



FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

PROCURA DE SOLUÇÕES DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NO PORTO DE LEIXÕES

Carlos Filipe Catita Gonçalves Pereira

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL —ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Prof. Dr. Miguel Jorge Chichorro Rodrigues Gonçalves

Coorientador: Eng. Lino António de Almeida Antunes

Coorientador: Prof. Dr. Francisco Manuel de Oliveira Piqueiro

JULHO DE 2017

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2016/2017

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2016/2017 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2017.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

AGRADECIMENTOS

Não queria fazer dos agradecimentos, uma mera formalidade, mas sim um verdadeiro reconhecimento de quem me quis ajudar nesta etapa.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Miguel Chichorro Gonçalves o meu sincero obrigado. Sem duvida alguma que foi a melhor escolha que poderia ter feito para Orientador. Desde setembro de 2016 até ao fim desta jornada, foi incansável e para além de ter-me sempre dado bons conselhos e me dar uma grande orientação, mais tenho a agradecer a enorme disponibilidade que sempre teve para comigo, da qual a mais profunda gratidão lhe expresso.

Ao Prof. Dr. Francisco Piqueiro, não só pela muito boa vontade que teve em participar nesta dissertação a meio do semestre, bem como pela disponibilidade que teve, e que tanto valor reconheço, quer para me orientar nos temas relacionados de hidráulica nesta dissertação, quer para me acompanhar em visitar os locais no Rio Leça mencionados nesta tese.

Um agradecimento ao Comandante Rui Cunha, por me ter feito dar um dos passos mais importantes nesta dissertação, e que desencadeou tudo o resto, que foi a escolha do tema a abordar.

Ao Eng. Lino Antunes, por me ter aberto as portas certas dentro do Porto de Leixões, para poder trabalhar em autonomia, o que se traduziu na dissertação e nas vivências ganhas este semestre.

Um grande bem-haja à TCGL, em especial ao Dr. José Santos, por me terem acolhido tão bem, e me terem dado a oportunidade de estar com as suas equipas no cais, onde tanto aprendi, permitindo-me ter uma perspetiva holística e rara, para a maioria das pessoas, do que é o funcionamento de um porto.

Aos estivadores, os quais foram grandes professores, preocupando-se em transmitir-me o maior número de conhecimentos do funcionamento do porto, bem como e mais importante, tentar dar-me conselhos e opiniões sobre os problemas abordados e de soluções e ideias para futuro. Tive o privilégio de conhecer imensas pessoas, das quais não vou poder enumerar todas, mas não queria deixar de citar algumas, nomeadamente o Marco, o Sr. Mário Esteves, o Sr. António, e o Sr. Domingos Araújo.

Aos funcionários da APDL, que tão bem me acolheram, desde a Receção até aos Serviços de Informação Geográfica, disponibilizando sempre que preciso parte do seu tempo para me ajudarem

Por ultimo aos meus amigos que me foram acompanhando nesta jornada.

RESUMO

Esta dissertação efetuada em ambiente empresarial, visa propor soluções concretas de Segurança Contra Incêndios, para problemas correntes no caso de estudo do Porto de Leixões. Assim esta dissertação apresenta um desencadear de Problemas/Soluções que teve como origem a necessidade de promover a segurança contra incêndios para o caso da estilha e da sucata na Doca 2 Sul no Porto de Leixões.

Os granéis de estilha e sucata apresentam, para além da gigantesca quantidade de carga movimentada, dois grandes problemas associados: o risco de incêndio que advém da autoigniçã dos materiais, e o levantamento de pós que tem sido motivo de queixas recorrentes da vizinhança.

Este trabalho começa pela apresentação do caso de estudo, seguindo-se a contextualização e exploração dos problemas/soluções. Nessa contextualização identifica-se a necessidade de sistemas e equipamentos para combate a incêndios e de rega de água para as matérias armazenadas referidas apilhadas no cais, nomeadamente através de monitores de água.

Posteriormente em virtude das enormes quantidades de água requeridas, fez-se o estudo de possíveis formas viáveis de adução e armazenamento de água, neste caso através do Rio Leça, envolvendo também o dimensionamento de um reservatório de água, uma estação de tratamento de água e, por último, a viabilidade técnica das várias hipóteses de açudes sobre o Rio Leça.

Este trabalho termina com uma análise económica/financeira, com o fim de estudar a viabilidade das propostas feitas.

PALAVRAS-CHAVE: SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS, PORTOS, MINI-HÍDRICAS, ESTILHA, SUCATA, VIABILIDADE ECONÓMICA.

ABSTRACT

This dissertation made under a company internship, aims to gather a solution for safety and fire prevention, on usual problems in the case of study of Port of Leixões, within the fire safety regulation of the Portuguese Law, which does not apply in this case.

Therefore, this thesis shows/reveals a series of problem/solutions based upon the necessity to promote safety measures against fire in woodchips and scrap on the south dock number 2.

The problem related with woodchips and scrap besides the huge amount of cargo being moved is the risk of spontaneous combustion and the resulting dust, which affects the nearby habitants, from whom several complaints have been made.

This work starts with the presentation/exposure of the study case and afterwards explore problems and solutions. From this point, we identify the need of systems and equipment to place water above the previous stored materials.

Therefore, the next step lead us to dimensioning of the water monitors in order to control fire hazard and settlement of dust generated by scrap and woodchips. The huge amount of water required lead to exploring the possibility of water adduction directly from River Leça.

We carry on with provision and storage of a large water tank, a water treatment station and at last researching for the sustainable creation of weirs on River Leça, for water adduction and to generate electrical power.

This thesis ends with an economical/financial analysis, towards studying the viabilities of the proposal made.

KEYWORDS: FIRE SAFETY, PORTS, SMALL HYDRO PLANTS, WOODCHIPS, CRAP, ECONOMIC VIABILITY

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO.....	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. BASES DO TRABALHO PRODUZIDO	3
1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	3
2. CASO DE ESTUDO	5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. ESTRUTURA DO PORTO DE LEIXÕES.....	5
2.3. ESTILHA	12
2.4. SUCATA.....	13
2.5. CAIS DE GRANÉIS SÓLIDOS DOCA 2 SUL.....	14
2.6. RIO LEÇA.....	19
2.7. NOTAS FINAIS.....	23
3. ENQUADRAMENTO DOS PROBLEMAS/SOLUÇÕES	25
3.1. INTRODUÇÃO	25
3.2. LEGISLAÇÃO PORTUGUESA EM SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS.....	25
3.3. CENTRAIS MINI-HÍDRICAS.....	27
3.3.1. INTRODUÇÃO	27
3.3.2. CAUDAIS.....	28
3.3.2. CONSTITUIÇÃO DE UMA MINI-HÍDRICA	28
3.4. MINI-HÍDRICA - ESTUDO PRÉVIO	32
3.4.1. LOCAL DE IMPLEMENTAÇÃO	32
3.4.2. ANÁLISE HIDROGRÁFICA.....	32
3.4.3. POTÊNCIA INSTALADA	33
3.4.4. ENERGIA PRODUZIDA.....	33
3.5. ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO DE UMA MINI-HÍDRICA.....	35
3.6. ENQUADRAMENTO LEGAL DAS MINI-HÍDRICAS	36

3.6.1. INTRODUÇÃO	36
3.6.2. PROCEDIMENTO PARA LICENCIAMENTO DE UMA MINI-HÍDRICA	41
3.6.3. SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL	44
3.7. ANÁLISE ECONÓMICO FINANCEIRA	48
3.7.1 INTRODUÇÃO	48
3.7.2. CUSTO UNITÁRIO MÉDIO ANUAL.....	48
3.7.3. CONCEITOS DE MATEMÁTICA FINANCEIRA	48
3.7.4. INDICADORES DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS	49
4. DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS.....	53
4.1. INTRODUÇÃO	53
4.2. GRANÉIS	53
4.1.1. ANÁLISE DE RISCO SEGUNDO SCIE (ESTILHA)	53
4.2.2. SECCIONAMENTO.....	54
4.2.3. MONITORIZAÇÃO PERIÓDICA	55
4.2.4. HUMIDIFICAÇÃO DA TOTALIDADE DA ESTILHA.....	56
4.2.5. HUMIDIFICAÇÃO SUPERFICIAL DOS GRANÉIS.....	56
4.2.6. DIMENSIONAMENTO, CARACTERÍSTICAS E DISPOSIÇÃO DOS MONITORES DE ÁGUA	57
4.2.7. DESENVOLVIMENTO DE ESTRUTURA DE SUPORTE PARA OS MONITORES.....	59
4.3. - DEPÓSITO DE ÁGUA.....	61
4.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E CENTRAL DE BOMBAGEM	62
4.4.1. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	62
4.4.2. CENTRAL DE BOMBAGEM	63
4.5. ADUÇÃO DE ÁGUA.....	64
4.5.1. INTRODUÇÃO	64
4.5.3. HIPÓTESE 2 - AÇUDE COM CENTRAL DE TURBINAGEM, PARA ADUÇÃO DE ÁGUA E PRODUÇÃO ELÉTRICA.....	67
4.4.4. HIPÓTESE 3 - AÇUDE COM CENTRAL DE TURBINAGEM INTEGRADA, APENAS PARA PRODUÇÃO ELÉTRICA	69
4.5. NOTAS FINAIS.....	70
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
5.1. INTRODUÇÃO	71
5.2. GRANÉIS	71
5.2.1 INTRODUÇÃO	71

5.2.2 SECCIONAMENTO.....	71
5.2.3. MONITORIZAÇÃO DOS MATERIAIS.....	72
5.2.4. HUMIDIFICAÇÃO E HUMIDIFICAÇÃO SUPERFICIAL DOS GRANEIS	72
5.2.5 SUGESTÕES	73
5.3. DEPÓSITO DE ÁGUA	74
5.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA	75
5.5. BOMBA DE ÁGUA.....	75
5.6. ADUÇÃO DE ÁGUA.....	75
6. ANÁLISE FINANCEIRA	77
6.1 INTRODUÇÃO	77
6.2. ORÇAMENTAÇÃO.....	78
6.3. CUSTO COM TAXAS POR USO DE ÁGUAS PUBLICAS	81
6.6. TEMPO DE RETORNO	81
6.7. NOTAS FINAIS.....	82
7. CONCLUSÕES	83
BIBLIOGRAFIA.....	87
ANEXOS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Localização das várias docas no mapa do Porto de Leixões [2].....	5
Figura 2.2 - Localização no mapa dos cais, terminais e instalações especializadas do Porto de Leixões [2]	6
Figura 2.3 - Terminal Oceânico (Monobóia) (foto de Tiago Delfim).....	8
Figura 2.14 – Estilha	12
Figura 2.4 - Detalhe da Doca 2 Sul com os respetivos setores, sendo o numero 1 dedicado ao armazenamento de estilha, e os restantes 2 e 3 dedicados ao armazenamento de sucata, (Fonte Google Earth) [3]	14
Figura 2.5 - Para-vento sem tela, à espera da colocação final sobre a estrutura de contentores.	15
Figura 2.6 - Expressor de água utilizado na humedificação da estilha/sucata	16
Figura 2.7 – Navio Tipo de transporte de estilha "Water Lily", com 210 m de comprimento e com 45.000 toneladas de estilha a bordo.....	16
Figura 2.8 – a) Máquina giratória a amontoar estilha b) "Cesta" a carregar a estilha.....	17
Figura 2.9 – a) Garra a descarregar a estilha no funil b) Estilha a ser transportada na cinta transportadora principal do navio.....	17
Figura 2.10 – Descarga da estilha do navio para o cais através da tremonha (detalhe dos expressores em funcionamento, bem como do apilhamento da estilha no final da cinta transportadora)	17
Figura 2.11 – Descarga da estilha do navio para o cais através da tremonha (Grua Móvel sobre pneumáticos, altura aproximada da cabine 23m)	18
Figura 2.12 – Parte Poente da zona de armazenamento do setor 1 a) Vazia b) Em quase pleno armazenamento	18
Figura 2.13 – Grua móvel a descarregar sucata do navio (lado direito da Figura), para o local de armazenamento	19
Figura 2.15 – Precipitação média anual na bacia do Rio Leça (mm) [10]	20
Figura 2.16 – Percentagem anual média de precipitação na bacia do Rio Leça ao longo dos anos (mm) [10]	21
Figura 2.17 - Esquema das estações hidrométricas no Rio Leça (e respetivas áreas drenadas) [10].....	21
Figura 2.18 - Distribuição mensal do escoamento em ano de características médias na Foz do rio Leça (Enquadramento com envolventes de máximos e mínimos) [10]	22
Figura 2.19 - Perfil altimétrico da parte jusante do Rio Leça	23
Figura 3.20 - Representação de uma mini-hídrica tipo, em que o açude e a central de turbinagem estão em locais diferentes, vista a) Longitudinal b) Em Planta [17].....	29
Figura 3.21 - Relação Caudal/ Queda Útil para escolha do tipo de turbina [17].....	31
Figura 3.22 - Rendimento obtido pelos vários tipos de turbinas em função da variação do caudal instalado [17]	31

Figura 3.23 - Exemplo de determinação de volumes turbinados a partir de uma curva de caudais classificados com os respetivos limites [17], onde Q_c é o caudal de cheia, o qual não pode ser turbinável; t_0-t_1 período de turbinagem de caudal máximo; t_1-t_2 período de turbinagem de caudal variável.	34
Figura 3.24 - Divisão dos Custos Aproximada de uma Mini-hídrica, por cada 3500USD/kW instalados [19]	35
Figura 3.25 - Esquema das Etapas de Licenciamento de uma Mini-Hídrica [27].....	41
Figura 3.26 - Esquema do Sistema Elétrico Nacional.....	44
Figura 3.28 - Diagrama de produção e consumo para um consumidor domestico (sem baterias de armazenamento) no caso de Autoconsumo.....	46
Figura 3.27 - Diferenças entre o Autoconsumo e a Pequena Produção	47
Figura 4.29 - Proposta de seccionamento dos Setores 1 e 2.....	55
Figura 4.30 - Agulheta EFX-30 e Monitor Kobra Telecomandado SE-EKM da SABO (imagem retirada do sítio da SABO) [30]	57
Figura 4.31 - Disposição dos monitores de água nas secções 1 e 2, com a área abrangida por cada monitor de água, com alcance de 50 m.....	58
Figura 4.32 - Disposição dos monitores de água na secção 3, com a área abrangida por cada monitor de água, com alcance de 50 m	58
Figura 4.33 - Esquismo da plataforma proposta para instalação do monitor de água, onde cada linha cinzenta é um perfil IPE e o círculo vermelho seria o monitor de água.....	59
Figura 4.34 - Esquismo da estrutura proposta para suporte dos monitores de água	60
Figura 4.35 - Local proposto para a construção dos Depósitos de Água	61
Figura 4.36 - Local proposto para a construção da Estação de Tratamento de Águas	62
Figura 4.37 - Local proposto para a construção da Central de Bombagem	64
Figura 4.38 - Mapa Altimétrico do conselho de Matosinhos junto ao Porto de Leixões (Cortesia dos Serviços de Informação Geográfica da APDL e da Câmara de Matosinhos).....	65
Figura 4.39 - Localização proposta do açude.....	66
Figura 4.40 - Representação esquemática do açude da hipótese 1	66
Figura 4.41 - Localização proposta do açude a) imagem de contexto no concelho de Matosinhos; b) pormenor da zona envolvente de implementação do açude (Fonte Google Maps)	67
Figura 4.42 - Foto do açude proposto a) Perspectiva de jusante b) Perspectiva de Montante ...	68
Figura 4.43 - Localização proposta da central de Turbinagem a) Imagem de contexto no concelho de Matosinhos; b) Pormenor da zona envolvente da implementação da central de turbinagem (Fonte Google Maps)	68
Figura 5.44 - Esquema proposto para a resolução de problemas logísticos com a estilha na Doca 2 Sul, Setor 1, (imagem com orientação a Sul) (fonte Google Maps).....	73
Figura 5.45 - Funil usado para descarregar os granéis agroalimentares para os camiões.	74

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Áreas e Volumes das Respetivas Secções na Doca 2 Sul	15
Tabela 2.2 - Estatística da Precipitação na bacia do Rio Leça ao longo dos meses (mm) [10] ..	20
Tabela 2.3 - Valores da precipitação mensal para os percentis P20 e P80 em ano seco e húmido (mm) [10]	20
Tabela 2.4 - Temperatura Mensal Média Ponderada do Rio Leça (°C) [10].....	21
Tabela 2.5 - Escoamento anual médio do Rio Leça, em anos Secos, Normais e Húmidos [10].	22
Tabela 2.6 - Caracterização do Caudal para ano Normal ao longo dos Meses [10].....	23
Tabela 3.7 - Descrição das varias Utilizações Tipo [11].....	26
Tabela 3.8 - Definição das Categorias de Risco para o Caso da UT XII [11].....	26
Tabela 3.9 - Classificação das Centrais Hidroelétrica em função da sua potência	27
Tabela 3.10 - Classificação da queda em função da diferença de cotas.....	27
Tabela 3.11 - Limites de funcionamento Max. e Min. em função do Caudal instalado para os vários tipos de turbina	33
Tabela 3.12 - Custo de Investimento Unitário de uma Mini-hídrica (€/kW) [18].....	35
Tabela 3.13 - Diferenças entre o Autoconsumo e a Pequena Produção.....	47
Tabela 4.14 - Volume, Carga de Incêndio e Potencial Económico, para os setores 1 e 2, caso ocupados somente por estilha seca.....	54
Tabela 4.15 - Áreas ocupadas pelas secções e pelos corredores adjacentes	56
Tabela 6.16 -- Custo Global das Medidas de Segurança Contra Incêndio.....	78
Tabela 6.17 - Custo de construção estimado para a hipótese 1	78
Tabela 6.18 - Custo de construção estimado para a hipótese 2	79
Tabela 6.19 - Custo de construção estimado para a hipótese 3	79
Tabela 6.20 - Custo da sugestão da otimização do processo da estilha	79
Tabela 6.21- Custo total das várias hipóteses.....	80
Tabela 6.22 - Custos de Manutenção e Benefícios Económicos.....	80
Tabela 6.23 - Receita Anual	80
Tabela 6.24 - Custos de taxas ambientais.....	81
Tabela 6.25 - Tempo de Retorno do investimento feito para as várias hipóteses	81

ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

APA - Agencia Portuguesa do Ambiente

APDL - Administração dos Portos do Douro, Leixões e Viana do Castelo

ARH - Administração da Região Hidrográfica

CNA - Conselho Nacional da água

CRH - Conselho Recursos Hídricos

DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia

DL - Decreto Lei

DWT - Deadweight Tonnage

ERSE - Entidade Reguladoras dos Serviços Energéticos

FEU - Fourty Foot Equivalent Unit

FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

INAG - Instituto Nacional da Água

NPA - Nível de Pleno Armazenamento

PIP Pedido de Informação Prévia

REN - Redes Energéticas Nacionais

RESP - Rede Elétrica de Serviço Publico

SEE - Sistema Elétrico e de Energia

SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recurso Hídricos

TCGL - Terminal De Carga Geral E De Granéis De Leixões

TCL - Terminal De Contentores De Leixões

TEU - Twenty Foot Equivalent Unit

UNPEDE - Union Internationale de Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique

ZHL - Zona Hidrográfica Limite

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Percentagem

W - *Watt*

kW - *Kilowatt*

MW - *Megawatt*

MWh - *Megawatt-hora*

GWh - *Gigawatt-hora*

mm - Milímetro

m - Metro

l - litro

m/s² - Metro por Segundo Quadrado

m³/s - Metro Cúbico por Segundo

m³ - Metro Cúbico

m² - Metro Quadrado

m²/m - Metro Quadrado por Metro

m²/km - Metro Quadrado por Quilómetro

kg/m³ - Quilograma por Metro Cúbico

N/m³ - *Newton* por Metro Cúbico

€ - Euro

€/MWh - Euro por *Megawatt-hora*

€/kW - Euro por *Kilowatt*

€/kWh - Euro por *Kilowatt-hora*

€/ano - Euro por Ano

€/m - Euro por Metro

€/m² - Euro por Metro Quadrado

€/m³ - Euro por Metro Cúbico

€/m³/s - Euro por Metro Cúbico por Segundo

h - Hora

h/ano Hora por Ano

1

INTRODUÇÃO

1.1. OBJETO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO.

Esta tese é o último dos passos para a conclusão deste ciclo de Estudos no Mestrado Integrado em Engenharia Civil. O tema desta tese surgiu há cerca de dois anos quando estava a realizar um período de mobilidade em Buenos Aires, onde coincidentemente realizei a disciplina de "Puertos y Vias Navegables", já que não estava previsto realizar esta Unidade Curricular, mas sim uma outra relacionada com urbanismo que não chegou a abrir.

Além de me ter despertado um grande interesse por portos, percebi ainda que podia conjugar essa área do saber com outras áreas do meu domínio, nomeadamente a atividade de bombeiro. Desde então imaginei o que possivelmente poderia ser a minha tese e, em setembro último desafiei o Prof. Miguel Chichorro Gonçalves a orientar-me nesta tese, à qual prontamente anuiu.

Entre 90% e 95% do comércio internacional é feito por via marítima. Portugal, estando numa situação geográfica privilegiada não tem outro caminho, a meu ver, que não o do crescimento e desenvolvimento das suas instalações portuárias.

Atualmente segundo o Índice do Porto de Roterdão sobre os 20 maiores portos da Europa [1], Portugal aparece apenas com o Porto de Sines em 19º lugar. Se verificarmos nesse mesmo índice que os nossos vizinhos espanhóis apresentam 3 portos (Barcelona, Algeciras e Valência, para além de no passado já terem tido Las Palmas), creio que não se pode de interpretar de outra forma, que não seja, que Portugal tem um enorme potencial para crescer.

Historicamente a área de Segurança Contra Incêndios surgiu devido ao tráfego marítimo. É compreensível, pois numa embarcação em alto mar, não existe forma de fuga. Por considerar um tema de suma importância, assim nasceu este trabalho.

Após as reuniões para início do estágio havia apenas a ideia, mas não o conteúdo do que seria uma tese em Segurança Contra Incêndios em Portos. Quem sugeriu o foco de estudo foi o Comandante Rui Cunha que mencionou alguns dos problemas por resolver relativos à estilha no Porto de Leixões, tendo assim ficado definido que a dissertação consistiria em analisar o problema da estilha e sucata sob o ponto de vista da Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE), e numa fase mais tardia a análise do armazenamento dos contentores também sob o olhar da SCIE.

Chegado ao final do mês de fevereiro e concluída a análise do problema da estilha, constatei que, com o desenrolar das soluções para os graneis, englobava matéria suficiente para a dissertação, requerendo um semestre para levar a cabo. Como tal, abandonou-se o tema dos contentores e dedicou-se a tese inteiramente aos temas da estilha e da sucata.

A proposta inicial consiste em equipar as paredes de contenção das zonas de estilha e sucata com monitores de água, de forma a que se possa humidificar a estilha ou a sucata evitando assim o levantamento de pó. Com esta medida está-se a promover a diminuição do risco de incêndio do material, e em caso de incêndio ter um meio de pronta intervenção.

Começando a estimar a quantidade de água requerida em depósito, para fornecer água aos monitores, em caso de incêndio, bem como água necessária para humidificar a estilha na sua descarga, para redução da categoria de risco, imediatamente se percebeu que as quantidades de água envolvidas eram exorbitantes e, não podendo usar água salgada, conduziu ao passo seguinte desta tese, que consistia na forma de obtenção de água doce de forma económica.

Desaguando o Rio Leça no Porto de Leixões, surgiu inicialmente a ideia de criar um pequeno açude junto à foz do rio, de forma a que se tivesse uma fonte de água doce em grande quantidade para colmatar as necessidades de água. Porém, com o desenrolar da investigação, chegou-se à conclusão de que sendo o Rio Leça um rio de pequenas dimensões, mas já com um caudal considerável, pareceu razoável associar a este açude um grupo gerador, de forma a produzir eletricidade, viabilizando assim o projeto, quer na poupança de água, quer na produção de energia elétrica para autoconsumo.

Seguidamente, procurou-se estudar a localização do depósito de água, bem como a sua dimensão, para além de realizar um estudo prévio sobre a construção e características de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) e de uma central de bombagem.

Por último, sendo esta tese realizada em ambiente empresarial, traduzida por um protocolo entre a FEUP e a APDL, procurou-se efetuar um pequeno estudo económico, a fim de analisar a viabilidade do projeto.

Posso afirmar, assim, que esta tese foi fruto dos problemas encontrados ao longo do semestre, enquanto presente nas instalações da APDL, em que por analogia ao tema náutico posso afirmar que foi um navio que zarpou sem rumo, mas procurando chegar a bom porto.

1.2. OBJETIVOS

Esta tese deliberadamente escolhida em âmbito empresarial, teve as seguintes metas:

- Em primeiro lugar, visto estar a concluir os estudos numa área eminentemente prática, ganhar contacto com o mundo de trabalho empresarial;
- Propor soluções concretas para a diminuição do risco de incêndio na armazenagem da estilha e da sucata, através do combate de focos de incêndio resultantes de autoignições, bem como da diminuição da produção de poeiras provocada pelos graneis.
- Encontrar formas viáveis para adução de água, armazenamento e tratamento, a fim de garantir o funcionamento das medidas de Segurança Contra Incêndio.
- Por último, estudo da viabilidade económica das propostas apresentadas.

1.3. BASES DO TRABALHO PRODUZIDO

As bases do trabalho produzido foram obtidas em inúmeros trabalhos e documentos destacando-se os seguintes:

- Documentos de apoio às disciplinas de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, Trabalhos Marítimos, Hidrologia e Recursos Hídricos da FEUP; Puertos y Vias Nevegables e Máquinarias de la Construcción da Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA);
- Diversas páginas Web de entidades nacionais e internacionais com a sua atividade diretamente relacionada com os assuntos em estudo e empresas que produzem e/ou comercializam os materiais no âmbito da segurança contra incêndio;
- Decreto Lei 224/2015 Regime Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios;
- Portaria 1532/2008 Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios;
- Despacho 2074/2009 Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada;
- Bibliografia geral associada ao tema SCIE, mini-hídricas, portos, etc.;
- Bibliografia técnica baseada em trabalhos de dissertação produzidos em instituições universitárias de referência nacional e internacional;
- Conhecimento adquirido pelo “know-how” transmitido pelos intervenientes com que trabalhei nesta dissertação, nomeadamente os funcionários da APDL e os estivadores.

1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta tese está dividida em 7 capítulos, dos quais se vai proceder à enumeração, e sumária descrição.

Capítulo 1 - Introdução - Onde se define a origem, âmbitos e dos temas desenvolvidos, bem como os objetivos propostos e a organização do trabalho.

Capítulo 2 - Caso de Estudo - Descrição do Porto de Leixões e do Rio Leça.

Capítulo 3 - Enquadramento dos problemas/soluções, de modo a explanar todo o estado de arte que irá ser usado para os problemas encontrados ao longo desta dissertação.

Capítulo 4 - Demonstração dos cálculos efetuados, para as propostas de resolução dos problemas.

Capítulo 5 - Apresentação e discussão dos resultados obtidos.

Capítulo 6 - Estudo da viabilidade económica e financeira das propostas.

Capítulo 7 - Conclusões globais do trabalho, tendo por base a conjugação dos resultados dos capítulos 5 e 6.

2

CASO DE ESTUDO

2.1. INTRODUÇÃO

Pretende-se com este capítulo, fazer uma abordagem inicial ao que vão ser os objetos de estudo desta dissertação. A parte inicial deste capítulo consistirá numa análise global do Porto de Leixões, seguindo-se de uma análise mais detalhada do foco de trabalho desta tese: a Docca 2 Sul, com os seus respetivos graneis e seus problemas.

Por último sendo a necessidade recorrente para os problemas encontrados, a obtenção de enormes quantidades de água, achou-se por bem fazer uma descrição do Rio Leça, recurso hídrico com o qual se pretende fazer o fornecimento de água para a necessidades encontradas.

2.2. ESTRUTURA DO PORTO DE LEIXÕES

O Porto de Leixões localizado geograficamente com a Latitude de 41° 11' N e a Longitude de 8° 42'W, inserido no concelho de Matosinhos, integrado na Área Metropolitana do Porto, 2,5 Km a norte da Foz do rio Douro, é o maior porto no nordeste da Península Ibérica.

Para uma melhor introdução ao Porto de Leixões vai-se evidenciar na Figura 2.1 a localização das Docas no porto, seguindo-se na Figura 2.2, a indicação no mapa do porto os vários cais, terminais e instalações especializadas [2].

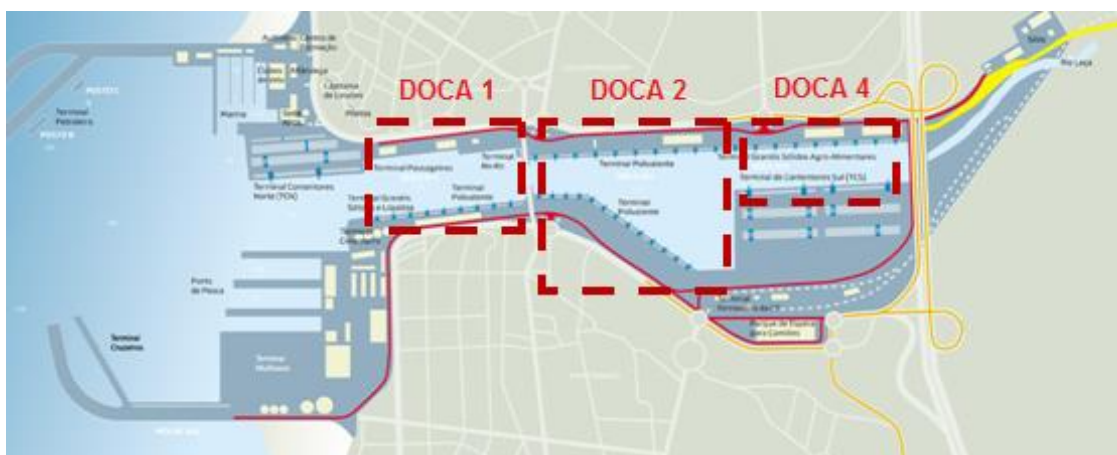


Figura 2.1 - Localização das várias docas no mapa do Porto de Leixões [2]

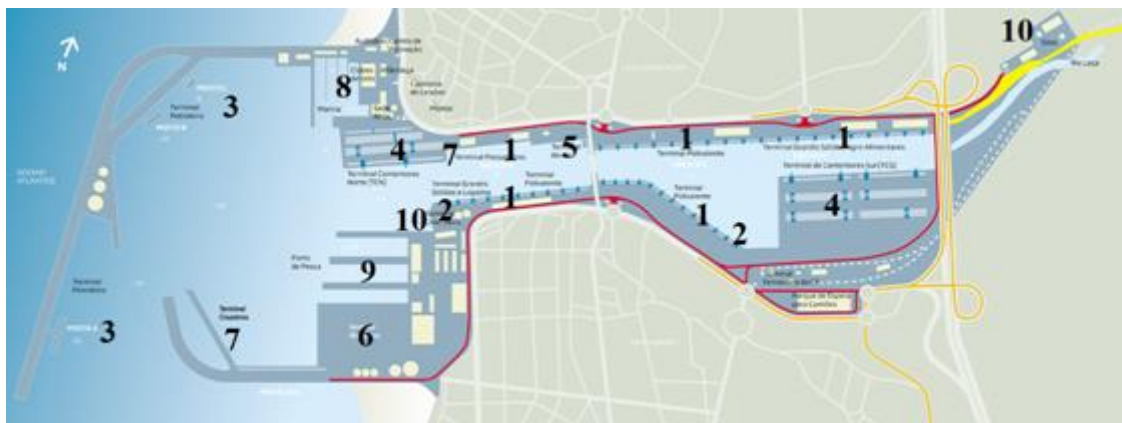


Figura 2.2 - Localização no mapa dos cais, terminais e instalações especializadas do Porto de Leixões [2]

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 Cais Convencionais de Carga Geral e Graneis Sólidos | 6 Terminal Multiusos |
| 2 Cais de Movimentação de Graneis Líquidos | 7 Terminal de Cruzeiros |
| 3 Terminal de Petroleiros | 8 Doca de Recreio |
| 4 Terminal de Contentores | 9 Porto de Pesca |
| 5 Terminal Ró-ró | 10 Instalações Especializadas |

De seguida vai-se fazer uma breve descrição de cada localização numerada na Figura 2.2

1- Cais Convencionais de Carga Geral e Graneis Sólidos

Constituídos pelos cais da Doca 1 e 2 (Norte e Sul) e pela Doca 4 (terminal de graneis agroalimentares), à exceção da Doca 1 Norte, são todos concessionados à empresa Terminal de Carga Geral e Graneis de Leixões S.A. (TCGL). As mercadorias movimentadas são cargas de projeto (geradores eólicos, torres eólicas e transformadores, entre outras), bem como as cargas convencionais (madeiras e seus derivados, ferro e sucata, rolos de chapa e granito, entre outras).

Características dos cais convencionais:

Doca 1 Norte

- Cais acostável: 455 metros úteis de comprimento;
- Fundos: -10 metros (Zona Hidrográfica Limite Z.H.L.);
- Guindagem: 1 guindaste de 45 a 90 toneladas;
- Capacidade armazenagem descoberta: 17.850 m².

Doca 1 Sul

- Cais acostável: 520 metros úteis de comprimento;
- Fundos: -10 metros (Z.H.L.);
- Guindagem: 5 guindastes de 6,2 toneladas e 2 Guindastes de 16 a 40 toneladas;
- Capacidade de armazenagem descoberta: 16.663 m².

Doca 2 Norte

- Cais acostável: 670 metros de comprimento;
- Fundos: -11 metros (Z.H.L.);
- Guindagem: 9 guindaste de 6,2 toneladas, 2 guindastes de 5 a 15 toneladas e 1 guindaste de 42 a 104 toneladas;
- Capacidade de armazenagem descoberta: 34.693 m².

Doca 2 Sul

- Cais acostável: 690 metros úteis de comprimento;
- Fundos: -11 metros (Z.H.L.);
- Guindagem: 9 guindaste de 6,2 toneladas, 4 guindastes de 12 a 18 toneladas e 1 guindaste de 29 a 104 toneladas;
- Capacidade de armazenagem descoberta: 53.414 m².

Doca 4 Norte - Terminal Cerealífero

- Cais acostável: 400 metros úteis de comprimento;
- Fundos: -12 metros (Z.H.L.);
- Guindagem: 2 guindastes ecológicos de 15 toneladas com sistema antipoluição;
- Capacidade de armazenagem descoberta: 22.448 m²;
- Capacidade de armazenagem coberta: Armazém n.º13: 2.500 m²; Armazém n.º15: 1.500 m²;
- Mercadorias: granéis agroalimentares.

2 - Cais de movimentação de granéis líquidos

Estes tipos de graneis destinam-se às empresas da CEPSA e da ED&FMAN, em que a primeira se dedica a movimentações de produtos petrolíferos refinados e a última no movimento de melaços e seus derivados.

Molhe Sul

- Cais acostável: 290 metros úteis de comprimento;
- Fundos: - 6 metros (Z.H.L.);
- Mercadorias: combustíveis líquidos (gasóleo, gasolina, fuelóleo, etc.); gases de petróleo liquefeitos e asfaltos;
- Existem ainda neste local reservatórios para armazenamento de melaços e seus derivados concessionados à empresa ED&FMAN.

Doca 1 Sul

- Cais acostável: 520 metros úteis de comprimento;
- Fundos: - 10 metros (Z.H.L.);
- Mercadorias: melaços;
- Pipelines destinados à ED&FMAN.

Doca 2 Sul

- Cais acostável: 690 metros úteis de comprimento;
- Fundos: - 11 metros (Z.H.L.);
- Mercadorias: produtos asfálticos e fuelóleo;
- Pipelines destinados à CEPSA - Companhia Portuguesa de Petróleos, Lda.

3 - Terminal de Petróleos

Dominando o molhe norte do Porto de Leixões é constituído por 3 postos ligados por pipelines à refinaria da Petrogal, tendo ainda um terminal oceânico (monobóia) construído sob um quebra-mar submerso com 700m de comprimento, junto à refinaria, como se mostra na Figura 2.3.



Figura 2.3 - Terminal Oceânico (Monobóia) (foto de Tiago Delfim)

Nestes terminais os produtos recebidos são o crude, o gás natural e os derivados de petróleo e tem como destino a Petrogal. As características dos vários postos e terminais são:

Posto A

- Fundos: - 15 metros (Z.H.L.);
- Mercadorias: ramas de petróleo e produtos refinados diversos;
- Capacidade para navios: até 100.000 *Deadweight Tonnage* (DWT).

Posto B

- Fundos: - 10 metros (Z.H.L.);
- Mercadorias: ramas de petróleo, produtos refinados diversos, gases de petróleo liquefeitos e produtos aromáticos;
- Capacidade para navios: até 27.000 DWT.

Posto C

- Fundos: - 6 metros (Z.H.L.);
- Mercadorias: produtos refinados diversos, gases de petróleo liquefeitos e produtos aromáticos;
- Capacidade para navios: até 5.000 DWT.

Terminal Oceânico Galp-Leça (TOGL)

Em 2006 iniciou-se a operação de descarga no TOGL destinado à receção de petróleo em bruto para a Refinaria da Petrogal. Este posto de acostagem é utilizado por navios-petroleiros até 150.000 DWT e tem fundos a -30 metros.

4 - Terminal de Contentores

Atualmente, o Porto de Leixões possui dois terminais de contentores: um na Zona Norte e outro na Zona Sul, ambos concessionados à empresa TCL S.A. As características relativas aos terminais são as seguintes:

Terminal de Contentores Norte

- Cais acostável: 360 metros de comprimento;
- Fundos: - 10 metros (Z.H.L.);

- Equipamentos: 2 pórticos de cais com 35/40 toneladas de capacidade e 5 pórticos de parque com 35 toneladas de capacidade. Dispõe também de 14 semirreboques para o transporte interno de contentores;
- Terraplenos: 6 hectares;
- Capacidade de armazenagem: 4.000 TEU's (cerca de 2.600 contentores);
- Capacidade de movimentação: 250.000 TEU's /ano (cerca de 172.800 contentores);
- Contentores frigoríficos: dotado de 96 tomadas de alimentação.

Terminal de Contentores Sul

- Cais acostável: 540 metros de comprimento;
- Fundos: - 12 metros (Z.H.L.);
- Equipamentos: 4 pórticos de cais com 60/75, 60/65, 40/65 e 35/42 toneladas de capacidade, 8 pórticos de parque dos quais 4 de 35 toneladas e 4 de 40 toneladas, 4 reach-stackers e 6 empilhadores frontais. Dispõe também de 22 semirreboques para o transporte interno de contentores;
- Terraplenos: 16 hectares;
- Capacidade de armazenagem: 15.000 TEU's (cerca de 10.000 contentores);
- Capacidade de movimentação: 350.000 TEU's/ano (cerca de 226.000 contentores);
- Contentores frigoríficos: dotado de 310 tomadas de alimentação.

5 - Terminal Ró-ró (*Roll-on Roll-off*)

Existem neste porto duas plataformas de terminais de *Roll-On Roll-Off*. Uma localiza-se na Doca 1 Norte junto à ponte móvel, já a segunda situa-se no terminal multiusos (descrita em pormenor no ponto 6). Ambas oferecem serviços de embarque e desembarque de carga rolante no Porto de Leixões, com características de cais semelhantes, sendo elas porta à popa dos navios, dispondo de uma plataforma fixa incorporada no cais com um comprimento de 21m, largura máxima de 22m e uma inclinação de 7,7%.

A capacidade máxima de carga deste terminal é de 80 toneladas e de 24 toneladas por eixo. Dispõem ainda, de uma área de estacionamento para cerca de 100 trailers.

6 - Terminal Multiusos

Situado no molhe Sul do Porto de Leixões, este terminal polivalente com capacidade de movimentação de equipamentos com 360 toneladas, dispõe de um cais avançado com 310 m de comprimento, um cais perpendicular com 155m, uma rampa Ró-ró com 22m de largura e um fundo de 10 m.

Este terminal destina-se, essencialmente ao transporte marítimo de curta distância, quer para Ró-ró quer para Lo-Lo (*Lift-on Lift-off*). O Terminal dispõe de uma área de terrapleno com cerca de 8 hectares que serve de área de apoio.

Existe a intenção de neste terminal, vir a ser construído um possível terminal de contentores.

7 - Terminal de Cruzeiros

Terminal de Cruzeiros Norte

Localizado na Doca 1 Norte é o terminal mais antigo e, para além de Património Arquitetónico e Histórico da Cidade de Matosinhos, tem um cais acostável com 300 m de comprimento e fundos de -10 m. É capaz de receber navios com um comprimento máximo de 250 m. A Estação de Passageiros de Leixões, da autoria dos arquitetos Tito Figueiredo e Jorge Gigante, inaugurada em abril de 1961, construído em madeira constitui um exemplar da arquitetura da época.

Doca 1 Norte

- Comprimento do cais: 300 m;
- Fundos: - 10m (Z.H.L.);
- Comprimento máximo dos navios: 250 m;
- Calado: 8m (com preia-mar, 9 m).

Terminal de Cruzeiros Sul

O terminal de cruzeiros sul inaugurado em 2011 projetado pelo Arq. Luís Silva, galardoado com várias distinções de arquitetura, é a concretização da APDL no desenvolvimento da industria de cruzeiros.

O edifício principal dispõe de uma Estação de Passageiros, com diversas valências para navios em escala, ou que efetuem embarque/desembarque de passageiros. Não tem limite de capacidade para passageiros em trânsito e tem capacidade para 2.500 passageiros em *turnaround* (embarque e desembarque). Neste edifício encontram-se ainda localizados os Departamentos de Produção de Ciência (gabinetes e laboratórios experimentais) e de Divulgação Científica do Parque de Ciência e Tecnologias do Mar.

Cais para Cruzeiros

- Comprimento do cais: 340m;
- Fundos: - 10m (Z.H.L.);
- Comprimento máximo dos navios: 300 m atracação;
- Pilotagem obrigatória (para entrada e saída);
- Sem limites de estadia;
- Certificação conforme ISPS (International Ship and Port Facility Security Code).

8 - Doca de Recreio

Localizada no Molhe Norte do Porto de Leixões, concessionada à Associação de Clubes Marina Porto Atlântico. Encontra-se limitada pelo cais Norte, Oeste e Nascente (clubes) e Marégrafo.

Esta infraestrutura é constituída por um conjunto de pontões e "*fingers*" estabilizados horizontalmente, por ligações a um sistema de estacaria metálica. Tem como serviços o abastecimento de água potável, combustíveis e energia elétrica (Baixa Tensão) às embarcações.

- Cais acostável: 50 metros de comprimento;
- Fundos: - 2,5 metros (Z.H.L.);
- Capacidade de amarração: 248 lugares para amarração permanente e para amarração temporária existe uma área de pontes com a extensão total de 50 metros e capacidade de acostagem para 4 a 5 iates;
- Serviços/Equipamentos: abastecimento de água potável, energia elétrica (baixa tensão), sistema de combate a incêndio e recipientes para lixos e óleos.

9 - Porto de Pesca

Concessionado à empresa DOCAPESCA, é considerada o maior porto português em quantidade global de pescado, sendo o mais importante porto sardineiro e o maior na captura por arrasto.

Dispõe de três pontes-cais com 1.890m de comprimento e fundos a -4m (ZHL), onde podem acostar simultaneamente, 46 traineiras e 20 arrastões. Foram ainda instaladas plataformas flutuantes para embarcações de pesca artesanal.

É dotado de sistema informatizado de leilão eletrónico, um entreposto frigorífico e uma unidade de frio, que garantem o abastecimento de gelo, dispondo de uma capacidade de armazenagem de 5.500 toneladas.

10 - Instalações Especializadas

Silos Portuários

A empresa Silos de Leixões - Unipessoal, Lda. opera numa área de 2,3 hectares. Os silos encontram-se vocacionados para o armazenamento de cereais, derivados, oleaginosas e outros produtos alimentares e possuem uma capacidade de armazenagem de 120.000 toneladas (100.000 toneladas em silos verticais e 20.000 toneladas em armazém horizontal).

Depósito de Produtos Petrolíferos a Granel

A CEPSA – Companhia Portuguesa de Petróleos, S.A. está ligada à Doca 2 Sul do Porto de Leixões por dois pipelines (um para produtos asfálticos outro para fuelóleo) junto ao terminal de contentores Sul, e a sua capacidade de armazenagem totaliza 61.000 toneladas;

As instalações da REPSOL Portuguesa, S.A., a Norte de Portugal (Matosinhos), encontram-se desativas e os produtos petrolíferos eram recebidos através dos pipelines localizados no molhe sul. Eram rececionados fundamentalmente, combustíveis líquidos, gases de petróleo liquefeitos e asfaltos.

Depósito de Melaços e Derivados

Situado no Molhe Sul, com uma área de cerca de 1.790 m², encontra-se um tanque destinado ao armazenamento de produtos líquidos a granel para fins alimentares e industriais, nomeadamente melaços e seus derivados. Estas instalações estão licenciadas à empresa ED&FMAN Portugal.

Armazém de Cimentos

Localizados na Doca 1 Sul, existem quatro armazéns para receção e expedição de cimento a granel, licenciados a duas empresas (SECIL - Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A. e CIMPOR - Indústria de Cimentos, S.A.), ocupando uma área total de 2.500 m².

2.3. ESTILHA

Esta matéria prima é o resultado da trituração os troncos de madeira, em aparas de pequenas dimensões. A sua forma em geral é de lascas irregulares de dimensões médias compreendidas entre os 2 cm e os 6 cm (como se mostra na Figura 2.14), e visto que é um material bastante heterogéneo devido às suas inúmeras proveniências, adotou-se para esta tese valores médios baseados na literatura bem como os indagados à concessionaria e operadores *in loco*.

A estilha tem como principal proveniência a América do Sul, e tem como destino as unidades industriais da Navigator (antiga Portucel) para produção de pasta de papel.



Figura 2.4 – Estilha

Considerou-se como valor da massa volúmica da estilha não compactada 380Kg/m^3 e 630Kg/m^3 para a estilha compactada; considerou-se uma humidade relativa de 30%, um ângulo de atrito de 33° [4], o poder calorífico de matéria seca de 2100MJ/m^3 [5] e a condutividade térmica média de $0,13\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ [6]. No que respeita ao custo monetário, não tendo tido acesso aos valores de compra e venda da estilha, após alguma pesquisa e de diálogo com pessoas ligadas a área, pareceu-me razoável considerar o preço da estilha de $75\text{€}/\text{ton}$.

A pergunta que pode advir desta primeira abordagem é, porque é que não se transportam troncos de madeira de estrutura compacta ao revés da estilha? A resposta é económica, pois é mais barato o processamento da madeira no país de origem do que em Portugal. Além de a estilha apresentar maior facilidade de armazenamento, dado que as suas pequenas dimensões permitem adaptar-se a qualquer espaço (ao contrário dos troncos), é mais fácil de transportar e manusear (cais-navio; navio-cais).

Uma propriedade relevante para o estudo deste material é a humidade relativa, sendo este material de origem vegetal, tem um valor característico médio, consoante a sua proveniência entre os 10% e os 40%, sendo os de menor teor oriundos de países como o Paraguai enquanto os de maior valor originários do Brasil.

Uma consequência desta propriedade é que, juntamente com microrganismos (fungos e bactérias) naturalmente presentes na matéria prima, associado ao isolamento térmico e bloqueio da ventilação natural (promovidos pelo apilhamento), dá-se o desenvolvimento biológico promovendo reações químicas exotérmicas. As consequências principais deste fatores são a destruição de matéria prima e, ainda mais importante, o forte aumento da temperatura no

interior da pilha, que pode levar a autoignições e incêndios em profundidade, de reação lenta e aparentemente impercetíveis. [7]

Outro inconveniente destas reações químicas é a libertação de gases que, para além do notório mau odor, podem ser agentes de irritação e alergias, motivo recorrente de queixas da vizinhança do porto.

Para finalizar este tema, a indústria da pasta do papel é sensível à quantidade de teor de ferro no material, tendo estes dois inconvenientes: o primeiro é a inviabilização e desvalorização do material para produção de pasta de papel; o segundo é o ferro funcionar como catalisador para os microrganismos que conduz à libertação de calor e possível foco de incêndio na armazenagem. [8]

2.4. SUCATA

Esta matéria prima, fruto dos restos da nossa sociedade de consumo, é o bom exemplo do grande valor monetário residual, bem como dos benefícios económicos e ambientais resultantes da sua reciclagem. Por tonelada de metal reciclado, comparativamente com uma tonelada de metal produzida a partir de minério, está-se a reduzir:

- em 75% o consumo de energia;
- em 90% o uso de matérias primas;
- em 86% a poluição do ar;
- consumo de água para produção, bem como a consequente poluição de águas;
- o consumo de carvão;
- o consumo de cal. [9]

Esta matéria prima tem como origem a trituração e prensagem de objetos em fim de vida, como carros ou eletrodomésticos, sendo a sua composição maioritária de metais, mas estando nelas presentes também óleos e plásticos. A sucata é proveniente de vários pontos do globo, sendo alguns deles a Rússia e o Norte da Europa, e tem como destino a Siderurgia de São Pedro de Fins (grupo MEGASA) para a produção de aço.

Tal como na estilha, aquando o apilhamento existe uma substancial redução de ventilação que, por ação de reações químicas exotérmicas, provocadas pelos óleos e outros elementos químicos residuais presentes, que podem traduzir-se em ignições espontâneas do material. Este levará a pequenos focos de incêndio, que quando não detetados atempadamente, poderão originar incêndios de grandes proporções, mediante as grandes quantidades de material armazenado.

2.5. CAIS DE GRANÉIS SÓLIDOS DOCA 2 SUL

Apresenta-se na Figura 2.4, uma vista de satélite do cais de graneis sólidos correspondente à Doca 2 Sul, que é o objeto de estudo desta tese, onde se evidenciam os vários setores de armazenamento através da numeração presente na Figura 2.4.



Figura 2.5 - Detalhe da Doca 2 Sul com os respetivos setores, sendo o numero 1 dedicado ao armazenamento de estilha, e os restantes 2 e 3 dedicados ao armazenamento de sucata, (Fonte Google Earth) [3]

Esta é a área para estudo da primeira parte do trabalho e, como tal, é necessário fazer algumas considerações.

Os problemas principais deste cais são a grande quantidade de matéria suscetível de incendiar (nomeadamente a estilha) e o levantamento de grandes quantidades de pós e poeiras provocadas pelos graneis, que provocam recorrentes reclamações na vizinhança. Reclamações essas devido aos odores, alergias e desconforto respiratório na parte de saúde e de bem-estar, e de sujidade causada nos veículos e habitações circundantes no que respeita a conforto e higiene.

Esta zona, como referida anteriormente é concessionada à empresa Terminal De Carga Geral E De Granéis De Leixões S.A, que tem como função transferir e armazenar para posteriormente serem transportados para as respetivas indústrias.

O perímetro do granel é delimitado por contentores como se vê na Figura 2.4. Nesta área existem duas infraestruturas físicas nas quais não se pode intervir: a primeira é dada pelos pontos vermelhos, que representam postos de transformação de eletricidade (para fornecimento de energia à maquinaria necessária à estiva); a segunda é o retângulo a verde que representa a pista e balança para os camiões de mercadorias.

Nesta doca são armazenados, normalmente, dois tipos de graneis a estilha e a sucata.

No que respeita às áreas de armazenamento, estas foram calculadas de forma pouco rigorosa a partir do Google Earth [3], encontrando-se o resultado afeto de algum rigor. Não obstante, em função dos números em causa, o erro resultante torna-se pouco expressivo. Considerou-se assim, como os limites da área de empilhamento o comprimento dos contentores da parte sul (aproximadamente 200m para o setor 1 e 2; 75m para o setor 3) e como largura disponível (entre os contentores e a área manobra do cais) de 60m em direção ao cais para o sector 1 e 2, e 30 metros de largura em direção ao cais no sector 3.

Para o cálculo do volume, em virtude das práticas de armazenamento da TGCL, considera-se a altura de empilhamento de 8m.

Tabela 2.1 - Áreas e Volumes das Respetivas Secções na Doca 2 Sul

Setor	Área (m ²)	Volume (m ³)
1	12350	98800
2	12000	96000
3	4500	36000
Total	22850	230800

As barreiras de contenção dos granéis são feitas por contentores (TEU's (*twenty-foot equivalent unit*) e FEU's (*fourty-foot equivalent unit*)) dispostos em linha. Inicialmente construído com uma altura de 3 contentores ($\approx 8,7\text{m}$), delimitava a zona de armazenamento e minimizava as queixas recorrentes da vizinhança pela projeção de pós e poeiras.

Após o insucesso parcial, decidiu-se colocar no topo dos contentores barreiras para-vento com as dimensões aproximadas de 2 metros de altura e com o formato apresentado pela Figura. 2.5.



Figura 2.6 - Para-vento sem tela, à espera da colocação final sobre a estrutura de contentores.

Contudo embora tendo mais uma vez mitigado o problema dos pós, as queixas persistiram, decidindo-se acrescentar mais uma fiada de contentores (mantendo constante a altura de empilhamento), perfazendo uma altura total de 4 contentores ($\approx 11,6\text{m}$) mais uma barreira de para-vento, alcançando uma altura total aproximada de 13,5m.

Para reduzir de forma significativa o levantamento de pós provocados pelos graneis, é prática da TCGL, com o auxílio de canhões de água pulverizada/expressores, Figura 2.7, humidificar a estilha e sucata recebidas no cais, sendo o custo anual desta prática com água aproximadamente de 60.000€.



Figura 2.7 - Expressor de água utilizado na humificação da estilha/sucata

No que respeita ao processo de descarga dos graneis, será feito um pequeno resumo.

No caso da estilha, depois de atracado o navio (ver exemplo da Figura 2.7), este abre as tampas dos porões, e existem duas opções, consoante o navio tenha, ou não gruas próprias.

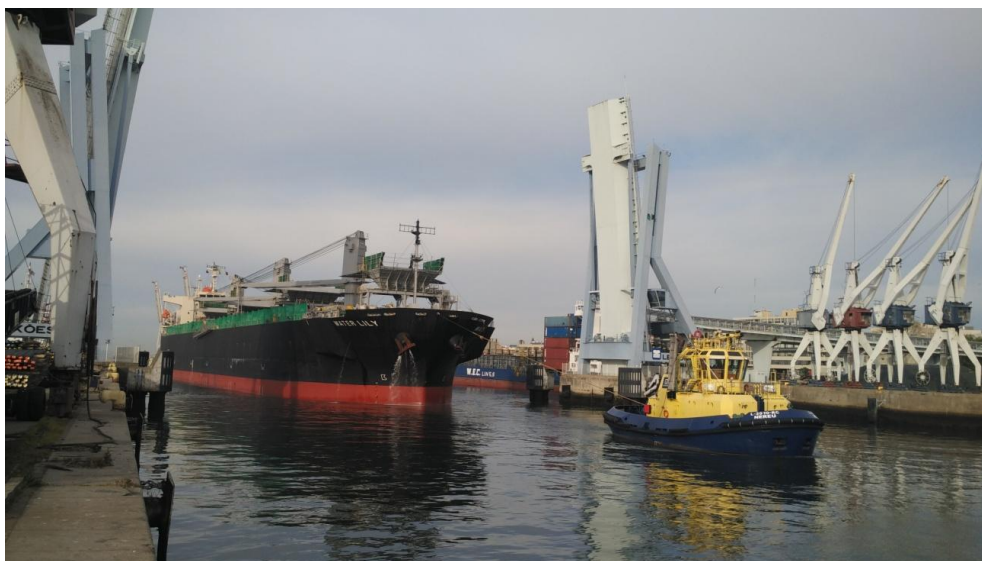


Figura 2.8 – Navio Tipo de transporte de estilha "Water Lily", com 210 m de comprimento e com 45.000 toneladas de estilha a bordo.

a) O Navio tem Gruas Próprias

Se o navio tem gruas próprias, uma máquina giratória é colocada na estilha (Figura 2.8 a)), começando a amontoar o granel, para posteriormente as gruas descarregarem a estilha com auxílio de uma cesta (Figura 2.8 b)), que a colocará num funil onde seguirá, a ritmo constante, inicialmente para uma cinta transportadora secundária, e posteriormente para uma principal, como mostram a Figuras 2.9:



Figura 2.9 – a) Máquina giratória a amontoar estilha b) "Cesta" a carregar a estilha



Figura 2.10 – a) Garra a descarregar a estilha no funil b) Estilha a ser transportada na cinta transportadora principal do navio.

Depois disso, a estilha passa para uma tremonha que a descarrega para uma cinta transportadora, já no cais (Figura 2.10). Para assentamento das poeiras provocadas pela estilha e sua humedificação, a TCGL coloca dois expressores de água laterais (por vezes três) que projetam água pulverizada para a estilha. Além disso, a cinta transportadora no cais possui pulverizadores rudimentares de água.

Ao chegar ao fim da cinta, a estilha deposita-se no cais onde começa a apilhar. As pás carregadoras, por sua vez, começam a carregar para depois voltar a apilhar na zona de armazenamento ou descarregar nos camiões para procederem imediatamente ao transporte para o seu destino final (Navigator Cacia ou Viana do Castelo, ou Celbi Figueira da Foz grupo Altri).



Figura 2.11 – Descarga da estilha do navio para o cais através da tremonha (detalhe dos expressores em funcionamento, bem como do apilhamento da estilha no final da cinta transportadora)

b) Navio sem Gruas Próprias

Caso o navio não tenha gruas próprias, a descarga da estilha é feita através das gruas móveis pneumáticas da TCGL, que descarregam o granel na zona final de armazenamento, como mostram as Figuras 2.11 e 2.12.



Figura 2.12 – Descarga da estilha do navio para o cais através da tremonha (Grua Móvel sobre pneumáticos, altura aproximada da cabine 23m)



Figura 2.13 – Parte Poente da zona de armazenamento do setor 1 a) Vazia b) Em quase pleno armazenamento

Para o caso da sucata, o processo de descarga é semelhante ao da estilha, mas desta vez os navios não trazem grua próprias nem existem cintas transportadoras, sendo a descarga do material feita diretamente para o cais, como se mostra na Figura 2.13.



Figura 2.14 – Grua móvel a descarregar sucata do navio (lado direito da Figura), para o local de armazenamento

No que respeita a dados recolhidos pelo autor durante a permanência no Porto de Leixões entre os meses de fevereiro e março de 2017, chegou-se aos seguintes resultados:

- Caudal de estilha aproximado na cinta transportadora é de 0,3ton/s;
- Caudal de Água Médio aproximado de cada expressor é de 12m³/h;
- O ciclo de transporte de uma pá carregadora no transporte de estilha até ao ponto mais distante (carregar, transporte, descarga, regresso) é aproximadamente de 1 minuto e 10 segundos;
- No caso da sucata a garra transporta em média 7 ton e o ciclo de carga/descarga é aproximadamente de um minuto/minuto e meio.

Sendo a missão desta dissertação a segurança contra incêndios, há que fazer uma pequena ressalva do histórico destes granéis neste porto.

Felizmente, no que respeita à estilha não há registos de qualquer foco de incêndio e quanto à sucata, apenas pequenos focos, especialmente a limalha. Assim, em caso de pequenos focos de incêndio o procedimento atual consiste em remover o granel em apilamento, com o auxílio das gruas móveis, para posteriormente com pás carregadoras, prensar o granel a fim de extinguir o incêndio por abafamento/asfixia. Quanto ao número de gruas móveis, a TCGL detém 6, que possuem uma capacidade de carga que varia entre as 40 e as 100 toneladas, e um alcance máximo que varia entre os 32 e os 48 metros.

2.6. RIO LEÇA

Embora seja um rio de pequena dimensão, vai ser alvo de algum estudo, visto que este desagua no Porto de Leixões e tem potencial para abastecimento de água para algumas necessidades deste porto.

Com um comprimento de apenas 44,8 Km e compreendida na Região Hidrográfica 2 (Conjunto das Bacias Hidrográficas dos Rios Cavado, Ave e Leça), este rio nasce a 420 m de altitude no Monte de Santa Luzia (conselho de Santo Tirso), e desagua no Porto de Leixões. Tem aproximadamente 190 km² de área hidrográfica, um declive médio de 10%, uma altitude média de 203 m e atravessa 9 concelhos (Santo Tirso, Paços de Ferreira, Trofa, Valongo, Gondomar, Maia, Porto, Vila do Conde e por último Matosinhos). Os seus principais afluentes são as ribeiras de Arquinho e de Leandro (ambos do lado direito do rio). [10]

No que respeita aos dados climatológicos desta bacia, apenas existem dados de duas estações udométricas: a de Ermesinde (73m altitude) e a de Leça da Palmeira (17m de altitude). A precipitação média desta bacia hidrográfica é dada pela Tabela 2.2 onde, como seria de esperar, os meses mais críticos, no que respeita à falta de caudal, vão de julho a setembro. [10]

Tabela 2.2 - Estatística da Precipitação na bacia do Rio Leça ao longo dos meses (mm) [10]

Bacia	Parâmetros	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Leça	Média	123	168	182	181	155	145	108	92	43	15	16	65
	Mínimo	13	0	9	3	3	0	5	5	3	0	0	0
	Máximo	325	518	703	479	568	650	380	246	244	82	79	203
	Desvio Padrão	83	119	129	131	133	119	78	54	40	18	15	46

Na Tabela 2.3 apresenta-se os valores da precipitação mensal para os percentis P20 e P80 em ano seco e húmido.

Tabela 2.3 - Valores da precipitação mensal para os percentis P20 e P80 em ano seco e húmido (mm) [10]

Tipo	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
P80 (Ano Húmido)	180	257	261	283	266	252	157	130	72	23	22	105
P20 (Ano Seco)	45	66	79	62	43	43	45	48	11	2	4	20

Nas Figuras 2.14 e 2.15 apresentam-se valores da precipitação média anual e respetiva percentagem de precipitação. Pode-se verificar na Figura 2.15, que a média ronda os 1294 mm, já na Figura 2.16 pode-se verificar que a probabilidade ocorrência de um ano seco é significativa (17.5%), o que se pode traduzir em dificuldades para viabilizar o projeto de encontrar água para a satisfação dos requisitos da SCI no Porto de Leixões.

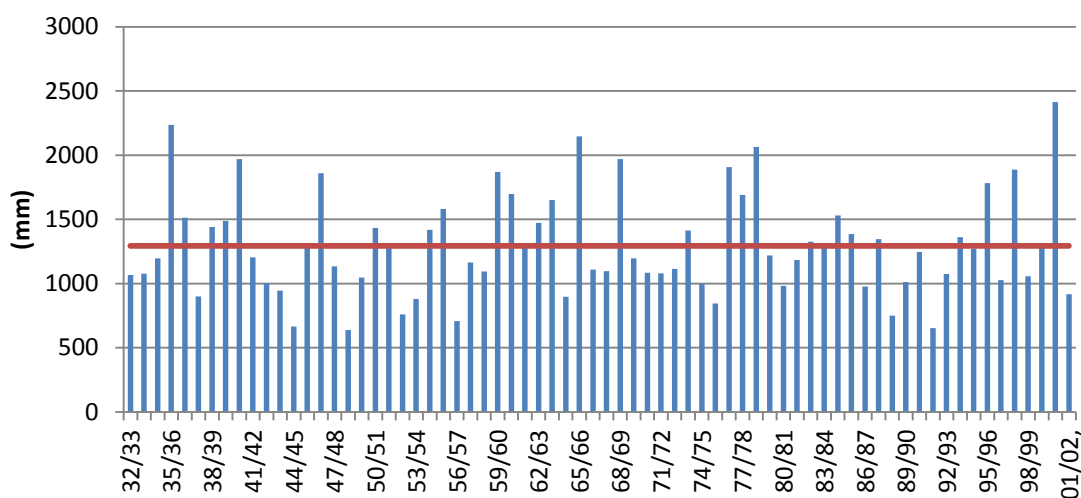


Figura 2.15 – Precipitação média anual na bacia do Rio Leça (mm) [10]

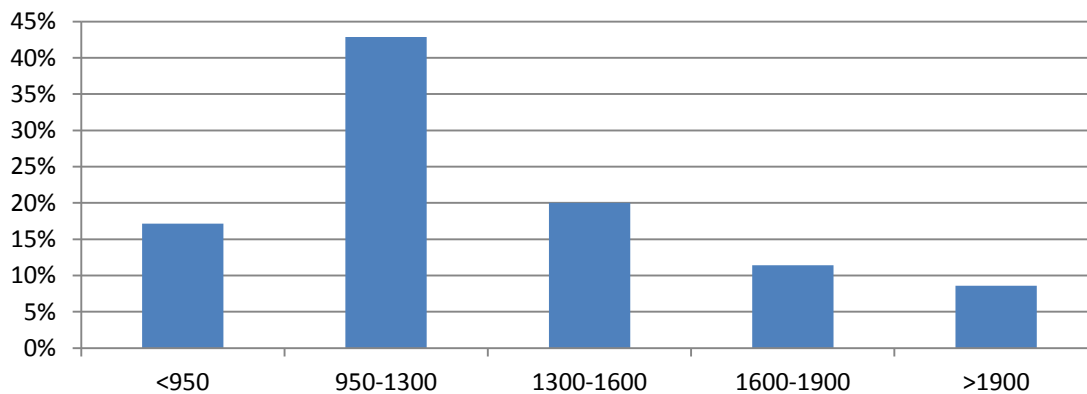


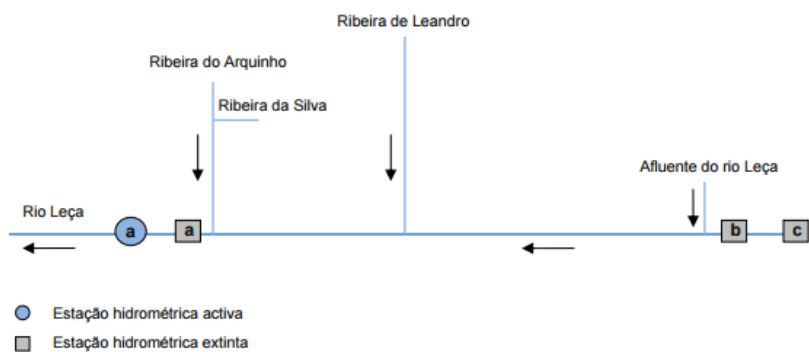
Figura 2.16 – Percentagem anual média de precipitação na bacia do Rio Leça ao longo dos anos (mm) [10]

Na Tabela 2.4 apresenta-se os valores da Temperatura Mensal Média Ponderada da água do rio Leça, sendo que esta oscila, ao longo do ano entre 8,6°C e 19,0°C.

Tabela 2.4 - Temperatura Mensal Média Ponderada do Rio Leça (°C) [10]

Bacia	Parâmetros	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Leça	Média	15,7	11,7	9,4	8,6	9,6	11,2	12,6	14,6	17,3	19,0	19,0	18,2
	Mínimo	16,1	12,3	9,9	9,4	10,1	11,5	12,9	15,1	18,5	20,4	20,4	18,9
	Máximo	15,8	12,0	9,7	9,1	9,9	11,3	12,7	14,9	17,9	19,7	19,7	18,6
	Desvio Padrão	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2

Quanto aos caudais do Rio Leça, a informação é disponibilizada pelas estações hidrométricas representadas na Figura 2.17.



Identificação	Código	Designação	Área de drenagem (km ²)	Nº anos completos	Período de dados
Estações activas					
a	06F/02H	Ponte Moreira	167	0	-
Estações inactivas					
a	06F/01H	Leça do Baillo	157	0	-
b	06G/04H	Fervença (Leça)	11	9	1980/81 a 1985/1986; 1987/88 a 1989/90
c	06G/03H	Pereiras	11	10	1980/81 a 1989/90

Figura 2.17 - Esquema das estações hidrométricas no Rio Leça (e respetivas áreas drenadas) [10]

Embora o Rio Leça seja um rio de pequena dimensão pode-se constatar que, independentemente do tipo de ano, o volume de água acumulado na foz do rio é sempre significativo, contribuindo para a viabilidade de adução de água, independentemente do aproveitamento hidroelétrico, como se demonstra na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 - Escoamento anual médio do Rio Leça, em anos Secos, Normais e Húmidos [10]

Escoamento anual (dam ³)			
Ano	Seco	Médio	Húmido
Foz do Rio Leça	68101	113825	163683

Para melhor interpretação da distribuição do escoamento ao longo do ano, recorre-se à Figura 2.18, para melhor perceção nos diferentes anos tipo.

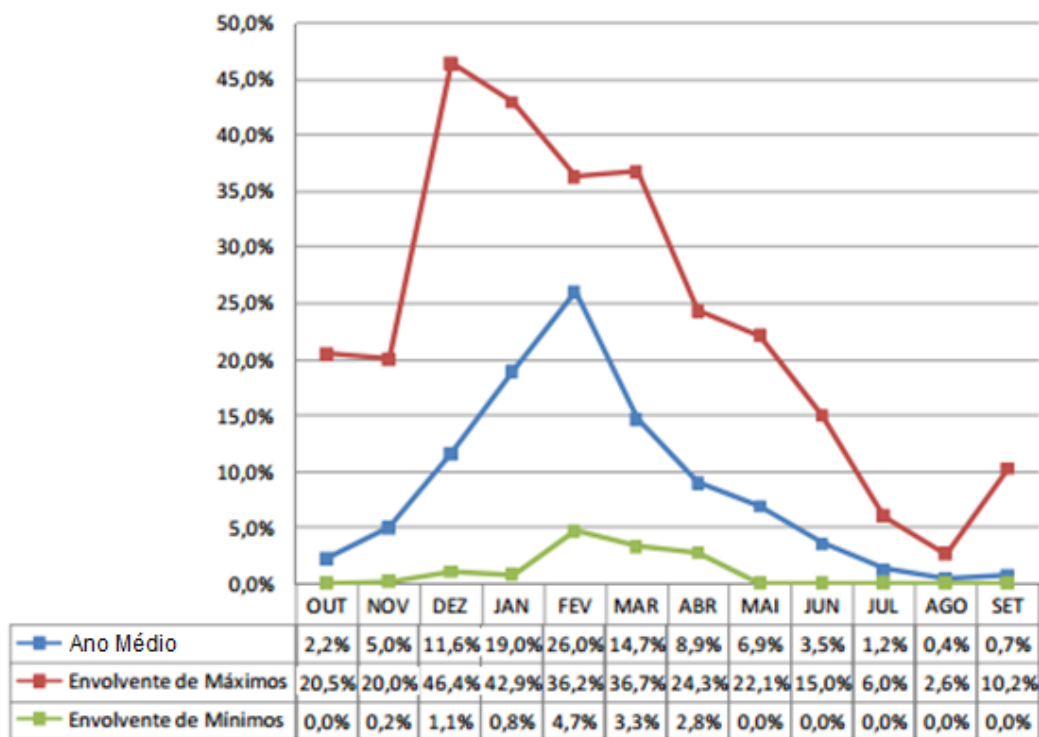


Figura 2.18 - Distribuição mensal do escoamento em ano de características médias na Foz do rio Leça (Enquadramento com envolventes de máximos e mínimos) [10]

Pretende-se evidenciar na Tabela 2.6, o comportamento dos caudais do Rio Leça, ao longo dos meses e para os vários tipos de caudal. Como de esperar, os melhores meses são os de dezembro a março, onde se espera grande aproveitamento hídrico, ao contrário dos meses de julho a setembro, onde se espera baixo ou nenhum aproveitamento.

Tabela 2.6 - Caracterização do Caudal para ano Normal ao longo dos Meses [10]

	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Ano médio	2,2%	5,0%	11,6%	19,0%	26,0%	14,7%	8,9%	6,9%	3,5%	1,2%	0,4%	0,7%
Caudal Mensal Médio (dam ³)	2504	5691	13204	21627	29595	16732	10130	7854	3984	1366	455	797
Caudal Diário Médio (dam ³)	80,78	190	425,9	697,6	1057	539,8	337,7	253	133	44,061	14,7	26,56
Caudal Horário Médio (dam ³)	3,366	7,9	17,75	29,07	44,04	22,49	14,07	10,6	5,53	1,8359	0,61	1,107
Caudal Instantâneo (m ³ /s)	0,935	2,2	4,93	8,075	12,23	6,247	3,908	2,93	1,54	0,51	0,17	0,307

Por último apresenta-se na figura 2.19, o perfil do Rio Leça, desde a foz do rio junto à ponte da A28 até aos primeiros 3500 m a montante. Verifica-se que a partir dos 2500 começa a haver um incremento no declive do rio, razão pela qual, ao percorrer aquela região, começa-se a encontrar tantos moinhos de água.

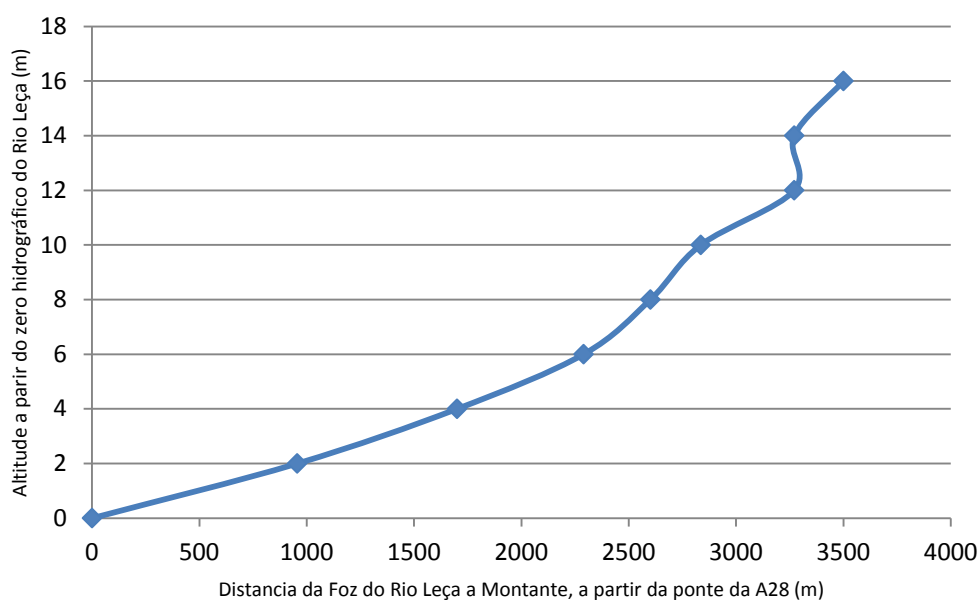


Figura 2.19 - Perfil altimétrico da parte jusante do Rio Leça

2.7. NOTAS FINAIS

Identificados os problemas relativos aos graneis, através do estudo do Rio Leça facilmente se percebe o potencial adutor de água que este rio tem.

Embora a bacia hidrográfica tenha uma pequena área, se comparada com outros rios, os índices de precipitação demonstram em anos normais, quantidades apreciáveis de precipitação, o que se traduz num caudal generoso em 75% do ano, nomeadamente de outubro a junho.

Para além disso, de realçar através do perfil altimétrico do Rio Leça (Fig. 2.19), que por características geográficas do rio, entre as quais o forte aumento de declive (entre os 2500 m e os 3500 m a montante da ponte da A28) associados a uma topografia bastante irregular na área, demonstra um grande potencial para construção de estruturas hidráulicas, como açudes e mini-hídricas.

3

ENQUADRAMENTO DOS PROBLEMAS/SOLUÇÕES

3.1. INTRODUÇÃO

Com vista ao desenvolvimento dos trabalhos no Capítulo 4, é pretendido neste capítulo demonstrar as bases legais e teóricas para a resolução dos problemas abordados no Capítulo 2. No presente capítulo proceder-se-á à análise dos granéis, sob o ponto de vista da jurisdição portuguesa para a SCIE, seguindo-se a análise das Mini-Hídricas, sob três pontos:

- Em primeiro lugar, uma descrição das mini-hídricas, bem como dos seus vários elementos constituintes;
- Em segundo lugar, referencia-se as bases de um estudo prévio para uma mini-hídrica;
- Em terceiro lugar, faz-se o respetivo enquadramento legal das mini-hídricas, segundo a legislação portuguesa vigente.

Por último, vai-se descrever as bases teóricas para viabilidade económica deste projeto.

3.2. LEGISLAÇÃO PORTUGUESA EM SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS

Estando a área de estudo desta dissertação (Porto de Leixões) isenta da aplicação do Regulamento Jurídico Contra Incêndios [11], mas sujeita às diretivas e jurisdição da Capitania de Leixões, pareceu sensato e apropriado no decorrer dos trabalhos, a aplicação do regulamento mesmo sem ter a obrigação de o cumprir.

Assim se fará uma pequena resenha histórica, da qual se focarão os pontos principais desta legislação, para esta tese.

Historicamente em Portugal, a legislação sobre SCIE tem sofrido várias alterações inerentes do aprofundamento dos conhecimentos desenvolvidos nesta área. Todavia, até ao ano de 2008, a base legal tinha por base o RGEU [12] e outros documentos, que se revelavam insuficientes e ultrapassados; a legislação apresentava-se distribuída em várias publicações com difícil compreensão, omissa em varias domínios (como museus, indústria, lares de idosos, etc.) e por vezes em grave contradição.

Assim, em 2008 é publicado o Dec. Lei 220/2008 [11] de 12 de Novembro, completado pela portaria 1532/2008 [13] de 19 de Dezembro, bem com pelo Despacho 2074/2009 [14] de 15 janeiro, sendo o mesmo atualizado pelo Decreto Lei 224/2016 [15] de 9 de outubro, em que uma das inovações apresentadas pelo novo quadro legal é o conceito de Utilização Tipo, e a sua subdivisão em Categorias de Risco, dada pela Tabela 3.7. [11]

Tabela 3.7 - Descrição das varias Utilizações Tipo [11]

Utilização Tipo	Descrição
I	Habitacionais
II	Estacionamentos
III	Administrativos
IV	Escolares
V	Hospitales
VI	Espectáculos e Reuniões Publicas
VII	Hoteleiros e Restauração
VIII	Comerciais
IX	Desportivos e de Lazer
X	Museus e galerias de Arte
XI	Bibliotecas e Arquivos
XII	Industriais, Oficinas e Armazéns

Como tal constata-se que o Porto de Leixões é considerado como uma área integrada na Utilização Tipo XII. Sendo a área estudo a Doca 2 Sul, mais concretamente os recintos ao ar livre (espaço delimitado neste caso por contentores, com função de armazenagem de graneis). Para caraterização da Utilização Tipo quanto à categoria de risco, ter-se-á de recorrer à Tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Definição das Categorias de Risco para o Caso da UT XII [11]

Categoria	Valores Máximos Referentes à Utilização Tipo XII		
	Integrada em edifício		Ao ar livre
	Densidade de Carga de Incêndio Modificada da UT XII (**)	Número de Pisos ocupados pela UT XII abaixo do plano de referencia (*)	Densidade de 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
(*) não são contabilizados os pisos destinados exclusivamente a instalações e equipamentos técnicos que apenas impliquem a presença de pessoas para fins de manutenção e reparação, e/ou que disponham de instalações sanitárias.			
(**) Nas Utilizações Tipo XII, destinadas exclusivamente a armazéns, os limites máximos de densidade de carga de incendio modificada devem ser 10 vezes superiores aos indicados neste quadro.			

Deste quadro constata-se que ao ar livre o fator de classificação da categoria de risco é unicamente dependente da densidade de carga modificada.

O cálculo da Densidade de Carga de Incêndio Modificada para armazenamento é dado pelo Despacho n.º 2074/2009 de 15 de Janeiro, através Equação 3.1 [14]:

$$q_s = \frac{\sum_{i=1}^{Nar} q_{vi} \cdot h_i \cdot S_i \cdot C_i R_{ai}}{\sum_{i=1}^{Nar} S_i} \quad (3.1)$$

Em que:

- q_s - Densidade de Carga de Incêndio Modificada (MJ/m^2);
- q_{vi} - Densidade de Carga de Incêndio por unidade de volume (MJ/m^3);
- h_i - Altura de armazenagem na zona de armazenamento (m);
- S_i - Área afeta à zona de armazenamento (m^2);
- C_i - coeficiente de combustibilidade do combustível (adimensional);
- R_{ai} - coeficiente de ativação do combustível (adimensional);
- N_{ar} - número de zonas de armazenamento distintas.

Para cálculo do poder calorífico em função do teor de humidade recorre-se à EN1991 - 1.2 [16], onde se especifica a forma cálculo, através da seguinte Equação:

$$H_u = H_{u0}(1 - 0,01u) - 0,0025u \quad (3.2)$$

Em que:

- H_u - Poder calorífico efetivo do elemento húmido (MJ/kg)
- H_{u0} - Poder calorífico efetivo do elemento seco (MJ/kg)
- u - Teor de massa água por unidade de massa de combustível seco (%)

3.3. CENTRAIS MINI-HIDRICAS

3.3.1. INTRODUÇÃO

Os aproveitamentos hidroelétricos dividem-se em dois grupos principais: os de grandes dimensões e os de pequenas dimensões, sendo a distinção o facto de o aproveitamento estar acima ou abaixo de uma potência instalada de 10MW. [17] [18]

Nesta dissertação apenas se irá abordar os aproveitamentos de pequena dimensão, sendo que estes ainda se dividem em três subgrupos segundo a *Union Internationale de Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique* (UNIPEDE), como apresentado na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 - Classificação das Centrais Hidroelétrica em função da sua potência

Designação	Potência Instalada [MW]
Pequena Central Hidroelétrica	<10
Mini Central Hidroelétrica	<2
Micro Central Hidroelétrica	<0,5

Por outro lado, podem-se ainda classificar estes aproveitamentos quanto à sua queda bruta. Esta pode ser de origem natural ou artificial e define-se como a diferença de cotas entre o ponto de captação e o ponto de restituição. Tendo em conta esta definição podem-se classificar as centrais da seguinte forma:

Tabela 3.10 - Classificação da queda em função da diferença de cotas

Tipo de Queda	H (m)
Baixa	2-20
Média	20-150
Alta	>150

Estes tipos de centrais de produção elétrica integram-se no espírito do Séc. XXI europeu, no âmbito das energias limpas, associando-se assim, a esta fonte energética, várias qualidades das quais se enumeram algumas:

- Grande fiabilidade do equipamento, com produção constante ao longo do tempo;
- Impacto ambiental baixo (exploração do tipo de fio de água);
- Contribuição para a redução das emissões CO₂ e de outros gases agravadores do efeito-de-estufa;
- Necessitam de áreas reduzidas para a sua implementação.

3.3.2. CAUDAIS

Apresentam-se em seguida algumas definições importantes para os caudais a considerar neste estudo:

- **Caudal de Cheia ou Caudal de Ponta** - Caudal instantâneo máximo obtido numa determinada bacia hidrográfica para uma determinada probabilidade de ocorrência (tempo de retorno);
- **Caudal Ecológico** - É impensável nos nossos dias, realizar qualquer projeto sem ter em consideração o impacto no meio de implementação da obra. Obviamente que, neste tipo de aproveitamentos, se por algum motivo se cessar o fluxo de água, a linha de água seca a jusante, perturbando e podendo danificar permanentemente o ecossistema. Como tal é necessário um fluxo mínimo de água de forma a garantir a sobrevivência da flora e da fauna a jusante do açude. Este caudal deverá ser conhecido à partida do projeto ou estimado através de um valor compreendido entre 3% a 5 % do caudal instalado.

3.3.2. CONSTITUIÇÃO DE UMA MINI-HÍDRICA

3.3.2.1 Introdução

De forma geral a estrutura de uma mini-hídrica é constituída pelos seguintes elementos, esquematizados na Figura 3.20:

- Açude;
- Albufeira;
- Canal de adução;
- Câmara de carga;
- Conduta forçada;
- Edifício da central;
- Restituição.

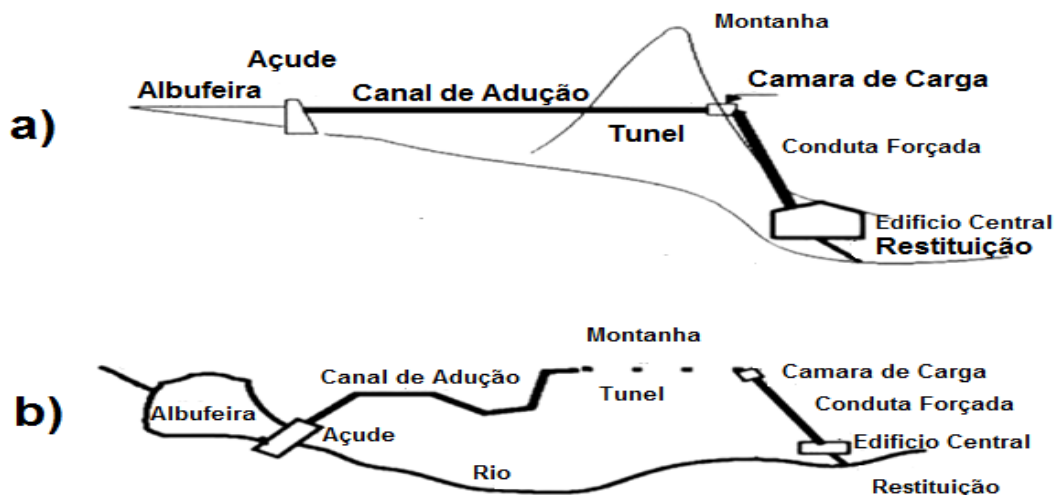


Figura 3.20 - Representação de uma mini-hídrica tipo, em que o açude e a central de turbinagem estão em locais diferentes, vista a) Longitudinal b) Em Planta [17]

3.3.2.2. Açude

Esta estrutura artificial, criada pelo homem tem como missão impedir o fluxo de água, criando assim duas consequências desejáveis para este projeto: a armazenagem de água e o consequente aumento da cota do nível de água, elevando o potencial da energia elétrica produzida.

Além disso, o açude pode diminuir possíveis riscos de cheias, ao regularizar os caudais de um rio. Não obstante tem como desvantagens a perturbação do ecossistema circundante, o alagamento de terrenos e um impacto visual notório na paisagem.

A localização desta estrutura está sempre condicionada pela topografia do terreno, procurando implementar-se no lugar economicamente mais vantajoso, quer ao nível de produção elétrica, quer no que concerne às áreas e custos de expropriação. Não esquecer que parte da implementação desta estrutura está também condicionada pelas características geológicas do terreno.

3.3.2.3. Albufeira

A albufeira não é mais do que um reservatório artificial de água, consequência da construção do açude ou barragem. No que respeita aos aproveitamentos hidrelétricos existem dois tipos de exploração: o primeiro tipo é do "fio de água" em que pelas características da topografia circundante não permite a armazenagem de água para posterior turbinagem, sendo este o caso do Rio Leça, o que implica que toda a água que chega ao aproveitamento tem de ser ou turbinado ou descarregado; o segundo tipo implica que exista uma albufeira, assegurando assim a armazenagem de um volume representativo de água, permitindo a regularização do caudal do rio e a produção constante de energia, ao longo do ano.

3.3.2.4. Canal De Adução

A função deste canal não é nada mais nada menos, que fazer a adução de água na albufeira e transportá-la até à câmara de carga. O canal de adução é caracterizado por ter um pequeno desnível, suficiente para promover a circulação de água, e o seu comprimento pode ir desde algumas dezenas de metros até a alguns quilómetros.

Por norma este é construído em canal aberto, não obstante quando as condições técnicas assim o exijam pode ser construído em túnel.

3.3.2.5. Câmara De Carga

Este elemento faz a transição entre o canal de adução e a conduta forçada, tem como função fornecer água em quantidade necessária, quer para a conduta forçada aquando da abertura dos dispositivos de controle de caudal, quer para o equilíbrio do regime permanente de escoamento do canal de adução.

Também é responsável pela atenuação do choque hidráulico, aquando o fecho abrupto do dispositivo de controle do caudal na turbina.

No que respeita ao seu dimensionamento, este está ligado à proporcionalidade direta entre a altura de queda útil e o volume da câmara de carga. Quanto maior a altura de queda, maior o volume de água necessário fornecer à conduta forçada.

3.3.2.6. Conduta Forçada

Elemento de forma cilíndrica que, normalmente é fabricado em aço e se fixa à superfície (mediante indicação contrária pode ser enterrada), é responsável pela alimentação das turbinas com água pressurizada.

3.3.2.7. Edifício Central

Este é o edifício onde está instalada grande parte dos equipamentos mecânicos e elétricos, e onde obviamente é transformada a energia potencial gravítica da água em energia elétrica.

A sua dimensão é por implicação de custo, o menor possível, e a sua localização pode ser encastrada na barragem ou mais a jusante do açude, dependendo das condições mais favoráveis ao projeto.

Para uma melhor compreensão separar-se-ão de seguida os equipamentos mecânicos dos equipamentos elétricos.

Equipamento Mecânico

O coração de qualquer aproveitamento hidrelétrico são as turbinas, nas quais a passagem de água, leva ao seu movimento, permitindo que produza eletricidade.

Existe dois tipos de turbinas: as de impulso/ação e as de reação.

As de impulso/ação são geralmente usadas para aproveitamentos com alturas brutas elevadas e caudais baixos, e são caracterizadas por converterem em energia mecânica a energia cinética contida nos jatos de água proveniente dos injetores.

São exemplos de turbinas impulso/ação as Pelton, Banki-Mitchel (Crossflow) e Turgo.

Já as turbinas de reação são aplicadas para aproveitamentos com quedas úteis baixas ou médias, e caracterizadas por estarem imersas em água. O rotor possui pás com um perfil ajustado às diferenças de pressão entre elas, de forma às forças envolventes façam rodar o rotor.

São exemplos de turbinas de reação as Kaplan e Francis.

Nas Figuras 3.21 e 3.22, estão representadas as características das varias turbinas em função de caudal e queda útil, bem como dos seus rendimentos em função dos seus caudais.

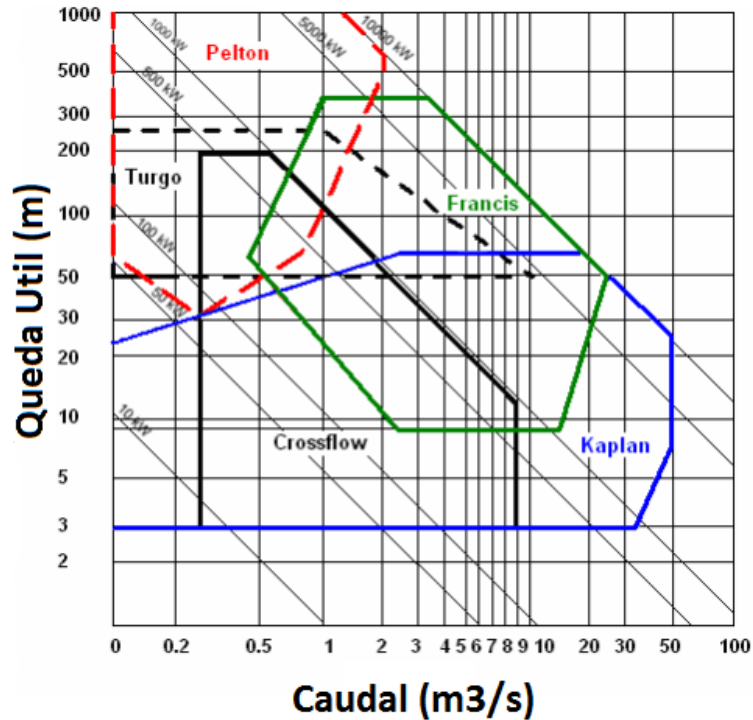


Figura 3.21 - Relação Caudal/ Queda Útil para escolha do tipo de turbina [17]

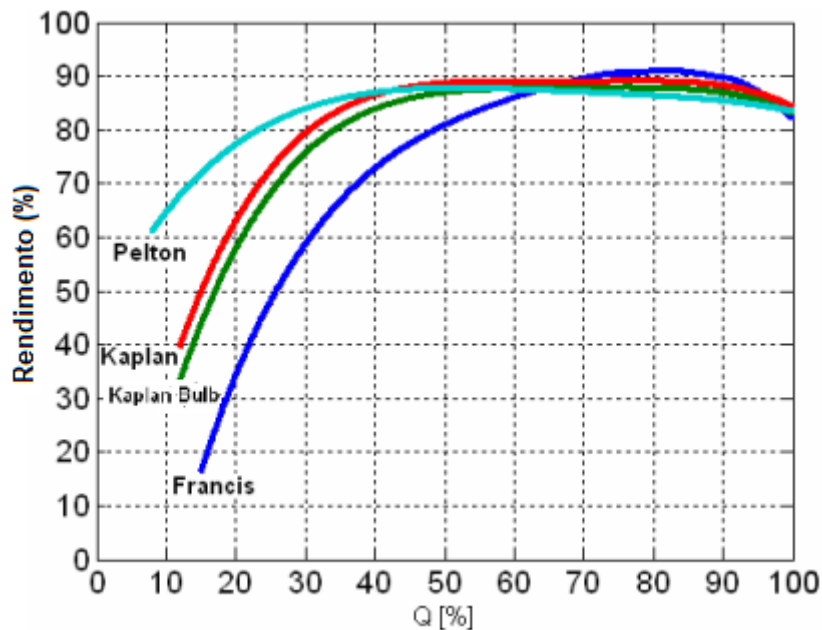


Figura 3.22 - Rendimento obtido pelos vários tipos de turbinas em função da variação do caudal instalado [17]

Equipamento Elétrico

O gerador elétrico é um equipamento que está acoplado à turbina por um eixo. Assim o movimento da turbina implica o movimento do eixo no gerador elétrico, que por sua vez produz eletricidade através da indução magnética criada pela rotação dos ímanes no interior do gerador.

Existem dois tipos de geradores o síncrono e o assíncrono.

O tipo síncrono é, em geral usado em centrais de grande potência, e são caracterizados por menor preço, grande fiabilidade e de grande robustez na ligação à rede.

Já os assíncronos são os mais amplamente utilizados para as mini-hídricas.

3.3.2.8. Restituição

Depois da turbinagem da água, esta é restituída ao mesmo rio através de um canal. Existem, não obstante, casos em que para maior aproveitamento das diferenças de cotas, faz-se uma adução de um rio e depois de turbinado faz-se a restituição a outro rio com cota inferior.

3.4. MINI-HÍDRICA - ESTUDO PRÉVIO

3.4.1. LOCAL DE IMPLEMENTAÇÃO

Na possível área de implantação da mini-hídrica, deve-se escolher o lugar de construção em função de características geológicas dos terrenos, de forma a garantir a viabilidade da construção das estruturas, bem como a maior otimização da queda bruta do aproveitamento e, claro está, ter como salvaguarda pontos críticos suscetíveis de serem afetados pela albufeira.

3.4.2. ANÁLISE HIDROGRÁFICA

Para o correto dimensionamento de uma mini-hídrica, tem que se ter como base o caudal que aflui, em determinada secção ao longo do tempo. Visto o caudal não ser uma constante ao longo do tempo, há que recorrer a estações hidrométricas instaladas ao longo do rio em estudo, para estudo da viabilidade deste projeto.

Desta análise podem ser estimados os vários tipos de caudais:

- Médio Diário;
- Em ano húmido, normal e seco;
- Cheias;
- Ecológicos.

Os resultados desta análise são expressos numa curva de caudais classificados, que é o resultado do ordenamento no eixo das abcissas por ordem decrescente, dos caudais médios diários ao longo de vários anos.

Da análise da curva dos caudais classificados poder-se-á estimar, para um valor hipotético de caudal instalado, quanto tempo permite o funcionamento de turbinagem, e qual o caudal não turbinável que tem de ser descarregado.

3.4.3. POTÊNCIA INSTALADA

Para uma primeira abordagem de qual a potência instalada numa mini-hídrica, há que estimar, antes de mais, através da análise estatística hidrológica, o valor do caudal médio. Seguidamente, através da topografia, define-se uma altura estimada e depois recorre-se à Equação 3.3:

$$P_{inst} = H \times Q_{inst} \times \gamma \quad (3.3)$$

Sendo que:

- P_{inst} - Potência instalada (W);
- H - Altura da queda bruta (m);
- Q_{inst} - Caudal instalado (m^3/s);
- γ - Peso específico da água (N/m^3).

Através do resultado da potência estimada, seleciona-se dentre das turbinas com o leque de potências disponível no mercado, qual a mais adequada para o projeto.

3.4.4. ENERGIA PRODUZIDA

Uma mini-hídrica é o culminar de um processo iterativo, em que a energia produzida resulta da análise de vários conjuntos de caudais e potências instaladas em função de custo/benefício.

No que respeita às turbinas, apresenta-se na Tabela 3.11, a gama de intervalos que as várias turbinas operam, o que implica volumes de turbinagem distintos.

Tabela 3.11 - Limites de funcionamento Max. e Min. em função do Caudal instalado para os vários tipos de turbina

Turbina	$\alpha_1 = \frac{Q_{min}}{Q_{inst}}$	$\alpha_2 = \frac{Q_{max}}{Q_{inst}}$
Pelton	0,15	1,15
Francis	0,35	1,15
Kaplan com dupla regulação	0,25	1,25
Kaplan com rotor regulado	0,40	1,00

Sendo que:

- Q_{min} - Caudal mínimo turbinável (m^3/s);
- Q_{max} - Caudal máximo turbinável (m^3/s);
- α_1 - Fator para obtenção do caudal mínimo turbinável;
- α_2 - Fator para obtenção do caudal máximo turbinável.

Após a escolha da possível turbina determinam-se os valores dos caudais máximo e mínimo turbináveis ao longo do ano; todos os valores superiores aos Q_{max} são descarregados, já os inferiores a Q_{min} , são descarregados, pois não são plausíveis de ser turbinados.

Assim, depois da escolha a turbina para a mini-hídrica, juntamente com a curva de caudais classificados e o caudal teórico instalado, é possível determinar quais os valores máximos e mínimos de serem turbináveis.

Atendendo à Figura 3.23, onde se observa uma curva de caudais classificados, pode-se notar o traçado das linhas horizontais de caudal máximo (a vermelho) e de caudal mínimo (a azul) de funcionamento da turbina. Todos os caudais cujos valores sejam superiores ao caudal máximo

são descarregados e todos aqueles cujos valores sejam inferiores ao caudal mínimo não são suficientes para a produção de energia elétrica, na mini-hídrica em questão.

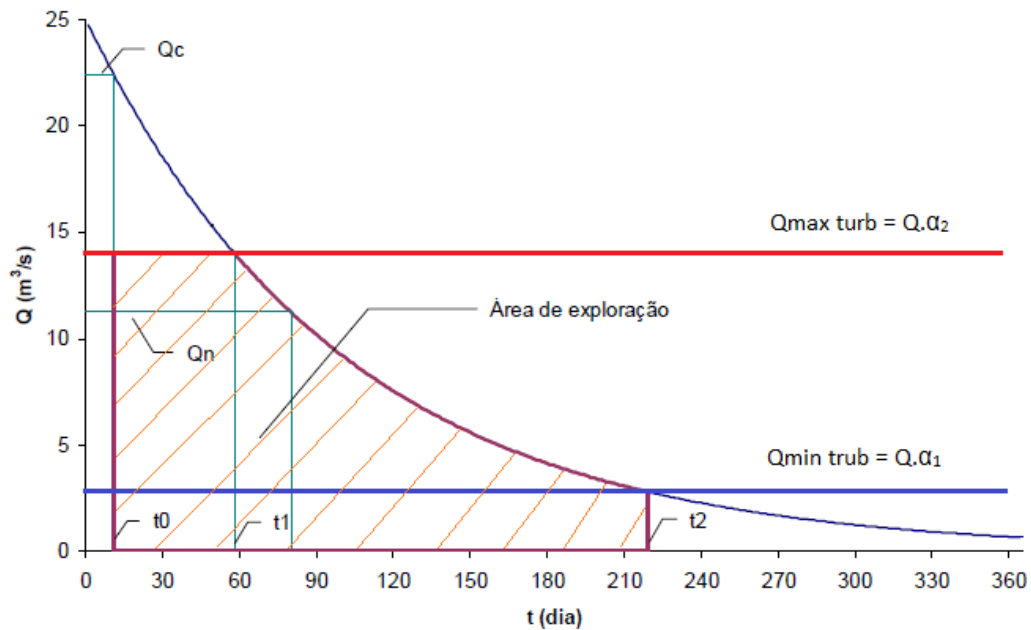


Figura 3.23 - Exemplo de determinação de volumes turbinados a partir de uma curva de caudais classificados com os respetivos limites [17], onde Q_c é o caudal de cheia, o qual não pode ser turbinável; t_0-t_1 período de turbinagem de caudal máximo; t_1-t_2 período de turbinagem de caudal variável.

Por fim, com recurso à seguinte fórmula obtemos a energia produzida num ano.

$$E = \eta \cdot \gamma \cdot H \cdot \left((t_1 - t_0) Q_{max} + \int_{t_1}^{t_2} Q(t) \partial t \right) \cdot 24 \quad (3.4)$$

Onde:

- E - Energia produzida num ano (W.h);
- H - Altura da queda bruta em metros;
- Q - Caudal turbinado em m^3/s ;
- γ - Peso específico da água em N/m^3 ;
- η - Rendimento global da instalação;
- t - Dias.

No que respeita ao rendimento global (η) temos:

$$\eta = \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_{tf} \cdot \eta_{el} \quad (3.5)$$

Onde:

- η - rendimento global da mini-hídrica;
- η_t - eficiência da turbina;
- η_g - eficiência do gerador;
- η_{tf} - eficiência do transformador;
- η_{el} - eficiência elétrica.

3.5. ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO DE UMA MINI-HÍDRICA

Com o objetivo de no capítulo 6 apresentar orçamentos para a construção de uma mini-hídrica, com base na tese realizada por David Gomes [18], vai-se apresentar na Tabela 3.12 uma estimativa de custos globais relativos à construção de uma mini-hídrica em função da sua potência instalada, e seguidamente na Figura 3.24, um gráfico onde se apresentam as percentagens de custo das várias componentes de uma mini-hídrica, realizados pelo grupo Black And Veatch [19].

Tabela 3.12 - Custo de Investimento Unitário de uma Mini-hídrica (€/kW) [18]

Potencia Instalada	Mínimo	Máximo	Média
1MW - 10MW	600	2000	1300
500kW - 1 MW	1300	4500	2900
100kW - 500kW	1300	6000	3750
100kW <	1300	6000	3750

Pode-se constatar pela Tabela 3.12 que, à medida que a potência instalada aumenta, como espetável o seu custo de construção diminui. O que se traduz em, quanto maior a potência instalada, maior produção elétrica, o que implica um significativo aumento de viabilidade económica do projeto.

Discrimina-se através da Figura 3.24, percentualmente os custos de uma mini-hídrica, permitindo assim um ganho de sensibilidade ao leitor, relativamente aos gastos de cada componente.

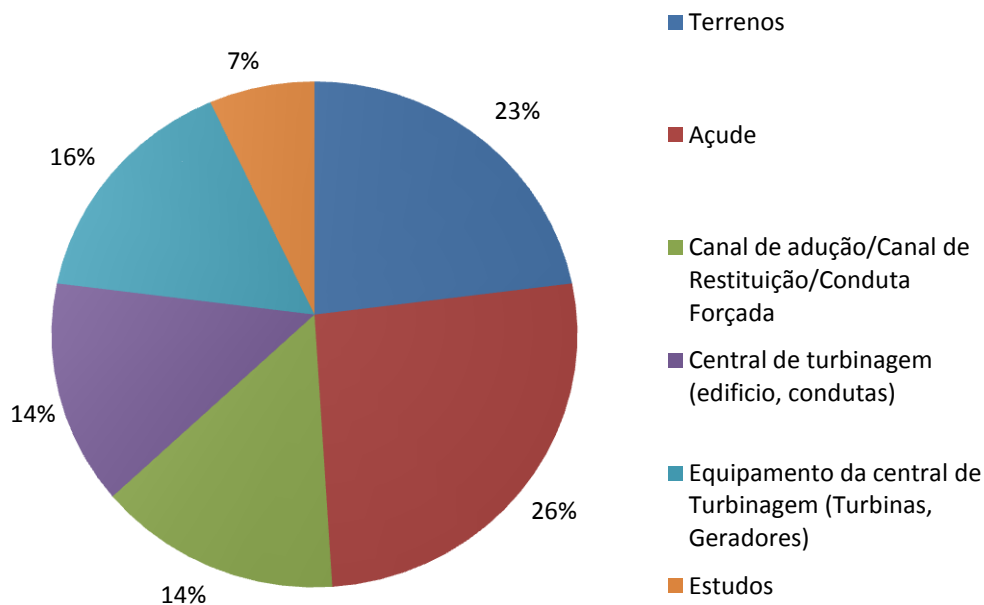


Figura 3.24 - Divisão dos Custos Aproximada de uma Mini-hídrica, por cada 3500USD/kW instalados [19]

3.6. ENQUADRAMENTO LEGAL DAS MINI-HÍDRICAS

3.6.1. INTRODUÇÃO

Pretende-se neste capítulo abordar de forma sucinta três tópicos relevantes ao tema das Mini-Hídricas. O primeiro passa por descrever o processo de como se licencia uma Mini-hídrica. Já o segundo tópico passa por descrever o Sistema Elétrico Nacional com enfoque na Produção em Regime Especial e por último as leis e as normas que regulam a produção elétrica com base em mini-hídricas instaladas em moinhos ou azenhas já existentes.

3.6.1.1. Decreto Lei N.º 58/2005, De 29 De Dezembro [20] - Lei Da Água

Transposta para a legislação nacional a partir da diretiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, estabelece um conjunto de ações comunitárias na área da política da água.

Os principais objetivos deste documento são a utilização sustentável da água, garantir a qualidade da água, com base nos acordos internacionais reduzir gradualmente a poluição, proteger e melhorar o estado dos ecossistemas aquáticos/ripiólicas.

Também é enunciado um conjunto de organismos públicos nacionais e regionais com funções e competências diversas no âmbito da Lei da Água [20], dos quais se destacam:

- Instituto da Água (INAG);
- Conselho Nacional da Água (CNA);
- Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH);
- Conselhos da região hidrográfica (CRH).

Todo aquele que queira desenvolver uma atividade que implique a utilização de recursos hídricos da qual resulte um impacto significativo no estado das águas, necessita de estar legalmente habilitado, nomeadamente pela posse de um título de utilização emitido de acordo com os termos e condições descritos nesta Lei. Estes títulos de utilização devem garantir o respeito e o cumprimento das normas, assegurando que o utilizador não pratique atos ou atividades que causem a degradação do estado das águas.

O direito de uso privativo dos recursos hídricos só pode ser atribuído por licença ou por concessão. As licenças dão ao seu titular o direito de realizar as atividades requeridas de acordo com o previsto legalmente com um período máximo de 10 anos, consoante o tipo de utilização e tendo em conta o período necessário para a amortização dos investimentos.

A obtenção da licença e permissão para a atividade que lhe está associada obriga ao pagamento de uma taxa de recursos hídricos e uma caução, que garanta o cumprimento das condições impostas pela licença. Necessitam de licença prévia, entre outras, as seguintes utilizações privativas dos recursos hídricos do domínio público:

- A captação de águas;
- A ocupação temporária para construção ou alteração de infraestruturas hidráulicas;
- A implantação de infraestruturas hidráulicas.

A concessão de utilizações privadas dos recursos hídricos do domínio público é concedida por acordo, através de contrato, entre a administração e o concessionário. Esta concessão garante ao seu titular o uso exclusivo, para os fins devidamente identificados na utilização do domínio público hídrico, no prazo máximo de 75 anos.

3.6.1.2 Decreto Lei N.º 226-A/2007 [21], De 31 De Maio - Utilização Dos Recursos Hídricos

Este DL estabelece o Regime de Utilização dos Recursos Hídricos de acordo com a Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, onde introduz mudanças no sistema dos títulos de utilização a fim de acelerar e simplificar o processo administrativo. Estes títulos são atribuídos pela ARH respetiva. Cabe ao Sistema Nacional de Informação dos Títulos de Utilização dos Recursos Hídricos (SNITURH) a caracterização das utilizações dos recursos hídricos e dos respetivos títulos.

O pedido de informação prévia sobre a eventualidade de utilização dos recursos hídricos para o fim pretendido, pode ser requerido por qualquer um, desde que junte informação rigorosa sobre a finalidade da utilização e do local pretendido.

Neste decreto, define-se captação de águas como a utilização de volumes de água superficiais com ou sem retenção para, entre outras finalidades, a produção de energia hidroelétrica. Captação essa que deve cumprir o Plano Nacional de Águas, com base nos planos de gestão da bacia hidrográfica e de gestão de água na vertente energética.

Quanto às infraestruturas hidráulicas, a responsabilidade técnica é atribuída à pessoa devidamente qualificada e reconhecida pela respetiva ordem profissional, respondendo pela conformidade da execução da obra. Durante a construção cabe realizar vistorias a fim de verificar a boa execução da obra e a implementação das medidas de minimização ambiental. Em caso de parecer favorável é possível dar início ao processo de atribuição de licença de exploração. No caso de açudes e barragens, a segurança é corroborada de acordo com a legislação específica.

Durante o período de exploração são realizadas vistorias trienais com o objetivo de confirmar as condições de funcionamento e operacionalidade.

São enunciadas ainda um conjunto de contraordenações ambientais classificadas como leves, graves ou muito graves. Sendo a título de exemplo motivo para uma contraordenação, a falta de documentação exigida legalmente ou a má execução das obras com prejuízo para o meio ambiente.

3.6.1.3 Decreto Lei N.º 97/2008 [22], De 11 DE Junho - Regime Económico E Financeiros Dos Recursos Hídricos

Neste DL são definidos instrumentos económicos e financeiros a aplicar, dos quais se vai descrever e caracterizar algumas taxas nomeadamente: a taxa de recursos hídricos, as tarifas dos serviços públicos de águas e os contratos-programa, em matéria de gestão dos recursos hídricos.

A taxa de recursos hídricos tem como objetivo compensar o custo ambiental e os custos administrativos que resultam da utilização privativa do domínio público hídrico. Esta taxa recai sobre as seguintes utilizações dos recursos hídricos:

- Utilização privativa de águas no domínio público hídrico do Estado (A);
- Descarga, direta ou indireta, de efluentes sobre os recursos hídricos, suscetível de causar impacte significativo (E);
- Extração de materiais inertes do domínio público hídrico do estado (I);
- Ocupação de terrenos ou planos de água do domínio público hídrico do Estado (O);
- Utilização de águas, qualquer que seja a sua natureza ou regime legal, sujeitas a planeamento e gestão públicos, suscetível de causar impacte significativo (U).

A base tributável da taxa de recursos hídricos é dada pela Equação:

$$\text{Taxa} = A + E + I + O + U \quad (3.6)$$

As componentes da fórmula dizem respeito a cada tipo de utilização apresentada anteriormente. A sua aplicação é cumulativa e a inaplicabilidade de qualquer uma delas não prejudica a aplicação das demais. Para a situação em estudo apenas se enquadram três das cinco componentes: A, O e U.

Componente "A"

Diz respeito à utilização privativa de águas do domínio público do Estado, através da aplicação de um valor de base ao volume de água captado, desviado ou utilizado na produção de energia hidroelétrica, expresso em metro cúbico, multiplicado pelo coeficiente de escassez.

O valor de base da componente "A" varia de acordo com o tipo de utilização. Para captação de água, o seu custo é de 0,013 €/m³, já para a produção de energia hidroelétrica esse valor é de 0,00002 €/m³ ano. Já o coeficiente de escassez varia entre 1 e 1,2 conforme a localização das bacias hidrográficas.

No que diz respeito à produção de energia hidroelétrica a componente "A", parte para produção de energia hídrica, é reduzida nas seguintes condições:

- 50% quando há uma utilização de águas em aproveitamentos com queda bruta máxima até 10 metros;
- 80% quando a água está sujeita a bombagem, no caso se serem empregues grupos reversíveis.

Existe isenção da componente "A" nos seguintes casos:

- Sejam utilizados equipamentos de extração com potência total que não ultrapasse os 5 Cv ou quando a captação não tenha impactos adversos significativos nos recursos hídricos, conforme indicação da ARH ou do instrumento de planeamento aplicável;
- A utilização de águas fundamentada em razões de segurança de abastecimento ou outras razões estratégicas nacionais, determinada por despacho ministerial.

A componente "O"

Corresponde à ocupação de terrenos do domínio público hídrico do Estado e à ocupação e criação de planos de água. Calcula-se pela aplicação de um valor de base à área ocupada, expressa em metro quadrado.

O valor anual de base "O" depende do tipo de utilização. Para a produção de energia elétrica, é de 0,05 €/m². As condutas, cabos e demais equipamentos que ocupem o domínio público hídrico, e que sejam quantificados em metro linear, estão sujeitos à taxa de 1 € por metro linear sempre que a ocupação seja à superfície e à taxa de 0,10 € por metro linear sempre que a ocupação seja feita no subsolo.

Estão isentas da componente "O", entre outros aspetos:

- A ocupação de terrenos por estradas e outras vias de comunicação públicas;
- A ocupação de terrenos feita pelos planos de água de aproveitamentos hidroelétricos, se a utilização de água contida nas respetivas albufeiras se destine a fins de utilidade pública ou de interesse geral.

A componente "U"

Diz respeito à utilização privativa de águas, qualquer que seja a sua natureza ou regime legal, sujeitas a planeamento e gestão públicos, suscetível de causar impacte significativo, calculando-se pela aplicação de um valor de base ao volume de água captado, desviado ou utilizado na produção de energia hidroelétrica, expresso em metro cúbico.

O valor da componente base "U" varia de acordo com o tipo de utilização, no caso da produção de energia hidroelétrica, é de 0,000004 €/m³.

No que diz respeito à produção de energia hidroelétrica a componente "U" é reduzida nas mesmas condições da componente "A". Relativamente aos casos de isenção a componente "U" também está de acordo com a componente "A".

Nas situações em que o título de utilização tenha uma validade igual ou superior a um ano, o volume de água que diz respeito às componentes "A" e "U", é determinado com base em equipamentos que permitem o autocontrolo e medições regulares comunicadas atempadamente conforme indicado no DL 226-A/2007 [23], de 31 de maio. No caso de não existirem esses equipamentos ou não serem comunicadas atempadamente ou o título de utilização tiver validade inferior a um ano, as componentes "A" e "U", são determinadas com base nos valores máximos indicados no título de utilização. No caso de os elementos disponíveis pela ARH indicarem valores mais elevados procede-se a uma determinação indireta através de estimativa com recurso às informações ao dispor da ARH.

As tarifas dos serviços públicos de águas permitem recuperar os investimentos feitos na instalação ou modernização de infraestruturas e equipamentos utilizados na prestação de serviços de águas, promover a sua eficiência na gestão dos recursos hídricos e garantir a estabilidade económica e financeira das entidades que realizem estas atividades em prol da comunidade.

Os contratos-programa aplicam-se em atividades de gestão de recursos hídricos, estimulando a colaboração entre entidades públicas e entidades privadas e cooperativas nessa gestão de forma eficiente e sustentável, incentivando novos investimentos e contribuindo para a interiorização dos benefícios ambientais.

3.6.1.4 Resolução N.º 136/2012 [24] - Recomendações da AR ao Governo

Criada com o intuito de desenvolver a produção de energia elétrica neste setor, esta resolução visa promover:

- Regular a produção de energia hidroelétrica por via do aproveitamento e transformação de moinhos ou outros engenhos hídricos já existentes em território nacional, em regime não bonificado, com ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP) em Baixa Tensão (BT), aplicável ao domínio público hídrico e a água particulares, agilizando ainda os processos relativos à obtenção de títulos de utilização dos recursos hídricos, quando legalmente exigidos;
- Dispensar os processos de avaliação de impacte ambiental, utilizando por sua vez estudos de incidências ambientais, apenas se houver alterações das características das estruturas existentes, focados na análise dos descritores da qualidade da massa de água cumprindo os planos de gestão de região hidrográfica e a Lei da Água;
- Fazer um levantamento do potencial hídrico nacional.

3.6.1.5. Decreto-Lei N.º 49/2015 [25], De 10 De Abril - Regime Especial Para Transformação De Moinhos, Azenhas Ou Outros Engenhos Hídricos

O presente decreto lei surgiu em resposta à Resolução da AR n.º 136/2012 [26]. Neste decreto lei, foi estabelecido o regime especial aplicável à adaptação de moinhos ou outras infraestruturas hidráulicas para a produção de energia hidroelétrica, onde se inclui os termos e as condições de atribuição do título de utilização dos recursos hídricos para fins de produção de eletricidade e a articulação com o regime do acesso a esta atividade.

Este regime aplica-se, cumulativamente, nas seguintes condições:

- Tratar-se da adaptação de moinhos ou outras infraestruturas hidráulicas, localizadas em terrenos, leitos e margens privadas, para a produção de energia hidroelétrica;
- Utilizar-se águas no domínio público hídrico do Estado;
- A recuperação e utilização das infraestruturas não provocar alterações no regime fluvial do curso da água, não implicar a implantação de novas infraestruturas hidráulicas ou o represamento de água;
- A potência elétrica instalada ou a injetar na RESP ser inferior ou igual a 1 MW;
- A energia elétrica produzida não ser remunerada no regime de remuneração garantida ou através de tarifa bonificada;
- Necessidade de parecer prévio da administração cultural, sempre que os imóveis referidos se encontrem classificados ou abrangidos por zona de proteção.

Cabe à Agência Portuguesa do Ambiente (APA, I.P.) e à Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG), de forma articulada, verificar a utilização de recursos hídricos e de controlar o acesso à atividade de produção de eletricidade a partir de fontes renováveis.

Neste decreto lei são ainda introduzidos um conjunto de documentos que enquadram os diversos mecanismos associados à produção de energia:

- A Lei da Água, aprovada na Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, alterada pelos DL n.º 245/2009, de 22 de setembro, 60/2012, de 14 de março, e 130/2012, de 22 de junho em conjunto com o Regime da Utilização dos Recursos Hídricos, aprovado pelo DL n.º 226-A/2007, de 31 de maio, obrigam à celebração prévia de um contrato de concessão para a captação de água com o objetivo de produzir energia elétrica;
- No que diz respeito à utilização de recursos hídricos, a captação de água para a produção de eletricidade, no conjunto de condições descritas anteriormente, requer título de utilização e licença prévia, atribuída aos proprietários ou outros titulares legalmente habilitados, nos termos do disposto no Regime da Utilização dos Recursos Hídricos, aprovado pelo DL n.º 226-A/2007, de 31 de maio;
- Consoante a finalidade deste tipo de produção, seja para injeção na RESP da totalidade da energia produzida ou para produção em autoconsumo, obedece aos regimes simplificados da comunicação prévia ou de registo prévio para produção destinada ao autoconsumo, respetivamente no n.º 3 do artigo 33.º-E do DL n.º 172/2006, de 23 de agosto ou no DL n.º 153/2014, de 20 de outubro;
- O regime económico e financeiro dos recursos hídricos devido à utilização de águas do domínio público hídrico do Estado está descrito no DL n.º 97/2008, de 11 de junho.

Por último é importante referir que este DL está sujeito à Declaração de Retificação n.º 26/2015, onde são especificados os elementos instrutórios necessários para a obtenção da licença de utilização da água. Os elementos instrutórios a ser apresentados são os seguintes:

- Localização da infraestrutura à escala 1:25000, incluindo as coordenadas geográficas;
- Descrição da infraestrutura, incluindo imagem fotográfica;
- Identificação da linha de água;

- Cópia do título de propriedade dos terrenos e das infraestruturas ou outro documento comprovativo;
- Descrição e características técnicas das alterações nas infraestruturas existentes.

3.6.2. PROCEDIMENTO PARA LICENCIAMENTO DE UMA MINI-HÍDRICA

3.6.2.1. Aspetos Gerais

Tendo por base a Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro) e consequentemente o Regime de Utilizações dos Recursos Hídricos (Decreto-lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio), baseado na dissertação de Afonso Barbosa [27], obtém-se o seguinte esquema explicativo do desenrolar deste processo de licenciamento:

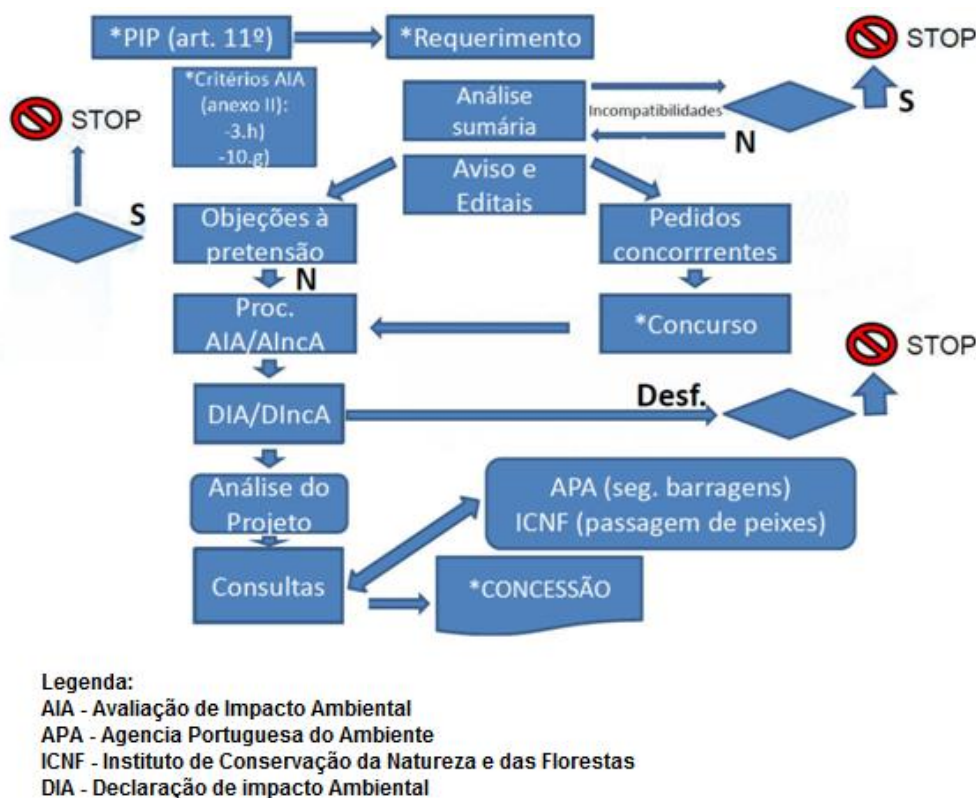


Figura 3.25 - Esquema das Etapas de Licenciamento de uma Mini-Hídrica [27]

3.6.2.2. Pedido de Informação Prévia (PIP)

Relativamente ao Pedido de Informação Prévia, o artigo 11.º do Decreto-lei n.º 226-A/2007 [21], de 31 de maio, enuncia:

- "1 - Qualquer interessado pode apresentar junto da autoridade competente um pedido de informação previa sobre a possibilidade de utilização dos recursos hídricos para fim pretendido.";
- "2 - Do pedido previsto no número anterior deve constar:
 - a) A identificação rigorosa da utilização pretendida;
 - b) A indicação exata do local pretendido, nomeadamente com recurso às coordenadas geográficas."
- "3 - A entidade competente decide o pedido de informação previa no prazo de 45 dias contado a partir da data da sua receção.";

- "4 - A informação prévia vincula a entidade competente desde que o pedido de emissão do título seja apresentado no prazo de um ano a contar da data da sua notificação, excepcionalmente prorrogável por decisão fundamentada, sem prejuízo dos condicionamentos resultantes quer do respeito pelas regras do concurso quer das decisões ou pareceres, dotados de carácter vinculativo, emitidos posteriormente no âmbito do licenciamento."

Os elementos necessários para instruir o PIP são:

- Identificação do requerente;
- Identificação da linha de água;
- Identificação do local, com recurso às coordenadas geográficas;
- Características do aproveitamento: cotas do Nível de Pleno Armazenamento (NPA) e restituição, caudal, queda e potência;
- Planta de localização, escala 1:25000 com indicação dos locais onde se prevê a implantação do açude, canal adutor, conduta forçada, central e acessos.

Cabe à Agência Portuguesa do Ambiente fazer a apreciação sumária do processo, verificando os documentos submetidos. Caso não haja PIP, é verificado para aquela bacia hidrográfica os seguintes pressupostos:

- Existência de algum impedimento em termos de Instrumentos de Gestão Territorial (IGT);
- Interferência com nenhum aproveitamento já existente;
- Garantia de condições de ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (consulta à DGEG).

3.6.2.3. Concurso

define-se com o artigo 21.º do Decreto-lei n.º 226-A/2007 [21], de 31 de maio:

- "3 - Quando a atribuição da licença resultar de iniciativa pública, a tramitação do procedimento concursal é a seguinte:
 - a) A autoridade competente procede à publicitação dos termos da utilização a licenciar através de anúncio em Diário da República e afixação de editais onde constem as principais características da utilização em causa, os critérios de escolha e os elementos estabelecidos na portaria a que se refere a subalínea ii) da alínea a) do n.º 3 do artigo 14.º do presente decreto-lei, convidando os interessados a apresentar propostas num prazo de 30 dias, com as respetivas condições de exploração".
- "4 - Quando a atribuição da licença resultar do pedido apresentado pelo particular junto da autoridade competente, a tramitação do procedimento concursal é a seguinte:
 - a) O interessado apresenta um pedido de atribuição de licença, do qual constam a localização, o objeto e as características da utilização pretendida;
 - b) A autoridade competente procede à publicitação do pedido apresentado, através da afixação de editais e da publicitação nos locais de estilo durante o prazo de 30 dias, abrindo a faculdade de outros interessados poderem requerer para si a emissão do título com o objeto e finalidade para a utilização publicitada ou apresentar objeções à atribuição do mesmo."

A Portaria n.º 1450/2007 [28], de 12 de novembro, referencia ainda o seguinte:

- "3 - Do anúncio referido na alínea a) do n.º 3 do artigo 21.º do Decreto-lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio, constam, entre outros considerados relevantes pela autoridade competente, os seguintes elementos:
 - a. Objeto e características da utilização;
 - b. Valor de base, quando aplicável;
 - c. Valor da renda, quando aplicável;
 - d. Critérios e fatores de adjudicação, por ordem decrescente de importância;
 - e. Composição do júri de apreciação das propostas;
 - f. Modo e prazo de apresentação das propostas, nomeadamente o endereço e a designação do serviço de receção de propostas, com indicação do respetivo horário de funcionamento;
 - g. Documentos que acompanham as propostas e elementos que devem ser indicados nas propostas;
 - h. No caso de extração de inertes, as áreas abrangidas, o volume de inertes a extrair e o destino final, com indicação dos volumes a restituir ao domínio hídrico ou suscetíveis de comercialização".

3.6.2.4. Constrangimentos ao Desenvolvimento das Centrais Mini-Hídricas

Mais uma vez, com base no trabalho de dissertação desenvolvido por Afonso Barbosa [27], enumera-se alguns dos constrangimentos à construção de mini-hídricas.

- Procedimentos administrativos pouco ágeis e muitas vezes desarticulados entre si, que não se compaginam com as orientações políticas e a necessidade económica de acelerar a concretização dos empreendimentos em energias renováveis;
- Mudança repetida das regras de licenciamento e da definição do tarifário aplicável, dificultando o posicionamento dos produtores interessados e o financiamento por capitais próprios e alheios dos projetos;
- Exigências ambientais desproporcionadas à dimensão dos projetos e, frequentemente, desadequadas ou desproporcionadas à sua natureza e possíveis implicações sobre os ecossistemas associados;
- Sucessiva “depreciação” da tarifa aplicável, o que associado a aumentos de custo dos equipamentos hidromecânicos e eletromecânicos, nalguns casos assinaláveis, tem vindo a desincentivar a realização de novos investimentos;
- A não aplicação sistemática pelas entidades licenciadoras de modelos de otimização para a seleção dos trechos fluviais postos a concurso e para a avaliação do seu potencial energético, por forma a valorizar o aproveitamento dos recursos hídricos nacionais e a apresentação de propostas fiáveis;
- A adoção de um critério único de adjudicação dos concursos - contrapartida financeira - em prejuízo da consideração de parâmetros de seleção/qualificação dos concorrentes e da qualidade técnica e ambiental das soluções, potenciando a menor robustez dos projetos hidrelétricos equacionados e, porventura, até a sua inexecutabilidade;
- O desajuste, por vezes significativo, entre a potência levada a concurso e a potência técnica e economicamente concretizável e viável, sendo que a contrapartida financeira exigida foi estabelecida na proporção da potência indicada no concurso;
- A imposição de condicionantes ambientais, por vezes consideráveis (por ex. altura máxima dos açudes, volume máximo das albufeiras) - que limitam significativamente a procura das soluções energéticas mais adequadas, também assim contribuindo para o referido desajuste entre as potências levadas a concurso e as realizáveis.

3.6.3. SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL

O Sistema Elétrico Nacional (SEN) é composto por dois subsistemas Sistema Elétrico de Abastecimento Público (SEP) e o Sistema Elétrico Independente (SEI), e encontra-se esquematizado pela Figura 3.26 seguinte:

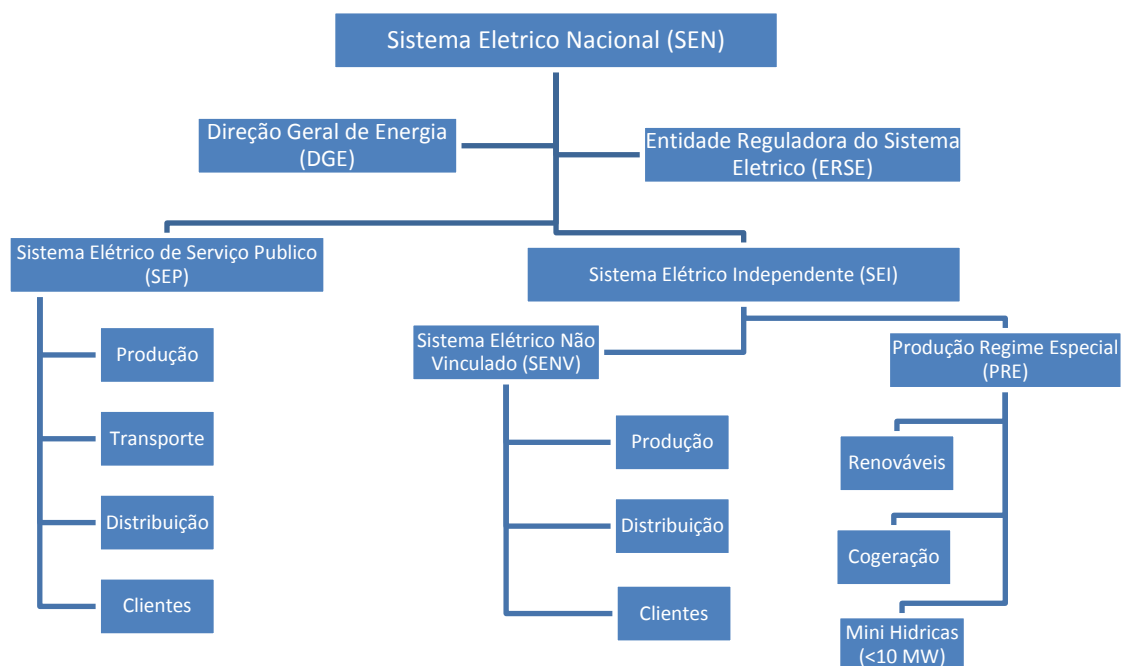


Figura 3.26 - Esquema do Sistema Elétrico Nacional

O SEN divide-se em:

- Sistema Elétrico de Serviço Público - este sistema segundo o princípio da uniformidade tarifária no território continental tem uma função pública, e é composto por centrais elétricas vinculadas e operadores públicos distintos para o transporte e distribuição;
- O Sistema Elétrico Independente é composto por dois subsistemas:
 - Sistema Elétrico Não Vinculados - Construído sob uma lógica de mercado, neste modelo produtores não vinculados e clientes elegíveis, estabelecem contratos bilaterais, estando a utilização das redes garantidas pela legislação.
 - Produção em Regime Especial (PRE) - Neste sistema é englobado a produção de eletricidade com recurso a centrais que usem fontes renováveis, cogeração ou mini-hídricas com potência instalada até 10MW, e rege-se por legislação própria.

3.6.3.1. Produção Em Regime Especial

É da responsabilidade do Governo através da Direção Geral da Energia e Geologia (DGEG) definir a política energética em Portugal. Contudo no que respeita à PRE, existem matérias que são da competência da Entidade Reguladora de Serviços Energéticos (ERSE), nomeadamente custos induzidos nas tarifas, influência dos preços no mercado, impacte no planeamento e exploração das redes elétricas e da rotulagem da energia elétrica.

Este regime tem por base a produção elétrica com recursos endógenos Renováveis ou Não Renováveis (cogeração) beneficiando de um regime de apoio à PRE, pois para além das vantagens ambientais conduz a uma diminuição de dependência energética do estrangeiro. A

sua importância pode ser verificada se considerarmos que em 2014 45% da energia consumida em Portugal é feita segundo a PRE [27].

Assim segundo o quadro legal vigente é considerada PRE a energia elétrica proveniente de:

- Recursos hídricos com potência instalada até 10 MW;
- Outras fontes de energia Renovável (Solar, eólica, ...);
- Resíduos (Urbanos, Industriais e Agrícolas);
- Em baixa tensão, com potência até 150 kW;
- Microprodução, com potência instalada até 5,75 kW;
- Cogeração.

Algumas das potencialidades da miniprodução (Decreto-lei n.º 34/2011, de 8 de março):

- Produção descentralizada de pequena escala até 250 kW;
- Fontes renováveis (solar, eólica, hídrica, biogás, biomassa e pilhas de combustível com base;
- Em hidrogénio proveniente de mini produção renovável;
- Potência máxima inferior a 50% da potência contratada na unidade de consumo. A energia produzida não pode ser superior a duas vezes a energia consumida na unidade associada;
- Toda a energia produzida é vendida à rede (CUR);
- Dois Regimes remuneratórios:
 - a) Geral (“pool”);
 - b) Bonificado (FiT atribuída em leilão).
- 3 Escalões: I → até 20 kW, II → 20 kW - 100 kW e III → 100 kW - 250 kW;
- Potência anual atribuída com quota máxima;
- Realização de auditoria energética.

3.6.3.2 Objetivos Da Revisão Do Regime Legislativo

Através do Decreto-lei n.º 153/2014 [29], de 20 de outubro, adequa-se o atual modelo de geração distribuída ao perfil de consumo verificado no local. Além de incentivar a sobre capacidade das instalações face ao nível de consumo instantâneo verificado no local, promove igualmente sobrecusto no Sistema Elétrico Nacional (SEN). Assim, os objetivos deste regime são fundamentalmente os seguintes:

- Dinamizar a atividade de produção distribuída em Portugal, assegurando a sustentabilidade técnica e económica do SEN, e evitando possíveis sobrecustos para o sistema;
- Garantir o desenvolvimento ordenado da atividade, possibilitando a injeção de excedentes nas Redes de Sistema Elétrico de Serviço Público (RESP) (bem de interesse público, que requer uma utilização adequada);
- Garantir que as novas instalações de produção distribuída sejam dimensionadas para fazer face as necessidades de consumo verificadas no local;
- Reduzir a vertente de “negócio” associada ao atual regime de microprodução, que motiva o sobredimensionamento das centrais e o consequente sobrecusto para o SEM;
- Simplificar o modelo da “mini + microprodução”, assegurando que entidades com perfis de consumo menos constante possam enquadrar-se no regime de produção distribuída.

3.6.3.3 Novo Regime de Produção Distribuída

Este novo regime de produção distribuída subdivide-se em duas partes, o Autoconsumo e a Pequena Produção. Para melhor elucidar este tema, vai-se proceder a descrição sumária destes dois regimes, terminando com a enumeração das principais diferenças entre eles com o auxílio da Tabela 3.13 e da Figura 3.27.

Autoconsumo

A Unidade de Produção de Autoconsumo (UPAC) produz preferencialmente para satisfazer necessidades de consumo. A energia elétrica produzida é instantaneamente injetada na instalação de consumo e o excedente produzido é injetado na RESP, evitando o desperdício.

A UPAC é instalada no local de consumo, sendo que a potência de ligação da UPAC tem de ser inferior à potência contratada na instalação de consumo e não pode ser superior a duas vezes à potência de ligação.

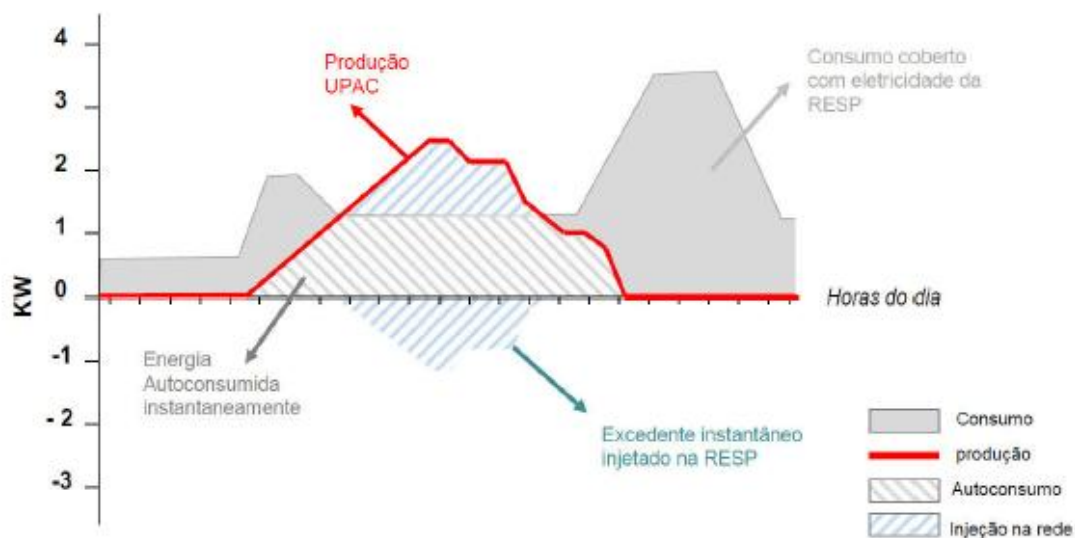


Figura 3.27 - Diagrama de produção e consumo para um consumidor doméstico (sem baterias de armazenamento) no caso de Autoconsumo.

Pequena Produção

A Unidade de Pequena Produção (UPP) injeta a totalidade da energia produzida na RESP. A instalação de consumo associada recebe toda a eletricidade proveniente do respetivo comercializador.

A UPP é instalada no local de consumo, sendo que a potência de ligação da UPP tem de ser inferior à potência contratada na instalação de consumo e nunca superior a 250 kW.

Numa base anual, a energia produzida pela UPP não pode exceder o dobro da eletricidade consumida na instalação de consumo. Trata-se de um modelo idêntico ao regime da mini produção.

A potência de ligação a atribuir no âmbito do regime de pequena produção é estabelecida anualmente, e a potência a atribuir é segmentada em 3 diferentes categorias, consoante as medidas acessórias implementadas.

Anualmente, mediante despacho da DGEG, procede-se ao estabelecimento da:

- Quota de potência de ligação a alocar no ano seguinte;
- A programação de alocação da quota anual através do SRUP;
- Eventuais saldos de potência não atribuídas em anos anteriores.

As principais diferenças entre o Autoconsumo e a Pequena Produção, são resumidas na Tabela 3.13 e na Figura 3.27:

Tabela 3.13 - Diferenças entre o Autoconsumo e a Pequena Produção

Novo Regime de Produção Distribuída	
Autoconsumo	Pequena Produção
-Energia Produzida é injetada preferencialmente na instalação de consumo	-A energia Produzida é totalmente injetada na RESP
-Eventuais excedentes de produção instantânea, podem ser injetados na RESP	-Mantém o modelo de atribuição de tarifa via leilão, simplificando e agregando o atual regime de micro e miniprodução
-O modelo proposto pressupõe a adequação da capacidade de produção ao regime de consumo existente no local, minimizando a injeção de energia na RESP	-Mantém requisitos de produção indexados ao consumo de eletricidade existente, na instalação de consumo associada

Aspetos	Autoconsumo	Pequena Produção
Fonte	Renovável e Não Renovável	Renovável
Limite Potência	Potência de ligação < 100% da potência contratada na instalação de consumo	Potência de ligação até 250 KW Potência de ligação < 100% da potência contratada na instalação de consumo
Requisitos Produção	Produção anual deve ser inferior às necessidades de consumo Venda do excedente instantâneo ao CUR	Produção anual < 2x consumo da instalação Venda da totalidade da energia ao CUR
Remuneração	Valor da "pool" para excedente instantâneo de produção, deduzido de custos Numa base anual, o excedente produzido face às necessidades de consumo não é remunerado	Tarifa obtida em leilão para totalidade da produção Numa base anual, o excedente produzido face ao requisito de 2x consumo da instalação não é remunerado
Compensação	Entre 30% e 50% do respetivo valor dos CIEG quando a potência acumulada de unidades de autoconsumo exceda 1% da potência instalada no SEN	N.A.
Contagem	Contagem obrigatória para potências ligadas à RESP superiores a 1,5 kW	Obrigatória para todas as potências, como elemento chave na faturação
Processo Licenciamento	Processo gerido via plataforma eletrónica Mera comunicação prévia: Entre 200 W e 1,5 kW Registo + certificado de exploração: entre 1,5 kW e 1MW Licença de produção + exploração: > 1 MW	Processo gerido via plataforma eletrónica Registo + certificado de exploração Inspeções obrigatórias
Outros Aspetos	Não existe quota de atribuição	Quota máxima anual de potência atribuída

Figura 3.28 - Diferenças entre o Autoconsumo e a Pequena Produção

3.7. ANÁLISE ECONÓMICO FINANCEIRA

3.7.1 INTRODUÇÃO

Tal como em todas as outras obras de engenharia, as propostas que se apresentam no capítulo 4, só são viáveis se houver viabilidade económica. Assim pretende-se com este subcapítulo descrever de uma forma simplificada algumas formas de abordagem de viabilidade económica/financeira a fim de, à *posteriori*, aplicar a este caso de estudo.

Como tal, vai-se ter em conta várias despesas como: investimento inicial para construção da obra, custo de licenciamento, custo de medidas compensatórias, custos variáveis com despesas de operação e de manutenção e por último as perspectivas da evolução do custo de água e eletricidade, e da evolução da inflação e dos juros.

3.7.2. CUSTO UNITÁRIO MÉDIO ANUAL

O custo unitário médio anual é a relação existente entre despesas anuais de manutenção e operação de qualquer equipamento e o benefício económico produzido, traduzindo-se pela Equação 3.7:

$$C = \frac{D}{B} \quad (3.7)$$

Em que:

C - Custo unitário médio Anual (€/unidade de benefício)

D - Despesas Anuais relacionadas com o Equipamento (€)

B - Benefício Produzido anualmente (ex. MW.h; m³; etc)

3.7.3. CONCEITOS DE MATEMÁTICA FINANCEIRA

3.7.3.1 Introdução

Visto que o valor do dinheiro na altura do investimento tem um valor distinto aquando dos vários períodos de retorno, pretende-se neste subcapítulo definir alguns conceitos.

3.7.3.2. Atualização Do Capital

Se considerarmos os preços constantes, o valor da atualização de um determinado capital (F) num ano j é dado pela Equação 3.8:

$$F_j = F_0(1+a)^j \quad (3.8)$$

Onde:

F_j - Capital acumulado ao fim de j anos

F₀ - Valor do pagamento no instante inicial

a - Rendimento real anual do capital ou taxa de atualização

j - Numero de Anos

Inversamente, se F_j for considerado um pagamento num prazo de j anos, o pagamento presente é dado pela Equação 3.9:

$$F_0 = \frac{F_j}{(1+a)^j} \quad (3.9)$$

3.7.3.3. Taxa De Atualização

O valor do dinheiro flutua com o evoluir do tempo. Como tal com a mesma quantidade de dinheiro é diferente pagar/receber hoje ou no ano X . Como tal, este conceito permite converter vários valores de dinheiro e atualizá-los para um determinado período de tempo.

Este conceito por sua vez ainda está ligado ao conceito de rendimento real do investimento/custo de oportunidade do capital, estando esta taxa constituída por:

- **Taxa de rendimento Real** - é uma taxa de remuneração real mínima sem qualquer risco que pretende compensar o investidor por não poder gastar (no presente) o dinheiro investido (no passado) num determinado projeto;
- **Taxa de risco** - é uma taxa associada ao risco do projeto que depende da evolução económica e financeira global e sectorial do projeto, bem como do montante total envolvido, mas que é difícil de definir devido a se ter que associar um nível de risco a cada tipologia de investimento;
- **Taxa de inflação** - é desprezada se for considerada uma análise com preços constantes, nesse caso diz-se que a taxa de atualização é real, se for considerada uma taxa de inflação, então diz-se que a taxa de atualização é nominal.

Matematicamente pode-se traduzir isto na Equação 3.10:

$$a = [(1+T_1)(1+T_2)(1+T_3)] - 1 \quad (3.10)$$

Onde:

T_1 - Taxa de Rendimento Real (%)

T_2 - Taxa de Risco (%)

T_3 - Taxa de Inflação (%)

Caso não existam dados suficientes, ou dificuldades para estimar para qualquer componente, pode-se admitir que a taxa de atualização está compreendida entre os 7 e os 10 %.

3.7.4. INDICADORES DE AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS

3.7.4.1. Introdução

A viabilidade económica de um projeto é feita através de vários critérios, que tem por base previsões de despesas e receitas às quais se associam riscos e erros. Assim o resultado final desta avaliação assenta em critérios e decisões um tanto subjetivos do responsável pela avaliação, podendo esta ser um tanto mais ou menos tendenciosa consoante o otimismo/pessimismo do avaliador.

Considera-se para a avaliação que as movimentações do dinheiro ocorrem de forma variável desde $j = 0$ até $j = z-1$ no caso das despesas e $j = 1$ até $j = z$ para as receitas.

3.7.3.2. Valor Atual Líquido

O Valor Atual Líquido (VAL) ou Balanço Atualizado, é a diferença entre as entradas e saídas de dinheiro. Estes movimentos de dinheiro são conhecidos como fluxos monetários ou "Cash Flow" (CF), atualizados durante o período em análise.

$$VAL = \sum_{j=1}^z \frac{R_{Lj}}{(1+a)^j} - \sum_{j=0}^{z-1} \frac{I_j}{(1+a)^j} \quad (3.11)$$

Onde:

- z - Período de análise (anos);
- R_{Lj} - Receita líquida para o ano j (€);
- I_j - investimento no ano j (€);
- a - Taxa de atualização.

A receita líquida para o ano j é dada pela Equação 3.12.

$$R_{Lj} = R_j - d_{omj} \quad (3.12)$$

Onde:

- R_j - Receita anual bruta no ano j (€)
- d_{omj} - Encargos de operação e Manutenção (€)

A Receita Anual bruta é dada pela equação 3.13:

$$R_j = P_n \times h_a \times p_{venda} \quad (3.13)$$

Onde:

- P_n - Unidade de benefícios Instalada (Ex. Potencia instalada (MW));
- h_a - Período de tempo de utilização (unidade de tempo);
- p_{venda} - Preço de venda por unidade (Ex. €/kW.h).

Quanto às despesas de operação e manutenção, estas variam consoante o sistema, tipo e dimensão do alvo de estudo. Devido à sua variabilidade e a diversos fatores económicos externos torna-se difícil quantificar os custos e como tal pode-se considerar que estes custos valem entre 1% e 5% do investimento inicial (I_0).

A taxa de atualização tem um enorme contributo para o cálculo do VAL. Quanto maior for o seu valor, menor será o VAL obtido, visto se está a exigir uma maior rendibilidade ao projeto.

Na análise global do VAL, conclui-se que:

- se $VAL > 0$ - o projeto é economicamente viável, ou seja, é possível cobrir o investimento inicial, bem como originar a remuneração mínima imposta pelo investidor (custo de oportunidade), representado pela taxa de atualização, e ainda um excedente financeiro;
- se $VAL = 0$ - todo o investimento inicial é recuperado e é originado o rendimento mínimo exigido pelo investidor, no entanto não é criado um excedente pelo que a rendibilidade do projeto é incerta;
- se $VAL < 0$ - o projeto é economicamente inviável.

3.7.4.3. Taxa Interna De Rendibilidade

A Taxa Interna de Rendibilidade (TIR) tem como objetivo estabelecer o interesse do sistema numa escala sob a avaliação do mercado financeiro. Assim a TIR é a taxa de atualização que anula o VAL, e que deve satisfazer a seguinte condição:

$$\sum_{j=1}^z \frac{RLj}{(1+TIR)^j} - \sum_{j=0}^{z-1} \frac{Ij}{(1+TIR)^j} = 0 \quad (3.14)$$

Na TIR, os parâmetros que mais influenciam são o investimento, a receita líquida e a utilização anual.

Se o TIR for superior à Taxa de Atualização utilizada no VAL, traduz-se na capacidade de gerar uma taxa de rentabilidade superior ao custo de oportunidade do capital, ou seja, o projeto é economicamente viável, e quanto maior a diferença entre estes dois valores maior a robustez face aos risco e incertezas vindouras.

Caso contrário, se o TIR é inferior à taxa de atualização traduz-se que a rentabilidade mínima não é satisfeita e que o projeto não é economicamente viável.

A condição anterior pode ser resolvida através de métodos iterativos (Newton, Gauss, Bisseções Sucessivas, etc.), ou calculada através da Equação 3.15:

$$RL \frac{(1-TIR)^z - 1}{TIR(1+TIR)^z} - It = 0 \quad (3.15)$$

Que adaptando à condição e ao método iterativo resulta em:

$$TIR^{(K+1)} = \frac{RL(1+TIR^k)^z - 1}{It(1+TIR^k)^z} \quad (3.16)$$

Onde.

k -Número da iteração

3.7.4.4. Tempo De Retorno Bruto

O Tempo de Retorno Bruto (TRB), do investimento ou o *payback* é dado em número de anos, e é um critério de avaliação simplificado que supõe receitas e encargos iguais todos os anos sem considerar atualizações.

$$TRB = \frac{It}{R1-d1} \quad (3.17)$$

Onde:

R1 - Receita Bruta no 1º ano de exploração (€)

d1 - Despesas no 1º ano de exploração (desprezando as despesas como o financiamento) (€)

It - Investimento total (€)

3.7.3.4. Período De Recuperação De Investimento

O Período de Recuperação do Investimento (PRI) é uma forma mais complexa de calcular o tempo de retorno do investimento definindo-se como o número de anos necessário para recuperação do investimento inicial.

Concentrado todo o investimento no presente através da expressão

$$\sum_{j=1}^{Tr} \frac{RLj}{(1+a)^j} = It \quad (3.18)$$

O tempo de recuperação é dado por:

$$Tr = \frac{\ln\left(\frac{RLj}{RI-ait}\right)}{\ln(1+a)} \quad (3.19)$$

3.7.4.6. Retorno Do Investimento

Também conhecido por Índice de Rendibilidade ROI (Return Of Investment), é uma medida de rendibilidade efetiva do projeto por unidade de capital investida e é calculada por:

$$ROI = \frac{\sum_{j=1}^z \frac{RLj}{(1+a)^j}}{\sum_{j=0}^z \frac{Ij}{(1+a)^j}} \quad (3.20)$$

Se o retorno de investimento for igual a 1, por cada unidade investida (atualizada) obtém-se uma unidade (atualizada), ou seja

$$ROI = 1 \Rightarrow VAL = 0$$

4

DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

4.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo dar-se-á início ao desenvolvimento dos cálculos de dimensionamento e localização para os vários problemas. Assim divide-se este tema em 4 subcapítulos, sendo eles os graneis, depósitos de água, estação de tratamento de água e central de bombagem, e por último a análise das várias hipóteses para o Rio Leça.

4.2. GRANÉIS

4.1.1. ANÁLISE DE RISCO SEGUNDO SCIE (ESTILHA)

Pretende-se neste subcapítulo, analisar o armazenamento de estilha sob o ponto de vista das categorias de risco, presentes na legislação de segurança contra incêndios em edifícios, referidas no subcapítulo 3.2.

Assim tendo por base Equação (3.1) $q_s = \frac{\sum_{i=1}^{Nar} qv_i \cdot h_i \cdot S_i \cdot C_i \cdot R_{ai}}{\sum_{i=1}^{Nar} S_i}$, e os valores de cálculo das aparas de madeira seca segundo o Despacho 2074/2009 [5] de 15 de Janeiro, obtém-se: $q_{vi}=2100 \text{ MJ/m}^3$; $C_i = 1.00$; $R_{ai}=3,0$ e $h=8$. O que resulta numa carga de incêndio modificada de:

$$q_s = 2100 \times 8 \times 1 \times 3 = 50.400 \text{ MJ/m}^2$$

O que implica segundo a Tabela 3.8 referida no Subcapítulo 3.2 da presente dissertação, a respeito das categorias de risco associado à Utilização Tipo XII (recinto ao ar livre), a 4ª Categoria de Risco.

Após discussão, tendo em vista a redução da categoria de risco, achou-se que seria prudente independentemente do grau de humidade de receção do material adicionar 10% de teor de humidade ao material, a fim de reduzir a carga de incêndio modificada, através da Equação (3.2) e do poder calorífico da madeira seca dado através do EN1991 - 1.2 [16], 17,5MJ/kg, obtendo-se assim os seguintes valores:

$$H_u = 17,5 (1 - 0,01 \times 10) - 0,0025 \times 10 = 15,5 \text{ MJ/kg}$$

Logo para o novo cálculo da carga de incêndio modificada, com a redução da diminuição do risco associado o Q_{vi} seria reduzido em (15,5/17,5) pela ação da humidificação e R_{ai} baixaria para 1.5 por redução do risco, obtendo-se:

$$q_s = \frac{15,5}{17,5} \times 2100 \times 8 \times 1 \times 1,5 = 21.257 \text{ MJ/m}^2$$

Fazendo-se nova consulta do quadro das categorias de risco, constata-se que através desta medida baixou-se para 3ª de categoria de risco.

Contudo e tendo a garantia de que a madeira nunca vem completamente seca, implica que o valor do poder calorífico baixa pelo contributo da humidade já existente no material. Caso admitamos que a madeira traz de origem um mínimo de 25% de humidade, adicionando mais o 10% de teor de humidade, perfaz um total de 35 % de humidade relativa, atingindo estes novos valores:

$$Hu = 17,5 (1 - 0,01 \times 35) - 0,0025 \times 35 = 9,84 \text{ MJ/kg}$$

$$q_s = \frac{9,84}{17,5} * 2100 \times 8 \times 1 \times 1,5 = 14.170 \text{ MJ/m}^2$$

Com este novo resultado, constatando novamente o quadro verifica-se que houve a redução de mais uma categoria de risco, desta vez obtendo-se a 2ª Categoria de Risco.

4.2.2. SECCIONAMENTO

Tendo por base a carga de incêndio através do Despacho 2074/2009 de 15 de Janeiro, e sabendo que a massa volúmica média da estilha é de 380 Kg/m³, implica que a tonelada de estilha ocupe 2,63 m³. Pressupondo que o valor médio da estilha é de 75€/ton obtemos os seguintes valores de carga de incêndio e potencial económico para a secção 1 e 2 da Doca 2 Sul caso estejam ocupadas somente por estilha seca, como demonstra a Tabela 4.14.

Tabela 4.14 - Volume, Carga de Incêndio e Potencial Económico, para os setores 1 e 2, caso ocupados somente por estilha seca.

Secção	Volume (m ³)	Carga de incêndio (MJ)	Valor Económico Potencial (€)
1	79360	166.656.000	2.263.118
2	72000	151.200.000	2.053.232

Considerando que a não compartimentação destas pilhas de armazenagem, levam a estes valores gigantescos de carga de incêndio, e tendo em conta que um dos problemas da estilha como anteriormente descrito é o foco de incêndio oculto de reação lenta, que vão moendo o interior da pilha sem anomalia exterior notória, sou do parecer que é imperativo a compartimentação destas secções, a fim de evitar a propagação a toda a área de armazenamento.

Estando condicionado pela forma de apilhamento da estilha que é feita por pás carregadoras, bem como a necessária entrada de camiões nesta área de armazenamento para posterior transporte do material, após perguntar à concessionária responsável pela exploração do espaço, qual o espaço mínimo longitudinal necessário para operar a maquinaria para o apilhamento da estilha, pareceu sensato considerar um valor mínimo de 100 m. Compartimentado assim a secção 1 em duas divisões cada, como proposto na Figura 4.29.



Figura 4.29 - Proposta de seccionamento dos Setores 1 e 2

Propõem-se apenas seccionar apenas o setor 1 pois é a zona de armazenamento base da estilha, sendo o uso do setor 2, somente em situações muito excecionais (o setor 2, como por norma armazena sucata, o seu seccionamento não parece tão necessário, pois caso se realizasse, creio que apenas seria um obstáculo à movimentação de gruas e camiões, que trabalham nesta difícil carga).

No setor 2, sugere-se apenas o reposicionamento dos contentores do lado direito da secção 2 de forma a ficar com uma forma geométrica mais regular e com uma zona de armazenamento interior mais ampla.

Se repararmos na Figura 4.29 existem nas paredes vizinhas do setor 1 e 2, dois pequenos troços a amarelo. Estes representam contentores que não estão fixos, de modo a caso seja necessário estes poderem ser removidos, de forma a criar um corredor de transporte entre o setor 1 e 2.

Voltando à secção 1, esta medida visa reduzir a quantidade de carga por secção, que em caso de combustão lenta oculta, esta mais dificilmente se propagará a toda a secção. Além disso garante o espaço necessário para a operação da maquinaria, bem como do espaço entre o cais e a zona de apilamento para a passagem das gruas móveis pneumáticas.

Para construir a parede de seccionamento, propõem-se recorrer ao mesmo material das paredes envolventes que são constituídas por FEU's. Propondo o seguinte modelo de construção com base em 3 linhas e 3 colunas de FEU's, perfazendo o total de 12 contentores.

4.2.3. MONITORIZAÇÃO PERIÓDICA

Sendo uma consequência dos focos de incêndio ocultos, o aumento de temperatura bem como o aumento da concentração do dióxido de carbono, faria talvez sentido a monitorização destes parâmetros no interior da pilha através de equipamento adequado, adaptados ao efeito, tipo sondas.

A fim de rentabilizar meios, este procedimento poderia ser realizado por um vigilante do porto. Desta forma ao detetar precocemente o foco de incêndio, estar-se-ia a evitar a propagação, o que se traduziria em ganhos económicos enormes com o evitar da destruição de material.

4.2.4. HUMIDIFICAÇÃO DA TOTALIDADE DA ESTILHA

Com a meta de humidificar 10% toda a estilha recebida, e tendo por base que um navio tipo carregado deste material, transporta quantidades na ordem das 45.000 toneladas, tendo em conta que o tempo de descarga médio é de 6 dias, e que em casos de necessidade pode descarregar num tempo mínimo de 3,5 dias, vai-se proceder ao cálculo de água necessário para este fim.

Assim:

- por Kg de estilha, para humidificar 10% necessita-se de 0,1 kg de água, ou seja, 0,1 litros de água;
- Se um navio transporta 45.000 toneladas (teoricamente secas), implica fornecer 4500 m³ de água (equivalente a ter um depósito circular de raio aproximado de 14m e 7,5 metros de altura);
- Se o tempo mínimo de descarga é de 3,5 dias, implica que se necessite por dia de 4500m³/3,5d≈1300m³ de água.

4.2.5. HUMIDIFICAÇÃO SUPERFICIAL DOS GRANÉIS

Neste subcapítulo vai-se definir como humidificação superficial dos graneis, a rega da superfície do amontoado de graneis com o propósito de em dias de vento e de calor, evitar o levantamento de pós e poeiras tão mencionadas nesta dissertação.

No que respeita à secção 1, o armazenamento da estilha, definiu-se que seria adequado descarregar uma lâmina de água de 2 cm por cada m² de estilhar armazenada. Assim creio que com os 20 litros de água por unidade de área se atinge o assentamento temporário de pós.

Já no caso da secção 2 e 3, para a sucata aplicar-se-ia os mesmos os 2 cm de lâmina de água, mas contabilizar-se-ia também a área das secções a área de circulação envolvente às pilhas de sucata, pois estão sempre notoriamente contaminadas por pós metálicos, que em dias ventosos claramente se levantam e contaminam a estilha adjacente, o resultado do total das áreas é dado pela Tabela 4.15.

Tabela 4.15 - Áreas ocupadas pelas secções e pelos corredores adjacentes

Sector	Área (m ²)
1	12350
2	12000
3	4500
Corredores adjacentes à sucata	5000
Total	33850

Assim com base nos 2 cm de lâmina de água necessitar-se-iam de 20 l por m², o que implica que no total para a área requerida seriam necessários 677 m³.

Se se considerar que no caso da estilha, ao contrário da sucata, se necessita de continuar a utilizar 2 expressores, para o assentamento de pós entre a tremonha do navio e a cinta transportadora na descarga navio/cais, e que o consumo médio de cada equipamento é de 12 m³/h, com um período de funcionamento de 15 horas por dia, resulta num consumo diário de 360 m³.

4.2.6. DIMENSIONAMENTO, CARACTERÍSTICAS E DISPOSIÇÃO DOS MONITORES DE ÁGUA

Para o cálculo das necessidades de água permanente em reservatório, para uso exclusivo dos monitores de água para o combate a incêndios, considerou-se os seguintes requisitos:

- número simultâneo de monitores de água em funcionamento é igual a 3;
- tempo mínimo de funcionamento segundo o Dec. Lei 220/2008, igual a 90 mins;
- débito atribuído a cada monitor é de 3000 l/min;
- um coeficiente de majoração de 1,2.

O volume de água em depósito para uso exclusivo no combate a incêndios é de:

$$V = 3 \times 90\text{mins} \times 3000\text{L}/\text{min} \times 1,2/1000 \approx 1000\text{m}^3$$

Neste projeto utilizar-se-á como "monitores tipo", aqueles que cumpram as seguintes características:

- Caudal mínimo de 3000l/min;
- Alcance Máximo Mínimo de 50m;
- Suporte Fixo com Controlo Remoto;
- Rotação horizontal mínima de 90° para a esquerda e para a direita a partir do eixo central, bem como manobrabilidade vertical de -45° e +45°;
- Possibilidade de atuar em leque/cortina, cone ou jacto;
- Possibilidade de uso de espumíferos.

Um monitor tipo que pode corresponder a estas características é o monitor Kobra Telecomandado SE-EKM, com uma agulheta EFX-30 da SABO como mostra a Figura 4.30 (Informação dos equipamentos no anexo da dissertação).

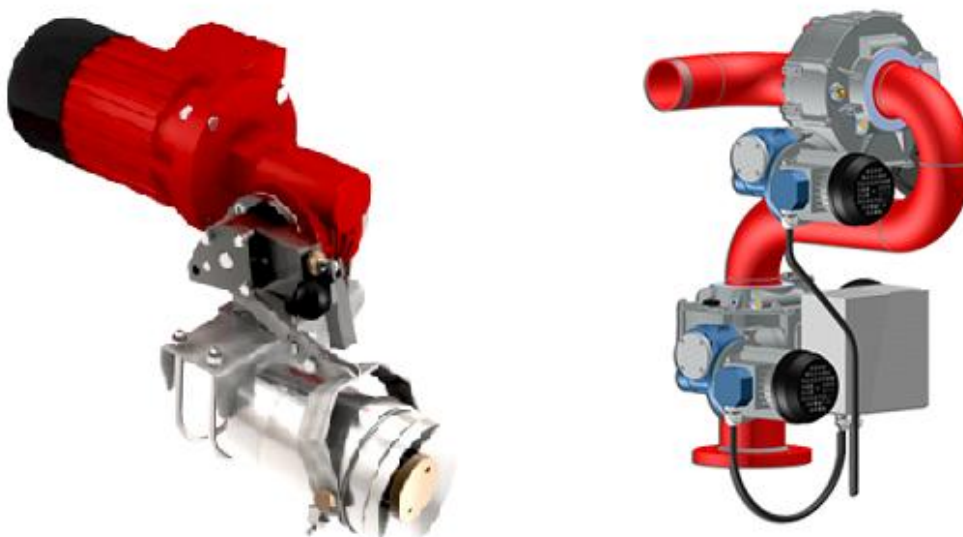


Figura 4.30 - Agulheta EFX-30 e Monitor Kobra Telecomandado SE-EKM da SABO (imagem retirada do sítio da SABO) [30]

Respeitando os requisitos anteriores, para efeito do cálculo das tubagens e das bombas, este monitor requer uma pressão mínima de trabalho de 12 Bar, e seria disposto no cais, num total de 8, da seguinte forma indicada nas Figuras 4.31 e 4.32:



Figura 4.31 - Disposição dos monitores de água nas secções 1 e 2, com a área abrangida por cada monitor de água, com alcance de 50 m



Figura 4.32 - Disposição dos monitores de água na secção 3, com a área abrangida por cada monitor de água, com alcance de 50 m

A justificação desta disposição de monitores teve por considerações o seguinte:

- Toda a área de armazenamento está coberta pelo raio dos monitores;
- Uso do número mínimo de monitores possível;
- Este raio de alcance indicado nas Figuras é de 50 m, não obstante o alcance máximo real é de 74 m;
- Todos os Postos de Transformação têm um monitor nas imediações protegendo em leque/cortina a estilha caso se inicie um foco de incêndio no Posto de Transformação;
- O sector 1 é mais beneficiado pela disposição, pois considera-se que a estilha é mais problemática do que a sucata, pois em caso de incêndio da estilha há perdas económicas, ao contrário da sucata.

4.2.7. DESENVOLVIMENTO DE ESTRUTURA DE SUPORTE PARA OS MONITORES

Os monitores estão previstos serem instalados a cerca de 12,6 m de altura (11,6 m do perfil de aço + 1,0 m da altura do monitor), no topo das paredes de contentores.

Dado que os contentores estão unidos entre si por cabos de aço, e que estas paredes de contenção estão sujeitas a grandes forças, quer pela ação do vento, quer pelo impulso estático provocado pelos graneis apilhados, se se contabilizar que o esforço de reação previsto pelo monitor de água em funcionamento é da ordem dos 2800N, tudo conduz que é imperativo um suporte extra a esta estrutura, a fim de manter a sua estabilidade assegurada perante todas estas forças.

Atualmente pode-se verificar que existem algumas partes das paredes de contenção, nomeadamente as extremidades, já se encontram inclinadas devidos aos esforços nelas empregues. Como tal as premissas e limitações para a construção desta estrutura são:

- Incorporar os monitores no topo das paredes de contenção;
- O menor investimento monetário possível na estrutura;
- A estrutura projetada não pode perturbar o acesso dos camiões à balança situada por de trás da parede de contentores, nem à estrada de circulação do porto;
- a altura do monitor de água é de aproximadamente de 1m;
- a altura total dos contentores é de 11,6m;
- a estrutura a projetar terá de ser autónoma e independente dos contentores, estando apenas sujeito apenas aos esforços provocados pelos monitores de água.

Assim, a fim de resolver este problema, propõe-se em primeiro lugar criar uma plataforma metálica de perfis IPE com dimensões aproximadas de 2m por 2m, como indicado na Figura 4.33 a fim de no centro desta plataforma instalar o monitor de água.

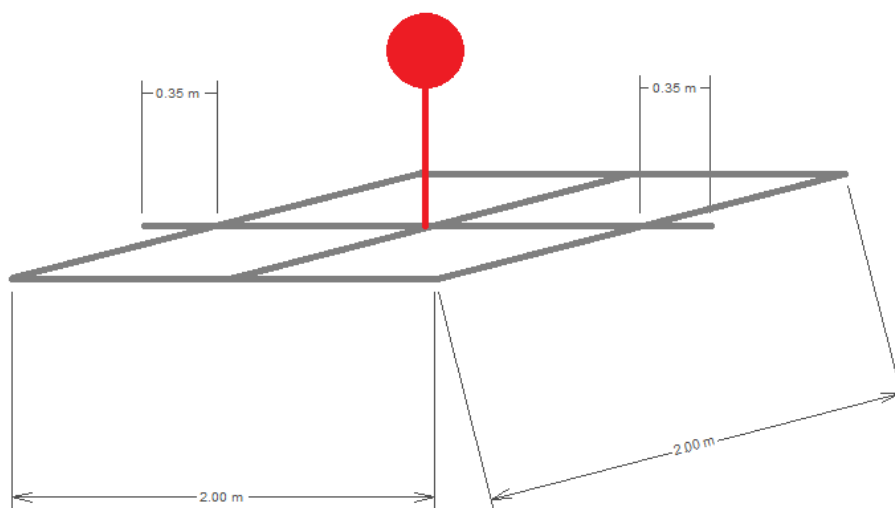


Figura 4.33 - Esquisto da plataforma proposta para instalação do monitor de água, onde cada linha cinzenta é um perfil IPE e o círculo vermelho seria o monitor de água.

No que respeita à estrutura em si, a proposta apresentada tem por base, o seguinte raciocínio:

Estando o monitor de água a uma altura de 12.6 metros, implica que o momento máximo na base será de $(2800N \times 12.6m) = 35.280N.m \approx 35 \text{ kN.m}$, mesmo majorando por um fator de 1,5 resultaria num momento aproximado de 50 kN.m. Não sendo esta uma dissertação no âmbito da área das estruturas, em função de um momento máximo não demasiado significativo, acredita-se que um poste de telecomunicações metálico, cuja base não excedesse os 0,4m de diâmetro e os 11,6 m de altura, seria suficiente para resistir a estas cargas. Obviamente que os efeitos de segunda ordem não poderão ser desprezados, contudo este problema não será abordado nesta tese.

Desta forma ter-se-ia uma estrutura completamente independente dos contentores, esquematizada pela Figura 4.34.

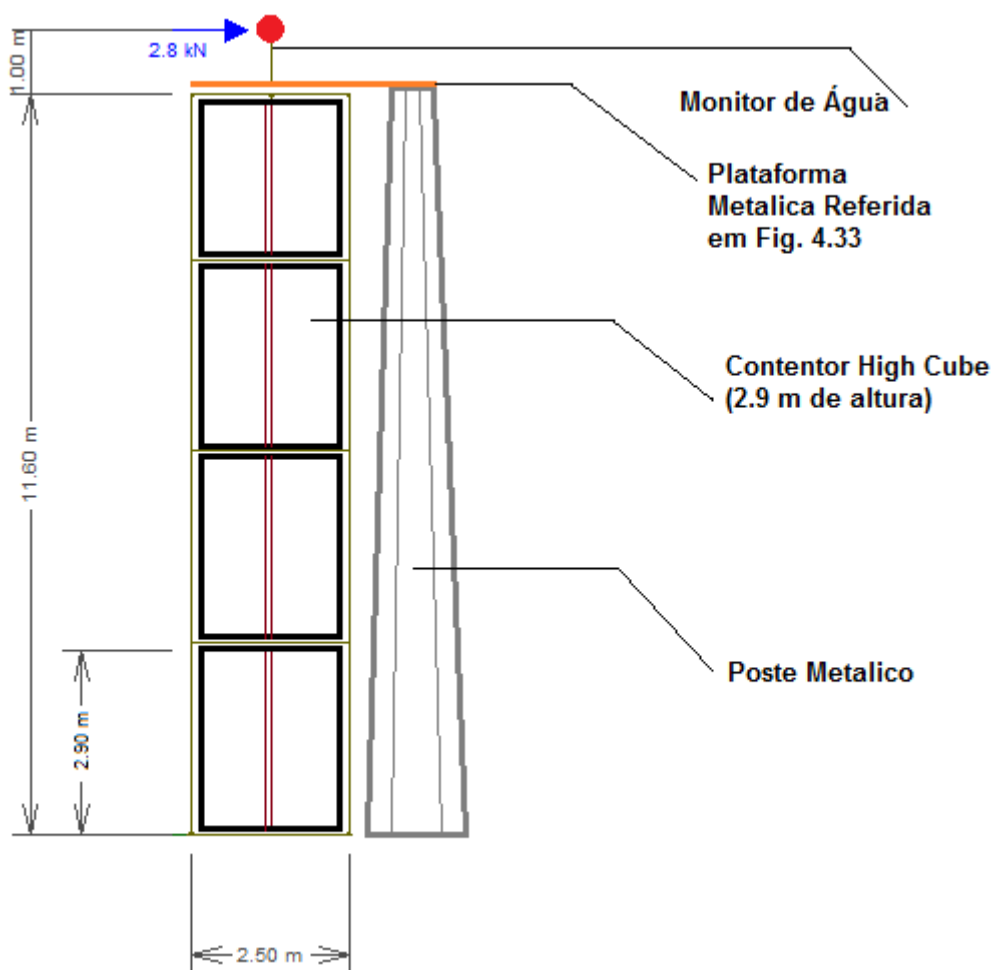


Figura 4.34 - Esquisto da estrutura proposta para suporte dos monitores de água

Como referido o diâmetro do poste metálico não deverá ser superior a 40 cm de diâmetro e como tal o esquema representado na Figura 4.34 está desproporcional. Para além disso estes postes devem ser colocados por de trás das paredes de contenção, evitando perturbar a circulação dos camiões.

Para evitar descolamentos adicionais do monitor, propõe-se soldar/aparafusar a extremidade solta da plataforma ao contentor.

4.3. - DEPÓSITO DE ÁGUA

Visto que o Porto de Leixões está constringido no seu crescimento pela malha urbana circundante, a falta de espaço é um problema recorrente, sendo a otimização dos espaços existentes uma necessidade.

Como tal proponho instalar o/os depósito/s de água, num espaço atualmente sem função e o mais próximo possível, quer da central de tratamento de águas, quer dos monitores de água a fim de minimizar o custo com as condutas de água.

Assim, depois de um reconhecimento dos possíveis locais de instalação dos depósitos, creio que o local mais apropriado seria o de coordenadas $41^{\circ}11'43.0''N$ e $8^{\circ}40'56.1''W$, na foz do rio entre ponte da A28 sobre o Rio Leça e o Posto de Transformação, como mostra a Figura 4.35.

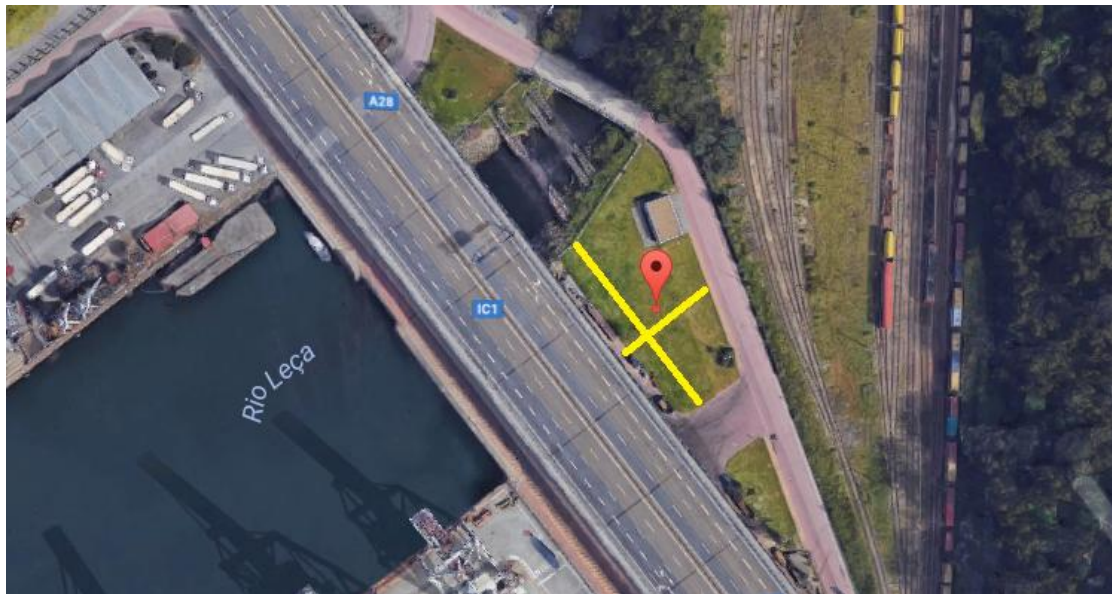


Figura 4.35 - Local proposto para a construção dos Depósitos de Água

Para além deste relvado atualmente não apresentar qualquer função, apresenta uma área generosa, traduzida pelos eixos representados na Figura, de comprimento aproximado de 60 m o mais longo, e de 30 m o mais curto. Perfazendo uma área total de 1800 m^2 .

Para o dimensionamento mínimo de volume do depósito, existem duas opções, uma em que se considera para os gastos de água 10% de humificação de toda estilha (opção 1), a outra apenas a humificação superficial da estilha (opção 2). Segue-se a contabilização dos vários volumes de água requeridos para as duas opções:

Opção 1 - Humificação de 10% de toda a estilha

A primeira é considerar a necessidade de água para segurança contra incêndio, mais a água necessária para humedecer a 10% a estilha de uma embarcação de estilha tipo (45.000 toneladas) a descarregar num período mínimo de 3,5 dias, o que se traduz em:

- Água necessária em reservatório para SCI = 1000 m^3 ;
- Água necessária para humificar 45000 toneladas de estilha a 10%, por um período de 3,5 dias:
 - Humificar 45000 toneladas a 10% ($45000\text{ton} \times 0,1\text{m}^3/\text{ton}$) = 4500 m^3 ;
 - Necessidade diária de água em reservatório ($4500\text{m}^3/3,5\text{dias}$) $\approx 1300 \text{ m}^3$;

- Humidificação superficial duas vezes por dia da área da sucata ($21500\text{m}^2 \times 0.02\text{m}^3/\text{m}^2 \times 2$) = 860m^3
- Humidificação superficial da estilha armazenada 1 vez ao dia ($12350\text{m}^2 \times 0.02\text{m}^3/\text{m}^2$) = 247m^3
- 2 expressores de água, no auxílio da descarga da estilha para o cais, com um funcionamento de 15 horas diárias ($2 \times 12\text{m}^3/\text{hora} \times 15\text{horas}$) = 360m^3

Total de volume água mínima em reservatório = 3467m^3

Opção 2 - humidificação superficial da estilha

Esta opção é muito semelhante à primeira, a exceção de que não se humidifica a estilha toda aquando da descarga, mas sim superficialmente 2 vezes ao dia.

- Água necessária em reservatório para SCI = 1000m^3 ;
- Humidificação superficial duas vezes por dia das áreas da sucata e estilha mais os corredores adjacentes à sucata ($33850\text{m}^2 \times 0,02\text{m}^3/\text{m}^2 \times 2$) = 1354m^3 ;
- 2 expressores de água, no auxílio da descarga da estilha para o cais, com um funcionamento de 15 horas diárias ($2 \times 12\text{m}^3/\text{hora} \times 15\text{horas}$) = 360m^3 .

Total de volume água mínima em reservatório = 2714m^3 .

4.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA E CENTRAL DE BOMBAGEM

4.4.1. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Tal como com os depósitos de água, vai-se procura instalar nesta estrutura numa área que atualmente não tenha qualquer função, e que esteja tão próxima quanto possível dos depósitos de água e dos pontos de adução de água a fim de minimizar custos com tubagens e canais.

Assim do reconhecimento das áreas disponíveis e pressupondo que esta instalação seria de alguma forma compacta e que não necessitaria de uma grande área, o local de implementação proposto seria no lugar de coordenadas $41^\circ 11' 43.0''\text{N}$ e $8^\circ 40' 56.1''\text{W}$, junto à foz do Rio Leça como mostra a Figura 4.36.

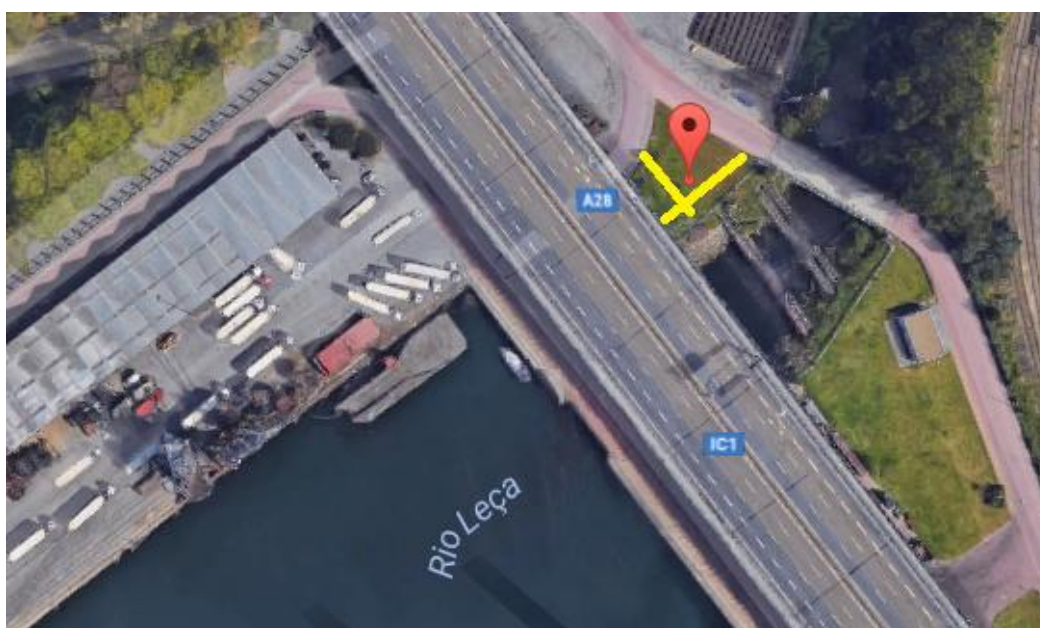


Figura 4.36 - Local proposto para a construção da Estação de Tratamento de Águas

Este relvado tem dimensões aproximadas dadas pelos eixos representados na Figura, em que o menor tem comprimento de 20 m e o maior de 30 m, o que totaliza uma área total de 600 m².

No que respeita à qualidade da água do Rio Leça, esta é de má qualidade como espectável. Relativamente a dados apenas obtive informação de duas fontes:

Uma empírica e sem validade científica, aquando do meu reconhecimento á pé pelo rio, lá encontrei descargas de esgoto, inúmeros vestígios de resíduos sólidos nas margens, uma ligeira coloração da água, e por último, quando situados ao lado de um pequeno açude, pela queda da água, forma-se rapidamente e em quantidade significativa espuma, para além de se sentir um notório odor a detergentes.

A segunda foram os dados já desatualizados de 2007, fornecidos pela Câmara de Matosinhos, relativos à qualidade da água do Rio Leça, analisada no período 2001-2007. Estes dados podem ser consultados no anexo desta tese, e nele podemos verificar que indicadores analisados como saturação de O₂, azoto de origem amoniacal, fósforo, coliformes totais, coliformes fecais, e estreptococos são em geral muito maus.

Sabendo que não foi feito nenhum grande investimento de despoluição do rio, creio que a qualidade da água, não obteve significativas melhorias nos últimos anos.

Quanto ao caudal, entre a zona de captação e a ETA, para um valor teórico de consumo aproximado diário de água de 3000 m³, implica que esta conduta capte no mínimo $(3000 \text{ m}^3 / (24\text{h} * 3600\text{s})) \approx 35 \text{ l/s}$.

Assim, espera-se para o dimensionamento e função desta ETA, o processamento de 35 l/s de água, em que os seus tratamentos incluam, tratamento biológico (por exemplo através de ultra violetas), remoção de contaminantes físicos, por decantação e filtragem e precipitação de ferro através de polímeros ou filtragem.

4.4.2. CENTRAL DE BOMBAGEM

Este equipamento vai ser dimensionado para garantir uma pressão mínima de 12 bar aos monitores, bem como o seu caudal mínimo de bombagem será o de funcionamento de 3 monitores em simultâneo, o que perfaz $(3 \times 3000 \text{ l/min}) = 9000 \text{ l/min} = 150 \text{ l/s}$.

Deverá ter-se em conta que o monitor mais distante vai estar a uma distancia de pelo menos 1,2Km, o que implicará grandes perdas hidráulicas.

Novamente a instalação deste equipamento, propõe-se ser uma área sem utilização, na qual se sugere o sítio de coordenadas 41°11'41.1"N 8°40'54.7"W, junto ao sítio proposto pelo depósito de água, como se mostra na Figura 4.37.

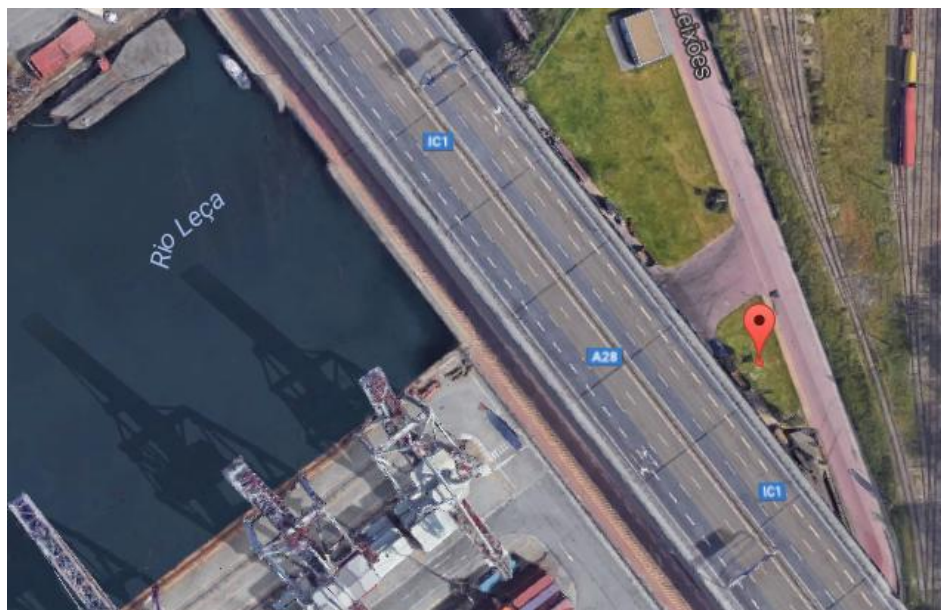


Figura 4.37 - Local proposto para a construção da Central de Bombagem

Este relvado, para além de se encontrar junto ao depósito de água, ainda se encontra relativamente perto do lugar de instalação dos monitores de água, o que se revela numa grande vantagem.

Por último, a área deste lugar é de 30 m por 10 m, totalizando uns generosos 300 m² de área para instalação deste equipamento.

Dado não achar relevante para a tese, não indicarei nenhum tipo ou marca de bombas de água a utilizar.

4.5. ADUÇÃO DE ÁGUA

4.5.1. INTRODUÇÃO

Após os cálculos para a quantificação de água necessária quer para o combate a incêndio, quer para humidificação, e tendo como hidrante o Rio Leça que tem caudal suficiente para satisfazer as necessidades deste projeto, começou-se a fazer estudos de varias hipóteses para este problema. Volta-se a referir que é requisito da TCGL a água não conter qualquer vestígio de sal, ferro, e microrganismos em elevada concentração.

Tendo como ponto de partida sempre a viabilidade económica esta tese apresenta 3 hipóteses, sendo uma delas com dupla função, adução água e produção de eletricidade, e as outras duas somente de adução de água e produção de eletricidade respetivamente.

Para dar início a este estudo, começou-se por fazer uma análise previa à zona através do Google Maps. De seguida a fim de obter rigor altimétrico, requereu-se primeiro aos Serviços de Informação Geográfica da APDL, e posteriormente à Câmara de Matosinhos, um mapa altimétrico da área de interesse, representado na Figura 4.38, a fim de poder estudar quais as zonas mais interessantes para a implementação das soluções.

Finalmente fez-se um levantamento nas zonas de interesse a pé ao longo dos 3,5 km do rio, a fim de *in loco* encontrar qualquer vantagem ou impedimento para este projeto.



Figura 4.38 - Mapa Altimétrico do conselho de Matosinhos junto ao Porto de Leixões (Cortesia dos Serviços de Informação Geográfica da APDL e da Câmara de Matosinhos)

Dado que este é um estudo prévio, para o cálculo da Energia Total Produzida num ano, em vez de se utilizar a curva dos caudais classificados, optou-se por uma questão de simplificação o uso de caudais instantâneos médios mensais. Para o cálculo da potência instalada, e potência útil, adotou-se o caudal médio anual de $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Além disso quanto à escolha da turbina, pelas baixas quedas e pelo baixo caudal, optou-se pela escolha da turbina Kaplan de dupla rotação para qualquer uma das hipóteses, pois é a que permite um melhor aproveitamento da variação dos caudais do rio ao longo do ano. Quanto ao rendimento global da eficiência para a mini-hídrica adotou-se um valor de 80%, e um custo de eletricidade de $0,10\text{€/kW.h}$

Volta-se a referir que as hipóteses apresentadas tiveram como base, o menor investimento possível quer para construção, quer para expropriação de terrenos, quer para alteração significativa das cotas do nível de água do rio.

Dado que o não se vai obter um caudal significativo nos meses de verão, estima-se que durante estes meses se possa a vir a recorrer ao uso de água da companhia para satisfação das necessidades deste protejo. Adotando uma postura conservadora, proponho que a poupança anual gerada de água seria de 45.000€ contra os atuais gastos pela TCGL de 60.000€

4.5.2. HIPÓTESE 1 - AÇUDE NA FOZ DO RIO LEÇA, SÓ COM O PROPÓSITO DE ADUÇÃO DE ÁGUA

O fator determinante para a escolha do lugar desta hipótese, foi sem dúvida o privilégio da proximidade do lugar de adução de água e o depósito de armazenamento. Desta forma está-se a reduzir significativamente o custo das condutas e as perdas hidráulicas, para além de que o açude a construir não requer uma grande volumetria, permitindo um ligeiro aumento do nível da cota do rio a fim de impedir a entradas das águas das marés.

Na Figura 4.39, está indicada a zona proposta para a construção do açude, de coordenadas $41^{\circ}11'45.8''\text{N } 8^{\circ}40'56.9''\text{W}$. Sabendo que o nível máximo da maré $+3,2 \text{ m}$ do zero hidrográfico, e a profundidade do rio a partir do zero hidrográfico seria $-0,1 \text{ m}$, conclui-se que as dimensões

aproximadas do açude seriam de 20 m comprimento, 3,3 m, de altura e 0,5 m de espessura na coroa e 3,8 na base do açude, o que representaria uma inclinação de 1:1.



Figura 4.39 - Localização proposta do açude

Nesta hipótese, o aumento da cota da água não seria um problema, pois o rio Leça já corre num canal do qual já estão contabilizadas as variações da maré, não implicando alagamento de terrenos.

Como resultado desta hipótese, a estrutura final seria alguma coisa aproximada como o esquisso feito na Figura 4.40.

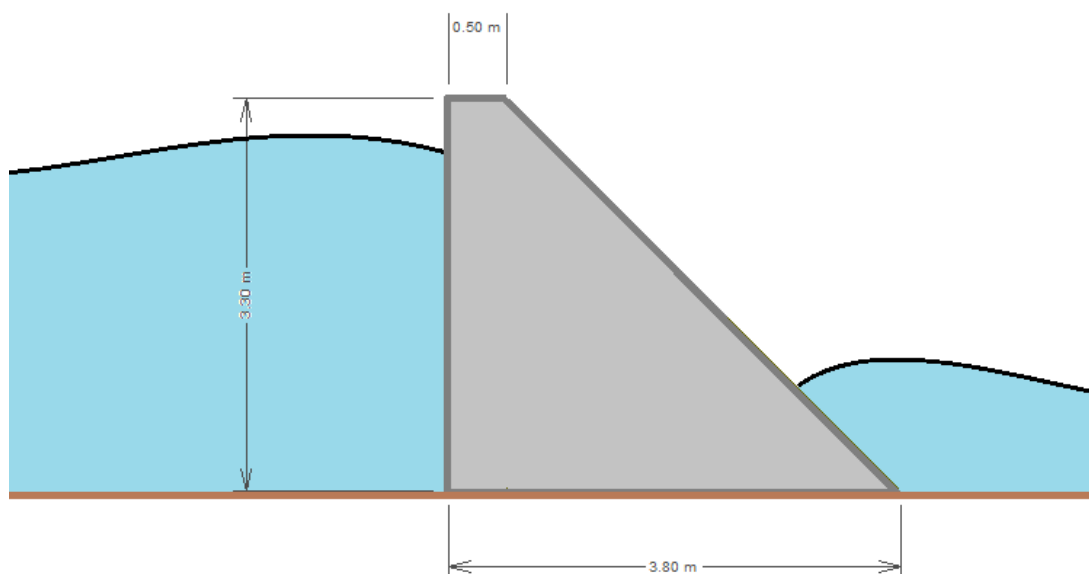


Figura 4.40 - Representação esquemática do açude da hipótese 1

4.5.3. HIPÓTESE 2 - AÇUDE COM CENTRAL DE TURBINAGEM, PARA ADUÇÃO DE ÁGUA E PRODUÇÃO ELÉTRICA

Esta hipótese tem como premissa, um açude afastado da central de turbinagem, a fim de promover a adução de água, e promover a maior queda bruta possível a fim de maximizar os ganhos energéticos.

Do reconhecimento a pé feito ao longo do rio, encontrou-se um moinho de água, já com um açude com uma cota aproximada de 14 metros, do qual desde cedo chamou a atenção. Primeiro está a uma cota bastante mais elevada comparado o resto do perfil do rio a jusante. Segundo já tem um açude feito que permite poupanças na construção de um novo, bem como dispensa a necessidade de expropriar terrenos afetados pela variação do nível de água do rio. Por último ainda permite o aumento de pelo menos 0,5 metros do açude, dado que o rio a montante está encaixado num canal, do qual não afeta terrenos privados.

Quanto à central de turbinagem, esta sugere-se ser instalada o mais a jusante possível, tendo em conta o equilíbrio entre as perdas hidráulicas da conduta de adução e os ganhos de queda bruta.

O resultado final desta hipótese traduz-se no açude com as coordenadas 41°12'45.3"N e 8°40'08.8"W, e a central de turbinamento com as coordenadas 41°12'27.9"N e 8°40'13.4"W com uma altitude de 6,5 m.

Nesta hipótese, vai-se considerar, devido ao grande afastamento entre o açude e o canal de restituição de cerca de 600 m, não se vai poder usar todo o caudal disponível do rio, pois é necessário garantir um caudal ecológico. Como tal para efeitos de cálculo o caudal turbinado é de 3,3 m³/s, e o ecológico de 0,2 m³/s.

A conduta de ligação entre a central de turbinagem e a estação de tratamento de águas, seria colocado quanto possível junto à linha férrea a fim a aproveitar o traçado e evitar expropriações, e teria um comprimento aproximado de 2 Km.

As Figuras 4.41 e 4.43, mostram a localização quer do açude quer da central de turbinagem, já a Figura 4.42 mostra o detalhe do moinho de água adjacente ao açude.



Figura 4.41 - Localização proposta do açude a) imagem de contexto no concelho de Matosinhos; b) pormenor da zona envolvente de implementação do açude (Fonte Google Maps)



Figura 4.42 - Foto do açude proposto a) Perspectiva de jusante b) Perspectiva de Montante



Figura 4.43 - Localização proposta da central de Turbinagem a) Imagem de contexto no concelho de Matosinhos; b) Pormenor da zona envolvente da implementação da central de turbinagem (Fonte Google Maps)

4.5.3.1 Potência Instalada e Potência Útil

Nesta hipótese considera-se: queda bruta útil de 7m, caudal médio turbinado anual de 3,3 m³/s; caudal mínimo turbinável de 0,83 m³/s e o máximo de 4,13 m³/s; caudal ecológico é de 0,2 m³/s; rendimento global da mini-hídrica de 80%; e o preço do kW.h de 0,10€.

Potência Instalada

$$P_{\text{inst}} = 9810\text{N/m}^3 \times 7\text{m} \times 3,2\text{m}^3/\text{s} = 219.744\text{W} \approx 220 \text{ kW}$$

Potência Útil (considerando um Rendimento global de 80%)

$$P_u = 220 \text{ kW} \times 0,8 = 176 \text{ kW}$$

4.4.3.2 Energia Produzida Num Ano

Após a análise dos caudais médios instantâneos do Rio Leça ao longo dos vários meses, calculou-se em função da variação de caudal turbinado ao longo do ano, a energia elétrica produzida, obtendo-se:

$$E = 9810\text{N/m}^3 \times 7\text{m} \times 0,8 \times (2,0\text{m}^3/\text{s} \times 30\text{d} + 4 \times 4,13\text{m}^3/\text{s} \times 30,25\text{d} + 3,7\text{m}^3/\text{s} \times 30\text{d} + 2,7\text{m}^3/\text{s} \times 31 + 1,35\text{m}^3/\text{s} \times 30) \times 24\text{h}/1000000 = 1048\text{MW.h}$$

Considerando o que o custo de 1KW.h é de 0.10€ resulta num lucro estimado anual de:

$$\text{Lucro} = 1048\text{kW.h} \times 0,10\text{€/kW.h} = 104.800\text{€}$$

4.4.4. HIPÓTESE 3 - AÇUDE COM CENTRAL DE TURBINAGEM INTEGRADA, APENAS PARA PRODUÇÃO ELÉTRICA

Tal e qual como a hipótese 2, esta proposta tem como base o mesmo açude. A diferença consiste em que esta proposta faria uso do moinho adjacente para uma central de turbinagem, eliminando assim o canal de adução e as possíveis perdas hidráulicas associadas, para além de o caudal turbinado ser igual ao caudal médio do rio, pois como o canal de restituição está ao lado do açude e sendo esta uma exploração a fio de água, está dispensado o caudal ecológico.

Esta hipótese engloba só uma vertente de produção elétrica, pois a condução de água desde a central de turbinagem até à estação de tratamento de água seria através de uma conduta teria um comprimento de cerca de 2,6 km, o que está associado a grandes perdas hidráulicas e grandes expropriações para instalação da conduta, o que levaria a que o projeto fosse economicamente inviável.

Contudo nesta proposta ao contrário da hipótese 2, não só se promove um aumento da altura do açude existente, como também um rebaixamento da cota a jusante do açude a fim de promover um aumento da queda bruta.

4.4.4.1. Potência Instalada e Potência Útil

Nesta hipótese considera-se: queda bruta útil de 4m, caudal médio turbinado anual de 3,5 m³/s; caudal mínimo turbinável de 0,88 m³/s e o máximo de 4,38 m³/s; rendimento global da mini-hídrica de 80%; e o preço do kW.h de 0,10€.

Potência Instalada

$$P_{\text{inst}} = 9810\text{N/m}^3 \times 4\text{m} \times 3,5\text{m}^3/\text{s} = 137.340\text{W} \approx 137 \text{ kW}$$

Potência Útil

$$P_u = 137 \text{ kW} \times 0,8 = 110 \text{ kW}$$

4.4.4.2. Energia Produzida Num Ano

Após a análise dos caudais médios instantâneos do Rio Leça ao longo dos vários meses, calculou-se em função da variação de caudal turbinado ao longo do ano a energia elétrica produzida, obtendo-se:

$$E = 9810\text{N/m}^3 \times 4\text{m} \times 0,8 \times (2,2\text{m}^3/\text{s} \times 30\text{d} + 4 \times 4,38\text{m}^3/\text{s} \times 30,25\text{d} + 3,91\text{m}^3/\text{s} \times 30\text{d} + 2,93\text{m}^3/\text{s} \times 31 + 1,54\text{m}^3/\text{s} \times 30) \times 24\text{h}/1000000 = 640\text{MW.h}$$

Considerando o que o custo de 1kW.h é de 0.10€ resulta num lucro estimado anual de:

$$\text{Lucro} = 640000\text{kW.h} \times 0,10\text{€/kW.h} = 64.000\text{€}$$

4.5. NOTAS FINAIS

A redução do risco de incêndio e poeiras, é garantida através de monitores de água, que implicam grande consumo de água. Quanto à discussão de qual das opções de humificação este será abordado no Capítulo 5, bem como as opções de adução do Rio Leça.

Contudo constata-se que qualquer das hipóteses sobre o Rio Leça, implicam retornos económicos significativos, e que as sugestões de implantação de ETA, central de bombagem e depósitos de água garantem um bom aproveitamento de espaço, atualmente sem qualquer função.

Não esquecer que a instalação dos monitores, tem de ser acompanhado de um estudo sobre a estrutura existente, bem como para um correto dimensionamento da ETA é necessário proceder à análise química da água, a fim de determinar os tratamentos químicos/físicos/biológicos necessários para esta instalação.

5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo tecer-se-ão as principais considerações relativas às propostas feitas no Capítulo 4, segundo a sua viabilidade. Este capítulo divide-se em 6 subcapítulos, sendo que no primeiro além dos comentários dos trabalhos desenvolvidos também se vai fazer uma sugestão sobre o processo logístico, dado o seu contributo na melhoria para a Segurança Contra Incêndios e poupança de gastos.

5.2. GRANÉIS

5.2.1 INTRODUÇÃO

Grande parte do conhecimento adquirido para esta tese foi feito no cais durante os trabalhos de descarga dos granéis, através de observação ou de conversas com os funcionários intervenientes do processo. Assim das minhas propostas, estas são as minhas considerações:

5.2.2 SECCIONAMENTO

No que respeita ao seccionamento da secção 1, com a construção da parede de contentores, embora se justifique a sua existência pela redução do risco de propagação de focos de incêndio ocultos, creio que não seria um bom investimento, por dois motivos:

O primeiro é que a construção dessa parede, estaria sujeita a embates de ambos os lados provocados pelas pás carregadoras quer na descarga quer na carga. Comparando com o atual mau estado das paredes de contentores de contenção laterais, tudo me leva a crer que o tempo de vida útil desta medida seria reduzido, dado o grande volume de trabalho que esta área do Porto de Leixões está a ter.

O segundo, após ter falado com os manobreadores e alguns camionistas, esta redução de área para manobrabilidade dos equipamentos, provocou em geral algum desconforto.

Vendo que o resultado global não é completamente satisfatório creio que esta não deve ser uma solução a implementar.

5.2.3. MONITORIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Tal e qual como a proposta anterior, o tema da monitorização de temperatura, humidade relativa e CO₂ no interior do material armazenado, embora não sendo completamente disparatada, é no mínimo idealista e pouco prática. Assim aquando da minha proposta, prontamente recebi um *feedback* negativo.

Para além disso, devido à grande dimensão da área de armazenamento, grande parte dos locais seriam inacessíveis para tal monitorização. Como tal cabe-me afirmar que esta proposta não tem valor prático, do qual se dispensa de análise económica, ou de lugar na solução final apresentada nesta tese.

5.2.4. HUMIDIFICAÇÃO E HUMIDIFICAÇÃO SUPERFICIAL DOS GRANEIS

No que respeita à humedificação da estilha pelos monitores de água, este também é um tema sensível. Embora pelo espírito da Segurança Contra Incêndios é muito vantajoso a humedificação da estilha para a redução na categoria de risco, do ponto de vista industrial esta é uma desvantagem. Em primeiro lugar, na produção de pasta de papel é mais vantajoso a estilha seca, pois quando é adicionado já nas instalações industriais a água com os respetivos produtos químicos, existe melhor impregnação e absorção dos químicos em estilha seca que em húmida, refletindo-se assim na qualidade do produto final.

Em segundo lugar a humedificação da estilha teórica de 10%, apresenta o seguinte problema: dado que todas as instalações industriais de pasta de papel se localizam a mais de 60 Km (Viana do Castelo, Cacia e Figueira da Foz), implica um aumento do peso da carga transportada o que obviamente se traduziriam num significativo aumento no consumo de combustível.

Não obstante a implementação dos monitores de água apresentam do meu ponto de vista algumas grandes vantagens.

Em primeiro é um meio de atuação imediato pois caso o foco de incêndio seja detetado inicia-se automaticamente o combate ao foco de incêndio, poupado precioso tempo de combate enquanto não chegam equipas de bombeiros. Além disso teria uma grande capacidade de combate, pois por minuto espera-se um débito de água de 3000 l/min (um veículo de combate a incêndios urbano dos bombeiros tem em média um depósito de água de 3000 a 5000 litros, e o alcance das agulhetas não é tão grande como o dos monitores).

A segunda é que os monitores conseguem cobrir toda a área de armazenamento. Este fator é muito importante, pois em caso de incêndio de algumas zonas, creio que os bombeiros teriam grande dificuldade em aceder.

Por último, dias de calor e de vento, permite a humedificação da superfície de todos os granéis armazenados, reduzindo assim significativamente o levantamento de pó, motivo recorrente de queixas pela vizinhança. No caso da sucata, do meu ponto de vista a descarga de água sobre este granel deve ser mais intensa e constante pelo seguinte motivo.

Como referido anteriormente um elemento crítico a evitar na estilha pela indústria do papel é o ferro (a título de curiosidade, este elemento reduz enormemente a qualidade do produto, podendo o preço final de uma tonelada de papel baixar dos 900 euros por tonelada para os 300 euros por tonelada). Sendo o cais de descarga da sucata (setor 2) vizinho do da estilha (setor 1), e sendo impossível devido aos constrangimentos do Porto de Leixões alterar os cais de descarga de forma a afastar o mais possível estes dois granéis, por se ter presenciado no cais várias vezes em dias ventosos o arrasto de poeiras provenientes da sucata para a estilha, considero imperativo a humedificação na descarga da sucata bem como da área envolvente sua armazenagem, de forma a salvaguardar a contaminação da vizinha estilha.

5.2.5 SUGESTÕES

Para a redução de pós provocados pela estilha e sucata, é necessário colocar os para-ventos quanto antes, para além de alongar a tremonha que existe do navio para o cais, para evitar o levantamento de pó.

Contudo tão importante como as medidas enunciadas, creio que é necessário otimizar o processo de logística referente à descarga da estilha. Se a carga não estiver lá não existirá risco, como tal creio que seria da máxima relevância incrementar a frota de camiões de transporte durante o processo de descarga a fim quer de reduzir a carga armazenada no cais quer o transporte provisório para o terminal multiusos localizado a 1,5 Km de distancia (Desgaste de equipamentos e de combustível desnecessários).

Os problemas logísticos, assentam em:

O tempo e distância utilizados pelas pás carregadoras aos pontos mais afastados da pilha de descarga, são superiores a 1 minuto de ciclo (carga/transporte/descarga/regresso) e 200 m.

Estimando que o consumo de combustível diário de cada para carregadora é na ordem dos 300L, para além de estimar que numa hora uma pá carregadora percorra mais de 8 Km, e que existe por vezes 4 pás carregadoras em trabalho simultâneo. Se tiver em mente, que o período médio de descarga de um navio é de 6/7 dias com turnos de trabalho de 15 horas, facilmente se percebe, que os gastos em combustível e desgaste do equipamento atinjam valores exorbitantes.

Mais ainda tenho a comentar, que a forma de carregar a estilha para os camiões parece-me pouco eficiente, pois para além de as pás carregadoras contaminarem com ferro a estilha sempre faz que uma carga (devido à fricção existente entre o balde e o chão do cais), em média são necessárias 6 descargas de pás carregadoras para encher um camião.

Isto faz com que exista grande perda de tempo com as pás carregadoras, o que promove por vezes filas de espera de camiões à espera de carregarem.

Assim, para resolver esta questão, a minha proposta baseia-se no esquema simplificado na Figura 5.44, onde:

- Quadrados vermelhos - Postos de Transformação;
- Quadrado azul - local onde por norma está colocada a tremonha do navio para descarga;
- Quadrados laranjas - funis de descarga;
- Retângulos amarelos - cintas transportadoras;
- Retângulo branco - corredor de passagem dos camiões para carga de estilha.



Figura 5.44 - Esquema proposto para a resolução de problemas logísticos com a estilha na Doca 2 Sul, Setor 1, (imagem com orientação a Sul) (fonte Google Maps)

Assim, quando a estilha fosse descarregada pela tremonha, seria prontamente recebida pela cinta transportadora, que a levaria até ao primeiro funil. Este teria a mesma forma dos funis usados os granéis agroalimentares, com indicado na Figura 5.45, à exceção de que este seria rebaixado.

Por de baixo, deste primeiro funil, estariam duas cintas transportadoras, onde um operador encaminharia a estilha. Para um lado a cinta transportadora levaria a estilha para o centro do cais onde as pás carregadoras iriam carregar a estilha para armazenagem, para o outro a cinta transportadora levaria a estilha para um novo funil, onde este faria a descarga para os camiões.



Figura 5.45 - Funil usado para descarregar os granéis agroalimentares para os camiões.

Em resumo creio que as vantagens apresentadas por este sistema são:

- Redução na distância percorrida pelas pás carregadoras;
- Redução de custos com Maquinaria e Operadores com o carregamento estilha para os camiões;
- Eliminação do congestionamento dos camiões no processo de carga;
- Redução da contaminação da estilha com ferro;
- Redução da carga armazenada no cais, devido ao melhor escoamento da estilha pelos camiões;
- Possível eliminação da zona de armazenamento de estilha no Terminal Multiusos.

5.3. DEPÓSITO DE ÁGUA

Após a discussão realizada no Ponto 5.1, percebe-se que a opção de humificar toda a estilha rececionada em 10%, fica fora de hipótese por requisitos industriais, deixando o volume mínimo do depósito de água, condicionado pelo Ponto 4.2, opção 2, equivalente a 2714 m³.

Contudo deve-se ainda ter em conta alguns consumos de água consideráveis no porto, e que não foram contabilizados, nomeadamente a água da companhia gasta para o assentamento de pós no Cais 2 Norte, com o armazenamento e carregamento de granito, e da lavagem do pavimento no novo terminal de passageiros na parte sul. Após reflexão, considerou-se apropriado atribuir a estes dois usos um gasto de 100 m³ dia.

Visto que o depósito vai ser um projeto para as necessidades do ano de 2017, e não sabendo quais poderão vir a ser as necessidades vindouras do Porto de Leixões, o dimensionamento final

do depósito ser majorado em 10 % das necessidades mínimas para o ano de 2017, o que se traduziria num depósito final de 3095 m³ (2814m³ x 1,1).

Gostaria ainda de deixar duas notas:

A primeira, visto que é um projeto inexistente, a construir os depósitos, deveria privilegiar-se a construção de dois depósitos (com somatório de volumes mínimo de 3100m³ (1550m³+1550m³, por exemplo), ao contrário de um único de 3100m³. Pois caso exista alguma falha/problema, com um dos depósitos, haveria sempre disponível 1000m³ para combate a incêndios.

A segunda nota, visto que quer o parque de combustíveis da Repsol, junto à circunvalação, quer os silos e depósitos situados no terminal multiusos estão em risco de desaparecerem dada a possibilidade naquele local do novo cais de contentores. Creio que é uma boa oportunidade de adquirir um daqueles reservatórios por um preço acessível.

5.4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Este é um tópico neste estudo prévio que sofre de rigor, de facto não se pode extrapolar muito os custos e a forma de funcionamento enquanto não houver análises químicas concretas sobre a qualidade do rio. Este estudo prévio, apenas dará uma noção das necessidades e dimensões.

Os orçamentos feitos no capítulo 6, para este tema tem o seu valor relativo, contribuindo somente para dar uma noção da viabilidade do projeto.

5.5. BOMBA DE ÁGUA

Dado o enorme caudal necessário (150 l/s), a fim de garantir sempre o funcionamento dos monitores de água, creio que a melhor opção seria um grupo de 3 bombas. Pois desta forma caso de alguma bomba falhar, existe a garantia de que 2 garantiriam o bom funcionamento do equipamento.

5.6. ADUÇÃO DE ÁGUA

Das várias as opções apresentadas, todas me parecem exequíveis, não tendo encontrado qualquer constrangimento ou adversidade para a construção de qualquer umas das hipóteses, deixo assim a viabilidade e escolha de opção, com base na análise económica e financeira das várias hipóteses, que se fará no Capítulo 6.

6

ANÁLISE FINANCEIRA

6.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo, divide-se em três grupos:

O primeiro vai consistir em estimar o custo global das várias propostas. Elaborou-se a Tabela 6.1, onde estão discriminadas as várias propostas, e os elementos constituintes das várias hipóteses. Esta orçamentação carece de rigor, pois trata-se de um estudo prévio, sendo os valores apresentados meros indicadores de um custo global, que conduzem à viabilidade do projeto.

Para além disso apresentar-se-á na Tabela 6.2 os custos de operação e manutenção associados a cada hipótese, bem como os seus benefícios económicos.

O segundo subcapítulo é dedicada à estimativa das taxas ambientais a pagar.

Por último, vai-se fazer uma análise financeira através de parâmetros como Tempo de Retorno Bruto.

Parâmetros como o custo médio unitário, abordado no Capítulo 3, é um meio importante para comparação da razão entre um determinado benefício económico por uma determinada unidade entre várias hipóteses, mas sendo que neste projeto o benefício económico de qualquer das hipóteses dependente da poupança da água e da produção de eletricidade, não pareceu apropriado o uso deste parâmetro.

Deixou-se de fora propositadamente parâmetros como Valor Atual Líquido; Atualização do capital Investido; Taxa Interna de Rentabilidade; Período de Recuperação de Investimento e Retorno do Investimento, também referidos no Capítulo 3, pelo motivo de que as propostas aqui feitas, não surgiram como uma procura de um investimento financeiro, mas sim como consequências de medidas de segurança a implementar no Porto de Leixões. Como tal, deixa-se estes parâmetros à consideração APDL e seu gabinete financeiro, caso considerem interessantes ou pertinentes.

6.2. ORÇAMENTAÇÃO

Neste subcapítulo apresentar-se-á as várias tabelas, associadas ao custo de construção das várias hipóteses, onde se procurará discriminar o custo estimado dos vários componentes do projeto, bem como um pequeno comentário sobre a forma de como este foi calculado.

A orçamentação vai incidir sobre o custo das "medidas de Segurança Contra Incêndios", bem como as várias hipóteses abordadas ao longo do Subcapítulo 4.5. Repare-se que far-se-á também o estudo da combinação das hipóteses 1+3, ou seja a construção de um açude no rio só para adução de água mais a recuperação de um moinho existente só para a produção de energia elétrica.

Medidas de Segurança Contra Incêndio

Tabela 6.16 -- Custo Global das Medidas de Segurança Contra Incêndio

	Custo por unidade	Custo total (€)
Monitores de água (agulheta + corpo)	8.750€	70.000
Central de comando dos monitores de água	3775 (dado a central ser a mesma para todos os monitores, houve uma revisão no preço final)	15.000
Conduitas de água entre o depósito e o cais 2 Sul	dist=1,3Km/ Conduita de aço com diam. de 20cm/ Preço por metro linear = 75€	97.500
Depósito de água (2000m ³ cada)	250.000	500.000
Estação de Tratamento de Água	O cálculo vai ter por base que para cada litro de água por segundo a tratar é necessário um investimento de 2000€. A instalação prevê tratar um caudal de 35 l/s	7.000
Central de Bombagem com 3 Bombas	3.000 €	9.000
Estrutura para suporte dos monitores	1.500 €	12.000
Reposicionamento dos poste de iluminação	-	300
Estudos e Projetos	5% do custo de investimento	20.000
Total		730.800 €

Hipótese 1 - Construção do açude somente para adução de água

Tabela 6.17 - Custo de construção estimado para a hipótese 1

	Custo por unidade	Custo total (€)
Açude	300 €/m ³ Betão ; betão necessário 142 m ³	42.600
Central de adução de água	O cálculo vai ter por base que por cada litro de água por segundo a tratar é necessário um investimento de 100€. A instalação prevê tratar um caudal de 35 l/s	3.500
Conduita entre a central de adução e a ETA	dist=70m/ Conduita de aço com diam. de 20cm)/ Preço por metro linear = 75€	5.250
Estudos e Projetos	5% do custo de investimento	2.500
Total		53.850 €

Hipótese 2 - Aproveitamento do moinho existente para produção de eletricidade e adução de água

Tabela 6.18 - Custo de construção estimado para a hipótese 2

	Custo por unidade	Custo total (€)
Expropriação do açude já construído e moinho adjacente	Estimando que o m ² em Santa Cruz do Bispo ronda os 650€/ A área aproximada do moinho ronda os 315 m ²	204.750
Canal de Adução de água à Central de bombagem	dist=0,6Km/ Conduta de aço com diam. de 200cm)/ Preço por metro linear = 300€	180.000
Expropriação de terrenos para construção do canal	Estimando que o m ² de terreno em santa cruz do bispo ronda os 50€	30.000
Expropriação dos terrenos para a central de turbinagem	Estimando que o m ² de terreno em santa cruz do bispo ronda os 50€; área prevista para construção é de 45m ²	2.250
Conduta de água para adução de água à ETA	dist=2,0Km/ Conduta de aço com diam. de 20cm)/ Preço por metro linear = 75€	150.000
Central de Turbinagem	Baseado Na Figura 3.24	247.500
Estudos e Projetos	3% do valor global teórico	33.250
total		847.750 €

Hipótese 3 - Aproveitamento do moinho só para produção elétrica

Tabela 6.19 - Custo de construção estimado para a hipótese 3

	Custo por unidade	Custo total (€)
Expropriação do açude já construído e moinho adjacente	Estimando que o m ² em santa cruz do bispo ronda os 650€; A área aproximada do moinho ronda os 315 m ²	204.750
Central de Turbinagem	Baseado Na Figura 3.24	154.125
Aumento da cota do açude	em 1 m de altura; comprimento 20m; largura 0,4 m; 300€/m ³ betão	2.400
Rebaixamento do Rio a jusante do açude + remoção da rocha	20€/m ³ ; Área a rebaixar 1500m ² ; profundidade média 0,2 m	6.000
Estudos e Projetos	5% do valor global teórico	18.400
total		385.675 €

Otimização da trasfega da estilha no cais

Tabela 6.20 - Custo da sugestão da otimização do processo da estilha

	Custo por unidade	Custo total (€)
Cinta transportadora	5.000€ cinta de reboque + 7.000€/100m por cinta transportadora	24.000
Funil de descarga	25.000€	50.000
total		74.000 €

Custo Total das Várias Hipóteses associadas às medidas de Segurança Contra Incêndio e à Otimização do processo de estilha

Tabela 6.21- Custo total das várias hipóteses

	Custo
Total hipótese 1 + SCI + Otimização	858.650 €
Total hipótese 2 + SCI + Otimização	1.652.550 €
Total hipótese 3 + SCI + Otimização	1.190.475 €
Total hipótese 1+3 + SCI + Otimização	1.244.325 €

Custos de Manutenção e Benefícios Económicos

Tabela 6.22 - Custos de Manutenção e Benefícios Económicos

	Custo anual de Operação e Manutenção	Benefício Produzido
Monitores de Água	800 €	0 €
Depósitos de Água	400 €	0 €
Bombas de Água	4.000 €	0 €
Estação de tratamento de Água	50.000 €	0 €
total	55.200 €	0 €
Hipótese 1	1.000 €	45.000 €
Hipótese 2	8.000 €	149.800 €
Hipótese 3	4.000 €	64.000 €
Hipótese 1 + 3	5.000 €	109.000 €

Receita Anual Contabilizando as Despesas de Segurança Contra Incêndios

Tabela 6.23 - Receita Anual

	Custo anual de Operação e Manutenção (€)	Benefício Produzido (€)	Receita Anual
Total hipótese 1	56.200	45.000	-11.200 €
Total hipótese 2	63.200	149.800	86.600 €
Total hipótese 3	59.200	64.000	4.800 €
Total hipótese 1+3	60.200	109.000	48.800 €

6.3. CUSTO COM TAXAS POR USO DE ÁGUAS PÚBLICAS

De acordo com as 3 componentes descritas no subcapítulo 3.6.1.3., no que refere à "componente U", visto no meu entender estas obras não causariam um impacto significativo, decidiu-se suprimir esta componente, dado que:

- Não se prevê construir nenhum açude (e o que é proposto é jurisdição do Porto de Leixões) ou grande empreendimento;
- Não se pretende alterar significativamente nenhuma cota de água do Rio Leça;
- Não implica o alagamento de terrenos.

No que respeita à "componente A", vai-se reduzir como previsto na lei a taxa cobrada de 0,00002€/m³ ano de água utilizada em 50%, pois estamos a propor aproveitamentos com queda bruta inferior a 10 metros. No que respeita ao uso de água para abastecimento vai-se cobrar uma taxa de 0,013€/m³, e para simplificação de cálculos, vai-se utilizar um tempo para turbinagem e adução de água de 243 dias.

Quanto à "componente O", dado não se prever inundar nenhuma área, vai-se apenas contabilizar a taxa de 1€/m linear para condutas e cabos elétricos.

Tabela 6.24 - Custos de taxas ambientais

	Custo da "componente A"	Custo da "componente O"	Total
Hipótese 1	6.318 €	0 €	6.318 €
Hipótese 2	7.011 €	2.500 €	9.511 €
Hipótese 3	734 €	2.500 €	3.234 €
Hipótese 1 + 3	7.052 €	2.500 €	9.552 €

6.6. TEMPO DE RETORNO

Por último, para análise da viabilidade do projeto, far-se-á o cálculo do tempo de retorno, a fim de se estimar com base na receita, quantos anos se demorará a recuperar o dinheiro investido nas medidas de segurança contra incêndio, hipótese e otimização do processo de trasfega de estilha. Os resultados estão discriminados na Tabela 6.25.

Tabela 6.25 - Tempo de Retorno do investimento feito para as várias hipóteses

	Receita	Investimento Inicial	Tempo de Retorno (anos)
Hipótese 1	-17.518 €	858.650 €	-
Hipótese 2	77.089 €	1.652.550 €	21
Hipótese 3	1.566 €	1.190.475 €	760
Hipótese 1 + 3	39.248 €	1.244.325 €	32

6.7. NOTAS FINAIS

Perante esta quantidade avultada de investimento, bem como o tempo de tempo de retorno implícito no estudo, relembra-se que estas medidas visam a redução do risco de incêndio de uma forma económica viável, e não um investimento financeiro. Contudo note-se que basta estas medidas evitem na estilha pelo menos uma vez um incêndio de grandes dimensões, que garantem uma poupança de 2.000.000€ material ardido, que é um valor bem superior aos investimentos em causa.

7

CONCLUSÕES

Após o desenvolvimento dos trabalhos ao longo do semestre, e já com a análise económica feita, as conclusões que chego são:

Com a montagem deste sistema contra incêndio, está-se vivamente a reduzir o risco, quer através da diminuição do risco de autoignição, quer com o pronto combate em caso de incêndio. Creio ser uma medida bastante eficaz, e uma garantia de segurança e tranquilidade extra para o Porto de Leixões, bem como um fator determinante na redução de queixas da vizinhança.

No que respeita à escolha das hipóteses no Rio Leça, fica claro que por si só as hipóteses 1 e 3, não têm viabilidade económica. Sendo a viabilidade financeira para este projeto, garantida apenas através da poupança de água e de produção elétrica.

Contudo isto é um estudo prévio, e não deixo de admitir que a parte de orçamentação padece de alguns erros e bastantes desvios aos valores praticados no mercado.

Sendo a diferença do tempo de retorno entre as hipóteses 2 e 1+3 de 9 anos, creio que será necessário *a posteriori* maior aprofundamento da matéria a fim de obter um resultado mais conclusivo. Não obstante da minha parca sensibilidade de engenharia, creio que talvez fosse mais viável e mais fácil de construção o projeto 1+3, pois ao contrário da hipótese 2 não implica a expropriação de terrenos quer para condutas quer para a central de turbinagem.

Não esquecer, que o resultado final dos orçamentos, pode ainda vir a ser diminuído significativamente por várias razões: A primeira é a possibilidade de obter tanques de armazenamento a preço reduzido, a segunda é a possibilidade de o Porto de Leixões poder candidatar-se a fundos do Portugal 2020, no que respeita a financiamentos para medidas de autoconsumo. Por último as medidas de otimização no processo da estilha, levariam a poupanças com maquinaria e pessoal, que a meu ver também se traduziriam em poupanças significativas, e neste momento não estão contabilizadas

Como tal, com estas duas possibilidades, não me surpreenderia que o tempo de retorno baixa-se pelo menos em 10 anos, e tendo a consciência de que a partir dessa data os lucros poderiam rondar entre os 50.000€ e os 80.000€, sem duvida que este seria um projeto a meu ver bastante interessante.

Embora a minha prioridade seja a Segurança Contra Incêndios, do ponto de vista económico, deve ser tido em conta a construção só da hipótese 3 (produção de eletricidade para autoconsumo), desprezando os demais investimentos. Isto traduzir-se-ia em um investimento inicial de 385.675€, com uma receita anual de 56.766€, implicando um tempo de retorno de apenas de 7 anos (sem contar com possíveis fundos comunitários que a APDL poderia vir a candidatar-se).

Como tal para resumir os vários pontos de vista relativos a este projeto, apresentar-se-á de seguida uma análise SWOT relativa a este projeto.

Strenghts (Forças)

- Aumento da sustentabilidade energética do Porto de Leixões;
- Aumento da sustentabilidade dos recursos hídricos do Porto de Leixões;
- Promoção de Energias Renováveis;
- Projeção do aumento do custo de eletricidade e da eletricidade num futuro a curto, médio e longo prazo;
- Redução da produção de pós por parte da estilha e sucata, promovendo melhor relação entre porto de Leixões e vizinhança;
- Manutenção da qualidade da estilha, por diminuições da contaminação do granel por pós de ferro oriundo da sucata;
- Melhoria da imagem do Porto de Leixões em questões de sustentabilidade ambiental;
- Através da diminuição do risco de incêndio, com a instalação dos monitores, possibilidade de renegociação do valor dos seguros por parte da TCGL.

Weaknesses (Fraquezas)

- Dificuldades na aprovação do projeto por dificuldades burocráticas ou administrativas;
- Necessidade de uma quantidade inicial de capital avultada, a fim de realizar o projeto;
- Dificuldades na negociação na compra de terrenos privados para construção do canal de adução, açude e central de turbinagem;
- Possíveis conflitos entre APDL e a TCGL, no que respeita à forma do investimento;
- Possível deslocamento da receção de estilha do Porto de Leixões para o Porto de Aveiro.

Oportunities (Oportunidades)

- Fundos do Programa Portugal 2020, com grandes financiamentos para medidas de autoconsumo;
- Incentivo à recuperação e despoluição do Rio Leça.

Threats (Ameaças)

- Inviabilização do projeto sobre o Rio Leça por questões ambientais;
- Relutância e resistência ao projeto por parte dos moradores, e donos de terrenos agrícolas nas margens do rio.

Mais ainda sobre este trabalho desenvolvido, tenho ainda a afirmar que foi com uma enorme satisfação com que o termino, não só pela consciência das metas iniciais propostas cumpridas, mas também: Por um lado, crer que é um projeto com grande utilidade prática, plausível de ser executado, bem como de saber que não se trata de um mero trabalho académico a fim de concluir um ciclo de estudos. Por outro lado, possibilitou-me a entrada no segundo maior porto nacional, em que pela amabilidade e boa vontade dos trabalhadores (concessionários, membros da APDL, estivadores e pilotos) permitiram-me uma noção real (e rara, para a maioria dos cidadãos) do funcionamento de um porto, através de vários dias passados no cais a ver a carga/descarga (graneis, cargas especial, contentores), manobras de atraque, visitas ao interior dos navios, conversas com estivadores e membros das varias tripulações dos navios, e algumas visitas a instalações industriais como a Terminal Petroleiro de Leixões, Silos de Leixões, Docapesca ou a Siderurgia de São Pedro de Fins.

Apraz-me muito ainda, ficar com a consciência de que esta tese pode ter continuação para trabalhos futuros quer por parte do Porto de Leixões, que por parte de colegas meus da FEUP que se encontrem em fase final de estudos, podendo assim vir a ter a mesma oportunidade que

eu tive, e desenvolver trabalhos em áreas tais como a estação de tratamento de águas, dimensionamento das turbinas, dimensionamento de bombas de água ou mesmo cálculo de canais de adução ou açudes.

Como na analogia inicialmente feita...

Ceguei ao fim da minha viagem, o navio atracou em bom porto, resta-me agradecer uma vez mais a todos os que me ajudaram nesta travessia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] “<https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/Top%2020%20European%20container%20ports.pdf>,” [Online].
- [2] “<http://www.apdl.pt/caracteristicas/cais-e-terminais>,” [Online].
- [3] google. [Online].
- [4] M. M. M. B. E. G. Mateusz Stasiak, “Mechanical properties of sawdust and woodchips,” *Elsevier*, 2015.
- [5] *Despacho 2074/2009 de 15 de Janeiro*, “Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada”, 2009.
- [6] “http://www.engineeringtoolbox.com/thermal-conductivity-d_429.html,” [Online].
- [7] W. s. Fuller, “chip pile storage - a review of practices to avoid deterioration and economic losses,” *TappI journal* , 1985.
- [8] W. S. Fuller, “Chip Pile Storage - a review of practices to avoid deterioration and economical losses”.
- [9] U. S. E. P. Agency, “<http://www.norstar.com.au/Recycling/Processing/Benefits.aspx>,” [Online].
- [10] A. P. d. Ambiente e A. Norte, “Plano de Gestão da região Hidrografica do Cavado, Ave e Leça RH2; Relatório base, Parte 2 Caracterização e diagnostico da Região Hidrografica,” 2012.
- [11] *Dec-Lei 220/2008, de 12 de Novembro*, “Regime Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios”, (RJ SCIE).
- [12] “<http://wwwold.oasrs.org:8080/documents/11013/16445/RGEU.pdf/3e0c6aed-15e9-43c5-b70e-6e4e0ff4e3dc>,” [Online].
- [13] P. 1. d. 2. d. dezembro.
- [14] *Despacho 2074/2009 de 15 de Janeiro*, “Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada”.
- [15] “Decreto Lei 224/2016,” 9 de outubro de 2016.
- [16] E. 1. - 1.2, “<https://law.resource.org/pub/eu/eurocode/en.1991.1.2.2002.pdf>,” [Online].
- [17] P. A. A. Félix, “Optimização do Dimensionamento de Projectos de,” (Dissertação de Mestrado FEUP), 2011.
- [18] D. P. N. Gomez, “Dimensionamento de uma Pequena Hídrica por via do Aproveitamento e Transformação de Moinhos,” (dissertação de Mestrado FEUP), 2016.
- [19] “<https://hub.globalccsinstitute.com/publications/renewable-power-generation-costs-2012-overview/51-hydropower-capital-costs>,” [Online].

- [20] L. d. A. D. L. 58/2005. [Online].
- [21] “http://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=1379&tabela=leis&so_miolo=,” [Online].
- [22] “<https://dre.pt/application/dir/pdf1sdip/2008/06/11100/0339503403.pdf>,” [Online].
- [23] “http://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=1379&tabela=lei_velhas&nv_ersao=1&so_miolo=,” [Online].
- [24] “<http://www.leideportugal.com/primeira-serie/resolucao-da-assembleia-da-republica-n-o-136-2012-engenhos-existent-hidricos-azenas-192147>,” [Online].
- [25] “<https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/66953314/details/maximized>,” [Online].
- [26] “http://www.elecpor.pt/pdf/RAR_136_2012ProducaoEnergiaHidroelectrica.pdf,” [Online].
- [27] A. M. P. D. R. BARBOSA, “ANÁLISE TÉCNICO-ECONÓMICA DE INSTALAÇÕES DE RECUPERAÇÃO DA ENERGIA HÍDRICA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA,” Tese de Dissertação de Mestrado para grau de Mestre em engenharia Civil - Especialidade de Hidraulica , FEUP, 2017.
- [28] “http://www.abm.pt/output_efile.aspx?sid=73d71e7d-368b-4a20-88d9-95b17d623587&cntx=%2FOuYf3j9MSi5pqa6kwnt7Z6DUNBUQp6eSsMCkfnxafsd1xxijsIv%2F3BMu%2FVR02RUzq5UgTHDSUSA0ohuUgZ0PQ%3D%3D&idf=899,” [Online].
- [29] D.-l. n. 153/2014, “<https://dre.pt/application/file/58428682>,” [Online].
- [30] S. ESP, “<http://www.sabo-esp.com/en/productos/material-contraincendio/monitores/se-ekm/>,” [Online].
- [31] A. T. Campos, “Enquadramento da Legislação contra incendios em edificios Existentes no Porto,” (dissertação de Mestrado FEUP) Cap 2.3, 2012.
- [32] P. A. A. Félix, “Optimização do Dimensionamento de Projectos de Mini-Hídricas,” 2011.
- [33] C. F. d. Castro e J. B. Abrantes, Manual de Segurança Contra Incendios, 2009 2ª Ed.
- [34] I. 1916. [Online].

ANEXOS

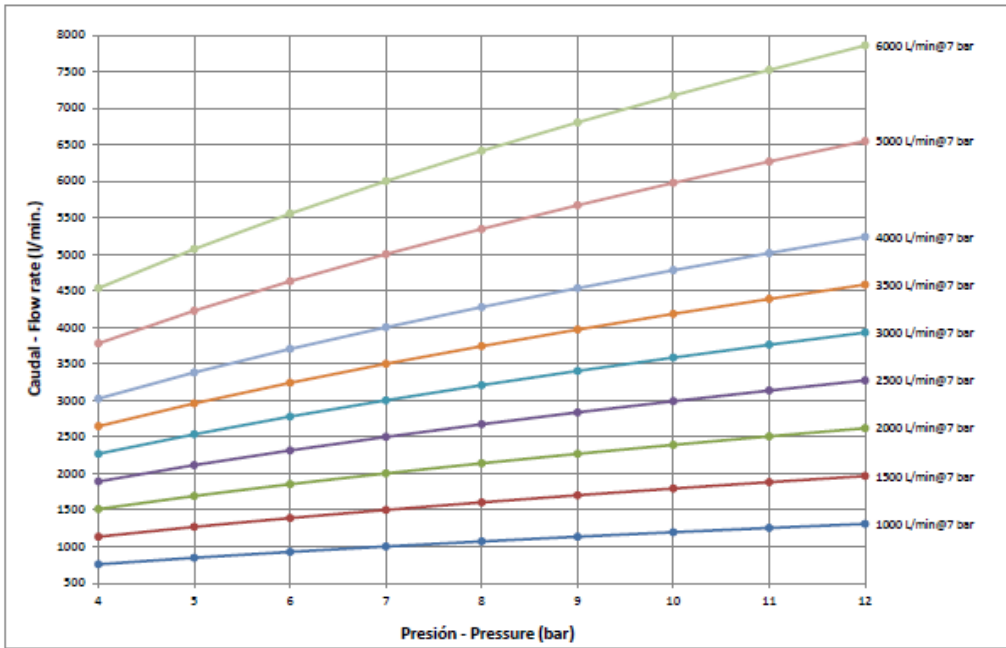
Monitor EKM-3X, versão não ATEX e agulheta EFX-30, versão não ATEX



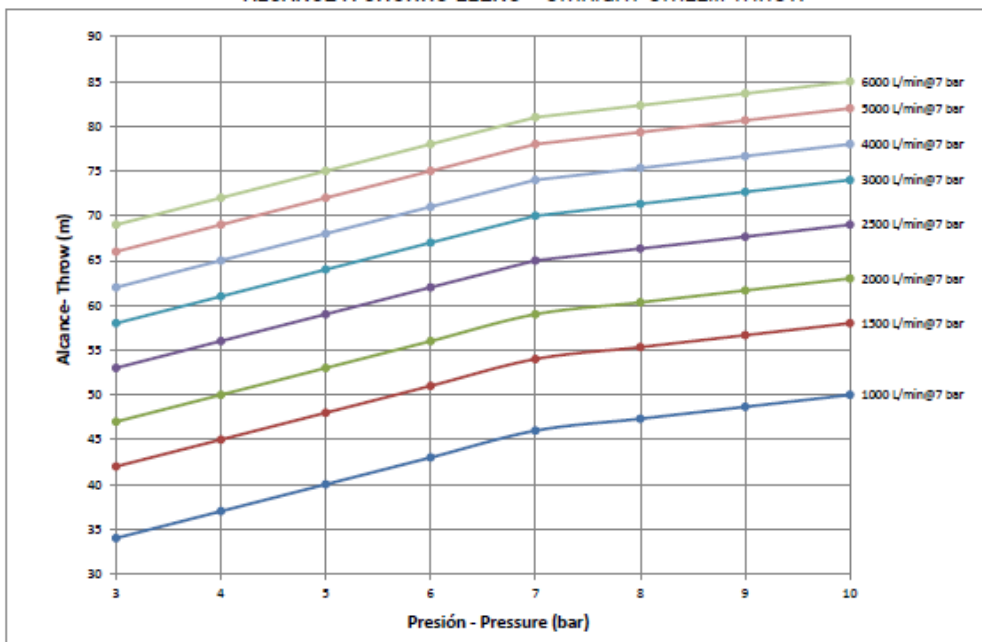
MATERIAL CONTRA INCENDIOS
FIRE FIGHTING EQUIPMENT

GRÁFICAS LANZAS "FIREX"
"FIREX" NOZZLE PERFORMANCE DIAGRAMS

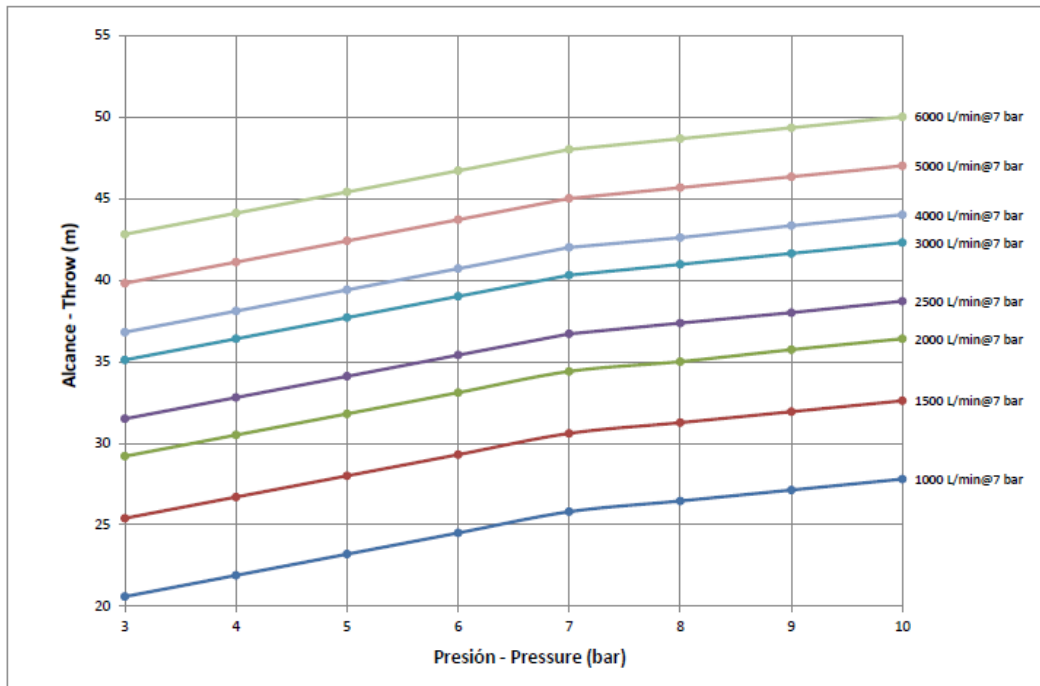
DIAGRAMA DE CAUDAL – FLOW DIAGRAM



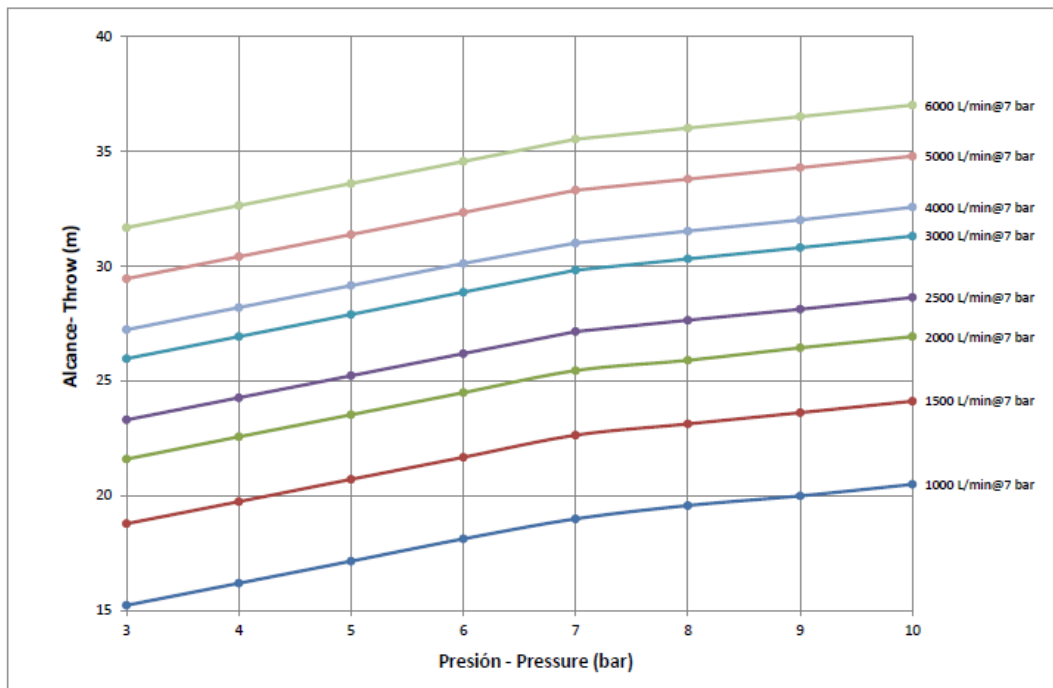
ALCANCE A CHORRO LLENO – STRAIGHT STREAM THROW



ALCANCE CON APERTURA DE 30° – 30° OPENING PATTERN THROW



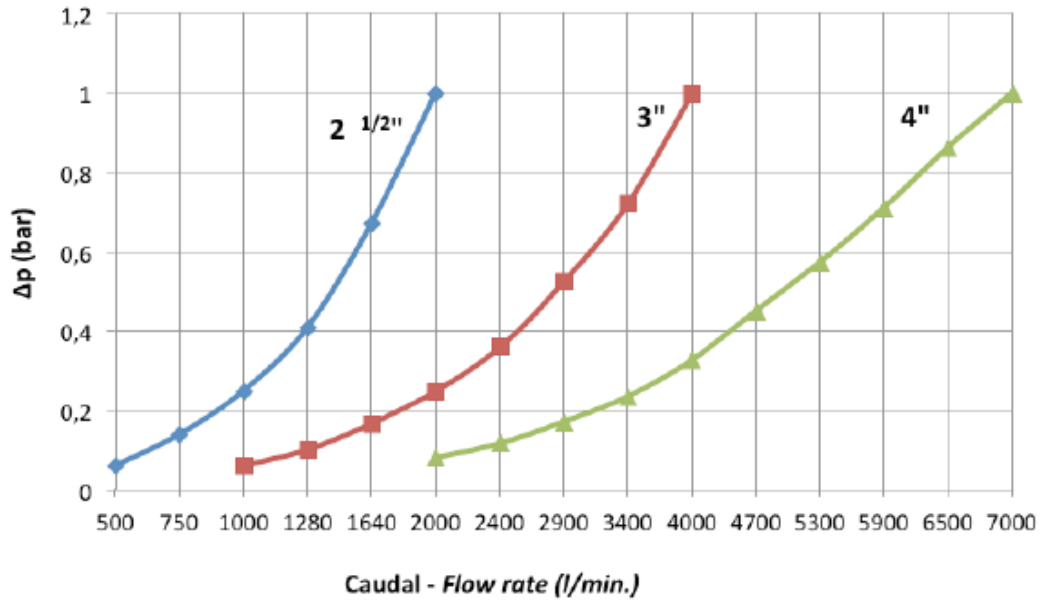
ALCANCE CON APERTURA DE 60° – 60° OPENING PATTERN THROW



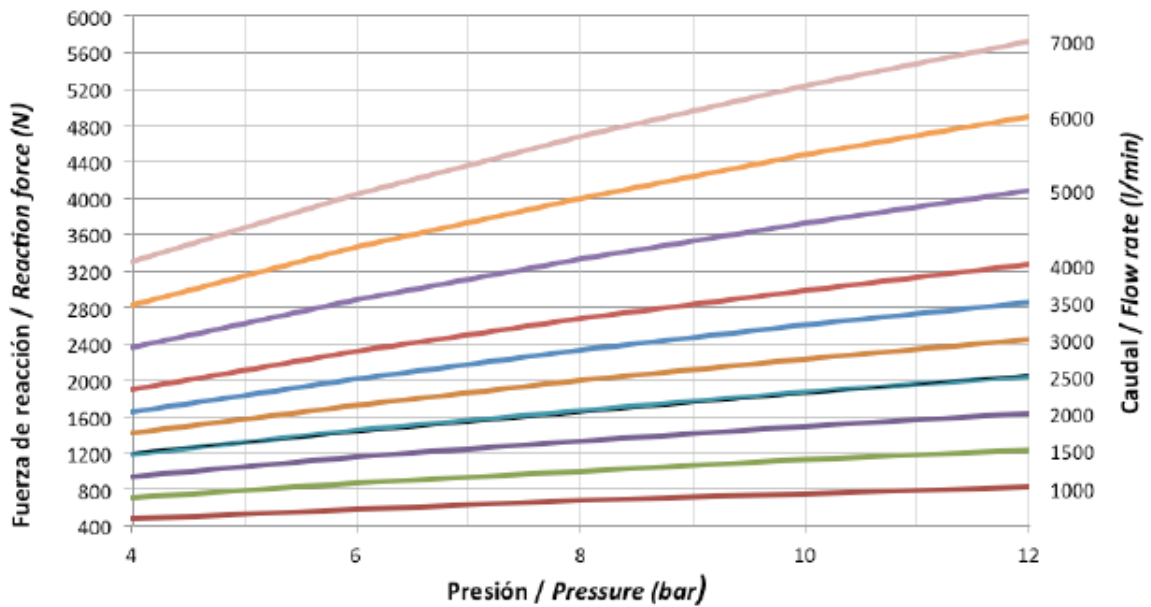
La lanza autoaspirante mod. SEFX-A = 10% ~ desde alcance. (Dependiendo del tipo de espumógeno)
 For self suction nozzle mod. SE-FX-A = 10% ~ from throw. (Depending on foam concentrate type)

GRÁFICA PRESTACIONES MONITORES
MONITOR PERFORMANCE DIAGRAMS

PÉRDIDA DE CARGA/ PRESSURE LOSS



FUERZA DE REACCIÓN / REACTION FORCE





**LANZA FIREX – CHORRO LLENO Y NEBULIZADO
AUTO ASPIRANTE**

SELF SUCTION FIREX NOZZLE – FULL FLOW – FOG

MATERIAL CONTRA INCENDIOS
FIRE FIGHTING EQUIPMENT

Mod. **SE-FX-A**



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- Material cuerpo: acero inox AISI 304
- Motor eléctrico: trifásico 230/400V 50 Hz – IP55
- Potencia: 0,12 Kw
- Acabado motor: esmalte poliuretano (RAL 3000)

OPCIONAL

- Material cuerpo en acero inox AISI 316
- Lanza en otro material
- Final de carrera eléctrico
- Versión antibedflagrante (Atex)
- Motores trifásicos o monofásicos con tensiones diferentes a la estándar
- Válvula de aspiración en bronce con esfera en ac. Inox AISI 316 (sólo para el modelo SE-EFX-A-50)

NOTA:

Los diagramas de prestaciones se muestran en las páginas sucesivas.

CONSTRUCTION FEATURES

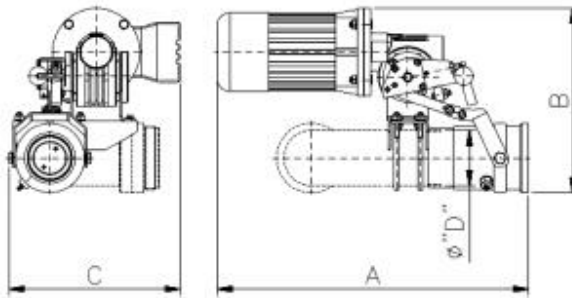
- Body material: stainless steel AISI 304
- Electric motor: three phases 230/400V 50 Hz – IP55
- Required electrical power: 0,12 Kw
- Motor Finish: polyurethane enamel (RAL 3000)

OPTIONAL

- Body material in stainless steel AISI 316
- Different nozzle materials
- End-stroke switches
- Explosion proof version (Atex)
- Three or single-phase electric motors with different voltages
- Foam suction valve in brass material with stainless steel AISI 316 ball (only for SE-EFX-A-50 model)

NOTE:

The performance diagrams are shown in the next pages.



Las dimensiones son en mm.
Dimensions are in mm.

MODELO MODEL	CAUDAL FLOW RATE L/min. max	MATERIAL LANZA NOZZLE MATERIAL	"A" (max.) mm.	"B" mm.	"C" mm.	"D" GAS - BSP	PESO WEIGHT Kg
SE-EFX-EC-30-BZ	1000+3000	Bronce y latón – Bronze and brass	555	305	274	2,5" / 3"	17
SE-EFX-EC-A-30-BZ	1000+3000	Bronce y latón – Bronze and brass	555	305	274	2,5" / 3"	17
SE-EFX-EC-30-AL	1000+3000	Aluminio y bronce – Light alloy & bronze	540	296	274	2,5" / 3"	15
SE-EFX-EC-30-I	1000+3000	Ac inox y bronce – Stainless steel & bronze	540	296	274	2,5" / 3"	18,5
SE-EFX-EC-50-AL	3000+6000	Aluminio y bronce – Light alloy & bronze	590	328	285	3" / 4"	18
SE-EFX-EC-50-I	3000+6000	Ac inox y bronce – Stainless steel & bronze	590	328	285	3" / 4"	24,5
SE-EFX-EC-A-50-AL	3000+6000	Aluminio y bronce – Light alloy & bronze	704	328	285	3" / 4"	22
SE-EFX-EC-A-50-I	3000+6000	Ac inox y bronce – Stainless steel & bronze	704	328	285	3" / 4"	32,5