



Escola Superior Tecnologia de Abrantes

Hélio Manuel Oliveira Tomé

**Dimensionamento da rede de incêndio
no aproveitamento hidroelétrico de
Belver**

Relatório de Estágio

Orientado por:

Doutor Jorge Antunes – ESTA - IPT

Engenheiro Nélon Nogueira – EDP Gestão da Produção de Energia, S.A.

Júri:

Professor Doutor Flávio Chaves – ESTA - IPT

Professor Doutor Bruno Chaparro – ESTA - IPT

RESUMO

O presente documento trata a temática da segurança contra incêndio em instalações industriais. O objeto de estudo é o projeto de dimensionamento de um sistema de rede de incêndio para o aproveitamento hidroelétrico de Belver. A escolha deste tema realça a importância que este tipo de temática tem na EDPP. É por isso identificada a necessidade de reforçar os meios de proteção contra incêndio neste aproveitamento hidroelétrico.

O estágio foi realizado na Direção Tejo-Mondego (DTM), nos escritórios do edifício sede em Castelo do Bode, da Empresa EDP Gestão da Produção de Energia S.A. O trabalho desenvolvido foi acompanhado pelo Engenheiro Nelson Nogueira, gestor do departamento de Manutenção Mecânica, em cooperação com o docente da ESTA, Jorge Antunes.

Neste contexto, foi desenvolvida uma pesquisa na área da segurança contra incêndio em edifícios, abreviadamente designada por SCIE, e a sua aplicação como especialidade da engenharia, designadamente ao nível da evolução histórica dos organismos, legislação e normas técnicas. O objetivo foi possibilitar o dimensionamento de uma central de bombagem para alimentar uma rede composta por 4 hidrantes e um sistema de extinção de incêndio (*sprinklers*) para o transformador do G6 (36.3 MVA) do A.H.Belver.

A origem de um incêndio está relacionada com inúmeros motivos e é muito importante identificá-los, sejam para fins legais, estatísticos ou preventivos. No que diz respeito à forma de controlar e extinguir um incêndio existe regulamentação adequada para a elaboração de projetos de SCIE.

Palavras-chave: SCIE, incêndio, hidrantes, extinção, *sprinklers*.

ABSTRACT

This document deals with the issue of fire safety in buildings. The object of this study is the project of a fire network system for the Belver hydroelectric plant. The choice of this theme highlights the importance of the need to reinforce the means of protection against fire in this hydroelectric plant.

The study was carried out at the Tejo-Mondego Directorate (DTM), in the offices in Castelo do Bode, of the company EDP Gestão da Produção de Energia S.A. This work was oriented by the Engineer Nelson Nogueira, manager of the Mechanical Maintenance department, in cooperation with the professor Jorge Antunes.

In this context, research was developed in the field of the fire safety in buildings, abbreviated as SCIE, and its application as an engineering specialty, namely in terms of the historical evolution of the organizations, legislation, and technical standards. The objective was to enable the design of a pumping central plant to feed a network composed by 4 hydrants and a fire extinguishing system (*sprinklers*) for the A.H.Belver G6 (36.3 MVA) transformer.

The origin of a fire can be related to different reasons, and it is very important to identify them, whether for legal, statistical, or preventive purposes. Regarding the way to control and extinguish a fire, there are adequate regulations for the elaboration of SCIE projects (Building Fire Fighting Systems).

Keywords: SCIE, fire, hydrants, extinction, *sprinklers*.

AGRADECIMENTOS

Pretendo aqui manifestar os meus agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização do meu estágio.

Em primeiro lugar gostaria de frisar o meu sincero obrigado aos elementos da empresa EDP Produção e da Direção Centro de Produção Tejo-Mondego (DTM), que, de algum modo, contribuíram para o sucesso deste projeto.

Ao Professor Doutor Jorge Antunes, do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Superior de Tecnologia de Abrantes, por aceitar ser o meu coordenador de estágio e por toda a disponibilidade e apoio prestado no decorrer do mesmo.

Ao Engenheiro Nelson Nogueira, orientador responsável pelo meu estágio e Diretor Adjunto do Centro de Produção Hidráulica Tejo-Mondego da EDP Gestão da Produção de Energia, por toda a disponibilidade e, em especial, pelo apoio prestado, desde a inscrição no estágio à imersão na área da usabilidade, sempre sustentada pelo rigor técnico.

A todos os meus colegas de curso e amigos, por me terem acompanhado durante o curso, pelos incentivos e pelo apoio que me deram, pela cooperação e camaradagem.

Por fim quero agradecer à minha família em especialmente à minha mulher Susana Costa por todo o amor e confiança, por estar sempre presente e me apoiar para continuar a estudar. Além disso, por toda a compreensão que teve pela minha ausência e por me ter dado as coisas mais importantes da minha vida, os meus dois filhos, o Gustavo Tomé e o Miguel Tomé. Mesmo não sendo fácil conjugar a parentalidade, trabalho e estudos, deu-me força e alegria para me conseguir manter de pé e chegar onde cheguei.

Obrigado por acreditares sempre em mim.

Aos meus pais e irmã, cunhado e sobrinho pelo apoio, paciência e carinho que foram essenciais nesta etapa da minha vida.

ÍNDICE

RESUMO.....	II
ABSTRACT	III
AGRADECIMENTOS	IV
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABELAS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XII
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA EDP.....	13
2.1. Direção de Produção Hídrica	13
2.2. Direção de Produção Tejo-Mondego	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1. Sistema de incêndio em aproveitamentos hidroelétricos	17
3.2. A evolução histórica dos sistemas de incêndio	17
3.3. Legislação atual em Portugal	20
3.4. Fogo e incêndio.....	21
3.5. Triângulo do Fogo	22
3.6. Causas do incêndio	23
3.7. Utilizações - tipo de edifícios e recintos	24
3.8. Locais de Risco.....	24
3.9. Classificação de categoria de risco	25
3.10. Meios de 1ª e de 2ª intervenção em edifícios	27
3.10.1. Diferença entre meios de 1ª e de 2ª intervenção em edifícios.....	27
3.11. Meios de administração contra incêndio	28

3.12.	Extintores de incêndio	29
3.13.	Fonte de abastecimento de água	31
3.14.	Sistema de Bombagem contra incêndio	33
3.15.	Redes de incêndio armadas (RIA).....	34
3.16.	Hidrante ou boca-de-incêndio	34
3.17.	Sistemas automáticos de extinção de incêndio	36
3.17.1.	Enquadramento regulamentar da utilização de SAEI	36
3.17.2.	Classificação do risco das redes de <i>sprinklers</i>	37
3.17.3.	Sistema de extinção automática por água (<i>sprinklers</i>).....	39
3.17.4.	Sistema de extinção automática por espuma.....	45
3.17.5.	Sistema de extinção automática por pó.....	46
3.17.6.	Sistema de extinção automática por gases	46
4.	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA.....	49
4.1.	Introdução	49
4.2.	Descrição do Aproveitamento Hidroelétrico	50
4.3.	Localização da fonte abastecedora de água	50
4.3.1.	Estudo para implementação de depósito para abastecimento da RIA. 51	
4.3.2.	RIA abastecida diretamente da albufeira	51
4.3.3.	Inspeção subaquática ao tanque de adução	53
4.4.	Localização dos hidrantes	53
4.5.	Localização do sistema de extinção de incêndio	55
4.6.	Dimensionamento e características hidráulicas	55
4.6.1.	Metodologia e elementos base para cálculo da RIA.....	55
4.6.2.	Metodologia e elementos base para cálculo da rede de <i>sprinklers</i>	60
4.7.	Dimensionamento da Bomba.....	65

4.8.	Desenhos da rede de incêndio.....	67
5.	CONCLUSÕES	68
6.	REFERÊNCIAS	70
7.	ANEXOS	77
7.1.	Anexo I - História da EDP	77
7.2.	Anexo II - Cálculos para dimensionamento RIA.....	87
7.3.	Anexo III - Características da Central de Bombagem	92
7.1.	Anexo IV - Desenhos técnicos.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Grupos electroprodutores pertencentes à Direção Tejo- Mondego.	14
Figura 2 - Carta Régia publicada por D. João I no ano de 1395 [1].	18
Figura 3 - Triângulo do fogo [23].	22
Figura 4 - Tetraedro do fogo [25].	23
Figura 5 - Meios de 1ª e de 2ª intervenção.	27
Figura 6 - Sistema de bombagem de Incêndios [38].	33
Figura 7 - a) Boca-de-incêndio tipo carretel. [43] b) Boca-de-incêndio tipo teatro [44].	35
Figura 8 - Componentes do <i>sprinkler</i> [23].	39
Figura 9 - Exemplos de tipos de montagem de <i>sprinklers</i> (adaptado de [49]).	40
Figura 10 - Tipos de instalações de <i>sprinklers</i>	41
Figura 11 - Instalação de <i>sprinklers</i> húmida (<i>wet pipe system</i>) [50].	42
Figura 12 - Instalação de <i>sprinklers</i> seca (<i>dry pipe system</i>) [50].	42
Figura 13 - Instalação de <i>sprinklers</i> de pré-ação (<i>preaction</i>) [50].	43
Figura 14 - Instalação de <i>sprinklers</i> dilúvio [50].	44
Figura 15 - Tipologia de redes de <i>sprinklers</i> , adaptado [48].	45
Figura 16 - Sistema de despressurização rápida do transformador [63].	48
Figura 17 - Sistema de despressurização rápida [63].	49
Figura 18 - Aproveitamento Hidroelétrico de Belver.	50
Figura 19 - Zona possível para implementar reservatório.	51
Figura 20 - Picagem proveniente do tanque de adução da albufeira de Belver.	52
Figura 21 - Zona prevista para colocar central de bombagem.	52
Figura 22 - Inspeção subaquática com ROV	53
Figura 23 - Planta de localização dos hidrantes.	54

Figura 24 - Localização dos hidrantes a implementar.	54
Figura 25 - Transformador do G6 do A.H.Belver.	55
Figura 26 - Critérios de dimensionamento de sistemas fixos de extinção de incêndio [44]	64
Figura 27 - Dimensionamento do sistema de bombagem.....	65
Figura 28 - Gráficos com a curva da instalação e da bomba	66
Figura 29 - Desenho da Rede de incêndio	67
Figura 30 - Anexo I - Central termoelétrica EDP	77
Figura 31 - Anexo I - Mapa Cronológico EDP 1978 a 2022.....	80
Figura 32 - Anexo I - Unidade de negócio EDP.....	84
Figura 33 - Anexo I - Duração dos CAE das Centrais Hídricas do Grupo EDP em Portugal.....	86
Figura 34 - Anexo II - Cálculos para dimensionamento da RIA - Fórmula HAZEN- WILLIAMS	87
Figura 35 - Anexo II - Cálculos para dimensionamento da RIA - Perdas localizadas	88
Figura 36 - Anexo II - Cálculo rede extinção de incêndio - <i>Sprinklers</i>	89
Figura 37 - Anexo II - Cálculo rede extinção de incêndio – <i>Sprinklers (continuação)</i>	90
Figura 38 - Anexo II - Cálculos dimensionamento bomba.....	91
Figura 39 - Anexo III - Designação da central de bombagem de incêndio	92
Figura 40 - Anexo III - Curva características das bombas EFAFLU NNJ	95
Figura 41 - Anexo IV - Desenho técnico da RIA	96
Figura 42 - Anexo IV - Desenho técnico SAEI-(<i>Sprinklers</i>).....	97
Figura 43 - Anexo IV - Desenho técnico RIA+SAEI.....	98
Figura 44 - Anexo IV - Desenho técnico cotas RIA.....	99

Figura 45 - Anexo IV - Desenho técnico cotas tubagem alimentação SAEI..... 100

Figura 46 - Anexo IV - Desenho técnico cotas do SAEI(*Sprinklers*)..... 101

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Centrais Hidroelétricas DTM com Produção em Regime Ordinário (PRO).	15
Tabela 2 - Centrais Hidroelétricas DTM com Produção em Regime Especial (PRE).	15
Tabela 3 - Descrição das utilizações tipo.....	24
Tabela 4 - Definição dos locais de risco.....	25
Tabela 5 - Classificação do risco.....	25
Tabela 6 - Categoria de Risco.....	26
Tabela 7 - Simbologia dos meios de 1ª e de 2ª intervenção [30].....	28
Tabela 8 - Adequabilidade dos agentes extintores a cada tipo de fogo. Adaptado de [35].	30
Tabela 9 - Temperaturas de atuação de <i>sprinklers</i> [31].....	39
Tabela 10 - Critérios de dimensionamento de sistemas fixos de extinção automática por água.	60
Tabela 11 - Restrições impostas pela EN 12845 para RGP ₁	60
Tabela 12 - Área máxima de cobertura de cada <i>sprinkler</i> [48]	61
Tabela 13 - Coeficiente de descarga dos <i>Sprinklers</i>	63
Tabela 14 - Anexo II - Características bombas - Pressão, Caudal, Potência.....	93
Tabela 15 - Anexo III - Características tipo bomba	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- A.H. - Aproveitamento Hidroelétrico
EDP - Energias de Portugal
ESTA - Escola Superior de Tecnologia de Abrantes
IPT - Instituto Politécnico de Tomar
DTM - Direção Tejo-Mondego
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)
DL - Decreto-Lei
EN - Norma Europeia
NFPA - National Fire Protection Association
NP - Norma Portuguesa
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
UT - Utilização-Tipo
RG-SCIE - Regime Geral de Segurança Contra Incêndios em Edifícios
RGEU - Regulamento Geral das Edificações Urbanas
C.E.E. - Comunidade Europeia
EGF - Expert Group on Fire Related Issues
CDI - Central de deteção de incêndios
ISA - International Federation of the National Standardizing Associations
ANPC - Autoridade Nacional de Proteção Civil
RIA - Rede de incêndios armada
SADI - Sistemas de deteção de incêndio
SADG - Sistema de deteção de gás
SAEI - Sistemas de extinção de incêndios
ROV - *Remotely operated underwater vehicle*

1. INTRODUÇÃO

O relatório apresentado enquadra-se na unidade curricular de Estágio da licenciatura em Engenharia Mecânica, da Escola Superior de Tecnológica de Abrantes (ESTA), do Instituto Politécnico de Tomar (IPT). O estágio com uma duração de 1200 horas, decorreu entre 10 de outubro de 2021 e 30 de junho de 2022.

Durante o percurso académico são tomadas algumas decisões relevantes, onde uma delas é a opção de realizar um estágio curricular. Esta escolha deveu-se à intenção de desenvolver uma maior capacidade de comunicação e de interação com um grupo de trabalho, contactar com problemas reais e ter oportunidade de recolher o máximo de informação, adquirindo assim novas experiências.

No decorrer do estágio, foram desenvolvidas competências no âmbito da implementação do sistema de incêndio no A.H.Belver, passando pela elaboração de uma folha de cálculo para realizar o dimensionamento da rede e sistema de bombagem contra incêndio. O objetivo final é o de garantir condições de segurança contra incêndios com o cumprimento das normas e legislação em vigor.

O presente relatório encontra-se organizado em 5 capítulos.

No primeiro, Introdução, são apresentados os temas e objetivos do trabalho realizado.

No capítulo 2 é feita uma breve apresentação da empresa onde foi realizado o estágio.

No capítulo 3 é apresentada a fundamentação teórica.

O capítulo 4 apresenta a memória descritiva e justificativa.

No último capítulo são compiladas algumas das principais conclusões obtidas na realização deste estudo. Além disso, apontam-se algumas sugestões de trabalho futuro.

2. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA EDP

2.1. Direção de Produção Hídrica

Os aproveitamentos hidroelétricos da EDP Gestão da Produção de Energia, S.A., integrada no Grupo EDP (Anexo I), distribuem-se por três grandes Centros de Produção: Cávado-Lima, Douro e Tejo-Mondego. As respetivas sedes situam-se em Caniçada, Régua e Castelo do Bode. Como já referido, o presente estágio decorreu na Direção Tejo- Mondego (DTM), cuja sede está situada junto à barragem de Castelo do Bode. A partir desta Direção

é efetuada toda a organização/gestão da manutenção a todos os aproveitamentos hidroelétricos a ela afetos.

2.2. Direção de Produção Tejo-Mondego

A DTM é integralmente constituída pelas bacias hidrográficas dos rios Tejo, Zêzere, Mondego, Vouga e Guadiana, alimentando 13 aproveitamentos hidroelétricos, num total de 27 centrais de produção hidroelétrica, tal como mostra a Figura 1.

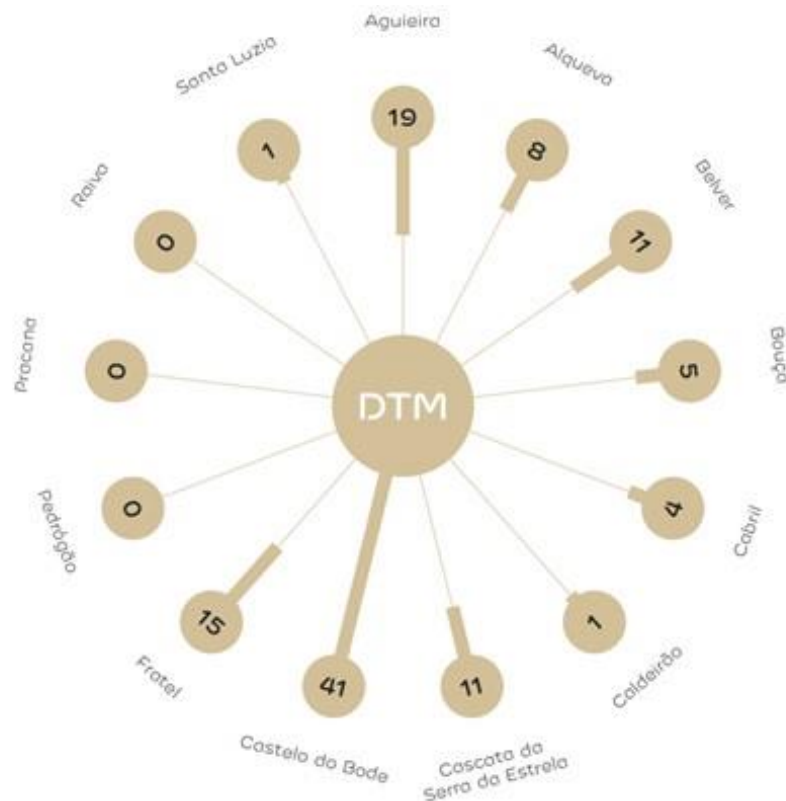


Figura 1 - Grupos electroprodutores pertencentes à Direção Tejo- Mondego.

Dessas centrais hidroelétricas, 17 funcionam com produção em regime ordinário, PRO (Tabela 1), e 10 com produção em regime especial, PRE (Tabela 2). O regime de produção PRO aplica-se a pequenos e grandes aproveitamentos hidroelétricas com uma potência superior a 10 MW. Por sua vez, o regime de produção PRE aplica-se às centrais mini-hídricas com potência menor ou igual a 10 MW.

Tabela 1 - Centrais Hidroelétricas DTM com Produção em Regime Ordinário (PRO).

Instalação	Regime de Exploração	Potência Total Instalada (MW)
Aguieira	PRO	336
Alqueva 1	PRO	255,6
Alqueva 2	PRO	255,6
Belver	PRO	80,7
Bouça	PRO	50
Cabril	PRO	108
Caldeirão	PRO	40
Castelo do Bode	PRO	159
Desterro	PRO	13,2
Fratel	PRO	132
Ponte de Jugais	PRO	20,27
Pracana	PRO	41
Raiva	PRO	24
Ribeiradio	PRO	74,7
Sabugueiro I	PRO	12,8
Santa Luzia	PRO	24,4
Vila Cova	PRO	23,4

Tabela 2 - Centrais Hidroelétricas DTM com Produção em Regime Especial (PRE).

Instalação	Regime de Exploração	Potência Total Instalada (MW)
Ermida	PRE	0,353
Ermida /Ribeiradio	PRE	7,2
Ermida	PRE	0,353
Lagoa Comprida	PRE	0,632
Pateiro	PRE	0,336
Pedrogão	PRE	10
Rei de Moinhos	PRE	0,8
Riba-Côa	PRE	0,118
Ribafeita	PRE	0,901
Sabugueiro II	PRE	10

Com uma potência instalada de 1700 MW e uma produtividade média anual de 1579,7 milhões de kWh, representa cerca de 4% do consumo médio anual do país. Além da produção de eletricidade, estes aproveitamentos promovem a regularização dos caudais, a criação de grandes lagos artificiais, potenciam o desenvolvimento regional e o turismo.

Desta forma, a DTM tem como objetivo garantir a exploração do centro electroprodutor, nomeadamente instalações, sistemas e equipamentos. Neste contexto, através da implementação de políticas, planos e procedimentos alinhados com a sua

estratégia, assegura o cumprimento dos objetivos, minimizando os custos e cumprindo as normas de segurança e ambientais, isto por meio das seguintes atribuições:

- Assessorar o conselho de administração na definição de políticas e objetivos respeitantes aos centros de produção, garantindo assim o desenvolvimento sustentado da atividade em alinhamento com a estratégia superiormente definida;
- Elaborar o plano de negócios plurianual de investimento, de atividades e o orçamento para a manutenção programada no âmbito do Centro de Produção.
- Efetuar a contratação dos serviços de manutenção corrente e obras de investimento, incluindo a preparação dos processos de concurso, análise de propostas e adjudicação de contratos de acordo com as regras em vigor;
- Dirigir as intervenções adjudicadas a entidades externas ao centro de produção e avaliar o desempenho dos prestadores de serviços e fornecedores;
- Garantir a coordenação e ensaios de receção dos equipamentos dos centros electroprodutores em exploração;
- Garantir o processo de observação de barragens e outras estruturas, colaborando com a Segurança de Estruturas na análise e caracterização das informações recolhidas. Além disso, é também sua função regular o funcionamento dos sistemas de observação;
- Representar o Grupo EDP, ou uma das suas empresas, em contactos com instituições públicas e outras, a fim de potenciar a imagem e manutenção de um bom relacionamento institucional com as mesmas.

Integrada na Direção Tejo-Mondego destacam-se as seguintes áreas:

- AMC - Manutenção Mecânica;
- AME - Manutenção Elétrica;
- APO - Planeamento e Operação;
- UAS - Ambiente e Segurança;
- UCI - Unidade da Civil;
- UAV- Núcleo de Alqueva;
- APH- Pequenas Hídricas.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Sistema de incêndio em aproveitamentos hidroelétricos

A importância da segurança ao incêndio em aproveitamentos hidroelétricos é evidente, pois pode envolver a vida das pessoas, bens patrimoniais, valores históricos com forte simbolismo no imaginário coletivo, que uma vez perdidos dificilmente serão recuperados e, ainda, a continuidade de serviços estratégicos para a sociedade em geral.

A aplicação de condições de segurança adequadas ao incêndio num aproveitamento hidroelétrico implica sempre a existência de meios de combate, dependendo a importância destes, da dimensão da infraestrutura, do tipo de ocupação, das cargas de incêndio, da compartimentação interior e de outros fatores. Neste contexto, a regulamentação de segurança ao incêndio em edifícios e a normalização integra exigências relativamente aos diferentes meios de extinção.

É uma exigência básica da segurança ao incêndio que as vias de acesso às instalações industriais estejam dotadas de hidrantes exteriores, alimentados pela rede de distribuição pública.

3.2. A evolução histórica dos sistemas de incêndio

A água é por excelência o agente extintor mais utilizado não só pelo facto de ser abundante e de baixo custo, mas também pela sua grande capacidade de absorção de calor, requisito que lhe confere a reconhecida eficácia no combate a incêndios.

Para além da água são também utilizados outros agentes extintores como espumíferos, pó químico, dióxido de carbono e outros.

A segurança contra incêndio em Portugal, quer relativamente à organização das entidades ligadas ao combate, quer a legislação de segurança contra incêndios a implementar nas edificações, tem sido alvo de permanente evolução. Efetivamente, uma breve síntese histórica da evolução da proteção contra incêndio em Portugal, obriga-nos a retroceder até ao ano de 1395, quando D. João I assinou uma Carta Régia com medidas de prevenção de incêndios, Figura 2, [1] [2].

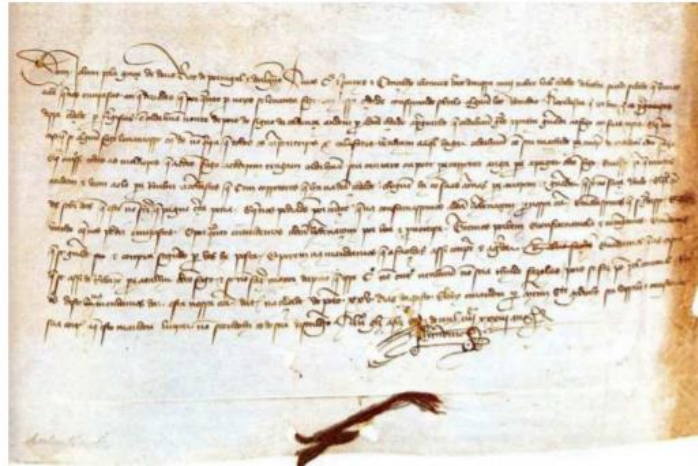


Figura 2 - Carta Régia publicada por D. João I no ano de 1395 [1].

Devido aos acontecimentos trágicos de 1755, diversos incêndios originados pelo terramoto que atingiu com elevadas proporções a cidade de Lisboa e outras localidades em Portugal, foram implementadas algumas técnicas construtivas, tendo estas por objetivo minimizar a propagação do fogo entre edifícios.

Em 1926 foi formada a primeira entidade para padronização internacional “*International Federation of the National Standardizing Associations*” (ISA) que encerrou atividade em 1942, durante a Segunda Guerra Mundial.

Em 1946, após o final do conflito internacional, estiveram presentes 25 países numa reunião em Londres, onde deliberaram criar uma nova organização, para a padronização, com o intuito de “facilitar a coordenação internacional e unificação dos padrões industriais”. Esta organização internacional, é uma entidade não governamental, que iniciou atividade em 23 de fevereiro de 1947 com sede em Genebra, na Suíça, dedicada à normalização em geral [3], [4].

A história sobre a regulamentação portuguesa de SCIE quanto à segurança contra incêndio, foi expressa no ano de 1951 com a publicação do Decreto-Lei nº 38/1951, que estabelecia o RGEU [5]. Este regulamentava algumas informações sobre proteção contra o risco de incêndio, embora não mencionasse a questão da organização e gestão do risco de incêndio em edifícios.

Além do RGEU, até 1988 mais de 30 artigos constantes no Regulamento das Condições Técnicas atendiam à matéria, mas eram insuficientes. Muitas ferramentas de regulamentação foram estimuladas após 1988, devido ao incêndio no centro histórico do Chiado, em Lisboa [6].

Após esta data foram publicados um conjunto de medidas e regulamentos específicos de segurança contra incêndio para diversas atividades, tornando-os dispersos em Decretos-Lei, Portarias, um Decreto Regulamentar e uma Resolução do Conselho de Ministros [7].

Com a entrada de Portugal na CEE em 1986, foi definido um conjunto de exigências com o objetivo de padronizar os materiais e técnicas de construção. Ao mesmo tempo, muitas divergências técnicas constituíam uma barreira à livre circulação dos produtos. Para minimizar estes impedimentos, muitas ordenações foram provocadas para facilitar a circulação dos produtos com ótima qualidade, de configuração padronizada entre todos os países-membros, isto através de uma conciliação normativa e de procedimentos para avaliação da conformidade.

A decisão do Conselho da Comunidade Europeia 93/465/CEE [8], definiu procedimentos para a marcação CE, desta forma revogando a Diretiva 90/683/CEE [9]. Também através da diretiva do Conselho da Comunidade Europeia 83/189/CEE [10], foram estabelecidos princípios gerais para acordo das normas técnicas.

Em 1993 foi criado o *Expert Group on Fire Related Issues*, EGF, o qual apoia na elaboração de diversas decisões a Comissão das Comunidades Europeias relativas ao assunto. Determina ensaios, procedimentos e parâmetros a serem tomados para a ordenação e funcionalidade normalizada dos produtos, sendo as mais referidas inventariadas com a reação ao fogo (Decisões 2000/147/CE e 2003/632/CE) [11], [12], e com a resistência ao fogo dos materiais e elementos construtivos (2000/367/CE e 2003/629/CE) [13], [14], [15].

No final da década de 1980 surge o primeiro projeto do *Warren Center* sobre engenharia de segurança contra incêndios na Austrália [16]. Este projeto abriu o caminho para o trabalho do *Fire Code Reform Center* em 1994 e dando origem ao primeiro código de construção baseado em desempenho para segurança contra incêndio, que foi introduzido no final dos anos 90 [17]. Permitiu a transição de um ambiente regulatório prescritivo para um baseado em desempenho. Isso levou também à publicação da primeira versão das Diretrizes Internacionais de Engenharia de Incêndio [18].

3.3. Legislação atual em Portugal

Conforme descrito anteriormente, a legislação sobre SCIE em Portugal sofreu ao longo dos anos diversas alterações, consequência do aprofundar dos conhecimentos existentes no seu âmbito, tendo sido publicada para aplicação aos diversos tipos de edifícios.

Desde 2008, com a aprovação do regime jurídico da segurança contra incêndios em edifícios (SCIE), foi possível centralizar todas as obrigatoriedades nesta matéria que se encontrava dispersa por legislação diversa.

A atual legislação define a obrigatoriedade de todos os edifícios, frações autónomas e recintos, adotarem medidas de segurança contra incêndios, independentemente da sua utilização e envolvente, definindo ainda, em caso de incumprimentos, um conjunto de coimas efetivas para além da respetiva responsabilidade civil, criminal ou disciplinar.

A atual legislação é baseada no:

- Decreto Regulamentar n.º 8/89, de 21 de março – Regulamento respeitante à construção, instalação e funcionamento dos estabelecimentos hoteleiros, dos meios complementares de alojamento turístico, dos empreendimentos de animação, culturais e desportivos de interesse para o turismo, bem como dos estabelecimentos similares aos hoteleiros.

- Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 224/2015, de 9 de outubro – Estabelece o Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE).

- Portaria n.º 1532/2008, de 29 de dezembro – Aprova o Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE).

- Portaria n.º 64/2009, de 22 de janeiro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º 136/2011, de 5 de abril – Estabelece o regime de credenciação de entidades pela Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) para a emissão de pareceres, realização de vistorias e inspeções das condições de segurança contra incêndio em edifícios.

- Portaria n.º 610/2009, de 8 de 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, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 224/2015, de 9 de outubro.

- Portaria n.º 773/2009, de 21 de julho – Define o procedimento de registo, na ANPC, das entidades que tenham por objeto a atividade de comercialização, instalação e ou manutenção de equipamentos e sistemas de segurança contra incêndio em edifícios.

- Portaria n.º 1054/2009, de 16 de setembro – Define as taxas por serviços de segurança contra incêndio em edifícios prestados pela ANPC. As referidas taxas são atualizadas anualmente por despacho do presidente da ANPC.
- Despacho n.º 2074/2009, de 15 de janeiro – Define os critérios técnicos para a determinação da densidade de carga de incêndio modificada.
- Despacho n.º 10738/2011, de 30 de agosto – Regulamento para acreditação dos técnicos responsáveis pela comercialização, instalação e manutenção de produtos e equipamentos de segurança contra incêndio em edifícios.
- Despacho n.º 12037/2013, de 19 de setembro – Aprovação da Nota Técnica 8 - Grau de Prontidão dos Meios de Socorro.
- Despacho n.º 12605/2013, de 3 de outubro – Aprovação da Nota Técnica 13 - Redes secas e húmidas.
- Despacho n.º 13042/2013, de 14 de outubro – Aprovação da Nota Técnica 14 - Fontes Abastecedoras de Água para o Serviço de Incêndio (SI). Retificado pela Declaração de Retificação n.º 1176/2013, de 6 de novembro.
- Despacho n.º 14903/2013, de 18 de novembro – Aprovação da Nota Técnica 15 - Centrais de Bombagem para o Serviço de Incêndio.

3.4. Fogo e incêndio

Desde sempre que o fogo foi um elemento de grande significado para o homem. Ainda assim, durante muitos séculos foi considerado um manifesto sobrenatural, cuja situação era atribuída aos deuses. Antes da sua descoberta, a sua existência provocava verdadeiro temor no homem, algo transcendente, pois o seu surgimento só ocorria naturalmente, em consequência da erupção de um vulcão, da incidência de raios ou, ainda, pela combustão espontânea da vegetação submetida à radiação solar [19] [20].

Na generalidade são indistintamente usadas duas palavras para designar o mesmo fenómeno, fogo e incêndio, mas, há uma diferença significativa entre elas. O fogo é a produção simultânea de calor, luz, fumo e gases resultantes da combustão de substâncias inflamáveis [21], sendo esta controlada e intencional. Este caracteriza-se por ser um processo lento e contínuo, em que a energia luminosa é transformada em energia química, processando dióxido de carbono e água na produção de oxigénio [22].

Em certas situações, o fogo rapidamente reverte este processo, consumindo o oxigénio produzido e libertando dióxido de carbono e a energia armazenada na fotossíntese

sobre a forma de calor. Na maioria das situações pode ser considerado um processo de decomposição.

O incêndio designa a mesma produção de calor, luz, fumo e gases resultantes da combustão de produtos inflamáveis, atingindo proporções elevadas e que por vezes entra em descontrolo, tanto temporalmente como espacialmente e, origina estragos avultados [22].

3.5. Triângulo do Fogo

A forma mais fácil de descrever a reação química associada ao fogo é o chamado “Triângulo do fogo”, representado na Figura 3.

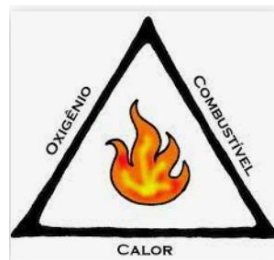


Figura 3 - Triângulo do fogo [23].

O combustível pode ser sólido, líquido ou gasoso. É a substância sujeita à combustão e faz variar a condutividade térmica, o estado de divisão, temperatura, densidade e miscibilidade [24]. O fogo é como uma burla, requer três elementos. Na burla são o burlão, o cúmplice e o *pato*. No fogo, o combustível o comburente e o meio.

Com a presença de uma fonte de calor em função das características do combustível as temperaturas podem variar da seguinte forma:

- Temperatura de inflamação: Temperatura mínima em que um líquido combustível emite vapores combustíveis, para que se possa inflamar na presença de uma fonte de ignição.
- Temperatura de combustão: Temperatura mínima em que os gases libertados por um corpo entram em combustão, por ação de uma fonte de energia externa que arde continuamente.
- Temperatura de ignição: Temperatura mínima à qual os vapores libertados pelo material combustível se auto inflama, sem a presença de uma fonte de ignição externa [24].

O elemento que alimenta a reação química é o oxigénio, designado comburente, em que a sua percentagem no ar é de 21,5%. Sempre que a percentagem for inferior a 14% a combustão deixa de ser possível.

A energia de ativação é a energia mínima necessária para que a reação seja iniciada, ou seja, o calor necessário para que o material entre em combustão. A continuidade da reação está sempre dependente de um componente fundamental, a reação em cadeia.

Esta reação está associada à formação de radicais livres que têm como objetivo a transmissão de energia química gerada pela reação. Estes radicais livres, gerados a partir das moléculas que participam na reação de combustão, a qual se transformará em energia calorífica, decompondo as moléculas e promovendo a propagação do fogo.

O quarto elemento acrescenta assim uma terceira dimensão ao “Triângulo do fogo”, surgindo assim o “Tetraedro do fogo”, representado na Figura 4.

Para a extinção do fogo é necessário colocar o fim da reação química, através da anulação de um destes elementos mostrados na Figura 4.

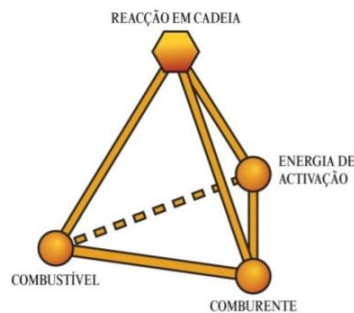


Figura 4 - Tetraedro do fogo [25].

3.6. Causas do incêndio

Existem inúmeros motivos para um incêndio, sendo conveniente identificar a sua origem, isto para fins legais e estatísticos. A maioria dos incêndios ocorre em edifícios não residenciais, sendo muitos deles registados como incidentes no local de trabalho. São diversos os fatores que aumentam a probabilidade de incêndio, pelo que é essencial que sejam tomadas as medidas apropriadas para reduzir o risco de acidente.

As causas de um incêndio têm uma elevada importância na definição de um SCIE, e estas podem ser:

- Causas naturais: Neste caso, o incêndio é originado por fenómenos da natureza, independente da ação humana.
- Causas criminosas: Classifica-se dessa forma quando o incêndio ocorre pela ação humana, podendo causar destruição e mortes.

- Causas acidentais: Quando o incêndio não é intencional, embora seja proveniente de descuido.

3.7. Utilizações - tipo de edifícios e recintos

A fim de cumprir as medidas de segurança contra incêndios, é necessário adotar medidas técnicas de prevenção e segurança contra riscos de incêndio. Para a sua definição e atribuição, existem parâmetros que afinam a sua aplicação. Estes requerem um estudo preliminar da dimensão do edifício, do tipo de ocupação (física e humana), da natureza e do tipo de atividade. A fim de sistematizar e organizar as medidas de segurança contra os riscos de incêndio, é prática comum individualizar os edifícios de acordo com a sua ocupação, dividindo-os assim nas seguintes classes que fazem parte das utilizações-tipo (UT), constantes do Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro [26], conforme Tabela 3:

Tabela 3 - Descrição das utilizações tipo.

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

3.8. Locais de Risco

Os locais de risco são considerados todos espaços em edifícios e recintos, à exceção de zonas de passagem e instalações sanitárias, e têm seis tipos de classificação de "Locais de Risco" designados por letras, desde a A à F: Esta classificação corresponde a cada local, independentemente de qualquer outro aspeto, como o tipo de utilização em que se encontra ou a sua localização no edifício. Na Tabela 4 é possível visualizar a descrição de cada local de risco.

Tabela 4 - Definição dos locais de risco.

Local de Risco	Descrição
A	Local que não apresenta riscos especiais, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições: <ul style="list-style-type: none"> • O efetivo não exceda 100 pessoas; • O efetivo de público não exceda 50 pessoas; • Mais de 90 por cento dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de perceção e reação a um alarme; • As atividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio.
B	Local acessível ao público ou ao pessoal afeto ao estabelecimento, com um efetivo superior a 100 pessoas ou um efetivo de público superior a 50 pessoas, no qual se verifiquem simultaneamente as seguintes condições: <ul style="list-style-type: none"> • Mais de 90 por cento dos ocupantes não se encontrem limitados na mobilidade ou nas capacidades de perceção e reação a um alarme; • As atividades nele exercidas ou os produtos, materiais e equipamentos que contém não envolvam riscos agravados de incêndio.
C	Local que apresenta riscos particulares agravados de eclosão e de desenvolvimento de incêndio devido, quer às atividades 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.
C agravado	Espaços interiores afetos a Locais de Risco C, desde que os mesmos possuam volume superior a 600 m ³ , ou carga de incêndio modificada superior a 20 000 MJ, ou potência instalada dos seus equipamentos eléctricos e eletromecânicos superior a 250 kW, ou alimentados a gás superior a 70 kW, ou serem locais de pintura ou aplicação de vernizes em oficinas, ou constituírem locais de produção, depósito, armazenagem ou manipulação de líquidos inflamáveis em quantidade superior a 100 l.
D	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 perceção e reação a um alarme.
E	Local de um estabelecimento destinado a dormida, em que as pessoas não apresentem as limitações indicadas nos locais de risco D.
F	Local que possua meios e sistemas essenciais à continuidade de atividades sociais relevantes, nomeadamente os centros nevrálgicos de comunicação, comando e controlo.

3.9. Classificação de categoria de risco

A classificação do risco de incêndio de qualquer edifício ou recinto é efetuada em conformidade com o disposto no artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 220/2008, onde são consideradas quatro categorias distintas por ordem crescente de risco, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação do risco.

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

A categoria de risco é função de vários aspetos próprios de cada edifício, nomeadamente:

- Utilização-tipo – Adiante denominada por UT e que consiste na utilização dada a cada edifício, segundo os tipos de utilizações previstas no RJ-SCIE [27].
- Altura do edifício – Distância entre o nível do plano de referência do edifício (nível de estacionamento dos veículos de socorro, onde se lançam as operações dos bombeiros) e o nível do último piso suscetível de ocupação (não considerando os últimos pisos destinados a serviços técnicos ou espaços em duplex);
- Número de pisos abaixo do plano de referência;
- Efetivo – Valor que corresponde ao número máximo estimado de pessoas que podem ocupar um determinado local ou compartimento do edifício. Em locais destinados a dormidas ou a cuidados de saúde, é ainda necessário estimar o efetivo de público.
- Área bruta do edifício – Superfície total de um dado piso ou fração, delimitada pelo perímetro exterior das paredes exteriores e pelo eixo das paredes interiores de separação dessa fração, relativamente às restantes;
- Densidade de carga de incêndio modificada – Valor normalizado que traduz a energia calorífica suscetível de ser libertada pela combustão completa da totalidade da matéria existente num determinado espaço ou compartimentos (incluindo os revestimentos desses compartimentos), determinada de acordo com o Despacho n.º 2074/2009 de 15 de janeiro [28].

A Tabela 6 indica os fatores que influenciam a categoria de risco em cada edifício, considerando a utilização tipo [29].

Tabela 6 - Categoria de Risco.

Categoria	Critérios referentes à utilização tipo XII		
	Integrada em edifício		Ao ar livre
	Carga de incêndio modificada da UT XII	Nº de pisos ocupados pela UTXII, abaixo do plano de referência	Carga de incêndio modificada da UT XII
1ª	≤ 500 MJ/m ²	0	≤ 1 000 MJ/m ²
2ª	≤ 5 000 MJ/m ²	≤ 1	≤ 10 000 MJ/m ²
3ª	≤ 15 000 MJ/m ²	≤ 1	≤ 30 000 MJ/m ²
4ª	≤ 15 000 MJ/m ²	> 1	≤ 30 000 MJ/m ²

3.10. Meios de 1ª e de 2ª intervenção em edifícios

3.10.1. Diferença entre meios de 1ª e de 2ª intervenção em edifícios

A segurança contra incêndios em edifícios é enquadrada para cada tipo de ocupação, sendo por isso facilitada a escolha das medidas de segurança a implementar. Estas, podem ser subdivididas em dois grupos, segurança passiva e ativa. A segurança passiva de um edifício está relacionada com medidas incorporadas no edifício, ou seja, são inerentes ao local como, por exemplo, a disposição construtiva dos edifícios.

Estas não necessitam de ser acionadas para desempenharem a sua função como é, por exemplo, no caso das compartimentações, dos caminhos de evacuação (corredores e escadas) e das propriedades dos materiais. Por sua vez, a segurança ativa de um edifício está relacionada com medidas e instalações que necessitam de um acionamento manual ou automático para garantir a sua atuação em caso de incêndio.

Os sistemas de proteção ativa funcionam apenas em caso de incêndio e, podem ser meios de 1ª intervenção ou de 2ª intervenção. Os meios de 1ª intervenção são os primeiros a ter contacto com o incêndio até à chegada dos bombeiros e têm como principal finalidade controlar ou mesmo suprimir o incêndio [24].

Os meios de 2ª intervenção são os meios a serem utilizados pelos bombeiros, quando os meios de 1ª intervenção já foram utilizados e não conseguiram extinguir o foco de incêndio.

Na Figura 5, sistematizam-se os meios de proteção ativa utilizados no combate a incêndios.

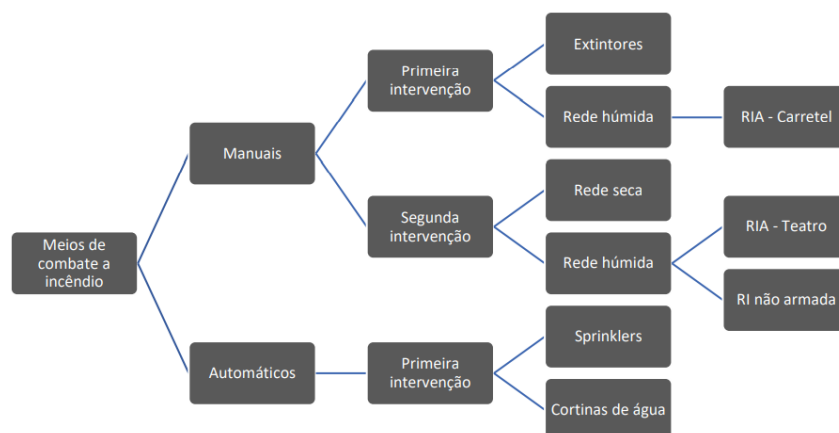


Figura 5 - Meios de 1ª e de 2ª intervenção.

Para distinguir os meios de 1ª e 2ª intervenção na legenda de um projeto SCIE é necessário ter em conta simbologia apresentada na Nota Técnica n.º 4 da ANPC. Na Tabela 7, é possível visualizar os principais símbolos utilizados.

Tabela 7 - Simbologia dos meios de 1ª e de 2ª intervenção [30].

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)

3.11. Meios de administração contra incêndio

As medidas contra incêndio, são um conjunto de iniciativas adotadas com o intuito de ordenar e tornar mais eficazes as ações de combate e prevenção contra incêndios [31]. Os meios mais eficazes para identificar e circunscrever um sinistro, garantindo a salvaguarda da evacuação em tempo útil das pessoas, são:

- Extintores de incêndio;
- Rede de incêndios armada (RIA);
- Sistemas de deteção de incêndio (SADI);
- Sistema de deteção de gás (SADG);
- Sistemas de extinção de incêndios (SAEI);
- Sistemas de controlo de fumo;
- Sistemas de iluminação de emergência e sinalização de segurança;
- Equipas de intervenção;
- Equipamentos de proteção individual.

O extintor de incêndio é um equipamento de segurança bastante importante, cuja principal finalidade é controlar ou eliminar o fogo de um local ou objeto [32].

A RIA é um sistema muito eficaz para a atuação das equipas de 1.^a e 2.^a intervenção e é considerado o processo mais eficiente utilizando água [33]. O SADI é uma instalação técnica capaz de registar um princípio de incêndio, sem a intervenção humana, transmitir a informação a uma central de sinalização e comando (CDI – central de deteção de incêndios), dar o alarme automaticamente e ativar todos os comandos necessários à segurança contra incêndios dos ocupantes e do edifício onde está instalado.

O CDI comanda o fecho das portas resistentes ao fogo, registos corta-fogo, a interrupção dos elevadores e envia ordem de comando para os sistemas automáticos de extinção de incêndios (SAEI).

O SADG é uma instalação técnica com capacidade de detetar uma fuga de gás combustível ou uma atmosfera com alto teor de monóxido de carbono, com recurso a detetores específicos que transmitem informação para uma central. Essa informação é efetuada através de painel ótico e acústico. Na presença de gás surgirá a indicação de “ATMOSFERA PERIGOSA”. Paralelamente é efetuado também o corte do sistema de alimentação de gás através do fecho das válvulas de seccionamento.

No caso de presença de monóxido de carbono é emitida uma atuação nos painéis óticos e acústicos e surgirá a indicação de “ATMOSFERA SATURADA – CO” provocando a atuação nos ventiladores/extratores, de modo a expulsar a atmosfera nociva para o exterior.

3.12. Extintores de incêndio

Os extintores são equipamentos de segurança destinados ao combate de pequenos focos de incêndio. Estes podem ser do tipo portáteis ou sobre rodas.

Devem ser instalados em locais bem visíveis, devidamente sinalizados e colocados em suporte próprio, posicionado a uma altura não superior a 1.2 m em relação ao pavimento [34].

Estes equipamentos são classificados em função da natureza dos combustíveis, de acordo com a norma NP EN 2 [11]:

- Fogos da classe A – Fogos de matéria sólida, em comum matéria orgânica, em que a combustão se dá através da formação de brasas após desgaseificação (exemplos: madeira, papel, carvão, têxteis, etc.);

- Fogos da classe B – Fogos de líquidos ou sólidos liquidificáveis, em que a combustão é originada com formação de chama, após vaporização do líquido (exemplos: gasolina, álcool, óleos, acetona, cera, parafina, resinas, etc.);
- Fogos da classe C – Fogos de gases combustíveis, em que a combustão se inicia com a formação de chama (exemplos: butano, propano, gás natural, hidrogénio, etc.);
- Fogos da classe D – Fogos de materiais metálicos leves, em que a combustão se faz com formação de brasas ou incandescências (exemplos: sódio, potássio, alumínio, lítio, titânio, etc.).

A Tabela 8, apresenta a adequabilidade dos agentes extintores a cada tipo de fogo.

Tabela 8 - Adequabilidade dos agentes extintores a cada tipo de fogo. Adaptado de [35].

Classe do fogo	Agentes extintores								
	Água		Pó químico			CO2	Espumas	Halons*	
	Jato	Pulverizada	ABC	BC	Especial				
A	Bom	Muito bom	Muito bom	Não	Não	Só para pequenas superfícies	Bom	Bom	
B	Não	Bom	Muito bom	Muito bom	Bom	Bom	Muito	Bom	
C	Não	Não	Bom	Muito bom	Não	Bom	Bom	Bom	
D	Não	Não	Não	Não	Muito	Não	Não	Não	
Riscos elétricos	Não	Admissível até à tensão de 500V	Bom devido ao fato de não serem condutores para tensões inferiores a 6 kV			Não	Muito bom	Não	Muito bom

* Tendo em conta que a utilização de halons se encontra proibida, por motivos ambientais, consideram-se nesta coluna, os agentes halogenados de substituição dos halons.

Os extintores são designados em função do agente que contêm. Desta forma encontram-se no mercado extintores de água, espuma, pó químico, dióxido de carbono e hidrocarbonetos halogenados.

Quanto ao seu modo de funcionamento, podem ser de pressão permanente e não permanente.

As forma mais comum é a cilíndrica e são constituídos por difusor e mangueira [35].

Locais a equipar com extintores portáteis

De acordo com a Portaria n.º 1532/2008 todas as UT devem ser providas de extintores, com exceção das UT I (edifícios de habitação) da 1.ª e 2.ª categorias de risco, assim como os locais de risco C e F.

Os edifícios, estabelecimentos, recintos ou locais de risco, por regra, devem ser munidos com extintores portáteis, colocados em locais específicos, com um mínimo de dois por piso (um por cada 200 m²) e por forma a que a distância a percorrer desde a saída de um local para os caminhos de evacuação até um extintor não exceda os 15 m [36].

3.13. Fonte de abastecimento de água

Uma fonte abastecedora de água do serviço de incêndio é a primeira componente de qualquer sistema de combate que funcione com recurso a esse agente extintor, uma vez que é o garante da alimentação do fluído por um intervalo de tempo [37].

A fonte é definida em função do risco, do caudal e da pressão adequada ao sistema, considerando o número e tipo de dispositivos consumidores suscetíveis de atuação simultânea.

É necessário conhecer os requisitos relativos às fontes de abastecimento. Estas, sempre que necessário, constituem o elemento primário de todo o sistema de combate a incêndios. No entanto, existem certas características que as fontes de abastecimento devem cumprir:

- O intervalo de fornecimento deve obedecer ao estabelecido de acordo com o risco;
- Assegurar a todo o momento o caudal e a pressão adequada ao sistema, tendo em conta as bocas de incêndio, *sprinklers* e cortina de água que podem ser abertas simultaneamente;
- O sistema deve ser automático;
- Assegurar uma boa filtração da água para que não haja partículas sólidas em suspensão na água;
- O controlo por parte do proprietário da instalação servida;
- Em caso de falta de caudal ou pressão deve surgir indicação ou alarme.

A primeira forma de abastecimento é a utilização da rede pública, no entanto isto só é permitido para o abastecimento de redes de incêndio tipo carretel, como previsto no RG-SCIE, sempre que se garanta uma pressão dinâmica mínima de 250 kPa e um caudal instantâneo mínimo de 0.0015 m³/s.

Sempre que estes requisitos, sejam garantidos pelo abastecimento da rede pública, pode-se efetuar uma ligação ao ramal desta ou intercalar um sistema de pressurização, utilizando um reservatório hidropneumático com capacidade de 2 m³.

No caso da inexistência do abastecimento da rede pública, pode ser implementado um tanque privado associadas aos grupos hidropressores. Tanto a capacidade do tanque como a potência do sistema de bombagem devem ser calculadas com base no caudal máximo requerido numa situação de atuação simultânea dos sistemas de extinção manuais e automáticos, com a duração adequada para a categoria de risco da UT. A especificações do sistema deverão estar de acordo com as normas portuguesas ou, na sua ausência, de acordo com as especificações da ANPC, que serão seguidamente referidas.

Relativamente à sua localização em relação ao solo, os reservatórios considerados como de abastecimento do serviço de incêndio podem ser elevados em relação à superfície, enterrados ou semienterrados, de acordo com as disposições do Decreto Regulamentar n.º 23/95, retificado pela Declaração de Retificação n.º 153/95. Os reservatórios podem ser de betão armado ou pré-esforçado e de metal.

Além disso, devem ser resistentes, impermeáveis e apresentar um desnível de pelo menos 1% no fundo no sentido da descarga.

No caso dos tanques subterrâneos de betão, devem ser compartimentados, e as células devem ter comunicação entre si e, a tubagem de aspiração equipada com uma válvula de seccionamento, para permitir o esvaziamento de qualquer célula, mantendo a outra em funcionamento. Cada uma destas células deve ter um circuito de distribuição autónomo, equipado com uma válvula de seccionamento, com *overflow*, circuito de drenagem e limpeza através de descarga inferior. Além de uma ventilação adequada deve ser fácil o acesso ao seu interior.

Quanto aos tanques metálicos, por norma são de superfície e devidamente certificados pelo fabricante. A sua estrutura deve ser antissísmica, e o corpo deve ser construído em aço galvanizado a quente. Os vários componentes do corpo do tanque podem ser aparafusados ou soldados, de acordo com a Nota Técnica 14.

Estes tanques, sendo alimentados pela rede pública, devem ter um contador à entrada e ter a capacidade de em menos de 36 horas atingir o nível máximo. A tubagem de alimentação da rede pública deve ter a entrada localizada acima do nível máximo de água do reservatório, a fim de evitar a contaminação da água da rede.

Para o cálculo da capacidade do reservatório deve-se considerar o número de dispositivos em funcionamento e a autonomia requerida para os mesmos, isto em função da

categoria de risco da UT. Assim, como exposto anteriormente, há que ter presente as necessidades de cada meio de intervenção.

3.14. Sistema de Bombagem contra incêndio

A central de bombagem (Figura 6), para o serviço de incêndios destina-se ao fornecimento de água sob pressão para o combate a incêndios. A central deverá ter pelo menos uma bomba principal e uma de reserva, mais uma bomba auxiliar (*jockey*) para reposição de pequenas fugas no sistema e manter estável o valor de pressão, na ordem dos 800 kPa.

Além disso, também fazem parte do sistema todos os dispositivos de comando, controle e instrumentação.

As bombas principais podem ser:

- Duas bombas elétricas, (uma delas alimentada da rede elétrica e a outra através de um eletrogerador exclusivo para o sistema).
- Uma bomba principal elétrica e uma bomba com motor Diesel de reserva (esta arranca após a bomba elétrica).
- Duas bombas com motor Diesel principais, com depósitos de combustível independentes, de modo a não existir escassez de combustível.



Figura 6 - Sistema de bombagem de Incêndios [38].

As bombas principais devem ter o corpo em ferro fundido e o impulsor obtido por fundição em bronze ou aço inoxidável. Para a vedação do veio recomenda-se um empanque de cordão, de modo a garantir a fiabilidade, das bombas (conforme exigência da norma EN 12845 *Fire Pump*, norma Espanhola UNE23500 ed. 2012 e recomendação da norma Americana NFPA20).

Recomenda-se sempre que possível a instalação das bombas centrífugas com aspiração positiva. A aspiração positiva é definida sempre que, pelo menos, o nível correspondente a dois terços da capacidade efetiva do depósito se localize acima do eixo da bomba, mais concretamente, dois metros no máximo acima do nível inferior do depósito.

Quando em situações que não se consegue evitar a aspiração negativa, recomenda-se a utilização de bombas verticais de coluna, com bomba submersível (em carga) e motor à superfície.

3.15. Redes de incêndio armadas (RIA)

As RIA são tubagens de incêndio fixas e rígidas em carga, instaladas nos edifícios, associadas a bocas-de-incêndio armadas que permitem uma primeira intervenção das equipas em caso de incêndio [24].

Uma instalação deste tipo é constituída por uma fonte de abastecimento de água, uma coluna em carga e bocas-de-incêndio armadas [39].

As RIA são dotadas de bocas-de-incêndio armadas, enquanto as (BIA) podem ser do tipo carretel ou do tipo teatro. As BIA do tipo carretel são adequadas para as equipas de primeira intervenção. Por sua vez, as do tipo teatro são utilizadas normalmente pelas equipas de segunda intervenção.

A conduta principal da RIA deve estar em anel totalmente fechado e a sua alimentação deve ser independente de outros recursos de água.

3.16. Hidrante ou boca-de-incêndio

Um hidrante ou boca-de-incêndio é um equipamento de segurança de rua, utilizado como fonte de água para ajudar no combate de incêndios. A forma de hidrantes mais conhecida é o modelo de coluna de metal em geral pintada na cor vermelha, composto por uma ou mais válvulas e instalado acima do nível do pavimento. Estes também podem ser instalados em cavidades, no pavimento ou mesmo no interior de prédios.

O hidrante está ligado à tubagem principal de alimentação, em que a mesma está ligada a uma fonte de água. A maior parte dos hidrantes possui um armário para abrigar as mangueiras e acessórios. Em alguns casos, a válvula não se encontra junto dos bocais, estando separada de modo a possibilitar o controlo do caudal de água para outros hidrantes [40].

O RT-SCIE, mais concretamente a nota técnica nº7, faz referência à possibilidade de abastecimento de hidrantes exteriores através do depósito da rede de incêndios, isto em situações de não existência de rede pública de abastecimento. Nestes casos, o reservatório deverá ter uma capacidade superior a 60 m^3 e garantir um caudal mínimo de $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ para cada hidrante, com um máximo de dois e uma pressão dinâmica mínima de 150 kPa [41].

De acordo com a portaria nº 1532/2008, a distância entre as bocas de incêndio não deve ser superior ao dobro do comprimento das mangueiras utilizadas e o seu manípulo de manobra deve situar-se a uma altura do pavimento não superior a 1.50 m [42].

Os dois tipos de bocas-de-incêndio, BIATC - Boca-de-incêndio Armada do Tipo Carretel e a BIATT - Boca-de-incêndio Armada do Tipo Teatro, são mostradas na Figura 7a e 7b, respetivamente.

As BIATC podem ser ou não instaladas em armários, dispendo de mangueiras semirrígidas. São constituídas por uma boca-de-incêndio, carretel com tambor fixo ou móvel, subconjunto do tambor, válvula de fecho e agulheta.

As BIATT são identificadas pelo tipo de montagem e de suporte da mangueira flexível, pelas dimensões do diâmetro nominal da mangueira em milímetros e pelo respetivo comprimento em metros. Estes tipos de boca-de-incêndio podem estar montadas num nicho mural com uma porta, num armário encastrado ou embutido. Estes armários têm capacidade para armazenar outros equipamentos de combate a incêndio, isto desde que não afete utilização da boca-de-incêndio armada [35].

Nas RIATC são requeridos valores mínimos de pressão e caudal de 250 kPa e $0.015 \text{ m}^3/\text{s}$, respetivamente, em cada BIATC. As RIATT e as demais bocas de incêndio não armadas requerem os valores mínimos de pressão e caudal de 350 kPa e $0.04 \text{ m}^3/\text{s}$, respetivamente.



Figura 7 - a) Boca-de-incêndio tipo carretel. [43] b) Boca-de-incêndio tipo teatro [44].

3.17. Sistemas automáticos de extinção de incêndio

Os SAEI em caso de incêndio têm como principal objetivo extinguir ou impedir a propagação do incêndio de forma automática através de um agente extintor, isto com vista a minimizar possíveis danos até chegada dos meios humanos. Além disso, desempenham também a função de monitorização contínua do espaço onde estão inseridos.

Na situação mais vulgar estes sistemas utilizam água, mas podem também utilizar outros agentes como espumas, pó químico, dióxido de carbono ou outros gases, consoante o tipo de fogo a que se destinam.

No que diz respeito a requisitos regulamentares aplicáveis aos SAEI, importa enquadrar o risco de incêndio dos edifícios de acordo com a legislação nacional em vigor, designadamente, o regulamento jurídico de segurança contra incêndios, adiante denominado por RJ-SCIE [27], vertido na lei, através do Decreto-Lei 224/2015 de 09 de outubro [27].

3.17.1. Enquadramento regulamentar da utilização de SAEI

O RT-SCIE [45] impõe no seu artigo 173 a instalação e utilização de sistemas fixos de extinção automática de incêndios por água, nos seguintes casos:

- Edifícios onde se pretendam obter áreas de compartimentação corta-fogo, até ao dobro, das áreas máximas de compartimentação corta-fogo, permitidas pelo RT-SCIE [45];
- Edifícios com utilização-tipo II, da 2ª categoria de risco ou superior e com dois ou mais pisos abaixo do plano de referência;
- Edifícios com utilização-tipo III, VI, VII e VIII, da 3ª categoria de risco ou superior, com as exceções previstas para as utilizações-tipo VIII (gares de transporte), no título VIII do RT-SCIE [45], nomeadamente, a interdição da existência de meios de primeira intervenção que utilizem água em plataformas de embarque de veículos ferroviários com tração elétrica.
- Edifícios com utilização-tipo XII, da 2ª categoria de risco ou superior;
- Nos locais adjacentes a pátios interiores cuja altura seja superior a 20 m;
- Nos locais considerados de difícil acesso e elevada carga de incêndio.
- Para além destas disposições, devem ser tidas em conta as condições específicas exigidas no título VIII do RT-SCIE [45] para cada utilização-tipo.

O RT-SCIE [45] permite ainda que sejam utilizados sistemas fixos de extinção automática de incêndios por água, como medida compensatória, nos seguintes casos:

- Postos de transformação que utilizem líquidos inflamáveis como dielétrico e, que tenham sido instalados em edifícios existentes em zonas não regulamentares à luz do RT-SCIE [45],
- Aberturas em paredes ou pavimentos resistentes ao fogo como, por exemplo, nos casos em que passem meios de transporte móveis através dessas aberturas;
- Locais de fabrico, armazenagem ou manipulação de produtos (que não sejam reagentes com a água de forma perigosa);
- Depósitos de líquidos ou gases inflamáveis;
- Equipamentos industriais;
- Todos os locais existentes que não possam cumprir integralmente as medidas passivas de segurança estipuladas no RT-SCIE [45].

O RT-SCIE [45] preconiza no seu artigo 175, a utilização de SAEI por agente extintor eventualmente diferente de água em:

- Situações em que se justifique a utilização de agentes extintores diferentes da água, em função da classe de fogo e do risco envolvido;
- Cozinhas cuja potência total instalada nos aparelhos de confeção de alimentos seja superior a 70 kW.

3.17.2. Classificação do risco das redes de *sprinklers*

Na classificação do risco das redes de *sprinklers*, existe diferenciação na abordagem das normas EN 12845 [46] e NFPA 13 [47]. A norma EN 12845 sobre dimensiona os projetos ao definir o uso de menores áreas de cobertura e menores distâncias, provocando de uma certa forma um maior número de *sprinklers*, enquanto que a NFPA 13 faz esta caracterização tendo em conta o tipo de *sprinkler* e a sua utilização.

A norma EN 12845 [46] define as classes de risco em função dos edifícios ou áreas a proteger contendo produtos e risco de incêndio com a seguinte graduação [48]:

- Risco ligeiro (RL): ocupações não industriais com baixo risco de incêndio e combustibilidade. As áreas superiores a 126 m² têm que possuir uma envolvente com resistência ao fogo superior a 30 min. São locais de risco ligeiro, por exemplo, escolas e outros estabelecimentos de ensino, edifícios administrativos (certos espaços) e prisões [48].

- Risco ordinário (RO): espaços indústrias e armazéns onde são processados ou fabricados materiais com risco médio de incêndio e média combustibilidade. Esta classe de risco subdivide-se em 4 grupos, que diferem em função da altura de armazenamento, espaços entre cargas, etc. [48]:
 - RO1 – são exemplos: fábricas de cimento e de produtos em chapa metálica, matadouros, indústrias de laticínios, hospitais, hotéis, bibliotecas (excluindo depósitos de livros), restaurantes, edifícios administrativos e salas de computadores (excluindo depósitos de bobines) [48].
 - RO2 – são exemplos: laboratórios fotográficos, indústrias de produtos fotográficos, *stand* de automóveis (garagens), fábricas de construção de máquinas, padarias, fábrica de doces, cervejarias, fábricas de chocolate, fábricas de confeções, laboratórios, lavandarias, parqueamentos, museus e fábricas de peles [48].
 - RO3 – são exemplos: fábricas de: vidros, sabão, eletrónica, aparelhagem rádio, frigoríficos, máquinas de lavar, alimentação para animais (rações), vegetais desidratados, açúcar, papel, etc. [48].
 - RO4 – são exemplos: fábricas de cera (para velas), fósforos, tabaco, cordame, preparação de linho e cânhamo, aparas de madeira e contraplacado. E ainda oficinas de pintura, destilarias de álcool, cinemas e teatros, salas de concertos, reciclagem de papel, etc. [48].
- Risco grave na produção (RGp): indústrias com elevados riscos de combustibilidade e possibilidade de desenvolvimento rápido do fogo. Esta classe de risco encontra-se também subdividida em 4 grupos:
 - RGp1 – são exemplos: fábricas de revestimento em tecido e linóleo, tintas e vernizes, resinas e aguarrás, derivados da borracha, prensados de madeira.
 - RGp2 – são exemplos: fábricas de isqueiros, espumas plásticas e de borracha, de produção de alcatrão [48].
 - RGp3 – são exemplos: fábricas de nitrato celuloso [48].
 - RGp4 – são exemplos: fábricas de fogo-de-artifício [48].
- Risco grave no armazenamento (RGa) de produtos em alturas superiores às admitidas para os RO. Esta classe de risco subdivide-se também em 4 grupos: RGA1; RGA2; RGA3; RGA4 [48].

3.17.3. Sistema de extinção automática por água (*sprinklers*)

Os *sprinklers* constituem os elementos finais de projeção de água nos sistemas de extinção automática de incêndios podendo ser, como já referido, equipamentos sempre abertos (sem interrupção do caudal de água), ou equipados com dispositivos de deteção que atuam na presença de uma determinada temperatura para permitir a passagem de água. Tipicamente são constituídos pelos elementos que se ilustram na Figura 8.

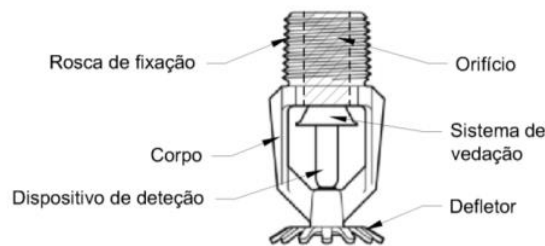


Figura 8 - Componentes do *sprinkler* [23].

Para os *sprinklers* equipados com elementos de deteção da temperatura, estes podem ser compostos por dois tipos de fusíveis [48]:

- Fusível químico (ampola) – o acionamento ocorre quando a ampola de vidro rebenta devido à expansão de um líquido no seu interior;
- Fusível mecânico (termofusível) – a ação ocorre através da fusão de uma liga metálica. A Tabela 9, mostra as classes de temperatura de acionamento dos *sprinklers*. A menos que devidamente justificado, são normalmente calibrados para 68 °C, de acordo com o RT-SCIE [45].

Tabela 9 - Temperaturas de atuação de *sprinklers* [31].

Ampola		Termofusível	
Temperatura	Cor (*)	Temperatura	Cor (**)
57 °C	Laranja	-	-
68 °C	Vermelho	68 °C a 74 °C	Sem cor
79 °C	Amarelo	-	-
93 °C	Verde	93 °C a 100 °C	Branco
141 °C	Azul	141 °C	Azul
182 °C	Roxo	182 °C	Amarelo
204 a 260 °C	Preto	227 °C	Vermelho

(*) Cor do líquido contido na ampola

(**) Marca feita no sprinkler

Relativamente à posição de montagem dos *sprinklers*, estes podem ser aplicados da seguinte forma [48]:

- Vertical (*upright*): o *sprinkler* é instalado numa posição vertical com o defletor para cima.
- Pendente (*pendent*): o *sprinkler* é instalado numa posição vertical com o defletor para baixo. Aplica-se essencialmente sob tetos falsos;
- De parede / lateral (*sidewall*): são *sprinklers* aplicados nas paredes e estão preparados para descarregar água na direção oposta à parede em que está instalado;
- Oculto (*concealed*): o *sprinkler* é montado ocultamente e embutido, aquando do seu acionamento, o mesmo é expelido ficando visível;
- *Flush*: o corpo do *sprinkler*, ou parte dele, incluindo a rosca, é aplicado acima do plano inferior do teto;
- Embutido (*recessed*): a montagem é embutida, o corpo do *sprinkler* é aplicado dentro de uma cobertura embutida, com exceção do roscado;



Figura 9 - Exemplos de tipos de montagem de *sprinklers* (adaptado de [49]).

Os *sprinklers* podem ainda ser diferenciados em função do diâmetro dos seus orifícios, os quais devem ser selecionados atendendo à utilização tipo prevista [36]. Os diâmetros geralmente utilizados são os de 10 mm (3/8”), 15 mm (1/2”) e 20 mm (3/4”).

Os sistemas automáticos de extinção por *sprinklers* são sistemas que na maioria das situações utilizam a água como agente extintor, são constituídos por tubagens fixas rígidas instaladas nos edifícios.

Este sistema está definido para atuar de forma automática, ou seja, sem qualquer intervenção humana e têm a capacidade de detetar, extinguir e controlar um incêndio na sua fase inicial.

Cada sistema de *sprinklers* é composto por uma fonte de alimentação, um posto de controlo, as colunas, os troncos, os ramais e os sub-ramais onde são instalados.

A reserva de água destes sistemas é garantida por um depósito dedicado do serviço de incêndio e de uma central de bombagem, que devem estar ambos em conformidade com as exigências do RT-SCIE.

Este sistema de extinção é provido de um dispositivo de deteção de incêndio e o sistema dilúvio que é constituído por um mecanismo de alarme que se localiza na zona onde estão instalados os *sprinklers*.

Os *sprinklers*, na maioria das situações, são localizados ao nível dos tetos ou das coberturas, entre *racks* ou sob estantes, e outras zonas específicos.

As instalações de *sprinklers* podem ser de acordo com o mostrado na Figura 10:

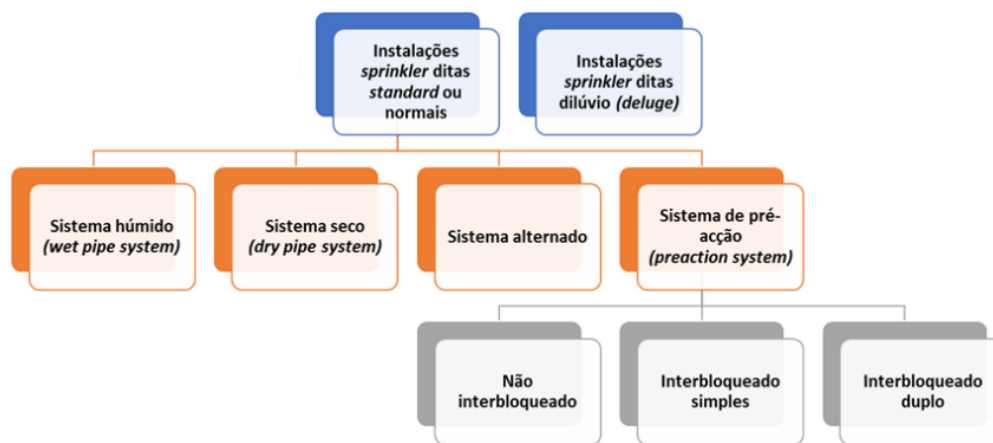


Figura 10 - Tipos de instalações de *sprinklers*.

Instalações húmidas

As instalações húmidas (*wet pipe system*) são do tipo *standard*, sendo que o sistema possui permanentemente água sob pressão no interior das condutas de toda a rede [50]. Na rede de *sprinklers* existem elementos sensíveis à temperatura (fusíveis químicos e mecânicos) que, quando atingirem a temperatura estipulada, provocam a descarga imediata da água (Figura 11). Este tipo de sistema é simples e seguro, como tal, tem uma aplicabilidade muito generalizada. Contudo, este tipo de instalação não deverá ser adotado em locais onde exista o risco de a água congelar. A passagem de água através de uma válvula especial do posto de controlo aciona o alarme de incêndio, que pode ser local ou transmitido eletricamente à distância.

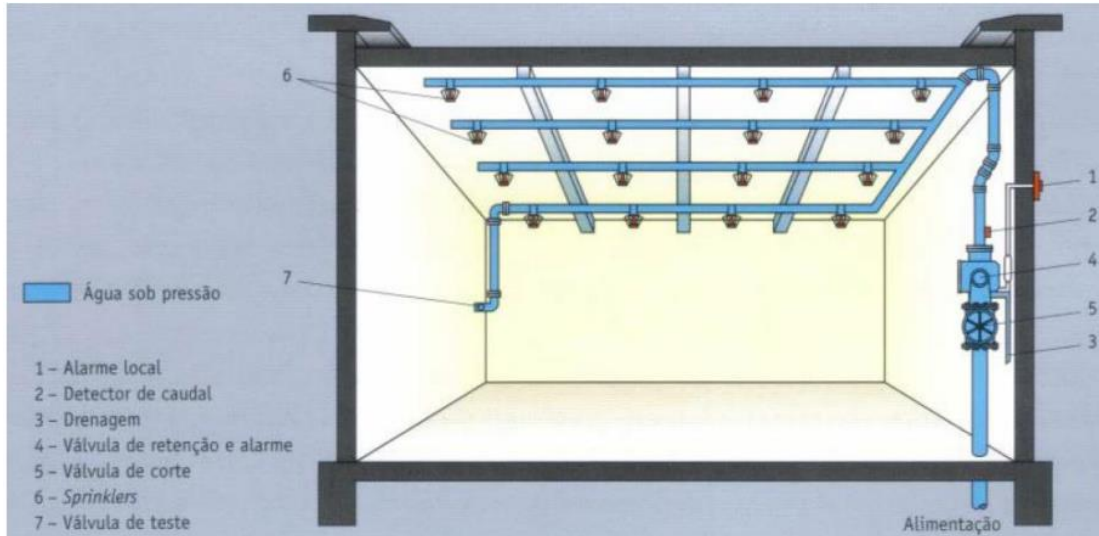


Figura 11 - Instalação de *sprinklers* húmida (*wet pipe system*) [50].

Instalações secas

As instalações secas são instalações standard em que apenas parte das condutas do sistema, a montante do posto de controlo, têm água pressurizada (Figura 12). As restantes tubagens a jusante do posto de controlo, têm ar pressurizado. A água apenas fluirá através delas quando ocorrer um alarme de incêndio.

O funcionamento dos *sprinklers* de uma instalação seca é muito semelhante ao de um sistema húmido, ou seja, se for detetado um incêndio abre de imediato o orifício de descarga de água, o que cria uma queda de pressão na válvula do posto de controlo, o que permite que a água flua a jusante do sistema (Figura 12).

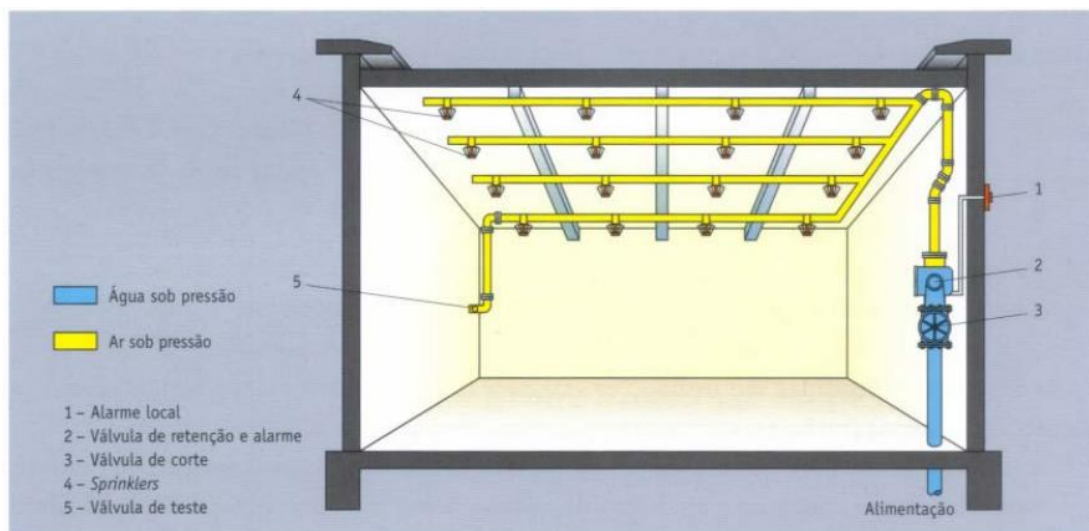


Figura 12 - Instalação de *sprinklers* seca (*dry pipe system*) [50].

Neste sistema também só serão acionados os *sprinklers* afetos à área pela ação do incêndio.

O sistema de tubagem seca é adequado a locais onde exista o risco de congelamento de água, mas é um sistema mais complexo e, como tal, requer mais cuidados de manutenção assim como especial atenção no rearme do sistema após atuação.

Instalações alternadas - húmidas/secas

As instalações alternadas húmidas/secas são do tipo *standard* e são utilizadas em zonas com maior risco de congelamento da água. Neste tipo de instalações (como nas instalações secas), é fornecido ar comprimido e água.

Existem também algumas instalações húmidas ou alternadas húmidas/secas onde geralmente apenas uma pequena extremidade da rede é mantida permanentemente seca.

Estas extensões secas destinam-se a revestir pequenas áreas em situações especiais onde existe um risco permanente de congelamento ou temperaturas muito elevadas, por exemplo, câmaras frias e fornos com temperaturas elevadas que podem levar à ativação do sistema de aspersão.

Instalações de pré-ação

As instalações de pré-ação são do tipo *standard*, combinadas com sistemas automáticos de deteção de incêndios (SADI), com cobertura simultânea das áreas protegidas. (Figura 13).

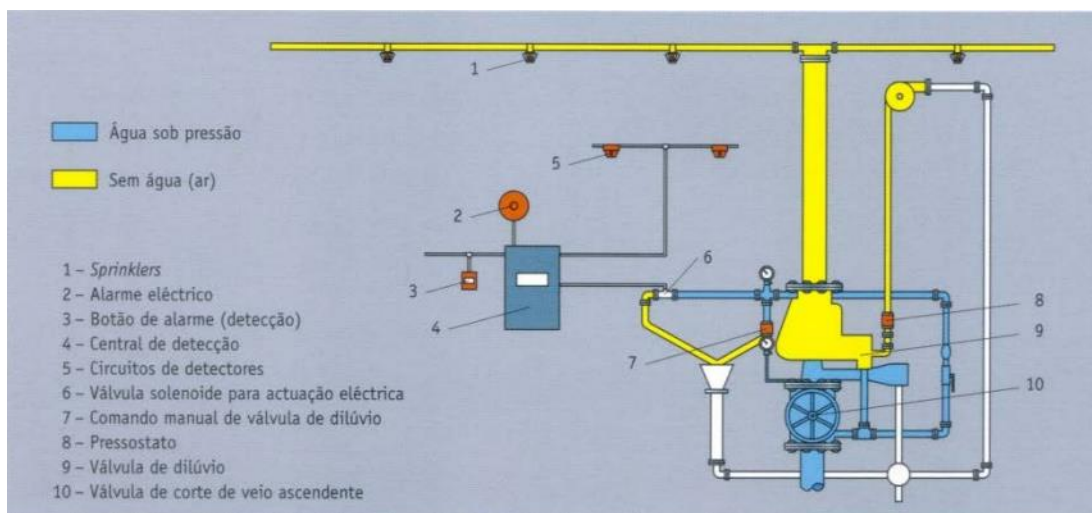


Figura 13 - Instalação de *sprinklers* de pré-ação (*preaction*) [50].

As tubagens da instalação a jusante do posto de controlo estão secas, isto é, possuem ar comprimido. Quando na SADI, este circuito de *sprinklers* deteta um incêndio, envia o sinal para a central de comando, que por sua vez, emite a ordem de abertura da válvula de alimentação de água e, posteriormente emite um alarme de incêndio.

A instalação ficará totalmente cheia de água, mas a atuação só ocorre quando um ou mais *sprinklers* forem abertos pela ação do incêndio.

Existem 3 subsistemas de pré-ação [48]:

- Sistema não interbloqueado: quando a alimentação da tubagem é feita por ordem do SADI ou pela atuação do(s) *sprinkler(s)*. Este tipo de sistema é utilizado em situações onde seja previsível incêndio de grande propagação.
- Sistema interbloqueado simples: sistema que apenas admite a admissão de água nas tubagens dos *sprinklers*, exclusivamente por atuação do sistema de deteção, imposta pela central de comando;
- Sistema interbloqueado duplo: sistema que apenas permite circulação de água nas tubagens com a conjugação de ordens da central de comando, da deteção de incêndios e da atuação de um *sprinkler*.

Instalações *sprinkler* do tipo dilúvio (*deluge*)

Nas instalações do tipo dilúvio (*deluge*), os *sprinklers* não têm detetor térmico, encontram-se totalmente abertos em permanência e a rede encontra-se normalmente vazia com a válvula de comando fechada. A ativação da válvula de comando ocorre pelo sistema de deteção (instalado nas mesmas áreas dos *sprinklers* ou por comando manual à distância), sendo que o abastecimento da rede provoca o funcionamento simultâneo de todos os *sprinklers*.

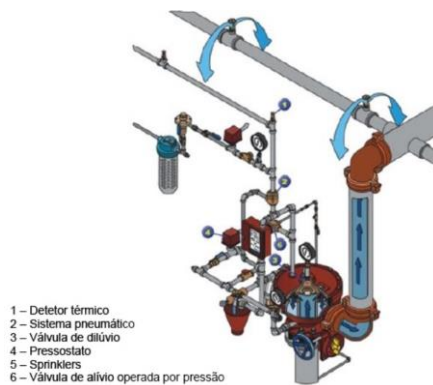


Figura 14 - Instalação de *sprinklers* dilúvio [50].

As instalações do tipo dilúvio utilizam-se quando se pretende uma descarga simultânea em toda a área coberta por *sprinklers*.

Uma instalação de dilúvio, pode apresentar vários traçados conforme o apresentado na Figura 15:

- **a)** - Alimentação central com disposição lateral dos sub-ramais;
- **b)** - Alimentação lateral com disposição lateral dos sub-ramais;
- **c)** - Alimentação central com disposição central dos sub-ramais;
- **d)** - Alimentação lateral com disposição central dos sub-ramais;
- **e)** - Alimentação de uma rede emalhada;
- **f)** - Alimentação de uma rede em anel.

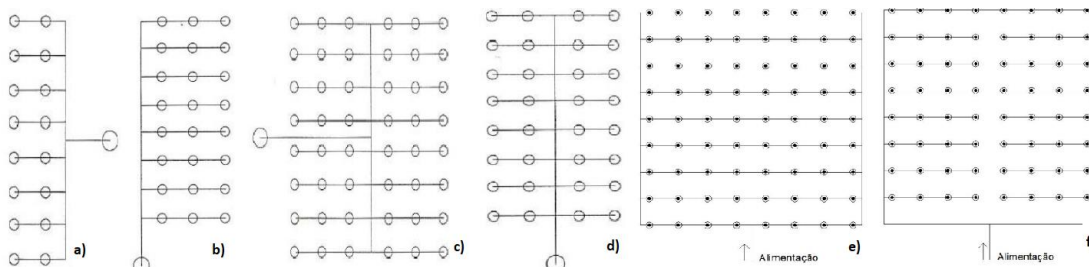


Figura 15 - Tipologia de redes de *sprinklers*, adaptado [48].

3.17.4. Sistema de extinção automática por espuma

Este tipo de sistema de extinção é bastante eficaz e, em condições normais, é utilizado na extinção de incêndios em líquidos combustíveis [51]. Este sistema é aplicado em instalações industriais que utilizam na produção grande quantidade de líquidos combustíveis que são altamente inflamáveis (químicos, petroquímicos, energéticos, metalúrgicos etc.), ver por exemplo [51], [52], [53] e [54].

É sistema é muito idêntico ao com recurso de água, mas neste caso é constituído por um reservatório de espumífero, rede em malha fechada, grupo de bombagem e doseador de espumífero e câmaras de alta expansão de espuma.

No caso de incêndio a espuma é introduzida através das bombas doseadores no interior da tubagem juntamente com a água e, através das câmaras de expansão é pulverizada na parte superior pelos aspersores, de modo a formar uma camada de espuma sobre o líquido combustível.

Os parâmetros geométricos do aspersor podem influenciar no processo de desintegração do líquido e, conseqüentemente, na taxa de expansão da espuma aeromecânica gerada [55] e [56].

3.17.5. Sistema de extinção automática por pó

Este sistema é utilizado quando é requerida uma extinção rápida em presença de risco de incêndio em líquidos inflamáveis. Não é aconselhável a sua utilização para a proteção de sistemas elétricos e/ou eletrônicos, devido aos danos que o pó pode causar nesses equipamentos.

O sistema de extinção automática por pó é composto por:

- Reservatório de armazenamento do pó;
- Recipiente com gás propulsor (no caso de pressão não permanente);
- Tubagem de distribuição;
- Sistema de deteção de incêndios;
- Difusores;
- Central de comando.

Na presença de incêndio os detetores ao serem atuados, emitem um sinal para a central onde é espoletado o sistema de doseamento de pó através dos difusores, em quantidade pré-determinada para o interior do local fechado.

Quanto ao sistema de inundação local, os difusores encontram-se distribuídos pelo local a proteger de forma a descarregar o pó diretamente sobre o foco de incêndio.

3.17.6. Sistema de extinção automática por gases

Sistema de extinção automática por CO₂

O sistema de extinção de CO₂ para a extinção de incêndios são fundamentais em áreas desocupadas, devido ao potencial risco de asfixia. O dióxido de carbono (CO₂) é um composto químico gasoso que provoca graves desequilíbrios no planeta Terra. É considerado um gás inodoro e incolor, com bastante oferta no mercado, ver por exemplo [57], [58], [59].

Este gás extingue o fogo através da redução do oxigénio existente no ambiente. Além disso, promove o arrefecimento devido ao seu contacto com a superfície em combustão [60].

Estes sistemas de promovem a extinção automática do fogo através de inundação total ou aplicações locais. No caso de inundação total, o gás é descarregado em todo o ambiente protegido.

Sistema de extinção automática por NOVEC

O sistema de extinção com recurso ao agente gasoso Novec é o melhor substituto do halon1301, apresentando entre todos os agentes químicos da família dos sintéticos, as melhores qualidades de proteção do meio ambiente [61].

Num sistema típico de inundação total, o líquido é armazenado em cilindros pressurizados com nitrogénio [57], [59].

Os sensores de deteção automática são ativados quando o incêndio está numa fase inicial, extinguindo-o em segundos. O agente é armazenado em reservatórios em aço de alta resistência, pressurizado com azoto seco a uma pressão de serviço de 3.45 kPa a 21°C [61].

Este agente não conduz eletricidade, tem um potencial dielétrico maior que o do ar, não é corrosivo e não deixa qualquer tipo de resíduos em bens materiais. Para além destas características é incolor, inodoro, não molha e à temperatura ambiente apresenta-se no estado líquido [57], [59].

Na parte superior de cada garrafa está um pressóstato que transmite o valor de pressão para a central de extinção, permitindo a visualização de alarmes de deficiente funcionamento quando o valor da pressão desce abaixo dos 3 kPa. As garrafas estão equipadas com uma válvula de sobrepressão que atuará automaticamente, através do rompimento da membrana, isto se a pressão atingir os 5.17 kPa.

O líquido Novec tem bom desempenho em cenários exigentes no que toca à proteção de ativos e pessoas.

Após a atuação deste agente num cenário de incêndio é possível suportar a continuidade operacional e minimizar o tempo de inatividade para recuperação e limpeza. O NOVEC não empobrece a camada de ozono, tem um potencial de aquecimento global (GWP) inferior a 1 e uma vida atmosférica reduzida, uma vez que não está abrangido pela redução progressiva de hidrofluorcarbonetos (HFC). Nestas condições é considerado a solução ideal para o planeta [62].

Sistema de extinção automática SERGI

O sistema SERGI ou TRANSFORMER PROTECTOR (TP) é um sistema mecânico passivo, ativado pelo *First Dynamic Pressure Peak* (Primeiro Pico de Pressão Dinâmico) gerado na origem de qualquer falha de baixa impedância [63].

Na Figura 16, é possível visualizar um exemplo de um transformador equipado com o sistema SERGI.

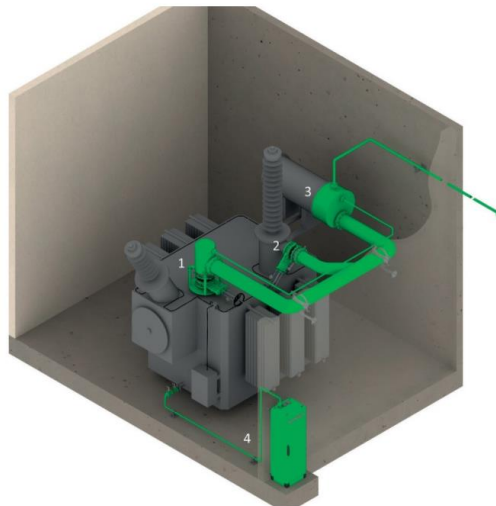


Figura 16 - Sistema de despressurização rápida do transformador [63].

Este sistema, despressuriza os tanques em milissegundos de modo a evitar o contacto entre ar (oxigénio) e gases explosivos e inflamáveis (ex. acetileno, hidrogénio, etc.), separa os gases do petróleo do transformador, canaliza-os para longe do transformador para uma área remota.

Após expulsar os gases combustíveis injeta um gás inerte no tanque, para evitar o efeito bazuca que poderia ferir ou matar os técnicos ao abrir os tanques após uma falha de baixa impedância, que leva rapidamente o transformador a uma condição segura para reparação após um curto-circuito.

O TRANSFORMER PROTECTOR (TP) cumpre o Sistema de Despressurização Rápida definido pela Associação Nacional de Proteção contra Incêndios (NFPA), [64].

O sistema de despressurização rápida do transformador inclui:

- Montagem de despressurização de tanques (DS), que inclui uma câmara de descompressão;
- Montagem de despressurização de torre ou bucha de transformador;
- Tanque de separação de petróleo e gás explosivo e evacuação de gases explosivos para uma área remota;
- Injeção de nitrogénio para evacuar todos os gases explosivos contidos no tanque do transformador antes da abertura do tanque para reparação do transformador.

Este sistema é aplicado em transformadores de potência que contêm frequentemente milhares de litros de isolamento dielétrico inflamável. Quando este isolamento se rompe, o

curto-circuito resultante desencadeia um conjunto de reações químicas que produzem uma mistura de gases combustíveis como o acetileno e o hidrogénio. A súbita formação de gás pode rapidamente pressurizar o tanque do transformador para além da sua capacidade de resistir a condições onde uma falha estrutural catastrófica é iminente.

A Figura 17, mostra um sistema de despressurização rápida instalado num transformador.



Figura 17 - Sistema de despressurização rápida [63].

4. MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

4.1. Introdução

A memória descritiva e justificativa apresentada refere-se ao projeto de dimensionamento de uma rede de incêndio com água proveniente da albufeira do Tejo, relativo ao Aproveitamento Hidroelétrico de Belver, localizado em Belver no distrito de Santarém, na bacia hidrográfica do Tejo.

As soluções propostas apenas se referem ao dimensionamento da rede de incêndio, sistema de bombagem e sistema de extinção automática para o transformador do G6, sendo que as demais matérias relativas à segurança contra incêndio se encontram fora do âmbito deste trabalho. O projeto teve como suporte o Regulamento Geral de Segurança contra Incêndio em Edifícios e as várias Notas Técnicas.

Todos os materiais a empregar devem ser homologados e/ou certificados por entidades nacionais ou internacionais de reconhecida competência.

4.2. Descrição do Aproveitamento Hidroelétrico

O aproveitamento hidroelétrico do Belver em serviço desde o ano de 1951, é constituído por uma barragem Móvel/Fixa Gravidade, com 36 m de altura e um comprimento de coroamento de 327.5 m.

A central é composta por seis grupos principais com turbinas do tipo Kaplan, sendo o G1 a G5 do tipo vertical, e o G6 do tipo Kaplan horizontal. A capacidade instalada de produção de energia elétrica é de 80.7 MW.

Os grupos de 1 a 4 têm uma potência de 8 MW cada e uma velocidade nominal de 167 rpm, o grupo 5 tem uma potência de 16 MW e uma velocidade de 125 rpm, o grupo 6 tem uma potência de 35 MW e uma velocidade de 100 rpm.



Figura 18 - Aproveitamento Hidroelétrico de Belver.

4.3. Localização da fonte abastecedora de água

Para cumprir os requisitos da rede para o tempo mínimo de autonomia sem abastecimento é necessário definir uma fonte de abastecimento que garanta o fornecimento de água à rede de incêndio armada (RIA) de um caudal de $0.01576 \text{ m}^3/\text{s}$, para um período de tempo de 60 minutos.

Com vista a definir a fonte abastecedora de água foi efetuada a visita ao local para melhor análise dos possíveis cenários, que passam por:

- Construir depósito abastecedor para abastecimento da RIA;
- RIA abastecida diretamente da albufeira.

4.3.1. Estudo para implementação de depósito para abastecimento da RIA

Uma das hipóteses para definir a fonte abastecedora de água ao combate a incêndio passa pela construção de um depósito dedicado, instalação da respetiva captação de água e casa de bombas dedicadas.

Na figura seguinte é possível visualizar o local previsto para a construção do tanque abastecedor.

Nesta situação a captação de água para enchimento do depósito é realizada através de bomba a instalar no poço existente para captação de águas brutas ao coletor do 1.º escalão de filtragem do sistema de refrigeração alternativo.



Figura 19 - Zona possível para implementar reservatório.

4.3.2. RIA abastecida diretamente da albufeira

Uma outra alternativa é utilizar a albufeira como fonte abastecedora. A adução de água seria realizada através da picagem existente no poço à cota 44.30 m, em local adjacente à picagem, para admissão de águas brutas ao coletor do 1.º escalão de filtragem do sistema de refrigeração alternativo.

A admissão de água ao poço em questão é efetuada através da tomada de água que se encontra permanentemente em carga, não existindo a possibilidade da mesma ficar sem água. O tubo de pesca desta picagem encontra-se à cota 41.00m.



Figura 20 - Picagem proveniente do tanque de adução da albufeira de Belver.

Para se garantir os critérios de caudal e pressão necessários nos hidrantes, será necessária uma central de bombagem dedicada ao serviço de incêndio, na configuração de eletrobomba principal, *jockey* e motobomba de reserva.

Após análise dos locais conclui-se que a central de bombagem poderia ser implantada na galeria adjacente ao poço de adução, conforme Figura 21.



Figura 21 - Zona prevista para colocar central de bombagem.

As principais vantagens desta solução prendem-se com a disponibilidade permanente de um volume de água que pode ser considerado infinito, bem como com a otimização/simplificação das infraestruturas a construir no âmbito deste projeto, reaproveitando-se um poço existente para alimentar este novo sistema, evitando a construção

de um novo depósito e respetivo sistema de enchimento, minimizando assim os custos no projeto e futuros com a manutenção.

4.3.3. Inspeção subaquática ao tanque de adução

Como a solução mais vantajosa foi a RIA ser abastecida diretamente da albufeira, decidiu-se efetuar inspeção subaquática com recurso a ROV ao poço de adução junto da albufeira de A.H. Belver para verificar o estado do mesmo, tubagens e grelhas.



Figura 22 - Inspeção subaquática com ROV

Do resultado da inspeção subaquática, conclui-se que o tanque de adução e a tubagem de aspiração para a aplicação da central de bombagem encontra-se em bom estado, assim como as grelhas de proteção do poço.

4.4. Localização dos hidrantes

Com vista a obter a localização dos locais para a implementação dos hidrantes ou boca-de-incêndio, foram definidas 4 zonas estratégicas:

- **H1**- Entrada da central;
- **H2**- Oficina de mecânica;
- **H3**- Zona da subestação;
- **H4** - Zona da saída de emergência G6.

A planta de localização do referido aproveitamento hidroelétrico mostra a localização dos hidrantes a implementar, conforme a Figura 23.



Figura 23 - Planta de localização dos hidrantes.

A Figura 24, permite visualizar em pormenor o esquema da rede de incêndios e os locais.

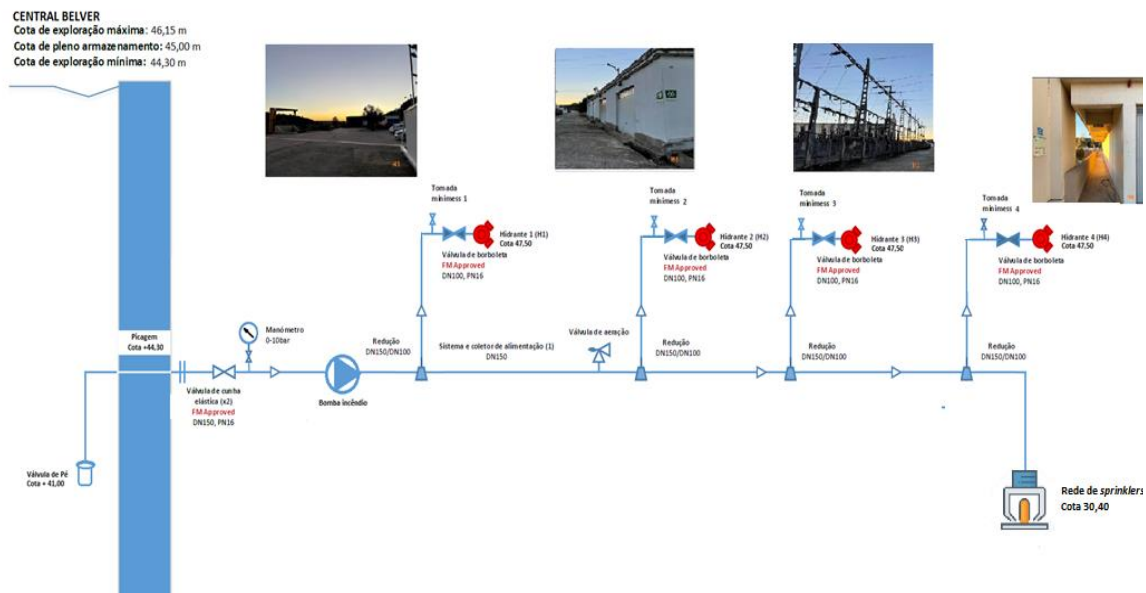


Figura 24 - Localização dos hidrantes a implementar.

4.5. Localização do sistema de extinção de incêndio

O sistema de extinção de incêndio para o transformador do g6, fica situado na cota 30.4m. O local onde está inserido o transformador tem uma área de 64.6 m².



Figura 25 - Transformador do G6 do A.H.Belver.

4.6. Dimensionamento e características hidráulicas

4.6.1. Metodologia e elementos base para cálculo da RIA

Quanto ao dimensionamento do ramal de alimentação dos hidrantes, consideram-se os requisitos preconizados no RT-SCIE nomeadamente:

- Caudal mínimo = 0.020m³/s;
- Pressão mínima = 350 kPa;
- Diâmetro mínimo = 0.1 m;
- Velocidade máxima = não aplicável.

Apesar de não ser exigido nenhum limite para a velocidade de escoamento nas redes de abastecimento de água, em situação de incêndio, faz-se a verificação deste parâmetro através da equação da continuidade, procurando evitar velocidades superiores a 6 m/s:

$$v = \frac{Q}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}} = \leq \frac{6\text{m}}{\text{s}}, \quad (4.1)$$

onde:

- v - Velocidade de escoamento da água em (m/s);
- Q - Caudal de cálculo dos hidrantes em funcionamento simultâneo, em (m³/s);

- D - Diâmetro interior da tubagem (m).

Numeração dos nós de cálculo

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. Existe a necessidade de definir o comprimento de cada troço e o caudal de dimensionamento de cada boca de incêndio.

De acordo com o artigo 12º da Portaria n.º 1532/2008, [45], se não existir rede pública de abastecimento de água, os hidrantes devem ser abastecidos através de depósito de rede de incêndios com capacidade não inferior a 60 m³, elevado ou dotado de sistema de bombagem, garantindo um caudal mínimo de 0.02 m³/s por hidrante, com um máximo de dois, à pressão dinâmica mínima de 150 kPa.

No caso estudado os valores foram definidos pela Seguradora FMGlobal, sendo 0.02 m³/s e uma pressão mínima de 350 kPa.

Definir o fator K das bocas de incêndio (de acordo com a indicação do fornecedor). Segundo a Nota Técnica n.º 13/2020 o fator $K = 85 \text{ l}/(\text{min.bar}^{0.5})$ e estabelecer a pressão mínima na boca de incêndio mais desfavorável. Através da equação (4.2) obtém-se a pressão na boca de incêndio mais desfavorável:

$$Q = K \cdot \sqrt{10P}, \quad (4.2)$$

onde:

- Q - Caudal em L/min;
- K - Coeficiente de descarga $\text{l}/(\text{min.bar}^{0.5})$;
- P - Pressão em bar.

Posteriormente deve-se 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.

- Selecionar a localização das 2 bocas de incêndio mais desfavoráveis.
- Definir o comprimento de cada troço, L , e o desnível altimétrico, h .

Pré dimensionamento

No pré-dimensionamento é necessário determinar o caudal de dimensionamento em cada troço, tendo em consideração o caudal introduzido nos dados de entrada;

- Definir um diâmetro em cada troço. Esta acaba por ser uma decisão do projetista. Para o pré-dimensionamento considerou-se a equação de Bresse, [65].

$$D_{económico} = K_{Bresse} \sqrt{Q}, \quad (4.3)$$

em que:

- $D_{económico}$ é o diâmetro económico (m),
- K_{Bresse} é o coeficiente da equação de Bresse, considerado igual a 0.96 [65],
- Q é o caudal (m^3/s).

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):

- se o troço em análise alimentar 1 BI, impor $DN \geq 50,0$ mm;
- e o troço em análise alimentar 2 BI, impor $DN \geq 65$ mm;
- se o troço em análise alimentar 3 BI, impor $DN \geq 80$ mm;
- se o troço em análise alimentar 4 ou mais BI, impor $DN \geq 100$ mm

Simulação hidráulica

-Determinar as perdas de carga contínuas. As expressões habitualmente utilizadas para a determinação das perdas de carga contínuas em redes de água de incêndios em edifícios, são as equações de Flamant ou a de Hazen-Williams:

Equação de Flamant

$$J = 4b \cdot \frac{V^{\frac{7}{4}}}{D_i^{\frac{5}{4}}}, \quad (4.4)$$

onde:

- J - Perda de carga contínua (mca);
- B - Rugosidade do material;
- V - Velocidade de escoamento (m/s);
- D_i - Diâmetro interior (m).

Equação de Hazen-Williams

$$J = 10.643 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D_i^{4.87}}, \quad (4.5)$$

em que:

- J é a perda de carga contínua unitária (mca),
- Q é o caudal (m^3/s);
- D_i é o diâmetro do tubo (m),
- C é o coeficiente de rugosidade do tubo (-).

Para tubagens de aço inox considera-se $b = 0.002$ mm, na equação de Flamant, e $C = 150$, na de Hazen-Williams.

- 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 contabilizar-se o somatório das perdas de carga em todas as singularidades da rede.

$$J_{total} = J \cdot 1.25, \quad (4.6)$$

- O cálculo de pressões na rede é efetuado 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 efetuado utilizando a equação de Bernoulli [66]:

$$\frac{P_A}{\gamma} + Z_A + \frac{V_A^2}{2g} = \frac{P_B}{\gamma} + Z_B + \frac{V_B^2}{2g} + \Delta h, \quad (4.7)$$

onde:

- A e B são nós da rede;
- P é a pressão (Pa);
- γ é o peso volúmico da água (N/m^3);
- Z é a cota do ponto em questão (m);
- V é a velocidade média do escoamento (m/s);
- Δh é a perda de carga total (m), que é dada por:

$$\Delta h = J_{total} \times L, \quad (4.8)$$

Tendo em consideração que num dado troço de tubagem, a velocidade é constante, resulta que $V_A = V_B$, logo a equação (4.9) pode ser simplificada:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_B}{\gamma} + Z_B - Z_A + \Delta h, \quad (4.9)$$

A altura piezométrica ($\frac{P_A}{\gamma}$) na fonte de alimentação ou na bomba é dada por:

$$\frac{P_A}{\gamma} = \frac{P_{BI+desfavorável}}{\gamma} + \Delta Z + \sum_A^{BI+desfavorável} \Delta h, \quad (4.10)$$

- Calcular a velocidade de escoamento em cada troço [67]:

$$V = \frac{Q_{troço}}{\pi D_i^2}, \quad (4.11)$$

A fórmula utilizada para o cálculo das perdas de carga foi a equação (4.5) Hazen - Williams, onde foi atribuído o coeficiente de rugosidade definido para a tubagem de inox, de $C=150$. Desta forma determinaram-se as perdas de carga unitárias, que multiplicadas pelo comprimento do troço correspondem a perdas de carga contínuas. Quanto às perdas de carga localizadas, existem diversos pontos provocadores de perdas de carga localizadas ao longo de toda a rede, adaptou-se um incremento de 25 % da dimensão linear dos troços considerados. Após o cálculo das perdas de carga, adicionou-se as diferenças de cotas existentes: positivas, caso tenham de ser vencidas; ou negativas caso favoreçam o escoamento, à pressão condicionante de modo a garantir nas diversas bocas de incêndios o valor de 350 kPa.

De referir que a pressão na RIA é cumprida, cujos hidrantes mais desfavoráveis para o efeito se localizam no H1 e H2 (ver Figura 23).

Num cenário de apenas um hidrante em funcionamento, escolhendo o H1, conseguimos obter um valor de pressão de 633 kPa. Na eventualidade de permanecerem 2 hidrantes em simultâneo, considerando também o caso mais desfavorável, como sendo o H1 e H2, obtemos um valor de pressão de 616 kPa.

Para a RIA, obtivemos uma perda de carga total de 3.27 mca.

Também foi efetuado o cálculo das perdas de carga utilizando a fórmula dos coeficientes de perda de carga dos acessórios. O valor encontrado para a perda de carga é de 4.57 mca.

Efetuada o comparativo entre esta última fórmula e a da Hazen-Williams, existe uma ligeira diferença nos valores finais, pelo que se conclui que esta diferença se deva à rugosidade do material.

Com base nas metodologias descritas neste capítulo, foi elaborado uma folha de cálculo em Microsoft Excel®.

Todos os cálculos efetuados para o dimensionamento da RIA encontram-se no anexo II na Figura 34 e Figura 35.

4.6.2. Metodologia e elementos base para cálculo da rede de *sprinklers*

Em primeiro lugar, o edifício deve ser classificado em relação à sua UT e, recorrendo à Tabela 10 é possível reunir alguns critérios de dimensionamento.

Tabela 10 - Critérios de dimensionamento de sistemas fixos de extinção automática por água.

Utilização-tipo	Densidade da descarga (L/min/m ²)	Área de operação (m ²)	N.º de aspersores em funcionamento simultâneo	Calibre dos aspersores (mm)	Tempo de descarga (min)
II	5	144	12	15	60
III, VI (*), VII, VIII	5	216	18	15	60
XII	10	260	29	20	90

O RG-SCIE recomenda as medidas de segurança contra incêndio, nomeadamente nos meios de intervenção, a partir das categorias de risco de incêndio afetas a cada utilização-tipo (UT). Nesse âmbito, surge a necessidade de enquadrar o aproveitamento hidroelétrico em questão, face às utilizações-tipo definidas no RG-SCIE.

Como se trata de um edifício industrial é classificado como UXII, e de acordo com a norma EN 12845 a classe de risco deste edifício enquadra-se na RGP (Risco grave na produção).

Conhecendo a UT, e segundo a NT 16, é possível identificar os valores das restrições iniciais impostas para a conceção da rede de *sprinklers*, nomeadamente a área de cobertura máxima, a distância máxima entre eles, o número máximo para cada central de comando, a área máxima protegida por um sistema automático, e o número mínimo de *sprinklers* de reserva.

A Tabela 11, resume as restrições impostas pela NT 16 para o dimensionamento de uma rede de *sprinklers*.

Tabela 11 - Restrições impostas pela EN 12845 para RGP₁ (Transformador G6).

Área de operação(m ²)	260
Área de cobertura máxima por <i>sprinkler</i> (m ²)	9
Distância máxima entre <i>sprinklers</i> (m)	3,7
Área máxima protegida por um sistema automático(m ²)	9000
Caudal Unitário a dispersar por <i>sprinklers</i> (L/min/m ²)	6,75
Número mínimo de <i>sprinklers</i> sobressalentes	8

A instalação de *sprinklers* escolhida é do tipo dilúvio, é composta por um conjunto de *sprinklers* abertos (difusores) instaladas num sistema de tubagem ligado a um fornecimento de água. A válvula de dilúvio é aberta mediante um sinal do sistema de deteção instalado na mesma zona dos *sprinklers*, chamado de linha piloto. Quando o calor do fogo aumenta a temperatura do *sprinkler* até o seu ponto de operação, a ampola que contém um líquido com alto coeficiente de expansão, rebenta, permitindo assim a descarga de água e a válvula de dilúvio é aberta, a água enche a tubagem e é produzida a descarga por todos os *sprinklers*. A sua posição será vertical (*upright*), com diâmetro de 15 mm e uma constante de descarga fator-K de 80. O fusível mecânico (ampola), encontra-se restrito para uma temperatura de atuação de 68°C.

Como foi referido anteriormente, a área do transformador é de 64.6 m², o que está dentro dos valores regulamentados para a RGP (9000 m²) e por isso necessita apenas de um posto de controlo e uma rede.

Na posse dos dados referidos é possível definir o esquema de rede, começando pela avaliação do espaçamento entre sub-ramais através da equação (4.12).

$$D = A_s \cdot S, \quad (4.12)$$

onde:

- D - Espaçamento entre os sub-ramais (m);
- A_s - Área de cobertura por *sprinkler* (m²);
- S - Espaçamento entre *sprinklers* (m).

Após a obtenção dos valores de D e S é necessário verificar se a malha escolhida se encontra em conformidade com as indicações da regulamentação. Na Tabela 12, estão indicados os valores das áreas de cobertura em função do tipo de *sprinklers*.

Tabela 12 - Área máxima de cobertura de cada *sprinkler* [48]

Classe de risco	Área máxima por <i>sprinkler</i>	Distância máxima entre <i>sprinklers</i>
RL	21,0 m ²	4,6 m
RO	12,0 m ²	4,0 m
RG _P e RG _A	9,0 m ²	3,7 m

Relativamente às distâncias às paredes deverão ser metade das distâncias adotadas.

De seguida é calculado o número de *sprinklers* em funcionamento simultâneo por sub-ramal (N) com base na expressão (4.13).

$$N = 1.2 \cdot \frac{\sqrt{A_o}}{S}, \quad (4.13)$$

onde:

- A_o - Área de operação (m^2);
- S - Espaçamento entre *sprinklers* (m).

Após determinar o número de *sprinklers* em funcionamento por sub-ramal é necessário calcular a sua quantidade mínima a ser utilizada em cada divisão do edifício (QMS), isto através de:

$$QMS = \frac{\text{área total da sala}}{\text{área de cobertura de cada } \textit{sprinkler}}, \quad (4.14)$$

Conhecendo o valor da área total da sala de cobertura de cada *sprinkler*, começa-se por calcular o caudal imprescindível para o seu correto desempenho, através de:

$$Q_{min} = A_s \cdot q_{unit}, \quad (4.15)$$

onde:

- Q_{min} - Caudal necessário para o correto desempenho de cada *sprinkler* (l/min);
- A_s - Área de cobertura por *sprinkler* (m^2);
- q_{unit} - Densidade de descarga (l/min/ m^2).

A pressão mínima no *sprinkler* mais desfavorável, ou seja, no ponto inicial do cálculo, é expressão obtida com a equação (4.16), onde o valor do coeficiente de descarga K é o indicado pela Tabela 13.

$$P_{min=100} = 100 \cdot \left(\frac{Q_{min}}{K} \right)^2, \quad (4.16)$$

onde:

- P_{min} - Pressão mínima no *sprinkler* mais desfavorável (m.c.a.);
- Q_{min} - Caudal necessário ao correto desempenho de cada *sprinkler* (l/min);
- K - Coeficiente de descarga.

Tabela 13 - Coeficiente de descarga dos *Sprinklers*

Utilizações-tipo	Fator-K
II, III, VI, VII, VIII	80 ± 5%
XII	100 ± 5%

A norma EN 12845 classifica a velocidade de 6 m/s como um valor aceitável e, com o qual é possível determinar o diâmetro em cada troço da rede recorrendo a:

$$D = \sqrt{\frac{1,274 \cdot Q}{v}}, \quad (4.17)$$

onde:

- D - Diâmetro (m);
- Q - Caudal (m³/s);
- V - Velocidade do escoamento (m/s).

Determinado o diâmetro é possível corrigir a velocidade através da equação (4.17), devendo o seu valor ser menor ou igual a 6 m/s.

O cálculo da perda de carga total inicia-se pela estimativa da perda contínua através da equação:

$$J = 10.643 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D_i^{4.87}}, \quad (4.18)$$

onde:

- J é a perda de carga contínua unitária (mca),
- Q é o caudal (m³/s);
- V é a velocidade média do líquido no tubo (m/s),
- D_i é o diâmetro do tubo (m),
- C é o coeficiente de rugosidade do tubo (-).

Determinada a perda de carga contínua estima-se a localizada através da expressão (4.18).

$$Jl = Jc \cdot Leq = 1.25 \cdot L, \quad (4.19)$$

onde:

- JI - Perda de carga localizada (mca);

- L - Comprimento do troço (m);
- L_{eq} - Comprimento equivalente do troço (m)

O L_{eq} traduz 25% da perda de carga provocada pelas singularidades das tubagens. Através da equação (4.20) é possível determinar a perda de carga total:

$$J_t = J_c + J_l, \quad (4.20)$$

onde:

- J_t - Perda de carga total (mca);
- J_c - Perda de carga contínua (mca);
- J_l - Perda de carga localizada (mca)

Para o cálculo das pressões, conhecendo a pressão inicial (*sprinkler* mais desfavorável), subtrai-se a perda de carga total e soma-se ou subtrai-se o desnível do troço (consoante a tubagem desça ou suba).

Com base nos cálculos efetuados foi possível encontrar o caudal necessário para o correto desempenho do *sprinkler* mais desfavorável (0.0383 m³/s) e a pressão mínima no *sprinkler* mais desfavorável (627 kPa). Feito o estudo da rede, concluiu-se que os *sprinklers* mais desfavoráveis são o S19 e o S49 e será então necessário garantir a pressão mínima nestes. A escolha da tubagem foi feita e classificada com base nas tabelas disponibilizados pela APTA, que se encontram indicadas na Figura 26, com base na classe de risco.

Critérios de dimensionamento de sistemas fixos de extinção automática por água
(Quadros 3, 19 e 37 - Norma Europeia EN 12845)

Classe de Risco EN 12845	Densidade de descarga (Q_{unit})	Área de operação (A_o)	Área de cobertura máx. por aspersor (A_s)	Dimensão nominal dos aspersores (DN)	Tempo de descarga	Valores máximos de S e D			Características adicionais calculadas	
	l/min.m ²	m ²	m ²		min.	Disposição dos aspersores	(S_{max}) m	(D_{max}) m	Nº de aspersores em funcionamento simultâneo (N_{sum}) = A_o/A_s	Caudal mínimo por aspersor/sprinkler ($Q_{min,S}$) = $A_s \times Q_{unit}$
RL - Ligeiro	2,25	84	21,0	10	30	Normal	4,6	4,6	4	47,5
RO1 - Ordinário - Grupo 1	5,0	72	12,0	15	60	Normal	4,0	4,0	6	60,0
RO2 - Ordinário - Grupo 2	5,0	144	12,0	15	60	Normal	4,0	4,0	12	60,0
RO3 - Ordinário - Grupo 3	5,0	216	12,0	15	60	Normal	4,0	4,0	18	60,0
RO4 - Ordinário - Grupo 4	5,0	360	12,0	15	60	Normal	4,0	4,0	30	60,0
REP1 - Extra - Grupo 1	7,5	260	9,0	15 / 20	90	Normal	3,7	3,7	29	67,5
REP2 - Extra - Grupo 2	10,0	260	9,0	15 / 20	90	Normal	3,7	3,7	29	90,0
REP3 - Extra - Grupo 3	12,5	260	9,0	15 / 20	90	Normal	3,7	3,7	29	112,5

S_{max} - Espaçamento máx. entre aspersores D_{max} - Afastamento máx. dos sub-camais

Figura 26 - Critérios de dimensionamento de sistemas fixos de extinção de incêndio [44]

Para a rede de extinção de incêndio (*sprinklers*), obtivemos uma perda de carga total de 32.6 mca.

Com base nas equações descritas neste capítulo, foi elaborado uma folha de cálculo em Microsoft Excel®.

Todos os cálculos efetuados para o dimensionamento da rede de *sprinklers* encontram-se no anexo II.

Após a determinação das perdas da rede de hidrantes e da de *sprinklers*, é possível avaliar as perdas totais na rede, dado necessário para o dimensionamento da bomba de incêndio.

4.7. Dimensionamento da Bomba

A pressão a fornecer deverá ser da ordem dos 650 kPa. No Despacho n.º 12605/2013 [68], é referido que em situações particulares a velocidade máxima admissível da água nas tubagens possa ser 10 m/s, considera-se uma boa prática que a velocidade de escoamento se situe entre os 5 e os 6 m/s, sendo esta última a máxima recomendada [66].

Para o dimensionamento do sistema de bombagem é necessário considerar os seguintes parâmetros:

- Caudal;
- Altura manométrica;
- Peso volúmico da água;
- Rendimento da bomba.

O caudal horário necessário é calculado tendo por base as duas bocas de incêndio mais desfavoráveis em funcionamento, ou seja, as não armadas, perfazendo um caudal de 0.04 m³/s, valor este definido pela seguradora FMGlobal.

Conforme o esquema da Figura 27, para determinar a potência da bomba é necessário estimar a altura manométrica.

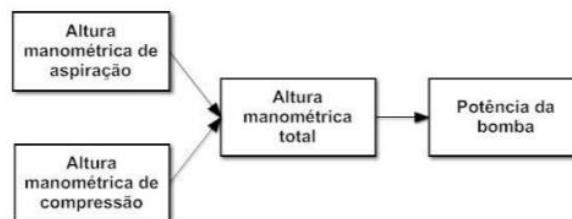


Figura 27 - Dimensionamento do sistema de bombagem

Com base nos resultados apresentados na folha de cálculo apresentada no Anexo II, e sendo o caudal necessário para abastecer a rede ramificada de um total de 0.04 m³/s, a

altura manométrica de 79.17 mca (pressão necessária na bomba para abastecer a rede), e o rendimento da bomba de 70%, a potência é dada pela equação:

$$P = \frac{\gamma_{\text{água}} \cdot Q \cdot H}{\eta}, \quad (4.21)$$

em que:

- P - Potência (kW);
- $\gamma_{\text{água}}$ - Peso volúmico da água ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$);
- Q - Caudal ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$);
- H - Altura manométrica (m.c.a.);
- η - Rendimento da bomba, em percentagem (%).

Através da equação (4.20) conclui-se que é necessária uma bomba com uma potência de 44,38 kW.

Desta forma temos todos os critérios definidos (altura manométrica, caudal e a potência da bomba), consegue-se determinar o ponto de funcionamento da instalação, sendo assim possível proceder à escolha da bomba de forma que a curva de característica desta abranja o ponto de funcionamento.

Para a escolha da central de bombagem, utiliza-se as curvas características para a potência bomba, em função do caudal e altura e depois cruza-se com a curva característica da instalação, de modo que seja intersectado o ponto de funcionamento que traduza a altura manométrica e o caudal desejado.

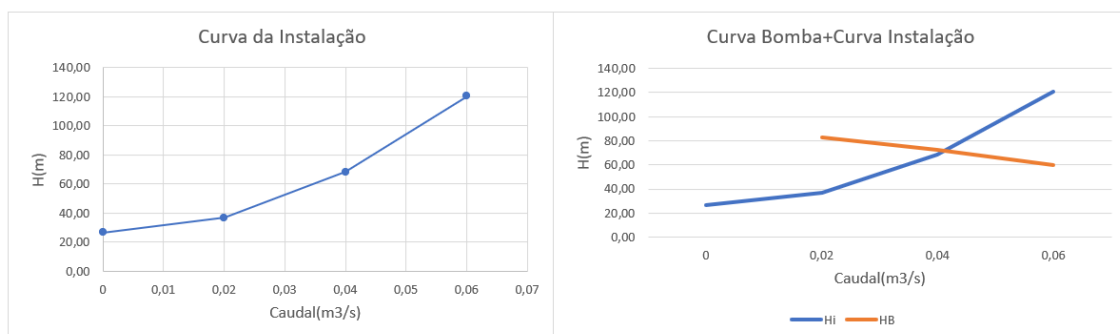


Figura 28 - Gráficos com a curva da instalação e da bomba

A escolha da bomba deve cumprir com todos os requisitos do RG-SCIE, o qual tem por referência as normas CEPREVEN. Assim teve-se por base a escolha da bomba que responde a todos os requisitos da referida norma.

Com base nos cálculos efetuados a central de bombagem sugerida para o bom desempenho da instalação é da marca EFAFLU STOPFIRE EN 12845 modelo NNJ 80-250/45, de acordo com a informação apresentada no ANEXO III.

4.8.Desenhos da rede de incêndio

Os desenhos da rede de incêndio e sistema de extinção de incêndios, foram realizados com recurso ao software SolidWorks.

Neste trabalho foi escolhido o programa SolidWorks, por ser um software de CAD (*Computer Aided Design*) – expressão para “desenho assistido por computador”, sendo utilizado pela arquitetura, design e nas mais variadas disciplinas da engenharia, facilitando o projeto de desenhos técnicos, e dada a experiência pré-existente do autor e também pelo fato de ser um software gratuito, com licenças de estudante disponíveis para o uso.

Os desenhos foram realizados em 3D, com o intuito de evidenciar toda a dimensão da rede de incêndio, o pormenor dos hidrantes, central de bobagem, rede de extinção de incêndio e *sprinklers*.

A realização destes desenhos prendeu-se com o facto de facilitar a realização do caderno de encargos, e para o adjudicatário efetuar uma melhor análise e simplificação na análise de custos com vista à realização da proposta para esta empreitada (rede de incêndio).

Na Figura 29, encontra-se o desenho da rede de incêndio. Os restantes desenhos técnicos são expostos no Anexos IV.

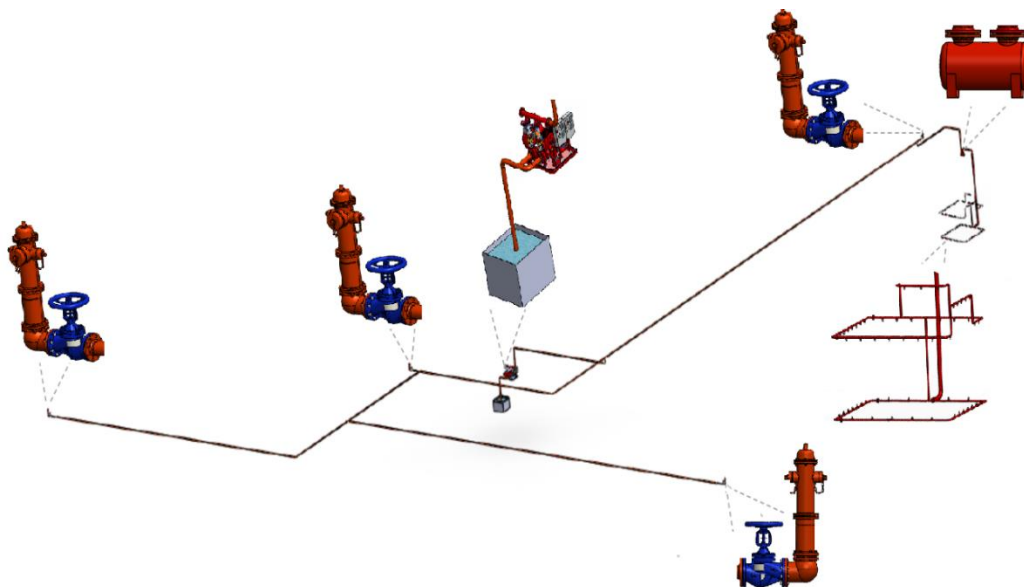


Figura 29 - Desenho da Rede de incêndio

5. CONCLUSÕES

A realização deste trabalho permitiu um significativo ganho sobre a temática de sistemas de proteção contra incêndios, isto ao nível histórico, legislação, dimensionamento e implementação. Os conhecimentos adquiridos permitiram realizar o projeto de dimensionamento de uma rede de hidrantes e de um sistema de deteção automática de incêndio para o transformador do G6 do A.H.Belver.

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho foi elaborada uma folha de cálculo para auxiliar o cálculo da RIA composta por uma rede de incêndio de 4 hidrantes, rede de extinção de incêndio do tipo *sprinklers* e uma central de bombagem de incêndio.

O dimensionamento da RIA, da rede de *sprinklers* e da central de bombagem, exigiu a leitura de normas e notas técnicas de sistema de incêndio.

No caso de estudo, foi possível abordar diferentes tipos de sistemas de incêndio, nomeadamente redes de incêndio, bocas de incêndio, sistema automático de extinção de incêndios.

Quanto aos meios de extinção automática de incêndios, abordaram-se vários aspetos, desde a constituição dos diferentes tipos de sistemas e a aplicabilidade de cada um deles.

As instalações de *sprinklers* são comprovadamente meios de extinção automática de incêndio eficazes, e cada vez mais aplicados em Portugal. Todavia, o elevado investimento inicial, bem como os custos de manutenção, limitam a sua aplicação. Estes atuam rapidamente no foco de incêndio e não necessitam de intervenção humana. São uma “ferramenta” importante à salvaguarda da vida humana, assim como na proteção e vigilância de espaços de bens materiais.

O dimensionamento de sistemas de proteção contra incêndios é uma área da engenharia bastante complexa e minuciosa, pois para além de todos os conhecimentos que é necessário adquirir para elaborar um projeto deste tipo, é necessário também acreditação específica por parte de entidades competentes nesta área (ANPC; OE, OET) apoiadas por decretos regulamentares.

Em suma, é possível concluir que para além do vasto conhecimento adquirido, tanto a nível teórico como prático no tópico da segurança contra incêndio em edifícios, o trabalho realizado permite uma passagem de conhecimento para o leitor. Esta passagem de conhecimento torna-se ainda mais relevante pelo facto de o tema abordado ser uma aplicação

prática de algumas das matérias das unidades curriculares ao dispor na maioria das licenciaturas e mestrados de engenharia.

6. REFERÊNCIAS

- [1] “<https://bombeirosportugal.wordpress.com/historia-dos-bombeiros/>,” [Online]. Available: <https://bombeirosportugal.wordpress.com/historia-dos-bombeiros/>.
- [2] Almeida, M. A. D., Do exercício do fogo Associação Nacional de Bombeiros Profissionais., Lisboa: (Org. e Coord.), 1996.
- [3] Castro, Carlos F. d. e Abrantes, José B, “Manual de segurança contra incêndio em edifícios,” Escola Nacional de Bombeiros, Sintra, 2004.
- [4] “Iso 9000 Family Quality Management,” [Online]. Available: <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>.
- [5] Vicêncio, H, “Segurança contra incêndio em edifícios: Regime jurídico e atividade da ANPC, PROCIV,” *Boletim Mensal da Autoridade Nacional de Protecção Civil*, nº nº 37, pp. pp. 4-5, 2011.
- [6] Cunha, D.V.F, “Análise do risco de incêndio de um quarteirão do centro histórico da cidade do Porto,” *Relatório de dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*, p. p.177, 2010.
- [7] Duarte, R. B.; Ribeiro, I.S, “Coleta de dados de incêndio. In: SEITO, Alexandre Itiu et al(Coords),” *A segurança contra incêndio no Brasil*, pp. p347-363, 2008.
- [8] C. d. U. Europeia, “Decisão de conselho 93/465/CEE,” 22 julho 1993. [Online]. Available: <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/f397eaec-47a4-4fed-a56e-52a0a9d77f79/language-pt>.

- [9] “Decisão do Conselho 90/683/CEE,” 13 Dezembro 1990. [Online].
Available: <http://data.europa.eu/eli/dec/1990/683/oj>.
- [10] “Directiva do Conselho 83/189/CEE,” 28 março 1983. [Online].
Available: <http://data.europa.eu/eli/dir/1983/189/oj>.
- [11] Europeia, Comissão, “Decisão 2000/147/CE,” 08 02 2000. [Online].
Available: <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/9f871614-bbe8-4088-b726-709ba26881d6>.
- [12] Europeia, Comissão, “Decisão da comissão 2003/632/CE,” 26 Agosto 2003. [Online]. Available: https://www.apsei.org.pt/media/recursos/legislacao/leg-europeia/decisao_2003_632_ce_1262775378.pdf.
- [13] Comissão Europeia, “Decisão da comissão 2000/367/CE,” 3 maio 2000. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A02000D0367-20110412>.
- [14] Comissão Europeia, “Decisão Europeia 2003/629/CE,” 27 agosto 2003. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32003D0629>.
- [15] Santos, C.A.P, “A classificação europeia de reacção ao fogo dos produtos de construção,” *Laboratório Nacional de Engenharia Civil: Lisboa*, p. p.39, 2011.
- [16] Vaughan Beck, Claude Eaton, Peter Johnson, Ted Merewether, Caird Ramsay, John Richardson, Ross Freeman, Ray Lacey, Hamish MacLennan, Lawrence Reddaway, Ian Thomas, “Fire Safety and Engineering Project Report,” *the Warren Centre for Advanced Engineering*, 1989.

- [17] Australian Building Codes Board BCA, vol. One, 1996.
- [18] “Fire Code Reform Centre,” *Fire Engineering Guidelines*, 1996.
- [19] Frizzo T, Bonizário C, Borges M, Vasconcelos H, “Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do brasil,” *Oecologia Australis*, pp. 365-379., 2 2015.
- [20] Gomes, Ary Gonçalves, “Sistemas de Prevenção Contra Incêndios,” *Ed. Interciência LTDA*, 1998.
- [21] Editora, Edições Porto, Dicionário da Língua Portuguesa 2004, Porto, 2003.
- [22] Martins, Gil, “Substâncias Perigosas – Incêndios,” Porto, 2003.
- [23] “Triângulo do fogo,” [Online]. Available: <http://bushcraftberg.blogspot.com/2014/03/triangulo-do-fogo.html>.
- [24] Teixeira, G, “Sistemas de Automação e Manutenção de Edifícios,” *Conceção dos Sistemas de deteção e Proteção Contra Incêndios de uma Unidade Industrial, Dissertação*, 2013.
- [25] A. L. Coelho, “Segurança contra incêndio em edifícios de habitação,” 1998.
- [26] Ministério da Administração Interna, “Decreto-Lei n.º 220/2008,” *Diário da República n.º 220/2008, Série I*, 12 11 2008.
- [27] Decreto-Lei no 224/2015, p. 8740–8774, 2015.
- [28] Despacho n.º 2074/2009, p. 2050–2059, 2009.

- [29] Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, “SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS,” *NOTA TÉCNICA N.º 06 CATEGORIAS DE RISCO*, agosto 2020.
- [30] ANPC-04 (2013), Nota Técnica N.º 04 , “Simbologia gráfica para plantas de SCIE,” 2013.
- [31] Gouveia, A. M. C, “Análise de risco de incêndio em sítios históricos,” *Brasília/DF,IPHAN/MONUMENTA*, p. p.104, 2006.
- [32] David Lange, José L. Torero, Andrés Osorio , Nate Lobel, Cristian Maluk , JuanP. Hidalgo, Peter Johnson, Marianne Foley, AshleyBrinson, “Identifying the attributes of a profession in the practice and regulation of fire safety engineering,” *Fire Safety Journal*, 2021.
- [33] Gil L, Afonso Antonio; Negrisolo, Walter, “Aprendendo com os grandes incêndios,” Vols. %1 de %2São Paulo: Projeto Editora,, p. p. 37, 2008.
- [34] Pedroso, Vitor M. R, *Sistemas de combate a incêndios em edifícios*, LNEC, 2016.
- [35] Coelho, A. L, *Incêndios em Edifícios*, (E. Orion, Ed), 2010.
- [36] Pedroso, V. M. R, *SISTEMAS DE COMBATE A INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS de acordo com a nova regulamentação*, Lisboa: LNEC,Ed, 2016.
- [37] Diário da República, “Nota Técnica n.º 14”.*Fontes de Abastecimento de Água para o Serviço de Incêndio (SI)*.
- [38] “Helpmanut,” [Online]. Available: <https://www.helpmanut.com/tipos-de-bombas-dagua-que-sao-utilizadas-em-incendio/>.

- [39] D., Brock P, Fire Protection Hydraulics and Water Supply Analysis Protection, Publications Oklahoma State University. Oklahoma, 1990.
- [40] Varela, A. P. F. e Rodrigues, J. P. C, “Alguns erros e omissões na elaboração e implementação de projectos de segurança contra incêndio em edifícios,” em *2as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos*. ISBN: 978-972-96524-5-5, Coimbra, 2011.
- [41] Anepc, “Segurança Contra Incêndio em Edifícios- Nota Técnica nº 07”. *Hidrantes Exteriores*.
- [42] Interna, Ministério da Administração, “Diário da República n.º 2250/2008,” *Portaria n.º 1532/2008*, nº 250, pp. 9050 - 9127, 29 12 2008.
- [43] “Pinto Cruz,” [Online]. Available: <https://www.pintocruz.pt>.
- [44] “Apta,” [Online]. Available: <https://www.apta.pt>.
- [45] Portaria no 1532/2008, p. 9050–9127, 2008.
- [46] European Committee for Standardization (EN 12845), “Fixed firefighting systems,” *Automatic sprinkler systems – design, installation and maintenance*, 2009.
- [47] National Fire Protection Association (NFPA 13), “Standard for the Installation of SprinklerSystems,” 2007.
- [48] Autoridade Nacional de Proteção Civil, “Nota Técnica nº 16,” *Complementar ao Regulamento Geral de SCIE*, 01 12 2011.
- [49] NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION – Automatic Sprinkler Systems, “Handbook,” 2010.

- [50] Ferreira de Castro, Carlos, Barreira Abrantes, José, Manual de Segurança contra Incêndio em Edifícios, Sintra: Escola Nacional de Bombeiros, 2009.
- [51] Andrei Kamluk , Alexey Likhomanov, Alexander Grachulin, “Field testing and extinguishing efficiency comparison of the optimized for,” *Fire Safety Journal*, 2020.
- [52] “Foam extinguishing systems,” [Online]. Available: <https://accuro.at/en/technologie-en/foam-extinguishing-systems.html>.
- [53] T.P. Tsai, H.C. Yang, P.H. Liao, “The application of concurrent engineering in the installation of foam fire extinguishing piping system,” *Proc. Eng. 14*, pp. 1920-1928, 2011.
- [54] J. Rakowska, “Best practices for selection and application of firefighting foam,” *MATEC Web Conf*, vol. 00014, 2018.
- [55] I. Tureková, K. Balog, “The environmental impacts of fire-fighting foams,” *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology 18*, pp. 111-120, 2011.
- [56] X. Zhou, H. Yu,, “Experimental investigation of spray formation as affected by sprinkler geometry,” *Fire Saf. J.*, vol. 46, p. 140–150, Abril 2011.
- [57] A.E. Cote, J.R. Hall, P.A. Powell, C.C. Grant, *Fire Protection Handbook*, vol. 19th ed, National Fire Protection Association Inc, 2003.
- [58] M. J. Spearpoint, J. V. Murrell, P. Rock & J. N. Smithies, “An Experimental Study of a Detector-operated Water Discharge System to Enhance Life Safety,” *Fire Safety Journal*, vol. 26, pp. 151-179, 1996.

- [59] P.J. DiNenno, *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, vol. Third ed, National Fire Protection Association Inc, 2002.
- [60] Nam, Soonil, “Development of a Computational Model Simulating,” *Fire Safety Journal*, vol. 26.
- [61] Neves, Carlos Valbom, “Proteção contra incêndios com FM200 e NOVEC 1230,” *ISEP - DEE - Neutro à Terra - Revista Técnico-Científica*, vol. 20, 2017.
- [62] “3M website,” [Online]. Available: <http://www.3M.com/novec1230fluid>.
- [63] S. T. Protector. [Online]. Available: <https://sergi-tp.com/en/transformer-protector/item/4-design-and-applications>.
- [64] National Fire Protection Association, “NFPA 850,” 2020.
- [65] Lencastre A, “Hidráulica Geral,” *Edição de Autor*, 1996.
- [66] Netto, A.; Fernandez, M. F.; Araujo, R.; Ito, A. E, *Manual de Hidráulica*, 8ª edição, ISBN 85-212-0277-6 ed., Edgard Blücher Lta, 1998.
- [67] Quintela A, *Hidráulica Serviço de Educação e Bolsas*, 12º ed., Fundação Calouste Gulbenkian, 2011.
- [68] Ministério da Administração Interna - Autoridade Nacional de Proteção, “Despacho 12605/2013, de 3 de Outubro,” *Diário da República n.º 191/2013, Série II*, 03 10 2013.

7. ANEXOS

7.1. Anexo I - História da EDP



Figura 30 - Anexo I - Central termoelétrica EDP

Portugal era, no princípio do século XX, um país fortemente dependente das importações de carvão britânico, a chamada "hulha negra". Com as paragens de fornecimento durante as guerras, a solução foi aproveitar o que ficou conhecido como a "hulha branca": a força dos rios.

Foi em 1944 que se deram alguns dos passos mais importantes para o que é hoje a empresa de eletricidade portuguesa. José Ferreira Dias Júnior, subsecretário de Estado da Indústria e do Comércio, elaborou a Lei 2002, conhecida como Lei da Eletrificação Nacional e lançou as bases do sistema elétrico português.

No seguimento da nova Lei da Eletrificação Nacional, em 1945, tinham nascido a Hidroelétrica do Cávado, para os rios Cávado e Rabagão, e a Hidroelétrica do Zêzere, as duas empresas de capitais públicos e privados, que se lançam na construção de grandes barragens. Logo em 1951 entram em funcionamento a central hidroelétrica de Vila Nova (Cávado) e de Castelo do Bode (Zêzere), que três anos depois já representavam mais de 50% da produção elétrica portuguesa. Os preços praticados por estas duas empresas transformam-se também numa referência para a distribuição nacional, fragmentada em dezenas de grandes, médias e pequenas concessionárias.

Nos anos 50, nascem ainda a Hidroelétrica do Douro e a empresa Termoelétrica Portuguesa - esta última viria a ser responsável pelos projetos de importantes centrais térmicas, a carvão

e a fuelóleo, que anos depois entraram em funcionamento, como as centrais da Tapada do Outeiro (começou a operar em 1959, em Gondomar), do Carregado (final dos anos 60, Alenquer) e Tunes (1973, em Silves), sucederam-se as centrais hidroelétricas de Belver (1952), Salamonde (1953), Cabril (1954), Bouçã e Caniçada (1955) e Paradela (1958).

A EDP foi criada em 1976, através da fusão de 13 empresas que tinham sido nacionalizadas em 1975, então com o nome "Eletricidade de Portugal". Então, como empresa estatal, ficou a seu cargo a eletrificação de todo o país, a modernização e extensão das redes de distribuição elétrica, do planeamento e construção do parque electroprodutor nacional e do estabelecimento de um tarifário único para todos os clientes.

Em meados da década de 1980 a rede de distribuição da EDP cobria 97% do território de Portugal continental e assegurava 80% do fornecimento de energia elétrica em baixa tensão. Em 1991, o Governo decidiu alterar o estatuto jurídico da EDP, de Empresa Pública para Sociedade Anónima.

Em 1994, depois de uma profunda reestruturação, foi constituído o Grupo EDP.

Em 1996, os primeiros passos na internacionalização do Grupo EDP. Seguiram-se cinco fases de privatização: maio de 1998, junho de 1998, outubro de 2000, Novembro de 2004 e Dezembro de 2005

Em junho de 1997 ocorre a primeira fase de privatização da EDP, tendo sido alienado 30% do capital. Foi uma operação de grande sucesso em que a procura superou a oferta em mais de trinta vezes, e pela qual mais de oitocentos mil portugueses (cerca de 8% da população) se tornaram acionistas da EDP.

Em 2001 a EDP entra no Mercado de Gás Espanhol. Dá-se o início do Processo de reestruturação da EDP.

Em 2004 a apresentação da nova marca EDP-Energias de Portugal, associado a um novo logotipo.

Em 2007, o Grupo EDP, através da sua subsidiária Energias Renováveis, adquire um dos maiores produtores de energia eólica do mundo, a *Horizon Wind Energy*,

Em 2010, a marca EDP figura na 192.^a posição da lista das 500 de maiores do mundo, sendo a marca portuguesa mais bem posicionada com 3,2 mil milhões de euros.

Em 2011, 60 por cento dos resultados da empresa foram gerados fora de Portugal para tal contribuiu o crescimento dos negócios das renováveis e do Brasil.

Em 2010 e 2011 a EDP foi eleita a líder mundial do índice “*Dow Jones Sustainability Index*” nas empresas do sector elétrico.

Em 2013 a Parpública, empresa que gere as participações do Estado, vendeu as últimas ações detidas na EDP, num total de 4,144% do capital social da elétrica, por 2,35 euros por ação, com um encaixe de 356 milhões de euros.

Em 2014 a conclusão da venda pela EDP Brasil de 50% nas centrais hídricas de Jari e Cachoeira Caldeirão. A EDP Renováveis executa transação de rotação de ativos nos EUA e em França.

Foi reconhecida como a melhor empresa europeia e mundial no setor das *utilities* nos índices DJSI.

A EDP Brasil assina acordo de compra da participação da Eneva na central de Pecém I.

A EDP vende ativos de gás à Redexis nas regiões de Múrcia, Extremadura e Gerona. Em 2015 a EDP emite obrigações no montante de 750€ com vencimento em abril de 2025.

A EDP Brasil conclui a compra da participação da ENEVA na central de Pecém I; EDPR conclui venda à CTG de participações minoritárias em parques eólicos no Brasil.

No mercado das energias renováveis, a EDP, através da EDP Renováveis, é hoje um dos maiores *players* eólicos do mundo, com 10,052 MWs instalados no final de 2016. Tem, ainda, operações e projetos em Portugal, Espanha, França, Estados Unidos, Reino Unido, Itália, Bélgica, Polónia, Roménia e Brasil.

Com quatro décadas de existência, a EDP é, nos dias de hoje, uma empresa de referência mundial. Sendo que é um dos maiores operadores europeus no sector da energia e um dos maiores produtores de energia eólica a nível mundial.



Figura 31 - Anexo I - Mapa Cronológico EDP 1978 a 2022

Grupo EDP

Atualmente o Grupo EDP conta com mais de 11.500 colaboradores e está presente em toda a cadeia de valor da eletricidade e na atividade de comercialização de gás.

É a quarta produtora de energia eólica do mundo e quase 66% da energia que produzimos é renovável. Fornece eletricidade e gás a mais de 11 milhões de clientes.

O grupo EDP para além da presença em Portugal através do centro corporativo, o Grupo EDP é integrado pela EDP Espanha, pela EDP Brasil e pela EDP Renováveis. Saiba mais sobre cada uma destas empresas.

O grupo EDP está inserido em 14 países e quatro continentes, fornecendo 10 milhões de clientes de energia elétrica e 1.2 milhões de pontos de ligação de gás. Para conseguir dar resposta emprega mais de 12 mil colaboradores em todo o mundo. Importa ainda referir que produz 70 % da sua energia com origem em recursos renováveis, apresentando uma capacidade instalada de 25.223 MW e um valor de 78.214 GWh de eletricidade distribuída.

Políticas e Princípios

Como princípios e políticas o Grupo EDP, reflete os compromissos a estratégia a determinados temas corporativos transversais a todos os negócios em que a EDP, tentado posicionar-se da melhor forma. Estes visam unificar o posicionamento e a atuação do Grupo de uma forma transparente e responsável em todas as áreas onde se desenvolve a sua atividade e nas matérias de interesse geral para os seus *stakeholders* e sociedade em geral. Abaixo, são descritos os princípios e políticas mais relevante:

- Política de Ambiente;
- Política de Biodiversidade;
- Política de Formação;
- Política de Gestão Financeira;
- Política de Segurança de Informação;

- Política de Segurança e Saúde no Trabalho;
- Princípios de Desenvolvimento Sustentável;
- Política de Gestão Empresarial do Risco;
- Política de Mobilidade Interna-Local e Internacional
- Redes Sociais: Princípios, Valores e Política;
- Política de Voluntariado;
- Ética na EDP;
- Política de Gestão da Água;
- Compromisso de Práticas de Sã Concorrência;
- Política de Diversidade;
- Política de Relacionamento com *Stakeholders*;
- Política Fiscal do Grupo EDP;
- Governo de Dados Comerciais;
- Política de Investimento Social;
- Política de Compras Sustentáveis;
- Código de Conduta ao Fornecedor;
- Política de Processos;
- Manual de Compras EDP;
- Política de Prevenção e Controlo do Álcool;
- Política da Qualidade UND;

Política da Qualidade Específica no Tratamento das Reclamações

Ética e Conduta

Uma vez que a EDP pretende continuar a afirmar-se pela exemplaridade a ética e integridade são condições indispensáveis para o sucesso sustentado das estratégias de negócio. Assim, a EDP assume voluntariamente políticas e procedimentos que adotam no Código de ética. Portanto, a EDP pretende uma avaliação da dimensão ética das ações executadas pelos seus colaboradores ou por terceiros, agindo em seu nome, em qualquer atividade. Garantir um elevado grau de consciencialização e de exigência ética, ao nível individual, reduzindo o risco de ocorrência de más práticas éticas e manter uma cultura empresarial consistente com os valores assumidos, ponderar a consequência e a responsabilidade dos atos, são os principais objetivos da Ética no Grupo EDP.

Valores, Visão e Compromissos

Como base para o sucesso de cada empresa estão os valores sobre os quais esta acredita. No caso do Grupo EDP e perspetivando sempre o horizonte, é assumido um compromisso contínuo de trabalhar para as pessoas e para as suas comunidades, meio ambiente e fortemente empenhado em inovar. Assim sendo, a EDP apresenta-se como uma empresa global de energia, líder em criação de valor e sustentabilidade. Seguem-se abaixo os seus valores e uma forma discriminada:

- **Iniciativa:** Manifestada através dos comportamentos e atitudes das nossas pessoas;
- **Confiança:** Dos acionistas, clientes, fornecedores e outros *stakeholders*;
- **Excelência:** Na forma como executa.
- **Sustentabilidade:** Visando a melhoria da qualidade de vida das gerações atuais e futuras;
- **Inovação:** Com o intuito de criar valor nas diversas áreas em que atuamos.

A EDP também está ligada às pessoas, construindo relações sólidas e genuínas entre clientes, parceiros e as suas comunidades. Desta forma, a EDP é uma empresa com um forte compromisso em satisfazer as necessidades individuais. Portanto, como compromissos a EDP apresenta os seguintes:

- **Compromissos com os Clientes:** Coloca-se no lugar dos seus clientes e escuta-os sempre que toma uma decisão;
- **Compromisso com as Pessoas:** Acredita que o equilíbrio entre a vida profissional e pessoal é fundamental para alcançar o sucesso;
- **Compromissos com a Sustentabilidade:** Promove ativamente a eficiência energética;
- **Compromisso com os Resultados:** Exige a excelência em tudo o que faz.

Sustentabilidade

Como já destacado acima, a EDP acredita que o futuro pertence não só a quem tem uma perspetiva responsável sobre o planeta, mas também a quem proporciona essa capacidade a outras pessoas. Assim, a EDP é ambientalmente consciente de todos os processos, através da manutenção de práticas de negócio sustentáveis, transversais a toda a organização. De igual forma, investe na sociedade e na cultura, procurando apoiar causas

sociais que lhe são sensíveis. Preocupa-se em melhorar questões sociais como a pobreza e a educação infantil e, também, providenciar assistência a instituições sociais e culturais.

Abaixo são apresentados os princípios de desenvolvimento sustentável do grupo EDP, definidos pelo CA (Conselho de Administração):

- Valor económico e social;
- Inovação;
- Integridade e boa governação;
- Ecoeficiência e proteção ambiental
- Transparência e diálogo;
- Capital humano e diversidade;
- Desenvolvimento social e cidadania;

Atualmente os mercados financeiros valorizam, cada vez mais, os critérios de sustentabilidade da empresa nas suas opções de investimento. Devido à crise financeira de 2008, os investidores mundiais focam-se em empresas com boas práticas nos três pilares de Sustentabilidade (Ambiente, Sociedade e Economia). Para tal, a EDP é membro dos respetivos índices:

- *Dow Jones Sustainability Indexes;*
- *FTSE4Good Index Series;*
- *ESI Index Sustainability;*
- Índices ECPI.

Negócio

No seu negócio e no setor energético a EDP é uma empresa que integra a produção, distribuição e comercialização da energia (sendo o único grupo da Península Ibérica). A EDP atualmente também apresenta um peso e importância relevante no sector do gás da Península Ibérica, através da Naturgas em Espanha, o segundo operador deste mercado, e, em Portugal através da EDP Gás, a segunda maior empresa de distribuição.

Nos 14 países em que o Grupo EDP está inserido, a EDP é o terceiro maior produtor mundial de energia eólica através da EDP Renováveis, destacando-se os Estados Unidos da América, através da EDP *Renewables North America*. A EDP Renováveis também apresenta ativos de produção eólica e projetos em Portugal, Espanha, França, Bélgica, Polónia, Roménia, Itália e Reino Unido.

Em suma, o Grupo EDP apresenta as seguintes Unidades de Negócio:

- Gás na Península Ibérica;
- Consultoria;
- Distribuição de Energia;
- Energias Renováveis;
- Produção de Eletricidade;
- Comercialização;
- EDP no Brasil.

A figura seguinte ilustra as unidades de negócio e os serviços partilhados pelo grupo EDP:

Empresa	País	Negócios					Suporte Transversal	Outros
		Geração	Trading	Distribuição	Comercialização	Serviços	Serviços Partilhados	
EDP.P		⚡					↑	
EDP.D				⚡				
EDP.SU			⚡					
EDP.C					⚡	⚡	↑	
EDP.SC							↑	
EDP.G							↑	
EDP.G.D				⚡				
EDP.G.SU					⚡			
EDP.G.P				⚡	⚡	↑		
EDP.V							↑	
EDP.INOV							↑	
LABELEC						↑		
SÁVIDA							↑	
EDP.I&P							↑	
Fundação EDP								🏠
EDP.España		⚡		⚡	⚡	↑		
Fundación EDP								🏠
EDP.Brasil		⚡		⚡	⚡	↑		
Instituto EDP								🏠
EDP.R		⚡						
EDP.INT						↑		
UNGE			⚡					

Legenda:

⚡ Eletricidade ⚡ Gás ↑ Serviço 🏠 Utilidade Pública

Figura 32 - Anexo I - Unidade de negócio EDP

Modelo de Gestão

A EDP apresenta um modelo de gestão onde prevê um Centro Corporativo, Unidades de Negócio/Serviços Partilhados e Comitês de Gestão. A figura abaixo ilustra esse modelo:

O Centro Corporativo atua através de um modelo de *Strategic manager* de forma a manter o alinhamento de estratégias e a difusão da cultura EDP. Por outro lado, o CAE da EDP é o órgão responsável pela gestão das atividades da empresa e por definir o modelo de gestão pretendido para o Grupo. Ainda no seguimento do contexto, as direções corporativas assumem uma função estruturante de apoio ao CAE na definição e no controlo da execução das estratégias.

As unidades de negócio são responsáveis por desenvolver a estratégias e operações de maneira a concretizar um plano de negócios e as unidades de serviços partilhados são responsáveis por desenvolver a estratégia e plano de prestação de serviços internos de carácter transversal.

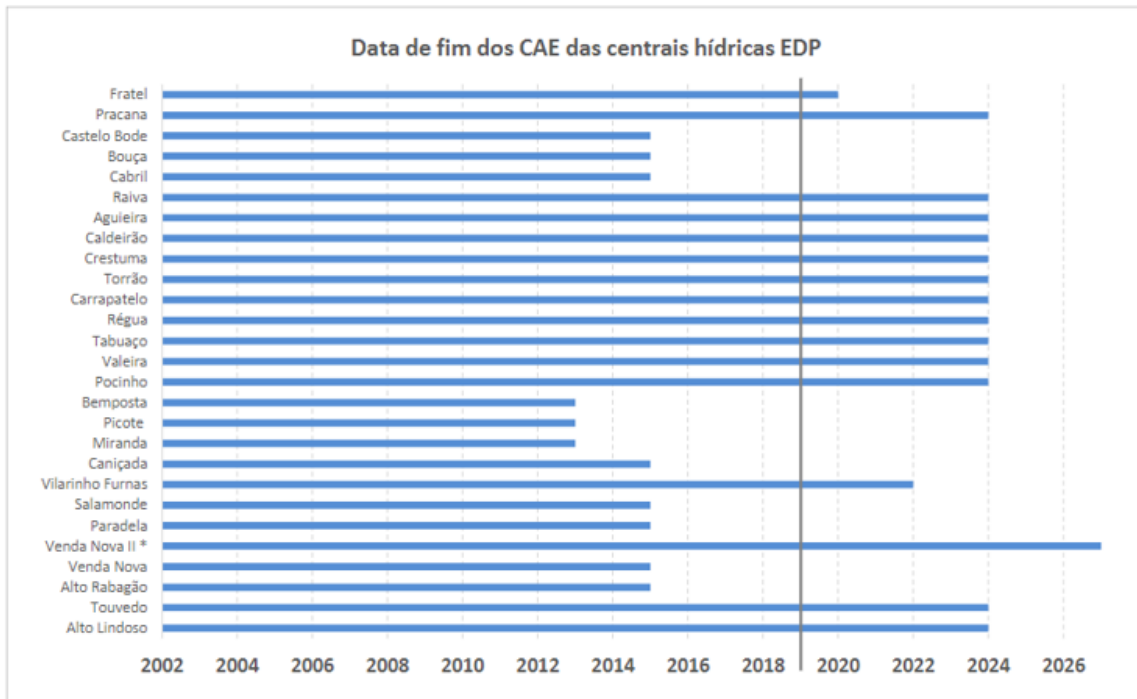
Os comités de gestão são um input de informação para suporte às decisões tomadas pelo CAE, são ainda instrumentos de alinhamento, decisão e implementação de práticas com impacto num conjunto de áreas de organização. Por último e na base da pirâmide, encontram-se os provedores onde a sua função é receber e emitir recomendações sobre críticas, sugestões e reclamações, encontram-se ainda as fundações e instituto que apresentam um papel fundamental na promoção do conhecimento científico e tecnológico nas áreas da energia e ambiente.

O Sistema Electroprodutor da EDP

A produção de eletricidade em Portugal é caracterizada, ao nível da potência instalada pelo predomínio da produção térmica com cerca de 50%, sendo o gás natural responsável por ¼ deste valor. As grandes centrais hídricas representam pouco mais de 35%, enquanto os outros tipos de produção (mini-hídricas, eólica, cogeração) representam os restantes 15%. A EDP é responsável pela totalidade das grandes centrais hídricas e por cerca de 70% da produção térmica, participando também ativamente nos outros processos de produção – mini-hídricas, eólicas, cogeração, etc.

Com a liberalização do mercado energético em Portugal, e com publicação do Decreto-Lei n.º 240/2004, de 27 de dezembro, foram assinados, em janeiro de 2005, os acordos de extinção dos CAE relativos aos centros electroprodutores pertencentes ao Grupo

EDP e estabelecido um mecanismo de compensação para a manutenção do equilíbrio contratual (CMEC).



* 2027 é ano de fim de CAE de Venda Nova II. A central de Venda Nova I tem como data de fim do CAE 2015

Figura 33 - Anexo I - Duração dos CAE das Centrais Hídricas do Grupo EDP em Portugal

Em 2006, a Diretiva 2006/32/CE estabeleceu as linhas orientadoras para a execução de um uso mais racional da energia e dos serviços energéticos, aumentando a eficiência energética na União Europeia. Com base neste pressuposto surge a criação do Mercado Ibérico de Eletricidade (MIBEL), o qual concedeu estabilidade regulatória aos produtores nacionais, progredindo para uma aproximação das tarifas verificadas em Espanha.

Desta forma, os operadores de produção de energia com base nas fontes renováveis e cogeração encontram-se num regime especial (PRE) de venda de energia. Por outro lado, os grandes centros produtores hídricos e térmicos funcionam no regime ordinário (PRO), operando no mercado diário do MIBEL.

7.2. Anexo II - Cálculos para dimensionamento RIA

A.H.BELVER - CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DA REDE DE HIDRANTES

Critério de dimensionamento		
Caudal 2 hidrante QH1-QH2	144 m ³ /h	0,04 m ³ /s
Caudal 1 hidrante	72 m ³ /h	0,02 m ³ /s
Pressão de funcionamento	6,5 bar	65,5 mca
Viscosidade dinâmica água	0,001002 Pa·s ou kg/(m·s)	
Massa específica do fluido	1000 kg/m ³	
Viscosidade cinemática da	0,000001002 m ² /s	
Rugosidade Inox ε	0,015 mm	0,000015 m
Rugosidade PE ε	0,03 mm	0,00003 m
Altura intermédia	45 mca	
Cota água máx	46,15 m	
Cota água intermédia	45 m	
Cota água min	44,3 m	
Cota hidrantes	47,5 m	
Cota Picagem tubagem alim	44,3 m	
Cota Válvula de pé	41 m	

Ver desenho.

H1 e H2 simultaneamente																		
Codificação das Traços	Nº Bocas de Incêndio abastecidas- Nº abast	Comprimentos traços		Diâmetros		Caudal		Designação o tubo	Área (m ²)	Perímetro (m)	Coef	Velocidade (m/s)	Perda de carga			Altura(m)	Hidrante mais desfavorável (mca)	Pressão hidrantes(bar)
		L(m)	Leq=1,25xL (m)	Ø exterior (mm)	Ø interior (mm)	Q (l/min)	QC (l/s)						ΔH Unit(mca)	ΔH Traço(mca)	Perda de carga Total(mca)			
A)-GP	2 Hidrantes	11,3	14,125	165,1	155,1	2400	40	Aço Inox	0,0189	0,4873	150	2,1171	0,0227	0,3211	0,3439	3,30		
GP-B)	1 Hidrante	19	23,75	165,1	155,1	2400	40	Aço Inox	0,0189	0,4873	150	2,1171	0,0063	0,1498	0,1561	3,20		
B)-C)	1 Hidrante	90	112,5	165,1	155,1	1200	20	Aço Inox	0,0189	0,4873	150	1,0586	0,0063	0,7095	0,7158	3,20		
C)-H1	1 Hidrante	1,2	1,5	114	105	1200	20	Aço Inox	0,0087	0,3299	150	2,3097	0,0422	0,0632	0,1054	3,20	1,3212	6,3679
B)-D)	1 Hidrante	43,51	54,3875	165,1	155,1	1200	20	Aço Inox	0,0189	0,4873	150	1,0586	0,0063	0,3430	0,3493	3,20		
D)-H3	1 Hidrante	1,2	1,5	114	105	1200	20	Aço Inox	0,0087	0,3299	150	2,3097	0,0422	0,0632	0,1054	3,20	0,9547	6,4045
D)-E)	1 Hidrante	35,55	44,4375	165,1	155,1	1200	20	Aço Inox	0,0189	0,4873	150	1,0586	0,0063	0,2803	0,2866	3,20		
E)-F)	1 Hidrante	49,45	61,8125	165,1	155,1	1200	20	Aço Inox	0,0189	0,4873	150	1,0586	0,0063	0,3898	0,3961	3,20		
F)-H2	1 Hidrante	1,2	1,5	114	105	1200	20	Aço Inox	0,0087	0,3299	150	2,3097	0,0422	0,0632	0,1054	3,20	1,6374	6,3363
E)-G)	1 Hidrante	76,36	95,45	165,1	155,1	1200	20	Aço Inox	0,0189	0,4873	150	1,0586	0,0063	0,6020	0,6083	3,20		
G)-H1	1 Hidrante	1,2	1,5	114	105	1200	20	Aço Inox	0,0087	0,3299	150	2,3097	0,0422	0,0632	0,1054	3,20	1,8495	6,3150
ΔH Unit													0,2292	3,0484	3,2776			

Figura 34 - Anexo II - Cálculos para dimensionamento da RIA - Fórmula HAZEN-WILLIAMS

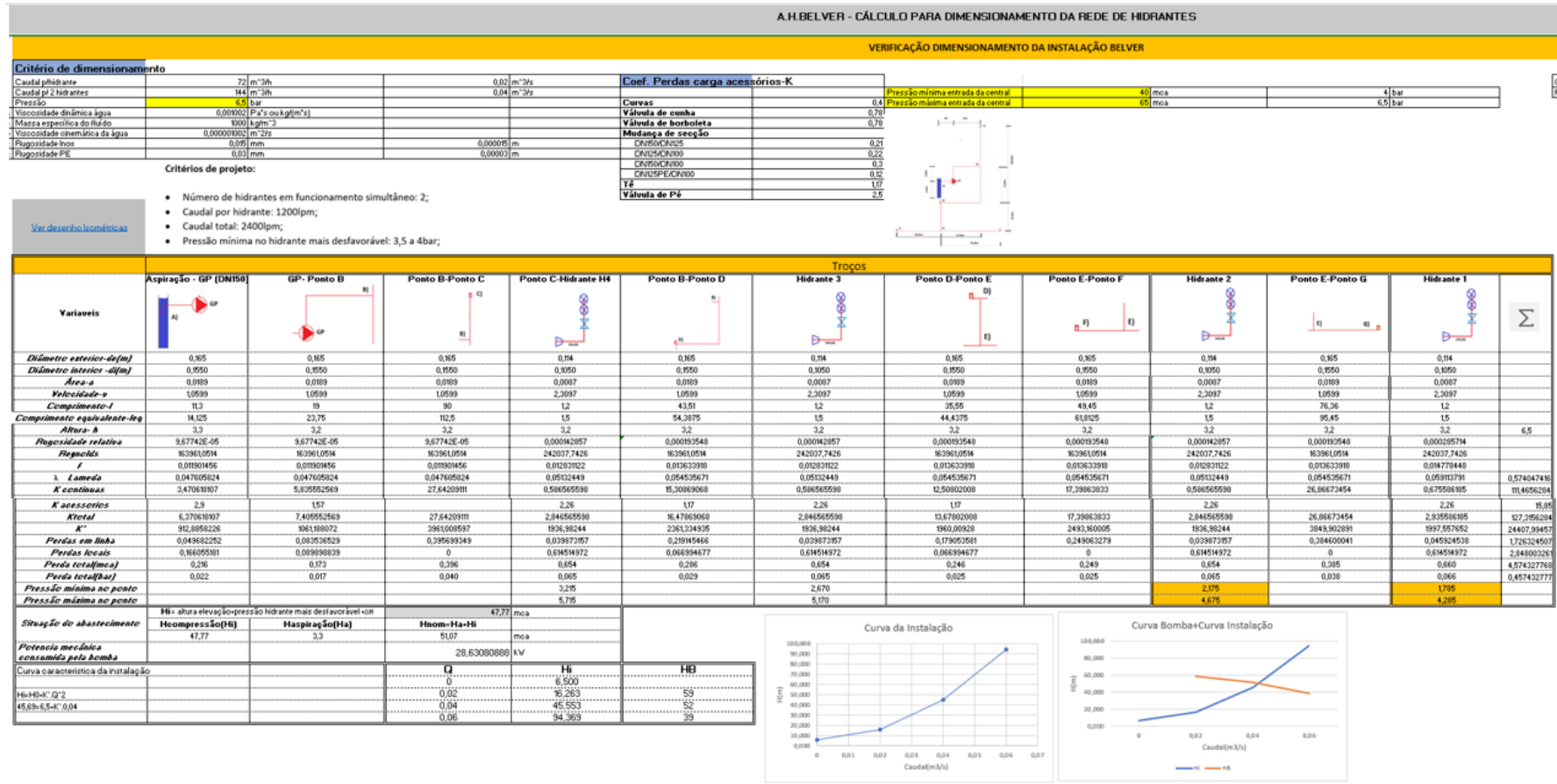


Figura 35 - Anexo II - Cálculos para dimensionamento da RIA - Perdas localizadas

A.H.BELVER - CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DA REDE DE SPRINKLERS

Transformador G6		Hazen Williams																	
Codificação o dos Traços	Nó	Elevação h(m)	Comprimento traços L(m)	Leq=L,25xL (m)	Nº sprinklers		Caudal			Diâmetro			Velocidade (m/s)	Perda de carga continua(m)	Perda de carga localizada(m)	Perda de carga Total(mca)	Pressão	Constante de rugosidade	
					Simultâneos	Total	Q (L/min)	Q acumulado (L/min)	Q acumulado (m³/s)	DN (mm)	Ø interior (mm)	Ø interior (m)							
7	S9-S10	4,38	0,6	0,75	14	35	67,50	945	0,0158	76,1	68,9	0,069	4,224	0,2109	0,1582	0,3691	6,4193	150	
8	S10-S11	4,38	0,6	0,75	16	35	67,50	1080	0,0180	76,1	68,9	0,069	4,828	0,2700	0,2025	0,4726	6,4089	150	
9	S11-S12	4,38	0,6	0,75	18	35	67,50	1215	0,0203	76,1	68,9	0,069	5,431	0,3358	0,2518	0,5876	6,3974	150	
10	S12-S13	4,38	0,6	0,75	20	35	67,50	1350	0,0225	76,1	68,9	0,069	6,035	0,4080	0,3060	0,7141	6,3848	150	
11	S13-S14	4,38	0,6	0,75	22	35	67,50	1485	0,0248	76,1	68,9	0,069	6,638	0,4867	0,3650	0,8518	6,3710	150	
12	S14-S15	3,2	1,22	1,525	24	35	67,50	1620	0,0270	76,1	68,9	0,069	7,242	0,5717	0,8719	1,4436	6,3236	150	
13	S15-S16	3,2	0,65	0,8125	26	35	67,50	1755	0,0293	76,1	68,9	0,069	7,845	0,6630	0,5387	1,2017	6,3478	150	
14	S16-S17	3,2	0,65	0,8125	28	35	67,50	1890	0,0315	76,1	68,9	0,069	8,449	0,7604	0,6178	1,3782	6,3302	150	
15	S17-S18	3,2	0,65	0,8125	30	35	67,50	2025	0,0338	76,1	68,9	0,069	9,052	0,8639	0,7019	1,5659	6,3114	150	
16	S18-S19	3,2	0,65	0,8125	32	35	67,50	2160	0,0360	76,1	68,9	0,069	9,655	0,9735	0,7910	1,7644	6,2916	150	
17	S19-S20	3,2	0,65	0,8125	34	35	67,50	2295	0,0383	76,1	68,9	0,069	10,259	1,0890	0,8848	1,9738	6,2706	150	
18	S4-S3(b)	3,2	0,65	0,8125		35	67,50	0	0,0000	76,1	68,9	0,069	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	6,4680	150	
19	S3-S2	3,2	0,65	0,8125	4	35	67,50	270	0,0045	76,1	68,9	0,069	1,207	0,0208	0,0169	0,0377	6,4642	150	
20	S2-S1	3,2	0,65	0,8125	6	35	67,50	405	0,0068	76,1	68,9	0,069	1,810	0,0440	0,0357	0,0797	6,4600	150	
21	S1-S30	3,2	1,22	1,525	8	35	67,50	540	0,0090	76,1	68,9	0,069	2,414	0,0749	0,1142	0,1891	6,4491	150	
22	S30-S29	3,2	0,6	0,75	10	35	67,50	675	0,0113	76,1	68,9	0,069	3,017	0,1132	0,0849	0,1981	6,4482	150	
23	S29-S28	3,2	0,6	0,75	12	35	67,50	810	0,0135	76,1	68,9	0,069	3,621	0,1586	0,1189	0,2775	6,4402	150	
24	S28-S27	3,2	0,6	0,75	14	35	67,50	945	0,0158	76,1	68,9	0,069	4,224	0,2109	0,1582	0,3691	6,4311	150	
25	S27-S26	3,2	0,6	0,75	16	35	67,50	1080	0,0180	76,1	68,9	0,069	4,828	0,2700	0,2025	0,4726	6,4207	150	
26	S26-S25	3,2	0,6	0,75	18	35	67,50	1215	0,0203	76,1	68,9	0,069	5,431	0,3358	0,2518	0,5876	6,4092	150	
27	S25-S24	3,2	0,6	0,75	20	35	67,50	1350	0,0225	76,1	68,9	0,069	6,035	0,4080	0,3060	0,7141	6,3966	150	
28	S24-S23	3,2	0,6	0,75	22	35	67,50	1485	0,0248	76,1	68,9	0,069	6,638	0,4867	0,3650	0,8518	6,3828	150	
29	S23-S22	3,2	1,22	1,525	24	35	67,50	1620	0,0270	76,1	68,9	0,069	7,242	0,5717	0,8719	1,4436	6,3236	150	
30	S22-S21	3,2	0,65	0,8125	26	35	67,50	1755	0,0293	76,1	68,9	0,069	7,845	0,6630	0,5387	1,2017	6,3478	150	
31	S21-S20	3,2	0,65	0,8125	28	35	67,50	1890	0,0315	76,1	68,9	0,069	8,449	0,7604	0,6178	1,3782	6,3302	150	
32	S2-S31	4,58	2,23	2,7875	4	35	67,50	270	0,0045	76,1	68,9	0,069	1,207	0,0208	0,0579	0,0787	6,4463	150	
33	S31-S32	4,58	0,75	0,9375	4	35	67,50	270	0,0045	76,1	68,9	0,069	1,207	0,0208	0,0195	0,0403	6,4502	150	
34	S32-S33	4,58	0,75	0,9375	4	35	67,50	270	0,0045	76,1	68,9	0,069	1,207	0,0208	0,0195	0,0403	6,4502	150	
35	S33-S5	4,58	2,23	2,7875	4	35	67,50	270	0,0045	76,1	68,9	0,069	1,207	0,0208	0,0579	0,0787	6,4463	150	
36	S37-S38	0,3	0,9	1,125		24	67,50	0	0,0000	76,1	68,9	0,069	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	6,4970	150	
37	S38-S39	0,3	0,9	1,125	4	24	67,50	270	0,0045	76,1	68,9	0,069	1,207	0,0208	0,0234	0,0442	6,4926	150	
38	S39-S40	0,3	1,55	1,9375	6	24	67,50	405	0,0068	76,1	68,9	0,069	1,810	0,0440	0,0852	0,1292	6,4841	150	
39	S40-S41	0,3	0,65	0,8125	8	24	67,50	540	0,0090	76,1	68,9	0,069	2,414	0,0749	0,0609	0,1358	6,4834	150	
40	S41-S42	0,3	0,65	0,8125	10	24	67,50	675	0,0113	76,1	68,9	0,069	3,017	0,1132	0,0920	0,2052	6,4765	150	
41	S42-S43	0,3	0,65	0,8125	12	24	67,50	810	0,0135	76,1	68,9	0,069	3,621	0,1586	0,1289	0,2875	6,4683	150	
42	S43-S44	0,3	0,65	0,8125	14	24	67,50	945	0,0158	76,1	68,9	0,069	4,224	0,2109	0,1714	0,3823	6,4588	150	
43	S44-S45	0,3	0,65	0,8125	16	24	67,50	1080	0,0180	76,1	68,9	0,069	4,828	0,2700	0,2194	0,4894	6,1511	150	
44	S45-S46	0,3	0,65	0,8125	18	24	67,50	1215	0,0203	76,1	68,9	0,069	5,431	0,3358	0,2728	0,6086	6,1391	150	
45	S46-S47	0,3	1,55	1,9375	20	24	67,50	1350	0,0225	76,1	68,9	0,069	6,035	0,4080	0,7906	1,1986	6,0801	150	
46	S47-S48	0,3	0,9	1,125	22	24	67,50	1485	0,0248	76,1	68,9	0,069	6,638	0,4867	0,5476	1,0343	6,0966	150	
47	S48-S49	0,3	0,9	1,125	24	24	67,50	1620	0,0270	76,1	68,9	0,069	7,242	0,5717	0,6432	1,2149	6,0785	150	
48	S37-S36	0,3	0,9	1,125		24	67,50	0	0,0000	76,1	68,9	0,069	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	6,2000	150	
49	S36-S35	0,3	0,9	1,125	4	24	67,50	270	0,0045	76,1	68,9	0,069	1,207	0,0208	0,0234	0,0442	6,1956	150	
50	S35-S58	0,3	1,55	1,9375	6	24	67,50	405	0,0068	76,1	68,9	0,069	1,810	0,0440	0,0852	0,1292	6,1871	150	
51	S58-S57	0,3	0,65	0,8125	8	24	67,50	540	0,0090	76,1	68,9	0,069	2,414	0,0749	0,0609	0,1358	6,1864	150	
52	S57-S56	0,3	0,65	0,8125	10	24	67,50	675	0,0113	76,1	68,9	0,069	3,017	0,1132	0,0920	0,2052	6,1795	150	
53	S56-S55	0,3	0,65	0,8125	12	24	67,50	810	0,0135	76,1	68,9	0,069	3,621	0,1586	0,1289	0,2875	6,1713	150	
54	S55-S54	0,3	0,65	0,8125	14	24	67,50	945	0,0158	76,1	68,9	0,069	4,224	0,2109	0,1714	0,3823	6,1618	150	
55	S54-S53	0,3	0,65	0,8125	16	24	67,50	1080	0,0180	76,1	68,9	0,069	4,828	0,2700	0,2194	0,4894	6,1511	150	
56	S53-S52	0,3	0,65	0,8125	18	24	67,50	1215	0,0203	76,1	68,9	0,069	5,431	0,3358	0,2728	0,6086	6,1391	150	
57	S52-S51	0,3	1,55	1,9375	20	24	67,50	1350	0,0225	76,1	68,9	0,069	6,035	0,4080	0,7906	1,1986	6,0801	150	
58	S51-S50	0,3	0,9	1,125	22	24	67,50	1485	0,0248	76,1	68,9	0,069	6,638	0,4867	0,5476	1,0343	6,0966	150	
59	S50-S49	0,3	0,9	1,125	24	24	67,50	1620	0,0270	76,1	68,9	0,069	7,242	0,5717	0,6432	1,2149	6,0785	150	
														Σ	16,6143	15,9859	32,6002		

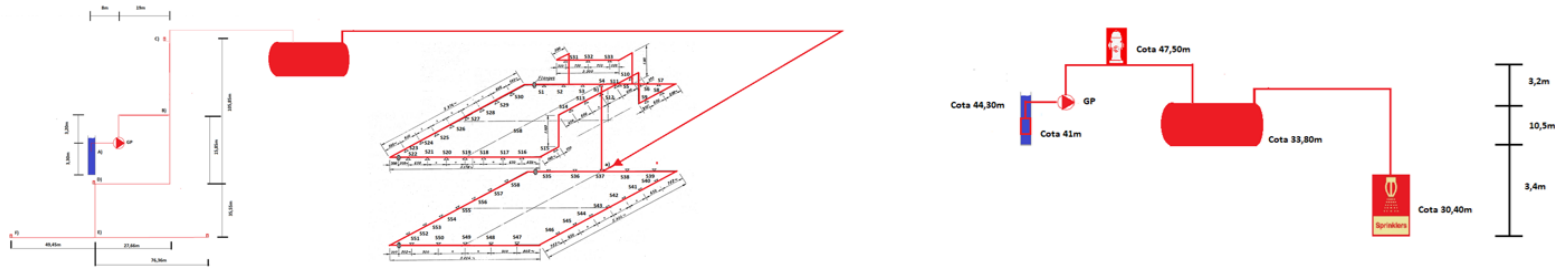
Figura 36 - Anexo II - Cálculo rede extinção de incêndio - Sprinklers

A.H.BELVER - CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DA REDE DE SPRINKLERS

Nº	Área (m ²)	Perímetro (m)	Rugosidade do material (m)	Q cada sprinkler (L/min)	Factor K	Ás-Área de cobertura (m ²)	Espaçamento entre sprinklers S (m)	Espaçamento entre sub-ramas D(m)	Áo- área de operação (m)	N- nº Sprinklers por sub-ramal	Área total da sala m ²	Quantidade mínima de sprinklers - QMS	Caudal cada Sprinkler Qmin (L/min)	Qunit (l/min/m ²)	Coefficiente de descarga do	Pmin (m.c.a)	V- Velocidade de escoamento (m/s)	Dímetro (m)
A]-B]	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	6	0.0000
B]-S4]-S5	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	7	0.0000
S5-S6	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	8	0.1127
S6-S7	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	9	0.1386
S7-S8	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	10	0.1908
S8-S9	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	11	0.1793
S9-S10	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	12	0.1880
S10-S11	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	13	0.2762
S11-S12	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	14	0.2312
S12-S13	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	15	0.2463
S13-S14	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	16	0.2604
S14-S15	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	17	0.3289
S15-S16	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	18	0.2916
S16-S17	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	19	0.3040
S17-S18	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	20	0.3168
S18-S19	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	21	0.3272
S19-S20	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	22	0.3381
S4-S3(b)	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	36	0.0000
S3-S2	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	35	0.0370
S2-S1	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	34	0.0547
S1-S0	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	33	0.0855
S30-S29	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	32	0.0888
S29-S28	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	31	0.1068
S28-S27	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	30	0.1252
S27-S26	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	29	0.1441
S26-S25	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	28	0.1636
S25-S24	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	27	0.1836
S24-S23	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	26	0.2043
S23-S22	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	25	0.2212
S22-S21	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	24	0.2526
S21-S20	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	23	0.2763
S2-S31	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	37	0.0521
S31-S32	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	38	0.0367
S32-S33	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	39	0.0363
S33-S34	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	40	0.0601
S34-S35	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	41	0.0000
S38-S39	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	42	0.0366
S39-S40	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	43	0.0619
S40-S41	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	44	0.0627
S41-S42	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	45	0.0762
S42-S43	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	46	0.0892
S43-S44	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	47	0.1018
S44-S45	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	48	0.1140
S45-S46	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	49	0.1258
S46-S47	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	50	0.1748
S47-S48	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	51	0.1607
S48-S49	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	52	0.1725
S37-S36	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	64	0.0000
S36-S35	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	63	0.0299
S35-S34	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	62	0.0515
S34-S33	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	61	0.0532
S33-S32	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	60	0.0660
S32-S31	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	59	0.0788
S31-S30	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	58	0.0916
S30-S29	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	57	0.1046
S29-S28	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	56	0.1177
S28-S27	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	55	0.1666
S27-S26	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	54	0.1662
S26-S25	0.0037	0.2165	0.0000363	68.8368	27.0	9.0000	3.70	2.43	260	5.230	36.3	4.033	67.5	10	105	41.327	53	0.1709

Figura 37 - Anexo II - Cálculo rede extinção de incêndio – Sprinklers (continuação)

A.H.BELVER - CÁLCULO PARA DIMENSIONAMENTO DA REDE DE SPRINKLERS



VERIFICAÇÃO DE CONDIÇÕES DE PRESSÃO HIDRANTES+SPRINKLERS					
Pressão a montante do grupo (mca)	ΔH Total (Perda carga)Hidrantes (mca)	Diferença geométrica a vencer (m)	Pressão hidrante H1 (mca)	ΔH Total (Perda carga)Sprinklers (mca)	Altura manométrica (mca)
3,2	3,27	6,5	40	32,60	79,17

Diferencial H0
65 mca 20 26,5

Potência mecânica consumida pela bomba	44,38	kW
Q	Hi	HB
0	26,50	
0,02	36,95	82,5
0,04	68,30	72,5
0,06	120,56	60,0

$H_i = H_0 + K' \cdot Q^2$

$K = 159,92$

$K' = \frac{8 \times K}{\pi^2 \times d^4 \times g}$

$K' = 26127,59457$

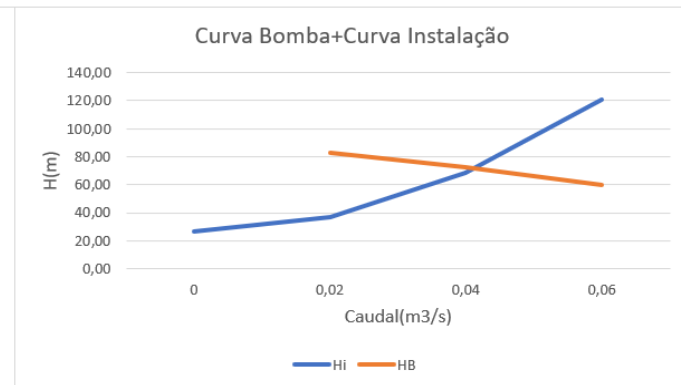
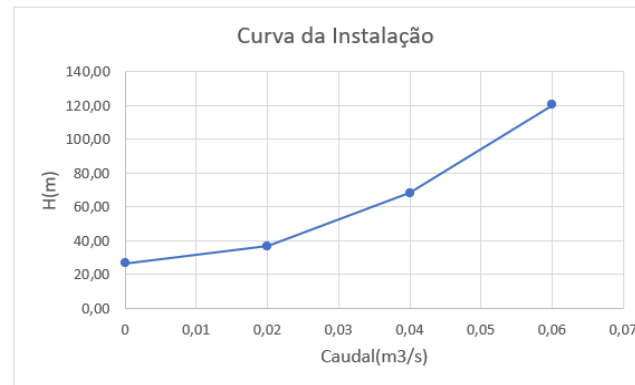


Figura 38 - Anexo II - Cálculos dimensionamento bomba

7.3. Anexo III - Características da Central de Bombagem

Designação

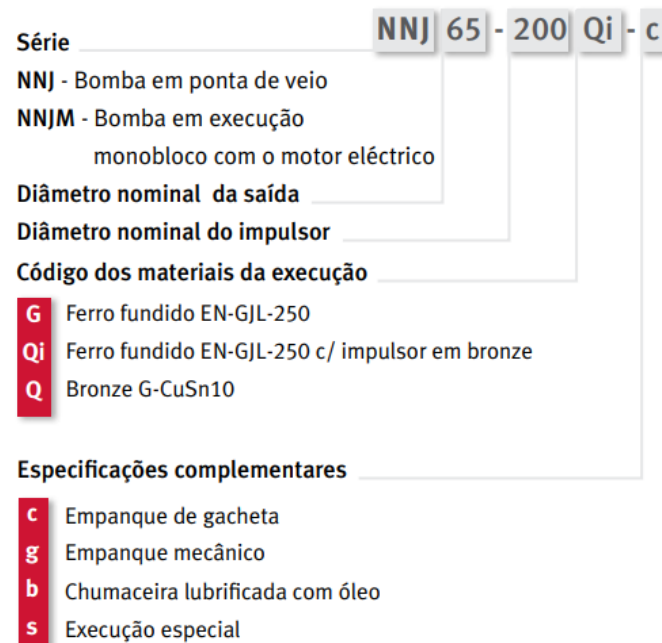


Figura 39 - Anexo III - Designação da central de bombagem de incêndio

Tabela 14 - Anexo II - Características bombas - Pressão, Caudal, Potência

CAUDAL NOMINAL PACKFIRE ST													
Pressão [m.c.a.]	m ³ /h	24	30	45	60	75	90	120	150	180	210	240	270
30		NNJ 40-160	NNJ 40-160	NNJ 40-160	NNJ 50-160	NNJ 50-160	NNJ 50-200	NNJ 80-160	NNJ 80-160	NNJ 80-160	NNJ 100-160	NNJ 100-160	NNJ 100-160
	kW	4	5.5	5.5	7.5	11	15	18.5	18.5	22	30	30	30
40		NNJ 40-200	NNJ 40-200	NNJ 40-200	NNJ 50-200	NNJ 50-200	NNJ 65-160	NNJ 65-200	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 100-200
	kW	5.5	7.5	11	15	15	15	22	30	30	37	45	45
50		NNJ 40-200	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 80-200	NNJ 100-200	NNJ 100-250
	kW	7.5	11	11	15	18.5	22	30	30	37	45	45	55
60		NNJ 40-200	NNJ 40-200	NNJ 40-250	NNJ 50-200	NNJ 50-250	NNJ 65-200	NNJ 65-250	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 80-200	NNJ 100-250	NNJ 100-250
	kW	11	11	15	18.5	22	30	37	37	45	55	75	75
70		NNJ 40-250	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	15	15	18.5	22	30	37	45	45	55	75	75	75
80		NNJ 40-250	NNJ 40-250	NNJ 40-250	NNJ 50-250	NNJ 50-250	NNJ 65-250	NNJ 80-250	NNJ 80-250	NNJ 80-250	NNJ 80-250	NNJ 100-250	NNJ 100-250
	kW	15	18.5	22	30	30	37	45	55	75	75	75	75
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	NNJ 100-260
	kW	18.5	22	30	30	37	45	55	75	75	90	90	90
100		NNJ 40-250	NNJ 50-250	NNJ 50-250	NNJ 65-250	NNJ 65-250	NNJ 65-315	NNJ 65-315	NNJ 80-250	NNJ 100-260	NNJ 100-260	NNJ 100-315	NNJ 100-315
	kW	22	30	37	37	45	55	75	75	90	90	110	132

Tabela 15 - Anexo III - Características tipo bomba

TIPO TYPE	CORRENTE ABSORVIDA ABSORBED CURRENT (A)		POTÊNCIA POWER		CAUDAL / DELIVERY																		
	230 V	400 V	kW	HP	l/min	600	700	900	1300	1500	1700	1900	2100	2200	2300	2400	2500	3000	3400	3600	3800	4000	
					m ³ /h	36	42	54	78	90	102	114	126	132	138	144	150	180	204	216	228	240	
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL EM / TOTAL HEAD IN m.c.a.																							
65-125 / 4	15,9	9,2	4	5,5	19,8	19	17,3	13,3	11	8,6	6,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-125 / 5,5	-	11,8	5,5	7,5	-	24	22,2	18	15,7	13,3	10,8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-125 / 7,5	-	15,7	7,5	10	-	29,5	27,8	23,5	21,1	18,7	16,1	13,4	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-160 / 7,5	-	15,7	7,5	10	-	30	28,8	24,8	22,5	19,9	17,1	14,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-160 / 9,2	-	18,8	9,2	12,5	-	34,5	32,8	28,8	26,5	23,9	21,1	18,3	16,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-160 / 11	-	22	11	15	-	38,5	37,1	33,1	30,9	28,4	25,8	23	21,5	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-160 / 15	-	30	15	20	-	45,5	44	40	37,8	35,3	32,8	29,6	28	26,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-200 / 15	-	30	15	20	-	51	49	44	41,5	38,4	35,3	31,8	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-200 / 18,5	-	39	18,5	25	-	58,5	56,5	51,5	49	46	43	39,7	38	36,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-200 / 22	-	42,3	22	30	-	65,5	64	59,5	57	54	51	48	46,5	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65-250 / 30	-	54,6	30	40	-	-	77	73,5	71	68	64,5	60	57,5	55	52	-	-	-	-	-	-	-	-
65-250 / 37	-	66,7	37	50	-	-	88	85,5	83	80,5	77,5	74	72	70	67,5	65	-	-	-	-	-	-	-
80-160 / 11	-	22	11	15	-	-	-	27,3	26,4	25,4	24,2	23	22,4	21,8	21,1	20,4	16,4	12,5	-	-	-	-	-
80-160 / 13	-	25	13	17,5	-	-	-	30,5	29,7	28,8	27,7	26,5	25,9	25,3	24,6	24	20,1	16,5	14,5	-	-	-	-
80-160 / 15R	-	28,5	15	20	-	-	-	30,5	29,7	28,8	27,7	26,5	25,9	25,3	24,6	24	20,1	16,5	14,5	-	-	-	-
80-160 / 15	-	30	15	20	-	-	-	34	33,3	32,5	31,5	30,5	30	29,4	28,8	28,1	24,4	21	19,1	17	-	-	-
80-160 / 18,5	-	39	18,5	25	-	-	-	39	38,4	37,6	36,7	35,7	35,2	34,7	34,1	33,5	30	26,4	24,4	22,3	20	-	-
80-200 / 22	-	42,5	22	30	-	-	-	48	47	45,5	44,5	43	42	41	40	39	33,2	27,8	25	-	-	-	-
80-200 / 30	-	54,6	30	40	-	-	-	58,5	58	57	56	54,5	54	53	52	51	46,5	41,5	39	36,1	33	-	-
80-200 / 37	-	66,7	37	50	-	-	-	64	63	62	61	59,5	59	58	57,5	56,5	51,5	47	44,5	41,5	38,5	-	-
80-250 / 37	-	66,7	37	50	-	-	-	71,5	70,5	68,5	66,5	64	63	61,5	60	58,5	48,5	38	-	-	-	-	-
80-250 / 45	-	79,8	45	60	-	-	-	82,5	81,5	80	78	76	75	73,5	72,5	71	62	53	48	42,5	-	-	-
80-250 / 55	-	99,4	55	75	-	-	-	93,5	92,5	91,5	90	88,5	87,5	86,5	85,5	84	76,5	68,5	64,5	60	55	-	-

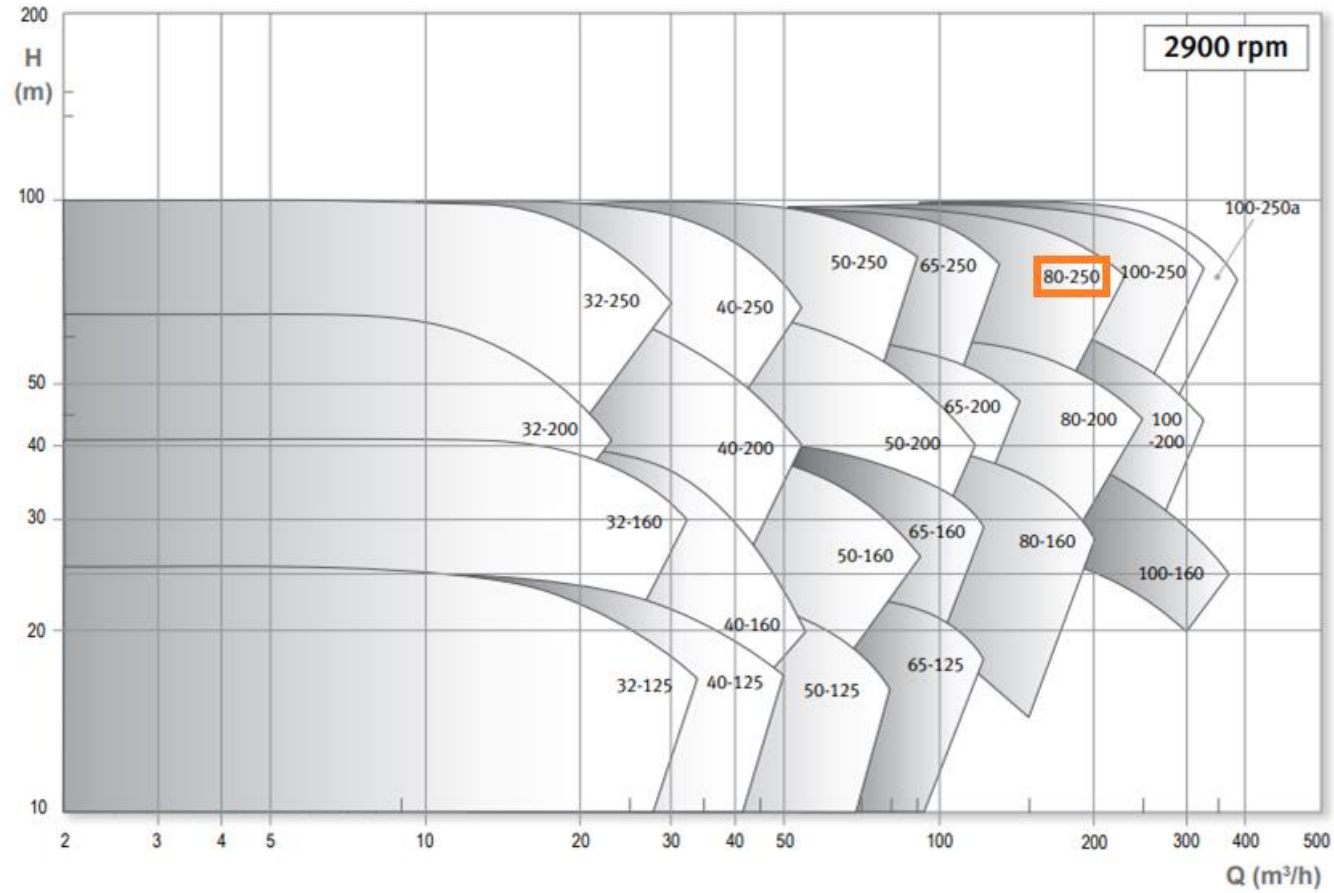


Figura 40 - Anexo III - Curva características das bombas EFAFLU NNJ

7.1. Anexo IV - Desenhos técnicos

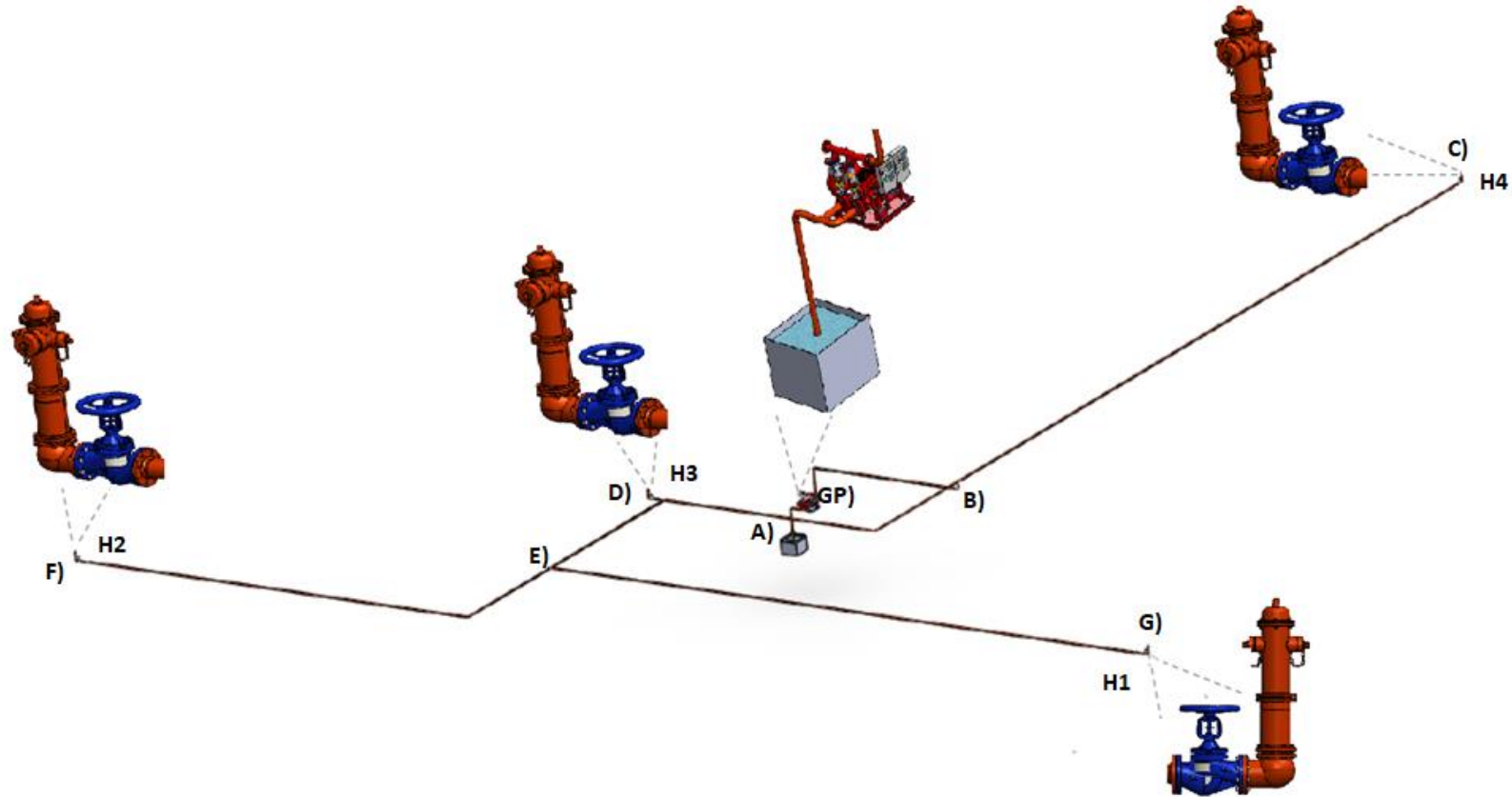


Figura 41 - Anexo IV - Desenho técnico da RIA

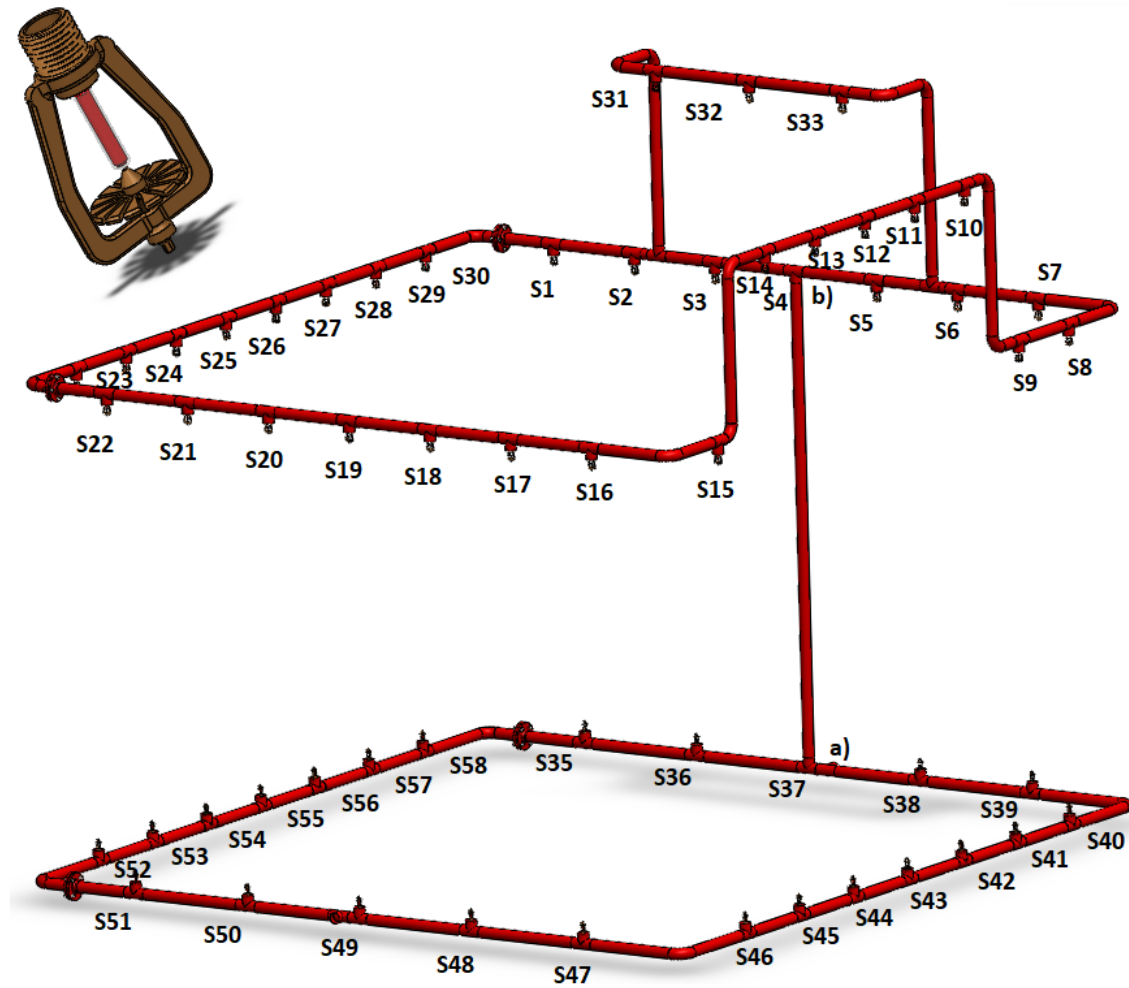


Figura 42 - Anexo IV - Desenho técnico SAEI-(Sprinklers)

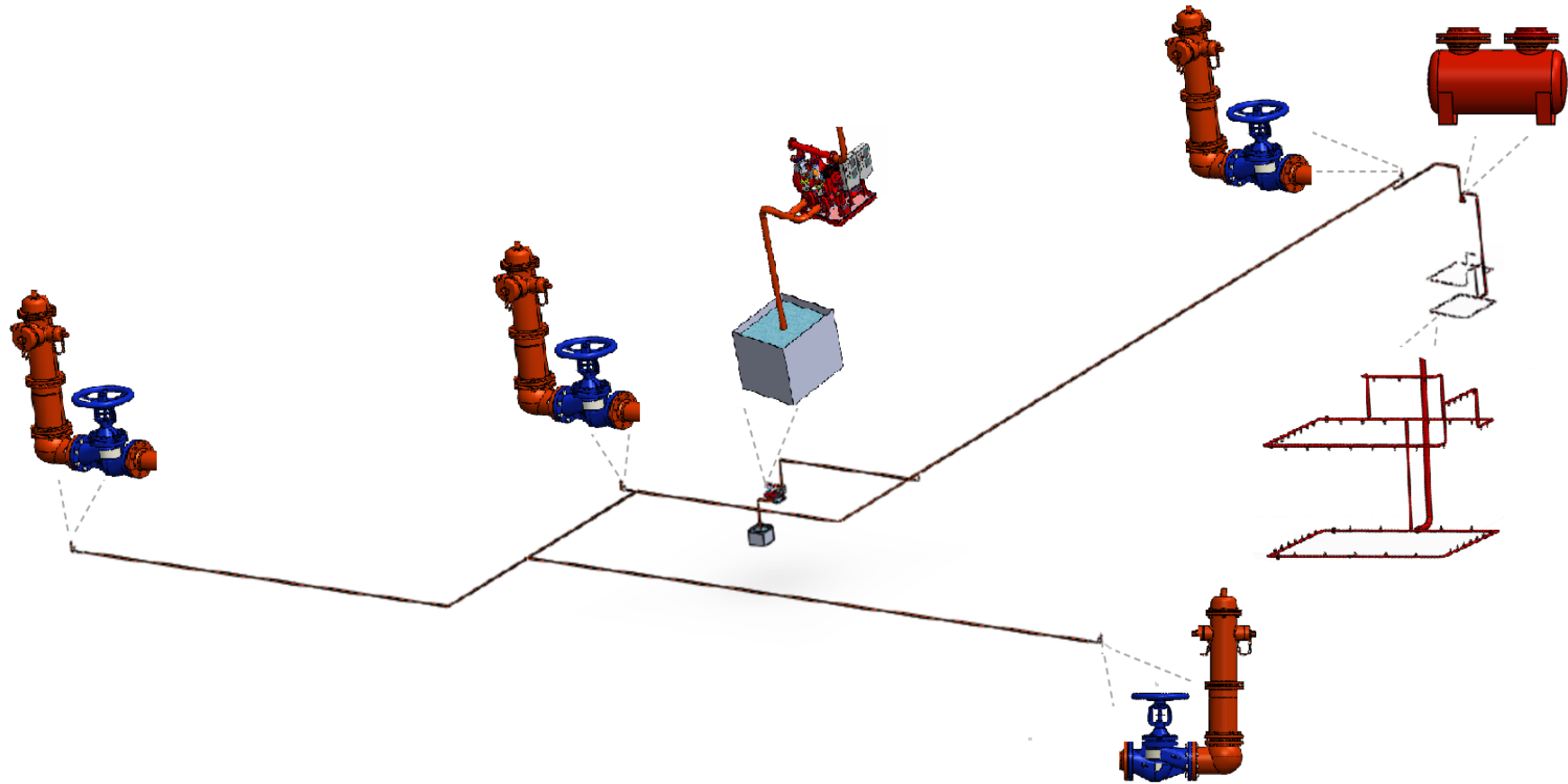


Figura 43 - Anexo IV - Desenho técnico RIA+SAEI

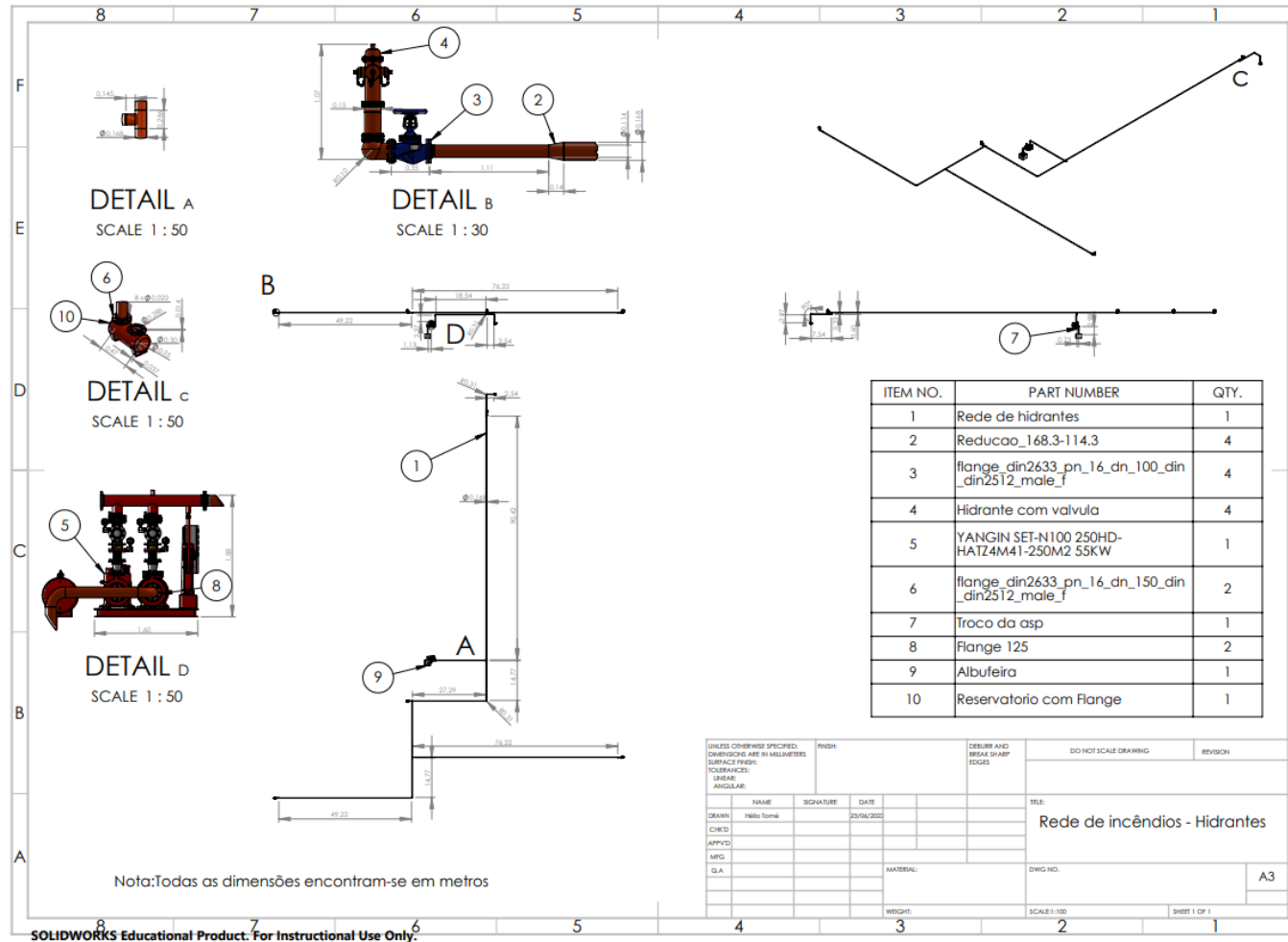


Figura 44 - Anexo IV - Desenho técnico cotas RIA

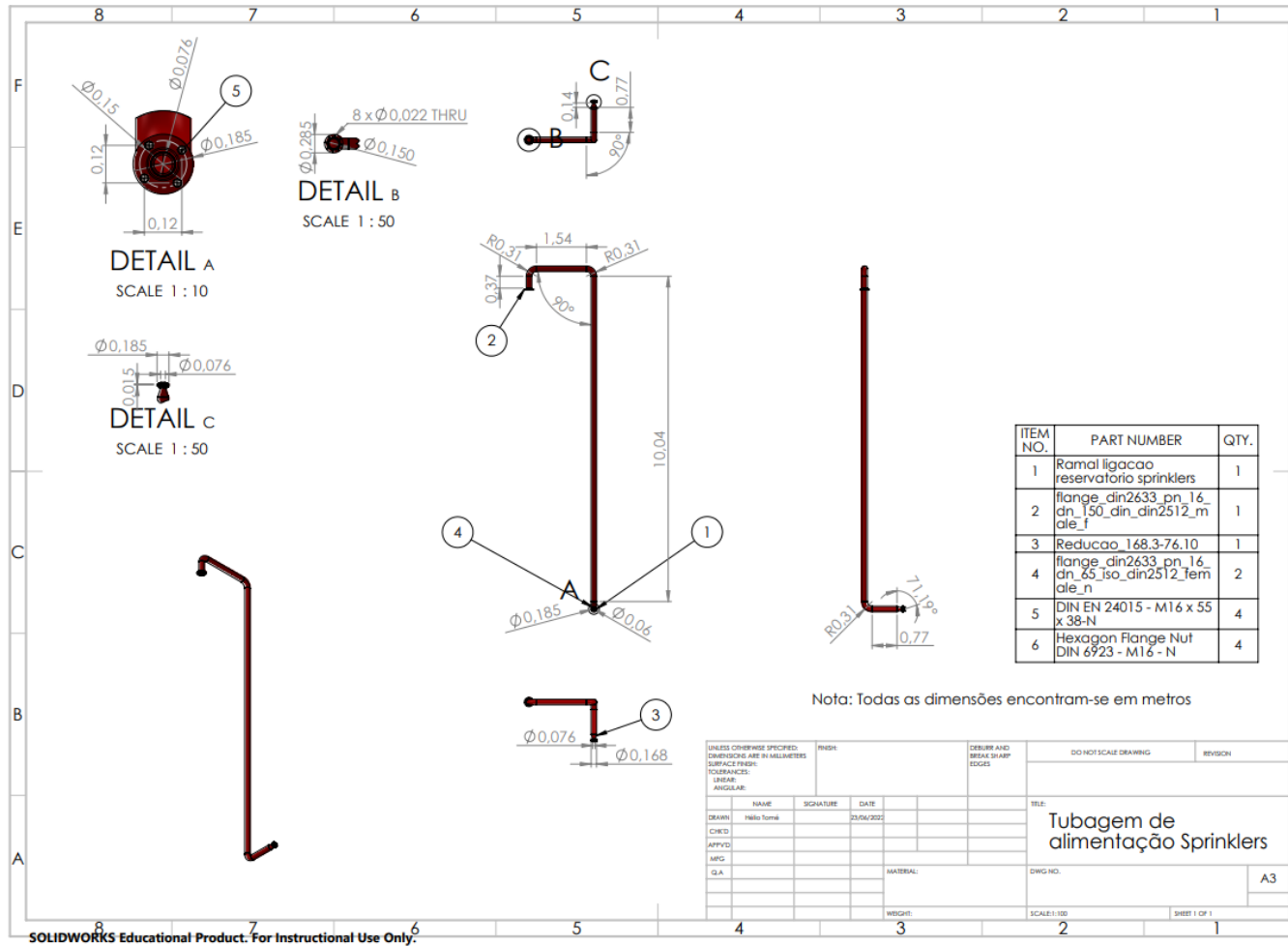


Figura 45 - Anexo IV - Desenho técnico cotas tubagem alimentação SAEI

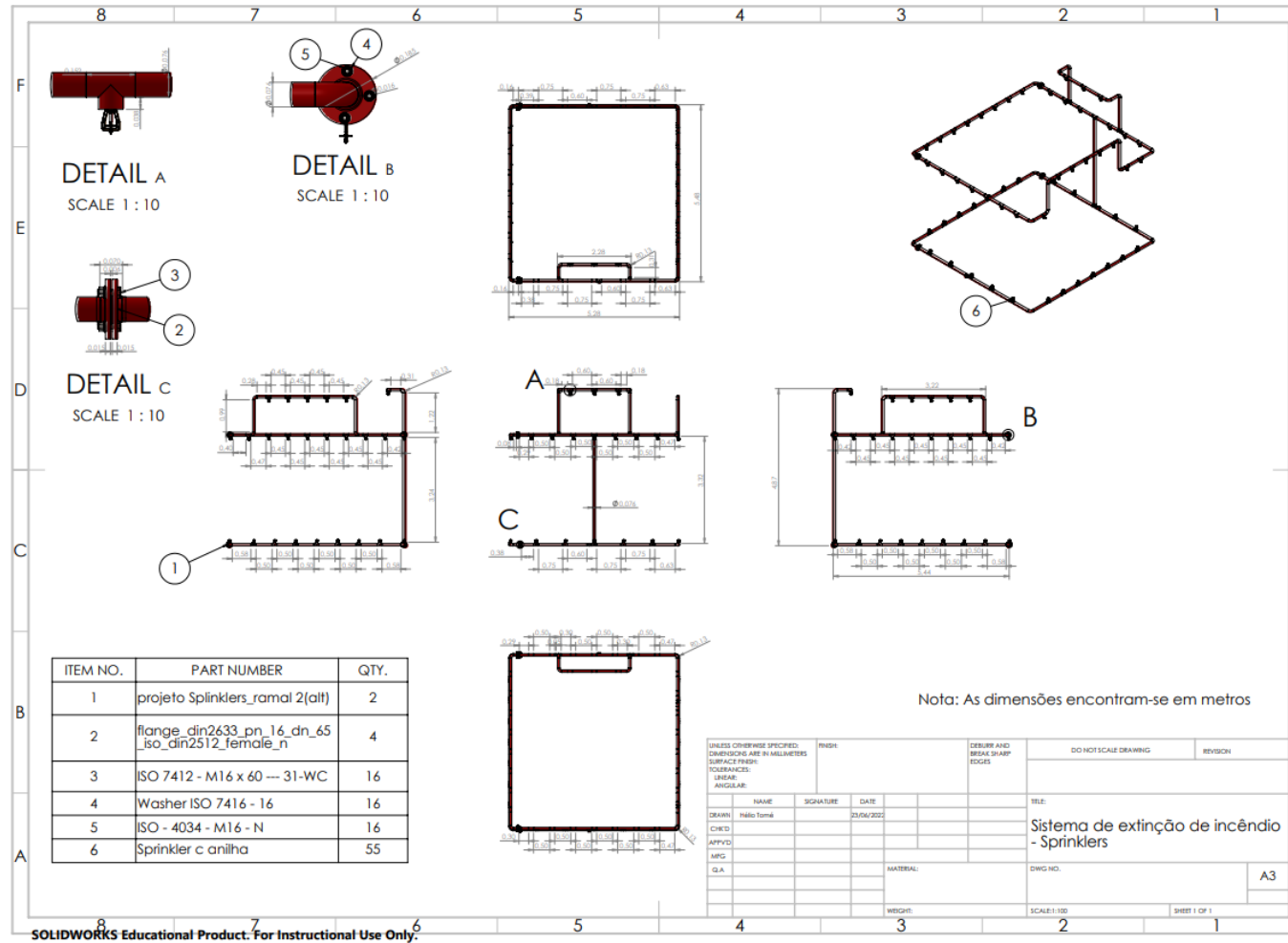


Figura 46 - Anexo IV - Desenho técnico cotas do SAEI(Sprinklers)