

1. ANÁLISE DE RISCO

1.1 Metodologia

O estudo de análise do risco industrial inerente ao funcionamento da nova Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz foi efectuado com base na identificação das situações em que os acidentes poderão ocorrer, na avaliação do respectivo risco e na previsão das medidas de protecção.

Foi tida em conta a legislação relativa a acidentes industriais graves (ATRIG) - Decreto-Lei nº 164/2001 de 23 de Maio. Verifica-se, no entanto, que o presente projecto não se encontra abrangido por este Decreto-Lei, dados que os quantitativos de produtos perigosos que irão existir na instalação são muito inferiores aos limites estabelecidos no referido Decreto Lei. O projecto foi ainda analisado à luz da Directiva 96/82/CE, de 9 de Dezembro (SEVESO II), tendo-se concluído que o mesmo não se enquadra no âmbito desta directiva.

Não foi abordado o risco na fase de construção, dado ser mínimo sob o ponto de vista ambiental e, nos aspectos que se prendem com os trabalhadores envolvidos neste processo, haver legislação específica a que a IBERDROLA se obriga e faz cumprir ao consórcio construtor.

Deste modo, no presente estudo faz-se a avaliação dos principais riscos para a população, bens materiais e ambiente decorrentes de cenários de acidentes, fundamentalmente durante o período de funcionamento da Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz.

A metodologia seguida no estudo baseou-se na identificação das fontes de risco (internas, externas e naturais); na análise técnica do processo operativo da central, equipamento e matérias primas a serem utilizadas; na identificação das causas; na produção de cenários de acidente; frequência estimada dos eventos; e nas possíveis consequências. Tendo em consideração todo o tipo de acidentes que podem ocorrer, foram identificados como Cenários Tipo, os acidentes que maior destruição podem causar implicando a destruição parcial/total da instalação.

Devido à ausência de dados estatísticos e registos históricos, não são apresentados estudos quantitativos de análise de risco.

1.2 Identificação dos Riscos Associados à Central

1.2.1 Fontes de risco internas

Como fontes de risco internas são consideradas, para a presente análise, as originadas pelas condições de funcionamento da nova central.

Nas acções do projecto de detalhe, na fase de preparação das infraestruturas, deverão ser incorporadas medidas minimizadoras de potenciais ocorrências de eventos desencadeadores de situações de risco.

A Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz (CCCFF), utilizará como combustível o gás natural e como tecnologia de produção o ciclo combinado. A combinação dos dois ciclos termodinâmicos (turbina a gás e turbina a vapor), permite atingir um rendimento energético

mais elevado do que no caso da sua utilização isolada (ciclo de vapor convencional e turbinas a gás em ciclo simples).

A central agora em estudo será constituída por 2 grupos de ciclo combinado com potências unitárias na ordem dos 425 MW, com arranjo tipo mono - eixo. Desde já se prevê que as paragens irão ocorrer para paragens de manutenção e/ou manutenção do sistema.

No essencial, e de relevância para a análise de risco, cada unidade será constituída pelas seguintes áreas funcionais, excepto para o caso do sistema de refrigeração que é comum para ambos os grupos.

1.2.1.1 Sala de Filtros

Na zona exterior à sala das máquinas haverá uma Sala de Filtros onde ocorrerá a aspiração do ar exterior para subsequente compressão e mistura com o gás natural.

1.2.1.2 Turbina a Gás

Onde se procede à queima do combustível (câmara de combustão) e à expansão dos respectivos gases de combustão.

A queima permite a transformação da energia química armazenada no combustível em energia térmica e cinética dos gases (nas câmaras de combustão) e posterior conversão em energia mecânica (na turbina) para accionamento do gerador. Os gases quentes entram na turbina a uma temperatura de cerca de 1370 °C expandindo-se até uma temperatura de cerca de 626° C.

A turbina a gás será do tipo heavy duty, de fluxo axial, com uma velocidade de rotação de 3 000 rpm (50 rps).

A turbina a gás será constituída por compressor, câmara de combustão, turbina, entrada/saída de gases e auxiliares (incluindo sistemas de controlo e sistema de protecção contra incêndios)

1.2.1.3 Caldeira de Recuperação

Os gases de escape ainda quentes provenientes da turbina, são recuperados nesta unidade para produzir vapor de água que é utilizado para accionar uma turbina a vapor. Deste modo, haverá aproveitamento da energia contida nos gases de exaustão da turbina a gás com uma maior eficiência de conversão de energia.

Na caldeira de recuperação de tipo horizontal dá-se a transferência de calor, por convecção, entre os gases de combustão quentes e a água que circula no interior dos tubulares da caldeira. A caldeira irá operar com três níveis de pressão e será constituída por conduta de gases, caldeira de recuperação, chaminé e equipamentos auxiliares (incluindo barriletes, tanques de drenagem e sistema de controlo).

1.2.1.4 Sistema de Exaustão de Gases

Após a passagem pela caldeira de recuperação, os gases de exaustão da turbina a gás serão libertados para a atmosfera. A chaminé será localizada paralelamente à caldeira

dando-se a exaustão a uma altura de 60 metros. A altura da chaminé será de 60 metros contados a partir do nível do solo. O caudal de exaustão será de 2545 ton/h, com uma temperatura da ordem de 80 °C.

1.2.1.5 Turbina a Vapor

Este equipamento recebe e expande todo o vapor produzido pela caldeira de recuperação em todas as condições de funcionamento.

Na turbina a vapor dá-se a transformação da energia contida no vapor, em energia mecânica utilizada também para accionamento do mesmo gerador eléctrico.

A turbina a vapor será constituída por carcaças de AP e BP, módulos de entrada e saída, rotor e eixo, bypass de AP e BP, sistema de lubrificação e auxiliares (incluindo correia de transmissão, válvulas de retenção paragem e controlo, sistema de lubrificação e sistema de controlo).

1.2.1.6 Alternador

Onde se dá a transformação da energia mecânica em energia eléctrica útil sendo o grupo composto por um alternador em mono-eixo.

1.2.1.7 Sistema de Refrigeração

A captação de água de refrigeração requererá a construção de uma toma de 150 metros formada por 2 molhes paralelos separados 27 metros entre seus eixos. Esta toma estará ligada com a estação de bombagem (instalada nas primeiras dunas elevadas) através um canal que cruzará a praia. Este canal será vedado para segurança e sobre ele construir-se-á uma passagem para permitir a passagem a pessoas e veículos.

A água de mar será bombeada desde a estação de bombagem através de uma tubagem de PRV, até ao local das turbinas de vapor e refrigerará os condensadores. Nos condensadores a água de refrigeração, captada do mar, condensará o vapor saturado procedente da etapa de baixa pressão de cada turbina de vapor, de forma que se possa voltar a bombear para cada caldeira de recuperação.

O circuito de refrigeração completar-se-á com a descarga para o mar da água de refrigeração através de uma outra conduta enterrada de PRV.

O caudal de água de refrigeração do ciclo combinado será da ordem de 13 m³/s,. Desta forma, o aumento de temperatura no caudal de descarga será inferior a 9,8°C, em condições normais de funcionamento.

1.2.1.8 Combustível

O combustível a utilizar será o gás natural, sem armazenagem local, dado que o processo será continuamente alimentado por uma tubagem da TRANSGÁS. A central consumirá cerca de aproximadamente 142.968 Nm³/h. Em condições excepcionais de interrupção do fornecimento de gás natural, será utilizado como combustível alternativo o gasóleo.

1.2.1.9 Ligação à Rede de Transporte de Gás Natural

O fornecimento de gás realizar-se-á através de um novo gasoduto alimentado desde a estação de derivação próxima ao armazenamento subterrâneo de Carriço a cerca 10,4 km. a sul do local.

1.2.1.10 Ligação à Rede Nacional de Transporte de Electricidade

A Central de Ciclo Combinado ligará à Subestação de Lavos, da REN, à tensão de 400 kV através de duas linhas, uma linha por cada grupo, a construir entre a Central e aquela subestação.

Os grupos gerarão energia à tensão de cerca de 19 kV. Estabelecer-se-á então uma elevação de tensão 19/400 kV através de um transformador dedicado a cada grupo e criar-se-á um painel de alta tensão adequado para corte, protecção e medida da energia gerada pelo ciclo combinado. A ligação do alternador ao transformador principal far-se-á através de bainhas coaxiais (Isolated Phase Busducts).

Os auxiliares da central serão alimentados através de um transformador auxiliar com a tensão primária igual à tensão de geração e a secundária igual a 6 kV.

1.2.1.11 Armazenamento de Azoto, Hidrogénio e Co₂

A Central Termoeléctrica de Ciclo Combinado contará com um parque próprio de armazenamento de gases (garrafas de H₂, N₂ e CO₂), suficientemente ventilado e com as medidas de estanquicidade e protecção adequadas.

1.2.1.12 Armazenamento de Gasóleo

O sistema de gasóleo será concebido de acordo com Regulamento de Segurança das instalações de armazenagem e tratamento industrial de petróleos brutos, seus derivados e resíduos, que fixa os critérios de dimensionamento dos tanques e equipamentos, e as distâncias mínimas às quais deve situar-se o tanque e as estações de descarga e trasfega do resto das instalações da Central, assim como as protecções adicionais incluídas para reduzir as referidas distâncias.

O tanque atmosférico de armazenamento de gasóleo terá uma capacidade para 2.650 m³. O tanque terá uma cuba de retenção para evitar o derrame de combustível perante a rotura do mesmo ou o funcionamento incorrecto do sistema de trasfega, que estará dimensionado para conter a totalidade do volume armazenado acrescido de uma margem adicional de segurança de 10 %.

O tanque disporá também de um sistema para a detecção e extinção de incêndios.

Os sistemas de protecção terão sistemas automáticos de sprinklers de espuma e de arrefecimento de paredes e o tecto do tanque através de sprinklers, assim como de bocas de incêndio exteriores com monitor com possibilidade de disparo de água-espuma. Nas proximidades do tanque também haverá bocas de incêndio equipadas (BIE) ligadas ao anel exterior com capacidade de descarga de espuma extintora AFFF.

Adicionalmente ter-se-á um anel de sprinkler de água de serviços para evitar que a temperatura superficial do tanque ultrapasse os 40 °C. Este serviço é independente do de protecção contra incêndios.

1.2.1.13 Rede de Água Industrial

É de salientar que a água desmineralizada necessária para a produção de vapor será fornecida por uma estação dosadora de ósmose inversa, instalada na própria central. Esta estação produzirá água desmineralizada para a instalação, para consumo industrial e para o consumo doméstico da central.

O abastecimento de água da central para fins industriais e doméstico, será feito a partir da captação de água do Mondego, que actualmente serve a Celbi e a Soporcel. O fornecimento da água servirá para alimentar a rede de incêndios, o depósito de água bruta a estação de tratamento de efluentes e as instalações sociais e sanitárias.

1.2.2 *Fontes de risco externas*

A CCCFF localizar-se-á numa das alternativas de localização, na faixa compreendida entre as povoações de Leirosa e Costa de Lavos., localizada a cerca de 15 km a Sul da Figueira da Foz, designado pela Mata da Leirosa. O local encontra-se enquadrado pela oceano Atlântico, pelas povoações de Leirosa, a Sul, Costa de Lavos, a Norte, e pela IC1, a Este.

Na envolvente da central constituem fontes de risco externas:

- A Celbi e Soporcel;
- O gasoduto de abastecimento de gás natural;

1.2.2.1 CELBI e SOPORCEL

As celulosas instaladas nos local em estudo, encontra-se em laboração há várias décadas, utilizando como combustível o gás natural. As actividades associadas ao seu funcionamento e adicionalmente, a fase da sua eventual desmontagem, poderão também constituir fontes de risco externas.

1.2.2.2 Gasoduto de Abastecimento de Gás Natural

A análise de risco referente a este item, deverá basear-se nas características técnicas (diâmetro da tubagem, material de construção, distanciamento entre válvulas, pressão de transporte, caudal, etc.) e nas características de segurança e protecção. Tem-se presente contudo que o abastecimento do gás natural será efectuado pela TRANSGAS a partir da estação do Carriço, através de gasoduto a construir.

1.2.3 *Riscos naturais*

Os riscos que de uma forma geral, estão associados à ocorrência de fenómenos naturais, nomeadamente, sismos, trovoadas, vendavais e inundações, podem eventualmente originar

situações de acidente, dado que estão associados à libertação de grandes quantidades de energia.

1.2.3.1 Sismos

A Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz localiza-se na zona C de risco sísmico (sismicidade mediana baixa), (Regulamento de Segurança e Acção para Estruturas e Pontes) e nas zonas VII (escala de Wood-Newmann) na carta de intensidades sísmicas máximas observadas em Portugal (período de 1901 a 1972).

De acordo com as características anteriores, todas as estruturas e equipamentos da central deverão ser projectadas de acordo com os regulamentos e normas técnicas em vigor, considerando equipamentos e sistemas de controlo que entrem em actuação em caso de ocorrência destes fenómenos.

1.2.3.2 Trovoadas

A análise das normais climatológicas para o período compreendido entre 1961 e 1990, na estação climatológica mais próxima da área em estudo (Dunas de Mira) indica que ocorrem em média por ano 17 dias de trovoada. Quanto a dados climatológicos de ocorrência de trovoadas na região em estudo.

As trovoadas poderão ter alguma interferência com equipamentos de geração e transporte de energia eléctrica que regulamente devem ser concebidos para a eventualidade de ocorrência destes fenómenos.

1.2.3.3 Ventos

Também no que se refere aos ventos, analisaram-se os dados relativos à estação de Dunas de Mira, para o período compreendido entre 1961 e 1990, tendo-se constatado que os ventos dominantes que apresentam velocidades mais elevadas têm valores de cerca de 13 km/h e uma frequência mais elevada (cerca de 44%) nos meses de Verão. Ocorrem muito raramente (cerca de 0,3 dias no ano) rajadas iguais ou superiores a 55 km/h.

Embora os dados climatológicos não revelem velocidades do vento preocupantes, na fase de projecto deverão ser tidas em linha de conta situações extremas de modo a reduzir a possibilidade de falhas estruturais e danos de equipamentos e estruturas especialmente os desenvolvidos em altura.

Salienta-se ainda que o cálculo de consequências derivadas de acidentes requer adoptar-se uma serie de valores médios para as principais variáveis meteorológicas. No presente estudo foram adoptados os seguintes:

Parâmetro Meteorológico	Valor Considerado
Pressão Atmosférica	1013 mbar
Temperatura Ambiente (média anual)	16 °C

Humidade Relativa (média anual)	71 %
Vento	5 m/s
	2 m/s
Estabilidade Atmosférica Pasquill	(5 m/s) D
	(2 m/s) F

Com o objectivo de completar o Estudo de Segurança, à condição média de estabilidade atmosférica “D” (representativa do conjunto das condições de estabilidade que ocorre 58% do tempo), juntou-se a condição extrema de estabilidade “F”, com 2 m/s de velocidade do vento (representativa dos restantes 40% do tempo).

Adicionalmente há que considerar uma rugosidade representativa do ambiente industrial. A rosa dos ventos característica da zona em que se encontram os possíveis locais é a que se indica na figura seguinte:

1.2.3.4 Inundações

Da análise dos recursos hídricos, verifica-se a zona onde se localizam os possíveis locais de implantação da central não estão sujeitas a inundações.

1.2.4 *Factores de Risco do Processo*

O estudo da análise de risco, na fase de definição do projecto, é conduzida com base numa listagem exaustiva das matérias primas utilizadas, detalhes do processo considerando o essencial da tecnologia aplicada, o desenho (layout) das instalações com a localização dos equipamentos mais sensíveis, os fluxos de materiais, e ainda, a descrição dos aspectos relevantes de segurança intrínseca das máquinas (no campo eléctrico e mecânico).

Nesta fase de anteprojecto, a descrição sumária da instalação da CCCFF contém já alguns dados importantes relativos à sua caracterização mas, em muitos casos requerem desenvolvimento para uma avaliação concreta de magnitude dos riscos envolvidos.

A assunção de condições técnicas de segurança e de mitigação de riscos de acidentes industriais graves pode ser deduzida face à importância e valores industriais em presença, mas não pode ser garantida face a eventuais contingências transitórias de desenvolvimento do projecto; a definição de agentes químicos intervenientes no processo pode ter critérios de escolha com variados níveis de risco, também associado a critérios de economia sempre presentes nestas decisões; a decisão sobre a aquisição de máquinas ainda não foi concretizada.

Como tal, a identificação dos riscos na fase de exploração desta central, terá de abordar este passo de uma forma genérica e pouco explícita quanto à realidade futura da instalação. Na medida em que o projecto explicita a consideração destes mesmos riscos e as medidas propostas para o seu adequado controlo, assim será feita referência ao longo do estudo.

Em função deste grau de desconhecimento, opta-se por seguir a metodologia de identificação dos riscos partindo das definições mais abrangentes referentes ao processo, e destas, para subdivisões cada vez mais particularizadas, de acordo com a informação disponível.

Esta metodologia permitirá, por um lado, catalogar os tipos de risco possíveis numa central de produção de energia que utiliza como combustível gás natural e tecnologia de ciclo combinado, e por outro, estabelecer patamares para a gestão de meios de controlo, salvaguarda e protecção de acidentes, de acordo com opções disponíveis pelo estado da arte, ao longo do projecto.

1.2.5 Factores energéticos

O ponto de partida na identificação dos riscos do projecto da CCCFF será a constatação de que toda a espécie de energia, se liberta de forma incontrolada e inoportuna, constituindo a base da probabilidade de um acidente industrial com consequências graves, e como tal um risco.

Num campo menos imediato, serão abordadas as acções de agentes químicos sobre os tecidos e órgãos do corpo humano, como agentes de risco a considerar.

A identificação dos riscos potencialmente graves na fase de exploração da CCCFF, deriva, desde logo, da presença de energia, sob vários tipos de manifestação:

- Energia Química, decorrente das características de flamabilidade do gás natural,
- Energia de Pressão (vapor de água),
- Energia Térmica (gases de combustão e vapor de água),
- Energia Eléctrica;
- Energia Cinética de equipamentos rotativos,
- Toxicidade de aditivos químicos para tratamento de águas.

O quadro seguinte identifica a relação entre a magnitude das principais variáveis físicas perigosas e os efeitos esperados sobre as pessoas e que podem originar exposição às mesmas, ampliando a informação sobre os limites de danos, identificando os valores que definem a Zona de Intervenção e a Zona de Alerta.

Quadro 1 – Relação entre a magnitude das variáveis físicas perigosas e os efeitos esperados.

Fenómenos Perigosos	Variáveis Físicas Perigosas		Limites Perigosos
Do Tipo Térmico	Radiação Térmica (kW/m ²)	40	Destruição de Equipamentos/Tanques
		12,5	Inflamação de Revestimentos Plásticos Extensão de Incêndio
		8	Limites mortais ¹ (1% de afectação) por incêndio, para um tempo de exposição de 1 min.
		5	Máximo suportável por pessoas protegidas com fatos especiais em tempo limitado. Zona de Intervenção com tempo máximo de exposição de 3 min.
		3	Zona de Alerta
		1,5	Máximo suportável por pessoas com roupas normais e em tempo prolongado.
Do Tipo Mecânico	Ondas de Pressão: - Sobrepressão (mbar)	1000	Limites mortais (1% de afectação) por efeitos directos da sobrepressão sobre o corpo humano.
		700	Destruição quase total de edifícios
		400	Destruição quase total de casas
		250	Ruptura de tanques. Danos em maquinaria industrial pesada. Deformação de estruturas e fundações
		125	Deslocação/colapso de painéis, paredes e tectos. Zona de Intervenção
		50	Danos estruturais de pequenas dimensões em casa. Zona de Alerta
		10	Ruptura de vidros
Do Tipo Químico	Concentração com efeitos tóxicos agudos (efeitos visíveis para a saúde do corpo num curto espaço de tempo)		Concentração imediatamente perigosa para a vida e saúde com um exposição de 30 min (IPVS em ppm ou mg/m ³). Zona de Intervenção. O valor limite varia para cada substância. Em caso de exposições menos prolongadas deve-se corrigir o limite IPVS utilizando o conceito de "doses equivalentes": $IPVS^n \times 30 \text{ min} = C^n \times t$ Sendo "n" o expoente da equação Probit

¹ Eisenberg N.A. et al., 'Vulnerability Model. A simulation system for assessing damage resulting from marine spills', NTIS report AD-A015-245 (1975)

A energia disponibilizada pela combustão do gás natural é o factor primário de aproveitamento pela CCCFF, no processo de transformação em energia eléctrica.

A capacidade de inflamação do gás natural quando em contacto com o ar, produzindo na combustão elevados volumes de gases e libertando energia térmica (calor), é o constituinte fundamental ao processo de funcionamento da central, podendo originar acidentes graves, se este processo não for devidamente controlado.

Na libertação incontrolada desta energia, o perigo está dependente dos seguintes parâmetros:

- Quantidades e caudais de gás natural;
- Condições de pressão e temperatura de uso;
- Tecnologia e materiais aplicados nos equipamentos de queima.

Estes factores serão apreciados em termos de análise.

1.2.5.1 Energia de pressão

A pressão é uma manifestação de energia de tipo potencial que se «consome» produzindo trabalho.

Nesta secção, o estudo incide sobre o excesso de pressão nas tubagens e equipamentos de contenção, susceptíveis de provocar a ruptura dos materiais, com consequências mais ou menos graves.

A ruptura dos materiais pode ter múltiplas e variadas consequências, podendo ser factor detonador de uma causa primária ou elemento inicial de acidentes em cadeia. O estudo incidirá na identificação das várias hipóteses de acidentes possíveis, na sequência de rupturas de material. A premissa será considerar a ruptura de qualquer material como um risco primário, e avaliar a magnitude deste risco.

A pressão está presente (em termos de risco) nas seguintes substâncias:

- No gás natural, como motor do seu transporte até à utilização;
- Nos gases de combustão (turbina a gás);
- No vapor de água produzido na caldeira de recuperação.

1.2.5.2 Energia térmica ou calorífica

As condições de pressão e temperatura dos fluidos são aproveitadas, quer para gerar movimento de rotação nos rotores das turbinas, quer para transferir calor para outros fluidos (água) na caldeira de recuperação.

A libertação incontrolada de energia térmica, como elemento de risco industrial grave, coloca-se a três níveis:

- Alterações da resistência dos materiais;
- Inflamação generalizada de materiais (Incêndio);
- Exposição pessoal na projecção violenta de fluidos quentes.

1.2.5.3 Energia cinética (ou mecânica)

A energia cinética é a energia transportada por um corpo com massa significativa, animado de velocidade.

A energia cinética é gerada nas turbinas, por transferência da pressão/velocidade dos fluidos em velocidade dos rotores das turbinas. O gerador, por sua vez, promove a geração de corrente eléctrica.

A libertação incontrolada desta energia, pode, no entanto, surgir por várias vias inoportunas, como sejam:

- a projecção de estilhaços;
- o desenvolvimento de calor por atrito.

1.2.6 *Toxicidade de aditivos químicos*

A grande maioria dos agentes químicos exercem um efeito negativo em contacto com os órgãos e tecidos do corpo humano.

Considerando a forma e as defesas naturais do corpo humano, espessura da pele, sistemas imunológicos internos e de recuperação celular, os agentes químicos exercem a sua acção negativa, sobre o corpo humano de diversas formas:

- Pela sua concentração no ar, actuam preferencialmente pela via respiratória;
- Pela solubilidade, encontram meios favoráveis para a sua penetração por via cutânea.

A quantidade, e sobretudo a forma de apresentação dos agentes químicos em meio industrial, é determinante para a consideração do risco.

As formas em pó, bem como as gasosas ou simplesmente voláteis, constituem riscos respiratórios, que pela sua natureza de incidência quase directa sobre órgãos vitais do corpo humano, podem constituir riscos graves.

As formas líquidas, podem apresentar-se mais ou menos concentradas, com correspondente potencial de risco devido a contacto accidental.

As formas necessitando de preparação prévia (diluições, misturas, etc.), prolongam a exposição decorrente do processo de pré-tratamento, e consequentemente o risco.

A toxicidade, propriedade intrínseca do agente químico, pode ser, assim, um factor bem mais acessório a considerar, atendendo a outras circunstâncias inerentes ao processo químico utilizado.

1.2.7 *Energia eléctrica*

A energia eléctrica, é o produto final da actividade da Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz.

O risco presente na energia eléctrica, releva, no seu aspecto essencial, as consequências mortais imediatas resultantes do contacto humano com a corrente eléctrica.

A elevadas tensões tem a capacidade de produzir arcos eléctricos, isto é, fazer percursos através de moléculas do ar, e desta forma atingir outros corpos. Esta capacidade, implica a necessidade de estabelecer distâncias de segurança para obviar a acidentes.

A passagem da corrente eléctrica num condutor desenvolve calor, que transmitido aos materiais, pode provocar dilatações, reduzir a sua resistência mecânica, provocar a sua inflamação, e de um modo geral, iniciar rupturas com consequências em cadeia que originem acidentes.

Assim, a análise irá focar-se nos seguintes factores:

- O contacto com a corrente eléctrica constitui perigo de morte;
- A possibilidade de altas tensões produzirem arcos eléctricos;
- O desenvolvimento de calor pela passagem da corrente eléctrica pode desenvolver rupturas e inflamação de materiais.

1.3 Análise Técnica

1.3.1 Perigosidade intrínseca das substâncias

O principal combustível a utilizar nas turbinas a gás será o **Gás Natural** (conc. Metano > 83,55% vol.). Em alternativa as turbinas de gás poderão operar, como combustível alternativo, em condições excepcionais de interrupção do fornecimento do gás natural, a **Gasóleo**.

A instalação inclui também o armazenamento das seguintes substâncias:

- Um tanque de para armazenamento de CO₂ arrefecido, que faz parte do sistema de extinção da turbina a gás e sistemas auxiliares e para purga do hidrogénio do gerador;
- Cilindros pressurizados de Azoto para proteger as superfícies internas da caldeira de recuperação de calor durante paragens curtas da Central;
- Cilindros pressurizados de hidrogénio para manter a pressão de hidrogénio num gerador eléctrico.

1.3.2 Características dos combustíveis

GÁS NATURAL

Para armazenar o combustível a utilizar na turbina a gás será utilizada uma tomada de ligação à nova estação reductora (a localizar na zona onde actualmente existe a estação que abastece a CELBI), que recebe o gás natural do gasoduto que provém do Carriço, que é fornecido pela empresa TRANSGÁS. *Na instalação da futura Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz não haverá armazenamento de gás natural.*

Esta toma terá capacidade para transportar aos caudais de gás necessários para alimentar a central de cogeração. Estes caudais serão aproximadamente de 71.484 Nm³/h por cada grupo a plena carga, o que implica um total aproximado de 142.968 Nm³/h.

No entanto a proveniência do fornecimento pode variar, as características técnicas médias do gás disponibilizado pelo gasoduto, são as seguintes:

Composição do Gás Natural

COMPOSTO	CONCENTRAÇÃO
Metano %	83,55
Etano %	7,65
Propano %	1,90
Butano %	0,71
Pentano %	0,19
Hexano %	0,09
Nitrógeno %	5,54
CO ₂ %	0,37
S (mg/Nm ³)	10,9
PROPRIEDADES	
PCS kcal/Nm ³	10.011
PCI kcal/Nm ³	9.048
Índice de WOBBE kcal/Nm ³	11.763
Peso específico kg/Nm ³	0,8414

Para efeitos práticos do estudo, e de acordo com a composição indicada para o Gás Natural, pode-se considerar semelhante ao Metano puro.

Nas condições normais de pressão e temperatura, o gás natural encontra-se no estado gasoso. É um gás que forma misturas inflamáveis com o ar quando a sua concentração está compreendida entre 5% e 15% (v/v). Devido a estas características e em situações de ocorrência de fugas ou derrames, podem acontecer incêndios ou explosões, constituindo um potencial risco para o homem, o ambiente e infra-estruturas.

À temperatura ambiente o gás natural é menos denso que o ar, ao contrário do que acontece com outro tipo de gases de utilização industrial da mesma família (propano, butano, etc.). Assim, em situações de libertação tende a dispersar-se rapidamente reduzindo o risco de atingir fontes de ignição com concentrações compreendidas entre os respectivos limites de inflamabilidade.

Em termos de efeitos sobre o homem e os restantes seres vivos, o gás natural é um produto não tóxico, apresentando efeitos sistémicos como dores de cabeça ou dificuldades respiratórias quando presente na atmosfera em quantidades superiores a 5% (v/v). No entanto, pode provocar asfixia devido a redução da concentração de oxigénio no ar.

Uma eventual fuga de gás natural entre o ponto de fornecimento pela TRANSGÁS e o ponto de injeção na turbina a gás, será uma condição clássica de controlo de falhas em processo industrial que não deixará de ser encarada em termos de projecto. (São feitas referências a válvulas de corte de gás, em caso de fuga, e a sensores catalíticos e de infra-vermelhos para a sua detecção e alerta).

A presença de circuitos de gás natural verificar-se-á essencialmente em espaços abertos ou salas arejadas de grandes dimensões (sala da Turbina a gás)

Assim, pode concluir-se que serão disponibilizados meios acessíveis e eficazes para uma adequada protecção e intervenção contra eventuais incêndios e fugas de gás natural.

GASÓLEO

O sistema de combustível líquido (gasóleo) estará composto por uma estação de descarga de camiões cisterna, um tanque de armazenamento e estação de transferência do combustível até às turbinas de gás. O gasóleo também será utilizado como combustível na caldeira auxiliar de vapor, no gerador diesel de emergência e na bomba diesel de PCI.

A estação de descarga estará composta por duas bombas e acessórios, capazes de encher o tanque de armazenamento de 2.650 m³, de capacidade aproximada para a operação durante 17 horas com a Central em carga base.

O quadro seguinte, apresenta a composição do Gasóleo a utilizar pela central.

Composição do Gasóleo

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	MÉDIA	ESPECIFICADO
Densidade a 15°C	Kg/m ³	840	<845
Cor		Amarelo claro	-
Enxofre	mg/Kg	350	<350
Destilação:			
Evaporado a 250 °C	% v/v	<65	<65
Evaporado a 350 °C	% v/v	85	65 a 85
Evaporado a 360 °C	% v/v	>95	>95
Viscosidade a 40°C	mm ² /s	2,0 – 4,5	<4,5

A seguir resumem-se as características de perigosidade para cada uma das substâncias, combustíveis e substâncias armazenadas. Estas propriedades determinam de forma clara o risco da instalação.

1.3.3 Características de perigosidade das substâncias

As fichas de segurança relativas ao Azoto, ao Hidrogénio e ao Dióxido de carbono, encontram-se no Anexo da Avaliação de Risco.

No entanto, há que considerar o risco que representa o gás natural e o Gasóleo. Assim sendo o Gás Natural caracteriza-se por ser altamente inflamável, bem como explosivo, quando em contacto com o ar e em condições confinadas. Relativamente ao Gasóleo, salienta-se apenas o aspecto de poder formar atmosferas explosivas quando em contacto com o ar e em condições confinadas.

A acumulação de gases em espaços fechados, quando inflamam podem originar explosões. As acumulações de Gás Natural e do Gasóleo verificar-se-ão nos pontos ou áreas elevadas, dado que são mais leves que o ar.

O risco associado ao armazenamento de CO₂ e às botijas de hidrogénio e azoto fundamentalmente deve-se às condições de armazenamento.

Estas características de perigosidade determinam de maneira directa a tipologia dos cenários de potenciais acidentes, e a possibilidade de existência de efeito em cadeia ou efeito adicional sobre as estruturas envolventes.

1.3.4 Perigosidade derivada das condições de processo

1.3.4.1 O Gás Natural no Processo

Este combustível gasoso, a utilizar como combustível principal nas turbinas a gás e na caldeira auxiliar, proveniente da rede de alta pressão fornecido pela Transgás.

Para garantir um fornecimento estável às turbinas e caldeiras, foi instalado um posto de regulação e medida, baseado num sistema de controlo e medição de caudal de gás com compensação de pressão e temperatura.

No local actual do Posto de Regulação e Medida irão existir 3 saídas de Gás Natural:

- para CELBI;
- para a SOPORCEL;
- para consumo nos queimadores das turbinas e caldeira auxiliar: nas turbinas a gás 40 bar e na caldeira auxiliar 4-5 bar.

As condições nas linhas de gás natural, na turbina (40 bar) e na caldeira auxiliar (máx. 5 bar) implicam ter em consideração possíveis fugas do produto, o que pode originar:

- Uma acumulação do mesmo em zonas altas mal ventiladas, criando uma atmosfera inflamável.
- Formação de misturas explosivas quando em contacto com o ar, que podem introduzir-se nos sistemas de aspiração dos equipamentos de combustão.
- Uma acumulação de gases em espaços fechados, podendo originar explosões se inflamam.
- Um JACTO TURBULENTO (“Jet”) no caso de escape aberto que se encontra um ponto de ignição, pode originar uma SETA DE FOGO (“Jet Fire”). Este é o principal cenário de acidente considerado no Estudo de Segurança para esta substância, visto que todas as outras situações são menos prováveis de ocorrer devido às características da Instalação: amplas e em espaço praticamente aberto.

1.3.4.2 O Gasóleo no Processo

As condições de pressão em que circula o gasóleo, implicam ter em consideração uma fuga do produto.

Contudo, à luz do Decreto-Lei 164/2001, o gasóleo que não é uma substância perigosa por ser uma fracção média de destilação. Pelas condições da temperatura em que será utilizada esta substância e pelas suas características inflamáveis (NFPAF = 2), a probabilidade de ocorrência de incêndio por fuga ou derrame é muito baixa, já que seria necessária a presença de uma fonte de calor ou ignição. Devido às suas características de reactividade

(NFPAR = 0), não apresenta risco de explosão nem de formar nuvens tóxicas (NFPAH = 0) por fuga ou derrame.

1.3.4.3 Outras Substâncias

As condições de armazenamento do Hidrogénio e Azoto em botijas, implica ter em consideração um escape, através de um orifício, do gás armazenado a alta pressão, escape este que será determinante para a formação de um JACTO TURBULENTO (“Jet”), o que propaga rapidamente o produto no ambiente. No caso do Hidrogénio é bastante provável a sua ignição (por faísca, electricidade estática ou energia cinética) desenvolvendo uma SETA DE FOGO (“Jet Fire”).

A despressurização de um gás a alta pressão pode originar o que se chama uma “EXPLOSÃO FÍSICA” com ondas de pressão que se propagam a uma velocidade sónica no ambiente de forma radial. Este cenário é representativo para botijas (p.e. H₂) e recipientes sob pressão (p.e. ar comprimido).

O armazenamento de CO₂ líquido num tanque refrigerado não apresenta risco específico de afectação a outros equipamentos devido a uma situação acidental, dado que o cenário a ter em conta seria uma fuga de CO₂ liquefeito, dando lugar a uma poça e posterior formação de uma nuvem de CO₂ por evaporação. Este cenário poderia dar lugar a uma acumulação de CO₂ em zonas isoladas das instalações com risco de asfixia.

1.3.4.4 Outra energia de pressão

Nos gases de combustão, a pressão está inicialmente circunscrita ao equipamento complexo que é a turbina a gás.

O risco de libertação incontrolada desta energia, no actual estado da arte, é considerada insignificante.

Como se referirá mais adiante, acerca da turbina a gás, os fabricantes seleccionados para o fornecimento deste equipamento à CCCFF, oferecem garantias suficientes de uma concepção técnica avançada, e segurança intrínseca.

A pressão inerente ao vapor produzido na caldeira de recuperação, será abordada, por razões lógicas, na secção dedicada à energia calorífica e à caldeira de recuperação.

1.3.4.5 Tecnologia e materiais dos equipamentos de queima

As altas temperaturas atingidas pela combustão do gás natural obriga à selecção cuidada de materiais resistentes às temperaturas de processo.

1.3.4.6 Energia calorífica e vapor industrial

A tecnologia do processo utilizado na CCCFF, envolve, a produção de vapor a três patamares de pressão, designados genericamente, de alta, média e baixa pressão.

O vapor é produzido por permuta de calor dos gases de combustão, que são extraídos da turbina a gás a cerca de 590 °C. Estes gases são dirigidos para a caldeira de recuperação,

onde, em contacto com serpentinas alimentadas com água, cedem a energia calorífica ao fluido de permuta. Após a permuta, os gases de combustão são expelidos para a atmosfera pelas chaminés das caldeiras.

Sabe-se, contudo, que o processo não prevê um by-pass à caldeira de recuperação. A inexistência de by-pass significa que não está previsto o funcionamento da turbina a gás (TG) em ciclo simples (em virtude da sua eficiência muito baixa). Por outro lado, a turbina a gás só funciona se existir água em circulação na caldeira.

No caso de falha das 2 bombas de alimentação (2 x 100 %) de água à caldeira, para cada uma das três pressões, dá-se o disparo da turbina a gás. A caldeira possui barrilete com uma reserva de água que garante a existência de água nas serpentinas durante 2 ou 3 minutos.

A consideração do cenário dentro de um quadro de operações toleráveis e controladas, permite concluir que os riscos estarão razoavelmente cobertos.

A produção de vapor a três diferentes níveis de pressão corresponde à aplicação de tecnologias já suficientemente testadas e desenvolvidas, onde um grande número de códigos técnicos e standards de construção, manutenção e operação se encontram instituídos.

A legislação de inspecção, verificação e certificação de recipientes sob pressão, é aqui aplicável.

No actual estado da arte, o funcionamento de caldeiras de geração de vapor pode considerar-se de risco pouco significativo, pelo controlo que é mantido sobre as causas possíveis de uma falha mecânica ou acidente grave.

Seguidamente são abordados dois aspectos interessantes do projecto, sob o ponto de vista do Ruído Industrial.

Por um lado, a velocidade atingida pelos gases de combustão à saída da turbina a gás parece ser bastante elevada, de forma a justificar a montagem de condutas de insonorização na adução à caldeira de recuperação. Todos os concorrentes prevêem, na sua proposta, a montagem das referidas condutas de insonorização.

Com efeito, a utilização de condutas de insonorização pode simplesmente corresponder a um standard de montagem normal e institucionalizado pelo estado da arte, ou corresponder a uma necessidade de atenuação real. Neste caso, seria de avaliar a capacidade técnica de insonorização exterior suplementar e o afastamento possível de postos de trabalho das zonas afectadas.

Em segundo lugar, o disparo de válvulas de segurança em tubagens/equipamento com vapor de alta pressão (superiores a 50 bar), é susceptível de provocar uma onda de choque significativa, incluindo danos permanentes na capacidade de audição.

A atenuação do ruído de descarga de válvulas a alta pressão, é incompatível com a sua função de protecção que se pretende rápida e eficaz na protecção dos equipamentos de maior volume. Desta forma, as válvulas de segurança nestas condições, são montadas a alturas adequadas, beneficiando da atenuação do ruído com a distância, e com barreiras reflectoras de som.

No âmbito da análise temática da energia calorífica e vapor industrial, de seguida são analisados três cenários particulares que evidenciam situações de risco:

1.3.5 *Projecção de Fluidos*

A orientação de montagem de todas as válvulas de segurança (orientação espacial) deve ser revista pelo técnico de segurança responsável, corrigindo-se ou prevenindo-se as situações de risco pessoal para os operadores.

1.3.6 *Válvulas de Corte de Fluidos*

Processos industriais com fluidos a elevada pressão, obrigam a uma criteriosa distribuição de válvulas de corte que permitam circunscrever áreas de acidente, evitando que a continuidade do processo industrial alimente reacções em cadeia.

Este conceito básico fundamental da segurança industrial deve estar balizado em três aspectos:

- Identificação clara das válvulas de corte e fluido contido nas tubagens;
- Capacidade motora de efectuar o corte do fluido, atendendo à pressão interna na tubagem (equacionar o esforço e o tempo necessário ao corte, e optar por meios mecânicos auxiliares);
- Plano de operações de emergência (plano detalhado).

E previsto no projecto um plano de emergência interno. Este plano deve incorporar planos detalhados para várias situações concretas de corte de fluidos do processo.

1.3.7 *Incêndios*

A inflamação generalizada de materiais, vulgarmente designada por incêndio, é um cenário possível na CCCFF.

O processo desenvolvido na central é susceptível de criar condições de inflamação de óleos lubrificantes usados na maquinaria.

O risco de incêndio e explosão de gás natural é minimizado pelo facto de não haver armazenagem local deste combustível, da capacidade de rápida dispersão do gás e o sistema poder dispor de meios de intervenção técnica localizados e automáticos.

O incêndio em óleos de lubrificação é mais imprevisível, em termos de localização das possíveis fontes causadoras de incêndio.

Os meios de prevenção de ocorrência deste tipo de eventos devem incluir programas de limpeza de derrames nos equipamentos lubrificados e programas de recolha e arrumação segura de desperdícios inflamáveis, de forma a reduzir a possibilidade da sua origem e propagação.

Da descrição do projecto, é feita referência a alguns dados relativos ao equipamento de combate a incêndios previsto, nomeadamente:

- Uma rede fixa de água de incêndios, permanentemente em carga,
- Um volume de água reservada para o serviço de incêndios,

- Um volume segregado de água do reservatório de água industrial, suficiente para alimentação das bombas principais do serviço de incêndios, em funcionamento contínuo,
- Grupo de bombagem principal de água de incêndios constituído por uma motobomba diesel e uma electrobomba,
- Sistemas de detecção,
- Sistemas de extinção de actuação automática ou manual,
- Sistema de painel centralizado de alarmes de incêndio, localizado na sala de controlo, e diversos painéis parciais locais,
- Rede de hidrantes estrategicamente localizados,
- Sprinklers; Pulverizadores; Espuma; Armários de incêndio,
- Extintores portáteis.

1.3.8 *Energia cinética*

O estado da arte reconhece a violência resultante da libertação incontrolada de energia em equipamentos rotativos.

Nesta área, existem três campos onde se introduzem suficientes elementos de controlo e segurança eficazes descritos de seguida:

- Sistemas de disparo (desligar a força motriz) por sobre-velocidade de rotação. Normalmente com sistemas redundantes, onde alguns apenas dependentes da própria força centrífuga do movimento, e, conseqüentemente, com elevada fiabilidade (fracas possibilidades de erro ou falha do sistema de disparo);
- Caixa exterior do equipamento suficientemente resistente para proteger os elementos rotativos sujeitos a uma calibração delicada, e proteger o exterior de rupturas e projecção de estilhaços;
- Apoios de chumaceira com monitorização da temperatura desenvolvida pelo atrito.

O fabrico de turbinas atinge, no estado da arte, um elevado rigor técnico, em que a própria protecção dos componentes mecânicos mais sensíveis são garantia de baixo risco de erros e acidentes.

Em termos de comentário abrangente, a importância do projecto e o custo dos equipamentos, são garantia de riscos pouco significativos no campo do controlo da energia cinética.

1.3.9 *Toxicidade de agentes químicos*

A utilização, no projecto, de água para variados fins, envolve o tratamento químico dessa mesma água.

A água utilizada em processo, é essencialmente de duas qualidades:

- Água para geração de vapor e

- Água de refrigeração

Os dois tipos de água têm a proveniências distintas, o rio Mondego e a água do mar, que estão dirigidas para circuitos independentes, correspondendo a tratamentos diferenciados.

A água para geração de vapor é essencialmente sujeita a desmineralização.

A desmineralização pode recorrer a processos essencialmente fechados e com reduzidos riscos de contacto com agentes químicos (permuta jónica). Contudo, o ciclo de regeneração destes processos, necessários periodicamente, utiliza, da mesma forma, quantidades de reagentes corrosivos - ácido clorídrico e hidróxido de sódio.

A água de refrigeração é normalmente aditivada com biocidas para eliminar o crescimento de algas e bactérias, crescimento que é favorecido pelas temperaturas amenas.

O risco manifesta-se ao nível da operação das unidades onde estes agentes químicos intervêm, quer na sua manipulação primária, quer porque algumas moléculas destas substâncias químicas são arrastadas para os efluentes líquidos.

O projecto descreve o propósito de desenvolver um Sistema de Gestão da Prevenção e Segurança, onde os aspectos de controlo dos riscos químicos terão cabimento. Recomenda-se para inclusão nesse sistema dos seguintes mecanismos de:

- Identificação e caracterização de matérias primas perigosas;
- Avaliação de risco de operações com produtos químicos;
- Procedimentos de segurança integrada (integrada nos procedimentos de operação);
- Vigilância médica;
- Informação dos trabalhadores sobre os riscos químicos;
- Gestão de acidentes de trabalho e doenças profissionais;
- Planos e procedimentos de emergência.

Genericamente, estes aspectos estão previstos na lei de bases da segurança, higiene e saúde no trabalho e a descrição do projecto aborda os mesmos temas em consideração geral.

Outro aspecto essencial, diz respeito às instalações e condições operativas de carga, armazenagem e distribuição dos agentes químicos aos locais de utilização.

Uma maior pormenorização das instalações e processos afectos à manipulação dos agentes químicos, seria fundamental para definir o nível de risco.

As referências na descrição sumária do projecto, referem o propósito de níveis de armazenagem de produtos químicos suficientes para garantir uma autonomia não superior a 1 mês de funcionamento da central.

Em termos concretos, devem existir:

- Áreas segregadas e reservadas de armazenagem de agentes químicos;
- Sistema de contenção e recolha de resíduos e derrames, principalmente em zonas de carga e descarga;
- Meios de protecção colectivos e individuais (EPI, chuveiros, lava-olhos);

- Sistemas automáticos de alerta e alarme (níveis, pressão, incêndio)
- Formação específica dos operadores (com certificação interna de habilitações);
- Plano de emergência (de aplicação local).

Todos estes recursos devem estar disponíveis em locais de recolha, armazenagem e distribuição de agentes químicos, com uma maior ou menor relevância dependente das quantidades envolvidas e da perigosidade do agente.

As unidades de recolha e tratamento de efluentes e de resíduos, estão englobadas nesta classificação, pela própria natureza de risco dos produtos manuseados.

O sistema de dosagem química dispõe de equipamentos de injeção de reagentes químicos à:

- Caldeira de recuperação de calor
- Caldeira auxiliar
- Circuito fechado de água de refrigeração
- Circuito aberto de água de refrigeração

O sistema de dosagem química estará integrado basicamente nos seguintes subsistemas:

- Um subsistema de doseamento de redução de oxigénio (hidrazina)
- Um subsistema de doseamento de amoníaco diluído
- Um subsistema de doseamento de fosfato
- Um subsistema de doseamento de inibidor de corrosão
- Subsistema de doseamento de hipoclorito de sódio / brometo de sódio

No âmbito da temática "toxicidade de agentes químicos" referem-se de seguida duas áreas específicas de desenvolvimento do projecto:

1.3.10 Sistema de Tratamento de Efluentes

Existirão 4 redes selectivas de efluentes:

- Rede de efluentes químicos;
- Rede de efluentes oleosos;
- Rede de efluentes domésticos;
- Rede de efluentes pluviais.

As águas pluviais (não contaminadas), são lançadas directamente no mar. Os restantes efluentes, são sujeitos a tratamentos diferenciados, de acordo com a sua composição, e recolhidos num reservatório de recolha comum, antes de serem tratados na ETAR e serem posteriormente rejeitados no mar.

No reservatório de recolha, o efluente é sujeito a monitorização em contínuo do pH, Temperatura e Condutividade (concentração em sais) e medido o caudal de rejeição ao mar.

As águas de lavagem das salas de condicionamento químico, incluindo as salas de armazenagem destes produtos, são conduzidas para a rede de efluentes químicos. Da mesma forma, o esgoto do laboratório de química.

As águas de lavagem do armazém de óleos lubrificantes, oficinas de manutenção e salas dos grupos turbo-geradores, são recolhidas na rede de efluentes oleosos.

A licença de descarga de águas residuais a lançar em meios hídricos públicos, será solicitada à entidade competente, de acordo com o Decreto Lei n.º 236/98 de 1 de Agosto.

1.3.11 Energia eléctrica

A energia eléctrica é produzida no gerador, a uma tensão cerca de 19.000 V. Esta tensão é elevada nos transformadores de potência com vista ao escoamento da energia para a RNT - Rede Nacional de Transporte.

Segundo as indicações do projecto a CCCFF produzirá energia eléctrica para a rede de 400 kV.

Os transformadores são equipamentos estacionários, onde é reduzida a necessidade de intervenção por parte do pessoal de operação. Assim, é tecnicamente razoável estabelecer a localização destes equipamentos, longe do alcance dos operadores, e definir áreas reservadas e fechadas, onde a presença de pessoas é rigorosamente interdita, salvo em condições definidas de manutenção.

Os regulamentos de segurança, códigos e standards de operação relativos às instalações de energia eléctrica, são suficientemente restritos e rigidamente aplicados para assegurarem um nível de risco aceitável.

A experiência de acidentes em centrais de produção de energia eléctrica tem-se limitado a prejuízos materiais decorrentes da actuação, nos limites, dos vários sistemas de segurança montados.

O controlo da temperatura gerada nos transformadores, consequência da passagem de grandes quantidades de corrente eléctrica, acciona a própria protecção dos equipamentos.

Os meios e medidas de segurança aplicados a todos os aspectos que envolvem a transformação, o transporte e a distribuição de corrente eléctrica, são largamente conhecidos.

As medidas adoptadas têm provado ao longo do tempo a sua eficácia. Os meios e medidas de protecção situam-se aos níveis de:

- Identificação inequívoca (sinal de perigo de morte) dos locais eléctricos;
- Estabelecimento de distâncias de segurança;
- Interdição, de forma reforçada, à presença de pessoas em espaços com alta tensão (meios reforçados tais como muros, arame farpado, fechaduras e vedações com cadeado);
- Refrigeração dos elementos eléctricos condutores de corrente, nomeadamente os transformadores.

1.4 Acidentes Previstos

Em seguida descrevem-se com detalhe os principais parâmetros que definem o cálculo das consequências para cada um dos acidentes previstos (Cenários Tipo). Apenas se considera o caso em que é utilizado o gás natural, pelo facto da utilização do gasóleo não constituir um risco, pelo exposto anteriormente.

Tipos de cenários a considerar para o gás natural:

1. Jacto turbulento (JET). Por fuga de gás à pressão.
2. Seta de fogo (JET FIRE). Por ignição da fuga de gás à pressão.

As características do processo realizado nas instalações e das condições de operação dos equipamentos tornam necessário prever outros cenários:

3. Explosão física (PEXPLO) por ruptura catastrófica do barrilete de alta pressão no caso de ficar-se sem nível de água, por expansão de todo o vapor a alta pressão acumulado.
4. Explosão fechada (CVE) por acumulação de vapores inflamáveis no interior da caldeira.
5. Explosão física (PEXPLO) do depósito de ar comprimido.
6. Seta de fogo por escape contínuo de gás hidrogénio
7. Explosão física por falha catastrófica de uma botija de hidrogénio a alta pressão.

Dado que não existem disponíveis dados e registos históricos de acidentes associados a actividades similares, não é possível no presente estudo de análise de risco efectuar-se uma análise estatística e probabilística que fundamente quantitativamente a análise de risco e de potenciais cenários de acidente. Consequentemente, o estudo será desenvolvido numa base descritiva.

No sítio da Tapada do Outeiro e mais recentemente na central do Ribatejo, estão em operação as centrais termoeléctricas a turbina a gás em ciclo combinado construídas em Portugal. Não há, no entanto, registos de acidentes significativos nestas centrais de produção de energia eléctrica.

No Quadro 1-1 se resumem as análises de consequências dos acidentes previsto.

Quadro 1-1 - Relação dos acidentes graves

TABELA RESUMO DE ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS							
ESTABELECIMENTO INDUSTRIAL CENTRAL	Central Termoeléctrica da Figueira da Foz						Revisão n.º: Data:
	Iberdrola, S.A.						
	Ciclo Combinado						
Acidente Analisado	Descrição	Natureza do Dano	Danos Causados			Categoria	Observações
			Pessoas	Meio Ambiente	Bens		
1 / JET (gás natural)	Jacto turbulento inflamável (JET).	Térmico (radiação térmica)	Queimaduras nas pessoas expostas, por efeito da energia despendida na deflagração do gás.	Impacto idêntico ao de um com um gás mais leve que o ar, que se dispersa rapidamente na atmosfera.	Não são previsíveis danos críticos em equipamentos. Possibilidade de danos de certa entidade nas instalações auxiliares (cablagens, revestimentos, instrumentação, etc.) por efeito da energia despendida na deflagração do gás.	1	← alcance inflamável A área inflamável vem determinada pela direcção de saída do jacto.
2 / JFIRE (gás natural)	Seta de Fogo (Jet FIRE) por ignição do jacto turbulento formado.	Térmico (radiação térmica)	Queimaduras nas pessoas expostas.	A dispersão do fumo libertado não determina impactos consideráveis ou permanentes sobre o meio. Impacto compatível.	Danos consideráveis nas instalações por afectação da radiação no bem, dada a importância da direcção da seta, por chama directa	1	
3 / PEXPLO (vapor)	Explosão física (Physical EXPlosion) com efeitos de sobrepressão, por falha do recipiente	Mecânico (ondas de pressão)	-	Impacto negativo	Danos consideráveis nas instalações por afectação da sobrepressão e lançamento de projecteis	1	Os danos produzidos derivam da sobrepressão e do lançamento de projecteis.

TABELA RESUMO DE ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS							
ESTABELECIMENTO INDUSTRIAL CENTRAL	Central Termoeléctrica da Figueira da Foz						
	Iberdrola, S.A.						
	Ciclo Combinado						
Acidente Analisado	Descrição	Natureza do Dano	Danos Causados			Categoria	Observações
			Pessoas	Meio Ambiente	Bens		
4 / CVE (gás de escape)	Explosão fechada de vapores inflamáveis na caldeira.	Mecânico (ondas de pressão)	-	Impacto negativo	Danos consideráveis nas instalações por afectação da sobrepressão e lançamento de projecteis	1	Os danos produzidos derivam da sobrepressão e do lançamento de projecteis.
5 / PEXPLO (ar comprimido)	Explosão física (Physical EXPllosion) com efeitos de sobrepressão, por falha do recipiente	Mecânico (ondas de pressão)	-	Impacto negativo	Danos consideráveis nas instalações por afectação da sobrepressão e lançamento de projecteis	1	Os danos produzidos derivam da sobrepressão e do lançamento de projecteis.
6 / JFIRE (hidrogenio)	Seta de fogo por escape continuo de gás inflamável através de um orifício de Ø 6 mm	Do tipo térmico	-	Queimaduras por alcance da seta de fogo	Danos em instalações próprias pouco prováveis dado a curta duração da seta de fogo	1	A zona de intervenção corresponde com o alcance da seta de fogo, se bem que se deve considerar que este seria de muito curta duração

TABELA RESUMO DE ANÁLISE DE CONSEQUÊNCIAS							
ESTABELECIMENTO INDUSTRIAL CENTRAL	Central Termoeléctrica da Figueira da Foz						
	Iberdrola, S.A.						
	Ciclo Combinado						
Acidente Analisado	Descrição	Natureza do Dano	Danos Causados			Categoria	Observações
			Pessoas	Meio Ambiente	Bens		
7 / PEXPLO (hidrogenio)	Explosão física (estalido) por falha catastrófica de uma botija de gás a alta pressão.	Do tipo mecânico	Lesões por sobrepressão e impacto de projecteis da botija	Impacto negativo	Danos consideráveis nas instalações por afectação da sobrepressão e lançamento de projecteis	1	O risco foi avaliado pelos efeitos directos da sobrepressão. A isto à que juntar possíveis efeitos devido à projecção de fragmentos.

1.5 Acidentes pessoais

Em todas as actividades industriais são inerentes os riscos de acidentes de trabalho.

Destes, são de destacar os riscos de traumatismo craniano, quedas de altura e lesões dos membros do corpo, incluindo os pés e as mãos. Os equipamentos, de protecção individual, capacete, luvas e botas de segurança, deverão ser equipamento regular de trabalho nas áreas de operação.

O risco de perda de audição por exposição a níveis de ruído em excesso, é outro dos riscos previsíveis, se não for possível a atenuação adequada dos ruídos provenientes de altas velocidades dos fluidos e da operação de turbinas de enorme potência.

Estes riscos têm sido progressivamente minimizados pela técnica ao serviço da concepção das máquinas, mas é previsível uma deterioração destas condições com o progressivo desgaste das máquinas em operação continuada.

Assim, é de recomendar a manutenção de uma monitorização periódica do ruído industrial, nos postos de trabalho, e a dosimetria regular dos operadores mais expostos, mesmo após a confirmação de dados de exposição seguros.

Nos casos em que se justificar, o uso de protecção auditiva, deve ser tornada obrigatória, acompanhada de formação adequada dos operadores relativamente a este risco.

No tratamento de águas directamente aplicadas ao processo (água desmineralizada e água de refrigeração) bem como nas estações de tratamento de águas residuais e tratamento de efluentes, são utilizados agentes químicos agressivos.

É recomendado que seja elaborado um programa de protecção da exposição dos trabalhadores a substâncias químicas perigosas, com especial incidência na formação e informação e protecção pessoal.

O plano de emergência da unidade deve prever planos detalhados relativamente a acidentes de trabalho em zonas de manipulação/armazenagem de produtos químicos.

1.6 Resultados da Análise de Risco

A análise de conjunto para os cenários de risco considerados orienta para consequências de danos materiais graves no equipamento, com paragem de funcionamento da central, e numa envolvente próxima. Dada a ausência de registos oficiais é de admitir que a probabilidade de ocorrência destes cenários extremos pode ser considerada baixa.

Os danos materiais referidos dizem respeito a:

- Destruição da infra-estrutura de transporte (tubagem de gás natural)
- Cedência e colapso de estrutura (estrutura superior da caldeira)
- Destruição de equipamento mecânico/eléctrico (turbina a gás; transformador)

Os danos pessoais circunscrevem-se aos casos de acidentes de trabalho com operadores.

A consideração de um sistema de gestão de prevenção e segurança e um sistema de gestão ambiental e programas efectivos de segurança, higiene e saúde no trabalho são instrumentos que tendem a minimizar os efeitos de acidentes de trabalho em meio industrial.

Os danos ambientais raramente deverão atingir relevância significativa sendo fundamentalmente transitórios e reversíveis. De uma forma geral dizem respeito a:

- Contaminação atmosférica (emissões de contaminantes)
- Contaminação de solo (derrames de óleos)
- Contaminação da água (armazenagem de substâncias químicas)

Na maioria dos casos apresentados, as quantidades envolvidas, as características dos agentes, e as capacidades de recuperação do meio receptor serão suficientes para limitar os prejuízos ambientais gerados.

Foram consideradas ao longo deste estudo um conjunto de medidas de minimização das quais fazem parte

a) Plano de manutenção preventiva para as seguintes zonas operativas/equipamentos:

- alimentação de gás natural
- turbinas
- caldeiras de recuperação
- transformadores

b) Monitorização contínua/regular de:

- contaminantes da chaminé
- ruído industrial

c) Plano de emergência da unidade com planos detalhados, nomeadamente:

- libertação de gás natural para a atmosfera
- zonas de produtos para condicionamento químico
- zonas de tratamento de efluentes

- situações de inundação
- ocorrência de sismos
- ocorrência de situações climatológicas extremas, nomeadamente trovoadas

d) Programa de protecção contra a exposição dos trabalhadores a riscos químicos, nomeadamente, com inclusão de:

- formação e informação dos trabalhadores
- equipamentos de protecção individual

Faz parte da estratégia de administração da central CCCFF, garantir as melhores condições de segurança e ambientais, tendo em vista a sua qualificação como uma das centrais termoeléctricas mais limpas da Europa. Para este efeito faz parte da política de operação e manutenção desta central estabelecer um sistema da prevenção da gestão e segurança e um sistema de gestão ambiental onde estão especificados os objectivos e os programas a concretizar.

1.7 Conclusões

O projecto apresentado pela Iberdrola, S.A. obedece a necessidades operativas e logísticas que irão permitir gerar electricidade.

A instalação que se propõe será projectada com o máximo rigor técnico, adoptando-se um processo que, de acordo com as necessidades logísticas da empresa, incorpora o menor risco para a instalação.

Não são de excluir cenários de acidentes em centrais termoeléctricas (bem como em qualquer unidade industrial; não existe risco zero), mas estes são normalmente limitados a aspectos mecânicos de operação e eventualmente prejuízos na reposição de elementos desgastados pelo uso.

Outro factor considerável na limitação da extensão dos riscos constitui a ausência de importantes áreas de armazenagem de produtos químicos inflamáveis ou combustíveis.

A REPERCUSSÃO AMBIENTAL de um hipotético acidente seria mínima. Em caso de incêndio, os produtos de combustão completa, principalmente CO₂ e H₂O são perfeitamente dispersados no ambiente (a altura, por efeito de tiro devido às elevadas temperaturas) sem perigo conjunto de inflamabilidade e toxicidade.

A AFECTAÇÃO A OUTRAS INSTALAÇÕES foi identificada, destacando-se que a probabilidade que um acidente tem de poder afectar as instalações exteriores à central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz, é muito baixa, considerando os controlos e medidas de segurança expostos, especialmente no que se refere à caldeira de recuperação de vapor.

A central será dotada de sistemas de segurança que se adaptam aos requisitos descritos na legislação vigente e às recomendações dadas pelos regulamentos específicos internacionais aplicáveis. Tudo isto de forma a reduzir ao máximo esta situação de risco. Para finalizar, O RISCO na instalação de ciclo combinado, tendo em conta um alcance máximo das consequências, nunca afectaria núcleos de aglomerados populacionais.