessário primeiro determinar o coeficiente de simultaneidade, obtido através da Equação (2).

$$x = \frac{1}{\sqrt{Nd - 1}} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

Nd = Número de dispositivos considerados.

Nota-se que a Equação (2) é apenas aplicável caso  $N > 2$  (Lemos, 2021).

### 3.4.2.2. VELOCIDADE DE ESCOAMENTO

A priori, a velocidade do escoamento deve ser arbitrada e verificada por meio de um processo iterativo, assim, determinando seu valor real (Lemos, 2021).

Para efeito de dimensionamento, o Título III – Capítulo IV – Artigo 94; infere que a velocidade de escoamento no sistema hidrossanitário deve estar compreendida entre 0,5 m/s e 2 m/s, sempre levando em consideração a rugosidade do material utilizado. A velocidade máxima estabelecida visa reduzir a deterioração das tubagens e elementos de ligação devido à abrasão, enquanto a velocidade mínima de escoamento serve uma forma de reduzir a deposição de sedimentos no interior do sistema.

Conforme abordado anteriormente e destacado por Pedroso (2016), a velocidade é limitada tanto no máximo quanto no mínimo também por razões de conforto e durabilidade das tubagens. Além das problemáticas de abrasão e deposição de sedimentos, nota-se que as velocidades elevadas são causadoras da maioria dos ruídos presentes nas tubagens, assim como a produção de vibrações (Pedroso, 2016).

### 3.4.2.3. DIMENSIONAMENTO DO DIÂMETRO PARA AS TUBAGENS

As tubagens podem ser dimensionadas seguindo a Lei da Continuidade, uma vez que se trata de um fluido incompressível. Segundo Lousada & Camacho (2018), a Lei da Continuidade para fluidos incompressíveis é representada pela Equação (3).

$$Q = A \times V \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s);

A = Área da secção transversal da tubagem (m<sup>2</sup>);

V = Velocidade de escoamento (m/s).

Sendo:

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde:

D = Diâmetro da tubagem (m);

Portanto, ao unir a Equação (3) com a Equação (4), isolando a variável do diâmetro, podemos definir o valor do diâmetro interno da tubagem através da Equação (5).

$$D_{in} = \sqrt{\frac{4 \times Q_a}{\pi \times V}} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde:

D<sub>in</sub> = Diâmetro interno da tubagem (m);

Q<sub>a</sub> = caudal de cálculo (m<sup>3</sup>/s);

V = Velocidade de escoamento (m/s).

#### 3.4.2.4. VERIFICAÇÃO DAS PRESSÕES INTERNAS

Outro parâmetro que deve ser verificado refere-se às pressões internas presentes no sistema hidrossanitário. De acordo com o Título III – Capítulo II – Artigo 87; o dimensionamento do sistema deve atender:

- a) À pressão disponível na rede geral de alimentação e à necessária nos dispositivos de utilização;
- b) Ao tipo e quantidade de dispositivos de utilização;
- c) Ao grau de conforto requerido;

d) À minimização de tempos de retenção de água nas canalizações.

Além disso, o Artigo 87 sugere que as pressões de serviço dos dispositivos devem situar-se entre 50 KPa e 600 KPa, sendo recomendável que se mantenham entre 150 KPa e 300 KPa por razões de conforto e durabilidade dos materiais que constituem o sistema hidrossanitário.

Já o Artigo 94 salienta as pressões mínimas de serviço nos ramais de alimentação de fluxómetros para bacias de retrete, de acordo com o respetivo diâmetro da tubagem implementada, Tabela 5.

Tabela 5 - Pressão mínima de serviço de acordo com o diâmetro. Fonte: RGSPDADAR

Pressão (KPa)	Diâmetro (mm)
200	25
80	32
50	40

Conforme abordado por Lousada & Camacho (2018) e Lemos (2021), o cálculo das pressões presentes nos troços deve ser realizada através da Equação de Bernoulli, Equação (6).

$$\frac{V1^2}{2 \times g} + \frac{P1}{y} + Z1 = \frac{V2^2}{2 \times g} + \frac{P2}{y} + Z2 + hf \quad \text{Equação (6)}$$

Onde:

V1 = Velocidade de escoamento no ponto 1 (m/s);

V2 = Velocidade de escoamento no ponto 2 (m/s);

P1 = Pressão no ponto 1 (N/m<sup>3</sup>);

P2 = Pressão no ponto 2 (N/m<sup>3</sup>);

y = Peso específico da água (9810 N/m<sup>3</sup>);

Z1 = Cota do ponto 1 (m);

Z2 = Cota do ponto 2 (m);

g = Aceleração gravitacional (m/s<sup>2</sup>);

hf = Perda de carga distribuída entre os pontos 1 e 2 (m).



O valor da perda de carga distribuída ( $h_f$ ) refere-se à perda de carga devido ao atrito do fluido com as paredes da tubagem. Portanto, este parâmetro está diretamente vinculado ao coeficiente de rugosidade, onde quanto maior a rugosidade, maior a perda de carga.

Neste sentido, Lousada & Camacho (2018) sugerem a aplicação da Equação de Darcy-Weisbach para a determinação deste parâmetro, a qual pode ser expressa na Equação (7).

$$h_f = f \times \frac{V^2 \times L_t}{2 \times g \times D_{in}} \quad \text{Equação (6)}$$

Onde:

$h_f$  = Perda de carga distribuída (m);

$f$  = Fator de atrito (adimensional);

$V$  = Velocidade de escoamento (m/s);

$L_t$  = comprimento do troço analisado (m);

$g$  = Aceleração gravitacional (m/s<sup>2</sup>);

$D_{in}$  = Diâmetro interno (m).

No que se refere ao fator de atrito ( $f$ ), pode-se distinguir dois casos distintos, a primeira em que o fluxo seja laminar e a segunda caso se trate de um fluxo turbulento.

No caso de fluxo laminar o fator de atrito depende exclusivamente do número de Reynolds. Já para o fluxo turbulento, o fator de atrito depende tanto do número de Reynolds quanto da rugosidade relativa da tubulação. Para o fluxo laminar pode ser utilizado uma das expressões da Equação de Poiseuille, já para o fluxo turbulento pode ser utilizada a Equação de Colebrooke-White.

Entretanto, o cálculo desse coeficiente não é imediato torna-se necessário efetuar um processo iterativo. Como forma de facilitar a determinação deste parâmetro, pode ser utilizado o Diagrama de Moody, representado na Figura 23.

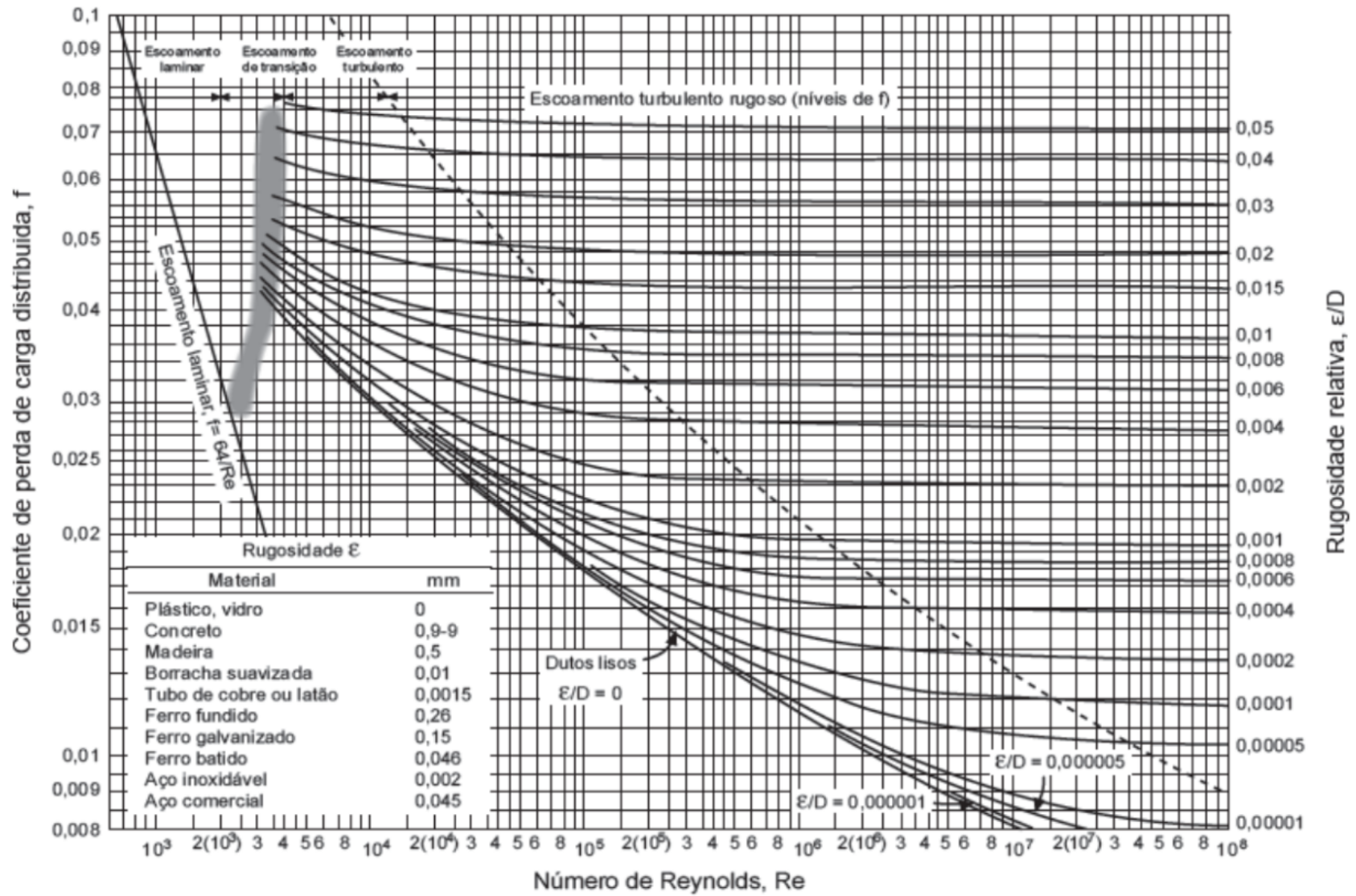


Figura 23 - Diagrama de Moody. Fonte: PasseiDireto (2022).

Conforme apresentado na Figura 23, o Diagrama de Moody é representado por um conjunto de curvas, uma para cada valor do parâmetro, onde  $\varepsilon$  é o valor da rugosidade absoluta – i.e. comprimento, em milímetros, da rugosidade diretamente medível na tubulação, Tabela 6.

Tabela 6 - Valor da rugosidade absoluta para alguns materiais. Fonte: Azevedo Netto (1998).

Material	$\varepsilon$ (mm)
Ferro fundido novo	0,26 – 1,00
Ferro fundido enferrujado	1,00 – 1,50
Ferro fundido incrustado	1,50 – 3,00
Ferro fundido asfaltado	0,12 – 0,26
Aço laminado novo	0,00
Aço comercial	0,05
Aço rebitado	0,092 – 9,20
Aço asfaltado	0,04
Aço galvanizado	0,15
Aço soldado liso	0,10
Aço muito oxidado	2,00
Aço rebitado, com cabeças cortadas	0,30
Betão centrifugado	0,07
Cimento alisado	0,30 – 0,80
Cimento bruto	1,00 – 3,00
Alvenaria de pedra bruta	8,00 – 15,00
Alvenaria de pedra regular	1,00
Cobre, latão, aço revestido de epóxi, PVC, plásticos em geral, tubos extrudados	0,0015 – 0,010

Nesse sentido, Azevedo Netto (1998) sugere que para a escolha do material a constituir um sistema hidráulico, torna-se necessário considerar os seguintes aspectos:

- a) O material empregado na fabricação das tubagens;
- b) O processo de fabricação dos tubos;
- c) O comprimento de cada tubo e número de juntas na canalização.

Além disso, Lemos (2021) enfatiza que além das perdas de cargas advindas do atrito do fluido com a tubagem, devem ser consideradas as perdas de carga provenientes das singularidades provocadas pelas peças de conexão e curvas acentuadas, Figura 24.

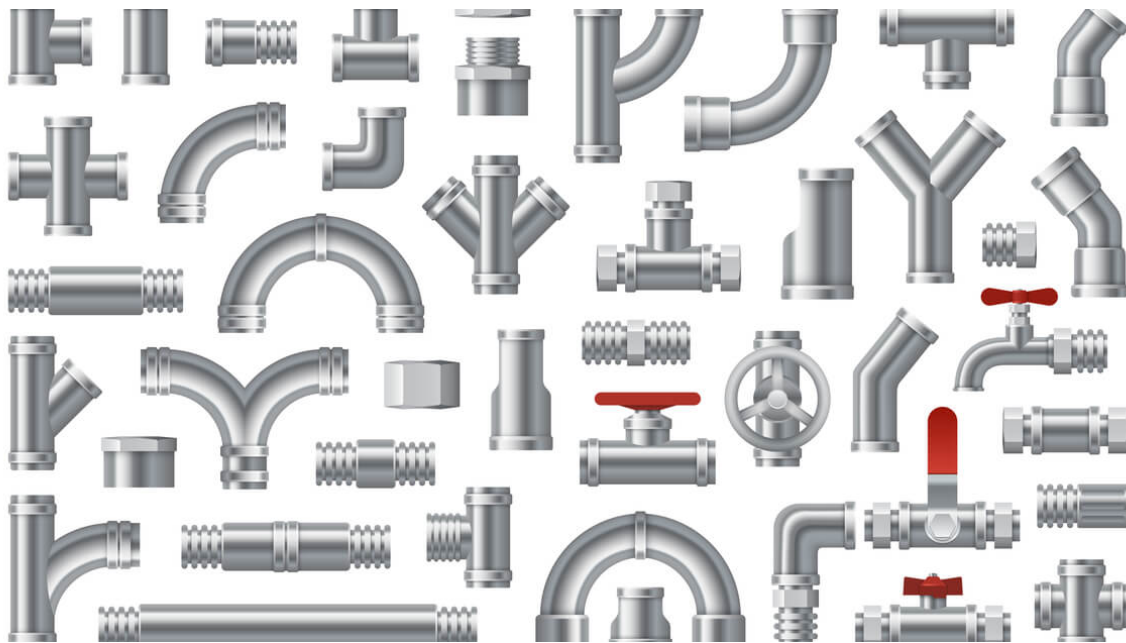


Figura 24 - Dispositivos que causam perda de carga localizada. Fonte: Himater (2022).

*“na prática, as canalizações não são constituídas exclusivamente por tubos retilíneos e de mesmo diâmetro [...] usualmente, incluem ainda peças especiais e conexões que, pela forma e disposição, elevam a turbulência, provocam atritos e causa o choque de partículas, dando origem a perdas de carga (Azevedo Netto, 1998)”.*

Para Pedroso (2016), pode ser feito um acréscimo de 20% no valor das perdas de cargas distribuídas como forma de garantir a consideração das perdas de cargas localizadas sem a realização de cálculos mais morosos e complexos.

Entretanto, caso haja uma presença significativa de singularidades e, conseqüentemente, uma perda de carga localizada muito relevante, torna-se necessário adotar metodologias mais precisas e com maior validação no meio científico.

De acordo com as bibliografias pesquisadas, o primeiro método a ser considerado é o Teorema de Borda, expresso pela Equação (7).

$$\Delta H = K \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

Equação (7)

Onde:

$\Delta H$  = Perda de carga localizada para determinado dispositivo (mca);

K = Coeficiente de perda de carga para determinado dispositivo (adimensional);

V = Velocidade de escoamento (m/s);

g = Aceleração gravítica (m/s<sup>2</sup>).

Segundo Azevedo Netto (1998), o valor de K vem sendo calculado ao longo de vários anos, por engenheiros interessados na questão, por fabricantes de conexões e válvulas e pelos laboratórios de hidráulica. Através destes estudos, verificou-se que o valor de K é basicamente constante para escoamentos que apresentam número de Reynolds superiores a 50000.

Portanto, infere-se que na prática, é possível considerar constante o valor de K para determinada peça, desde que esteja em escoamento turbulento. Além disso, o valor de K é constante independente do diâmetro da tubagem, da velocidade e natureza do fluido (Azevedo Netto, 1998).

Entre as principais peças utilizadas na elaboração de um sistema hidráulico, destacam-se:

Tabela 7 - Valores de K para as principais peças utilizadas. Fonte: Adaptado de Azevedo Netto (1998).

Peça	K	Peça	K
Ampliação gradual *	0,30	Junção	0,40
Bocais	2,75	Medidor Venturi **	2,50
Comporta aberta	1,00	Redução gradual *	0,15
Controlador de caudal	2,50	Saída de canalização	1,00
Cotovelo de 90°	0,90	Tê, passagem direta	0,60
Cotovelo de 45°	0,40	Tê, saída de lado	1,30
Crivo	0,75	Tê, saída bilateral	1,80
Curva de 90°	0,40	Válvula de ângulo aberta	5,00
Curva de 45°	0,20	Válvula de gaveta aberta	0,20
Curva de 22,5°	0,10	Válvula borboleta aberta	0,30
Entrada normal em canalização	0,50	Válvula-de-pé	1,75
Entrada de borda	1,00	Válvula de retenção	2,50
Existência de pequena derivação	0,03	Válvula de globo aberta	10,00
-	-	Velocidade	1,00
* Com base na velocidade maior (menor secção)			
** Relativa à velocidade de canalização			

Outra metodologia relativamente recente para considerar as perdas de carga localizadas é o Método dos Comprimentos Virtuais. Segundo Azevedo Netto (1998) *“uma canalização que compreende diversas peças especiais e outras singularidades, sob o ponto de vista de perdas de carga equivalente a um encanamento retilíneo de comprimento maior”*.

Basicamente, método consiste em adicionar à extensão da canalização, os comprimentos tais quais correspondem a mesma perda de carga que causariam peças especiais presentes no sistema hidráulico. Nota-se que cada dispositivo de conexão ou peças especiais correspondem a um certo comprimento fictício e adicional (Azevedo Netto, 1998).

Portanto, levando em conta todas as peças especiais e as suas respectivas perdas de carga equivalente, chega-se a um comprimento virtual de toda canalização.

Através da Tabela 8 estão representados os valores dos comprimentos fictícios correspondentes os dispositivos e peças especiais com maior presença em sistemas hidrossanitários. Nota-se que os valores apresentados na Tabela 8 foram calculados em grande parte por Azevedo Netto (1998), tendo como base a fórmula de Darcy-Weisbach apresentada anteriormente. Parte desses resultados são baseados nos resultados obtidos através de investigações realizadas por autoridades no assunto, como os departamentos especializados do Governo Federal Norte-Americano, a Crane Corporation.




















Azevedo Netto (1998) enfatiza que mesmo que os valores apresentados tenham sido calculados para canalizações em ferro e aço, estes valores podem ser aplicados para cobre ou latão, uma vez que os resultados possuem uma aproximação razoável para estes outros dois materiais.

Destaca-se, também, que as imprecisões e divergências produtos do emprego generalizado dessa metodologia e dos dados apresentados são, provavelmente, menos significativos que as indeterminações consoantes à rugosidade interna dos tubos e a respectiva resistência ao escoamento, assim como à sua divergência empírica (Azevedo Netto, 1998).

Por fim, o ábaco elaborado pela Crane Corporation foi convertido ao sistema métrico e publicado pela mesma, resultando na Tabela 8.

Tabela 8 - Comprimentos virtuais dos principais dispositivos e peças especiais. Fonte: Azevedo Netto (1998).

**Tabela 7.6 – Comprimentos equivalentes a perdas localizadas. (Expressos em metros de canalização retilínea)\***

Diâmetro D		COTOVELO 90° RAIO LONGO	COTOVELO 90° RAIO MÉDIO	COTOVELO 90° RAIO CURTO	COTOVELO 45°	CURVA 90° R/D - 1 1/2"	CURVA 90° R/D - 1"	CURVA 45°	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	VÁLVULA DE GAVETA ABERTO	VÁLVULA DE GLOBO ABERTO	VÁLVULA DE ÂNGULO ABERTO	TÉ PASSAGEM DIRETA	TÉ SAÍDA DE LADO	TÉ SAÍDA LATERAL	VÁLVULA DE PÉ E CRIVO	SAÍDA DA CANALIZAÇÃO	VÁLVULA DE RETEÇÃO TIPO LEVE	VÁLVULA DE RETEÇÃO TIPO PESADO
mm	pol																			
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,6	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

\* Os valores indicados para registros de globo aplicam-se também às torneiras, válvulas para chuveiros e válvulas de descarga

É válido destacar que as perdas de carga podem ser desprezadas nas canalizações longas, onde o comprimento seja superior a 4000 vezes o diâmetro. Ainda, são desprezíveis nas canalizações em que a velocidade é baixa e o número de peças especiais e dispositivos de conexão não é significativa (Azevedo Netto, 1998).

Portanto, apenas a título de exemplo, as perdas localizadas podem não ser consideradas para efeitos de cálculo em linhas adutoras e redes de distribuição.

Entretanto, para sistemas hidrossanitários curtos e com elevada quantidade de peças especiais e dispositivos de conexão, torna-se imprescindível considerar as perdas localizadas, como por exemplo em instalações prediais, industriais, encanamentos de recalque e condutos forçados em usinas hidrelétricas, Figura 25. Além disso, torna-se fulcral assinalar que o funcionamento de tubagens em elevada velocidade pode acometer em perdas de carga localizadas com valores superiores às perdas ao longo das linhas (Azevedo Netto, 1998).

Nesse sentido, destaca-se mais uma vez a importância de estabelecer limites mínimos e máximos de velocidade, conforme preconizado no RGSPDADAR.

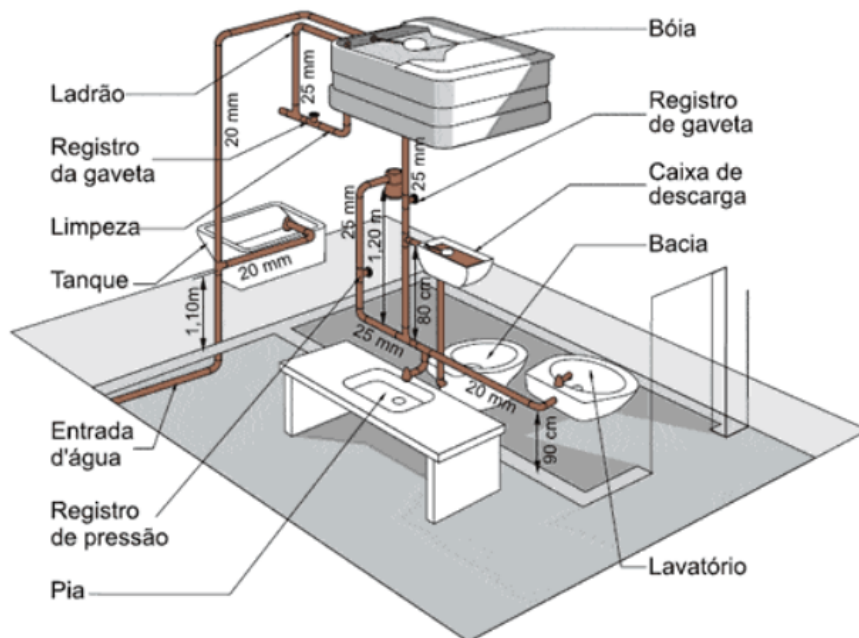


Figura 25 - Exemplo de sistema hidráulico para casa de banho. Fonte: FazFácil (2022).



### 3.4.2.5. INSTALAÇÕES ELEVATÓRIOS E SOBREPRESSORAS

Conforme definido pelo RGSPDADAR – Título III – Capítulo VI – Artigo 109, as instalações elevatórias “são conjuntos de equipamentos destinados a elevar, por meios mecânicos, a água armazenada em reservatórios”, Figura 26.

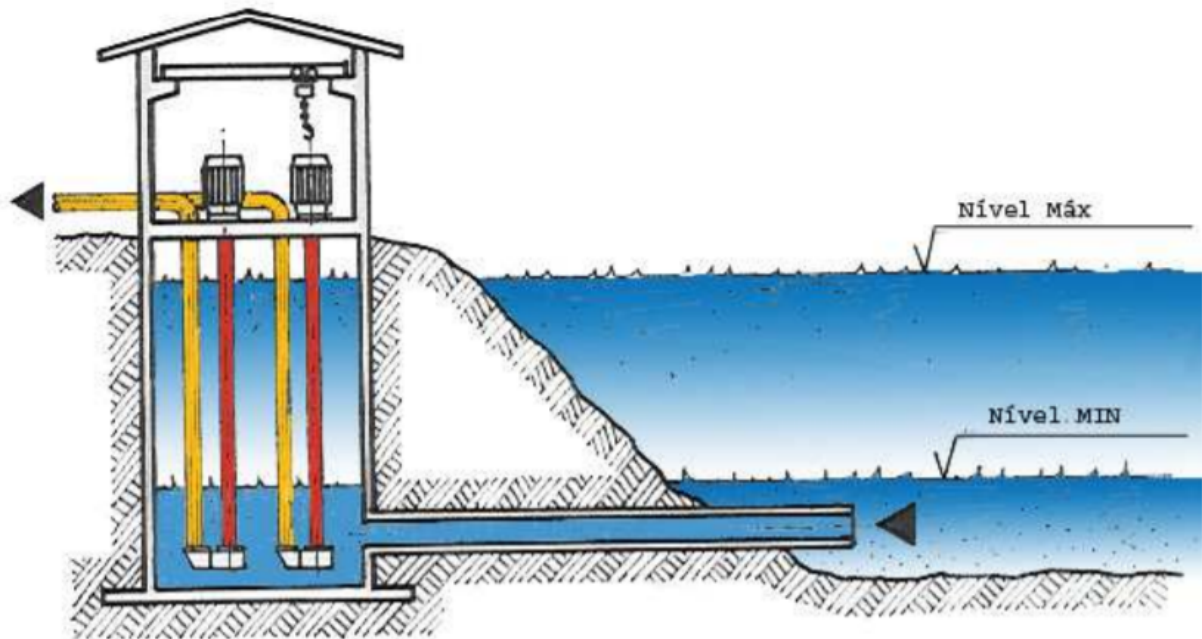


Figura 26 - Esquematização de uma instalação elevatória. Fonte: Indústria Engenharia (2022).

Já as instalações sobrepessoras referem-se ao conjunto de equipamento destinado a produzir um acréscimo de pressão disponível na rede pública quando, esta, for insuficiente para assegurar as boas condições de funcionamento no sistema.

De acordo com Venâncio (2015), as instalações elevatórias ou sobrepessoras devem ter uma localização comum e ventilada, além de uma boa acessibilidade para que haja uma inspeção e manutenção facilitada. Além disso, as instalações devem apresentar grupos de eletrobomba e dispositivos de comando, como forma de evitar o choque hidráulico.

Medeiros (2005) destaca que as características dos grupos de eletrobomba não podem modificar a qualidade da água e devem possuir uma funcionalidade automatizada. Observa-se ainda que os mecanismos de proteção devem ser escolhidos em virtude da pressão máxima e mínima, o que acontece proveniente do choque hidráulico.

Para um correto dimensionamento das instalações elevatórias é necessário ter consideração (Medeiros, 2005; Venâncio, 2015):

- ✓ O caudal de cálculo, ou seja, consumo;
- ✓ A pressão disponível a montante, como forma de apenas acrescer o valor de pressão em defasagem;
- ✓ A altura manométrica, ou seja, considerar a perda de carga proveniente da perda de carga distribuída e localizada;
- ✓ O número máximo admissível de arranques por hora para o equipamento a instalar;
- ✓ A instalação deve ser feita, no mínimo, por meio de dois grupos de eletrobomba idênticos, usualmente projetadas para funcionar como reserva ativa recíproca a excecionalmente em conjunto para reforço da capacidade elevatório.

Consoante as canalizações e acessórios, estes devem ser constituídos de um material com resistência adequada às pressões de serviço e às vibrações que poderão surgir, conforme sugerido no subcapítulo 3.3.2.4.

Entretanto, o RGSPDADAR não define a metodologia nem critérios para o dimensionamento destes sistemas. Pedroso (2016), através da Equação (8), sugere a metodologia para determinação da potência da bomba (P) no dimensionamento dos sistemas elevatórios.

$$P_t = \frac{y \times Q_b \times H}{n} \qquad \text{Equação (8)}$$

$P_t$  = Potência da bomba (W);

$y$  = Peso específico do fluido (N/m<sup>3</sup>);

$Q_b$  = Caudal a ser bombeado (m<sup>3</sup>/s);

$H$  = Altura manométrica (m);

$n$  = Rendimento da bomba (adimensional).

Para a determinação do modelo da bomba a ser utilizada torna-se necessário o cálculo altura manométrica total da canalização – *i.e.* a energia que o sistema necessita para transportar o fluido do reservatório de sucção para o reservatório superior.

Portanto, a altura manométrica pode ser obtida através da Equação (9).

$$H = Z + \Delta H_c \quad \text{Equação (9)}$$

Onde:

H = Altura manométrica (m);

Z = Distância altimétrica entre a bomba e o reservatório (m);

$\Delta H_c$  = Perda de carga total da tubagem que interliga a bomba ao reservatório (m).

Lemos (2021) destaca ainda que deve-se considerar no dimensionamento também o rendimento da bomba, a qual trata-se da relação entre a potencia consumida e a do motor, sempre possuindo valores que variam entre 0 e 1.

Por fim, apesar de não haver uma validade normativa para Portugal, segundo a ABNT (1998), as instalações prediais de água fria devem ser elaboradas de forma que, durante a vida útil que as contém, cumpram aos seguintes requisitos:

- ✓ Preservar a potabilidade da água;
- ✓ Garantir o fornecimento de água de maneira contínua, possibilitando uma quantidade de água adequada e com pressões e velocidades necessárias para o correto funcionamento dos dispositivos sanitários, peças de utilização e demais componentes;
- ✓ Promover economia de água e energia;
- ✓ Permitir uma manutenção fácil e econômica;
- ✓ Eliminar ou diminuir níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;

- ✓ Proporcionar conforto aos usuários ao prever peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação e com caudais adequados para e atender às diversas demandas do usuário.

Conforme abordado por Barbosa (2008), as várias unidades funcionais das edificações destinadas à saúde demandam água fria de maneira diferenciada, nesse caso, o cálculo do consumo total demandado necessário para o dimensionamento só pode ser realizado por meio do cálculo dos consumos parciais das unidades. Assim, o autor sugere que as bases de cálculo do dimensionamento sejam:

- ✓ População a utilizar a unidade de saúde;
- ✓ Atividades específicas por unidade de saúde.

Consoante à população é válido destacar:

- ✓ Utente interno, onde a permanência diária no edifício de saúde contribui para o consumo por meio da higienização, portanto, o correspondente ao residente em hotel ou alojamento.
- ✓ Utente externo, doador e público, os quais permanecem poucas horas na edificação e consomem para sua higienização.
- ✓ Funcionários e alunos, os quais permanecem durante o período laboral na edificação e consomem para higienização, portanto, o equivalente ao consumo de atividades comerciais.

Além do consumo acima supramencionado, é de interesse do projetista ter uma atenção especial no volume demandado de acordo com atividades hospitalares específicas, como (Barbosa, 2008):

a) Reabilitação por hidroterapia

b) Diálise

- c) Laboratórios
- d) Cozinha
- e) Lactário e nutrição enteral
- f) Central de material esterilizado
- g) Lavanderia
- h) Limpeza e zeladoria

Outro ponto a ser salientado é a necessidade de proceder um abastecimento de água fria com água não potável de forma totalmente independente, evitando a prática da conexão cruzada para ambos fornecimentos. A água caracterizada como não potável pode se empregar para a limpeza de bacias sanitárias, mictórios, combate a incêndios entre outras práticas onde a necessidade de possuir potabilidade não seja fulcral (Barbosa, 2008).

O autor ainda destaca que consoante às exigências mínimas de acessibilidade para manutenção e proteção das canalizações e seus respectivos dispositivos, devem-se ter em conta os seguintes fatores:

- ✓ Tipologia de serviço pelo qual o edifício foi elaborado, importância no aspeto estético, consequências de vazamentos e infiltrações em partes inacessíveis, existência ou não de práticas de manutenção e a sua respetiva periodicidade;
- ✓ Otimização das condições de acessibilidade ao sistema hidrossanitário como dutos, painéis de acesso ou coberturas removíveis e disponibilidade de galerias de serviço e manutenção.

Por fim, Barbosa (2008) recomenda que se evite a passagem das prumadas em elementos estruturais. Para tal, todas as partes envolvidas na conceção do projeto como o arquiteto, o projetista e o engenheiro hidráulico devem pensar de forma cooperativa, como forma de prever uma parede hidráulica livre de viga, em cada compartimento sanitário. Outra

solução abordada pelo autor trata-se da criação de *shafts*<sup>3</sup> para a descida livre das canalizações e seus respectivos dispositivos, Figura 27.



Figura 27 - Construção de shafts para a passagem de canalizações. Fonte: Thórus Engenharia (2022).

#### 3.4.2.6. ELEMENTOS ACESSÓRIOS DA REDE

O RGSPDADAR através do Título III – Capítulo V – Artigo 101, define como válvulas os dispositivos instalados nas redes com o objetivo de:

- a) Válvula de seccionamento: tem como objetivo impedir ou estabelecer a passagem de água em qualquer um dos sentidos;
- b) Válvulas de retenção: tem como finalidade impedir a passagem de água em um dos sentidos;

---

<sup>3</sup> Os *shafts* são compartimentos com funcionalidade estética e de segurança, pois ao mesmo tempo em que disfarça as canalizações de água, energia, telefone, funciona como uma forma de ocultar e proteger do fogo os cabos elétricos, de telefonia, hidráulicos e estruturas metálicas em geral – *i.e.* a canalização estará oculta, mas de fácil acesso em caso uma intervenção seja necessária (Shafts, 2022).

- c) Válvula de segurança: tem como objetivo manter a pressão abaixo de um valor pré-determinado devido ao efeito de descarga;
- d) Válvula redutora de pressão: com essa válvula objetiva-se manter a pressão abaixo de um determinado valor através da introdução de uma perda de carga proposital;
- e) Válvula de regulação: tem como finalidade permitir a regulação do caudal escoado.

O RGSPDADAR estabelece a obrigatoriedade das válvulas supracitadas através do Título III – Capítulo V – Artigo 102, quando:

- a) Válvula de seccionamento: à entrada dos ramais de introdução individuais, dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas e a montante de autoclismos, de fluxómetros, de equipamento de lavagem de roupa e de louça, do equipamento de produção de água quente, de purgadores de água e imediatamente a montante e jusante de contadores;
- b) Válvula de retenção: a montante de aparelhos produtores-acumuladores de água quente e no início de qualquer outra rede que não tenha fins alimentares e sanitários;
- c) Válvula de segurança: na alimentação de aparelhos produtores-acumuladores de água quente;
- d) Válvula redutora de pressão: deve estar presente nos ramais de introdução sempre que a pressão presente seja superior a 600 KPa ou para outras finalidades especiais que os aparelhos possam exigir.

O RGSPDADAR ainda estabelece através do Título III – Capítulo V – Artigo 103, que para mitigar os fenómenos de oxidação, as válvulas devem ser constituídas por materiais com nobreza igual ou maior consoante as canalizações. Há também a possibilidade de utilização de juntas dielétricas. Já o Artigo 104 sugere que as válvulas podem ser constituídas de latão, bronze, aço, PVC ou outros materiais que satisfazem as condições de utilização e segurança do sistema hidrossanitário.

### 3.4.2.7. RESERVATÓRIOS DE ÁGUA POTÁVEL

No que concerne aos reservatórios, o RGSPDADAR preconiza, através do Título III – Capítulo VI – Artigo 108, que os reservatórios prediais têm como objetivo o armazenamento de água à pressão atmosférica, com o objetivo de ser uma reserva destinada à alimentação das redes dos prédios as quais estão associadas.

Além disso, o Artigo 108 enfatiza que o armazenamento de água para fins alimentares só é permitido caso seja devidamente autorizado pela entidade gestora, principalmente quando não é possível assegurar as condições necessárias para o correto funcionamento do sistema hidrossanitário predial, tanto no que se refere ao caudal quanto a pressão de serviço fornecida. Portanto, neste caso, os aspetos construtivos são definidos pela entidade gestora, nomeadamente no que diz respeito ao dimensionamento e localização dos reservatórios, Figura 28.

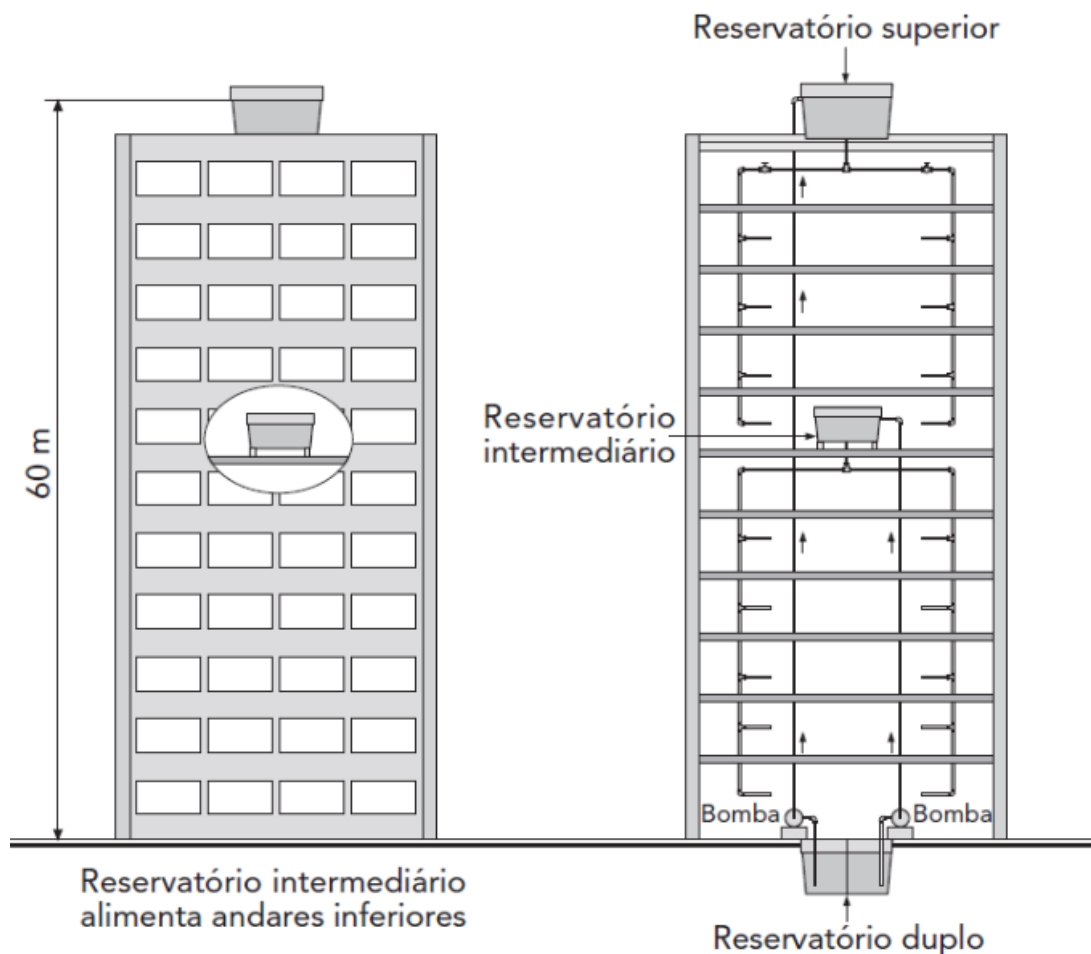


Figura 28 - Exemplificação de localização para reservatórios. Fonte: Prado (2022).



### 3.4.2.8. REDE DE ÁGUA QUENTE

Para a rede de água quente, o RGSPDADAR estabelece que as temperaturas da água não devem exceder os 60° C. Entretanto, caso seja necessário manter temperatura superiores à supramencionada, precauções especiais devem ser tomadas na escolha do material a utilizar, na instalação e na segurança dos utentes (RGSPDADAR – Título III – Capítulo IV – Artigo 97). Nesse sentido, *“devido às temperaturas elevadas da água, as instalações de água quente devem ser de material adequado, de forma a evitar derretimento, deformações e rompimento dos tubos (Lemos, 2021)”*.

O RGSPDADAR define através do Título III – Capítulo IV – Artigo 98, que as canalizações de água quente devem ser isoladas com produtos adequados, imputrescíveis, não corrosivos, incombustíveis e com resistência considerável à humidade.

Além disso, as derivações para os dispositivos de utilização não podem ser isoladas quando possuírem um pequeno comprimento. E, por fim, o referido artigo destaca que as canalizações e seus respetivos isolamentos devem ser protegidos sempre que exista a possibilidade de condensação de vapor de água, infiltrações ou choques mecânicos.

Entretanto, mesmo que não seja de caráter normativo, Barbosa (2008) sugere que as instalações de água quente devem ser realizadas de modo que:

- 1) Assegure o fornecimento de água de forma contínua, em volume suficiente e temperatura controlável, garantindo a segurança dos usuários, além de possuírem pressões e velocidades compatíveis com os dispositivos de utilização;
- 2) O sistema deve preservar a potabilidade da água;
- 3) Deve-se considerar um nível de conforto adequado aos usuários;
- 4) Outro fator a ser considerado é a racionalização de energia.

Conforme abordado por Ghisi & Gurgel (2005), para a alimentação de água quente nas edificações, basicamente é possível ser realizada por meio de três meios:

- 1) Combustão de sólidos – e.g. madeira, carvão, etc; líquidos – e.g. óleo, querosene, álcool, etc; ou gases – e.g. gás natural, GLP, etc;
- 2) Eletricidade;
- 3) Energia solar.

Normalmente, estas fontes podem trabalhar de forma associada, sendo uma a fonte principal e a outra a fonte auxiliar.

*“numa eventual falta ou deficiência da fonte principal a fonte auxiliar a substitui ou complementa o fornecimento. É o caso da energia solar que tem como suporte a eletricidade ou GLP, para longos períodos nublados (Barbosa, 2008)”.*

Barbosa (2008) ainda salienta que em determinadas edificações a disponibilidade de água quente sempre foi fundamental, tais como em hospitais, hotéis, motéis, lavandarias, restaurantes, etc. Nesse sentido, os principais usos de água quente nas instalações prediais e suas respectivas temperaturas nos pontos de utilização, são:

- ✓ Uso pessoal em banhos ou higiene: 35°C a 50°C;
- ✓ Utilização em cozinhas: 60°C a 70°C;
- ✓ Em serviços de lavanderia: 75°C a 85°C;
- ✓ Com finalidades médicas: 100°C.

Nota-se que o consumo de água quente pela população que frequenta a unidade hospitalar refere-se a higienização sendo, portanto, necessário assegurar o nível de conforto das instalações e climatização. Nesse sentido, considera-se como condições mínimas de conforto o uso pessoal em banho e a população consumidora é limitada ao paciente interno, acompanhante, funcionário e aluno (Barbosa, 2008).

Neto (1995) estabelece que estes sistemas de aquecimento acima mencionados deverão alimentar os seguintes setores de serviços:

- ✓ Internação: aquecimento em chuveiros;
- ✓ Copas de lavagem: aquecimento em pias;
- ✓ Despejos;
- ✓ Expurgos;
- ✓ Câmara escura;
- ✓ Hidroterapia: aquecimento em aparelhos específicos;
- ✓ Cozinha: aquecimento em máquina de lavar pratos e cubas;
- ✓ Lavanderia: aquecimento em máquina da lavar roupas.

Para Lemos (2021), o abastecimento de água quente pode ser feito de três formas distintas: o aquecimento individual, aquecimento central privado e aquecimento central coletivo.

Conforme o referido autor, o sistema é caracterizado como central coletivo quando um único grupo de aquecimento alimenta várias unidades de um edifício – *i.e.* diversos dispositivos de utilização de várias unidades habitacionais ou de comércio e serviços – *e.g.* edifício residencial, motel e hotel.

Por fim, “*o dimensionamento das instalações de água quente em geral segue as mesmas premissas da água fria, sendo alterada a viscosidade do líquido, o que resulta em menores perdas de carga (Lemos, 2021)*”. Além disso, deve-se ter uma atenção especial com o sobredimensionamento das tubagens para que não funcionem como reservatórios, o que tende a provocar o resfriamento da água no caminho entre o ponto de aquecimento e o dispositivo a ser utilizado (Lemos, 2021).

### 3.4.3. SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

Para o sistema de drenagem de águas, as normativas e diretrizes a serem seguidas estão estabelecidas no Título V do RGSPDADAR. Nota-se que o Título V – Capítulo I – Artigo 198 impõe a obrigatoriedade de separação entre os sistemas de drenagem de águas residuais e pluviais.

#### 3.4.3.1. DETERMINAÇÃO DOS CAUDAIS DE DESCARGA E DE CÁLCULO

Conforme regulamentado pelo RGSPDADAR no Título V – Capítulo III – Artigo 208, os caudais de descarga a serem considerados para os respectivos aparelhos sanitários devem estar em conformidade com o fim específico a que se destinam, devendo, contudo, estar de acordo com os valores mínimos apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Caudais de descarga e características geométricas dos ramais de descarga. Fonte: RGSPDADAR

Aparelho	Caudal de Descarga	Ramal de Descarga	Diâmetro Mínimo	Fecho Hídrico
	L/min	mm	mm	mm
Bacia de retrete	90	90	-	50
Banheira	60	40	30	
Bidé	30	40	30	
Chuveiro	30	40	30	
Lavatório	30	40	30	
Máquina lava-louça	60	50	40	
Máquina lava-roupa	60	50	40	
Urinol de espaldar	90	75	60	
Urinol suspenso	60	50	-	
Pia lava-louça	30	50	40	
Tanque de lavar	60	50	30	

Segundo Lemos (2021), “para os ramais de descarga individuais podem ser aplicados os valores de diâmetro mínimos” presentes na Tabela 9. Já para os ramais não individuais, tubos de queda, coletores e subcoletores, torna-se fulcral a determinação do caudal de cálculo de águas residuais ( $Q_r$ ), tendo em consideração a possibilidade de utilização não simultânea de todos os equipamentos presentes na edificação em análise.

Nesse sentido, o RGSPDADAR através do Título V – Capítulo III – Artigo 209 sugere um coeficiente de simultaneidade ( $x$ ), o qual relaciona o caudal de cálculo ao caudal acumulado no trecho ( $Q_{acm}$ ). A regulamentação vigente fornece um ábaco para determinação deste coeficiente, como apresentado na Figura A1.

Pedroso (2016) e Lemos (2021) enfatizam que para a região identificada como Pormenor A na Figura A1, torna-se possível também a utilização da Equação 10.

$$Q_r = 7,3497 \times Q_{acm}^{0,5352} \quad \text{Equação (10)}$$

Onde:

$Q_r$  = Caudal de cálculo (L/min);

$Q_{acm}$  = Caudal acumulado (L/min).

#### 3.4.3.2. DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS DE DESCARGA

O dimensionamento dos ramais de descarga de águas residuais está preconizado no Título V – Capítulo IV – Artigo 214 do RGSPDADAR, o qual enfatiza os principais condicionantes para uma correta conceção de cálculo hidráulico:

- a) Os caudais de cálculo;
- b) As inclinações que devem situar-se entre 10 e 40 mm/m;
- c) O coeficiente de rugosidade do material utilizado;
- d) O risco de perda do fecho hídrico.

Além disso, o Artigo 215 indica que o diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga é de 40 mm, contudo, caso sejam aplicados ralos de pinha o diâmetro mínimo deve ser de 50 mm.

Outra normativa do RGSPDADAR apresentada no Artigo 215 é a secção do ramal de descarga não pode ser reduzida no sentido do escoamento. Além disso, o Artigo 216 salienta que o traçado dos ramais de descarga deve ser feito por troços retilíneos, conectados por

curvas de concordância ou caixas de reunião e o troço vertical de um ramal de descarga nunca deve exceder 2 m de altura.

Um outro ponto importante refere-se as distâncias máximas entre o sifão e a seção ventilada, onde caso seja respeitada, o RGSPDADAR por meio do Título V – Capítulo IV – Artigo 214 permite que o dimensionamento seja realizado para escoamento a seção cheia para ramais individuais. Portanto, caso a distância de projeto não esteja em conformidade com a distância máxima apresentada na Figura A2, deve-se dimensionar os ramais de descarga para escoamento a meia seção.

O dimensionamento dos ramais é realizado através da Equação de Manning-Strickler, representada pela Equação (11).

$$Qr = Ks \times A \times Rh^{2/3} \times i^{1/2} \quad \text{Equação (11)}$$

Onde:

$Qr$  = Caudal de cálculo ( $m^3/s$ );

$Ks$  = Coeficiente de rugosidade do material ( $m^{1/3}.s^{-1}$ );

$A$  = Área da seção de escoamento ( $m^2$ );

$Rh$  = Raio hidráulico (m);

$i$  = Inclinação da seção longitudinal (m/m).

Por meio da Equação (11) obtém-se a Equação (12) para o dimensionamento dos ramais não individuais com escoamento a seção cheia, conforme sugerido por Pedroso (2016) e Lemos (2021).

$$Din = \frac{Qr^{3/8}}{0,6459 \times Ks^{3/8} \times i^{3/16}} \quad \text{Equação (12)}$$

Onde:

$Din$  = Diâmetro interno (m);

$Qr$  = Caudal de cálculo ( $m^3/s$ );

$Ks$  = Coeficiente de rugosidade do material ( $m^{1/3}.s^{-1}$ );

$A$  = Área da seção de escoamento ( $m^2$ );

$i$  = Inclinação da seção longitudinal (m/m).

Entretanto, caso seja dimensionado a meia seção utiliza-se a Equação (13).

$$D_{in} = \frac{Qr^{3/8}}{0,4980 \times Ks^{3/8} \times i^{3/16}} \quad \text{Equação (13)}$$

Os componentes presentes na Equação (13) são os mesmos apresentados na Equação (12), tanto em objetivo – *i.e.* determinar o diâmetro interno – quanto em unidades de medida.

### 3.4.3.3. CAPACIDADE DE AUTOLIMPEZA DAS TUBAGENS

Apesar de não haver uma regulamentação específica para a capacidade de autolimpeza das tubagens, Pedroso (2016) destaca que convém efetuar a verificação desse parâmetro, uma vez que há casos em que a água a ser drenada possua elevados teores de gordura, o que pode ocasionar em incrustações e até mesmo obstrução do sistema de drenagem. Nesse sentido Pedroso (2016) sugere que a tensão de arrastamento, determinada pela Equação (14) deve ser superior a 2,45 Pa para que se tenha o escoamento de forma satisfatória.

$$Ta = y \times Rh \times i \quad \text{Equação (14)}$$

Onde:

Ta = Tensão de arrastamento (Pa);

y = Peso específico das águas residuais (N/m<sup>3</sup>);

Rh = Raio hidráulico (m);

i = inclinação da seção longitudinal (m/m).

Por fim, Lemos (2021) enfatiza que a velocidade de escoamento não deve ser inferior a 0,6 m/s para águas residuais sem ou com baixos teores de gorduras, e inferior a 1,2 m/s para águas com significativos teores de gorduras.

### 3.4.3.4. SISTEMA DE VENTILAÇÃO

Consoante à ventilação do sistema hidrossanitário, para além dos valores a serem verificados na Figura A2, a distância do sifão a ventilar com o ramal de ventilação não deve ser superior a duas vezes o diâmetro deste ramal (Lemos, 2021).

Para o dimensionamento dos ramais de ventilação o RGSPDADAR através do Título V – Capítulo IV – Artigo 221 destaca que o diâmetro deste elemento não seja inferior a dois terços do diâmetro do respetivo ramal de descarga. No que concerne ao traçado, o Artigo 222 indica que os ramais de ventilação devem ser constituídos por troços retilíneos, ascendentes e verticais, até que atinjam uma altura mínima de 0,15 m acima do nível superior do dispositivo sanitário mais elevado a ventilar por esse ramal. O mesmo artigo ainda define que a ligação com a coluna de ventilação deve ser efetuada com uma inclinação mínima de 2%, como forma de facilitar o escoamento da água condensada até o ramal de descarga. Por fim, o dimensionamento das colunas de ventilação deve ser realizado com uso da Equação (15), a qual consta no RGSPDADAR.

$$Dv = 0,390 \times Lv^{0,187} \times Dtq \quad \text{Equação (15)}$$

Onde:

Dv = Diâmetro da coluna de ventilação (mm);

Lv = Altura da coluna de ventilação (m);

Dtq = Diâmetro do tubo de queda de águas residuais (mm).

#### 3.4.3.5. DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA DE ÁGUAS RESIDUAIS

Para o dimensionamento dos tubos de queda devem ser considerados a soma dos caudais de cálculo dos ramais conectados a ele. Além disso a taxa de ocupação não deve exceder o valor de um terço em sistemas de ventilação secundária, devendo descer até um sétimo em sistemas sem ventilação secundária, conforme preconizado no Título V – Capítulo IV – Artigo 231 do RGSPDADAR. Em sistemas apenas com ventilação primária a taxa deve obedecer aos valores apresentados na Tabela 10.

*Tabela 10 - Taxas de ocupação de tubos de queda sem ventilação secundária. Fonte: RGSPDADAR.*

Diâmetro (mm)	Taxa de Ocupação
Dtq = 50	1/3
50 < Dtq < 75	1/4
75 < Dtq < 100	1/5
100 < Dtq < 125	1/6
Dtq > 125	1/7



Nesse sentido, como forma de determinar da taxa de ocupação a ser utilizada, Pedroso (2016) apresenta a Equação (16) que se trata de uma relação experimental a ser empregue como pré-dimensionamento.

$$Q_r \leq 2,5 \times D_{tq} \quad \text{Equação (16)}$$

Onde:

$Q_r$  = Caudal de cálculo (L/min);

$D_{tq}$  = Diâmetro do tubo de queda (mm);

E para a determinação do diâmetro do tubo de queda, o RGSPDADAR apresenta a Equação (17), a qual estabelece a relação entre o caudal no tubo e a taxa de ocupação ( $t_s$ ) definida no pré-dimensionamento.

$$D_{tq} = 4,4205 \times Q_r^{3/8} \times t_s^{-5/8} \quad \text{Equação (17)}$$

Onde:

$D_{tq}$  = Diâmetro do tubo de queda (mm);

$Q_r$  = Caudal de cálculo (L/min);

$t_s$  = Taxa de ocupação do tubo (adimensional).

Nota-se também que os diâmetros dos tubos de queda de águas residuais devem ser constantes em toda sua extensão, além de prever a obrigatoriedade da instalação de uma coluna de ventilação sempre que o caudal de cálculo nos tubos de queda com altura superior a 35 m for maior que 700 L/min.

Referente ao diâmetro mínimo utilizado, o Artigo 232 prevê que o diâmetro nominal dos tubos de queda de águas residuais não pode ser inferior ao maior diâmetro dos ramais a eles conectados, com um valor mínimo de 50 mm.

Além disso, as aberturas dos tubos de queda para o exterior devem seguir a algumas diretrizes impostas pelo RGSPDADAR, como:

- ✓ Situar-se a 0,5 m acima da cobertura da edificação ou 2 m se for terraço;

- ✓ Ultrapassar pelo menos 0,2 m o capelo da chaminé se estiver a menos de 0,5 m da abertura da mesma;
- ✓ Elevar-se pelo menos 1,0 m acima das vergas de qualquer porta ou janela quando localizadas a menos de 4,0 m delas.

#### **3.4.3.6. DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES PREDIAIS**

Conforme sugerido por Lemos (2021), *“as águas provenientes dos tubos de queda e ramais de esgoto devem descarregar nos coletores prediais, que as conduzirão para o ramal de ligação”*. Nesse sentido, o caudal de cálculo dos coletores deve ter como base os caudais de descarga que descarregam no mesmo, assim como nos coeficientes de simultaneidade supramencionados. No que se refere ao traçado, a inclinação dos coletores deve estar compreendida entre 10 mm e 40 mm/m. Nota-se, ainda, que o dimensionamento deve ser efetuado para um escoamento a meia seção e tendo como parâmetro o diâmetro mínimo de 100 mm ou superior ao maior diâmetro das canalizações a ele conectadas.

#### **3.4.3.7. CÂMARAS DE INSPEÇÃO E DE RETENÇÃO DE GORDURA**

Como forma de assegurar o acesso ao sistema hidrossanitário com finalidade de manutenção e limpeza, os coletores enterrados devem possuir câmaras de inspeção em seu início, mudanças de direção, de inclinação, de diâmetro e nas confluências (Lemos, 2021). Enfatiza-se que a distância entre duas câmaras não deve ser superior a 15 m.

Já as câmaras retentoras de gorduras têm como objetivo separar as matérias com densidades distintas por meio da flutuação. A necessidade de implementação desse dispositivo dá-se caso as águas residuais sejam propensas a provocar incrustações e obstruções nas tubagens. Ressalta-se que a obrigatoriedade destas câmaras não consta no RGSPDADAR, o que torna possível a não utilização dessas câmaras em casos que se verifiquem uma autolimpeza satisfatória.

O RGSPDADAR sugere, resumidamente, que as câmaras devem ser dimensionadas de forma a possuírem um volume e área de superfície livre coerentes ao caudal afluente e ao teor de gorduras presente. Além disso, consta na regulamentação que não é permitido conexão de bacias de retrete e urinóis nessas caixas e que elas devem situar-se o mais

próximo possível da região produtora dos afluentes. Nota-se que o local deve ser acessível para limpeza e manutenção quando necessário.

#### **3.4.3.8. INSTALAÇÃO DE RECALQUE DE ÁGUAS RESIDUAIS**

No que concerne às instalações de recalque para águas residuais, o RGSPDADAR estabelece que estas instalações devem estar situadas em locais de fácil acesso, com a finalidade de inspeção e manutenção. Além disso, a normativa determina a instalação de um grupo de eletrobombas por meio da implementação de, no mínimo, dois dispositivos iguais.

Outro ponto a ser observado é o nível máximo da superfície livre no interior da câmara de bombagem, a qual não deve ultrapassar a cota de soleira mais baixa da canalização afluente. Nota-se ainda que o caudal deve possuir uma margem de segurança acima do caudal afluente, como forma de assegurar o correto funcionamento do sistema. Para Pedroso (2016), pode-se atribuir um acréscimo de 20% do caudal afluente para sanar a problemática supracitada.

Por fim, recomenda-se que o diâmetro interno mínimo das condutas elevatórias não seja inferior de 100 mm, além de assegurar uma velocidade mínima de escoamento de 0,70 m/s (Lemos, 2021).

#### **3.4.4. SISTEMAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS**

Apesar de determinar a separação entre os sistemas de drenagem de águas residuais e pluviais, o RGSPDADAR indica situações específicas para as quais pode-se ter o lançamento de água no sistema de água pluvial, sendo elas:

- Águas provenientes de rega de jardins, lavagem de pátios e parques de estacionamento;
- Circuitos de refrigeração e instalações de aquecimento;
- Piscinas e depósitos de armazenamento de água;
- Drenagem do subsolo.

### 3.4.4.1. DETERMINAÇÃO DOS CAUDAIS DE PROJETO

Tratando-se do dimensionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais, este, deve ter como base os caudais de cálculo determinados por meio das áreas a drenar em projeção horizontal, no coeficiente de escoamento superficial e na precipitação. Esta metodologia conhecida como Método Racional possui uma precisão considerável para áreas de pequeno porte como bacias hidrográficas de médio e pequeno porte, portanto, para áreas ainda menores como telhados e áreas construídas esta metodologia apresenta-se com grande eficiência e simplicidade de aplicação (Lousada & Camacho, 2018).

Para a determinação precipitação de cálculo, o Tempo de Retorno<sup>4</sup> deve ser estabelecido como igual ou superior a 5 anos, com uma duração de 5 minutos. Usualmente recorre-se às curvas IDF (Intensidade, Duração, Frequência) do local onde será implantado o projeto para a determinação da intensidade de precipitação (Lemos, 2021).

Entretanto, para os casos que não seja necessário um maior rigor na análise estatística de precipitação, ou até mesmo na ausência de dados para determinada localidade, o RGSPPDADAR sugere como uma alternativa viável a separação do território de Portugal em três regiões pluviométricas A, B e C, conforme apresentado na Tabela 11 e Figura A3.

Tabela 11 - Parâmetros de cálculo segundo a região pluviométrica. Fonte: RGSPPDADAR.

Tempo de Retorno	Região Pluviométrica					
	A		B		C	
	a	b	a	b	a	b
5	259.26	-0.562	207.41	-0.562	311.11	-0.562
10	292.68	-0.549	232.21	-0.549	348.82	-0.549
20	317.74	-0.538	254.19	-0.538	381.29	-0.538
50	349.54	-0.524	279.63	-0.524	419.45	-0.524
100	365.62	-0.508	292.6	-0.508	438.75	-0.508

<sup>4</sup> O Tempo de Retorno ou Período de Retorno refere-se ao tempo estimado estatisticamente para que um evento de magnitude igual ou superior venha a ocorrer novamente (Lousada & Camacho, 2018).

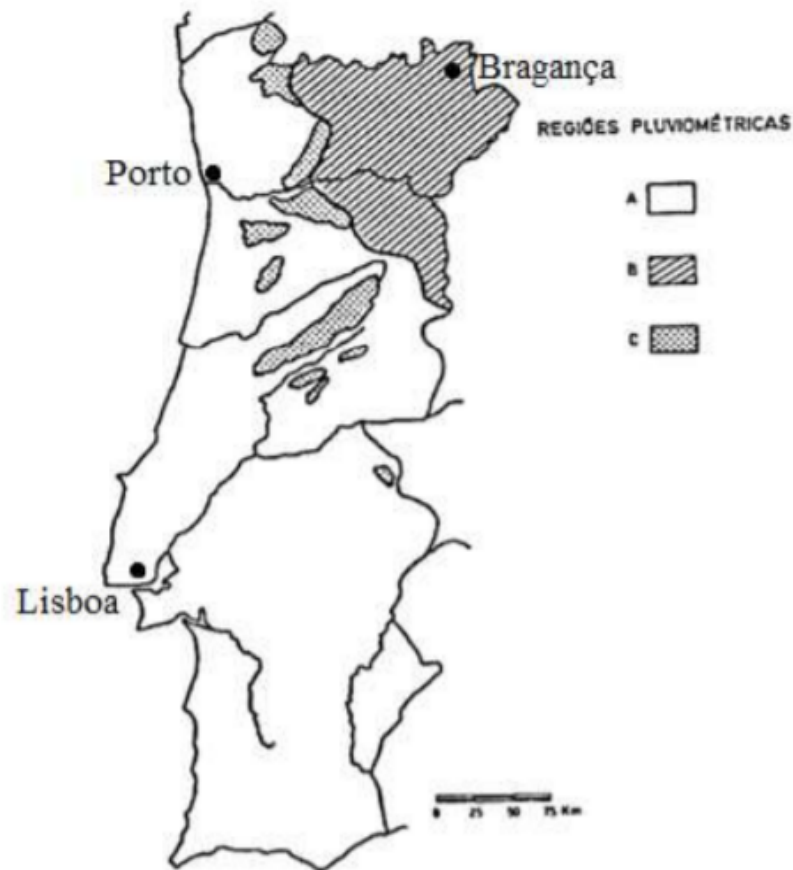


Figura 29 - Regiões pluviométricas em Portugal. Fonte: RGSPDADAR.

Portanto, através da região onde situa-se a construção em estudo são definidos os parâmetros a serem empregues para a determinação da intensidade de precipitação, descrita pela Equação (18).

$$I = a \times t^b \quad \text{Equação (18)}$$

Onde:

I = Intensidade de precipitação (mm/h);

t = Duração da precipitação (min);

a,b = Constantes atreladas ao tempo de retorno e região (adimensional).

Conforme supracitado, a duração da precipitação usual é de 5 minutos.

Calculada a intensidade de precipitação, já se torna possível determinar o caudal de cálculo através do Método Racional, representado pela Equação (19).

$$Q_{cap} = C \times I \times A_c$$

Equação (19)

Onde:

$Q_{cap}$  = Caudal de cálculo de águas pluviais (L/min);

$C$  = Coeficiente de escoamento superficial (adimensional).

$I$  = Intensidade de precipitação (mm/h);

$A_c$  = Área de contribuição em projeção horizontal (m<sup>2</sup>).

O coeficiente de escoamento superficial pode ser entendido como o percentual de água que não infiltrará na superfície e terá um fluxo paralelo à superfície, portanto, varia de 0 a 1.

Para superfícies impermeáveis como coberturas inclinadas e terraços, normalmente se emprega o valor de 1 para o coeficiente de escoamento superficial, ou seja, todo o volume precipitado tende a fluir superficialmente sem nenhuma infiltração por porosidade (Lousada & Camacho, 2018).

#### **3.4.4.2. DIMENSIONAMENTO DAS CALEIRAS**

As águas acumuladas na cobertura devido às precipitações serão recolhidas e redirecionadas para os ramais de descarga e tubos de queda por meio das caleiras, cujos caudais de cálculo devem ser obtidos de acordo com a área a drenar conforme mencionado anteriormente.

O cálculo do caudal é feito por meio de análise de condutos livres e sem sobrepressão, portanto, aplica-se a equação Manning-Strickler (Equação (11)), atentando-se à altura da lâmina de água, a qual não deve exceder 70% da altura da seção transversal do elemento, conforme preconizado pelo RGSPDADAR.

Outro ponto fulcral a se considerar é a inclinação em caso de telhados com mais de 1 água, pois o escoamento do caudal precipitado terá mais de 1 direção de fluxo. Portanto, o posicionamento das caleiras e a sua capacidade depende da área de contribuição da cobertura que redireciona apenas determinada parcela do volume total para a caleira a dimensionar, sendo, portanto, necessário fracionar a área da cobertura de acordo com as águas do telhado e a sua respetiva inclinação.

### 3.4.4.3. DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA DE ÁGUAS PLUVIAIS

Conforme estabelecido pelo RGSPPDADAR, os tubos de queda de águas pluviais devem situar-se, preferencialmente, na face externa da edificação ou por meio de galerias verticais acessíveis (Lemos, 2021).

O dimensionamento dos tubos de queda pode ser realizado com o auxílio da Equação (20).

$$Q_{ctq} = \left( \alpha + \beta \times \frac{H_{tq}}{D_{ptq}} \right) \times \pi \times D_{ptq} \times H_{tq} \times \sqrt{2 \times g \times H_{tq}} \quad \text{Equação (20)}$$

Onde:

$\alpha = 0,453$  para entrada de caudal no tubo de queda com aresta viva e  $0,578$  para entrada cônica no tubo de queda (Adimensional);

$\beta = 0,350$  (Adimensional);

$Q_{ctq}$  = Caudal de cálculo para os tubos de queda de águas pluviais ( $m^3/s$ );

$H_{tq}$  = Carga no tubo de queda (m);

$D_{ptq}$  = Diâmetro do tubo de queda de águas pluviais (m);

$g$  = Aceleração gravítica ( $m/s^2$ ).

### 3.4.4.4. DIMENSIONAMENTO DOS COLETORES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Por fim, os coletores prediais de águas pluviais podem ser dimensionados para escoamento a seção cheia, possuindo uma inclinação que deve ser superior a 5 mm/m. Além disso, assim como referido para águas residuais, o coletor de águas pluviais deve ter diâmetro mínimo de 100 mm (Lemos, 2021).





## CAPÍTULO 4 ANÁLISE DA REABILITAÇÃO EXECUTADA

#### 4.1. ÁREAS DE UTILIZAÇÃO

O Centro de Saúde a analisar é formado por 6 pisos, onde o acesso é realizado por meio dos pisos 1, 2, 3 e 4. Nota-se que a entrada principal está localizada no piso 3 através da Rua das Hortas, sendo neste mesmo piso onde situa-se a secretaria principal. O projeto de reabilitação efetuado também tem como um dos objetivos gerais a reorganização dos espaços, entretanto, optou-se por manter o funcionamento organizacional da edificação.

- **Piso 1:** o primeiro piso é onde está situada a biblioteca, a qual foi reorganizada como forma de incluir uma sala de conferências com vídeo projeção e sala de leitura. Ressalta-se que neste piso é onde está presente as instalações sanitárias de apoio e instalações técnicas em compartimentos distintos, os quais incluem a Central de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC), Grupo Gerador, Central de Vácuo e Central de Oxigênio, conforme apresentado na Figura A3;
- **Piso 2:** o segundo piso está segregado em diversos espaços com utilizações variadas, sendo: Saúde Escolar, Gabinetes do Centro de Segurança Social e Saúde Oral, sendo a última não pertencente ao plano de reabilitação. O Piso 2 está representado na Figura A4;
- **Piso 3:** assim como o segundo piso, o terceiro piso também está dividido em vários espaços com utilizações variadas, como: Delegação de Saúde, Enfermagem e Vacinação, Secretaria Geral e uma região estabelecida para exposição, como pode ser visto na Figura A5 e Figura A6;
- **Pisos 4 e 5:** o quarto e quinto piso são compostos por gabinetes de consulta, os quais os quais são organizados por freguesias. Nota-se que cada piso tem uma secretaria-geral com o intuito de nortear os utentes por cada uma dessas freguesias. Nesse sentido, o Piso 4 é onde situa-se as secretarias responsáveis pelas freguesias de Imaculado Coração de Maria, São Pedro e Santa Luzia, e o Piso 5 para as freguesias de Santa Maria Maior, Sé e São Gonçalo. Os Pisos 4 e 5 estão representados na Figura A7 e Figura A8, respetivamente;
- **Piso 6:** o sexto piso basicamente está destinado aos serviços de Planeamento Familiar, Saúde Materna e Psicologia, conforme demonstrado na Figura A9.

## **4.2. SOLUÇÃO ADOTADA PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

O cerne da solução adotada parte a priori de um abastecimento que possibilite a utilização do reservatório de 29,50 m<sup>2</sup> já existente na cobertura, Figura A10, uma vez que não há a possibilidade de construção de outro reservatório num nível mais inferior. Portanto, o abastecimento desse reservatório presente na cobertura será efetuado diretamente pela rede pública – *i.e.* o mesmo funcionamento previamente instalado no edifício.

Como forma de garantir o equilíbrio de pressões entre as redes de abastecimento de água fria e quente, o projeto estabeleceu a implementação de um sistema hidropressor junto ao reservatório. Para os pisos inferiores, utilizou-se de válvulas redutoras de pressão de 3,0 bar de maneira que as pressões presentes nos aparelhos de utilização fossem adequadas.

Portanto, evidencia-se que o projeto de reabilitação realizado não negligenciou os dispositivos já existentes como o reservatório e utilizou de dispositivos auxiliares como válvulas redutoras de pressão para assegurar o correto funcionamento dos aparelhos ali presentes.

### **4.2.1. BASES DE CÁLCULO**

#### **4.2.1.1. CAUDAIS INSTANTÂNEOS DOS APARELHOS DE UTILIZAÇÃO**

Os caudais instantâneos utilizados para efeito de dimensionamento foram os caudais estabelecidos pelo Anexo IV do RGSPDADAR, conforme apresentado na Tabela 4 do Capítulo 3 do presente estudo. Portanto, o projeto de reabilitação teve como base os valores mínimos de utilização por aparelho, como está preconizado pela normativa vigente.

#### **4.2.1.2. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDADE E CAUDAIS DE CÁLCULO**

Consoante aos caudais de cálculo, estes foram obtidos por meio dos caudais acumulados dos aparelhos de utilização, levando em consideração o fator de simultaneidade presente no ábaco Anexo V do RGSPDADAR, correspondendo a uma utilização simultânea de conforto médio. Evidencia-se que para os dispositivos a abastecer com água quente e fria foram utilizados caudais instantâneos com valor total tanto para água fria quanto para água quente, de forma segregada.

Para aparelhos munidos de fluxómetros como os mictórios e bacias de retrete, alternaram-se os coeficientes de simultaneidade utilizado, onde os valores empregues foram os recomendados pelas bibliografias de especialidade de hidráulica.

Já para os chuveiros e balneários utilizou-se de um coeficiente de simultaneidade igual a 1, ou seja, considerando que há a possibilidade de que todos aparelhos podem entrar em uso de forma simultânea.

Portanto, evidencia-se que o presente projeto não utilizou da Equação (2) como base de cálculo para o coeficiente de simultaneidade, mas sim do ábaco Anexo V do RGSPDADAR, o que também está assegurado pela normativa vigente. Entretanto, a normativa tende a ser uma diretriz para a elaboração do projeto, o que pode sofrer alterações desde que justificadas. Nesse sentido, as aplicações dos coeficientes de simultaneidade presentes nas bibliografias de especialidades podem ser empregues desde que haja coerência e que sejam bibliografias validadas por outras normativas de fabricação.

#### **4.2.1.3. VELOCIDADE**

A determinação dos diâmetros fez-se de forma a assegurar velocidades de escoamento compreendidas entre 0,5 e 2,0 m/s, conforme regulamentado e explicitado no Capítulo 3 deste trabalho. Contudo, para o projeto de reabilitação das redes hidráulicas fixou-se a velocidade máxima em 1,5 m/s para as redes no interior das instalações sanitárias e 1,75 m/s para as redes gerais. Portanto, o projeto teve como critério base a redução dos ruídos e presença de golpes de aríete nas tubagens, o que provocaria perdas de cargas consideráveis.

Os valores para velocidades mínimas não foram muito inferiores a 1,0 m/s, como forma de evitar a perda de qualidade da água pela deposição de sedimentos e desenvolvimento de fungos ou bactérias nas redes de abastecimento.

Sendo assim, evidencia-se mais uma vez que o projeto segue de forma criteriosa o que está preconizado na regulamentação vigente.

#### 4.2.1.4. CÁLCULO DAS PERDAS DE CARGA

Consoante as perdas de cargas provocadas pelo atrito do fluido com as tubagens, conforme indicado no Capítulo 3 do presente estudo, o RGSPDADAR não estabelece ou determina uma metodologia específica para o cálculo deste parâmetro. Como tratado anteriormente, a metodologia mais utilizada para esse cálculo é a Equação de Darcy-Weisbach, representada pela Equação (6) e pormenorizada no capítulo anterior.

Entretanto, para o projeto de reabilitação do sistema hidráulico do Centro de Saúde a analisar optou-se pela Equação de Flamant, representada pela Equação (21).

$$J = Kf \times Qp^{1,75} \times Din^{-4,75} \quad \text{Equação (21)}$$

Onde:

J = Perda de carga contínua (mca);

Kf = Coeficiente de atrito de Flamant;

Qp = Caudal de projeto (m<sup>3</sup>/s);

Din = Diâmetro interno da tubagem (m).

O coeficiente de atrito de Flamant (Kf) depende basicamente da tipologia de material utilizado e também pode variar de acordo com cada fornecedor. Este coeficiente estabelece a relação de perda de carga de acordo com o grau de rugosidade e tipo de material escolhido.

Segundo estudos experimentais realizados por Sampaio *et al.* (2010) e posteriormente confirmadas por Mezzomo *et al.* (2019), entre as metodologias testadas destacam-se a Equação de Darcy-Weisbach e a Equação de Flamant, onde há uma menor amplitude de variação em relação aos dados medidos para o aumento de perda de carga. Portanto, ambas metodologias possuem uma estimativa precisa de perdas de carga.

Referente a perda de carga localizada, optou-se por efetuar um acréscimo de 25% no comprimento total das tubagens, uma vez que a aplicação e verificação de cada um dos elementos constituintes pelo Método do Comprimento Virtual é extremamente moroso. Segundo Lemos (2021), em Portugal usualmente utiliza-se um acréscimo de aproximadamente 20% para este parâmetro, o que torna a opção de 25% uma forma de ser conservativo no dimensionamento. Entretanto, Lemos (2021) também enfatiza que a

aplicação completa do Método dos Comprimentos Virtuais é bastante difundida em outros países, apresentando valores consideravelmente superiores para as perdas de cargas finais – *i.e.* cerca de 66% de acréscimo.

Portanto, enfatiza-se que a reabilitação do sistema hidráulico do Centro de Saúde conta com um acréscimo ligeiramente superior ao que é aplicado arbitrariamente em Portugal. Contudo, esse acréscimo ainda sim pode estar subdimensionado se comparado às metodologias e práticas mais morosas e pormenorizadas de se realizar.

Por fim, alguns elementos do sistema hidráulico contam com perdas de cargas localizadas específicas de acordo com a tipologia, como:

- ✓ Central Térmica: 10 mca;
- ✓ Contadores: 6 mca;
- ✓ Caixas de Derivação: 5 mca.

Dentre as bibliografias de projeto analisadas, não constam as especificações técnicas para os valores acima demonstrados, portanto, não é possível afirmar se são valores de referência dos fornecedores ou valores arbitrários de projeto.

#### **4.2.1.5. PRESSÃO DE SERVIÇO**

A rede de abastecimento e o grupo hidropressor foram dimensionados de forma a assegurar uma pressão mínima de 10 mca no aparelho mais desfavorável. Ressalta-se que a pressão de serviço mínima depende do tipo de aparelho de utilização, onde o fornecedor estabelece o valor mínimo de funcionamento.

#### **4.2.2. MATERIAL A UTILIZAR**

##### **4.2.2.1. REDES INTERIORES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE E FRIA**

Toda a rede interna de abastecimento de água fria, quente e retorno será composta por tubagens em aço inox, da classe PN10, onde os acessórios são da classe de pressão igual ou superior à da tubagem. Além disso, todas as tubagens e acessórios utilizados estão homologados por organismos credenciados.

Referente às instalações, todas elas foram realizadas de acordo com as exigências do manual de instalação dos equipamentos e materiais, como forma de garantir o correto funcionamento dos dispositivos empregues.

No que concerne ao interior das instalações sanitárias, a rede é composta por tubagem em polietileno reticulado (PEX) de classe PN10 (para pavimentos e paredes).

Já a tubagem da rede principal de distribuição de água fria e quente, optou-se por material em aço inox, onde todas as características das tubagens, tipologias de juntas e acessórios seguem integralmente a especificação ET07/2009 – Caderno de Encargos para Tubagem em Instalações de Águas de Edifícios Hospitalares, a qual foi homologada pela Administração Central do Sistema de Saúde.

Além disso, os tubos de aço inox e os seus respetivos acessórios foram determinados de forma a seguir as normativas portuguesas e europeias como:

- NP EN ISO 1127: 1999
- NP EN 10204: 2004
- NP EN 10312: 2004 + A1: 2008
- EN 10088-1: 2005

Consoante à instalação dos elementos em aço inox, seguem também as normativas nacionais e europeias como:

- EN 806 – 1: 2000
- NP EN 439: 1966
- EN ISO 6848: 2004
- NP EN 1600: 2000
- EN 12072: 2000
- NP EN ISO 15607: 2008
- NP EN ISO 15609: 2008
- NP EN ISO 15614-1:2004
- NP EN 287-1: 2004 + A2:2006
- EN ISO 3834: 2005
- NP EN 970: 2001

- NP EN 1714
- NP EN 12062: 1997
- NP EN 12517: 2006
- EN ISO 5817: 2007
- EN ISO 6520-1: 2007

Por fim, enfatiza-se que a aprovação dos tubos ficou sob responsabilidade da fiscalização.

#### **4.2.2.2. JUNTAS E ACESSÓRIOS**

As juntas foram efetuadas com acessórios do tipo PRESS FITTING ou equivalente, onde as curvas, têes e restantes acessórios também são compostas por aço inox, conectados aos tubos pelo sistema supracitado.

#### **4.2.2.3. DILATAÇÃO DAS TUBAGENS**

De maneira a prevenir a fissuração ou outras problemáticas provenientes da dilatação térmica, o projeto teve em conta as seguintes práticas mitigadoras:

- a) Escolha apropriada dos pontos fixos do sistema de distribuição de águas quentes, para que a dilatação possa ser feita livremente e sem esforço sobre o revestimento;
- b) Um ponto fixo nos troços rectos e outros deslizantes nas redes com instalação por abraçadeiras;
- c) As mudanças de direcção tendem a servir de compensação para a dilatação se os pontos fixos forem bem escolhidos;
- d) Nos troços rectos compridos das redes de água quente, empregou-se um dispositivo próprio para a dilatação, designado por “liras”;
- e) As tubagens embebidas nas paredes ou reboco foram envolvidas com cartão canelado, como forma de permitir a liberdade de movimentos e respeitando a seguinte técnica:



- Água fria: 1 volta com sobreposição de perímetro do tubo;
- Água quente: 2 voltas com sobreposição de perímetro do tubo, a menos que o tubo seja protegido termicamente com qualquer material de espessura superior a 5 mm.

Para as redes de águas foram postas juntas de dilatação alinhadas às juntas do edifício, sendo em um e outro caso utilizado juntas do tipo U ou lira. Nota-se que estas juntas foram dimensionadas para absorverem os esforços longitudinais e transversais, respeitando o estado limite de serviço.

#### 4.2.2.4. FIXAÇÃO

A fixação das tubagens foram feitas por abraçadeiras também em aço inox, as quais permitem a livre dilatação em regiões que não sejam os pontos fixos. Estas abraçadeiras foram isoladas das canalizações por meio de juntas de borracha, de forma a evitar a transmissão de ruídos para as paredes da edificação.

O afastamento entre abraçadeiras e quaisquer outros apoios variam de acordo com os diâmetros, entrando, não sendo inferiores a:

- a) Trajetos Horizontais
  - a. Ø15 e Ø18 mm = 1,3 m;
  - b. Ø22, Ø28 e Ø35 mm = 1,5 m;
  - c. Ø42 mm ou superior = 2 m.
- b) Trajetos Verticais
  - a. Todos os diâmetros = 2 m.

Para as montagens à vista, as tubagens estão afastadas das paredes e tetos – *i.e.* mesmo após o isolamento – em aproximadamente 5 cm. Para os atravessamentos de paredes, tetos e pavimentos previu-se o envolvimento por mantas metálicas de proteção de chapa zincada ou por bainha de PVC, permitindo a livre dilatação dos elementos.

O projeto ainda enfatiza que as mantas metálicas não podem funcionar como apoio a tubagem, nem podendo, sequer, ficar em contacto com elas, uma vez que o espaço entre a manta e a tubagem são preenchidas com material isolante – *i.e* lã de vidro ou lã de rocha.

#### **4.2.2.5. PROTEÇÃO CONTRA A OXIDAÇÃO**

A tubagem utilizada foi previamente protegida contra a oxidação por meio de demãos de primário especial, adequando-se às características intrínsecas da tubagem e a temperatura do fluido escoado.

Para o exterior, as tubagens enterradas passaram por uma pintura de duas demãos de primário especial e revestidas a posteriori por um dos processos a seguir:

- ✓ Pintura a duas demãos com elemento betuminoso do tipo "Inertol" ou equivalente de qualidade superior;
- ✓ Envolvimento com fita do tipo "Denso" ou equivalente de qualidade superior, com 200 mm de largura, onde a execução segue de acordo com as instruções seguintes:
  - a) Sobreposição de 50% da fita em cada volta;
  - b) Tensionamento da fita de modo a garantir perfeita aderência sem rugas;
  - c) Nas regiões em que termine um rolo de fita e comece outro, a primeira espiral recobre totalmente a anterior;
  - d) A montagem da tubagem depois de revestida com fita foi realizada por meios não cortantes, onde não permitiu-se que o seu assentamento fosse efetuado sobre pedras ou outros objectos perfurantes.

Além disso, o acabamento da tubagem exposta à vista foi realizado por pinturas com duas demãos de tinta de alumínio ou de óleo, uma vez que o grau de agressividade à corrosão do ambiente externo tende a ser maior por distintos fatores.

Para o revestimento metálico que envolve o isolamento térmico da tubagem optou-se por duas demãos de primário e outras duas de alumínio ou de óleo.

Portanto, seguindo as recomendações bibliográficas e normativas de proteção contra corrosão, o projeto implementado apresenta um elevado grau de preocupação e tomada de medidas mitigadoras para a problemática supracitada.

#### 4.2.3. EQUIPAMENTOS DA REDE DE ÁGUA POTÁVEL

##### 4.2.3.1. RESERVATÓRIO DE ÁGUA

Para o dimensionamento do reservatório e sistemas de bombagem a ser utilizados, o projeto levou em conta os utilizadores estabelecidos na Tabela 12.

Tabela 12 - Utilizadores considerados. Fonte: Projetista (2013).

Utilizador	Quantidade
Utentes	750
Funcionários (sem uso de balneários)	8
Funcionários (com uso de balneários)	72

Para cada tipologia de utilizador, o projeto considerou os consumos apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Consumos considerados. Fonte: Projetista (2013).

Utilizador	Consumo (L/dia)
Utentes	8
Funcionários (sem uso de balneários)	30
Funcionários (com uso de balneários)	110
Outros*	1000

\*Os valores estabelecidos como como “outros” refere-se ao uso para serviços secundários, mas fundamentais como lavagem, rega de canteiros etc.

Com isso, o consumo diário total para o dimensionamento do reservatório e instalação do sistema de bombagem teve um valor inicial de 15160 litros. Contudo, o projeto também contou

com uma margem de segurança arbitrária de 15%, majorando o valor de consumo para 17434 litros.

Além disso, admitiu-se o funcionamento em simultâneo de 4 bocas-de-incêndio do tipo carretel, o qual possui um caudal unitário de 5,40 m<sup>3</sup>/h, resultando em um volume necessário de reserva de água para combate a incêndios de 21,60 m<sup>3</sup>.

O projeto considerou que o reservatório possui cerca de 16,14 m<sup>2</sup>, e como forma de estabelecer uma reserva de incêndio para caso haja o cessar de abastecimento por parte da rede pública, a tomada de aspiração da rede de água potável está situada 1,34 m acima da base do reservatório. O valor de 1,34 m refere-se a altura necessária para que o reservatório tenha sempre um volume mínimo abastecido de 21,60 m<sup>3</sup>.

Como o volume do reservatório deve ser a soma do volume de incêndio e do volume de consumo – *i.e.* 39,03 m<sup>3</sup>, a válvula de flutuador foi instalada a uma altura superior a 2,40 m da base do reservatório, assegurando que o reservatório estará sempre abastecido com o volume de projeto.

Nota-se que o reservatório possui uma abertura para inspeção, limpeza e manutenção, conforme preconizado no RGSPDADAR. Além disso, o reservatório é alimentado pela rede pública de distribuição de água potável, através de um ramal de alimentação munido por uma válvula de flutuador.

Por fim, o projeto ainda estabeleceu a instalação de uma descarga de superfície e uma descarga de fundo, onde ambas estão ligadas à rede de drenagem de águas pluviais.

#### **4.2.3.2. GRUPO HIDROPRESSURIZADOR**

Conforme mencionado no subcapítulo 4.2.1.5, o sistema de pressurização foi dimensionado para os caudais de cálculo da rede e com pressões de serviço mínimas de 10 mca para o dispositivo de utilização mais desfavorável.

Para dimensionamento do grupo de pressurização foram considerados os valores apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Valores de cálculo para o sistema de pressurização. Fonte: Projetista (2013).

Parâmetro	Valor	Unidade de Medida
Caudal de cálculo	3,22	L/s
Pressão mínima de serviço	21	mca
Pressão de paragem do grupo	36	mca
Quantidade de arranques horários	30	un

O sistema é composto por um grupo hidropressor do tipo Hydro Multi-E 2 CRIE 5-8 da marca GRUNDFOS ou equivalente. Além disso, o sistema tem como apoio na linha de descarga de um depósito de 170 L.

#### 4.2.3.3. BOMBA CIRCULADORA DA REDE DE RETORNO

O grupo de bombagem circuladora da rede de retorno possui as características indicadas no projeto de produção de água quente sanitária, onde:

- ✓ O circuito de retorno de água quente conta com duas bombas de circulação em paralelo, sendo uma de serviço e outra de reserva;
- ✓ Foi instalado um armário eléctrico de comando e protecção que ative e desative automaticamente a bomba de reserva em caso de problemas na bomba de serviço;
- ✓ Presença de um comutador que faça a permutação cíclica das duas bombas;
- ✓ Indicação de qual das bombas está em funcionamento por meio de um quadro sinóptico.

Enfatiza-se também que ficou a cargo do Adjudicatário a entrega dos catálogos com as características inerentes das válvulas a instalar para o representante do Dono de Obra.

#### 4.2.3.4. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE SANITÁRIA

A produção de água quente foi especificada no projeto de produção de água quente sanitária, a qual não compõe a bibliografia em análise. Contudo, o aquecimento da água para a

utilização não diverge em essência das metodologias apresentadas no Capítulo 3 do presente estudo.

#### **4.2.3.5. VÁLVULAS**

##### **4.2.3.5.1. VÁLVULAS DE PINHA**

As válvulas de pinha foram instaladas nas extremidades da tubagem de aspiração do grupo de sobrepressão hidropneumático, sendo instaladas na posição vertical. Optou-se pela utilização de válvulas da GRUNDFOS ou equivalente, possuindo filtro e válvula de retenção que servem para reter a coluna de água existente na tubagem de aspiração. Nota-se que a utilização dessa válvula evita que os sistemas de bombagem desferrem durante a paragem das mesmas.

##### **4.2.3.5.2. VÁLVULAS DE SECCIONAMENTO**

Para as válvulas de seccionamento, utilizou-se do tipo macho esférico com diâmetro nominal igual ou inferior a 50 mm, possuindo uma passagem lateral. O material pertence a classe PN10 e é composto por um corpo em latão, esfera em latão cromado e com vedantes da haste em “teflon”. A válvula tem como característica o comando manual de ¼ de volta, por meio de alavanca. Contudo, destaca-se que quando implementadas em tubagem de polietileno reticulado, foram empregues acessórios de transição em latão, com rosca macho para bicone, “Tour & Andersson”, “Giacomini” ou equivalente.

Consoante as válvulas de seccionamento com diâmetro nominal superior a 50 mm, estas são caracterizadas pelo tipo de cunha de assentamento elástico, possuindo uma câmara lisa e com passagem total. O dispositivo é composto em ferro fundido dúctil, flangeadas e com comando manual por volante, pertencente a classe PN10.

##### **4.2.3.5.3. VÁLVULAS DE REGULAÇÃO**

Já as válvulas de regulação são pertencentes a classe PN10 do tipo globo, onde o corpo e componentes metálicos são em bronze. As válvulas de regulação estão equipadas com volante e com sentido horário de fechamento.

Além disso, os canhões foram roscados de acordo com a regulamentação NP EN ISO 8492:2007.

#### **4.2.3.5.4. VÁLVULAS DE RETENÇÃO**

As válvulas de retenção foram postas nas saídas dos sistemas de bombagem, entro o grupo de eletrobomba e as válvulas de seccionamento. A opção desta disposição deu-se por permitir uma maior facilidade de inspeção e manutenção.

O projeto destaca ainda que para as válvulas instaladas na vertical, o sentido de escoamento utilizado é de baixo para cima.

#### **4.2.3.5.5. VÁLVULAS MOTORIZADAS**

No que se refere às válvulas motorizadas, nota-se que apenas algumas válvulas de seccionamento do tipo borboleta possuem esta função, onde o comando pode ser realizado *in loco*, tanto por meio do actuador ou manualmente, ou até mesmo a partir de sinal enviado através do comando centralizado.

O projeto destaca que o actuador das válvulas é do tipo de fecho fraccionado, instalado diretamente na válvula, possuindo um dispositivo de limite de torque e que é composto por:

- ✓ Possui um motor eléctrico assíncrono, com uma tensão monofásica de 220 V, instalado em uma caixa isolada e impermeável;
- ✓ É composto por um corpo em alumínio fundido;
- ✓ O fechamento é realizado no sentido horário;
- ✓ Possui um indicador proporcional ao movimento da operação do mecanismo;
- ✓ Possui um volante para operação manual da válvula;
- ✓ Permite que o mecanismo pare em qualquer posição intermédia entre completamente aberto ou fechado.

#### **4.2.3.5.6. VÁLVULAS DE RAMAL**

As válvulas de ramal são do tipo macho esférico de construção em AISI 316, possuindo extremidades roscadas.

#### **4.2.3.5.7. VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO**

As válvulas redutoras de pressão foram adequadas à pressão máxima da rede pública de abastecimento, estabelecendo-se minimamente a classe PN16. Estes dispositivos são compostos por pistão em ferro fundido e com revestimento interior e exterior em epóxi. No que concerne aos elementos metálicos, todos são constituídos em aço inox de classe AISI316.

O dispositivo conta com filtro, sede, obturador e com cartucho com membrana extraível como forma de facilitar as intervenções de limpeza e manutenção. Além disso, este possui uma temperatura máxima de serviço de 80°C, pressão máxima a montante de 25 bar e com campo de regulação da pressão a jusante de 0,5 a 6 bar.

As superfícies de passagem foram revestidas a quente com politetrafluoretileno.

#### **4.2.3.6. INSTALAÇÃO DAS TUBAGENS**

As canalizações de abastecimento de água foram instaladas em vala ou sob a construção em betão armado. Para as canalizações à vista, foram instaladas sobre suportes adequados como forma de reduzir a movimentação pela vibração provocada pelo escoamento turbulento e mitigar a possibilidade de fissuração ou desconexão entre as tubagens e os elementos de ligação.

Nesse contexto, os sistemas de distribuição e os ramais foram instalados em percursos ascendentes com inclinação mínima de 0,3%. Referente à altimetria das tubagens, garantiu-se a correta transição entre aterro e obras de arte sem a necessidade de implementação de novos acessórios e curvas. Esta prática é de suma importância uma vez que pretende-se manter o perfil longitudinal sem o acréscimo de perdas de cargas localizadas ainda maiores.



### **4.3. SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS**

A solução encontrada para a drenagem de águas residuais foi por meio da canalização gravítica das águas saponáceas e águas fecais até a rede pública existente situada na Rua onde se localiza o Centro de Saúde.

A rede de esgotos é basicamente composta pelos ramais de descarga, caixas de visita e tubos de queda, as quais tiveram o RGSPDADAR como diretriz de dimensionamento.

#### **4.3.1. BASES DE CÁLCULO**

##### **4.3.1.1. CAUDAIS INSTÂTANEOS**

Os caudais de cálculo foram ser determinados por meio do somatório dos caudais de descarga dos respetivos aparelhos que confluem para a tubagem a dimensionar, os quais estão sob influência de um coeficiente de simultaneidade.

Os caudais de descarga dos aparelhos sanitários foram fornecidos pelos fabricantes, entretanto, para situações onde não houve a apresentação de um valor de referência, utilizou-se dos valores mínimos estabelecidos pelo RGSPDADAR e pela Tabela 9 presente no Capítulo 3 do presente estudo.

##### **4.3.1.2. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDADE E CAUDAIS DE CÁLCULO**

Conforme supracitado, os caudais de cálculo foram obtidos por meio do somatório dos caudais instantâneos dos aparelhos a drenar, considerando sempre o coeficiente de simultaneidade previsto pelo Anexo V do RGSPDADAR.

O dimensionamento foi realizado seguindo criteriosamente a Equação (10), o que está de acordo com a normativa vigente.

##### **4.3.1.3. RAMAIS DE DESCARGA**

Os ramais de descarga individuais foram dimensionados para um escoamento a meia secção apenas para casos de sistemas apenas com ventilação primária, onde a distância entre o

sifão e a secção ventilada não tenha ultrapassado o valor máximo de referência. Em contrapartida, caso não atenda ao caso mencionado o dimensionamento foi realizado como ramais de descarga não individuais, conforme previsto pelo RGSPDADAR e pormenorizado no subcapítulo 3.4.3.2 deste estudo.

Enfatiza-se que os ramais de descarga não individuais não foram ser dimensionados para escoamentos superiores a meia secção, de forma a seguir a normativa. Além disso, as inclinações estão compreendidas entre 10 e 40 mm/m e os ramais de descarga individuais dos aparelhos de utilização foram estabelecidos com o valor mínimo de 50 mm até às caixas de pavimento, conforme apresentado no Artigo 215 do regulamento.

Os ramais de descarga foram dimensionados pela fórmula de Manning-Strickler, Equação 11, conforme detalhado no capítulo anterior.

#### **4.3.1.4. TUBOS DE QUEDA**

Os tubos de queda foram dimensionados para uma taxa de ocupação máxima de 1/3 para os casos onde há ventilação secundária, caso contrário, esta taxa de ocupação foi reduzida até 1/7, com o aumento do seu diâmetro, como pode ser visto na Tabela 10.

O diâmetro interior dos tubos de queda foi calculado conforme previsto pela Equação (17).

#### **4.3.1.5. COLETORES PREDIAIS**

O diâmetro mínimo estabelecido para os coletores prediais foi superior ao maior diâmetro das canalizações confluentes, com um valor mínimo de 100 mm como regulamenta o RGSPDADAR.

O dimensionamento destes coletores também foi realizado por meio da Equação de Manning-Strickler, representada pela Equação (11).

#### **4.3.2. MATERIAIS REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS**

As canalizações da rede de drenagem de águas residuais à vistas ou que se encontram suspensas em lajes são compostas em PVC-U série B tipo FERSIL ou material equivalente. Já para as redes enterradas são compostas também em PVC de classe SN4.

Para os acessórios e dispositivos de ligação, todos possuem classes de pressão iguais ou superiores ao das tubagens, sendo todos estes pertencentes e homologados por organismos credenciados.

No que se refere à fixação das canalizações, todas elas foram fixadas aos elementos estruturais por meio de abraçadeiras do tipo ERICO-MACROFIX ou de qualidade similar.

As caixas de visita são de geometria quadrada em betão armado, possuindo um interior impermeabilizado e protegido contra a agressividade química das águas residuais por meio de uma pintura adequada. Apenas para alguns casos as caixas de visita foram constituídas por anéis de betão pré-fabricados, formando uma geometria circular. Referente às tampas das caixas de visita, são constituídas em ferro fundido de classe C250 tipo 60x60 JLD-C250 da marca VISÃO ou qualquer outra com qualidade equivalente.

#### **4.4. SOLUÇÃO ADOTADA PARA A DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS**

As redes de drenagens de águas pluviais para as coberturas e pátios foi elaborada de forma a canalizar a água precipitada para a rede pública de drenagem de águas pluviais existentes nas ruas adjacentes à edificação.

##### **4.4.1. CAUDAIS DE CÁLCULO**

A determinação dos caudais de cálculo foi realizada por meio das curvas IDF conforme pormenorizado no subcapítulo 3.4.3.1, seguindo os parâmetros gerais sugeridos pelo RGSPDADAR para caso não haja a necessidade de um estudo mais aprofundado, como é o caso.

Nesse sentido, para os tubos de queda e coletores considerou-se uma duração de precipitação igual a 5 minutos para um período de retorno de 5 anos. Apesar da Figura 29 não constar a localidade onde está situado Centro de Saúde, o Anexo IX do RGSPDADAR informa que para a Região Autônoma da Madeira deve ser considerada a Região Pluviométrica C. Portanto, com os dados adquiridos por meio da normativa determinou-se uma intensidade de precipitação de 2,10 L/min.m<sup>2</sup>

Desprezando os efeitos de armazenamento da rede, utilizou-se o Método Racional para o cálculo dos caudais, método este representado pela Equação (19). O coeficiente de escoamento a adotar no caso de áreas a drenar nas coberturas e nos terraços, assumem um valor unitário, ou seja, estabeleceu-se que área a drenar caracteriza-se como impermeável e todo volume precipitado terá um escoamento superficial. Nota-se que para os taludes pertencentes aos terrenos adjacentes assumiu-se uma capacidade de absorção de 20%, ou seja, o coeficiente de escoamento superficial adotado foi de 0,8.

As águas pluviais das coberturas serão escoadas através de caleiras retangulares dimensionadas em função da área de captação e distribuídas através de ralos de pinha para os tubos de queda.

#### **4.4.2. CALEIRAS**

Conforme indicado pelo RGSPDADAR, a altura lâmina líquida no interior das caleiras e algerozes não ultrapassará 7/10 da altura da secção transversal destas, exceto que em caso de transbordo, este não se dará para o interior do edifício.

#### **4.4.3. TUBOS DE QUEDA**

Os diâmetros dos tubos de queda adotados novamente são superiores ao maior diâmetro dos ramais de descarga, onde estabeleceu-se um valor mínimo de 50 mm, como preconizado pela regulamentação. Os cálculos dos diâmetros dos tubos de quedas foram efetuados através de uma variação empírica e simplificada da Equação (20).

#### **4.4.4. RAMAIS DE DESCARGA E COLETORES**

Consoante aos ramais de descarga, este dispositivo foi dimensionado de forma a obter um diâmetro mínimo de 50 mm conforme indicado no regulamento. Contudo, a mesma regulamentação sugere inclinações compreendidas em 10 e 40 mm/m, conforme apresentado no subcapítulo 3.4.3.2, e o projeto em estudo utilizou-se de inclinações compreendidas entre 5 e 40 mm/m. Ao utilizar de um valor de inclinação mínima inferior ao recomendado, o projeto realizado tende facilitar o acúmulo de sedimentos nos ramais de descarga, além de diminuir a capacidade de escoamento desses ramais devido a redução da velocidade do fluido. Os ramais de descarga foram dimensionados através da Equação (11), considerando um escoamento em seção cheia.

#### **4.4.5. COLETORES PREDIAIS**

Para os coletores prediais da rede de drenagem de águas pluviais fez-se o dimensionamento também considerando um valor superior aos diâmetros das canalizações confluentes, com um mínimo de 100 mm. As inclinações recomendadas pelo RGSPDADAR estão compreendidas entre 5 e 40 mm/m, contudo, o projeto optou por estabelecer uma inclinação de 15 mm/m para todos os coletores que constituem esta rede de drenagem. Estes coletores também foram dimensionados pela Equação (11).

#### **4.4.6. MATERIAIS REDE DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS**

As tubagens utilizadas nas redes de águas pluviais no exterior são compostas por material em FFD tipo linha predial tipo SMU da marca Saint Gobain ou qualidade equivalente, as quais estão homologadas para áreas de aplicação B e BD. Os ralos de pinha são compostos por PVC e as grelhas das caleiras ao nível do piso da garagem são em ferro fundido da classe B12.

As câmaras de inspeção são em geometria quadrada, com o corpo em betão ou em alvenaria de tijolo rebocada e soleira em betão armado. O fundo possui uma configuração adequada para o guiamento do escoamento. Referente às tampas, possuem vedação hidráulica com 0,50 m de abertura útil, compostas em aço galvanizado e rebaixadas, como forma de permitir um acabamento igual ao pavimento circundante dentro da edificação.

Por fim, a tubagem da rede de drenagem do reservatório também é em FFD tipo linha predial SMU da Saint Gobain ou qualidade equivalente.



## CAPÍTULO 5

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

## 5.1. CONCLUSÕES

Com o presente estudo foi possível identificar a grande importância que a reabilitação tem no setor da construção civil em Portugal, mesmo que os dados dos últimos anos demonstram uma queda de significância na amostragem geral. Portanto, a temática abordada não se refere apenas ao âmbito quantitativo, mas sim na interferência positiva ou negativa que as práticas de reabilitação podem trazer para o contexto social.

Nesse sentido, para proceder uma correta análise da problemática encontrada no setor da construção civil e todos os fatores que a cercam, torna-se necessário efetuar um diagnóstico socioeconómico e técnico do quão significativo uma edificação pode ser para uma localidade. Para o caso do Centro de Saúde, tratando-se de uma instalação hospitalar com elevada relevância local, onde manter a edificação desatualizada pode originar uma insuficiente utilização e, conseqüentemente, prejudicar o funcionamento da saúde pública de toda uma região.

Resumidamente, o Centro de Saúde possuía, mesmo antes da reabilitação, instalações não muito defasadas, o que sugere que um projeto de reabilitação pode ser muito mais viável do que a demolição e construção completa de um novo hospital.

Consoante ao cerne do presente estudo, as instalações hidráulicas foram dispostas de forma a respeitar o projeto arquitetónico, utilizando de instalações já existentes para alguns casos. O ponto fundamental do projeto de reabilitação passou pela opção de utilizar o reservatório já existente na cobertura, uma vez que não há a possibilidade (ao menos pragmática e não tão onerosa) de construir um novo reservatório em níveis inferiores.

Partindo desta premissa, tanto para o dimensionamento do sistema de abastecimento de água quente e fria quanto o sistema de drenagem de águas residuais e pluviais, seguiu-se com um rigor considerável as normativas vigentes, como o RGSPDADAR. Entre os pontos positivos e negativos das soluções adotadas, destacam-se:

### ➤ Pontos Positivos

- Aproveitamento do reservatório superior, utilizando da rede de abastecimento público já existente;



- Utilização de troços retilíneos e simplificados;
- Aplicação de metodologias conceituadas aquando não há uma definição do regulamento, como o uso da Equação de Flamant para as perdas de cargas provocadas pelo atrito;
- Elevada preocupação com a proteção dos elementos contra corrosão e dilatação;
- Utilização de materiais homologados e credenciados;
- Controlo das pressões de serviço, tanto para os valores mínimos de funcionamento quanto para os valores máximos aceitáveis, por meio da implementação de válvulas específicas;
- Utilização dos catálogos de fornecedores para assegurar os valores mínimos e máximos a serem considerados;
- Utilização do Método Racional para o cálculo do caudal a ser escoado pelo sistema de drenagem de águas pluviais, uma vez que a metodologia apresenta grande precisão para pequenas áreas;
- Estabelecer uma margem de segurança para o consumo, mesmo que de forma arbitrária;
- Garantir o abastecimento mínimo necessário para o funcionamento dos dispositivos de combate à incêndios caso haja o cessar do abastecimento público;
- Resguardar o dimensionamento com base na regulamentação vigente, o RGSPDADAR.

➤ **Pontos Negativos**

- Apesar de ser uma prática comum em Portugal, a arbitrariedade utilizada para a determinação das perdas de carga localizadas pode provocar sérios problemas de funcionamento, onde a solução da problemática pode acometer em um custo não previsto para o projeto de reabilitação;
- Alguns parâmetros utilizados não estão evidenciados na bibliografia fornecida, onde estão apenas descritos como “valores de referência dos fornecedores”;
- O projeto não apresenta o consumo de equipamentos hospitalares específicos, conforme sugerido no subcapítulo 3.4.2.5;
- Não há uma pormenorização das pressões presentes em cada um dos dispositivos de utilização;
- Não houve a utilização de *shafts* para uma melhor organização das tubagens entre pisos, sendo a grande maioria dispostas nos respetivos tetos;
- A documentação fornecida não apresenta a fonte de aquecimento para água quente;
- Apesar de estar de acordo com a normativa, a utilização de um tempo de recorrência de 5 anos com duração de 5 minutos para as precipitações no cálculo da intensidade pode não ser a melhor opção, uma vez que a Ilha da Madeira tem como característica a presença de fortes precipitações com tempo de recorrência superiores. Por se tratar de uma edificação que tem a pretensão de se manter por muito tempo em funcionamento, os valores admitidos podem não ser suficientes em caso de aluviões como o ocorrido em 2010.

Por fim, o presente estudo cumpre com os objetivos pré-definidos, uma vez que:

- Procedeu-se a definição dos âmbitos da intervenção inerente à temática de estudo;
- Foi realizada a caracterização do Edificado, âmbitos das intervenções e respetivas condicionantes;

- Houve uma minuciosa pormenorização da legislação a cumprir no âmbito das construções em edifícios hospitalares, nomeadamente para as instalações hidráulicas;
- Fez-se a análise das instalações técnicas existentes e respetivas soluções adotadas, além da análise de possíveis melhorias que poderiam ser adotadas no projeto de reabilitação;
- Deu-se a devida atenção à configuração das instalações técnicas especiais no âmbito hospitalar.

## 5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma vez que o presente estudo teve como foco a análise das medidas de reabilitação adotadas pelo respetivo projeto de reabilitação e efetuar o comparativo com o que preconiza a legislação, não foi de interesse deste trabalho o aprofundamento em outras vertentes. Contudo, diversos outros estudos podem ser realizados tendo este como ponto de partida, como:

1. Verificar a possibilidade de ampliação do Centro de Saúde alvo de análise;
2. Análise da desfasagem entre o valor arbitrário para a perda de carga localizada com a aplicação de metodologias consolidadas;
3. Verificação do sistema de drenagem de águas pluviais em caso de aluviões com intensidades próximas ao ocorrido em 2010;
4. Possibilidade de armazenamento de águas pluviais para serviços secundários, onde não há a necessidade de garantir a potabilidade de água;
5. Possibilidade de implementação de um reservatório elevado externo à edificação, de forma a não necessitar de sistemas hidropressores;
6. Verificação quantitativa e qualitativa da implementação de aquecimento de água por sistemas fotovoltaicos.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes, V., & Silva, J. D. (2012). *Método simplificado de diagnóstico de anomalias em edifícios*. Porto (FEUP): GEQUALTEC/ Cadernos d'Obra.

Amaral, S. F. (2013). *Inspeção e diagnóstico de edifícios recentes*. Estudo de um caso real. ISEL.

Andrade, M. (2019). *Inspeção e Caracterização de Patologias em Edifícios de Habitação*. Dissertação de Mestrado pela Universidade da Madeira.

Azevedo Netto, J. M. (1988). *Manual de Hidráulica*. Editora Edgard Blucher, 8º Ed., 680 p., ISBN: 9788521202776.

Barbosa, M. V. (2008). *Especificidades das Instalações Hidrossanitárias nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde*. Especialização de Arquitetura em Sistemas de Saúde pela Universidade Federal da Bahia.

Castro, E. M. C. (1999). *Patologia dos Edifícios em Estrutura Metálica*. 202 p. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

Correia, G. B. (2009). *Estudo de Casos – Gestão de Operações de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Dissertação de Mestrado pela Universidade do Porto.

Couto, A. B., & Couto, J. P. (2007). *Especificidades e Exigências das Argamassas na Reabilitação de Edifícios Antigos*. 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção. Lisboa: UMinho.

*Decreto Regulamentar n.º 23/95*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-regulamentar/23-1995-431873>

*Decreto-Lei n.º 105/96*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/105-1996-406886>

*Decreto-Lei n.º 106/96*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/106-1996-406888>

*Decreto-Lei n.º 135/2004*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/135-2004-281201>

*Decreto-Lei n.º 163/93*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/163-1993-274242>

*Decreto-Lei n.º 207/94*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/207-1994-223064>

*Decreto-Lei n.º 25/2002*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/25-2002-273423>

*Decreto-Lei n.º 251/84*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/251-1984-381562>

*Decreto-Lei n.º 271/2003*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/271-2003-466834>

*Decreto-Lei n.º 329-C/2000*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/329-c-2000-516974>.

*Decreto-Lei n.º 38382*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/38382-1951-289214>

*Decreto-Lei n.º 39/2001*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/39-2001-319951>

*Decreto-Lei n.º 54/2007*. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/54-2007-518445>

Diário de Notícias (2019). Disponível em: <https://www.dn.pt/pais/casal-ventoso-nao-basta-deitar-um-bairro-abaixo-para-a-droga-desaparecer-10518919.html>

DNotícias (2020). Disponível em: <https://www.dnoticias.pt/2020/4/28/54891-sesaram-explica-criterios-do-servico-de-atendimento-urgente-do-centro-de-saude-do-bom-jesus>

DREM (2020). *Estatísticas Demográficas da Região Autónoma da Madeira*. Direção Regional de Estatística da Madeira. ISSN: 1645-6769.

DREM (2021). *Resultados Provisórios Censos 2021*. Disponível em: <https://estatistica.madeira.gov.pt/download-now/social/popcondsoc-pt/popcondsoc-censos-pt/popcondsoc-censos-noticias-pt/3219-16-12-2021-drem-divulga-resultados-provisorios-dos-censos-2021.html>

Economias (2021). Disponível em: <https://www.economias.pt/significado-de-troika/>

FazFácil (2022). Disponível em: <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/instalacao-hidraulica-como-faz/>

Fernandes, M. J. P. (2009). *Riscos no Concelho da Ribeira Brava: Movimentos de vertente cheias rápidas e inundações*. Dissertação de Mestrado pela Universidade de Coimbra.

Flores-Colen, I.; Ruivo, S.; Teixeira, P.; Neto, N.; Silvestre, J. & Fernandes, C. (2003). *Revestimentos de Paredes. Tecnologia da Construção de Edifícios - Mestrado Integrado em Engenharia Civil*. IST.

Funchal Notícias (2022). Disponível em: <https://funchalnoticias.net/2020/04/28/centro-de-saude-do-bom-jesus-so-para-situacoes-urgentes-sesaram-explica-quem-deve-e-quem-nao-deve-aceder-ao-servico/>

Ghisi, E. & Gurgel, E. C. (2005). *Instalações Prediais de Água Quente*. ECV5317 – Instalações I. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC.

Gonçalves, A., Brito, J. d., & Branco, F. (2007). *Reabilitação de Paredes de Alvenaria Revestidas*. 2º Congresso Nacional de Argamassas de Construção. Lisboa: IST/ICIST.

Helene, P. R. L. (1988). *Patologia do Concreto*. Roteiro de Palestra. São Paulo: EPUSP.

Himater (2022). Disponível em: <https://himater.com.br/5-tipos-de-tubos-e-conexoes-indispensaveis-para-construcoes/>

Idealista (2022). *Reabilitação no Porto: Prédios da Câmara continuam por habitar*. Disponível em: <https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2022/05/26/52453-reabilitacao-no-porto-predios-da-camara-continuam-por-habitar>

INE (2020). *Estatísticas da Construção e Habitação*. Instituto Nacional de Estatística. ISSN: 0377-2225.

INE (2021). *Estatísticas da Construção e Habitação*. Instituto Nacional de Estatística. ISSN: 0377-2225.

Ístria Engenharia (2022). Disponível em: [http://istria.com.br/Downloads/Boletim\\_Tecnico.pdf](http://istria.com.br/Downloads/Boletim_Tecnico.pdf)

John. V. M & Satto, N. M. K. (2006). *Construção e Meio Ambiente*. In: SATTLER, M.I A.; PEREIRA, F. O. R. Durabilidade de componentes da construção. Porto Alegre: Coleção Habitare.

Jorge, A. V. (2015). *Ferramentas de Apoio para a Decisão do Nível de Intervenção em Edifícios*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil - Reabilitação de Edifícios. FCT.

Lemos, L. G. Z. (2021). *Instalações hidráulicas prediais de um edifício de habitação unifamiliar: Estudo comparativo entre o regulamento português, as normais europeias e as normas brasileiras*. Relatório Final de Mestrado pela Universidade Federal do Paraná.

Lopes, F. R. S. (2016). *Levantamento de Patologias e Reabilitação do Edifício 21B do Centro Hospitalar Psiquiátrico de Lisboa*. Dissertação de Mestrado pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL).

Lopes, T. J. (2005). *Fenómenos de pré-patologia em manutenção de edifícios*. Aplicação ao revestimento ETICS. Porto: FEUP.

Lousada, S. A. N. & Camacho, R. (2018). *Hidráulica - Aulas Teóricas*. Vol. I, ISBN 978-989-8805-20-1, Universidade da Madeira.

Madeira, C. A. (2009). *Avaliação dos Programas RECRIA, REHABITA, RECRIPH E SOLARH*. Dissertação de Mestrado pela Universidade Técnica de Lisboa.



- Martins, N. M. F. (2010). *Reabilitação de Edifícios para Turismo Rural: Estudo de Casos de Sucesso*. Dissertação Parcial de Mestrado pela Universidade do Porto.
- Medeiros, C. (2005). *Sistemas de Abastecimento Público e Predial no Porto*. Grundfos, Porto.
- Medeiros, M. H. F.; Andrade, J. J. O. & Helene, P. (2011). *Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto*. In: Geraldo Isaia. (Org.). *Concreto: Ciência e Tecnologia*. 1 ed. São Paulo: Ibracon, 2011, v. 1, p. 773-808.
- Métodos B (2013). *Projeto de Instalações e Equipamentos Hidráulicos*. Obra de Recuperação do Edifício do Centro de Saúde do Bom Jesus, Rua das Hortas – Funchal.
- Mezzomo, W.; Peiter, M. X.; Robaina, A. D.; Pereira, A. C.; Pimenta, B. D.; Medeiros, E. P.; Piroli, J. D.; Silva, J. G.; Bruning, J.; Ferreira, L. D.; Pinto, L. M.; Neto, M. C.; Boscaini, R. & Flores, Y .R. (2019). *Comparação de Diferentes Equações de Perda de Carga Aplicadas na Determinação de Vazão e da Velocidade da Água em Sistemas Hidráulicos*. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ISSN: 2318-0358.
- NBR 15575-1 (2013). *Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos Gerais*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- NBR 5462 (1994). *Confiabilidade e manutenibilidade*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- Neto, S. L. (1995). *Instalações Prediais Ordinárias e Especiais*. Ministério da Saúde, Brasil. Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos de Saúde, Brasília.
- Paiva, J. V., Aguiar, J. & Pinho, A. (2006). *Guia Técnico de Reabilitação Habitacional*. Lisboa: Instituto Nacional de Habitação (INH), Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC).
- PasseiDireto (2022). Diagrama de Moody. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/36592124/diagrama-de-moody>
- Pedroso, V. M. R. (2016). *Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas*. 3. ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Pereira, A. R. R. (2013). *Operações de Reabilitação de Edifícios Antigos: Organização de um Sistema de Informação Transversal a Todo o Processo*. Dissertação de Mestrado pela Universidade do Porto.

Portaria n.º 10367. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/10367-1943-596516>

Portaria n.º 1172/2010. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/1172-2010-309032>

Portaria n.º 711/96. Disponível em: <https://dre.pt/dre/detalhe/portaria/711-1996-186758>

Prada, S. & Gaspar, A. & Sequeira, M. M. & Nunes, A. (2005). *Disponibilidades Hídricas na Ilha da Madeira*. In Book: AQUAMAC – Técnicas e métodos para a gestão sustentável da água na Macaronésia, Chapter: Disponibilidades Hídricas na Ilha da Madeira, Publisher: Instituto Tecnológico das Canarias, Cabildo de Lanzarote, Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, Editors: Instituto Tecnológico de Canarias, pp. 261-294.

Prado (2022). Disponível em: <https://docplayer.com.br/107718423-Instalacoes-prediais-hidrossanitarias.html>

Renascença (2021). Disponível em: <https://rr.sapo.pt/fotoreportagem/pais/2021/09/15/construcao-de-barracas-regressa-a-grande-lisboa-nao-podia-ir-para-a-rua-com-as-criancas/246126/>

RTP (2022). Disponível em: [https://www.rtp.pt/madeira/sociedade/centro-do-bom-jesus-nao-esta-preparado-para-ter-um-servico-de-urgencia-audio\\_95916](https://www.rtp.pt/madeira/sociedade/centro-do-bom-jesus-nao-esta-preparado-para-ter-um-servico-de-urgencia-audio_95916)

Sampaio, S. C.; Pessi, E. & Suszek, M. (2010). *Análise comparativa de perda de carga contínua observada em laboratório e estimada por meio de equações*. *Varia Scientia Agrárias* (1-1), pp. 75-79.

Santiago, A. R. T. (2020). *Reabilitar o património hospitalar: Reuso do ex-hospital pediátrico como serviço de consultas externas*. Dissertação de Mestrado pela Universidade de Coimbra, Portugal.

Santos, K. S. F.; Pinheiro, E. C. N. M. & Mafra, C. G. (2021). *Adequação e reforma de edifícios hospitalares – Estudo de Caso: Centro Especializado em Reabilitação Tipo III (CER III) na Policlínica Codajás, em Manaus/AM*. Brazilian Journal of Development. ISSN: 2525-8761. DOI: 10.34117/bjdv7n12-185.

SESARAM (2022). Disponível em: <https://www.sesaram.pt/portal/contactos/centros-de-saude>

Shafts (2022). Disponível em: <https://www.shafts.com.br/shafts.html>

Silva, P. M. A. (2015). *Redes Prediais - Evolução, Avaliação e Perspetiva (Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais)*. Porto: Universidade do Porto.

Souza, V. C. M.; Ripper, T. (1998). *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto*. 4. ed. São Paulo: Pini, 1998. 255 p., 3. tiragem. I.S.B.N. 85-7266-096-8.

Thórus Engenharia (2022). Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/shaft-modular/>

Veja (2021). Disponível em: <https://vejasp.abril.com.br/cidades/brasil-aprender-reabilitacao-urbana-portugal/>

Venâncio, S. M. (2015). *Building Information Modeling (BIM) e o Projeto de Redes de Abastecimento de Água e de Drenagem de Águas Residuais de Edifícios*. Dissertação de Mestrado pela Universidade do Porto.

Viana, H.R.G. (2002). *PCM - Planejamento e Controle da Manutenção*, 1ª ed. São Paulo, Qualitymark Editora Lt.



**ANEXOS**

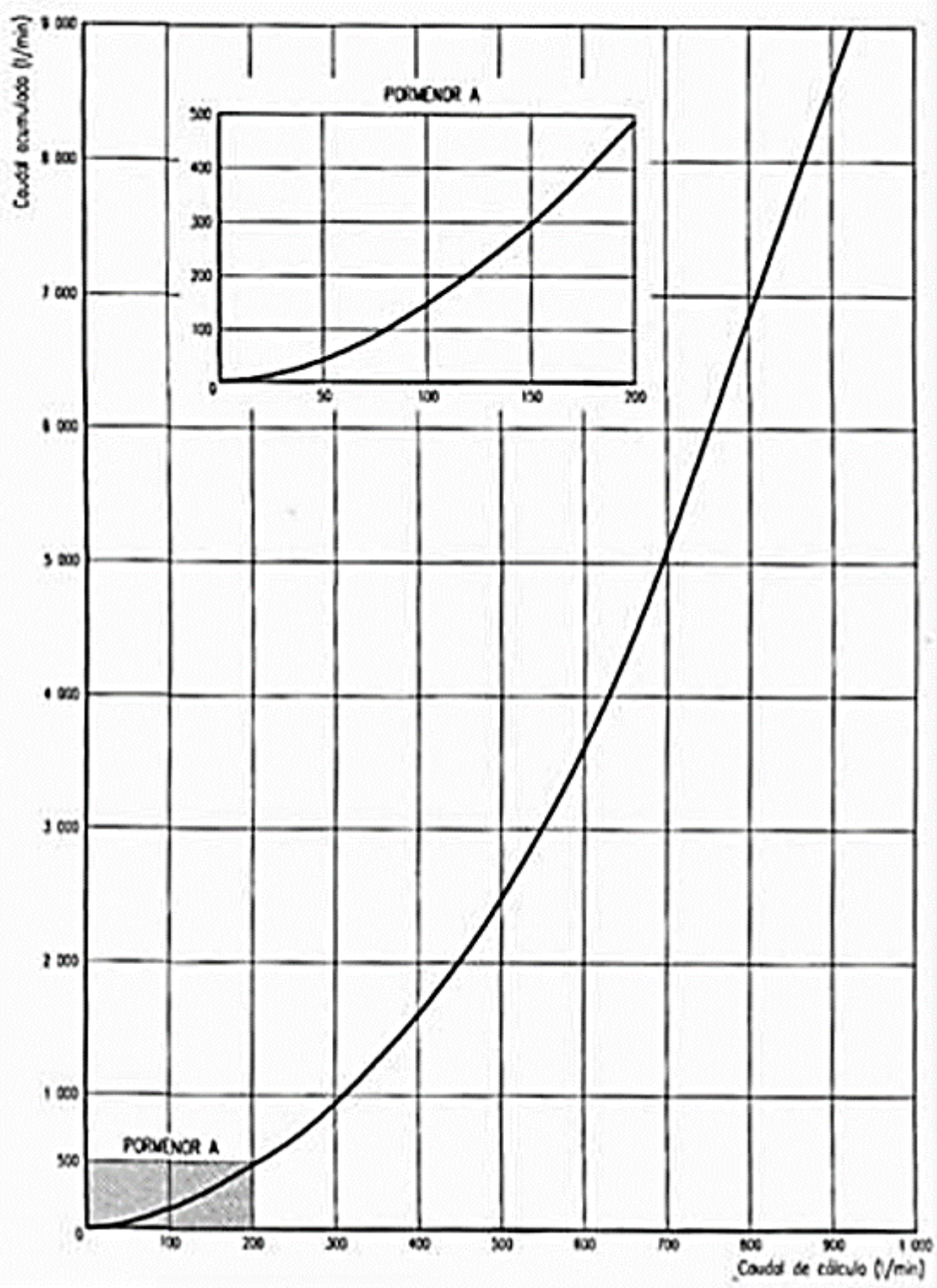


Figura A1 - Caudais de cálculo de águas residuais em função dos caudais acumulados. Fonte: RGSPDADAR.

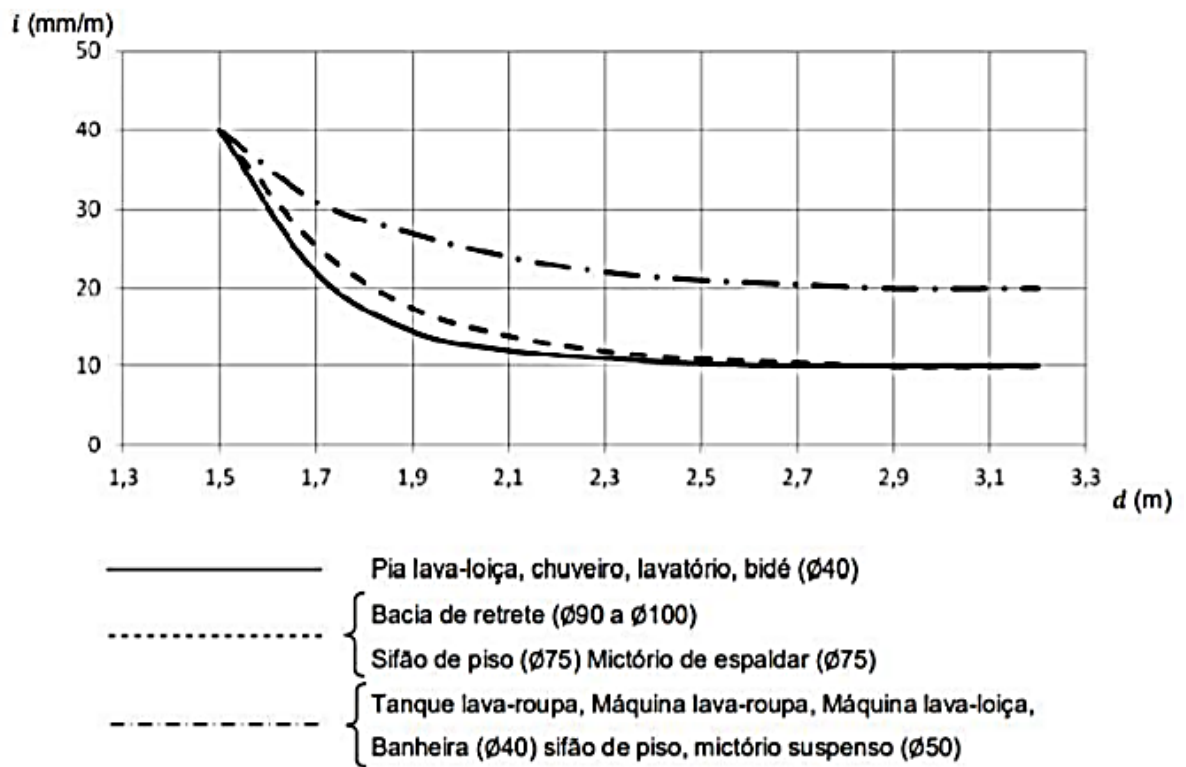


Figura A2 - Distâncias máximas entre os sifões e as seções ventiladas. Fonte: RGSPDADAR.

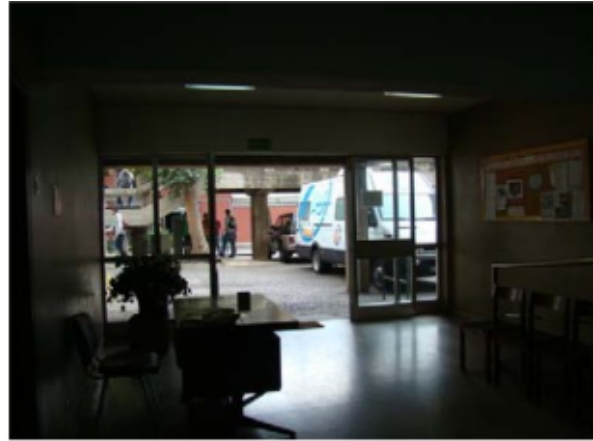


Figura A3 - Piso 1. Fonte: Projetista (2013).



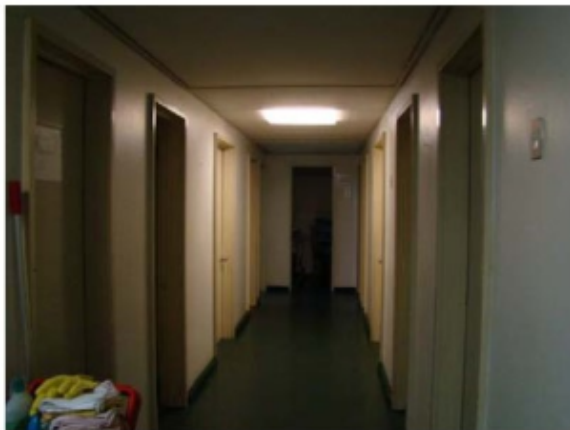
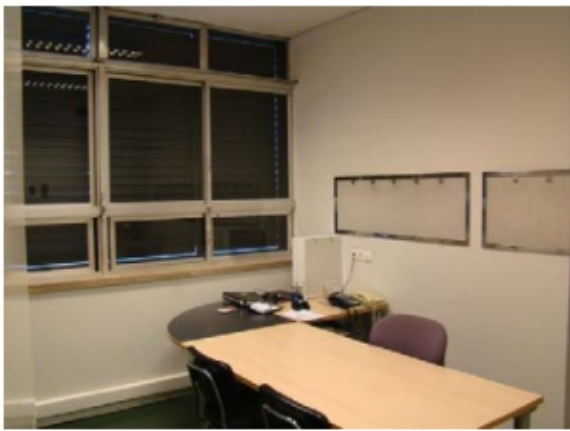


Figura A4 - Piso 2. Fonte: Projetista (2013).

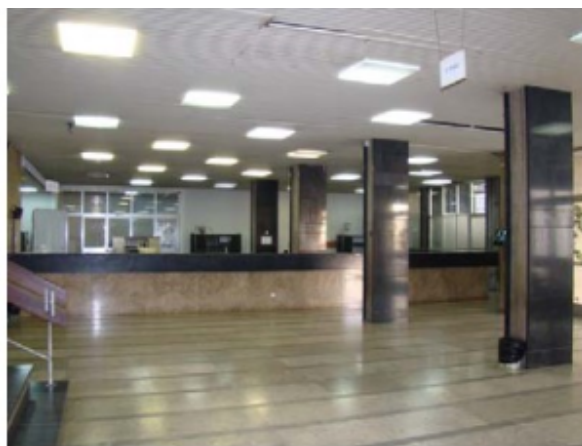


Figura A5 - Piso 3. Fonte: Projetista (2013).



Figura A6 - Piso 3. Fonte: Projetista (2013).



Figura A7 - Piso 4. Fonte: Projetista (2013).

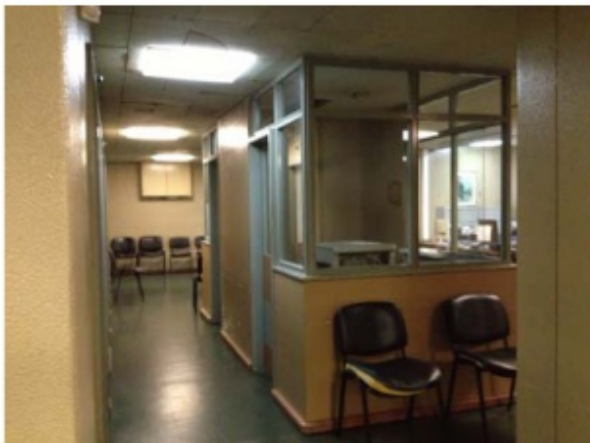


Figura A8 - Piso 5. Fonte: Projetista (2013).



Figura A9 - Piso 6. Fonte: Projetista (2013).

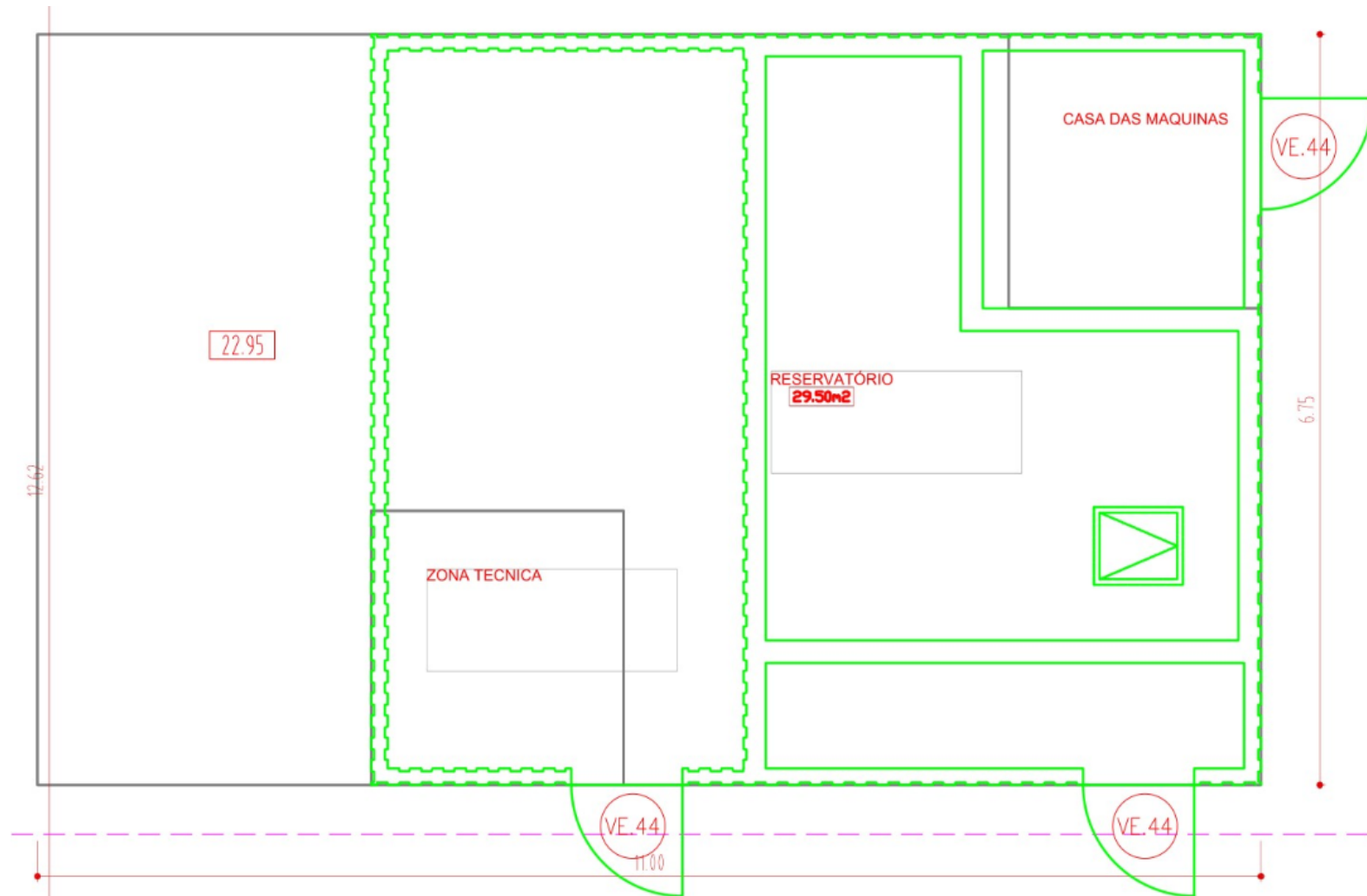


Figura A10 - Reservatório na Cobertura. Fonte: Projetista (2013).

