

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia



Central Termoelétrica de Setúbal a Património Industrial
por Reutilização Adaptativa

Helga Carina Santos Matos

Dissertação

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

2015

Universidade de Lisboa
Faculdade de Ciências
Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia



Central Termoelétrica de Setúbal a Património Industrial
por Reutilização Adaptativa

Helga Carina Santos Matos

Dissertação

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Orientador: Miguel Centeno da Costa Ferreira Brito

2015

«O património industrial requer conhecimento, grande juízo e uma compreensão autêntica, pois da compreensão cresce valorização, da valorização cresce preocupação, e da preocupação cresce prazer e inspiração»

Neil Cossons, Industrial Heritage Re-tooled

Agradecimentos

A realização deste trabalho não teria sido possível se não fosse o inestimável contributo de várias pessoas ou que me acompanharam ao longo de todo o projeto, ou que foram surgindo em diferentes fases, e que infelizmente não as vou poder referenciar a todas.

Antes de mais gostaria de agradecer ao Prof. Miguel Brito por aceitar ser meu orientador numa fase em que as hipóteses de orientação estavam a comprometer a concretização deste trabalho, assim como todo o acompanhamento durante várias fases do meu percurso académico, em particular quando fui de *erasmus*.

À Yuliya Makarchuk, por ter abraçado tão entusiasticamente a minha proposta para um plano de negócios da reconversão da Central Termoelétrica de Setúbal.

Os meus sinceros agradecimentos às Eng.^{as} Maria José Vales, Patrícia Veloso e Rita Guerreiro do departamento de Sustentabilidade do Grupo EDP, por terem aceite o meu pedido de apresentação do projeto para a Central de Setúbal e por todo o apoio prestado.

Ao Diretor da Central de Setúbal, Eng.º Mano Jorge pelo seu incontestável apoio e disponibilidade de resposta às minhas solicitações, pelo suporte e fundamentalmente por ter sido indispensável no processo de requisição da respetiva autorização para poder visitar as instalações, um grande agradecimento e apreciação.

Ao Prof. Rolf Groß e ao Prof. Boris Neubauer pela maneira cativante que deram as aulas de *Plant Design e Power Plant Engineering*, suporte crucial neste trabalho.

À minha família.

À Carolina Fontinha, pelo seu sempre entusiasmo e motivação.

À Carolina Galvão, Patrícia Narciso e Sofia Narciso por me ajudarem a ir de ‘porta-a-porta’ fazer inquéritos nas vizinhanças da Central, contribuindo para a dimensão social do trabalho.

À Dr.^a Sara Silva, museóloga responsável pela reconversão do Museu da Electricidade da Madeira, por todo o apoio ao longo de todas as fases do projeto, através de conversas motivadoras e por todo o seu positivismo e atitude pro-ativa que me influenciaram. Foi sem dúvida uma mais valia e sinto-me grata por ter tido oportunidade de conhecer pessoa tão extraordinária.

Ao Prof. Dr.º Fernando Gonçalves pelo suporte na fase inicial deste projeto, contribuindo de forma crucial para a prossecução dos meus objetivos. Um grande obrigado.

Aos elementos ainda no ativo da Central Termoelétrica de Setúbal, em particular ao João Ribeiro, Luís Profano, João Cristina e Ideme Pereira, pelas mais variadas razões. Muito obrigada por tudo.

À Dr.^a Fátima Mendes e outros elementos do Centro de Documentação do Museu da Electricidade.

A todos os trabalhadores e ex-trabalhadores que aceitaram servir de testemunho, dos quais destaco o Eng.º Pires Barbosa pelo seu valioso testemunho e pela revisão que aceitou fazer à parte do trabalho relacionado com a sua área de especialização, assim como os livros que me disponibilizou. Ao Fernando Machado pela imediata prontidão em ajudar-me. Ao meu pai, pelo seu testemunho, pela paciência, pela partilha constante de conhecimento. Os maiores agradecimentos e reconhecimento a todos.

Resumo

A Central Termoelétrica de Setúbal foi a última central térmica convencional e a de maior potência a queimar fuelóleo residual em Portugal. Cada um dos seus quatro grupos de 250 MW, totalizando uma potência instalada de 1000 MW, consumiam 56 toneladas por hora deste combustível. As emissões de CO₂ produzidas durante os seus 33 anos de exploração totalizam perto de 90 milhões de toneladas.

O futuro da produção da energia elétrica passa por sistemas de energia mais eficientes, descarbonizados, promovendo a segurança do abastecimento nacional. Não obstante, a desativação da Central Termoelétrica de Setúbal em 2012 e os atuais planos para a demolição dos seus tanques de combustível coloca a questão: Que tipo de importância tem uma central termoelétrica de queima de combustíveis fósseis quando deixa de ser útil para a função para a qual foi destinada? Segundo a ótica apresentada nesta tese, a Central Termoelétrica de Setúbal pode vir a ser readaptada para outros fins, como já se observa internacionalmente e que se designa por reutilização adaptativa do património industrial. Neste trabalho pretende-se justificar a sua classificação a património cultural de interesse público, numa tentativa de evitar a sua demolição, suportando-se em duas abordagens fundamentais e objetivas: caracterização técnica e descrição das suas fases de vida, que permitiram criar um quadro dos critérios de importância – históricos, tecnológicos, projetuais e sociais - que são essenciais para a sua classificação.

Palavras-chave: Central Termoelétrica de Setúbal, Património Industrial, Reutilização Adaptativa, Produção Térmica, Centrais Térmicas a fuelóleo.

Abstract

Setúbal's Thermoelectric Power Plant was the largest conventional power plant using residual oil as fuel in Portugal. Its total installed capacity of 1,000 MW included four 250 MW units, with each unit including a separate steam generator, turbine and alternator. Each steam generator unit consumed 56 tons of residual fuel oil per hour. During 33 years of operation, the power station emitted approximately 90 million tons of CO₂.

The future of electricity production in Portugal includes more efficient and decarbonised energy systems, while ensuring the security of the national electricity supply. Setúbal's power plant was decommissioned in 2012 and the current plans for the demolition of their fuel tanks poses the question: What is the importance of a fossil fuel based power plant after it ceases to be useful for the function it was intended for? From the viewpoint presented in this work, this decommissioned plant can re-adapted for other purposes. This is similar to the internationally followed practice called adaptive reuse of industrial heritage. This work attempts to justify the classification of Setúbal's power station as an industrial heritage site of public interest and hence prevent its imminent demolition. These objectives are supported by fundamental approaches: technical characterization and description of their life stages which created a framework of criterion that are essential for classification - historical, technological, architectural and social.

Key words - Industrial Heritage, Setúbal's Power Plant, Adaptive Reuse, Thermal Production, Fuel oil power plant.

Prefácio

No âmbito da disciplina Business Administration durante o meu período de erasmus na Alemanha no mestrado em sistemas de energia na FH Aachen (ano letivo 2013/2014), desenvolvi, juntamente com uma colega bielorrussa, um plano de negócios para a transformação do complexo industrial da central termoelétrica de Setúbal. Tratava-se de um trabalho obrigatório com o objetivo de estruturação de um projeto (modelo de negócios) e respetiva análise financeira. Não imaginei na altura que estava a dar os primeiros passos no que viria a ser o tema da minha tese de mestrado.

Foi na Alemanha que tive o primeiro contacto com o conceito de Património Industrial aquando a minha primeira visita ao Landschaftspark Nord Duisburg em Junho de 2013. Fui lá a primeira vez com o meu pai e por via do acaso estavam lá a decorrer eventos. Lembro-me de ter comentado que se devia fazer algo parecido à Central Termoelétrica de Setúbal, onde ele foi operador durante toda a sua vida profissional. A reacção não foi de todo animadora, embora fosse patente o seu deslumbramento por todo aquele património industrial do Ruhr.

O património industrial tem um papel importante não só na Alemanha (onde se encontram vários projetos semelhantes), mas toma cada vez mais relevância a nível internacional.

A influência do período que tive de erasmus teve ainda influência no conteúdo do meu trabalho, nomeadamente na caracterização da Central Termoelétrica, cujas bases vieram da cadeira de Power Plant Engineering e das fases do ciclo de vida de uma Central pela cadeira de Plant Design, suporte indiscutível na definição da temática a versar neste trabalho.

Durante os meus últimos dias como estudante na Alemanha acabei por apresentar o esboço do projeto a um dos membros responsáveis do quadro do «European Route of Industrial Heritage» (ERIH), Sr. Rainer Klenner, de modo a saber a viabilidade de um projeto semelhante. No dia 24 de Fevereiro de 2014, antes de terminar o último semestre na Alemanha, desloquei-me ao Ministério dos Edifícios, Planeamento Urbano e Transporte em Düsseldorf para a respetiva reunião. Esta reunião contribuiu para ter consciência dos elevados custos envolvidos, por exemplo, na manutenção das chaminés, bem como nas entidades de importância vital para a concreta realização, nomeadamente do grupo EDP, legal proprietário e operador da central e dos respetivos terrenos.

As razões enumeradas anteriormente motivaram-me fortemente a retornar a Portugal com a intenção de avançar com este estudo e associar este projeto de elevado interesse pessoal à minha tese de mestrado de maneira a poder trabalhar a tempo inteiro e obter resultados mais efetivos. Contactando membros do grupo EDP, no dia 13 de Março de 2014, tive uma reunião com Eng.ºs do Grupo apresentando os meus objetivos e solicitando ajuda informativa bem como a possibilidade de visitar as instalações. Após dois meses de espera tive notificação do parecer positivo ao meu pedido, com a disponibilidade de um gabinete nos edifícios administrativos das instalações da Central, onde acabei por trabalhar várias vezes.

Honestamente, os resultados da minha investigação surpreenderam-me de um modo positivo, que aumentam de igual modo a minha desilusão se a Central de Setúbal vier a ser demolida. A informação que recolhi justifica uma classificação desta a património industrial de interesse público. Espero que a minha investigação possa vir a ser considerada para a decisão do futuro das instalações, e que, possam vir a ser reavaliados os seus atuais planos de demolição.

Índice

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vi
Prefácio	viii
Lista de Siglas	xi
Lista de Figuras.....	xii
Lista de Tabelas	xiii
1. Introdução	1
1.1 Motivação.....	1
1.2 Objetivos	1
1.3 Estrutura da tese	1
2. Património Industrial.....	3
2.1 Protecção Legal e Critérios de Classificação.....	4
2.2 Património Industrial, a Sociedade e o Ambiente.....	6
2.3 Preservação do património industrial por reutilização adaptativa	6
2.3.1 O efeito multiplicador da reabilitação do Ruhr: Parque Emscher	9
2.4 Planos de Conservação, Fontes de Financiamento e Modelos de Governo.....	10
3. Centrais Elétricas	14
3.1 Centrais Elétricas Convencionais	14
3.2 Centrais Elétricas Não-Convencionais.....	15
3.3 Redes Elétricas e Abastecimento de Eletricidade.....	16
3.4 Revisão Histórica da Produção de Energia Elétrica em Portugal	17
3.5 Cenário Futuro para o Sistema Eletroprodutor Nacional.....	25
3.6 Conclusões	26
4. Centrais Termoeletricas a Vapor	27
4.1 Geradores de Vapor	28
4.1.1 Subcomponentes	29
4.1.2 Classificação	30
4.1.3 Combustíveis.....	30
A. Gás natural	31
B. Carvão	31
C. Combustível de estudo: Fuelóleo	31
4.2 Subsistemas de Geração de Vapor.....	34
4.2.1 Circuito combustível-productos de combustão.....	34
4.2.2 Circuito Água-Vapor.....	36
4.2.3 Circuito de Água de Refrigeração.....	37
4.2.4 Sistemas de Tratamento Químico da Água.....	38

4.3	Considerações Técnicas e Projetuais de uma Central Térmica a vapor	38
4.3.1	Automatização e Sistemas de Controlo.....	39
4.3.2	Configuração Monobloco.....	39
4.3.3	Evolução dos Grupos Geradores de Vapor e suas Tipologias	40
5.	Fases de Ciclo de Vida de Centrais Térmicas.....	42
5.1.	Fases de projeto: Planeamento.....	43
5.2.	Fases de Projeto: Execução.....	46
5.3.	Fases do Ciclo de Vida.....	48
6.	Central Termoelétrica de Setúbal.....	51
6.1	Equipamentos, Sistemas e Subsistemas e características projetuais.....	52
6.2	Fases do Ciclo de Vida.....	59
6.2.1	Fase Planeamento.....	59
6.2.2	Fase de Execução	61
6.2.3	Exploração e Desativação	62
6.3	Recursos Humanos.....	64
6.3.1	Pessoal da Condução.....	65
6.3.2	Pessoal da Manutenção	66
6.4	Dimensão Social e Testemunhos	66
7.	Preservação da Central de Setúbal por Reutilização Adaptativa	71
7.1	Reutilização Adaptativa da Central Termoelétrica de Setúbal	72
7.2	Central Termoelétrica versus Central Tejo	73
7.3	Análise social	74
8.	Análise de Resultados	76
8.1	Análise SWOT das principais infraestruturas da CTS.....	76
8.3.	Infraestruturas como sistemas complexos.....	78
8.4.	Análise de Significado	79
8.1.1	Valor Histórico.....	79
8.1.2	Notabilidade	79
8.1.3	Valor Quantitativo.....	80
8.1.4	Valor Técnico e Arquitectónico.....	80
8.2	Panorama geral do país no contexto do projeto apresentado.....	80
9.	Síntese Conclusiva e Recomendações	82
	Referências.....	85
	ANEXO I	91
	ANEXO II	92
	ANEXO III.....	93
	ANEXO IV.....	96

Lista de Siglas

CAE: Contratos de Aquisição de Energia
CC: Ciclo Combinado
CCGT: Ciclo Combinado a Gás Natural
CNE: Companhia Nacional de Electricidade
CPE: Companhia Portuguesa de Electricidade
CPPE: Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade
CTS: Central Termoeletrica de Setúbal
DE: Despoeriadores Electroestáticos
DGEG: Direcção-Geral de Energia e Geologia
EDF: Électricité De France
EDP: Energias De Portugal
EEM: Empresa Electricidade da Madeira
EPAL: Empresa Pública das Águas Livres
ERIH: European Route of Industrial Heritage
ERSE: Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos
ETP: Empresa Termoeletrica Portuguesa
FEDER: Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional
GEE: Gases de Efeito de Estufa
GGV: Grupos Geradores de Vapor
GN: Gás Natural
GV: Gerador de Vapor
IBA: International Building Exhibition
IPS: Instituto Politécnico de Setúbal
MOI: Manual de Organização Interna
PDIRT: Plano de Desenvolvimento e Investimento da Rede de Transporte de Electricidade
PESN: Plano Estratégico Setúbal Nascente
PRE: Produção Regime Especial
PRO: Produção Regime Ordinário
REN: Rede Eléctrica Nacional
RMSA: Relatório de Monitorização de Segurança de Abastecimento
RNC: Repartidor Nacional de Cargas
SEN: Sistema Eléctrico Nacional ou Sistema Electroprodutor Nacional
SENV: Sistema Eléctrico Não Vinculado
SEP: Sistema Eléctrico de Serviço Público
TICCIH: The International Comittee for the Conservation of the Industrial Heritage
UE: União Europeia
UNGE: Unidades de Negócio de Gestão de Energia

Lista de Figuras

Fig. 1 - Número de museus com colecções de património industrial por distrito [7].....	8
Fig. 2 - Localização das Centrais Térmicas em Portugal em 1992. Fonte: CDME – Centro de Documentação do Museu de Electricidade.....	19
Fig. 3 - Evolução temporal da Produção Ativa Térmica (1981-1992) [49-55].....	21
Fig. 4 - Produção de Energia Elétrica por Tecnologia em Portugal (1971- 2011).....	22
Fig. 5 - Satisfação dos consumos por tecnologia em Portugal [63].....	23
Fig. 6 – Principais Componentes de uma Central Termoelétrica a Fuelóleo [82].....	28
Fig. 7 - Equipamento de transporte e armazenamento de fuelóleo [31]	33
Fig. 8 (a) Vista tridimensional de um despoeirador eletroestático [31] e (b) corte transversal de um despoeirador eletroestático [85].....	35
Fig. 9 - Diagrama de uma caldeira com sistema de barrilete [80]	36
Fig. 10 - Circuito de água de refrigeração com ciclo aberto.....	37
Fig. 11 - (a) Circuito de água de refrigeração de ciclo aberto com ajuda de torre de arrefecimento; (b) Circuito de água de refrigeração de ciclo fechado	38
Fig. 12 - Atividades no âmbito do planeamento de projeto	43
Fig. 13 - Avaliação de custos: Estudo de Viabilidade e perfil de fluxo de dinheiro [88].....	45
Fig. 14 - Atividades no âmbito da execução do projeto.....	46
Fig. 15 - Corte longitudinal da Central de Setúbal (após 1993) [85].....	51
Fig. 16 - Disposição Longitudinal dos quatro turbo-grupos na Sala de Máquinas da Central Termoelétrica de Setúbal (cortesia de Júlio Matos)	52
Fig. 17 - Operadores da condução na sala de comando da Central Termoelétrica de Setúbal. (cortesia de Júlio Matos).....	53
Fig. 18 - Vista lateral das caldeiras de tipologia exterior ou "outdoor" da Central Termoelétrica de Setúbal. Setembro 2014	53
Fig. 19 - Vista frontal dos GGV de tipologia interior da Central Termoelétrica de Sines	53
Fig. 20 - Parque de combustível (bacias de retenção, oleoduto e reservatórios) e Terminal Ferroviário no interior da Central Termoelétrica de Setúbal a Novembro de 2014.	54
Fig. 21 - (a) Vista das chaminés da Central de Setúbal a partir do Forte de S. Filipe na Arrábida. Outubro 2014 (b) Parte de uma chaminé da Central de Setúbal.....	56
Fig. 22 - Implantação Geral da Central de Setúbal antes da instalação dos despoeiradores eletroestáticos (antes de 1993) [105].....	56
Fig. 23 - Implantação da Central Termoelétrica de Setúbal em 1991, com as obras dos precipitadores eletroestáticos a decorrerem.....	58
Fig. 24 – Produção ativa total anual (1981-2001) [110-123].....	62
Fig. 25 – Tempo de arranque dos grupos da Central de Setúbal [85].....	63
Fig. 26 – (a) Vista aérea da Central de Setúbal para a Serra da Arrábida (b) Vista aérea para o Estuário do Sado	71
Fig. 27 – Imagem aérea da envolvente da Central Termoelétrica de Setúbal.....	71
Fig. 28 - Faixa Etária dos inquiridos.....	74

Fig. 29 – Estatísticas de opinião dos inquiridos.....	75
Fig. 30 - Estatísticas de opinião de uma reutilização das instalações para efeitos culturais e recreativos	75
Fig. 31 - (a) Geradores de Vapor com vista para a Serra da Arrábida e Península de Tróia (b) Vista lateral de um dos quatro geradores de vapor tipo exterior.....	93
Fig. 32 - Interior da sala de máquinas (cota +11,00) com os quatro turbogrupos (cortesia Júlio Matos, 2011)	93
Fig. 33 - Chaminés da Central Termoeletrica de Setúbal (cortesia Júlio Matos, 2011)	93
Fig. 34 - Um dos dois Despoeiradores Eletroestáticos (cortesia Júlio Matos, 2011)	94
Fig. 35 – (a) Fachada exterior dos Edifícios Técnico-Administrativos (cortesia Júlio Matos, 2011) (b) Bloco Social (cortesia Júlio Matos, 2011)	94
Fig. 36 - Parte do parque de armazenamento da Central Termoeletrica de Setúbal	94
Fig. 37 - Parque de Alta Tensão.....	94
Fig. 38 - Frente Norte pertencente à Central Termoeletrica de Setúbal	95
Fig. 39 - Frente Sul da Central Termoeletrica de Setúbal.....	95

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Casos internacionais de sucesso por reutilização adaptativa do património industrial ..	11
Tabela 2 - Casos de sucesso nacionais de reutilização adaptativa do património industrial	13
Tabela 3 - Sistemas de fontes renováveis de energia [36]	15
Tabela 4 - Valor da Produção Térmica de Apoio por Centrais em 1962 [41]	17
Tabela 5 - Preço por milhão de calorías [45]	20
Tabela 6 - Termoeletricidade em Portugal: Centros Produtores Térmicos de Portugal Continental	24
Tabela 7 - Poder calorífico de diferentes combustíveis fósseis	31
Tabela 8 - Fases de vida e de projeto de uma central térmica [88][89]	42
Tabela 9 - Período de Construção e período de exploração de centrais térmicas e hidroeléctricas [2]	42
Tabela 10 - Dotação das Equipas de Condução [48]	65
Tabela 11 - Complementaridade do Museu da Eletricidade e da Central Tejo [40][105].....	73
Tabela 12 - Análise SWOT das principais infraestruturas da CTS	76
Tabela 13 - Consumo de fuelóleo residual e Energia Ativa produzida da Central Termoeletrica de Setúbal (1987-2001).....	91
Tabela 14 – Consumo total de fuelóleo residual e emissões de CO ₂ associadas	91
Tabela 15 – Área necessária para contrabalançar emissões e comparação com a Área do Parque Natural da Serra da Arrábida	91
Tabela 16 – Áreas disponíveis do edificado da Central Termoeletrica de Setúbal [103][137-140]	92
Tabela 17 - Áreas Brutas de Construção da Sala de Máquinas [98][101][103][141].....	92

1. Introdução

1.1 Motivação

O consumo de energia elétrica está de maneira geral associado ao aumento das condições de vida e bem-estar das populações [1]. Em dois séculos a humanidade desenvolveu-se a todos os níveis de uma maneira extraordinária. O aproveitamento dos combustíveis fósseis com grande densidade energética, através de grandes centrais térmicas, foi o motor indubitável desta mudança [2]. Mas a par deste desenvolvimento excepcional encontram-se edificações singulares que após a perda da função para que foram projetadas perdem o interesse económico e têm como fim a demolição ou simplesmente o abandono, em parte por motivos económicos associados à retenção do edificado em boas condições. Para além de que, em geral, as zonas industriais são muitas vezes consideradas «sujas e perigosas» [3], sem valor estético, o que dificulta a sua preservação. Mas deve-se ter em conta que o património é o legado do passado que se pode passar para as futuras gerações [3] e por isso torna-se imperioso estudá-lo e preservá-lo.

1.2 Objetivos

Esta tese debruça-se no estudo e na interpretação da maior e última central térmica a utilizar fuelóleo como combustível a ser desativada em Portugal – a Central Termoelétrica de Setúbal (CTS), localizada na área industrial da Mitrena, em Setúbal.

Neste trabalho pretende-se demonstrar o valor patrimonial industrial desta central termoelétrica que possibilite a sua classificação em património cultural de interesse público, alertar e consciencializar a comunidade académica e a comunidade pública para a existência deste artefacto industrial.

1.3 Estrutura da tese

Este trabalho está estruturado em nove capítulos. O primeiro é a introdução que apresenta a motivação e os objetivos do trabalho.

O pedido de classificação da Central Termoelétrica de Setúbal deverá ser o primeiro passo no sentido da sua protecção legal e por conseguinte, para a sua preservação, de maneira que se inicia o segundo capítulo com uma breve descrição do património industrial, os seus critérios de classificação em Portugal, situação nacional e internacional do património industrial, e casos de estudo, nacionais e internacionais. Estes casos têm características semelhantes e de relevância para uma possível reconversão da Central de Setúbal.

No terceiro capítulo definem-se centrais convencionais e não convencionais de produção de energia elétrica com foco nas utilizadas em Portugal. Dentro das convencionais definem-se as termoelétricas. Neste capítulo apresenta-se uma breve evolução histórica das tecnologias de produção elétrica e do aumento significativo da potência instalada em Portugal, com particular detalhe para as térmicas que utilizam combustíveis fósseis, destacando a entrada e a saída do fuelóleo na produção de energia elétrica. Por último apresentam-se as previsões de Sistema Elétrico Nacional (SEN) para a produção elétrica por tecnologia, de maneira a se perceber até que ponto o fuelóleo irá ser novamente utilizado na produção de energia elétrica ou se de facto irá voltar a ser utilizado. As conclusões expõem-se ainda no final deste capítulo.

A Central Termoelétrica de Setúbal é uma central térmica que utiliza turbina a vapor. A quarta parte do trabalho apresenta as centrais térmicas a vapor, definindo as principais componentes e descrevendo brevemente os seus princípios de funcionamento, descrição dos combustíveis fósseis possíveis de utilizar, com destaque para o fuelóleo residual utilizado na Central de Setúbal. Este capítulo termina com algumas considerações projetuais e evolução tecnológica nestas centrais a vapor. Este capítulo pretende criar o enquadramento necessário para a posterior caracterização técnica da central de estudo.

O capítulo seguinte define as fases gerais do ciclo de vida de centrais termoelétricas. Distingue-se entre fases de projeto e fases do ciclo de vida. As primeiras incidem sobre a fase de projeto e planeamento e as segundas incluem o projeto, construção, exploração da central e a desativação. Embora esta abordagem seja generalizada para qualquer central, servirá, uma vez mais, de enquadramento para a posterior caracterização da Central de Setúbal.

A caracterização da Central de Setúbal através do exposto nos dois parágrafos anteriores aplica-se no capítulo seis. Inclui-se neste capítulo a descrição do organigrama da central, dando relevo a funções específicas levadas a cabo pelos técnicos da condução e manutenção, e incluindo dez testemunhos de trabalhadores e ex-trabalhadores direta- ou indiretamente relacionados com a Central de Setúbal.

A proposta de reutilização das infraestruturas apresenta-se no capítulo sete. Inicia-se por uma breve descrição da cidade de Setúbal e apresentam-se os dois planos estratégicos do ano de 2011, da Câmara Municipal de Setúbal, e que ainda não foram executados, visando uma articulação com os valores patrimoniais da Central de Setúbal e da sua possível reutilização. Pretende-se que sejam encontradas e discutidas soluções conjuntas pelos *stakeholders* que possam vir a ser implementadas de maneira benéfica para a região. Este capítulo termina ainda com uma análise social em dados estatísticos de resposta a inquéritos informais que foram desenvolvidos junto da população a um raio igual ou inferior a 2,5 km.

O oitavo capítulo foca-se na análise dos resultados, de maneira que se fizeram duas análises sintéticas essenciais: a de significado e a SWOT das infraestruturas. A primeira teve por base os valores histórico, quantitativo, tecnológico e arquitectónico e de notabilidade da Central e que foram surgindo no decorrer do trabalho. A segunda análise foca-se nas infraestruturas principais da Central, balançando entre as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças de uma reutilização adaptativa das mesmas. Acresce ainda a visão destes sistemas como sistemas complexos, que permite uma perspetiva diferente, que mostra o caminho para o sucesso de qualquer tipo de reutilização adaptativa. A conjuntura socioeconómica nacional, no contexto de reutilização da CTS, é apresentada no final deste capítulo.

O nono e último capítulo trata-se das conclusões e recomendações deste trabalho.

2. Património Industrial

A desindustrialização tem proporcionado uma nova categoria dentro do património cultural – o Património Industrial – proveniente de instalações industriais desativadas [4]. Esta afirmação é corroborada pela legislação portuguesa, segundo o Dec Lei n.º 107/2001 de 8 de Setembro, Artigo 2.º [5]: «Integram o património cultural todos os bens que, sendo testemunhos com valor de civilização ou de cultura portadores de interesse cultural relevante (...) designadamente histórico, (...) científico, social, industrial ou técnico, (...) valores de memória, antiguidade, autenticidade, originalidade, raridade, singularidade ou exemplaridade».

A nível internacional aceita-se a seguinte definição de património industrial: «os restos da cultura industrial que são históricos, tecnológicos, sociais, arquitecturais ou de valor científico. Estes restos consistem no edificado e maquinaria, oficinas, moinhos e fábricas, e locais para processamento, armazéns, lojas, locais onde a energia é gerada, transmitida e utilizada, transporte e toda a sua infraestrutura, bem como locais utilizados para atividades sociais relacionadas com a indústria como alojamento, culto religioso ou educação» [3].

Numa visão mais abrangente adiciona-se à anterior definição que «o património industrial é de significância histórica e cultural ao registar a vivência de pessoas, que produz um sentido de identidade» [4].

Em meados dos anos 50 emerge uma nova disciplina na Grã-Bretanha, a arqueologia industrial, pelo reconhecimento atrasado que os restos tangíveis da primeira revolução industrial mundial ainda existiam, mas sob ameaça [6]. Refira-se que a utilização do termo «Arqueologia Industrial» foi posta pelo historiador português Sousa Viterbo em 1896, com a questão no seu artigo Os Moinhos: «existe a arqueologia da arte, porque não há-de existir a arqueologia da indústria?» [7]. Não obstante a partir dos anos 60 e 70 observou-se na Europa uma crescente preocupação associada a estes locais industriais históricos e obsoletos, por norma associados a um declínio socioeconómico das respetivas regiões [8]. O avanço tecnológico e a reorganização da indústria foram os motivos chave [4], mas também numa consciencialização que «se os restos da sociedade industrial são consumidos em vez de serem usados como um recurso cultural importante, então nada ficará para a história» [4]. Aumentou assim o número de trabalhos literários associados à temática e surgiram as primeiras organizações dedicadas à interpretação, salvaguarda e valorização do património industrial [4][8]. A partir dos anos 80, o Conselho Europeu partilhando dessas mesmas preocupações, invocou a necessidade da sua valorização e salvaguarda [8].

Em Portugal, o património industrial só vem a ser considerado no início dos anos 80, com a classificação dos primeiros monumentos industriais e por outras iniciativas que traduzem o interesse por esta nova disciplina do património cultural, como a fundação de diversas associações, realização de exposições, seminários, cursos e só a partir de então surgem teses e livros sobre esta temática [9]. Destaque-se a criação em 1986 da Associação Portuguesa de Arqueologia Industrial (APAI) [9], em 1992 a Associação Industrial da Região de Lisboa [9], e em 1997 a Associação Portuguesa para o Património Industrial (APPI) [9], entre outras.

Existem diversas organizações internacionais que representam a vertente técnica e industrial do património cultural. Apresente-se de seguida duas dessas organizações internacionais, que tiveram particular relevância na pesquisa para este estudo.

- The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage (TICCIH) - Organização internacional formalmente estabelecida em 1978 para o estudo, interpretação

e preservação do património industrial. Promove a realização de encontros com vista à troca de conhecimento e experiências. A participação de portugueses nestes encontros tem possibilitado essa troca de conhecimento [9]. Em Portugal, o TICCIH é representada pelo Dr. José Manuel Lopes Cordeiro [7].

- European Route of Industrial Heritage (ERIH) - Estabelecido em 2004, é uma rede europeia de rotas temáticas de diversos locais industriais desativados no contexto de protecção, compreensão e promoção destes entre países. Passa pelo desenvolvimento de estratégias de comercialização conjuntas entre os membros, que permitem economizar dinheiro e aumentar a qualidade [4][10]. O principal instrumento de comunicação deste projeto é a plataforma digital *on-line* que funciona como fórum para diferentes profissionais partilharem conhecimentos e experiências, tendo como objetivo estratégico a apresentação da herança industrial europeia. Ligando *websites* turísticos e outro tipo de organizações, contribuindo dessa forma para criar consciência pública, atrair mais visitantes e assegurar uma integração da ERIH em vários setores [10].

Acrescente-se que o património industrial é de carácter pluridisciplinar, requerindo por isso o contributo de especialistas de várias áreas «desde investigadores universitários a profissionais liberais, como engenheiros, arquitectos, historiadores, geógrafos, sociólogos e museólogos» [9], justificando a realização de um trabalho de tese de engenharia nesta temática e por conseguinte o inestimável contributo que poderá vir a ter na protecção da Central Termoelétrica de Setúbal.

2.1 Protecção Legal e Critérios de Classificação

Segundo Keith Falconer, membro fundador do TICCIH, «a protecção legal de locais industriais históricos é um meio para um fim». É com esta premissa que é necessário ter em conta a legislação portuguesa relativa ao património cultural, que pode ser vantajosa para a eficácia da protecção e preservação da CTS.

A Lei n.º 107/2001¹ de 8 de Setembro que «estabelece as bases de política e do regime de protecção e valorização do património cultural» [5].

Elucida-se, primeiramente, a tarefa fundamental do Estado no regime de protecção e valorização do património cultural, do qual faz parte a vertente industrial, disposta nos números 1 - 3 do Artigo 3, transportos nas seguintes linhas:

1. Através da salvaguarda e valorização do património cultural, deve o Estado assegurar a transmissão de uma herança nacional cuja continuidade e enriquecimento unirá as gerações num percurso civilizacional singular.
2. O Estado protege e valoriza o património cultural como instrumento primacial de realização da dignidade da pessoa humana, objecto e direitos fundamentais, meio ao serviço da democratização da cultura e esteio da independência e da identidade nacionais.
3. O conhecimento, estudo, protecção, valorização e divulgação do património cultural constituem um dever do Estado, das regiões Autónomas e das autarquias locais.

Na definição dos bens culturais que pertencem ao património cultural, disposto nos n.ºs 1 e 3 do Artigo 2º, integram bens de testemunhos com valor de civilização ou de cultura, com interesse cultural relevante nomeadamente na sua vertente histórica, arquitectónica, etnográfica, científica, social, industrial ou técnica, e que reflitam valores de memória, singularidade, raridade, etc.

¹ É de salientar que no Boletim Informativo do TICCIH-Portugal de Janeiro-Junho de 2003, José Lopes Cordeiro apontava para a indefinição que permanecia nesta lei e a incapacidade de organismos e autoridades governamentais no cumprimento de obrigações de salvaguarda da vertente industrial do património cultural.

Dentro dos bens, existem categorias, destacando a dos bens imóveis, e o tipo de classificação de interesse que estes podem ter, segundo os números 1 e 2 do artigo 15º. Os bens imóveis podem pertencer à categoria de monumento, conjunto ou sítio e podem ser classificados como de interesse nacional, público, ou municipal.

O artigo 16º define as formas de protecção dos bens culturais. Segundo este, a protecção legal destes bens assenta na classificação e inventariação. Cada forma de protecção irá dar lugar ao correspondente nível de registo, pelo que existirá dois tipos de registos: o registo patrimonial de classificação e o registo patrimonial de inventário. Nesta dissertação, não se pretende fazer um inventário dos bens imóveis, mas sim, avaliar um possível processo de classificação. Desse modo, torna-se pertinente definir o processo de classificação, que se encontra no número 1 do Artigo 18º: «entende-se por classificação o acto final de procedimento administrativo mediante o qual se determina que certo bem possui um inestimável valor cultural» [5].

O início do procedimento administrativo de classificação pode provir de qualquer pessoa ou organismo, público ou privado, nacional ou estrangeiro. E os bens em vias de classificação ficam sujeitos a um regime especial, nos termos da lei. Um bem considera-se em vias de classificação a partir da notificação ou publicação do acto que determine a abertura do respectivo procedimento (Artigo 25.º).

A forma do acto depende da classificação dada ao bem. Se este for de interesse nacional reveste a forma de decreto do Governo, e se for de interesse público reveste a forma de portaria (Artigo 28.º).

Para a classificação, existem vários «Critérios genéricos de apreciação» (Artigo 17º) que serão tidos em conta ao longo do trabalho, destacando-se:

- I) O interesse do bem como testemunho notável de vivências ou factos históricos;
- II) O valor estético, técnico ou material intrínseco do bem;
- III) A concepção arquitectónica, urbanística e paisagística;
- IV) A extensão do bem e o que nela se reflecte do ponto de vista da memória colectiva;
- V) A importância do bem do ponto de vista da investigação histórica ou científica;

No número 1 do Artigo 42, esclarece-se sobre procedimento de classificação de bens imóveis após a notificação do acto, a concluir no prazo máximo de um ano (Artigo 23.º)

«opera, além de outros efeitos previstos nesta lei, a suspensão dos procedimentos de concessão de licença ou autorização de operações de loteamento, obras de urbanização, edificação, demolição, movimento de terras ou actos administrativos equivalentes, bem como suspensão dos efeitos das licenças ou autorizações já concedidas, pelo prazo e condições a fixar na lei» [5].

Se o processo de classificação for validado e o bem classificado existe facilidade de acesso a regimes de apoio, incentivos, financiamentos e estipulação de acordos (n.º 3 do Artigo 31º). Usufrui ainda de benefícios e incentivos fiscais à protecção e valorização do património cultural, detalhados nos artigos 98 e 99, na condição dos proprietários ou outros titulares de direitos procederem a trabalhos de protecção, conservação e valorização dos bens. Salienta-se que a combinação de diferentes mecanismos de financiamento, como a concessão de subsídios, empréstimos a juros baixos e incentivos fiscais tem resultado nos maiores efeitos em termos de recuperação do património [4].

Os critérios de preservação variam tendo em conta a bibliografia utilizada. Aqui, pretende-se apresentar os critérios à luz de profissionais na área do património industrial e tomaram-se como critérios os adotados por Claudine Cartier, especialista do património industrial francês. O caso francês é particularmente relevante, tendo em conta os mais de trinta anos de experiência em iniciativas de inventariação e preservação do património industrial. Assim, apresentam-se os quatro critérios que servem como guias no processo de seleccionar sítios a proteger:

- Critério histórico - Ser excepcional, relativo a locais industriais relacionados com eventos históricos e técnicos com impacto no desenvolvimento industrial e social subsequente;
- Critério quantitativo - Permitindo a selecção de um exemplar representativo dentro de um determinado sector industrial, a nível regional ou nacional;
- Critério de notabilidade - Identificando edifícios marcantes, em termos do seu design arquitectónico, os seus aspectos de engenharia ou a celebridade da industrialização associada com o local;
- Critério tecnológico - Testemunhando um determinado processo ou evolução tecnológica.

Mas estes critérios podem variar inter e intra-fronteiras, porque diferentes países e regiões podem ter os seus próprios critérios de significância [4]. Assim, atente-se aos critérios genéricos do Artigo 17.º já apresentados.

Finalmente, a questão da protecção legal apresenta-se como o resultado final de uma avaliação de importância. No processo de classificação dos bens patrimoniais e segundo o que se tenta demonstrar nesta dissertação, um local que foi comum há algumas décadas, pode alcançar grande significado como um sobrevivente raro, com valor histórico e patrimonial [4]. Para além disso, a abordagem sustentável deve ser para os mecanismos fiscais e políticas de crédito favorecer a conservação e reutilização sobre a construção nova.

2.2 Património Industrial, a Sociedade e o Ambiente

A revolução industrial foi baseada na exploração massiva dos combustíveis fósseis, com consequências em termos ambientais irreparáveis e que hoje-em-dia se sabe que não são limitadas apenas a certas regiões mas conduz a alterações a nível global com cada setor industrial a ter o seu próprio perfil de emissões que contamina o meio ambiente.

Não obstante, quando um complexo industrial é desativado ou uma mina abandonada, na maioria dos casos, a reabilitação ambiental – a limpeza do local de modo a que nenhuns vestígios e contaminantes sejam deixados – tem prioridade sobre a preservação do património [4]. Segundo Norbert Tempel (membro do TICCIH e Chefe do Departamento de Engenharia e Conservação do Museu de Vestefália da Indústria), este modo de atuar é precipitado e indefensável porque o património industrial é uma parte essencial do desenvolvimento humano e da história, que nos transmite informação sobre estruturas económicas, condições de trabalho, alterações comportamentais, uso dos recursos naturais, entre outros. E clarifica que as ideias de vários intervenientes são difíceis de coordenar mas devem ser balanceados continuamente, em particular a produção de matérias-primas, conservação da natureza, preservação do património industrial, turismo e as necessidades de uma sociedade orientada para o lazer, que se vê como pós-industrial.

Deve-se acrescentar, no contexto social, que na maior parte dos casos, os complexos industriais ao perder a sua funcionalidade e o seu papel dentro da atividade humana, especialmente a sua função económica, podem ser valorizados socialmente pelo seu valor simbólico, histórico, testemunhal e evidente. Assim, é essencial que a avaliação de uma dissertação receba o consentimento da sociedade e esteja publicamente disponível, como parte da estratégia de integração social que o património requer [4]. Jaimes Migone (presidente do TICCIH-Chile) declara que «uma sociedade informada é a melhor garantia de manutenção do património».

2.3 Preservação do património industrial por reutilização adaptativa

A reutilização adaptativa é hoje-em-dia um movimento à escala mundial, que tem florescido nos anos mais recentes e é ocasionalmente entendido como o único meio de reter complexos industriais desativados, através de uma reutilização alheia à inicial [4], e cada vez mais usado

como parte das políticas governamentais para combater declínio regional associado à desindustrialização, que se reflete em desaceleramento económico, desemprego e fragmentação social [6]. A reutilização dá origem a inovações culturais e desenvolvimento económico [11], o que se tem verificado em vários casos semelhantes.

No início dos anos 90, cidades industriais enfrentaram um novo ciclo de transformações, vendo oportunidade de utilizar instalações industriais desativadas não como obstáculos a serem removidos, mas como oportunidades de desenvolvimento que Massimo Preite define como «conservação por meio de adaptação» [4]. Esta fase recente em zonas industriais é inspirada por princípios de uma visão estratégica, sustentabilidade e valorização do património humano. Ainda segundo este autor, «a conservação não constitui um objetivo absoluto, na medida em que tem sido cada vez mais integrado no sistema multi-tarefa do programa de intervenção. O projecto de regeneração moderna visa a realização de um impulso económico, a criação de novos postos de trabalho, a revitalização das zonas urbanas degradadas, a construção de uma nova comunidade ou geração de uma atmosfera ‘vibrante’, de modo a levar inovação e criatividade» [4].

Em Portugal destaca-se a revitalização do espaço que no ano de 1846 pertenceu à Companhia de Fiação e Tecidos Lisbonense, em Alcântara. Uma reutilização adaptativa na forma de «ilha criativa», misturando o ambiente industrial com a ocupação por empresas e profissionais de várias indústrias, nomeadamente moda, publicidade, comunicação, arquitectura, música, etc. Esta multifuncionalidade gera uma dinâmica que atrai inúmeros visitantes [12].

Ainda anteriormente ao aparecimento ‘em massa’ de reutilizações adaptativas (ver Tabela 1), o investigador português José Amado Mendes, no seu artigo do ano de 2000 alertava: «urge estudar, preservar e reutilizar numerosas estruturas industriais, já desactivadas, mas que apresentam potencialidades para entrarem num novo “ciclo de vida”, continuando ao serviço da comunidade. Torna-se, pois, necessário requalificar certos espaços, urbanos ou rurais, adaptando-os a novas funções culturais, sociais e/ou económicas. Assim, reforçar-se-á e fomentar-se-á o chamado turismo cultural» [13].

A adaptação museológica do património industrial é a forma mais comum de preservação de complexos industriais em Portugal [9], como se confere na Tabela 2, onde se apresentam alguns exemplos nacionais deste tipo de reconversão. A regularidade da utilização de museus para a interpretação, justifica-se pela garantia do futuro que providenciam aos objetos, por meio de um conjunto de procedimentos que visam a sua conservação e acessibilidade ao público [4].

O tipo de intervenção passa sobretudo pela «musealização do monumento industrial» (o imóvel é o objeto a musealizar) ou a «musealização do monumento com percurso expositivo» com objetos técnicos, máquinas, equipamentos e outros elementos relacionados com a sua atividade histórica, memórias das atividades sociais [7].

Em muitos casos, «os museus, instalados em estruturas industriais ou afins, desactivadas, integram-se no mesmo ramo das antigas funções, pelo que a questão da memória e do património são desse modo reforçados» [9]. A Central Tejo e Casa da Luz (Tabela 2) são um bom exemplo disso. A própria Empresa Electricidade da Madeira (EEM), responsável pela reconversão da Casa da Luz afirma que as empresas podem transcender a sua vocação básica, «ao incorporar na sua estratégia de desenvolvimento, práticas que potenciem a sua relação com a sociedade» [14]. Em outros casos, as instalações foram reconvertidas para novas funções, sem relação com a antiga atividade. Mas as próprias estruturas invocam o seu passado e a sua história [9], como a atual Tate Modern e a Central de Cottbus (Tabela 1).

A sua maioria são museus criados pela vontades privadas das administrações de empresas sólidas – museus de empresa – permitindo a salvaguarda e conservação destes espaços; ou do

poder local. Este último tem a desvantagem da questão do financiamento, porque muitas autarquias por si sós não têm possibilidades de garantir essa reconversão [7].

Na Fig. 1 apresenta-se o gráfico que representa os distritos com maior número de museus com colecções de património industrial em Portugal (Lisboa, Porto e Aveiro) e os de maior proximidade ao distrito de Setúbal (Évora, Faro e Beja). Setúbal engloba, a nível nacional 6,17% do património industrial nacional, com cinco museus: Ecomuseu do Seixal, Museu do Arroz, Museu Mineiro do Lousal e Museu do Trabalho Michel Giacometti [9].

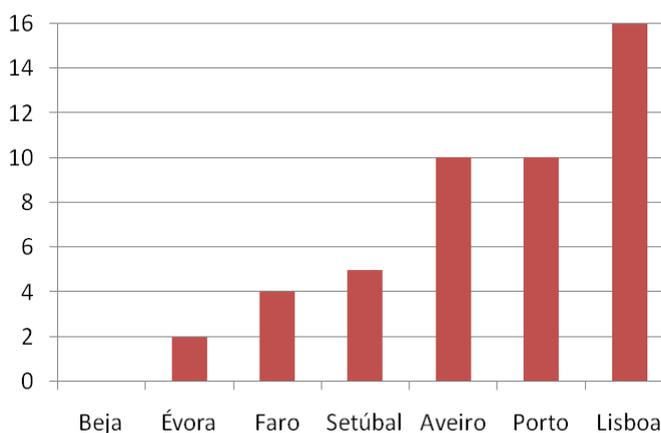


Fig. 1 - Número de museus com colecções de património industrial por distrito [7]

Existe uma diversidade de riscos já estudados relativamente ao património industrial. Na questão específica das suas grandes dimensões, que adicionam complexidade em termos de política de conservação e escolha de um caminho de interpretação eficaz, destacam-se todos os casos apresentados na Tabela 2, que ilustram de maneira exemplar como apresentar e interpretar instalações industriais de grandes dimensões.

A arquitetura industrial «rege-se por princípios inerentes à produção – funcionalidade, racionalidade, adaptabilidade e desempenho» [9]; o que é crucial é a descoberta de um novo programa ou função para o local. No entanto, é de salientar que em estruturas técnicas normalmente com uma única finalidade, pode dificultar esta reestruturação [4], ou podem ser vistas como uma mais-valia, como se verá mais adiante no caso de estudo da CTS.

Na fase de ante-projeto, áreas industriais obsoletas não oferecem, em fases iniciais, atração especial para investimento, que resulta de um conjunto de factores como o seu estado de negligência, os altos custos associados com a recuperação, conservação e manutenção, problemas de contaminação (por metais pesados, hidrocarbonetos, etc.), bem como a imagem negativa muitas vezes associados a tais áreas [4]. Estes factores desencorajam inicialmente administrações, comunidades locais e operadores económicos de imaginar uma possível reutilização. Todavia, os projectos mais emblemáticos como o Parque Emscher, que será apresentado mais adiante, têm sido fundamentais para superar essa relutância [4], pois demonstram que os locais que passaram por processos de recuperação são capazes de criar um valor acrescentado que a construção de novos edifícios não teria gerado e que os problemas de contaminação podem ser geridos com profissionais e têm um mínimo impacto no potencial de utilização do local [4].

Outros aspectos que adicionam risco à preservação do património incluem a especulação imobiliária ou interesses das diversas políticas de imagem e de *marketing*, custos de diversa ordem nomeadamente de acções de conservação e restauro do acervo museológico e de investigação

sobre os mesmos [7]. No fim, «um conjunto de equipamentos ou artefactos considerado de interesse museológico terá como destino a sucata» [7].

Ao se considerar uma ou várias alternativas de reutilização, é necessário ter em conta que existe o risco de insucesso por este meio de conservação, o qual pode estar relacionado com uma fraca mistura de novas funções comerciais criadas, adaptabilidade dos próprios edifícios, entre outros [4].

Se a reconversão for adiante, existem riscos e ameaças de outra índole, que cada local patrimonial defronta durante a exploração do novo complexo, designadamente o seu contexto climático, risco sísmico, intervenções desnecessárias, uso turístico excessivo, entre outras, que as entidades responsáveis deverão tomar em consideração [4]. É necessário compreender todos estes factores de maneira a ser possível desenvolver planos de gestão adequados a cada local específico.

2.3.1 O efeito multiplicador da reabilitação do Ruhr: Parque Emscher

O Parque Emscher, localizado na Bacia do Ruhr é considerado uma das experiências mais célebres de grande escala na área da regeneração do património industrial, cuja reabilitação ainda tem continuidade nos dias de hoje. Historicamente, a bacia do Ruhr destaca-se pelas suas cidades, em tempos densamente industrializadas, que a definiram como «coração industrial da Europa», por ser dos maiores centros de mineração de carvão e fabrico de ferro e aço do continente. Na década de 1950, iniciou-se o declínio dessas indústrias, contribuindo para uma crise económica e ecológica, mudança social e perda de significado cultural [15].

No sentido de combater esse declínio, foi fundado pelo governo regional de Norte-Vestfália, no final da década de 1980, o International Building Exhibition (IBA) Emscher, com o objetivo de preservar e encontrar novos usos para antigos complexos industriais e respetivos monumentos arquitetónicos. O IBA, com tarefas de coordenação tradicionalmente de responsabilidade das autoridades locais, não se envolveu em qualquer atividade relacionada com o planeamento, sendo uma agência com orçamento muito limitado mas suficiente para organizar competições internacionais de arquitetura. O seu objetivo era apenas o de selecionar dentro dos projetos apresentados, aqueles que cumpriram uma série de critérios como qualidade arquitetónica, poupanças energéticas, paisagem e participação local, atuando de maneira independente das autoridades locais, aliviando-os de autoridade depois de anos e anos de paralisia operacional causada pela sua incapacidade de cooperar em projetos de desenvolvimento comuns [4].

Um plano de desenvolvimento cuidadosamente integrado tem permitido a reabilitação de aproximadamente 800 km² de áreas de desuso industrial, que contou com financiamentos públicos (governo regional e federal, fundos da União Europeia (UE)) e privados (empréstimos bancários). Os empréstimos bancários foram reembolsados por meio das rendas dos edifícios renovados. Os edifícios industriais, sujeitando-se a regulamentações e normas de segurança menos rigorosas do que as normalmente em vigor, oferecem maior flexibilidade e custos operacionais mais baixos do que os de um edifício tradicional. Esta combinação de fatores torna-se particularmente atraente para novas empresas e negócios nas indústrias cultural e criativa, que necessitam de espaços para uso a curto prazo, com baixos níveis de investimento [4].

A recuperação de quatro locais emblemáticos, entre eles os complexos de mina de carvão de Zeche Zollverein em Essen e a ex-siderurgia em Duisburg, o atual Landschaftspark (Tabela 1) provocaram uma mudança completa na imagem da região e levou a que intervenções menores fossem beneficiadas. Estes projetos desencadearam uma cadeia de outros projetos que envolvem a reutilização do património industrial como um efeito multiplicador, gerando valor acrescentado.

Aspectos culturais, históricos e sociais da industrialização estiveram na base da reutilização e da criação destes museus. Visitas guiadas, demonstrações especiais e programas educacionais estão entre as atracções que os museus oferecem [7].

No caso do Landschaftspark, as autoridades locais do estado Norte-Vestfália adquiriram os respetivos terrenos e procederam à alteração do zoneamento a fim de permitir a sua conversão em parque público e introdução de atividades lúdico-recreativas. A equipa de designers responsáveis pelo projeto (Latz & Partners) foi capaz de viabilizar a reestruturação em quatro anos, reprogramando as funções das instalações industriais, baseada numa análise do local. Na altura, a zona e o ambiente envolvente encontravam-se extremamente poluídos com metais pesados, hidrocarbonetos poliaromáticos, assim como restos de carvão e metais fundidos. Em alternativa à remoção de solos contaminados, optou-se por técnicas de fitorremediação, que passam pelo uso de plantas para ajudar na descontaminação destes e assim trazê-los de volta a níveis seguros de utilização [16]. Algumas áreas foram cobertas com novas camadas de terra e outras tiveram que ser fechadas até que longos períodos de tempo tivessem passado. A aparência pouco convencional deste parque com o seu tipo de reutilização e as novas oportunidades recreativas tornou-o popular entre os residentes locais, contribuindo igualmente para uma melhoria das vizinhanças [17].

A própria criação da ERIH surgiu da ideia de integrar o património industrial do Ruhr numa rede europeia mais ampla de maneira a demonstrar que a indústria não é apenas um assunto nacional. E colocou-se a questão «como tornar estes locais suficientemente fortes de maneira a terem visibilidade e sucesso no mercado turístico?». O potencial de todos em conjunto é maior e daí surgiu a ideia de tornar o ERIH numa marca, e de facto, o número de visitantes tem aumentado nos seus membros [4].

Retenha-se as quatro abordagens fundamentais que caracterizam estes casos e que se pretende que possa vir a ser implementada no caso de estudo [4]:

- Reutilização de terrenos industriais abandonados como meio de prevenir a exploração de terrenos virgens;
- Estender a vida útil dos edifícios que podem ser salvaguardados, em detrimento de construir novo;
- Utilizar práticas de construção ecologicamente adequadas para novos edifícios e para reutilização adaptativa, e
- Transformar a estrutura produtiva e de trabalho da região no sentido de métodos ambientalmente amigáveis.

2.4 Planos de Conservação, Fontes de Financiamento e Modelos de Governo

Um plano de conservação ou de gestão é um documento escrito que estabelece o que é significativo num lugar e fornece diretrizes para permitir que a significância do local seja retido durante uso futuro e desenvolvimento, assegurando que as decisões tomadas relativamente a locais patrimoniais industriais, estruturas, áreas e paisagens, bem como os seus valores intangíveis, sejam as mais corretas [4].

Uma investigação do lugar ou da paisagem para identificar quais são os pontos importantes (história, estruturas, etc), permitindo posteriormente a sua avaliação, permitirá definir a natureza de importância de um local industrial. Assim, o plano de conservação deve estabelecer a importância relativa das suas componentes (edifícios, estruturas, elementos da paisagem, ruínas arqueológicas, tecnologia ou equipamento, colecções, artefactos, documentos e objetos relacionados) [4]. Deve ainda ser prático e possível de ser implementado. Necessita portanto de considerar como as acções recomendadas devem ser implementadas, por quem e em que período

de tempo, identificando partes interessadas (por exemplo, proprietários, trabalhadores, autoridades governamentais, propriedades vizinhas, membros da comunidade e os meios de comunicação com os mesmos) [4].

É possível distinguir três tipos de financiamento: privados, públicos, ou parcerias público-privadas. Por norma a utilização de capitais privados implica o investimento numa atividade lucrativa. Mas este tipo de financiamento, no caso do desenvolvimento regional, não deverá isentar a atuação do Estado, que deverá orientar acções no sentido de promover o investimento público e privado porque este serve como uma «alavanca» para aumentar o investimento do setor privado, que à luz de vários casos tem sido crucial para esquemas de regeneração industrial e cultural na Europa [4]. O financiamento público pode advir de fundos estatais, regionais, municipais e/ou europeus.

Em projetos de reutilização adaptativa do património industrial, os instrumentos de financiamento comunitários desempenham um papel crucial dentro do financiamento público. Os fundos estruturais da UE, nomeadamente Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional o (FEDER), tem financiado vários projetos sob os termos da Convergência e Competitividade e Emprego Objectivos regionais e sem o qual o resgate de uma grande parte do património industrial não teria sido possível [4].

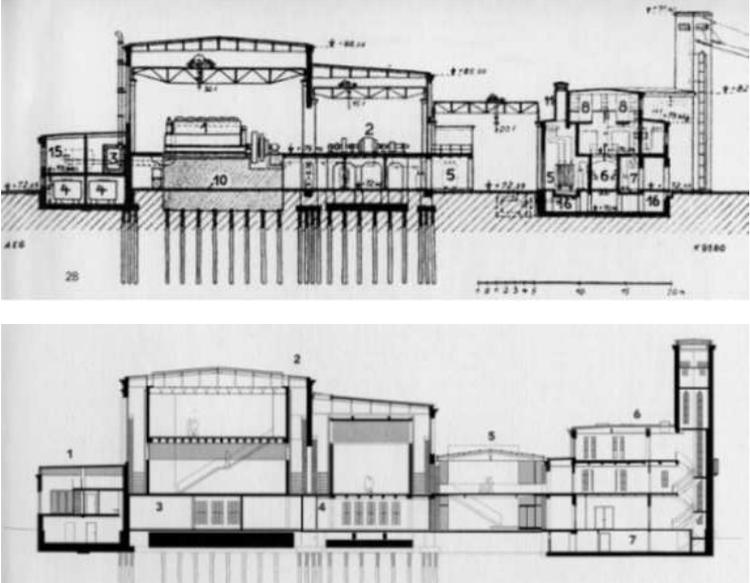
O financiamento em Portugal advém sobretudo de instituições privadas como nos casos do Museu da Electricidade – Central Tejo, e do Museu Casa da Luz, cuja sobrevivência se deve ao Grupo Energias de Portugal² (EDP), corporizada na Fundação EDP [18], e pela EEM [14] respetivamente.

Os modelos de governo da regeneração urbana, nos casos já existentes tendem a ser variados, existindo assim dificuldade a atribuir um modelo único. Existem intervenções totalmente públicas, privadas e intervenções ditas intermédias. Este último são casos de organismos «atípicos», que de certa forma tiveram de tomar o lugar das autoridades tradicionais locais que mostrou-se inadequada para lidar com a reconversão de grande áreas industriais [4].

Tabela 1 - Casos internacionais de sucesso por reutilização adaptativa do património industrial

Estudos de Caso	Breve história e principais características
Gasometer Oberhausen Alemanha, (desde 1994)	O gasómetro de Oberhausen foi construído em 1929 para armazenar o gás para as siderurgias [19]. É uma escultura com cinco toneladas, diâmetro de 50 e 90 metros de altura [19]. Foi redesenhado em 1993-94 e tornou-se o salão de exposição mais «incomum» [19], símbolo histórico da cidade, da região e com uma importância supra-regional [20] Alojando inúmeros eventos culturais (teatro, música, etc.)
Tate Modern: Museu de Arte Contemporânea (desde 2000) Londres, Grã-Bretanha	A ex-Central Térmica a Carvão de Bankside (1947 a 1981) após uma década de incertezas foi adquirida pela Galeria Tate para a criação de uma nova Galeria. Os arquitectos responsáveis optaram por reter o carácter original do edifício. Em 1996 as plantas para o projeto foram apresentadas e os trabalhos iniciados. A maquinaria foi removida e o edifício foi despojado voltando à sua estrutura inicial de aço e alvenaria [21]. Em 2009, as Galerias Tate embarcaram num projeto maior para desenvolver o Tate Modern, aumentando o espaço útil de oferta aos visitantes, aproveitando os tanques de óleo submergidos no subsolo [22]. O financiamento provem do Departamento para a Cultura, Media e Desporto, que serve de base para as atividades do Museu, que no entanto continua a gerar os seus suplementos com o preço das entradas e angariação de fundos [23].
Museu Industrial da	A associação de suporte «Kraftwerk Plessa e.V.» salvou a Central Térmica a Linhite (1927-1992)

² A anterior denominação era Electricidade de Portugal.

Estudos de Caso	Breve história e principais características
<p>Central Termoelétrica de Plessa (desde 2001)</p> <p>Alemanha</p>	<p>da demolição, fundando em 2001 em conjunto com a comunidade de Plessa a Industrie – Denkmal - & Industrie Museum Kraftwerk Plessa GmbH, os atuais donos da central. Esses parceiros e a IBA desenvolveram um plano para o futuro da central como meio de assegurar pelo menos um terço do seu interior histórico e preservar o exterior intacto. Outras partes do edifício estão para ser renovadas e equipadas para novos usos comerciais. Em 2007, a primeira etapa foi alcançada com o restauro das chaminés e da trilha de carvão . Visitas guiadas pela antiga central. Eventos culturais e musicais. No futuro pretende-se converter parte dos edifícios para novos usos comerciais – incluindo uma destilaria, ao mesmo tempo que se restauram outras zonas. Os serviços para os turistas serão expandidos, com a abertura de um restaurante. O financiamento proveio do FEDER e co-financiamento de fundos para a recuperação de linhite [24]</p>
<p>Museu de Arte Moderna (desde 2008)</p> <p>Cottbus, Alemanha</p>	<p>Esta Central Térmica a Diesel laborou de 1928 a 1959. Este complexo industrial, negligenciado durante décadas encontra-se totalmente restaurado, com um espaço de 4,2 mil m2. O período de construção e planeamento deste novo complexo durou quatro anos (2004-2008) e contou com o apoio do FEDER e co-financiamento do Governo Federal alemão para a Cultura e Meios de Comunicação (fundos estatais), bem como recursos próprios do município de Cottbus e vários patrocinadores [25][26]. As figuras apresentadas abaixo representam as instalações com as antigas funções de produção de eletricidade e distribuição (imagem de cima) e a configuração do atual Museu de Arte Moderna (imagem de baixo).</p> 

Estudos de Caso	Breve história e principais características
<p>Landschaftpark (desde 2004), Duisburg, Alemanha</p>	<p>As antigas instalações siderúrgicas, reconvertidas num parque público, são célebres não só pelo seu antigo reconhecimento industrial, mas pelos atuais valores paisagísticos.</p> <p>A antiga central elétrica [A] com uma área de aprox. 6000 m2 destina-se a diversos eventos; o complexo [B], constituído pelo foyer, sala de bombas, de ventiladores e de compressores, adequa-se a eventos de gala, de lançamento de produtos, cerimónias, etc.; [C] dá lugar às sessões de cinema de verão, concertos, produções de teatro. A partir desta área, o visitante pode ainda aceder ao topo das estruturas mais altas. A Sala de Controlo [D] transformou-se numa sala de reuniões; O armazém [E] adequa-se conferências, seminários, reuniões, etc.; A Praça [F], é ideal para eventos ao ar livre de tamanho médio para festas, festivais e feiras. Para eventos de larga escala, opta-se pelo átrio dos depósitos [G], com uma área útil de 10,000 m2 e uma capacidade de até 15,000 pessoas; O antigo gasómetro [H] tornou-se no maior centro de mergulho interior do mundo; As paredes dos antigos depósitos de coque e minério ao lado dos depósitos [G], bem preservadas e com diferentes graus de inclinação, formam as zonas para escalada [4][15].</p> 
<p>Santralistanbul (desde 2007) Istanbul, Turquia</p>	<p>A primeira Central Térmica na cidade de Istambul laborou entre 1914 e 1954, tendo a sua produção cessado em 1983. A área total do complexo industrial é de 118 mil m2 e a sua conversão em Santralistanbul (2004-2007) envolveu a retenção do maior número de elementos originais quanto possível. Foram preservados os arranjos espaciais interiores dos edifícios antigos. A sua multifuncionalidade vai desde o Museu de Arte Contemporânea, Museu de Energia (na sala de máquinas com conservação da sala de comando), campus universitário (novos edifícios), Biblioteca pública e locais de entretenimento e restauração. Envolveu a colaboração do setor público, setor privado bem como organizações não-governamentais, atualmente com vários sócios fundadores estratégicos e patrocinadores [27][28].</p>

Tabela 2 - Casos de sucesso nacionais de reutilização adaptativa do património industrial

Estudos de Caso	Breve história e principais características
<p>Museu da Água, Lisboa (desde 1987)</p>	<p>Foi fundado em 1987, tendo sido pioneiro na conservação e reutilização dos seus núcleos para fins museológicos e no conceito de museu de empresa [7], com financiamento exclusivo da Empresa Pública das Águas Livres (EPAL). Permitiu preservar o grande aqueduto que trouxe água a Lisboa, no século XVIII [4].</p>
<p>Museu da Electricidade – Central Tejo, Lisboa (desde 1990)</p>	<p>A Central Tejo foi durante mais de três décadas a única concessionária para o abastecimento de eletricidade e gás de iluminação a Lisboa [29]. Na arquitectura industrial é única do «estilo europeu do princípio do século» [30]. É desclassificada em 1975, e no ano seguinte, a empresa para a qual foi transferida, a atual EDP, decide a sua reconversão em espaço cultural. Na década de 80, com a sua classificação como de interesse público, iniciam-se as obras de restauro dos edifícios, permitindo assim a salvaguarda do seu património [29]. Tem função museológica, recebe esporadicamente conferências, convenções, etc.</p>
<p>Casa da Luz, Funchal (desde 1997)</p>	<p>Atualmente Museu da Electricidade ligado à temática da própria empresa [7], a ex-Central Térmica do Funchal (1897-1989) inclui a preservação da maquinaria e dos edifícios no seu estado original [15]. O financiamento é exclusivo da EEM [14]. Utilização do espaço para fins educacionais, culturais e recreativos, com exposições, espectáculos e outros eventos [14].</p>

3. Centrais Elétricas

Entende-se por centrais elétricas o conjunto de motores, geradores, dispositivos de conexão e proteção, entre outros, com o objetivo de produzir energia elétrica [31]. As centrais elétricas são destinadas a alimentar as várias cargas elétricas (iluminação, motores, etc.). A procura de energia elétrica varia diária-, semanal-, mensal- e até anualmente conforme os ciclos económicos e meteorológicos tornando-se difícil prever com exatidão. Torna-se pois crucial possuir instalações (centrais, linhas, etc.) sobredimensionadas, respondendo ao máximo de procura. O sistema deverá aguentar um aumento súbito de carga, ainda que, noutras alturas do ano, sobrem instalações e algumas estejam até paradas [31][32].

Defina-se primeiro os três tipos principais de centrais elétricas relativamente à sua função no sistema eletroprodutor:

- Centrais de base - Centrais de grande potência com o objetivo de abastecer a maior parte da energia elétrica, de forma contínua.
- Centrais de ponta - Têm a função de cobrir as demandas de energia elétrica nas horas de ponta, trabalhando nestas horas em paralelo com a central base.
- Centrais de bombagem - São sempre hidroelétricas. O excesso de potência de uma central hidroelétrica é aproveitada nas horas de pequena demanda, para elevar a água de um rio ou de um lago até um depósito, por meio de bombas centrífugas acionadas pelos alternadores da central, que se utilizam como motores. Nos períodos de grande demanda de energia, os alternadores funcionam como geradores, acionando as turbinas que utilizam a água previamente elevada.

Apresente-se de seguida os tipos de centrais convencionais e não-convencionais de produção de energia elétrica.

3.1 Centrais Elétricas Convencionais

Existem três tipos principais de centrais elétricas convencionais - central térmica, central hidroelétrica e central nuclear. Uma central térmica baseia-se no princípio da transformação da energia térmica proveniente da combustão do combustível fóssil em energia mecânica, produzindo energia elétrica por meio de máquinas motoras térmicas (turbinas de vapor, turbinas a gás, motores Diesel, etc...). Numa central hidroelétrica são utilizadas turbinas hidráulicas. A terceira e a última, que não será mais referida por não ser utilizada no sistema eletroprodutor português é a central nuclear, em que se aproveita a energia existente em núcleos atômicos de determinados combustíveis [31]. Em qualquer dos casos, o eixo da turbina está acoplado ao alternador (energia mecânica → energia elétrica), produzindo energia elétrica [32].

- Centrais Hidroelétricas - As centrais hidroelétricas convertem a energia potencial e cinética da água em energia elétrica. Aproveitando o fluxo de água e o seu controlo para accionar uma turbina hidráulica, na qual a água circula e por um rotor de alhetas ou pás, que são movidas pela água (energia potencial da água → energia mecânica), que por sua vez se encontra acoplada ao alternador [32]. Dentro das centrais hidroelétricas, existem a Central de albufeira com bombagem hidroelétrica e a Central a fio de água.
- Centrais Termoelétricas - De uma maneira geral, existem dois tipos de turbinas com características diferentes a nível do combustível utilizado, ciclo termodinâmico e estrutura, que se utilizam em centrais convencionais térmicas – turbina a vapor e turbina a gás. Uma

central termoelétrica pode utilizar uma turbina a vapor, uma turbina a gás ou ambas. De maneira semelhante, uma central termoelétrica a gás utiliza a turbina a gás. A central de Ciclo Combinado (CC) é composta por uma turbina a gás e uma turbina a vapor. Estas turbinas distinguem-se uma da outra pelo seu ciclo termodinâmico.

- A. Turbina a vapor - As turbinas a vapor funcionam segundo o princípio teórico do ciclo de *Rankine* (ou ciclo a vapor) e são máquinas de “combustão externa”. Os gases resultantes da queima do combustível não entram em contato com o fluido de trabalho (vapor) que escoo no interior da caldeira em direção à turbina, convertendo a energia do combustível em energia mecânica. O arranque é bastante lento, mas podem trabalhar durante longos períodos de tempo sem interrupções.
- B. Turbina a gás - As centrais a gás são geralmente de baixa potência e de arranque rápido (minutos). Constituem elementos de apoio à rede elétrica bastante úteis. As turbinas a gás são compostas por três partes principais no mesmo eixo: o compressor, a câmara de combustão e a turbina. A energia resultante da combustão do ar comprimido e do combustível líquido, liberta gases a pressão e temperaturas bastante elevadas, que se expandem na passagem pelos diferentes corpos da turbina, produzindo potência mecânica, necessária para o accionamento do compressor de ar e do alternador [33][34].
- C. Ciclo Combinado - O termo Ciclo Combinado refere-se à combinação do ciclo de *Brayton* da turbina a gás e do ciclo de *Rankine* da turbina a vapor, com obtenção de eficiências mais elevadas. Os gases de combustão saem da turbina a gás, entram numa caldeira de recuperação onde a energia térmica é recuperada através da formação de vapor a alta pressão, que se expande na turbina a vapor, gerando potência elétrica adicional. Como as turbinas a gás tem baixa eficiência em ciclo operacional simples, a produção elétrica de saída da turbina a vapor perfaz cerca de metade da produção total de saída [35].

3.2 Centrais Elétricas Não-Convencionais

Estas centrais baseiam-se em recursos que não são finitos na sua origem e designam-se por energias renováveis, destaque-se as presentes na Tabela 3.

Tabela 3 - Sistemas de fontes renováveis de energia [36]

Tipo de Energia	Tecnologia	Descrição
Solar	Solar Fotovoltaico (PV)	Os painéis solares convertem a energia do sol em eletricidade através de células de silício.
Solar	Energia Solar Concentrada (CPS)	Sistemas que usam lentes ou espelhos para concentrar uma vasta área do sol, ou da energia solar térmica para uma área mais reduzida.
Vento	Turbina Eólica	A potência do vento é convertida pela rotação das pás aerodinâmicas que por sua vez giram um alternador produzindo eletricidade.
Biomassa	Energia Elétrica da Biomassa	Turbina a vapor com queima de biomassa.
Biomassa	Digestão Anaeróbia	Decomposição da matéria orgânica, produzindo metano que será queimado para produzir eletricidade.
Resíduos	Gás de aterros	A decomposição do lixo produz metano, cuja queima é utilizada para produzir eletricidade.

A construção de centrais elétricas de grande potência (centrais térmicas com turbinas a vapor, centrais hidroelétricas e centrais térmicas com turbinas a gás.) não se efetua individualmente em cada região. Os factores económicos ditam que é preferível a construção destas centrais em locais que reúnam condições adequadas para a sua instalação. Este facto é particularmente visível nas centrais hidroelétricas portuguesas, que por norma são construídas longe dos centros de

consumo, em locais mais vantajosos, sendo a energia elétrica posteriormente transportada a alta tensão, percorrendo longas distâncias até aos consumidores [31]. Este tipo de centrais designam-se por uma produção centralizada. Existe ainda a produção dispersa, que inclui cogeração, centrais mini-hídricas, centrais eólicas, centrais fotovoltaicas e microgeração [37]. No caso alemão, país rico em lignite, as centrais térmicas são rentáveis apenas se instaladas nas imediações da mina, porque a experiência demonstra que é mais económico o transporte de energia elétrica do que o transporte do combustível para uma central situada nas proximidades dos centros de consumo [31].

As centrais elétricas construídas nos locais mais apropriados, trabalham sobre uma mesma rede de alta tensão, e o abastecimento inter-urbano ou regional não necessita de centrais especiais. À rede de alta tensão, podem agregar-se nos lugares correspondentes, uma ou várias centrais inter-urbanas ou regionais. Se a potência de uma central inter-urbana se mostra insuficiente para abastecer energia elétrica à sua região, pode-se tomar a energia suplementar necessária da rede de alta tensão [31].

3.3 Redes Elétricas e Abastecimento de Eletricidade

No início do uso da eletricidade utilizava-se apenas a corrente contínua. A conversão de corrente contínua para alternada, deu-se com o aumento dos consumos, especialmente fora dos centros produtores. Isto porque se começou a colocar o problema do seu transporte por meio de linhas elétricas. De acordo com a fórmula da potência elétrica ($P = UI$), a potência é proporcional à intensidade de corrente quando a tensão é constante. Assim, para grandes potências as linhas são percorridas por correntes elevadas, o que implica grandes secções para os condutores ou elevadas perdas por aquecimento. Colocou-se a hipótese de utilizar tensões mais elevadas com o fim de transportar potências cada vez mais elevadas com valores de correntes menores [38].

Na atualidade, a maior parte do abastecimento de energia elétrica que se efetua na Europa é em corrente alternada trifásica a 50 Hz. A corrente contínua utiliza-se em casos excepcionais³.

As diversas regiões portuguesas estão ligadas entre si através das redes de transporte e interligação com tensões superiores a 150 kV, podendo entreajudar-se para satisfazer as demandas do mercado elétrico [32].

O conceito geral de rede elétrica consiste no conjunto de instalações e equipamentos, linhas aéreas e cabos subterrâneos, estruturados de modo a permitir a transmissão da energia elétrica dos locais de produção até aos consumidores, dos quais se distinguem três tipos diferentes [39]:

- Tipo 1 - Redes de transporte e interligação, de nível nacional (380, 220 e 150 kV);
- Tipo 2 - Redes de transporte e interligação, de nível regional (30, 36 kV,...);
- Tipo 3 - Redes de distribuição, de nível local (10, 15 kV).

Uma central regional, transporta a energia elétrica a muito alta tensão, e, ao aproximar-se do centro de consumo passa para as linhas da rede do tipo 2 e por último tipo 3. A última redução de tensão da electricidade ocorre nos postos de transformação, designa-se por baixa tensão ou tensão de consumo (380 V ou 220 V), a partir dos quais a energia elétrica desloca-se até ao utente [32]. Internacionalmente, o sistema elétrico nacional está conetado a Espanha através da rede tipo 1, e com França a fazer de ponte com o resto da Europa [32]. A ligação entre as diferentes redes faz-se por meio de uma subestação transformadora, destinada a transformar a corrente alternada de

³ A ABB foi pioneiro na HVDC (corrente contínua em alta tensão) sobretudo para interligação de redes de energia incompatíveis (Itália-Grecia, Reino Unido-Holanda, entre outros)

uma determinada tensão em outra tensão diferente (aumentar ou baixar), por meio de transformadores [31][39]. Uma subestação elétrica ou transformadora é o conjunto de todos os dispositivos de transformação, conversão e distribuição de energia elétrica instalados num edifício ou ao ar livre, e cuja missão é alimentar a rede elétrica [31].

3.4 Revisão Histórica da Produção de Energia Elétrica em Portugal

A nível mundial, a «Era da Eletricidade» iniciou-se aproximadamente na década de 1870. No século XX, a invenção da corrente alterna permite uma eletrificação progressiva de cidades, vilas e aldeias e observa-se uma evolução tecnológica notória ao longo dessa década [33]. Embora não se pretenda uma descrição exaustiva das mesmas, é interessante, enquadrado no contexto evolutivo do sistema produtor termoelétrico português, recordar a entrada da primeira grande termoelétrica portuguesa [40] em 1919 – a Central Tejo (65 MW) para a eletrificação de Lisboa e arredores, e a dos primeiros produtores hidroelétricos a nível regional, nos anos 30 (1920-29) [30].

Portugal tem recursos favoráveis à hidroeletricidade, com a vulnerabilidade do sistema (rios) ser irregular no caso de os anos serem secos ou húmidos [32]. Efetivamente a potência hidroelétrica em Portugal era apenas de 100 kW em 1906 e só em 1923, em Ponte de Jugais, surge um empreendimento hidroelétrico de certa envergadura, com 12,6 MW, tendo atingido 80 MW em 1931.

Surge no mesmo ano de entrada da Central Tejo (1919) um DL (n.º 5787-III), conhecido por «Lei das Águas» que pretende promover a energia elétrica «das águas das bacias hidrográficas dos rios, a fim de diminuir o quanto possível a importação de combustíveis, intensificando e valorizando ao mesmo tempo o trabalho português» [40]. Assim, outros empreendimentos hidroelétricos foram sendo construídos embora apenas se possa afirmar que o grande salto se verificou duas décadas mais tarde.

No início dos anos 30, Setúbal destaca-se a Sul com a construção da Central Térmica da Cachofarra a carvão [40], contribuindo para a produção térmica do Sul do País, numa altura em que verificava um atraso na geral na eletrificação nacional [40].

Após a outorga das concessões nos rios Cávado-Rabagão e Zêzere pelas empresas Hidro-Elétrica do Cávado e Hidro-Elétrica do Zêzere respetivamente, em Outubro de 1945, dá-se início à execução de grandes projetos de aproveitamento hidroelétrico de Vila Nova e Castelo do Bode [30][32], que fizeram passar a potência instalada de 225 MW para 800 MW. Em 1951, a Central Tejo é substituída pela Central de Castelo de Bode (embora continuasse operacional até à década de 70). É um marco histórico porque toneladas de carvão são substituídas por energia hídrica [30]. E mais tarde, seguindo a Lei das Águas, ou seja, em detrimento do carvão importado e da utilização de recursos nacionais, constrói-se a Central da Tapada do Outeiro (150 MW) em 1959 [40], destinada a queimar o carvão nacional (baixo poder calorífico) da bacia carbonífera do Douro, completando assim a produção hídrica nos períodos secos. Veja-se então a Tabela 4 que representa essencialmente a função das centrais termoelétricas portuguesas no início da década de 60, de apoio à produção hidroelétrica.

Tabela 4 - Valor da Produção Térmica de Apoio por Centrais em 1962 [41]

Centrais	Até 31 de Dezembro (GWh)
Tapada do Outeiro	105,5
Tejo	21,7
Santos	2,2
Caniços	1,0
Cachofarra	0,5

A Central da Cachofarra viria a ser desclassificada em meados de 1963 [41], com uma importância pouco significativa de apoio às hídricas, mas relevante no contexto de significância da cidade de Setúbal neste trabalho.

O período pós-Segunda Guerra Mundial trouxe consigo o «desenvolvimento coordenado da indústria eléctrica portuguesa» [32], aproveitando essencialmente os recursos energéticos nacionais. Esta cobertura de crescimentos do consumo de electricidade, contou com a colaboração entre iniciativa privada e a administração pública.

Segundo Mário Mariano, na História da Electricidade, a década de 1960-1969 denomina-se pelas grandes centrais hidroelétricas, com a construção destas maioritariamente na Bacia do Douro.

A termoelectricidade apenas assume expressão significativa, a partir da década de 60, sobretudo a partir de 1966 [32][42]. Saliente-se agora, a denominação da década de 70-79, segundo o mesmo autor «As grandes Centrais Termoelétricas». Mas ainda em 1964, a Empresa Termoelétrica Portuguesa (ETP)⁴ procedia ao Estudo de Localização de uma Central Térmica localizada a Sul. Esta central previa um equilíbrio da produção hidroelétrica do Norte e até a localização estar acertada, designou-se como «Central Sul». Quando se diz Sul, pretendeu-se referir a zona de fortes consumos alimentados a partir das subestações de Lisboa e Setúbal da Companhia Nacional de Electricidade (CNE)⁵.

A primeira Central Sul teria que ser localizada numa região próxima de Lisboa, numa área de 25 ha. A dificuldade em satisfazer todos os requisitos de localização, levaram os projetistas a orientarem-se primeiramente pelo abastecimento de combustível e água de refrigeração. A água de refrigeração exigida pela central, leva a suas possibilidades de áreas a procurar terrenos: na margem do Tejo, cujo caudal de estiagem é regularizado pela barragem de Castelo de Bode ou, no estuário do Sado, tendo em conta a influência da maré na disponibilidade de água [43]. Esta central, a ser alimentada a fuelóleo, foi projetada em termos de consumo deste combustível como um «irregular mas exigente» devido a «inevitáveis irregularidades de produção energética da Central» [43]. Nesta altura considera-se esta nova central como de suporte às aflúncias hidroelétricas de Castelo de Bode. O resultado do estudo de localização determinou a opção Margem do Tejo como a solução mais vantajosa, pela facilidade e segurança de abastecimento do combustível, facilidades de ligação à rede eléctrica nacional, menores custos de capital e de exploração, etc. [43]. Na nota final, refere-se que face aos estudos e previsões realizados «parece lógico dever localizar a primeira Grande Central térmica do Sul na margem direita do Tejo e portanto mais próxima do maior centro consumidor do País, reservando a localização em Setúbal para a segunda Central».

Os últimos estudos de planeamento energético elaborados no Repartidor Nacional de Cargas (RNC) anteviram a necessidade de uma segunda central térmica. Efetivamente esta segunda Central Sul foi construída em Setúbal e entrou em serviço 15 anos mais tarde desta previsão. A central do Carregado (750MW), no escalão de 125 MW na altura encontrava-se sob a concessão da ETP [40]. A Central de Setúbal projetada pela Companhia Portuguesa de Electricidade (CPE) para o dobro do escalão da Central do Carregado, 250 MW, veio a ser a maior central térmica do país com 1000 MW de potência instalada.

⁴ A ETP foi constituída a 20/03/1954 [40], entidade criada por iniciativa estatal responsável pela construção e exploração das principais centrais termoelétricas.

⁵ A CNE foi constituída em 1947, recebendo a concessão para o estabelecimento e exploração das linhas de transporte e subestações [40].

A construção destas centrais coincide com a penetração do petróleo na produção de energia eléctrica, numa época «de petróleo abundante e barato» e quando o aumento de consumos na região sul do país aconselhava a construção de centros produtores de grande capacidade nessa região, como forma de reduzir as perdas de transporte da energia vinda do Norte e a equilibrar a concentração da produção hídrica no Norte e Centro [34]. O parque térmico nacional incluía ainda duas centrais com turbinas a gás, a Central de Tunes (199,2 MW) e a Central de Alto da Mira (135 MW). Observe-se a distribuição geográfica do parque térmico nacional em 1992 na Fig. 2, construídas na sua maioria a Sul do País.

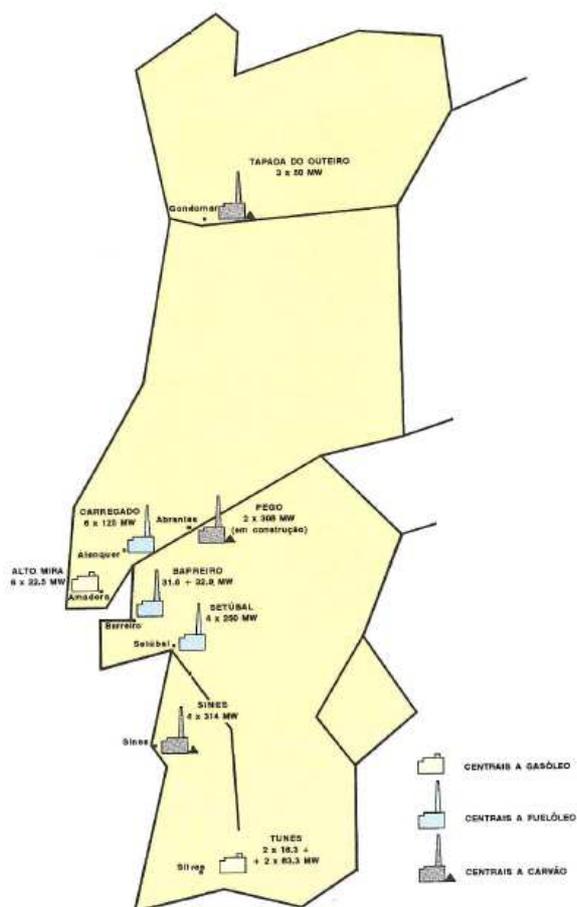


Fig. 2 - Localização das Centrais Térmicas em Portugal em 1992. Fonte: CDME – Centro de Documentação do Museu de Electricidade

A Central de Setúbal foi já da responsabilidade de uma nova entidade, a CPE, porque em 1969 o Governo outorga a concessão da fusão de empresas de produção de energia eléctrica e da rede de transporte a uma única empresa (Decreto-Lei 49 211) [30], em parte pela dificuldade de repartir as receitas de venda de energia às empresas da grande distribuição [40], mas dando unidade à exploração nacional. Apresente-se o seguinte excerto do Decreto-Lei: «concentra as empresas da rede primária numa concessão única, abrangendo as centrais hidroeléctricas, as centrais termoeléctricas, clássicas ou nucleares, e outras, bem como a correspondente rede de transporte e interligação» [40].

Em 1975 nacionalizam-se as concessões do setor eléctrico atribuídas a entidades privadas (DL n.º205/75) até então. E forma-se no ano seguinte a EDP, aglutinando 13 empresas

nacionalizadas no ano anterior e que tinham a seu cargo a produção, transporte e distribuição de energia eléctrica (Decreto-Lei nº502/76) [32].

Com o setor térmico, a EDP, através do Despacho Nacional⁶ realizava, a nível nacional, a programação diária do Sistema Eléctrico Nacional (SEN), um instrumento essencial na gestão coordenada do setor eléctrico, priorizando os centros produtores e fontes de energia economicamente «mais interessantes», facilitando o apoio entre regiões e direccionando a energia eléctrica para as diferentes linhas da rede [32].

Repare-se que a entrada em serviço da Central de Setúbal em 1979 marca a entrada em exploração do nível 400 kV das linhas Setúbal-Palmela [44]. E de facto, a elevada potência concentrada naquela central obrigou à construção de uma «super rede» [40], que permitiu a interligação com a rede espanhola. Por conseguinte, é igualmente um marco histórico porque a rede eléctrica nacional torna-se definitivamente europeia [40]. De maneira que o Mário Mariano até desaprova o nome da Central de Setúbal, afirmando «inapropriadamente designada de Setúbal» [40].

Ainda referindo a Central de Setúbal, o seu projeto e entrada em serviço coincidiram com as crises petrolíferas de 1973/74 e 1978/81⁷. Destaca-se que a decisão da sua construção é ainda a favor de uma opção a fuelóleo e anterior a este paradigma. A opção do carvão foi excluída porque as previsões de tendências dos preços de combustíveis demonstraram que para os três combustíveis analisados (fuelóleo, gás natural e carvão), «o combustível sólido deva excluir-se das novas centrais». Atente-se que o carvão apresentava a caloria mais cara (Tabela 5) e teria os maiores custos de investimento por kW e despesas de condução e conservação por kWh [45].

Tabela 5 - Preço por milhão de calorias [45]

	Óleo	Gás	Carvão
1970	41\$70 a 54\$20	43\$30 a 53\$30	62\$50 a 69\$00
1975	46\$30 a 59\$50	46\$30 a 59\$20	67\$50 a 75\$00
1980	49\$30 a 65\$70	49\$00 a 65\$20	72\$50 a 82\$00
1985	52\$30 a 71\$70	51\$80 a 71\$00	78\$50 a 88\$00

Em 1859, nos Estados Unidos, abre-se o primeiro poço de exploração de petróleo. Para entender a sua importância é necessário dar uma revisão no passado, períodos em que a sua extracção era abundante e barata, como já se referiu, contribuindo de forma inigualável para o desenvolvimento económico mundial e um rápido aumento do nível de vida [32]. Este não só é utilizado para produção de energia eléctrica através de subprodutos como o fuelóleo, diesel, etc., como para a produção de combustíveis diversos, produtos químicos, fibras, entre outros. A rapidez com que era consumido quase sugere que se acreditou que era inesgotável (num século o homem consumiu o que a natureza levou milhões de anos a produzir). Mas a constatação do oposto, que atualmente é uma evidência, não foi assumida antes dos choques petrolíferos [32]. O mercado de petróleo e dos seus derivados demonstrou ser muito sensível à instabilidade política nas áreas de captação, com variação de preços acentuada. Mais tarde, viria novamente a diminuir o preço por barril, mas a política energética permaneceu no sentido de diminuição do consumo deste combustível, contribuindo para a segurança do abastecimento e dependência nacional do petróleo [29], e tornando a Central de Setúbal a última Central a fuelóleo a ser construída em Portugal.

⁶ Também comumente conhecido por Despacho de Exploração ou Despacho Económico, determinava quais as centrais térmicas que a cada momento deviam funcionar, calculando o perfil ótimo de produção de energia eléctrica [46].

Posto isto, colocam-se questões para a construção de novas centrais térmicas no sentido de reduzir a dependência de petróleo, embora as centrais a fuelóleo continuassem a ser indispensáveis para assegurar o consumo, sobretudo em anos secos [29]. As opções passavam pelo carvão e pela nuclear, seleccionando-se a primeira, que passou a ser novamente competitiva, levando à construção da terceira Central Sul – a Central de Sines (1200 MW), cujo primeiro grupo industrial entrou em funcionamento em 1985, ultrapassando a Central de Setúbal aquando da entrada em funcionamento de todos os grupos, como a térmica de maior potência instalada em Portugal, mantendo essa posição ainda nos dias de hoje. Em 1986, com a entrada em serviço industrial do grupo II da Central de Sines, e o progresso na construção dos restantes grupos, inicia-se a construção da Central do Pego a carvão [47] a Norte de Lisboa, que em 1993 entra em funcionamento com uma potência instalada de 728 MW.

Em 1989, 46% da potência total instalada correspondia a centrais hidroeléctricas e 54% a térmicas (fuelóleo e carvão). O funcionamento das centrais hidroeléctricas depende do ano ser seco ou húmido, e de disporem de água suficiente para trabalhar durante muitas horas ou não [32]. Nesses períodos, a produção térmica tomava um lugar particularmente relevante no contexto da satisfação dos consumos de energia eléctrica do país.

De 1984 e 1986, a central de Setúbal foi a central com valor de produção absoluto superior do sistema eletroprodutor nacional (Fig. 3). No final de 1989 entra o quarto e último grupo da Central de Sines em serviço industrial [48], ao mesmo tempo que os consumos desse ano sofrem um aumento global que exige maior produção da energia eléctrica, para a qual a contribuição da produção térmica foi de cerca de 71,5% [49]. Esta ocorrência deveu-se sobretudo a uma redução da capacidade de produção das centrais hidroeléctricas e por não se ter verificado as mesmas condições de importação que o ano anterior [49]. Com todos os grupos da Central de Sines em exploração, a Central de Setúbal perdeu a sua posição líder na produção térmica nacional.

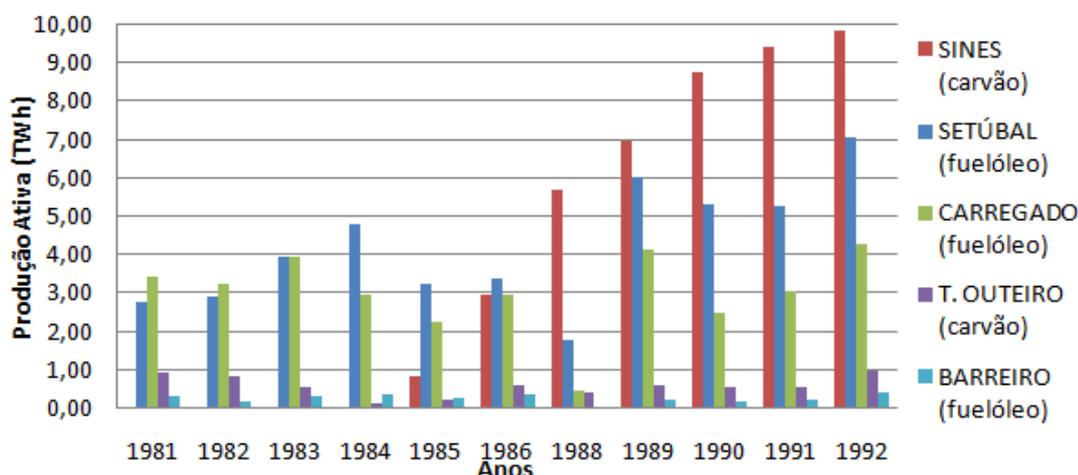


Fig. 3 - Evolução temporal da Produção Ativa Térmica (1981-1992) [49-55]

Na década de 90, em detrimento do fuelóleo como combustível, as centrais térmicas a serem construídas em Portugal adotaram o gás natural em centrais de CC (ver Tabela 6). A entrada deste combustível no mix energético português permitiu flexibilidade no cumprimento de restrições impostas pela regulamentação ambiental, no que diz respeito a emissões de dióxidos de

⁷ Em 1973, os países produtores de petróleo, especialmente os árabes, agrupados na OPEC, decidiram administrar melhor os recursos petrolíferos, reduzindo a produção e vendê-los a preços mais lucrativos [32].

enxofre (SO₂) e óxidos de azoto (NO_x), tendo em conta que é o combustível fóssil menos poluente [1][33] e que estes sistemas têm eficiências superiores. Permitiu ainda melhorar a segurança do abastecimento, assumindo nos anos posteriores uma importância cada vez maior como fonte de energia [33], embora esta construção se tenha baseado num cenário de aumentos de consumos energéticos que não se verificou, provocando uma inadequabilidade da oferta [56]. A Fig. 4 representa a evolução temporal da produção de energia elétrica por tecnologia em Portugal.

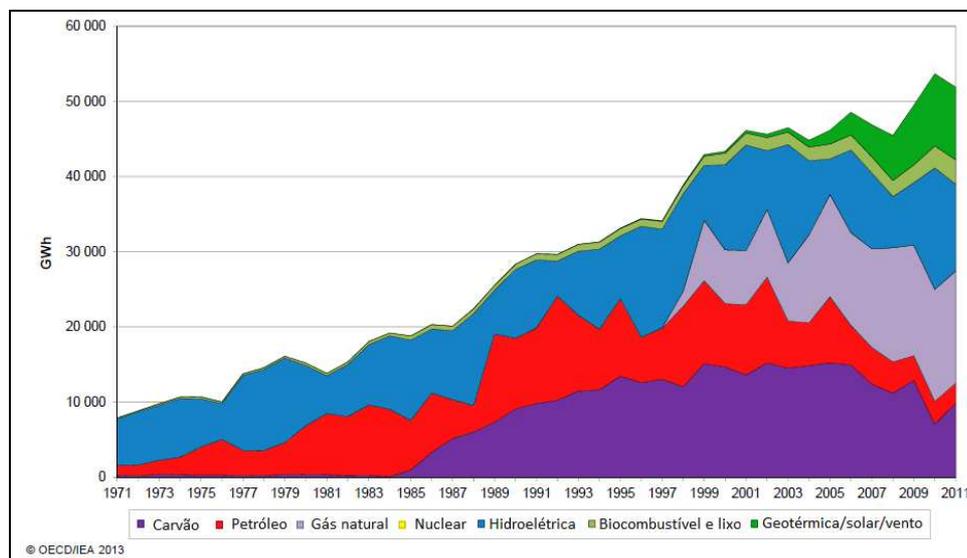


Fig. 4 - Produção de Energia Elétrica por Tecnologia em Portugal (1971- 2011)

É notório que o aumento da energia produzida ao longo dos anos está associado a um progressivo aumento dos consumos, que requer um aumento da potência instalada. Para além disso, a compensação do aumento previsto para a década de 90 teve por base centrais de CC a gás natural, reduzindo a dependência do fuelóleo e do carvão. Esta tecnologia oferece eficiências energéticas mais elevadas e reduções substanciais de emissões gasosas [33].

No início do século XXI, observa-se um aumento acentuado nas componentes Geotérmica/solar/vento. Relativamente à hidroeletricidade, constata-se que Portugal tem tido sempre uma forte componente hídrica na capacidade instalada total do sistema eletrodutor. Nos anos em que a pluviosidade é mais elevada a energia hídrica consegue assegurar uma fatia importante da produção de energia elétrica [57].

No início da década de 90, a EDP, ainda empresa pública, é responsável por mais de 90% da produção de energia elétrica em Portugal, assegurando igualmente o transporte e a quase totalidade da distribuição de eletricidade em Portugal [32].

Em 1995, com a entrada em vigor de legislação específica para separar o sistema regulado pertencente ao Sistema Elétrico de Serviço Público (SEP) do sistema liberalizado (SENV), ocorre a grande reestruturação do sistema elétrico português [46]. Os Contratos de Aquisição de Energia (CAE) surgem como instrumentos de gestão de exploração a que as Centrais Térmicas têm de responder [58].

Com base nestas ferramentas estabelecidas entre a Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade (CPPE)⁸ e a Rede Elétrica Nacional (REN), em 1999 a REN faz uma proposta de

⁸ A designada reforma do setor elétrico levou a profundas reestruturações do setor a nível mundial, no sentido de liberalização de segmentos potencialmente competitivos e eliminando «*monopólios naturais*» [46]. Assim em 1994,

desclassificação de alguns grupos térmicos até 2010, que incluem, pela ordem referida, as centrais de Alto da Mira, Tapada do Outeiro, Tunes e Barreiro [1].

A central do Barreiro a fuelóleo com 64 MW foi desativada em Março de 2010 e no mês seguinte entrou em serviço industrial uma central de cogeração, dotada de dois grupos geradores com turbinas a gás natural, relativamente perto da anterior central [59]. Iniciou-se o descomissionamento da Central do Barreiro, e em 2011 realizavam-se os principais trabalhos de Desmantelamento e a correspondente Requalificação Ambiental que ficariam concluídas em Março de 2012 [60].

Se a década de 70-79 se designou como «As Grandes Centrais Termoeléctricas» [40], já a presente década se pode designar como «Fim das Grandes Termoeléctricas a Fuelóleo», que se encontravam em fase final de vida útil [61]. A grande produção térmica perde em Abril de 2010 a Central do Carregado e no final de Dezembro 2012, a de Setúbal. Tanto a Central do Carregado como a Central de Setúbal ultrapassaram o tempo médio de exploração de 25 anos, laborando um total de 42 e 33 anos respetivamente. Em 2013 a EDP procede ao início da desativação da Central do Carregado ao mesmo tempo que finalizava o descomissionamento da Central de Setúbal [61]. A era do fuelóleo para a produção de energia eléctrica terminou com a desativação da Central de Setúbal. Na Fig. 5, observa-se a diminuição da produção de electricidade proveniente da queima do fuelóleo para a satisfação dos consumos portugueses ao longo da década passada e embora a Central de Setúbal só tenha vindo a ser desclassificada em finais de 2012, já não contribuía para a satisfação dos consumos desde 2010, sobretudo por não ser economicamente atrativa. Está-se perante um marco na história da electricidade, caminhando-se para uma economia de baixo carbono [62], em que estão patentes as ameaças das alterações climáticas e a necessidade de limitar as emissões de gases de efeito de estufa (GEE). Estes fatores tornaram-se decisivos no estabelecimento de políticas energéticas por todo o mundo, contribuindo para avanços no desenvolvimento de tecnologias renováveis com maior eficiência energética [62].



Fig. 5 - Satisfação dos consumos por tecnologia em Portugal [63]

A termoelectricidade em Portugal Continental a partir da década de 60 resume-se à informação da Tabela 7.

ocorre a reestruturação da EDP com a sua cisão em várias empresas, entre elas a CPPE que fica encarregue da 'grande' produção e a REN. A partir de 2001 a CPPE (produção SEP), empresas de Produção em regime especial (EDP Cogeração, Enernova, Enerfin) e empresas de Produção não vinculada (HDN, Hidrocel, TER) formam a EDP Produção [37].

Tabela 6 - Termoeletricidade em Portugal: Centros Produtores Térmicos de Portugal Continental⁹

Centrais Térmicas	Ano de entrada em serviço, Operador	Tipo de central	Configuração [MW]	Combustível	Estado	Referências
Tapada do Outeiro	1960, EDP	Térmica	3 x 50	Carvão e mais tarde fuelóleo	Desativada em 2004.	[32][64] [65][66]
Carregado	1968, EDP	Térmica a vapor	4 x 125 2 x 125	Fuelóleo Gás natural ¹⁰	Desativada em 2010	[64][67] [68]
Tunes	1973, EDP	Turbina a gás	2 x 16 2 x 83	Gasóleo	Desativada	[64][67]
Alto da Mira	1975, EDP	Turbina a gás	6 x 22,5	Gasóleo	Desativada	[64]
Barreiro	1978, EDP	Térmica a vapor	2 x 32	Fuelóleo	Desativada em 2010 e demolida	[64][67] [69][70]
Setúbal	1979, EDP	Térmica a vapor	4 x 250	Fuelóleo	Desativada em 2012	[64][67] [71]
Sines	1985, EDP	Térmica a vapor	4 x 300	Carvão	Ativa	[64][65]
Pego 1&2	1993 Tejo Energia	Térmica	2 x 314	Carvão	Ativa	[65][72]
Tapada do Outeiro	1998, Turbogás Produtora Energetica	CC	3 x 330	Gás natural	Ativa	[64][73]
Ribatejo	2004, EDP	CC	2 x 392	Gás natural	Ativa	[73][74]
Lares	2009, EDP	CC	2 x 431	Gás natural	Ativa	[73][74]
Pego C.C.	2010 ElecGas	CC	2 x 415	Gás natural	Ativa	[73]

A caminhar no sentido da liberalização do setor elétrico, a UE promove medidas de harmonização, por meio das diretivas de 1996 e 2003, generalizando práticas comuns [75]. Assim Portugal adota em 2006 políticas energéticas no sentido de separação de atividades de produção, transporte, distribuição e comercialização, definindo no Decreto-Lei 29/2006 a classificação da produção em regime ordinário (PRO) e produção em regime especial (PRE). A PRO é a produção de eletricidade a partir de fontes tradicionais ou ‘clássicas’, como as grandes térmicas a combustíveis fósseis e os grandes aproveitamentos hidroelétricos, ao passo que a PRE (submetida a uma legislação específica) engloba produção de eletricidade através de energias renováveis, processos de cogeração e microprodução¹¹ [76]. Distingue-se o que devia ser mantido como «monopólio natural» - o transporte -, e o submetido ao regime de concorrência - produção e venda a clientes finais [75]. Em suma, as atividades de produção e comercialização são exercidas em regime de livre concorrência, mediante a atribuição de licença, ao passo que as atividades de transporte e distribuição são exercidas mediante a atribuição de concessões de serviço público, abandonando-se a lógica de planeamento centralizado dos centros eletroprodutores [75].

Em 2000, o Governo português propõe ao Governo espanhol a criação de um novo mercado regional de eletricidade para a Península Ibérica – o MIBEL [75], concretizando-se oficialmente a

⁹ Exclui-se cogeração, exceto o caso da Central do Barreiro por ter utilizado fuelóleo como combustível.

¹⁰ Esta reconversão só se deu a partir de 1997.

¹¹ A microprodução é produção de eletricidade em muito pequena escala (potência instalada inferior a 5,75 kW de fonte renovável ou cogeração a biomassa).

partir de 1 de Julho de 2007, dando lugar ao Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL) [46]. É de relevar que a participação de todas as centrais utilizadas no PRO da EDP-Produção no designado «mercado à vista» é atribuída à UNGE (Unidade de Negócio de Gestão de Energia), que fica responsável pela colocação dessas centrais no mercado [77]. Cessam então os CAE das centrais da EDP-Produção pertencentes ao ex-SEP [77]. As bases e os princípios da atual organização do Sistema Eletroprodutor Nacional (SEN) estão definidos no anteriormente citado Decreto-Lei 29/2006 [77].

Recentemente, a Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG), a cargo do governo, é responsável pela definição das políticas energéticas em Portugal [76]. No domínio da PRE, algumas responsabilidades são partilhadas entre a DGEG e a Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE) [76].

3.5 Cenário Futuro para o Sistema Eletroprodutor Nacional

Verificou-se através do capítulo anterior a forte dependência energética de Portugal, fruto da inexistência de recursos energéticos endógenos fósseis e o esforço que tem vindo a ser desenvolvido para contrariar esta tendência, como a cada vez maior incorporação de energias renováveis no mix energético e maiores eficiências energéticas [56]. Existe ainda outra questão que toma prioridade – as alterações climáticas. Portugal encontra-se entre os países europeus com maior vulnerabilidade às consequências das alterações climáticas (fenómenos de seca, desertificação, degradação do solo, erosão costeira, ocorrência de cheias e inundações e incêndios florestais) [56]. Segundo a publicação do EIA «Climate and Electricity Annual 2011», o setor da produção de energia elétrica tem sido o maior contribuidor do aumento nas emissões de CO₂ ao longo das últimas décadas e por conseguinte, para as alterações climáticas. O cenário futuro do setor do sistema eletroprodutor passará pela descarbonização dos sistemas de produção, combinado com o aumento da penetração do uso da eletricidade numa gama cada vez maior de usos finais (veículos elétricos, etc.) [62]. No quadro das metas europeias «20-20-20», estipulou-se para Portugal um valor de 31% de incorporação de Energias Renováveis no consumo de Energia a alargar em 2020, que em 2012 se situava nos 24,60% [56].

No Relatório de Monitorização da Segurança de Abastecimento do Sistema Elétrico Nacional (RMSA) 2013-2030, elaborado considerando linhas de orientação política (segurança do abastecimento, promoção de fontes de energia renovável e medidas de eficiência energética), e prevendo a desclassificação das centrais térmicas de Sines e do Pego (a carvão) para finais de 2017 e 2021 respetivamente. Dentro da PRO, o mesmo relatório prevê ainda a entrada em funcionamento de duas novas centrais de CC a gás natural (CCGT) em 2017, uma na Figueira da Foz (2 x 439 MW) e outra em Sines (2 x 444 MW) [57]. O sistema eletroprodutor térmico de Portugal continental ficará então totalmente dependente destas centrais e de um só tipo de combustível fóssil [57]. Ainda dentro da PRO, destaque-se o aumento da potência hídrica instalada previsto no Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico (PNBEPH) e a alguns reforços de potência já existente. O Plano de Desenvolvimento e Investimento da Rede de Transporte de Electricidade (PDIRT) 2014-2023 faz a previsão das energias da PRE, um aumento da potência instalada em energia eólica *on-shore* que pode ir até aos 5607 MW, representando um aumento de cinco vezes o valor da potência instalada no final de 2012 (1100 MW). A tendência de aumento de potência instalada é de igual forma para a energia solar e para a cogeração, podendo atingir 600 MW e os 2000 MW respetivamente [78]. A evolução da energia entregue à rede da PRE tem sido muito significativa, com especial destaque para a produção eólica [76].

3.6 Conclusões

Na revisão histórica da produção elétrica observou-se a entrada da «Era do Petróleo» na satisfação dos consumos e a sua saída na corrente década. É indubitável que se fechou o ciclo do fuelóleo e a sua aplicação na produção elétrica. As tendências futuras do sistema eletroprodutor são claras quanto ao destaque das tecnologias renováveis na produção elétrica nacional. Um pouco do mesmo se passa mundialmente. Atualmente o fuelóleo é pouco considerado para a produção de eletricidade, excepto nos países exportadores deste combustível.

Ficam os vestígios da sua utilização incorporado nas respetivas centrais térmicas. Em Portugal estes «vestígios» traduzem-se pelas centrais do Carregado e Setúbal, cujos planos de desclassificação prevêm a sua demolição. No caso de a demolição ser o destino final para estas raridades construídas com valor patrimonial indiscutível na história da produção elétrica, não restarão quaisquer outros exemplares a nível nacional que demonstrem às gerações futuras o uso exaustivo que as correntes gerações têm levado a cabo pelo consumo frenético de combustíveis fósseis. Neste trabalho defende-se que, no mínimo uma delas deveria preservar-se servindo de testemunho físico de gerações altamente dependentes destes recursos fósseis. Optou-se pela Central de Setúbal sobretudo pela sua localização privilegiada junto do Estuário do Sado e do Parque Natural da Serra da Arrábida, por ter sido a última central a ser desativada e a de maior potência a utilizar o fuelóleo em Portugal, e por ser geograficamente um dos escassos exemplares de Centrais Térmicas a Sul do Tejo, como se observa na Fig. 2. Ainda, a nível internacional, a Central de Setúbal destaca-se ao integrar a lista das vinte maiores centrais do mundo de queima de fuelóleo residual, de acordo com Enipedia criada pela Universidade de Delft (Holanda) [79]. Já não se está apenas perante o âmbito nacional, mas o facto de Portugal ser um país pouco significativo em termos territoriais com escassos recursos fósseis e estar representado a nível mundial nesta lista é no mínimo interessante.

As evidências são demasiadas para se permitir a destruição desta Central. É importante salientar que este trabalho académico nunca substituirá a sensação física e o impacto da visita à Central. Quando se está ao lado dos reservatórios de fuelóleo e imaginar a quantidade assustadora deste combustível a ser queimado por hora nas caldeiras, imaginar a quantidade de vezes que os reservatórios terão sido recarregados ao longo dos anos de exploração da Central, a quantidade de CO₂, NO_x e SO₂ que terão sido emitidos para a atmosfera, com o seu conseqüente impacto ambiental torna-a testemunho único tanto para a corrente como para as futuras gerações.

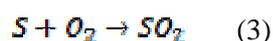
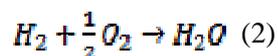
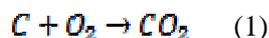
4. Centrais Termoelétricas a Vapor

Numa central termoelétrica, pretende-se produzir energia elétrica a partir da queima de X ton/h de combustível numa caldeira, através de geração de vapor sobreaquecido. A expansão inicial do vapor nos colectores que ligam a caldeira à turbina faz aumentar consideravelmente a velocidade de escoamento [34]. O vapor com elevado teor energético, é conduzido aos diferentes corpos da turbina (alto, média e baixa pressão) onde se expande sucessivamente, imprimindo ao veio um movimento de rotação, ou seja, transformando a sua energia térmica em energia mecânica. O veio da turbina acoplado ao gerador permite a transformação da energia mecânica em energia elétrica.

A caldeira, também denominada como gerador de vapor, usa calor para converter água em vapor de água. Por norma, uma caldeira combina-se com uma unidade turbina-gerador que varia de 25 a 1300 MW. O vapor, como recurso chave que pode ser visto como um sistema termodinâmico favorável à produção de energia elétrica e transferência de calor, combina a sua elevada capacidade térmica (calor específico), elevada temperatura crítica, disponibilidade e natureza não tóxica [80].

Combustíveis fósseis são diretamente queimados na fornalha para fornecer uma fonte de calor. A combustão define-se então como a reacção rápida da combinação química do oxigénio (proveniente do ar de combustão) e do combustível. A combinação dos elementos e compostos do combustível com todo o oxigénio requer temperaturas altas o suficiente para inflamar e misturar os seus constituintes.

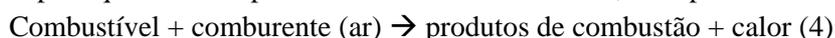
No combustível existem três elementos químicos libertadores de calor: carbono, hidrogénio e enxofre [81]. As principais reacções de combustão incluem a oxidação destes elementos e produzem como principais produtos de combustão dióxido de carbono, água e dióxido de enxofre, segundo as seguintes reacções:



O enxofre, elemento de menor significância como fonte de calor, é o maior contribuidor para a corrosão e problemas de poluição [81].

Para calcular o ar de combustão necessário à queima do combustível, é necessário considerar a quantidade de oxigénio necessária às reacções (1), (2) e (3). O ar é composto por cerca de 78% (v/v) de azoto, 21% de oxigénio (v/v) e em menores quantidades água e dióxido de carbono, Ne, He, etc. O azoto do ar não é combustível mas poluidor, originando óxidos de azoto NO_x. [81].

Define-se o ar estequiométrico como sendo a quantidade de ar teórica necessária e suficiente para queimar completamente todo o combustível, num processo de combustão ideal (4).



O balanço de massas no sistema de combustão é o seguinte:



Contudo, o processo de combustão real não é ideal e é necessário providenciar excesso de ar. Assim define-se esta nova variável como sendo a quantidade de ar normalmente utilizada, para além da estequiométrica, que assegure uma combustão o mais completa possível. Por outro lado, o cálculo de excesso de ar tem que ser bem determinado de maneira a minimizar a formação de compostos de óxidos de azoto (NO_x), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis (VOC), inqueimados, que para além de afetarem a eficiência da combustão, são altamente prejudiciais para as componentes da caldeira já que originam incrustações e corrosão. Estes compostos derivam dos do ar de combustão. Ao reduzir o excesso de ar de (por exemplo, de 7% para 1 ou 2%) é possível evitar a formação destes compostos no seu estado completo de oxidação [80].

A combustão ainda gera cinzas ou resíduos inertes, que se acumulam nas superfícies de transferência de calor, diminuindo a eficiência térmica da caldeira e promovendo erosão.

Uma central térmica deve conter os equipamentos ilustrados na Fig. 6, e o sistema de tratamento químico da água que não está representado mas que é de igual importância para o correto funcionamento.

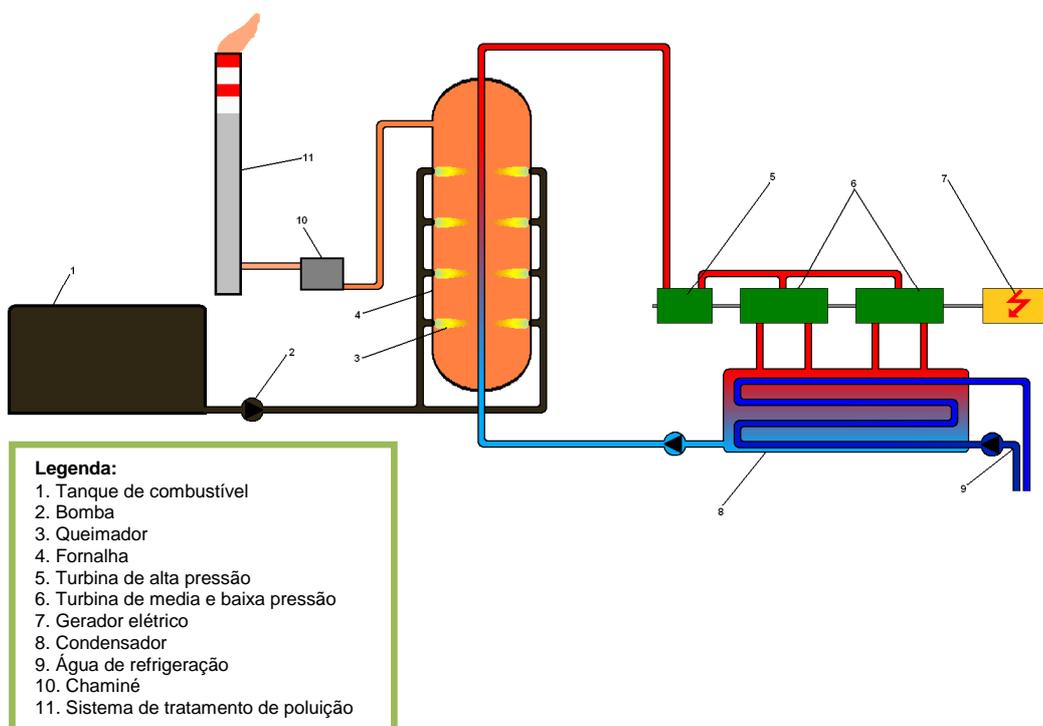


Fig. 6 – Principais Componentes de uma Central Termoelétrica a Fuelóleo [82]

4.1 Geradores de Vapor

Em geral, denomina-se gerador de vapor ou caldeira ao recipiente em que se aquece a água para converter em vapor e também os elementos englobados em toda a área deste como a câmara de combustão, as condutas dos gases de combustão, os aquecedores de ar, as secções termohidráulicas (superfícies de transferência de calor), ou seja, em termos gerais, denomina-se caldeira a todo o sistema de pressão no qual a água se transforma em vapor [31].

Quer na produção de vapor para produção de eletricidade quer para utilização industrial, a caldeira é a uma unidade central de um complexo sistema que contém vários subsistemas e

componentes [80], que serão aprofundados ao longo das próximas subsecções e estão ilustrados na Fig. 6.

4.1.1 Subcomponentes

- Fornalha - A fornalha, também designada câmara de combustão, é o local onde se dá a combustão do combustível. A geometria e as dimensões específicas da fornalha são altamente influenciadas pelo tipo de combustível e pelo equipamento de combustão [80].
- Queimadores – Os queimadores são as componentes principais do equipamento de combustão do fuelóleo ou do gás natural, admitindo combustível e ar para a fornalha, assegurando uma combustão segura e eficiente. Podem ser convencionais ou de baixo NO_x . Na maioria dos queimadores de fuelóleo, o combustível é atomizado e misturado com o ar de combustão. No estado atomizado, as características do fuelóleo aproximam-se das do gás natural [80].

As superfícies de aquecimento são as partes da caldeira submetidas ao calor da combustão. Quanto maior for esta área, melhor o desempenho da caldeira, razão pela qual a parte evolutiva da construção das caldeiras centrou-se sobretudo em aumentar as suas superfícies de aquecimento [31]. O modo de transferência que ocorre nestas superfícies determina a denominação que estas adquirem. Desse modo, as partes da caldeira que se encontram directamente expostas às chamas, formam as superfícies de aquecimento por radiação ao passo que noutras superfícies de aquecimento, a transferência de calor efetua-se pelo contacto dos gases de combustão, denominando-se por passe de convecção [31]. De este último fazem parte os sobreaquecedores (primário e secundário), reaquecedores e economizadores. Mas antes de proceder à definição dos elementos constituintes do passe de convecção, é crucial definir os seguintes conceitos e definições relacionados com a Pressão de Vapor.

Para entender a importância da pressão de vapor na operação da caldeira, recorda-se alguns conceitos acerca das propriedades do vapor de água. O vapor de água começa a formar-se à pressão de 1 atm e 100°C , coexistindo nestas condições a fase líquida e gasosa. Como ao princípio, o vapor está em contacto com a água a ferver à mesma temperatura, arrastará sempre água consigo, daí ser denominado de vapor saturado [31].

O vapor saturado não é apto para o accionamento das turbinas a vapor, de modo que para diminuir a humidade que contém, mais calor deve ser transferido para vaporizar toda a água, através de aumento da temperatura do vapor. A isso se chama reaquecimento de vapor, que passará sucessivamente de vapor húmido saturado para vapor saturado seco (sem água) e finalmente vapor sobreaquecido [31].

- Sobreaquecedores e reaquecedores – Os sobreaquecedores e reaquecedores são o conjunto de tubos com a finalidade de aumentar a temperatura do vapor saturado seco. Em termos gerais, são permutadores de calor monofásicos, com vapor a fluir no interior dos tubos e os gases de combustão no exterior. Estas componentes críticas são geralmente fabricadas em ligas de aço devido às suas altas temperaturas de operação [80]. A principal diferença entre sobreaquecedores e reaquecedores é a pressão de vapor. Num barrilete típico, a pressão de saída do sobreaquecedor rounda os 18.62 Mpa, perde pressão e temperatura na turbina a vapor de alta pressão, e entra no reaquecedor, de maneira que na saída terá uma pressão de 4.0 Mpa. As superfícies podem ser horizontais ou verticais [80]. São órgãos submetidos às mais altas temperaturas existentes no gerador, pelo que é a sua construção que limita o emprego das temperaturas elevadas de vapor. Nestas condições o seu aquecimento é, em geral, por convecção [83].

- Economizador – O economizador é um permutador de calor contracorrente do passe de convecção, para recuperar energia dos gases de combustão para lá do sobreaquecedor e aquecedor. Aumenta a temperatura da água de alimentação que entra para o barrilete. O feixe de tubos é tipicamente um arranjo de tubos de serpentina paralelos nos quais flui água na direcção oposta à dos gases de combustão [80].
- Barrilete - O barrilete é um reservatório cilíndrico localizado no topo da caldeira, no qual o vapor saturado é separado da mistura vapor-água que chega dos tubos da caldeira [80].
- Aquecedores de ar - Fazem parte do passe de convecção, recuperando energia dos gases de combustão, transferindo-a para o ar de combustão, reduzindo assim o uso de combustível para pré-aquecimento do ar [80].

4.1.2 Classificação

Os modelos construtivos de caldeiras são tão variados que é impossível tentar uma classificação sistemática de todas elas [31]. Apresente-se apenas os tipos disponíveis em centrais eléctricas e aprofunde-se o correspondente ao tipo aplicado em Setúbal. Existem cerca de cinco classificações disponíveis, entre circulação controlada, forçada, e com destaque para a caldeira de circulação natural, também o tipo mais difundido [31].

A escolha do tipo de circulação a adotar para uma determinada unidade constitui um problema técnico e económico intimamente ligado à pressão de serviço. Nas caldeiras de circulação natural, os encargos de primeiro estabelecimento sobem muito rapidamente com a pressão, dado o largo dimensionamento a prever para os seus elementos [83].

Não entrando em detalhe, a circulação natural na caldeira deve-se à diferença de densidades entre a água e o vapor. Os tubos são todos eles aquitubulares, ou seja, essencialmente tubos em cujo interior passa água misturado com vapor e os modelos disponíveis, variam de tubos moderadamente inclinado em relação à horizontal, para tubos totalmente verticais [31]. Nestas caldeiras, todos os elementos estão suspensos da estrutura do edifício, ou de estrutura própria no caso das instalações ao ar livre. A dilatação de todo o conjunto, compreendendo a câmara de combustão, dá-se verticalmente e para baixo [83].

4.1.3 Combustíveis

Distinguem-se diferentes tipos de combustíveis utilizados para produção eléctrica: gasosos, líquidos, sólidos e resíduos. Na gama dos combustíveis gasosos encontra-se o gás natural e outros gasosos sintéticos. Os sólidos podem ser carvão, lenhite, biomassa, entre outros. Líquidos, GPL: propano e butano, gasolina, gasóleo, fuelóleos, biodiesel, etc. Por último, os resíduos englobam resíduos sólidos municipais, resíduos industriais perigosos, lamas de tratamento de águas residuais ETAR, entre outros [80].

Por norma, o combustível primário tem o impacto mais significativo na configuração e no custo da caldeira. Cada tipo de combustível requer um determinado equipamento para manuseamento, preparação, armazenamento e transporte. Diferenças na composição deste também determina as características erosivas das cinzas volantes, formação de incrustações nas superfícies de transferência de calor, corrosão dos materiais, controlo de emissões, entre outras [80].

O tipo e a qualidade do combustível primário utilizado influencia o funcionamento da caldeira. Conforme o valor do poder calorífico do combustível, varia a capacidade de vaporização. Exemplifique-se com a comparação de uma antracite de poder calorífico de 8700 kcal/kg, da qual se obtém uma capacidade de evaporação teórica de $16,3 \text{ kg}_{\text{vapor}}/\text{kg}_{\text{combustível}}$, enquanto com um carvão de 7000 kcal/kg são obtidos apenas $12,9 \text{ kg}_{\text{vapor}}/\text{kg}_{\text{combustível}}$ [31].

Os valores de poder calorífico dos diferentes combustíveis fósseis encontram-se representados na Tabela 7. Destaca-se o fuelóleo com o maior poder calorífico.

Tabela 7 - Poder calorífico de diferentes combustíveis fósseis

Combustível	Poder calorífico
Carvão	25,0 – 31,0 MJ/kg
Lenhite	7,0 – 30,0 MJ/kg
Fuelóleo	40,0 – 43,0 MJ/kg
Gás Natural	30,0 – 35 MJ/kg

Mundialmente, o carvão, fuelóleo e o gás natural são as fontes dominantes de combustível para centrais térmicas. Em comparação com o carvão, os fuelóleos são relativamente mais simples de manusear e queimar. Existe menor volume de cinzas para descartar, o que implica menos subsistemas/componentes associadas. O baixo nível de cinzas nos sistemas a fuelóleo e no gás natural dá a estes combustíveis uma grande vantagem sobre o carvão [81].

A. Gás natural

O gás natural (GN) é uma mistura de hidrocarbonetos leves encontrados no subsolo, na qual o metano tem uma participação superior a 70% em volume. A composição do gás natural varia de acordo com o campo em que é produzido, o processo de extracção/produção, condicionamento, processamento e transporte. É uma fonte de energia relativamente limpa, produzindo menos emissões atmosféricas que outras fontes convencionais, como o carvão ou o fuelóleo. Essas características permitem-lhe um design simplificado, sem necessidade de equipamento de manuseamento de cinzas, funis e poços.

Gasodutos são um meio económico de transportar gás natural na forma gasosa. O abastecimento do gás natural pode ser direto no local de consumo, sem a obrigação de armazenamento no local, excepto em situações em que existem flutuações na procura.

B. Carvão

O carvão é um combustível fóssil formado no ecossistema a partir de resíduos de vegetação que permaneceram preservados da oxidação e biodegradação pela água e lamas.

O carvão permanece como a fonte de energia mundial dominante para geração de vapor. A rentabilidade em larga escala do abastecimento deste combustível requer a integração efetiva das tecnologias de mineração, preparação, transporte e armazenamento. A mineração é o primeiro passo para a produção de carvão. O carvão bruto deve ser tratado de maneira a remover impurezas e providenciar um abastecimento uniforme à caldeira. A redução de cinzas e enxofre pode melhorar significativamente o desempenho global e reduzir as emissões de poluentes. O transporte de carvão para a central pode representar a maior porção dos custos totais de combustíveis desta. Em Portugal, o transporte pode ser feito via marítima até ao terminal de Sines e, a partir daí, por via férrea.

C. Combustível de estudo: Fuelóleo

O petróleo é uma mistura complexa de hidrocarbonetos leves e pesados, enxofre, oxigénio, nitrogénio, vestígios de vanádio, níquel, arsénio e cloro encontrados no subsolo. A destilação fraccionada do petróleo bruto (também conhecido por crude) dá origem a combustíveis, produtos químicos, entre outros. Dentro dos combustíveis destaca-se a gasolina, o gasóleo, o fuelóleo leve e o fuelóleo pesado [80].

Nos EUA, o fuelóleo subdivide-se em seis categorias que vão do N° 1 ao 6 [84]. A do N.º1 - 4 categoriza os fuelóleos destilados, aqueles que são líquidos à temperatura ambiente, são menos viscosos, com menor conteúdo de energia e de contaminantes que os residuais (N°5-6). Os fuelóleos da categoria N.º 6 são os mundialmente mais utilizados para a geração de vapor, devido ao seu relativo baixo custo [80], mas como provêm literalmente do “fundo do barril” da refinação do petróleo, contêm usualmente altas concentrações de enxofre e outros contaminantes como metais pesados [84]. Estes últimos são sólidos à temperatura ambiente, assemelhando-se a alcatrão ou asfalto, e devem ser armazenados em tanques aquecidos a aproximadamente 38°C para os manter líquidos [84] e prontos a serem bombeados para os queimadores da caldeira através dos oleodutos.

O fuelóleo é transportado para a central por intermédio de um oleoduto ou, em outros casos, por via férrea. Por meio de uma bomba centrífuga o fuelóleo é levado ao depósito principal, passando por um filtro. O depósito de armazenamento é quase sempre um tanque cilíndrico de ferro (evitando perdas por evaporação) [80], equipado com ventilação e serpentinas de aquecimento [31], subterrâneo ou de superfície [80], com dimensões suficientes que permitam o armazenamento do combustível por um período de consumo normal de 3 a 6 meses [31]. Os reservatórios, as tubagens e os aquecedores de fuelóleo requerem limpeza periódica devido a acumulação de incrustações e lodo [80].

Do depósito, o fuelóleo é conduzido para a zona de queima por oleodutos. Antes de ser injetado nos queimadores, passa por um aquecedor, onde atinge a temperatura de 120°C. A quantidade de combustível abastecido a cada caldeira é medida através de um contador, de modo a aferir o rendimento da unidade [31].

O elevado poder calorífico do fuelóleo relativamente aos restantes combustíveis (Tabela 7), bem como as características desejáveis do gás natural (facil manuseamento e eliminação de funis e poços de cinzas¹²) [80] tornou-o atrativo para a produção de energia elétrica, embora as reservas de petróleo se encontrem concentradas na sua maioria no Médio Oriente e outras zonas politicamente instáveis [40]. A versatilidade de aplicação do fuelóleo e a sua localização justificam as crises ocorridas que se referiu na secção anterior [40].

Fuelóleos com componentes relevantes de enxofre e vanádio podem causar depósitos problemáticos nas superfícies ao longo da unidade [80]. A operação de extracção deste mineral dos combustíveis residuais é muito dispendiosa, pelo que não se executa nas refinarias. O efeito do enxofre pode manifestar-se quer no produto, nos queimadores, na combustão e nos gases de combustão [81].

Deste modo, a combustão do fuelóleo origina nos gases de combustão o dióxido de enxofre, SO₂, de acordo com a equação (3). O oxigénio presente no excesso de ar de combustão contribui para a oxidação deste poluente com a conseqüente formação de SO₃. Este composto combina-se ainda com o vapor de água presente na corrente dos gases de combustão, originando vapores de ácido sulfúrico, que se pode condensar nas superfícies frias, corroendo severamente os respetivos equipamentos [81].

Os principais problemas provenientes das centrais a fuelóleo são problemas de corrosão nos pontos frios e emissões ácidas à saída das chaminés. As emissões ácidas, além do efeito poluidor, provocam danos nos equipamentos e vizinhanças da Central, dando origem a reclamações públicas [81], e que como se verá mais adiante, tiveram incidência particular nos primeiros anos de exploração da Central de Setúbal. Mas aprofunde-se agora o seu processo de

¹² No caso da CTS esta situação não se aplica, como se verá na secção respetiva.

formação e emissão, que tem a ver com a condensação do ácido sulfúrico em superfícies frias da caldeira (aquecedores de ar, condutas coletoras de poeiras, ventiladores e chaminés).

A Fig. 7 representa a instalação e a interligação típica entre as diferentes componentes para o abastecimento de fuelóleo a uma central térmica, desde a receção até à sua queima.

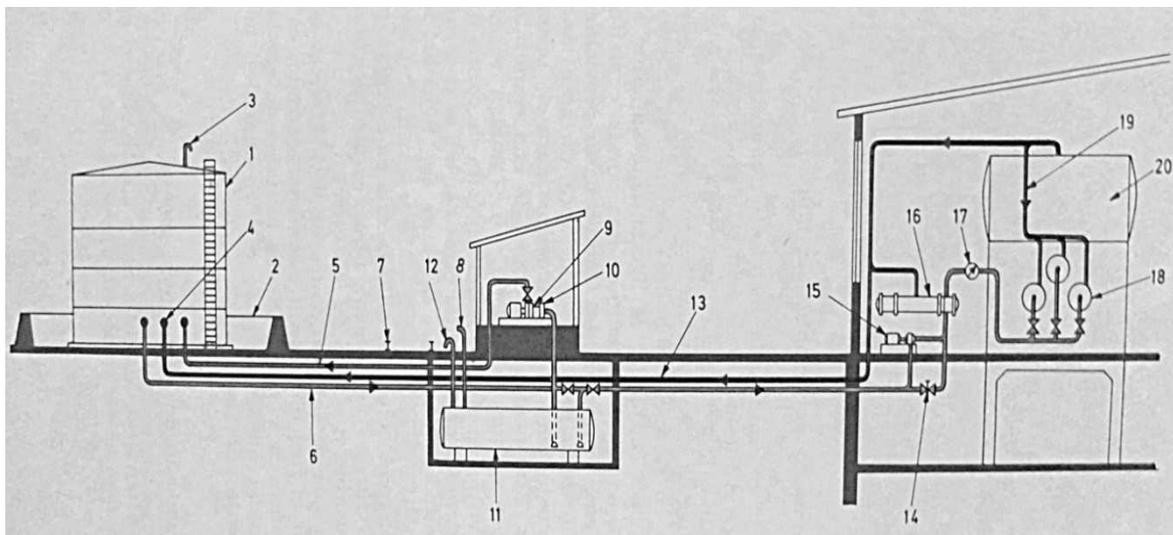


Fig. 7 - Equipamento de transporte e armazenamento de fuelóleo [31]

Legenda:

- | | |
|--|--|
| 1 – Reservatório cilíndrico | 11 – depósito auxiliar |
| 2 – Tanque de retenção | 12 – Ventilação |
| 3 – Ventilação | 13 – Tubagens com vapor a pressão |
| 4 – Aquecimento local por vapor | 14 – <i>by-pass</i> |
| 5 – Tubagens desde o ponto de descarga até ao depósito | 15 – Bomba dos queimadores do fuelóleo |
| 6 – Tubagens desde o depósito até à sala de caldeiras | 16 – Aquecedor de fuelóleo por vapor |
| 7 – Ramal de ferrocarril para a descarga de fuelóleo | 17 – Contador |
| 8 – Bocal de enchimento de fuelóleo | 18 – Queimadores de fuelóleo |
| 9 – Bomba de trasfego de fuelóleo | 19 – Aquecimento dos queimadores com vapor |
| 10 – Filtro de fuelóleo | 20 – Caldeira |

Elementos como cinzas oleosas e carbono inqueimado presentes na corrente dos gases de combustão, aglomeram-se na sua passagem junto do ácido condensado nas superfícies frias, contribuindo para um aumento significativo do amontoado de partículas ácidas. As variações de carga do grupo e a modificação de certos parâmetros dos gases (temperatura e velocidade) provocam a saída de muitas destas partículas para a atmosfera, através das chaminés [81]. Esta situação tem ocorrência particularmente grave no início do dia, com um maior requisito no diagrama de cargas, e por conseguinte, com o aumento da velocidade dos gases quando o grupo sobe a carga, em conjunto com situações meteorológicas particulares daquela parte do dia. Sabe-se que na parte da manhã a temperatura ambiente favorece a condensação da humidade (o designado «orvalho»). O orvalho combinando-se esta com as partículas ácidas forma uma «solução mais diluída, mas mais corrosiva», tornando-se mais prejudicial em particular aos metais, do que as soluções mais concentradas [81].

4.2 Subsistemas de Geração de Vapor

Uma instalação de produção de vapor é um sistema complexo que integra vários sistemas e subsistemas, permitindo o funcionamento de diferentes circuitos, que neste trabalho serão referidos como circuito combustível-produtos de combustão, água-vapor e circuito de refrigeração, descritos em maior detalhe nos parágrafos que se seguem. Estes diferentes circuitos estão na base das transformações energéticas que levam à produção de eletricidade [34]. O calor libertado na combustão é absorvido pela água que circula no interior dos tubos de aço [34]. A caldeira evapora então a água e fornece vapor de água a altas pressões (162 bar) e temperaturas (540°C) à turbina de vapor, sob condições cuidadosamente controladas.

Consideram-se dois subsistemas fundamentais no processo de geração de vapor que, embora interligados, serão apresentados em dois parágrafos diferentes para facilidade de compreensão. Aqui abordam-se sobretudo os subsistemas cujo combustível primário é o fuelóleo.

4.2.1 Circuito combustível-produtos de combustão

O circuito combustível-produtos de combustão engloba todos os processos no trajeto do abastecimento do combustível e de ar, a sua combustão, formação dos produtos de combustão até à sua libertação para a atmosfera.

Primeiramente, o ar de combustão é aspirado pelos ventiladores de tiragem forçada para os aquecedores de ar, onde é pré-aquecido para recuperar energia e melhorar a combustão. Em fornalhas de combustíveis líquidos/gasosos, este é distribuído pelos queimadores (Fig. 6) juntamente com o combustível, para a câmara de combustão. O combustível é abastecido a partir de um depósito pressurizado e aquecido (20-30bar, 100°C), também denominado reservatório diário de fuel. O combustível e o comburente misturam-se rapidamente e entram em combustão.

Os gases de combustão, a altas temperaturas (aprox. 1650°), são arrefecidos por radiação à saída da câmara de combustão. Deslocam-se então ascendentemente ao longo das superfícies do passe de convecção. Na parte superior do passe de convecção, os gases invertem a sua direcção e fluem no sentido oposto, atravessando as restantes superfícies de transferência de calor. Fora das paredes aquatubulares fluem em direcção aos aquecedores de ar. Após os aquecedores de ar, os gases passam pelo equipamento adequado de controlo de poluição – despoiradores (aprox. 140°C [31]), depuração do dióxido de enxofre - antes de serem libertados para a atmosfera através da chaminé [80].

Aqui, pretende-se aprofundar a caracterização de certos elementos do circuito combustível-produtos de combustão. Estes elementos além das suas funções vitais, tornam-se emblemáticos na composição de uma central termoelétrica pelas suas dimensões. Assim, passa-se à caracterização dos ventiladores, precipitadores eletrostáticos e chaminé.

- Ventiladores de tiragem forçada - Um ventilador é composto por um rotor ou impulsor que adiciona uma quantidade suficiente de energia cinética ao caudal de ar e gás. A potência necessária depende do volume de ar ou gás que se move por unidade de tempo, a diferença de pressão ao longo dos ventiladores e da eficiência dos ventiladores e dos seus condutores.

- Evacuação de cinzas As cinzas e a escória são produtos resultantes da combustão que se vão acumulando e devem ser evacuadas periodicamente [31]. A quantidade de cinzas num combustível é determinada pelo peso dos resíduos incombustíveis após a sua queima completa. Enquanto as cinzas dos produtos destilados são insignificantes, as dos fuelóleos residuais são mais significativas, contendo matérias extrínsecas, tais como argila, areia, ferrugem, etc. [81]. Em grandes centrais, recorre-se à evacuação mecânica das cinzas, através de diferentes sistemas, como o sistema electropneumático, jato de água, etc. [31]
- Despoeiradores - Os combustíveis líquidos e gasosos são os mais adequados no que se refere à produção de cinzas volantes. A instalação de despoeiradores reduzem a descarga dos gases de combustão produzidos na queima do fuelóleo para a atmosfera, o que, em geral, resulta numa limpeza significativa das partículas em suspensão presentes nas emissões da chaminé. De entre os sistemas de despoeiradores que existem, como os coletores centrífugos, electrostáticos e mistos [31]. Procede-se à caracterização do tipo electrostáticos por ser utilizado na Central de Setúbal

O princípio dos Despoeiradores Electrostáticos (DE) consiste em fazer passar os gases de combustão através de um dispositivo constituído por duas placas de eléctrodos (ver Fig. 8 (a)), isolados eletricamente entre si, e entre os quais se mantém um campo electrostático a alta tensão [31]. Uma tensão retificada elevada (de 15 a 100 kV) aplica-se aos dois tipos de eléctrodos. O pólo negativo da fonte de tensão conecta-se aos eléctrodos denominados emissivos e o pólo positivo, ligado à terra, conecta-se aos eletrodos coletores [31]. Aplica-se então uma grande diferença de potencial entre os diferentes tipos de eléctrodos, criando um campo electrostático muito forte. Neste campo, ocorre uma descarga unipolar no eléctrodo emissivo e os iões gasosos agarram-se às partículas em suspensão dos gases que passam. As partículas carregadas negativamente são atraídas para o eléctrodo positivo e tornam-se electricamente inertes. As partículas coletadas caem então para o fundo do contentor em forma de funil, quer por jatos de água ou por pancadas mecânicas [31]. Os eléctrodos emissivos são constituídos por fios pendurados de secção circular, que produzem um campo eléctrico uniforme à sua volta. Os eléctrodos coletores são formados por placas perfeitamente planas e verticais [31] (para mais detalhes ver Fig. 8 (b)).

As batidas mecânicas efetuam-se nos eléctrodos emissivos, em sentido vertical, por intermédio de martelos pneumáticos existentes no teto do despoeirador [31]. A extracção das cinzas das instalações equipadas com despoeiradores electrostáticos faz-se por meios pneumáticos.

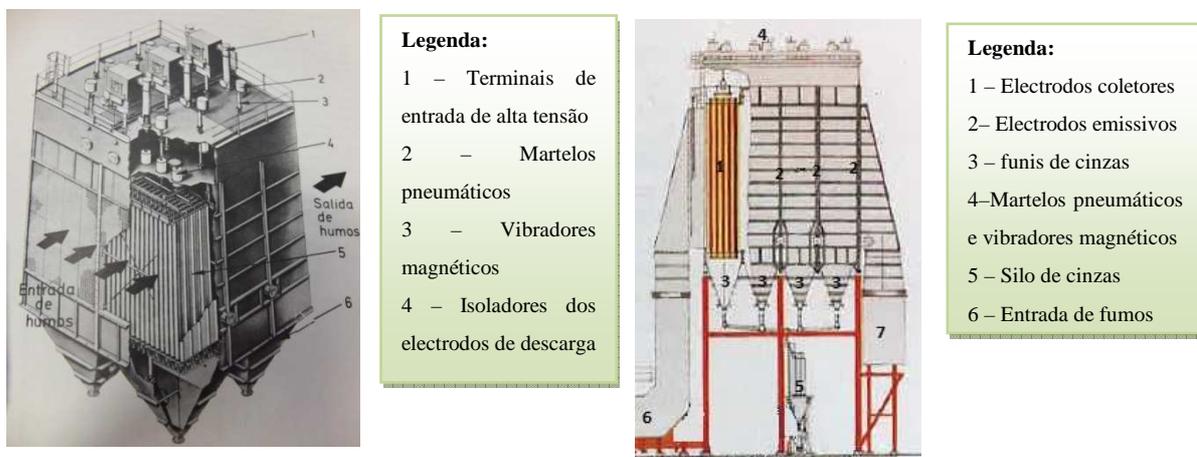


Fig. 8 (a) Vista tridimensional de um despoeirador eletroestático [31] e (b) corte transversal de um despoeirador eletroestático [85]

- Chaminé - A chaminé tem a função de expelir e dispersar os gases de combustão. Ao aumentar a altura da chaminé, aumenta-se a área de dispersão. Em vales estreitos ou em locais com grande concentração de indústria, pode ser necessário providenciar uma maior altura. Existem ainda constrangimentos em centrais localizadas perto de aeroportos, pois são proibidas de aumentar a altura das suas chaminés [80]. Numa central em funcionamento, a chaminé está sujeita à acção erosiva dos particulados, corrosão ácida dos produtos de enxofre e intempéries [80].

4.2.2 Circuito Água-Vapor

Na Fig. 9 encontram-se definidos por diferentes cores, os diferentes circuitos pertencentes ao circuito água-vapor, que serão detalhados de seguida [80]:

Circuito de água: A-B-C-D (circuito azul)

A água de reposição é proveniente do condensado (Q-A) e da água de compensação. É abastecida ao economizador através de bombas. Sobee ascendentemente, na direcção oposta ao fluxo dos gases de combustão, e flui através de um número de tubos que conecta o economizador (A-B) ao barrilete (G).

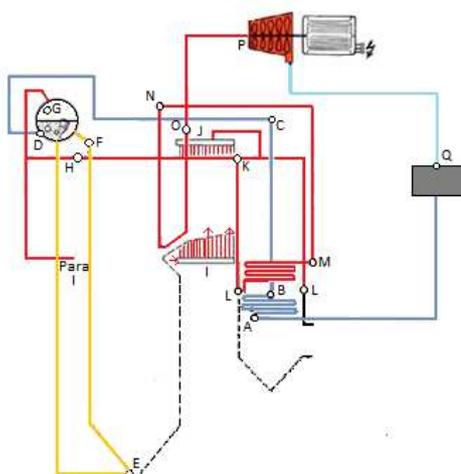


Fig. 9 - Diagrama de uma caldeira com sistema de barrilete [80]

Circuito água-vapor: D-E-F-G (circuito laranja)

A água flui pelos tubos descendentes (D-E) em direcção à parte inferior das paredes aquitubulares da fornalha e volta a subir em direcção ao barrilete (F-G), absorvendo energia e tornando-se numa mistura de água-vapor. No barrilete, o equipamento de separação retorna essencialmente água livre de vapor aos tubos descendentes e o vapor seco sobe em direcção aos sobreaquecedores (G-H e G-I) [70].

Circuito de vapor: G-H-K-L-M-N-O-P ou G-I-J-M-N-O-P (circuito vermelho)

O vapor proveniente do barrilete (G) passa através de conexões múltiplas para (H) abastecendo os tubos do teto da fornalha e, separadamente, para (I), abastecendo as paredes aquatubulares do passe de convecção.

O vapor flui através desses tubos de (J) para (K), providenciando o arrefecimento para invólucro do passe de convecção (K-L). O caudal de vapor sobe através dos sobreaquecedores primários (L-M), e passa pelos sobreaquecedores secundários (N-J) em direcção ao tubo de descarga (J), que termina na zona exterior do invólucro da caldeira. Ai encontram-se as principais

linhas de vapor que dirigem o caudal de vapor para as válvulas de controlo e para a turbina que acoplada ao gerador elétrico, produz eletricidade.

O vapor após sair da turbina, com uma perda significativa de pressão e temperatura, é conduzido ao condensador (Q), onde o calor residual é rejeitado. Antes da água do condensador ser devolvida à caldeira, flui através de diversas bombas e permutadores de calor para aumentar a sua pressão e temperatura. O calor absorvido pelos condensadores é rejeitado para a atmosfera por uma ou mais torres de arrefecimento [80].

4.2.3 Circuito de Água de Refrigeração

O circuito de água de refrigeração ou o sistema de arrefecimento advém da necessidade de arrefecer o vapor que sai da turbina de volta ao seu estado líquido antes de poder ser reutilizado no circuito para produzir mais eletricidade. Essa tarefa é executada pela presença de um condensador. As tubagens de refrigeração utilizam normalmente água fria para arrefecer o vapor. O condensador é abastecido com água de refrigeração que serve como meio absorvente do calor latente da condensação do vapor (água de circulação) proveniente da turbina, dissipando-o posteriormente para a atmosfera (ou para os recursos hídricos) [80]. O condensado resultante da mudança de fase pode recircular novamente como fluido de trabalho. Existem três métodos de arrefecimento utilizados:

Sistemas de ciclo aberto:

A água de fontes próximas à central (e.g. rios, lagos, aquíferos, ou oceano), que circula através de tubos, absorvendo o calor do vapor no condensador, e descarregando a água aquecida de volta a fonte local (ver Fig. 10).

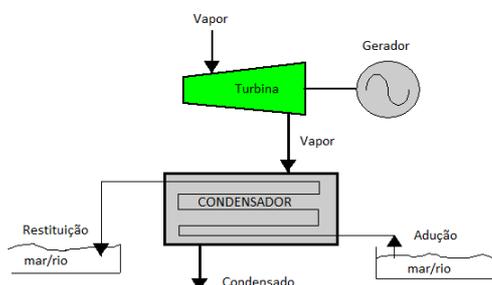


Fig. 10 - Circuito de água de refrigeração com ciclo aberto

Inicialmente estes sistemas eram os mais populares devido à sua simplicidade, baixo custo, e possibilidade de implantar centrais em locais com abundante abastecimento de água de refrigeração. No entanto foram sendo desvalorizados devido às interrupções que podem causar aos ecossistemas locais das retiradas de quantidades significativas de água envolvidas e por causa da dificuldade crescente em implementar centrais térmicas perto de fontes de água disponíveis [80].

Sistemas com torre de arrefecimento:

A utilização destes sistemas implica a adição de uma ou mais torres de arrefecimento que reutilizam a água de refrigeração num ciclo secundário em vez de descarregar imediatamente de volta à sua fonte natural. As torres de arrefecimento expõem a água à temperatura ambiente, evaporando parte e descarregando o resto de volta à fonte - Fig. 11 (a) -, ou devolvendo de volta ao condensador - Fig. 11 (b). Neste último sistema, existe uma menor adução de água total, porque apenas retiram água para repôr a água que foi perdida por evaporação na torre de arrefecimento (água de reposição), embora tendam a ter um consumo de água apreciavelmente maior. Estes sistemas são mais utilizados em centrais em zonas interiores longe de grandes massas de água [80].

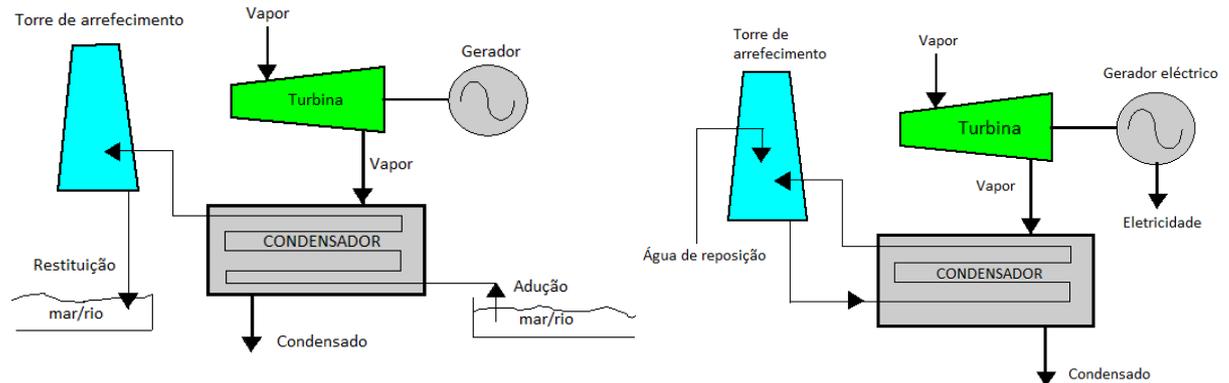


Fig. 11 - (a) Circuito de água de refrigeração de ciclo aberto com ajuda de torre de arrefecimento; (b) Circuito de água de refrigeração de ciclo fechado

4.2.4 Sistemas de Tratamento Químico da Água

A água industrial/regua de uma instalação perto do mar possui elevados teores de salinidade e outras impurezas. Assim é submetida a tratamento para adquirir as características necessárias para a água de reposição dos Grupos Geradores de Vapor (GGV), removendo componentes problemáticas, entre elas o oxigénio e prevenindo a formação de incrustações, corrosão e contaminação de vapor por impurezas. O aumento das pressões operacionais, tornou o sistema de tratamento de água mais completo e aperfeiçoado, dependendo dos requisitos de vapor da caldeira. Assim, uma caldeira de baixa pressão tem menores requisitos em termos de pureza que uma caldeira de alta pressão. A água utilizada nesta última é totalmente desmineralizada, de alta pureza, de maneira a minimizar o potencial de arraste e os problemas de corrosão que se dão ao longo do circuito água-vapor.

Para caldeiras industriais, a maior parte do vapor retorna normalmente como condensado e apenas 1 a 2% de água de reposição é necessária. Os requisitos químicos para a água de reposição depende da quantidade e qualidade do vapor condensado. Um controlo adequado da química da água melhora a eficiência da caldeira e reduz os custos de manutenção e substituição de componentes [80].

4.3 Considerações Técnicas e Projetuais de uma Central Térmica a vapor

A Sala de Máquinas é o edifício técnico constituído pelas salas de comando, maquinaria como as turbinas a vapor, alternadores, pelos condensadores e equipamentos auxiliares. O betão armado tornou-se o seu material de construção em várias países, dado os progressos que este material sofreu [86].

A evolução tecnológica dos GGV, indissociavelmente ligada aos combustíveis fósseis, teve um desenvolvimento extraordinário ao longo dos anos, em que até se chegou a utilizar mais do que uma caldeira por turbina [31]. A indústria da eletricidade, a evolução tecnológica que a tem acompanhado e as instalações com dimensões apreciáveis permitiram um fator de desenvolvimento à escala mundial nunca antes alcançado. A aplicação de novas tecnologias no fabrico de equipamentos transformou as centrais térmicas nas maiores instalações de potência do mundo, alargando os limites de produção da energia eléctrica [34].

As tendências na década de 60, orientadoras do projeto de construção de centrais térmicas a vapor são o fruto da evolução tecnológica, que se deu especialmente no pós 2ª guerra mundial

[86] com o aumento do consumo de energia eléctrica [45]. Esta evolução incidiu no ciclo térmico (subida das pressões de vapor e temperaturas), no aumento da potência unitária e melhoria do rendimento [45], adaptação construtiva e funcional a estas novas exigências, maior disponibilidade, maior automatismo, etc. [86]. Refiram-se algumas dessas tendências de seguida.

4.3.1 Automatização e Sistemas de Controlo

Os sistemas de controlo que monitorizam e operam muitos dos subsistemas, otimizam o desempenho unitário e são importantes para manter a confiabilidade e eficiência do sistema. Até aos anos 90 a maioria das salas de controlo foram projetados com apenas uma coisa em mente, a de agrupar indicadores, registadores e estações dentro do alcance e da vista de um operador que opera a unidade. Numa sala de controlo mais moderna, os operadores são rodeados por visores e teclados, o que tornou a engenharia do fator humano uma parte muito importante do *design*, afetando o bem-estar físico dos operadores, bem como a sua capacidade para operar a unidade de forma eficaz [80].

A função dos sistemas de controlo passa na promoção de uma operação segura, económica e fiável dos equipamentos. Estes vão desde os mais simples equipamentos manuais para sistemas completos que controlam automaticamente a caldeira e todos os equipamentos associados. Embora seja teoricamente possível operar uma caldeira com controlo manual, o operador tem de manter uma vigilância constante a perturbações. É necessário tempo para a caldeira poder responder a uma correcção e isso pode levar a supercorrecção com uma perturbação ainda maior. Um controlo automático, por outro lado, uma vez devidamente sintonizado, fará o ajuste correcto rapidamente para minimizar perturbações e controlar o sistema de forma mais precisa e fiável [80].

Nas unidades «modernas» com grandes potências, substituiu-se o comando direto do operador pelo comando automático, permitindo uma automatização praticamente total das manobras, do registo dos valores e dos cálculos dos balanços térmicos a partir desses valores [87].

A título de exemplo, o controlo da caldeira faz-se através da regulação das condições de saída de caudal de vapor, pressão e temperatura, para os seus valores desejados. O nível de água do barrilete é uma das medidas mais importantes para uma operação segura e fiável. Se o nível for muito alto, a água pode fluir como gotículas para os sobreaquecedores e transportadas para a turbina que, em casos extremos, provocam a falha dos tubos de sobreaquecimento e danos nas turbinas. As consequências de um nível baixo de água são ainda mais graves, pois pode provocar uma redução na circulação de água na fornalha, causando o sobreaquecimento dos tubos e falhas. O controlo da água de alimentação regula o fluxo de água para a caldeira do tipo barrilete para manter o nível de água nesta dentro dos limites desejados. O sistema de controlo vai variar com o tipo e capacidade da caldeira, bem como com as características da carga [80].

4.3.2 Configuração Monobloco

A configuração monobloco é definida como «um elemento fundamental da central térmica moderna» [86] que naquela altura se tinha generalizado. Estas centrais em blocos de produção tornaram-se possíveis devido à construção de caldeiras de vapor modernas e de grande potência, que consequentemente resultaram, por um lado, da evolução dos tipos anteriores de caldeiras, mas, sobretudo, do estudo de novos tipos de caldeiras [31]. Cada bloco de produção de energia eléctrica é constituído por um conjunto caldeira-turbina-alternador independente, em que cada caldeira alimenta a respetiva turbina e todos os equipamentos e dispositivos auxiliares, tais como tubagens, bombas de alimentação, condensadores, transformadores, entre outros. Uma das vantagens está relacionada com a relativa facilidade de ampliação da central caso se pretenda aumentar a potência

instalada, bastando montar um ou mais novos blocos de produção ao lado dos anteriores, sem ter que modificar nenhum dos elementos anteriormente dispostos [31].

A reunião do equipamento de comando e controlo é centralizado numa sala comum central – sala de comando - fruto dos crescentes aumentos de potência unitária instalada e da utilização deste tipo de configuração [86]. A distribuição construtiva dos elementos constituintes de centrais térmicas pode ser bastante diversa. Todo o equipamento térmico se agrupa segundo uma sucessão lógica, desde o condensador à caldeira [31]. A maquinaria na sala de máquinas encontra-se em diferentes níveis de cota, os condensadores situam-se no nível de cota abaixo das turbinas, permitindo que o conjunto ocupe o menor espaço possível dentro da sala de máquinas. Como contrapartida, uma disposição deste tipo exige um cuidadoso estudo da instalação dos condensadores para evitar que estes bloqueiem o espaço destinado às tubagens de escape das turbinas, cabos dos alternadores, em particular, para não enfraquecer as fundações das turbinas [31].

As tendências evoluíram no sentido de facilitar a exploração da Central. Assim tem-se um dos pisos da caldeira à mesma cota que o da sala das máquinas, normalmente coincidente com a cota das salas de comando, bem como a eliminação de divisórias entre a sala de máquinas e a caldeira [86]. Existem ainda detalhes nas configurações das estruturas para simplificar o acesso aos operadores para trabalhos de manutenção e reparação. Assim, áreas de trabalho em redor da unidade devem ter iluminação adequada e temperaturas confortáveis; Devem ser fornecidas as folgas para manutenção e remoção de peças e acessos necessários para a inspeção interior da caldeira e plataformas adequadas para as portas de acesso, sopradores de fuligem, instrumentação, entre outros [31]. O material pesado como ventiladores e bombas é implantado à cota zero.

O número de grupos ou blocos de uma central é determinado essencialmente através da avaliação do padrão e duração de carga, disponibilidade, período previsto de manutenção, tipo de caldeira e custos totais. Podem-se considerar dois casos, após a determinação da potência de sistema necessária [80].

- a. menor número de unidades com maior potência
- b. maior número de unidades com menor potência

De um modo geral, economias de escala ditam a aquisição do número mínimo de unidades para satisfazer os requisitos gerais do sistema e de carga, ou seja, optar pelo caso (a). No caso (b) existe por norma um maior custo de investimento associado. Contudo, tal não significa que seja preferível optar sempre pelo caso (a). Isto porque se unidades com potências elevadas funcionarem a carga reduzida durante uma quantidade significativa de tempo, a eficiência térmica será menor e os custos mais elevados de combustível. Para além disso pode adiar custos de investimento ao longo do tempo, até que capacidade adicional seja requisitada. Aqui o ideal é dimensionar um maior número de unidades com menor potência [80].

4.3.3 Evolução dos Grupos Geradores de Vapor e suas Tipologias

A evolução da construção das caldeiras incidiu em aspetos construtivos, potência unitária, pressões e temperaturas do vapor, consumo específico de vapor, custo do kWh produzido, pessoal de exploração. O esforço dos construtores era ditado fundamentalmente pela limitação das despesas de exploração (combustível, pessoal e conservação) [83].

Nas caldeiras modernas, as paredes da fornalha e do passe de convecção são paredes aquitubulares, mas inicialmente estas eram construções de alvenaria sem arrefecimento.

Tendo em mente o aproveitamento máximo do calor fornecido pelo combustível, as caldeiras à medida que a tecnologia dos materiais avançava foram sendo construídas para maiores

pressões, caudais e temperaturas, sendo o calor aproveitado nos painéis vaporizadores, em vários andares de sobreaquecimento e reaquecimento, no economizador e nos aquecedores de ar [81].

Os projetistas de caldeiras precisam de avaliar a temperatura das paredes da fornalha, o fluxo de calor, a temperatura dos gases de combustão e a sua temperatura à saída da fornalha. Esses parâmetros são necessários para determinar os materiais e os seus limites, e dimensionar o tamanho das superfícies de transferência de calor. Os invólucros devem suportar os efeitos de temperaturas até 1927 °C, sendo necessárias provisões para a expansão térmica destes e de componentes anexadas. Conduatas, tubagens, silos de cinzas e linhas de queimadores devem ser projetados com juntas de dilatação para acomodar o movimento. Ainda as tubagens, conduatas, revestimento e suportes devem ser projetados com limitação de vibrações de equipamento rotativo, combustão irregular, ou a turbulência nos caudais de ar e gases, evitando falhas durante condições normais de funcionamento [80].

O aumento das pressões de vapor fez desenvolver câmaras de combustão totalmente estanques, evitando a entrada de ar parasitas que afetam a combustão [83]. A estanqueidade à passagem dos gases é obtido por meio de chapas soldadas de topo entre si e armadura. Os intervalos entre os tubos e a chapa de estanqueidade são cheios com cimento refractário, sendo as placas isolantes fixadas à sua face exterior e cobertas com uma chapa de protecção. Juntas de dilatação em V são previstas permitindo todos os movimentos relativos. As partes superiores horizontais formando o teto da fornalha são executados da mesma forma, prevendo-se juntas estanques nas passagens dos elementos do sobreaquecedor, tubulares e colectores [83].

As formas de construção que se apresentam em seguida foram influenciadas pela segunda guerra mundial, com a escassez de materiais em alguns países no pós guerra, destacando os Estados Unidos pelo seu pioneirismo, substituindo a construção tradicional da caldeira. Essas construções mais económicas traduziram-se nas instalações ao ar-livre [86]. O custo do edifício destinado a alojar a central constitui uma parte importante do custo total da instalação. O edifício onde se instala a central propriamente dita, constituída pela caldeira, turbo-grupos e alternadores pode ser construída em diferentes tipologias, cuja decisão está dependente essencialmente de um balanço entre fatores como o clima do local em que a central vai ser instalada, custos do edifício e vizinhanças. As tipologias podem ser fundamentalmente fechadas ou ao ar-livre.

As tipologias ao ar-livre ou aberta são construções revestidas em chapa de aço, bem adaptáveis a climas amenos e com custos de capital inferiores que na tipologia fechada, que deve considerar os custos posteriores de manutenção, que poderão ser consideravelmente maiores. Quando a tipologia é semi-exterior, a sala de máquinas permanece interior e as instalações da caldeira exterior. Uma central com esta tipologia apresenta a desvantagem de problemas relacionados com humidade, poeiras, chuva, variações de temperatura; por conseguinte durante o processo construtivo e exploração, existem maiores gastos com precauções especiais como isolamentos térmicos, estanquicidade, pinturas, etc. [86]. A economia realizada no caso de adoptar este sistema em detrimento da tipologia completamente fechada pode chegar a metade do preço/kW [83].

A tipologia fechada é caracterizada por uma construção maciça e com maiores custos de construção. Esta requer um menor esforço em termos de ruído, corrosão e protecção contra o pó. Tem ainda a vantagem de ser mais favorável em termos de condições de trabalho e ser mais aceite pelo público [80][88].

5. Fases de Ciclo de Vida de Centrais Térmicas

Este capítulo pretende ser um suporte na compreensão geral das Fases de Projeto e das Fases do Ciclo de Vida de uma central térmica. O seu entendimento irá contribuir para uma perceção aprofundada do valor histórico englobado não apenas na arquitetura e tecnologia incorporada da CTS, mas patente em todo o seu ciclo de vida.

Defina-se projeto de uma central térmica como a aplicação de ciências de engenharia, compreendendo *layout*, *design*, construção e comissionamento, com respetivos aparelhos incorporados. Na Tabela 8, apresenta-se as principais etapas das fases apresentadas, que serão aprofundadas ao longo deste capítulo.

Um novo centro térmico conforme o tipo de central seleccionada, necessita de um período de preparação e de construção na ordem dos 3 a 10 anos e um período de exploração de 25 anos (Tabela 9) [2].

Tabela 8 - Fases de vida e de projeto de uma central térmica [88][89]

Fases projeto ¹³	Fases do ciclo de vida	Agentes Envolvidos
Planeamento	Demanda do mercado/ Ideia de projeto	Políticos eleitos, Decisores do Estado, Consultores, Investidores, Projectistas.
	Planeamento/ Concepção	
Execução	Construção/ Desenvolvimento	Empreiteiros, Fabricantes de produtos para a construção, Fornecedores de equipamentos, Gestores de Resíduos da construção, gestores.
	Fabricação	
	Montagem	
	Comissionamento	
n/d	Exploração	Gestores, operadores, consumidores finais de Energia Elétrica, etc.
n/d	Desativação/Remoção	Políticos eleitos, Decisores do Estado, Consultores, Projectistas, Empreiteiros, Gestores de Resíduos da Construção.

Tabela 9 - Período de Construção e período de exploração de centrais térmicas e hidroelétricas [2]

Tipo de Centrais	Período de Construção ¹⁴	Período de Exploração
Térmicas de turbina a gás	3	18
Térmicas a Fuelóleo ou Carvão	6	25
Térmicas Nucleares	8	25
Hidroelétricas	7	75

Para além do período necessário para a preparação e construção, os locais para centrais convencionais têm de ser conhecidos e oficialmente aprovados aproximadamente seis anos antes do início da exploração do primeiro grupo [90].

¹³ Os métodos enumerados na fase de projeto são igualmente aplicáveis a centrais de processo que têm como principais linhas de negócio, entre eles, a indústria química, farmacéutica, refinarias, materiais de construção e mineração de carvão.

¹⁴ Inclui preparação das consultas, concursos, fabrico, preparação de trabalhos, montagem, construção e ensaios em serviço experimental.

Dependendo das dimensões do projeto, distinguem-se em pequenas, médias ou de grande-escala, influenciando custos de investimento, transporte de componentes, duração de projeto, estrutura organizacional, fornecedores, etc. [88]. Independentemente das dimensões, a maioria das centrais termoeletricas dispersas pelo mundo pertencem prestam os designados serviços públicos. São operadas por investidores em companhias elétricas, governos locais/estatais, ou sociedades financeiras [80]. O maior operador de centrais termoeletricas em Portugal é a EDP Produção. Anteriormente, a EDP Produção corporizada pela CPPE passou de entidade estatal para entidade privada, com a totalidade do parque térmico português. Com a liberalização do mercado elétrico, surgem outras companhias elétricas na PRO nomeadamente a Tejo Energia S.A. e a Termoeletrica do Ribatejo S.A.

Antes de se prosseguir com a caracterização das várias fases de projeto/vida, interessa definir os agentes de relevância envolvidos, como o proprietário, gestor de projeto, operador, construtor, fornecedores e subfornecedores. De maneira geral, o operador da central é a entidade que pretende adquirir e operar a central, podendo ser igualmente o proprietário. O construtor é a entidade responsável pelo planeamento, entrega, montagem, e comissionamento da central [88]. O principal objetivo do construtor é igual ao do operador, ou seja, que o lucro seja o mais alto possível. Isto significa que um lucro significativo para o construtor resulta em altos investimentos da parte do operador, criando conflitos de interesse [88].

O gestor de projeto vai gerir o projeto na fase de planeamento e/ou execução utilizando recursos internos ou mediante serviços de consultadoria de gabinetes de engenharia, de maneira a suportar a viabilidade do projeto e o desenvolvimento das diversas atividades [88]. O gestor de projeto é o responsável quer à prossecução de obras em curso, lançamento de novas obras (preparação de especificações técnicas, processos de concurso, adjudicações, planificação e controlo). Acompanhamento de estudos, projetos, coordenação da atividade dos empreiteiros, supervisão e fiscalização de obras nas diversas fases de fabrico, construção e montagem [47].

O contratante que pode ser o proprietário, o operador ou ambos, deve obter a aprovação oficial como requerente, nomeadamente da licença de construção e operação. Deve ainda fornecer documentação como o estudo de impacto ambiental (EIA), prognóstico de emissões, análise de ruídos, plano oficial do sítio, dados das condições do solo, etc.

5.1. Fases de projeto: Planeamento

Esta fase envolve uma série de atividades que vão desde o período da ideia do projeto até à negociação/assinatura do contrato de construção, com incidência particular na engenharia básica. A sequência de atividades apresentada na Fig. 12 servirá de guia no desenvolvimento desta subsecção.



Fig. 12 - Atividades no âmbito do planeamento de projeto

A ideia de projeto para a construção central de produção elétrica advém normalmente da necessidade de nova capacidade de produção e é identificada a partir da procura elétrica média a longo prazo [80].

A realização de um novo empreendimento requer um leque variado de estudos e projetos no sector de engenharia civil e engenharia eletromecânica, que vão desde estudos de viabilidade técnico-económica e ante-projecto, projectos organizados para efeitos de aprovação ou licenciamento pelas estâncias oficiais e projetos de execução [91].

A projecção de uma nova instalação térmica implica um estudo económico para a escolha das características, em que se avalia parâmetros internos, como investimentos, consumo de combustível, despesas com o pessoal de exploração, despesas de conservação, etc; E parâmetros externos, tais como a taxas de juros, duração de amortização das instalações, a sua utilização, o custo do combustível, etc. [45]. Este estudo não é um conjunto de «operações simples de aritmética, mas um problema que tem de admitir um profundo exame crítico de todos os seus dados» [45]. Alguns dos parâmetros internos são de fácil determinação e muitas das vezes são estimados através de dados estatísticos por comparação com instalações de características semelhantes, nacionais ou estrangeiras, como consumos específicos de equipamentos, despesas com conservação, despesas com o pessoal de condução, etc. [45]. Os parâmetros externos que permitem enquadrar as instalações dentro do contexto económico são de determinação mais sensível, com dificuldade em prever a sua evolução durante o período de vida normal das instalações. Por norma primeiros dez ou quinze anos de vida das instalações são os de incidência mais delicada em termos económicos. Além disso, a partir deste período, a utilização anual das instalações diminui rapidamente [45].

É ainda necessário assegurar o apoio da comunidade pública, licenças governamentais, informação precisa com considerações dos seus factores de engenharia, planos para futura expansão ou possíveis alterações, entre outros [80]. Desenvolver um plano e um calendário para implementação, identificar fontes internas e externas necessárias para o desenvolvimento e execução do projeto, desenvolver especificações para o equipamento e subsistema que serão adquiridos. Nesta fase deve-se ter em consideração a determinação de parâmetros básicos, análise de tecnologias, escolha da localização da central, avaliação de todos os possíveis condicionantes e aspectos económicos [88]. A determinação do combustível e tecnologia (turbina a vapor, turbina a gás, CC, etc.) a serem utilizados tem por base a avaliação da procura de eletricidade, dos tipos e dimensões de caldeiras adaptáveis ao sistema e possíveis alternativas ao mesmo tempo que se analisam custos, disponibilidade de combustíveis a longo prazo, abastecimento de água de reposição, novos tipos de equipamento disponíveis, impactos ambientais e, em muitos casos, opinião pública [80]. Exemplifique-se a questão da opinião pública, em particular na construção da Central do Pego em 1986 que envolveu acordos da EDP com os municípios envolvidos, no sentido de adotar medidas e princípios que minimizem os impactos negativos e potenciem os positivos [47], reforçando o «clima de aceitabilidade local da central na região» [47].

Estes estudos acabam por ter um papel estratégico porque permitem prever a rentabilidade de execução do projeto durante o seu tempo de vida, determinando os procedimentos a seguir [88] e podem vir a ser reutilizados em outros projetos, que como se verá, sucedeu com a CTS.

Mas a decisão de prosseguir com a execução do projeto irá depender dos resultados de estudos de viabilidade, que tanto podem prever baixa rentabilidade ou rentabilidade favorável. No caso da primeira previsão, o projeto pode não ter continuidade, com a consequente desistência do mesmo. Contudo, existe a possibilidade de se refazerem certas etapas e investigações *a posteriori*, de maneira que a rentabilidade possa vir a ser favorável. Se o resultado for favorável o projeto pode vir a ter continuidade, por decisão do gestor do projeto e os estudos de viabilidade acabam

por atuar como documentação básica fundamental durante a fase de pré-investimento e de adjudicação [88]. A Fig. 13 representa o resultado de um estudo de viabilidade com rentabilidade favorável, no qual existe lucro a partir do momento em que os custos totais igualam o volume de vendas, a partir do designado *Break Even Point*, que deve ser cruzado o mais cedo possível na duração do projeto, para os lucros serem os mais altos possíveis. A figura aponta ainda a duração relativa das fases de investigação/planeamento/concursos e de execução/aquisição, em relação à duração total do projeto.

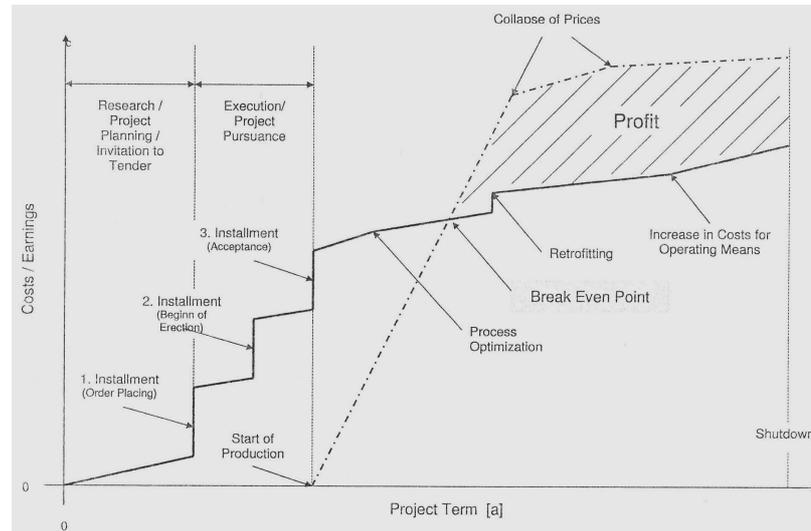


Fig. 13 - Avaliação de custos: Estudo de Viabilidade e perfil de fluxo de dinheiro [88]

A proposta é a resposta do fornecedor à consulta do operador e é uma pré-condição para as negociações. Os documentos relativos a uma proposta contêm regularmente normas exatas relativamente ao tipo e objetivos da cotação a ser submetida, com destaque para considerações gerais do projeto (e.g. descrição do funcionamento, procedimentos, produtos residuais, produtos químicos, agendamento de trabalhos e marcos contratuais, características técnicas de componentes, custos gerais e custos de manutenção, etc.).

Determinar o âmbito do trabalho é uma decisão crítica. O proponente deve especificar se a proposta é para o projeto completo (desde o fornecimento do material, edificação, montagem até ao comissionamento) ou se se foca simplesmente em subsistemas maiores como a caldeira, turbina, ou simplesmente se concentra em componentes individuais e auxiliares [80]. Se o âmbito do projeto for completo, este deve ter experiência, instrumentos e seguros de apoio financeiro bem como capacidade de suportar o risco financeiro associado a projetos de grande-escala [88].

Os custos do projeto vão desde os custos de aquisição de componentes, trabalhos de engenharia civil, horas de engenharia interna e contratada, transporte, montagem, comissionamento, seguros, taxas de licenciamento, taxas alfandegárias, provisões e outras despesas. Após a determinação dos custos de projeto, fixam-se as margens de lucro [88]. O concorrente define o preço da cotação, ou seja, o preço dos trabalhos apresentado ao contratante. Este preço tem o objetivo de diminuir as perspectivas de sucesso do concorrente receber a ordem de trabalho, essencialmente porque um preço de cotação elevado reduz as perspectivas de ganho do contrato [88], sendo particularmente aplicado na aquisição de um dos GGv da CTS.

Antes das negociações do contrato, procede-se à análise técnica e comercial das propostas recebidas com base em critérios de avaliação específicos, possibilitando determinar uma lista curta de propostas a ponderar. A avaliação de uma proposta inclui normalmente uma revisão do âmbito, facilidade de operação, custos de operação e conservação, serviços, *design* e características de

construção, equipamentos, agenda, experiências, termos comerciais e preço. A pré-qualificação da lista que limita o número de fornecedores envolve, uma prova de referências, experiência e liquidez [80].

Embora a melhor proposta seja normalmente competitiva, não é sempre a de menor preço. O contratante, no processo de selecção de uma determinada proposta, terá que fazer decisões conscientes no sentido de que um baixo preço de cotação pode ser perdido a longo prazo fruto de elevados custos de operação, conservação e indisponibilidade das instalações. Para além disso, pode motivar o construtor a trabalhar de uma maneira não desejável durante a execução do contrato, numa tentativa de evitar custos num projeto com pouca rentabilidade [88]. Considera-se então um balanço entre os custos de investimento iniciais e poupanças a longo prazo, dentro dos constrangimentos técnicos e económicos.

Após a selecção do construtor, com a adjudicação da ordem de trabalhos, segue-se à discussão de detalhes comerciais e questões técnicas, que depois de assentadas, termina com a renegociação do preço de compra, data conclusão e assinatura do contrato de venda (a ser assinado pelo construtor e pelo operador). O contrato de venda é o documento mais importante para a execução de um projeto, cujo conteúdo ambas as partes necessitam saber muito bem. Inclui todos os dados relevantes do projeto: limites técnicos, legais e comerciais.

5.2. Fases de Projeto: Execução

A fase de execução (Fig. 14) segue normalmente a fase de planeamento, ou seja, após a autorização oficial para a construção por parte das autoridades competentes. Esta fase engloba a construção da central até ao seu comissionamento e é a fase que implica maiores gastos de tempo e dinheiro. Engloba a engenharia detalhada, aquisição, montagem, comissionamento e entrega.



Fig. 14 - Atividades no âmbito da execução do projeto

A engenharia detalhada resulta em especificações para a aquisição dos diversos equipamentos. Este processo requer a selecção de fornecedores/subfornecedores à semelhança do que acontece na contratação do construtor da central. Nesta etapa revêm-se e atualizam-se documentos técnicos e comerciais de equipamentos & serviços em conformidade com o contrato final. Submete-se esses dados e documentos para pelo menos três fornecedores/subfornecedores com o intuito de receber ofertas e proceder à sua comparação técnica. Proceder-se à selecção dos concorrentes preferenciais e negociam-se as partes técnicas e comerciais. Por último procede-se à comparação comercial das propostas dos concorrentes preferenciais e efetua-se a decisão final do fornecedor a ser contratado [88].

Os fornecedores de equipamento devem concorrer competitivamente a uma especificação em particular [88]. Desenvolvem-se especificações após a avaliação e estabelecimento de questões relacionadas com viabilidade e possíveis alternativas, providenciando a determinação do *design* do sistema e seus equipamentos, bem como a sua disposição e configuração geral do sistema [88]. Estas vão desde requisitos funcionais, de desempenho e requisitos específicos do sítio, limitações

na disposição, agenda do projeto, incluindo entrega de equipamento, construção, comissionamento, restrições de acesso até aos termos e condições de contratos comerciais. Parte desta informação é essencial para configurar parâmetros do sistema, como a dimensão, capacidade, materiais a utilizar, etc. [80]. As especificações técnicas dos sistemas de geração de vapor devem ser precisas e completas, pois estes são sistemas complexos. Devem considerar múltiplas opções ou soluções alternativas e a solução final deve ser seleccionada com base numa avaliação do capital inicial disponível para investimento, em conjunto com diversas variáveis, incluindo benefícios a longo prazo em termos de custos de operação e manutenção, custos associados com falhas e indisponibilidade, capacidade de operar sob condições de funcionamento variadas ao longo do seu tempo de vida útil, etc. [80]. As especificações técnicas de um GV devem incluir a definição da capacidade de vaporização, temperatura, pressão, qualidade e temperatura da água de alimentação, tipo e características do combustível (incluindo propriedades das cinzas), eficiência do sistema, requisitos em termos de emissões de gases, de ruído, entre outros [80].

Após a adjudicação do contrato, a equipa de construção do projeto realiza uma sessão de planeamento detalhado. A base para esta sessão de planeamento é o âmbito do trabalho, como originalmente definido e estimado, e as condições existentes do sítio de construção.

Os projetos são definidas por uma série de atividades de trabalho organizados numa sequência lógica. Uma programação detalhada é então desenvolvida sequenciando todas as atividades de acordo com suas relações predecessor-sucessor. Essas relações são usadas para atribuir durações às diferentes atividades e alocar recursos para completar a atividade dentro do período de tempo desejado. As atividades passam pelos trabalhos de fundação, edificação de estruturas de aço (colunas, vigas, etc.), de gradeamentos, escadas, trilhos de acesso e rotas de fuga, canalizações, tubagens, montagem das partes elétricas e controlo, subsistemas, entre outros [88]. O processo de construção não é completamente independente do processo de aquisição. Certas atividades podem iniciar-se embora a expedição de determinadas componentes não ter sido feita [88].

A construção de instalações de produção vapor e de energia e todos os equipamentos associados é uma tarefa complexa e desafiante. Enquanto que alguns equipamentos são suficientemente pequenos para permitir a sua transferência completamente montados outros como por exemplo caldeiras industriais e sistemas ambientais são enviados para o local de trabalho em vários estágios de fabricação e submontagem. A caldeira industrial com o seu equipamento de transferência de calor e auxiliares associados podem pesar mais de 12.000 t, exigindo o equivalente a 500 carruagens para enviar o material para o local, ao longo de um período de vários meses [80]. A montagem de campo destas instalações requer métodos de edificação eficientes, bem projetados e bem organizados, dentro de um prazo razoável e com custo mínimo, sem sacrificar a qualidade e segurança [80].

Terminada a montagem, procede-se às vistorias, ou seja, visitas após a conclusão da montagem nas quais engenheiros irão procurar identificar defeitos existentes, como zonas de difícil acesso, falta de equipamentos, etc. Estas visitas resultam numa lista de defeitos que precisam ser posteriormente revistas pelo construtor. Outros defeitos surgirão durante o comissionamento. Aqui, novamente são compiladas listas de defeitos para a sua remoção [88].

Os últimos trabalhos passam por isolamentos finais, pinturas, limpezas, rotulagens, procedendo-se em última instância ao comissionamento a frio e a quente. O comissionamento a frio testa e otimiza as componentes através de aplicação de água e de ar, ao passo que o segundo fá-lo através de aplicação de meios reais (energia, combustível e fornecimento de calor), demonstrando todos os estados operacionais (inicialização, paragem, variações de carga). O teste de garantia e desempenho vai de 24 a 48 horas contínuas de funcionamento, que com o devido

parecer, dará início à recepção provisória, isto é, o operador assume a responsabilidade provisoriamente. Este período de experiência pode ir de quatro a oito semanas de operação contínua. A recepção final dá início ao período de garantia e é um dos marcos mais importantes na execução do projeto. Ele indica o fim oficial do período experimental e do projeto do ponto de vista do empreiteiro – fim oficial da fase de execução (exceto para o trabalho restante acordado relativamente a reparação de defeitos, bem como documentação final) [88].

5.3. Fases do Ciclo de Vida

O objetivo fundamental da exploração de centrais térmicas é efetuar a entrega da energia elétrica à Rede Nacional de Transporte, nas melhores condições técnico-económicas, com a máxima fiabilidade, disponibilidade e diminuição de impactos ambientais [29]. A exploração da central tem de velar pela condução¹⁵ normal das unidades [45]. O bom funcionamento dos grupos de centrais térmicas requerem vigilância permanente das condições de funcionamento das caldeiras e instalações auxiliares, tanto no seu regime térmico, como estado mecânico (vibrações, dilatações, excentricidade do veio, empeno dos cilindros, etc.) [45].

A eficiência da central, o consumo de combustível e os custos de capital estão inter-relacionados. Uma maior eficiência térmica da caldeira reduz os custos anuais de combustível, sendo estas poupanças parcialmente equilibradas pelos custos de capital associados em equipamento mais eficiente. Consequentemente, a determinação da eficiência térmica da central requer considerações cuidadas entre os custos de capital e os custos de operação. Por outro lado, baixas eficiências significam mais combustível necessário por unidade de eletricidade gerada, que por sua vez leva a um aumento da poluição atmosférica e de impactos ambientais provenientes do processamento e transporte do combustível [80].

Os custos primários da energia eléctrica são o somatório dos custos relativos a bens de produção (caldeira, turbina, edifícios e materiais diversos), dos encargos financeiros (taxas de juros, fontes de fundos e considerações fiscais) e custos de combustível, operação e conservação. Os bens de produção devem ser os de melhor qualidade, garantindo «a maior disponibilidade às instalações», com problemas estreitamente ligados a considerações técnicas e económicas. Isto porque «uma paragem que tenha por origem uma economia obtida sobre a qualidade dos materiais, custa por vezes muito mais dinheiro que a economia que se visou obter» [45]. Os encargos financeiros devem ser reduzidos o máximo possível. Isso implica que «quando se constrói, tem que se construir barato – mas eficiente e sólido» [45]. A exploração deve tirar o máximo partido das instalações, ou seja, explorar os equipamentos ao «máximo das suas possibilidades», consumindo o capital de vida das máquinas. Relativamente ao combustível, os custos associados a esta parcela devem ser tidas em particular atenção na exploração de centrais térmicas, visto ser é um dos elementos de custos maiores. Assim, as condições ótimas da sua queima devem ser conseguidas, reduzindo perdas por não queimados, por irradiação, etc, melhorando dessa maneira o rendimento do sistema [45]. Os custos de operação e conservação devem ser estimados com base em centrais com equipamento, características dos combustíveis e de funcionamento semelhantes. Outros custos de operação incluem utilização de reagentes para sistemas de controlo de emissões, sistema de tratamento de águas residuais, custos de eliminação de resíduos sólidos, vácuo insuficiente nas máquinas, perdas do ciclo de vapor, falta de estanqueidade nos circuitos de purgas entre outros. [45]. Os custos de conservação incluem reposição de componentes, e custos de serviços (limpeza,

¹⁵ A condução define-se como «acção de vigilância dos equipamentos da Central, garantindo as melhores condições de rendimento e Segurança do seu funcionamento» [92].

segurança, etc.). Ainda, os custos de operação e conservação são fortemente afectados por requisitos relativos a pessoal, devendo-se considerar a disponibilidade de mão de obra qualificada, bem como o custo de reter o pessoal qualificado durante a vida da central [80]. Os custos anuais de operação da caldeira podem aproximar-se do investimento inicial da unidade. Por conseguinte, custos de combustível e potência auxiliar devem ser quantitativamente avaliados.

Uma boa operação inicia-se antes da instalação de equipamento ter sido concluída, incluindo formação dos trabalhadores e a preparação de todo o equipamento. A formação deve ser, portanto, uma parte integral e contínua do funcionamento e deve incluir a gestão, salas de controlo de operações, químicos e técnicos de laboratório. Todos os operadores devem ser formados para compreender e preencher a responsabilidade assumida para um desempenho bem sucedido do equipamento e para segurança dos funcionários envolvidos [80]. Para estar preparado para todas as situações que possam surgir, o operador deve ter uma compreensão de todas as componentes: o seu *design*, finalidade, limitações e relações com outras componentes. Isto inclui inspeccionar exaustivamente o equipamento e estudar os desenhos e instruções. O momento ideal para se tornar familiar com o novo equipamento é durante a fase pré-operacional quando este está a ser instalado [80].

A condução das máquinas e caldeiras inclui arranques e paragens, que são os momentos críticos da exploração. A paragem da caldeira é menos complicado que o arranque [45]. Os arranques podem ser a quente ou a frio, ao quais correspondem programas tipo, que tem o objetivo primordial de evitar deformações perigosas e fadigas excessivas no material. Tendo em conta o aumento das potências e por conseguinte das dimensões destes sistemas decorre naturalmente a limitação no gradiente de certas variações de regime. A introdução da regulação automática nestes sistemas permitiu a melhoria e o o aumenta da rapidez destas operações, que no passado conduziam a períodos de arranque bastante demorados [45].

Podem ocorrer dois tipos de paragem: controlada ou de emergência. Na primeira, a taxa de queima é gradualmente reduzida, e assim que o equipamento de combustão tiver na sua capacidade mínima, o combustível é cortado e a caldeira é purgada com ar fresco. Numa paragem de emergência, o combustível é cortado imediatamente e a caldeira é purgada com os gases de combustão [80].

No início de funcionamento, existe um período relativamente curto em que os operadores e as equipas de manutenção aprendem a funcionar com o novo sistema e resolver problemas menores. Este período pode ser marcado por altas taxas de interrupções forçadas, mas esta situação rapidamente diminui à medida que os procedimentos operacionais são refinados [80]. À medida que a central amadurece, o pessoal adapta-se ao novo sistema e quaisquer limitações são ultrapassadas ou melhor compreendidas. Durante esta fase, as interrupções forçadas permanecem baixas, a disponibilidade é alta e os custos de manutenção mínimos. A central é operada perto da sua capacidade máxima com alta índices de disponibilidade [80].

Com o passar do tempo, um número das componentes de pressão da caldeira atingem o ponto esperado para a substituição devido à erosão, corrosão, deformação e fadiga, aumentam as falhas de componentes, reduzindo a disponibilidade. Falhas em componentes como linhas de vapor e barriletes podem provocar interrupções prolongadas, reduzindo a disponibilidade da central. Investimentos significativos são normalmente requeridos para substituir essas componentes [80]. A operação e manutenção da caldeira são críticos para assegurar uma longa vida e serviço fiável. No início menos manutenção é necessária para manter alta disponibilidade. No entanto, à medida que a unidade amadurece e as componentes desgastam-se a substituição de componentes torna-se rotineira [80].

Hoje, a necessidade de alta disponibilidade é de primordial importância para o sustento financeiro de um produtor de energia. Isso significa que o sistema deve estar disponível para a produção de energia a plena capacidade durante períodos de pico críticos, como é o caso de dias quentes de verão ou de inverno (para alimentação de sistemas de arrefecimento e aquecimento, respectivamente). Mas altos valores de disponibilidade, requerem maior manutenção e despesas de capital. Note-se que as unidades estão em funcionamento de forma contínua por mais de um ano. Em alguns casos, as unidades funcionam até quatro anos sem serem desligadas [80]. A continuidade de serviço em termos de segurança pode ser afetada por situações de fogo dos equipamentos de queima, perda de estanquicidade progressiva das válvulas, encravamento dos órgãos de segurança, corrosão dos materiais, etc, que podem obrigar a interrupções imprevistas das instalações. A solução passa por se manter uma rotina de verificação do estado do material, leitura de medidas de temperaturas, pressões, caudais, dilatações, isolamentos, vigilância periódica das condições de funcionamento das aparelhagens de segurança, etc. [45].

Para a maior parte das caldeiras que operam os seus combustíveis projetuais, as maiores componentes de pressão são economicamente desenhadas para mais de duas décadas de funcionamento antes da «substituição económica». Contudo, muitas vezes em certo momento na vida central as exigências do sistema, os combustíveis e custos estruturais alteram-se, de maneira que as unidades funcionam em condições não previstas no seu projeto [88]. Várias centrais térmicas portuguesas que se incluíram neste estudo passaram por reconversões tecnológicas ou estudou-se essa hipótese. Em Setúbal surgiu um projeto de queima mista fuelóleo/Orimulsion [54]. Dois GGV da central do Carregado foram reconvertidos para queima dual fuelóleo/gás natural [93]. A central da Tapada do Outeiro passou à queima exclusiva de fuelóleo (1997) devido ao esgotamento da reserva de carvão nacional [94].

No que respeita à desclassificação de centros eletroprodutores termoelétricos existentes, quando os proprietários são entidades privadas, a desativação efetiva depende da iniciativa dessas entidades e das orientações da tutela. A desclassificação de qualquer das centrais estará sujeita a avaliação técnica que no momento adequado será efetuado, seguindo as indicações da DGEG [78].

O fim de vida da Central passa pela sua desativação que engloba o descomissionamento, desmantelamento, a demolição e a requalificação ambiental [61]. A primeira central térmica a ser integralmente desativada em Portugal foi a Central do Barreiro a fuelóleo [69]. No descomissionamento procedeu-se a trabalhos preparatórios como a montagem de estaleiros, remoção de fuelóleo e de outros resíduos oleosos (e.g. presentes nos transformadores), químicos, desconexão das redes elétricas, limpeza dos edifícios, desmantelamento de estruturas metálicas, demolição de edifícios e requalificação ambiental [69].

6. Central Termoelétrica de Setúbal

A central termoelétrica de Setúbal, situa-se nas Praias do Sado, Freguesia do Sado e Concelho de Setúbal. Pertence à zona industrial da Península da Mitrena, a cerca de 4 km a nascente da cidade de Setúbal [60], e cujo único proprietário é a EDP – Gestão da Produção da Energia, S.A. Esta zona é constituída de património industrial «vivo» e com várias fábricas em estado de abandono, um sinal de recessão económica [3]. Foi a última grande central construída para queimar fuelóleo, e em 1979 destacou-se por ter sido o centro produtor com maior potência instalada da rede eléctrica nacional [95]. Durante os anos que laborou, a Central utilizou o fuelóleo residual como combustível primário. A potência instalada de 1000 MW está repartida por quatro GGV de 250 MW. Cada grupo debitava sobre a rede eléctrica nacional de transporte (400 kV), por meio de um transformador alternador ligado à subestação de Palmela.

A partir da de 1995, com a entrada em funcionamento dos CAE, a CTS sob a direcção de Produção Térmica da CPPE, tinha o principal objetivo satisfazer técnica e economicamente o CAE estabelecido com a REN [92]. Em Dezembro de 2012, terminou o CAE desta Central [61], e em 2013 iniciou-se o descomissionamento dos grupos.

O ex-centro produtor de Setúbal compreende no conjunto dos seus bens patrimoniais os terrenos e edifícios, locais secundários e anexos e tudo o que está directa ou indirectamente ligado à produção de energia. Os setor dos Edifícios é composto pelo edifício dos serviços técnico-administrativos (gabinets, salas de formação, oficinas e armazéns), edifícios dos serviços sociais (cantina, centro recreativo e posto médico), edifício da portaria, os locais secundários pelos postos exteriores, edifícios de tratamento de águas; Os elementos directamente ligados à produção e transporte de energia eléctrica são os Grupos Geradores de Vapor (GGV), a Sala de Máquinas, os DE, as chaminés, parque de combustível, o parque de alta tensão, o canal de adução e restituição e o terminal ferroviário de fuelóleo [96]. A acessibilidade das componentes referidas é efetuada por meio de arruamentos e passeios. A Central está dotada das necessárias redes de esgoto, abastecimento de água e de iluminação. A Fig. 15 demonstra a relação e a disposição dos elementos da central directamente relacionados com a produção de energia eléctrica.

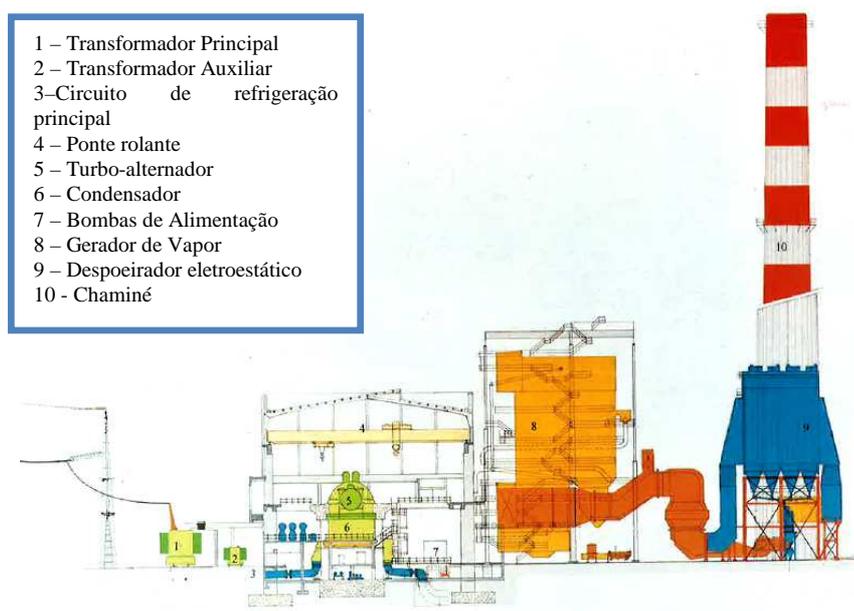


Fig. 15 - Corte longitudinal da Central de Setúbal (após 1993) [85]

6.1 Equipamentos, Sistemas e Subsistemas e características projetuais

Em 1964 o Eng.º José Luciano no seu artigo «Filosofia do Projeto e Métodos de Construção de Centrais Térmicas Convencionais – sua Evolução e Tendências Modernas» descreve a disposição dos turbo-grupos na Sala de Máquinas com a nova configuração monobloco e que, pela análise da data de entrada em funcionamento da Central do Carregado em 1968 e de Setúbal em 1979 se deduz que as respetivas configurações se basearam neste estudo. Este artigo faz referência às tendências francesas, que conseqüentemente influenciaram a construção das centrais portuguesas da época. O autor apresenta dois exemplos particulares de monoblocos que se utilizaram na Central do Carregado e na Central de Setúbal, o de potência unitária de 125 MW¹⁶ e de 250 MW respetivamente (ver Fig. 16). O artigo refere que as tendências nas centrais de monoblocos de 125 MW é dispor os turbo-grupos transversalmente na sala de máquinas, ao passo que os de 250 MW são dispostos longitudinalmente [97]. O escalão de 250 MW foi usado como termo de referência para os estudos de simulação do sistema eletroprodutor e no dimensionamento da CTS. A fixação de potência unitária em 250 MW decorreu de uma previsão das necessidades energéticas para a época [98]. A projecção baseou-se na ótica de minimização de encargos fixos e variáveis ao longo da vida útil da Central, tendo em conta a sua missão de cobertura na rede eléctrica [98]. Obteve-se deste escalão «um efeito de escala extremamente desejável que se traduz não só um investimento específico baixo, como também por um bom coeficiente “agentes/kW instalado”» [98].

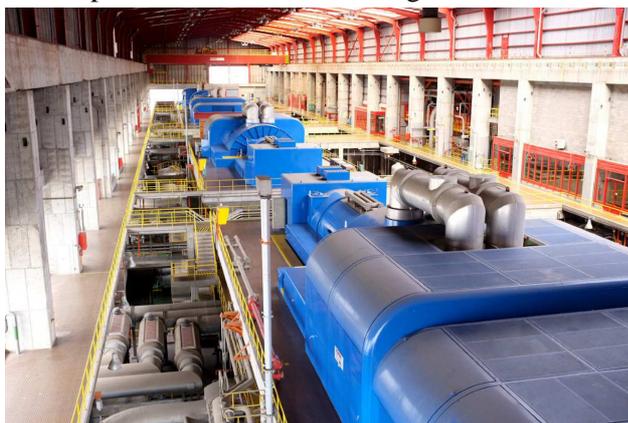


Fig. 16 - Disposição Longitudinal dos quatro turbo-grupos na Sala de Máquinas da Central Termoelétrica de Setúbal (cortesia de Júlio Matos)

A disposição longitudinal implica um maior comprimento da Sala de Máquinas que a disposição transversal, no entanto a adoção desta configuração para os monoblocos de 250 MW é justificada sobretudo por não ser económico aumentar a largura da Sala de Máquinas e pelo comprimento do grupo corresponder aproximadamente à largura necessária para a construção da caldeira, com o inconveniente de no caso de haver muitos grupos, a central se tornar demasiado comprida, dificultando a exploração [86].

As salas de comando da CTS ilustradas na Fig. 17, são projetadas de acordo com o que o Eng.º José Luciano refere no seu artigo já citado, ainda antes do ante-projeto da Central de Setúbal, afirmando que «em muitos casos, esta sala é comum a dois ou mais monoblocos. Nas modernas centrais da Électricité de France (EDF), por exemplo, foi adotada uma sala de comando única para dois monoblocos, situando-se no centro de gravidade do conjunto».

¹⁶ Potência unitária de cada monobloco dos seis da Central do Carregado.

Efetivamente na Central de Setúbal foi adotado esta configuração, ou seja, duas salas de comando para os quatro monoblocos, estando estas situados no «centro de gravidade do conjunto». Pode-se dizer que as primeiras grandes centrais termoelétricas portuguesas foram construídas à luz de uma companhia com grande experiência – a EDF.



Fig. 17 - Operadores da condução na sala de comando da Central Termoelétrica de Setúbal.

A caldeira, com uma altura aproximada de 40 m [29], é de tipo convencional de circulação natural com barrilete e encontra-se suspensa para permitir grandes dilatações. A tipologia da caldeira é exterior (Fig. 18) em suspensão de uma estrutura metálica suportada em pilares de betão [98], mas no seu conjunto, o GGV é semi-exterior porque a sala de máquinas é interior. A tipologia semi-exterior foi tendência geral na Europa, por motivos essencialmente económicos [86]. Em oposição, a de Sines tem uma tipologia interior e fechada, fazendo recurso à cor como elemento de harmonização com a natureza (Fig. 19) [34]. Estas diferenças projetuais resultam sobretudo das diferentes localizações das centrais – costa ocêânica em Sines (uma costa mais exposta, com condições metereológicas desfavoráveis que promovem mais a corrosão) que o estuário do Sado em Setúbal [98].



Fig. 18 - Vista lateral das caldeiras de tipologia exterior ou "outdoor" da Central Termoelétrica de Setúbal. Setembro 2014



Fig. 19 - Vista frontal dos GGV de tipologia interior da Central Termoelétrica de Sines

A estrutura resistente da Sala de Máquinas foi construída em betão armado, com as paredes laterais recobertas por uma massa de material isolante de natureza que em 1998 se definia como

difícil de determinar, cujas hipóteses variavam entre fibras de amianto ou fibras minerais artificiais (fibra de vidro, lã de vidro ou lã de escória). O risco depende da natureza do material, mas as fibras de amianto são cancerígenas [99]. As conclusões do INETI apontavam para o uso de fibras minerais artificiais [99]. Mas em 2003 foram analisadas novamente alguns locais da Sala de Máquinas e conclui-se que existem fibras de amianto, mas em concentrações muito abaixo dos valores estipulados pela Diretiva Europeia e pela legislação Portuguesa em vigor (D. Lei nº 389/93), não apresentando risco para os trabalhadores [100].

A cota +11,00 corresponde ao nível de serviço do turbo-grupo [101]. As turbinas a vapor fornecidas pela Mague/ABB são formadas cada uma por três corpos: alta, média e baixa pressão. O eixo do veio é horizontal ao qual se conecta o alternador, do mesmo fornecedor. A tensão média de saída é de 18 kV, sendo a energia produzida enviada para o parque de alta tensão. A velocidade de rotação é de 3000 rpm em correspondência com a frequência de 50 Hz [98]. A refrigeração do rotor e do estator do alternador é conseguida por intermédio de hidrogénio e água desmineralizada, respetivamente [102]. A lavagem da máquina realiza-se por gás carbónico [98].

O parque de armazenamento de combustível é constituído por quatro grandes reservatórios de 50 000 m³ de fuelóleo residual cada e por um reservatório mais pequeno de 10 000 m³ [85], totalizando a ocupação de uma área bruta de 12.262 m² [103]. O reservatório de 10 000 m³ foi destinado a uma previsão de utilização inferior a 5% de fuelóleo de baixo teor de enxofre [104], como estratégia de utilização em condições atmosféricas desfavoráveis «à difusão das emissões de anidrido sulfuroso.» [48], uma vez que o fuelóleo de baixo teor de enxofre é mais caro que o fuelóleo residual, afetando os preços da energia elétrica [104].

Esta reserva permitiu o funcionamento da central a plena carga durante aproximadamente 40 dias [85] e justificou-se devido à distância «relativamente afastada de centros de abastecimento do combustível», um critério que já tinha sido adotado na Central do Carregado [98]. O consumo de combustível por grupo a plena carga é de 56 toneladas por hora (em comparação com as 28 ton/h/grupo da Central do Carregado [85]), o que em laboração permanente dos 4 grupos pode atingir um consumo diário de 5400 toneladas de fuelóleo [85].

Os reservatórios estão contidos em bacias de retenção (Fig. 20), cuja construção estava prevista nos regulamentos vigentes da época, de maneira a que no caso de rotura de uma conduta ou de um reservatório as bacias fizessem de prevenção, impedindo um derrame descontrolado de fuelóleo [98], tendo sido dimensionados para que o conteúdo do tanque não exceda a altura do dique construído [31].



Fig. 20 - Parque de combustível (bacias de retenção, oleoduto e reservatórios) e Terminal Ferroviário no interior da Central Termoelétrica de Setúbal a Novembro de 2014.

O parque de armazenamento está dotado de equipamentos de bombagem e trasfega, circuitos de adução do combustível a partir das fontes de abastecimento e os de ligação ao anel de

alimentação dos diversos geradores de vapor. Todos estes circuitos eram devidamente traçados com vapor, bem como os próprios reservatórios de combustível [102].

O abastecimento de fuelóleo à Central fez-se sobretudo a partir da descarga de petroleiros (até 30 000 t) no cais das pirites alentejanas, existente perto da Central [85]. O transporte para os reservatórios efetuava-se através do oleoduto com bombagem, de comprimento aproximado de 800 m, que ligava o cais ao parque de combustível [48]. Em alternativa, o abastecimento provinha da refinaria de Sines, por via ferroviária e de até três comboios por dia com cerca de 1 200 toneladas cada, que terminava no terminal ferroviário no interior do complexo (Fig. 20) [48]. A CTS estava preparada para receber o combustível por meio de camiões-cisterna, vagões e petroleiros, embora fosse sobretudo realizada por meio de petroleiros, que segundo um ex-trabalhador «um petroleiro enchia logo um ou dois tanques», de maneira que o terminal ferroviário era raramente utilizado, como corrobora o relatório de análise à Central de 1991, «não estando a ser utilizado o terminal ferroviário existente no interior da Central» [48].

Para a via marítima, os estudos realizados tiveram que considerar a entrada de petroleiros no Porto de Setúbal de maneira a determinar os custos de capital envolvidos. Isto porque, segundo o anteprojecto de 1972, a Direcção do Porto de Setúbal assegurava a manutenção de fundos de 9 metros, mediante dragagens periódicas, contudo, se os navios excedessem a 20 000 t de carga (petroleiros poderiam ir até 25 000 t) a Companhia teria que assegurar o dragado do cais e a acostagem [98]. Previu-se um cais acostável e um canal dragado para acesso de navios até 20 000 t de carga. Ao custo dos reservatórios e tubagens há a acrescentar as instalações de descarga de combustível, o oleoduto de ligação ao parque dos reservatórios e equipamento de trasfega.

Na preparação dos combustíveis, o fuelóleo era filtrado e aquecido através de um circuito de vapor auxiliar, ao qual se seguia a fase de queima onde sofre atomização, por vapor, nos grupos I e II, ou por ar, nos grupos III e IV [29].

A mudança do tipo de combustível utilizado na Central em 1989, por um mais barato e com «características físico-químicas piores» que as do anterior, trouxe consequências ao funcionamento da instalação [102], tendo implicações a nível das vizinhanças da Central, como se verá mais adiante.

A selecção de um ciclo de baixo rendimento para a CTS, teria alterado a conceção das atuais duas chaminés de 200 e 210 metros, que visaram uma boa dispersão dos gases de combustão [85]. São partilhadas por cada duas caldeiras, implantada a meia distância dos seus eixos longitudinais. A opção de um ciclo de baixo rendimento teria levado à adoção de uma chaminé metálica por caldeira, montada na sua própria estrutura de suporte [98]. A adoção do ciclo termodinâmico de alto rendimento [102], determinou a sua construção na totalidade da sua altura em tijolo refratário (ver Fig. 21 (b)), suportadas por fundações térreas.

As chaminés destacam-se devido à sua altura, tornando-as nas componentes mais emblemáticas da Central e da região, sendo visíveis de variados locais, entre eles a Península de Tróia, o Parque Natural da Serra da Arrábida e o Castelo de Palmela (Fig. 21 (a)).

A instalação dos DE insere-se no cumprimento de políticas ambientais da EDP no sentido da preservação do ambiente e tendo em conta o estabelecimento da Directiva Comunitária 88/609/CEE, que impõe limites nas emissões de partículas para a atmosfera [54]. Em 1991 procedia-se então à conclusão de estudos e projectos para a instalação destes sistemas, não só na Central de Setúbal, mas também no Carregado, com vista a diminuição das emissões de poeiras pelas chaminés [54]. Elaboraram-se especificações técnicas e os cadernos de encargos para a instalação desses sistemas, bem como o sistemas de remoção de cinzas [48]. Ainda nesse ano se procediria ao lançamento do concurso para a sua instalação (despoeiradores e sistemas de remoção de cinzas), ficando concluídas em 1994 na Central de Setúbal (ver Fig. 22) [54].



Fig. 21 - (a) Vista das chaminés da Central de Setúbal a partir do Forte de S. Filipe na Arrábida. Outubro 2014 (b) Parte de uma chaminé da Central de Setúbal.

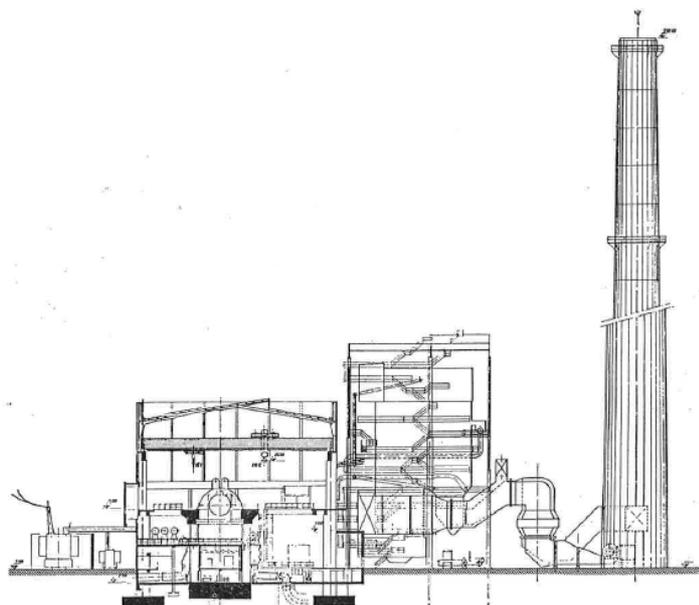


Fig. 22 - Implantação Geral da Central de Setúbal antes da instalação dos despoiradores eletrostáticos (antes de 1993) [105]

Saliente-se que a par do projeto dos DE iniciou-se um estudo sobre a eliminação dos resíduos sólidos da central, contabilizando áreas de possível reutilização e deposição em aterro controlado. As alternativas para o aterro passavam por Setúbal ou Sines [54]. A impossibilidade de utilização das cinzas da queima do fuelóleo na indústria cimenteira e betoneira, como acontece com as do carvão, requeriu a projecção de alternativas para a valorização/reutilização das cinzas da Central de Setúbal e do Carregado [58]. Nesse sentido, surge o projeto de queima das cinzas de fuelóleo numa caldeira da Central de Sines, cuja primeira fase de ensaio de queima ficou concluída em 1996. Na impossibilidade da sua queima preveu-se o seu depósito num Aterro Controlado de Cinzas de Fuel na Central de Sines [93]. No ano seguinte procedeu-se à ampliação do parque de cinzas de fuelóleo na Central de Sines para a sua deposição e outros resíduos industriais [94]. Mais tarde seria adotado outra solução, que passava pela inertização numa instalação em Espanha licenciada para o efeito, com a posterior utilização na recuperação paisagística de zonas mineiras próximas [77].

A água destinada a fins industriais e domésticos é captada da toalha freática. A instalação de tratamento de água abastecia o primeiro enchimento ou adição da caldeira com água desmineralizada. Para satisfazer as características de pureza do vapor esta instalação incluiu no seu

conjunto uma bacia de decantação, filtros, cadeias de desmineralização por permuta iónica, posto de armazenamento de reagentes e tanques de reserva de água tratada [98].

A Instalação de Tratamento de Efluentes Líquidos (ITEL) tem a função de minimizar o impacto da central sobre o estuário do Sado através do tratamento de efluentes líquidos com um determinado grau de impureza e origem diversa. Esta é constituída por três linhas de tratamento: ITEL-olesosos, -químicos e -domésticos/ETAR. Os efluentes líquidos da Central são encaminhados para as respetivas instalação de acordo com a origem. O efluente tratado é lançado novamente nas águas do estuário [29].

O circuito de refrigeração é constituído pela tomada de água no canal de adução, pelo condensador e pelo canal de restituição. A refrigeração do condensador fez-se por circulação da água salgada do estuário do rio Sado em ciclo aberto [102]. Este foi projetado tendo em conta a refrigeração com água poluída do estuário [98].

O Parque de Alta Tensão dentro da Central subdivide-se em dois parques com diferentes características e funções. O parque de 400 kV está equipado com quatro transformadores principais ligados por linhas aéreas à subestação de Palmela. Estes tinham a função de elevar a tensão de 18 kV proveniente dos alternadores, lançando a energia eléctrica produzida na rede de transporte. Com a desativação dos GGV, este parque perdeu a sua utilidade. Está prevista a sua remoção numa primeira fase do plano de desativação da Central [106]. O seu destaque para esta fase deve-se ao facto de os óleos que os constituem serem considerados resíduos, existindo então um limite temporal legislativo para a sua remoção. O parque de 60 kV encontra-se ligado à subestação de Setúbal. Na exploração da central destinava-se a abastecer a central com energia para serviços auxiliares gerais. Atualmente é a única fonte de energia para os consumos imprescindíveis à desativação da central e ao abastecimento de serviços básicos de eletricidade e segurança.

A Central estava dotada de um vasto conjunto de equipamentos de transmissão [98], entre os quais destaca-se:

- Rede telefónica automática interna, interligada com a rede telefónica nacional;
- Rede de condução, operada pelo pessoal de bloco e destinada a facilitar as manobras de exploração dos grupos, particularmente no arranque, ou em situações anormais, privativa de cada bloco de condução;
- Rede de altifalantes dispersos por toda a central, acessível a partir dos locais de comando funcional ou de vigilância permanente, para procura de pessoas e transmissão de ordens de interesse geral.

Um sistema de protecção contra incêndios foi projetado com particular atenção a locais ou instalações sujeitas a riscos de incêndio, ou vitais para o funcionamento e segurança da central, como a fachada dos queimadores, posto de preparação do combustível, depósitos do combustível, etc. Existe ainda uma rede de incêndio, constituída por bocas de incêndio dispostas em locais estratégicos da central, sistema de produção e distribuição de espuma, por extintores distribuídos pela central, detetores de incêndio, etc.

Observe-se a Fig. 23 que apresenta a disposição geral dos elementos apresentados, constituintes da Central de Setúbal.

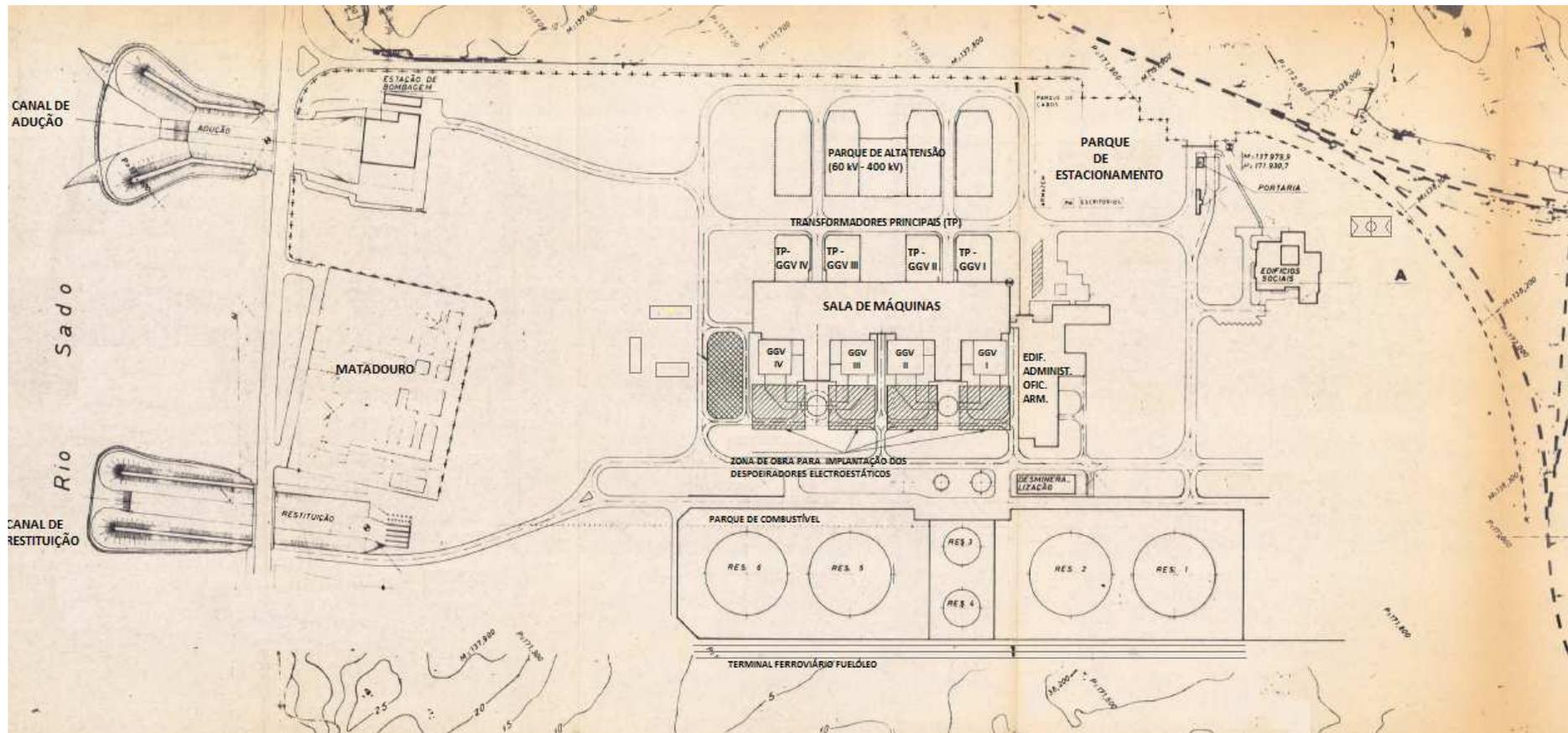


Fig. 23 - Implantação da Central Termoelétrica de Setúbal em 1991, com as obras dos precipitadores electrostáticos a decorrerem

6.2 Fases do Ciclo de Vida

Aqui, adaptam-se as fases do ciclo de vida descritas anteriormente à Central Termoelétrica de Setúbal, uma central de grande escala, que exigiu tempo e esforço consideráveis nas várias fases do seu ciclo de vida.

6.2.1 Fase Planeamento

Nos anos 50 observa-se a intensificação da hidroelétrica nacional no Norte do País. Com o objetivo de reduzir as perdas de transporte de energia proveniente do Norte, a insuficiência da produção hidroelétrica e a concentração populacional no litoral e nas zonas industriais de Lisboa e Porto iniciou-se a construção de centrais térmicas a Sul do País [29].

O crescimento estimado para o consumo de energia eléctrica a partir de 1976 obrigou a conceber a expansão do sistema eletroprodutor com base na instalação de centrais térmicas, passando a inclusão das centrais hidroeléctricas a ser primordialmente dirigida para a garantia de potência, com vista ao adequado preenchimento da zona das pontas, ou semi-pontas dos diagramas de cargas [98]. A Central do Carregado com a instalação do seu sexto grupo completada no final de 1975 continuaria a satisfazer os pedidos de consumo previstos para o ano seguinte, ainda que, de acordo com os estudos de planeamento de novos centros produtores acusasse um défice de produtividade¹⁷. Isso levou a CPE a estudar um sítio a Sul do Tejo, capaz de comportar um mínimo de quatro grupos de 250 MW a fuelóleo que integrariam a nova central convencional [98]. A central Setúbal veio a ser projetada para servir de apoio ao sistema eletroprodutor em anos secos e em períodos de seca, bem como para funcionar nas horas cheias do diagrama de cargas da rede [98].

Os diversos estudos e ante-projetos da Central de Setúbal foram elaborados na altura pela CPE, que em certas circunstâncias recorreu a consultores e organizações especializadas, preferencialmente nacionais, e em casos excecionais a consultores estrangeiros [91]. Na altura a CPE elaborava, por norma, as especificações e cadernos de encargos, realizava as consultas, procedia à avaliação de propostas e adjudicações [91]. Os desenhos relativos a projetos de engenharia civil (desenhos de arranjo geral e desenhos guia) seriam na sua maioria elaborados por desenhadores da CPE, assim como os projetos de eletricidade e mecânica [91]. Desenhos detalhados para execução (os de fundações, betão armado, etc.), os cálculos, tanto podiam ser realizados pelo Serviços de Estudos e de Gabinete de Desenho da CPE ou, se não houvesse disponibilidade, encomendava-se a Gabinetes de consultadoria nacionais [91]. Com toda a experiência da construção de centrais, a atual EDP-Produção dispõe de «áreas de valência específicas e uma larga experiência *know-how* na concepção, projecto, gestão e fiscalização de novos centros produtores, remodelação e renovação tecnológica de centrais em exploração» [77].

Recorde-se que, anteriormente à escolha do sítio final da sua construção, as condições de equilíbrio da produção energética previam que esta nova central convencional se construísse a Sul do Tejo, razão pela qual a CPE seleccionou dois sítios, o de Setúbal e o de Sines, para os quais se procedeu a estudos comparativos. Recorde-se que o de Setúbal já teria sido ponderado para a primeira Central Sul, cujo resultado favoreceu o estuário do Tejo. Seria esta localização uma vez mais avaliada, retomando e desenvolvendo estudos já feitos a propósito da localização da central do Carregado. De maneira semelhante, os estudos realizados para Sines viriam a ser recuperados para a futura Central de Sines a carvão [98].

¹⁷ De consumo para esse ano.

A selecção do local na península da Mitrena favorecia tendo em conta um conjunto de características, destacando-se a proximidade da margem do Estuário, a cota topográfica do terreno plana (reduzindo consumo de energia na bombagem da água de refrigeração), condições razoáveis para a fundação dos edifícios e equipamentos e facilidade de acesso (sobretudo a materiais e equipamentos). Colocou-se a hipótese de Sines porque, embora tivesse a desvantagem de estar localizada na costa marítima (tomada de água mais dispendiosa, mais problemas de corrosão associados, etc.), surgiu uma decisão do Governo de promover naquela região a construção de um terminal de descarga de ramas e produtos petrolíferos, com instalação de uma refinaria e outras indústrias petroquímicas, que resultaria numa maior facilidade de abastecimento de combustível [98]. Ainda que o sítio de Setúbal reunisse um conjunto de vantagens que o tornavam bem adequado para o fim em vista, a circunstância referida vem alterar o peso relativo e a CPE começa a investigar a costa marítima nas imediações de Sines, seleccionando então um junto à praia de S. Torpes [98]. A comparação destas duas localizações teve em consideração os custos do terreno, terraplanagens, fundações, instalações de abastecimento e armazenamento de combustível e custo das instalações principais [98]. Saliente-se que relativamente ao custo dos terrenos, para os estimados 30 ha, para os quais Setúbal tinha o preço por metro quadrado estimado em cerca de cinco vezes superior¹⁸, a localização de Setúbal contava ainda com um encargo adicional, a deslocação de dois restaurantes que se encontravam no local e que viria a ser ocupado pelas obras de tomada de água [98].

A escolha da localização para a central assentou em critérios que se generalizam para a construção de qualquer central térmica e que estão fundamentalmente relacionados com o acesso ao combustível, água para refrigeração, condições geológicas, áreas e cota niveladas do terreno. Transcreve-se de seguida os requisitos que foram apresentadas no estudo de localização da primeira Central Sul [43]: «Apresentar possibilidades de receber os combustíveis que vai utilizar, em condições de abastecimento fácil, seguro e económico; Dispor de um curso de água com caudal mínimo garantido proporcionado à potência a instalar para alimentar circuitos de refrigeração; Situar-se próximo de um centro de consumo importante, que praticamente absorva toda a energia produzida na Central, a fim de se reduzirem o mais possível o custo e as perdas de transporte dessa energia; Oferecer terrenos em condições geológicas favoráveis ao recebimento de carga concentradas elevadas, sem ter de recorrer-se a trabalhos de consolidação ou de fundações muito importantes; Dispor de área suficientemente vasta para se instalar de preferência à mesma cota de nível, e com razoável largueza, os edifícios fabris, subestações, oficinas, armazéns, escritórios, instalações para uso do pessoal, etc.» Encontrar um ou vários locais com estes requisitos é um processo complexo e exige profunda investigação. A solução passa por aceitar os locais que cumpram parte dessas condições, com uma análise técnico-económica comparativa que resulte naquele que apresente as maiores vantagens económicas [43].

A contratação da Central de Setúbal envolveu a elaboração de processos de concurso relativos à empreitada geral de construção e fornecimento de equipamentos, assim como elaboração de diversos estudos de viabilidade técnico-económica e preparação dos processos de licenciamento [77]. A CPE limitou-se a coordenar e fiscalizar as empreitadas e fornecedores, fornecendo em geral, água e energia eléctrica aos empreiteiros [91].

Refira-se a proposta da Firma Johann Keller, S.R.L. do dia 21/5/1975 para a «Construção de banquetas para as fundações de 5 reservatórios na Central Térmica de Setúbal», da qual se transcreve o seguinte excerto:

¹⁸ Os custos relativos a terrenos, indemnizações e reconstrução de obras existentes serão no caso de Setúbal 22 000 contos e de Sines 7 500 contos [98].

“Exmos. Senhores, Pretende a nossa firma apresentar-se ao concurso no dia 30 do corrente para a construção das fundações de 5 reservatórios na Central Térmica de Setúbal (...) com as características especificadas nos anexos 1 e 2 a esta carta.

Agradecemos que nos informem se estão interessados em apresentar a vossa proposta, até ao dia 27 do corrente (...)”

Saliente-se que esta proposta somente se refere às fundações dos reservatórios de combustível, representando uma mínima parte da complexidade destas negociações, compreendendo-se que a multiplicidade de propostas que seria necessário rever e avaliar, de maneira a seleccionar os construtores/fornecedores mais aptos à realização do trabalho.

O concurso para o fornecimento do GGV III realizou-se em Abril de 1977 entre dois concorrentes: Mague/Foster Wheeler e Equimetal /Stein-Industries [107]. A avaliação das propostas destes dois fornecedores foi realizada pela Electrabel¹⁹ com a assistência da EDP [107]. O documento que se consultou incidia na determinação dos preços de referência para um GGV de 250 MW a partir de preços já conhecidos em sistemas da mesma potência, de modo a controlar os preços oferecidos nas respetivas propostas. As Condições Gerais de Concurso, do Caderno de Encargos da EDP explicita que para os GGV a fuelóleo é necessário decompor o preço total em 10 parcelas que possibilite um bom controlo de preços, tendo em conta a natureza variada das suas diferentes componentes: o gerador de vapor, aquecedores de ar, queimadores, posto de preparação de combustível, ventiladores, etc. Assim, todas as fórmulas apresentadas devem ter uma estrutura idêntica à exigida [107], facilitando a comparação das propostas. As propostas para o GGV III apresentavam diferenças significativas de preços e de custos de manutenção (encargos de exploração). Ficou citado no documento que se consultou que esta diferença penalizou a Equimetal/S.I. [107] e no fim todos os GGV da Central Térmica de Setúbal viriam a ser da Mague/Foster Wheeler [105]. Não obstante, escolhido o fornecedor/constructor procede-se às negociações do contrato com a adjudicação e contrato de venda.

A escolha do fornecedor e a avaliação das propostas para as caldeiras são processos críticos e devem tê-lo sido na projecção dos GGV da Central de Setúbal. Isto porque se pretende maximizar a disponibilidade e o tempo de vida útil da central. Contudo, os geradores de vapor operam em ambientes bastante agressivos onde os materiais e as infraestruturas são levados ao seu limite económico para otimizar a eficiência e a disponibilidade. A natureza erosiva e corrosiva dos combustíveis e dos produtos da combustão resulta ao longo do tempo numa degradação continuada, pelo que devem ser feitos balanços entre o custo de capital inicial e os custos de operação e manutenção esperada a longo prazo para uma vida operacional de várias décadas [80].

6.2.2 Fase de Execução

No dia 23 de Maio de 1972, o Engenheiro Chefe de Repartição de Licenciamento da Direcção-Geral dos Combustíveis concedia a autorização preliminar para a instalação de uma central convencional de 1000 MW localizada na Península da Mitrena, submetendo o requerente, a CPE, a condições relativas à protecção do meio ambiente, a estudos económicos comparativos de diferentes ciclos de rendimento e licenciamento para instalações eléctricas [108]. Dias mais tarde, a 31 de Maio de 1972, seguia o seguinte despacho do Secretário de Estado da Indústria, Rogério Martins, em resposta ao requerimento da CPE, que solicitou autorização preliminar para instalar uma central a

¹⁹ Empresa de energia.

fuelóleo: «Concordo. Autorizo. A Central deverá ser programada para 4 grupos de 250 MW, instalando-se 2 na primeira fase e os outros oportunamente. Comunique-se.» [109]

A central foi projetada para uma vida útil de 25 anos [48] e laborou durante um período de 33 anos. A construção do empreendimento iniciou-se em Agosto de 1973, com a entrada do primeiro grupo de serviço industrial em 21 de Agosto de 1979 e o último em 1982 [29][95]. A entrada em serviço industrial do primeiro grupo estava prevista para 1976 [48], mas só viria a ser três anos mais tarde, muito por causa do «período perturbado do pós 25 de Abril de 1974» [48].

Em 1979 prosseguiam as obras de Engenharia Civil dos grupos I e II com a montagem dos equipamentos mecânico-eléctricos do grupo I, que estava praticamente concluída. Os fornecimentos para os grupos III e IV tinham já sido adjudicados (turbo-grupo, empreitadas de construção civil). Ocorria ainda a fase experimental dos primeiros dois grupos [95], com a sua recepção provisória. A recepção final dá-se no final desse ano, com a entrada efetiva em serviço industrial [95].

Analise-se o período médio entre a encomenda do grupo turbo-grupo e a entrada em serviço industrial que, com base em condições médias do mercado em 1971, admitia um período de 45 meses [98]. Isto porque os prazos de fornecimento e montagem dos GGV condicionam a sua entrada em serviço. Os custos de capital e os prazos são indicações obtidas dos fabricantes. Este período é antecedido pela preparação dos concursos, recepções de propostas, respetiva apreciação e adjudicação [98].

É de realçar a elevada percentagem de participação nacional na execução deste empreendimento (aprox. 72%), com a quase totalidade na área da construção civil e os equipamentos eléctricos e mecânicos. A engenharia civil, prestada por gabinetes de projetos nacionais aproximou-se dos 100% [95], ainda que o projeto seja francês. O elevado número de trabalhadores das empreitadas da execução deste projeto, em certos períodos contou com um número próximo dos 950 [105].

6.2.3 Exploração e Desativação

Durante grande parte do seu tempo de serviço industrial, a central de Setúbal funcionou como uma central de base do diagrama de cargas. Foi projectada para ter elevada flexibilidade de funcionamento, com variações de carga entre o mínimo e a carga máxima [85]. Pela Fig. 24, observa-se que no ano de 1992, a central teve o seu pico de produção, com aproximadamente 7070 GWh de energia produzida [109]. Ainda, de acordo com a mesma Fig., observa-se que a CTS teve um desempenho notório no abastecimento do sistema eletroprodutor térmico nacional.

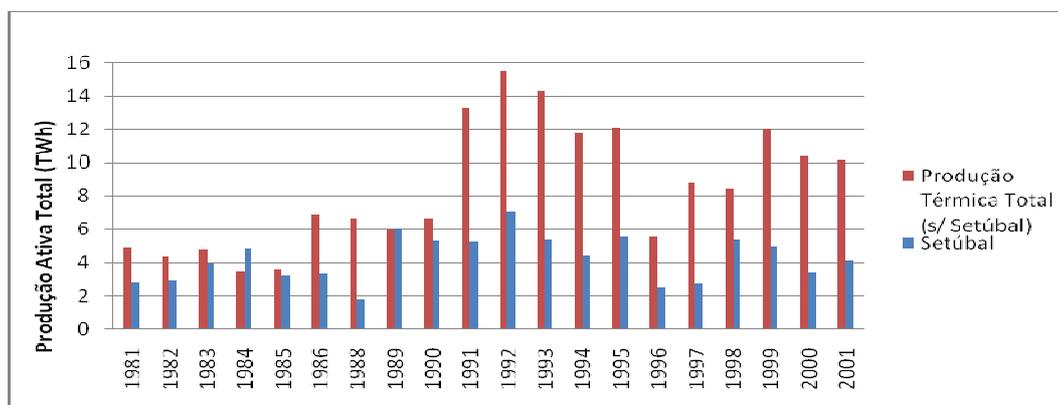


Fig. 24 – Produção ativa total anual (1981-2001) [110-123]

O período de arranque é lento e podia demorar até duas horas se o arranque fosse a frio, ou no caso de arranque a quente, o fornecimento de potência máxima à rede após 40 minutos (Fig. 25).

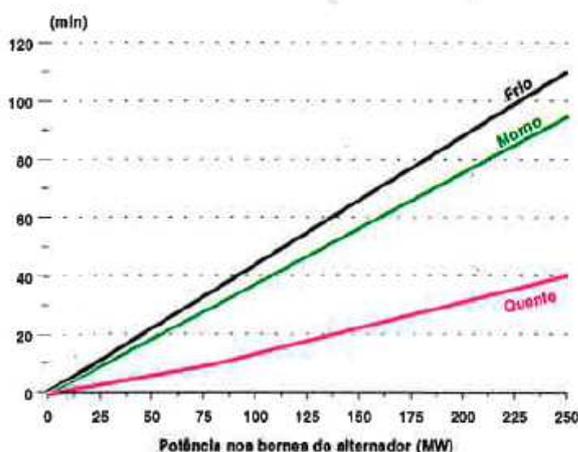


Fig. 25 – Tempo de arranque dos grupos da Central de Setúbal [85]

Durante a exploração da central foram recorrentes períodos de indisponibilidade dos grupos. Os casos de indisponibilidade que se apresenta de seguida foram seleccionados aleatoriamente com o intuito de demonstrar um tipo de avarias que estes sistemas podem ter, assim como o número de horas que essas indisponibilidades afetam a produção de energia elétrica.

Assim, em Maio de 1985, o grupo III encontrava-se indisponível devido a uma revisão planeada do turbo-grupo permanecendo indisponível para a produção de energia elétrica um total de 1185h. Mais tarde, no mesmo grupo, em Setembro de 1985, ocorre a rotura de um sobreaquecedor da caldeira resultando numa indisponibilidade de 151 h [50]. Ainda relativamente aos tempos de indisponibilidade programada, como as da revisão anual, esse período pode variar grandemente, tendo em conta por exemplo a revisão anual do grupo IV em 1986, com um período de indisponibilidade de 872 horas e a do grupo III, em Janeiro de 1986 um tempo de 755 horas [52].

O despacho dos grupos pela REN variava com a hidraulicidade verificada, «despachando» os grupos em meses de elevada hidraulicidade com frequentes variações de carga e arranques [94].

Em 1988 iniciou-se em colaboração com o Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia e Investigação (INETI)²⁰ um estudo piloto com o objetivo de minimizar o impacto térmico da água de refrigeração no meio receptor, com a instalação de quatro estufas hortícolas. Os resultados obtidos foram satisfatórios, e considerou-se adquirido o *know-how* para a transferência das metodologias aplicadas na fase piloto para a escala comercial [85]. Assim, foi firmado um novo contrato, que contou com o envolvimento das câmaras municipais de Setúbal e Palmela, para o desenvolvimento do projecto de Reflorestação da Serra da Arrábida. Do ano de 1998 a 2005, produziram-se cerca de 80 000 plantas autóctones de dez espécies diferentes para a recuperação de áreas degradadas do seu coberto vegetal. A tecnologia desenvolvida e consolidada permitiu posteriormente a contemplação de outras áreas de intervenção, nomeadamente no Parque Natural Sintra-Cascais, Tapada de Mafra, Sistema Dunar de Tróia, Reserva Natural da Arriba Fóssil da Costa da Caparica, e em espaços públicos dos municípios intervenientes [124]. Em 2013 com o fim de atividade da Central procedeu-se à desativação das estufas [61].

A rede monitorizada de controlo de concentrações de poluentes é constituída por seis estações nas regiões circunvizinhas à CTS e analisava a qualidade do ar, ao medir concentrações de SO₂, NO_x e partículas em suspensão existentes na atmosfera. Os valores obtidos neste sistema bem como os diversos parâmetros meteorológicos (temperatura do ar, direcção e velocidade do vento) [85]

²⁰ Atual Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG).

permitiam a continuada elaboração de um histórico de dados no domínio da qualidade do ar [50]. A análise desses valores permitiu ainda determinar se certas emissões provinham da Central de Setúbal. A título de exemplo, o posto de medida em Tróia em 1984 determinou dois picos de concentrações de SO₂, em diferentes meses desse ano [50]. Só um se justificou «eventualmente pertencer à Central», tendo em conta a direcção dos ventos dominantes nessas alturas. Esta situação é particularmente relevante se se recordar que até 1993 ainda não tinham sido instalados os DE e eram recorrentes pedidos de indemnizações devido às emissões ácidas que eram libertadas juntamente com os gases de combustão. Previamente à sua construção, as cinzas saíam juntamente com os gases de combustão através das chaminés. O vento transportava esses fumos negros com as cinzas de carácter ácido para zonas circundantes à central com impacto nas vizinhanças em termos de deterioração de edifícios, sujidade, etc. De acordo com o relatório analítico de 1991, a Central de Setúbal ainda não possuía nenhuma metodologia para «cuidar da sua imagem junto das populações afectadas pela sua atividade, sendo escassas as relações com as autarquias, a comunicação social ou associações cívicas» [48]. Nesse ano a EDP indemniza empresas do ramo automóvel cujos parques situados nas imediações da Central foram afetados por deposição de partículas resultantes da queima de combustível da «pior qualidade» [106]. Até à instalação dos DE são recorrentes estas indemnizações, com particular incidência em viaturas particulares e de várias indústrias [119].

A imagem da Central viria a ser mais tarde incluída na gestão da Central, em particular a partir de 1995 surge no relatório de actividades uma indicação da melhora desta junto das populações e autarquias [118], que com a finalização da instalação dos DE permitiu reduzir as emissões atmosféricas causadoras deste efeito e por conseguinte na prevenção desses impactos [93] e eliminação das indemnizações associadas [119].

Ao longo dos anos que a Central laborou consumiu cerca de 29 milhões de toneladas de fuelóleo residual, correspondendo a cerca de 90 milhões de toneladas em emissões de CO₂ (Anexo I). O armazenamento e sequestro de carbono pelos ecossistemas naturais é considerado como uma das soluções para diminuir os efeitos das emissões de dióxido de carbono. Para equilibrar as emissões que foram emitidas ao longo dos 33 anos de exploração, seriam necessárias aproximadamente 29 vezes os 10 800 ha de área da Serra da Arrábida, assumindo que cada ha de serra absorve 290 ton de C [125] (Anexo II). Um valor impactante.

A partir sensivelmente de 2006 a central, fruto principalmente do aparecimento de novas tecnologias nomeadamente energia eólica on-shore e o aumento da produção de energia hídrica, passou a ser menos utilizada pelo setor elétrico. Em 2012 ainda contava com 105 trabalhadores. No dia 18 de Setembro de 2012 injetou os seus últimos Watt-horas na rede. Após cinco meses, 30 trabalhadores procederam a trabalhos de descomissionamento [71].

6.3 Recursos Humanos

A exploração completa da Central, após 1982 com a entrada em serviço dos últimos dois grupos, teve em permanência, no seu tempo de vida útil, um mínimo de 240 elementos [105], excluindo trabalhadores externos.

A organização do pessoal da Central face à dinâmica de mudança no sector industrial, «procura responder de um modo racional e com elevada rentabilidade às solicitações e aos desafios no sector de produção de Eletricidade», o qual se caracteriza pelos seguintes fatores, que já se referiu anteriormente, nomeadamente, elevada disponibilidade, qualidade e fiabilidade do serviço, redução de custos e respeito pela legislação ambiental. Por vezes, estes objetivos implicam a sub-contratação de serviços e novas exigências de organização, o que lhe atribui uma dinâmica própria de reestruturação. A Central encontrava-se estruturada em Departamentos na dependência do Diretor. Os departamentos

asseguram, através das respectivas chefias, a linha de comando hierárquica no cumprimento dos objetivos específicos de Direcção. A gestão da Central é assegurada pelo seu Diretor dentro dos limites das competências que lhe forem delegadas [92]. Os vários departamentos vão desde o de Formação e Segurança, Exploração e Condução, Conservação, Administrativo, Ambiente e Química, departamentos estes que variaram na sua designação ao longo dos anos de exploração da Central.

Procede-se ao aprofundamento de certas funções, sem querer tirar importância a todas as demais. Serão excluídas desta análise as funções administrativas, secretariado, segurança e limpeza.

Essencialmente a exploração de uma central térmica, em termos de recursos humanos tecnicamente qualificados requer mecânicos, eletricistas, instrumentistas (parte do controlo) e pessoal da condução.

6.3.1 Pessoal da Condução

A condução caracteriza-se por um comando centralizado. A condução da Central tinha que ser assegurada 24h/dia, de modo que cinco equipas executavam três turnos rotativos [48].

As equipas de condução por GGV no início eram constituídas por Encarregados de Bloco e Operadores de Bloco [48], que mais tarde passariam a ser designados por Assistentes de Condução, Encarregados de Condução e Operadores de Produção Térmica. As tarefas dos Operadores de Produção Térmica passavam ainda por trabalhos relacionados com a manutenção dos equipamentos [93]. Os técnicos de produção térmica tinham entre as tarefas de trabalho de rotina a vigília de equipamentos, percorrendo para isso as instalações. O trabalho dos encarregados fazia-se mais nas salas de comando.

Tabela 10 - Dotação das Equipas de Condução [48]

Funções	Até Dezembro 1989		A partir de Janeiro de 1990	
	Dotação normal	Dotação existente	Dotação normal	Dotação existente
Chefe de turno	1	1	1	1
Assistente de Condução	-	-	2	-
Encarregado de Condução	-	-	4	4 e 5
Encarregado de Bloco	4	4 e 5	-	-
Técnicos de Produção Térmica	-	-	6	9
Operador de Bloco	6	9	-	-
Operador Tratamento de Águas	1	1	1	1
Operador de Combustível	1	1	1	1

Cada sala de comando, partilhada por cada dois grupos era composta por três mesas de comando, duas das quais destinavam-se ao comando e controlo eletrónico [98] independente dos grupos [48]. Sobre os painéis de comando destas mesas estão dispostos os aparelhos necessários ao arranque e à condução do bloco (comandos, indicadores e registadores) [98]. A terceira mesa é partilhada pelos dois grupos e destina-se ao controlo e comando de auxiliares. Das salas de comando fazia-se sobretudo o controlo e o comando das caldeiras, dos turbo-grupos, do circuito de água de refrigeração, do sistema de ar comprimido, parte do sistema de protecção contra incêndios, do parque de alta tensão. Ainda certas instalações requerem a autorização da sala de comando, como é o caso das instalações de descarga e combustível, que são executadas localmente, o tratamento de efluentes, a descarga ferroviária do fuelóleo, etc. [48].

De acordo um dos ex-técnicos de produção térmica inquiridos, um elemento que faz parte do grupo da condução deve ter um conhecimento profundo das instalações, e estabelecer diálogo com os mecânicos, eletricistas e instrumentistas. Os elementos deste departamento realizaram a sua atividade

no âmbito da condução de equipamentos e desenvolvimento das acções tendentes a melhorar as condições de exploração e qualidade de serviço da Central, tendo em conta, entre outras aplicar os programas operacionais e de Despacho, conforme definido nos procedimentos da aplicação do CAE; efetuar rondas com preenchimento de relatórios, realizar paragens, arranques, variações de carga dos grupos, ensaios, acompanhamento da reparação de avarias. Em suma, o departamento de Condução estabelece relações com a REN, para definição dos programas de cargas e com os restantes departamentos internos da Central para estabelecer programas de exploração, prestar apoio, na pesquisa e eliminação de avarias.

Interessa salientar a função de formação da Central de Setúbal para outros centros produtores na área da condução, que em dada altura e por um período breve de tempo, viu o seu número de elementos de equipa de condução sobredimensionado [48].

6.3.2 Pessoal da Manutenção

O pessoal responsável pela manutenção, designada também por conservação, dotava de oficina equipada com máquinas e ferramentas.

O estudo preliminar contabilizava cerca de 29 agentes para as duas primeiras unidades de 250 MW [98], e o dobro para o funcionamento dos quatro grupos, num total de 60 elementos, responsáveis por tarefas relacionadas com soldadura, corrosão, vibrações, termodinâmica, regulação, automação, materiais, análise de vida útil dos equipamentos, etc. Em suma, as funções relacionadas com a manutenção exigem, no mínimo, conhecimento da tecnologia dos equipamentos, materiais e processos de trabalho, etc. [92].

No estudo preliminar, ainda se contabilizou cerca de 18 agentes para controlo económico e técnico, ensaios sistemáticos da central bem como conservação da aparelhagem electrónica e electromecânica de regulação e medida. Adicione-se ainda os analistas químicos, em laboratórios (de electricidade e de química) concebidos para trabalhos de rotina [98].

6.4 Dimensão Social e Testemunhos

No âmbito do processo de descomissionamento da Central de Setúbal, foram feitos novos acordos de pré-reforma a trabalhadores da EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A., medida de racionalização de recursos humanos humanos [126]. Foram inquiridos vários elementos da Central de Setúbal que se encontram na pré-reforma, cujos testemunhos e cujas memórias são como «livros escondidos» [127], fornecendo informação valiosa, que de outra forma estaria destinada a desaparecer. Para além disso, inquiriu-se elementos ainda no ativo, e que de certa forma estiveram ou estão relacionados com a Central de Setúbal. Os testemunhos de elementos na pré-reforma apresentase de seguida:

Júlio Casanova Matos nasceu em 1956 e tirou o curso industrial de electricista na Escola Industrial Afonso Domingues em Lisboa. Foi admitido na EDP em 1979 como operador de Bloco. Entre muitas outras, a sua função passava por obedecer ao encarregado. Fazia rondas, arrancava ou parava os grupos conforme a indicação do despacho. O seu local de trabalho residente viria a ser a Sala de comando do Grupo III e IV.

A primeira coisa que fazia quando chegava à Central, através do autocarro da Empresa, era vestir a roupa de segurança (fato, botas, capacete, tampões para os ouvidos). Trabalhava por turnos. O seu horário tanto podia ser de manhã (8h-16h), de tarde (16h-00h) ou de noite (00h-08h).

Candidatou-se após ler uma informação no jornal. Foi chamado para prestar provas escritas em Lisboa. «Dentro de cerca de 500 candidatos seleccionaram pessoas para centrais e ainda aproveitaram

peças para a distribuição”. Seguiram-se os cursos de operadores de bloco. Destaca a experiência da EDP com os franceses, porque “nessa altura não existiam praticamente centrais».

Com o 25 de Abril o curso industrial começou a valer menos, «de repente tinha só o 9º ano». Quem tivesse dinheiro ia para a escola comercial. Acredita que é preciso «formar pessoas para fazer andar o País. O país precisa diferentes técnicos, não só doutores».

Terminou a entrevista com «A Central de Setúbal foi a central mais emblemática da EDP, foi a grande escola com aquela engenharia toda.» Contudo, a preservação da Central é-lhe indiferente.

Fernando Afonso Machado nasceu em 1961, terminou o curso de liceus com a equivalência ao 12º ano. Começou a trabalhar na Central Termoelétrica de Setúbal em 1984 como Técnico de Produção Térmica. A sua função passava pela vigilância das instalações, comunicação de valores, manobras de colocação, entre outras. Os últimos anos na Central foram desanimadores, em parte porque a exploração da central era muito no «Pára-Arranca». Esclarece que no início do funcionamento, quando a laboração da Central era mais continuada, havia um menor desgaste das instalações e todo o material era encarado por ele muito «preciosamente». Com a introdução do MIBEL em 2007 e a atribuição da exploração das centrais à UNGE, começou a haver uma exploração agressiva dos grupos, com um desgaste muito intensivo das instalações, a sua percepção foi de que não havia preocupações políticas nem governamentais em manter a Central em boas condições. Não obstante, é a favor de uma reconversão das instalações e sugere que as instalações podiam servir para fazer um filme publicitário.

António Matos nasceu em 1952, começou a trabalhar na Central de Setúbal em 1983. Foi o encarregado da oficina mecânica e chegou a gerir mais de 60 pessoas. O seu trabalho passava por gerir pessoal (serralheiros, torneiros, soldadores, etc.), tratar de avarias nos equipamentos resolvendo problemas técnicos, assistindo os grupos, etc.

A candidatura foi por concurso nacional e viu a oportunidade no Jornal Diário. Enviou carta de candidatura, foi pré-seleccionado e fez exames na Central do Carregado. Na altura tinha o 9º ano e diz «continuei a estudar aqui». Começou o bacharelato em Engenharia Mecânica no IPS, que acabou por não terminar.

O fecho da Central não lhe é indiferente e define a atividade intensa durante a exploração «ritmo diabólico». Concorde com uma reutilização «Gostava de ver isto sempre em pé, limpo, via isso com bons olhos.» e acrescenta «gostaria muito...». Sugere como oportunidades de reutilização, utilizar as instalações para «dar formação», «não pôr a própria instalação a trabalhar, mas pôr algum circuito a funcionar».

Relativamente à demolição da Central do Barreiro, conta que muitos colegas que lá trabalharam uma vida inteira diziam que já «nem queriam passar lá ao lado» pela tristeza que é ver o local onde trabalharam a vida inteira sem as instalações.

Vítor Mira começou a trabalhar em Setúbal com 24 anos como operador de tratamento de águas em 1981. Antes de começar a trabalhar na EDP trabalhou na SAPEC. Mais tarde passou para a Química 1, Química 2 e chegou a Técnico de Exploração. A sua carreira profissional começou com um curso de auxiliar de laboratório químico, com o 12º ano incompleto.

No âmbito da química, as suas tarefas passavam pelo controlo da qualidade da água, desde a sua extração dos furos até à sua evaporação. Para além disso fazia a análise das partículas.

Recorda-se que «era uma central bastante poluente, principalmente no início, quando não tinha os precipitadores electrostáticos e a cinza ia todo para fora. (...) As cinzas ácidas, só com a humidade, deterioravam as pinturas dos carros. Havia muitas queixas. Às tantas toda a gente se começou a queixar do mesmo». Explica que em determinadas condições atmosféricas, as partículas não se espalhavam assim tanto e as pessoas que moravam nas Praias do Sado chegavam a ficar com as paredes de mármore todas pretas.

Assistiu ao fim da Central, o que foi «psicologicamente desastroso e difícil de aceitar». Salaria principalmente os anos que a produção era «reduzidíssima». Considera que a Central de Setúbal tem valor patrimonial industrial e afirma «Aqueles máquinas, aquele meio de produção de energia eléctrica devia ser preservado. Devia ali ficar qualquer coisa». Além disso poderia «servir como reserva estratégica de produção de energia eléctrica».

Trabalhar na central e para a EDP «foi muito gratificante». A lembrança da Central «Traz muita saudade. Trabalhei 11 anos por turnos e os momentos que passei com a malta foram muito marcantes». Vive em Setúbal, «vejo as chaminés da minha sala de estar», a ideia de ver a Central demolida é «quase como um desgosto».

Sérgio Gigante foi admitido para trabalhar na CTS em 1987 com 25 anos e com o curso de electricista da escola industrial. Actualmente encontra-se na pré-reforma. A sua vida profissional foi exclusivamente na Central. A sua função na central era de Técnico de Produção Térmica.

Viveu muitos momentos marcantes na Central e considera os colegas de trabalho como família. Entristeceu-lhe sobretudo ver a central com menos utilização: «Fiquei triste de ver a central com menos utilização. Foi desmotivante vermos os equipamentos que trabalharam durante tantos anos parados». Acredita que a central tem bastante valor patrimonial industrial e que os equipamentos têm muito valor.

Joaquim Pinheiro, actualmente na pré-reforma entrou aos 32 anos para a central. Começou como operador de bloco. Evoluiu para encarregado de bloco e a sua última função foi assistente de condução. Quando entrou para a central já tinha onze anos de experiência de reparação naval.

Fez estágios em França e noutras centrais. Na fase inicial do curso fez um estágio de 15 dias no Barreiro. Fez um estágio de 15 dias na Central Nuclear de Blayais em Lyon, num simulador apropriado para centrais clássicas. Tratava-se de um estágio exclusivamente para encarregados e o simulador tinha o mesmo processo da Central de Setúbal.

O seu trabalho de rotina passava por «chegar ao local e receber o encarregado que ia substituir, receber todo o estado do grupo, salientando anomalias, fase em que o processo se encontrava (arranque, pré-arranque ou paralelo na rede). Era fundamental ter essa informação para assumir comando do grupo, e ficar integrado a partir do momento que o colega saísse. O pessoal ao largar o grupo tinha que ter consciência plena que o colega assumiu todo o grupo.»

Relativamente ao despacho afirma que «o não cumprimento da carga pedida dava penalizações monetárias à Central. Havia uma certa pressão para cumprir as diretivas e os contratos», sendo para isso necessário evitar avarias dos equipamentos e «jogar com a disponibilidade dos grupos», embora uma penalização fosse «muito esporádico».

O despacho chegou a dar ordem direta aos grupos como se fossem pólos individuais. O sistema de comunicações punha-os em permanente contacto com a informação proveniente do despacho. Se o despacho fizesse um pedido de subida ou descida de carga requeria sempre a autorização do chefe de turno para validar esse pedido.

Ver os colegas a saírem nos últimos anos de funcionamento da central foi um processo «gradual». Acrescenta que «ao longo desses últimos dois anos, como a central foi muito menos solicitada, começou-se a assistir à saída de colegas para outras centrais, não com grande incidência nos elementos da condução, mas nos outros setores era nítido, como os do controlo, da eléctrica, mecânica. Alguns encararam o futuro com incerteza».

Imaginar a central demolida «será uma tristeza porque a pessoa deu algo de si, parte da sua vida, dedicação, estudo, e de certo modo é um bocado triste. (...) Quando passo na autoestrada tento ver as chaminés». Adianta que «Setúbal sem aquelas chaminés perde algo». «Uma central como aquela deu ao país trinta e tal anos de produção e ficou muito bem face aos anos que foi solicitada. Seria extremamente honoroso mantê-la».

Foram inquiridos elementos ainda no ativo:

Aos 24 anos **Ideme Pereira** começou a procurar trabalho perto de onde morava com algumas colegas. Procuravam trabalho na Portucel, Mague e outras empresas. Chegou ao terreno ao qual viria a ser implantada a Central de Setúbal, que na altura, em 1976, ainda só tinha os estaleiros da construção. É empregada de limpeza mas nada lhe tira o reconhecimento de ser a funcionária que assistiu de perto à construção, exploração e desativação da Central. Conhece as marcas das turbinas embora desconheça a sua verdadeira função e a técnica inerente ao seu funcionamento. Ir à Sala de Máquinas é uma agonia, a ‘agonia do silêncio’. Trabalha por conta de empresas de limpeza há 38 anos na Central. As empresas vão variando e queixa-se do destino incerto após o fecho desta.

«Sinto um certo vazio, conhecia isto de uma maneira, no começo da estrutura e provavelmente ainda vou ver a estrutura a ser demolida. Deixa-me triste. Custa assistir ao fim.» A resposta ao momento mais marcante é «a chegada do material de grandes dimensões que era escoltado pela GNR para abrir caminho e pensei para mim ‘mas o que é isto que ai vem’». Entristece-lhe o pouco movimento que hoje em dia caracteriza não só a Central, mas toda aquela zona «A Fábrica do Movauto tinha muita gente. Muitas fábricas que aqui estão ao lado e que hoje estão todas caídas existiam no meu tempo.» E acrescenta, referindo-se à Central «Fico bastante comovida ao passar por certos locais e não ver ninguém. É muito triste passar por lá. Isto é como uma doença, quando uma pessoa está numa cama e a pouco e pouco apaga-se... Como aqueles comboios ali [apontando para o terminal ferrocarril da Central], dantes funcionavam e agora está tudo parado.»

António Sequeira nasceu em 1961, formou-se em electrotecnia na escola industrial Alfredo da Silva e começou a trabalhar na EDP em 1985. Viu a notícia no Diário de Notícias e candidatou-se. «Foi uma candidatura a nível nacional em que de 1000 pessoas, 36 foram seleccionadas» Teve uma carreira profissional notável que começou com um estágio de 5 meses no Barreiro, atividade profissional em Setúbal como operador, passando mais tarde a técnico de produção térmica, o que correspondia a uma evolução da carreira. Em 1988 inscreveu-se no bacharelato de Electrónica e Computadores, que conciliou com o trabalho por turnos. Em 1994, já com um novo aditivo no currículo, integrou na equipa de renovação do sistema de controlo, mudando-se para a Central do Barreiro, onde esteve 8 anos. Regressou a Setúbal em 2004 para a implementação do sistema de controlo de equipamentos.

Na sua ótica, a preservação das estruturas «não é economicamente viável por várias razões: a recente crise, a perspectiva economicista de que tudo tem que dar dinheiro. Não há orçamento para obras. Além disso este é um terreno industrial com características excepcionais para a indústria.»

A reutilização das estruturas para efeitos culturais/recreativos «seria uma boa ideia, embora não viável». Uma reutilização diferente proposta seria uma «escola profissional tipo ATEC, reutilizar estruturas, oficinas e conhecimento das pessoas dentro da empresa. Limpava as salas de Máquinas, tirava tudo e utilizava o edifício para oficinas de mecânica e tudo o que esteja relacionado com tecnologia».

Pires Barbosa nasceu em 1934, formou-se em Engenharia de Máquinas Marítimas, trabalhando cerca de 12 anos «nos navios». Entrou para a EDP em 1966. Correntemente está na reforma, ainda que seja um elemento externo no Museu da Electricidade, onde dá formação aos guias do Museu, entre outras tarefas. «No fundo estão-me a pagar pela minha memória. Já não existe muita gente com conhecimento destes sistemas [referindo-se ao funcionamento da Central Tejo]» Dentro das funções que desempenhou na sua longa carreira profissional destacam-se: chefe de turno e da manutenção na Central do Carregado, onde trabalhou 16 anos. Esteve ainda 14 anos nas instalações de Lisboa como técnico no gabinete de apoio à Direcção. Na Central de Setúbal, foi responsável pelo comissionamento do grupo IV, onde passou dois anos seguidos, mas antes disso esteve no comissionamento dos primeiros dois grupos.

É da opinião que a Central de Setúbal tem muito valor como património industrial e é contra a demolição. «Aquilo podia servir como uma zona virada para o turismo, um museu, hotel...» E acrescenta ainda «o exemplo americano mostra que as centrais mais antigas não são para abater, mas para conservar, o que se designa como “conservação em naftalina”. Sempre que existem problemas no aprovisionamento, as centrais estão prontas para arrancar. A minha opinião é de que não se devia desmantelar uma central daquelas.»

Lembra-se bem do momento mais marcante que viveu na Central associado aos inqueimados sólidos que eram emitidos para a atmosfera, com problemas ambientais graves. Foi o projetista da transformação dos sistemas de queima da caldeira I e II, que se traduziu numa melhoria dessa problemática e contribuiu para ajustamentos nas caldeiras III e IV.

Termina a entrevista com «A Central de Setúbal foi uma grande Universidade, isto porque numa Central Eléctrica estão todos os princípios da física, mecânica, química, eletricidade, eletrónica, etc. O pessoal que começou lá a trabalhar com a formação básica, desenvolve todos os seus conhecimentos teóricos na prática, e acabam por se tornar especialistas nas diversas áreas que trabalham. (...) A formação era dada por entidades da empresa e os trabalhadores faziam até cursos no estrangeiro.»

7. Preservação da Central de Setúbal por Reutilização Adaptativa

O distrito de Setúbal, devido à proximidade ao mar e à eficiente rede de transportes e vias de comunicação, é considerado um distrito de grande potencial de desenvolvimento nas áreas de saúde, trabalho, economia, turismo e educação. A cidade de Setúbal, caracterizada pela sua extensa costa litoral é dotada de uma enorme riqueza e beleza natural e um vasto património arquitetónico e cultural, assumindo um papel determinante para a sua afirmação, quer ao nível turístico, quer pelo seu contributo para a economia de Setúbal [128]. A área circundante à Central de Setúbal destaca-se pela presença de diversos elementos de carácter natural, para os quais se obtém linhas panorâmicas favorecidas a partir das suas infraestruturas, nomeadamente dos GGV, com destaque para o Parque Natural da Serra da Arrábida (Fig. 26 (a)), e para a Reserva Natural do Estuário do Sado (Fig. 26 (b)), duas áreas sob protecção nacional e para a Península de Tróia. Para além disso, a Central tem uma localização de excelência em termos de acesso a meios de transporte públicos, o autocarro e o comboio.



Fig. 26 – (a) Vista aérea da Central de Setúbal para a Serra da Arrábida (b) Vista aérea para o Estuário do Sado

Setúbal em termos de atividades culturais dispõe de cinco museus, com um único museu industrial – Museu do Trabalho Michel Giacometti [129]. O Fórum Municipal Luísa Todi é a principal sala de espetáculos onde se realizam inúmeros eventos.

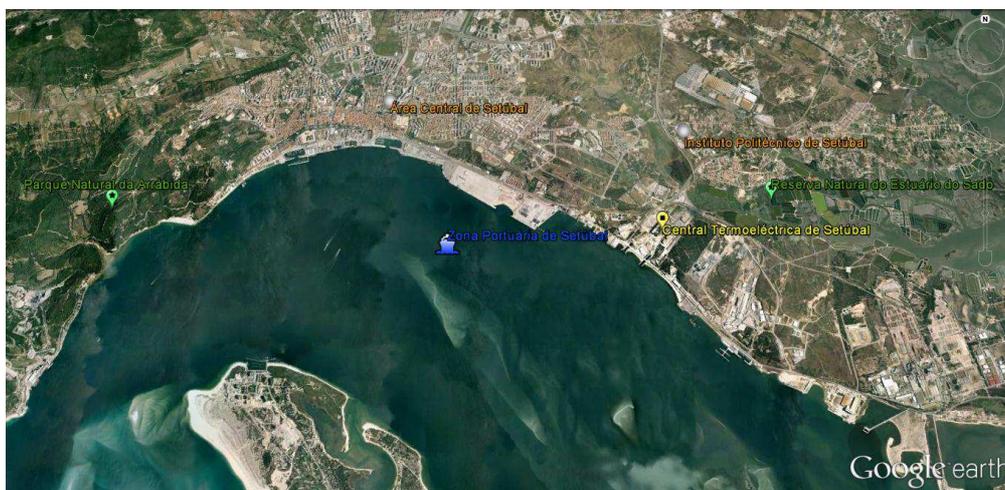


Fig. 27 – Imagem área da envolvente da Central Termoelétrica de Setúbal

Na envolvente da Central destaca-se o Instituto Politécnico de Setúbal (IPS), o Porto de Setúbal, e a área central da cidade (Fig. 27).

As chaminés da CTS tornaram-se numa referência urbana pois são visíveis de vários locais, como do Castelo de Palmela, Serra da Arrábida, Marina e Porto de Tróia, entre outros.

7.1 Reutilização Adaptativa da Central Termoelétrica de Setúbal

Numa reunião com elementos da Câmara Municipal de Setúbal, nomeadamente com o Sr.º Arquitecto Fernando Travassos e com o Geógrafo Técnico da Divisão do Planeamento Urbanístico, Vasco Raminhas da Silva, apresentou-se a corrente situação da Central Termoelétrica de Setúbal, numa tentativa de descobrir uma viabilidade de reutilização, enaltecendo-se o valor patrimonial industrial da CTS. Durante a reunião discutiu-se sobretudo a implementação de um Parque de Ciência e Tecnologia nas infraestruturas da Central, que se pretende construir em terrenos virgens relativamente perto da Central, o que permitiria a sua preservação. Existem dois planos estratégicos nos dossiers da Câmara Municipal de Setúbal que na sua execução poderiam visar a reutilização adaptativa da CTS: o Plano Estratégico de Setúbal Nascente (PESN) e o Plano Estratégico do Parque de Ciência e Tecnologia de Setúbal. O PESN reafirma os valores da Cidade de Setúbal, salientando a Música como elemento mobilizador na área na qual a Central está localizada. Recorde-se que esse plano assume a implementação de um parque temático designado «Parque da Música e do Som» como um dos elementos de corporização da visão estratégica, que promove o conhecimento, a ciência, a tecnologia e que «deverá apresentar espaços e equipamentos de grande dimensão e envergadura simbólica para a realização eventos e atividades indoor, assim como espaços exteriores onde se possam desenvolver atividades ao ar livre, mais dirigidos a famílias e escolas, e contemplando zonas para a realização de conferências e workshops temáticos» [130]. A Central Termoelétrica de Setúbal foi referida na otimização desse parque, e referenciou-se o estabelecimento de um acordo de parceria com a EDP para a reconversão das suas estruturas edificadas, após a desativação desta, que até à data não se concretizou.

À luz dos casos da Tabela 1, a CTS tem o potencial de poder vir a ser readaptada para os fins em vista nestes planos. O próprio Landschaftspark Duisburg é palco do tão famoso festival Piano do Ruhr, o que demonstra a capacidade que semelhantes infraestruturas têm para estes eventos. No caso do Parque de Ciência e Tecnologia, destaque-se a existência de diversos gabinetes, laboratórios e oficinas e recorde-se igualmente os testemunhos de elementos que afirmam que as estruturas têm ainda muito material disponível e que poderia ser aproveitado. Neste sentido, destaca-se a importância da reutilização, que ao evitar custos de construir novo, evita muitas das implicações associadas à nova construção, como a emissão de CO₂, utilização de matérias-primas, utilização de terrenos virgens e por consequência desflorestação, entre outros.

No primeiro capítulo falou-se da dificuldade de novas funções para estruturas técnicas. No caso de estudo da CTS esta situação é particularmente verdade para os edifícios das caldeiras e dos DE, uma vez que têm a tecnologia diretamente incorporada na sua construção. São estruturas únicas, visualmente impactantes, dominando a área em que estão inseridos. Contudo, destaca-se a capacidade de atracção turística que estes objetos museológicos poderão vir a ter, tornando-se numa mais valia ao novo complexo a implementar.

Transcreva-se de seguida o seguinte texto de José Amado, que referencia o caso da Tate Modern na reutilização para outros fins: «(...) certas estruturas industriais, pela sua escala e dimensões, são apropriadas para a exibição de obras de grande porte, como se tem verificado na Tate Modern, em Londres, instalada numa antiga central termoelétrica, cuja sala das turbinas tem possibilitado a exposição desse tipo de objectos. Neste caso, as instalações integram-se no contexto de uma nova

relação estabelecida entre o património, a cultura e a economia, além de se localizarem junto ao rio Tamisa, o que se enquadra também no movimento de valorização das “frentes de água”, tão em voga nas últimas décadas» [9].

A relevância desta citação nos termos de uma possível reutilização da Central de Setúbal é crucial, uma vez que além das dimensões da Central de Setúbal se assemelharem às da Tate Modern, existe a proximidade ao rio Sado, ou a designada Costa Azul, tornando-se imperativo na preservação deste complexo para fins turísticos, fomentando o desenvolvimento económico, social e cultural da região.

7.2 Central Termoelétrica versus Central Tejo

Durante este estudo, foi recorrente a afirmação de várias pessoas que a Central de Setúbal não tem o mesmo valor patrimonial que a Central Tejo. Mas coloca-se a questão, será que se pode comparar património de épocas tão distintas de construção? Será que a Central de Setúbal não foi identicamente um motor de desenvolvimento local que faz parte da memória da cidade? A título de exemplo, recorde-se que em 1973 Setúbal destaca-se numa notícia no Jornal do Comércio por vir a ter a maior central térmica do país [42]: «Mas no sector das centrais térmicas, há que contar com a de Setúbal. (...) A implantação parece corresponder a um reconhecimento implícito do peso cada vez maior do distrito de Setúbal no nosso desenvolvimento».

E o reconhecimento da cidade de Setúbal na produção de energia elétrica pelo autor do livro História da Electricidade, Mário Mariano: «quase 50 anos depois (...) uma nova central (...) irá utilizar as águas do Estuário do Sado para a refrigeração dos seus condensadores: o mesmo cenário, diferentes escalas [a fazer referência à Central da Cachofarra em Setúba]» [40].

Atente-se à seguinte tabela:

Tabela 11 - Complementaridade do Museu da Eletricidade e da Central Tejo [40][105]

	Central Tejo	Central Termoelétrica de Setúbal
Localização	Zona turística de Lisboa – mercado e concorrência forte	Zona industrial de Setúbal
Início da construção	1913	1973
Potência instalada [MW]	65	1000
Combustível	Carvão	Fuelóleo
Alimentação de eletricidade a	Lisboa e arredores	Ao País
Arquitectura exterior	Alvenaria de tijolo nas fachadas	De betão armado e ferro
Tipologia dos GGV	Interior	Exterior
Configuração dos GGV	Duas ou mais caldeiras por turbogruppo	Quatro monoblocos de 250 MW
Tipologia dos DE	Interior	Exterior
Número de efetivos	≈500	≈240
Controlo	Sobretudo manual	Automático
Ampliações durante a Exploração	Sucessivas ampliações de potência e de tipo de combustível utilizado.	Estavam previstas mas não houve qualquer alteração nem de potência nem de combustível.
Área Disponível e Novas Funcionalidades	Sobretudo área edificada disponível, reutilizada no Museu da Electricidade e oferecendo exposições, conferências, seminários, eventos ao ar livre (limite de espaço).	A área disponível permite praticamente as mesmas funcionalidades da Central Tejo, com considerável área edificada, contudo oferece uma área exterior consideravelmente maior, que permite diversos tipos de eventos de grande escala (desportivos, festivais de música, etc.).

Na ótica deste trabalho, desenvolveu-se uma visão de importância histórica, tecnológica e social da Central de Setúbal, e aqui procede-se então a uma breve comparação, que pretende provocar a uma nova percepção para as diferenças destas, não se querendo diminuir a importância relativa de nenhuma das duas, mas apenas mostrar que a existência das duas não é sinónimo de redundância deste património industrial. Antes pelo contrário, complementam-se perfeitamente na perspetiva da evolução do sistema eletroprodutor durante o século anterior, nas suas divergências estruturais, sociais, tecnológicas e sobretudo, nas suas novas funcionalidades de reutilização (recorde-se que no caso da Central de Setúbal, esta situação é meramente hipotética).

A potência instalada da Central de Setúbal é notoriamente superior à da Central Tejo, e, contudo, o número de trabalhadores é aproximadamente metade. Nesta perspetiva, a evolução tecnológica e a entrada de sistemas cada vez mais automatizados torna a Central de Setúbal o testemunho físico dessa evolução, complementando a Central Tejo.

Aprofunde-se a comparação geográfica de ambas as centrais, em termos de presença de património industrial classificado. A Fig. 1 - Número de museus com colecções de património industrial por distrito apresenta o distrito de Lisboa com 16 colecções em contraste com o distrito de Setúbal que só tem 6. De uma maneira geral, o património industrial a Sul do Tejo não se encontra tão bem representado como a Norte, o que valoriza ainda mais a CTS.

7.3 Análise social

Procedeu-se ainda ao questionário informal de pessoas num raio de 2,5 km da Central de Setúbal. Os questionários foram realizados porta-a-porta em residências, estabelecimentos comerciais e a peões em geral no Faralhão, Praias do Sado e Manteigadas²¹, ao longo de dois dias. Entrevistou-se também um conjunto de pessoas dentro das instalações do IPS, na sua maioria estudantes. Tanto nas redondezas como no IPS não houve nenhum critério de selecção dos inquiridos de maneira a obter uma amostra o mais próxima da realidade. No total foram questionadas 94 pessoas.

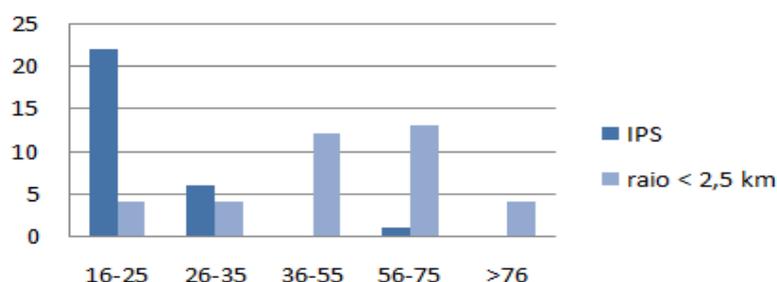
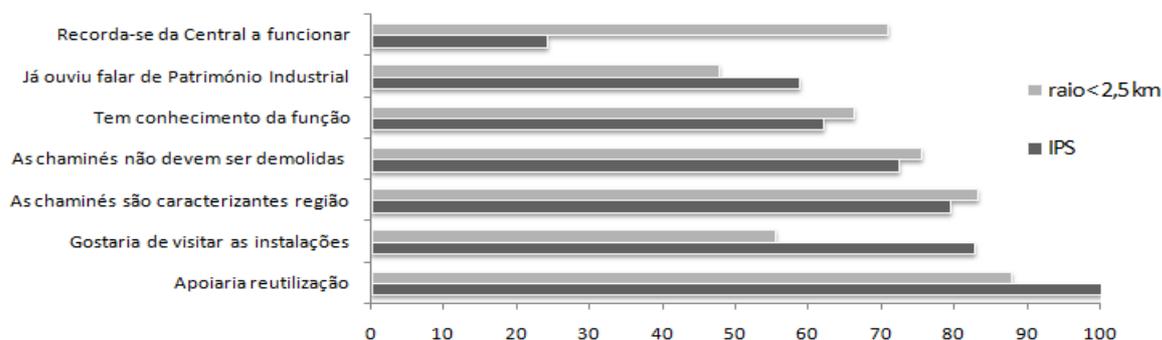


Fig. 28 - Faixa Etária dos inquiridos



²¹ Vilas de maior proximidade à central e pertencentes ao raio de estudo.

Fig. 29 – Estatísticas de opinião dos inquiridos

A faixa etária dos inquiridos apresenta-se na Fig. 28. A observação da Fig. 29 apresenta as diversas perguntas que se efectuou aos inquiridos e as percentagens obtidas, para a área de raio inferior a 2,5 km e para o IPS. À primeira vista ressalta a percentagem que apoiaria uma reutilização adaptativa para fins culturais e recreativos (centro museológico, recinto de eventos, parque de desporto), atingindo os 100% nos inquiridos do IPS e perto de 90% nas zonas mais próximas.

A segunda questão que surpreendentemente obteve maior percentagem de respostas positivas foi a de visitar as instalações da Central, revelando interesse na visita às instalações. Seria interessante a EDP permitir o acesso às instalações da Central de Setúbal, num programa semelhante ao desenvolvido pela EPAL para o Aqueduto das Águas Livres (Tabela 2 - Casos de sucesso nacionais de reutilização adaptativa do património industrial), que em 1985 permitiu o acesso ao público durante o verão inteiro²² [131]. A central teve a função de servir o país e não exclusivamente à cidade de Setúbal. Esta possibilidade permitiria testar a aceitabilidade pública que a Central poderia vir a ter em caso de adaptação para outros fins.

São elevadas as percentagens de inquiridos que consideram as chaminés como elementos caracterizantes da região e que, por conseguinte, não deveriam ser demolidas. O resultado ganha relevos ainda mais concretos se se observar a posição dos inquiridos do IPS. Isto porque, a maioria provém de outras cidades e consideram as chaminés como elemento caracterizador da região.

Para aprofundar a satisfação com que poderia ser recebida uma reutilização, atente-se aos resultados da Fig. 30, com a maioria das respostas dos inquiridos em «Agrada-me» e «Agrada-me muito».

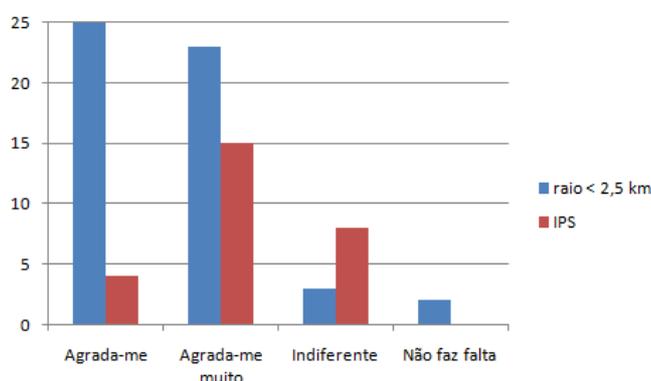


Fig. 30 - Estatísticas de opinião de uma reutilização das instalações para efeitos culturais e recreativos

É indubitável a importância que as chaminés têm nas proximidades, e que são valorizadas pela comunidade como parte da sua própria identidade. Durante as entrevistas, observou-se que os valores patrimoniais nem sempre são aparentes e muitas vezes são mal entendidos. Dada a recente desativação, algumas pessoas afirmaram não saber que a Central já não funcionava. A camada mais jovem do IPS mostrou na sua maioria desconhecer a função das instalações das «chaminés altas», reconhecendo contudo a função de uma função térmica de produzir energia elétrica.

²² Apenas o primeiro sábado de cada mês.

8. Análise de Resultados

8.1 Análise SWOT das principais infraestruturas da CTS

Tendo em conta o clima de desaceleração económica ao qual se assiste hoje em dia, surge a importância de uma reflexão/análise estratégica considerando factores intrínsecas e extrínsecas à realização do projeto. Para o efeito utiliza-se uma forma muito difundida para estruturação estratégica designada por modelo SWOT²³. A Tabela 12 representa a análise SWOT relativamente ao projeto de estudo. As forças e as fraquezas são características intrínsecas ao projecto, ao passo que as ameaças e as oportunidades estão ligadas ao seu ambiente envolvente. Aqui pretende-se, tendo em conta os critérios seleccionados, analisar a importância dos diversos edifícios da central, servindo de suporte de decisão.

Tabela 12 - Análise SWOT das principais infraestruturas da CTS

GERADORES DE VAPOR	
Das estruturas dos GV contempla-se uma panorâmica inigualável sobre a «Costa Azul», Serra da Arrábida, Península de Tróia e Estuário do Sado. Podem ser criados percursos expositivos de acesso aos visitantes (ver Anexo III, Fig. 31 - (a) Geradores de Vapor com vista para a Serra da Arrábida e Península de Tróia (b) Vista lateral de um dos quatro geradores de vapor tipo exterior)).	
FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Localização privilegiada; - Caráter inovativo em Portugal; - Panorâmica com singularidades únicas; - Promoção do interesse pela ciência, desporto e cultura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos de manutenção das estruturas elevados para permitir uma utilização segura; desgaste por uso excessivo
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> - Atracção turística; - Atividades radicais; - Aumentar postos de trabalho na área da recuperação/metalúrgica/conservação- aumento do interesse no património industrial; - Recuperação de outros complexos industriais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Risco de demolição; - Licenciamentos e regulamentos que não permitam uma reconversão em centro cultural/desportivo (caráter legislativo); - Medidas de segurança excessivas; Falta de aceitação pela comunidade; - Falta de interesse de visitantes.
SALA DE MÁQUINAS	
A «catedral» possui áreas consideráveis, tendo em consideração a utilização dada a infraestruturas semelhantes (Tabela 1 - Casos internacionais de sucesso por reutilização adaptativa do património industrial). Alto valor patrimonial. (ver ANEXO III, Fig. 32 - Interior da sala de máquinas (cota +11,00) com os quatro turbogrupos (cortesia Júlio Matos, 2011))	
FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> - espaços consideráveis e amplos; - inclui ainda duas sala de comandos no piso dos turbogrupos; - características construtivas maciças; - multi-funcionalidade do espaço. 	<ul style="list-style-type: none"> - eventuais problemas de amianto e outras fibras respiráveis (provenientes do fibrocimento); - custos de limpeza, segurança e conservação tanto dos equipamentos como das estruturas; - presença de pássaros, ratos, cobras, etc
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS

²³ O termo SWOT é uma sigla inglesa, traduzindo Forças (Strengths), Fraquezas (Weaknesses), Oportunidades (Opportunities) e Ameaças (Threats).

- estabelecimento de parcerias com o IPS, no sentido de formar em particular alunos dos cursos “Animação e Intervenção Sociocultural”, “Promoção Artística e do Património”, áreas relacionadas com museologia. - integração da comunidade envolvente através da sua caracterização social, económica, etc. - envolvimento das indústrias vizinhas para alertar para o património industrial e aproximar o grande público.	- risco de demolição - falta de interesse - especulação imobiliária - descaracterização se todos os turbogrupos forem removidos e as salas de comando ‘limpas’.
CHAMINÉS	
São indubitavelmente o elemento mais emblemático e caracterizador da Central (ver ANEXO III, Fig. 33 - Chaminés da Central Termoelétrica de Setúbal (cortesia Júlio Matos, 2011)).	
FORÇAS	FRAQUEZAS
- valor patrimonial industrial elevado; - emblematismo e símbolo regional; -excelente visibilidade a partir de outras cidades/locais; - concepção extraordinária (engenharia incorporado no projeto)	- manutenção requerida com elevados custos anuais; - pagamento de taxas de utilização do espaço aéreo, sinalização. - presença de animais que aumentam desgaste (pelo facto de as chaminés não estarem em funcionamento);
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
- atracção turística. - atividades radicais.	- risco de demolição - risco de degradação
DESPOEIRADORES ELECTROESTÁTICOS	
Faz parte das infra-estruturas com tecnologia imbutida. É possível subir às suas estruturas com pouco ou nenhum risco (ver ANEXO III, Fig. 34 - Um dos dois Despoeiradores Eletroestáticos (cortesia Júlio Matos, 2011)).	
FORÇAS	FRAQUEZAS
- valor patrimonial industrial elevado; - boa panorâmica das estruturas -característico de centrais térmicas de grande potência	- manutenção requerida - pouca adaptabilidade a novas funcionalidades (tecnologia incorporada)
OPORTUNIDADE	AMEAÇAS
- atracção turística	- risco de demolição - risco de degradação
EDIFÍCIOS TÉCNICO-ADMINISTRATIVOS	
Escritórios, laboratórios, salas de formação, oficinas, armazéns. Pode funcionar como incubadora de empresas, centro de formação, oficinas de arte, oficinas mecânica e eléctrica, empresas de publicidade. (ver ANEXO III, Fig. 35 – (a) Fachada exterior dos EdifíciosTécnico-Administrativos (cortesia Júlio Matos, 2011) (b) Bloco Social (cortesia Júlio Matos, 2011))	
FORÇAS	FRAQUEZAS
- multi-funcionalidade e elemento dinamizador do espaço - reutilização em detrimento de construir novo, com grandes vantagens ambientais - valor patrimonial elevado	- infiltrações - obras necessárias
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
- criação de um centro ativo, dando oportunidade a jovens empreendedores - aproveitamento do material ainda disponível na Central, principalmente da oficina mecânica.	- falta de interesse autárquico, empresarial nas instalações e descrentes num projeto semelhante - risco de demolição
BLOCO SOCIAL	
Edifício onde se localizava a cantina e o posto médico. Atualmente é o clube de pessoal. Atendendo às antigas funções do espaço, poderá projetar-se aqui igualmente uma área de restauração para elementos do residentes do complexo, cafetaria, etc. (ver ANEXO III, Fig. 35 – (a) Fachada exterior dos EdifíciosTécnico-Administrativos (cortesia Júlio Matos, 2011) (b) Bloco Social (cortesia Júlio Matos, 2011)).	
FORÇAS	FRAQUEZAS
- reutilização em detrimento de construir novo	- valor patrimonial industrial baixo (apenas em termos sociais) - obras necessárias
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
- reutilização do espaço	- demolição e/ou venda de terreno
PARQUE DE ARMAZENAMENTO DO COMBUSTÍVEL	
Elemento caracterizador de uma central a fuelóleo. O Gasómetro de Oberhausen (Tabela 1 - Casos internacionais de sucesso por reutilização adaptativa do património industrial) apresenta uma possível reutilização daquelas estruturas. (ver ANEXO III, Fig. 36 - Parte do parque de armazenamento da Central Termoelétrica de Setúbal).	
FORÇAS	FRAQUEZAS
- elemento singular de centrais a fuelóleo - efeito visual impactante - valor patrimonial industrial alto	- valor comercial de materiais constituintes - custos associados a descontaminações

OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
- atracção turística - pode originar subprojectos a longo prazo para uma dinamização da área (ver exemplo do Tate Modern).	- risco imediato de demolição
TRANSFORMADORES E PRINCIPAIS PARQUE DE ALTA TENSÃO	
Os transformadores principais têm importância memorial e de caracterização. O parque de alta tensão permite ainda a alimentação das atividades decorrentes da central (ver ANEXO III, Fig. 37 - Parque de Alta Tensão).	
FORÇAS	FRAQUEZAS
- valor patrimonial industrial médio;	- pequena ou nenhuma possibilidade de reutilização, apenas peça “expositiva” de um possível museu ou num cenário de reserva estratégica.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
- n/d	- ferro e aço inerentes às estruturas com valor comercial.
ESPAÇO ENVOLVENTE	
Todas as áreas não edificadas que pertencem aos terrenos da central e que poderiam vir a ser recuperadas. Utilização em futuros eventos ao ar livre, como concertos, festivais e feiras. (ver ANEXO III, Fig. 38 - Frente Norte pertencente à Central Termoelétrica de Setúbal e Fig. 39 - Frente Sul da Central Termoelétrica de Setúbal)	
FORÇAS	FRAQUEZAS
- áreas consideráveis para eventos ao ar-livre (concertos, festivais, feiras, etc.) - bom estado de condições	- problemas com mosquitos - possíveis problemas com contaminações
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
- eventos regionais/nacionais - dinamização do espaço	- venda de terrenos

De acordo com o exposto, observe-se o ANEXO IV que apresenta a implantação do complexo da CTS, e a relevância patrimonial dos principais elementos apresentados na Tabela 12 - Análise SWOT das principais infraestruturas da CTS.

1.3.8.3. Infraestruturas como sistemas complexos

Ao longo da análise SWOT, sugeriu-se diversas funcionalidades para os espaços disponíveis. Ao categorizar os sistemas apresentados como sistemas complexos, entra-se num contexto do que se define como «Exploração do Espaço de Oportunidades (EEO)», que envolve a exploração de múltiplas micro-estratégias, essenciais para a inovação [133]. A complexidade subjacente à temática de estudo sugere que uma entidade para sobreviver necessita de explorar o espaço de oportunidades [133]. A interpretação desta teoria aplica-se a uma hipotética nova funcionalidade da CTS, pois a sua sobrevivência económica vai depender do EEO de toda a área útil e edificada que esta tem para oferecer, à semelhança dos casos apresentados na Tabela 1 - Casos internacionais de sucesso por reutilização adaptativa do património industrial e Tabela 2 - Casos de sucesso nacionais de reutilização adaptativa do património industrial.

O Santralistanbul é um caso notável dessa EEO, que manteve a sua integridade patrimonial e conseguiu ao mesmo tempo desenvolver uma estratégia de diversificação que potenciou a sua preservação. O Landschaftspark Duisburg é um projeto que se destaca pelas capacidades criativas dos seus projetistas. Este último, para além de ter tido a capacidade de alterar uma estrutura económica e social a nível regional, destacou-se não apenas pela memória da siderurgia nacional, mas por esta readaptação genial. E aqui, saliente-se, uma vez mais, a utilização do seu gasómetro como tanque de mergulho (o maior da Europa), o centro de escalada aproveitando as paredes do parque de armazenamento do carvão, entre muitos outros. É o que os alemães designam por «Erlebnis-Kraftwerk», ou seja «Central de Emoções», aos quais as oportunidades de Exploração para o visitante não faltam. Mas tudo depende da reutilização que se pretende dar e do que os *stakeholders* se proponham a fazer.

A estratégia de viabilidade para a Central de Setúbal passa pelo EEO e tendo em conta a sua complexidade, não deve procurar uma estratégia «ótima», porque a teoria da complexidade mostra que «a procura de uma única estratégia 'ótima' não é possível nem desejável. Qualquer estratégia é ótima apenas sobre certas condições» [133]. Aqui, a própria Central é exemplificadora. A Central, como unicamente orientada para a função de produção de energia, perdeu o seu significado no mercado energético e a estratégia anteriormente adotada já não é mais aplicável nem viável.

O futuro deste objeto museológico pode passar a curto prazo nalguma forma de rentabilização, que vai co-evoluindo, e a longo prazo essa estratégia poderá ser alterada ou renovada. Atente-se à Tate Modern que, após anos de funcionamento, o EEO resultou no aumento do espaço disponível aos visitantes, recuperando os tanques de combustível subterrâneos para o efeito.

Num contexto humano, as dimensões social, cultural, técnica, económica e global podem colidir e influenciar-se umas às outras [133]. As características de um sistema complexo é de se adaptar e evoluir, criando uma nova ordem e coerência. Nesta co-evolução, cada organização é um agente totalmente participativo que tanto influencia como é influenciado por esse ecossistema social, composto por todos os negócios relacionados, consumidores e fornecedores, bem como instituições económicas, culturais e legais [133].

1.4. Análise de Significado

A análise de significado da CTS em geral é apresentada de uma forma bastante resumido segundo critérios escolhidos por profissionais na área do património industrial francês - histórico, quantitativo, de notabilidade, técnico e arquitectónico:

8.1.1 Valor Histórico

É indubitável o valor histórico da entrada das primeiras grandes centrais térmicas em Portugal, construídas a Sul do País, em particular a Sul do Tejo pela fraca dispersão geográfica de centrais eléctricas nesta região. A entrada em serviço da Central de Setúbal coincidiu com crises petrolíferas que alteraram o panorama energético nacional, europeu e até mesmo internacional. Para além de que, fruto da sua elevada potência, marcou o início da «super-rede» de 400 kV em Portugal, o que tornou a rede eléctrica nacional «europeizada». Figurou como o maior centro produtor térmico de Portugal de 1981 (quando os grupos III e IV entraram em serviço) até 1986. Em números, a Central de Setúbal no período de 1979-2012 representa um valor atarrador de 29 milhões de toneladas de fuelóleo residual consumidos com cerca de 90 milhões de toneladas de CO₂ emitidos (Anexo I), entre outras emissões de GEE que não foram calculadas

8.1.2 Notabilidade

A Central de Setúbal não se pode destacar por ter sido a primeira Central de fuelóleo, uma vez que a localização determinada para a primeira Central Sul optou pela Central do Carregado (recorde-se que a sua localização foi tida em conta nos ante-projetos da primeira Central Sul). Mas saliente-se que a Central de Setúbal tem maior potência e o dobro do tamanho das chaminés em relação à do Carregado. É uma central que não se destinou a alimentar uma região em particular, mas a energia eléctrica produzida, seguindo para a rede nacional de transporte a alta tensão com menores perdas associadas, podia alimentar as várias regiões do país e até Espanha. A notabilidade do projeto de construção requereu aproximadamente 950 elementos ao longo de quatro anos, com a complexidade

inerente aos processos precedentes de concursos, engenharia básica, engenharia detalhada, estudos de localização, estudos de viabilidade, estudos de impacto, etc. A contribuição nacional para este projeto é bastante significativa de cerca de 70% de consultores de engenharia nacional. A influência francesa deste projeto é inegável, não só pelos documentos consultados como até mesmo a citação de vários testemunhos. Uma Central Termoelétrica é um património não apenas nacional mas transnacional, que significa a transferência e influências de recursos humanos e de

8.1.3 Valor Quantitativo

A nível nacional, a Central do Carregado e de Setúbal são as últimas centrais a fuelóleo, tendo a primeira Central a fuelóleo, a do Central Termoelétrica do Barreiro, sido demolida em 2010, embora com menor potência instalada e significância nacional. A CTS é a de maior potência instalada em Portugal e destacou-se a nível mundial ao integrar na lista das vinte maiores centrais termoelétricas a queimar fuelóleo residual. O facto da construção destas centrais não estar futuramente prevista em países como Portugal aumenta o patrimonial que certas estruturas têm, nomeadamente daquelas que são típicas de centrais a fuelóleo.

8.1.4 Valor Técnico e Arquitectónico

Uma central termoelétrica estão aplicados todos os princípios da física, química, mecânica, eletricidade, eletrónica, materiais, termodinâmica, etc. As chaminés de Setúbal, em termos construcionais, listam das construções mais altas do país e são um elemento de forte caracterização regional. Em 1973, a Central do Carregado e a Central de Setúbal foram conotadas por «Catedrais da Tecnologia» [42]. Nesta notícia referia-se sobretudo à Central do Carregado [só havia ainda o projeto de Setúbal], destacando as chaminés com alturas de cem metros cada. «Na Central do Carregado, o homem ficaria fora da escala – cem metros de altura tem cada uma das três chaminés – se não dominasse a tecnologia. Nessa verdadeira «catedral», pela sua grandeza, pela sensação de capacidade que ela emana, um só técnico pode controlar por completo um grupo gerador» [42]. Mas as chaminés de Setúbal viriam a ter o dobro da altura destas, assim como os GGV, pois a Central de Setúbal viria a tornar-se anos mais tarde a mais potente central do país. A arquitetura de centrais térmicas reflete a influência das grandes dimensões das infraestruturas, associada a formas geométricas dominantes, simples e rectilíneas, envolvendo equipamentos de formas tecnológicas simétricas. Em termos visuais a sua forte presença na cidade de Setúbal traduz-se num grande impacto urbano e de referência da cidade. A concepção desta central engloba-se na «arquitetura de engenheiros» [132], que se traduz pela multiplicação simétrica dos quatro GGV de formas retangulares, pela geometria cilíndrica dos cinco reservatórios de combustível e pelas formas cónicas das chaminés.

8.2 Panorama geral do país no contexto do projeto apresentado

Portugal encontra-se num contexto económico recessivo dada a sua condição de elevado endividamento externo, caracterizado por uma economia com um défice persistente da balança de bens e serviços. Na década antecedente, é de salientar que o crescimento das exportações portuguesas se ficou a dever, em particular, aos serviços de turismo e de transporte [56].

O elevado nível de desemprego assume-se como um problema social de maior relevância, cujo agravamento acentuou-se na sequência da crise económica internacional. A evolução do desemprego e da sua duração, tem impactos assimétricos na população, atingindo de forma diferenciada e, em termos mais predominantes, os desempregados de longa duração, destacando-se os

adultos seniores e os jovens adultos. Este fator constitui uma preocupação acrescida, tanto pelos custos sociais que acarreta, favorecendo o agravamento e perpetuação das situações de pobreza e exclusão social, mas também pela perda de capital humano, com o conseqüente impacto no potencial de crescimento da economia.

A camada jovem destaca-se por ser a geração mais qualificada da história nacional e continua a ser a mais afetada pela contração da economia. Assiste-se de maneira prejudicial a uma tendência de emigração. Assim, o envelhecimento da população é duplicado tanto pelo aumento da população idosa e de uma longevidade acrescida, como uma diminuição da população jovem. A projeção demográfica para os próximos anos não demonstram futuras melhoras e essa perspectiva acarreta um cenário problemático no que se refere, em particular, às pressões sobre os sistemas de saúde e de proteção social [56].

Uma mais valia de uma reconversão da Central de Setúbal em complexo lúdico, recreativo, tecnológico é a proximidade da Central ao IPS. Uma parceria estratégica com IPS criaria a ligação da camada jovem e instruída com aquela área industrial, promovendo sobretudo a educação, a cultura, os desportos radicais e a consciência ambiental. Esta parceria beneficiaria diretamente alunos de cursos do IPS como o de Engenharia do Ambiente, Animação e Intervenção Sociocultural, Desporto e Promoção Artística e do Património, entre outros, dependendo da reutilização que se viesse a dar. Disponibilizar um espaço para a organização de eventos, permite aos alunos, em particular os de Animação e Intervenção Sociocultural de terem a possibilidade de realizarem projetos na sua área. Por seu turno, os estudantes de Promoção Artística e do Património, poderiam participar na gestão de projetos de inventariação e organização de exposições no museu. Por último, enaltece-se ainda a vantagem da possibilidade de oferecer aos estudantes e outros interessados, trabalhos temporários, por exemplo, nos processos de reestruturação do complexo, e mais tarde no funcionamento do museu (trabalhos como guias, rececionistas, entre outros), possibilitando aos que se encontram numa situação mais precária, uma ajuda de financiamento e um maior envolvimento com o projeto e por conseqüência consciencialização para a vertente do património industrial, que tão pouco tem sido explorada em Portugal.

9. Síntese Conclusiva e Recomendações

Os recentes planos para o início da demolição de algumas das infraestruturas da Central Termoelétrica de Setúbal após perda da sua funcionalidade implicam a desvalorização de valores históricos, tecnológicos, sociais, arquitetónicos de uma das maiores realizações na área da produção da energia elétrica.

Como diz Neil Cossons «nada do que foi será o mesmo novamente». No caso particular deste estudo, essa mudança, felizmente, verifica-se essencialmente na ótica de diminuição da utilização de combustíveis fósseis, que implicam a substituição de sistemas altamente poluidores para sistemas mais eficientes e descarbonizados. Essa tão desejada substituição, numa altura de cada vez maior consciencialização ambiental, levanta questões de o que é que podemos aprender do passado. Mais uma vez, Neil Cossons coloca a questão, «A herança industrial deve ser levada adiante como uma parte valorizada do passado ou deve ser consignada ao oblívio, como lixo?».

A CTS é o único exemplar representativo das grandes termoelétricas a fuelóleo a Sul do Tejo. Não existe quaisquer provisões para a construção destas centrais a nível mundial, excepto nos países exportadores de petróleo, devido à relativa disponibilidade deste combustível nesses países. Se as únicas centrais a fuelóleo nacionais forem demolidas, não restará qualquer testemunho físico.

Perante o que está a acontecer em Portugal na vertente energética do património industrial, as nossas centrais estão destinadas ao esquecimento e ao oblívio, ainda que exista documentação que as permita retratar de uma maneira relativamente efetiva. Neste estudo, consultou-se variada documentação existente no Centro de Documentação do Museu da Electricidade, relativamente acessível, mas houve contudo uma necessidade de consultar diversos documentos durante mais de um mês de consultas. Ficou patente a dificuldade em encontrar informação concentrada sobre a Central Termoelétrica de Setúbal, com um notório défice de trabalhos académicos na área do património industrial energético e na sua documentação objetiva, exeto no caso da Central Tejo. Mas e as restantes? Mais uma vez, não são igualmente importantes? Será um único objeto museológico merecedor da atenção de investigadores, historiadores e engenheiros?

Acresce que, soluções semelhantes podem vir a ser adotadas para centrais elétricas a serem desativadas, sujeitando-as a outro tipo de destino. Com a previsão de desclassificação das centrais termoelétricas de Sines e do Pego para 2017, deverão ser tomadas providências.

Este estudo demonstrou o papel crucial que o engenheiro pode ter na interpretação do património industrial, como o historiador José Amado Mendes já tinha referido num dos seus artigos, salientando o carácter pluridisciplinar desta disciplina. Contudo, em Portugal, esta disciplina não toma um carácter prioritário nos cursos de engenharia, condenando indefensavelmente parte do património industrial nacional em geral.

A rapidez irrevocável que a economia mundial apresenta implica igualmente uma mudança na forma de agir e pensar em relação ao património cultural. Isto é, se uma Central da década de 70 é recente para ser digna de ser preservada, à luz das constantes mudanças económicas atuais deveria-o ser. A perceção de que o património só é valioso pela sua antiguidade histórica, ditará o desaparecimento físico destas centrais, que são alvo da rápida evolução tecnológica.

A reutilização adaptativa apresenta-se como uma solução viável para a preservação da Central Termoelétrica de Setúbal, à semelhança dos vários casos internacionais. Embora a análise de custos não se tenha feito, o atual diretor da CTS, com base em valores de anos anteriores, assegurou custos anuais de cerca de 350 mil euros para manutenção e vigilância. Acresce-se a este valor, custos para a reabilitação e trabalhos de conservação não estimados. Contudo, deve ser feito um balanço económico

entre as duas hipóteses: a de manter e a de destruir as infraestruturas, uma vez que a própria demolição implica custos igualmente elevados. Para além de que, a reutilização do edificado disponível evitaria construção nova, evitando os impactos das emissões de CO₂ na produção de materiais de construção e no transporte de materiais, da degradação do solo com extracção de matérias-primas e deposição de resíduos do fabrico de produtos e de entulhos e sobras, consumos elevados de água, consumos de energia na produção de materiais de construção, extracção e consumo de materiais, entre outros [89].

As abordagens que se fizeram ao longo deste estudo permitiram traçar um quadro conclusivo que motiva à acção. Nesta parte final, analisaram-se alguns factores críticos identificadas para a possível implementação de um complexo lúdico, recreativo e desportivo. A preservação física implica uma estratégia de gestão lucrativa, razão pela qual se apresentou possíveis reutilizações dos principais edifícios e infraestruturas no ponto referente à Análise SWOT. É necessário ter em consideração que a demolição de certas partes do complexo, em particular dos tanques de combustível, pode levar à descaracterização da CTS. Isto porque, o parque de armazenamento de uma Central a fuelóleo é completamente diferente de uma Central a Carvão. O carvão necessita de ser armazenado ao ar-livre e é transportado para a zona de queima através de passadeiras rolantes, ao passo que o fuelóleo é armazenado em tanques cilíndricos e é transportado para a queima através de oleodutos. Esta diferença estrutural nos parques de armazenamento é o que visualmente distingue uma Central a Carvão de uma Central a Fuelóleo. A integridade da Central de Setúbal é perdida no caso de todos os tanques de combustível serem demolidos. Além de que, são os elementos mais exemplificativos do consumo do fuelóleo que existe na Central e as suas dimensões são impossíveis de ignorar. A percepção do consumo assustador que foi feito nesta central é mais impressionante ainda quando se tem a possibilidade de estar ao lado dos próprios tanques.

Torna-se assim imperioso que sejam retidos os Grupos Geradores de Vapor, as Chaminés, a Sala de Máquinas e os Tanques de combustível da Central Termoelétrica de Setúbal para manter a sua integridade patrimonial industrial (ver ANEXO IV).

Este trabalho pretende ser a base para a classificação da Central de Setúbal como património de interesse público. Recorde-se que a candidatura à Direcção Geral do Património Cultural, de acordo com a lei em vigor, inibe qualquer estado de obras. É particularmente relevante para os tanques de combustível, cuja demolição poderá ser adiada ou evitada, enquanto decorre o processo administrativo de classificação. Os meios legais abrem igualmente oportunidades de financiamento que são imprescindíveis para a reutilização adaptativa da Central. Em muitos dos casos de estudo que se analisou, vigoraram aqueles que utilizaram o instrumento FEDER como promotor de uma reconversão, ainda que deva ser assegurado 40% do capital necessário.

São imprescindíveis contactos entre a autarquia de Setúbal e a administração da EDP no sentido de viabilizar um futuro concensual para este património, uma vez que a autarquia tem projetos de reabilitação para a área onde a Central está implantada, hoje em dia caracterizado pelo abandono e pela ruína e evitar a eminente demolição dos tanques de combustível [134].

Realce-se que se pretende no contexto da Cidade da Música, «Um Território de Cultura e Conhecimento», «Um Destino de Turismo e Lazer» e «Um Espaço Qualificado para Habitar», de acordo com o plano estratégico de Setúbal Nascente, solidificando Setúbal como a cidade da indústria da Música e do Som. Além disso, «Setúbal Nascente deve capitalizar as suas qualidades naturais e paisagísticas no sentido de contribuir para re-posicionar Setúbal como Capital do Turismo da Costa Azul». A Central tornar-se-ia um ponto icónico e multiplicador para esta aspiração, tal como os pontos âncora da Industriekultur do Ruhr foram revitalizadores das áreas urbanas em que se encontram. A proximidade da Central com o Estuário do Sado contribui para que esta possa ter um papel fundamental na sua protecção através de acções de sensibilização, realçando a sua

biodiversidade e contribuindo para a sua preservação, com protocolos com instituições de protecção da natureza. O sucesso de uma reconversão requer ainda cooperação entre as mais variadas instituições e organizações (autárquicas, empresárias, estudantis, ambientais, desportivas e comunitárias) com o intuito de criar uma maior valorização e promoção do espaço.

A interligação dos estudantes com o complexo industrial pode criar uma interacção positiva, com vantagens no aumento da sua formação, levando à fixação de mão-de-obra qualificada na região, diminuição do desemprego, especialmente num contexto nacional que os jovens optam cada vez mais por emigrar.

Acredita-se que é de extrema importância a preservação deste exemplar, revendo casos passados, destaque-se o seguinte exerto do investigador Prof. Dr.º José Amado Mendes: «Ultrapassada por novas tecnologias, a produção fabril da Lusitânia tem hoje um valor inestimável que à história da indústria nacional muito importa, tanto mais que são raros os edifícios inscritos na mesma situação documental, tantos que foram as vítimas de demolições em épocas ainda não culturalmente motivadas, ou tudo ignorando a problemática de tais conservações. E reutilização também, porque disso, em termos de museologia viva, havia de se tratar, dando novo uso aos edifícios a recuperar» [13].

Analisada a conjuntura nacional da termoelectricidade e do sistema eletroprodutor já apresentada, conclui-se estar-se perante a mesma situação de valor inestimável. Mas não se está já numa época culturalmente mais motivada? Serão os princípios económicos tão mais valiosos que permitirão a sua demolição por simplesmente se apresentar à primeira vista «economicamente não viável»?

Acredita-se que a CTS pode contribuir para uma visão de desenvolvimento mais adequada à dinâmica do tempo presente, continuando ao serviço da comunidade, como centro catalisador da promoção da sustentabilidade, do ambiente, da fruição cultural, suporte à educação formal e profissional e crescimento económico, sem o abandono do espaço, sem demolição dos edifícios e sem a venda de maquinaria obsoleta, contribuindo assim para a melhoria das atuais condições socioeconómicas que se verificam em Portugal e em particular da região em que a Central está localizada.

Trata-se de um artefacto industrial que demonstra o consumo desenfreado de combustíveis fósseis, nomeadamente derivados do petróleo, que tem valor intrínseco como parte do património industrial energético, o que por si só justifica a sua retenção para o futuro.

Em suma, o projeto deverá ser projetado com expressão social, económica, tecnológica, onde é fundamental preservar a história industrial da Central com o respetivo edificado, que permita às gerações futuras a contemplação da evolução tecnológica dos meios de produção de energia eléctrica.

Referências

- [1] AA.VV. *Sistema Electroprodutor do SEP: Estratégias Alternativas de Expansão no Período de 2000-2020*. Lisboa, Direção Geral de Energia, 1999: 13, 24.
- [2] HONÓRIO, Lívio. *Alguns Aspectos Relacionados com a Escolha do Sistema Electroprodutor*. Lisboa, EDP – Electricidade de Portugal, 1979.
- [3] FAN, Xiaojun e XU, Honggang. «Selective Interpretation of Chinese Industrial Case of Shenyang Tiexi District» in *The International Conservation for the Industrial Heritage Series 2*, Chung Yuan Christian University, Janeiro de 2013: 161, 162.
- [4] AA. VV. *Industrial Heritage Re-tooled: The TICCIH guide to Industrial Heritage Conservation*. Carnegie Publishing Ltd, 2012: 12-16, 53, 63-64, 66, 86, 89, 92-95, 100, 101-115, 129-133, 201-205.
- [5] Decreto Lei nº 107/2001 de 8 de Setembro. *Diário da República n.º 209 – I Série A*. Assembleia da República. Lisboa.
- [6] COSSONS, Neil. «Industrial Heritage: Treasure or Trash?» in *The International Conservation for the Industrial Heritage Series 2*, Chung Yuan Christian University, Janeiro de 2013: 11, 15.
- [7] AA.VV. *Primeiro Encontro Internacional sobre Património Industrial e sua Museologia*. Lisboa, EPAL – Empresa Pública das Águas Livres, 2000.
- [8] DERVOZ I. *Industrial Heritage in Europe*. Strasbourg, Council of Europe Committee on Culture, Science, Education and Media, 2013.
- [9] MENDES, José A. *O Património Industrial na Museologia Contemporânea: o Caso Português*. Universidade de Coimbra e Universidade Autónoma de Lisboa, 2012: 3, 8, 11.
- [10] AA.VV. «About ERIH». *European Route of Industrial Heritage*. www.erih.net, consultado em 13/3/2014.
- [11] TRISCIUOGLIO, Marco e YAO, Yan-Bin. «Rethinking the “Reuse” of Industrial Heritage in Shanghai with the Comparison of Industrial Heritage in Italy» in *The International Conservation for the Industrial Heritage Series 2*, Chung Yuan Christian University, Janeiro de 2013.
- [12] AA.VV. «LX Factory». www.lxfactory.com, consultado em 30/9/2014.
- [13] MENDES, José A. *Uma Nova Perspectiva sobre o Património Cultural: Preservação e Requalificação de Instalações Industriais*. Coimbra, 2000: 197.
- [14] AA.VV. «Museu Casa da Luz». *Electricidade da Madeira*. www.eem.pt, consultado em 10/4/2014.
- [15] AA.VV. «Evolution; Leisure & Sport; Culture & Events; Information for Organizers». *Landschaftspark Duisburg-Nord*. en.landschaftspark.de, consultado em 31/3/2014.
- [16] BUSCH, L. Erin. *From Brownfield to Greenfield: A Social and Environmental Remediation Project*. Ball State University, 2012: 62-65.
- [17] STILGENBAUER, Judith. «Landschaftspark Duisburg Nord - Duisburg, Germany. [2005 EDRA/ Places Award – Design]», in *2005 EDRA/Places Awards*, vol. 17, n. 3, Places Journal, 2005: 6-9.
- [18] SANTOS, Fernando. «Museu da Electricidade: Um Museu com história, um Museu para o futuro», in *Ingenium*, ed. rev. n.º 92, Lisboa, Ordem dos Engenheiros, Março/Abril 2006: 33.
- [19] AA.VV. *Industrial Heritage Trail: Discovery Pass*. Metropoleruhr, 2013: 60.
- [20] AA.VV. «Change». The Gasometer. www.gasometer.de/en/, consultado a 29/11/2014.
- [21] AA.VV. «Tate Modern». *European Theme Routes*. www.erih.net, consultado a 8/4/2014.
- [22] AA.VV. «Tate Modern». *History of Tate*. www.tate.org, consultado a 8/4/2014.
- [23] AA.VV. «Funding» *Funding*. www.tate.org, consultado a 8/4/2014.
- [24] AA.VV. «Chronik». *Erlebnis Kraftwerk Plessa*. www.erlebnis-kraftwerk-plessa.de, consultado a 19/6/2014.
- [25] AA.VV. «Dieselkraftwerk». *Kunst Museum Dieselkraftwerk Cottbus (dkw.)*. www.museum-dkw.de, consultado a 8/4/2014.

- [26] AA.VV. «Art museum Cottbus power station». *European Theme Routes*. www.erih.net, consultado a 8/4/2014.
- [27] AA.VV. «Santralistanbul Energy Museum». *European Theme Routes*. www.erih.net, consultado a 11/4/2014.
- [28] AA.VV. «Energy Museum». *Santralistanbul*. www.santralistanbul.org, consultado a 11/4/2014.
- [29] AA. VV. *Centrais Termoeléctricas – Direcção de Produção Térmica*. CCPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1993: 122.
- [30] AA.VV. *Um Século de Electricidade: Catálogo de Exposição*. Lisboa, Museu de Electricidade, 1990.
- [31] VÁZQUEZ, J. Ramírez. *Centrales Eléctricas: Enciclopedia ceac de Electricidad*. Ediciones CEAC, S.A., Barcelona, 1974: 32, 35, 291, 293, 297, 299, 301, 364, 365, 394, 295, 398, 399-401, 505.
- [32] AA.VV. *O Mundo da Electricidade*. EDP – Electricidade de Portugal, S.A., 1991.
- [33] BRENHAS, Maria J. e outros. *Vantagens do Ciclo Combinado a Gás Natural face a outras Tecnologias. Estudo de Caso: A Central da Tapada do Outeiro, Portugal*. Faculdade de Ciência e Tecnologia (UFP), 2008: 35-36.
- [34] AA.VV. *Centrais Térmicas: Os Limites da Energia*. Lisboa, Museu de Electricidade, 1993.
- [35] AA.VV. «Combined Cycle Plant for Power Generation: Introduction». *Power Plants: Learning Center*. www.wartsila.com/en, consultado a 20/5/2014.
- [36] BAKER, Joshua. *Sustainability and Engineering*. University of Nottingham, Smashwords, 2013.
- [37] ESTANQUEIRO, Ana. *Redes de Distribuição de Energia*. Lisboa, INETI, Setembro de 2010.
- [38] RODRIGUES, José. *Corrente Alternada*. Didáctica Editora, 1981: 8.
- [39] DELGADO, Manuel. *Protecção das Redes Eléctricas de Distribuição, Transporte e Interligação*. Pubindústria, 2011: 1-3.
- [40] MARIANO, Mário. *História da Electricidade*. Lisboa, CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1993: 21, 110, 112, 123, 129, 130, 135, 139, 145, 146, 163.
- [41] AA.VV. «Apoio das Centrais Térmicas e da Interligação Internacional» in *Electricidade* N.º 26, Junho de 1963: 156, 157.
- [42] RATO, Afonso. «Com o Carregado em Ampliação e Setúbal à Vista» in *Jornal do Comércio*, 17 de Outubro 1973.
- [43] ROSA, Walter. *Central Sul, Estudo de Localização*. Porto, ETP – Empresa Termoeléctrica Portuguesa, 1964.
- [44] AA.VV. «Alguns Marcos do Desenvolvimento da RNT». *Informação Técnica*. www.centrodeinformacao.ren.pt, consultado em 06/11/2014.
- [45] SIMÕES, Ilídio M. «Tendências da Evolução do Equipamento: Turbo-Alternadores», in *Centrais Térmicas Convencionais: Equipamentos, Exploração e Custos*, Grémio Nacional dos Industriais de Electricidade, 1964.
- [46] MENDES, Jorge Alberto. «A Liberalização do Sector Eléctrico e o Mercado Ibérico de Electricidade (MIBEL)». pwp.net.ipl.pt, consultado a 11/11/2014.
- [47] AA.VV. DOET – *Direcção de Equipamento Térmico - Relatório Anual 1986*. EDP – Electricidade de Portugal, 1987: 4, 10.
- [48] AA.VV. *Inspecção Global À Central Térmica de Setúbal - Relatório Analítico*. Inspecção e Vistoria, 1991.
- [49] AA.VV. DOEX – *Direcção de Exploração da Produção e Transporte - Relatório de Actividades – 1989*. EDP – Electricidade de Portugal, 1990. 11, 14.
- [50] AA.VV. *Direcção de Exploração da Produção e Transporte – Produção Térmica - Relatório Anual de Exploração - 1984*. EDP - Electricidade de Portugal, 1985: 18, 53, 55.
- [51] AA.VV. DOEX *Direcção Operacional de Exploração da Produção e Transporte - Relatório de Actividades - 1990*, EDP – Electricidade de Portugal, 1991.

- [52] AA.VV. DOEX/PT - *Direcção de Exploração da Produção e Transporte – Produção Térmica - Relatório Anual de Exploração – 1986*. EDP - Electricidade de Portugal, 1987: 31.
- [53] AA.VV. DOEX/PT - *Direcção de Exploração da Produção e Transporte – Produção Térmica - Relatório de Actividades – 1990*. EDP - Electricidade de Portugal, 1991: 31.
- [54] AA.VV. DOET – *Direcção de Equipamento Térmico – Relatório Anual de Actividades – 1991*. EDP – Electricidade de Portugal, 1992: 1, 37, 38.
- [55] AA.VV. DOET – *Direcção de Equipamento Térmico – Relatório Anual de Actividades – 1992*. EDP – Electricidade de Portugal, 1993: 32.
- [56] AA.VV. *Portugal 2020: Acordo de Parceria 2014:2020*. Governo de Portugal, 2014: 6, 110.
- [57] AA.VV. *Relatório de Monitorização da Segurança de Abastecimento do Sistema Eléctrico Nacional 2013-2030*. Lisboa, Direcção Geral de Energia e Geologia, 2013: 2, 3.
- [58] AA.VV. *Relatório Anual de Exploração, 1995*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1996: 3, 20.
- [59] AA. VV. *Relatório de Contas 2010*. EDP – Energias de Portugal S.A., 2011: 37.
- [60] AA.VV. *Relatório e Contas, 2011*. EDP – Energias de Portugal S.A., 2012: 41.
- [61] AA.VV. *Relatório e Contas 2013*. EDP – Energias de Portugal S.A., 2014: 52, 202.
- [62] BARON, Richard. *Climate & Electricity Annual 2011: Data and analyses*. IEA publications, 2010: 7.
- [63] AA.VV. *Dados Técnicos – 2012*. REN – Redes Energéticas Nacionais, 2013:2.
- [64] AA.VV. *Centros Produtores, Power Plants*. Lisboa, EDP Produção – Gestão da Produção de Energia SA, 2004: 68-75.
- [65] AA.VV. «Coal-Fired Plants in Portugal». *st coal portugal*. www.industcards.com/, consultado em 13/5/2014.
- [66] BARBOSA, Pires «Apresentação da Central». *Central da Tapada do Outeiro*. www.wikienergia.pt, consultado a 2/11/2014.
- [67] AA.VV. «Gas- and Oil-Fired Plants in Portugal». *st other portugal*. www.industcards.com/, consultado em 13/5/2014.
- [68] PRADO, Miguel. «EDP desactiva já este ano central termoelétrica do Carregado». *Empresas*. 22 Fevereiro 2010. www.jornaldenegocios.pt/, consultado em 13/5/2014.
- [69] BARBOSA, Pires. «Apresentação da Central». *Central do Barreiro*. www.wikienergia.pt, consultado a 20/5/2014.
- [70] AA.VV. «Desmantelamento da 1.ª Central Termoelétrica desactivada em Portugal é efectuada pela Recifemetal». *Recifemetal*. 6 Junho 2012. www.ambigroup.com, consultado a 2/11/2014.
- [71] ANDRADE, Vítor. «EDP fecha centrais mais poluentes e mais caras» *Energia*. expresso.sapo.pt, consultado a 12/4/2014.
- [72] AA.VV. «Cronologia da Central». *A Central*. www.tejoenergia.com, consultado em 13/5/2014.
- [73] AA.VV. «CCGT Plants in Portugal». *cc portugal*. www.industcards.com/, consultado em 13/5/2014.
- [74] AA.VV. *Centros Produtores, Power Plants*. Porto, EDP Produção – Gestão da Produção de Energia SA, 2011: 95-97.
- [75] CRUZ, Luís Braga da. *A Liberalização do Sector da Energia, o MIBEL (Mercado Ibérico de Electricidade) e o OMIP (Operador do Mercado Ibérico de Energia – pólo português)*. S. João do Estoril, Principia, 2008: 83.
- [76] AA.VV. «PRE – Produção em Regime Especial». *Ambiente*. www.erse.pt, consultado a 15/10/2014.
- [77] AA. VV. *Produção: Relatório Técnico 2007*. EDP Produção – Gestão da Produção de Energia, S.A., Julho 2008: 6, 22, 36, 67, 70.
- [78] AA.VV. *PDIRT, Plano de Desenvolvimento e Investimento da Rede de Transporte de Electricidade, 2014-2023*. Rede Eléctrica Nacional S.A., 2013: vi, vii, ix.

- [79] AA.VV. «Top 20 Power Plants in the World Using Residual Fuel Oil as Fuel». *Residual Fuel Oil as Fuel*. enipedia.tudelft.nl/wiki consultado a 30/11/2014.
- [80] AA. VV. *Steam: Generation and its Use*. ed. n.º 41, Ohio, The Babcock & Wilcox Company, 2005.
- [81] BARBOSA, Pires. *Combustão: Curso de Encarregados de Condução de Centrais Térmicas*. EDP – Electricidade de Portugal, 1994.
- [82] AA.VV. «Ölkraftwerk». *Wikipedia*. de.wikipedia.org, consultado a 9/5/2014.
- [83] MENDONÇA, Fernando G. «Alguns Aspectos da Evolução dos Geradores de Vapor Destinados à Produção de Energia Eléctrica» in *Centrais Térmicas Convencionais: Equipamentos, Exploração e Custos*, Grémio Nacional dos Industriais de Electricidade, 1964.
- [84] AA.VV. «Chapter 3 The Fuel Effect: What is Being Burned Matters» in *The Bottom of the Barrel: How the Dirtiest Heating Oil Pollutes our Air and Harms our Health*. EDF Environmental Defense Fund & Urban Green Council, Dezembro 2009: 28, 29.
- [85] AA. VV. *Centrais Termoeléctricas – Direcção de Produção Térmica*. CCPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, Setembro de 1996: 5, 11, 41, 44, 57, 58, 59, 61, 62, 66, 68, 70, 72, 75, 77, 78, 80, 84, 90, 104, 117, 122, 130.
- [86] LUCIANO, José F. «Filosofia do Projeto e Métodos de Construção de Centrais Térmicas Convencionais – sua Evolução e Tendências Modernas» in *Centrais Térmicas Convencionais: Equipamentos, Exploração e Custos*, Grémio Nacional dos Industriais de Electricidade, 1964.
- [87] CÔRTE-REAL, Alexandre. «Centrais Automáticas: Aplicação dos Computadores de Comando» in *Centrais Térmicas Convencionais: Equipamentos, Exploração e Custos*, Grémio Nacional dos Industriais de Electricidade, 1964.
- [88] HELMUS, Frank Peter. *Process Plant Design: Project Management from Inquiry to Acceptance*. Weinheim, Wiley-VHC, 2008: 2, 8, 9, 10-53, 81, 147-150, 175-182.
- [89] CÓIAS, Vítor. «Os Limites da Construção» in *Pedra&Cal*, ed. rev. n.º 47, GECORPA – Grémio das Empresas de Conservação e Restauro do Património Arquitectónico, Julho/Agosto/Setembro 2010: 4-6.
- [90] AA.VV. «Relatório de 1981: Planeamento de Novos Centros Produtores.» in *Localização e Ritmo de Construção das Novas Centrais Termoeléctricas*. EDP – Electricidade de Portugal, 1991.
- [91] GONÇALVES, Fernando Ivo. «Anexo I – Número de Contratos e Consultas a Decompor os Empreendimentos, directiva (pcg) – Orientação Geral quanto a Novos Empreendimentos» in *Nota: Sobre a Projecção dos Preços dos Grupos Geradores de Vapor de Setúbal 3 (a fuel-óleo) e a Transposição de Preços para Grupos Geradores de Vapor de Identica Capacidade de Vaporização a Carvão*, Lisboa, EDP – Electricidade de Portugal, 1978: 1,4,6,7.
- [92] AA.VV. *Manual de Organização Interna - DPT – Central Termoeléctrica de Setúbal*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, Maio de 1996.
- [93] AA.VV. *Relatório de Exploração – 1996*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1997: 18, 26.
- [94] AA.VV. *Relatório de Exploração – 1997*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1998: 4, 5.
- [95] DOS REIS, Henrique Simões. *Comunicado N.º 26/79, do Órgão Central de Informação*. CPE – Companhia Portuguesa de Electricidade, 1979.
- [96] AA.VV. *Nomenclatura de bens patrimoniais*. EDP – Electricidade de Portugal, [1979].
- [97] AA.VV. *DOET – Direcção de Equipamento Térmico – Relatório Anual de Actividades – 1993*. EDP – Electricidade de Portugal, 1994: 5.
- [98] A.A. V.V. *Central Sul – 4 x 250 MW: Estudo Preliminar e de Localização*. Lisboa, CPE – Companhia Portuguesa de Electricidade, 1972.
- [99] MACEDO, Ricardo. *Levantamento das Exposições às Fibras Totais Respiráveis na Central Termoeléctrica de Setúbal*. Lisboa, Laboratório de Controlo de Fibras, Janeiro de 1998, 1.

- [100] AA.VV. *Avaliação da Concentração de Fibras Totais em Suspensão no Ar*. Oeiras, Ambisegur, Setembro de 2003: 15.
- [101] AA.VV. «Desenho nº CPS-11-2008 da Sala de Máquinas, Planta Geral da Cota +11.00 dos grupos 1,2,3 e 4» in *Áreas de Implantação e Construção Bruta, Centro de Produção de Setúbal*. grupo EDP, 30 de Junho de 2008.
- [102] AA.VV. *Inspeção Global à Central Térmica de Setúbal – Relatório de Síntese*. Inspeção e Auditoria, 1991: 13,19.
- [103] AA.VV. «Índice de Desenhos: Quadro de Áreas de Implantação e Bruta de Construção», in *Áreas de Implantação e Construção Bruta, Centro de Produção de Setúbal*. EDP – Electricidade de Portugal.
- [104] GARCIA, A. Leite. *Queima do Fuel com Baixo Teor de Enxofre*. EDP – Electricidade de Portugal, 1979.
- [105] AA.VV. «Central Termoelétrica de Setúbal» in *Electricidade Nº153/154 (Jul-Ago 1980)*: 302-305.
- [106] AA.VV. *DOET – Direcção de Equipamento Térmico – Relatório Anual de Actividades – 1990*. EDP – Electricidade de Portugal, 1991: 36, 32.
- [107] AA.VV. «Anexo II – Aplicação das Fórmulas de Revisão e Comentários Críticos (Ref. n. 5/78/Af)» in *Nota: Sobre a Projecção dos Preços dos Grupos Geradores de Vapor de Setúbal 3 (a fuel-óleo) e a Transposição de Preços para Grupos Geradores de Vapor de Identica Capacidade de Vaporização a Carvão*, Lisboa, EDP – Electricidade de Portugal, Dezembro de 1978.
- [108] AA.VV. «Parecer nº 17 612 de 4 de Maio, do Engenheiro Chefe de Repartição de Licenciamento para a Gerência da Companhia Portuguesa de Electricidade» in *Ficha de Anteprojecto da Central Termoelétrica do Sul*. CPE – Companhia Portuguesa de Electricidade, 1972.
- [109] AA.VV. «Despacho ao Presidente do Conselho de Gerência da Companhia Portuguesa de Electricidade da DGSE de 16 Junho 1972» in: *Ficha de Anteprojecto da Central Termoelétrica do Sul*. CPE – Companhia Portuguesa de Electricidade, 1972.
- [110] AA.VV. *Relatório de Actividades 1992: Central Termoelétrica de Setúbal*. EDP – Electricidade de Portugal, 1993: 99.
- [111] AA.VV. *Relatórios de Actividades 1987 - Central Térmica de Setúbal*. EDP – Electricidade de Portugal, 1988: 6.
- [112] AA.VV. *Relatório de Actividades PTSB 1989*. EDP – Electricidade de Portugal, 1990: 80.
- [113] AA.VV. *Relatório de Actividades 1988 : Central Térmica de Setúbal*. EDP – Electricidade de Portugal, 1989: 58.
- [114] AA.VV. *Relatório de Actividades PTSB 1990*. EDP – Electricidade de Portugal, 1991: 35.
- [115] AA.VV. *Relatório de Actividades 1991: Central Termoelétrica de Setúbal*. EDP – Electricidade de Portugal, 1992: 115.
- [116] AA.VV. *Relatório de Actividades 1993: Central Termoelétrica de Setúbal*. EDP – Electricidade de Portugal, 1994: 77.
- [117] AA.VV. *Relatório de Actividades 1994: Central Termoelétrica de Setúbal*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1995: 71.
- [118] AA.VV. *Relatório de Actividades 1995: Central Termoelétrica de Setúbal*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1996: 76.
- [119] AA.VV. *Relatório de Actividades 1996: Central Termoelétrica de Setúbal*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1997: 93.
- [120] AA.VV. *Relatório de Actividades 1997: Central Termoelétrica de Setúbal*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1998: 45.
- [121] AA.VV. *Relatório de Actividades 1998: Central Termoelétrica de Setúbal*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 1999: 45.
- [122] AA.VV. *Relatório de Actividades 1999: Central Termoelétrica de Setúbal*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 2000: 4

- [123] AA.VV. *Relatório de Actividades 2000: Central Termoeléctrica de Setúbal*. CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, 2001.
- [124] AA. VV. *Central Termoeléctrica de Setúbal (1979-2012)*. EDP – Energias de Portugal, 28 de fevereiro 2013.
- [125] FORTE, Denise Maria. *Identificação dos Serviços dos Ecossistemas e Quantificação do Armazenamento e Sequestro do Carbono na Arrábida utilizando SIG*. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Março 2014: 25
- [126] AA.VV. *Relatório e Contas, 2012*. EDP – Energias de Portugal, 2013: 202, 230.
- [127] ASSUNÇÃO, Ana Paula, e Outros. *O Percurso do Nosso Património: A Consciência do que Somos*. Loures, Museu Municipal de Loures, 2001, 33.
- [128] AA.VV. «Distrito de Setúbal» Sobre o IPS. www.ips.pt, consultado a 7/5/2014.
- [129] AA.VV. «Museus e Monumentos». *Museus e Monumentos*. www.visitsetubal.com, consultado a 7/5/2014.
- [130] AA.VV. *Plano Estratégico de Setúbal Nascente: Fase 2 – Proposta*. ed - Espaço&Desenvolvimento, Fevereiro de 2011: 24, 25, 26, 33.
- [131] AA.VV. *Arqueologia Industrial*. vol. 1, n. 1, Braga, Unidade de Arqueologia da Universidade do Minho, Primavera de 1987.
- [132] AA.VV. *Arquitectura de Engenheiros: Séculos XIX e XX*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.
- [133] MITLETON-KELLY, Eve. «Ten Principles of Complexity & Enabling Infrastructures» in *Complex Systems & Evolutionary Perspectives of Organisations: The Application of Complexity Theory to Organisations*. Elsevier, 2003: 1, 7-9, 14-15.
- [134] AA.VV. *Planta Geral: Remoção de Transformadores, Desmantelamento das Infraestruturas de Fuelóleo*. Estudos e Engenharia de Equipamentos (DEE) da EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A., Lisboa, 2013.
- [135] TRÉANTON, Karen. *The Use of Energy Statistics to Estimate CO₂ Emissions*. Moscovo, International Energy Agency, 2012.
- [136] AA.VV. «Parque Natural Serra da Arrábida» www.azeitao.net, consultado a 20/12/2014.
- [137] AA.VV. «Desenho nº CPS-06-2008 do Edifício Técnico e Administrativo, Planta do Piso 1» in *Áreas de Implantação e Construção Bruta, Centro de Produção de Setúbal*. Grupo EDP, 29 de Junho de 2008.
- [138] AA. VV. «Desenho nº CPS-07-2008 do Edifício Técnico e Administrativo, Planta do Piso 2» in *Áreas de Implantação e Construção Bruta, Centro de Produção de Setúbal*. Grupo EDP, 29 de Junho de 2008.
- [139] AA.VV. «Desenho nº CPS-08-2008 do Edifício Técnico e Administrativo, Planta do Piso 3» in *Áreas de Implantação e Construção Bruta, Centro de Produção de Setúbal*. Grupo ED, 29 de Junho de 2008.
- [140] AA.VV. *Central Térmica de Setúbal: Sala de Máquinas, Cobertura e Revestimento Exterior. Planta e Corte*. CPE – Companhia Portuguesa de Electricidade, 18 de Novembro de 1974.
- [141] AA.VV. «Desenho nº C30-C5-0106 da Sala de Máquinas e Auxiliares Eléctricos, Planta ao nível +6,60/5,50» in *Áreas de Implantação e Construção Bruta, Centro de Produção de Setúbal*. EDP – Electricidade de Portugal, 10 de Abril de 1981.
- [142] AA.VV. *Jornal EDP Produção n.º 01 Maio 2001*, EDP Produção, Grupo EDP.

ANEXO I

Para o cálculo do consumo total de fuelóleo residual ao longo da exploração da Central de Setúbal, foram consultados os valores de toneladas consumidos anualmente (disponível nos relatórios de atividades anuais disponíveis na Central Termoelétrica de Setúbal (1987-2001) [110-123] Tabela 13. A correção para a obtenção do valor final fez-se pela multiplicação da constante 2, dado que os valores de combustível consumido correspondem a 14 anos de funcionamento e a central laborou 33. Os resultados das emissões de CO₂ relativas apenas à queima do fuelóleo residual consumido estão expressas na Tabela 14.

Tabela 13 - Consumo de fuelóleo residual e Energia Ativa produzida da Central Termoelétrica de Setúbal (1987-2001)

Ano	Fuelóleo residual consumido (ton)	Energia Ativa produzida (GWh)
1987	529.346	2.338
1988	404.175	1.780
1989	1.337.000	6.015
1990	1.181.840	5.310
1991	1.170.930	5.250
1992	1.553.200	7.070
1993	1.179.979	5.343
1994	928.055	4.409
1995	1.205.030	5.519
1996	566.861	2.521
1997	614.706	2.738
1998	1.176.789	5.358
1999	1093.414	4.943
2000	772.288	3.425
2001	923.314	4.132

Tabela 14 – Consumo total de fuelóleo residual e emissões de CO₂ associadas

Consumo de energia			Dióxido de Carbono		
Consumo total de fuelóleo residual (ton)	Poder calorífico do fuelóleo (MJ/kg)	Factor de conversão (GJ/ton)	Consumo (GJ)	Factor de Emissão (kg CO ₂ /GJ)	Emissões totais CO ₂ (ton)
29.273.854	42,3 [135]	42,3	1.238.284.024	73,3 [135]	90.766.219

Tabela 15 – Área necessária para contrabalançar emissões e comparação com a Área do Parque Natural da Serra da Arrábida

Área necessária para contrabalançar as Emissões de CO ₂ (ha)	Área Serra da Arrábida (ha) [136]	Fator de absorção (ton C/ha) [125]	Área da Serra da Arrábida necessária (n.º vezes)
312.987	10.800	290	29

ANEXO II

Para uma reutilização adaptativa do edificado da CTS, estão disponíveis as seguintes áreas brutas:

Tabela 16 – Áreas disponíveis do edificado da Central Termoelétrica de Setúbal [103][137-140]

Edifícios	Funções	Área Bruta (m ²)	Divisões
Bloco Social	Refeitório, Posto Médico e Instalações do Clube Pessoal	1594	31
Portaria		54,5	2
Edifício Técnico e Administrativo (3 pisos)	Gabinetes, salas de formação, auditórios.	4958	46
Edifício Técnicos Administrativos		Área Bruta (m ²)	Divisões
Piso 1	Auditório com WC's e zona de armazéns, jardim interior, balneário com área considerável, hall de entrada, aproximadamente 10 laboratórios de química, com entrada interior para as oficinas da mecânica e eléctrica e entrada exterior para as oficinas da caldeiraria.	4958	46
Piso 2	Maioritariamente construída por escritórios, com auditório/sala de formações. Sala de conferências, instalações sanitárias homens e mulheres, gabinetes, arrumos, arquivo, sala de reuniões, armazéns.	2434	22
Piso 3	Escritórios, sala de reuniões, acesso à sala de Máquinas, balneários adjacentes a esta.	1091	27

Tabela 17 - Áreas Brutas de Construção da Sala de Máquinas [98][101][103][141]

Cota	Área bruta	Divisões	Nota
-2.50	11043,00	1	Este nível de cota coloca as instalações ao abrigo de possíveis inundações.
0.00	6493	17	Sobretudo quadros eléctricos.
+5.50	1554	10	Condensadores.
+6.60	380	4	
+11.00	6936,6	17	Salas de comandos, sala do chefe de turno e turbo-grupos, passagem de/para edifícios administrativos. Cada sala de comando é responsável por dois grupos, 1 cozinha, WC, sala de quadros e varandins.
+ 16.00	1554	10	
+30,5			Cota máxima da Sala de Máquinas

ANEXO III



Fig. 31 - (a) Geradores de Vapor com vista para a Serra da Arrábida e Península de Tróia (b) Vista lateral de um dos quatro geradores de vapor tipo exterior



Fig. 32 - Interior da sala de máquinas (cota +11,00) com os quatro turbogrupos (cortesia Júlio Matos, 2011)



Fig. 33 - Chaminés da Central Termoeletrica de Setúbal (cortesia Júlio Matos, 2011)



Fig. 34 - Um dos dois Despoeiradores Eletroestáticos (cortesia Júlio Matos, 2011)



Fig. 35 – (a) Fachada exterior dos Edifícios Técnico-Administrativos (cortesia Júlio Matos, 2011) (b) Bloco Social (cortesia Júlio Matos, 2011)



Fig. 36 - Parte do parque de armazenamento da Central Termoelétrica de Setúbal



Fig. 37 - Parque de Alta Tensão



Fig. 38 - Frente Norte pertencente à Central Termoelétrica de Setúbal



Fig. 39 - Frente Sul da Central Termoelétrica de Setúbal

ANEXO IV

