



ISEL

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**

Departamento de Engenharia Mecânica



## **Dimensionamento das redes de água de segunda intervenção**

**ANA MARGARIDA LUÍS DE SOUSA**

(Mestre em Engenharia Civil e em Engenharia de Petróleos)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Mestre Nuno Paulo Ferreira Henriques

Doutor Nuno Ricardo da Piedade Antunes Serra

Júri:

Presidente: Doutor Silvério João Crespo Marques

Vogais:

Doutor Gonçalo Nuno de Oliveira Duarte

Doutor Nuno Ricardo da Piedade Antunes Serra

**Dezembro de 2018**



## Agradecimentos

Pretende agradecer-se aos Senhores João Vaz (Sapador Bombeiro – Chefe de 2.<sup>a</sup> Classe), José Caetano (Sapador Bombeiro – Chefe de 1.<sup>a</sup> Classe) e Eduardo Fonseca (Sapador Bombeiro), ao Engenheiro João Saramago, ao Arquitecto Conceição Fernandes, ao Engenheiro João Vaz Correia, ao Engenheiro Paulo Gomes da Associação de Produtores de Tubos em Aço, ao Engenheiro Francelino Silva da Associação Nacional de Protecção Civil a disponibilidade para prestar os mais diversos esclarecimentos, que se demonstraram fundamentais para o desenvolvimento do tema tratado no presente Trabalho Final de Mestrado.

Estende-se o agradecimento aos demais bombeiros, projectistas e instaladores que, respondendo ao questionário endereçado, forneceram um contributo significativo para o trabalho desenvolvido.

À orientação do Trabalho Final de Mestrado, assegurada pelos Professores Nuno Henriques e Nuno Serra, é devida, igualmente, uma palavra de agradecimento, bem como ao Arquitecto Paulo Ramos pela propositura do tema.



## Resumo

Para o dimensionamento de redes de águas de combate contra incêndios é necessário ter em consideração o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE), publicado através da Portaria nº 1532/2008, e um conjunto de Despachos publicados pela Associação Nacional de Protecção Civil (ANPC). A referida regulamentação, em particular a Portaria nº 1532/2008, tem levantado dúvidas, na esfera da comunidade técnica, sobre a sua interpretação em alguns aspectos de concepção e dimensionamento das redes de 2ª intervenção. É neste contexto que se realizou uma pesquisa bibliográfica, aprofundou-se o conhecimento da legislação vigente e consultou-se a comunidade técnica portuguesa envolvida na concepção, dimensionamento, fornecimento de material e instalação de redes de água de segurança contra incêndios. Foram também consultados os Bombeiros e a Autoridade Nacional de Protecção Civil.

Após a realização da análise crítica à informação recolhida, foi possível elaborar um conjunto de sugestões de reformulação à legislação portuguesa vigente, que permitissem dimensionar as redes de 2ª intervenção de forma inequívoca. Em particular, definiram-se critérios que permitissem a selecção de bocas de incêndio armada do tipo teatro (BIATT) comerciais, que cumprissem conjuntamente os parâmetros hidráulicos de dimensionamento e o factor K especificado na norma NP EN 671-2. Neste caso, o factor K é o coeficiente de descarga da BIATT, dado pelo quociente entre o caudal e a raiz quadrada da pressão nessa boca de incêndio.

Para exhibir as diferenças que resultam da aplicação da regulamentação vigente e da reformulação proposta, efectuou-se o dimensionamento das redes de 2ª intervenção para cinco casos de estudos em edifícios habitacionais (UT I) e edifícios de espectáculos (UT VI). Para avaliar as implicações económicas resultantes da aplicação das sugestões propostas efectuou-se um estudo comparativo, tendo-se concluído que as alterações propostas permitem uma redução 9% a 31% do custo total da rede de águas de 2ª intervenção, consoante o caso de estudo em análise.

Palavras-Chave: Meios de Segunda Intervenção, Factor K, Bocas de Incêndio Armada do Tipo Teatro, Segurança Contra Incêndio em Edifícios



## Abstract

Within the Portuguese legal framework, the design of firefighting water networks in buildings is governed by the Fire Safety in Buildings Technical Standard (RT-SCIE), published in *Portaria* 1532/2008, as well as a set of guidelines emitted by the Portuguese National Civil Protection Authority (ANPC).

Such regulations, namely the Buildings Technical Standard, have been a source of uncertainty for the technical community since its interpretation on subjects involved in the design of Means of Secondary Intervention has been disputed. Considering this, a critical review was set up, current laws and standards were analysed in depth and a wide enquiry was promoted towards the technical community. Among the consulted entities are the designers, sellers, installers, firefighters and the authorities.

With the collected information, and based both in written articles and experts' opinions, a set of suggestions to modify the Portuguese legal framework was prepared. Its goal is to allow the design of firefighting water networks in buildings to become more intelligible and avoid some of the reported problems. Among those suggestions is the definition of criteria to selecting Theatre Type Fire Hydrants that allow fulfilling both the code defined hydraulic design parameters and the K factor specified on EN 671-2 standard. In this case, K factor represents the quotient between the flow ratio and the square root of the pressure in the Theatre Type Fire Hydrant.

In order to show the differences between current code specifications and its proposed modifications, five case studies have been used. For those cases (residential buildings and show rooms) firefighting water networks were designed. To evaluate the economic impact of applying such suggestions, a comparative study was performed. It was possible to conclude that the regulations alterations would be able to reduce the total costs of the water network system, from 9% to 31% depending on each case studied.

Keywords: Means of Secondary Intervention, K Factor, Theatre Type Fire Hydrant, Fire Safety in Buildings



# Abreviaturas

ANPC - Autoridade Nacional de Protecção Civil

BI – Boca de Incêndio

BIATC– Boca de Incêndio Armada Tipo Carretel (meio de 1ª intervenção)

BIATT– Boca de Incêndio Armada Tipo Teatro (meio de 2ª intervenção)

CBSI - Central de Bombagem do Serviço de Incêndios

CR – Categorias de Risco

DL – Decreto-Lei

EN - Norma Europeia

NFPA - *National Fire Protection Association*

NP - Norma Portuguesa

RASI - Reservatórios de Água Privativos do Serviço de Incêndios

RJ-SCIE – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

RT-SCIE – Regime Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

SCIE – Segurança Contra Incêndios em Edifícios

RSB – Regimento de Sapadores Bombeiros

UT – Utilização-Tipo

TFM – Trabalho Final de Mestrado



## Conversão de unidades

Na tabela seguinte apresentam-se os factores de conversão para diferentes unidades de Pressão

<b>Input</b>	<b>kPa</b>	<b>bar</b>	<b>kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>m.c.a.</b>	<b>atm</b>	<b>psi</b>
<b>1 kPa</b>	-	0.010	0.010	0.102	0.099	0.145
<b>1 bar</b>	100.000	-	1.020	10.197	0.987	14.505
<b>1 kgf/cm<sup>2</sup></b>	98.100	0.981	-	10.000	0.968	14.220
<b>m.c.a.</b>	9.810	0.098	0.100	-	0.097	1.423
<b>atm</b>	101.300	1.013	1.033	10.330	-	14.652
<b>psi</b>	6.895	0.068	0.070	0.703	0.069	-



# Índice

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	ENQUADRAMENTO .....	1
1.2	ESTRUTURA E ORGANIZAÇÃO .....	2
<b>2</b>	<b>INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS E CARACTERIZAÇÃO DAS REDES DE ÁGUAS INSTALADAS .....</b>	<b>3</b>
2.1	INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS – PANORAMA PORTUGUÊS.....	3
2.2	ASPECTOS FUNDAMENTAIS DO FENÓMENO DO INCÊNDIO .....	5
2.2.1	<i>Incêndio – Tetraedro do fogo .....</i>	<i>5</i>
2.2.2	<i>Produtos da combustão.....</i>	<i>8</i>
2.2.3	<i>Tipos de fogo .....</i>	<i>8</i>
2.2.4	<i>Mecanismos de extinção .....</i>	<i>9</i>
2.3	REDES DE ÁGUA DE COMBATE CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS.....	10
2.3.1	<i>Diferença entre meios de 1ª e de 2ª intervenção em edifícios .....</i>	<i>10</i>
2.3.2	<i>Tubagens e acessórios utilizados nas redes de água de combate a incêndios .....</i>	<i>12</i>
<b>3</b>	<b>ANÁLISE COMENTADA DA LEGISLAÇÃO SOBRE COMBATE A INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS .....</b>	<b>23</b>
3.1	DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES PORTUGUESAS .....	23
3.1.1	<i>Análise comentada ao Decreto-Lei n.º 220/2008 e Decreto-Lei n.º 224/2015 - Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE) .....</i>	<i>25</i>
3.1.2	<i>Análise comentada da Portaria n.º 1532/2008 - Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE) .....</i>	<i>30</i>
3.1.3	<i>Análise comentada do Despacho n.º 12605/2013 - Redes secas e húmidas .....</i>	<i>33</i>
3.1.4	<i>Análise comentada do Despacho n.º 13042/2013 - Fontes Abastecedoras de Água para o Serviço de Incêndio .....</i>	<i>42</i>
3.1.5	<i>Análise comentada do Despacho n.º 14903/2013 - Centrais de Bombagem para o Serviço de Incêndio .....</i>	<i>44</i>
3.1.6	<i>Análise comentada do Despacho n.º 3973/2013 - Regulamento de especificações técnicas de veículos e equipamentos operacionais dos corpos de bombeiros .....</i>	<i>46</i>
3.2	DISPOSIÇÕES EUROPEIAS PERTINENTES COM TRANSPOSIÇÃO EM LEI PORTUGUESA (NP EN 671-2) .....	49
3.3	REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL PERTINENTE .....	55
<b>4</b>	<b>CONSULTAS À COMUNIDADE TÉCNICA .....</b>	<b>57</b>
4.1.1	<i>Bombeiros.....</i>	<i>58</i>
4.1.2	<i>Projectistas e instaladores.....</i>	<i>59</i>
4.1.3	<i>Comparação das respostas de bombeiros e de projectistas e instaladores .....</i>	<i>60</i>

<b>5</b>	<b>PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DA LEGISLAÇÃO E DAS NOTAS TÉCNICAS DA ANPC.....</b>	<b>63</b>
5.1	DECRETO-LEI N.º 220/2008 .....	63
5.1.1	<i>Artigo 2.º</i> .....	63
5.2	PORTARIA N.º 1532/2008 .....	63
5.2.1	<i>N.º 15, do Artigo 8.º</i> .....	64
5.2.2	<i>N.º 1, do Artigo 169.º</i> .....	64
5.2.3	<i>N.º 3, do Artigo 171.º</i> .....	66
5.3	DESPACHO N.º 12605/2013 (NOTA TÉCNICA 13) .....	68
5.3.1	<i>Referências</i> .....	68
5.3.2	<i>N.º 2.4</i> .....	68
5.3.3	<i>N.º 2.5</i> .....	69
5.3.4	<i>N.º 4</i> .....	70
5.3.5	<i>Acções de manutenção</i> .....	70
5.4	DESPACHO N.º 13042/2013 (NOTA TÉCNICA 14) .....	70
5.4.1	<i>Referências</i> .....	71
5.4.2	<i>N.º 6</i> .....	71
5.4.3	<i>Acções de manutenção</i> .....	74
5.5	DESPACHO N.º 14903/2013 (NOTA TÉCNICA 15) .....	74
5.5.1	<i>N.º 1</i> .....	75
5.5.2	<i>N.º 4</i> .....	75
5.6	DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DA ANPC, NÃO PUBLICADA EM DESPACHO .....	76
<b>6</b>	<b>CASOS PRÁTICOS .....</b>	<b>77</b>
6.1	METODOLOGIA PARA O DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ÁGUA DE COMBATE A INCÊNDIO NUM EDIFÍCIO.....	78
6.2	EDIFÍCIO HABITACIONAL (UT I) .....	81
6.2.1	<i>Dimensionamento de rede seca</i> .....	81
6.2.2	<i>Dimensionamento de rede húmida</i> .....	86
6.3	EDIFÍCIO DE ESPECTÁCULOS (UT VI) .....	97
6.4	ANÁLISE ECONÓMICA E COMPARAÇÃO ENTRE OS CASOS DE ESTUDO .....	99
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>103</b>
<b>8</b>	<b>TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>: TUBAGENS E ACESSÓRIOS .....</b>	<b>A-1</b>
A.1	TUBAGENS.....	A-1
A.2	ACESSÓRIOS.....	A-3
<b>ANEXO B</b>	<b>: UT, LOCAIS E CATEGORIAS DE RISCO .....</b>	<b>B-1</b>

B.1	UTILIZAÇÕES-TIPO .....	B-1
B.2	LOCAIS DE RISCO.....	B-3
B.3	CATEGORIAS DE RISCO .....	B-4
<b>ANEXO C</b>	<b>: PORTARIA N.º 1532/2008 (REDES DE 2ª INTERVENÇÃO) .....</b>	<b>C-1</b>
C.1	ARTIGO 168.º - UTILIZAÇÃO DE MEIOS DE SEGUNDA INTERVENÇÃO .....	C-1
C.2	ARTIGO 169.º - LOCALIZAÇÃO DAS BOCAS DE PISO E DE ALIMENTAÇÃO .....	C-1
C.3	ARTIGO 170.º - BOCAS-DE-INCÊNDIO ARMADAS DO TIPO TEATRO .....	C-2
C.4	ARTIGO 171.º - DEPÓSITO DA REDE DE INCÊNDIOS E CENTRAL DE BOMBAGEM .....	C-2
<b>ANEXO D</b>	<b>: BOMBA DE SERVIÇO DE INCÊNDIOS, INSTALADA EM VUCI.....</b>	<b>D-1</b>
<b>ANEXO E</b>	<b>: COEFICIENTE DE DESCARGA DAS BIATT .....</b>	<b>E-1</b>
<b>ANEXO F</b>	<b>: DIMENSIONAMENTO DA CENTRAL DE BOMBAGEM.....</b>	<b>F-1</b>



# Índice de Tabelas

TABELA 2.1 – SIMBOLOGIA DOS MEIOS DE 1ª E DE 2ª INTERVENÇÃO (ANPC-04, 2013) .....	12
TABELA 2.2 – PRINCIPAIS NORMAS EUROPEIAS APLICÁVEIS ÀS TUBAGENS PARA REDES DE INCÊNDIOS.....	13
TABELA 2.3 – GAMAS DIMENSIONAIS DE TUBAGENS EM AÇO COM DIÂMETRO INFERIOR A 150 MM, CONTEMPLADAS PELA NP EN 10255. ADAPTADO DE (GOMES, 2016).....	14
TABELA 2.4 – PRESSÕES MÁXIMAS DE SERVIÇO (BAR), PARA UMA TUBAGEM DN 80 EM AÇO S235 T, CONSIDERANDO UM COEFICIENTE DE SEGURANÇA DE 1.5).....	15
TABELA 2.5 – PRESSÕES MÁXIMAS DE SERVIÇO (BAR), CONSIDERANDO UM COEFICIENTE DE SEGURANÇA DE 1.5, CONSIDERANDO A NORMA NP EN 10255 .....	16
TABELA 2.6 – GAMAS DIMENSIONAIS DE TUBAGENS EM AÇO, CONTEMPLADAS PELA NP EN 102017-1. ADAPTADO DE (GOMES, 2016).....	17
TABELA 2.7 – PRESSÕES MÁXIMAS DE SERVIÇO (BAR), PARA UMA TUBAGEM DN 80 EM AÇO S235 T, CONSIDERANDO UM COEFICIENTE DE SEGURANÇA DE 1.5).....	17
TABELA 2.8 – PRESSÕES MÁXIMAS DE SERVIÇO (BAR), CONSIDERANDO UM COEFICIENTE DE SEGURANÇA DE 1.5, CONSIDERANDO A NORMA NP EN 102017-1.....	18
TABELA 2.9 – PRESSÕES MÁXIMA EM ACESSÓRIOS DAS REDES DE INCÊNDIO, DE ACORDO COM O CATÁLOGO DA PINHOL.....	20
TABELA 3.1 – UTILIZAÇÕES-TIPO (ANPC-01, 2013) .....	26
TABELA 3.2 – CLASSIFICAÇÃO DO RISCO.....	27
TABELA 3.3 – CATEGORIA DE RISCO DA UT I – EDIFÍCIOS HABITACIONAIS (DECRETO-LEI N.º 224/2015).....	28
TABELA 3.4 – CATEGORIA DE RISCO DA UT VI - ESPECTÁCULOS E REUNIÕES PÚBLICAS E UT IX - EDIFÍCIOS DESPORTIVOS, EM EDIFÍCIOS COBERTOS (DECRETO-LEI N.º 224/2015).....	28
TABELA 3.5 – CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DA UT VI - ESPECTÁCULOS E REUNIÕES PÚBLICAS E UT IX - EDIFÍCIOS DESPORTIVOS, AO AR LIVRE (DECRETO-LEI N.º 224/2015) .....	29
TABELA 3.6 – FACTORES DE CLASSIFICAÇÃO PARA AS CATEGORIAS DE RISCO (DECRETO-LEI N.º 224/2015).....	29
TABELA 3.7 - SÍNTESE DOS MEIOS DE 2ª INTERVENÇÃO A UTILIZAR EM FUNÇÃO DA UT E DA CR.....	31
TABELA 3.8 – VALORES MÁXIMOS DE CAUDAL E PRESSÃO PARA DIMENSIONAMENTO DA COLUNA SECA. ADAPTADO DO QUADRO I DO ARTIGO 2.7 DO DESPACHO N.º 12605/2013.....	35
TABELA 3.9 – TEMPO DE AUTONOMIA DO RESERVATÓRIO (DESPACHO N.º 13042/2013).....	43
TABELA 3.10 – CAUDAIS MÍNIMOS E FACTOR K MÍNIMO EM FUNÇÃO DA PRESSÃO(NP EN 671-2).....	49
TABELA 3.11 – DETERMINAÇÃO DO VALOR DE Cd QUE MINIMIZA O ERRO ENTRE A NORMA EN 671-2 E A FUNÇÃO DEDUZIDA PARA UM ORIFÍCIO .....	53
TABELA 3.12 – COMPARAÇÃO DOS DISPOSTOS REGULAMENTARES PARA REDES DE SEGUNDA INTERVENÇÃO DAS NORMAS PORTUGUESAS, NORTE-AMERICANAS E ESPANHOLAS.....	55
TABELA 4.1 – RESULTADOS DOS INQUÉRITOS REALIZADOS AOS BOMBEIROS .....	58
TABELA 4.2 – RESULTADOS DOS INQUÉRITOS REALIZADOS AOS PROJECTISTAS E INSTALADORES .....	59
TABELA 5.1 – TEMPO DE AUTONOMIA (MIN) E CAUDAL (L/MIN). ADAPTADO DE (ANPC, 2015A) .....	73

TABELA 6.1 – METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE ÁGUA DE COMBATE A INCÊNDIOS, UTILIZANDO MEIOS DE 2ª INTERVENÇÃO .....	78
TABELA 6.2 – DIÂMETRO ECONÓMICO (MM), EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE BOCAS DE INCÊNDIO EM FUNCIONAMENTO.....	79
TABELA 6.3 – COLUNA SECA – 2ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS .....	83
TABELA 6.4 – COLUNA SECA – 2ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL .....	83
TABELA 6.5 – COLUNA SECA – 2ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS .....	84
TABELA 6.6 – COLUNA SECA – 2ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL .....	85
TABELA 6.7 – COLUNA SECA – 2ª CR, PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DA PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS.....	85
TABELA 6.8 – COLUNA SECA – 2ª CR, PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DA PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL.....	86
TABELA 6.9 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 2ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS – CENÁRIO 1.....	88
TABELA 6.10 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 2ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL - CENÁRIO 1 .....	88
TABELA 6.11 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 2ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS – CENÁRIO 2 .....	89
TABELA 6.12 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 2ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL - CENÁRIO 2 .....	89
TABELA 6.13 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 2ª CR, PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DA PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS .....	90
TABELA 6.14 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 2ª CR, PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DA PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL .....	91
TABELA 6.15 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 3ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS.....	92
TABELA 6.16 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 3ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL ...	92
TABELA 6.17 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 3ª CR, PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DA PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS .....	93
TABELA 6.18 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 3ª CR, PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DA PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL .....	93
TABELA 6.19 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 4ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS.....	95
TABELA 6.20 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 4ª CR, PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL ...	95
TABELA 6.21 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 4ª CR, PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DA PORTARIA N.º 1532/2008. DETERMINAÇÃO DAS PERDAS DE CARGA CONTÍNUAS UNITÁRIAS .....	96

TABELA 6.22 – COLUNA HÚMIDA (UT I) – 4ª CR, PROPOSTA DE REFORMULAÇÃO DA PORTARIA N.º 1532/2008.	
DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA TOTAL .....	97
TABELA 6.23 – CARACTERÍSTICAS DA REDE DE SEGUNDA INTERVENÇÃO PARA OS CASOS DE ESTUDO.....	100
TABELA 6.24 – ESTIMATIVA DE CUSTOS PARCIAIS E TOTAIS, ASSOCIADOS À REDE DE SEGUNDA INTERVENÇÃO, PARA OS CASOS DE ESTUDO .....	101
TABELA 7.1 – ESTIMATIVA DE CUSTOS TOTAIS ASSOCIADOS À REDE DE SEGUNDA INTERVENÇÃO, PARA OS CASOS DE ESTUDO ...	104



# Índice de Figuras

FIGURA 2.1 – NÚMERO DE INCÊNDIOS URBANOS REGISTRADOS ENTRE 2006 E 2010 DETALHADOS NOS ANUÁRIOS DA ANPC .....	3
FIGURA 2.2 – NÚMERO DE INCÊNDIOS URBANOS, EM PORTUGAL, ENTRE 2011 E 2015 (MACHADO E SILVA, 2017) .....	4
FIGURA 2.3 – PERCENTAGEM DE OCORRÊNCIAS EM PORTUGAL, POR TIPOLOGIA DE EDIFICADO, ENTRE 2011 E 2015 (MACHADO E SILVA, 2017) .....	5
FIGURA 2.4 – TRIÂNGULO DO FOGO (GUERRA ET. AL, 2016) .....	6
FIGURA 2.5 – TETRAEDRO DO FOGO (FERREIRA, 2016).....	6
FIGURA 2.6 – RADIAÇÃO, CONDUÇÃO, CONVECÇÃO (GUERRA ET AL., 2016) E PROJECCÃO. ....	6
FIGURA 2.7 – JACTO DE ÁGUA (A) E PULVERIZAÇÃO (B). (GUERRA ET AL., 2006) .....	10
FIGURA 2.8 – MEIOS DE 1ª E DE 2ª INTERVENÇÃO .....	11
FIGURA 2.9 – TUBOS PARA REDES DE ÁGUA DE COMBATE A INCÊNDIOS: EXEMPLOS DE TUBOS UTILIZADOS (FONTE: PINTO & CRUZ TUBAGENS E SISTEMAS) .....	13
FIGURA 2.10 - BOCA-DE-INCÊNDIO ARMADA ALIMENTADA POR CONDUTA EM PVC (VARELA E RODRIGUES, 2011) .....	19
FIGURA 2.11 – ACESSÓRIOS PARA SOLDAR (GOMES, 2012).....	21
FIGURA 2.12 – ESQUEMA DE LIGAÇÃO DE ACESSÓRIOS ROSCADOS (GOMES, 2012).....	21
FIGURA 2.13 – PORMENOR DE ACESSÓRIOS RANHURADOS: JUNTA DE MONTAGEM (PORFITE) .....	22
FIGURA 3.1 - EDIFÍCIO COM DIFERENTES UTILIZAÇÕES – TIPO (PINHEIRO, 2012) .....	27
FIGURA 3.2 – ESQUEMA INTERPRETATIVO DA ALÍNEA A), DO N.º 1, DO ARTIGO 169º DA PORTARIA N.º 1532/2008 .....	32
FIGURA 3.3 – REDE SECA. BOCA DE ALIMENTAÇÃO, COLUNA SECA E BOCAS DE INCÊNDIO (PINHEIRO, 2012).....	34
FIGURA 3.4 – ALIMENTAÇÃO DE UMA COLUNA SECA (CASTRO E ABRANTES, 2005) .....	34
FIGURA 3.5 – REDE HÚMIDA (PINHEIRO, 2012) .....	36
FIGURA 3.6 – BOCAS DE ALIMENTAÇÃO DO TIPO SIAMESA, PARA REDE MONTANTE (ESQUERDA) E DESCENDENTE (DIREITA) (VIANAS) .....	37
FIGURA 3.7 – BOCA SIAMESA 3" COMPACTA COM VÁLVULA DE RETENÇÃO E 2 ADAPTADORES STORZ 75 MM COM TAMPÕES (IMPARTE).....	38
FIGURA 3.8 – BOCAS DE ALIMENTAÇÃO DO TIPO SIAMESA (BHIA E IMPARTE) .....	38
FIGURA 3.9 – BOCA SIAMESA 3" COMPACTA COM VÁLVULA DE RETENÇÃO E 2 ADAPTADORES STORZ 75 MM COM TAMPÕES, INSTALADA NA AVENIDA AFONSO COSTA EM LISBOA.....	39
FIGURA 3.10 – BOCA DO TIPO SIAMESA ROSCADA (NICOLAUROS) .....	39
FIGURA 3.11 – ADAPTADOR DO TIPO STORZ (SANIPOWER).....	39
FIGURA 3.12 - BOCA DUPLA DE PISO TIPO STORZ (CARVALHO, 2015) .....	40
FIGURA 3.13 – EXEMPLOS DE BOCAS DE INCÊNDIO DUPLA (IMPARTE).....	40
FIGURA 3.14 – BOCA DE INCÊNDIO, COM ENTRADA DE 2" E SAÍDA DE 45 MM COM ROSCA, FLANGE E TAMPÃO COM CORRENTE STORZ EM ALUMÍNIO, COM MANÓMETRO (BIHIA) .....	41
FIGURA 3.15 – BOCA DE INCÊNDIO ARMADA DO TIPO TEATRO DE 45 (FONTE: PREVITOP) .....	42

FIGURA 3.16 – EXEMPLO DE UMA CENTRAL DE BOMBAGEM CONTRA INCÊNDIO (EFAFLU).....	45
FIGURA 3.17 - VEÍCULO URBANO DE COMBATE A INCÊNDIOS (VUCI) (WWW.LUISFIGUEIREDO.COM).....	46
FIGURA 3.18 - BOMBA DE INCÊNDIO DE MULTI-PRESSÃO PARA MONTAGEM NA.....	47
FIGURA 3.19 - AGULHETAS PARA COMBATE A INCÊNDIOS URBANOS E INDUSTRIAIS (CASTRO E ABRANTES, 2005).....	48
FIGURA 3.20 – ENSAIO PARA DETERMINAR O CAUDAL EM FUNÇÃO DA PRESSÃO NA BOCA DE INCÊNDIO, SEGUNDO A SECÇÃO E.4.1 DA NORMA EN 671-2 .....	54
FIGURA 4.1 – INQUÉRITO REALIZADO À COMUNIDADE TÉCNICA .....	58
FIGURA 5.1 – ÂNGULO DAS BOCAS DE ALIMENTAÇÃO (ANPC, 2015A) .....	69
FIGURA 6.1 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA COLUNA SECA, NUM EDIFÍCIO HABITACIONAL (UT I) COM 27 M DE ALTURA TÉCNICA (R/C + 9 PISOS ELEVADOS), CLASSIFICADO NA 2ª CATEGORIA DE RISCO (IMAGEM ADAPTADA DE APTA) .....	82
FIGURA 6.2 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UMA COLUNA HÚMIDA, NUM EDIFÍCIO HABITACIONAL (UT I) COM 27 M DE ALTURA TÉCNICA (R/C + 9 PISOS ELEVADOS), CLASSIFICADO NA 2ª CATEGORIA DE RISCO (IMAGEM ADAPTADA DE APTA). 87	87
FIGURA 6.3 – TORRE DE SÃO GABRIEL, CLASSIFICADA NA 4ª CATEGORIA DE RISCO .....	94

# Índice de Gráficos

GRÁFICO 2.1 – PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO EM TUBAGENS DE AÇO S195T (À ESQUERDA) E S235RJ (À DIREITA), EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA TUBAGEM, CONSIDERANDO A NORMA NP EN 10255 .....	16
GRÁFICO 2.2 – PRESSÃO MÁXIMA DE SERVIÇO EM TUBAGENS DE AÇO S235RJ, EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA TUBAGEM, CONSIDERANDO TUBAGENS CONFORMES À NORMA NP EN 10217-1 .....	19
GRÁFICO 3.1 – CAUDAL EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA AGULHETA, PARA DIFERENTES VALORES DE PRESSÃO P = 200 KPA, P = 400 KPA E P = 600 KPA.....	51
GRÁFICO 3.2 – CAUDAL EM FUNÇÃO DA PRESSÃO, PARA AGULHETAS DE 9, 10, 11, 12 E 13 MM. ....	51
GRÁFICO 3.3 – FACTOR K EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA AGULHETA. ....	54
GRÁFICO 6.1 – CUSTOS TOTAIS, ASSOCIADOS ÀS REDES DE 2ª INTERVENÇÃO, PARA OS 5 CASOS DE ESTUDO .....	101



# 1 Introdução

## 1.1 Enquadramento

O presente trabalho constitui uma análise ao articulado regulamentar vertido num conjunto amplo de normas portuguesas relativas aos critérios de dimensionamento das redes de combate a incêndios em edifícios utilizando meios de segunda intervenção.

Com efeito, o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RT-SCIE) e Despachos complementares definem critérios mínimos de caudal e de pressão dinâmica nas bocas de incêndio, que devem ser considerados no dimensionamento da rede de incêndios. Ou seja, implicitamente é imposto a utilização de bocas de incêndio que garantam o cumprimento simultâneo dos referidos parâmetros hidráulicos mínimos. Tais requisitos de operacionalidade plasmados no RT-SCIE não encontram correspondência nas Bocas de Incêndio Armadas do Tipo Teatro comerciais disponíveis no mercado actual. Face à problemática enunciada, bem como à constatação de que é referido pela comunidade técnica que alguns artigos do RT-SCIE apresentam uma interpretação dúbia, estabeleceu-se um programa de investigação da fundamentação dos artigos mencionados e do estado-da-prática que permitiu extrair conclusões e elaborar recomendações.

Neste sentido foi efectuada a revisão do conjunto regulamentar, na sua conjugação numa especificação única e clara e, necessariamente, no seu estrito cumprimento.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho foi a seguinte:

- a) Investigação e análise crítica da temática sobre segurança contra incêndio em edifícios, com especial foco nos meios de combate de 2ª intervenção;
- b) Estudo detalhado da legislação vigente em Portugal (NP EN 671-2, DL n.º 220/2008, DL n.º 224/2015, Portaria n.º 1532/2008, Despacho n.º 12605/2013, Despacho n.º 13042/2013, Despacho n.º 14903/2013 e Despacho n.º 3974/2013) e legislação internacional (NFPA, NTE);
- c) Averiguação da satisfação da comunidade técnica face à legislação vigente;
- d) No decurso desta análise à legislação vigente e após as consultas à comunidade técnica surgiram sugestões alternativas às impostas na regulamentação vigente.

e) Por fim, de modo a avaliar as implicações resultantes da aplicação das sugestões propostas neste TFM, efectuou-se a concepção e dimensionamento das redes de combate a incêndios e o respectivo estudo económico de 5 casos de estudo.

## 1.2 Estrutura e organização

Este trabalho de final de mestrado encontra-se dividido em 8 capítulos, sendo a sua descrição detalhada em seguida:

**Capítulo 1 – Introdução:** enquadramento ao tema e apresentação dos objectivos do presente trabalho.

**Capítulo 2 – Incêndios em edifícios e caracterização das redes de água:** enquadramento sobre os incêndios urbanos no panorama Português e descrição do estado de arte relativo a incêndios em edifícios urbanos e os respectivos equipamentos utilizados nas redes de água de combate a incêndios.

**Capítulo 3 – Análise comentada da legislação sobre combate contra incêndios em edifícios:** Análise da legislação Portuguesa associada aos sistemas de combate ao incêndio, das normas europeias e americanas. Análise comparativa entre a regulamentação Portuguesa e Internacional;

**Capítulo 4 – Consultas à comunidade técnica:** Análise aos inquéritos realizados à comunidade técnica (bombeiros, projectistas e instaladores) sobre os meios de segunda intervenção utilizados no combate a incêndios em edifícios e a respectiva eficácia da legislação aplicável;

**Capítulo 5 – Proposta de reformulação da legislação e das notas técnicas da ANPC:** Proposta de reformulação para mitigar as incongruências existentes na legislação e regulamentação vigente;

**Capítulo 6 – Casos práticos:** Apresentação da metodologia de dimensionamento das redes de água para combate ao incêndio em edifícios, utilizando a legislação Portuguesa e análise de sensibilidade aos diferentes parâmetros de dimensionamento;

**Capítulo 7 – Conclusões:** Neste capítulo efectua-se uma análise comentada aos principais resultados obtidos durante a elaboração deste TFM;

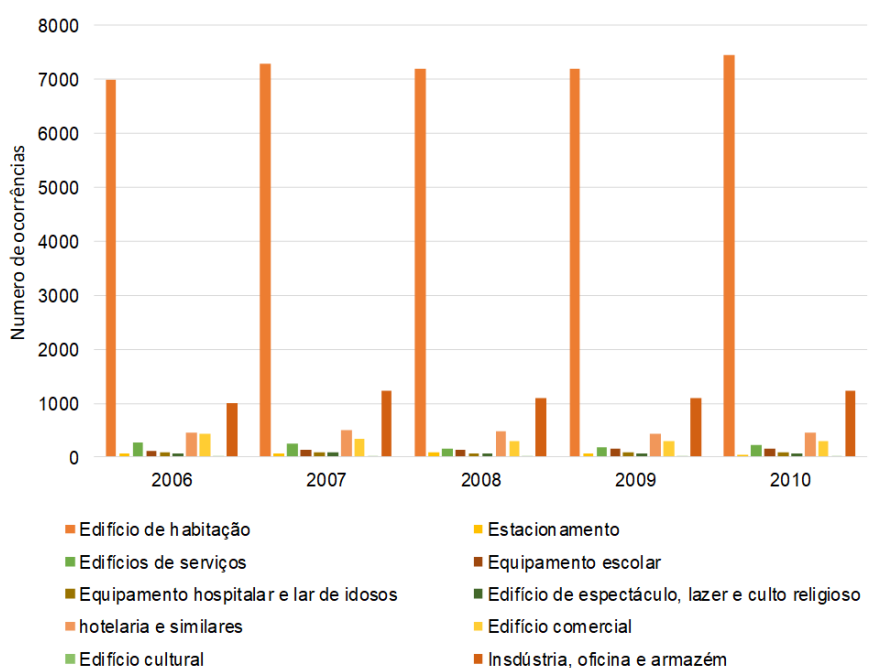
**Capítulo 8 – Trabalho Futuro:** são efectuadas propostas para a realização de trabalhos futuros nesta área das redes de combate contra incêndios em edifícios.

## 2 Incêndios em edifícios e caracterização das redes de águas instaladas

### 2.1 Incêndios em edifícios – Panorama Português

Para prevenir os incêndios em edifícios é necessário conhecer primeiramente as suas causas. Contudo, esta informação não está agregada, sendo difícil obter um panorama global das causas de incêndios em edifícios. Kobes et al. (2009) realizou um estudo sobre as causas dos incêndios na Europa e concluiu que fumar e cozinhar, em combinação com a existência de mobília com estofos e a presença de têxteis são as causas mais comuns para a ocorrência de incêndios em habitações.

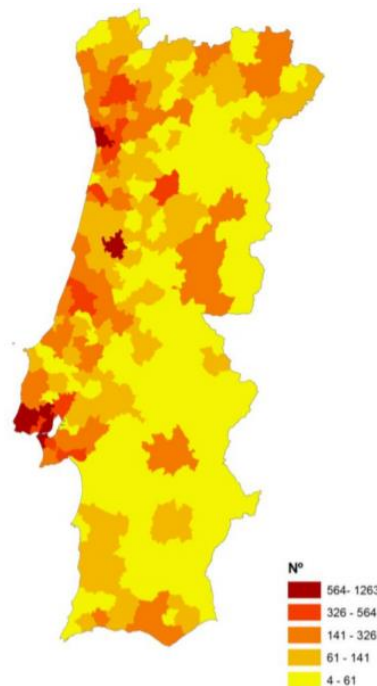
A caracterização do tipo de edifícios onde ocorrem os incêndios foi efectuada tendo por base a consulta dos anuários da ANPC disponíveis entre 2006 e 2010 (ANPC,2006; ANPC,2007; ANPC,2008; ANPC,2009; ANPC,2010), disponibilizados no site da APSEI. Com estes dados construiu-se o gráfico seguinte, onde é possível observar que o maior número de ocorrências ocorre em edifícios de habitação, seguido de edifícios industriais.



**Figura 2.1 – Número de incêndios urbanos registados entre 2006 e 2010 detalhados nos anuários da ANPC**

Os dados mais recentes foram obtidos com recurso às publicações realizadas no âmbito do projecto Metabuild, desenvolvido no LNEC (Machado e Silva, 2017). Este projecto utilizou o ficheiro de dados da ANPC para analisar estatisticamente e geograficamente o número de

incêndios urbanos em Portugal, considerando o quinquénio de 2011 a 2015. Os resultados apresentam-se no cartograma da Figura 2.2.



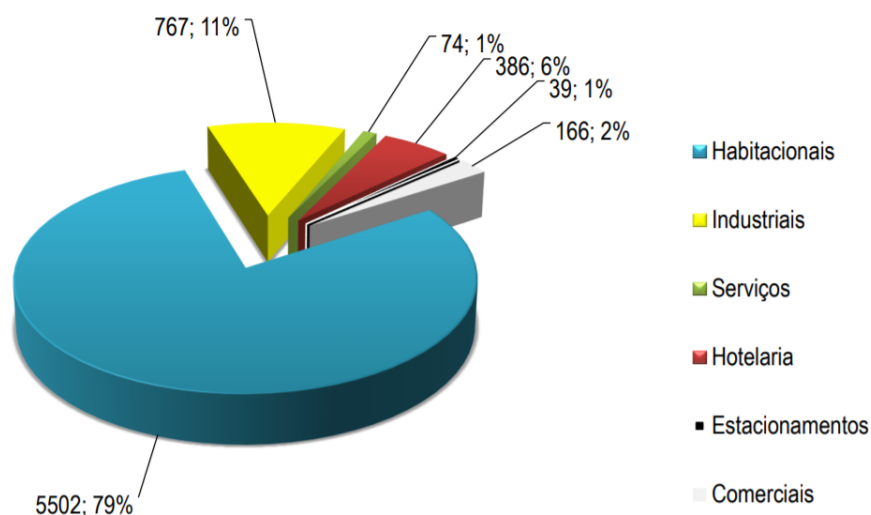
**Figura 2.2 – Número de incêndios urbanos, em Portugal, entre 2011 e 2015 (Machado e Silva, 2017)**

Analisando a figura anterior é evidente que existem maior número de ocorrência de incêndios em meios urbanos junto ao litoral, com mais incidência em Lisboa e no Porto.

A vulnerabilidade ao risco de incêndio depende de diversos factores, sendo um dos mais significativos a percentagem de edifícios devolutos nos núcleos urbanos. Nestes edifícios existem compartimentos onde se acumulam diversos materiais, que contribuem para o aumento da carga de incêndio (Santos et al., 2011).

Neste estudo, desenvolvido no LNEC, não foram consideradas as seguintes categorias “equipamentos escolares”, “hospitais” e “outros edifícios”, na quantificação dos incêndios urbanos, por serem as categorias que apresentam valores mais baixos de ocorrências de incêndios, por a etiologia destas ocorrências poder ser muito diferente dos incêndios em edifícios de habitação ou edifícios comerciais e de serviços e porque estes tipos de edifícios não se enquadrarem dentro do âmbito de estudo do projecto MetaBuild.

Na Figura 2.3 apresenta-se a percentagem de ocorrências de incêndios, por tipologia de edificado.



**Figura 2.3 – Percentagem de ocorrências em Portugal, por tipologia de edifício, entre 2011 e 2015 (Machado e Silva, 2017)**

Como se pode observar na figura anterior a maioria dos incêndios ocorreu em edifícios habitacionais, considerando o período entre 2011 e 2015. Tal conclusão é semelhante à obtida no quinquénio de 2006 a 2010. No entanto, verifica-se que o número de ocorrências em edifícios habitacionais no quinquénio entre 2011 e 2015 é em média inferior ao registado no período entre 2006 e 2010. Ou seja, entre 2006 e 2010 registaram-se em média 7228 (informação proveniente dos anuários da ANPC), enquanto no período de 2011 a 2015 apenas 5502 (informação retirada do estudo do LNEC). Para validar a conclusão desta análise considera-se que seria fundamental ter acesso às publicações dos anuários da ANPC entre 2011 e 2015, para averiguar se de facto houve uma redução do número de ocorrências em edifícios habitacionais.

Com a elaboração deste capítulo pretendeu introduzir-se o tema do combate a incêndios em meios urbano, dando uma perspectiva global do número de incêndios que ocorrem por localização geográfica e por tipo de edifício.

## 2.2 Aspectos fundamentais do fenómeno do incêndio

### 2.2.1 Incêndio – Tetraedro do fogo

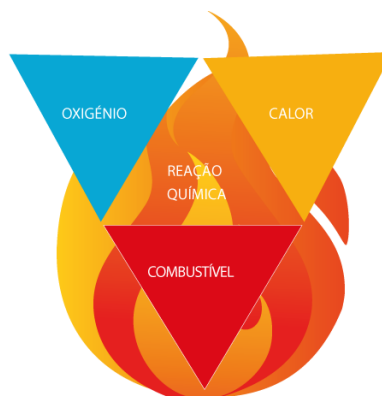
Define-se incêndio como a progressão de um fogo. O fogo, percussor do incêndio, poderá ter ignição por origem térmica, eléctrica, mecânica ou química (Schroll, 2002). Do ponto de vista fenomenológico, um fogo é uma combustão acompanhada pela libertação de calor (Guerra et al., 2006). Tal designação descreve uma reacção química exotérmica (que liberta calor, portanto) entre um combustível e um comburente, originando produtos de combustão (Coelho, 2010). Os dois intervenientes mencionados, adicionados à energia de activação,

perfazem o conjunto necessário e suficiente à ignição de um fogo. Os três são correntemente designados como componentes de um triângulo do fogo (Guerra et al., 2006), tal como se apresenta na figura seguinte.



**Figura 2.4 – Triângulo do fogo (Guerra et. al, 2016)**

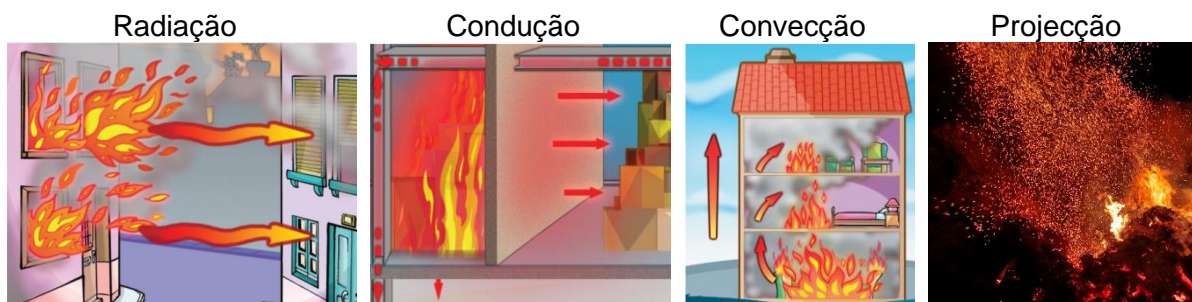
A acção conjunta do combustível, do comburente e da energia de activação, necessária para se iniciar a combustão, pode não ser suficiente para mantê-la. De modo a garantir a combustão continua é necessário considerar um quarto elemento: reacção química em cadeia. É, portanto, este o quarto elemento, que leva à transformação do triângulo do fogo no tetraedro do fogo (Guerra et al., 2006), tal como representado na Figura 2.5.



**Figura 2.5 – Tetraedro do fogo (Ferreira, 2016)**

Importa referir que na aludida figura se especifica um comburente, o oxigénio, e um tipo de energia de activação, o calor.

A fase seguinte, da propagação do incêndio, materializa-se na ocorrência de um ou vários dos mecanismos de radiação, condução, convecção e projecção.



**Figura 2.6 – Radiação, condução, convecção (Guerra et al., 2016) e projecção.**

A **radiação** consiste na transferência de energia térmica no espaço, independentemente do meio. A energia radiada, ao encontrar um corpo opaco, aquece-o. (Guerra et al., 2016).

A **condução** ocorre através da matéria e, embora os meios sólidos se afigurem mais favoráveis, os demais também o permitem. A condução térmica ocorre sempre no sentido das temperaturas mais altas para as mais baixas.

A **convecção** designa o transporte de energia térmica pela movimentação de fluidos aquecidos, ou seja, dependentemente do meio (Morgan et al., 2016).

A **projectão** de partículas inflamadas, poderá ocorrer devido à ocorrência de explosões e fagulhas transportadas pelo vento (Silva, 2010) e (Ferreira, 2016).

Nos subcapítulos seguintes detalham-se cada um dos constituintes do tetraedro do fogo: Calor, Combustível, Comburente e Reacção Química em Cadeia.

### 2.2.1.1 Calor

O calor é uma forma de energia que pode ser transferida entre dois corpos, sempre que há um gradiente de temperatura, ou seja quando as temperaturas dos corpos são diferentes. A unidade no sistema internacional, para a energia é o Joule (Guerra et al., 2006).

### 2.2.1.2 Combustível

Define-se combustível como a substância que exhibe a capacidade de alimentar a combustão, consumindo-se. Correntemente designa-se combustível como a substância que tem capacidade de arder (Guerra et al., 2006).

### 2.2.1.3 Comburente

Comburente é o elemento ou composto químico susceptível de provocar a combustão de outras substâncias, ou seja, “alimenta” uma combustão (Guerra et al., 2006). O comburente associa-se quimicamente ao combustível, permitindo a combustão do primeiro. Tanto o comburente, como o combustível, esgotam-se na reacção de combustão. Não obstante o oxigénio ser o comburente mais comum em incêndios urbanos, é possível a ocorrência de incêndios em cujo comburente é o cloro, o bromo, o enxofre ou o flúor. Os incêndios com tais comburentes, embora raros, são mais comuns em ambiente industrial. Esta circunstância justifica a especialização de corpos de bombeiros afectos a instalações ou zonas de intensa actividade industrial, face à anormal perigosidade e especificidade dos incêndios.

#### 2.2.1.4 Reacção química em cadeia

A reacção em cadeia, no contexto do fogo, caracteriza-se pela ocorrência de uma sequência de reacções com as quais o fogo se auto-alimenta, enquanto estiverem presentes os outros três elementos do triângulo do fogo.

A chama liberta calor que aquece o combustível. Este decompõe-se em partículas menores que entram em combustão, em contacto com o comburente, gerando mais calor que aquecerá mais porções de combustível e assim por diante. Ou seja, uma vez iniciada a combustão, o calor gerado actua desencadeia a combustão de mais partículas do combustível, o que leva a uma reacção em cadeia (Bretano, 2007). Essa reacção terá continuidade até que se esgote o combustível ou até que se interfira num ou em mais dos elementos do fogo.

#### 2.2.2 Produtos da combustão

Da combustão resultam os gases de combustão e os produtos não voláteis (Guerra et al., 2006).

Entre os **gases de combustão** encontram-se o monóxido de carbono (CO) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), resultantes da combustão da matéria orgânica (Guerra, 2006). O CO é característico de combustões incompletas por cessação prematura de comburente. A afinidade que tem com hemoglobina propícia a sua incorporação na circulação sanguínea das vítimas dos incêndios, suprimindo a função do componente sanguíneo referido, o que se traduz na morte ou em ferimentos graves (Seito et al., 2008). O CO<sub>2</sub> é muito menos perigoso, em concentrações moderadas, decorrendo em todos os tipos de combustão. Todavia, concentrações muito altas podem conduzir à morte por paragem respiratória. Importa referir que estes gases são invisíveis e inodoros.

Durante a combustão também são libertados outros gases, por exemplo: ácido cianídrico (HCN), proveniente de fibras acrílicas (poliuretanos ou nylon) ou ácido clorídrico (HCl) e fosgénio (COCl<sub>2</sub>), que resultam da combustão de PVC.

Os **produtos não voláteis** decorrem da não combustão de substâncias minerais. Trata-se das correntemente designadas cinzas.

#### 2.2.3 Tipos de fogo

A caracterização dos fenómenos de fogo e sua categorização em tipologias pode referir-se a diversos aspectos fundamentais. Entre as possíveis, aquela que se afirma mais interessante é a referente aos combustíveis envolvidos, por ser particularmente pertinente para definir os

meios de extinção adequados. A NP EN 2 (1993) define quatro classes de fogo (Guerra et al. 2006):

- Classe A, refere-se aos fogos gerados por combustíveis sólidos. Nestes casos, o combustível é, geralmente, orgânico (madeira e seus derivados, incluindo o papel, bem como hidrocarbonetos processados, como é o caso dos plásticos), tendo como produtos da reacção resíduos não voláteis;
- Classe B engloba os fogos originários em combustíveis líquidos ou sólidos liquidificáveis (hidrocarbonetos líquidos, álcool, entre outros). São fogos caracterizados pela combustão localizada somente na superfície desses combustíveis expostos ao comburente. Da combustão não resultam resíduos;
- Classe C compreende os fogos resultantes da combustão de gases (por exemplo o gás propano, o gás butano e o gás metano);
- Classe D agrupa os fogos despoletados por metais em pó. É o caso do alumínio, potássio, magnésio ou titânio.

#### 2.2.4 Mecanismos de extinção

Os mecanismos de extinção de um fogo têm como função a supressão das suas características fundamentais, nomeadamente as referidas como constituintes do tetraedro do fogo. Assim, para lograr a eliminação do combustível, do comburente, da energia de activação ou reacção em cadeia é possível adoptar mecanismos de arrefecimento, de carência, de asfixia ou de inibição (Guerra et al., 2006).

No primeiro caso, diminui-se a temperatura dos combustíveis ou comburentes, envolvidos na combustão ou que posteriormente a venham a integrar. Deste modo, suprime-se a reacção por insuficiência energética. No caso do mecanismo de carência ou diluição, o objectivo é reduzir a quantidade de combustível, limitando as condições para que a reacção prossiga.

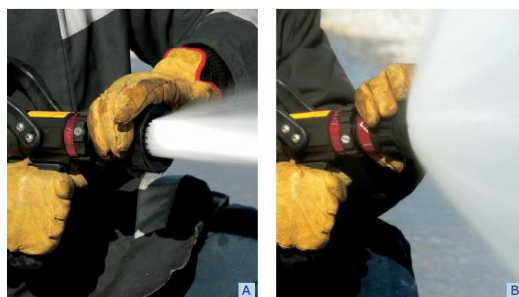
No mecanismo de asfixia, também designado abafamento, procede-se com vista à redução ou eliminação do comburente.

A inibição, ou mecanismo de catálise negativa, consiste em interromper a reacção em cadeia. Para o efeito altera-se a composição química da chama, reduzindo a energia libertada na forma de calor.

Para materializar estes mecanismos são usados diversos agentes extintores. Os mais comuns são a água, as espumas, o dióxido de carbono, os pós químicos e, em determinadas condições, a areia.

A água, como agente extintor no estado líquido, é aquele sobre o qual incide o presente TFM.

Trata-se do agente mais comum, e com maior tradição, uma vez que é barata, largamente disponível e fácil de usar, armazenar e transportar. A sua adequação cinge-se, contudo, aos fogos da classe A. Porém, existem diversas técnicas para o emprego da água, em função dos objectivos que se pretende atingir. As técnicas possíveis são o jacto, o chuveiro ou o nevoeiro (sendo as duas últimas formas de pulverização). Para conseguir obter os efeitos desejados são empregues constrangimentos na extremidade das mangueiras de água, designados por agulhetas (ver Figura 2.7). A água permite promover o arrefecimento. Todavia, sob a forma de vapor pode servir o mecanismo de abafamento.



**Figura 2.7 – Jacto de água (A) e Pulverização (B). (Guerra et al., 2006)**

Relativamente aos demais agentes importa referir que as espumas se destinam ao abafamento podendo, em virtude do seu conteúdo aquoso, exercer complementarmente o arrefecimento. Adequam-se, assim, aos fogos das classes A e B ao se fixarem à superfície do combustível, fruto da sua baixa densidade e, assim, impedirem o seu contacto com o comburente. Já o dióxido de carbono, sob a forma de neve carbónica, emprega-se em fogos das classes B e C. O seu objectivo é o de se imiscuir no oxigénio, diminuindo a concentração de adequado comburente no ar. Os pós químicos podem integrar-se nos tipos ABC, BC e D, conforme a classe de fogo a que respondem. Os dois primeiros despoletam a inibição, já o pó químico D funciona por abafamento. Também por abafamento funciona a areia e é adequada para fogos dos tipos A e D, sendo, contudo, a solução mais fácil e económica para fogos da classe D.

## 2.3 Redes de água de combate contra incêndios em edifícios

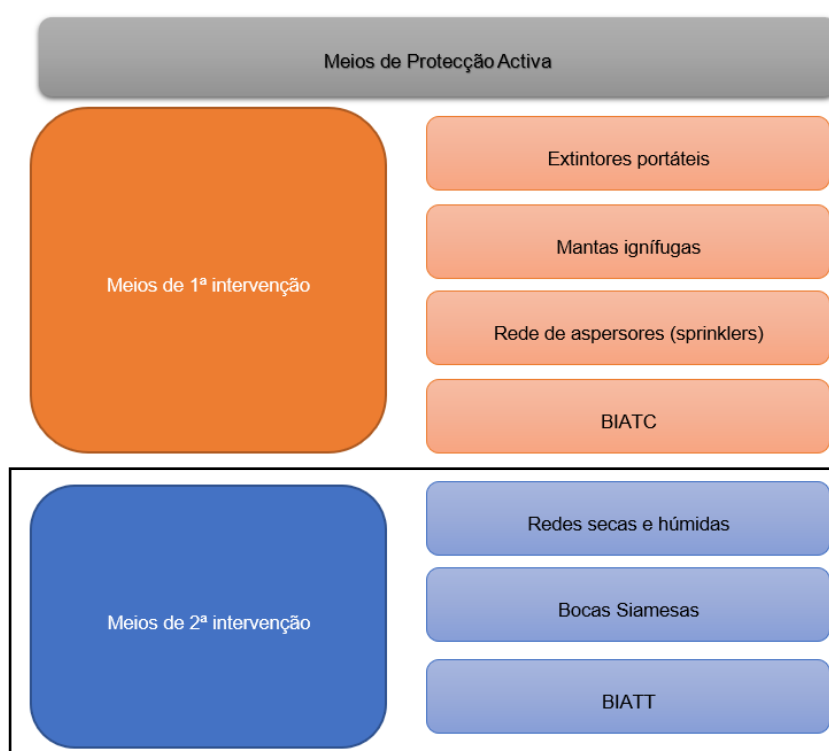
### 2.3.1 Diferença entre meios de 1ª e de 2ª intervenção em edifícios

Os sistemas de protecção activa podem ser meios de 1ª intervenção ou de 2ª intervenção. Os meios de 1ª intervenção são os aplicados no primeiro contacto com o incêndio até à chegada dos bombeiros, e têm como objectivo controlar ou mesmo suprimir o incêndio

(Teixeira, 2013). Estes equipamentos podem ser: os meios portáteis e móveis de extinção ou a rede de incêndio armada do tipo carretel instalada no edifício.

Os meios de 2ª intervenção são os meios a serem utilizados pelos bombeiros, quando os meios de 1ª intervenção já foram utilizados e não obtiveram sucesso. Caracterizam-se por instalações fixas instaladas no edifício.

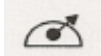


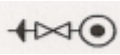


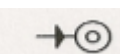
Na Figura 2.8 sistematizam-se os meios de protecção activa utilizados no combate. Convém reforçar que, no âmbito deste TFM, apenas se irá aprofundar a aplicabilidade os meios de 2ª intervenção por ser este o foco deste trabalho. Na Figura 2.8, BIATC designa a Boca de Incêndio Armada do Tipo Carretel e BIATT é a Boca de Incêndio Armada do Tipo Teatro.



**Figura 2.8 – Meios de 1ª e de 2ª intervenção**

Para distinguir os meios de 1ª e 2ª intervenção nas peças desenhadas de um projecto SCIE é necessário ter em consideração a simbologia apresentada na Nota Técnica n.º 4 da ANPC. Na Tabela 2.1 sistematizam-se os principais símbolos utilizados.

**Tabela 2.1 – Simbologia dos meios de 1ª e de 2ª intervenção (ANPC-04, 2013)**

Meios	Simbologia	Descrição
1ª intervenção		Boca de incêndio armada do tipo Carretel
1ª intervenção		Boca de incêndio armada do tipo Carretel com saída tipo SI e Válvula
2ª intervenção		Boca de incêndio do tipo teatro
2ª intervenção		Saída de coluna húmida, com válvula
2ª intervenção		Saída dupla de coluna húmida, com válvulas
2ª intervenção		Saída de coluna seca, com válvula
2ª intervenção		Saída dupla de coluna seca, com válvulas
2ª intervenção		Alimentação da rede seca (diâmetro mínimo de entrada 70 mm)
2ª intervenção		Alimentação seca a rede húmida (siamesa) (diâmetro mínimo de entrada 2x70 mm)

### 2.3.2 Tubagens e acessórios utilizados nas redes de água de combate a incêndios

Neste capítulo é efectuada uma caracterização do tipo de tubagens e acessórios utilizados nas redes de água de combate a incêndios. Pretende averiguar-se quais as normas europeias aplicáveis e quais as pressões máximas de serviço admissíveis na rede de incêndios em edifícios. Com esta análise pretende aprofundar-se a questão levantada no âmbito do trabalho que refere que: *“as pressões impostas pelas autobombas dos bombeiros são superiores aos valores para os quais a rede do edifício é dimensionada”*. Neste sentido analisaram-se quais os elementos que condicionam o dimensionamento da rede de águas, nomeadamente tubagens e acessórios.

### 2.3.2.1 Tubagens

As tubagens utilizadas nas redes de água de combate a incêndios em edifícios são geralmente em tubo preto<sup>1</sup> ou aço galvanizado<sup>2</sup>. Na Figura 2.9 apresentam-se algumas imagens das referidas tubagens. As características dos respectivos tubos podem ser consultadas no ANEXO A. Neste anexo apresenta-se a análise do custo de cada tipo de tubagem, em função do diâmetro.



**Figura 2.9 – Tubos para redes de água de combate a incêndios: Exemplos de tubos utilizados (Fonte: Pinto & Cruz Tubagens e Sistemas)**

Como nas redes de combate a incêndio ocorrem frequentemente situações de água parada, que promovem o rápido envelhecimento das condutas, é sugerida pela EPAL a utilização de materiais em ferro galvanizado de modo a prevenir a ocorrência de fenómenos de corrosão (EPAL, 2011).

Na Tabela 2.2 apresentam-se as normas Europeias aplicáveis a tubos de aço utilizados nas redes de incêndios.

**Tabela 2.2 – Principais normas Europeias aplicáveis às tubagens para redes de incêndios**

Normas	Ano	Título
NP EN 10255	2004	Tubos de aço não ligado com aptidão para soldadura e roscagem. Condições técnicas de fornecimento
NP EN 10217-1	2010	Tubos de aço com costura para aplicações sob pressão. Condições técnicas de fornecimento. Parte 1: Tubos de aço não ligado, com características especificadas à temperatura ambiente

A NP EN 10255 aplica-se a tubagens de aço com aptidão para soldadura e roscagem, com diâmetro nominal inferior a 150 mm. Para além de serem utilizadas em redes de incêndios,

<sup>1</sup> Segundo a norma EN 10255, a definição de tubo preto é tubo cujo estado de superfície é resultante do processo de fabrico sem qualquer revestimento posterior.

<sup>2</sup> A superfície é galvanizada de acordo com a norma EN 10240

são também utilizadas em redes prediais de distribuição de água, redes de gás para edifícios, redes de ar comprimido e redes de aquecimento.













































A NP EN 10217-1 aplica-se a tubos de aço com costura para aplicações sob pressão até um diâmetro nominal máximo de 2500 mm. Para além de serem utilizadas em redes de incêndios com diâmetros superiores a 150 mm, são também utilizadas para condutas de líquidos combustíveis, para sistemas de vapor de água, para sistemas de permutadores de calor e caldeiraria.

No caso dos tubos de aço com aptidão para soldadura e roscagem, conforme a NP EN 10255, estão previstas seguintes possibilidades:

-  NP EN 10255 – Tipo Ligeiro (L1)
-  NP EN 10255 – Tipo Ligeiro (L2)
-  NP EN 10255 – Série Média (M)
-  NP EN 10255 – Série Pesada (H)

Na Tabela 2.3 apresentam-se as gamas dimensionais associadas a cada uma das possibilidades, para diversos diâmetros.

**Tabela 2.3 – Gamas dimensionais de tubagens em aço com diâmetro inferior a 150 mm, contempladas pela NP EN 10255. Adaptado de (Gomes, 2016)**

DN	NPS	$D_{ext}$ (mm)	Espessura da parede do tubo em aço (mm)										
			1.8	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.4
DN 10	3/8"	17.2											
DN 15	1/2"	21.3											
DN 20	3/4"	26.9											
DN 25	1"	33.7											
DN 32	1 1/4"	42.4											
DN 40	1 1/2"	48.3											
DN50	2"	60.3											
DN 65	2 1/2"	76.1											
DN 80	3"	88.9											
DN 100	4"	114.3											
DN 125	5"	139.8											
DN 150	6"	165.1											

Na tabela anterior, DN é o diâmetro nominal proposto na ISO-*International Standards Organization*, sendo a sua dimensão expressa no sistema internacional de unidades SI. Esta designação foi adoptada na Europa tendo em consideração a norma NP EN ISO 6708. Considerando o critério Americano, a dimensão nominal da tubagem é designada NPS e o valor encontra-se expresso em unidades do Sistema Imperial.

Para determinar a pressão máxima admissível em cada tubagem é necessário ter em consideração a tensão de cedência, o coeficiente de segurança, o diâmetro da tubagem e a respectiva espessura. Sabendo que a norma Europeia estabelece que a tensão admissível ( $\sigma_{adm}$ ) do aço corresponde a 70% da tensão de cedência ( $\sigma_{ced}$ ). Isto é equivalente a considerar um coeficiente de segurança de aproximadamente 1.5. Deste modo, se o coeficiente for aplicado às séries dimensionais previstas na norma NP EN 10255 é possível determinar as pressões máximas de serviço, utilizando a equação 1 (Pedroso, 2008) e (Gomes, 2015):

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{\sigma_{adm} \times 2e}{D} \times 10 \Leftrightarrow P_{m\acute{a}x} = \frac{(\sigma_{ced}/C_s) \times 2e}{D} \times 10 \quad 1$$

Em que,  $P_{m\acute{a}x}$  é a pressão hidrostática (bar),  $\sigma_{adm}$  é a tensão admissível no aço (235 MPa ou  $N/mm^2$ ),  $e$  é espessura do tubo (mm) e  $D$  é o diâmetro exterior do tubo (mm).

A título de exemplo, considerando uma coluna com DN 80, em aço com uma tensão de cedência de 235 MPa tem-se as seguintes pressões máximas de serviço:

**Tabela 2.4 – Pressões máximas de serviço (bar), para uma tubagem DN 80 em aço S235 T, considerando um coeficiente de segurança de 1.5)**

Tipo	Expressão de Cálculo
Tipo L2	$P_{m\acute{a}x} = \frac{(235/1.5) \times 2 \times 3.2}{88.9} \times 10 = 113 \text{ bar}$
Tipo L1	$P_{m\acute{a}x} = \frac{(235/1.5) \times 2 \times 3.6}{88.9} \times 10 = 127 \text{ bar}$
Série M	$P_{m\acute{a}x} = \frac{(235/1.5) \times 2 \times 4.0}{88.9} \times 10 = 141 \text{ bar}$
Série H	$P_{m\acute{a}x} = \frac{(235/1.5) \times 2 \times 5.0}{88.9} \times 10 = 176 \text{ bar}$

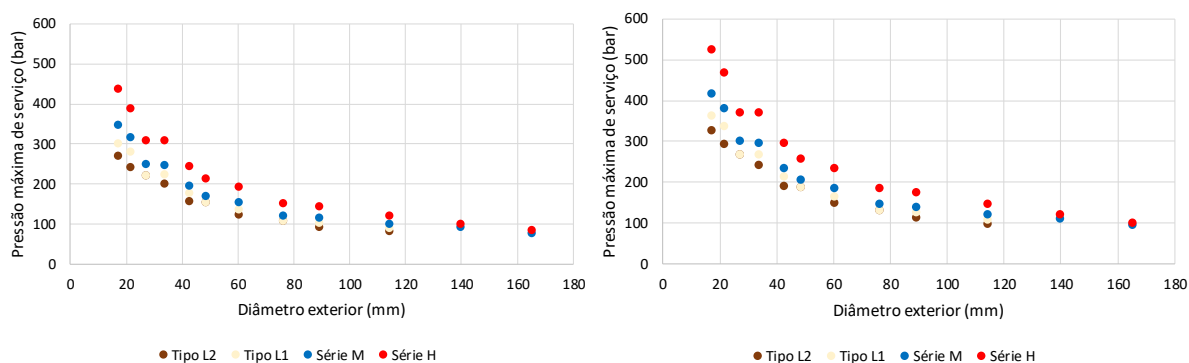
Pela análise da tabela anterior é possível verificar que a pressão máxima admissível numa coluna com DN 80 pode variar entre 1130 mca (11074 kPa) e 1760 mca (17248 kPa). Os valores obtidos são muito inferiores à pressão máxima de serviço expectável (25 bar).

Efectuou-se a determinação da pressão máxima de serviço para os restantes diâmetros, tendo-se obtido os resultados apresentados na Tabela 2.5.

**Tabela 2.5 – Pressões máximas de serviço (bar), considerando um coeficiente de segurança de 1.5, considerando a norma NP EN 10255**

DN	NPS	$D_{ext}$ (mm)	Aço classe S195 T				Aço classe S235 JR			
			Tipo L2	Tipo L1	Série M	Série H	Tipo L2	Tipo L1	Série M	Série H
DN 10	3/8"	17.2	272	302	348	438	328	364	419	528
DN 15	1/2"	21.3	244	281	317	391	294	338	382	471
DN 20	3/4"	26.9	222	222	251	309	268	268	303	373
DN 25	1"	33.7	201	224	247	309	242	270	298	372
DN 32	1 1/4"	42.4	159	178	196	245	192	214	236	296
DN 40	1 1/2"	48.3	156	156	172	215	188	188	208	259
DN50	2"	60.3	125	138	155	194	151	166	187	234
DN 65	2 1/2"	76.1	109	109	123	154	132	132	148	185
DN 80	3"	88.9	94	105	117	146	113	127	141	176
DN 100	4"	114.3	82	91	102	123	99	110	123	148
DN 125	5"	139.8	-	-	93	101	-	-	112	121
DN 150	6"	165.1	-	-	79	85	-	-	95	102

Nesta tabela apresentam-se os valores das pressões máximas de serviço, para dois tipos de aço, com tensões de cedência de 195 MPa e de 235 MPa. Para facilitar a visualização da informação apresentada na tabela anterior construíram-se os gráficos seguintes com a pressão máxima de serviço, em função do diâmetro da tubagem, para tubagens em aço S195T e S235RJ.



**Gráfico 2.1 – Pressão máxima de serviço em tubagens de aço S195T (à esquerda) e S235RJ (à direita), em função do diâmetro da tubagem, considerando a norma NP EN 10255**

Pela análise conjunta da tabela e da figura anterior é possível concluir que:

- A pressão máxima de serviço para tubagens de aço S195T encontra-se entre 79 bar (para DN 150 série M) e 438 bar (para DN 10 série H);
- A pressão máxima de serviço para tubagens de aço S235JR encontra-se entre 95 bar (para DN 150 série M) e 528 bar (para DN 10 série H);

- As tubagens fabricadas em aço da classe S235JR estão preparados para resistir a uma pressão máxima de serviço superior à do aço S195T, como seria expectável;
- Quanto maior é o diâmetro da tubagem, menor é a pressão máxima de serviço.
- A pressão máxima suportada pelos dois tipos de tubos analisados (S195T e S235RJ) é muito superior ao valor da pressão máxima de serviço praticada, resultando em coeficientes de segurança elevados. Para os diâmetros menores são notórias as diferenças entre a resistência efectiva e a pressão máxima de serviço praticada.

No caso de tubos de aço com costura para aplicações sob pressão, conformes a Norma NP EN 10217-1, as gamas dimensionais são apresentadas na Tabela 2.6.

**Tabela 2.6 – Gamas dimensionais de tubagens em aço, contempladas pela NP EN 102017-1. Adaptado de (Gomes, 2016)**

DN	NPS	$D_{ext}$ (mm)	Espessura da parede do tubo de aço (mm)													
			1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.6	6.3
DN 10	3/8"	17.2														
DN 15	1/2"	21.3														
DN 20	3/4"	26.9														
DN 25	1"	33.7														
DN 32	1 1/4"	42.4														
DN 40	1 1/2"	48.3														
DN50	2"	60.3														
DN 65	2 1/2"	76.1														
DN 80	3"	88.9														
DN 100	4"	114.3														
DN 125	5"	139.8														
DN 150	6"	168.3														
DN 200	8"	219.1														
DN 250	10"	273.0														
DN 300	12"	323.9														

Utilizando a equação 1, determinou-se para o tubo DN 80, em aço com uma tensão de cedência de 235 MPa, a pressão máxima para as séries mínimas e máximas.

**Tabela 2.7 – Pressões máximas de serviço (bar), para uma tubagem DN 80 em aço S235 T, considerando um coeficiente de segurança de 1.5)**

Tipo	Expressão de Cálculo
Série Mínima	$P_{m\acute{a}x} = \frac{(235/1.5) \times 2 \times 2.6}{88.9} \times 10 = 92 \text{ bar}$
Série Máxima	$P_{m\acute{a}x} = \frac{(235/1.5) \times 2 \times 5.0}{88.9} \times 10 = 176 \text{ bar}$

Efectuando a mesma análise para os restantes diâmetros obtêm-se os resultados apresentados na Tabela 2.8.

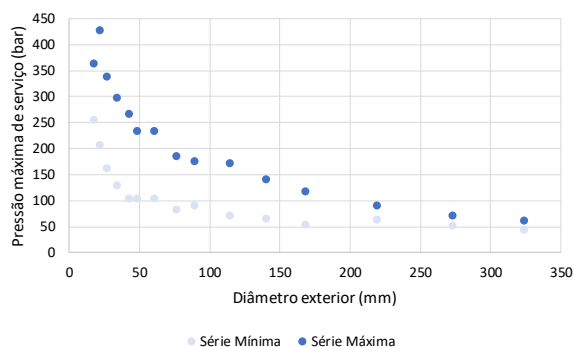
**Tabela 2.8 – Pressões máximas de serviço (bar), considerando um coeficiente de segurança de 1.5, considerando a norma NP EN 102017-1**

DN	NPS	$D_{ext}$ (mm)	Pressão de serviço	
			Série Mínima	Série Máxima
DN 10	3/8"	17.2	255	364
DN 15	1/2"	21.3	206	427
DN 20	3/4"	26.9	163	338
DN 25	1"	33.7	130	298
DN 32	1 1/4"	42.4	103	266
DN 40	1 1/2"	48.3	104	234
DN 50	2"	60.3	104	234
DN 65	2 1/2"	76.1	82	185
DN 80	3"	88.9	92	176
DN 100	4"	114.3	71	173
DN 125	5"	139.8	65	141
DN 150	6"	168.3	54	117
DN 200	8"	219.1	64	90
DN 250	10"	273.0	52	72
DN 300	12"	323.9	44	61

Pela análise da tabela anterior verifica-se que os tubos de aço com menores diâmetros admitem pressões de serviço superiores.

Para as tubagens conformes com a norma NP EN 10217-1, o valor de pressão máxima de serviço mais baixa ocorre para o máximo diâmetro apresentado na Tabela 2.8, ou seja, para DN 300. Neste caso, a pressão máxima de serviço encontra-se entre 44 bar (para  $e = 4.5$  mm) e 61 bar ( $e = 6.3$  mm), consoante a série do material. Para esta tubagem a pressão máxima de serviço é superior à máxima pressão de serviço praticada.

Para facilitar a visualização da informação apresentada na tabela anterior construiu-se o gráfico seguinte, com a pressão máxima de serviço, em função do diâmetro da tubagem:



**Gráfico 2.2 – Pressão máxima de serviço em tubagens de aço S235RJ, em função do diâmetro da tubagem, considerando tubagens conformes à norma NP EN 10217-1**

Com a análise efectuada é possível concluir que, se for cumprido o especificado nas normas NP EN 10255 e NP EN 10217-1 então, as redes de águas de combate contra incêndios instaladas nos edifícios estarão dimensionadas para resistir às pressões impostas pelas autobombas dos bombeiros (ver subcapítulo 3.1.6). Esta constatação vem clarificar o comentário patente no resumo dos objectivos deste TFM, que refere que: *“as pressões impostas pelas autobombas dos bombeiros são superiores aos valores para os quais a rede do edifício é dimensionada”*. Ora, esta afirmação só é verdadeira se as tubagens instaladas nos edifícios não cumprirem as especificações da legislação. Como se demonstra em seguida, embora de acordo com a legislação em vigor não seja permitida a aplicação de tubagens em plástico na rede de incêndios, ou outros materiais combustíveis, foi detectada a utilização de tubagem em PVC, numa das vistorias efectuadas pela ANPC (ver Figura 2.10). Para além de possuir uma classe de pressão inferior do que as tubagens em aço, o PVC não tem capacidade de resistir às elevadas temperaturas que ocorrem em caso de incêndio.



**Figura 2.10 - Boca-de-incêndio armada alimentada por conduta em PVC (Varela e Rodrigues, 2011)**

Esta situação poderá ter sido um erro de projecto, onde foi prescrito inadequadamente a utilização de PVC, ou um erro de execução de obra ou de fiscalização, que colocou ou permitiu a colocação de materiais não adequados à rede de incêndios.

### 2.3.2.2 Acessórios

Neste subcapítulo efectua-se uma breve descrição dos acessórios utilizados nas redes de águas de combate a incêndios, fazendo-se uma abordagem individualizada por tipo de ligação.

Através da análise dos catálogos de fornecedores de equipamentos é possível concluir que a pressão máxima admissível numa rede de abastecimento é condicionada pelos limites das juntas de ligação e dos restantes acessórios da rede. A título ilustrativo apresentam-se as pressões máximas admissíveis para alguns destes elementos:

**Tabela 2.9 – Pressões máxima em acessórios das redes de incêndio, de acordo com o catálogo da Pinhol**

Tipo de junta	$P_{\text{máx}}$ (bar)
Junta rígida tipo 07, $D_{\text{exterior}} = 88.9 \text{ mm}$	34.5
Junta flexível do tipo 75, $D_{\text{exterior}} = 88.9 \text{ mm}$	34.5
Junta rígida tipo 107, $D_{\text{exterior}} = 88.9 \text{ mm}$	40.0
Curva a $90^\circ$ , $D_{\text{exterior}} = 88.9 \text{ mm}$	34.0
Curva a $45^\circ$ , $D_{\text{exterior}} = 88.9 \text{ mm}$	34.0
Tês, $D_{\text{exterior}} = 88.9 \text{ mm}$	51.0

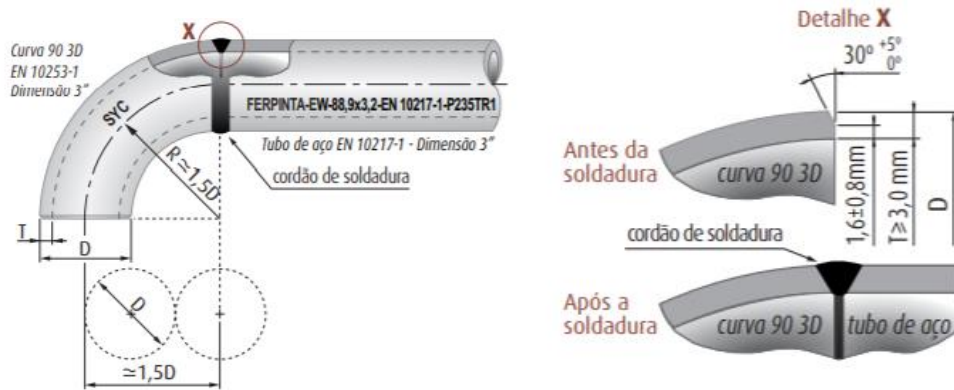
Como se pode observar, os valores apresentados na Tabela 2.9 correspondem apenas a cerca de 30% (34.0 bar /113.0 bar) dos valores referentes à pressão máxima admissível para as tubagens com diâmetro exterior 88.9 mm (DN 80), apresentadas na Tabela 2.4.

No subcapítulo A.2, do ANEXO A podem ser consultados as características destes acessórios para outros diâmetros.

#### Acessórios para soldar

A soldadura permite a união com continuidade metálica na junta permanente das duas extremidades a unir e é efectuada com recurso à adição de um metal. Na Europa são utilizados acessórios para soldar topo a topo, que têm por base a norma EN 10253-1.

Na Figura 2.11 representa-se o detalhe da preparação dos bordos de soldadura topo a topo numa curva a  $90^\circ$ , do tipo 3D, com  $R \cong 1.5D$ .



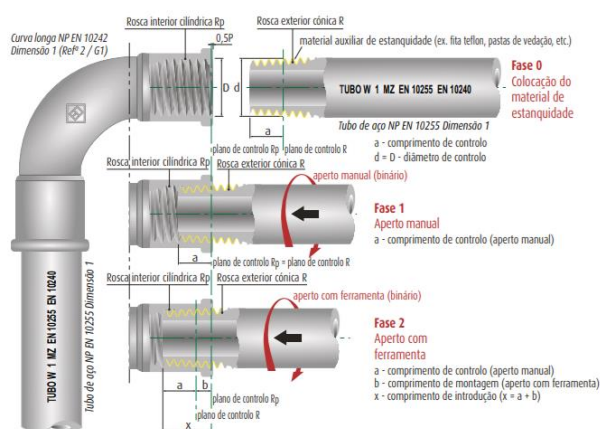
**Figura 2.11 – Acessórios para soldar (Gomes, 2012)**

A espessura da parede dos acessórios é definida em função do diâmetro exterior e apresenta uma semelhança com as espessuras da parede dos tubos de aço EN 10255 do tipo ligeiro 2 (Gomes, 2012).

As principais vantagens deste tipo de ligação são: elevada resistência mecânica; possibilidade ser aplicada em sistemas com elevadas pressões e temperaturas de serviço; garantia de estanquidade elevada e necessidade de manutenção muito reduzida ou nula (Gomes, 2012)

Acessórios roscados

Os acessórios roscados em ferro fundido maleável são munidos de ligações roscadas, conformes a norma NP EN 10226-1. Na figura seguinte representa-se esquematicamente a ligação de acessórios roscados.



**Figura 2.12 – Esquema de ligação de acessórios roscados (Gomes, 2012)**

A ligação roscada é economicamente mais competitiva do que a ligação soldada, para os limites de pressão e de temperatura aplicáveis. Para além disso, a principal vantagem da

utilização deste tipo de ligação é a elevada resistência mecânica, o que evita a colocação de suportes ou fixações adicionais (Gomes, 2012).

### Acessórios ranhurados

A ligação com acessórios ranhurados consiste numa união mecânica por encaixe simultâneo em duas ranhuras. O encaixe é efectuado utilizando uma junta de estanquidade e o aperto é efectuado com dois parafusos de fixação, tal como apresentado na Figura 2.13.



**Figura 2.13 – Pormenor de acessórios ranhurados: Junta de montagem (PORMENTE)**

Os pontos fortes dos acessórios ranhurados são a facilidade de montagem e desmontagem, especialmente em tubagens de grandes dimensões, a capacidade de reduzir as vibrações e os ruídos e a possibilidade de utilização em tubagens de aço de diferentes espessuras (Gomes, 2012).

## 3 Análise comentada da legislação sobre combate a incêndios em edifícios

### 3.1 Disposições Regulamentares Portuguesas

Da década de 60, em Portugal não havia legislação específica sobre Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE), existindo apenas um conjunto de artigos dispersos em regulamentos gerais. Por exemplo, em 1951 foram publicados 20 artigos sobre SCIE no Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU) (Decreto-Lei n.º 38382/51). Posteriormente, em 1959, foram publicados 29 artigos no Regulamento das Condições Técnicas e de Segurança dos Recintos de Espectáculos e Divertimentos Públicos, abrangendo todos os tipos de recintos. No caso das casas de saúde havia apenas um artigo do respectivo regulamento referente a este tema (Portaria n.º 23063/67).

Em 1974, o Batalhão de Sapadores-Bombeiros de Lisboa publicou um conjunto de medidas para permitir o licenciamento de edifícios com mais do que 10 pisos e de edificações de natureza especial, nomeadamente caves, estacionamentos cobertos para veículos automóveis e estabelecimentos com espaços acessíveis ao público.

Com a criação do Serviço Nacional de Protecção Civil (SNPC), em 1975, e a criação do Serviço Nacional de Bombeiros (SNB), em 1979, a Administração ficou provida dos meios fundamentais para poder reanalisar a temática do combate a incêndios em edifícios e estabelecer programas de desenvolvimento progressivo da legislação.

Após um conjunto de estudos aprofundados, que envolveram diferentes entidades, nomeadamente: Ministérios, Laboratório Nacional de Engenharia Civil e Universidades foi publicado, em 1990, o Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios de Habitação (Decreto-lei 64/90). Para os edifícios de habitação, este regulamento substituiu o prescrito no capítulo III, do título V, do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, sendo mais exigente em medidas de combate a incêndios em edifícios de altura superior a 28 m. Não obstante, para os edifícios não habitacionais como é o caso de instalações industriais, armazéns, lares de idosos, museus, bibliotecas, arquivos e locais de culto, os artigos do RGEU de 1951 mantiveram-se em vigor, enquanto não foram publicados novos regulamentos. Diversos regulamentos foram surgindo, para diferentes tipos de edifícios, levando a que a legislação sobre combate contra incêndios ficasse dispersa em diversas publicações. Para colmatar essa falha, em 2008 foram publicados regulamentos específicos para cada utilização-tipo (UT) de edifícios, tendo sido contribuído o Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil (SNBPC) e a posterior Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC). A

Portaria n.º 1532/2008 englobou as disposições regulamentares de segurança contra incêndio aplicáveis a todos os edifícios e recintos, repartidos por 12 utilizações-tipo (UT), sendo cada uma delas dividida em quatro categorias de risco (CR) de incêndio.

Para facilitar a compreensão da legislação Portuguesa, no que se refere aos sistemas de combate a incêndio aplicável a redes de 2ª intervenção, lista-se em seguida a legislação vigente:

- Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios, RJ-SCIE (Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro), complementado pela alteração vertida no Decreto-Lei n.º 224/2015 de 9 de Outubro;
- Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios, RT-SCIE (Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro);
- Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada (Despacho n.º 2074/2009 de 15 de Janeiro do Presidente da Autoridade Nacional de Protecção Civil);
- Regime de credenciação de entidades para a emissão de Pareceres, realização de vistorias e de inspecções das condições de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (Portaria n.º 64/2009, de 22 de Janeiro, rectificada pela Portaria 136/2011 de 5 de Abril);
- Funcionamento do sistema informático previsto no Decreto-Lei n.º 220/2008 (Portaria n.º 610/2009, de 8 de Junho);
- Procedimento de registo, na Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC), das entidades que exerçam a actividade de comercialização, instalação e ou manutenção de produtos e equipamentos de segurança contra incêndio em edifícios (SCIE) (Portaria n.º 773/2009, de 21 de Julho);
- Taxas por serviços de segurança contra incêndio em edifícios prestados pela ANPC (Portaria n.º 1054/2009, de 16 de Setembro);
- Nota Técnica N.º 13 – Redes Secas e húmidas (Despacho n.º 12605/2013);
- Nota Técnica N.º 14 – Fontes Abastecedoras de Água para o Serviço de Incêndio (Despacho n.º 13042/2013 e Declaração de rectificação n.º 1176/2013);
- Nota Técnica N.º 15 – Centrais de Bombagem para o Serviço de Incêndio (Despacho 14903/2013).

### 3.1.1 Análise comentada ao Decreto-Lei n.º 220/2008 e Decreto-Lei n.º 224/2015 - Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE)

O Decreto-Lei n.º 220/2008 estabelece o Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios. A publicação deste decreto-lei permitiu agilizar e simplificar os processos de Licenciamento de Projectos e Obras em conformidade com o Regime Jurídico da Urbanização e Edificação (RJUE) (Lei n.º 60/2007 – DL nº 555/99); diminuir o número de pareceres da ANPC sobre projectos de SCIE; diminuir o número de vistorias por parte da ANPC para a abertura de estabelecimentos; aumentar o número de acções de fiscalização da ANPC Pós-Licenciamento, nomeadamente: Inspeções Regulares, Planos de Segurança, Simulacros. Com a publicação deste decreto-lei pretendia-se, também, aumentar ou promover a formação e certificação de especialistas em SCIE, o que conduziria a uma maior responsabilização dos autores de projectos, dos empreiteiros, dos fiscais de obra e dos responsáveis pela manutenção das condições de SCIE.

Numa perspectiva financeira, a publicação deste decreto-lei permitiu viabilizar a captação de receitas em taxas e coimas. Em termos de gestão da informação estava previsto um aumento da utilização das Tecnologias da Informação e da Comunicação, o que permitiria a melhoria da qualidade dos serviços prestados pela ANPC, no âmbito da Segurança Contra Incêndios em Edifícios.

Do ponto de vista da população pretendia-se que fosse percepcionado o aumento do grau de Segurança Contra Riscos de Incêndio em Edifícios, aumentando também o grau de satisfação dos utentes dos serviços prestados pela ANPC e melhorando a “cultura de segurança” da população.

O Decreto-Lei n.º 220/2008, posteriormente publicado no Decreto-Lei n.º 224/2015, encontra-se dividido em cinco capítulos. No âmbito deste TFM considera-se relevante a análise detalhada do capítulo II “Caracterização dos edifícios e recintos”. É com base na caracterização dos edifícios que é estabelecida a categorias de risco, que permitirá escolher os meios de intervenção de combate contra incêndios a instalar no edifício.

Nos subcapítulos seguintes detalham-se as características que se consideram relevantes para a determinação das categorias de risco associadas a cada tipo de edifício, nomeadamente: Utilizações-Tipo (Artigo 8º); Classificação dos locais de risco (Artigo 10º); Categorias e factores do risco (Artigo 12º) e Classificação do risco (Artigo 13º).

### 3.1.1.1 Utilização-Tipo

A classificação do uso dominante de qualquer edifício ou recinto é efectuada em conformidade com o disposto no artigo 8.º dos Decretos-Lei n.º 220/2008 e n.º 224/2015.

Define-se no articulado regulamentar, um conjunto de doze Utilizações-Tipo (UT I a UT XII) que se constituem instrumentos imprescindíveis para a definição dos requisitos a impor a cada projecto.

A Utilização-Tipo é a classificação do uso dominante de qualquer edifício. Um edifício poderá possuir diversas UT, sendo atribuída uma única Utilização-Tipo se possuir apenas uma utilização exclusiva.

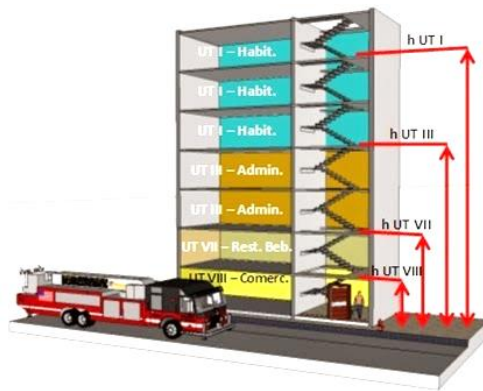
Na Tabela 3.1 sistematizam-se os edifícios e recintos correspondem às seguintes utilizações-tipo.

**Tabela 3.1 – Utilizações-Tipo (ANPC-01, 2013)**

Tipo	Designação
I	Habitacionais
II	Estacionamento
III	Administrativos
IV	Escolares
V	Hospitalares e lares de idosos
VI	Espectáculos e reuniões públicas
VII	Hoteleiros e restauração
VIII	Comerciais e gares de transportes
IX	Desportivos e de lazer
X	Museus e galerias de arte
XI	Bibliotecas e arquivos
XII	Industriais, oficinas e armazéns

No Anexo B.1, encontram-se detalhadas as descrições associadas a cada tipo de uso.

Quando existirem diversas utilizações-tipo no mesmo edifício, ou recinto, devem ser respeitadas as condições técnicas gerais e específicas definidas para cada utilização-tipo. Na Figura 3.1 apresenta-se o exemplo de um edifício com diferentes utilizações-tipo.



**Figura 3.1 - Edifício com diferentes Utilizações – Tipo (Pinheiro, 2012)**

Na figura anterior é possível observar a definição da altura da utilização-tipo, que consiste na diferença de cota entre o pavimento do último piso acima do solo susceptível de ocupação por essa utilização-tipo e o plano de referência.

### 3.1.1.2 Locais de risco

Dentro de cada edifício, com a respectiva UT definida, estipula o regulamento a definição de diferentes locais de risco (ANPC-05, 2013). Para o efeito aplica-se o disposto no artigo 10º do Decreto-Lei 220/2008. No Anexo B.2 é possível consultar as características que permitem a definição dos sete locais de risco, sendo A o local que não apresenta riscos especiais e F o local com riscos mais relevantes por estar associado a centros nevrálgicos de comunicação, comando e controlo.

### 3.1.1.3 Categoria de Risco

A classificação do risco de qualquer edifício ou recinto é efectuada em conformidade com o disposto no artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, sendo consideradas quatro categorias distintas, por ordem crescente de risco.

**Tabela 3.2 – Classificação do risco**

Categoria	Classificação
1ª	Reduzido
2ª	Moderado
3ª	Elevado
4ª	Muito elevado

Caracterizada a utilização-tipo (UT) de uma construção, prescreve o regulamento que se categorize o risco de incêndio sobrejacente.

Como os casos de estudo, que se apresentam no capítulo 6, dizem respeito a edifícios habitacionais e a salas de espectáculo, neste subcapítulo apresenta-se apenas a

caracterização das referidas utilizações-tipo, remetendo-se para o Anexo B.3 a especificação detalhadas para os restantes utilizações.

No caso de edifícios habitacionais (UT I), os factores de risco são conjuntamente a altura da UT e o número de pisos abaixo do plano de referência. Na tabela seguinte sistematizam-se as categorias de risco para um edifício habitacional.

**Tabela 3.3 – Categoria de risco da UT I – Edifícios Habitacionais (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura	Número de pisos ocupados abaixo do plano de referência pela UT I (*UT I)
1ª	≤ 9 m	≤ 1
2ª	≤ 28 m	≤ 3
3ª	≤ 50 m	≤ 5
4ª	> 50 m	> 5

(\*UT I) Não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação e, ou disponham de instalações sanitárias.

Na Tabela 3.4 e na Tabela 3.5 apresentam-se classificações do risco para edifícios de espectáculos e reuniões públicas (UT IV), em locais cobertos ou ao ar livre, respectivamente.

**Tabela 3.4 – Categoria de risco da UT VI - Espectáculos e Reuniões Públicas e UT IX - Edifícios desportivos, em edifícios cobertos (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura da UT VI ou IX	Número de pisos ocupados pela UT VI ou UT IX abaixo do plano de referência	Efectivo <sup>3</sup> da UT VI ou IX
1ª	≤ 9 m	0	≤ 100
2ª	≤ 28 m	≤ 1	≤ 1000
3ª	≤ 28 m	≤ 2	≤ 5000
4ª	> 28 m	> 2	> 5000

<sup>3</sup> De acordo com o Decreto-Lei n.º 220/2008, define-se «Efectivo» como “o número máximo estimado de pessoas que pode ocupar em simultâneo um dado espaço de um edifício ou recinto.”

**Tabela 3.5 – Classificação do risco da UT VI - Espectáculos e Reuniões Públicas e UT IX - Edifícios desportivos, ao ar livre (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Efectivo da UT VI ou IX
1ª	≤ 1 000
2ª	≤ 15 000
3ª	≤ 40 000
4ª	> 40 000

Para além desta classificação ser aplicada Edifícios de Espectáculos e Reuniões Públicas (UT VI), são também aplicáveis a edifícios desportivos (UT IX).

Na Tabela 3.6 sistematizam-se os factores que são considerados para a classificação da categoria de risco, para cada tipo de utilização-tipo.

**Tabela 3.6 – Factores de classificação para as categorias de risco (Decreto-lei n.º 224/2015).**

Utilização-tipo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	Hab	Est	Adm	Escol	Hosp	Espe	Hotel	Com	Desp	Mus	Bibl	Indu
Altura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Área bruta		x										
Saida directa ao exterior - locais D, E				x	x		x					
Coberto/ar livre		x				x			x			x
Efectivo total			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Efectivo locais D, E				x	x		x					
N.º pisos abaixo plano de referência	x	x				x		x	x		x	x
Carga de incêndio											x	
Densidade de carga de incêndio												x

Os critérios estabelecidos para a classificação nas diversas categorias de risco, definidos no Artigo 13.º do Capítulo II, do Decretos-Lei n.º 220/2008 e n.º 224/2015, são os seguintes:

- A categoria de risco de cada uma das UT é a mais baixa que satisfaça integralmente os critérios indicados nos quadros I a X, constantes do Anexo III do Decreto-Lei n.º 224/2015;
- Para uma dada UT, sempre que for excedido um dos valores da classificação na categoria de risco é atribuída a categoria de risco superior;

- Nas utilizações de tipo IV (edifícios escolares), onde não existam locais de risco D<sup>4</sup> ou E<sup>5</sup>, os limites máximos do efectivo das 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> categorias de risco podem aumentar em 50%.
- Quando existem estabelecimentos distribuídos por vários edifícios independentes, a categoria de risco é atribuída a cada edifício e não ao seu conjunto;
- Aos edifícios e recintos de utilização mista aplicam-se as exigências mais gravosas de entre as diversas UT.

### 3.1.2 Análise comentada da Portaria n.º 1532/2008 - Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE)

Para a análise dos meios de segunda intervenção no combate a incêndios considera-se essencial o conhecimento da terminologia utilizada. Neste sentido, devem ser consultados os principais conceitos no **Artigo 8, do Anexo I, da Portaria n.º 1532/2008**.

Os meios de segunda intervenção são regulamentados na Secção II, da Portaria n.º 1532/2008, sendo plasmado nos artigos 168º a 171º o conteúdo regulamentar pertinente à concepção dos meios de segunda intervenção em edifícios:

- Artigo 168.º estabelece a “Utilização dos meios de segunda Intervenção”, tendo em consideração a categoria de risco de cada tipo de edifício;
- Artigo 169.º define a “Localização das bocas de piso e de alimentação”;
- Artigo 170.º define as “Características e localização das bocas de incêndio armadas do tipo teatro”;
- Artigo 171.º estabelecem-se os critérios de dimensionamento para o “Depósito da rede de incêndios e central de bombagem”. Neste último artigo são, também, impostos os valores mínimos de caudal e de pressão a considerar para o dimensionamento das bocas de incêndio de segunda intervenção.

---

<sup>4</sup> De acordo com o Decreto-Lei n.º 224/2015, local de risco D é um “*local de um estabelecimento com permanência de pessoas acamadas ou destinado a receber crianças com idade inferior a seis anos ou pessoas limitadas na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme.*”

<sup>5</sup> De acordo com o Decreto-Lei n.º 220/2008, local de risco E é um “*local de um estabelecimento destinado a dormida, em que as pessoas não apresentem as limitações indicadas nos locais de risco D.*”

No ANEXO C encontra-se explicito cada um destes artigos que permitirá o entendimento dos aspectos relativos aos meios de 2ª intervenção.

Tendo em consideração o disposto no **artigo 168º, da Portaria n.º 1532/2008** (consultar Anexo C.1) sistematizou-se na Tabela 3.7 as especificações técnicas de utilização dos meios de segunda intervenção consoante a utilização-tipo e a categoria de risco, identificando-se a sombreado os casos em que é obrigatória a instalação de meios de segunda intervenção em edifícios.

**Tabela 3.7 - Síntese dos meios de 2ª intervenção a utilizar em função da UT e da CR**

Categoria	UT I	UT II	UT III	UT IV	UT V	UT VI	UT VII	UT VIII	UT IX	UT X	UT XI	UT XII
1ª												
2ª	(a)	(a)										
3ª								(b)				
4ª				(c)	(c)	(c)		(c)				(c)

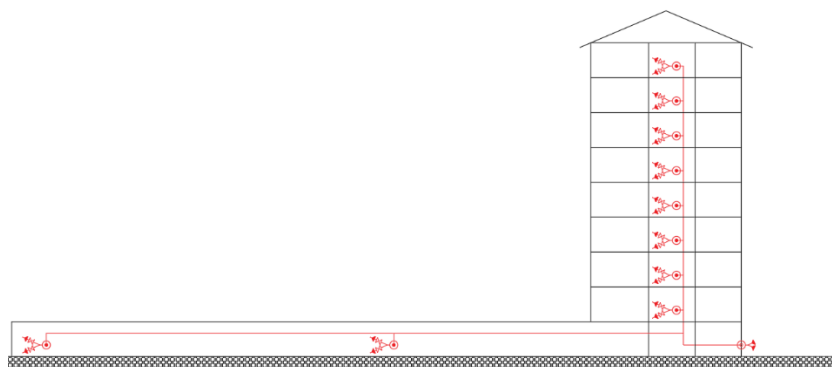
(a) Devem ser servidas por redes secas ou húmidas

(b) De acordo com o Artigo 257º, do capítulo V, do título VIII, da Portaria n.º 1532/2008, os edifícios comerciais e gares de transportes, da 2ª categoria de risco destinadas a turismo do espaço rural, de natureza e de habitação estão dispensadas da exigência de instalação de uma rede armada.

(c) Bocas de Incêndio Armadas do Tipo Teatro (BIATT)

Analisando a informação anterior verifica-se que edifícios da 1ª categoria de risco não necessitam de instalação de redes secas, nem de redes húmidas.

O **artigo 169º, da Portaria n.º 1532/2008**, prescreve os locais onde as bocas de piso e as bocas de alimentação devem ser colocadas no edifício (consultar Anexo C.2). Na alínea a), do número 1, do Artigo 169º é descrito que a presença de bocas de incêndio pode ser dispensada no piso do plano de referência, referindo ainda que a mesma tem de estar sinalizada. Esta alínea aparenta estar confusa por haver referência a uma sinalização de uma boca de incêndio que não foi colocada. Opinião semelhante é partilhada por Lourenço (2012). O que se poderá deduzir desta alínea é que, no caso em que é vantajoso a colocação de bocas de incêndio no piso de referência, devido às características do edifício ou da sua ocupação, será essencial sinalizá-las. Na Figura 3.2 representa-se um esquema de um edifício em que o piso de referência é bastante amplo, onde se considera favorável a colocação de bocas de incêndio nesse piso.



**Figura 3.2 – Esquema interpretativo da alínea a), do n.º 1, do artigo 169º da Portaria n.º 1532/2008**

Considera-se que seria vantajoso descrever que a distância entre duas bocas-de-incêndio de piso não deverá exceder a soma do comprimento das mangueiras de combate ao incêndio.

A alínea b), do artigo 169º, aparenta ser equívoca (consultar ANEXO C.2). Aliás, um dos objectivos deste TFM é exactamente clarificar esta questão. A interpretação desta alínea conduz à assunção de que em edifícios habitacionais (UT I) ou administrativos (UT III), com três pisos superiores ou inferiores ao plano de referência, não é obrigatória a instalação coluna seca (Lourenço, 2012). No subcapítulo 5.2.2 apresenta-se a sugestão de alteração deste artigo.

O **artigo 170º, da Portaria n.º 1532/2008**, define as características e a localização das bocas-de-incêndio armadas do tipo teatro (consultar Anexo C.3), tal que:

*“As bocas-de-incêndio tipo teatro, com mangueiras flexíveis e diâmetros de 45 ou 70 mm, devem estar devidamente sinalizadas e localizar-se, por ordem de prioridade, na caixa da escada, em câmaras corta-fogo, se existirem, noutros locais, permitindo que o combate a um eventual incêndio se faça sempre a partir de um local protegido.”*

Sobre esta temática, encontra-se ainda publicado no **n.º 3.3, da Nota técnica n.º 13, divulgada no Despacho n.º 12605/2013**, que as bocas de incêndios armadas (BIA) devem cumprir o especificado na NP EN 671-2<sup>6</sup>, tal que:

*“As mangueiras flexíveis estão normalmente acopladas a bocas de incêndio de diâmetros 50 mm (45) ou 70 mm (60), a sua instalação é normalmente feita em armários ou nichos providos de porta e devem estar em conformidade com a NP EN 671-2, em tudo o que não esteja expressamente referido nesta NT.”*

---

<sup>6</sup> No subcapítulo 3.2 apresenta-se e analisa-se o prescrito na norma EN 671-2.

De acordo com o estabelecido no **Art.º 171, nº 3, da Portaria nº 1532/2008**, a rede húmida deve ser dimensionada para garantir o caudal instantâneo de **4 l/s (240 l/min)** a uma pressão dinâmica mínima de **350 kPa (3.5 bar)**. Não obstante ter de cumprir também o preconizado na norma EN 671-2.

Com se pode observar, na regulamentação em vigor existem referências às mangueiras flexíveis, acopladas às bocas de incêndio, em diferentes publicações (Portaria n.º 1532/2008 e Despacho n.º 12605/2013). Esta informação dispersa poderia estar agrupada para facilitar o entendimento da regulamentação por parte dos técnicos intervenientes. O regulamento refere que as bocas de incêndio devem estar armadas, com mangueiras flexíveis. No entanto, não especifica o comprimento mínimo da mangueira.

Enquanto a Portaria nº 1532/2008 prescreve a localização das Bocas de Incêndio Armadas do Tipo Carretel, o mesmo não acontece para as bocas de incêndio do tipo Teatro. De acordo com o artigo 165º, estas bocas-de-incêndio de primeira intervenção devem ser dispostas nos seguintes termos:

*“a) O comprimento das mangueiras utilizadas permita atingir, no mínimo, por uma agulheta, uma distância não superior a 5 m de todos os pontos do espaço a proteger,*

*b) A distância entre as bocas não seja superior ao dobro do comprimento das mangueiras utilizadas,*

*c) Exista uma boca-de-incêndio nos caminhos horizontais de evacuação junto à saída para os caminhos verticais, a uma distância inferior a 3 m do respectivo vão de transição,*

*d) Exista uma boca-de-incêndio junto à saída de locais que possam receber mais de 200 pessoas.”*

O **artigo 171º, da Portaria n.º 1532/2008** define as características do depósito da rede de incêndios e central de bombagem (consultar Anexo C.4). O n.º 2, do artigo 171.º, da Portaria n.º 1532/2008, faz depender do Despacho n.º 13042/2013, o dimensionamento do depósito (ver subcapítulo 3.1.6) e do Despacho n.º 14903/2013, o dimensionamento do grupo hidropressor (ver subcapítulo 3.1.5).

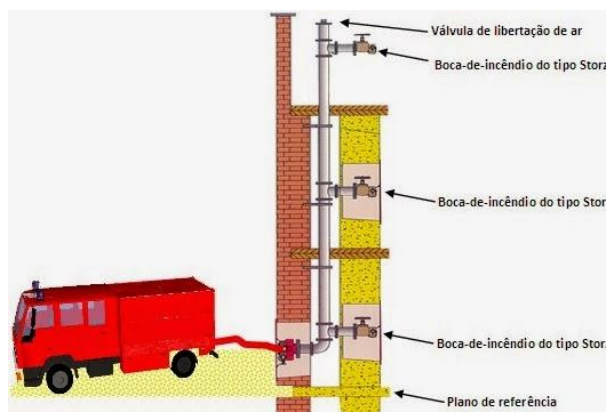
### 3.1.3 Análise comentada do Despacho n.º 12605/2013 - Redes secas e húmidas

O Despacho n.º 12605/2013 aprova a Nota Técnica 13, referente às redes secas e húmidas. Nos subcapítulos seguintes efectua-se uma análise comentada acerca das colunas secas e das húmidas e sobre as bocas de incêndio utilizadas como meio de segunda intervenção.

### 3.1.3.1 Colunas Secas (n.º 2 do Despacho n.º 12605/2013)

As colunas secas são utilizadas pelos bombeiros e destinam-se a apoiar as operações de combate a um incêndio em edifícios. Estes são meios de alimentação para segunda intervenção, que apresentam um carácter permanente, implantadas nos edifícios e constituídas por canalizações rígidas, bocas de alimentação e bocas-de-incêndio.

Na Figura 3.3 apresenta-se o esquema dos equipamentos instalados numa rede seca.



**Figura 3.3 – Rede seca. Boca de alimentação, coluna seca e bocas de incêndio (Pinheiro, 2012).**

A designação seca traduz a circunstância de estas colunas serem postas em carga no momento de utilização, por veículos dos bombeiros. É também por este motivo que a boca de alimentação de uma coluna seca deve ser colocada no exterior do edifício, num local facilmente acessível pela via e correctamente sinalizado. As bocas de alimentação devem respeitar o prescrito no artigo 169º, da Portaria n.º 1532/2008.

Na Figura 3.4 representa-se um exemplo da boca de alimentação utilizada para colocação em carga da coluna seca.



**Figura 3.4 – Alimentação de uma coluna seca (Castro e Abrantes, 2005)**

De acordo com o Despacho n.º 12605/2013, o traçado da coluna seca deve ser, sempre que possível, vertical rectilíneo. A implantação pode ser descendente (em caves) ou montante (em pisos acima do nível de referência). Todavia, caso se verifique a necessidade em ter ambas as soluções, deverão ser instaladas colunas distintas, com alimentação também distinta.

As colunas secas ascendentes devem possuir os seguintes diâmetros nominais:

*“a) DN 80 para utilizações-tipo da 1.ª e 2.ª categoria de risco<sup>7</sup>;*

*b) DN 100 para utilizações-tipo da 3.ª e 4.ª categorias de risco.”*

As colunas secas descendentes devem possuir o diâmetro nominal DN 80.

Os caudais e as perdas de carga globais, calculados entre a boca de alimentação e a boca de incêndio mais desfavorável, devem ser inferiores aos indicados na tabela seguinte:

**Tabela 3.8 – Valores máximos de caudal e pressão para dimensionamento da coluna seca. Adaptado do Quadro I do artigo 2.7 do Despacho n.º 12605/2013**

DN (mm)	Caudal ( $m^3/h$ )	Pressão (kPa)
80	50	850
100	100	700

Fazendo a conversão para as unidades mais utilizadas no dimensionamento de sistemas de combate a incêndios tem-se  $50 m^3/h = 833.33 l/min$  e  $100 m^3/h = 1666.67 l/min$ .

Para situações particulares, o Despacho n.º 12605/2013 refere que o dimensionamento das redes secas deve ser justificado pelo projectista através do cálculo hidráulico sempre que:

- O comprimento do ramal de alimentação seja superior a 14 m;
- A ligação das bocas de incêndio não seja directa à coluna, mas efectuada em troços horizontais de tubagem;
- A altura da utilização-tipo que serve seja superior a 50 m.

### 3.1.3.2 Colunas Húmidas (3 do Despacho n.º 12605/2013)

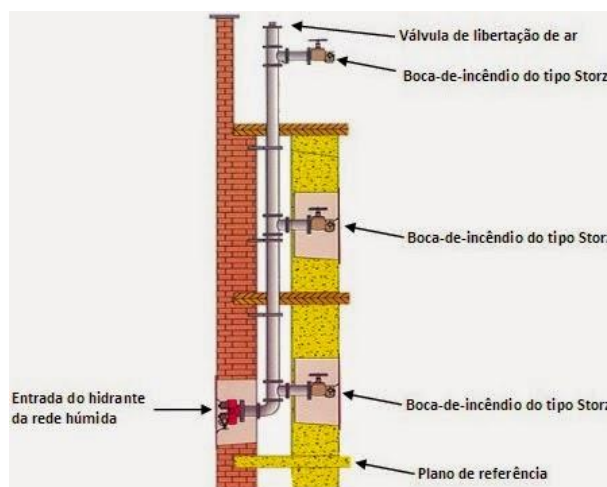
De acordo com o Despacho n.º 12605/2013, a coluna húmida difere da rede seca por:

---

<sup>7</sup> As categorias de risco, definidas na Nota Técnica N.º 06 (ANPC-06, 2013), encontram-se sistematizadas no subcapítulo 3.1.1.

- Manter-se permanentemente em carga, com alimentação de água proveniente de um depósito privativo do serviço de incêndios, pressurizada através um grupo sobrepessor próprio, dimensionado de acordo com a Nota Técnica n.º 15 (ANPC-15, 2013), publicada no Despacho n.º 14903/2013;
- Para além de poder conter bocas de incêndio tamponadas próprias para a 2ª intervenção, armadas ou não, semelhantes às aludidas para a rede seca, pode também conter bocas de incêndio armadas (RIA) com mangueiras semi-rígidas enroladas em carretel para a 1ª intervenção;
- Para fazer face a uma possível avaria do sistema de bombagem ou falta de água no depósito, tem de possuir uma alternativa de alimentação de água, que possa ser servida pelos veículos dos bombeiros directamente por ramal seco, de diâmetro apropriado, ligado directamente ao tubo colectador de compressão das bombas. É pressuposto a existência de válvulas anti-retorno nos colectores de compressão de cada grupo.

Na Figura 3.5 apresenta-se a representação da instalação de uma rede húmida,



**Figura 3.5 – Rede húmida (Pinheiro, 2012)**

De acordo com o Despacho n.º 12605/2013, as tubagens das colunas húmidas devem ser de ferro e cumprir às normas DIN 2440, para diâmetros até 100 mm inclusive, e DIN 2448, para diâmetros superiores a 100 mm. No entanto, estas normas encontram-se obsoletas (ver subcapítulo 2.3.2.1 e sugestões de reformulação no subcapítulo 5.3.4).

De acordo com o Despacho n.º 12605/2013, a rede húmida de 2ª intervenção pode ser comum à rede de 1ª intervenção (prevista no artigo 164º do RT-SCIE), à qual são acopladas as respectivas bocas de incêndio.

### 3.1.3.3 Bocas de incêndio instaladas em redes secas ou húmidas

#### 3.1.3.3.1 Bocas de alimentação do tipo siamesa (2.4 e 3.2 do Despacho n.º 12605/2013)

As bocas de alimentação do tipo siamesa permitem a alimentação das redes secas ou húmidas directamente através dos veículos de bombeiros.

Tendo em consideração o prescrito no Despacho n.º 12605/2013, a boca de alimentação deve ser dupla (siamesa) com junções de aperto rápido tipo “STORZ” DN 75. Todas as bocas devem ser munidas de bujão a elas preso por corrente. As bocas de alimentação devem ser dotadas de válvulas anti-retorno.

Tendo em consideração a informação constante do Despacho n.º 12605/2013, a boca de alimentação à rede de incêndios em edifícios deve *“Localizar-se na fachada, junto à faixa de operação se existir, localizada na via de acesso”* e *“ter o seu eixo a uma cota de nível relativamente ao pavimento da via de acesso compreendida entre 0,80 e 1,20 m”*.

Nas redes secas, quando coexistirem colunas montante e descendente, as bocas de alimentação do tipo siamesa devem ser obrigatoriamente independentes. *No caso de pertencer a uma rede seca deve ser protegida por armário (ou nicho dotado de porta), com as dimensões mínimas de 0,80 x 0,80 m, com porta devidamente sinalizada no exterior com a frase «SI – REDE SECA» ou o pictograma equivalente, contendo pelo interior a identificação das redes «MONTANTE» ou «DESCENDENTE»*. A parte inferior do armário ou nicho deve estar, no mínimo, a 0,50 m do eixo da boca (Despacho n.º 12605/2013).

Na Figura 3.6 apresentam-se as bocas siamesas de uma rede montante e descendente.



**Figura 3.6 – Bocas de alimentação do tipo siamesa, para rede montante (esquerda) e descendente (direita) (VIANAS)**

Nas redes húmidas, a boca de alimentação do tipo siamesa deve ser *“encerrada num armário próprio sinalizado com a seguinte frase «SI – REDE HÚMIDA» – no painel ou porta, pelo*

exterior, e «BOCA SECA» pelo interior do mesmo, ou os pictogramas equivalentes.” (Despacho n.º 12605/2013).

De acordo com o Despacho n.º 12605/2013, as bocas de alimentação devem ser montadas com as entradas de água viradas para o pavimento e a sua concepção deve ser tal que os planos perpendiculares ao seu eixo, que contêm, respectivamente, as secções nos pontos de ligação à coluna, ou ao ramal, e de entrada de água na junção STORZ, façam entre si um ângulo de 33°. Após a consulta a alguns fornecedores verificou-se que existem algumas bocas de alimentação que não cumprem esta regra. Na Figura 3.7 apresenta-se um dos exemplos em que o ângulo da coluna e o eixo da boca é de 90°.



**Figura 3.7 – Boca Siamesa 3" Compacta com Válvula de Retenção e 2 Adaptadores Storz 75 mm com tampões (IMPARTE)**

Na Figura 3.8 apresenta-se um dos exemplos em que o ângulo da coluna e o eixo da boca de alimentação é de 0°



**Figura 3.8 – Bocas de alimentação do tipo siamesa (BHIA e IMPARTE)**

Nestes casos é necessário que os projectistas proponham a instalação de curvas a montante que garantam o cumprimento do ângulo publicado no despacho. Por exemplo, na Figura 3.9 apresenta-se uma boca de alimentação do tipo siamesa, que se encontra instalada na Avenida Afonso Costa, em Lisboa, que cumpre o ângulo especificado no despacho n.º 12605/2013.



**Figura 3.9 – Boca Siamesa 3" Compacta com Válvula de Retenção e 2 Adaptadores Storz 75 mm com tampões, instalada na Avenida Afonso Costa em Lisboa**

Outro dos problemas encontrados, que resultam no incumprimento da legislação, é o facto de ainda existirem no mercado bocas de alimentação siamesas que têm ligações roscadas, em vez de ligações do tipo Storz.



**Figura 3.10 – Boca do tipo Siamesa roscada (NICOLAURSA)**

Neste caso seria necessário adicionar adaptadores para conversão de sistema de rosca em sistema de ligação rápida storz, tal como apresentado na figura seguinte:



**Figura 3.11 – Adaptador do tipo STORZ (SANIPOWER)**

### 3.1.3.3.2 Bocas de Incêndio (2.5<sup>o</sup>)

As bocas de incêndio (BI) encontram-se descritas no subcapítulo das redes secas, no ponto n.º 2.5 do Despacho n.º 12605/2013. Estas bocas de incêndio têm como função serem utilizadas pelos bombeiros, em caso de incêndio, e encontram-se instaladas no interior do edifício. De acordo com o referido despacho, as bocas de incêndio devem localizar-se, por ordem decrescente de prioridades:

- *“Na caixa da escada, designadamente quando esta é protegida;*
- *Dentro de câmaras corta-fogo, se existirem;*
- *Noutros locais, partindo do princípio de que o ataque a um incêndio se faz sempre a partir de um local protegido”.*

A distância vertical do eixo da boca de incêndio, em relação ao pavimento, deve situar-se entre 0,80 e 1,20 m. A sua implantação pode ser à vista, dentro de nichos ou dentro de armários, devidamente sinalizados na parte visível da porta.

As bocas devem ser equipadas com válvula de passagem com abertura por volante, o qual deve indicar de forma indelével o sentido de abertura e fecho da válvula. Verifica-se, no entanto, que existem no mercado opções que não são de volante, como é o caso do que se apresenta na Figura 3.12.



**Figura 3.12 - Boca dupla de piso tipo storz (Carvalho, 2015)**

Esta situação poderá ter sido um erro de projecto, ou um erro de execução de obra ou de fiscalização, que colocou ou permitiu a colocação de válvulas inapropriados. Todas as bocas devem possuir tampões ligados às bocas por corrente. Na Figura 3.13 apresenta-se um exemplo de uma boca de incêndios não armada correctamente instalada.



**Figura 3.13 – Exemplos de bocas de incêndio dupla (IMPARTE)**

As bocas de incêndio que servem para acoplamento das mangueiras para ataque directo ao incêndio e devem ser duplas STORZ DN 52.

De acordo com a informação apresentada no Despacho n.º 12605/2013 (ANPC-13, 2013), a pressão a considerar nas Bocas de Incêndio mais desfavoráveis, deve ser igual ou superior a 350 kPa para BI ou BIATT. Na boca mais desfavorável deve ser colocado manómetro para confirmar a referida pressão. Na Figura 3.14 apresenta-se uma boca de incêndio com um manómetro.



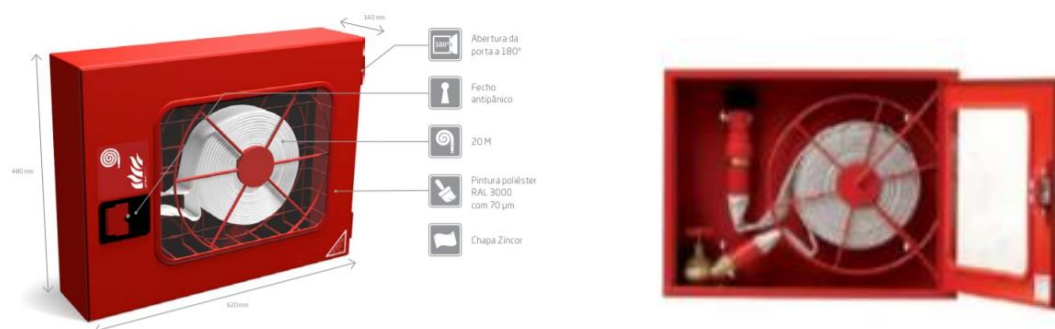
**Figura 3.14 – Boca de Incêndio, com entrada de 2" e saída de 45 mm com rosca, flange e tampão com corrente Storz em Alumínio, com manómetro (BIHIA)**

O caudal mínimo a considerar no dimensionamento é de 4,0 l/s para BI ou BIATT. No dimensionamento devem considerar-se em funcionamento simultâneo metade das BI ou BIATT, num máximo de quatro. De acordo com Varela e Rodrigues (2011), no caso das bocas-de-incêndio não armadas as principais lacunas encontradas pela ANPC prendem-se com a não especificação de bocas tipo *storz*, o deficiente posicionamento das bocas (não se encontram viradas para baixo, o que dificulta a ligação da mangueira e a passagem de água) e a localização das bocas.

### 3.1.3.3.3 Bocas de incêndio armadas (3.3 do Despacho n.º 12605/2013)

As Bocas de Incêndio Armadas do Tipo Teatro (BIATT) são utilizadas pelos bombeiros ou outro pessoal habilitado, nomeadamente a equipa de segurança, sendo por isso designados meios de segunda intervenção. De acordo com o número 3.3, do Despacho n.º 12605/2013, as BIATT devem estar em conformidade com a NP EN 671-2. No capítulo 3.2 apresenta-se a análise comentada da referida norma.

De acordo com o despacho n.º 12605/2013, as BIATT são instaladas em armários ou nichos providos de porta. Geralmente, as mangueiras flexíveis estão acopladas a bocas de incêndio de diâmetros 50 mm (45) ou 70 mm (60). Na Figura 3.15 apresenta-se um exemplo de uma boca-de-incêndio armada do tipo teatro.



**Figura 3.15 – Boca de incêndio armada do tipo teatro de 45 (Fonte: Previtop)**

De acordo com a consulta efectuada aos fornecedores, a generalidade das bocas-de-incêndio com mangueiras flexíveis, disponíveis no mercado Português, têm agulhetas de 13 mm, com um factor  $K^8 = 85 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})$ . O comprimento habitual das mangueiras é de 20 ou 25 metros (IMPARTE, PREVITOP, EXTINPOVOA, ANTICHAMA).

De acordo Varela e Rodrigues (2011) existem algumas irregularidades encontradas em bocas-de-incêndio armadas durante as vistorias realizadas pela ANPC a edifícios, sendo de destacar os seguintes aspectos:

- bocas-de-incêndio armadas que não incluem instruções de utilização;
- braçadeiras mal ajustadas;
- mangueiras incorrectamente colocadas no armário nas bocas tipo teatro;
- ausência de manutenção e instalação incorrecta das bocas-de-incêndio armadas;
- condutas de alimentação obstruídas;
- a localização das bocas de incêndio não permite combater o incêndio todos os espaços.

### 3.1.4 Análise comentada do Despacho n.º 13042/2013 - Fontes Abastecedoras de Água para o Serviço de Incêndio

O Despacho n.º 13042/2013 aprova a Nota Técnica N.º 14 (ANPC-14, 2013), que define os tipos de fontes de alimentação de água permitidos pelo RT-SCIE. Neste despacho são estabelecidas as características construtivas dos reservatórios de água privativos do serviço de incêndios (RASI) e as respectivas capacidades mínimas de água, considerando as

---

<sup>8</sup> O Factor K é descrito na norma EN 671-2 como o quociente entre o caudal e a raiz quadrada na pressão na boca de incêndio armada do tipo teatro.

categorias de risco das instalações protegidas por meios de intervenção, manuais e ou automáticos, funcionando com recurso àquele agente extintor.

A capacidade dos RASI deve ser calculada tendo em consideração o número de dispositivos em funcionamento e a autonomia necessária, em função da categoria de risco da utilização - tipo, sendo a fórmula de cálculo dada por (Despacho n.º 13042/2013):

$$C = (Q + Q_H + Q_S + Q_C) T \quad 2$$

em que,  $C$  é a capacidade do depósito (l);  $Q$  é o caudal da rede de 1.<sup>a</sup> ou de 2.<sup>a</sup> intervenção (l/min), definido na expressão (3);  $Q_H$  é o caudal de alimentação dos hidrantes se não forem alimentados pela rede pública (l/min);  $Q_S$  é o caudal de alimentação das redes de sprinklers (l/min);  $Q_C$  é o caudal de alimentação das cortinas de água (l/min) e  $T$  é o tempo de autonomia do sistema (min), apresentado na Tabela 3.9.

$$Q = \begin{cases} Q_1, & \text{se existirem apenas redes de 1.ª intervenção} \\ Q_2, & \text{se também existirem redes de 2.ª intervenção} \end{cases} \quad 3$$

Onde,  $Q_1$  é o caudal de alimentação das redes de 1.<sup>a</sup> intervenção (l/min) e  $Q_2$  é o caudal de alimentação das redes de 2.<sup>a</sup> intervenção (l/min). De acordo com a opinião da ANPC (ANPC, 2015), esta última descrição não se encontra correctamente definida (ver subcapítulo 5.4.2 com a reformulação proposta).

**Tabela 3.9 – Tempo de autonomia do reservatório (Despacho n.º 13042/2013)**

Categoria de Risco	Tempo de autonomia (min)
1. <sup>a</sup> e 2. <sup>a</sup>	60
3. <sup>a</sup>	90
4. <sup>a</sup>	120

Os valores de caudal apresentados na equação 2 podem ser calculados através das expressões seguintes (Despacho n.º 13042/2013):

$$Q_1 (l/min.) = n_1 \times 1,5 l/s \times 60 \text{ (n.º 1 do artigo 167.º do RT-SCIE)} \quad 4$$

$$Q_2 (l/min.) = n_2 \times 4 l/s \times 60 \text{ (n.º 3 do artigo 171.º do RT- SCIE)} \quad 5$$

$$Q_H (l/min.) = n_H \times 20 l/s \times 60 \text{ (n.º 8 do artigo 12.º do RT-SCIE)} \quad 6$$

$Q_s$  (l/min.) =  $q_s \times A_s$  (Quadro XXX VII da alínea a) do n.º 3 do artigo 174.º do RT-SCIE) 7

$Q_c$  (l/min.) =  $A_c \times 10$  l/min.m<sup>2</sup> (alínea a) do artigo 179.º do RT-SCIE) 8

“Em que,  $n_1$  é o número de carretéis a alimentar na rede de 1.ª intervenção, considerando metade deles em funcionamento, num máximo de 4,  $n_2$  é o número de bocas de incêndio a alimentar na rede de 2.ª intervenção<sup>9</sup>, considerando metade delas em funcionamento, num máximo de 4,  $n_H$  é o número de hidrantes a alimentar na rede de hidrantes, considerando no máximo 2,  $q_s$  é a densidade de descarga do sistema de sprinklers, variando com o local de risco a proteger, (l/min.m<sup>2</sup>),  $A_s$  é a área de operação dos sprinklers, variando com o local de risco a proteger, (m<sup>2</sup>),  $A_c$  é o somatório das áreas dos vãos a irrigar pelas cortinas de água, apenas no compartimento de fogo mais gravoso (m).”

Os critérios de dimensionamento da reserva de água têm em consideração o tempo de reserva, em função do caudal teórico. No entanto, como o dimensionamento é efectuado tendo em consideração a pressão dinâmica na boca de incêndio mais desfavorável, se ocorrer um incêndio num piso, que não seja o mais desfavorável, como a boca de incêndio está sujeita a uma pressão superior à mínima de dimensionamento, esta irá debitar um caudal superior aos 4 l/s. Neste sentido, o volume de água disponível no reservatório irá esgotar-se num tempo substancialmente inferior ao que foi considerado, o que levará a um incumprimento do tempo de autonomia do reservatório prescrito no Despacho n.º 13042/2013. Considera-se que seria interessante analisar esta problemática tendo em consideração novos critérios de dimensionamento (ver Tema C proposto no capítulo 7). Uma sugestão possível seria controlar a quantidade de caudal debitado em cada boca de incêndio, instalando válvulas redutoras de pressão a montante de cada uma das bocas.

### 3.1.5 Análise comentada do Despacho n.º 14903/2013 - Centrais de Bombagem para o Serviço de Incêndio

O Despacho n.º 14903/2013 foi publicado com o objectivo de definir os requisitos e especificações para a instalação de uma central de bombagem para uso do serviço de incêndios.

A Central de Bombagem para o Serviço de Incêndio (CBSI) destina-se a uso exclusivo do socorro e deverá conter todos os equipamentos necessários ao seu funcionamento, controlo e sinalização, designadamente: bomba(s) principal(ais) e bomba de reserva, bomba

---

<sup>9</sup> Consultar proposta de reformulação apresentada no subcapítulo 5.4.2.

equilibradora de pressão (jockey), quadros eléctricos, válvulas de seccionamento, retenção e de alívio de pressão, manómetros, pressostatos, caudalímetro e colectores.

Os equipamentos a instalar deverão ser construídos, instalados e mantidos em conformidade com a Norma Europeia EN 12845. Na Figura 3.16 apresenta-se um exemplo de uma central de bombagem contra incêndios que cumpre esta Norma Europeia.



**Figura 3.16 – Exemplo de uma central de bombagem contra incêndio (EFAFLU)**

No Despacho n.º 14903/2013 são definidos os critérios de dimensionamento de todas as componentes da Central de Bombagem. No âmbito deste TFM irão ser detalhadas as questões referentes ao dimensionamento hidráulico da central de bombagem, considerando apenas a existência de meios de 2ª intervenção.

Para o dimensionamento das bombas principais é necessário determinar o caudal nominal ( $Q_n$ ), que é obtido através da equação (9):

$$Q_n = Q + Q_H + Q_S + Q_C \quad 9$$

Em que, a descrição de cada um dos caudais é idêntica à constante no Despacho n.º 13042/2013 (ver subcapítulo 3.1.4).

Para além do ponto de trabalho nominal dimensionado, a bomba tem de ser capaz de debitar, no mínimo, 140% do caudal nominal a uma pressão não inferior a 70% da pressão nominal.

### 3.1.6 Análise comentada do Despacho n.º 3973/2013 - Regulamento de especificações técnicas de veículos e equipamentos operacionais dos corpos de bombeiros

Embora o Despacho n.º 3973/2013 não diga directamente respeito à utilização de meios de 2ª intervenção no combate a incêndios, o conhecimento e análise desta legislação é fundamental para averiguar a adequação entre os equipamentos das corporações de bombeiros e os elementos de combate a incêndio instalados nos edifícios.

Neste capítulo detalha-se apenas os aspectos relevantes associados ao veículo urbano de combate a incêndios (VUCI), já que são os comumente utilizados no combate a incêndios em edifícios. Na Figura 3.17 apresenta-se uma imagem de um VUCI.



**Figura 3.17 - Veículo urbano de combate a incêndios (VUCI) ([www.luisfigueiredo.com](http://www.luisfigueiredo.com))**

De acordo com o especificado no número 6.3, da Ficha Técnica n.º 3, do Despacho n.º 3974/2013, a bomba de serviço de incêndios instalada nos VUCI deve atingir os débitos mínimos de **3000 l/min**, a **10 bar** e **250 l/min**, a **40 bar**. Esta bomba deverá estar certificada pela norma EN 1028-1,2. A bomba deve possuir saídas em baixa pressão, com inclinação descendente, segundo um ângulo de 10º a 30º e dispor de válvulas de abertura/fecho facilmente manobráveis, mesmo sob o efeito de pressão, devendo ser composto pelas seguintes saídas:

- DN 70, Storz B, uma saída com tampa cega presa por corrente;
- DN 70, para monitor  
DN 45, Storz C, duas saídas, livre para eventual ligação manual em baixa pressão com tampa cega presa por corrente;
- DN 25, Storz D, uma saída com tampa cega presa por corrente;
- DN25, Storz, para enchimento/ circulação do tanque pela bomba;
- Saída de alta pressão DN 25, com sistema de rosca macho-fêmea de 1 polegada e cone de vedação BSP inox.

Para averiguar o cumprimento das características hidráulicas impostas pelo despacho n.º 3973/2013, fez-se um levantamento das características dos veículos urbanos de combate a incêndios (VUCI) pertencentes às corporações de bombeiros portuguesas. No caso dos VUCI dos Bombeiros de Vendas Novas, de Avis, de Santarém, de Alpiarça, de Salvaterra de Magos, de Golegã, de Benavente, de Baltar, de Sever do Vouga, de Canas de Senhorim, de Gouveia, de São Brás de Alportel, a bomba instalada é do tipo GODIVA Prima P2A+3010: 3000 l/min a 10 bar e 250 l/min a 40 bar. No caso dos Bombeiros Voluntários de Paredes a bomba hidráulica instalada é do tipo GODIVA Prima P2A+4010: 4000 l/min a 10 bar e 250 l/min a 40 bar. Tendo em consideração o levantamento efectuado, verifica-se que estes veículos cumprem os requisitos mínimos estabelecidos no Despacho n.º 3973/2013. Na Figura 3.18 apresenta-se uma imagem da bomba hidráulica do GODIVA Prima P2A.



**Figura 3.18 - Bomba de incêndio de multi-pressão para montagem na secção traseira ou intermédia (GODIVA)**

A bomba GODIVA Prima é uma bomba centrífuga de duas fases, com rotores de baixa e alta pressão num veio de aço inoxidável comum, e foi concebida para montagem na secção traseira ou intermédia do veículo.

No ANEXO D apresentam-se as curvas de funcionamento das bombas P2A 3010 e P2A 4010. Pela análise das referidas curvas é possível observar quais as pressões máximas de serviço passíveis de serem fornecidas pelos veículos de bombeiros, já que se considera fundamental aprofundar a questão levantada no âmbito do trabalho que refere que: “as pressões impostas

pelas autobombas dos bombeiros são superiores aos valores para os quais a rede do edifício é dimensionada.”. Como se comentou no subcapítulo 2.3.2.1, as tubagens em aço S195 T são dimensionadas para resistir a pressões máximas de serviço de 125 bar (para DN50), 109 bar (para DN 65), 94 bar (para DN 80) e 82 bar (para DN 100). Já os acessórios resistem a pressões inferiores, ou seja 34 bar (ver subcapítulo 2.3.2.2). Pela análise da Tabela D. 1 é possível verificar que a pressão máxima de saída da bomba, para baixas pressões, é de 17 bar, permitindo concluir que as tubagens e acessórios instalados nos edifícios resistem a esta pressão máxima fornecida pela bomba.

Para averiguar qual a condição de operacionalidade hidráulica das agulhetas dos bombeiros consultou-se o número 7, do Despacho n.º 3973/2013 (que revogou o Despacho n.º 21638/2009). De acordo o prescrito neste artigo, as agulhetas para baixa pressão devem ser certificadas conforme EN 15182 -1,2,3,4 e ter as seguintes características:

- Duas agulhetas com ligação Storz D<sup>10</sup> e caudal mínimo igual ou inferior a 50 l/min e máximo até 250 l/min;
- Duas agulhetas com ligação Storz C<sup>11</sup> e caudal até 500 l/min;
- Uma agulheta com ligação Storz B<sup>12</sup> e caudal até 1000 l/min.

De acordo com a análise efectuada, os requisitos hidráulicos definidos no Despacho n.º 3973/2013 são compatíveis com a normativa Europeia.

Na Figura 3.19 apresentam-se as fotografias de alguns exemplos de agulhetas utilizadas em combate a incêndios urbanos e industriais.



**Figura 3.19 - Agulhetas para combate a incêndios urbanos e industriais (Castro e Abrantes, 2005)**

---

<sup>10</sup> Referência ao sistema “Storz” em conformidade com o disposto na DIN: 14306 (STORZ D = 25)

<sup>11</sup> Referência ao sistema “Storz” em conformidade com o disposto na DIN: 14307 (STORZ C = 52)

<sup>12</sup> Referência ao sistema “Storz” em conformidade com o disposto na DIN: 14308 (STORZ B = 75)

### 3.2 Disposições Europeias pertinentes com transposição em Lei Portuguesa (NP EN 671-2)

Portugal procurou tirar partido da experiência entretanto adquirida por diversos países europeus na matéria de combate contra incêndios em edifícios. É neste sentido que são referidas normas Europeias para o dimensionamento dos equipamentos instalados nos edifícios. No caso dos meios de segunda intervenção, a Portaria n.º 1532/2008 remete para a norma europeia NP EN 671-2:2014 “Instalações fixas de combate a incêndio. Sistemas armados com mangueiras. Parte 2: Bocas de incêndio armadas com mangueiras flexíveis”.

Da norma NP EN 671-2 são estabelecidos um conjunto de 5 níveis hidráulicos para as Bocas de Incêndio Armadas do Tipo Teatro (BIATT). Na Tabela 3.10 sistematizam-se os caudais mínimos e o factor K mínimo em função da pressão, definidos na referida norma. De acordo com a norma NP EN 671-2, a relação entre o caudal e a pressão são dados por:

$$Q = K \times \sqrt{10P} \quad 10$$

Em que,  $Q$  é o caudal (l/min),  $K$  é o coeficiente de descarga (l/(min.bar<sup>0.5</sup>)) e  $P$  é a pressão (MPa). Relembra-se que, 1 MPa = 10 bar.

**Tabela 3.10 – Caudais mínimos e factor K mínimo em função da pressão(NP EN 671-2)**

Diâmetro do orifício da agulheta ou diâmetro equivalente (mm)	Caudal mínimo (l/min)			Factor K (l/(min.bar <sup>0.5</sup> ))
	P = 2 bar	P = 4 bar	P = 6 bar	
9	66	92	112	46
10	78	110	135	55
11	93	131	162	68
12	100	140	171	72
13	120	170	208	85

Analisando a informação apresentada na Tabela 3.10 verifica-se que nenhum dos níveis hidráulicos estabelecidos na NP EN 671-2 cumpre o requisito mínimo imposto pelo regulamento Português para as bocas de incêndio, ou seja:  $Q_{min} = 240 \text{ l/min}$  e  $P_{min} = 3.5 \text{ bar}$ . Considerando, simultaneamente, estes valores mínimos de caudal e de pressão na equação 10, é possível determinar o factor K que a BIATT teria de ter para cumprir simultaneamente estes requisitos, ou seja:  $Q = K \times \sqrt{10P} \Leftrightarrow K = \frac{240}{\sqrt{3.5}} = 128 \text{ l/(min.bar}^{0.5}\text{)}$ .

Isto significa que o factor K da boca de incêndio do tipo teatro, sugerido indirectamente pela Portaria n.º 1532/2008, seria de  $K = 128 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})$ <sup>13</sup> o que excede largamente os valores previstos na normativa Europeia.

O único nível hidráulico que pode ser utilizado, de modo a cumprir o requisito regulamentar Português, é considerando uma BIATT com diâmetro do orifício da agulheta de **13 mm** ( $K = 85 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})$ ), na condição de se garantir no dimensionamento da rede de água de combate contra incêndios um caudal de 240 l/min (4 l/s), com uma pressão instalada de aproximadamente **8 bar**<sup>14</sup>, tal como se demonstra em seguida:

$$Q = K \times \sqrt{10P} \Leftrightarrow P = \frac{\left(\frac{240}{85}\right)^2}{10} = 0.797 \text{ MPa} = 797 \text{ kPa} = 79.7 \text{ mca} = 8 \text{ bar}$$

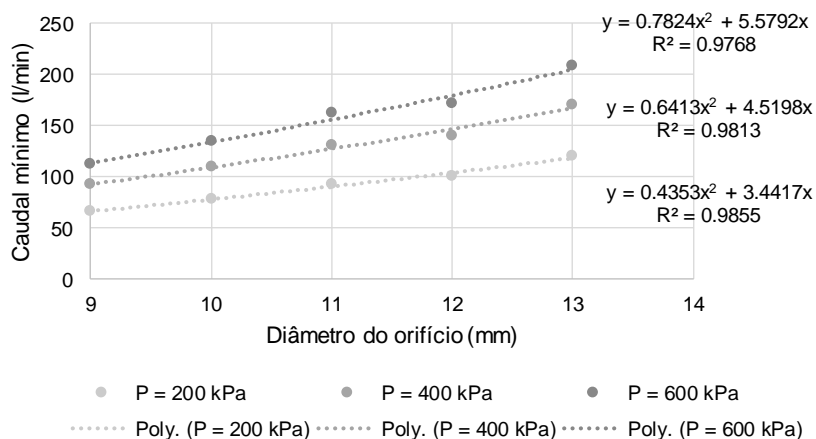
Este valor excede substancialmente a pressão mínima regulamentar de 350 kPa (3.5 bar). Para além de, exigir uma altura manométrica de elevação elevada, põe em causa a operacionalidade de manobra da mangueira por parte dos Bombeiros, por se ter uma pressão muito elevada na mangueira. De acordo com o n.º 1, do artigo 7º, DR n.º 23/95, as pressões de serviço em dispositivos de utilização prediais não devem exceder 600 kPa. Este valor de pressão fornece uma indicação do limite máximo aceitável a ser aplicado no dimensionamento de redes de água em edifícios.

Considerando a informação apresentada na Tabela 3.10, retirada da norma EN 671-2, considerou-se que seria interessante analisar o Gráfico 3.1, com o caudal em função do diâmetro da agulheta, para diferentes valores de pressão.

---

<sup>13</sup> Corroborado pela especificação técnica n.º 115 emitida pela APTA (Gomes, 2016a)

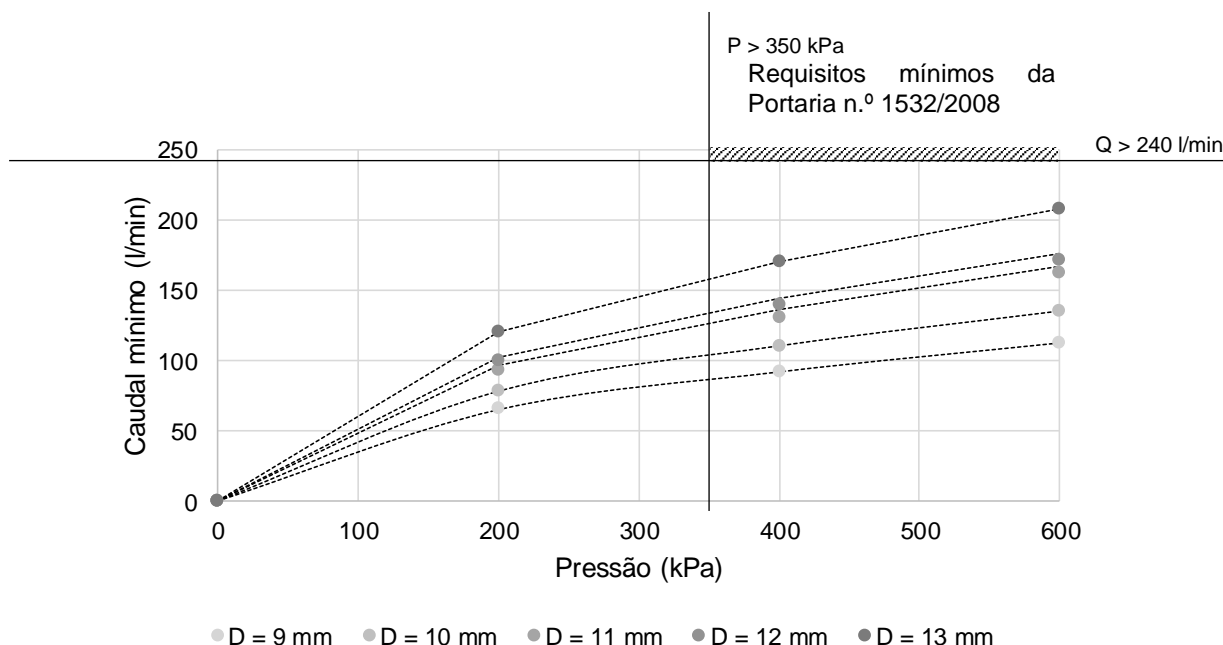
<sup>14</sup> Corroborado pela especificação técnica n.º 115 emitida pela APTA (Gomes, 2016a)



**Gráfico 3.1 – Caudal em função do diâmetro da agulheta, para diferentes valores de pressão P = 200 kPa, P = 400 kPa e P = 600 kPa.**

Como seria expectável o andamento do gráfico segue uma função polinomial de 2º grau, uma vez que o caudal é proporcional à área da secção e, conseqüentemente, é proporcional ao quadrado do diâmetro.

No Gráfico 3.2 representa-se o caudal em função da pressão, para os diferentes valores de diâmetro da agulheta, utilizando a informação da EN 671-2, apresentada na Tabela 3.10. Assinalou-se a sombreado a zona que cumpre os requisitos mínimos impostos pela Portaria n.º 1532/2008.



**Gráfico 3.2 – Caudal em função da pressão, para agulhetas de 9, 10, 11, 12 e 13 mm.**

Este gráfico é a tradução gráfica da equação 10, apresentada anteriormente. Como seria expectável, através da análise do Gráfico 3.1 e do Gráfico 3.2 é possível observar que, quanto

maior é o diâmetro da agulheta, maior será o caudal debitado. Verifica-se, também, que quanto maior for a pressão na boca, maior será o caudal fornecido.

Para se efectuar uma análise aprofundada do impacto de cada um dos parâmetros hidráulicos, referidos neste capítulo, considerou-se fundamental analisar a proveniência da equação utilizada na EN 671-2 (equação 10). Neste sentido efectuou-se a sua dedução a partir da curva de vazão para orifícios (Netto et al., 1998). Como se sabe, as agulhetas são peças tubulares adaptadas na ponta das mangueiras e servem para dirigir o jacto. No caso de orifícios pequenos pode admitir-se que todas as partículas atravessam o orifício animadas da mesma velocidade, e sobre a mesma pressão.

$$Q = C_d \times A \times \sqrt{2gH} \quad 11$$

Em que,  $Q$  é o caudal volumétrico ( $m^3/s$ ), coeficiente de descarga  $C_d$  (-),  $A$  é a área da secção transversal ( $m^2$ ),  $g$  é a aceleração da gravidade ( $m/s^2$ ) e  $H$  é a altura piezométrica ( $mca$ ).

A equação anterior pode ser rearranjada, tendo em consideração que a altura piezométrica é dada por:  $H = \frac{P}{\gamma}$ , em que  $P$  é a pressão ( $Pa$ ) e  $\gamma$  é o peso volúmico ( $N/m^3$ ), obtendo-se assim a seguinte equação:

$$Q = C_d \times A \times \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \times \sqrt{P} \quad 12$$

Sabendo que a norma EN 671-2 estabelece a relação entre o caudal e a pressão na BIATT, tal como definido na equação 10, com  $Q$  em  $l/min$ ,  $K$  em  $l/(min/bar^{0.5})$  e  $P$  em MPa, e sabendo que,  $1 MPa = 10 bar$ , então pode reescrever-se a equação do seguinte modo:

$$Q = K \times \sqrt{P} \quad 13$$

Com  $Q$  em ( $l/min$ ),  $K$  em ( $l/min/bar^{0.5}$ ) e  $P$  em ( $bar$ ).

Rearranjou-se a equação 12, de modo a obter uma equação semelhante à da norma EN 671-2, e obteve-se a equação (14):

$$Q = \left( C_d \times A \times \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \right) \times \sqrt{P} \leftrightarrow Q = K \times \sqrt{P} \quad 14$$

Deste modo, o factor  $K$  é obtido a partir da expressão (15):

$$K = C_d \times A \times \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \quad 15$$

Neste caso, a unidade do factor K é  $\frac{m^3}{s\sqrt{Pa}}$ . Para converter nas unidades apresentadas da norma EN 671-2  $\left(\frac{l}{\min\sqrt{bar}}\right)$ , e sabendo que,  $1 Pa = 10^{-5} bar$  tem-se:

$$K = C_d \times \left( \pi \frac{D^2 \times (10^{-3})^2}{4} \right) \times \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \times \frac{60 \times 10^3}{\sqrt{10^{-5}}} \quad 16$$

De acordo com Netto et al. (1998), o coeficiente de descarga  $C_d$  para os bocais das bocas de incêndio está compreendido entre 0.95 e 0.98. Este valor é empírico e é determinado através de ensaios experimentais realizados a cada equipamento. Assumindo que  $C_d = 0.95$ ,  $g = 9.8 m/s^2$  e  $\gamma = 9800 N/m^3$  obtém-se a seguinte função, que descreve o comportamento de K em função do diâmetro da agulheta:

$$K = \left( 0.95 \times \frac{\pi \times 10^{-6}}{4} \sqrt{\frac{2 \times 9.8}{9800}} \times \frac{60 \times 10^3}{\sqrt{10^{-5}}} \right) \times D^2 \Leftrightarrow K = 0.6331 \times D^2 \quad 17$$

Fazendo o gráfico conjunto desta função e dos pontos (D, K) da norma EN 671-2 (apresentados na Tabela 3.10) verifica-se que a função não se ajusta aos referidos pontos (ver Gráfico 3.3). Assim, efectuou-se a análise de sensibilidade ao valor de  $C_d$ , de modo a encontrar o valor que conduz a um melhor ajustamento. Para tal, efectuou-se a minimização do erro quadrático médio, tendo-se obtido que o valor de  $C_d$  que minimiza o erro. O resultado obtido é que  $C_d = 0.787$  é o valor que garante o melhor ajustamento. Neste caso, a equação anterior toma a seguinte forma:

$$K = \left( 0.787 \times \frac{\pi \times 10^{-6}}{4} \sqrt{\frac{2 \times 9.8}{9800}} \times \frac{60 \times 10^3}{\sqrt{10^{-5}}} \right) \times D^2 \Leftrightarrow K = 0.5245 \times D^2 \quad 18$$

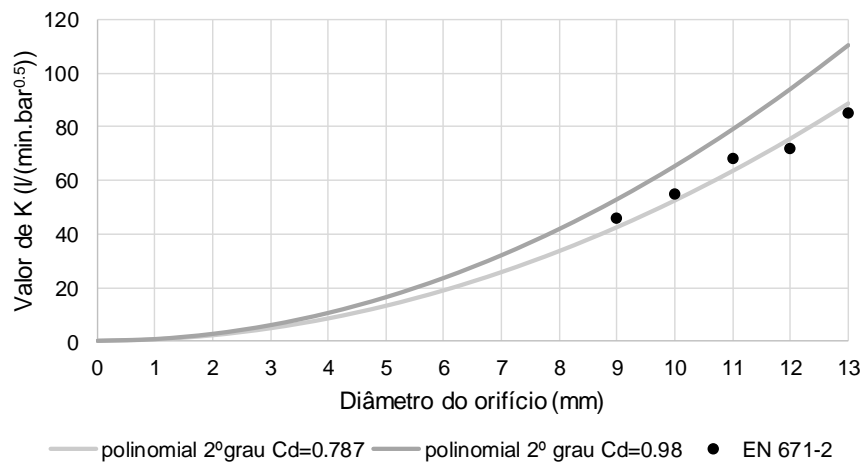
Na Tabela 3.11 apresentam-se os valores de erro obtidos entre os valores de K da EN 671-2 e os valores deduzidos através da equação anterior.

**Tabela 3.11 – Determinação do valor de Cd que minimiza o erro entre a norma EN 671-2 e a função deduzida para um orifício**

Diâmetro da agulheta (mm)	Valor de K ( $l/(\min.bar^{0.5})$ ), segundo EN 671-2	Valor de $K_{equivalente}$ ( $l/(\min.bar^{0.5})$ ), para $C_d = 0.787$	Erro percentual (%)
9	46	42.50	-7.6%
10	55	52.47	-4.6%
11	68	63.49	-6.6%
12	72	75.56	4.9%
13	85	88.67	4.3%

No gráfico seguinte apresentam-se os pontos prescritos na norma EN 671-2 e a função deduzida utilizando o valor de  $C_d = 0.95$ , sugerido na bibliografia corrente para bocais de

bocas de incêndio (Netto et al., 1998) e o valor de  $C_d = 0.787$ , que permite o melhor ajustamento entre a função e os pontos da norma.



**Gráfico 3.3 – Factor K em função do diâmetro da agulheta.**

O desfasamento entre a curva obtida para  $C_d = 0.95$  e os pontos da norma EN 671-2 pode ser justificado pelo facto de a curva de vazão da boca de incêndio (definida através da equação 12) não ter em consideração a perda de carga contínua na mangueira e as respectivas perdas de carga singulares boca de incêndio. No ANEXO E apresenta-se a dedução dos coeficientes de descarga, tendo em consideração os valores apresentados na norma EN 671-2.

Para se efectuar uma análise de sensibilidade aos factores K seria necessário efectuar ensaios a bocas de incêndio armadas. A norma EN 671-2, na secção E.4.1 descreve o procedimento a executar para a realização do ensaio. De acordo com esta norma a boca de incêndio deve estar montada de acordo com as instruções do fornecedor e a mangueira desenrolada e estendida de modo a ficar completamente direita e horizontal. Posteriormente, abre-se a válvula totalmente e através de um manómetro e de um medidor de caudal, colocados a montante da boca, procede-se à medição do caudal debitado.



**Figura 3.20 – Ensaio para determinar o caudal em função da pressão na Boca de incêndio, segundo a secção E.4.1 da norma EN 671-2**

### 3.3 Regulamentação internacional pertinente

Para o tema em análise, a investigação realizada permitiu concluir a pertinência de duas normas internacionais sem aplicação regulamentada em território nacional.

Trata-se das normas norte-americanas da *National Fire Protection Association* (NFPA), pela sua actualidade, abrangência e reputação da entidade emissora e das normas espanholas *Normas Tecnológicas de la Edificación* (NTE), pela sua proximidade histórica aos dispostos legais portugueses e pela referência que constituem para diversos intervenientes que operam no mercado ibérico.

Efectuada uma comparação sumária entre os dois dispostos regulamentares e as normas portuguesas, resumem-se os resultados na Tabela 3.12.

**Tabela 3.12 – Comparação dos dispostos regulamentares para redes de segunda intervenção das normas Portuguesas, Norte-americanas e Espanholas**

Parâmetros		Legislação Portuguesa	NFPA 14	NTE
Caudal de dimensionamento	l/s	16	31.6 (Class I, III) 6.3 (Class II)	10
Pressão	bar	3.5	6.9 a 24 (Class I, III) 4.5 a 24 (Class II)	3 a 6
Bocas de alimentação	mm	75 mm	40 mm ou 65 mm	60 mm
N.º de bocas em funcionamento simultâneo durante 60 min.		4	-	3
Materiais dos tubos		Ferro	Aço; Ferro; Cobre.	Aço; Ferro; Cobre.

Na NFPA 14 é definida classe I, classe II e Classe III consoante o tipo de sistema. Um sistema de classe I tem ligações para mangueiras de 2½ in (65 mm) para fornecer água para uso das corporações de bombeiros e de equipas treinadas para lidar com incêndios graves. Um sistema de classe II tem ligações para mangueiras de 1½ in (40 mm) para fornecer água para ser utilizada por pessoal treinado ou por corporações de bombeiros, durante a resposta inicial ao incêndio. No sistema de classe III existem ligações para mangueiras de 1½ in (40 mm) para fornecer água a ser utilizada por pessoal treinado e tem ligações para mangueiras de 2½ in (65 mm) para fornecer água para uso das corporações de bombeiros e das equipas treinadas para lidar com incêndios graves.



## 4 Consultas à comunidade técnica

No presente capítulo relata-se e interpreta-se a informação recolhida no contexto das consultas à comunidade técnica, efectuadas no âmbito do presente Trabalho Final de Mestrado. As entidades consultadas são representativas do universo de utilizadores da regulamentação de segurança contra incêndios. Ressalva-se, contudo, a circunstância de esta consulta se enquadrar na índole prática do presente trabalho e não pretender constituir uma análise com significado estatístico.

Para a realização deste trabalho foram contactados os seguintes grupos de entidades:

- Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC), por ser a entidade competente por assegurar o cumprimento do regime SCIE, sendo responsável pela credenciação de entidades para a realização de vistorias e de inspecções das condições de SCIE (nº 5, do Decreto-Lei n.º 220/2008). É atribuição da ANPC, entre outras, proceder à regulamentação, licenciamento e fiscalização no âmbito de segurança contra incêndios de acordo com o disposto no artigo 2.º, do Decreto-Lei n.º 75/2007;
- Bombeiros, por serem responsáveis pela extinção do incêndio. Consultou-se um conjunto de 180 corpos de Bombeiros, tendo-se obtido 24 respostas;
- Projectistas e instaladores, por se tratar das entidades que aplicam a legislação disponível para projectar ou instalar os equipamentos de combate a incêndios em edifícios. Consultou-se um conjunto de 81 projectistas e instaladores, com maior prevalência dos primeiros, tendo-se obtido 25 respostas.

No caso da ANPC pretendeu debater-se o panorama legislativo, no que respeita aos meios de combate de incêndios de 2ª intervenção utilizados em edifícios, e as perspectivas futuras. Por uma questão de salvaguarda da Autoridade, não se detalham neste capítulo as opiniões recolhidas. No entanto, agradece-se a sua participação activa para a elaboração deste TFM.

Para se obter um conjunto amplo de informações e opiniões, efectuou-se uma consulta a projectistas, instaladores e bombeiros, através de um inquérito. Este inquérito sistematizou em dez questões, os temas para os quais se requeria a perspectiva da comunidade técnica. Assim foi possível obter um conjunto alargado de respostas às mesmas questões que, mais do que opiniões pessoais, revelou tendências da comunidade.

Na Figura 4.1 apresenta-se o inquérito efectuado.

## Inquérito | Dimensionamento das redes de água de segunda intervenção

Identificação do inquirido:

Questões		Preencha com X		
1	Considera que, no contexto regulamentar actual (RT-SCIE), o dimensionamento de redes de 2ª intervenção é eficaz no combate a incêndios?	Sim	Não	Não aplicável
2	Identificou algumas incongruências na legislação actual de SCIE, no que se refere aos meios de 2ª intervenção, nomeadamente: na Portaria nº 1532/2008, no Despacho 12605/2013 e no Despacho 14903/2013?	Sim	Não	Não aplicável
3	Geralmente as bocas de incêndio armadas do tipo teatro estão correctamente instaladas nos edifícios?	Sim	Não	Não aplicável
4	As bocas de incêndio armadas do tipo teatro existentes no mercado permitem o cumprimento do factor K especificado na Portaria nº 1532/2008 e na norma EN 671-2?	Sim	Não	Não aplicável
5	Geralmente as bocas siamesas estão correctamente instaladas nos edifícios?	Sim	Não	Não aplicável
6	Geralmente as bocas duplas estão correctamente instaladas nos edifícios?	Sim	Não	Não aplicável
7	Os diâmetros das colunas secas e húmidas instaladas nos edifícios cumprem a legislação actual?	Sim	Não	Não aplicável
8	Identifica problemas de manutenção dos equipamentos instalados?	Sim	Não	Não aplicável
9	Considera que a alteração, em 2009, da legislação Portuguesa de SCIE foi vantajosa para agilizar os procedimentos administrativos, retirando da ANPC e das Câmaras Municipais a responsabilidade da análise e aprovação dos projectos ou da fiscalização e aprovação da obra executada?	Sim	Não	Não aplicável
10	Os bombeiros dispõem de meios de combate compatíveis com os equipamentos instalados nos edifícios?	Sim	Não	Não aplicável
Comentários que considere relevantes sobre redes de 2ª intervenção:				

**Figura 4.1 – Inquérito realizado à comunidade técnica**

### 4.1.1 Bombeiros

A Tabela 4.1 resume o sentido das respostas dadas pelos bombeiros.

**Tabela 4.1 – Resultados dos inquéritos realizados aos bombeiros**

Questão	Sim	Não	Não sabe / Não Responde
1	23	0	1
2	6	18	0
3	24	0	0
4	5	0	19
5	24	0	0
6	24	0	0
7	24	0	0
8	22	2	0
9	9	14	1
10	24	0	0

Analisando as opiniões recolhidas é possível destacar os seguintes aspectos:

- 1 - A maioria (96%) considera que o dimensionamento de redes de segunda intervenção é eficaz para o combate a incêndios;
- 2 - Uma maioria menos expressiva (de 75%) declara não identificar incongruências na legislação actual de SCIE, no que se refere aos meios de segunda intervenção;
- 3, 5 e 6 - De um modo unânime (alicerçado em 100% das opiniões) consideram que as bocas-de-incêndio armadas tipo teatro, as bocas siamesas e as bocas duplas estão correctamente instaladas nos edifícios;
- 4 - A generalidade dos bombeiros (79%) não está sensível ou desconhece a problemática do factor K, o que é justificado pela sua função prática que dispensa a familiarização com tal conceito;
- 7 - Também é unânime a resposta afirmativa à questão sobre o cumprimento da legislação vigente por parte dos diâmetros das colunas secas e húmidas;
- 8 - Geralmente (92%) não são encontrados problemas de manutenção nos equipamentos instalados;
- 9 - Uma maioria pouco expressiva (de 58%) considera que a alteração da legislação portuguesa de SCIE, de 2009, não foi vantajosa;
- 10 - Todos os bombeiros inquiridos declararam dispor dos meios de combate compatíveis com os equipamentos instalados nos edifícios.

#### 4.1.2 Projectistas e instaladores

As respostas obtidas no conjunto formado por projectistas e instaladores são sistematizadas na tabela seguinte.

**Tabela 4.2 – Resultados dos inquéritos realizados aos projectistas e instaladores**

Questão	Sim	Não	Não sabe / Não Responde
1	19	0	6
2	17	8	0
3	14	5	6
4	8	17	0
5	13	7	5
6	13	6	6
7	7	14	4
8	12	9	4
9	14	11	0
10	13	9	3

Observa-se que:

- 1 - Cerca de 75% dos inquiridos considera que, no contexto regulamentar actual, o dimensionamento de redes de segunda intervenção é eficaz no combate a incêndios;
- 2 - Todavia, cerca de 66% dos inquiridos identificam incongruências na legislação actual de SCIE, no que se refere aos meios de segunda intervenção;
- 3, 5 e 6 - Quanto à adequação da instalação dos equipamentos, é sem surpresa que se observa que um conjunto já significativo de projectistas se manifesta incapaz de dar uma resposta concreta. São cerca de 20% a 24% dos inquiridos. Ainda assim, a maioria (52% a 56%) considera que as bocas dos diversos tipos estão, geralmente, bem instaladas;
- 4 - O cumprimento do factor K com bocas-de-incêndio armadas do tipo teatro existentes no mercado é visto como uma impossibilidade para a maioria dos inquiridos (68%);
- 7 - Em sentido oposto, a maioria dos inquiridos (56%) refere o não cumprimento da legislação vigente por parte dos diâmetros das colunas secas e húmidas;
- 8 – Cerca de 48% afirma não identificar problemas de manutenção nos equipamentos instalados;
- 9 - Uma maioria pouco expressiva (de 56%) considera que a alteração da legislação portuguesa de SCIE, de 2009, foi vantajosa;
- 10 - A consideração de que os meios oferecidos aos bombeiros são compatíveis com os equipamentos instalados nos edifícios é maioritária, mas modesta (de 52%).

#### 4.1.3 Comparação das respostas de bombeiros e de projectistas e instaladores

As diferenças de opinião mais expressivas surgem na identificação de incongruências na legislação actual de SCIE, no que se refere aos meios de segunda intervenção, no cumprimento da legislação actual pelos diâmetros das colunas secas e húmidas instaladas nos edifícios e na perspectiva sobre a alteração da legislação Portuguesa de SCIE, em 2009. Nestes três casos as tendências de opinião têm sentidos contrários.

No primeiro caso os projectistas observam incongruências na legislação, provavelmente pela circunstância de se debaterem com a necessidade de dar cumprimento a todas as suas cláusulas no dimensionamento. Já os bombeiros não observam tais incongruências, possivelmente porque o seu objecto de observação é o resultado final do dimensionamento, que geralmente corresponde à função para o qual é projectado.

A divergência na opinião sobre o cumprimento da legislação actual pelos diâmetros das colunas secas e húmidas é mais dificilmente explicável e poderá relacionar-se com a experiência de cada um dos inquiridos.

Na última das três questões em análise as diferenças não são tão marcadas, já que ambos os grupos as opiniões se dividem. Todavia, a transferência de autoridade de bombeiros para projectistas estará ligada à percepção de cada um desses grupos sobre o aumento ou diminuição da valoração dos aspectos que lhes são mais importantes.



## 5 Proposta de reformulação da legislação e das notas técnicas da ANPC

Neste capítulo efectuam-se sugestões de alterações regulamentares referentes aos meios de segunda intervenção. Para uma análise detalhada comentou-se individualmente os Decretos-Lei, Portarias e Despachos englobados nesta temática.

### 5.1 Decreto-Lei n.º 220/2008

O Decreto-Lei n.º 220/2008 estabelece o regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios, abreviadamente designado por SCIE.

No subcapítulo seguinte apresenta-se uma sugestão de reformulação de um dos artigos deste Decreto-Lei n.º 220/2008.

#### 5.1.1 Artigo 2.º

##### Descrição e justificação da necessidade de reformulação

No artigo 2º, do DL n.º 220/2008 a definição de altura da utilização-tipo é *“a diferença de cota entre o plano de referência e o pavimento do último piso acima do solo, susceptível de ocupação por essa utilização-tipo”*.

Formalmente, a altura é a diferença entre uma cota superior e uma cota inferior, o que não se verifica nesta definição.

##### Proposta de reformulação:

«Altura da utilização-tipo» a diferença de cota entre o pavimento do último piso acima do solo, susceptível de ocupação por essa utilização-tipo e o plano de referência.

### 5.2 Portaria n.º 1532/2008

Ao abrigo do disposto no artigo 15.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, mandou o Governo, através do Ministro da Administração Interna, aprovar o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE), anexo à presente portaria e que dela faz parte integrante.

Nos subcapítulos seguintes sugerem-se propostas de reformulação de alguns artigos da Portaria n.º 1532/2008 e apresentam-se as respectivas justificações.

### 5.2.1 N.º 15, do Artigo 8.º

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

De acordo com o n.º 15 do **Artigo 8.º, do Anexo I, da Portaria n.º 1532/2008**, a definição de rede seca é: “*tubagem fixa e rígida montada, com carácter permanente, num edifício e destinada a ser ligada ao sistema de alimentação de água a fornecer pelos bombeiros e posta em carga no momento da utilização. Trata-se de uma instalação destinada a apoiar as operações de combate a um incêndio por parte dos bombeiros. Para tal, dispõe de uma entrada de alimentação dupla com uniões storz de 75 mm, em local exterior acessível aos bombeiros, e bocas de incêndio interiores não armadas, cada uma delas com duas saídas com uniões storz de 52 mm.*”

É necessário corrigir a referência ao sistema “Storz” em conformidade com o disposto nas DIN: 14307 e 14308.

#### Proposta de reformulação:

... Para tal, dispõe de uma entrada de alimentação dupla com uniões STORZ B = 75, em local exterior acessível aos bombeiros, e bocas de incêndio interiores não armadas, cada uma delas com duas saídas com uniões STORZ C = 52.

### 5.2.2 N.º 1, do Artigo 169.º

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

A redacção do n.º 1, do artigo 169º é equivocada, levantando algumas dúvidas de interpretação em relação aos locais de implantação das bocas de incêndio, que não ocorriam na legislação anterior (ver subcapítulo 3.1.2). Neste artigo é referido que:

*“As bocas-de-incêndio das redes secas e húmidas devem ser dispostas, no mínimo, nos patamares de acesso das comunicações verticais, ou nas câmaras corta-fogo, quando existam, em todos os pisos, excepto:*

- a) No piso do plano de referência desde que devidamente sinalizadas;*
- b) No caso de colunas secas, desde que os três pisos imediatamente superiores ou inferiores ao do plano de referência das utilizações-tipo I e III não possuam bocas.”*

Como na legislação anterior não existiam dúvidas de interpretação sobre a localização das bocas de incêndio, para a elaboração da proposta de reformulação do n.º 1, do artigo 169º teve-se em consideração o prescrito no artigo 47º, do revogado Decreto-Lei n.º 64/90, que descrevia:

*“Os edifícios de altura superior a 20 m devem dispor, por cada escada, de uma coluna seca de diâmetro não inferior a 70 mm; esta coluna deve dispor, em todos os pisos, a partir do quinto, de duas bocas-de-incêndio de diâmetro não inferior a 45 mm, localizadas na caixa das escadas junto do acesso as comunicações horizontais*

*comuns, e de uma boca de alimentação exterior de diâmetro não inferior a 70 mm, devidamente protegida e sinalizada”.*

Este artigo revogado dá uma visão global do que o legislador pretendia prescrever quando redigiu o Decreto-Lei n.º 64/90. Deste modo, readaptou-se este artigo, tendo em consideração as categorias de risco existentes na legislação vigente.

A opção de se ter proposto a não colocação de bocas de incêndio nos primeiros quatro pisos (R/C + 3 pisos elevados), prende-se com o facto de um edifício com uma altura de utilização-tipo<sup>15</sup> inferior a 9 m ser de 1ª categoria de risco, ou seja, não necessita de meios de 2ª intervenção (ver Tabela 3.7). Quando a altura da utilização-tipo for superior a 9 m, o edifício passará a ser de 2ª categoria de risco ou superior.

Como os primeiros pisos podem ser servidos directamente a partir do plano de referência propõe-se a redacção do artigo que não impõe a obrigatoriedade de colocação de bocas de incêndio nos referidos pisos.

De acordo com a indicação da ANPC (ANPC, 2015a) será alterada a sequência de preferência de localização das bocas de incêndio, sendo as bocas de incêndio colocadas prioritariamente dentro de câmaras corta-fogo, se existirem (consultar subcapítulo 5.3.3).

#### Reformulação proposta:

As bocas de incêndio devem localizar-se, no mínimo nos seguintes locais indicados, por ordem decrescente de prioridades:

- a) Dentro de câmaras corta-fogo, se existirem;
- b) Na caixa da escada, designadamente quando esta é protegida;
- c) Noutros locais, partindo do princípio de que o ataque a um incêndio se faz sempre a partir de um local protegido.

No entanto, não é obrigatória a colocação de boca de incêndio no plano de referência, mas se existir deverá estar devidamente sinalizada.

---

<sup>15</sup> De acordo com o artigo 2º, do DL n.º 220/2008 a definição de «*Altura da utilização-tipo*» é a diferença de cota entre o plano de referência e o pavimento do último piso acima do solo, susceptível de ocupação por essa utilização-tipo.

Nos edifícios de 2ª categoria de risco ou superior, se existir mais do que uma caixa de escada, deve colocar-se uma coluna vertical por cada caixa de escada. No caso de utilizações-tipo I e III, a coluna seca deve dispor, a partir do quinto piso, de bocas-de-incêndio duplas em todos os pisos. Para as restantes utilizações-tipo, a coluna seca deve dispor de bocas-de-incêndio duplas em todos os pisos elevados ou enterrados.

A boca siamesa de alimentação deve estar devidamente sinalizada e localizar-se no exterior do edifício junto a um ponto de acesso dos bombeiros, no plano de referência, de forma que a distância à coluna vertical não exceda, em regra, 14 m.

### 5.2.3 N.º 3, do Artigo 171.º

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

De acordo com o n.º 3, do artigo 171º as bocas de incêndio armadas do tipo teatro (BIATT) devem cumprir o seguinte:

*“... quando existem bocas de incêndio de 2ª intervenção em redes húmidas, os valores mínimos de caudal e pressão a considerar na boca de incêndio mais desfavorável são, respectivamente, de 4 l/s e 350 kPa, com metade delas em funcionamento num máximo de quatro.”*

No n.º 5, do artigo 8º, do Anexo I, da Portaria n.º 1532/2008 é indicado que a BIATT deve ser compatível com a norma EN 671-2, tal que:

*“boca de incêndio armada cuja mangueira é flexível. Deve estar em conformidade com a NP EN 671-2. Trata-se de um meio de segunda intervenção em caso de incêndio”*

Como se detalhou no subcapítulo 3.2, as bocas de incêndio armadas não conseguem cumprir em simultâneo o especificado no n.º 3, do artigo 171º e no n.º 5, do artigo 8º. Deste modo, considera-se essencial a reformulação do preconizado no n.º 3, do artigo 171º. Este facto tem vindo a ser discutido pelo grupo de trabalho responsável pela revisão das Notas Técnicas 13, 14, 15, 16, formada pelos especialistas: Engº António Rosa Gomes, Engº José Dias Barata, Engº José Azeredo, Engº Bruno Caramelo, Engº Adelino Castro, Engº António Caiado, Engº Ricardo Teixeira, Engª Cláudia Dias, Engº Pedro Guedes, Engº Carlos Torrinha, Engº Armando Silva Afonso (ANQIP), Engº Paulo Gomes (APTA) e pelos técnicos da ANPC: Engª Alexandra Santos (ANPC), Engº Carlos Souto (ANPC) e Engº Francelino Silva (ANPC). No entanto, ainda não foi publicada a portaria com as alterações resultantes desta revisão.

### Reformulação proposta:

As bocas de incêndio armada do tipo teatro (BIATT) devem possuir um factor K mínimo de  $85 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})$ , devendo a rede de águas de combate contra incêndios garantir um caudal mínimo de 3 l/s, na BIATT mais desfavorável. A determinação do valor do caudal em função da pressão deverá ser calculada através da equação  $Q = K\sqrt{P}$ , em que,  $Q$  é o caudal (l/min),  $K$  é o coeficiente ( $\text{l}/(\text{min. bar}^{0.5})$ ) e  $P$  é a pressão (bar).

### Justificação da proposta:

A generalidade das bocas de incêndio com mangueiras flexíveis, disponíveis no mercado Português (por exemplo: IMPARTE, PREVITOP, EXTINPOVOA), têm agulhetas de 13 mm, com um factor K de  $85 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})$ , pelo que se considera adequada a sugestão deste tipo de BIATT na legislação.

Como se justificou no capítulo 3.2, a boca de incêndio armada do tipo teatro, que apresenta o factor K igual a  $85 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})$ , terá capacidade para debitar o caudal de 4 l/s, prescrito no Despacho n.º 1532/2008, mediante o fornecimento de uma pressão de 8 bar. No entanto, como este valor de pressão é excessivo, uma vez que compromete a operacionalidade do equipamento por parte dos bombeiros, exige a instalação de uma capacidade de elevação elevada, por parte do grupo hidropressor. Para mitigar este facto considerou-se que seria adequado baixar o valor de caudal mínimo exigido pela legislação, de modo a baixar a pressão para uma gama operacional. Uma das soluções que está a ser discutida pelo grupo de trabalho responsável pela revisão da Portaria n.º 1532/2008 é a indicação na legislação de caudal mínimo de 3 l/s, na BIATT mais desfavorável. Para averiguar o efeito desta decisão, no valor da pressão, utilizou-se a equação 10 (apresentada no capítulo 10.3, da norma EN 671-2):

$$Q = K \times \sqrt{10P} \Leftrightarrow P = \frac{\left(\frac{3 \times 60}{85}\right)^2}{10} = 0.448 \text{ MPa} = 448 \text{ kPa} = 45.7 \text{ mca}$$

Na equação anterior,  $Q$  é o caudal (l/min),  $K$  é o coeficiente ( $\text{l}/(\text{min. bar}^{0.5})$ ) e  $P$  é a pressão (MPa). Como se pode constatar, utilizando uma BIATT com  $K = 85 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})$  é necessário ter-se uma pressão de aproximadamente 450 kPa, para que a BIATT debite um caudal de 3 l/s.

## 5.3 Despacho n.º 12605/2013 (Nota Técnica 13)

Nos termos do n.º 7, do artigo 168.º, da Portaria n.º 1532/2008, as redes secas e húmidas deveriam ser do tipo homologado de acordo com as normas portuguesas ou, na sua falta, por especificação técnica publicada por despacho do Presidente da ANPC. Neste sentido, o Despacho n.º 12605/2013 veio definir os requisitos e especificações a que deve obedecer a instalação de redes secas e húmidas, para uso do serviço de incêndios.

Nos subcapítulos seguintes apresentam-se alguns pontos que carecem de reformulação, sendo em cada um deles apresentada a respectiva justificação.

### 5.3.1 Referências

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

No despacho n.º 12605/2013 apenas é referenciado o Regulamento Técnico de SCIE (Portaria n. 1532/2008).

#### Reformulação proposta:

Segundo ANPC na revisão deste Despacho serão especificadas as seguintes referências (ANPC, 2015a):

- Critérios de Engenharia: EN 12845, NFPA 14 e NFPA 24;
- Bocas de Incêndio: NP EN 671-1 e NP EN 671-2;
- Tubagens: NP EN 10255, NP EN 10217, NP EN 10242;
- Identificação das tubagens: NP 182/66.

### 5.3.2 N.º 2.4

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

De acordo com o n.º 2.4 do Despacho n.º 12605/2013, *“as bocas de alimentação devem ser montadas com as entradas de água viradas para o pavimento e a sua concepção deve ser tal que os planos perpendiculares ao seu eixo, que contêm, respectivamente, as secções nos pontos de ligação à coluna, ou ao ramal, e de entrada de água na junção STORZ, façam entre si um ângulo de 33º.”*

Considera-se que o ângulo das bocas de alimentação deverá ser definido através de um intervalo, compatível com as prestações de quaisquer linhas de água flexíveis próprias para salvamento e luta contra incêndios (SLCI), em vez de se fixar o valor de 33º. Na Figura 5.1 apresenta-se o intervalo angular sugerido pela ANPC em 2015.



**Figura 5.1 – Ângulo das bocas de alimentação (ANPC, 2015a)**

Reformulação proposta:

As bocas de alimentação devem ser montadas com as entradas de água viradas para o pavimento e a sua concepção deve ser tal que os planos perpendiculares ao seu eixo, que contêm, respectivamente, as secções nos pontos de ligação à coluna, ou ao ramal, e de entrada de água na junção STORZ, façam entre si um ângulo entre 30° e 50°.

### 5.3.3 N.º 2.5

Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

De acordo com o n.º 2.5 do Despacho n.º 12605/2013, tem-se: “*Em regra, as bocas de incêndio devem localizar -se, por ordem decrescente de prioridades:*

- a) *Na caixa da escada, designadamente quando esta é protegida;*
- b) *Dentro de câmaras corta-fogo, se existirem;*
- c) *Noutros locais, partindo do princípio que o ataque a um incêndio se faz sempre a partir de um local protegido.”*

De acordo com a indicação da ANPC (ANPC, 2015a) será alterada a sequência de preferência de localização das bocas de incêndio, sendo as bocas de incêndio colocadas prioritariamente dentro de câmaras corta-fogo, se existirem.

Reformulação proposta:

Em regra, as bocas de incêndio devem localizar-se, por ordem decrescente de prioridades:

- a) Dentro de câmaras corta-fogo, se existirem;
- b) Na caixa da escada, designadamente quando esta é protegida;
- c) Noutros locais, partindo do princípio de que o ataque a um incêndio se faz sempre a partir de um local protegido.

### 5.3.4 N.º 4

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

De acordo com o Despacho n.º 12605/2013, as tubagens das colunas húmidas devem ser de ferro e cumprir às normas DIN 2440, para diâmetros até 100 mm inclusive, e DIN 2448, para diâmetros superiores a 100 mm. No entanto, estas normas encontram-se obsoletas.

A norma NP EN 10255 substituiu e anulou a norma DIN 2440. Para além do referido, a referência à DIN 2448, está incorrecta, uma vez que esta apenas especifica as dimensões e massas unitárias dos tubos em aço, não sendo, por isso, uma norma referente às condições técnicas de fornecimento dos tubos de aço. Acresce o facto de esta última norma ter sido anulada e substituída pela norma NP EN 10220. A correspondente que deveria ter sido referida na legislação é a NP EN 10217-1.

#### Reformulação proposta:

As tubagens a utilizar nas redes de combate a incêndios devem ser em aço e cumprir as seguintes normas NP EN 10255 ou NP EN 10217-1. Para tubos de aço com revestimento galvanizado, este revestimento deverá cumprir a norma europeia NP EN 10240.

### 5.3.5 Acções de manutenção

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

No despacho n.º 12605/2013 não são especificadas acções de manutenção das redes secas e húmidas.

#### Reformulação:

Segundo ANPC na revisão neste Despacho já serão especificadas as acções de manutenção a realizar e a sua periodicidade (ANPC, 2015a).

## 5.4 Despacho n.º 13042/2013 (Nota Técnica 14)

O n.º 2 do artigo 171.º da Portaria n.º 1532/2008, faz depender de legislação própria ou, na sua falta, de especificação técnica publicada por Despacho do Presidente da ANPC. Neste sentido, o Despacho n.º 13042/2013 veio definir a regulamentação referentes às Fontes Abastecedoras de Água para uso do serviço de incêndios.

Nos subcapítulos seguintes apresentam-se alguns pontos que carecem de reformulação, sendo em cada um deles apresentada a respectiva justificação.

#### 5.4.1 Referências

##### Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

No despacho n.º 12605/2013 é referenciado o Regulamento Técnico de SCIE (Portaria n.º 1532/2008), o DR n.º 23/95, NFPA 13 (Installation of Fire Sprinkler Systems), NFPA 22 (Standard for Water Tanks for Private Fire Protection), CEPREVEN-RT2-ABA e EN12845.

De acordo com a ANPC irá ser ampliada a gama de referências, retirando as restrições ao mero cumprimento do quadro legal vigente, o qual pode ser complementado e sustentado em critérios de engenharia de segurança de mérito técnico inquestionável (ANPC, 2015a).

##### Reformulação proposta:

Segundo ANPC na revisão neste Despacho serão especificadas as seguintes referências (ANPC, 2015a):

- NP 839: Abastecimento de água. Reservatórios (1971)
- EN 12845: Fixed firefighting systems - Automatic sprinkler systems - Design, installation and maintenance; (2015)
- NFPA 11: Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam; (2016)
- NFPA 11A: Standard for Medium- and High-Expansion Foam Systems (1999)
- NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems (2016)
- NFPA 14: Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems (2016)
- NFPA 15: Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection (2017)
- NFPA 22: Standard for Water Tanks for Private Fire Protection (2018)
- NFPA 25: Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems (2017)

#### 5.4.2 N.º 6

##### Descrição e justificação da necessidade de reformulação

A determinação da capacidade do reservatório é efectuada através da expressão (2), ou seja:  $C = (Q + Q_H + Q_S + Q_C) \times T$ . Nesta expressão,  $Q = Q_1$  (se apenas existirem redes de 1.ª intervenção) ou  $Q = Q_2$  (se também existirem redes de 2.ª intervenção). Neste caso importa

reformular a descrição do parâmetro  $Q_2$ , para esclarecer que este caudal se referente às redes de 1ª e de 2ª intervenção.

Num seminário realizado pela ANPC (ANPC, 2015) a propósito da necessidade da reformulação da nota técnica 15 é exposto que na expressão (9) deveria ser incorporado um parâmetro referente ao somatório dos caudais de outros consumidores não previstos na legislação ( $Q_K$ ). Deste modo, sugere-se a incorporação deste parâmetro para o cálculo da capacidade do reservatório.

Para além destas necessidades de reformulação, acresce ainda a necessidade de reformular o tempo de autonomia (T), em função do tipo de rede (ANPC, 2015a).

Decorrente da reformulação proposta no subcapítulo 5.2.3, em que se sugeriu a utilização do caudal de dimensionamento para as bocas de incêndio de 2ª intervenção igual a 3 l/s, em vez de 4 l/s, será necessário proceder em conformidade no disposto no n.º 6 do Despacho n.º 13042/2013. Para tal, sugere-se a reformulação da equação (19):

$$Q_2 \text{ (l/min.)} = n_2 \times 4 \text{ l/s} \times 60 \text{ (n.º 3 do artigo 171.º do RT – SCIE)} \quad 19$$

#### Reformulação proposta:

Neste ponto procedem-se às correcções de terminologia e à reformulação de critérios de cálculo com introdução de novos tipos de consumidores (ANPC, 2015a).

$$C = Q \times T + Q_H \times T_H + Q_S \times T_S + Q_C \times T_C + Q_K \times T_K \quad 20$$

em que,

$C$  — Reserva de água privativa para serviço de incêndio, em l;

$Q \times T = Q_1 \times T_1$  (se apenas existirem redes de 1.ª intervenção) ou  $Q \times T = Q_2 \times T_2$  (se existirem redes de 1.ª intervenção e redes de 2.ª intervenção);

$Q_1$  — Caudal de alimentação das redes de 1.ª intervenção, em litros/minuto, se não forem alimentadas directamente pela rede pública;

$Q_2$  — Caudal de alimentação das redes de 2.ª intervenção, em l/min;

$Q_H$  — Caudal de alimentação dos hidrantes, em l/min, se não forem alimentados pela rede pública;

$Q_S$  — Caudal de alimentação das redes de sprinklers, em l/min;

$Q_C$  — Caudal de alimentação das cortinas de água, em l/min;

$Q_K$  — Somatório dos caudais de outros consumidores não previstos na legislação, em l/min;

$T_1, T_2, T_H, T_S, T_C$  e  $T_K$  — Tempos de autonomia dos diversos meios, em minutos, conforme o Quadro I ou, em alternativa, os tempos de autonomia considerados por outros referenciais normativos, de acordo com a NT n.º 16, desde que superiores aos estabelecidos no Quadro II.

**Tabela 5.1 – Tempo de autonomia (min) e Caudal (l/min). Adaptado de (ANPC, 2015a)**

Meios de intervenção	Tempo de autonomia (min)	Caudal (l/min)
Meios de 1ª intervenção – 1.ª e 2.ª CR	$T_1 = 60$	$Q_1 = n_1 \times 1,5 \times 60$ <sup>(1)</sup>
Meios de 2ª intervenção – 2ª CR	$T_2 = 60$	$Q_2 = n_2 \times 3 \times 60$ <sup>(2)</sup>
Meios de 2ª intervenção – 3ª CR	$T_2 = 90$	
Meios de 2ª intervenção – 4ª CR	$T_2 = 120$	
Hidrantes – UT XII	$T_H = 60$	$Q_H = n_H \times 20 \times 60$ <sup>(3)</sup>
Hidrantes – UT VIII	$T_H = 60$	
Hidrantes – UT I a UT VII e UT IX a UT XI	$T_H = 30$	
Sprinklers – Utilização-tipo II	$T_S = 60$	$Q_S = q_S \times A_S$ <sup>(4)</sup>
Sprinklers – Utilização-tipo III, VI, VII e VIII	$T_S = 60$	
Sprinklers – Utilização-tipo XII	$T_S = 90$	
Sistemas de dilúvio - Utilização-tipo VI	$T_S = 30$	
Cortinas de água – 1ª e 2.ª CR	$T_C = 60$	$Q_C = A_C \times 10$ <sup>(5)</sup>
Cortinas de água – 3.ª CR	$T_C = 90$	
Cortinas de água – 4.ª CR	$T_C = 120$	

<sup>(1)</sup> Caudais de acordo com o n.º 1 do artigo 167.º do RT-SCIE

<sup>(2)</sup> Caudais de acordo com a reformulação proposta ao n.º 3 do artigo 171.º do RT-SCIE (ver subcapítulo 5.2.3);

<sup>(3)</sup> Caudais de acordo com o n.º 8 do artigo 12.º do RT-SCIE;

<sup>(4)</sup> Caudais de acordo com o n.º 3 do artigo 174.º do RT-SCIE ou, em alternativa, os caudais considerados por outros referenciais normativos, de acordo com a NT n.º 16, desde que superiores aos estabelecidos no Quadro II;

<sup>(5)</sup> Caudais de acordo com o artigo 179.º do RT-SCIE

Sendo, de acordo com ANCP (2015<sup>a</sup>):

$n_1$  — Número de carretéis a alimentar na rede de 1.ª intervenção, considerando metade deles em funcionamento num máximo de quatro;

$n_2$  — Número de bocas de incêndio a alimentar na rede de 2.ª intervenção, considerando metade delas em funcionamento num máximo de quatro;

$n$  — Número de hidrantes a alimentar na rede de hidrantes, considerando no máximo dois;

$q_s$  — Densidade de descarga do sistema de sprinklers, variando com o local de risco a proteger, em l/min.m<sup>2</sup>;

$A_s$  — Área de operação dos sprinklers, variando com o local de risco a proteger, em m<sup>2</sup>

$A_c$  — Somatório das áreas dos vãos a irrigar pelas cortinas de água, apenas num compartimento de fogo, em m<sup>2</sup>

### 5.4.3 Acções de manutenção

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação:

No despacho n.º 13042/2013 não são especificadas acções de manutenção para os reservatórios.

#### Reformulação:

Segundo ANPC na revisão neste Despacho já serão especificadas as acções de manutenção a realizar e a sua periodicidade (ANPC, 2015a).

## 5.5 Despacho n.º 14903/2013 (Nota Técnica 15)

O n.º 2 do artigo 171.º da Portaria n.º 1532/2008, faz depender de legislação própria ou, na sua falta, de especificação técnica publicada por Despacho do Presidente da ANPC. Neste sentido, o Despacho n.º 14903/2013 veio definir a regulamentação referentes à utilização de centrais de bombagem para o serviço de incêndio.

Nos subcapítulos seguintes apresentam-se alguns pontos que carecem de reformulação, sendo em cada um deles apresentada a respectiva justificação.

### 5.5.1 N.º 1

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação

De acordo com o n.º 1, do Despacho n.º 14903/2013 tem-se: “Os equipamentos a instalar deverão ser construídos, instalados e mantidos em conformidade com a Norma Europeia 12845”.

#### Reformulação proposta:

Os equipamentos a instalar deverão ser construídos, instalados e mantidos em conformidade com a Norma Europeia 12845 ou NFPA 20 (ANPC, 2015).

### 5.5.2 N.º 4

#### Descrição e justificação da necessidade de reformulação

A determinação do caudal nominal é efectuada através da expressão (9) ( $Q_n = Q + Q_H + Q_S + Q_C$ ), detalhada anteriormente no subcapítulo 3.1.5. Nesta expressão,  $Q = Q_1$  (se apenas existirem redes de 1.ª intervenção) ou  $Q = Q_2$  (se também existirem redes de 2.ª intervenção). Neste caso importa reformular a descrição do parâmetro  $Q_2$ , para esclarecer que este caudal se refere às redes de 1ª e de 2ª intervenção.

Para além deste aspecto, num seminário realizado pela ANPC (ANPC, 2015), a propósito da necessidade da reformulação da nota técnica 15, é exposto que na expressão (9) deveria ser incorporado um parâmetro referente ao somatório dos caudais de outros consumidores não previstos na legislação.

Para ter em consideração a reformulação proposta no subcapítulo 5.2.3 será necessário proceder em conformidade no disposto no n.º 4 do Despacho n.º 14903/2013.

#### Reformulação proposta:

A equação 9 deve ser substituída pela seguinte:

$$Q_n = Q + Q_H + Q_S + Q_C + Q_K \quad 21$$

em que:  $Q = Q_1$  (se apenas existirem redes de 1.ª intervenção) ou  $Q = Q_2$  (se existirem redes de 1.ª intervenção e redes de 2.ª intervenção),  $Q_1$  — Caudal de alimentação das redes de 1.ª intervenção,  $Q_2$  — Caudal de alimentação das redes de 2.ª intervenção,  $Q_H$  — Caudal de alimentação dos hidrantes,  $Q_S$  — Caudal de alimentação das redes de sprinklers,  $Q_C$  —

Caudal de alimentação das cortinas de água,  $Q_K$  — Somatório dos caudais de outros consumidores não previstos na legislação, em litros/minuto.

Rectificação do valor de caudal de dimensionamento das redes de 2ª intervenção, tendo em consideração o caudal proposto no subcapítulo 5.2.3.

No n.º 4, do Despacho n.º 14903/2013 propõe-se a utilização da equação (21), em substituição da equação (5):

$$Q_2 = n_2 \times 3 \times 60 \quad 22$$

## 5.6 Documentação técnica da ANPC, não publicada em despacho

### Descrição e justificação da necessidade de reformulação da Nota técnica n.º 4 da ANPC

A Nota Técnica n.º 4 (ANPC-04, 2013) distingue a boca de alimentação de rede seca e boca de alimentação seca a rede húmida. Nesta Nota Técnica, para redes secas é sugerido a utilização de uma boca de alimentação simples com diâmetro mínimo de entrada de 70 mm e para as redes húmidas é sugerida a utilização de uma boca siamesa com diâmetro mínimo de entrada de 2 x 70 mm (ver Tabela 2.1).

Como no Despacho n.º 12605/2013 é referido que a boca de alimentação deve ser dupla (siamesa) com junções de aperto rápido tipo “STORZ” DN 75 sugere-se a reformulação da Nota Técnica n.º 4.

### Reformulação proposta:

Actualização da simbologia da Nota técnica n.º 4 da ANPC, de modo a considerar a colocação de boca de alimentação dupla (siamesa), com junções de aperto rápido, do tipo STORZ DN 75.

## 6 Casos práticos

Neste capítulo apresenta a metodologia proposta para o dimensionamento da rede de água de combate a incêndio num edifício. Posteriormente, são analisados cinco casos de estudo em que foram aplicadas as premissas da legislação vigente e as reformulações propostas:

- Caso 1A: S\_UT\_I\_2CR\_vigente: Dimensionamento de uma rede seca de um edifício habitacional (UT I), da 2º Categoria de Risco, considerando a legislação vigente;
- Caso 1B: S\_UT\_I\_2CR\_proposta: Dimensionamento de uma rede seca de um edifício habitacional (UT I), da 2º Categoria de Risco, considerando a reformulação proposta;
- Caso 2A: H\_UT\_I\_2CR\_vigente: Dimensionamento de uma rede húmida de um edifício habitacional (UT I), da 2º Categoria de Risco, considerando a legislação vigente;
- Caso 2B: H\_UT\_I\_2CR\_proposta: Dimensionamento de uma rede húmida de um edifício habitacional (UT I), da 3º Categoria de Risco, considerando a reformulação proposta;
- Caso 3A: H\_UT\_I\_3CR\_vigente: Dimensionamento de uma rede húmida de um edifício habitacional (UT I), da 3º Categoria de Risco, considerando a legislação vigente;
- Caso 3B: H\_UT\_I\_3CR\_proposta: Dimensionamento de uma rede húmida de um edifício habitacional (UT I), da 2º Categoria de Risco, considerando a reformulação proposta;
- Caso 4A: H\_UT\_I\_4CR\_vigente: Dimensionamento de uma rede húmida de um edifício habitacional (UT I), da 4º Categoria de Risco, considerando a legislação vigente;
- Caso 4B: H\_UT\_I\_4CR\_proposta: Dimensionamento de uma rede húmida de um edifício habitacional (UT I), da 4º Categoria de Risco, considerando a reformulação proposta;
- Caso 5A: H\_UT\_VI\_4CR\_vigente: Dimensionamento de uma rede húmida de um edifício de espectáculos (UT VI), da 4º Categoria de Risco, considerando a legislação vigente;
- Caso 5B: H\_UT\_VI\_4CR\_proposta: Dimensionamento de uma rede húmida de um edifício de espectáculos (UT VI), da 4º Categoria de Risco, considerando a reformulação proposta.

No fim do capítulo apresenta-se uma breve síntese com a respectiva análise económica de cada um dos casos estudados.

## 6.1 Metodologia para o dimensionamento da rede de água de combate a incêndio num edifício

Para a concepção de uma rede de águas de combate a incêndios é fundamental seguir-se uma metodologia dimensionamento. Na Tabela 6.1 apresenta-se a metodologia proposta, realçando a azul o prescrito na legislação em vigor e a verde a proposta de reformulação.

**Tabela 6.1 – Metodologia de dimensionamento das redes de água de combate a incêndios, utilizando meios de 2ª intervenção**

Etapas	Descrição da metodologia
1 - Numeração dos nós de cálculo	<p>- O primeiro passo consiste na numeração sequencial dos nós e das bocas de incêndio do sistema, desde a fonte de alimentação até ao ponto mais desfavorável.</p>
2 – Introduzir os dados de entrada	<p>- Definir o comprimento de cada troço;</p> <p>- Definir o caudal de dimensionamento de cada boca de incêndio.</p> <p>De acordo com a Portaria n.º 1532/2008, as bocas de incêndio associadas a redes de 2ª intervenção devem ser dimensionadas para 4 l/s (240 l/min).</p> <p>De acordo com a sugestão proposta, as bocas de incêndio associadas a redes de 2ª intervenção devem ser dimensionadas para 3 l/s (180 l/min).</p> <p>- Definir o factor K das bocas de incêndio (de acordo com a indicação do fornecedor)</p> <p>De acordo com a norma EN 671-2 podem ser utilizadas bocas de incêndio armadas do tipo teatro com <math>K = 46 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})</math>, <math>K = 55 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})</math>, <math>K = 68 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})</math>, <math>K = 72 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})</math> e <math>K = 85 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})</math>.</p> <p>De acordo com a sugestão proposta devem ser utilizadas bocas de incêndio armadas do tipo teatro com factor K mínimo de <math>85 \text{ l}/(\text{min. bar}^{0.5})</math>.</p> <p>- Estabelecer a pressão mínima na boca de incêndio mais desfavorável;</p> <p>De acordo com a Portaria n.º 1532/2008, a pressão mínima a considerar é de 350 kPa.</p> <p>De acordo com a sugestão proposta, a pressão mínima deverá ser calculada em função do caudal e do factor K, fornecido na norma EN 671-2.</p>

Etapas	Descrição da metodologia															
	<p>Utilizando a equação 10 obter-se-ia a seguinte pressão na boca de incêndio mais desfavorável: <math>Q = K\sqrt{10P} \Leftrightarrow P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 / 10 = \left(\frac{180}{85}\right)^2 / 10 = 448 \text{ kPa}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contabilizar o número máximo de bocas de incêndio a abastecer. Por defeito, deve admitir-se que a instalação deverá alimentar simultaneamente pelo menos 50% das bocas de incêndio existentes, num máximo de 4 bocas.</li> <li>- Seleccionar a localização das 4 bocas de incêndio mais desfavoráveis.</li> <li>- Definir o comprimento de cada troço, <math>L</math>, e o desnível altimétrico, <math>h</math>.</li> </ul>															
3 – Pré-dimensionamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar o caudal de dimensionamento em cada troço, tendo em consideração o caudal introduzido nos dados de entrada;</li> <li>- Definir um diâmetro em cada troço. Esta é uma decisão do projectista. Para o pré-dimensionamento considerou-se a fórmula de Bresse (Netto et al., 1998), (Lencastre, 1996):</li> </ul> $D_{económico} = K_{Bresse} \sqrt{Q} \quad 23$ <p>Em que, <math>D_{económico}</math> é diâmetro económico (m), <math>K_{Bresse}</math> é o coeficiente da fórmula de Bresse e <math>Q</math> é o caudal (<math>m^3/s</math>). Considerando <math>K_{Bresse} = 0.9</math> (Netto et al., 1998) obtêm-se os seguintes diâmetros económicos, em função do número de bocas de incêndio (BI) em funcionamento:</p> <p><b>Tabela 6.2 – Diâmetro económico (mm), em função do número de bocas de incêndio em funcionamento</b></p> <table border="1" data-bbox="480 1431 1378 1637"> <thead> <tr> <th>Q<sub>dim</sub> (l/s)</th> <th>1 BI</th> <th>2 BI</th> <th>3 BI</th> <th>4 BI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>56.9</td> <td>80.5</td> <td>98.6</td> <td>113.8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>49.3</td> <td>69.7</td> <td>85.4</td> <td>98.6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Por ser um pré-dimensionamento das colunas húmidas pode considerar-se os seguintes diâmetros normalizados, em conformidade com a norma europeia EN 10255 (Série Média):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• se o troço em análise alimentar 1 BI, impor DN ≥ 50,0 mm;</li> <li>• se o troço em análise alimentar 2 BI, impor DN ≥ 65 mm;</li> <li>• se o troço em análise alimentar 3 BI, impor DN ≥ 80 mm;</li> <li>• se o troço em análise alimentar 4 ou mais BI, impor DN ≥ 100 mm</li> </ul>	Q <sub>dim</sub> (l/s)	1 BI	2 BI	3 BI	4 BI	4	56.9	80.5	98.6	113.8	3	49.3	69.7	85.4	98.6
Q <sub>dim</sub> (l/s)	1 BI	2 BI	3 BI	4 BI												
4	56.9	80.5	98.6	113.8												
3	49.3	69.7	85.4	98.6												

Etapas	Descrição da metodologia
4 – Simulação hidráulica	<p>- Determinar as perdas de carga contínuas. Brock (1990), Netto et al. (1998), Pedroso (2008). As fórmulas comumente utilizadas para a determinação das perdas de carga contínuas em redes prediais, como é o caso das redes de água de incêndios em edifícios, são a fórmula de Flamant ou a fórmula de Hazen-Williams:</p> <p><b>Fórmula de Flamant</b></p> $J = 4 \times b \times \frac{V^{7/4}}{D_i^{5/4}} \quad 24$ <p><b>Fórmula de Hazen-Williams</b></p> $J = 10.643 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D_i^{4.87}} \quad 25$ <p>Nestas equações, J é a perda de carga contínua unitária (m/m), Q é o caudal (<math>m^3/s</math>); V é a velocidade média do líquido no tubo (m/s), <math>D_i</math> é o diâmetro do tubo (m), b é coeficiente que depende do material do tubo (<math>s^{1.75}/m^{0.5}</math>) e C é o coeficiente de rugosidade do tubo (-).</p> <p>Para condutas de ferro galvanizado ou aço considera-se <math>b = 0,00023 s^{1.75}/m^{0.5}</math>, na Fórmula de Flamant, e <math>C = 120</math>, na Fórmula de Hazen-Williams.</p> <p>- Para a contabilização das perdas de carga localizadas é frequente considerar-se um acréscimo de 25% ao comprimento dos troços analisados. Não obstante ser possível contabiliza-se o somatório das perdas de carga em todas as singularidades da rede.</p> $J_{total} = J \times 1.25 \quad 26$ <p>- O cálculo de pressões na rede é efectuado troço a troço, de jusante para montante, desde a boca de incêndio mais desfavorável até fonte de alimentação ou até à bomba. O cálculo hidráulico é efectuado utilizando a equação de Bernoulli (Netto, 1998) e (Quintela, 2011):</p> $\frac{P_A}{\gamma} + Z_A + \frac{V_A^2}{2g} = \frac{P_B}{\gamma} + Z_B + \frac{V_B^2}{2g} + \Delta h \quad 27$ <p>Em que, A e B são nós da rede, P é a pressão (Pa), <math>\gamma</math> é o peso volúmico da água (<math>N/m^3</math>), Z é a cota do ponto em questão (m), V é a velocidade média do escoamento (m/s) e <math>\Delta h</math> é a perda de carga total (m), que é dada por:</p>

Etapas	Descrição da metodologia
	$\Delta h = J_{total} \times L \quad 28$ <p>Tendo em consideração que, num dado troço de tubagem, a velocidade é constante, tem-se <math>V_A = V_B</math>, logo, a equação 27 pode ser simplificada:</p> $\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + Z_B - Z_A + \Delta h \quad 29$ <p>A altura piezométrica <math>\left(\frac{P_A}{\gamma}\right)</math> na fonte de alimentação ou na bomba é dada por:</p> $\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_{BI+desfavorável}}{\gamma} + \Delta Z + \sum_A^{BI+desfavorável} \Delta h \quad 30$ <p>- Calcular a velocidade de escoamento em cada troço (Quintela, 2011):</p> $V = \frac{Q_{troço}}{\pi D_i^2} \quad 31$
5 – Verificação hidráulica	<p>- Verificar se a pressão a fornecer pelos Bombeiros, na boca de alimentação, é compatível com os meios que dispõem. A pressão a fornecer deverá ser inferior a 10 bar. Se tal não suceder, subir um escalão no valor do diâmetro interior normalizado, em conformidade com a norma europeia EN 10255 (Série Média).</p> <p>- Se a velocidade em cada troço for superior à admissível, então deverá subir-se um escalão no valor do diâmetro interior normalizado. Embora no Despacho n.º 12605/2013 seja referido que em situações particulares a velocidade máxima admissível da água nas condutas possa ser 10,0 m/s, considera-se uma boa prática que a velocidade de escoamento se situe entre 0,5 e 6,0 m/s, sendo 6,0 m/s a velocidade máxima recomendável (Netto, 1998).</p>

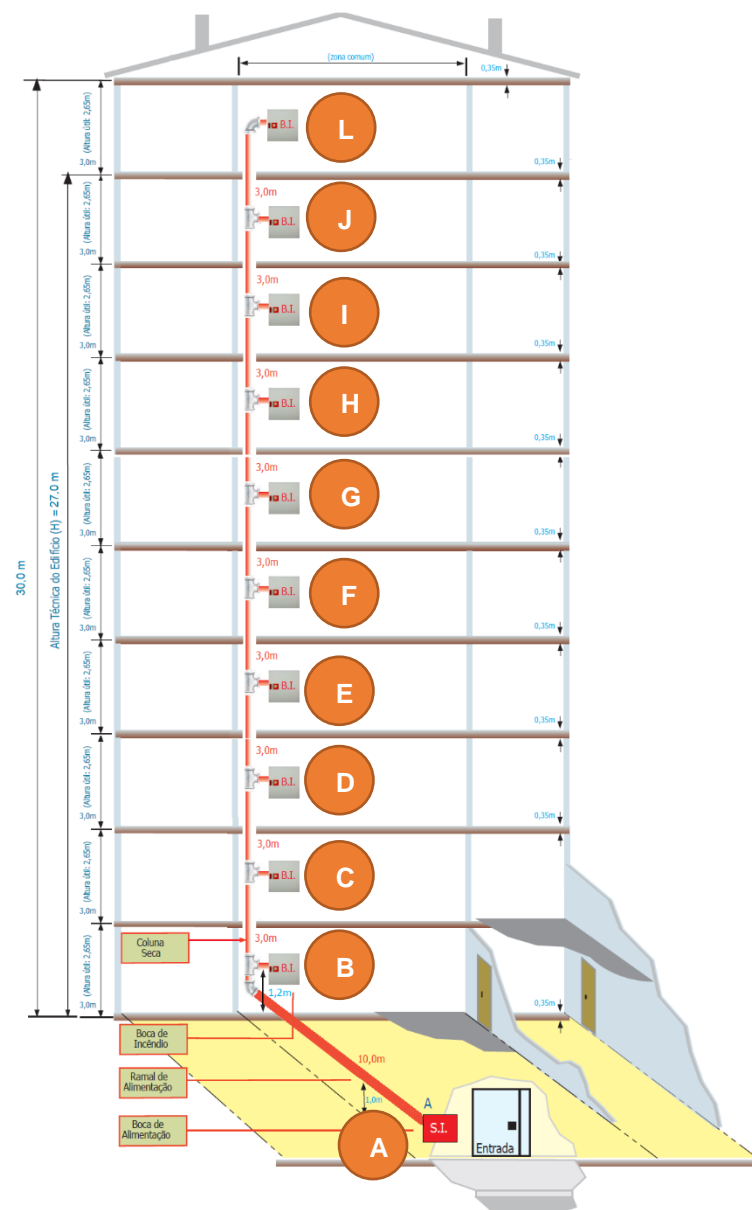
## 6.2 Edifício habitacional (UT I)

### 6.2.1 Dimensionamento de rede seca

De acordo com o **artigo 168º, da Portaria n.º 1532/2008**, deve prever-se a instalação de redes secas para edifícios habitacionais que pertençam à 2ª categoria de risco, ou seja, com

uma altura inferior a 28 m e com o número de pisos ocupados abaixo do plano de referência pela UT I inferior a 3 (ver subcapítulo 3.1.1.3).

Como tal, no presente caso de estudo irá ser efectuada a simulação de uma coluna seca num edifício habitacional pertencente à 2ª categoria de risco (CR). Considerando que a altura entre pisos é de 3 m, o número máximo de pisos que este edifício poderá ter para ser de 2ª CR é 9 pisos elevados, o que perfaz uma altura técnica de 27 m. Neste caso, optou-se por se instalar um total de 10 bocas de incêndio, dispostas em todos os patamares. Na Figura 6.1 representa-se esquematicamente o edifício com as referidas características.



**Figura 6.1 – Representação esquemática de uma coluna seca, num edifício habitacional (UT I) com 27 m de altura técnica (R/C + 9 pisos elevados), classificado na 2ª categoria de risco (imagem adaptada de APTA)**

### 6.2.1.1 Simulação coluna seca (UT I) 2ª CR – Portaria n.º 1532/2008 [S\_UT\_I\_2CR\_vigente]

Nesta simulação hidráulica considerou-se o funcionamento em simultâneo de 4 bocas de incêndios, nos últimos 4 andares do edifício (assinalados com as letras H, I, J e L, na Figura 6.1). De acordo com o preconizado no Despacho n.º 13042/2013, o diâmetro da coluna seca é DN 100, uma vez que o caudal associado às 4 bocas de incêndio é de  $16 \text{ l/s} = 57.6 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou seja é superior a  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ , que é o valor máximo definido para condutas DN 80 no referido despacho (ver Tabela 3.8). No âmbito deste trabalho optou-se por se apresentarem apenas os resultados determinados com a fórmula de Flamant, por ser ter constatado que, neste caso, é a que conduz à sobrestimação da perda de carga contínua, logo é a mais condicionante para o dimensionamento do sistema.

Na Tabela 6.3 apresentam-se os diâmetros, as velocidades e as perdas de carga contínuas da coluna seca da instalação:

**Tabela 6.3 – Coluna Seca – 2ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-H	28.20	4	16	100	105.3	1.84	0.044
H-I	3.00	3	12	100	105.3	1.38	0.027
I-J	3.00	2	8	100	105.3	0.92	0.013
J-L	3.00	1	4	100	105.3	0.46	0.004

Os valores de perda de carga são apresentados na Tabela 6.4:

**Tabela 6.4 – Coluna Seca – 2ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-H	0.044	0.056	28.20	1.57
H-I	0.027	0.034	3.00	0.10
I-J	0.013	0.017	3.00	0.05
J-L	0.004	0.005	3.00	0.01
<b>Total</b>	-	-	<b>37.20</b>	<b>1.73</b>

Tendo em consideração o valor de pressão mínimo regulamentar na boca de incêndio ( $350 \text{ kPa} = 35.67 \text{ mca}$ ), no local mais desfavorável (Ponto L), determinou-se a pressão no início da instalação, junto à boca de alimentação:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_L}{\gamma} + \Delta Z_{AL} + \sum_A^L \Delta h = \frac{350}{9.81} + 27.20 + 1.73 = 64.61 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 633.83 \text{ kPa}$$

Este é um valor compatível com os meios utilizados pelos bombeiros, já que o veículo de combate a incêndios tem uma capacidade instalada de  $10 \text{ bar} = 10 \text{ kgf/cm}^2$ , ou seja,  $100 \text{ mca}$  (ver subcapítulo 3.1.6 onde se comenta o Despacho n.º 3973/2013, que se refere à normalização das características técnicas dos veículos detidos pelos Corpos de Bombeiros).

Para além do referido, as condições para a utilização do diâmetro DN 100, de acordo com o despacho n.º 13042/2013, são cumpridas uma vez que o caudal de dimensionamento é de  $57.6 < 100 \text{ m}^3/\text{h}$  e a pressão na boca de alimentação é  $634 < 700 \text{ kPa}$ .

A simulação efectuada anteriormente é correntemente efectuada pelos projectistas (Pedroso, 2008). No entanto, existe ainda um cenário mais desfavorável, que consiste em considerar o funcionamento simultâneo das bocas duplas existentes nos dois últimos pisos do edifício (bocas de incêndio identificadas com as letras J e L da Figura 6.1).

Na Tabela 6.5 apresentam-se os diâmetros, as velocidades e as perdas de carga contínuas da coluna seca da instalação, considerando este cenário em que nos pisos J e L estão a funcionar as bocas duplas em pleno, debitando  $2 \times 4 \text{ l/s}$ , cada uma.

**Tabela 6.5 – Coluna Seca – 2ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-J	34.20	4	16	100	105.3	1.84	0.044
J-L	3.00	2	8	100	105.3	0.92	0.013

Na Tabela 6.6 apresenta-se a perda de carga total obtida para este cenário de simulação.

**Tabela 6.6 – Coluna Seca – 2ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-J	0.044	0.056	34.20	1.90
J-L	0.013	0.017	3.00	0.05
<b>Total</b>	-	-	<b>37.20</b>	<b>1.95</b>

Neste caso a pressão a fornecer no ponto de alimentação (A) é dado por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_L}{\gamma} + \Delta Z_{AL} + \sum_A^L \Delta h = \frac{350}{9.81} + 27.20 + 1.95 = 64.83 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 635.97 \text{ kPa}$$

De facto, este cenário é mais desfavorável do que o analisado anteriormente. No entanto, continua a ser compatível com a capacidade de bombagem dos veículos dos bombeiros.

### 6.2.1.2 Simulação coluna seca (UT I) 2ª CR – Reformulação Proposta [S\_UT\_I\_2CR\_proposta]

Efectuando, agora, a mesma simulação para os critérios sugeridos no subcapítulo 5.2.3, ou seja considerando que nos pisos J e L estão a funcionar as bocas duplas em pleno, debitando 2 x 3 l/s, cada uma, seria necessário considerar uma conduta DN 80, uma vez que somatório do caudal seria 12 l/s = 43.2 m³/h, ou seja cumpriria os critérios definidos para a utilização de uma coluna de DN 80, ou seja, 43.2 < 50 m³/h.

Na Tabela 6.7 apresentam-se os dados de entrada e a velocidade do escoamento e a perda de carga unitária.

**Tabela 6.7 – Coluna Seca – 2ª CR, proposta de reformulação da Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-J	34.20	4	12	80	80.9	2.33	0.094
J-L	3.00	2	6	80	80.9	1.17	0.028

Pela análise da tabela anterior pode verificar-se que a velocidade média do escoamento é inferior a 6 m/s, pelo que se considera aceitável este dimensionamento.

Na Tabela 6.8 apresentam-se os resultados obtidos para este cenário de simulação.

**Tabela 6.8 – Coluna Seca – 2ª CR, proposta de reformulação da Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-J	0.094	0.118	34.20	4.02
J-L	0.028	0.035	3.00	0.10
<b>Total</b>	-	-	<b>37.20</b>	<b>4.12</b>

Neste caso, a pressão a fornecer no ponto de alimentação (A) é dado por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_L}{\gamma} + \Delta Z_{AL} + \sum_A^L \Delta h = \frac{350}{9.81} + 27.20 + 4.12 = 67.00 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 657.29 \text{ kPa}$$

A pressão a fornecer no ponto A é 657.29 kPa, o que é superior aos 635.97 kPa obtidos na Tabela 6.6. Isto significaria que, os bombeiros teriam de injectar na rede uma pressão ligeiramente superior, devido ao facto de se ter considerado um diâmetro da coluna seca de DN 80, em vez de DN 100, como considerado na simulação da Tabela 6.6. Esta opção significaria uma poupança de 31% no custo associado às condutas em aço, uma vez que se colocaria uma conduta DN 80 em vez de uma DN 100 (Este valor foi determinado considerando conduta em aço preto pintado, tendo em consideração os valores apresentados no Anexo A.1).

## 6.2.2 Dimensionamento de rede húmida

Para o dimensionamento da coluna húmida utilizaram-se três casos de estudo, considerando a concepção de bocas de incêndio não armadas em todos os pisos do edifício:

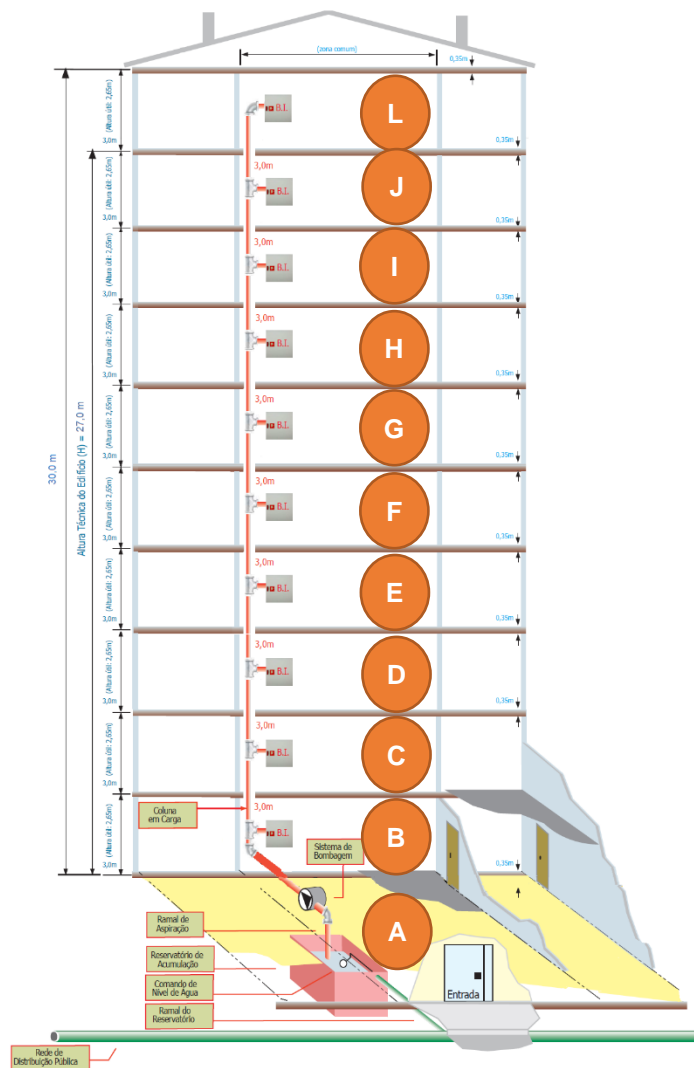
- Edifício habitacional, com 10 pisos (altura da UT de 9 x 3.00 m = 27.00 m), enquadrado na 2ª CR;
- Edifício habitacional, com 17 pisos (altura da UT de 16 x 3.00 m = 48 m), enquadrado na 3ª CR;
- Edifício habitacional, com 26 pisos (altura da UT de 25 x 3.50 m = 87.5 m), enquadrado na 4ª CR.

Para cada um dos casos analisados apresentaram-se os resultados de cálculo com a aplicação da Portaria n.º 1532/2008 vigente e com as sugestões de reformulação apresentadas no subcapítulo 5.2.3.

### 6.2.2.1 Simulação coluna húmida (UT I) 2ª CR – Portaria n.º 1532/2008 [H\_UT\_I\_2CR\_vigente]

Na Figura 6.2 representa-se esquematicamente um edifício habitacional, semelhante ao que se apresentou anteriormente na Figura 6.1, mas neste caso, considerando que a coluna se encontra permanentemente em carga. A principal diferença é que a origem do sistema em vez de ser a boca de alimentação será na central de bombagem.

O edifício habitacional tem 27 m de altura técnica e dispõe de um total de 10 bocas de incêndio não armadas, dispostas em todos os patamares (R/C + 9 pisos elevados). Como se admitiu que a bomba se localiza no piso -1, o desnível geométrico entre a bomba (A) a boca de incêndio mais desfavorável (L), que se localiza no piso 10, é de 30 m, sendo a distância total 37 m, uma vez que se considerou que existe um troço de tubagem horizontal de 7 m, que liga a bomba à coluna vertical.



**Figura 6.2 – Representação esquemática de uma coluna húmida, num edifício habitacional (UT I) com 27 m de altura técnica (R/C + 9 pisos elevados), classificado na 2ª categoria de risco (imagem adaptada de APTA).**

Na Tabela 6.9 apresentam-se os diâmetros admitidos no pré-dimensionamento, as velocidades e as respectivas perdas de carga contínuas. Neste cenário considerou-se que as bocas de incêndio em funcionamento se encontravam nos pisos H, I, J e L.

**Tabela 6.9 – Coluna Húmida (UT I) – 2ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias – Cenário 1**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-H	28.00	4	16	100	105.3	1.84	0.044
H-I	3.00	3	12	80	80.9	2.33	0.094
I-J	3.00	2	8	65	68.9	2.15	0.099
J-L	3.00	1	4	50	53.1	1.81	0.102

Analisando a tabela anterior verifica-se que os valores de velocidade são inferiores ao máximo admissível.

Na Tabela 6.12 apresenta-se a perda de carga total obtida para este cenário de simulação.

**Tabela 6.10 – Coluna Húmida (UT I) – 2ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total -Cenário 1**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-H	0.044	0.056	28.00	1.56
H-I	0.094	0.118	3.00	0.35
I-J	0.099	0.124	3.00	0.37
J-L	0.102	0.127	3.00	0.38
<b>Total</b>	-	-	<b>37.00</b>	<b>2.66</b>

Como referido anteriormente, o desnível geométrico entre a bomba (A) e a boca de incêndio, localizado no ponto mais desfavorável (L) é de 30.00 m. A altura de elevação a fornecer pela bomba (A) é dado por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_L}{\gamma} + \Delta Z_{AL} + \sum_A^L \Delta h = \frac{350}{9.81} + 30.00 + 2.66 = 68.34 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 670.41 \text{ kPa}$$

Para o dimensionamento da central de bombagem e do reservatório seria necessário determinar o caudal da rede de sprinklers, o caudal da rede de primeira intervenção, o caudal

associado aos hidrantes, tal como referido nas expressões definidas nos subcapítulos 3.1.4 e 3.1.5.

De um modo ilustrativo, efectua-se este cálculo considerando apenas as bocas de incêndio de segunda intervenção. Considerando o caudal de dimensionamento de  $16 \text{ l/s} = 57.6 \text{ m}^3/\text{h}$  e a altura de elevação de 70.0 mca, então optar-se-ia por centrais de bombagem STOPFIRE EN 12845 EDJ NNJ 65-250, com potência de 30 kW, de acordo com a informação apresentada no ANEXO F.

A capacidade do reservatório é estimada a partir da equação 2, obtendo-se:  $C = 16 \times 60 \times 60 = 57600 \text{ l} = 57.6 \text{ m}^3$ .

Resta agora confirmar que o cenário considerado (cenário 1) corresponde ao cenário mais desfavorável de dimensionamento. Neste sentido optou-se por simular o funcionamento das bocas duplas, dos dois últimos pisos, debitando  $2 \times 4 \text{ l/s}$ , cada uma.

Na Tabela 6.11 apresentam-se os diâmetros, as velocidades e as perdas de carga contínuas da coluna húmida da instalação.

**Tabela 6.11 – Coluna Húmida (UT I) – 2ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias – Cenário 2**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-J	34.00	4	16	100	105.3	1.84	0.044
J-L	3.00	2	8	65	68.9	2.15	0.099

Analisando a tabela anterior verifica-se que os valores de velocidade são inferiores ao máximo admissível.

Na Tabela 6.12 apresenta-se a perda de carga total obtida para este cenário de simulação.

**Tabela 6.12 – Coluna Húmida (UT I) – 2ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total - Cenário 2**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-J	0.044	0.056	34.00	1.89
J-L	0.099	0.124	3.00	0.37
<b>Total</b>	-	-	<b>37.00</b>	<b>2.26</b>

Neste caso, a perda de carga é de 2.26 mca (cenário 2), enquanto que no cenário 1 obteve-se 2.66 mca, o que de facto é o cenário condicionante.

Ao contrário do que se verificou no subcapítulo 6.2.1.1, o cenário mais condicionante é aquele em que se coloca em funcionamento simultâneo as bocas de incêndio nos quatro últimos pisos. Esta constatação é justificada pelo facto de no dimensionamento se ajustar o diâmetro da tubagem em função do caudal, enquanto nas colunas secas é arbitrado um diâmetro contante ao longo da coluna (DN 80 ou DN100).

### 6.2.2.2 Simulação coluna húmida (UT I) 2ª CR – Reformulação Proposta [H\_UT\_I\_2CR\_proposta]

Efectuando, agora, a mesma simulação para os critérios sugeridos no subcapítulo 5.2.3, ou seja, considerando um caudal de dimensionamento de 3 l/s nas bocas de incêndio localizadas noa piso H, I, J e L, obtêm-se os resultados apresentados em seguida.

Na Tabela 6.9 apresentam-se os diâmetros admitidos no pré-dimensionamento, as velocidades e as respectivas perdas de carga contínuas.

**Tabela 6.13 – Coluna Húmida (UT I) – 2ª CR, proposta de reformulação da Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-H	28.00	4	12	100	105.3	1.38	0.027
H-I	3.00	3	9	80	80.9	1.75	0.057
I-J	3.00	2	6	65	68.9	1.61	0.060
J-L	3.00	1	3	50	53.1	1.35	0.061

Analisando a tabela anterior verifica-se que os valores de velocidade são inferiores ao máximo admissível.

Na Tabela 6.14 apresenta-se a perda de carga total obtida para este cenário de simulação.

**Tabela 6.14 – Coluna Húmida (UT I) – 2ª CR, proposta de reformulação da Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-H	0.027	0.034	28.00	0.94
H-I	0.057	0.071	3.00	0.21
I-J	0.060	0.075	3.00	0.22
J-L	0.061	0.077	3.00	0.23
<b>Total</b>	-	-	<b>37.00</b>	<b>1.61</b>

Como referido anteriormente, o desnível geométrico entre a bomba (A) e a boca de incêndio localizada no ponto mais desfavorável (L) é de 30.00 m. A altura de elevação é dada por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_L}{\gamma} + \Delta Z_{AL} + \sum_A^L \Delta h = \frac{350}{9.81} + 30.00 + 1.61 = 67.29 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 660.08 \text{ kPa}$$

De um modo ilustrativo, efectua-se este cálculo para o estabelecimento das características da central de bombagem e a determinação da capacidade do reservatório, considerando apenas as bocas de incêndio de segunda intervenção. Para o caudal de dimensionamento de  $12 \text{ l/s} = 43.2 \text{ m}^3/\text{h} \cong 45 \text{ m}^3/\text{h}$  e a altura de elevação de 70.0 mca, então optar-se-ia por centrais de bombagem STOPFIRE EN 12845 EDJ NNJ 50-250, com uma potência de 22 kW, de acordo com a informação apresentada no ANEXO F.

A capacidade do reservatório é estimada a partir da equação 2, obtendo-se:  $C = 12 \times 60 \times 60 = 43200 \text{ l} = 43.2 \text{ m}^3$ .

### 6.2.2.3 Simulação coluna húmida (UT I) 3ª CR – Portaria n.º 1532/2008 [H\_UT\_I\_3CR\_vigente]

Considerou-se interessante fazer uma análise semelhante para um edifício habitacional pertencente à 3ª categoria de risco.

Neste caso o edifício tem 48 m de altura técnica e dispõe de um total de 17 bocas de incêndio não armadas, dispostas em todos os patamares (R/C + 16 pisos elevados). Como se admitiu que a bomba se localiza no piso -1, o desnível geométrico entre a bomba (A) a boca mais desfavorável (S), que se localiza no piso 17, é de 51 m, sendo o comprimento total da

tubagem 58 m, uma vez que se considerou 7 m de tubagem horizontal, desde a bomba até a coluna vertical.

Na Tabela 6.15 apresentam-se os diâmetros, as velocidades e as perdas de carga contínuas da coluna húmida da instalação, considerando este cenário em que nos pisos P, Q, R e S está a funcionar uma das bocas de incêndio, debitando 4 l/s.

**Tabela 6.15 – Coluna Húmida (UT I) – 3ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-P	49.00	4	16	100	105.3	1.84	0.044
P-Q	3.00	3	12	80	80.9	2.33	0.094
Q-R	3.00	2	8	65	68.9	2.14	0.099
R-S	3.00	1	4	50	53.1	1.81	0.102

Na Tabela 6.16 apresenta-se a perda de carga total obtida para este cenário de simulação.

**Tabela 6.16 – Coluna Húmida (UT I) – 3ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-P	0.044	0.056	49.00	2.72
P-Q	0.094	0.118	3.00	0.35
Q-R	0.099	0.124	3.00	0.37
R-S	0.102	0.127	3.00	0.38
<b>Total</b>	-	-	<b>58.00</b>	<b>3.83</b>

Neste caso a pressão a fornecer no ponto de alimentação (A) é dado por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_S}{\gamma} + \Delta Z_{A-S} + \sum_A^S \Delta h = \frac{350}{9.81} + 51.00 + 3.83 = 90.51 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 887.87 \text{ kPa}$$

Tal como nos exemplos apresentados anteriormente, determinaram-se as características da central de bombagem e a capacidade do reservatório, considerando apenas as bocas de incêndio de segunda intervenção.

Considerando o caudal de dimensionamento de  $16 \text{ l/s} = 57.6 \text{ m}^3/\text{h} \cong 60 \text{ m}^3/\text{h}$  e a altura de elevação de 90.51 mca, então optar-se-ia por centrais de bombagem STOPFIRE EN 12845 EDJ NNJ 50-250, com uma potência de 37 kW, de acordo com a informação apresentada no ANEXO F.

A capacidade do reservatório é estimada a partir da equação 2, obtendo-se então:  $C = 16 \times 60 \times 60 = 57600 \text{ l} = 57.6 \text{ m}^3$ .

#### 6.2.2.4 Simulação coluna húmida (UT I) 3ª CR – Reformulação Proposta [H\_UT\_I\_3CR\_proposta]

Efectuando, agora, a mesma simulação para os critérios sugeridos no subcapítulo 5.2.3, ou seja, considerando que nos pisos P, Q, R e S está a funcionar uma boca de incêndio não armada, debitando 3 l/s, cada uma.

Na Tabela 6.17 apresentam-se os diâmetros, as velocidades e as perdas de carga contínuas da coluna húmida da instalação.

**Tabela 6.17 – Coluna Húmida (UT I) – 3ª CR, proposta de reformulação da Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-P	49.00	4	12	100	105.3	1.38	0.027
P-Q	3.00	3	9	80	80.9	1.75	0.057
Q-R	3.00	2	6	65	68.9	1.61	0.060
R-S	3.00	1	3	50	53.1	1.35	0.061

Na Tabela 6.18 apresenta-se a perda de carga total obtida para este cenário de simulação.

**Tabela 6.18 – Coluna Húmida (UT I) – 3ª CR, proposta de reformulação da Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-P	0.027	0.034	49.00	1.65
P-Q	0.057	0.071	3.00	0.21
Q-R	0.060	0.075	3.00	0.22
R-S	0.061	0.077	3.00	0.23

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
<b>Total</b>	-	-	<b>58.00</b>	<b>2.31</b>

Neste caso, a pressão a fornecer pela bomba (A) é dado por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_S}{\gamma} + \Delta Z_{A-S} + \sum_A^S \Delta h = \frac{350}{9.81} + 51.00 + 2.31 = 88.99 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 873.02 \text{ kPa}$$

Para o dimensionamento da central de bombagem considerou-se o caudal de dimensionamento de  $12 \text{ l/s} = 43.2 \text{ m}^3/\text{h} \cong 45 \text{ m}^3/\text{h}$  e a altura de elevação de 90.0 mca, então optar-se-ia por centrais de bombagem STOPFIRE EN 12845 EDJ NNJ 50-250, com uma potência de 30 kW, de acordo com a informação apresentada no ANEXO C.

A capacidade do reservatório é estimada a partir da equação 2, obtendo-se então:  $C = 12 \times 60 \times 60 = 43200 \text{ l} = 53.2 \text{ m}^3$ .

#### 6.2.2.5 Simulação coluna húmida (UT I) 4ª CR – Portaria n.º 1532/2008 [H\_UT\_I\_4CR\_vigente]

Actualmente, o edifício habitacional mais elevado em Portugal que é a Torre de São Rafael, com 26 pisos (R/C + 25 pisos elevados), é, portanto, classificada na 4ª CR, uma vez que excede os 50 m de altura.



**Figura 6.3 – Torre de São Gabriel, classificada na 4ª categoria de risco**

Para o dimensionamento da coluna húmida considerou-se que a rede serve 26 bocas de incêndio não armadas em cada piso. Na Tabela 6.19 apresentam-se os diâmetros, as velocidades e as perdas de carga contínuas da coluna húmida da instalação, considerando

que nos últimos quatro pisos AA, AB, AC e AD estão a funcionar as bocas de incêndio, debitando 4 l/s, cada uma. Neste caso, considerou-se que a distância entre pisos é de 3.5 m (por ser um edifício com características distintas, poderá ter uma altura entre pisos superior ao considerado nos exemplos anteriores). Admitiu-se que a central de bombagem se encontra no piso -1.

O desnível geométrico entre a bomba (A) e a boca localizada no piso mais desfavorável (AD) é de 91 m (26 x 3.5 m). Considerou-se que o troço de tubagem horizontal de ligação da bomba à coluna vertical do prédio tem 7 m, ou seja, a distância entre o ponto A e B é 10.5 m (7 m na horizontal + 3.5 m na vertical).

**Tabela 6.19 – Coluna Húmida (UT I) – 4ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-AA	87.50	4	16	100	105.3	1.84	0.044
AA-AB	3.50	3	12	80	80.9	2.33	0.094
AB-AC	3.50	2	8	65	68.9	2.15	0.099
AC-AD	3.50	1	4	50	53.1	1.81	0.102

Na Tabela 6.20 apresenta-se a perda de carga total obtida para este cenário de simulação.

**Tabela 6.20 – Coluna Húmida (UT I) – 4ª CR, Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-AA	0.044	0.056	87.50	4.86
AA-AB	0.094	0.118	3.50	0.41
AB-AC	0.099	0.124	3.50	0.43
AC-AD	0.102	0.127	3.50	0.44
<b>Total</b>	-	-	<b>98.00</b>	<b>6.15</b>

Neste caso a pressão a fornecer no ponto de alimentação (A) é dado por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_{AD}}{\gamma} + \Delta Z_{A-AD} + \sum_A^{AD} \Delta h = \frac{350}{9.81} + 91.00 + 6.15 = 132.83 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 1303.07 \text{ kPa}$$

Para este caso de estudo foi também efectuado um pré-dimensionamento do sistema de bombagem, embora apenas tenham sido contabilizados os caudais associados aos meios de segunda intervenção. Considerando o caudal de dimensionamento igual a  $Q = 16 \text{ l/s} = 57.6 \text{ m}^3/\text{h} \cong 60 \text{ m}^3/\text{h}$  e a altura de elevação de cada uma é 133 mca, seleccionou-se a bomba STOPFIRE EN 12845 EDJ CJK 80-315, com uma potência de 75 kW, da EFAFLU. As bombas CJK são em PN16.

O reservatório para armazenar água para combate a incêndios no edifício foi determinado através da equação 2, tendo-se obtido um volume de  $57.6 \text{ m}^3$ .

#### 6.2.2.6 Simulação coluna húmida (UT I) 4ª CR – Reformulação Proposta [H\_UT\_I\_4CR\_proposta]

Efectuando, agora, a simulação para o edifício habitacional de 4ª CR, considerando os critérios sugeridos no subcapítulo 5.2.3, ou seja, considerando que nos pisos AA, AB, AC e AD estão a funcionar as bocas de incêndio, debitando  $3 \text{ l/s}$ , cada uma.

Na Tabela 6.21 apresentam-se os resultados obtidos.

**Tabela 6.21 – Coluna Húmida (UT I) – 4ª CR, proposta de reformulação da Portaria n.º 1532/2008. Determinação das perdas de carga contínuas unitárias**

Troço	L (m)	Nº de BI em funcionamento	Caudal de dimensionamento (l/s)	DN (mm)	Øint (mm)	v (m/s)	J (m/m)
A-AA	87.50	4	12	100	105.3	1.38	0.027
AA-AB	3.50	3	9	80	80.9	1.75	0.057
AB-AC	3.50	2	6	65	68.9	1.61	0.060
AC-AD	3.50	1	3	50	53.1	1.35	0.061

Pela análise da tabela anterior pode verificar-se que a velocidade média do escoamento é inferior a 6 m/s, pelo que se considera aceitável este dimensionamento.

Na Tabela 6.22 apresentam-se os resultados obtidos para este cenário de simulação.

**Tabela 6.22 – Coluna Húmida (UT I) – 4ª CR, proposta de reformulação da Portaria n.º 1532/2008. Determinação da perda de carga total**

Troço	J (m/m)	J x 1.25 (m/m)	L (m)	ΔH (mca)
A-AA	0.027	0.034	87.50	2.94
AA-AB	0.057	0.071	3.50	0.25
AB-AC	0.060	0.075	3.50	0.26
AC-AD	0.061	0.077	3.50	0.27
<b>Total</b>	-	-	<b>98.00</b>	<b>3.72</b>

Neste caso, a pressão a fornecer no ponto de alimentação (A) é dado por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_{AD}}{\gamma} + \Delta Z_{A,AD} + \sum_A^{AD} \Delta h = \frac{350}{9.81} + 91.00 + 3.72 = 130.40 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 1279.20 \text{ kPa}$$

A pressão a fornecer pela bomba em A é 1279.20 kPa, ou seja, é cerca de 2% inferior ao valor obtido no subcapítulo anterior (1303.07 kPa). Neste caso seleccionou-se uma bomba da EFAFLU, do tipo STOPFIRE EN 12845 EDJ C/JG 50-315, com 45 kW de Potência.

No caso da capacidade do reservatório, seria necessária a colocação de um reservatório com uma capacidade menor, ou seja, 43.2 m³.

### 6.3 Edifício de espectáculos (UT VI)

A opção de se estudar um edifício de espectáculos prende-se com o facto de o regulamento prescrever a utilização de Bocas de Incêndio Armadas do Tipo Teatro (BIATT) em alguns edifícios da 4ª categoria de risco (CR), entre eles encontram-se especificados os edifícios de espectáculos.

De acordo com o definido na Decreto-lei n.º 224/2015, um edifício que se enquadre na utilização-tipo VI - Espectáculos e reuniões públicas, e que tenha uma altura de UT superior a 28 m pertence à 4ª CR.

Para a ilustração do dimensionamento da rede de água de segunda intervenção, considerou-se um edifício de espectáculos com 17 pisos (R/C + 16 pisos elevados), com altura técnica da UT de 16 x 3.00 m = 48.00 m, enquadrado na 4ª CR. Esta definição geométrica foi seleccionada de modo a que seja possível comparar os resultados obtidos com os obtidos para um edifício habitacional com a mesma altura, mas classificado com uma classe de risco inferior. Em seguida analisam-se os resultados de cálculo com a aplicação da Portaria n.º

1532/2008 vigente e com os resultados obtidos tendo em consideração as sugestões de reformulação apresentadas no subcapítulo 5.2.3.

### 6.3.1.1 Simulação coluna húmida (UT VI) 4ª CR – Portaria n.º 1532/2008 [H\_UT\_VI\_4CR\_vigente]

Para a simulação hidráulica considerou-se o funcionamento das 4 bocas de incêndio armadas do tipo teatro nos 4 últimos pisos do edifício (P, Q, R, S). Os resultados da simulação hidráulica para o caudal de 4 l/s, em cada boca de incêndio, encontram-se Tabela 6.15 e na Tabela 6.16. A perda de carga obtida é de 3.83 mca. Para determinar a altura de elevação é necessário adicionar o desnível geométrica e a pressão pretendida no ponto mais desfavorável (neste caso é a Boca de incêndio S). Como se analisou no subcapítulo 3.2, para que a boca de incêndio armada consiga debitar o caudal de 4 l/s, seria necessário dimensionar a rede para que, nesta Boca de Incêndio, a pressão seja aproximadamente igual a 797 kPa (8 bar). Isto significa que a altura de elevação da bomba (A) seria:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_S}{\gamma} + \Delta Z_{A-S} + \sum_A^S \Delta h = \frac{797}{9.81} + 51.00 + 3.83 = 135.67 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 1334.87 \text{ kPa}$$

Este cenário resultaria em dois aspectos negativos: a central de bombagem seria dimensionada para uma altura de elevação muito elevada e haveria sobrepressão nas bocas de incêndio, o que dificultaria a manobra da mangueira por parte dos bombeiros.

Neste caso, considerando o caudal de dimensionamento de 16 l/s = 57.6 m³/h ≅ 60 m³/h e a altura de elevação de 136 mca, então optar-se-ia por uma central de bombagem STOPFIRE EN 12845 EDJ CJG 80-315, com uma potência de 75 kW.

No entanto, em projecto de redes de água de combate contra incêndios é habitual determinar-se a altura de elevação considerando a pressão de 350 kPa na boca mais desfavorável e as perdas de carga determinadas para o caudal de 4 l/s, não obstante estes dois parâmetros hidráulicos nunca se verificarem em simultâneo numa boca de incêndio armada do tipo teatro comercial. Tem-se, assim, a seguinte expressão:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_S}{\gamma} + \Delta Z_{A-S} + \sum_A^S \Delta h = \frac{350}{9.81} + 51.00 + 3.83 = 90.50 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 887.87 \text{ kPa}$$

Como se analisou no capítulo 3.2, com a pressão fornecida de 350 kPa nunca será possível que a BIATT debite o caudal mínimo de 4 l/s. No entanto, este é o critério utilizado no dimensionamento, actualmente. Considerando, então, o caudal de dimensionamento de

$16 \text{ l/s} = 57.6 \text{ m}^3/\text{h} \cong 60 \text{ m}^3/\text{h}$  e a altura de elevação de 90.50 mca, então optar-se-ia por centrais de bombagem STOPFIRE EN 12845 EDJ NNJ 50-250, com uma potência de 37 kW, de acordo com a informação apresentada no ANEXO F.

A capacidade do reservatório é estimada a partir da equação 2, obtendo-se então:  $C = 16 \times 60 \times 60 = 57600 \text{ l} = 57.6 \text{ m}^3$ .

### 6.3.1.2 Simulação coluna húmida (UT VI) 4ª CR – Reformulação Proposta [H\_UT\_VI\_4CR\_proposta]

Efectuando, agora, a mesma simulação para o edifício de espectáculos de 4ª CR, ou seja, considerando que as bocas de incêndio armada do tipo teatro estão em funcionamento nos pisos P, Q, R e S, mas considerando os critérios sugeridos no subcapítulo 5.2.3, isto é cada BIATT irá ser dimensionada para o caudal de 3 l/s. Os diâmetros seleccionados, para cada troço de tubagem são iguais aos apresentados na Tabela 6.17 e as perdas de carga totais são obtidas na Tabela 6.18, cujo somatório total é de 2.31 mca. Neste caso, a pressão a considerar na BIATT que se localiza no ponto S é deduzido a partir da equação 10, ou seja:

$$P_S = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 /_{10} = \left(\frac{180}{85}\right)^2 /_{10} = 448 \text{ kPa}$$

A altura de elevação em A é dada por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_S}{\gamma} + \Delta Z_{A-S} + \sum_A^S \Delta h = \frac{448}{9.81} + 51.00 + 2.31 = 98.98 \text{ mca} \Leftrightarrow P_A = 971.02 \text{ kPa}$$

Para o dimensionamento da central de bombagem considerou-se o caudal de dimensionamento de  $12 \text{ l/s} = 43.2 \text{ m}^3/\text{h} \cong 45 \text{ m}^3/\text{h}$  e a altura de elevação de 100.0 mca. De acordo com a informação apresentada no ANEXO F optar-se-ia por uma central de bombagem STOPFIRE EN 12845 EDJ NNJ 50-250, com uma potência de 37 kW.

No caso da capacidade do reservatório, seria necessária a colocação de um reservatório com uma capacidade menor, ou seja,  $43.2 \text{ m}^3$ .

## 6.4 Análise económica e comparação entre os casos de estudo

Para se efectuar a comparação entre os diferentes casos de estudo é necessário resumir as suas principais características. Na Tabela 6.23 apresenta-se a referida síntese.

**Tabela 6.23 – Características da rede de segunda intervenção para os casos de estudo**

Caso de estudo	h UT (m)	Tubagem - Comprimento (m)				RE	EE	
		DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	Volume (m <sup>3</sup> )	Q dim (l/s)	P (kPa)
S_UT_I_2CR_vigente	27.00	0.00	0.00	0.00	37.20	-	16	636
S_UT_I_2CR_proposta	27.00	0.00	0.00	37.20	0.00	-	12	657
H_UT_I_2CR_vigente	27.00	3.00	3.00	3.00	28.00	57.6	16	670
H_UT_I_2CR_proposta	27.00	3.00	3.00	3.00	28.00	43.2	12	660
H_UT_I_3CR_vigente	48.00	3.00	3.00	3.00	49.00	57.6	16	888
H_UT_I_3CR_proposta	48.00	3.00	3.00	3.00	49.00	43.2	12	873
H_UT_I_4CR_vigente	87.50	3.50	3.50	3.50	87.50	57.6	16	1303
H_UT_I_4CR_proposta	87.50	3.50	3.50	3.50	87.50	43.2	12	1279
H_UT_VI_4CR_vigente	48.00	3.00	3.00	3.00	49.00	57.6	16	1335
H_UT_VI_4CR_Proposta	48.00	3.00	3.00	3.00	49.00	43.2	12	971

Para comparar o custo de cada um dos casos estudados subdividiu-se o custo em três componentes:

- Tubagens e acessórios (Tub)
- Reservatório (RE)
- Central de bombagem (B)

O custo da tubagem foi estimado tendo como referência os preços que se encontram no ANEXO A, considerando tubagem em aço preto, de série média, ranhurado, pintado RAL3000. Aos valores apresentados acresceu-se um factor de 1.3 para contabilizar o custo dos acessórios e um factor de 2 para ter em consideração o custo de fornecimento e montagem do equipamento.

O custo do reservatório foi estimado tendo em consideração a equação deduzida por Lencastre et al. (1995):

$$Custo RE = 48.7 Volume^{0.803} \times \frac{1000}{200.482} \quad (R^2 = 99.6\%) \quad 32$$

Em que, *Custo RE* é o custo de investimento total, incluindo construção civil e equipamento (€) e o *Volume* é expresso em m<sup>3</sup>.

No caso da central de bombagem poderia ter-se estimado o seu custo a partir da equação deduzida por Lencastre et al. (1995), que foi obtida a partir de um conjunto de custos de estações elevatórias, e é dada por:

$$Custo B = 349Q^{0.504}H^{0.279} \times \frac{1000}{200.482} (R^2 = 97.0\%)$$

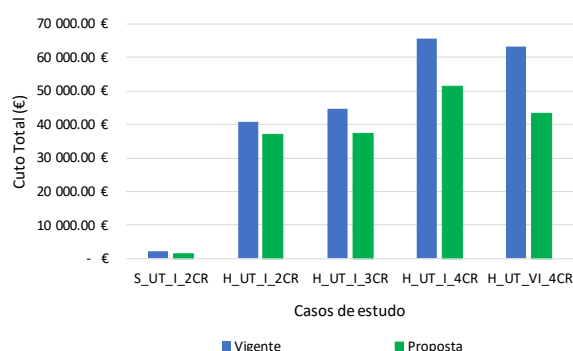
Nesta expressão, que estabelece o custo associado ao equipamento e às respectivas instalações eléctricas, *Custo B* é o custo de investimento em equipamento e instalações eléctricas (€), *Q* é o caudal (l/s) e *H* é a altura de elevação (mca). No entanto, optou-se por considerarem-se os custos da central de bombagem obtidos através da consulta efectuada à empresa EFAFLU Bombas e Ventiladores.

Na Tabela 6.24 apresentam-se os valores obtidos para cada um dos casos de estudo.

**Tabela 6.24 – Estimativa de custos parciais e totais, associados à rede de segunda intervenção, para os casos de estudo**

Caso de estudo	Custo Tub (€)	Custo RE (€)	Custo B (€)	Custo Total (€)
S_UT_I_2CR_vigente	2 194.58	0.00	0.00	<b>2 194.58</b>
S_UT_I_2CR_proposta	1 496.26	0.00	0.00	<b>1 496.26</b>
H_UT_I_2CR_vigente	1 938.79	6 296.12	32 473.00	<b>40 707.91</b>
H_UT_I_2CR_proposta	1 938.79	4 997.43	30 230.00	<b>37 166.23</b>
H_UT_I_3CR_vigente	3 177.67	6 296.12	35 173.00	<b>44 646.79</b>
H_UT_I_3CR_proposta	3 177.67	4 997.43	29 115.00	<b>37 290.10</b>
H_UT_I_4CR_vigente	5 496.76	6 296.12	53 697.00	<b>65 489.88</b>
H_UT_I_4CR_proposta	5 496.76	4 997.43	40 912.00	<b>51 406.20</b>
H_UT_VI_4CR_vigente	3 177.67	6296.12	53 697.00	<b>63 170.79</b>
H_UT_VI_4CR_proposta	3 177.67	4997.43	35 173.00	<b>43 348.10</b>

Para facilitar a análise dos resultados obtidos construiu-se o Gráfico 6.1 com os custos totais, associados às redes de 2ª intervenção, para os cinco casos de estudo, considerando a legislação vigente e a reformulação proposta.



**Gráfico 6.1 – Custos totais, associados às redes de 2ª intervenção, para os 5 casos de estudo**

Pela análise do gráfico anterior é possível concluir que a reformulação proposta conduz a uma redução dos custos totais, associados às redes de 2ª intervenção. Comparando os

custos associados às redes secas e húmidas, para a 2ª categoria de risco verifica-se que, para este caso, o custo da rede húmida é 18 a 25 vezes superior ao custo da rede seca, consoante se considere a legislação vigente ou a reformulação proposta.

Comparando os casos de estudo H\_UT\_I\_3CR e H\_UT\_VI\_4CR, já que são edifícios com a mesma altura (48 m), mas com utilizações-tipo distintas verifica-se que o custo total é superior no segundo caso. Este facto justifica-se com a necessidade de fornecer mais pressão às bocas de incêndio armadas (utilizadas na UT VI), do que às bocas de incêndio não armadas (utilizadas na UT I), para garantir um determinado caudal mínimo imposto na legislação. Neste caso, o custo da central de bombagem será superior, sendo o custo das tubagens e acessórios e o custo dos reservatórios semelhantes.

Comparando os cenários H\_UT\_I\_2CR, H\_UT\_I\_3CR e H\_UT\_I\_4CR verifica-se que quanto maior é a categoria de risco, maior será o custo total associado às redes de 2ª intervenção, como seria expectável.

## 7 Conclusões

No projecto e construção de um edifício, a Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE) é uma componente transversal em diversas especialidades, nomeadamente: arquitectura, estruturas, electrotécnica, hidráulica e mecânica. No caso particular deste TFM deu-se particular relevância às duas últimas especialidades por serem as que estão relacionadas com a utilização de meios de combate a incêndios de 2ª intervenção.

Os objectivos propostos no âmbito deste TFM consistiam na análise detalhada da legislação vigente associada ao dimensionamento de meios de 2ª intervenção, comparação com a legislação internacional e estabelecimento de propostas sustentadas de alteração da legislação para corrigir as incongruências detectadas pelos técnicos intervenientes nesta área. Estes objectivos foram integralmente cumpridos, tendo-se considerado que a proposta de reformulação de legislação mais relevante é a que diz respeito ao dimensionamento das redes de águas associadas às bocas de incêndio armadas do tipo teatro (BIATT). Esta alteração encontra-se definida e justificada no subcapítulo 5.2.3. Com a realização deste TFM constatou-se que a norma EN 671-2 apenas regula a curva de vazão das bocas de incêndio armadas do tipo teatro, não sendo definida a curva de vazão associado às bocas de incêndio não armadas. Enquanto nas BIATT a vazão é condicionada pelo diâmetro da agulheta (as mais comuns no mercado têm uma agulheta com o orifício de 13 mm de diâmetro), no caso das bocas de incêndio não armadas (que têm 52 mm) nada é descrito sobre a sua capacidade de vazão. Quando às bocas não armadas são acoplados equipamentos dos bombeiros, esta ligação irá condicionar a sua capacidade de vazão, uma vez que as mangueiras e agulhetas têm uma secção menor do que a própria boca. Conclui-se, portanto, que o dimensionamento das bocas não armadas carece de definição regulamentar.

Outro aspecto que se pretende destacar é o facto de se ter verificado que, desde que seja garantido que as tubagens e os acessórios instalados nas redes de água de combate a incêndios cumprem as especificações das normas vigentes (nomeadamente NP EN 10255, NP EN 10217-1, NP EN 10242, NP EN 10253-1 e NP EN 10226-1) e que seja efectuada uma adequada montagem e fiscalização durante a fase de obra, a rede conseguirá resistir às pressões impostas pelas autobombas dos bombeiros, ou pelo grupo hidropressor do edifício.

Para dar uma perspectiva prática e ampla, vincando o cariz prático deste Trabalho Final de Mestrado estudaram-se as redes de incêndios em cinco casos de estudo ilustrativos, fazendo em cada um deles o dimensionamento seguindo o enquadramento regulamentar vigente e a mesma análise com as reformulações propostas. Em seguida detalham-se os casos,

considerando as redes secas (S) e húmidas (H) dos edifícios habitacionais (UT I) ou dos edifícios de espectáculos (UT VI), tal como se detalha em cada um dos casos:

- Caso 1: S\_UT\_I\_2CR - Rede seca de edifício habitacional, com 10 pisos;
- Caso 2: H\_UT\_I\_2CR - Rede húmida de edifício habitacional, com 10 pisos;
- Caso 3: H\_UT\_I\_3CR - Rede húmida de edifício habitacional, com 17 pisos;
- Caso 4: H\_UT\_I\_4CR - Rede húmida de edifício habitacional, com 26 pisos;
- Caso 5: H\_UT\_VI\_4CR - Rede húmida de edifício de espectáculos com 17 pisos.

A metodologia de dimensionamento utilizada para a análise do funcionamento hidráulico das redes de águas foi proposta no capítulo 6.1.

Por fim, naturalmente, efectuou-se uma análise económica que sustentou a comparação dos casos estudados. Na tabela seguinte sistematiza-se os custos totais associados às redes de segunda intervenção:

**Tabela 7.1 – Estimativa de custos totais associados à rede de segunda intervenção, para os casos de estudo**

Caso de estudo	Custo Total (€)
Caso 1A: S_UT_I_2CR_vigente	2 194.58
Caso 1B: S_UT_I_2CR_proposta	1 496.26
Caso 2A: H_UT_I_2CR_vigente	40 707.91
Caso 2B: H_UT_I_2CR_proposta	37 166.23
Caso 3A: H_UT_I_3CR_vigente	44 646.79
Caso 3B: H_UT_I_3CR_proposta	37 290.10
Caso 4A: H_UT_I_4CR_vigente	65 489.88
Caso 4B: H_UT_I_4CR_proposta	51 406.20
Caso 5A: H_UT_VI_4CR_vigente	63 170.79
Caso 5B: H_UT_VI_4CR_proposta	43 348.10

A conclusão que é possível tecer após a elaboração deste trabalho é que a reformulação da legislação, no que respeita às redes de 2ª intervenção, poderá conduzir a uma poupança significativa nas redes de incêndios dos edifícios. No caso das redes secas obteve-se uma redução de 32% do custo total (comparando o caso 1, ou seja: S\_UT\_I\_2CR\_vigente com o S\_UT\_I\_2CR\_proposta), e no caso das redes húmidas obteve-se uma redução de 9%, 16% 22% e 31%, para os casos 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

## 8 Trabalhos futuros

Com a elaboração deste trabalho surgiram alguns temas que se consideram relevantes para a elaboração de trabalhos futuros na área dimensionamento de redes de água de combates a incêndios. Em seguida apresentam-se algumas sugestões para desenvolvimentos futuros:

### **Tema A – Ensaios laboratoriais a bocas de incêndio armada do Tipo Teatro para estabelecimento das curvas de funcionamento e do factor K**

Seria interessante realizarem-se ensaios laboratoriais para determinar o caudal em função da pressão em bocas de incêndio armadas, utilizando o especificado na norma EN 671-2. Deste modo, seria possível determinar a curva de funcionamento das bocas de incêndio armadas do tipo teatro testadas e poderia estabelecer-se o factor K de cada equipamento ensaiado experimentalmente.

### **Tema B – Dimensionamento das redes de água de combate a incêndios em edifícios, com meios de primeira intervenção**

Com a elaboração deste trabalho, ao analisar-se a Portaria n.º 1532/2008 foi possível detectar que actualmente existe uma incongruência na legislação relativamente aos meios de 1ª intervenção, em particular no que se refere às bocas de incêndio do tipo Carretel (BIATC). No entanto, por estar fora do âmbito deste TFM, optou-se por não se aprofundar esta temática. Considera-se que seria pertinente, num trabalho futuro, analisar o conteúdo e propor a reformulação justificada do n.º 1, do artigo 167º, da Portaria n.º 1532/2008 que refere que: *“A rede de alimentação das bocas de incêndio deve garantir, em cada boca de incêndio em funcionamento, com metade das bocas abertas, até um máximo exigível de quatro uma pressão dinâmica mínima de 250 kPa e um caudal instantâneo mínimo de 1.5 l/s”*, uma vez que não existem bocas de incêndio armadas do tipo Carretel que consigam cumprir simultaneamente estes dois parâmetros hidráulicos (ver norma NP EN 671-1).

### **Tema C – Dimensionamento do reservatório e do grupo hidropressor da rede de água de combate contra incêndios em edifícios**

No Despacho n.º 13042/2013, os critérios de dimensionamento do reservatório de água de combate contra incêndios têm em consideração o tempo de reserva, em função do caudal teórico. No entanto, como o dimensionamento do grupo hidropressor é efectuado tendo em consideração a pressão dinâmica na boca de incêndio mais desfavorável, se ocorrer um incêndio num piso que não seja o mais desfavorável, como a boca de incêndio está sujeita a uma pressão superior à mínima de dimensionamento esta irá debitar mais caudal do que o

previsto. Assim, o volume de água disponível no reservatório irá esgotar-se num tempo substancialmente inferior ao que foi considerado. Considera-se que seria interessante analisar esta problemática tendo em consideração os novos critérios de dimensionamento que serão publicados do despacho decorrente da revisão das Notas Técnicas 13, 14, 15 e 16 da ANPC.

**Tema D - Dimensionamento da rede de água de combate contra incêndios em edifícios, num edifício pertencente à 4ª categoria de risco**

Como uma rede de água de combate a incêndios num edifício é um sistema integrado, considera-se que será interessante o dimensionamento de uma rede de águas de combate a incêndios integral (com redes de 1ª e de 2ª intervenção), para um edifício de 4ª categoria de risco, tendo em consideração as alterações que serão publicadas no despacho decorrente da revisão das Notas Técnicas 13, 14, 15 e 16, da ANPC.

## Referências Bibliográficas

*Nota: Os links aqui disponibilizados foram consultados durante entre Setembro de 2017 e Agosto de 2018.*

ANPC (2006), Anuário. Ocorrências de Protecção Civil 2006. Disponível em: [https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO\\_OCORRENCIAS\\_PC\\_2006.pdf](https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO_OCORRENCIAS_PC_2006.pdf)

ANPC (2007), Anuário. Ocorrências de Protecção Civil 2007. Disponível em: [https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO\\_OCORRENCIAS\\_PC\\_2007.pdf](https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO_OCORRENCIAS_PC_2007.pdf)

ANPC (2008), Anuário. Ocorrências de Protecção Civil 2008. Disponível em: [https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO\\_OCORRENCIAS\\_PC\\_2008.pdf](https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO_OCORRENCIAS_PC_2008.pdf)

ANPC (2009), Anuário. Ocorrências de Protecção Civil 2009. Disponível em: [https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO\\_OCORRENCIAS\\_PC\\_2009.pdf](https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO_OCORRENCIAS_PC_2009.pdf)

ANPC (2010), Anuário. Ocorrências de Protecção Civil 2010. Disponível em: [https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO\\_OCORRENCIAS\\_PC\\_2010.pdf](https://www.apsei.org.pt/media/recursos/documentos-de-outras-entidades/ANPC-anuarios/ANUARIO_OCORRENCIAS_PC_2010.pdf)

ANPC-01 (2013), *Nota Técnica N.º 01 - Utilizações-tipo de edifícios e recintos*. Disponível em: [http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/01\\_NT-SCIE-UTILIZA%C3%87%C3%95ES-TIPO%20DE%20EDIF%C3%8DCIOS%20E%20RECINTOS.pdf](http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/01_NT-SCIE-UTILIZA%C3%87%C3%95ES-TIPO%20DE%20EDIF%C3%8DCIOS%20E%20RECINTOS.pdf)

ANPC-04 (2013), *Nota Técnica N.º 04 - Simbologia gráfica para plantas de SCIE*. Disponível em: [http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/04\\_NT-SCIE-SIMBOLOGIA%20GR%C3%81FICA%20PARA%20PLANTAS%20DE%20SCIE.pdf](http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/04_NT-SCIE-SIMBOLOGIA%20GR%C3%81FICA%20PARA%20PLANTAS%20DE%20SCIE.pdf)

ANPC-05 (2013), *Nota Técnica N.º 05 - Locais de risco*. Disponível em: [http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/05\\_NT-SCIE-LOCAIS%20DE%20RISCO.pdf](http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/05_NT-SCIE-LOCAIS%20DE%20RISCO.pdf)

ANPC-06 (2013), *Nota Técnica N.º 06 - Categorias de Risco*. Disponível em: [http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/06\\_NT-SCIE-CATEGORIAS%20DE%20RISCO.pdf](http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/06_NT-SCIE-CATEGORIAS%20DE%20RISCO.pdf)

ANPC-13 (2013), *Nota Técnica N.º 13 - Redes secas e húmidas*. Publicado no Despacho n.º 12605/2013. Disponível em:

[http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/13\\_NT\\_SCIE-REDES%20SECAS%20E%20HUMIDAS.pdf](http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/13_NT_SCIE-REDES%20SECAS%20E%20HUMIDAS.pdf) ou em [http://www.segurancaonline.com/fotos/gca/nt13\\_redessecashumidas\\_1322827526.pdf](http://www.segurancaonline.com/fotos/gca/nt13_redessecashumidas_1322827526.pdf)

ANPC-14 (2013), *Nota Técnica N.º 14 - Fontes Abastecedoras de Água para o Serviço de Incêndio (SI)*. Publicado no Despacho n.º 13042/2013. Disponível em: [http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/14\\_NT\\_SCIE-FONTES%20DE%20ABASTECIMENTO%20DE%20AGUA%20PARA%20O%20SI.pdf](http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/14_NT_SCIE-FONTES%20DE%20ABASTECIMENTO%20DE%20AGUA%20PARA%20O%20SI.pdf)

ANPC-15 (2013), *Nota Técnica N.º 15 - Centrais de Bombagem para o Serviço de Incêndio*. Publicado no Despacho n.º 14903/2013. Autoridade Nacional de Protecção Civil. Disponível em: [http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/15\\_NT\\_SCIE-CENTRAIS%20DE%20BOMBAGEM%20PARA%20O%20SERVI%20C3%87O%20DE%20INCENDIO.pdf](http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Normas%20Tecnicas/15_NT_SCIE-CENTRAIS%20DE%20BOMBAGEM%20PARA%20O%20SERVI%20C3%87O%20DE%20INCENDIO.pdf)

ANPC (2015), *Seminário sobre segurança contra incêndio em edifícios – Extinção por água e por agentes gasosos – Notas Técnicas da ANPC 13 a 17*. Centrais de Bombagem para o Serviço de Incêndio. Nota Técnica n.º 15. Maio de 2015. Lisboa. Disponível em: [http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Documents/NT15%20-%20Seminarario\\_SCIE-Segurex\\_2015\\_10-08-2015.pdf](http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Documents/NT15%20-%20Seminarario_SCIE-Segurex_2015_10-08-2015.pdf)

ANPC (2015a), *Seminário sobre segurança contra incêndio em edifícios – Extinção por água e por agentes gasosos – Notas Técnicas da ANPC 13 a 17*. NT 13 – Redes secas e Húmidas e NT 14 – Fontes Abastecedora de Água para o serviço de Incêndios. Maio de 2015. Lisboa. Disponível em: [http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Documents/0\\_Abertura\\_Enquadramento\\_do\\_Processo\\_de\\_Revisao\\_das\\_NT\\_13,\\_14,\\_15,\\_16e\\_17.pdf](http://www.prociv.pt/bk/SEGCINCENDEDEDIF/Documents/0_Abertura_Enquadramento_do_Processo_de_Revisao_das_NT_13,_14,_15,_16e_17.pdf)

Brás, M. L. S; Coelho, A. L.; Rodrigues, J. P. (2011), *Comparação da anterior regulamentação portuguesa de segurança ao incêndio com a actual*, 1º CILASCI – Congresso Ibero-Latino-Americano sobre Segurança Contra Incêndios, Natal – Brasil. Disponível em:

<http://repositorio.Inec.pt:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1003946/REN10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bretano T. (2007), *Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações*, EDIPUCRS, 3ª edição, ISBN 978-85-7430-636-0, Porto Alegre

Brock P. D. (1990), *Fire Protection Hydraulics and Water Supply Analysis*. Protection Publications Oklahoma State University. Oklahoma ISBN 0-87939-088-3

BS EN 10253-1:1999, Butt-welding pipe fittings. Wrought carbon steel for general use and without specific inspection requirements

Carvalho, T. R. P. (2015), Especificações técnicas para redes húmidas de combate a incêndios. Universidade de Aveiro, Departamento de Civil. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/14953/1/Tese.pdf>

Castro, C. F. e Abrantes, J. B. (2005). Volume X - Combate a incêndios Urbanos e Industriais. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, ISBN 972-8792-17-4

Coelho, A. L. (2010). Incêndios em Edifícios, 1ª Edição, Edições Orion, Lisboa, ISBN 972-8620-16-5

Decreto-Lei n.º 75/2007 de 29 de Março: *Aprova a orgânica da Autoridade Nacional de Protecção Civil*. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/520461>

Decreto-Lei n.º 38382/51 de 7 de Agosto: *Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)*, Portugal. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/289214>

Decreto-lei n.º 64/90 de 21 de Fevereiro: *Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios de Habitação*, Portugal. Disponível em: <https://dre.tretas.org/dre/4502/decreto-lei-64-90-de-21-de-fevereiro>

Decreto-Lei n.º 426/89, de 6 de Dezembro: *Medidas cautelares de segurança contra riscos de incêndio em centros urbanos antigos*. Disponível em: <https://dre.tretas.org/dre/22114/decreto-lei-426-89-de-6-de-dezembro>

Decreto-Lei n.º 66/95, de 8 Abril: *Regulamento de segurança contra incêndios em parques de estacionamento cobertos*. Disponível em: [https://www.oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/decretolei\\_66\\_95.pdf](https://www.oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/decretolei_66_95.pdf)

Decreto Regulamentar n.º 34/95, de 16 de Dezembro. Regulamento das Condições Técnicas e de Segurança dos Recintos de Espectáculos e Divertimentos Públicos. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/634904>

Decreto-Lei n.º 167/97, de 4 de Julho: *Regime jurídico da instalação e do funcionamento dos empreendimentos turísticos*. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/156001>

Decreto-Lei n.º 409/98, de 23 de Dezembro: *Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios de Tipo Hospitalar*. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/186279>;

Decreto-Lei n.º 410/98, de 23 de Dezembro: *Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios Tipo Administrativo*. Disponível em: [http://www.oasrn.org/pdf\\_upload/decretolei\\_410\\_98.pdf](http://www.oasrn.org/pdf_upload/decretolei_410_98.pdf);

Decreto-Lei n.º 414/98, de 31 de Dezembro: *Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios Escolares*. Disponível em: [https://www.oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/decretolei\\_414\\_98.pdf](https://www.oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/decretolei_414_98.pdf)

Decreto-Lei n.º 368/99, de 18 Setembro: *Regime de protecção contra riscos de incêndio em estabelecimentos comerciais*. Disponível em: <https://dre.tretas.org/dre/105776/decreto-lei-368-99-de-18-de-setembro>

Decreto-Lei 220/2008, de 12 de Novembro de 2008: *Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios*. Disponível em: <https://dre.pt/web/quest/pesquisa/-/search/439866/details/maximized>

Decreto-Lei n.º 224/2015 de 09 de Outubro de 2015 (Primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 220/2008.) Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/70497202>

Despacho n.º 2074/2009: *Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada*. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/2152772>

Despacho n.º 21638/2009: *Especificações técnicas de veículos e equipamentos operacionais dos Corpos de Bombeiros*. Disponível em: [http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/BOMBEIROS/Documents/Despacho%20n.%C2%BA%2021638\\_2009.pdf](http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/BOMBEIROS/Documents/Despacho%20n.%C2%BA%2021638_2009.pdf)

Despacho n.º 3973/2013 de 5 de Março: *Regulamento de especificações técnicas de veículos e equipamentos operacionais dos corpos de bombeiros*. Disponível em:

<http://www.prociv.pt/bk/PROTECAOCIVIL/LEGISLACAONORMATIVOS/BOMBEIROS/Documents/Despacho%20n.%C2%BA%203974-2013.pdf>

DR n.º 23/95 de 23 de Agosto, *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (RGSPDADAR)*. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/431873>

EN 12845:2015, *Fixed firefighting systems - Automatic sprinkler systems - Design, installation and maintenance*

Ferreira, J. P. V. (2016), *Segurança contra incêndio num estabelecimento de ensino*, Relatório de estágio submetido para satisfação dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Ramo de Construções, ISEP. Disponível em: [http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/10420/1/DM\\_JoaoFerreira\\_2016\\_MEC.pdf](http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/10420/1/DM_JoaoFerreira_2016_MEC.pdf)

Ferreira, A. (2016), *Agentes Extintores de Incêndios*, Revista Proteger nº 28, Associação Portuguesa de Segurança, Dezembro de 2016. Disponível em: <https://www.apsei.org.pt/proteger/edicoes/proteger-28/>

Guerra, A. M.; Coelho, J. A.; Leitão, R. E. (2006). *Volume VII - Fenómenos da Combustão e Extintores*. Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, ISBN 972-8792-23-9

Gomes, P (2008), Tubos de aço - Enquadramento normativo europeu - Tubos de aço com costura, Revista APTitude nº 28, Associação de Produtores de Tubos e Acessórios.

Gomes, P (2012), *Processos de ligação de tubagens de aço*, Revista APTitude 42, Associação de Produtores de Tubos e Acessórios.

Gomes, P. J. F. (2015), *Resistência dos materiais*, Edição de Autor: Porto (ISBN: 978-989-98697-0-7)

Gomes, P. (2015a), *Complementos ao cálculo de uma R.I.A. efectuado no Tema em Destaque n.º 50*, Revista APTitude 51, Associação de Produtores de Tubos e Acessórios.

Gomes, P. (2016), *Análise da pressão de serviço aplicável a tubos de aço*, APTitude 53, Associação de Produtores de Tubos e Acessórios.

Gomes, P. (2016a), *Análise dos requisitos regulamentares aplicáveis a bocas de incêndio armadas com mangueiras flexíveis*, Especificação Técnica 115, Associação de Produtores de Tubos e Acessórios.

Kobes, M.; Groenewegen, K.; Duyvis, M. G.; Post J. G. (2009), *Consumer fire safety: European statistics and potential fire safety measures*. Netherlands Institute for fire Service and Disaster Management. Disponível em: [https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/09-06-24\\_rapport\\_consumer\\_fire\\_safety\\_pdf1.pdf](https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/09-06-24_rapport_consumer_fire_safety_pdf1.pdf)

Lencastre A. (1996), *Hidráulica Geral*, Edição de Autor, ISBN: 972-95859-0-3

Lencastre A., Carvalho J., Gonçalves J., Piedade M. (1995), *Gestão de Sistemas de Saneamento Básico. Vol. 9: Custos de Construção e Exploração*. Lisboa, Portugal. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Lourenço, J. M. M. S. (2012), *Segurança contra incêndios: Avaliação do desempenho de edifícios de habitação novos*, Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395144981443/disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>

Machado P.; Silva E. (2017), *O risco de incêndio em meio urbano: factores recentes com relevância para a sensibilização das comunidades*. IV Congresso Internacional de Riscos. Coimbra. Disponível em: [https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Congresso/IVCIR/apresentacoes/d25/dia25m/D25M1M2\\_pt1.pdf](https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Congresso/IVCIR/apresentacoes/d25/dia25m/D25M1M2_pt1.pdf)

Hurley M. J., Gottuk D. T., Hall J. R. Jr., Harada K., Kuligowski E. D., Puchovsky M., Torero J. L., Watts J. M. Jr., Wieczorek C. J. (eds) (2016), *SFPE handbook of fire protection engineering*, First Edition, Springer, ISBN 978-1-4939-2564-3

NFPA 11 (2016), *Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam*. National Fire Protection Association

NFPA 11A: (1999), *Standard for Medium- and High-Expansion Foam Systems*. National Fire Protection Association

NFPA 13 (2016), *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*. National Fire Protection Association

NFPA 14 (2016), *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems*. National Fire Protection Association

NFPA 15 (2017), *Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection*. National Fire Protection Association

NFPA 20 (2016), *Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection*. National Fire Protection Association.

NFPA 22 (2018), *Standard for Water Tanks for Private Fire Protection*. National Fire Protection Association

NFPA 24 (2016), *Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances*. National Fire Protection Association

NFPA 25 (2017), *Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems*. National Fire Protection Association

NP EN 10240 (1998): *Revestimentos para protecção interior e / ou exterior de tubos de aço especificações para os revestimentos de galvanização por imersão a quente em instalações automatizadas*

NP-839 (1971), *Abastecimento de água de aglomerados populacionais. Reservatórios*

NP EN 10255 (2005), A1:2007: *Tubos de aço não ligados com aptidão para soldadura e roscagem. Condições técnicas de fornecimento*

NP EN 10226-1 (2004): *Roscas de tubagens para ligação com estanquidade no filete. Parte 1: Rocas exteriores cónicas e roscas interiores cilíndricas. Dimensões, tolerâncias e designação.*

NP EN 10217-1 (2002), A1:2005: *Tubos de aço com costura para aplicações sob pressão. Condições técnicas de fornecimento. Parte 1: Tubos de aço não ligado, com características especificadas à temperatura ambiente*

Netto, A.; Fernandez, M. F.; Araujo, R.; Ito, A. E. (1998), *Manual de Hidráulica*, 8ª edição, Editora Edgard Blücher Lta, Brasil. ISBN 85-212-0277-6

Pedroso, V. (2008), *Manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de água, Edifícios*, 7, 4ª edição, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa

Pinheiro, J. (2012), *Medidas de Autoprotecção de Segurança Contra Incêndios em Edifícios. Volume I – Organização Geral*. ANPC ISBN: 978-989-8343-15-4 Disponível em: <http://www.prociv.pt/bk/Documents/Medidas%20de%20Autoprote%C3%A7%C3%A3o%20de%20SCIE%20-%20Vol%20I.pdf>

Portaria n.º 23063/67: *Regulamento das Casas de Saúde*. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/401727>

Portaria n.º 1063/97, de 21 Outubro: Medidas de segurança contra riscos de incêndio aplicáveis na construção, instalação e funcionamento dos empreendimentos turísticos e dos estabelecimentos de restauração e de bebida. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/672657>

Portaria n.º 1064/97, de 21 de Outubro: procedimentos de instrução de pedidos de licenciamento dos empreendimentos turísticos de acordo ao novo regime de instalação e funcionamento. Disponível em: <https://dre.tretas.org/dre/86725/portaria-1064-97-de-21-de-outubro>

Portaria n.º 1299/2001, de 21 de Novembro: Medidas de segurança contra riscos de incêndio a observar nos estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços com área inferior a 300 m<sup>2</sup>. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/570105>

Portaria n.º 1275/2002, de 19 de Setembro: Normas de segurança contra incêndio a observar na exploração de estabelecimentos de tipo Hospitalar. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/634961>

Portaria n.º 1276/2002, de 19 de Setembro: Normas de segurança contra incêndio a observar na exploração de estabelecimentos de tipo administrativo. Disponível em: [http://www.oasrn.org/pdf\\_upload/portaria\\_1276\\_2002.pdf](http://www.oasrn.org/pdf_upload/portaria_1276_2002.pdf)

Portaria n.º 1444/2002, de 7 de Novembro: Normas de segurança contra incêndio a observar na exploração de estabelecimentos escolares. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/425132>

Portaria n.º 586/2004, de 2 de Junho: Regulamenta os campos de férias quanto ao licenciamento das instalações destinadas ao alojamento e pernoita dos seus participantes. Disponível em: [https://www.oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/portaria\\_586\\_2004.pdf](https://www.oasrn.org/upload/apoio/legislacao/pdf/portaria_586_2004.pdf)

Portaria n.º 1532/2008 de 29 de Dezembro de 2008 - Regulamento técnico de segurança contra incêndio em edifícios. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/444380>

Portaria n.º 64/2009 de 22 Janeiro: Estabelece o regime de credenciação de entidades para a emissão de pareceres, realização de vistorias e de inspeções das condições de segurança contra incêndio em edifícios. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/602717>

Portaria n.º 610/2009 de 8 Junho: Regulamenta o funcionamento do sistema informático previsto no n.º 2 do artigo 32.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de Novembro. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/494489>

Portaria n.º 773/2009 de 21 Julho: Define o procedimento de registo, na Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC), das entidades que exerçam a actividade de comercialização, instalação e ou manutenção de produtos e equipamentos de segurança contra incêndio em edifícios. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/492728>

Portaria n.º 1054/2009 de 16 Setembro: Fixa o valor das taxas pelos serviços prestados pela Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC), no âmbito do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de Novembro. Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/490242>

Quintela A. (2011), *Hidráulica*, 12ª Edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Serviço de Educação e Bolsas. ISBN: 978-972-31-0775-3

Santos, M.; Vicente, Romeu; Ferreira, Tiago; Varum, H.; Costa, A.; Mendes da Silva, J. A. Raimundo (2011); *Avaliação do Risco de Incêndio em Núcleos Urbanos Antigos*. 343-352. 2as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos, Universidade de Coimbra, Portugal. Disponível em: [https://ria.ua.pt/bitstream/10773/6516/1/J\\_058.pdf](https://ria.ua.pt/bitstream/10773/6516/1/J_058.pdf)

Seito, A.; Gill A.; Pannoni, F.; Ono, R.; Silva, S.; Carlo, U.; Silva V. (2008), *A segurança contra incêndio no Brasil*, Projeto Editora, Brasil, ISBN:978-85-61295-00-4

Silva, D. A. R. (2010), *Sistemas fixos de extinção de incêndio por agentes gasosos*, Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil - Especialização em construções, FEUP. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59051/1/000141378.pdf>

Schroll R. C. (2002), *Industrial Fire Protection Handbook*, Second Edition, CRC PRESS, ISBN 1-58716-058-7

Teixeira, G. G. (2013), *Sistemas de Automação e Manutenção de Edifícios-Concepção dos Sistemas de Detecção e Protecção contra Incêndios de uma Unidade Industrial*. Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/3199/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>

Varela, A. P. F. e Rodrigues, J. P. C. (2011), *Alguns erros e omissões na elaboração e implementação de projectos de segurança contra incêndio em edifícios*. 2<sup>as</sup> Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos. Coimbra. ISBN: 978-972-96524-5-5.

#### Sites consultados entre Setembro de 2017 e Junho de 2018

Designação	Páginas consultadas
ANTICHAMA	<a href="http://antichama.pt/produtos/boca-de-incendio-tipo-teatro/">http://antichama.pt/produtos/boca-de-incendio-tipo-teatro/</a>
APSEI	<a href="https://www.apsei.org.pt/">https://www.apsei.org.pt/</a>
APTA	<a href="http://www.apta.pt/">http://www.apta.pt/</a>
BHIA	<a href="http://www.bhia.pt/produtos/boca-de-incendio-tipo-globo-renus-modelo-birm/">http://www.bhia.pt/produtos/boca-de-incendio-tipo-globo-renus-modelo-birm/</a> <a href="http://www.bhia.pt/produtos/boca-de-incendio-de-tipo-globo-renus-modelo-bird/">http://www.bhia.pt/produtos/boca-de-incendio-de-tipo-globo-renus-modelo-bird/</a> <a href="http://www.bhia.pt/produtos/boca-de-incendio-de-tipo-siamesa/">http://www.bhia.pt/produtos/boca-de-incendio-de-tipo-siamesa/</a>
EFAFLU	<a href="http://efaflu.pt/files/Catalogo_CCI.pdf">http://efaflu.pt/files/Catalogo_CCI.pdf</a>
EXTINPOVOA	<a href="http://extinpovoa.pt/index.php?route=product/category&amp;path=18_99">http://extinpovoa.pt/index.php?route=product/category&amp;path=18_99</a>
FERPINTA	<a href="http://www.ferpinta.pt/index.php?cat=22&amp;id_item=756">http://www.ferpinta.pt/index.php?cat=22&amp;id_item=756</a>
GODIVA	<a href="https://smhttp-ssl-61500.nexcesscdn.net/media/pdf/Prima_P2_-_Data_Sheet_-_Portuguese_-_V5_11-2012.pdf">https://smhttp-ssl-61500.nexcesscdn.net/media/pdf/Prima_P2_-_Data_Sheet_-_Portuguese_-_V5_11-2012.pdf</a>
GRUNDFOS	<a href="https://pt.grundfos.com/">https://pt.grundfos.com/</a>
GRUPO INCENDIOS	<a href="http://grupoincendios.com/">http://grupoincendios.com/</a> <a href="http://grupoincendios.com/marketing/catalogos/catalogoGDI_2017_pt.pdf">http://grupoincendios.com/marketing/catalogos/catalogoGDI_2017_pt.pdf</a>
IMPARTE	<a href="http://imparte.pt/produtos/bocas-de-incendio-hidrantes/bocas-globo-candeia/tomada-dupla-de-agua">http://imparte.pt/produtos/bocas-de-incendio-hidrantes/bocas-globo-candeia/tomada-dupla-de-agua</a> <a href="http://imparte.pt/produtos/bocas-de-incendio-hidrantes/bocas-siamesas/boca-siamesa-4-simples">http://imparte.pt/produtos/bocas-de-incendio-hidrantes/bocas-siamesas/boca-siamesa-4-simples</a>
KSB	<a href="https://shop.ksb.com/ims_docs/00/00215A9B05B41EE893FAC37A7C647E87.pdf">https://shop.ksb.com/ims_docs/00/00215A9B05B41EE893FAC37A7C647E87.pdf</a>
LUIS FIGUEIREDO	<a href="https://www.luisfigueiredo.com/produto/vlci-urbanos/">https://www.luisfigueiredo.com/produto/vlci-urbanos/</a> <a href="https://www.luisfigueiredo.com/categoria-produto/combate-a-incendio/urbano-combate-incendios/">https://www.luisfigueiredo.com/categoria-produto/combate-a-incendio/urbano-combate-incendios/</a>
NICOLAUROSOSA	<a href="http://www.nicolaurosa.com/frontoffice/openpdf.php?id=1135&amp;pdftipo=produtos">http://www.nicolaurosa.com/frontoffice/openpdf.php?id=1135&amp;pdftipo=produtos</a>
PINHOL	<a href="http://www.pinhol.pt/fotos/editor2/carbdin_2012_.pdf">http://www.pinhol.pt/fotos/editor2/carbdin_2012_.pdf</a>
PREVITOP	<a href="http://previtop.pt/img/home/Cat%C3%A1logoFichasT%C3%A9cnicas_2017_PT.pdf">http://previtop.pt/img/home/Cat%C3%A1logoFichasT%C3%A9cnicas_2017_PT.pdf</a> <a href="http://previtop.pt/wp-content/uploads/2014/11/FichasT%C3%A9cnicas_V%C3%A1lvulas+Storz_PT.pdf">http://previtop.pt/wp-content/uploads/2014/11/FichasT%C3%A9cnicas_V%C3%A1lvulas+Storz_PT.pdf</a>
PORFITE	<a href="http://porfite.com.pt/pt">http://porfite.com.pt/pt</a>
SANIPOWER	<a href="https://digital.sanipower.pt/produtos/sistemas/rede-de-incendios/redes-de-incendio">https://digital.sanipower.pt/produtos/sistemas/rede-de-incendios/redes-de-incendio</a>
TECNIQUITEL	<a href="http://www.tecniquitel.pt/">http://www.tecniquitel.pt/</a>
VIANAS	<a href="https://vianas.pt/">https://vianas.pt/</a>

# ANEXO A : Tubagens e acessórios

## A.1 Tubagens

Em seguida apresentam-se as características de tubagens comercialmente utilizadas para a construção de redes de água de combate a incêndios em edifícios.

### ENI0255 – Preto

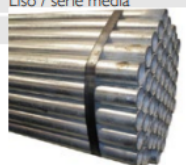
Liso / série média



art. Nº	diâmetro	polegadas	ext. (mm)	esp. (mm)	€
0100010	DN 10	3/8"	17,2	2,3	1,49
0100020	DN 15	1/2"	21,3	2,6	1,96
0100030	DN 20	3/4"	26,9	2,6	2,32
0100040	DN 25	1"	33,7	3,2	3,45
0100050	DN 32	1.1/4"	42,4	3,2	4,39
0100060	DN 40	1.1/2"	48,3	3,2	5,04
0100070	DN 50	2"	60,3	3,6	7,12
0100080	DN 65	2.1/2"	76,1	3,6	9,21
0100090	DN 80	3"	88,9	4,0	12,01
0100100	DN 90	3.1/2"	101,6	4,0	13,11
0100110	DN 100	4"	114,3	4,5	17,87
0100120	DN 125	5"	139,7	5,0	24,34
0100130	DN 150	6"	165,1	5,0	29,03

### ENI0255 – Galvanizado

Liso / série média



art. Nº	diâmetro	polegadas	ext. (mm)	esp. (mm)	€
0000010	DN 10	3/8"	17,2	2,3	2,27
0000020	DN 15	1/2"	21,3	2,6	2,77
0000030	DN 20	3/4"	26,9	2,6	3,30
0000040	DN 25	1"	33,7	3,2	4,75
0000050	DN 32	1.1/4"	42,4	3,2	6,05
0000060	DN 40	1.1/2"	48,3	3,2	7,03
0000070	DN 50	2"	60,3	3,6	9,81
0000080	DN 65	2.1/2"	76,1	3,6	12,69
0000090	DN 80	3"	88,9	4,0	16,48
0000100	DN 90	3.1/2"	101,6	4,0	17,81
0000110	DN 100	4"	114,3	4,5	24,31
0000120	DN 125	5"	139,7	5,0	32,89
0000130	DN 150	6"	165,1	5,0	39,11

### ENI0255 – Série Média – Preto

Pintado RAL3000 / ranhurado



art. Nº	diâmetro	polegadas	ext. (mm)	esp. (mm)	€
0101240	DN 25	1"	33,7	3,2	4,59
0101250	DN 32	1.1/4"	42,4	3,2	5,83
0101260	DN 40	1.1/2"	48,3	3,2	6,69
0101270	DN 50	2"	60,3	3,6	9,31
0101280	DN 65	2.1/2"	76,1	3,6	12,01
0101290	DN 80	3"	88,9	4,0	15,47
0101310	DN 100	4"	114,3	4,5	22,69
0101320	DN 125	5"	139,7	5,0	30,63
0101330	DN 150	6"	165,1	5,0	36,55

### EN10255 – Série Média – Galvanizado

Pintado RAL3000 / ranhurado



art. Nº	diâmetro	polegadas	ext. (mm)	esp. (mm)	€
0001240	DN 25	1"	33,7	3,2	6,09
0001250	DN 32	1,¼"	42,4	3,2	7,75
0001260	DN 40	1,½"	48,3	3,2	8,99
0001270	DN 50	2"	60,3	3,6	12,41
0001280	DN 65	2,½"	76,1	3,6	16,02
0001290	DN 80	3"	88,9	4,0	20,63
0001310	DN 100	4"	114,3	4,5	30,14
0001320	DN 125	5"	139,7	5,0	40,49
0001330	DN 150	6"	165,1	5,0	48,20

### EN10255 – L2 – Preto

Liso / série ligeira



art. Nº	diâmetro	polegadas	ext. (mm)	esp. (mm)	€
0101010	DN 10	3/8"	17,2	1,8	1,21
0101020	DN 15	½"	21,3	2,0	1,54
0101030	DN 20	¾"	26,9	2,3	2,05
0101040	DN 25	1"	33,7	2,6	2,84
0101050	DN 32	1,¼"	42,4	2,6	3,59
0101060	DN 40	1,½"	48,3	2,9	4,57
0101070	DN 50	2"	60,3	2,9	5,77
0101080	DN 65	2,½"	76,1	3,2	8,19
0101090	DN 80	3"	88,9	3,2	9,65
0101100	DN 90	3,½"	101,6	3,2	11,64
0101110	DN 100	4"	114,3	3,6	14,28
0101120	DN 125	5"	139,7	3,6	18,03
0101130	DN 150	6"	165,1	3,6	21,58

### EN10255 – L2 – Galvanizado

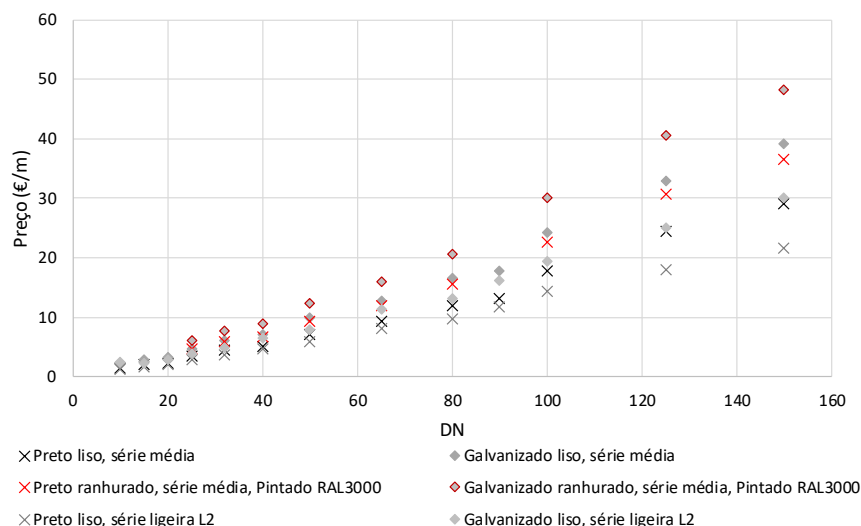
Liso / série ligeira



art. Nº	diâmetro	polegadas	ext. (mm)	esp. (mm)	€
0001010	DN 10	3/8"	17,2	1,8	2,42
0001020	DN 15	½"	21,3	2,0	2,17
0001030	DN 20	¾"	26,9	2,3	2,91
0001040	DN 25	1"	33,7	2,6	3,91
0001050	DN 32	1,¼"	42,4	2,6	4,95
0001060	DN 40	1,½"	48,3	2,9	6,38
0001070	DN 50	2"	60,3	2,9	7,95
0001080	DN 65	2,½"	76,1	3,2	11,29
0001090	DN 80	3"	88,9	3,2	13,23
0001100	DN 90	3,½"	101,6	3,2	16,07
0001110	DN 100	4"	114,3	3,6	19,43
0001120	DN 125	5"	139,7	3,6	25,14
0001130	DN 150	6"	165,1	3,6	30,09

**Figura A. 1 - Catálogo de tubagens para redes de água para combate a incêndios em edifícios (Fonte: Pinto & Cruz)**

Para se ter uma visão geral dos preços de cada tipo de tubagem efectuou-se um gráfico do preço em função do diâmetro.



**Gráfico A. 1 – Preço dos tubos para redes de água de combate a incêndios, em função do diâmetro e do tipo. (Preços fornecidos pela Pinto & Cruz Tubagens e Sistemas)**

Pela análise do gráfico anterior é possível observar que o preço das tubagens galvanizadas é superior ao preço das tubagens pretas, para a mesma série. Em média, a tubagem galvanizada é cerca de 40% mais cara. Verifica-se que a inclusão de pintura RAL3000 representa um acréscimo de cerca de 30% ao valor da tubagem.

## A.2 Acessórios

Em seguida apresentam-se alguns exemplos de acessórios pintados ou galvanizados utilizados nas redes de água de combate contra incêndios.



**Figura A. 2 – Exemplos de acessórios para redes de água para combate a incêndios em edifícios, para ligação soldada, compatíveis com tubos EN 10255, tipo ligeiro L2 (Gomes, 2012)**



**Figura A. 3 – Exemplos de acessórios para redes de água para combate a incêndios em edifícios, para ligação roscada (Gomes, 2012)**



**Figura A. 4 – Exemplos de acessórios para redes de água para combate a incêndios em edifícios, pintados ou galvanizados (Pinhol)**

Nas figuras seguintes apresentam-se as características de alguns exemplos de juntas de ligação, frequentemente utilizadas.

Junta rígida tipo 07 Rigid coupling, painted				Lista	
Ø Ext. tubo Pipe	Press. Bar	Kg/ pc Weight	Art. Nº	€/ pc	
33,7	34,5	0,7	2U97 4216		
42,4	34,5	0,7	2U97 4239		
48,3	34,5	0,7	2U97 4256		
60,3	34,5	1,0	2U97 4283		
73,0	34,5	1,2	2U97 4309		
76,1	34,5	1,6	2U97 4318		
88,9	34,5	1,4	2U97 4334		
108,0	34,5	2,4	2U97 4361		
114,3	34,5	2,4	2U97 4353		
133,0	34,5	3,4	2U97 4371		
139,7	34,5	3,4	2U97 4375		
141,3	34,5	3,4	2U97 4380		
159,0	34,5	4,2	2U97 4388		
165,1	34,5	3,8	2U97 4390		
168,3	34,5	3,8	2U97 4397		
219,1	31,0	6,8	2U97 4414		
273,0	27,5	10,7	2U97 4425		
323,9	27,5	12,8	2U97 4440		



Figura A. 5 - Características da junta rígida tipo 07 (Pinhol)

Junta flexível tipo 75 Flexible coupling, painted				Lista	
Ø Ext. tubo Pipe	Press. Bar	Kg/ pc Weight	Art. Nº	€/ pc	
33,4	34,5	0,6	2U67 4216		
42,2	34,5	0,6	2U67 4239		
48,3	34,5	0,6	2U67 4256		
60,3	34,5	0,8	2U67 4283		
73,0	34,5	0,9	2U67 4309		
76,1	34,5	0,9	2U67 4318		
88,9	34,5	1,3	2U67 4334		
108,0	31,0	1,7	2U67 4353		
114,3	34,5	1,9	2U67 4361		
133,0	31,0	2,7	2U67 4371		
139,7	31,0	2,9	2U67 4375		
141,3	31,0	2,6	2U67 4380		
159,0	31,0	3,1	2U67 4388		
165,1	31,0	3,3	2U67 4390		
168,3	31,0	3,2	2U67 4397		
219,1	31,0	5,6	2U67 4414		



Figura A. 6 – Características da junta flexível do tipo 75 (Pinhol)

Junta rígida tipo 107 (para montar não é necessário abrir) Rigid coupling, painted				Lista
Ø Ext. tubo Pipe	Press. Bar	Kg/ pc Weight	Art. Nº	€/ pc
60,3	40,0	1,2	2U97 5283	
73,0	40,0	1,4	2U97 5309	
76,1	40,0	1,5	2U97 5318	
88,9	40,0	1,6	2U97 5334	
114,3	40,0	2,3	2U97 5361	
139,7	40,0	2,7	2U97 5375	
141,3	40,0	3,1	2U97 5380	
165,1	40,0	3,6	2U97 5397	
168,3	40,0	3,7	2U97 5390	
219,1	40,0	4,1	2U97 5414	



Figura A. 7 – Características da junta rígida tipo 107 (Pinhol)

## ANEXO B : UT, Locais e Categorias de Risco

### B.1 Utilizações-Tipo

Na tabela seguinte sistematizam-se os edifícios e os recintos correspondem as seguintes utilizações-tipo, com a respectiva descrição do uso.

**Tabela B. 1 - Utilizações-Tipo (ANPC-01, 2013)**

Tipo	Nome	Uso
I	Habitacionais	<i>Edifícios ou partes de edifícios destinados a habitação unifamiliar ou multifamiliar, incluindo os espaços comuns de acessos e as áreas não residenciais reservadas ao uso exclusivo dos residentes;</i>
II	Estacionamento	<i>Edifícios ou partes de edifícios destinados exclusivamente à recolha de veículos e seus reboques, fora da via pública, ou recintos delimitados ao ar livre, para o mesmo fim.</i>
III	Administrativos	<i>Edifícios ou partes de edifícios onde se desenvolvem actividades administrativas, de atendimento ao público ou de serviços, nomeadamente escritórios, repartições públicas, tribunais, conservatórias, balcões de atendimento, notários, gabinetes de profissionais liberais, espaços de investigação não dedicados ao ensino, postos de forças de segurança e de socorro, excluindo as oficinas de reparação e manutenção.</i>
IV	Escolares	<i>Edifícios ou partes de edifícios recebendo público, onde se ministrem acções de educação, ensino e formação ou exerçam actividades lúdicas ou educativas para crianças e jovens, podendo ou não incluir espaços de repouso ou de dormida afectos aos participantes nessas acções e actividades, nomeadamente escolas de todos os níveis de ensino, creches, jardins de infância, centros de formação, centros de ocupação de tempos livres destinados a crianças e jovens e centros de juventude.</i>
V	Hospitalares e lares de idosos	<i>Edifícios ou partes de edifícios recebendo público, destinados à execução de acções de diagnóstico ou à prestação de cuidados na área da saúde, com ou sem internamento, ao apoio a pessoas idosas ou com condicionalismos decorrentes de factores de natureza física ou psíquica, ou onde se desenvolvam actividades dedicadas a essas pessoas, nomeadamente hospitais, clínicas, consultórios, policlínicas, dispensários médicos, centros de saúde, de diagnóstico, de enfermagem, de hemodiálise ou de fisioterapia, laboratórios de análises clínicas, bem como lares, albergues, residências, centros de abrigo e centros de dia com actividades destinadas à terceira idade.</i>
VI	Espectáculos e reuniões públicas	<i>Edifícios, partes de edifícios, recintos itinerantes ou provisórios e ao ar livre que recebam público, destinados a espectáculos, reuniões públicas, exibição de meios audiovisuais, bailes, jogos, conferências, palestras, culto religioso e exposições, podendo ser, ou não, polivalentes e desenvolver as</i>

Tipo	Nome	Uso
		<i>actividades referidas em regime não permanente, nomeadamente teatros, cineteatros, cinemas, coliseus, praças de touros, circos, salas de jogo, salões de dança, discotecas, bares com música ao vivo, estúdios de gravação, auditórios, salas de conferências, templos religiosos, pavilhões multiusos e locais de exposições não classificáveis na utilização-tipo X.</i>
VII	Hoteleiros e restauração	<i>Edifícios ou partes de edifícios, recebendo público, fornecendo alojamento temporário ou exercendo actividades de restauração e bebidas, em regime de ocupação exclusiva ou não, nomeadamente os destinados a empreendimentos turísticos, alojamento local, estabelecimentos de restauração ou de bebidas, dormitórios e, quando não inseridos num estabelecimento escolar, residências de estudantes e colónias de férias, ficando excluídos deste tipo os parques de campismo e caravanismo, que são considerados espaços da utilização-tipo IX.</i>
VIII	Comerciais e gares de transportes	<i>Edifícios ou partes de edifícios, recebendo público, ocupados por estabelecimentos comerciais onde se exponham e vendam materiais, produtos, equipamentos ou outros bens, destinados a ser consumidos no exterior desse estabelecimento, ou ocupados por gares destinados a aceder a meios de transporte rodoviário, ferroviário, marítimo, fluvial ou aéreo, incluindo as gares intermodais, constituindo espaço de interligação entre a via pública e esses meios de transporte, com excepção das plataformas de embarque ao ar livre.</i>
IX	Desportivos e de lazer	<i>Edifícios, partes de edifícios e recintos, recebendo ou não público, destinados a actividades desportivas e de lazer, nomeadamente estádios, picadeiros, hipódromos, velódromos, autódromos, motódromos, kartódromos, campos de jogos, parques de campismo e caravanismo, pavilhões desportivos, piscinas, parques aquáticos, pistas de patinagem, ginásios e saunas.</i>
X	Museus e galerias de arte	<i>Edifícios ou partes de edifícios, recebendo ou não público, destinados à exibição de peças do património histórico e cultural ou a actividades de exibição, demonstração e divulgação de carácter científico, cultural ou técnico, nomeadamente museus, galerias de arte, oceanários, aquários, instalações de parques zoológicos ou botânicos, espaços de exposição destinados à divulgação científica e técnica, desde que não se enquadrem nas utilizações-tipo VI e IX.</i>
XI	Bibliotecas e arquivos	<i>Edifícios ou partes de edifícios, recebendo ou não público, destinados a arquivo documental, podendo disponibilizar os documentos para consulta ou visualização no próprio local ou não, nomeadamente bibliotecas, mediatecas e arquivos.</i>

Tipo	Nome	Uso
XII	Industriais, oficinas e armazéns	<i>Edifícios, partes de edifícios ou recintos ao ar livre, não recebendo habitualmente público, destinados ao exercício de actividades industriais ou ao armazenamento de materiais, substâncias, produtos ou equipamentos, oficinas de reparação e todos os serviços auxiliares ou complementares destas actividades.</i>

## B.2 Locais de Risco

**Tabela B. 2 - Locais de risco (artigo 10º do Decreto-Lei 220/2008 e Decreto-Lei 224/2015)**

Local de risco	Condições
A	<p><i>Local que não apresenta riscos especiais, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>i) O efectivo não exceda 100 pessoas;</i></li> <li><i>ii) O efectivo de público não exceda 50 pessoas;</i></li> <li><i>iii) Mais de 90 % dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;</i></li> <li><i>iv) As actividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio;</i></li> </ul>
B	<p><i>Local acessível ao público ou ao pessoal afecto ao estabelecimento, com um efectivo superior a 100 pessoas ou um efectivo de público superior a 50 pessoas, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>i) Mais de 90 % dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme,</i></li> <li><i>ii) As actividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio,</i></li> </ul>
C	<p><i>Local que apresenta riscos particulares agravados de eclosão e de desenvolvimento de incêndio devido, quer às actividades nele desenvolvidas, quer às características dos produtos, materiais ou equipamentos nele existentes, designadamente à carga de incêndio modificada, à potência útil e à quantidade de líquidos inflamáveis e, ainda, ao volume dos compartimentos. Sempre que o local de risco C se encontre numa das condições referidas no n.º 3 do artigo 11.º, designa -se como local de risco C agravado</i></p>
D	<p><i>Local de um estabelecimento com permanência de pessoas acamadas ou destinado a receber crianças com idade inferior a seis anos ou pessoas limitadas na mobilidade ou nas capacidades de percepção e reacção a um alarme;</i></p>
E	<p><i>Local de um estabelecimento destinado a dormida, em que as pessoas não apresentem as limitações indicadas nos locais de risco D</i></p>
F	<p><i>Local que possua meios e sistemas essenciais à continuidade de actividades sociais relevantes, nomeadamente os centros nevrálgicos de comunicação, comando e controlo.</i></p>

### B.3 Categorias de Risco

No caso de edifícios habitacionais (UT I), os factores de risco são a altura da UT e o número de pisos abaixo do plano de referência. Na tabela seguinte sistematizam-se as categorias de risco para um edifício habitacional.

**Tabela B. 3 - Classificação do risco da UT I – Edifícios Habitacionais (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura	Número de pisos ocupados abaixo do plano de referência pela UT I (*UT I)
1ª	≤ 9 m	≤ 1
2ª	≤ 28 m	≤ 3
3ª	≤ 50 m	≤ 5
4ª	> 50 m	> 5

(\*UT I) Não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação e ou disponham de instalações sanitárias.

No caso de estacionamentos ao ar livre, estes enquadram-se na 1ª categoria de risco. Nos estacionamentos cobertos, a classificação de risco é obtida através da tabela seguinte:

**Tabela B. 4 - Classificação do risco da UT II – Estacionamentos cobertos (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura da UT II	Área bruta ocupada pela UT II (m <sup>2</sup> )	Número de pisos ocupados por UT II abaixo do plano de referência
1ª	≤ 9 m	≤ 3 200 m <sup>2</sup>	≤ 1
2ª	≤ 28 m	≤ 9 600 m <sup>2</sup>	≤ 3
3ª	≤ 28 m	≤ 32 000 m <sup>2</sup>	≤ 5
4ª	> 28 m	> 32 000 m <sup>2</sup>	> 5

Na tabela seguinte apresenta-se a classificação do risco para edifícios administrativos.

**Tabela B. 5 - Classificação do risco da UT III – Administrativos (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura da UT III	Efectivo da UT III
1ª	≤ 9 m	≤ 100
2ª	≤ 28 m	≤ 1000
3ª	≤ 50 m	≤ 5000
4ª	> 50 m	> 5000

Na tabela seguinte apresenta-se a classificação do risco para UT IV e UT V.

**Tabela B. 6 - Classificação do risco da UT IV – Escolares e UT V – Edifícios hospitalares e lares de idosos (Decreto-Lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura	Efectivo da UT IV ou UT V	Efectivo em locais de risco D ou E	Locais de risco D com saídas independentes directas ao exterior no plano de referência
1ª	≤ 9 m	≤ 100	≤ 25	Aplicável a todos
2ª	≤ 9 m	≤ 500*	≤ 100	Não aplicável
3ª	≤ 28 m	≤ 1500*	≤ 400	Não aplicável
4ª	> 28 m	> 1500	> 400	Não aplicável

\* Nas utilizações-tipo IV, onde não existam locais de risco D ou E, os limites máximos do efectivo total das 2ª e 3ª categorias de risco podem aumentar em 50%.

Na Tabela B. 7 e na Tabela B. 8 apresentam-se classificações do risco para edifícios de espectáculos e reuniões públicas (UT IV) e edifícios desportivos (UT IX), em locais cobertos ou ao ar livre, respectivamente.

**Tabela B. 7 - Classificação do risco da UT VI - Espectáculos e Reuniões Públicas e UT IX - Edifícios desportivos, em edifícios cobertos (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura da UT VI ou IX	Número de pisos ocupados pela UT IV ou UT IX abaixo do plano de referência	Efectivo da UT VI ou IX
1ª	≤ 9 m	0	≤ 100
2ª	≤ 28 m	≤ 1	≤ 1000
3ª	≤ 28 m	≤ 2	≤ 5000
4ª	> 28 m	> 2	> 5000

**Tabela B. 8 - Classificação do risco da UT VI - Espectáculos e Reuniões Públicas e UT IX - Edifícios desportivos, ao ar livre (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Efectivo da UT VI ou IX
1ª	≤ 1 000
2ª	≤ 15 000
3ª	≤ 40 000
4ª	> 40 000

Na tabela seguinte apresenta-se a classificação de risco associada a edifícios hoteleiros e restauração.

**Tabela B. 9 - Classificação do risco da UT VII – Edifícios hoteleiros e restauração (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura da VII	Efectivo da UT VII	Efectivo em locais de risco E
1ª	≤ 9 m	≤ 100	≤ 50
2ª	≤ 28 m	≤ 500	≤ 200
3ª	≤ 28 m	≤ 1 500	≤ 800
4ª	> 28 m	> 1 500	> 800

Na tabela seguinte apresenta-se a classificação do risco para edifícios comerciais e gares de transportes.

**Tabela B. 10 - Classificação do risco da UT VIII – Edifícios comerciais e gares de transportes (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura da UT VIII	Número de pisos ocupados pela UT VIII abaixo do plano de referência	Efectivo da UT VIII
1ª	≤ 9 m	0	≤ 100
2ª	≤ 28 m	≤ 1	≤ 1000
3ª	≤ 28 m	≤ 2	≤ 5000
4ª	> 28 m	> 2	> 5000

Quando algum dos critérios não for satisfeito, a UT VIII é classificada na 4.ª categoria de risco.

As categorias de risco para museus e galerias de arte são apresentadas na tabela seguinte:

**Tabela B. 11 - Classificação do risco da UT X – Museus e galerias de arte (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura	Efectivo da UT X
1ª	≤ 9 m	≤ 100
2ª	≤ 28 m	≤ 1000
3ª	≤ 28 m	≤ 1 500
4ª	> 28 m	> 1 500

Na tabela seguinte apresentam-se as categorias de risco aplicada a bibliotecas e arquivos.

**Tabela B. 12 - Classificação do risco da UT XI – Bibliotecas e Arquivos (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Altura	Número de pisos ocupados pela UT XI abaixo do plano de referência	Efectivo da UT XI	Densidade de carga de incêndio modificada da UT XI
1ª	≤ 9 m	0	≤ 100	≤ 1 000 MJ/m <sup>2</sup>
2ª	≤ 28 m	≤ 1	≤ 500	≤ 10 000 MJ/m <sup>2</sup>
3ª	≤ 28 m	≤ 2	≤ 1 500	≤ 30 000 MJ/m <sup>2</sup>
4ª	> 28 m	> 2	> 1500	> 30 000 MJ/m <sup>2</sup>

Nas utilizações-tipo XI, destinadas exclusivamente a arquivos, os limites máximos da densidade de carga de incêndio modificada devem ser 10 vezes superiores aos indicados na tabela.

Na Tabela B. 13 e na Tabela B. 14 apresentam-se as categorias de risco associadas a edifícios industriais, oficinas e armazéns, integradas em edifícios cobertos ou ao ar livre, respectivamente.

**Tabela B. 13 - Classificação do risco da UT XII – Edifícios industriais, oficinas e armazéns, integrados num edifício coberto (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Densidade de carga de incêndio modificada da UT XII	Número de pisos ocupados pela UT XII abaixo do plano de referência
1ª	$\leq 500 \text{ MJ/m}^2^*$	0
2ª	$\leq 5\,000 \text{ MJ/m}^2^*$	$\leq 1$
3ª	$\leq 15\,000 \text{ MJ/m}^2^*$	$\leq 1$
4ª	$> 15\,000 \text{ MJ/m}^2^*$	$> 1$

**Tabela B. 14 - Classificação do risco da UT XII – Instalações industriais, oficinas e armazéns, ao ar livre (Decreto-lei n.º 224/2015)**

Categoria	Densidade de carga de incêndio modificada da UT XII
1ª	$\leq 1\,000 \text{ MJ/m}^2^*$
2ª	$\leq 10\,000 \text{ MJ/m}^2^*$
3ª	$\leq 30\,000 \text{ MJ/m}^2^*$
4ª	$> 30\,000 \text{ MJ/m}^2^*$

\* Nas utilizações-tipo XII, destinadas exclusivamente a armazéns, os limites máximos da densidade de carga de incêndio modificada devem ser 10 vezes superiores aos indicados neste quadro

## ANEXO C : Portaria n.º 1532/2008 (redes de 2ª intervenção)

### C.1 Artigo 168.º - Utilização de meios de segunda intervenção

De acordo com o **artigo 168º, da Portaria n.º 1532/2008**, a utilização dos meios de segunda intervenção é definida do seguinte modo:

*“1 - As utilizações-tipo I e II da 2.ª categoria de risco devem ser servidas por redes secas ou húmidas.*

*2 - As utilizações-tipo da 3.ª categoria de risco ou superior devem ser servidas por redes húmidas, com as excepções previstas para a utilização-tipo VIII, constantes das disposições específicas do título VIII.*

*3 - Nas utilizações dos tipos IV, V, VI, VIII e XII da 4.ª categoria de risco, as bocas-de-incêndio da rede húmida devem ser armadas do tipo teatro.*

*4 - A rede húmida deve manter-se permanentemente em carga, com água proveniente de um depósito privativo do serviço de incêndios, pressurizada através de um grupo sobrepessor próprio, funcionando em conformidade com o disposto no n.º 4 do artigo anterior.*

*5 - A rede húmida deve ter a possibilidade de alimentação alternativa pelos bombeiros, através de tubo seco, de diâmetro apropriado, ligado ao colectador de saída das bombas sobrepessoras.*

*6 - Nas situações susceptíveis de congelamento da água, podem ser utilizadas redes secas em substituição das húmidas previstas neste artigo.*

*7 - As redes secas e húmidas devem ser do tipo homologado, de acordo com as normas portuguesas ou, na sua falta, por especificação técnica publicada por despacho do Presidente da ANPC.”*

### C.2 Artigo 169.º - Localização das Bocas de Piso e de Alimentação

De acordo com o **artigo 169º, da Portaria n.º 1532/2008**, a localização das bocas de piso e de alimentação é definida do seguinte modo:

*“1 — As bocas-de-incêndio das redes secas e húmidas devem ser dispostas, no mínimo, nos patamares de acesso das comunicações verticais, ou nas câmaras corta-fogo, quando existam, em todos os pisos, excepto:*

*a) No piso do plano de referência desde que devidamente sinalizadas;*

*b) No caso de colunas secas, desde que os três pisos imediatamente superiores ou inferiores ao do plano de referência das utilizações-tipo I e III não possuam bocas.*

*2 — As bocas-de-incêndio devem ser duplas, com acoplamento do tipo storz, com o diâmetro de junção DN 52 mm, tendo o respectivo eixo uma cota relativamente ao pavimento variando entre 0,8 m e 1,2 m.*

*3 — Admite-se a localização das bocas-de-incêndio à vista, dentro de nichos ou dentro de armários, desde que devidamente sinalizados e a distância entre o eixo das bocas e a parte inferior dos nichos ou armários seja, no mínimo, de 0,5 m.*

4— A boca siamesa de alimentação deve estar devidamente sinalizada e localizar-se no exterior do edifício junto a um ponto de acesso dos bombeiros, no plano de referência, de forma que a distância à coluna vertical não exceda, em regra, 14 m.”

### C.3 Artigo 170.º - Bocas-de-incêndio armadas do tipo teatro

De acordo com o **artigo 170º, da Portaria n.º 1532/2008**, as características e a localização das bocas-de-incêndio armadas do tipo teatro é tal que:

*“As bocas-de-incêndio tipo teatro, com mangueiras flexíveis e diâmetros de 45 ou 70 mm, devem estar devidamente sinalizadas e localizar-se, por ordem de prioridade, na caixa da escada, em câmaras corta-fogo, se existirem, noutras locais, permitindo que o combate a um eventual incêndio se faça sempre a partir de um local protegido.”*

### C.4 Artigo 171.º - Depósito da rede de incêndios e central de bombagem

De acordo com o artigo 171º, da Portaria n.º 1532/2008, o depósito da rede de incêndios e central de bombagem são definidos do seguinte modo:

*“1 - O depósito privativo do serviço de incêndios pode ser elevado ou enterrado, obedecendo ao disposto no Decreto Regulamentar n.º 23/95, de 23 de Agosto, rectificado pela Declaração de rectificação n.º 153/95, de 30 de Novembro.*

*2 - A capacidade do depósito e a potência do grupo sobrepessor devem ser calculadas com base no caudal máximo exigível para a operação simultânea dos sistemas de extinção manuais e automáticos, durante o período de tempo adequado à categoria de risco da utilização-tipo, em conformidade com as normas portuguesas ou, na sua falta, de acordo com especificação técnica publicada por despacho do Presidente da ANPC.*

*3 - Para os efeitos do número anterior, quando existam bocas-de-incêndio de 2.ª intervenção em redes húmidas, os valores mínimos de caudal e pressão a considerar na boca-de-incêndio mais desfavorável são, respectivamente, de 4 l/s e 350 kPa, com metade delas em funcionamento, num máximo de quatro.*

*4 - As instalações de centrais de bombagem são consideradas locais de risco F”*

## ANEXO D : Bomba de serviço de incêndios, instalada em VUCI

Na tabela seguinte apresentam-se as características operacionais das bombas de serviço de incêndios a instalar em VUCI, compatíveis com a norma EN 1028:1

**Tabela D. 1 – Características das bombas P2 2010, 3010, 4010 e 6010**

<b>Performance Data – P2A or P2B</b>	<b>2010</b>	<b>3010</b>	<b>4010</b>	<b>6010</b>
Priming Performance Range	To 7.5m	To 7.5m	To 7.5m	To 7.5m
Priming Speed (recommended)	2500 rpm	2500 rpm	2500 rpm	2500 rpm
Maximum Suction Pressure	12 bar	12 bar	12 bar	12 bar
Maximum Recommended Speed	3600 rpm	3600 rpm	3600 rpm	3600 rpm
Minimum idle speed	900 rpm	900 rpm	900 rpm	900 rpm
For other applications please contact Hale Products Europe				
Maximum Outlet Pressure – Low Pressure (EN compliance)	17 bar	17 bar	17 bar	17 bar
Maximum Outlet Pressure – High Pressure (EN compliance)	54.5 bar	54.5 bar	54.5 bar	54.5 bar
Maximum Flow – Low Pressure	3400 l/min	4200 l/min	6200 l/min	7750 l/min
Maximum Flow – High Pressure	770 l/min	770 l/min	770 l/min	770 l/min
Weight (based on aluminium model) Approx. Weights, will vary according to specification and gunmetal spec	105 kg	117 kg	145.5 kg	145.5 kg
Typical Dimensions (L x W x H) mm	748 x 580 x 782	806 x 764 x 817	806 x 764 x 817	806 x 764 x 817
EN1028 Priming Times from 7.5m	22 sec	32 sec	32 sec	TBA
Thermal Relief Valve Activation	42°C or 74°C	42°C or 74°C	42°C or 74°C	42°C or 74°C

Basis of Data: 2010 with Piston Primer, 2 UK Delivery Valves, 4" RT suction. 3010/4010/6010 with Piston Primer, 4 UK Delivery Valves, 5 ½" RT Suction. Mounted on standard platform.



## ANEXO E : Coeficiente de descarga das BIATT

Para determinar o coeficiente de descarga  $C_d$  das bocas de incêndio armada do tipo teatro é necessário ter em consideração as perdas de carga contínuas e localizadas. Neste capítulo detalha-se o procedimento para deduzir o coeficiente de  $C_d$ , tendo em consideração a curva de vazão fornecida pela norma EN 671-2.

A perda de carga contínua na mangueira da boca de incêndio pode ser determinada através da Fórmula de Flamant, que é dada por:

$$J = 4 \times b \times \frac{V^{7/4}}{D^{5/4}} = 4 \times b \times \frac{Q^{7/4}}{S^{7/4} \times D^{5/4}} \quad 34$$

Nestas equações,  $J$  é a perda de carga contínua unitária (m/m),  $Q$  é o caudal ( $m^3/s$ );  $V$  é a velocidade média do líquido no tubo (m/s),  $S$  é a área ( $m^2$ ),  $D$  é o diâmetro do tubo (m),  $b$  é coeficiente que depende do material do tubo e  $C$  é o coeficiente de rugosidade do tubo. Para condutas em plástico considera-se  $b = 0.000135 s^{1,75}/m^{0,5}$ , na Fórmula de Flamant.

Considerando que a perda de carga é dada por:

$$\Delta H = J \times L \quad 35$$

Em que,  $\Delta H$  é a perda de carga contínua (m) e  $L$  é o comprimento da mangueira (m).

$$\Delta H = J \times L = \frac{\Delta P}{\gamma} \Leftrightarrow \Delta P = J \times L \times \gamma \quad 36$$

Sendo,  $\Delta P$  a variação de pressão (Pa) e  $\gamma$  o peso volúmico ( $N/m^3$ ).

Considerando as equações anteriores é possível deduzir a equação de perda de pressão na mangueira e respectivos acessórios da boca de incêndio (considerando um factor de 25%):

$$\Delta P = 4 \times b \times \frac{Q^{7/4}}{\left(\pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2\right)^{7/4} D^{5/4}} \times L \times 1.25 \times 9800 \times 0.00001 \quad 37$$

Neste caso,  $\Delta P$  é a variação de pressão (bar).

Se, se considerar uma mangueira com um diâmetro de  $D = 45 \text{ mm}$  e um comprimento de  $L = 20 \text{ m}$ , então:

$$\Delta P = 4 \times 0.000135 \times \frac{\left(\frac{Q}{60 \times 1000}\right)^{7/4}}{\left(\pi \times \left(\frac{0.045}{2}\right)^2\right)^{7/4} 0.045^{5/4}} \times 20 \times 1.25 \times 0.098 = \frac{Q^{7/4}}{45642.73} \quad 38$$

Incorporando esta perda de pressão na mangueira e respectivos acessórios, na equação que estabelece a curva de vazão da boca de incêndio, tem-se:

$$Q = \left( C_d \times \left( \pi \frac{D^2 \times (10^{-3})^2}{4} \right) \times \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \times \frac{60 \times 10^3}{\sqrt{10^{-5}}} \right) \times \sqrt{P - \frac{Q^{7/4}}{45642.73}} \quad 39$$

$$Q = C_d \times 0.666 \times D^2 \times \sqrt{P - \frac{Q^{7/4}}{45642.73}} \quad 40$$

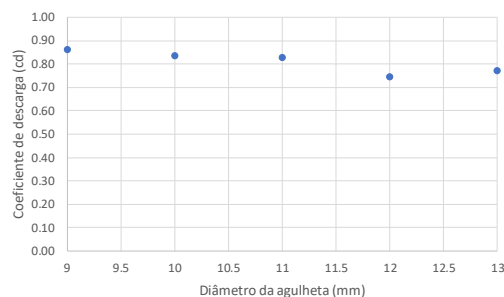
Nestas equações,  $Q$  é o caudal (l/min);  $D$  é o diâmetro do tubo (mm),  $P$  é a variação de pressão (bar).

Fazendo um processo iterativo, utilizando a função *Goal Seek* do Excel, para determinar os valores de  $C_d$ , em função dos patamares de caudal e da pressão estabelecidos na norma EN 671-2, para uma determinada boca de incêndio, obtêm-se os seguintes resultados:

**Tabela E. 1 – Valores de  $C_d$  em função do diâmetro do bocal**

Diâmetro do orifício da agulheta ou diâmetro equivalente (mm)	Caudal mínimo (l/min)			$C_d$ (-)
	P = 2 bar	P = 4 bar	P = 6 bar	
9	66	92	112	0.86
10	78	110	135	0.84
11	93	131	162	0.83
12	100	140	171	0.74
13	120	170	208	0.77

No gráfico seguinte apresentam-se os valores de  $C_d$  em função do diâmetro da agulheta da boca de incêndio.



**Gráfico E. 1 – Coeficiente de descarga  $C_d$  em função do diâmetro do orifício da agulheta**

Pela análise do gráfico é possível verificar que a agulheta com 12 mm apresenta um valor de  $C_d$  inferior ao expectável. Para analisar estes resultados seria fundamental proceder-se a ensaios experimentais às bocas de incêndio do tipo teatro, tal como descrito no capítulo 3.2.

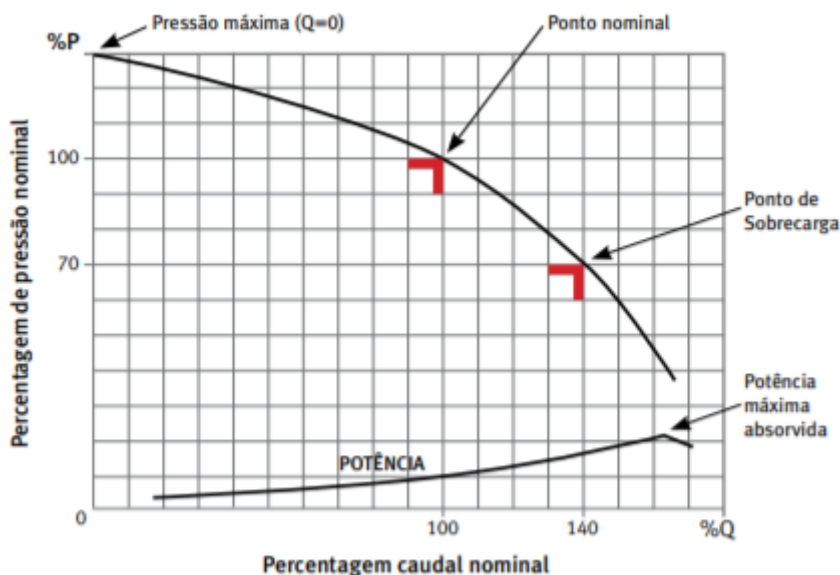
## ANEXO F : Dimensionamento da central de bombagem

As centrais STOPFIRE da EFAFLU são construídas de acordo com a norma europeia EN12845.

O sistema de bombagem deve ser dimensionado para garantir o fornecimento automático do caudal e pressão requeridos para o sistema. As bombas devem ter uma curva cuja pressão máxima esteja no caudal zero decrescendo progressivamente com o aumento do caudal. As bombas podem ser accionadas por um motor eléctrico ou diesel com potência necessária para cobrir toda a curva.

Quando instalada mais de uma bomba as suas curvas de características têm de permitir o funcionamento em paralelo.

Para além do ponto de funcionamento nominal, a bomba tem de ser capaz de debitar 140% do caudal nominal a uma pressão não inferior a 70%, tal como se representa na figura seguinte.



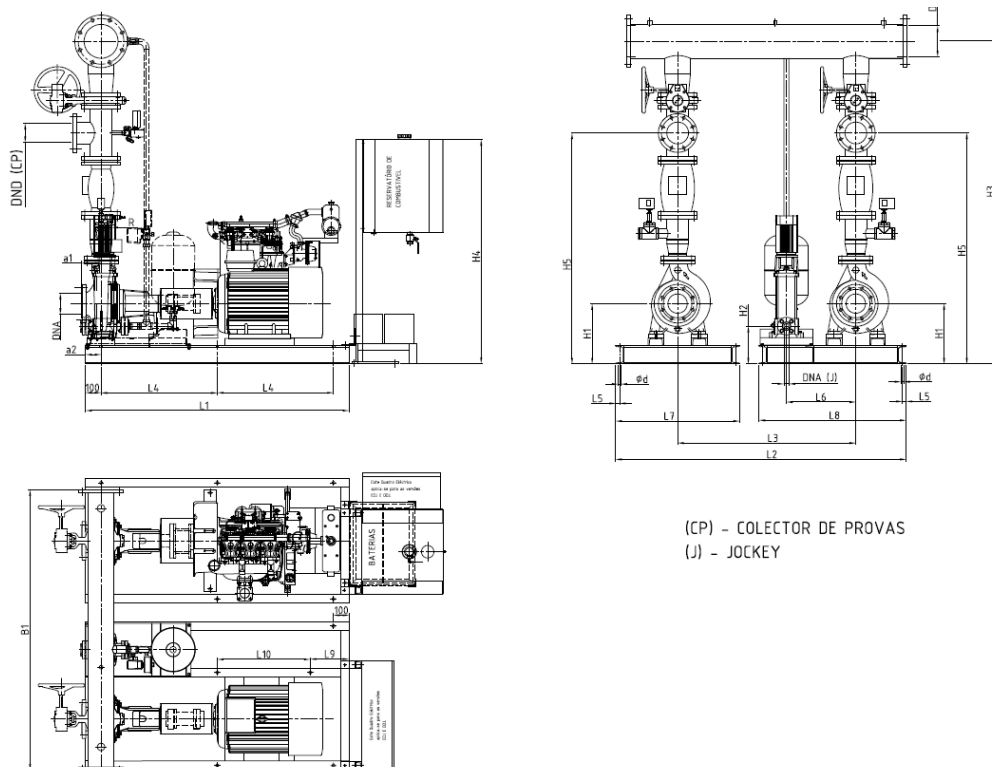
**Gráfico F. 1 – Curva de funcionamento da bomba (EFAFLU)**

Na tabela seguinte apresenta-se a tabela que permite a selecção das bombas normalizadas da EFAFLU.

**Tabela F. 1 - Selecção das bombas normalizadas STOPFIRE EN, em função da altura piezométrica e do caudal nominal (EFAFLU)**

Pressão [ m.c.a. ]	m <sup>3</sup> /h	CAUDAL NOMINAL STOPFIRE EN										
		24	30	45	60	75	90	120	150	180	210	240
30		NNJ 40-160	NNJ 40-160	NNJ 50-160	NNJ 50-160	NNJ 50-160	NNJ 80-160	NNJ 80-160	NNJ 100-160	NNJ 100-160	NNJ 100-160	NNJ 100-160
	kW	4	5.5	7.5	7.5	11	15	18.5	22	30	30	30
40		NNJ 40-200	NNJ 40-200	NNJ 50-160	NNJ 50-200	NNJ 50-200	NNJ 50-200	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 100-200	NNJ 100-200
	kW	7.5	7.5	11	15	15	18.5	30	30	30	37	37
50		NNJ 40-200	NNJ 40-200	NNJ 50-200	NNJ 50-200	NNJ 50-200	NNJ 65-200	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 100-200	NNJ 100-200
	kW	7.5	11	18.5	18.5	18.5	22	37	37	37	45	55
60		NNJ 40-200	NNJ 40-200	NNJ 50-200	NNJ 50-200	NNJ 65-200	NNJ 65-200	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 100-200	NNJ 100-250	NNJ 100-250
	kW	11	11	22	22	30	30	45	45	45	55	75
70		NNJ 40-250	NNJ 40-250	NNJ 50-250	NNJ 50-250	NNJ 65-250	NNJ 65-250	NNJ 80-250	NNJ 80-250	NNJ 100-250	NNJ 100-250	NNJ 100-260
	kW	15	15	22	22	30	37	45	55	75	75	75
80		NNJ 40-250	NNJ 40-250	NNJ 50-250	NNJ 50-250	NNJ 65-250	NNJ 65-250	NNJ 80-250	NNJ 80-250	NNJ 80-250	NNJ 100-250	NNJ 100-260
	kW	18.5	18.5	30	30	37	37	55	75	75	90	90
90		NNJ 40-250	NNJ 40-250	NNJ 50-250	NNJ 50-250	NNJ 65-250	NNJ 65-250	NNJ 80-250	NNJ 80-250	NNJ 80-250	NNJ 100-250	NNJ 100-250
	kW	22	22	30	30	45	45	75	75	75	90	110
100		NNJ 40-250	NNJ 50-250	NNJ 50-250	NNJ 65-250	NNJ 65-250	NNJ 65-315	NNJ 80-250	NNJ 80-250	NNJ 100-260	NNJ 100-260	NNJ 100-260
	kW	22	37	37	45	45	55	75	75	110	110	110

O esquema que se segue representa as bombas principais do sistema de bombagem e as respectivas dimensões características, que podem ser consultadas em seguida.



**Figura F. 1 – Dimensões das bombas principais da central de combate a incêndios STOPFIRE EDJ (EFAFLU)**

**Tabela F. 2 - Dimensões características das bombas normalizadas STOPFIRE EDJ (EFAFLU)**

DESIGNAÇÃO DA CCI EN/NE	P (KW)	DNA	DNA (J)	DND (CP)	DND	a1	a2	Ød	B1	H1	H2	H3	H4	H5	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	R
STOPFIRE EDJ NNJ 50-250	30,0	65	25	65	100	100	85	18	1810	360	245	1622	1450	1202	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	37,0	65	25	65	100	100	85	18	1810	360	245	1622	1450	1202	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
STOPFIRE EDJ NNJ 65-200	30,0	80	25	80	125	100	85	18	1810	360	245	1680	1450	1232	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	37,0	80	25	80	125	100	85	18	1810	360	245	1680	1450	1232	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
STOPFIRE EDJ NNJ 65-250	30,0	80	25	80	125	100	100	18	1810	360	245	1737	1450	1288	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	37,0	80	25	80	125	100	100	18	1810	360	245	1737	1450	1288	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	45,0	80	25	80	125	100	100	18	1810	360	245	1737	1450	1288	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
STOPFIRE EDJ NNJ 65-315	55,0	100	32	80	125	125	100	24	2110	455	285	1832	1450	1383	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	3/4"
	75,0	100	32	80	125	125	100	24	2110	455	285	1832	1450	1383	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	3/4"
STOPFIRE EDJ NNJ 80-200	30,0	100	32	100	150	125	100	18	1810	375	245	1875	1450	1348	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	37,0	100	32	100	150	125	100	18	1810	375	245	1875	1450	1348	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	45,0	100	32	100	150	125	100	18	1810	375	245	1875	1450	1348	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
STOPFIRE EDJ NNJ 80-250	45,0	100	32	100	150	125	100	18	1810	400	245	1930	1450	1403	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	55,0	100	32	100	150	125	100	18	1810	400	245	1930	1450	1403	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	75,0	100	32	100	150	125	100	24	2110	480	285	2010	1450	1483	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	3/4"
STOPFIRE EDJ NNJ 80-315	55,0	100	32	100	150	125	100	18	1810	450	245	2015	1450	1488	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	75,0	100	32	100	150	125	100	24	2110	490	285	2055	1450	1528	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	3/4"
	90,0	100	32	100	150	125	100	24	2110	490	285	2055	1450	1528	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	3/4"
STOPFIRE EDJ NNJ 100-160	30,0	125	32	125	200	125	100	18	1810	390	245	2084	1450	1492	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	37,0	125	32	125	200	125	100	18	1810	390	245	2084	1450	1492	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
STOPFIRE EDJ NNJ 100-200	37,0	125	32	125	200	125	100	18	1810	390	245	2084	1450	1492	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	45,0	125	32	125	200	125	100	18	1810	390	245	2084	1450	1492	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
	55,0	125	32	125	200	125	100	18	1810	390	245	2084	1450	1492	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	3/4"
STOPFIRE EDJ NNJ 100-250	55,0	125	32	125	200	140	100	18	1810	390	245	2118	1450	1527	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	1"
	75,0	125	32	125	200	140	100	24	2110	465	285	2158	1450	1567	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
	90,0	125	32	125	200	140	100	24	2110	465	285	2158	1450	1567	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
STOPFIRE EDJ NNJ 100-250a	75,0	125	32	125	200	140	100	24	2110	465	285	2158	1450	1567	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
	90,0	125	32	125	200	140	100	24	2110	465	285	2158	1450	1567	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
	110,0	125	32	125	200	140	100	24	2110	505	285	2200	1450	1607	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
STOPFIRE EDJ NNJ 125-200	55,0	150	32	150	250	140	100	18	1810	440	245	2302	1150	1660	1700	1875	1150	2x750	20	4,47,5	800	950	2x250	2x600	1"
	75,0	150	32	150	250	140	100	24	2110	480	285	2315	1450	1700	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
STOPFIRE EDJ NNJ 125-250	90,0	150	32	150	250	140	100	24	2110	500	285	2402	1450	1760	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
	110,0	150	32	150	250	140	100	24	2110	500	285	2402	1450	1760	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
	132,0	150	32	150	250	140	100	24	2110	500	285	2402	1450	1760	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
	145,0	150	32	150	250	140	100	24	2110	500	285	2402	1450	1760	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"
160,0	150	32	150	250	140	100	24	2110	500	285	2402	1450	1760	2200	2400	1450	4x500	25	572,5	950	1250	2x525	2x575	1"	

As bombas NNJ são em material PN10.