



**Dina Maria Marques
Cardoso**

**Qualidade e segurança em atmosferas
potencialmente explosivas na ETAR**



**Dina Maria Marques
Cardoso**

**Qualidade e segurança em atmosferas
potencialmente explosivas na ETAR**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Marlene Paula Castro Amorim, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida, a minha família, em especial, ao meu filho e marido, pelo incansável apoio que sempre me deram, na prossecução deste objetivo, nunca me deixando desviar do caminho que conduziu este projeto à realidade.

o júri

presidente

Prof. Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Paulo Alexandre Costa Araújo Sampaio
professor auxiliar da Escola de Engenharia da Universidade do Minho

Prof. Doutora Marlene Paula Castro Amorim
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

O meu sincero agradecimento:

- À professora Marlene Amorim apoio prestado ao longo da elaboração deste projeto
- À Empresa LUSÁGUA Serviços Ambientais, S.A. por me permitir realizar este projeto
- À Eng.^a Paula Cabral Sacadura pela coordenação e orientação e incentivo para encetar este caminho
- Agradeço a todos os participantes, porque sem a sua colaboração este trabalho seria bastante mais difícil
- À minha família, por todo o apoio, paciência, colaboração, ajuda e incentivo
- Ao meu marido e ao meu filho pela privação de muitos fins de semana.

palavras-chave

Qualidade, Qualidade do Serviço, Diretiva ATEX, atmosfera explosiva, ETAR, proteção, segurança

resumo

O presente projeto teve como objetivo contribuir para a melhoria da qualidade do serviço prestado ao Cliente no contexto de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). O trabalho foi desenvolvido na ETAR de Setúbal, sob gestão operacional da LUSÁGUA Serviços Ambientais, S.A. e contemplou o desenvolvimento de competências e procedimentos de trabalho relativos à proteção contra atmosferas potencialmente explosivas (ATEX).

O projeto incluiu uma revisão preliminar da literatura sobre qualidade e segurança, em particular no contexto de atividades de serviços, assim como uma análise da legislação e normas no âmbito do trabalho em locais ATEX

Os resultados do projeto permitiram promover procedimentos de trabalho, ações de prevenção e proteção, sinalização de aviso e regras de segurança nas operações em questão por forma a melhorar a qualidade do serviço realizado pelos trabalhadores, sempre de forma segura. Pretendeu-se também criar uma base de conhecimento que permita a disseminação futura desta temática a outras instalações sob responsabilidade da LUSÁGUA.

keywords

Quality, Service Quality, ATEX Directive, explosive atmospheres, wastewater plants, protection, safety

abstract

This project aimed for the improvement of the quality of the service provided to customers and stakeholders in the context of a wastewater treatment plant. The work was developed for the specific case of the wastewater plant of Setubal, managed by the company LUSÁGUA Serviços Ambientais, S.A. the project work included the development of competences and work procedures regarding the protection towards explosive atmospheres (ATEX).

The project involved a preliminary literature review about quality and safety, notably in service operations, as well as a review of ATEX legislation and norms.

The results of the project supported the development of work procedures, preventive protection actions, warning signs, and safety norms to improve the quality and the safety of the staff operations in the company. It also enabled the development of a knowledge base which can support the dissemination of such practices in other plants managed by the company LUSÁGUA.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS.....	I
ÍNDICE DE TABELAS	II
LISTA DE SIGLAS.....	III
Capítulo 1	I
1.1 Introdução.....	1
1.2 O Tema do Projeto.....	2
1.3 O Contexto de Desenvolvimento do Projeto.....	4
1.4 Os Objetivos do Projeto	5
1.5 Estrutura do Documento	6
Capítulo 2.....	7
2.1 Qualidade do Serviço Prestado.....	7
2.1.1 Qualidade.....	8
2.1.2 Serviço.....	14
2.1.3 Qualidade do Serviço.....	17
2.2 Segurança no Trabalho: Abordagem ATEX.....	23
2.2.1 Enquadramento Legal e Normativo.....	23
2.3 Caracterização das Atmosferas Potencialmente Explosivas	27
2.3.1 Classificação de áreas perigosas	27
2.3.2 Fontes de ignição	29
2.3.3 Classes de temperatura.....	37
2.3.4 Equipamentos.....	38
2.3.5 Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis.....	44
Capítulo 3	45
3.1 Caracterização do Projeto	45
3.1.1 Identificação da empresa e do setor de atividade	45

3.1.2 Identificação do processo da ETAR de Setúbal.....	49
Capítulo 4.....	58
4.1 O projeto – objetivos e metodologia.....	58
4.1.1 Objetivo do projeto.....	58
4.1.2 Metodologia do projeto.....	60
4.2. Metodologia de análise e avaliação de riscos.....	62
4.2.1 Avaliação Preventiva dos Riscos de Explosão.....	62
4.2.2 Avaliação Quantitativa dos Riscos de Explosão.....	65
Capítulo 5.....	72
5.1 Apresentação de Resultados na ETAR.....	72
5.1.1 Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis na ETAR.....	74
5.1.2 Avaliação Preventiva dos Riscos de Explosão.....	75
5.1.3 Avaliação Quantitativa dos Riscos de Explosão.....	82
5.1.4 Tolerâncias da Classificação de Áreas.....	84
5.2 Medidas de Proteção Contra Explosões.....	85
5.2.1. Medidas de Proteção já Implementadas.....	90
5.2.2. Medidas de Proteção a Implementar.....	92
Capítulo 6.....	95
6.1 Conclusões.....	95
6.2 Propostas de Trabalho Futuro e Melhorias.....	97
Referências Bibliográficas.....	99
Webgrafia.....	100
Referências Legais.....	101
Referências Normativas.....	102
Lista de Anexos.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	A escolha do local de implementação do projeto -----	4
Figura 2	Evolução do controlo da qualidade -----	11
Figura 3	Os Conceitos Fundamentais da Excelência EFQM -----	12
Figura 4	Avaliação do serviço pelo cliente -----	18
Figura 5	Determinantes da perceção da qualidade do serviço -----	18
Figura 6	A escada da qualidade de serviços -----	21
Figura 7	Exemplo de classificação de zonas com atmosferas explosivas com gases -----	28
Figura 8	Exemplo de classificação de zonas com atmosferas explosivas com poeiras -----	28
Figura 9	Exemplo de superfície quente -----	30
Figura 10	Exemplo de tarefa que pode gerar chamas ou partículas quentes -----	31
Figura 11	Exemplo de equipamento mecânico que pode gerar faíscas -----	31
Figura 12	Exemplo de uma faísca elétrica -----	32
Figura 13	Exemplo de processo separação de cargas que pode gerar cargas electroestáticas -	33
Figura 14	Exemplo de descargas atmosféricas -----	33
Figura 15	Exemplo de espectro de frequências com indicação das ondas de rádio -----	34
Figura 16	Exemplo de espectro eletromagnético com indicação da radiação ionizante -----	35
Figura 17	Exemplo do Ciclo de Carnot -----	35
Figura 18	Exemplo de ignição por processo de queima de um polímero -----	36
Figura 19	Exemplo de classificação de zonas e categorias de equipamentos -----	40
Figura 20	Exemplo de Marcação de um equipamento para atmosferas explosivas -----	43
Figura 21	Organograma do Grupo Aquapor -----	45
Figura 22	Descrição da Organização da LUSÁGUA -----	46
Figura 23	Distribuição dos CE e Laboratórios Luságua Serviços Ambientais, S.A. -----	47
Figura 24	ETAR de Setúbal -----	48
Figura 25	Zona de tratamento da ETAR de Setúbal -----	48
Figura 26	Processo de Tratamento da ETAR de Setúbal -----	49
Figura 27	Processo de avaliação com vista à identificação e prevenção de riscos de explosão	63
Figura 28	Metodologia de análise e avaliação do perfil de risco de danos pessoais -----	65
Figura 29	Metodologia de análise e avaliação do perfil de risco de danos materiais -----	69
Figura 30	Sinalização de segurança: Perigo – Atmosfera ATEX -----	92
Figura 31	Sinalização de segurança: Proibido fumar ou foguear e Proibido uso de telemóvel --	93

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Diferenças entre bem físico e serviço -----	15
Tabela 2	Classificação de zonas com atmosferas explosivas com gases -----	28
Tabela 3	Classificação de zonas com atmosferas explosivas com poeiras -----	29
Tabela 4	Classe de Temperatura -----	37
Tabela 5	Grupo e Categorias de Equipamentos -----	38
Tabela 6	Nível de proteção do equipamento -----	41
Tabela 7	Classificação das substâncias inflamáveis em função da Energia Mínima de Ignição, da Corrente Mínima de Ignição e do Interstício Experimental Máximo de Segurança -----	42
Tabela 8	Classificação das substâncias inflamáveis em função da natureza da atmosfera explosiva sob a forma de poeira -----	43
Tabela 9	O que considerar no processo de avaliação do risco de explosão -----	64
Tabela 10	Nível de Exposição de Danos Pessoais -----	65
Tabela 11	Nível de Deficiência de Danos Pessoais -----	66
Tabela 12	Nível de Probabilidade de Danos Pessoais -----	66
Tabela 13	Nível de Deficiência de Danos Pessoais -----	66
Tabela 14	Nível de Probabilidade de Danos Pessoais -----	67
Tabela 15	Nível de Consequência de Danos Pessoais -----	67
Tabela 16	Nível de Risco de Danos Pessoais -----	68
Tabela 17	Nível de Intervenção de Danos Pessoais -----	68
Tabela 18	Nível de Deficiência de Danos Materiais -----	69
Tabela 19	Nível de Probabilidade de Danos Materiais -----	69
Tabela 20	Nível de Deficiência de Danos Materiais -----	70
Tabela 21	Nível de Consequência de Danos Materiais -----	70
Tabela 22	Nível de Risco de Danos Materiais -----	71
Tabela 23	Nível de Intervenção de Danos Materiais -----	71
Tabela 24	Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis na ETAR -----	74
Tabela 25	Estudo da possibilidade de formação de atmosferas explosivas perigosas na ETAR -	76
Tabela 26	Resumo da classificação das áreas perigosas e dos requisitos mínimos para o equipamento a instalar -----	79
Tabela 27	Estudo da presença de fontes de ignição e a possibilidade de estas se tornarem efetivas -----	80
Tabela 28	Perfil de Risco de Danos Pessoais -----	82
Tabela 29	Perfil de Risco de Danos Materiais -----	83

LISTA DE SIGLAS

ATEX – Atmosferas Potencialmente Explosivas

CE – Centro de Exploração

EEAR – Estação Elevatória de Águas Residuais

EFQM – European Foundation for Quality Management

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

IPQ – Instituto Português da Qualidade

ISO – International Standardization Organization

LIE - Limite Inferior de Explosão

LSE - Limite Superior de Explosão

MPCE – Manual Proteção Contra Explosões

SMAS – Serviços Municipalizados de Água e Saneamento

TQM – Total Quality Management

(Página intencionalmente deixada em branco)

CAPÍTULO I

I.1 Introdução

O trabalho desenvolvido no âmbito deste projeto teve como objetivo contribuir para a adoção de comportamentos que conduzam à melhoria da qualidade na prestação de serviços e conseqüente valorização da empresa Luságua Serviços Ambientais, S.A. (adiante designada por LUSÁGUA).

Cada vez mais a qualidade da prestação do serviço é um fator determinante para o sucesso ou fracasso de uma empresa. O aumento da satisfação e expectativas dos clientes contribui para a adoção de melhores práticas aumentando a competitividade das empresas de serviços, como a LUSÁGUA.

O projeto contemplou o desenvolvimento de competências e procedimentos de trabalho para a qualidade e segurança da empresa, assim como para a sua disseminação a outras instalações operadas pela LUSÁGUA. Em particular o projeto envolveu intervenções destinadas a melhorar a proteção dos trabalhadores expostos a riscos derivados de atmosferas potencialmente explosivas. Os resultados do trabalho desenvolvido permitiram também perspetivar sugestões de mudança para a melhoria da qualidade do serviço prestado a todas as partes interessadas da empresa (i.e. clientes, trabalhadores, fornecedores, sociedade em geral,...).

Os trabalhadores da LUSÁGUA constituem um dos interfaces entre a empresa e todas as suas partes interessadas. Desta forma, o seu comportamento e condições de trabalho contribuem para a valorização da empresa e para a qualidade do serviço, sentida e avaliada, pelos clientes, mas também pela sociedade em geral.

I.2 O Tema do Projeto

Este projeto pretendeu ir de encontro aos objetivos de aumentar a qualidade do serviço prestado pela LUSÁGUA e a sua perceção pelo ao Cliente, especificamente na Estação de Tratamento de Águas Residuais (adiante designada por ETAR) de Setúbal, garantindo a proteção de todas as partes interessadas da empresa contra atmosferas potencialmente explosivas (adiante designadas ATEX).

Para isso a LUSÁGUA foi de encontro à origem das expectativas do cliente, percebeu a importância para ele da temática ATEX e procurou corrigir eventuais lacunas na prestação do serviço e a incoerência entre expectativas e perceção.

“Service quality is a measure of how well the service level delivered matches customer expectations. Delivering quality service means conforming to customer expectations on a consistent basis.”

(Cit. por Lewis and Booms 1983 em PARASURAMAN, ZEITHAML e BERRY, 1985)

A qualidade do serviço e a perceção do cliente acerca da mesma, é definida no ponto em que a sua prestação é efetiva e vai ou não ao encontro das suas expectativas. Para além do serviço de qualidade, pretendeu-se transmitir ao Cliente que a qualidade de serviço que esperava foi efetivamente aquela qualidade que percecionou ou superior.

Neste sentido, uma das expectativas do cliente onde este projeto foi desenvolvido, prende-se com a melhoria das condições de segurança das suas instalações, nomeadamente o desenvolvimento de competências e procedimentos de trabalho relativos à proteção contra atmosferas potencialmente ATEX, assegurando a implementação do quadro legal aplicável ao tema ATEX, na ETAR de Setúbal.

Pretendeu-se também criar uma base de conhecimento que permita a disseminação futura desta temática a outras instalações operadas pela LUSÁGUA.

A base do tema deste projeto prende-se essencialmente com a experiência profissional operacional, passada e atual, em qualidade e segurança por parte do seu autor.

Atualmente, acompanhando quotidianamente o trabalho operacional, em termos de segurança, na LUSÁGUA, e constatando a evolução do mercado atual e os fatores de diferenciação das organizações, constatou-se que a qualidade do serviço em segurança esperada e percebida pelo Cliente pode constituir um verdadeiro fator essencial de sucesso.

Por outro lado, este projeto promove também as condições necessárias para a valorização da LUSÁGUA, permitindo a expansão da empresa no mercado de trabalho, nesta área de negócio.

I.3 O Contexto de Desenvolvimento do Projeto

O projeto foi desenvolvido na ETAR de Setúbal, situada na Quinta da Cachofarra, freguesia de S. Sebastião em Setúbal.

Uma ETAR, estação de tratamento de águas residuais, é a instalação onde é tratada a água depois de utilizada, vulgarmente denominada esgoto, que pode ser proveniente de atividades domésticas ou industriais.

Esta ETAR possui um processo constituído por três fases de tratamento e ainda uma linha de aproveitamento de biogás para aquecimento de lamas e produção de energia.

Os sistemas de produção de biogás são constituídos por diversos equipamentos que expõe os trabalhadores, e outros, a atmosferas potencialmente explosivas (tais como digestores anaeróbios, gasómetros para armazenamento do biogás, caldeiras para queima do biogás, motogeradores ou turbinas para a produção de energia elétrica e queimadores para queima do biogás excedente).

A escolha da ETAR de Setúbal para a implementação deste projeto teve foi efetuada com base nos seguintes pressupostos:

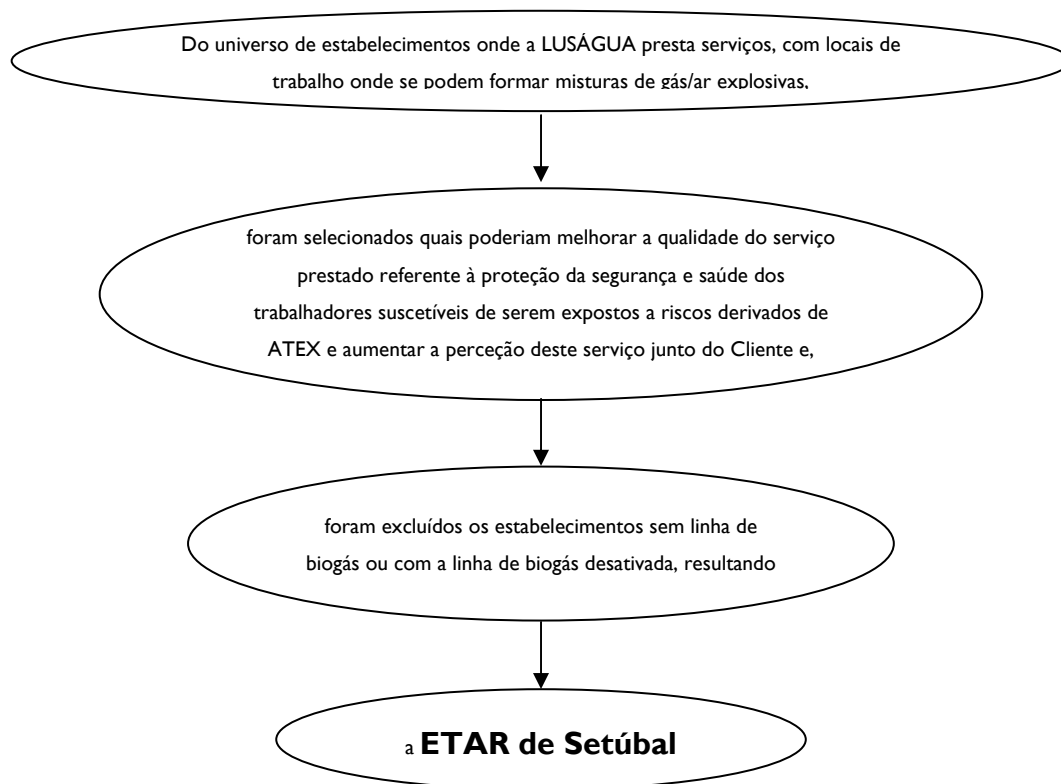


Figura I – A escolha do local de implementação do projeto

I.4 Os Objetivos do Projeto

O trabalho desenvolvido pretendeu ir de encontro a um conjunto de objetivos:

- desenvolver competências e procedimentos de trabalho relativos à proteção da segurança e saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas ATEX, na ETAR de Setúbal;
- garantir a proteção dos trabalhadores expostos a riscos derivados de atmosferas potencialmente explosivas, assegurando a implementação do quadro legal aplicável ao tema ATEX, na ETAR de Setúbal, e;
- melhorar a qualidade do serviço prestado a todas as partes interessadas da empresa, que incluem, o Cliente, os fornecedores, os trabalhadores e a sociedade em geral, e;
- desenvolver conhecimento e documentação que permita a disseminação futura desta temática a outras instalações sob responsabilidade da LUSÁGUA, sugerindo alterações para a melhoria da qualidade do serviço prestado a todas as suas partes interessadas.

A prossecução destes objetivos exigiu a definição de metas mais específicas, que se detalham no Capítulo 4 deste documento.

O trabalho desenvolvido permitiu promover procedimentos de trabalho, ações de prevenção e proteção, sinalização de aviso e regras de segurança nas operações em questão por forma a melhorar a qualidade do serviço realizado pelos trabalhadores, sempre de forma segura.

Por outro lado, a escolha de equipamentos de trabalho e definição de regras de manutenção em segurança, permitiu melhorar as condições de operacionalidade dos trabalhadores e das instalações e promover a melhoria da proteção da instalação considerando o seu impacto na sociedade em geral.

Para o Cliente da LUSÁGUA, o trabalho desenvolvido resultou no aumento da proteção da ETAR relativamente a atmosferas ATEX, a melhoria da perceção da prestação do serviço da ETAR à sociedade em geral e consequentemente, diminuição do seu impacto menos positivo na sociedade junto ao local de implantação da ETAR.

I.5 Estrutura do Documento

Este documento encontra-se estruturado em seis capítulos que seguidamente se descrevem.

O **Capítulo 1**, apresenta uma introdução ao projeto, identificando o seu âmbito e o contexto de desenvolvimento. São também apresentadas as motivações para a seleção deste contexto para a implementação do projeto e são definidos os objetivos gerais para o seu desenvolvimento.

O **Capítulo 2**, faz o enquadramento conceptual, contemplando uma revisão de conceitos fundamentais ao desenvolvimento do trabalho: qualidade, serviço, segurança no trabalho, qualidade em serviços em segurança e segurança no trabalho em locais ATEX e a sua ligação ao enquadramento legal e normativo sobre esses temas. Este capítulo faz também a abordagem conceptual, legal e normativa específica das atmosferas ATEX pois é um tema muito específico deste projeto que importa explicar.

O **Capítulo 3** faz a caracterização do projeto mais aprofundadamente, apresentando a empresa onde este é realizado (LUSÁGUA) e o seu setor de atividade, a ETAR em estudo e o seu processo.

No **Capítulo 4**, são apresentados os objetivos específicos que permitiram a concretização dos objetivos gerais identificados no ponto 1.4 deste capítulo e é apresentada a estratégia metodológica utilizada no desenvolvimento do projeto. É também descrita a metodologia de avaliação de riscos utilizada na avaliação global os riscos de explosão na ETAR.

No **Capítulo 5**, apresentam-se os resultados da identificação dos perigos e avaliação do risco de formação de atmosferas explosivas na ETAR. Apresentam-se também as propostas de medidas de proteção corretivas e/ou preventivas conforme necessidades identificadas pelo estudo do processo, verificando a conformidade dos equipamentos e sua instalação com os requisitos estabelecidos no enquadramento legal e normativo. São aqui também sumariadas as principais dificuldades e obstáculos no desenvolvimento do projeto.

O **Capítulo 6** apresenta as conclusões, e sugere algumas propostas de trabalho futuro e de melhorias a implementar.

CAPÍTULO 2

2.1 Qualidade do Serviço Prestado

Este capítulo apresenta o enquadramento conceptual de suporte ao projeto desenvolvido. Aborda-se a temática da qualidade do serviço em particular num contexto ATEX. Assim, é feita uma breve revisão dos conceitos de qualidade, serviço, segurança no trabalho, qualidade do serviço em segurança e segurança no trabalho em locais ATEX. Apresenta-se ainda o respetivo enquadramento legal e normativo.

Uma empresa é uma organização formal de pessoas e capital, com o objetivo de gerar valor acrescentado através da criação de bens económicos (produtos e serviços) que satisfaçam as necessidades dos seus Clientes.

A expansão das atividades empresariais nos mercados internacionais coloca desafios crescentes em termos de competitividade. As exigências dos seus clientes aumentaram na mesma proporção exigindo às organizações grande flexibilidade e capacidade de resposta. Atualmente, a ênfase é colocada no equilíbrio da satisfação das diversas partes interessadas de uma empresa: os seus Clientes, mas também os Acionistas, Colaboradores, Fornecedores/Parceiros e a Sociedade em geral.

Neste contexto, a qualidade na prestação dos serviços afirmou-se como um fator determinante para o sucesso ou fracasso de uma empresa.

Segundo Correia (2002) citado por Ribeiro (2007) a melhoria da produtividade de uma empresa pode ser alcançada pela melhoria da qualidade em virtude desta melhoria permitir uma redução de erros, uma diminuição de atrasos, um melhor uso dos recursos e uma diminuição da necessidade de refazer trabalhos. *“O aumento da produtividade causado pela melhoria da qualidade tem repercussões a dois níveis: na redução dos custos, o que tem efeitos diretos sobre os lucros, e nos preços, possibilitando a competição a preços mais reduzidos, com efeitos no aumento da quota de mercado, e por esta via nos lucros”* (Correia, 2002).

Oferecer um bom serviço e que seja de acordo com a satisfação do cliente é a meta universal no mundo empresarial, e conseqüentemente, aumentando as vendas e receitas da empresa (Ribeiro, 2007).

Nesta perspectiva importa então saber o que é a qualidade e em especial, o que é a qualidade do serviço prestado ao cliente.

“Tal como a beleza está nos ‘olhos’ de quem a vê, a qualidade está na mente do consumidor”

(Cit. por BATISTA e CUNHA, 2012)

2.1.1 Qualidade

Assim, o que é afinal QUALIDADE?

«Fácil de reconhecer... difícil de definir». Assim começa a resposta da Associação de Bibliotecas do Reino Unido à questão «o que é a qualidade?» (Library Association, 1994 in Gomes, 2004).

O conceito de qualidade torna-se cada vez mais utilizado, e nem todas as pessoas e organizações têm noção da sua abrangência e do conjunto de dimensões que a mesma pode conter. A palavra qualidade é comum na linguagem empresarial atual mas é difícil apresentar uma definição única deste conceito.

A Qualidade não tem uma definição única e absoluta, variando com os diferentes autores e com os interesses dos profissionais, podendo ser estudado em diversas perspectivas.

“A qualidade é o processo que conduz a resultados através de produtos/serviços que possam ser vendidos a consumidores que ficarão satisfeitos” (Deming, 1900-1993)

“A qualidade é a adaptação ao uso” (Juran, 1904 – 2008)

“A Qualidade é a conformidade com os requisitos” (Crosby, 1926 – 2001)

Qualidade é “o conjunto completo de características ou de estados característicos de um bem ou de um serviço considerados pelos consumidores, de alguma importância, valor ou utilidade para eles” (Cit. por Kenmore, 1996 em BATISTA e CUNHA, 2012)

“Qualidade é a conformidade em relação a especificações e parâmetros definidos, conhecidos por todos na empresa e estabelecidos pelos clientes, em permanente revisão para que se encontrem em cada momento dinamicamente ajustados às suas reais necessidades.” (Cruz, 1992)

“Qualidade é a adequação ao uso. É a conformidade às exigências”. Esta é a definição técnica estabelecida pela INTERNATIONAL STANDARDIZATION ORGANIZATION (ISO), responsável pela harmonização global na publicação de normas, nomeadamente da Qualidade, em diversos setores, no mundo inteiro.

A responsabilidade de publicação das normas ISO, em Portugal, cabe ao Instituto Português da Qualidade (IPQ). A utilização das normas ajuda as empresas a serem mais competitivas, indo ao encontro das exigências dos seus clientes e da sociedade.

A análise da história da qualidade permite compreender melhor o significado do conceito.

A evolução da qualidade passou por quatro grandes fases: inspeção, controlo estatístico, garantia da qualidade e gestão da qualidade total.

Na **fase da inspeção**, o produto era inspecionado pelo produtor (pelos próprios trabalhadores) e pelo cliente, o que ocorreu antes da Revolução Industrial, o período em que esta perspetiva atingiu o seu apogeu. Esta fase surge com a passagem de uma economia predominantemente agrícola para a economia industrializada em que ocorre a massificação da produção. Nesta fase, o objetivo principal estava na deteção de eventuais defeitos de fabrico, sem que houvesse uma metodologia preestabelecida a executar (Pereira & Requeijo, 2008).

Entretanto, a massificação da produção deu origem a uma quantidade elevada de produção defeituosa conduzindo ao aparecimento dos inspetores da qualidade. Os inspetores da qualidade verificavam os produtos nos diversos pontos do processo produtivo e a separação entre os produtos defeituosos (não conformes) e os produtos não defeituosos (conformes), não existindo qualquer preocupação com a análise das causas dos defeitos nem com a consequente correção dos mesmos (Oliveira, 2006).

Por volta da década de 30, a inspeção da qualidade revelou-se insuficiente e demasiado dispendiosa para limitar a entrega de produtos não conformes às necessidades dos clientes. Nesta fase, começam a desenvolver-se algumas técnicas estatísticas em matérias relacionadas com a qualidade: inicia-se assim a **fase do controlo estatístico** com o desenvolvimento de vários trabalhos realizados, como as cartas de controlo de Walter A. Shewhart (1891-1967). No entanto, foram poucos os gestores que usaram estas novas ferramentas nas suas organizações.

Foi nos anos 50 que Armand Feigenbaum introduziu o conceito de qualidade total. Essa perspetiva entende que a qualidade é da responsabilidade de todos e implica o fazer bem à primeira vez. Surge a **fase da garantia da qualidade**, na qual se dá enfoque à qualidade dos métodos de trabalho, ao desenvolvimento de documentação de suporte e à definição de métodos de controlo adequados (Pereira & Requeijo, 2008).

Nesta fase as empresas passam a apostar mais numa estratégia de qualidade assente na diferenciação do produto pela qualidade do que numa estratégia de quantidade e surgem os primeiros diplomas normativos da qualidade a nível internacional.

Apesar de ter sido Feigenbaum o grande impulsionador deste novo conceito, os “gurus” japoneses é que desenvolveram e introduziram essa metodologia nas suas organizações. Hoje em dia, e desde o seu início na década de 80, a Gestão pela Qualidade Total (TQM) é um conceito consideravelmente mais amplo e caracteriza-se pela procura da melhoria contínua por parte das empresas.

A **gestão da qualidade total** contraria o caráter burocrático e estático que os sistemas de garantia da qualidade, nomeadamente os processos de certificação da qualidade, introduzem nas empresas. A gestão da qualidade total tem por objetivo a satisfação das exigências dos clientes, quer internos, quer externos à empresa.

A principal característica desta fase é que toda a empresa passa a ser responsável pela garantia da qualidade dos seus produtos e serviços – todos os seus colaboradores e todos os seus setores. Para tal, é necessário que se equacione todos os processos relacionados com a gestão da qualidade de forma sistemática, de tal modo que as inter-relações e interdependências sejam consideradas em todos os níveis da empresa (Oliveira, 2006).

A **qualidade total** procura a permanente introdução de melhorias graduais e contínuas nos processos e procedimentos já existentes, procurando sempre a excelência na qualidade utilizando várias técnicas de autoavaliação da TQM e vários estudos tem vindo a avaliar as vantagens e inconvenientes de cada uma.

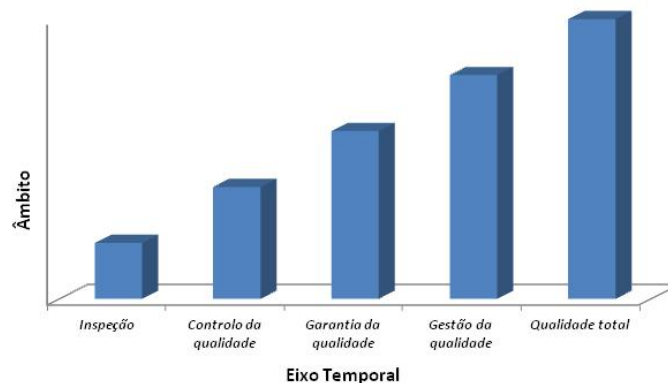


Figura 2 – Evolução do controlo da qualidade

A *European Foundation for Quality Management (EFQM)* preconiza o Modelo de Excelência EFQM, como sendo uma excelente ferramenta de autoavaliação, que possibilita às organizações obterem um panorama abrangente da sua situação global num dado momento, fornecendo um valioso *feedback* acerca da eficácia das abordagens adotadas por esta em todas as suas atividades, constituindo desta forma uma força motriz para a melhoria.

E os conceitos fundamentais de excelência:

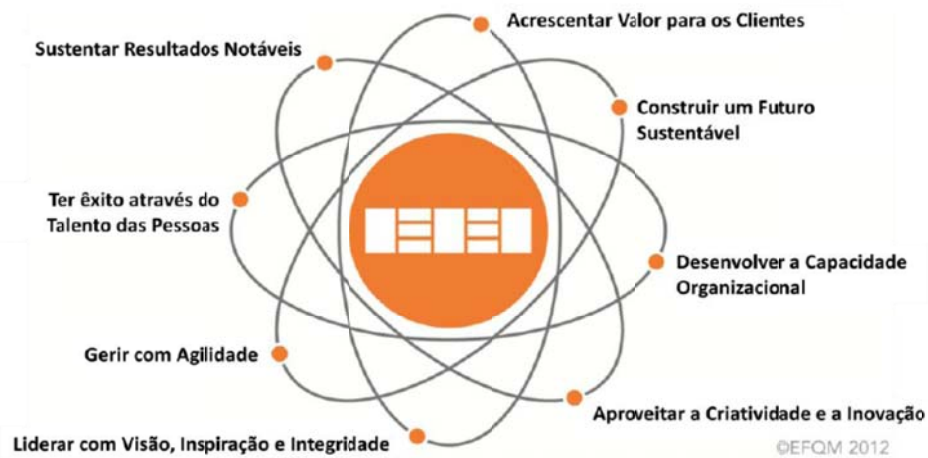


Figura 3 – Os Conceitos Fundamentais da Excelência EFQM (2012)

O sucesso de uma organização pode ser consequência da implementação e manutenção de um sistema de gestão da qualidade concebido para continuamente melhorar o seu desempenho, tomando em consideração as necessidades de todas as partes interessadas, gerido de forma sistemática e transparente.

Foram identificados oito princípios de gestão da qualidade, com base nas normas de sistemas de gestão da qualidade da família ISO 9000, que podem ser adotados pela gestão de topo de uma organização, de modo que a mesma seja dirigida para melhores desempenhos.

a) Focalização no cliente

As organizações dependem dos seus clientes e, conseqüentemente, devem compreender as suas necessidades, atuais e futuras, satisfazer os seus requisitos e esforçarem-se por exceder as suas expectativas.

O cliente é a razão de ser de uma organização. Isso evidencia a importância de antecipar-se as necessidades do cliente, não apenas para o atender, mas também para o encantar. Somente assim será possível a sua fidelidade!

b) Liderança

Os líderes estabelecem a finalidade e a orientação da organização. Devem criar e manter um ambiente interno que permita o pleno envolvimento das pessoas para se atingirem os objetivos da organização.

c) Envolvimento das pessoas

As pessoas, em todos os níveis, são a essência de uma organização e o seu pleno envolvimento permite que as suas aptidões sejam utilizadas em benefício da organização. Isso por que seu sucesso dependerá do facto de seus colaboradores estarem conscientes da importância e do objetivo de sua atuação, bem como dos objetivos estratégicos da organização.

d) Abordagem por processos

Um resultado desejado é atingido de forma mais eficiente quando as atividades e os recursos associados são geridos como um processo.

e) Abordagem da gestão como um sistema

Identificar, compreender e gerir processos interrelacionados como um sistema contribui para que a organização atinja os seus objetivos com eficácia e eficiência. Os processos de uma organização são vistos como um sistema, no qual as partes não apenas compõem o todo, mas interagem entre si. A partir dessa visão seus processos poderão ser alinhados e mensurados.

f) Melhoria contínua

Convém que a melhoria contínua do desempenho global de uma organização seja um objetivo permanente dessa organização. Neste ponto ressalta o conhecimento do processo e quão bem está feito. A partir daí, podem ser identificadas formas para melhorar tanto o sistema em si, como cada um dos processos de uma organização.

g) Abordagem à tomada de decisões baseada em factos

As decisões eficazes são baseadas na análise de dados e de informações e permitem à liderança da organização mapear as oportunidades e os desafios do negócio, para tomar decisões no sentido de melhorar seu desempenho e a qualidade dos seus produtos e/ou serviços.

h) Relações mutuamente benéficas com fornecedores

Uma organização e os seus fornecedores são interdependentes e uma relação de benefício mútuo potencia a aptidão de ambas as partes para criar valor.

A conceção e a implementação do sistema de gestão da qualidade de uma organização são influenciadas:

- a) pelo seu ambiente organizacional, por mudanças nesse ambiente e por riscos associados a esse ambiente;
- b) por necessidades variáveis;
- c) por objetivos particulares;
- d) pelos produtos que proporciona;
- e) pelos processos que utiliza;
- f) pelas suas dimensão e estrutura organizacional.

A Qualidade reside no que se faz, em tudo o que se faz, e não apenas no que se tem como consequência disso, ou em outras palavras, todos os processos de uma determinada atividade são importantes e se forem desenvolvidos com qualidade, o produto final terá qualidade.

2.1.2 Serviço

Por outro lado importa saber, o que é UM SERVIÇO?

“Um serviço é um ato ou desempenho oferecido por uma parte a outra. Apesar de o processo poder estar associado a um produto físico, o desempenho é essencialmente intangível e normalmente não resulta na aquisição de qualquer um dos fatores de produção.

Os serviços são atividades económicas que criam valor e proporcionam benefícios para os clientes, num determinado lugar e num determinado momento do tempo, como resultado de se processar a alteração desejada no, ou em nome do, recetor do serviço.”

(Cit. por Lovelock, Vandermerwe e Lewis, 1999 em BATISTA e CUNHA, 2012)

Os serviços possuem características que os distinguem:

- são intangíveis;
- tipicamente, não são armazenados;
- os clientes não obtêm posse do serviço;
- normalmente, o cliente está diretamente envolvido no processo produtivo;
- são difíceis de avaliar pelo cliente;
- a variabilidade dos *inputs* e *outputs* nos serviços é elevada;
- os canais de distribuição são diferentes;
- o fator temporal é, relativamente, mais importante (BATISTA e CUNHA, 2012).

Grönroos (1995), ao estabelecer comparação entre serviços e bens físicos, observa que é mais importante enfatizar as características comuns, passíveis de serem identificadas na maioria dos serviços, do que persistir no debate estéril de outras questões de menor relevância. Ressaltando que um serviço, via de regra, é percebido de maneira mais subjetiva que um bem físico, o autor sintetiza as diferenças entre ambos, no quadro seguinte:

Bem Físico	Serviços
Tangível	Intangível
Homogêneo	Heterogêneo
Produção e distribuição separadas do consumo	Produção e distribuição são processos simultâneos
Uma coisa	Uma atividade ou processo
Valor principal produzido em fábricas	Valor principal produzido em interações entre comprador e vendedor
Cientes, normalmente, não participam do processo de produção	Cientes participam da produção
Pode ser mantido em stock	Não pode ser mantido em stock
Transferência de propriedade	Não transfere propriedade

Tabela I – Diferenças entre bem físico e serviço

(Fonte: adaptado de Grönroos (1995))

Importa salientar que Grönroos (1995) refere ainda o grau de intangibilidade dos serviços é variável; os serviços são atividades económicas das quais não resulta um produto tangível, portanto, os clientes não obtêm propriedade. Os serviços são, pelo menos até certo ponto, produzidos e consumidos simultaneamente (característica da inseparabilidade). Segundo o autor, o cliente não é apenas um recetor dos serviços, mas um agente que interage nas diversas etapas do processo.

Sampson and Froehle (2006) ressaltam cinco características reconhecidas como essenciais para o completo entendimento do que seja qualidade de serviços:

Heterogeneidade reflete que as unidades individuais de produção de serviços tendem para serviços únicos, especialmente quando comparados com os processos de bens físicos, tais como a produção em massa. Ressalta que a variabilidade é um dos maiores desafios para as operações de serviço. Mas qual é a causa desta variabilidade?

Principalmente pela heterogeneidade em entradas do processo, especificamente insumos clientes.

Simultaneidade, também chamado inseparável, reflete que os serviços, geralmente, são produzidos e consumidos ao mesmo tempo. Uma parte significativa do processo do serviço a prestar só pode começar após os *inputs* dos clientes apresentados, o que corresponde a um envolvimento do cliente durante o processo de produção.

Percibilidade refere à natureza sensível da capacidade do prestador de serviço para prestar o seu serviço em tempo adequado. Não é o próprio produto de serviço que é percível mas antes a capacidade porque o serviço não pode começar antes da chegada dos *inputs* do cliente.

Intangibilidade significa que algo é "incapaz de ser percebido pelos sentidos", mas processos de serviços são capazes de serem percebidos e os seus resultados são muitas vezes tão palpáveis, tangíveis ou mais, do que os *outputs* de fabricação. Intangibilidade não define nem caracteriza exclusivamente serviços.

Estas 4 características dos serviços não são definidoras, mas, quando ocorrem, são "sintomas" de *inputs* do cliente. Estes "sintomas" de serviços podem ser causados por outras coisas para além de *inputs* de clientes e, portanto, podem mostrar-se também em não-serviços.

Participação do cliente, o cliente participa como um fator do trabalho. No entanto, os clientes podem participar não só na produção, participando como mão de obra, mas também fornecendo materiais e/ou informações. Se um cliente contribui para a produção através do fornecimento de quaisquer *inputs* (não apenas a participação), então o processo de produção é um processo de serviço.

A importância do presente projeto surge no contexto da prestação de serviços da LUSÁGUA ao seu Cliente, procurando melhorar a perceção do serviço prestado pelo cliente e a qualidade da empresa, ao nível de *outputs* de serviços prestados, entre outros fatores.

O conceito de cliente foi estendido a todos na organização sendo constituída pelos clientes externos (todos os que entram em contato com a LUSÁGUA e que não são parte integrante da mesma) e os clientes internos (todos os trabalhadores e setores da empresa). Para além destes, devemos ter ainda em conta todos aqueles que interagem com a empresa, como partes interessadas e que de alguma forma contribuem ou são influenciados pela empresa e pelo processo.

Uma empresa para conseguir permanecer no mercado tem de ter capacidade para manter e angariar novos clientes. Para isso é necessário prestar serviços de qualidade ao seu público-alvo, permitindo a sua satisfação pois é o que determina o sucesso da empresa.

“interpretada escassamente, a qualidade significa qualidade do produto. Interpretada extensivamente, a qualidade significa qualidade de trabalho, qualidade de serviço, qualidade de informação, qualidade do processo, qualidade de divisão, qualidade das pessoas, qualidade da empresa, qualidade dos objetivos, etc.” (Ishikawa, 1985)

2.1.3 Qualidade do Serviço

Mas então o que se entende por Qualidade do Serviço?

Crosby e Evans (1990) (Cit. por BATISTA e CUNHA, 2012) defendem que a importância do conceito de qualidade de serviço para o marketing de serviços existe devido à natureza transacional (impessoalidade, descrição, troca esporádica) e à natureza relacional (proximidade, duração, associações interdependentes) da interação do serviço.

Pode afirmar-se que a satisfação de um cliente só acontece quando o serviço adquirido vai de encontro às suas expectativas, resultando a qualidade do serviço da comparação entre a perceção do serviço recebido e da expectativa do serviço que o cliente espera receber.

Grönroos (1995) defende a ideia de que a qualidade em serviços deve ser aquilo que os clientes percebem. Parasuraman, Berry e Zeithalm (1985) referem que a qualidade percebida do serviço é um resultado da comparação das perceções com expectativas do cliente.

A qualidade percebida está relacionada com o nível de satisfação do cliente, logo a satisfação do consumidor é função do desempenho percebido e das expectativas. Apresentam três possibilidades nas relações entre expectativas e percepções dos clientes:

- Expectativas < Percepções: a qualidade percebida é boa
- Expectativas = Percepções: a qualidade percebida é aceitável
- Expectativas > Percepções: a qualidade percebida é pobre

Resumindo:

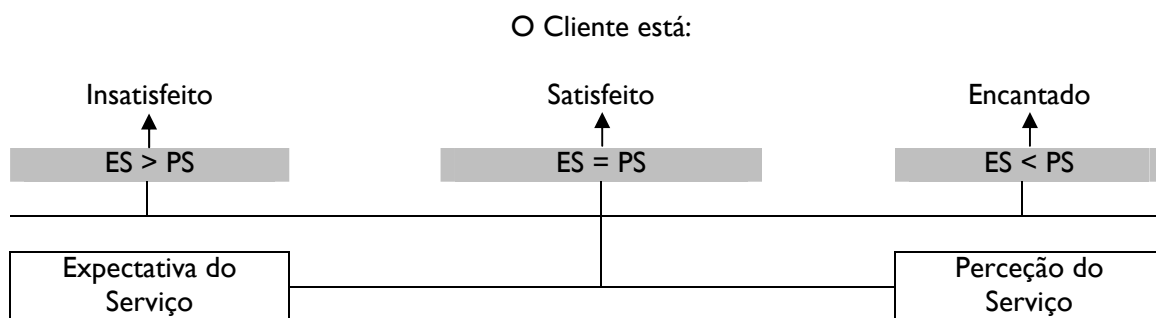


Figura 4 – Avaliação do serviço pelo cliente
(Fonte: adaptado de Parasuraman, Berry e Zeithalm, 1985)

Conforme Parasuraman, Berry e Zeithalm (1985), ao atuar ao nível das características determinantes da qualidade do serviço, pode-se influenciar as expectativas do serviço do cliente tal como a sua percepção do serviço prestado, conforme figura seguinte.

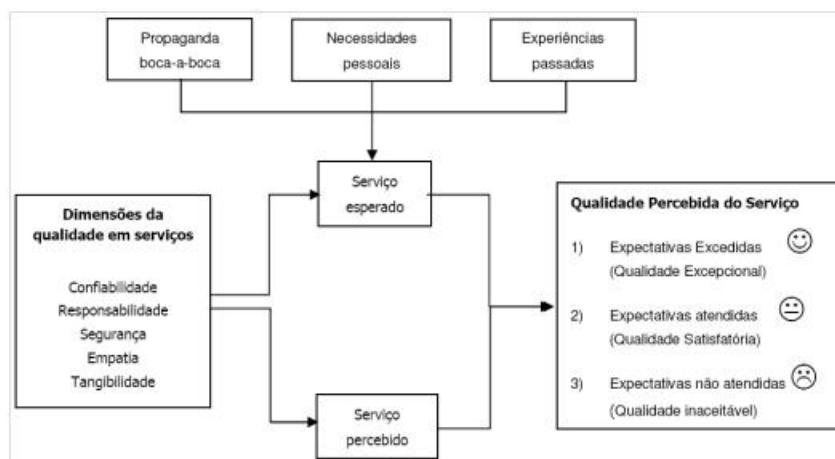


Figura 5 – Determinantes da percepção da qualidade do serviço
(Fonte: Parasuraman, Berry e Zeithalm, 1985)

Mesmo que a percepção da prestação de um serviço dependa de alguma subjetividade pessoal, cabe às empresas tentar conhecer as expectativas dos seus clientes procurar melhorias de desempenho que favoreçam um percepção positiva.

Para ajudar as empresas a detetar as fontes dos problemas na qualidade dos serviços e assim procurar essas melhorias de desempenho, Parasuraman, Berry e Zeithalm (1985), desenvolveram um modelo que agrupa os problemas em cinco lacunas e parte da comparação do serviço percebido com o serviço esperado, onde as expectativas do cliente são influenciadas por necessidades pessoais, experiência anterior, comunicação boca-a-boca e comunicações externas.

A avaliação da qualidade de um serviço surge ao longo do processamento do serviço, quando o cliente se encontra com o prestador.

Parasuraman, Berry e Zeithalm (1985), definem 5 dimensões da qualidade em serviços que consistem na forma como os clientes julgam a qualidade dos serviços, baseando-se na comparação entre o serviço esperado e o percebido:

Confiabilidade

É a responsabilidade que a empresa prestadora de serviços tem de prestar o serviço com confiança e exatidão.

Responsabilidade

Consiste na resposta que a empresa, prestadora de serviços, dá para auxiliar os clientes e fornecer o serviço prontamente.

Segurança

Consiste na transmissão de segurança, de confidencialidade, conhecimento e cortesia dos trabalhadores na prestação do serviço.

É necessário ter as seguintes características, para transmitir segurança ao cliente:

- Competência para a realização do serviço;
- Cortesia e respeito pelo cliente;
- Comunicação permanente com o cliente;

- Percepção de que o trabalhador está realmente interessado no melhor para o cliente.

Empatia

A demonstração de interesse e a atenção personalizada ao cliente são importantes na altura da prestação do serviço.

É necessário ter em consideração as seguintes características:

- Acessibilidade;
- Sensibilidade;
- Esforço para entender as necessidades dos clientes.

Tangibilidade

O ambiente circundante (aparência das instalações físicas, equipamentos, pessoal, materiais para comunicação e limpeza) à prestação do serviço é importante para a percepção do cliente em relação à qualidade do serviço. Esta dimensão também se pode estender à conduta de outros clientes que estejam a utilizar o serviço.

Fitzsimmons (2000) esquematiza, recorrendo a uma escada, a qualidade em serviços, resumindo as etapas progressivas para o desenvolvimento da qualidade.

A inspeção da qualidade do serviço é apresentada como primeiro degrau, pois é o primeiro esforço para identificar os problemas de qualidade e o desdobramento da função qualidade encontra-se no degrau superior, pois a qualidade finalmente deve ser reconhecida como uma necessidade do cliente, a ser incorporada na prestação do serviço.

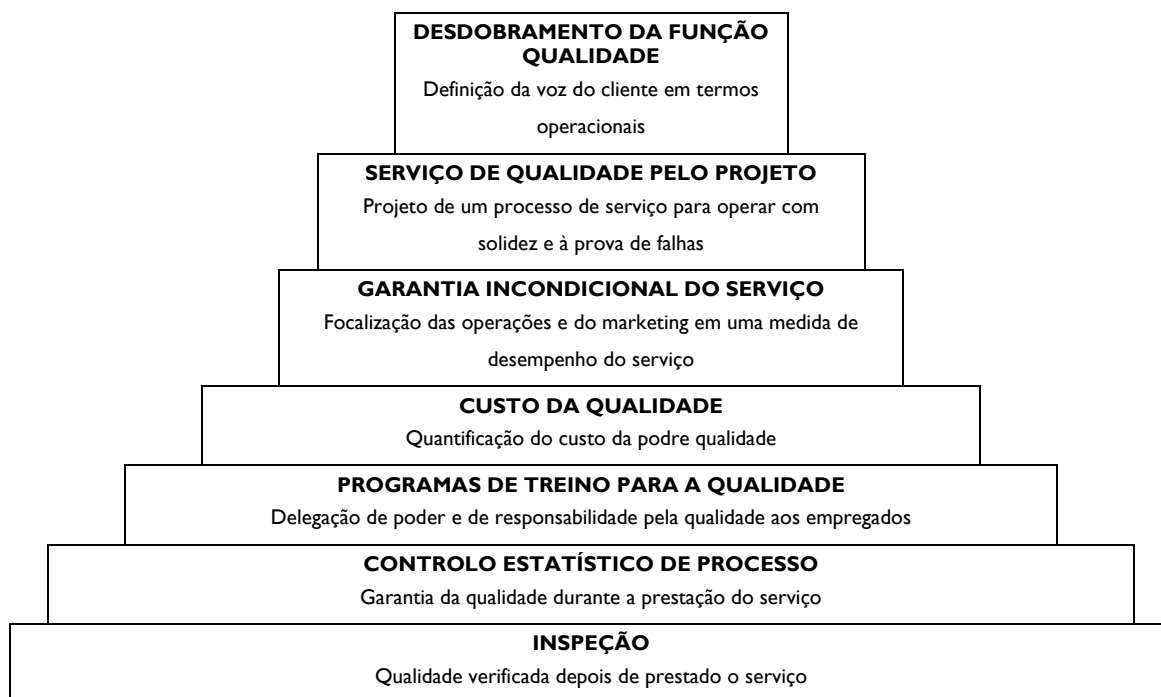


Figura 6 – A escada da qualidade de serviços
(Fonte: adaptado de Fitzsimmons, 2000)

Poderíamos também aqui falar dos custos da qualidade do serviço, classificados como custos de falha, de deteção e de prevenção e do controlo estatístico do processo, mas esse seria tema para outro projeto, pelo que não nos alongamos.

Em suma, atualmente, do ponto de vista das empresas, a qualidade do serviço é um desafio económico:

- Redução de custos
- Aumento do valor acrescentado
- Redução das não conformidades
- No respeito pelas normas de qualidade e segurança

Um desafio comercial:

- Dar confiança e satisfação aos clientes
- Fidelizar os clientes atuais e angariar novos
- Reduzir as reclamações
- É na interação profissional-cliente que se estabelece a confiança e a satisfação dos clientes

E ainda um desafio estratégico:

- Melhorar a imagem de marca diminuindo as más referências e aumentando a notoriedade

- Reforçar as vantagens face à concorrência

- Desenvolver-se

- Marcar a diferença no serviço prestado: para lá do standard, acrescentar a qualidade e segurança

2.2 Segurança no Trabalho: Abordagem ATEX

A proteção contra explosões reveste-se de grande importância no âmbito da segurança no trabalho, visto que os seus efeitos podem causar danos de elevada gravidade tanto nas pessoas, como nas instalações e no ambiente.

A comunidade mundial tem envidado esforços para encontrar medidas eficazes de prevenção e proteção de maneira a evitar incidentes provenientes de atmosferas potencialmente explosivas.

São diversos os diplomas legais, internacionais, europeus e nacionais, assim como em normativos, referenciais técnicos e documentos de vária índole reveladores do conhecimento científico que tem vindo a ser desenvolvido que indicam a obrigatoriedade e a necessidade da entidade empregadora proceder a uma correta avaliação nas instalações que manuseiem substâncias inflamáveis.

Portugal transpôs para a legislação nacional as Diretivas ATEX: a Diretiva 1999/92/CE, de 16 de dezembro, relativa às prescrições mínimas para a proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de exposição a riscos associados a atmosferas explosivas. Foi também transposta a Diretiva 94/9/CE, de 23 de março, referente aos aparelhos e sistemas de proteção destinados à utilização em atmosferas potencialmente explosivas, não tendo, todavia, prosseguido no sentido da produção de documentação técnica sobre os procedimentos visando a avaliação de risco para atmosferas explosivas.

2.2.1 Enquadramento Legal e Normativo

2.2.1.1 Legislação europeia

Em 1989, a Comunidade Europeia publicou uma Diretiva-Quadro (Diretiva 89/391/CEE) relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde no trabalho.

Esta Diretiva exige que o empregador adote as disposições necessárias à defesa da segurança e da saúde dos trabalhadores, designadamente: medidas de prevenção dos riscos profissionais, de informação e de formação dos trabalhadores.

A fim de planificar as ações preventivas, estabelece igualmente como obrigação do empregador a execução de uma avaliação de riscos, que deverá considerar todos os perigos e riscos existentes no local de trabalho.

Dentro dos riscos mais relevantes, os incêndios e explosões são, por esta ordem, os mais comuns, pelo que pelas suas consequências profundas e dramáticas em termos de perdas de vida humana, de incapacidade física e de custos económicos, são tratados com atenção especial pela Comunidade Europeia e em 1992, a Comunidade Europeia edita a Diretiva ATEX.

A Diretiva 1999/92/CE, de 16 de dezembro é relativa às prescrições de segurança a aplicar pelo empregador nos locais de trabalho, sujeitos a atmosferas explosivas com vista à proteção dos trabalhadores. Impõe, em todos os locais onde se detete a presença destas atmosferas, a adoção de medidas de prevenção e proteção dos trabalhadores, estabelecendo um prazo máximo de três anos até adaptação completa.

As áreas onde se possam formar atmosferas explosivas devem ser classificadas em função da frequência e duração das mesmas, constituindo essa classificação o critério para a seleção dos equipamentos a utilizar de forma a garantir um nível de proteção adequado.

2.2.1.2 Legislação nacional

Portugal transpôs todas as Diretivas Europeias anteriormente referidas. Dessas Diretivas, a primeira a ser transposta para direito nacional foi a Diretiva Quadro (Diretiva 89/391/CEE), atualmente a Lei n.º 102/2009 de 10 de setembro.

Este diploma legal veio regulamentar o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho definindo as obrigações gerais do empregador.

Em 1996, Portugal transpôs para o direito interno a 1ª Diretiva ATEX que estabeleceu as regras de segurança e de saúde relativas aos aparelhos e sistemas de proteção destinados a serem utilizados em atmosferas potencialmente explosivas, através do Decreto-Lei n.º 112/96, de 5 de agosto tendo igualmente publicado a respetiva regulamentação na Portaria n.º 341/97, de 21 de maio.

Em 2003, a 2ª Diretiva ATEX foi transposta para a ordem jurídica portuguesa através do Decreto-Lei n.º 236/2003, de 30 de setembro.

2.2.1.3 Normas

Para além da legislação europeia e nacional, existe ainda um conjunto de normas europeias harmonizadas ao abrigo das Diretivas ATEX, das quais se destacam algumas mais relevantes no âmbito deste projeto:

EN 1127-1:2007 – *Atmosferas explosivas – Prevenção de explosões e proteção. Parte 1: Conceitos básicos e metodologia* – Especifica métodos para a identificação e avaliação de situações perigosas que possam levar a explosões.

NFPA 820:2008 – *Norma para proteção contra incêndio em instalações de tratamento de águas residuais e de recolha*

EN 60079-0 – *Material Elétrico para atmosferas explosivas – Parte 0 – Regras Gerais.*

IEC 60079-10:2002 – *Material elétrico para atmosferas explosivas. Parte 10: Classificação de locais perigosos* – Assinala a classificação das áreas onde possam surgir gás, vapor ou névoas inflamáveis podendo ser usada como referência na seleção adequada e instalação de equipamentos a implantar em áreas classificadas.

IEC 61241-10:2004 – *Material elétrico para uso na presença de poeiras combustíveis. Parte 10: Classificação de locais perigosos* – Assinala a classificação das áreas onde possam surgir poeiras ou camadas de poeiras inflamáveis podendo ser usada como referência na seleção adequada e instalação de equipamentos a implantar em áreas classificadas.

As poeiras são perigosas pois que quando se encontram dispersas no ar podem formar atmosferas potencialmente explosivas porque podem inflamar-se e agir como fontes de ignição. Esta parte da norma debruça-se sobre a identificação e classificação das áreas onde as atmosferas explosivas de poeira e camadas de poeira combustível estão presentes, para permitir a avaliação adequada de fontes de ignição nessas áreas.

Nesta norma, as atmosferas explosivas provocadas por poeira e camadas de poeira combustível são tratadas separadamente.

Nem todas as fontes de libertação produzem necessariamente uma atmosfera explosiva.

O procedimento para a identificação e classificação de área é o seguinte:

1º Identificar se o material é combustível e, para efeitos de avaliação de fontes de ignição, determinar as características do material, tais como granulometria, teor de humidade, temperatura mínima de ignição e camada de resistividade elétrica;

2º Identificar onde pode existir contenção de poeira ou as fontes de libertação de poeira. Esta etapa deve incluir a identificação da possibilidade de formação de camadas de poeira;

3º Determinar a probabilidade de que o pó será lançado a partir dessas fontes e, assim, o risco de atmosferas explosivas de pó em várias partes da instalação.

2.2.1.4 Referenciais Técnicos

Durante a pesquisa bibliográfica para este projeto, foram também tidos em conta alguns referenciais técnicos.

Guia de boa prática de carácter não obrigatório para a aplicação da Diretiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas

Este guia foi concebido para todas as empresas onde existe manipulação de substâncias inflamáveis e estas possam dar origem à formação de atmosferas explosivas perigosas e consequentemente riscos de explosão.

O guia tem como finalidade permitir ao empregador, particularmente nas pequenas e médias empresas, realizar as seguintes tarefas no domínio da proteção contra explosões:

- Determinar os perigos e avaliar os riscos;
- Estabelecer medidas específicas de proteção da segurança e saúde dos trabalhadores expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas;

- Garantir que o ambiente de trabalho seja seguro e que durante a presença de trabalhadores seja efetuada uma supervisão adequada, de acordo com a avaliação de riscos;
- Adotar as medidas e modalidades de coordenação necessárias, caso estejam presentes trabalhadores de diversas empresas no mesmo local de trabalho;
- Elaborar um documento sobre proteção contra explosões.

Principles of Explosion-Protection do Cooper Crouse-Hinds / Cooper Safety

O Cooper Crouse-Hinds / Cooper Safety é o maior fabricante mundial de equipamento elétrico de utilização em atmosferas explosivas e com esta publicação oferece um breve levantamento dos aspetos essenciais da proteção em atmosferas explosivas, dos deveres obrigatórios dos fabricantes, instaladores e dos operadores de instalações elétricas em atmosferas explosivas.

2.3 Caracterização das Atmosferas Potencialmente Explosivas

Com base no enquadramento legal e normativo anteriormente referido, segue-se uma abordagem aos conceitos ATEX mais relevantes no projeto e que são contextualizados no espaço real da ETAR, no Capítulo 5.

2.3.1 Classificação de áreas perigosas

A classificação de atmosferas potencialmente explosivas encontra-se adequadamente regulada na lei e normativos. Especificamente, o Decreto-Lei nº 236/2003 de 30 de setembro classifica as áreas em três zonas distintas de acordo com o seu potencial explosivo, para gases e para poeiras.

As áreas onde se podem formar atmosferas explosivas, quer por existência de gases quer por existência de poeiras, são classificadas em função da frequência e da duração das mesmas, constituindo essa classificação um critério de seleção dos equipamentos e dos sistemas que assegurem um nível de proteção adequado.

Para os gases temos:

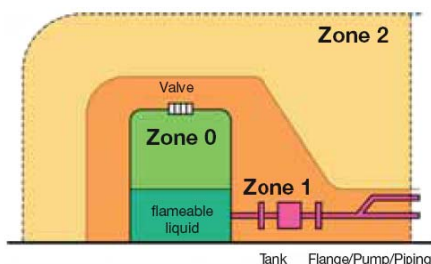


Figura 7 – Exemplo de classificação de zonas com atmosferas explosivas com gases
 (Fonte: COOPER CROUSE-HINDS, Principles of explosion – Protection)

<u>Gases</u>	Quando?	O quê?
Zona 0	Permanentemente ou durante longos períodos de tempo, ou com frequência.	Uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis, sob a forma de gás, vapor ou névoa
Zona 1	É provável, em condições normais de funcionamento.	A formação ocasional de uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis, sob a forma de gás, vapor ou névoa.
Zona 2	Não é provável, em condições normais de funcionamento ou onde, caso se verifique, essa formação seja de curta duração.	A formação de uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis sob a forma de gás, vapor ou névoa.

Tabela 2 – Classificação de zonas com atmosferas explosivas com gases
 (Fonte: Decreto-Lei nº 236/2003 de 30 de setembro)

E para as poeiras temos:

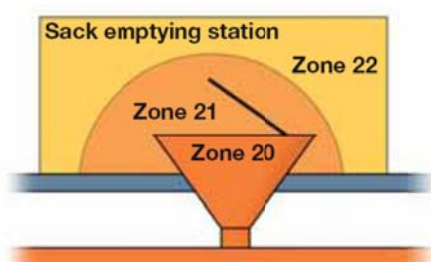


Figura 8 – Exemplo de classificação de zonas com atmosferas explosivas com poeiras
 (Fonte: COOPER CROUSE-HINDS, Principles of explosion – Protection)



<u>Poeiras Combustíveis</u>	Quando?	O quê?
Zona 20	Permanentemente ou durante longos períodos de tempo, ou frequentemente.	Uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível.
Zona 21	É provável, em condições normais de funcionamento.	A formação ocasional de uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível.
Zona 22	Não é provável, em condições normais de funcionamento.	A formação de uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível ou onde, caso se verifique, essa formação seja de curta duração.


Tabela 3 – Classificação de zonas com atmosferas explosivas com poeiras
(Fonte: Decreto-Lei nº 236/2003 de 30 de setembro)

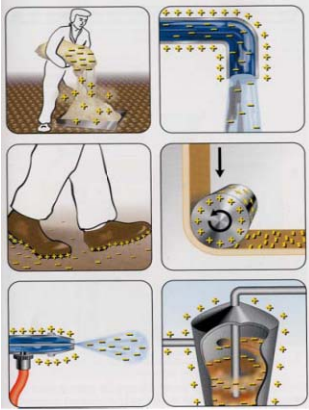

2.3.2 Fontes de ignição

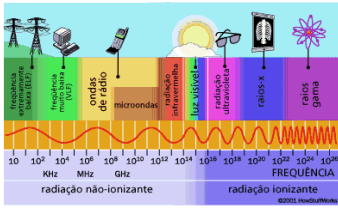
A Norma Europeia EN 1127-1 de novembro de 2007 distingue treze tipos de fontes de ignição.


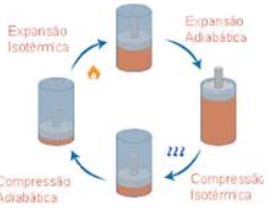
Fonte de Ignição	Descrição	Exemplo
<p><u>I. Superfície Quente</u></p>	<p>Se uma atmosfera explosiva entrar em contacto com uma superfície quente a ignição pode ocorrer. Não só uma superfície quente por si própria pode agir como fonte de ignição, como também uma camada de poeira combustível em contacto com uma superfície quente e incendiado pela mesma pode agir como fonte de ignição para uma atmosfera explosiva. A capacidade de uma superfície quente causar ignição depende do tipo e concentração da substância particular presente na mistura com o ar. Esta capacidade torna-se maior com a subida de temperatura e o aumento da área da superfície.</p> <p>Mais ainda, a temperatura que faz desencadear a ignição depende do tamanho e da forma do corpo aquecido, do gradiente de concentração nas imediações da superfície e, numa certa medida, também do material da superfície. Por outro lado, no caso de corpos aquecidos com superfícies convexas em vez de concavas, é necessária uma maior temperatura de superfície para se dar a ignição; a temperatura mínima de ignição aumenta, por exemplo, com esferas ou tubos à medida que o diâmetro diminui. Quando uma atmosfera explosiva passa por superfícies aquecidas, pode ser necessária uma maior temperatura de superfície para se dar a ignição, devido ao breve período de contacto.</p> <p>Se a atmosfera explosiva permanecer em contacto com a superfície quente durante um período de tempo relativamente longo, podem ocorrer reações preliminares, por exemplo, chamas frias, para que mais facilmente se formem produtos de decomposição incendiáveis, que promovem a ignição das atmosferas originais.</p> <p>Para além de superfícies facilmente reconhecíveis como quentes, tais como radiadores, cabinas de secagem e outras, os processos mecânicos e de maquinaria também podem conduzir a temperaturas perigosas. Estes processos incluem equipamento, sistemas de proteção e componentes que convertem a energia mecânica em calor, isto é, todos os tipos de embraiagens de fricção e freios mecânicos. Para além disto, todas as partes móveis, podem tornar-se fontes de ignição se não estiverem suficientemente lubrificadas. Em alojamentos apertados de peças móveis, a entrada de corpos estranhos ou o deslocamento do eixo também podem conduzir à fricção que, por sua vez, pode conduzir a altas temperaturas da superfície, em alguns casos, rapidamente.</p> <p>Também se deverá considerar as subidas de temperatura devidas a reações químicas, por exemplo, com lubrificantes e solventes de limpeza.</p> <p><i>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</i></p>	<div data-bbox="1738 320 2002 552" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1704 571 2085 743">Figura 9 – Exemplo de superfície quente (Fonte: COOPER CROUSE-HINDS, Principles of explosion – Protection)</p>


Fonte de Ignição	Descrição	Exemplo
<p><u>2. Chamas e Gases Quentes (incluindo partículas quentes)</u></p>	<p>As chamas estão associadas às reações de combustão a temperaturas superiores a 1000 °C. Os gases quentes são produzidos como produtos de reação e, no caso de poeira e/ou chamas fuliginosas também são produzidas partículas sólidas ardentes. As chamas, os seus produtos quentes de reação ou, caso contrário, gases altamente quentes, podem incendiar uma atmosfera explosiva. As chamas, mesmo as mais pequenas estão entre as fontes de ignição mais efetivas.</p> <p>Se uma atmosfera explosiva estiver presente tanto no interior como no exterior de um equipamento, sistema de proteção ou componente, ou nas peças adjacentes da instalação e se a ignição ocorrer num destes locais, a chama pode espalhar-se para os outros locais através de aberturas, tais como condutas de ventilação.</p> <p>Os pingos de solda que se formam durante a soldagem ou o corte são levados como faíscas com uma grande superfície e, por esse motivo, estão entre as fontes de ignição mais efetivas.</p> <p><i>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</i></p>	 <p>Figura 10 – Exemplo de tarefa que pode gerar chamas ou partículas quentes</p> <p>(Fonte: Hazards arising from Explosions - Identification and Evaluation of Hazards; Specification of Measures, 2010)</p>
<p><u>3. Faíscas Geradas Mecanicamente</u></p>	<p>Como resultado da fricção, processos de impacto ou abrasão, as partículas podem separar-se dos materiais sólidos e tornarem-se quentes devido à energia utilizada no processo de separação.</p> <p>Se estas partículas consistirem em substâncias oxidáveis, por exemplo, ferro ou aço, podem sofrer um processo de oxidação, atingindo assim temperaturas ainda mais altas. Estas partículas (faíscas) podem incendiar gases combustíveis e vapores e certas misturas de poeiras/ar.</p> <p>Em poeira depositada, o arder sem chamas pode ser causado pelas faíscas, o que pode ser uma fonte de ignição para uma atmosfera explosiva.</p> <p>Deve ser considerada a entrada de materiais estranhos no equipamento, sistemas de proteção e componentes, por exemplo, pedras ou metais pesados, como causas de faíscas.</p> <p>A utilização de ferramentas que possam produzir faíscas geradas mecanicamente pode provocar a ignição de substâncias inflamáveis.</p> <p>A fricção de borracha, mesmo entre metais ferrosos semelhantes e entre certas cerâmicas pode gerar pontos quentes e faíscas havendo posteriormente risco de ignição de atmosferas explosivas.</p> <p>Os impactos que envolvem ferrugem e metais leves (alumínio, magnésio) e respetivas ligas, podem iniciar uma reação térmica que pode causar a ignição de atmosferas explosivas. Os metais leves, titânio e zircónio também podem formar faíscas incendiáveis sob impacto ou fricção contra qualquer material suficientemente duro, mesmo na ausência de ferrugem. <i>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</i></p>	 <p>Figura 11 – Exemplo de equipamento mecânico que pode gerar faíscas</p> <p>(Fonte: COOPER CROUSE-HINDS, Principles of explosion – Protection)</p>

Fonte de Ignição	Descrição	Exemplo
<p><u>4. Aparelhos Elétricos</u></p>	<p>No caso de aparelhos elétricos, as faíscas elétricas e as superfícies quentes podem ocorrer como fontes de ignição. As faíscas elétricas podem ser geradas, por exemplo: quando os circuitos elétricos são abertos e fechados; por ligações soltas e/ou por correntes de fuga.</p> <p>É importante referir que uma voltagem extra baixa (por exemplo inferior a 50V) está concebida para a proteção pessoal contra choque elétrico e que não é uma medida destinada à proteção contra explosão. Todavia, as voltagens inferiores a esta ainda podem produzir energia suficiente para incendiar uma atmosfera explosiva.</p> <p><i>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</i></p>	 <p>Figura 12 – Exemplo de uma faísca elétrica (Fonte: COOPER CROUSE-HINDS, Principles of explosion – Protection)</p>
<p><u>5. Correntes Elétricas de Fuga, Proteção contra Corrosão Catódica</u></p>	<p>As correntes de fuga podem fluir em sistemas condutores elétricos ou em partes de sistemas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Correntes de retorno em sistemas geradores de energia quando, por exemplo, os componentes do sistema elétrico condutor baixam a resistência do percurso da corrente de retorno; ☞ Resultado de um curto-circuito ou de um curto-circuito à terra devido a falhas nas instalações elétricas; ☞ Como resultado da indução magnética; ☞ Resultado de descargas atmosféricas. <p>Se as partes de um sistema capazes de transportar correntes de fuga forem desligadas, ligadas ou em forma de ponte – mesmo no caso de diferenças de potencial ligeiras – uma atmosfera explosiva pode ser incendiada como resultado de faíscas elétricas e/ou arcos. Além disto, a ignição também pode ocorrer devido ao aquecimento destes percursos da corrente.</p> <p>Quando é utilizada a proteção contra a corrosão catódica de corrente impressa, os riscos de ignição acima mencionados também são possíveis. Contudo, se forem utilizados ânodos de sacrifício (utilizados como proteção contra a corrosão, são metais com potencial de corrosão mais baixo e que por isso são corroídos durante a reação química), os riscos de ignição devidos a faíscas elétricas são improváveis, a não ser que os ânodos sejam de alumínio ou de magnésio.</p> <p><i>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</i></p>	

Fonte de Ignição	Descrição	Exemplo
<p><u>6. Eletricidade Estática</u></p>	<p>As descargas que apresentam risco de inflamação de eletricidade estática podem ocorrer sob certas condições. A descarga de peças carregadas, isoladas por condutor, pode facilmente conduzir a faíscas que apresentam risco de inflamação. Com peças carregadas fabricadas em materiais não condutores, e estas incluem a maioria dos plásticos, descargas de escova e em casos especiais, durante processos de separação rápidos, (por exemplo, telas sobre rolos, correias de acionamento, ou pela combinação de materiais condutores e não condutores), também é possível a propagação de descargas de escova.</p> <p>Também é possível a ocorrência de descargas em silos de material pesado e de nuvem.</p> <p>As descargas de escova podem incendiar quase todos os gases explosivos e atmosferas de vapor. A ignição de atmosferas explosivas de poeira/ar com uma energia de ignição mínima baixa por descarga de escova não deve ser excluída. As faíscas, propagação de descargas de escova, descargas em silos e descargas em nuvem podem incendiar todos os tipos de atmosferas explosivas, dependendo da energia da descarga.</p> <p><i>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</i></p>	 <p>Figura 13 – Exemplos de processos de separação de cargas que podem gerar cargas electrostáticas</p> <p>(Fonte: cit por EUROPEIA, Comissão, 2005)</p>
<p><u>7. Descargas Atmosféricas</u></p>	<p>Se um relâmpago entrar numa atmosfera explosiva, a ignição irá sempre ocorrer. Além disso, existe também a possibilidade de ignição devido à alta temperatura atingida por raios condutores.</p> <p>Mesmo na ausência de relâmpagos, as trovoadas podem causar elevadas tensões induzidas em equipamentos, sistemas de proteção e componentes.</p> <p><i>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</i></p>	 <p>Figura 14 – Exemplo de descargas atmosféricas</p> <p>(Fonte: http://www.ebah.com.br)</p>

Fonte de Ignição	Descrição	Exemplo
<p>8. Ondas Eletromagnéticas de Frequência de Rádio $10^4 - 3 \times 10^{12}$ Hz</p>	<p>As ondas eletromagnéticas são emitidas por todos os sistemas que geram e utilizam energia de frequência de rádio, por exemplo, transmissores de rádio, geradores industriais ou médicos para aquecimento, secagem, endurecimento, soldadura, corte, entre outros.</p> <p>Todas as partes condutoras localizadas no campo de radiação funcionam como antenas de recepção. Se o campo for suficientemente potente e se a antena de recepção for suficientemente grande, estas partes condutoras podem causar a ignição em atmosferas explosivas.</p> <p>A potência de frequência de rádio recebida pode, por exemplo, fazer com que fios finos ardam ou gerem faíscas durante o contacto ou interrupção das partes condutoras. A energia recolhida pela antena recetora, que pode conduzir à ignição, depende principalmente da distância entre o transmissor e a antena recetora, bem como das dimensões da antena recetora em qualquer comprimento de onda particular e da energia.</p> <p>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</p>	 <p>Figura 15 – Exemplo de espectro de frequências com indicação das ondas de rádio (Fonte: http://www.logivamax.com.br)</p>
<p>9. Ondas Eletromagnéticas de $3 \times 10^{11} - 3 \times 10^{15}$ Hz</p>	<p>A radiação nesta gama espectral pode, especialmente quando concentrada, tornar-se uma fonte de ignição através da absorção por atmosferas explosivas ou superfícies sólidas.</p> <p>Por exemplo, a luz solar pode disparar uma ignição se os objetos causarem convergência da radiação (por exemplo, garrafas atuando como lentes, refletores de concentração como fornos solares).</p> <p>Sob certas circunstâncias, a radiação de fontes de luz intensas (contínuas ou intermitentes) é tão intensamente absorvida por partículas de poeira que estas partículas se tornam fontes de ignição para atmosferas explosivas ou para depósitos de poeira.</p> <p>Com a radiação laser (por exemplo nas comunicações, dispositivos de medição de distância, trabalho de vigilância, medidores de alcance visual) mesmo a grandes distâncias, a energia ou a densidade da potência mesmo de um feixe não focado pode ser de tal modo que a ignição é possível. Também aqui o processo de aquecimento ocorre principalmente quando o raio laser atinge uma superfície de um corpo sólido ou quando é absorvido por partículas de poeira na atmosfera ou em partes transparentes de poeira.</p> <p>Deve considerar-se que qualquer equipamento, sistema de proteção e componentes que gere radiação (candeeiros, arcos elétricos, laser...) possa por si só pode ser uma fonte de ignição.</p> <p>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</p>	

Fonte de Ignição	Descrição	Exemplo
<p><u>10. Radiação por Ionização</u></p>	<p>A radiação por ionização, gerada por, por exemplo, tubos de raio X e substâncias radioativas podem incendiar atmosferas explosivas como resultado da absorção de energia.</p> <p>Mais ainda, a própria fonte radioativa pode aquecer devido à absorção interna da energia de radiação até um tal ponto que a temperatura mínima de ignição da atmosfera explosiva das imediações é ultrapassada.</p> <p>A radiação por ionização pode causar a decomposição química ou outras reações que podem conduzir à geração de radicais altamente reativos ou a componentes químicos instáveis. Isto pode causar a ignição.</p>	 <p>Figura 16 – Exemplo de espectro eletromagnético com indicação da radiação ionizante (Fonte: http://www.explicatorium.com)</p>
<p><u>11. Ultrassons</u></p>	<p>Na utilização de ondas e som ultrassónicas, uma grande proporção da energia emitida pelo transdutor eletroacústico é absorvida por substâncias líquidas ou sólidas. Como resultado a substância exposta a ultrassons aquece para que, em casos extremos, a ignição pode ser induzida.</p>	
<p><u>12. Compressão Adiabática e Ondas de Choque</u></p>	<p>No caso de compressão adiabática ou quase adiabática e nas ondas de choque, podem ocorrer tais altas temperaturas que as atmosferas explosivas (e a poeira depositada) podem incendiar. O aumento da temperatura depende principalmente da razão da pressão e não da diferença de pressão.</p> <p>As ondas de choque são geradas, por exemplo, durante a súbita descarga de gases de alta pressão nos tubos. Neste processo, as ondas de choque são propagadas a regiões de pressão inferior mais rapidamente do que a velocidade do som. Quando são difratadas ou refletidas por curvas do tubo, restrições, flanges de ligação, válvulas fechadas podem ocorrer temperaturas muito altas.</p> <p><i>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</i></p>	 <p>Figura 17 – Exemplo do Ciclo de Carnot (Fonte: http://www.e-escola.pt)</p>
<p><u>13. Reações Exotérmicas, incluindo Autoignição de Poeiras</u></p>	<p>As reações exotérmicas podem atuar com uma fonte de ignição quando a taxa de geração de calor excede a taxa de perda de calor para as imediações. Muitas reações químicas são exotérmicas. A possibilidade de uma reação poder atingir uma alta temperatura depende, entre outros parâmetros, da taxa de volume/superfície do sistema de reação, da temperatura ambiente e do tempo de resistência. Estas altas temperaturas podem conduzir à ignição de atmosferas explosivas e também ao início de arder sem chamas e/ou queimar.</p>	

Fonte de Ignição	Descrição	Exemplo
	<p>Tais reações incluem as de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Substâncias inflamáveis com o ar; • Metais alcalinos com água; • Autoignição de poeiras combustíveis; • Auto aquecimento de estufagens induzidas por processos biológicos; • Decomposição de peróxidos orgânicos; • Reações de polimerização. <p>As catálises também podem induzir reações de produção de energia (por exemplo, atmosferas de hidrogénio/ar e platina). Algumas reações químicas como a pirólise e processos biológicos também podem conduzir à produção de substâncias inflamáveis que, por sua vez, podem formar uma atmosfera explosiva no ar das imediações.</p> <p>As reações violentas resultantes em ignição podem ocorrer nalgumas combinações de materiais de fabrico com químicos (cobre com acetileno, metais pesados com peróxido de hidrogénio). Algumas combinações de substâncias, especialmente quando finamente dispersas (alumínio/ferrugem ou açúcar/cloreto) reagem violentamente quando expostas ao impacto ou fricção.</p> <p><i>Esta é uma fonte de ignição provável neste trabalho.</i></p>	 <p>Figura 18 – Exemplo de ignição por processo de queima de um polímero</p> <p>(Fonte: Gallo, Jorge B., Agnelli, José A. M. – Aspectos do comportamento de polímeros em condições de incêndio. <u>Polímeros: Ciência e Tecnologia [em linha]</u>, vol.8, n.º1, Jan/Mar (1998), p.24, [Consult. 21 jan. 2013]. Disponível na internet: <http://www.scielo.br>. ISSN 0104-1428)</p>

2.3.3 Classes de temperatura

Todo o equipamento elétrico certificado para uso em áreas com gases ou vapores está identificado com uma temperatura máxima designada por Classe de Temperatura. Esta identifica a temperatura que um equipamento elétrico pode obter em condições normais de operação. Esta temperatura pode ser a temperatura da superfície ou então a temperatura de ignição de componentes do interior do material elétrico. Quer a temperatura venha do interior ou do exterior do equipamento ela depende do conceito de proteção de um dado equipamento elétrico.

Os gases estão divididos em classes de temperatura e estas devem ser sempre inferiores à temperatura de ignição do material inflamável.

Classe de Temperatura	Temperatura Máxima Admissível do Equipamento Elétrico do Grupo II	Temperatura de Ignição (TI) de Substâncias Inflamáveis
T1	450	$TI > 450$
T2	300	$300 < TI \leq 450$
T3	200	$200 < TI \leq 300$
T4	135	$135 < TI \leq 200$
T5	100	$100 < TI \leq 135$
T6	85	$85 < TI \leq 100$

Tabela 4 – Classe de Temperatura

(Fonte: COOPER CROUSE-HINDS, Principles of explosion – Protection)

As poeiras combustíveis apresentam duas temperaturas de inflamação diferentes: Temperatura de ignição de nuvem de poeira (TIN) e Temperatura de ignição de camada de poeira (TIC).

A temperatura máxima da superfície do equipamento não deve exceder dois terços da temperatura mínima de ignição (em °C) da mistura poeira/ar considerada.

$$T_{MAX} = 2/3 * TIN$$

T_{MAX} – Temperatura superficial máxima do equipamento (°C)

TIN – Temperatura mínima de ignição da nuvem de poeira (°C)

Para situações em que a espessura da camada de poeira é igual ou inferior a 5 mm é frequente utilizar uma margem de segurança de 75 °C entre a temperatura mínima de ignição de uma camada de poeira e a temperatura da superfície do equipamento.

$$T_{MAX} = T_{5mm} - 75^{\circ}C$$

T_{5mm} – Temperatura mínima de ignição de uma camada de poeira de 5 mm (°C)

2.3.4 Equipamentos

2.3.4.1 Classificação de Equipamentos

Equipamentos, componentes e sistemas de proteção e segurança destinados a serem utilizados em atmosferas potencialmente explosivas devem ser desenhados, marcados e declarados em conformidade com a Diretiva 94/9/CE.

O anterior é também válido para sistemas/dispositivos de segurança que não estejam diretamente em contacto com atmosferas potencialmente explosivas mas que sejam essenciais para o funcionamento em segurança do equipamento ou sistema de proteção ou que sejam condição para que não se forme uma atmosfera potencialmente explosiva.

A Diretiva 94/9/CE foi transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 112/96 de 5 de agosto o qual foi regulamentado pela Portaria n.º 341/97 de 21 de maio.

Segundo a Portaria n.º 341/97 de 21 de maio, os equipamentos e sistemas de proteção classificam-se segundo Grupos e Categorias, como se pode visualizar pela tabela seguinte.

Grupo de Equipamento		Tipo de Equipamento	Categoria de Equipamento		Substância Inflamável
I	Equipamentos destinados a trabalhos subterrâneos em minas e às respetivas instalações de superfície suscetíveis de serem postas em perigo pelo grisú e/ou por poeiras	Equipamento elétrico a ser utilizado em minas suscetíveis de haver perigo devido ao grisú	MI	Compreende os aparelhos concebidos e, se necessário, equipados adicionalmente com meios de proteção especiais para poderem funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um elevado nível de proteção. Os aparelhos desta categoria devem manter-se operacionais, mesmo em caso de avaria rara do aparelho, em presença de atmosferas explosivas e caracterizam-se por possuírem meios	Metano Poeira

Grupo de Equipamento		Tipo de Equipamento	Categoria de Equipamento		Substância Inflamável
	combustíveis.			<p>de proteção de maneira que:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Em caso de avaria de um dos meios de proteção, haja pelo menos um segundo meio independente que assegure o nível de proteção exigido; ou – Em caso de aparecimento de dois defeitos independentes um do outro, possa ser assegurado o nível de proteção exigido. 	
			M2	<p>Compreende os aparelhos concebidos para poderem funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e baseados num elevado nível de proteção.</p> <p>Os meios de proteção relativos aos equipamentos desta categoria assegurarão o nível de proteção requerido durante o seu funcionamento normal, e mesmo em condições de funcionamento mais difíceis, nomeadamente as resultantes da utilização violenta do aparelho e de condições variáveis do ambiente.</p>	Metano Poeira
II	Equipamentos destinados ao uso em outros lugares nos quais pode haver o perigo de formação de atmosferas explosivas, devidas a gases, vapores ou poeiras inflamáveis.	Equipamentos elétricos utilizados em locais onde existem atmosferas gasosas explosivas	I G/D	<p>Compreende os equipamentos concebidos para funcionar dentro dos parâmetros operativos fixados pelo fabricante e assegurar um nível de proteção muito elevado e destinados a serem utilizados num meio ambiente em que se produza de forma constante, duradoura ou frequente atmosferas explosivas devidas a misturas de ar com gases, vapores, névoas ou poeiras em suspensão.</p> <p>Os equipamentos desta categoria devem assegurar o nível de proteção necessário, mesmo em caso de avaria rara do aparelho, sendo caracterizados por meios de proteção, de modo que:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Em caso de avaria de um dos meios de proteção, haja pelo menos um segundo meio de proteção independente que assegure o nível de proteção exigido; ou – Em caso de aparecimento de dois defeitos independentes um do outro, possa ser assegurado o nível de proteção exigido. 	Gases Vapores Poeira

Grupo de Equipamento		Tipo de Equipamento	Categoria de Equipamento		Substância Inflamável
		Equipamentos elétricos utilizados em locais onde possam existir atmosferas gasosas explosivas	2 G/D	<p>Compreende os equipamentos concebidos para poderem funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um elevado nível de proteção e destinam-se a ambientes em que se manifestem com certa probabilidade atmosferas explosivas devidas a gases, vapores, névoas ou poeiras em suspensão.</p> <p>Os meios de proteção relativos aos equipamentos desta categoria asseguram o nível de proteção necessário, mesmo em caso de avarias frequentes ou defeitos de funcionamento do aparelho a ter habitualmente em conta.</p>	Gases Vapores Poeira
		Equipamentos elétricos a serem utilizados em locais onde é suscetível a presença de uma atmosfera explosiva na forma de poeiras.	3 G/D	<p>Compreende os equipamentos concebidos para poderem funcionar dentro dos parâmetros operacionais estabelecidos pelo fabricante e assegurar um nível normal de proteção e destinam-se a ambientes em que as atmosferas explosivas devidas a gases, vapores, névoas ou poeiras em suspensão têm uma fraca probabilidade de se manifestar e, se tal ocorrer, subsiste apenas por um curto período de tempo. Os equipamentos desta categoria asseguram o nível de proteção necessário durante o funcionamento normal.</p>	Gases Vapores Poeira

Tabela 5 – Grupo e Categorias de Equipamentos

(Fonte: Portaria n.º 341/97 de 21 de maio e Norma EN 60079-0 (Material Elétrico para Atmosferas Explosivas – Parte 0: Requisitos gerais) (Cit. por Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012))

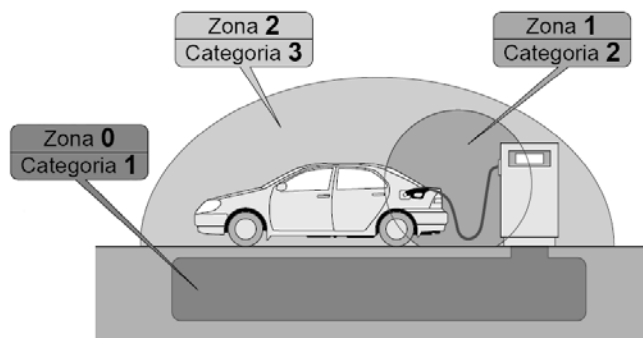


Figura 19 – Exemplo de classificação de zonas e categorias de equipamentos
(Fonte: Guia SMC para os produtos em conformidade com a Diretiva ATEX)

Quanto aos níveis de proteção podem-se referir a existência de seis níveis que variam de acordo com a sua performance de proteção, assim como, tratando-se de gases ou poeiras inflamáveis.

Grupo	Nível de proteção do equipamento	Proteção proporcionada	Performance da proteção	Condições de operação
I	Ma	Muito Alta	Dois meios independentes de proteção ou segurança mesmo quando um funcionamento deficiente ocorre independentemente do outro	O equipamento mantém-se em funcionamento quando a atmosfera explosiva está presente
	Mb	Alta	Adequado para condições normais e severas de operação	Equipamento colocado fora de serviço quando a atmosfera explosiva está presente
II	Ga	Muito Alta	Dois meios independentes de proteção ou segurança mesmo quando um funcionamento deficiente ocorre independentemente do outro	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 0, 1 e 2
	Gb	Alta	Adequado para operações normais, frequentemente ocorrem situações anómalas previamente identificadas ou não	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 1 e 2
	Gc	Normal	Adequado para operações normais	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 2
III	Da	Muito Alta	Dois meios independentes de proteção ou segurança mesmo quando um funcionamento deficiente ocorre independentemente do outro	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 20, 21 e 22
	Db	Alta	Adequado para operações normais, frequentemente ocorrem situações anómalas previamente identificadas ou não	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 21 e 22
	Dc	Normal	Adequado para operações normais	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 22

Tabela 6 – Nível de proteção do equipamento
(Fonte: Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012)

2.3.4.2 Classificação de Substâncias Inflamáveis

Dentro do **grupo II**, as substâncias inflamáveis classificam-se em três subgrupos em função da Energia Mínima de Ignição (EMI) ou da Corrente Mínima de Ignição (CMI) e do Interstício Experimental Máximo de Segurança (IEMS) (Cit. por Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012).

A energia mínima de ignição define-se como sendo a energia mínima que pode inflamar uma mistura explosiva de gás ou vapor com o ar.

Por sua vez, a corrente mínima de inflamação é a corrente mínima que provoca a inflamação de uma mistura explosiva.

O interstício experimental máximo de segurança é definido como sendo o interstício máximo que é capaz de impedir toda a transmissão da explosão, num equipamento de ensaio normalizado, que dispõe de uma junta de 25 mm de longitude. É uma medida da sensibilidade à inflamação por meio de gases quentes originados pela explosão da mesma mistura noutra câmara.

Assim sendo os gases podem ser classificados da seguinte forma:

Gás/Vapor	EMI (μJ)	IEMS (mm)	Índice CMI	Subgrupo de Equipamento
IIA	>250	>0,9	>0,8	IIA, IIB ou IIC
IIB	96<EMI<250	0,5<IEMS<0,9	0,45<CMI<0,8	IIB ou IIC
IIC	<96	<0,5	0,45	IIC
IIA, IIB, IIC				II

Tabela 7 – Classificação das substâncias inflamáveis em função da Energia Mínima de Ignição, da Corrente Mínima de Ignição e do Interstício Experimental Máximo de Segurança (Fonte: Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012)

Por sua vez, dentro do **grupo III**, as substâncias inflamáveis também se classificam em três subgrupos mas neste caso, em função da natureza da atmosfera explosiva sob a forma de poeira.

Subgrupo de Poeira	Natureza da poeira
IIIA	Poeiras em suspensão combustíveis
IIIB	Não condutivas
IIIC	Condutivas

Tabela 8 – Classificação das substâncias inflamáveis em função da natureza da atmosfera explosiva sob a forma de poeira

(Fonte: Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012)

As poeiras em suspensão combustíveis são partículas sólidas, incluindo fibras, com dimensão nominal superior a 500 µm as quais podem estar suspensas no ar e podem assentar devido ao seu peso.

2.3.4.3 Marcação de Equipamento

Todos os equipamentos certificados para serem utilizados em atmosferas explosivas e, por isso, dotados de um ou vários modos de proteção, dispõem de uma marcação de acordo com o indicado nas normas nas quais se baseia a dita certificação.

A marcação deve conter de forma clara a informação do modo de proteção, a classe de temperatura, o grupo e subgrupo de atmosferas, certos parâmetros específicos do modo e siglas do organismo de certificação e o número do certificado.

Esta marcação será necessária para uma adequada instalação, manutenção e utilização do equipamento em questão.

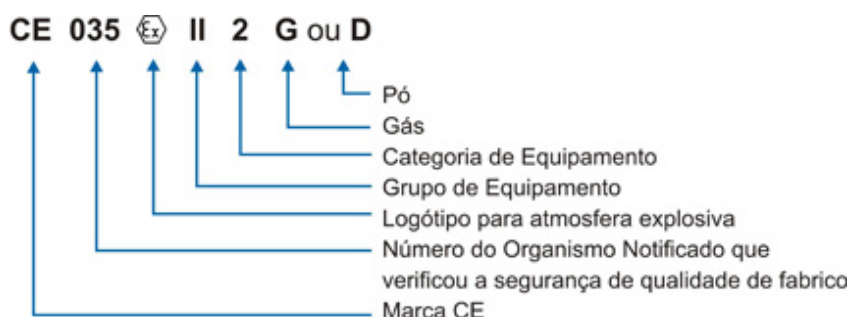


Figura 20 – Exemplo de Marcação de um equipamento para atmosferas explosivas

(Fonte: http://www.tuv.pt/trp_marcacao_ATEX_trabalho.html, [Consult. 09 jan. 2013])

O final desta marcação pode ser seguido de uma letra X ou uma letra U que indicam:

X – Indica que o material certificado está submetido a condições especiais de fabricação ou uso para uma utilização segura;

U – Indica que o material certificado é um componente. Entende-se por componente um material que não tem entidade própria como equipamento completo. O certificado de componente é um certificado parcial que servirá de base para a realização de um equipamento que dispõe de tais componentes.

2.3.5 Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis

De acordo com a Diretiva 1999/92/CE, o empregador deve proceder à análise da probabilidade de formação de atmosferas explosivas e da probabilidade e consequências de uma explosão. Por isso deve tomar medidas de caráter técnico e/ou organizativo para prevenir explosões e proteger os trabalhadores dos efeitos das mesmas.

Nesta análise, todos os materiais e substâncias combustíveis e/ou inflamáveis foram considerados como sendo materiais que podem formar atmosferas potencialmente explosivas a não ser que as suas propriedades tenha provado que em mistura com o ar são incapazes de independentemente propagar uma explosão.

CAPÍTULO 3

3.1 Caracterização do Projeto

3.1.1 Identificação da empresa e do setor de atividade

A sociedade LUSÁGUA foi constituída em 1987, com a participação maioritária de Sociedad General de Águas de Barcelona, S.A. tendo sido adquirida pelo Grupo Águas de Portugal em 2001. Atualmente a AQUAPOR é o seu único acionista.

Em julho de 2006 foi constituída a Luságua - Serviços Ambientais, S.A. que resulta do processo de reestruturação das participações detidas pela Aquapor e centraliza os serviços ambientais do Grupo AQUAPOR, conforme organograma seguinte.

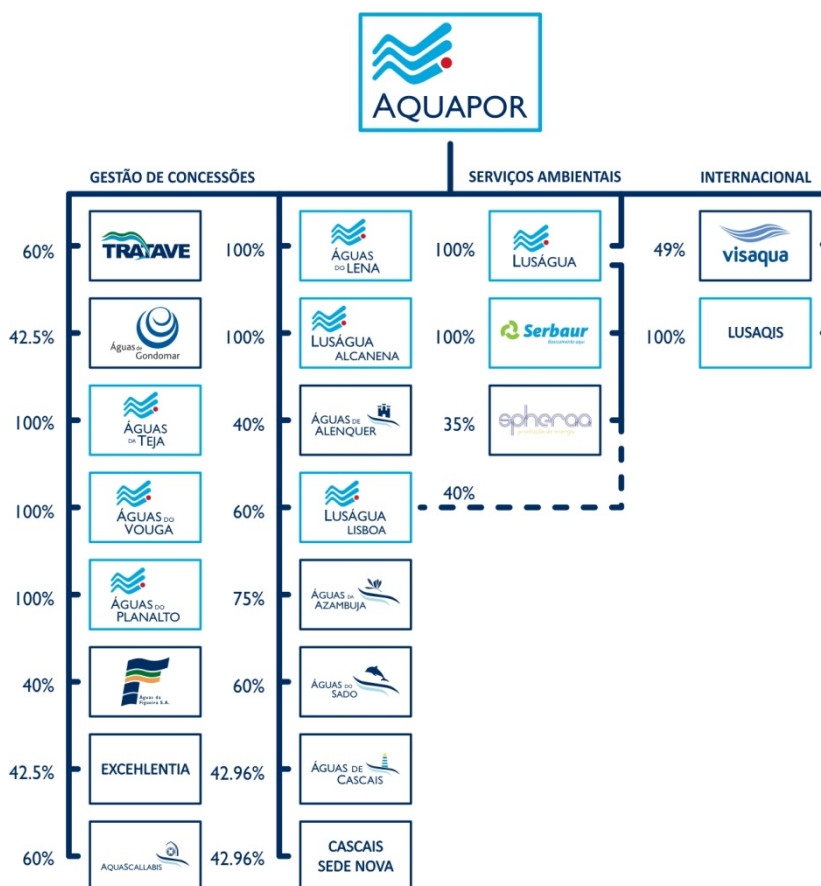


Figura 21 – Organograma do Grupo Aquapor
(Fonte: Grupo Aquapor – janeiro 2013)

Em termos de operação, a Luságua – Serviços Ambientais, S.A. desenvolve atividade nos seguintes âmbitos:



Figura 22 – Descrição da Organização da LUSÁGUA
(Fonte: Manual da Qualidade da LUSÁGUA – Rev. 15 [Consult. jan. 2013])

A Luságua – Serviços Ambientais, S.A. tem na sua estrutura unidades orgânicas, denominadas Centros de Exploração (CE), e Laboratórios, com Contratos de Prestação de Serviços associados, e organograma definido.

A LUSÁGUA possui um vasto leque de clientes, estatais e privados, entre eles Câmaras Municipais, Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS), Empresas Grupo Águas de Portugal e Indústria. Alguns destes clientes são clientes internos pois fazem parte do Grupo Aquapor do qual a LUSÁGUA é parte integrante.

Onde Estamos:

- 38 Captações
- 128 ETA's
- 155 ETAR's
- 274 EEAR's
- 894.847 População Total Equivalente Servida
- 68 Municípios Servidos
- 46.525 Volume de Efluente Recolhido (10^3 m^3)



Figura 23 – Distribuição dos CE e Laboratórios Luságua Serviços Ambientais, S.A.
(Fonte: Luságua Serviços Ambientais, S.A. – março 2012)

O trabalho desenvolvido no âmbito deste projeto foi focado no CE Sul, do qual faz parte integrante a ETAR de Setúbal, situada na Quinta da Cachofarra, freguesia de S. Sebastião em Setúbal.

A ETAR de Setúbal é da empresa Águas do Sado, concessionária dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento do concelho de Setúbal, que tem como principal acionista o Grupo Aquapor (60%), que detém 100% da LUSÁGUA.



Figura 24 – ETAR de Setúbal
(Fonte: Águas do Sado)

A ETAR de Setúbal está localizada numa zona de características predominantemente industriais e tem uma capacidade de tratamento de efluente equivalente à produção de águas residuais por 253 000 habitantes, dos quais 143 000 correspondem à fração industrial do local de implantação.

Encontra-se atualmente em fase de incorporação gradual de efluentes, à medida que se vão realizando as ligações de rede ao Sistema Intercetor.

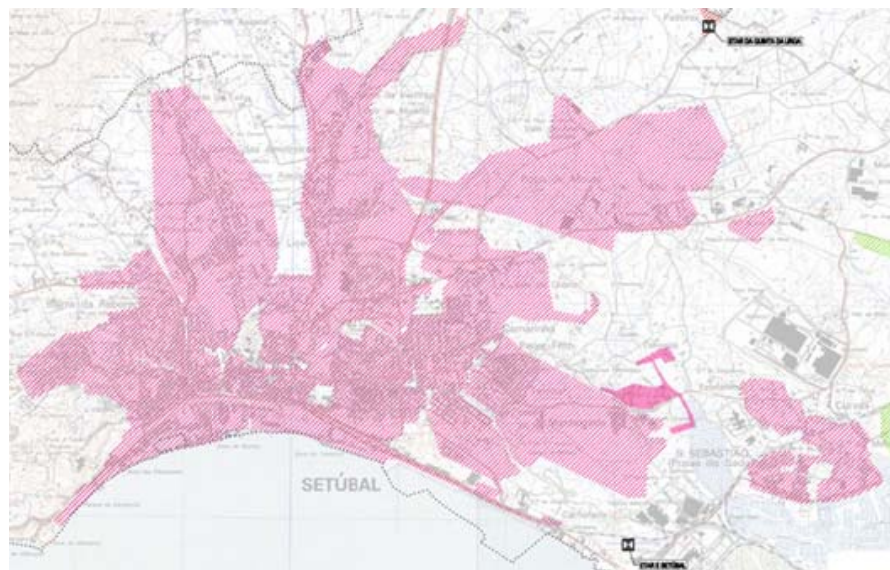


Figura 25 – Zona de tratamento da ETAR de Setúbal
(Fonte: Águas do Sado)

3.1.2 Identificação do processo da ETAR de Setúbal

A ETAR de Setúbal é o local onde é tratada a água doméstica e industrial depois de utilizada, vulgarmente denominada esgoto ou água residual.

A água residual contém substâncias contaminantes, nomeadamente: sólidos suspensos, matérias orgânicas biodegradáveis, micro-organismos patogénicos, nutrientes inorgânicos dissolvidos, metais pesados, poluentes prioritários, produtos orgânicos refratários, etc. A ETAR é a infraestrutura destinada ao tratamento desse esgoto/água residual através de tratamentos que removem as substâncias contaminantes, os poluentes, antes de serem devolvidas ao meio ambiente nas melhores condições e de acordo com as exigências legais.

Na ETAR, as águas residuais são submetidas a processos de tratamento para a remoção dos sólidos em suspensão de natureza orgânica, a desinfecção e remoção das bactérias, dos nutrientes em excesso e de compostos tóxicos, tornando-as mais limpas (ver Plano Sinóptico da ETAR no anexo II).

O processo de tratamento de águas residuais da ETAR de Setúbal é constituído por três fases de tratamento e uma linha de produção de biogás, conforme descrito no esquema que se apresenta de seguida.

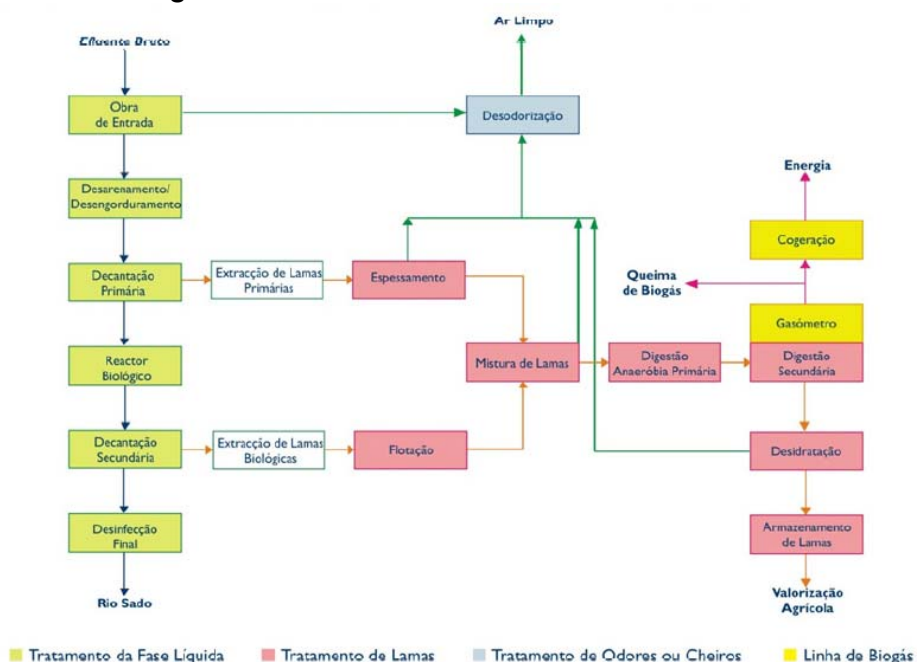


Figura 26 – Processo de Tratamento da ETAR de Setúbal

(Fonte: Águas do Sado)

A fase líquida de tratamento das águas residuais segue uma sequência de operações de natureza física e de processos químicos e biológicos que permitem remover as substâncias contaminantes que existem nas águas residuais. As águas residuais tratadas, podem ser conduzidas para o destino final (meio ambiente) ou para reutilização em usos urbanos não potáveis e de carácter restrito.



Os resíduos – tratamento de lamas, são sujeitos a tratamento e posteriormente transferidas para um destino final adequado, nomeadamente para valorização agrícola.



Deste processo de tratamento resultam também alguns gases, uns com potencial energético, como o biogás, que é utilizado para produzir energia elétrica e outros com odores desagradáveis, que são confinados e tratados antes de serem emitidos para a atmosfera – tratamento de odores ou cheiros.



A avaliação da eficiência dos processos de tratamento é assegurada por programas de controlo analítico, no laboratório de águas residuais da ETAR de Setúbal e no Laboratório da LUSÁGUA.





Para aproveitamento do potencial energético do biogás produzido como resultado do tratamento de lamas, existe um sistema de cogeração na ETAR, o qual permite transformar o biogás em energia térmica e elétrica. A energia elétrica produzida é utilizada para consumo interno, nomeadamente para o acionamento dos equipamentos existentes na ETAR, e a energia térmica para aquecimento das lamas de forma a manter a temperatura de digestão num valor ideal para promover a ação dos microrganismos para a estabilização/digestão das lamas.




Mais esquematicamente, o processo de tratamento de águas residuais da ETAR de Setúbal é o que se apresenta na tabela seguinte:





	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos	Classificação da zona para o projeto
Tratamento da Fase Líquida		<p>Tratamento preliminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gradagem grossa • gradagem fina por tamisagem • pré-tratamento dos efluentes de fossas sépticas • elevação do efluente tamisado • remoção de areias, óleos e gorduras • medição de caudal 	<p>Remoção dos sólidos de maiores dimensões, os flutuantes e o material granular inerte sedimentável à entrada da ETAR</p>	<p>A gradagem grossa é efetuada por grelhas manuais, a gradagem fina é efetuada por tamisadores, a elevação do efluente é feita por grupos eletrobomba para elevação e a remoção de areias, óleos e gorduras é feita pelo desarenador/desengordurador arejados por difusão de ar.</p>	<p>Zona potencialmente ATEX</p>
		<p>Tratamento primário:</p> <ul style="list-style-type: none"> • decantação primária, com remoção de lamas e escumas • elevação de lamas e escumas 	<p>Tratamento primário das lamas primárias, constituídas pelos sólidos de menor dimensão sedimentados do pré-tratamento.</p> <p>As lamas primárias produzidas na decantação primária são posteriormente elevadas para os espessadores.</p>	<p>Os decantadores estão equipados com pontes raspadoras que transportam as lamas primárias do fundo do decantador para a fossa central, e removem as escumas à superfície.</p>	<p>Zona não perigosa</p>


	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos	Classificação da zona para o projeto
Tratamento da Fase Líquida		<p>Tratamento biológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> oxidação biológica por lamas ativadas de média carga, com nitrificação/desnitrificação e precipitação do fósforo 	<p>Os tratamentos biológicos utilizados no tratamento das águas, têm como função a recuperação dos fenómenos naturais, sendo possíveis duas vias de despoluição dos efluentes: aeróbia, se o oxigénio está associado às reações e anaeróbia, se as reações se efetuam na ausência do oxigénio.</p> <p>As células anaeróbias funcionam com seletor, limitando o crescimento das bactérias filamentosas, que contribuem para a má sedimentabilidade das lamas, e proporcionam o crescimento e desenvolvimento das bactérias acumuladoras de fósforo. Nas células anóxicas é efetuada a remoção de nitratos (desnitrificação) resultantes da oxidação dos compostos amoniacais (nitrificação), que tem lugar nas células aeróbias, em simultâneo com a oxidação da matéria carbonácea.</p>	<p>Na ETAR de Setúbal os processos biológicos da remoção de matéria carbonácea, dos compostos azotados e do fósforo, são realizados num reator de biomassa dispersa (lamas ativadas de média carga) constituído por dois tanques em paralelo (duas linhas de tratamento), cada um deles compreendendo, sequencialmente, duas células anaeróbias, duas células anóxicas e duas células anaeróbias.</p> <p>A disposição das células em série permite assegurar elevadas taxas de remoção de matéria orgânica e nutrientes, otimizar os consumos de oxigénio, contribuindo, ainda, para uma melhor sedimentabilidade das lamas. É ainda injetado no reator biológico, nas células anaeróbias, cloreto férrico que atua como precipitante do fósforo e das partículas coloidais e em suspensão (coprecipitação).</p> <p>Na ETAR de Setúbal existem três decantadores secundários circulares que fazem parte integrante do sistema de tratamento biológico e tem como objetivo permitir a separação dos sólidos em suspensão</p>	Zona não perigosa
		<ul style="list-style-type: none"> decantação secundária 			

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos	Classificação da zona para o projeto
Tratamento da Fase Líquida		<ul style="list-style-type: none"> recirculação de lamas 	<p>Durante o movimento de rotação das pontes raspadoras dos decantadores, vai havendo sucção de lamas secundárias depositadas no fundo que serão posteriormente enviadas para a estação elevatória de lamas em excesso/recirculação de lamas biológicas.</p> <p>A recirculação interna do efluente (recirculação de nitratos) é efetuada a partir das últimas células aeróbias para as primeiras células anóxicas de cada linha de tratamento.</p> <p>A recirculação de lamas é essencial por forma a manter a relação F/M (Food/ Microorganism Ratio) desejada no tanque de arejamento e é efetuada a partir do decantador secundário.</p>	(biomassa bacteriana), possibilitando o controlo da idade das lamas, independentemente do tempo de retenção hidráulico, garantindo a qualidade final do efluente.	Zona potencialmente ATEX
		<p>Tratamento de afinação:</p> <ul style="list-style-type: none"> desinfeção por UV <p>Na ETAR de Setúbal a solução existente é um único canal com um sistema de desinfeção por radiação UV.</p>	<p>A desinfeção é conseguida pela exposição dos microrganismos presentes no efluente tratado à radiação emitida por lâmpadas ultravioleta, permitindo a inativação/destruição dos microrganismos patogénicos ainda aí existentes.</p>	Um canal com 2 bancos, de 4 módulos cada e 16 lâmpadas por módulo, com a potência unitária de 125 W, totalizando uma potência total de 40 kW.	Zona não perigosa

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos	Classificação da zona para o projeto
Tratamento de Lamas		Espessamento gravítico das lamas primárias	O espessamento das lamas primárias é efetuado graviticamente nos espessadores.	O espessamento de lamas primárias é efetuado em dois espessadores gravíticos cobertos, de secção circular.	Zona potencialmente ATEX
		Espessamento por flotação das lamas biológicas em excesso	O espessamento das lamas biológicas é efetuado por flotação, através da injeção de ar dissolvido. As microbolhas libertadas do efluente pressurizado arrastam as partículas sólidas para a superfície, onde são removidas através de um sistema de raspagem superficial.	O espessamento das lamas biológicas em excesso é efetuado por flotação com ar dissolvido no flotador de secção circular.	Zona não perigosa
		Mistura de lamas espessadas e flotadas	Da mistura das lamas primárias espessadas e das lamas biológicas flotadas, resulta as denominadas lamas mistas.	As lamas flotadas são descarregadas diretamente para o tanque de mistura, onde é efetuada a mistura de lamas primárias e biológicas espessadas.	Zona potencialmente ATEX
		Digestão anaeróbia em dois estágios, com aproveitamento energético do biogás produzido (cogeração)	As lamas mistas são enviadas para os digestores primários, onde sofrem um processo de digestão na ausência de oxigénio, que consiste na degradação da matéria volátil, durante 22 dias aproximadamente, resultando a produção de biogás.	Os 3 digestores primários funcionam a temperatura constante de cerca de 35°C, sendo o seu aquecimento efetuado através de água quente, produzida na caldeira ou por aproveitamento da água do circuito de arrefecimento dos grupos de cogeração.	Zona potencialmente ATEX

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos	Classificação da zona para o projeto
Tratamento de Lamas			<p>O digester secundário, com gasómetro metálico acoplado, completa a estabilização das lamas e a separação entre o biogás e as lamas e destina-se ainda ao armazenamento das lamas digeridas.</p>	<p>Com a cogeração em funcionamento, os digestores são aquecidos com o calor em excesso dos motores de gás. Caso estes estejam fora de serviço, recorre-se ao aquecimento através da caldeira.</p>	<p>Zona potencialmente ATEX</p>
	 	<p>Desidratação mecânica em centrífugas</p>	<p>As lamas digeridas são posteriormente submetidas a processo de centrifugação para desidratação, otimizada pela adição de um reagente, com vista a diminuir o teor de água contido nas lamas. A parte líquida deste processo (escorrências) é enviada para o início da ETAR e reintegra o tratamento em conjunto com os restantes efluentes. As lamas desidratadas são armazenadas nos silos de lamas e posteriormente enviadas para valorização agrícola.</p>	<p>A desidratação das lamas digeridas é assegurada por 3 centrífugas.</p> <p>As lamas desidratadas são recolhidas através de parafuso transportador e conduzidas ao misturador de lamas com cal.</p> <p>A estabilização química das lamas é efetuada por intermédio de cal viva, adicionada às lamas desidratadas, num misturador, a partir do qual se processa a sua elevação para 2 silos metálicos de lamas.</p> <p>O silo da cal está instalado no exterior do edifício das lamas e está equipado com um doseador que permite a alimentação do sistema de preparação da suspensão de cal, a utilizar, se necessário, na correção de pH das lamas contidas nos espessadores e nos digestores primários.</p>	<p>Zona não perigosa</p>

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos	Classificação da zona para o projeto
Tratamento de Odores ou Cheiros		<p>Na ETAR de Setúbal, os locais suscetíveis de formação de odores são os seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edifício da Obra de Entrada • Espessadores • Edifício de lamas (desidratação) 	Este tratamento permite o controlo de odores quer para o exterior da instalação quer no ambiente interno dos edifícios, assegurando a qualidade do ar e um ambiente salubre para os trabalhadores.	Em funcionamento permanente, o ar recolhido dos edifícios e órgãos de tratamento da ETAR, é encaminhado através de ventilação forçada para um sistema de tratamento por lavagem química de ar, onde são eliminados os odores.	Zona não perigosa
Linha de Biogás		<p>A digestão anaeróbia tem duas fases distintas: uma fase de liquefação e uma fase de gaseificação (fermentação alcalina ou metânica).</p> <p>A partir do gasómetro e após purificação, o biogás alimenta os grupos motogeradores, para a produção de energia elétrica e calorífica.</p>	Na fase de gaseificação, as bactérias estritamente anaeróbias, produzem gás metano e dióxido de carbono a partir dos ácidos voláteis formados na primeira fase. Este gás, é aproveitado para gerar energia elétrica e calor para os digestores (cogeração e caldeira).	O gás produzido na digestão, previamente filtrado e sem condensados, é conduzido e armazenado num digestor secundário, dotado de uma campânula gasométrica.	Zona potencialmente ATEX
		O biogás produzido no processo de digestão serve para alimentar os grupos de cogeração os quais têm capacidade para produzir energia elétrica que será consumida na ETAR permitindo desta forma reduzir o consumo energético da rede e impacto ambiental.	Esta instalação terá a dupla função de produzir energia, a consumir na própria ETAR, e de promover o aquecimento das lamas em digestão, por troca de calor com a água de refrigeração do bloco do motor, do óleo e dos gases de escape dos grupos cogeneradores.	A instalação de cogeração compreende a instalação de dois grupos motogeradores síncronos.	Zona potencialmente ATEX
		Para tratamento do biogás, a solução que se revela eficaz para o controlo do teor de ácido sulfídrico (H ₂ S) no biogás, tendo em vista a alimentação da caldeira e dos motogeradores, consiste na insolubilização de parte	Outro dos grandes consumos de energia na ETAR é o aquecimento das lamas no digestor que devem ser mantidas a uma temperatura constante.	Para o aquecimento da água que serve para aquecimento das lamas é utilizada uma caldeira alimentada a biogás ou a gás natural.	Zona potencialmente ATEX

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos	Classificação da zona para o projeto
Linha de Biogás		<p>dos sulfuretos formados durante o processo de digestão, utilizando para o efeito o cloreto férrico, a adicionar às lamas espessadas mistas, no respetivo tanque de mistura, a partir do qual se processa a alimentação dos digestores primários.</p> <p>A partir do gasómetro e após purificação, o biogás alimentará a caldeira para aquecimento dos digestores, em caso de paragem dos grupos motogeradores e nos períodos de arranque da instalação.</p>	<p>O calor presente nos gases de escape dos grupos de cogeração também é aproveitado para o aquecimento de lamas.</p> <p>Por forma a conferir ao sistema a máxima segurança, em termos da qualidade do biogás, afina-se o biogás, à saída do gasómetro, com a utilização de um filtro de condensados e 2 filtros de gás sulfídrico.</p>		
		<p>Fixando na própria caldeira a temperatura da água quente desejada no coletor, o queimador arranca com uma ou duas chamas, ou pára.</p>	<p>Em situações de excesso de biogás ou de emergência, o circuito de gás alimentará a tocha ("flare"), que queimará o biogás.</p>	<p>O gás sobranete queima-se no queimador de gás.</p>	<p>Zona potencialmente ATEX</p>

CAPÍTULO 4

4.1 O projeto – objetivos e metodologia

4.1.1 Objetivo do projeto

A LUSÁGUA detém a certificação de acordo com um conjunto de normas, a saber:

- ⇒ a **NP EN ISO 9001** “Sistemas de Gestão da Qualidade: Requisitos”;
- ⇒ a **NP EN ISO 14001** “Sistemas de gestão ambiental Especificações e linhas de orientação para a sua utilização”, e;
- ⇒ a **OHSAS 18001** “Occupational health and safety management systems-Specification” ,

nos serviços de gestão no seguinte âmbito:

“Prestação de serviços de gestão de sistemas de captação, tratamento, adução e distribuição de água potável, recolha, transporte e tratamento de águas residuais, resíduos sólidos e limpeza urbana e análises de água, realizados na Sede e serviços realizados nos contratos com o CE de Coimbra, São João da Madeira e Braga”.

Os pressupostos da parceria estabelecida entre a LUSÁGUA e os seus Clientes implicam, entre outros aspetos, a afetação combinada de meios necessários à operação e manutenção e a evolução dos recursos em função dos desenvolvimentos do próprio sistema.

Assim, a LUSÁGUA procurou aumentar a qualidade do serviço que presta no respeito pelas normas de qualidade e segurança, especificamente na abordagem ATEX, dando confiança e satisfação ao seu cliente na ETAR de Setúbal e outras partes interessadas da empresa.

Neste contexto, o objetivo deste projeto em particular foi:

- desenvolver competências e procedimentos de trabalho relativos à proteção da segurança e saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas ATEX, na ETAR de Setúbal;

- garantir a proteção dos trabalhadores expostos a riscos derivados de atmosferas potencialmente explosivas, assegurando a implementação do quadro legal aplicável ao tema ATEX, na ETAR de Setúbal;
- melhorar da qualidade do serviço prestado a todas as partes interessadas da empresa, que incluem, o Cliente, os fornecedores, os, trabalhadores e a sociedade em geral;
- desenvolver conhecimento e documentação que permita a disseminação futura desta temática a outras instalações sob responsabilidade da LUSÁGUA, sugerindo alterações para a melhoria da qualidade do serviço prestado a todas as partes interessadas da empresa.

Estes objetivos foram materializados em metas mais específicas associadas a um conjunto de atividades do projeto:

- avaliar globalmente os riscos de explosão, conforme previsto no enquadramento legal, nomeadamente no n.º I do art.º 5º do Decreto-Lei n.º 236/2003, de 30 de setembro;
- verificar a conformidade dos equipamentos e sua instalação com os requisitos estabelecidos na Diretiva ATEX, por forma a evitar a presença de fontes de ignição efetivas prevenindo de forma eficaz a formação de atmosfera explosivas perigosas;
- identificar e avaliar as zonas com atmosferas potencialmente explosivas na ETAR, de modo a definir as medidas de proteção contra explosões a serem tomadas para a proteção efetiva dos trabalhadores, instalações e envolvente local;
- elaborar um manual sobre proteção contra explosões na ETAR, assegurando uma visão global dos resultados da avaliação de riscos e das medidas técnicas e organizacionais de proteção das instalações, do ambiente de trabalho e envolvente necessárias em função dessa avaliação.

Enfim, este projeto promoveu procedimentos de trabalho, ações de prevenção e proteção, escolha de equipamento, manutenção, sinalização de aviso e regras de segurança nas operações em questão por forma a melhorar a qualidade do serviço prestado pela LUSÁGUA.

A classificação de áreas perigosas e análise do risco de explosão constituíram uma parte do trabalho sistemático para melhoria da segurança e saúde, dos trabalhadores tal como é requerido na Diretiva 89/391/CE e das instalações em geral.

Por esta razão, para que se pudesse estabelecer uma estratégia coerente de prevenção de explosões, tornou-se necessário adotar medidas técnicas e organizacionais no local de trabalho, conforme previsto na Diretiva 89/391/CE, designadamente medidas de prevenção dos riscos profissionais, de informação e de formação.

A classificação de áreas e análise de riscos apresentados para esta ETAR, apenas teve em consideração os riscos de explosão definidos no Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 de setembro, tal como a exclusões aí descritas, **não sendo aplicável especificamente:**

- Às áreas utilizadas diretamente no/e durante o tratamento médico de doentes;
- À utilização de aparelhos de gás, nos termos do Decreto-Lei n.º 130/92, de 6 de julho;
- Ao fabrico, manipulação, utilização, armazenagem e transporte de substâncias quimicamente instáveis.

4.1.2 Metodologia do projeto

O desenvolvimento do projeto contemplou um conjunto de etapas, que a seguir se apresentam.

- ☞ Revisão da literatura existente sobre esta temática, incluindo as questões relativas ao conceito de qualidade nos serviços e segurança e saúde no trabalho e prevenção de riscos, com abordagem mais específica ao conceito de atmosferas potencialmente explosivas no local de trabalho;
- ☞ Visita à ETAR de Setúbal, em estudo neste projeto, para realização de um diagnóstico da situação atual em termos de atmosferas potencialmente explosivas, e

- ☞ Identificação dos perigos e avaliação do risco de formação de atmosferas explosivas na ETAR, que avaliou globalmente os riscos de explosão, conforme previsto no enquadramento legal, nomeadamente no n.º I do art.º 5º do Decreto-Lei n.º 236/2003, de 30 de setembro, e
- ☞ A subsequente proposta de medidas de proteção corretivas e/ou preventivas conforme necessidades identificadas pelo estudo do processo, verificando a conformidade dos equipamentos e sua instalação com os requisitos estabelecidos na Diretiva ATEX, por forma a evitar a presença de fontes de ignição efetivas prevenindo de forma eficaz a formação de atmosfera explosivas perigosas;
- ☞ Mapeamento e sinalização das áreas perigosas, identificando as zonas com atmosferas potencialmente explosivas na ETAR, de modo a definir as medidas de proteção contra explosões a serem tomadas para a proteção efetiva dos trabalhadores, instalações e envolvente local;
- ☞ Elaboração do manual de proteção contra explosões para a ETAR, assegurando uma visão global dos resultados da avaliação de riscos e das medidas técnicas e organizacionais de proteção das instalações, do ambiente de trabalho e envolvente necessárias em função dessa avaliação.

No final deste estudo foram apresentadas algumas sugestões, esperando-se que, no futuro, a aplicação dos requisitos da qualidade do serviço e da Diretiva ATEX se tornem mais expeditos, compreensivos e eficazes para qualquer estação de tratamento de águas.

Por outro lado, pretende-se que a promoção da melhoria das condições de proteção da segurança e saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas potencialmente explosivas seja uma realidade nos locais onde a LUSÁGUA opera e com este tipo de atmosferas.

4.2. Metodologia de análise e avaliação de riscos

A avaliação de riscos é um processo imprescindível para estimar a amplitude dos riscos que não podem ser evitados, obtendo-se assim a informação necessária para se tomarem as decisões apropriadas sobre a necessidade de se adotarem medidas preventivas e/ou corretivas e sobre o tipo de medidas que devem ser adotadas.

Uma avaliação de riscos é um exame sistemático dos aspetos do trabalho, com vista a apurar o que poderá provocar danos, se é ou não possível eliminar os perigos e, em caso negativo, que medidas preventivas ou de proteção podem ser tomadas para controlar o risco.

4.2.1 Avaliação Preventiva dos Riscos de Explosão

Para avaliar os processos de trabalho e as instalações, no que respeita aos respetivos riscos de explosão, são utilizados métodos baseados numa abordagem sistemática da verificação de segurança desses locais e processos. Isto significa, que se procede de forma estruturada, em função de considerações objetivas e lógicas.

São tomadas em conta as fontes de perigo existentes suscetíveis de dar origem à formação de atmosferas explosivas perigosas, bem como a possível presença simultânea de fontes de ignição efetivas.

Para que possam ocorrer explosões com efeitos perigosos devem estar reunidas simultaneamente as quatro condições seguintes:

- * elevado grau de dispersão das substâncias inflamáveis;
- * concentração das substâncias inflamáveis no ar dentro dos respetivos limites de explosão combinados;
- * quantidades perigosas de atmosferas explosivas;
- * fontes de ignição efetivas.

No projeto, promoveu-se a implementação de um modelo com uma sucessão de questões específicas, com base em parâmetros de avaliação característicos.

O modelo foi implementado para avaliar os processos de trabalho e cada uma das instalações da ETAR de Setúbal.

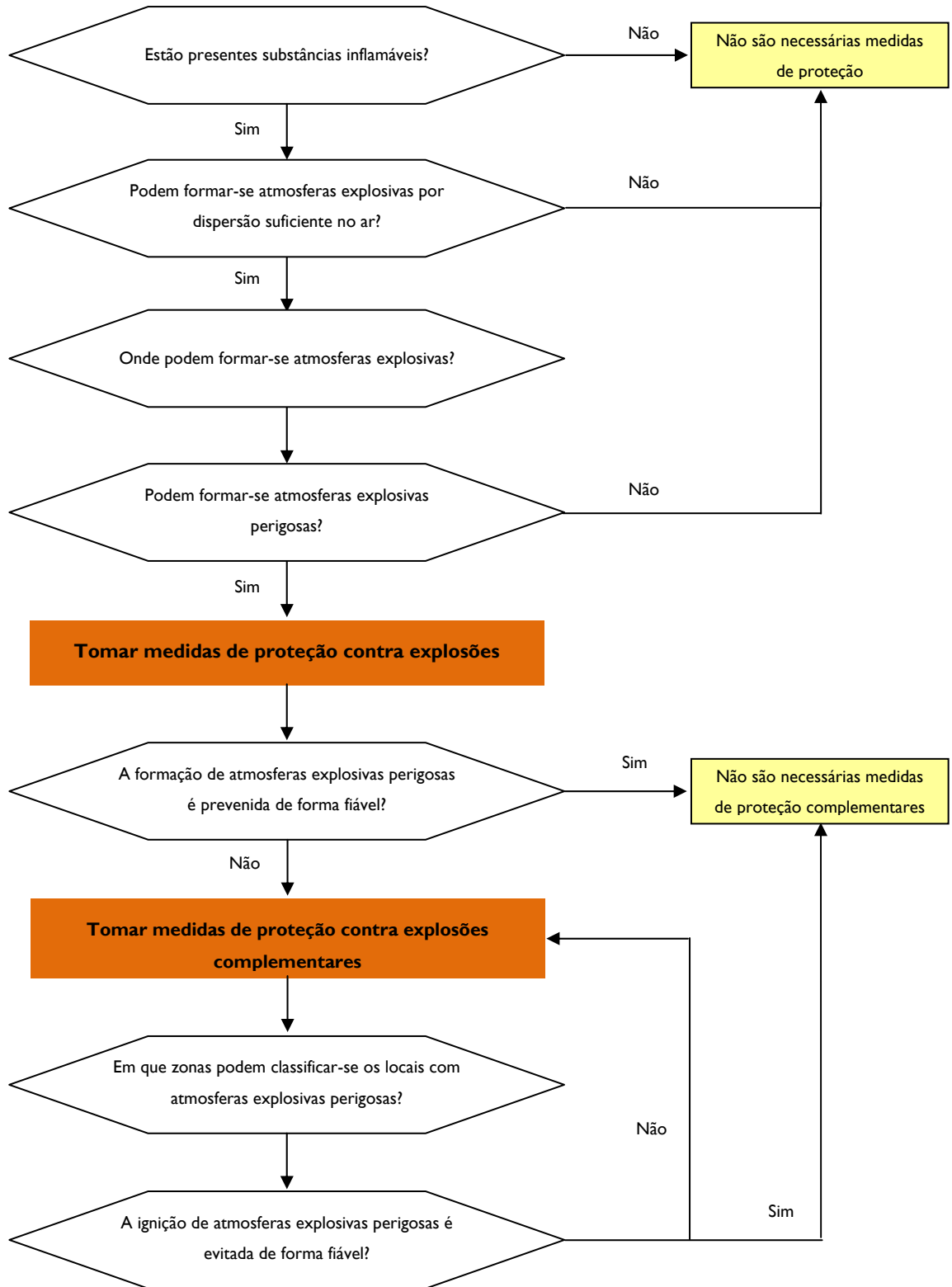


Figura 27 – Processo de avaliação com vista à identificação e prevenção de riscos de explosão
 (Fonte: Guia de boas práticas não vinculativo para a aplicação da Diretiva 1999/92/CE relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas, 2005)

Questões	O que considerar
- Estão presentes substâncias inflamáveis?	Todas as substâncias capazes de desencadear uma reação de oxidação exotérmica. Incluem-se as substâncias classificadas e rotuladas como inflamáveis, facilmente inflamáveis ou extremamente inflamáveis e as substâncias e preparações não classificadas mas que preencham os critérios de inflamabilidade ou que devam ser consideradas inflamáveis.
- Podem formar-se atmosferas explosivas por dispersão suficiente no ar?	A possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva na presença de substâncias inflamáveis depende da capacidade de ignição da mistura formada em combinação com o ar. Se for atingido o grau de dispersão necessário e se a concentração das substâncias inflamáveis no ar se situar dentro dos respetivos limites de explosão, então está presente uma atmosfera explosiva. As substâncias em estado gasoso ou de vapor apresentam já, pela sua natureza, um grau de dispersão suficiente.
- Onde podem formar-se atmosferas explosivas?	Se for suscetível de se formar uma atmosfera explosiva, deve determinar-se em que ponto do local de trabalho ou da instalação pode surgir, a fim de localizar o potencial de risco.
- Podem formar-se atmosferas explosivas perigosas?	Se em determinadas áreas for possível a formação de uma atmosfera explosiva em quantidades tais que exijam a adoção de medidas de prevenção especiais a fim de garantir a proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores afetados, essa atmosfera explosiva deve ser considerada perigosa e as áreas devem ser classificadas como áreas perigosas.
- A formação de atmosferas explosivas perigosas é prevenida de forma fiável?	Se for possível a formação de uma atmosfera explosiva perigosa, é necessário adotar medidas de proteção contra explosões evitando, essencialmente, a formação de atmosferas explosivas de forma fiável através de medidas técnicas e medidas organizacionais em todos os estados de funcionamento (normal, anormal e emergência).
- Em que zonas podem classificar-se os locais com atmosferas explosivas perigosas?	Sendo a formação de atmosfera explosiva promovida por substâncias em estado gasoso, os locais de trabalho podem classificar-se em Zonas 0, 1 e 2 . Sendo a formação de atmosfera explosiva promovida por poeiras combustíveis, os locais de trabalho podem classificar-se em Zonas 20, 21 e 22 .
- A ignição de atmosferas explosivas perigosas é evitada de forma fiável?	Se não for possível excluir totalmente a possibilidade de formação de atmosferas explosivas perigosas, são necessárias medidas que permitam evitar a presença de fontes de ignição efetivas. Quanto mais provável for a ocorrência de atmosferas explosivas perigosas, tanto mais segura deve ser a prevenção de fontes de ignição efetivas.

Tabela 9 – O que considerar no processo de avaliação do risco de explosão

(Fonte: Guia de boas práticas não vinculativo para a aplicação da Diretiva 1999/92/CE relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas, 2005)

As primeiras quatro perguntas têm como objetivo verificar se existe ou não um risco de explosão e se são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões.

Em caso afirmativo, é necessário determinar, através das três perguntas seguintes, se as medidas de proteção previstas reduzem o risco de explosão até um nível seguro. Esta etapa é repetida até se encontrar uma solução global adaptada às circunstâncias.

4.2.2 Avaliação Quantitativa dos Riscos de Explosão

4.2.2.1 Perfil de Risco de Danos Pessoais

A metodologia que se apresenta de seguida é baseada no método simplificado e é suportada pelo seguinte gráfico:

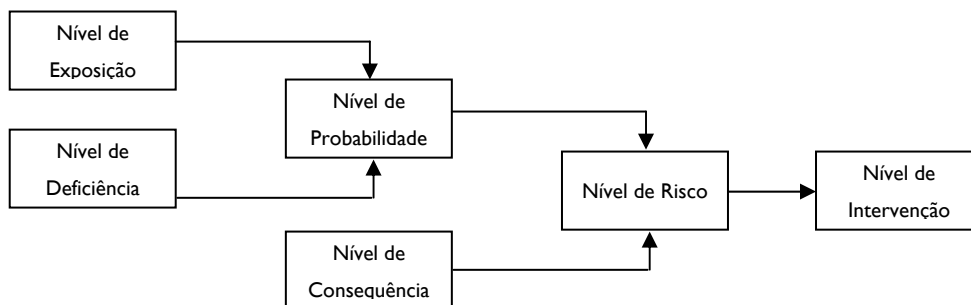


Figura 28 – Metodologia de análise e avaliação do perfil de risco de danos pessoais

Nível de Exposição (NE)

O NE é uma medida da frequência com que ocorre a exposição ao risco de explosão. O nível de exposição pode estimar-se em função dos tempos de permanência em áreas de trabalho.

Nível de Exposição	NE	Significado
Continuada	4	Continuamente. Várias vezes durante o dia com tempo prolongado.
Frequente	3	Várias vezes durante o dia com tempos curtos ou algumas vezes durante a semana com tempo prolongado.
Ocasional	2	Algumas vezes durante a semana e com um período curto de tempo.
Esporádica	1	Irregular.

Tabela 10 – Nível de Exposição de Danos Pessoais

Nível de Deficiência (ND)

O ND é função da probabilidade da existência de fontes de ignição nas zonas classificadas.

		Tipos de Zona		
		2/22	1/21	0/20
Fontes de Ignição e Medidas Preventivas	A	Baixo	Baixo	Médio
	B	Baixo	Médio	Alto
	C	Médio	Alto	Muito Alto

Tabela 11 – Nível de Deficiência de Danos Pessoais

Nível de Probabilidade Fontes de Ignição e Medidas preventivas	Descrição
A	Fonte de Ignição muito rara em funcionamento normal das instalações e rara no caso de funcionamento defeituoso.
B	Fonte de Ignição rara em funcionamento normal das instalações mas possível em caso de funcionamento defeituoso.
C	Fonte de Ignição possível, inserida no funcionamento normal das instalações.

Tabela 12 – Nível de Probabilidade de Danos Pessoais

Nível de Deficiência	ND	Significado
Muito Alto	10	Detetam-se fatores de risco muito significativos que determinam como muito possível a geração de falhas. O conjunto de medidas preventivas existentes em relação ao risco é ineficaz.
Alto	6	Detetam-se fatores de risco importantes que necessitam de correção urgente. A eficácia do conjunto das medidas preventivas vê-se reduzida de forma apreciável.
Médio	2	Detetam-se fatores de risco de menor importância. A eficácia das medidas preventivas existentes não se vê reduzida de forma apreciável.
Baixo	1	Não se detetou nenhuma deficiência. As medidas preventivas existentes devem ser monitorizadas.

Tabela 13 – Nível de Deficiência de Danos Pessoais

Cálculo do Nível de Probabilidade (NP)

O Nível de Probabilidade (NP) é obtido pela multiplicação do Nível de Exposição (NE) pelo Nível de Deficiência (ND).

$$\text{NP} = \text{NE} \times \text{ND}$$

Sendo classificado de acordo com o seguinte critério:

Nível de Probabilidade	NP	Significado
Muito Alta	Entre 24 e 40	Situação muito deficiente com exposição continuada ou frequente, ou deficiente com exposição continuada. Normalmente a materialização do risco ocorre com frequência.
Alta	Entre 10 e 20	Situação muito deficiente com exposição ocasional ou esporádica ou situação deficiente com exposição frequente ou ocasional. A materialização do risco pode acontecer algumas vezes.
Médio	Entre 6 e 8	Situação deficiente com exposição esporádica ou situação melhorável com exposição continuada ou frequente. A materialização do risco pode acontecer.
Baixa	Até 4	Situação melhorável com exposição ocasional ou esporádica. Não se espera que se materialize o risco, se bem que pode ser admissível.

Tabela 14 – Nível de Probabilidade de Danos Pessoais

Nível de Consequências (NC)

O Nível de Consequência (NC) classifica as consequências da materialização do risco de acordo com os danos físicos.

Nível de Consequência	NC	Significado Danos Pessoais
Mortal ou Catastrófico (M)	100	1 Morto ou mais.
Muito Grave (MG)	60	Lesões graves que podem ser irreparáveis.
Grave (G)	25	Lesão com incapacidade temporária.
Leve (L)	10	Pequenas lesões que não requerem hospitalização.

Tabela 15 – Nível de Consequência de Danos Pessoais

Nível de Risco

Finalmente o Nível de Risco (NR) é determinado com base nos Níveis de Probabilidade e de Consequência.

		Nível de Probabilidade			
		Até 4	6-8	10-20	24-40
Nível de Consequência	10	IV	III	III	II
	25	IV	III	II	II
	60	III	II	I	I
	100	II	I	I	I

Tabela 16 – Nível de Risco de Danos Pessoais

Após a avaliação de riscos é definido o Nível de Intervenção (NI) permitindo desta maneira priorizar as ações de controlo de riscos com o objetivo de eliminar os riscos existentes ou em caso de impossibilidade manifesta, controlar os mesmos para níveis toleráveis que não ponham em causa a segurança e saúde dos trabalhadores.

Nível de Intervenção

$$NR = NC \times NP$$

$$NI = NR$$

Nível de Intervenção	NI	Significado
I	720-4000	Situação crítica. Intervenção Imediata.
II	250-600	Situação Urgente. Corrigir e adotar medidas de controlo.
III	50-240	Devem ser tomadas ações para a redução do risco. Caso não sejam tomadas nenhuma ações, tal deve ser justificado na análise de riscos respetiva.
IV	10-40	Situação controlada. Monitorização contínua.

Tabela 17 – Nível de Intervenção de Danos Pessoais

4.2.2.2 Perfil de Risco de Danos Materiais

A metodologia que se apresenta de seguida é baseada no método simplificado e é suportada pelo seguinte gráfico:

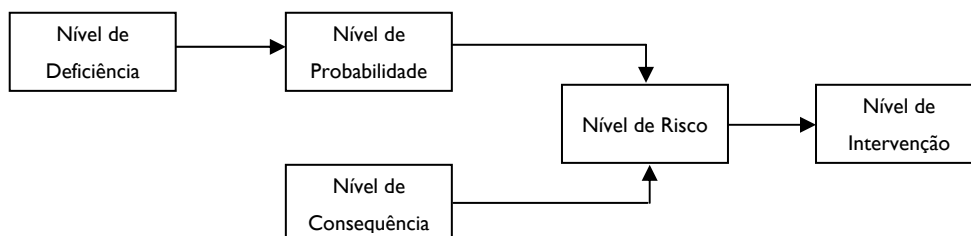


Figura 29 – Metodologia de análise e avaliação do perfil de risco de danos materiais

Nível de Deficiência (ND) = Nível de Probabilidade (NP)

O ND é função da probabilidade da existência de fontes de ignição nas zonas classificadas.

		Tipos de Zona		
		2/22	1/21	0/20
Fontes de Ignição e Medidas Preventivas	A	Baixo	Baixo	Médio
	B	Baixo	Médio	Alto
	C	Médio	Alto	Muito Alto

Tabela 18 – Nível de Deficiência/ Nível de Probabilidade de Danos Materiais

Nível de Deficiência/ Nível de Probabilidade Fontes de Ignição e Medidas preventivas	Descrição
A	Fonte de Ignição muito rara em funcionamento normal das instalações e rara no caso de funcionamento defeituoso.
B	Fonte de Ignição rara em funcionamento normal das instalações mas possível em caso de funcionamento defeituoso.
C	Fonte de Ignição possível, inserida no funcionamento normal das instalações.

Tabela 19 – Nível de Deficiência/ Nível de Probabilidade de Danos Materiais

Nível de Deficiência	ND/NP	Significado
Muito Alto	10	Detetam-se fatores de risco muito significativos que determinam como muito possível a geração de falhas. O conjunto de medidas preventivas existentes em relação ao risco é ineficaz.
Alto	6	Detetam-se fatores de risco importantes que necessitam de correção urgente. A eficácia do conjunto das medidas preventivas vê-se reduzida de forma apreciável.
Médio	2	Detetam-se fatores de risco de menor importância. A eficácia das medidas preventivas existentes não se vê reduzida de forma apreciável.
Baixo	1	Não se detetou nenhuma deficiência. As medidas preventivas existentes devem ser monitorizadas.

Tabela 20 – Nível de Deficiência/ Nível de Probabilidade de Danos Materiais

Nível de Consequências (NC)

O Nível de Consequência (NC) classifica as consequências da materialização do risco de acordo com os danos materiais.

Nível de Consequência	NC	Significado Danos Pessoais
Muito Danosa	5	Custos de reparação muito elevados para a empresa. Risco de falência.
Danosa	4	Custos de reparação elevados para a empresa. Período de paragem superior a um dia, recurso a reparações a partir do exterior.
Moderada	3	Estragos de dimensão considerável, períodos de paragem, recurso a reparações a partir do exterior.
Pouco Danosa	2	Estragos de média dimensão. Período curto de paragem.
Insignificante	1	Pequenos estragos, podem ser reparados pelos colaboradores da empresa.

Tabela 21 – Nível de Consequência de Danos Materiais

Nível de Risco

Finalmente o Nível de Risco (NR) é determinado com base nos Níveis de Probabilidade e de Consequência.

		Nível de Deficiência/ Nível de Probabilidade			
		1	2	6	10
Nível de Consequência	1	IV	IV	III	II
	2	IV	III	II	II
	3	III	III	II	I
	4	III	II	I	I
	5	III	II	I	I

Tabela 22 – Nível de Risco de Danos Materiais

Após a avaliação de riscos é definido o Nível de Intervenção (NI) permitindo desta maneira priorizar as ações de controlo de riscos com o objetivo de eliminar os riscos existentes ou em caso de impossibilidade manifesta, controlar os mesmos para níveis toleráveis que não ponham em causa a segurança e saúde dos trabalhadores.

Nível de Intervenção

$$NR = NC \times NP$$

$$NI = NR$$

Nível de Intervenção	NI	Significado
I	24-50	Situação crítica. Intervenção Imediata.
II	8-20	Situação Urgente. Corrigir e adotar medidas de controlo.
III	3-6	Devem ser tomadas ações para a redução do risco. Caso não sejam tomadas nenhuma ações, tal deve ser justificado na análise de riscos respetiva.
IV	1-2	Situação controlada. Monitorização contínua.

Tabela 23 – Nível de Intervenção de Danos Materiais

CAPÍTULO 5

5.1 Apresentação de Resultados na ETAR

Após a revisão da literatura existente sobre o tema em análise, o trabalho foi realizado através de visitas técnicas às instalações que serviram para recolher dados para a realização de um diagnóstico da situação atual em termos de atmosferas potencialmente explosivas e posterior avaliação de riscos de explosão.

No decorrer dessas visitas foi efetuada a avaliação global dos riscos de explosão, conforme previsto no enquadramento legal para posterior proposta de medidas de proteção corretivas e/ou preventivas conforme necessidades identificadas, verificando a conformidade dos equipamentos e sua instalação com os requisitos estabelecidos na Diretiva ATEX.

Na avaliação dos riscos de explosão examina-se, em primeiro lugar a possibilidade de formação de atmosferas explosivas perigosas (ver tabela 25) e além disso, a presença de fontes de ignição e a possibilidade de estas se tornarem efetivas (ver tabela 27).

Inicialmente, e para a determinação da possibilidade de formação de atmosferas explosivas perigosas, foi efetuado o levantamento das substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis existentes na ETAR (ver tabela 24) e suas propriedades físicas e químicas, para posteriormente se efetuar a avaliação.

No processo de avaliação o exame das consequências é de importância secundária, visto que em caso de explosão os danos (materiais e humanos) serão sempre de grandes proporções. No âmbito da proteção contra explosões, o elemento primordial reside na prevenção de atmosferas explosivas, sendo as abordagens quantitativas dos riscos de importância acessória.

Para esta avaliação foram considerados os seguintes estados de funcionamento das instalações:

- Condições de funcionamento normais, incluindo trabalhos de manutenção;
- Arranque/paragem;
- Mau funcionamento e falhas previsíveis;
- Uma má utilização razoavelmente previsível.

Para além disso foram considerados também:

- Os equipamentos de trabalho utilizados;
- As características de construção;
- As substâncias utilizadas;
- As condições de trabalho e especificidades dos processos;
- As possíveis interações entre estes elementos, bem como as interações com o ambiente de trabalho.

Para proceder a esta avaliação determinou-se e avaliou-se sistematicamente o risco de explosão mediante a sequência de perguntas específicas, indicadas no *Processo de avaliação com vista à identificação e prevenção de riscos de explosão*, indicado no ponto 4.2.1.

5.1.1 Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis na ETAR

Nome da Substância	G / D (Gas/Dust)	Nº CAS / Nº EINECS	Ponto de Inflamação (°C)	LIE (% Vol)	LSE (% Vol)	Densidade Relativa (Ar=1)	Temperatura Autoignição (°C)	Temperatura de Ebulição (°C)	Temperatura Crítica (°C)	Grupo de Explosão	Classe de Temperatura
Monóxido de Carbono	G	630-08-0 / 211-128-3	Não aplicável a gases ou misturas de gases	10,9	76	1	620	-192	-140	IIA	T1
Metano	G	74-82-8 / 200-812-7	Não aplicável a gases ou misturas de gases	4,4	17	0,6	595	-161	-82	IIA	T1
Sulfureto de hidrogénio	G	7783-06-4 / 231-977-3	Não aplicável a gases ou misturas de gases	3,9	45,5	1,2	270	-60,2	100	IIB	T3
Cloreto férrico	G	7705-08-0 / 231-729-4	Não é inflamável	NA	NA	1,42	NA	Entre 106-120	NA	Não explosivo	---
Cal	D	1305-78-8 / 215-138-9	Não é inflamável	NA	NA	900-1100 Kg/m ³ , a 20°C	NA	2.850 a 100hPa	NA	Não explosivo	---
Floculante	D	O produto não requer classificação de acordo com os critérios do Sistema Globalmente Harmonizado	Não é inflamável	---	---	Não determinada	---	---	---	Não explosivo	---

NA – Não aplicável

Tabela 24 – Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis na ETAR

Na forma em que o floculante é disponibilizado, não é suscetível de produzir uma explosão de pó, porém, o acumular de poeira fina pode conduzir a esse risco. Nas condições verificadas durante a visita não foram identificadas acumulações de poeira em camada suscetíveis de originar o risco de explosão. Recomenda-se que seja efetuada com frequência a limpeza de resíduos de pó de forma a evitar a sua acumulação. Relativamente à cal esse risco não existe pois esta é inorgânica.

5.1.2 Avaliação Preventiva dos Riscos de Explosão

Ao avaliar os riscos de explosão teve-se sempre presente que para que possam ocorrer explosões com efeitos perigosos devem estar reunidas simultaneamente as quatro condições seguintes:

- * elevado grau de dispersão das substâncias inflamáveis;
- * concentração das substâncias inflamáveis no ar dentro dos respectivos limites de explosão combinados;
- * quantidades perigosas de atmosferas explosivas;
- * fontes de ignição efetivas.

Na prática, para determinar se estas condições estão presentes, a avaliação preventiva dos riscos de explosão efetuou-se com base nas sete perguntas do *Processo de avaliação com vista à identificação e prevenção de riscos de explosão*, indicado no ponto 4.2.1..

As primeiras quatro perguntas (ver tabela 25) têm como objetivo verificar se existe ou não um risco de explosão e se são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões.

Em caso afirmativo, é necessário determinar, através das três perguntas seguintes, se as medidas de proteção previstas reduzem o risco de explosão até um nível seguro. Esta etapa é repetida até se encontrar uma solução global adaptada às circunstâncias.

O mapeamento das áreas perigosas identificadas com atmosferas potencialmente explosivas na ETAR encontram-se demonstradas no anexo III.

A determinação das condições existentes na ETAR para responder às perguntas da avaliação preventiva dos riscos teve como auxílio e suporte a Norma NFPA 820:2008 – Norma para proteção contra incêndio em instalações de tratamento de águas residuais e de recolha e o Decreto-Lei nº 236/2003, de 30 de setembro, para a classificação das zonas potencialmente perigosas, conforme tabela seguinte.

Local		Estão presentes substâncias inflamáveis?	Podem formar-se atmosferas explosivas por dispersão suficiente no ar?	Onde podem formar-se atmosferas explosivas?	Podem formar-se atmosferas explosivas perigosas?	Em que zonas podem classificar-se os locais com atmosferas explosivas perigosas?	Existe risco de explosão e são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões?
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	Não	Sim	Junto à grade manual	Sim	ZONA 2	Sim
	Gradagem fina por tamisagem	Não	Sim	Junto ao tamisador	Sim	ZONA 2	Sim
	Pré-tratamento dos efluentes de fossas sépticas	Não	Sim	Dentro do tanque de receção do efluente, na área sem líquido	Sim	ZONA 2	Sim
	Elevação do efluente tamisado	Não	Sim	Junto ao poço de elevação	Sim	ZONA 2	Sim
	Remoção de areias, óleos e gorduras	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
	Decantação primária	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
	Elevação de lamas e escumas	Não	Sim	Dentro do poço de bombagem de lamas e escumas	Sim	ZONA 2	Sim
	Tanques de oxidação biológica por lamas ativadas de média carga, com nitrificação/ desnitrificação e precipitação do fósforo	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
	Decantação secundária	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
	Recirculação de lamas	Não	Sim	Na estação elevatória de recirculação de lamas biológicas	Sim	ZONA 2	Sim
				Junto das bombas de elevação e tubagem		ZONA 1	
Desinfeção UV	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não	
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico das lamas primárias	Não	Sim	Até 0,50 m acima do nível de lamas	Sim	ZONA 2	Sim
	Espessamento por flotação das lamas biológicas em excesso	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não

Local		Estão presentes substâncias inflamáveis?	Podem formar-se atmosferas explosivas por dispersão suficiente no ar?	Onde podem formar-se atmosferas explosivas?	Podem formar-se atmosferas explosivas perigosas?	Em que zonas podem classificar-se os locais com atmosferas explosivas perigosas?	Existe risco de explosão e são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões?
	Mistura de lamas espessadas e flotadas	Não	Sim	Até 0,50 m acima do nível de lamas	Sim	ZONA 2	Sim
	Digestão anaeróbia em dois estágios, com aproveitamento energético do biogás produzido (coeração)	Sim	Sim	Dentro do digestor, na área sem lamas	Sim	ZONA 0	Sim
				Até 3,1 m acima e em torno do ponto mais alto da tampa de cobertura do digestor e 1,5 m a partir de qualquer parede		ZONA I	
				Até 4,6m acima da Zona I no ponto mais alto da tampa de cobertura do digestor e 3 m a partir de qualquer parede do digestor		ZONA 2	
Desidratação mecânica em centrífugas	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não	
Tratamento de Odores	Desodorização por lavagem química de ar	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
Linha de Biogás	Gasómetro	Sim	Sim	Dentro do gasómetro	Sim	ZONA 0	Sim
				Até 3,1 m acima e em torno do ponto mais alto da campânula na sua elevação máxima e 1,5 m a partir de qualquer parede		ZONA I	

Local		Estão presentes substâncias inflamáveis?	Podem formar-se atmosferas explosivas por dispersão suficiente no ar?	Onde podem formar-se atmosferas explosivas?	Podem formar-se atmosferas explosivas perigosas?	Em que zonas podem classificar-se os locais com atmosferas explosivas perigosas?	Existe risco de explosão e são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões?
				Até 4,6m acima da Zona I no ponto mais alto da campânula na sua elevação máxima e 3m a partir de qualquer parede do digestor		ZONA 2	
Linha de Biogás	Cogeração	Sim	Sim	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	Sim	ZONA I	Sim
				Até 3m a partir de qualquer tubagem da cogeração em que possa existir fugas nas flanges e válvulas		ZONA 2	
	Caldeira	Sim	Sim	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	Sim	ZONA I	Sim
				Até 3m a partir de qualquer tubagem da cogeração em que possa existir fugas nas flanges e válvulas		ZONA 2	
	Queimador (Flare)	Sim	Sim	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fuga do excesso de biogás a queimar pela tubagem	Sim	ZONA I	Sim
				Até 3m a partir do queimador em qualquer direção		ZONA 2	

Tabela 25 – Estudo da possibilidade de formação de atmosferas explosivas perigosas na ETAR

5.1.2.1 Resumo da Classificação Preventiva das Zonas Perigosas

A tabela resume a classificação das áreas perigosas e determina os requisitos mínimos para o equipamento a ser instalado nas áreas classificadas.

Local		Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Extensão da Área Classificada	Categoria do Equipamento do Grupo II	Classe de Temperatura
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	ZONA 2	Interior Obra Entrada	3Gc	T3
	Gradagem fina por tamisagem	ZONA 2	Interior Obra Entrada	3Gc	T3
	Pré-tratamento dos efluentes de fossas sépticas	ZONA 2	Interior e até 3m do poço	3Gc	T3
	Elevação do efluente tamisado	ZONA 2	Até 3m do poço	3Gc	T3
	Elevação de lamas e escumas	ZONA 2	Interior do poço	3Gc	T3
	Recirculação de lamas	ZONA 2	Até 1,5m do poço	3Gc	---
ZONA 1		Interior do poço	2Gb	T3	
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico das lamas primárias	ZONA 2	Até 0,50 m acima do nível de lamas	2Gc	T3
	Mistura de lamas espessadas e flotadas	ZONA 2	Até 0,50 m acima do nível de lamas	2Gc	T3
	Digestão anaeróbia em dois estágios, com aproveitamento energético do biogás produzido (cogeração)	ZONA 0	Dentro do digestor, na área sem lamas	2Ga	T1
		ZONA 1	Até 3,1 m acima e em torno do ponto mais alto da tampa de cobertura do digestor e 1,5 m a partir de qualquer parede	2Gb	T1
ZONA 2	Até 4,6m acima da Zona 1 no ponto mais alto da tampa de cobertura do digestor e 3 m a partir de qualquer parede do digestor	3Gc	T1		
Linha de Biogás	Gasómetro	ZONA 0	Dentro do gasómetro	2Ga	T1
		ZONA 1	Até 3,1 m acima e em torno do ponto mais alto da campânula na sua elevação máxima e 1,5 m a partir de qualquer parede	2Gb	T1
		ZONA 2	Até 4,6m acima da Zona 1 no ponto mais alto da campânula na sua elevação máxima e 3m a partir de qualquer parede do digestor	3Gc	T1
	Cogeração	ZONA 1	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	2Gb	T1
		ZONA 2	Até 3m a partir de qualquer tubagem da cogeração em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	3Gc	T1
	Caldeira	ZONA 1	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	2Gb	T1
		ZONA 2	Até 3m a partir de qualquer tubagem da cogeração em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	3Gc	T1
	Queimador (Flare)	ZONA 1	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fuga do excesso de biogás a queimar	1Gb	T1
ZONA 2		Até 3m a partir do queimador em qualquer direção	3Gc	T1	

Tabela 26 – Resumo da classificação das áreas perigosas e dos requisitos mínimos para o equipamento a instalar

5.1.2.2 Resumo das Fontes de Ignição nas Zonas Perigosas

A tabela seguinte resume as fontes de ignição de todas as áreas perigosas classificadas.

Local		Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Fontes de Ignição												
			SQ	CH e GQ	FGM	AE	CEF e PC	EE	DA Raios	OE	RE	RI	US	CA e OC	RQ
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	ZONA 2	---	A	---	---	---	A	---	C	---	---	---	---	---
	Gradagem fina por tamisagem	ZONA 2	---	A	B	C	---	A	---	C	---	---	---	---	---
	Pré-tratamento dos efluentes de fossas sépticas	ZONA 2	---	A	---	C	---	A	---	C	---	---	---	---	---
	Elevação do efluente tamisado	ZONA 2	---	A	---	C	---	---	---	C	---	---	---	---	---
	Elevação de lamas e escumas	ZONA 2	---	A	---	C	---	---	---	C	---	---	---	---	---
	Recirculação de lamas	ZONA 2	---	A	---	C	A	A	A	A	A	---	---	---	---
ZONA 1		---	A	B	C	A	A	A	A	C	---	---	---	---	---
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico das lamas primárias	ZONA 2	---	A	---	---	---	A	A	A	---	---	---	---	---
	Mistura de lamas espessadas e flotadas	ZONA 2	---	A	B	C	---	A	---	C	---	---	---	---	---
	Digestão anaeróbia em dois estágios, com aproveitamento energético do biogás produzido (cogeração)	ZONA 0	---	A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		ZONA 1	---	B	---	B	A	A	A	A	A	---	---	---	---
Linha de Biogás	Gasómetro	ZONA 2	---	A	---	---	---	A	A	A	---	---	---	---	---
		ZONA 1	---	B	---	B	A	A	A	A	A	---	---	---	---
		ZONA 2	---	A	---	B	A	A	A	A	A	---	---	---	---

Local		Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Fontes de Ignição												
			SQ	CH e GQ	FGM	AE	CEF e PC	EE	DA Raios	OE	RE	RI	US	CA e OC	RQ
Linha de Biogás	Cogeração	ZONA 1	---	B	---	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
		ZONA 2	----	A	---	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
	Caldeira	ZONA 1	B	B	----	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
		ZONA 2	---	A	---	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
	Queimador (Flare)	ZONA 1	C	C	---	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
		ZONA 2	---	---	---	A	A	A	A	A	---	---	---	---	---

Tabela 27 – Estudo da presença de fontes de ignição e a possibilidade de estas se tornarem efetivas

Legenda:

SQ – Superfícies Quentes

AE – Aparelhos Elétricos

DA (Raios) – Descargas Atmosféricas

RE - Ondas Eletromagnéticas de 3×10^{11} – 3×10^{15} Hz

RQ - Reações Exotérmicas, incluindo Autoignição de Poeiras

CH e GQ – Chamas e Gases Quentes

CEF e PC – Correntes Elétricas de Fuga e Proteção contra Corrosão Catódica

OE – Ondas Eletromagnéticas de Frequência de Rádio 10^4 – 3×10^{12} Hz

CA e OC - Compressão Adiabática e Ondas de Choque

FGM – Faíscas Geradas Mecanicamente

EE – Eletricidade Estática

RI - Radiação por Ionização

US - Ultrassons

5.1.3 Avaliação Quantitativa dos Riscos de Explosão

5.1.3.1 Perfil de Risco de Danos Pessoais

Local		Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Nível de Exposição (NE)	Probabilidade da presença de fonte de ignição	Nível de Deficiência (ND)	Nível de Probabilidade (NP=ND*NE)	Nível de Consequência (NC)	Nível de Risco (NR=NC*NP)	Nível de Intervenção (NI=NR)
			1/2/3/4	A/B/C	1/2/6/10	1-40	10/25/60/100	10-4000	I/II/III/IV
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	ZONA 2	3	A	I	3	10	30	IV
	Gradagem fina por tamisagem	ZONA 2	3	C	I	3	10	30	IV
	Pré-tratamento efluentes fossas sépticas	ZONA 2	2	C	I	2	10	20	IV
	Elevação do efluente tamisado	ZONA 2	3	A	I	3	10	30	IV
	Elevação de lamas e escumas	ZONA 2	3	A	I	3	10	30	IV
	Recirculação de lamas	ZONA 2	2	A	I	2	10	20	IV
ZONA I		2	B	I	2	10	20	IV	
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico lamas primárias	ZONA 2	3	A	2	6	10	60	III
	Mist. lamas espessadas e flotadas	ZONA 2	3	B	2	6	25	150	III
	Digestão anaeróbia, com aproveitamento energético do biogás produzido	ZONA 0	I	A	I	I	100	100	II
		ZONA I	2	B	6	12	100	1200	I
ZONA 2	3	A	I	3	25	75	IV		
Linha de Biogás	Gasómetro	ZONA 0	I	A	I	I	100	100	II
		ZONA I	2	B	2	4	100	400	II
		ZONA 2	3	A	I	3	25	75	IV
	Cogeração	ZONA I	2	B	2	4	60	240	III
		ZONA 2	2	A	I	2	25	50	IV
	Caldeira	ZONA I	3	B	I	3	60	180	III
		ZONA 2	3	A	I	3	25	75	IV
	Queimador (Flare)	ZONA I	2	B	2	4	60	240	III
ZONA 2		2	A	I	2	25	50	IV	

Tabela 28 – Perfil de Risco de Danos Pessoais

5.1.3.2 Perfil de Risco de Danos Materiais

Local		Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Probabilidade da presença de fonte de ignição	Nível de Deficiência = Nível de Probabilidade (ND=NP)	Nível de Consequência (NC)	Nível de Risco (NR=NC*NP)	Nível de Intervenção (NI=NR)
			A/B/C	1/2/6/10	1/2/3/4/5	1-50	I/II/III/IV
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	ZONA 2	A	1	1	1	IV
	Gradagem fina por tamisagem	ZONA 2	C	1	1	1	IV
	Pré-tratamento efluentes fossas sépticas	ZONA 2	C	1	1	1	IV
	Elevação do efluente tamisado	ZONA 2	A	1	1	1	IV
	Elevação de lamas e escumas	ZONA 2	A	1	1	1	IV
	Recirculação de lamas	ZONA 2 ZONA 1	A B	1 1	1 1	1 1	IV IV
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico lamas primárias	ZONA 2	A	2	2	4	III
	Mist. lamas espessadas e flotadas	ZONA 2	B	2	2	4	III
	Digestão anaeróbia com aproveitamento energético do biogás produzido	ZONA 0	A	1	4	4	III
		ZONA 1 ZONA 2	B A	6 1	4 1	24 1	I IV
Linha de Biogás	Gasómetro	ZONA 0	A	1	4	4	III
		ZONA 1	B	2	4	8	II
		ZONA 2	A	1	2	2	IV
	Cogeração	ZONA 1	B	2	4	8	II
		ZONA 2	A	1	3	3	III
	Caldeira	ZONA 1	B	1	4	4	III
		ZONA 2	A	1	3	3	III
	Queimador (Flare)	ZONA 1	B	2	3	6	III
ZONA 2		A	1	1	1	IV	

Tabela 29 – Perfil de Risco de Danos Materiais

5.1.4 Tolerâncias da Classificação de Áreas




Nas áreas que foram classificadas como Zona não perigosa devem ser cumpridos alguns procedimentos de segurança, sempre que há algum tipo de intervenção nesses locais, evidência de registo de manutenção periódica dos equipamentos e monitorização periódica de gases, por forma a garantir que não exista em simultâneo uma atmosfera explosiva e possíveis fontes de ignição.





Caso tal não se verifique, essas áreas passarão de Zona não perigosa, para área classificada e a avaliação de riscos terá de ser revista.





Para que as substâncias utilizadas no processo da ETAR em forma de pó (o floculante) não sejam suscetíveis de produzir uma explosão de pó é necessário que o acumular de poeira fina não conduza a esse risco, sendo efetuada com frequência a limpeza de resíduos de pó de forma a evitar a sua acumulação.




São efetuados planos de limpeza nos quais o tipo, o âmbito, a frequência das medidas de limpeza e as responsabilidades individuais são estipulados de modo obrigatório, de forma a evitar a acumulação de poeiras.



5.2 Medidas de Proteção Contra Explosões

Local		NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registo fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
		I/II/III/IV					
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	IV	IV	IV		Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.	---
	Gradagem fina por tamisagem	IV	IV	IV			
	Pré-tratamento efluentes fossas sépticas	IV	IV	IV			
	Elevação do efluente tamisado	IV	IV	IV			
	Elevação de lamas e escumas	IV	IV	IV			
	Recirculação de lamas	IV	IV	IV			
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico lamas primárias	III	III	III		<p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco, nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificação das tampas do espessador gravítico abertas e danificadas, - Orçamentação e planeamento de execução das medidas, - Definição e implementação de procedimentos de trabalho seguros no local, até a reabilitação e fecho das tampas efetuado. <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reabilitar e fechar todas as tampas do espessador. - Para visualização do interior do poço, manter uma pequena abertura e o operador só se aproxime pela zona resguardada ou fixo com arnês no ponto de ancoragem, a colocar.
	Mist. lamas espessadas e flotadas	III	III	III			<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reabilitar e fechar a tampa do tanque de lamas mistas, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear no local.

Local		NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registo fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
		I/II/III/IV					
Tratamento de Lamas	Digestão anaeróbia, com aproveitamento energético do biogás produzido	II	III	II	Este local não é acedido pelos trabalhadores e não se detetou nenhuma deficiência. No entanto, como em caso de concretização do risco pode existir 1 morto ou mais, o nível de intervenção exige que sejam adotadas medidas de controlo ao nível da monitorização contínua deste equipamento para além da continuidade da monitorização das medidas identificadas em 5.2.1.		
		I	I	I	  	<p>Detetam-se fatores de risco importantes que necessitam de correção urgente pois a eficácia do conjunto das medidas preventivas pode estar reduzida de forma apreciável.</p> <p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definição e implementação de procedimentos de trabalho seguros no local, até à correção dos fatores de risco. - Evitar fugas do biogás através da manutenção dos equipamentos e dos componentes, tendo em atenção ao estado dos vedantes, juntas, caixas de empanque e isolamentos térmicos, acessórios, tubagem, ligações amovíveis relativamente ao estado de corrosão e desgaste. <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificação dos equipamentos que necessitam de manutenção corretiva e reabilitação ou substituição dos equipamentos EX, no topo dos digestores, - Proceder à manutenção corretiva e reabilitação ou substituição dos equipamentos EX, no topo dos digestores, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local,
		IV	IV	IV		<p>Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	---
		IV	IV	IV			

Local		NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registo fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
		I/II/III/IV					
Linha de Biogás	Gasómetro	II	III	II	Este local não é acedido pelos trabalhadores e não se detetou nenhuma deficiência. No entanto, como em caso de concretização do risco pode existir 1 morto ou mais, o nível de intervenção exige que sejam adotadas medidas de controlo ao nível da monitorização contínua deste equipamento para além da continuidade da monitorização das medidas identificadas em 5.2.1.		
		II	II	II	 	<p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco, nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Garantir a manutenção preventiva às rodas, guias de deslizamento da cúpula e selo de segurança, guardando registos dessa manutenção. <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Garantir o nivelamento da cúpula do gasómetro de modo a evitar a fuga de biogás, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local.
		IV	IV	IV	<p>Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	---	
	Cogeração	III	II	II	 	<p>À data da visita técnica, a cogeração estava desativada para manutenção e reabilitação para tomar algumas ações para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os equipamentos instalados na cogeração devem possuir marcação EX, - Orçamentação e planeamento de execução das medidas, - Definição e implementação de procedimentos de trabalho seguros no local, até a reabilitação e reativação de todos os equipamentos, 	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todos os equipamentos instalados na cogeração devem possuir marcação EX, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local.

Local		NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registro fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
		I/II/III/IV					
Linha de Biogás	Cogeração					<p>- Foi instalada central de detecção de gases (H₂S) na sala da cogeração e caldeira.</p> <p>A cogeração ainda permanece desativada e em manutenção. Após esta intervenção a avaliação de riscos deste local terá de ser revista.</p> <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	
		IV	III	IV			
Linha de Biogás	Caldeira				 	<p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco, nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Foi instalada central de detecção de gases (H₂S) na sala da cogeração e caldeira. - Garantir a manutenção preventiva para evitar fugas do biogás dos equipamentos e dos componentes, tendo em atenção ao estado dos vedantes, juntas, caixas de empanque e isolamentos térmicos, acessórios, tubagem, ligações amovíveis relativamente ao estado de corrosão e desgaste. <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todos os equipamentos instalados na caldeira devem possuir marcação EX, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local.
		III	III	III			
Linha de	Caldeira	IV	III	IV		Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.	---

Local	NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registo fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
	I/II/III/IV					
Queimador (Flare)	III	III	III		<p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definição e implementação de procedimentos de trabalho seguros no local, até à correção dos fatores de risco. - Evitar fugas do biogás através da manutenção dos equipamentos e dos componentes, tendo em atenção ao estado dos vedantes, juntas, caixas de empanque e isolamentos térmicos, acessórios, tubagem, ligações amovíveis relativamente ao estado de corrosão e desgaste. <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todos os equipamentos instalados no local devem possuir marcação EX, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local.
	IV	IV	IV		<p>Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	---

5.2.1. Medidas de Proteção já Implementadas

A LUSÁGUA já possuía algumas medidas de prevenção e/ou proteção gerais implementadas, nomeadamente:

1. Plano de Emergência Interno da ETAR
2. Identificação de Perigos, Avaliação e Controlo de Riscos de todas as atividades dos trabalhadores na ETAR
3. Fichas de Procedimentos de Segurança, em diversos temas e especificamente em:
 - ☞ *Trabalhos em Espaços Confinados*
 - ☞ *Trabalhos numa Atmosfera Potencialmente Explosiva*
 - ☞ *Trabalhos de Manutenção*
 - ☞ *Trabalhos de Manutenção Elétrica*
 - ☞ *Trabalhos de Soldadura*
4. Autorização de Entrada em Atmosfera Perigosa/Espaço Confinado
5. Formação aos trabalhadores abrangendo os riscos inerentes às atividades que desempenham assim como a intervenções que possam ter de realizar em espaços confinados, ambientes ATEX, entre outras
6. Sinalização de advertência para a existência de gás tóxico e atmosfera perigosa
7. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear (vários sítios na ETAR)
8. Está instalado e em funcionamento o sistema de deteção e alarme de incêndios na ETAR
9. Existe uma central de deteção de gases (H₂S) colocada na obra de entrada (zona de tratamento da fase líquida)
10. O sistema de ligações à terra de proteção da instalação é monitorizado periodicamente, havendo registo dessas medições
11. Está implementado o planeamento e procedimentos de manutenção preventiva e/ou corretiva, sendo a sua periodicidade estabelecida pelo fabricante dos equipamentos e sempre que necessário. Os registos dessa manutenção são efetuados em aplicação informática adequada.

12. Está instalada a proteção contra descargas atmosféricas sendo registada a resistência de terra (Rt) dos pára-raios instalados no edifício de exploração, no edifício da obra de entrada e no edifício da sala dos compressores dos reatores biológicos, pois a energia de um relâmpago é suficiente para inflamar uma atmosfera explosiva.
13. As vias de circulação para veículos motorizados são localizadas fora das zonas com risco de explosão

A LUSÁGUA já possuía algumas medidas de prevenção e/ou proteção específicas implementadas em determinados locais, nomeadamente:

DIGESTOR:

1. O digestor encontra-se em equilíbrio de pressão com o gasómetro através de uma rede equipada com uma válvula de pressão-depressão, corta-chamas e potes de purga.
2. Estão implementados procedimentos de segurança para atuação em caso de intervenção ou manutenção nos equipamentos, nomeadamente sonda de nível, válvula de pressão-depressão, corta-chamas e potes de purga.
3. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear junto dos digestores de lamas
4. Os equipamentos instalados nos digestores apresentam marcação EX.

GASÓMETRO:

1. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear junto do gasómetro
2. O gasómetro está equipado com um sensor de pressão hidrostática de lamas que calcula o nível de ocupação do biogás e envia a ordem

COGERAÇÃO/CALDEIRA:

1. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear junto da cogeração
2. Existe uma central de deteção de gases (H₂S) colocada na sala da cogeração e caldeira

3. O quadro elétrico que comanda a caldeira e o queimador está equipado com um sistema de regime funcionamento reduzido – corta-chama e rearme de segurança em caso de:
 - Falha de tensão
 - Excesso de temperatura de água
 - Falta de fluxo de água

QUEIMADOR:

1. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear junto do queimador
2. Existe instalado um circuito em by-pass para queimar o biogás em excesso em caso de emergência.
3. O queimador de biogás em excesso é provido de chama piloto e dispositivo antirretorno de chamas equipado com válvula anti explosão.
4. O queimador está situado suficientemente afastado, quer do gasómetro, quer do digestor, para manter o nível de segurança.

5.2.2. Medidas de Proteção a Implementar

Para além das medidas de proteção a implementar específicas, já referidas anteriormente no ponto 5.2 deste trabalho, resultaram ainda um conjunto de medidas técnicas de proteção e prevenção a implementar, nomeadamente:

- Colocação de sinalização de existência de ambiente ATEX nas áreas onde possam formar-se atmosferas explosivas perigosas em concentrações suscetíveis de constituir um risco para a segurança e saúde, nos respetivos locais de acesso, com o seguinte sinal de aviso:



Figura 30 – Sinalização de segurança: Perigo – Atmosfera ATEX
(Fonte: adaptado de Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 de setembro)

- Colocação de sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear (conforme figura seguinte) junto da obra de entrada e sala de lamas mistas, e substituição da sinalização de proibição de fumar e foguear que está em mau estado de conservação;



Figura 31 – Sinalização de segurança: Proibido fumar ou foguear e Proibido uso de telemóvel

(Fonte: Portaria n.º 1456-A/95 de 11 dezembro)

- Em operações de manutenção em zonas ATEX classificadas, utilização sistemática de equipamentos e ferramentas com marcação EX e/ou antideflagrantes;
- Utilização de instalações elétricas, ferramentas e equipamentos com marcação Ex e/ou antideflagrante em zonas ATEX classificadas, e realização de manutenção preventiva frequente.
 - Em caso de emergência utilização de telefones fixos ou adequados a zonas EX;
 - Manutenção das zonas de entrada de ar, como grelhas e janelas, sempre limpas e desimpedidas;
 - Os trabalhos de manutenção e trabalhos com fontes de ignição em locais ATEX devem estar sujeitos a autorização de trabalho prévia com procedimentos de segurança para situações mais específicas e que exijam cuidados especiais, nomeadamente atividades de soldadura, corte ou rebarbagem;

O trabalho tornou também evidente que poderá ser necessário tomar medidas organizacionais sempre que as medidas técnicas não sejam suficientes ou quando se queiram complementar, com o intuito de garantir e manter a proteção contra explosões no local de trabalho. Estas permitem configurar os processos de trabalho de modo a que os trabalhadores não sejam afetados pelos efeitos de uma explosão e passam por:

- **Manual de Proteção contra Explosões** que identifique as situações de perigo, avalie os riscos correspondentes e indique as medidas de prevenção específicas a tomar para proteger a vida e a saúde dos trabalhadores (ver anexo IV);
- **Instruções de utilização dos equipamentos de trabalho** instalados nas áreas potencialmente explosivas;

- **Instruções de Trabalho** de todas as atividades consideradas perigosas quando desenvolvidas em ambiente ATEX ou que propiciem a formação de uma atmosfera ATEX (ver exemplo anexo V);

- **Formação** aos trabalhadores, sobre os riscos inerentes às atividades em ambientes ATEX. A formação deve contemplar a utilização de equipamentos apropriados em atmosferas explosivas, bem como os riscos possíveis, as respetivas medidas de prevenção e proteção e sinalização utilizada. Esta formação deve ser ministrada aquando:

- * da contratação (antes do início da atividade);
- * de qualquer transferência ou mudança de funções;
- * da introdução ou de uma mudança de um equipamento de trabalho;
- * da introdução de uma nova tecnologia.

- **Obrigatoriedade da utilização de vestuário de proteção** adequado a ambiente ATEX, o qual deve ser fornecido aos trabalhadores (incluindo os subcontratados), tal como o restante equipamento de proteção individual que previna descargas eletrostáticas: roupa em algodão e calçado anti estático. É assegurado pela empresa subcontratada, a utilização de vestuário de proteção por parte dos trabalhadores, bem como a respetiva formação inerente ao seu uso e manutenção;

- **Autorizações de trabalho**, no caso de ser necessário realizar atividades passíveis de provocar explosão, sendo esses trabalhos autorizados por pessoa responsável, em papel (ver anexo VI). Aquando da conclusão dos trabalhos, as condições de segurança do local devem ser verificadas para confirmar se estão ativas ou foram restabelecidas. Deve ser também efetuada a informação da conclusão dos trabalhos a todos os intervenientes;

- **Manutenção, Inspeção e Controlo** com registos a nível das operações de manutenção, inspeção e controlo. As operações de manutenção consideradas perigosas estarão sujeitas a instrução de trabalho própria, seguindo todas as medidas de prevenção aplicáveis e necessárias.

As medidas de proteção/prevenção presentes nas instalações serão regularmente verificadas de forma a comprovar a sua operacionalidade e os sistemas de proteção contra explosões serão alvo de inspeção, manutenção e reparação a fim de garantir a sua eficácia;

- **Sinalização**, planta de sinalização atualizada com as áreas consideradas perigosas classificadas com as zonas ATEX.

CAPÍTULO 6

6.1 Conclusões

No início do projeto um dos principais objetivos propostos foi o desenvolvimento de competências e procedimentos de trabalho relativos à proteção da segurança e saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas ATEX, na ETAR de Setúbal garantindo assim a sua proteção, e assegurando a implementação do quadro legal aplicável ao tema ATEX nessa ETAR.

A aplicação da Diretiva ATEX é obrigatória a todos os locais de trabalho onde existe a probabilidade de formação de atmosferas explosivas. No entanto, a existência de muita legislação, quer nacional quer comunitária, a par de normalização europeia e internacional a considerar constitui, muitas vezes, fator de resistência para as empresas.

Torna-se difícil integrar o risco de formação de atmosferas explosivas nos sistemas de gestão de riscos das empresas. Também a falta de formação específica sobre os riscos de explosão se apresenta como uma condicionante para muitos técnicos de segurança e responsáveis locais, que não se sentem confiantes em classificar áreas perigosas nos seus locais de trabalho. Muitos locais ainda não se encontram devidamente caracterizados e classificados, revelando-se difícil aplicar medidas de prevenção e proteção adequadas a cada situação.

Para alcançar os objetivos inicialmente propostos, o trabalho desenvolvido no âmbito deste projeto incluiu o desenvolvimento de um conjunto de etapas, nomeadamente:

- Revisão da literatura existente sobre o conceito de qualidade nos serviços e segurança e saúde no trabalho e prevenção de riscos, com uma abordagem mais específica ao conceito de atmosferas potencialmente explosivas no local de trabalho;
- Visitas à ETAR de Setúbal para realização do diagnóstico da situação inicial e identificação dos perigos e avaliação do risco de formação de atmosferas explosivas na ETAR conforme previsto no enquadramento legal;

- Proposta de medidas de proteção corretivas e/ou preventivas conforme necessidades identificadas pelo estudo do processo, verificando a conformidade dos equipamentos e sua instalação com os requisitos estabelecidos na legislação e normalização ATEX, por forma a evitar a presença de fontes de ignição efetivas prevenindo de forma eficaz a formação de atmosfera explosivas perigosas;

Do trabalho desenvolvido resultaram alguns contributos importantes, nomeadamente:

- Identificação dos perigos e avaliação do risco de formação de atmosferas explosivas na ETAR, e proposta de medidas de proteção corretivas e/ou preventivas, verificando a conformidade dos equipamentos e sua instalação com os requisitos estabelecidos na legislação e normalização ATEX, por forma a evitar a presença de fontes de ignição efetivas prevenindo de forma eficaz a formação de atmosfera explosivas perigosas;
- Mapeamento e sinalização das áreas perigosas, identificando as zonas com atmosferas potencialmente explosivas na ETAR, de modo a definir as medidas de proteção contra explosões a serem tomadas para a proteção efetiva dos trabalhadores, instalações e envolvente local, e ainda
- Elaboração de um manual de proteção contra explosões para a ETAR, assegurando uma visão global dos resultados da avaliação de riscos e das medidas técnicas e organizacionais de proteção das instalações, do ambiente de trabalho e envolvente necessárias em função dessa avaliação.

O conjunto de visitas realizadas à ETAR permitiu verificar a existência de diversas situações passíveis de intervenção e melhoria para a prevenção de risco em contexto de atmosferas explosivas. Por exemplo, alguns equipamentos que permitem a deteção de sulfureto de hidrogénio (H_2S) e alertar os trabalhadores em caso de alguma ocorrência, não permitiam a medição da concentração deste tipo de gás existente no local impedindo assim a caracterização da atmosfera. Uma situação análoga ocorria relativamente ao metano (CH_4), que era detetado apenas através dos detetores portáteis dos trabalhadores, que produzem alertas em caso de alguma ocorrência, mas não eram capazes de registar o histórico de teores de CH_4 não permitindo então a caracterização ATEX dos locais.

O trabalho desenvolvido no âmbito deste projeto permitiu assim também promover procedimentos de trabalho, ações de prevenção e proteção, sinalização de aviso e regras de segurança nas operações em questão por forma a melhorar a qualidade do serviço realizado pelos trabalhadores, sempre de forma segura.

Por outro lado, a escolha de equipamentos de trabalho e definição de regras de manutenção em segurança, permitiu melhorar as condições de operacionalidade dos trabalhadores e das instalações e promover a melhoria da proteção da instalação considerando o seu impacto na sociedade em geral.

Para o Cliente da LUSÁGUA, o trabalho desenvolvido resultou no aumento da proteção da ETAR relativamente a atmosferas ATEX, a melhoria da perceção da prestação do serviço da ETAR à sociedade em geral e consequentemente, diminuição do seu impacto menos positivo na sociedade junto ao local de implantação da ETAR.

Para a LUSÁGUA este projeto permitiu desenvolver conhecimento e documentação para disseminação futura desta temática a outras instalações sob a sua responsabilidade.

6.2 Propostas de Trabalho Futuro e Melhorias

Para melhorar o mapeamento e sinalização das zonas ATEX da ETAR a caracterização da atmosfera dos locais ATEX da ETAR poderia ser melhorada procedendo à medição e registo do sulfureto de hidrogénio (H_2S) e do metano (CH_4) num determinado intervalo temporal que permita a confirmação da caracterização ATEX dos respetivos locais.

Os mapas ATEX desenvolvidos dão uma visão geral das áreas perigosas, na totalidade das instalações. Através desta representação gráfica será possível ponderar algumas situações que poderão vir a ser críticas, como por exemplo, a proximidade de locais de estacionamento de viaturas nas áreas zonadas, a verificação da adequabilidade da iluminação exterior existente nas instalações da ETAR, a definição das vias de evacuação, etc.

No entanto, estes mapas podem vir a ser melhorados caso se obtenham melhores plantas dos locais, sendo sugerido que se trabalhe em pormenor cada um dos equipamentos (gasómetros, espessadores, digestores...), seja em planta ou em alçado, para uma caracterização mais rigorosa. Estes mapas mais específicos poderão vir a integrar os manuais de proteção contra explosões já desenvolvidos e poderão constituir uma peça fundamental nos estudos ATEX a desenvolver futuramente nas restantes ETAR da empresa.

Relativamente aos equipamentos instalados em alguns locais registou-se alguma dificuldade de verificação da marcação de um equipamento para atmosferas explosivas (EX) na placa de características do equipamento quer pela degradação da mesma quer pela sua inexistência, pelo que será recomendável confirmar futuramente se os equipamentos instalados são EX ou não antes da sua instalação e a sua classificação de acordo com a zona de implantação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTÓNIO, Nelson José dos Santos, *Gestão da qualidade: de Deming ao modelo de excelência da EFQM*, Lisboa: Edições Sílabo, 2007. ISBN 978-972-618-447-8

APCER, *Guia Interpretativo NP EN ISO 9001:2008*, Leça da Palmeira, 2010

BAPTISTA, Jaime Fernando de Melo, *Sistema de avaliação da qualidade dos serviços de águas residuais prestados aos utilizadores: 1ª geração do sistema de indicadores de qualidade de serviço*, Lisboa: IRAR, 2009. ISBN 978-989-95392-8-0

BATISTA, Maria da Graça, CUNHA, Miguel Pina e, *Qualidade de serviço: uma introdução aos conceitos gerais*, Ponta Delgada: Centro de Estudos de Economia Aplicada do Atlântico, 2012. ISBN 978-972-8612-77-1

CABRAL, coord. Fernando, *Segurança, higiene e saúde no trabalho: um guia prático imprescindível para a sua actividade diária*, Lisboa: Verlag Dashöfer, 2010 reimpr. ISBN 978-972-98385-2-1

CORBETT, J. Charles, KLASSEN, D. Robert, *Extending the Horizon: Environmental Excellence as Key to Improving Operations, Manufacturing & Service Operations Management*, Vol. 8, N.º 1, 2006, Issn: 1523-4614, pp. 5-22

EUROPEAN FOUNDATION FOR QUALITY MANAGEMENT (1999b), *Os conceitos Fundamentais da Excelência*, E.F.Q.M, Brussels, 1999, ISBN 90-5236-077-4

EVANS, James Robert, *The management and control of quality*, 7th ed. Australia: Thomson South-Western, cop. 2008. XXII, 768, [38] p. : il.+1 CD-ROM. ISBN 978-0-324-38235-8. ISBN 0-324-38235-9

FITZSIMMONS, James A., *Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia de informação*. 2ª ed. Porto Alegre : Bookman, 2000. XXIII, 537 p. : il. ISBN 85-7307-532-5

GOMES, Paulo J. P., *A Evolução do Conceito de Qualidade: dos Bens Manufacturados aos Serviços de Informação*, Cadernos BAD, 2004

GRÖNROOS, C. A., *Marketing - gerenciamento e serviços: a competição por serviços na hora da verdade*, Rio de Janeiro: Campus, 1995.

MILLIMAN. John, GROSSKOPF, John, PAEZ, Ozzie, AYEN, William, *Pilot project results of an integrated security management system*, Disaster Prevention and Management, Vol. 14, 2005, Iss: 1, pp. 20 – 31

OLIVEIRA, Otávio J., *Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados*, São Paulo Pioneira Thomson Learning, São Paulo, 2006

PARASURAMAN, A., ZEITHAML, Valarie A., BERRY, Leonard L., *A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research*, The Journal of Marketing, Vol. 49, N.º4, 1985, pp. 41-50

PARASURAMAN, A., ZEITHAML, Valarie A., BERRY, Leonard L., *A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality*, Journal of Retailing, USA, vol. 64, N.º1, p.12-40, Spring, 1988

PEREIRA, Z., & Requeijo, J., *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processo*. Lisboa: Prefácio, Edição de Livros e Revistas, Lda, 2008

RIBEIRO, Alexandrino Manuel, *Certificação da qualidade e desempenho empresarial: uma análise por quantis*, Revista de Estudos Politécnicos, Polytechnical Studies Review , 2007, Vol V, nº 8, 201-214, ISSN: 1645-9911

SANTOS, R., & Rebelo, M., *A qualidade – técnicas e ferramentas*, Porto: Porto Editora, 1990

ZEITHAML, V. A., *Consumers perceptions of price, quality and value: a conceptual model and synthesis of research*, Journal of marketing, v. 52, p. 2-22, July 1988.

ZEITHAML, V. A.; BITNER, M. J., *Service marketing: integrating customer across the firm*, New York: McGraw-Hill, 2000

Fichas de Dados de Segurança:

- RIVAZ QUÍMICA, S.A. – RIFLOC 76 – Floculante Copolímero acrilamida catiónico, Revisão 02, FDS N.º 1067, 2011

- RIVAZ QUÍMICA, S.A. – CAL VIVA MICRONIZADA, Revisão 01, FDS N.º 1208, 2009

- RIVAZ QUÍMICA, S.A. – RIFER 40% - Tricloreto de Ferro, Revisão 03, FDS N.º 1045, 2011

WEBGRAFIA

ACHILLIDES, Stephanos, GECELOVSKÁ, Daniela, GEHRE, Jürgen, *Hazards arising from Explosions - Identification and Evaluation of Hazards; Specification of Measures* [Em linha], Germany, International Social Security Association, 2010, [Consult. outubro/2012]. Disponível na internet:<URL: <http://www.mlsi.gov.cy>>. ISBN 978-3-941441-50-7

ÁGUAS DO SADO, Brochura de Apresentação, [Consult. em 20 nov. 2012]. Disponível na Internet: <URL: <http://www.aguasdosado.pt>>

ALMEIDA, Isabel, *O Modelo de Excelência da EFQM*, [Em Linha], Associação Portuguesa para a Qualidade, 2011, [Consult. março/2013]. Disponível na Internet: <URL: <http://www.ipq.pt>>

Diretiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho, *Jornal Oficial nº L 183 de 29/06/1989 p. 0001 – 0008*. [consultado em 5/11/2012 no site <http://eur-lex.europa.eu>]

Diretiva 94/9/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de março de 1994, relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros sobre aparelhos e sistemas de proteção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas, *Jornal Oficial nº L 100 de 19.4.1994, p. 1—29* [consultado em 5/11/2012 no site <http://eur-lex.europa.eu>]

Diretiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de dezembro de 1999 relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas (15.ª diretiva especial, na aceção do n.º 1 do artigo 16.º da Diretiva 89/391/CEE), *Jornal Oficial* n.º L 23 de 28.1.2000, p. 57—64 . [consultado em 5/11/2012 no site <http://eur-lex.europa.eu>]

EUROPEIA, Comissão, *Guia de boas práticas não vinculativo para a aplicação da Directiva 1999/92/CE relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas* [em linha]. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2005. [Consult. 14 out. 2012]. Disponível na internet: <URL: <http://bookshop.europa.eu>>. ISBN 92-894-8725-9

HINDS, Cooper Crouse, *Principles of Explosion Protection* [em linha], Houston, 2012, [Consult. 21 Nov. 2012]. Disponível na internet: <URL: <http://www.coopercrouse-hinds.eu>>

LUSÁGUA, Brochura apresentação, [Consult. 06 nov. 2012]. Disponível na internet: <URL: <http://www.aquaporservicos.pt>>

OLIVEIRA, Adalberto Luiz de Lima, *Fundamentos e Princípios de Segurança Intrínseca* [Em linha], Brasil, SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial/CST – Companhia Siderúrgica de Tubarão, 1999, [Consult. abril/2013]. Disponível na internet: <URL: <http://www.abraman.org.br>>

REFERÊNCIAS LEGAIS

Decreto-Lei n.º 112/96 de 5 de agosto – Transposição para o Direito Nacional da Diretiva 94/9/CE

Portaria n.º 341/97 de 21 de maio – regulamenta o art.º 4º do Decreto-Lei n.º 112/96 de 5 de agosto

Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 de setembro – Transposição para o Direito Nacional da Diretiva 1999/92/CE

Lei n.º 102/2009 de 10 de setembro – Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho

Portaria n.º 762/2002 de 1 de julho – Regulamento de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho na Exploração dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais

REFERÊNCIAS NORMATIVAS

EN 1127-1:2007 *Atmosferas explosivas – Prevenção de explosões e proteção. Parte 1: Conceitos básicos e metodologia – Especifica métodos para a identificação e avaliação de situações perigosas que possam levar a explosões.*

EN 60079-0:2011 – *Material Elétrico para atmosferas explosivas – Parte 0 - Regras Gerais.*

IEC 60079-10:2002 – *Material elétrico para atmosferas explosivas. Parte 10: Classificação de locais perigosos – Classificação das áreas perigosas.*

EN 13237:2003 – *Atmosferas potencialmente explosivas – Termos e definições para equipamentos e sistemas de proteção para uso em atmosferas potencialmente explosivas*

NFPA 820:2008 – *Norma para proteção contra incêndio em instalações de tratamento de águas residuais e de recolha*

NP EN ISO 9001:2008 – *Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos*

LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Glossário

Anexo II – Plano Sinóptico da ETAR de Setúbal

Anexo III – Mapeamento Zonas ATEX na ETAR

Anexo IV – Manual de Proteção Contra Explosões na ETAR

Anexo V – Instrução de Trabalho – Soldadura e Corte em Atmosferas Potencialmente Explosivas

Anexo VI – Autorização de Entrada em Atmosferas Potencialmente Explosivas

Anexo I

Glossário

Área não perigosa – uma área em que não é provável a formação de atmosferas explosivas em concentrações que exijam a adoção de medidas preventivas especiais.

Área perigosa – uma área na qual se pode formar uma atmosfera explosiva em concentrações que exijam a adoção de medidas de prevenção especiais a fim de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores abrangidos;

Atmosfera explosiva – uma mistura com o ar, em condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis, sob a forma de gases, vapores, névoas ou poeiras, na qual, após a ignição, a combustão se propaga a toda a mistura não queimada;

Classe de temperatura – classificação dos equipamentos, sistemas de proteção ou componentes para atmosferas explosivas com base na sua temperatura máxima de superfície. Por analogia, os gases são classificados de acordo com as respetivas temperaturas de ignição;

Deflagração – É o fenómeno de explosão que se propaga com velocidade de chama subsónica;

Densidade Relativa (ar = 1) – Densidade de um gás ou vapor relativamente à densidade do ar ($d=1$) à mesma pressão e temperatura. Dá-nos informação e base para cálculos de ventilação, extensão, etc;

Detonação – É o fenómeno de explosão que se propaga com velocidade de chama supersónica e caracterizada por uma onda de choque;

Energia Mínima de Ignição EMI (Gás ou Nuvem de Poeira) – É a energia mínima que pode inflamar uma mistura explosiva de gás ou vapor com o ar ou uma nuvem de poeira;

Explosão – Oxidação abrupta ou reação de decomposição que produz uma subida da temperatura, pressão ou ambas simultaneamente;

Grupo de explosão - Em função da respetiva folga máxima de segurança (capacidade de propagação da chama de uma explosão através de intervalo de comprimento predefinido, determinada num aparelho de teste) e energia de ignição mínima (energia elétrica suficiente para produzir ignição num aparelho de teste), os gases e vapores são classificados em três grupos (IIA, IIB, IIC, sendo o IIC o grupo com a menor folga máxima de segurança).

LIE, LSE – Pode ocorrer uma explosão quando a concentração da substância inflamável suficientemente dispersa no ar ultrapassa um valor mínimo (LIE - Limite Inferior de Explosão). Não ocorrerá uma explosão quando a concentração de gás ou vapor exceder um valor máximo (LSE - Limite Superior de Explosão).

Os limites de explosão alteram-se em condições não atmosféricas. Em geral, a gama de concentrações entre os limites de explosão aumenta com a subida da pressão e da temperatura da mistura. Só se pode formar uma atmosfera explosiva sobre um líquido inflamável se a temperatura da superfície do líquido ultrapassar um valor mínimo. Os valores tabelados normalmente apresentam tolerâncias pelo que será preferível incorporar uma margem de tolerância de aproximadamente $\pm 10\%$. Os valores servem de base para análise da probabilidade para atmosferas explosivas, cálculo da ventilação e sistema de medição de gás.

N.º EINECS – Inventário europeu das substâncias químicas existentes no mercado. Este inventário contém a lista definitiva de todas as substâncias que se supõe existirem no mercado comunitário em 18 de setembro de 1981.

Ponto de Inflamação – Temperatura mínima à qual, sob condições de teste específicas, um líquido liberta gás ou vapor inflamável em quantidade suficiente para se incendiar instantaneamente sob a ação de uma fonte de ignição efetiva.

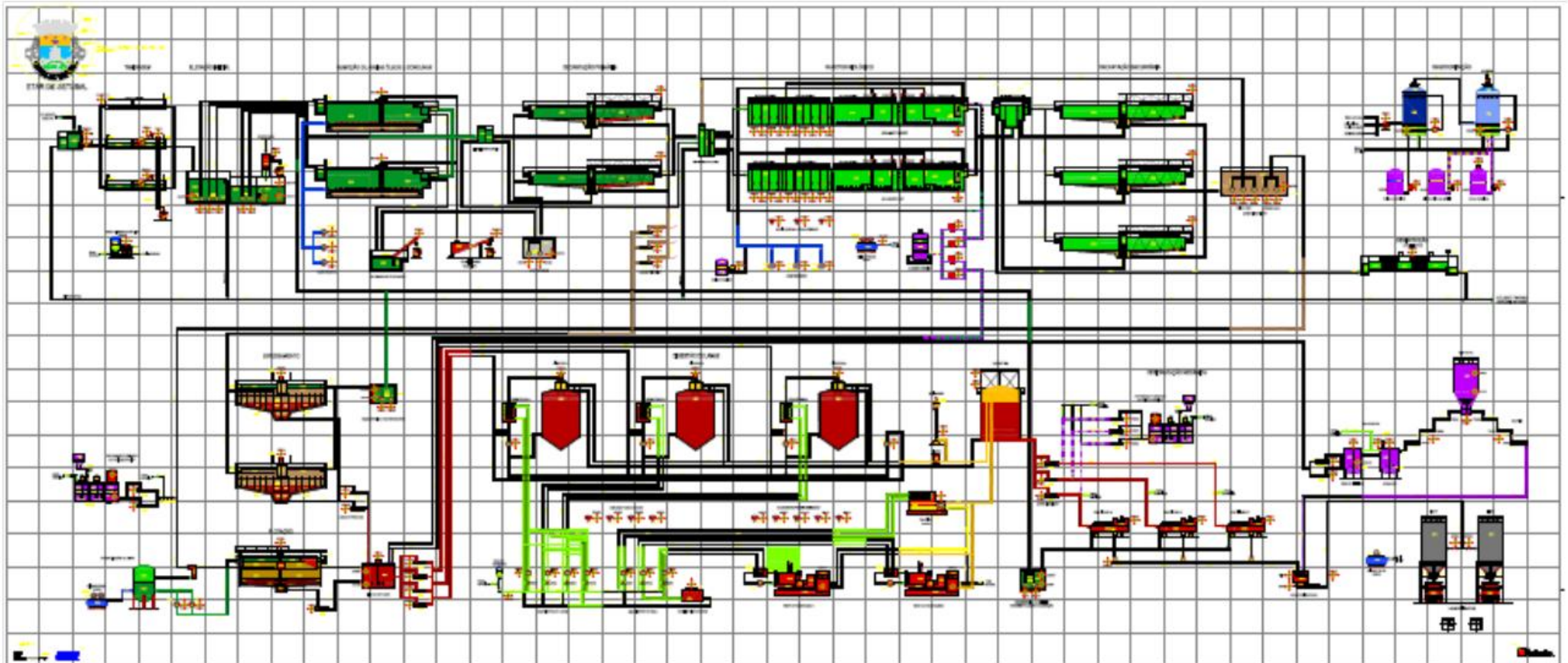
Temperatura de Auto- ignição - É a temperatura mínima a qual um gás inflamável ou uma mistura entram em ignição sem uma faísca ou chama. A temperatura de autoignição também pode modificar-se com a presença de substâncias catalíticas.

Temperatura Crítica - É a temperatura acima da qual não é possível condensar-se em vapor, por maior que seja a pressão aplicada.

Temperatura de Ebulição - É a temperatura em que um líquido se converte rapidamente em vapor, considerando normalmente a pressão de uma atmosfera.

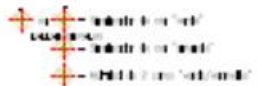
Anexo II

Plano Sinóptico da ETAR de Setúbal



- Línea de fuerza
 - Línea de control
 - Línea de señal
 - Línea de tierra

- Línea de fuerza
 - Línea de control
 - Línea de señal
 - Línea de tierra



SEÑAL	
SISTEMA DE TRATAMIENTO Y SISTEMA FINAL PAS AGUAS RESIDUALES DE SETIBAL	
PROYECTO EJECUCIÓN INSTALACIONES ELÉCTRICAS ESTACIÓN TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES	

Anexo III

Mapeamento Zonas ATEX na ETAR

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – **Obra de Entrada**

Figura 2 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – **Recirculação de Lamas**

Figura 3 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – **Espessamento Gravítico das Lamas Primárias**

Figura 4 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – **Mistura de Lamas Espessadas e Flotadas**

Figura 5 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – **Digestão Anaeróbia**

Figura 6 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – **Gasómetro**

Figura 7 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – **Cogeração e Caldeira**

Figura 8 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – **Queimador**

Nota: *A área e localização das zonas demarcadas nas figuras é apenas demonstrativa e exemplificativa do local de implantação, sendo a área e local exatos da classificação referida, os definidos no ponto 5.1.2..*

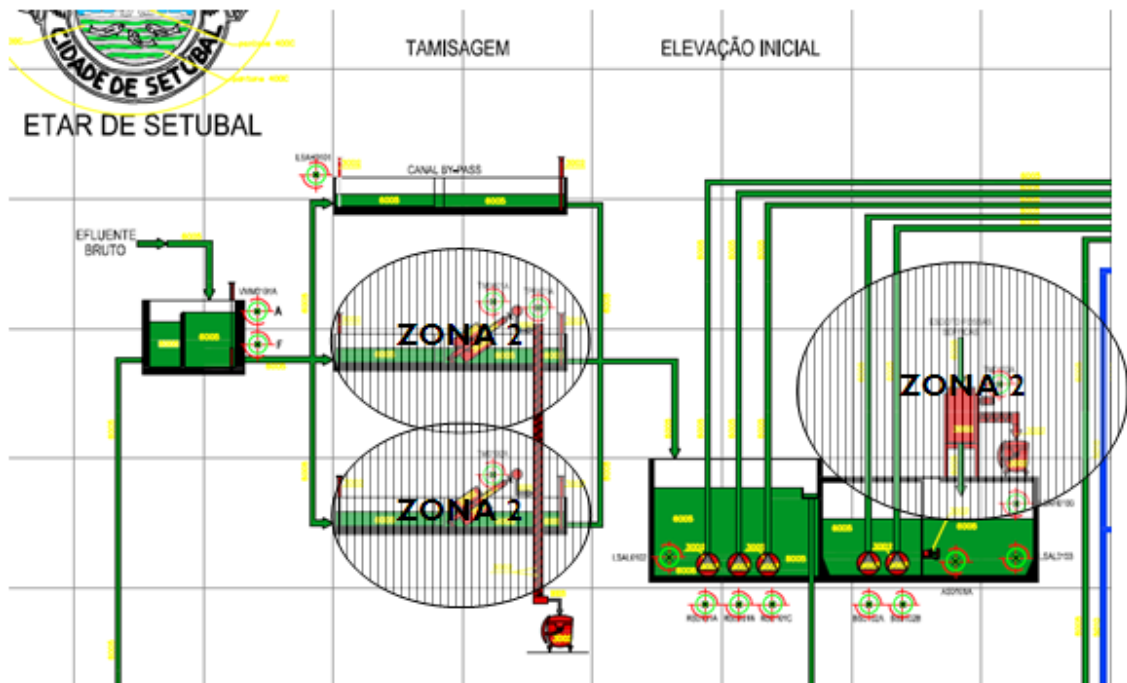


Figura 1 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – Obra de Entrada

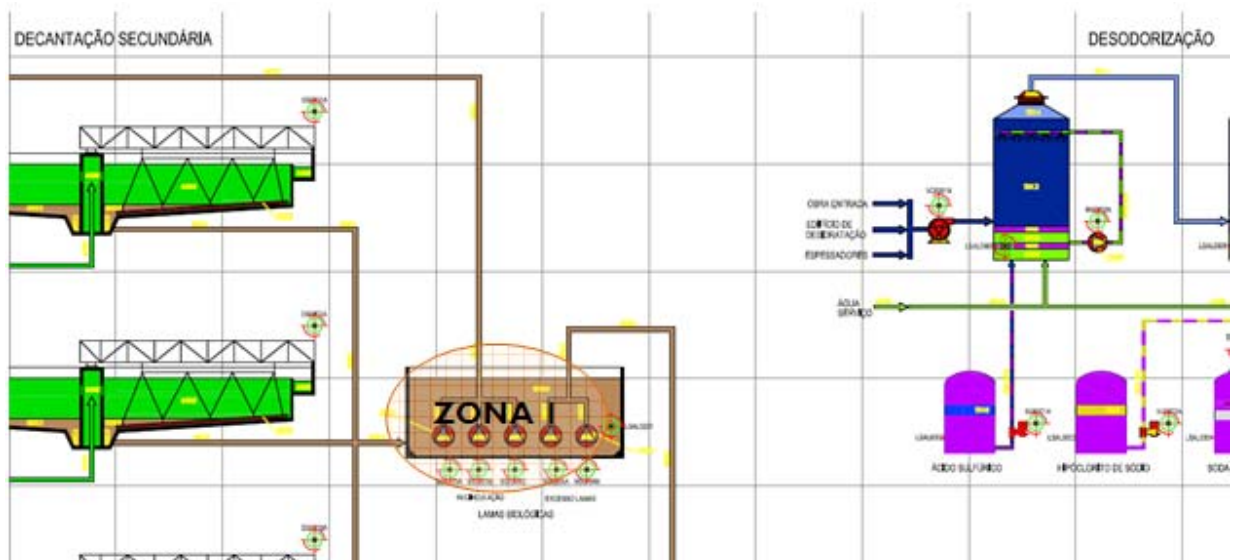


Figura 2 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – Recirculação de Lamas

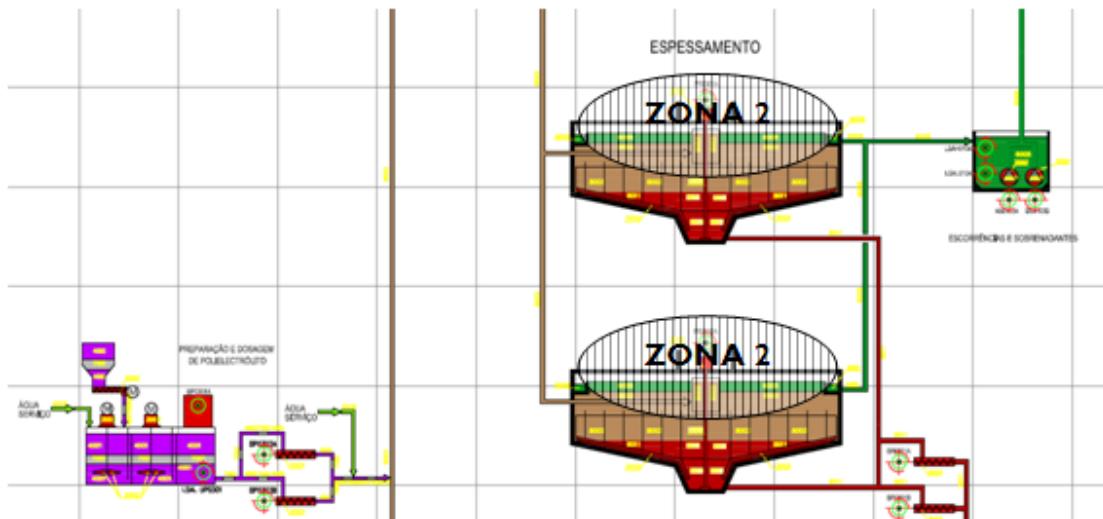


Figura 3 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – Espessamento Gravitico das Lamas Primárias

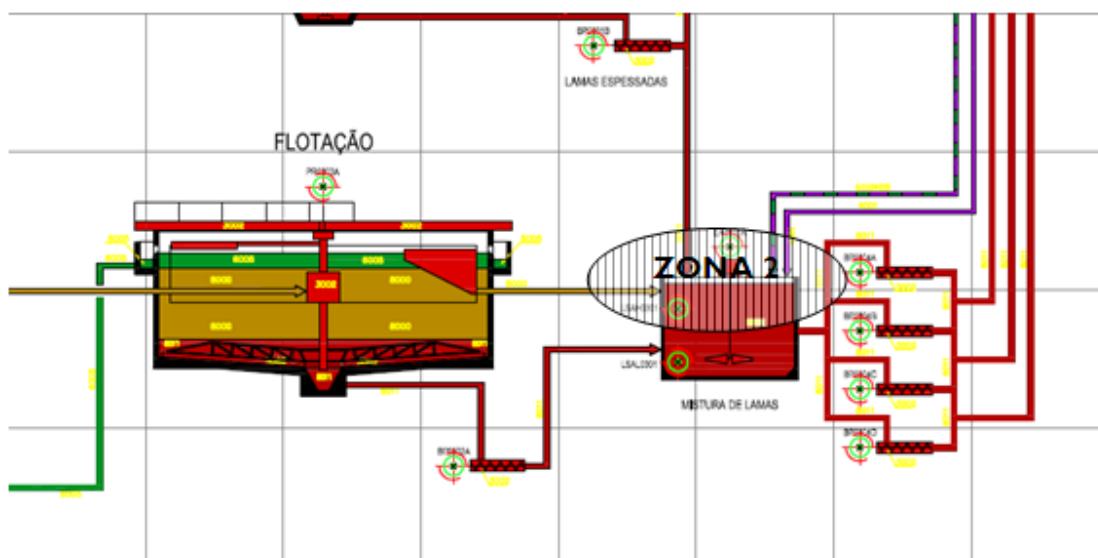


Figura 4 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – Mistura de Lamas Espessadas e Flotadas

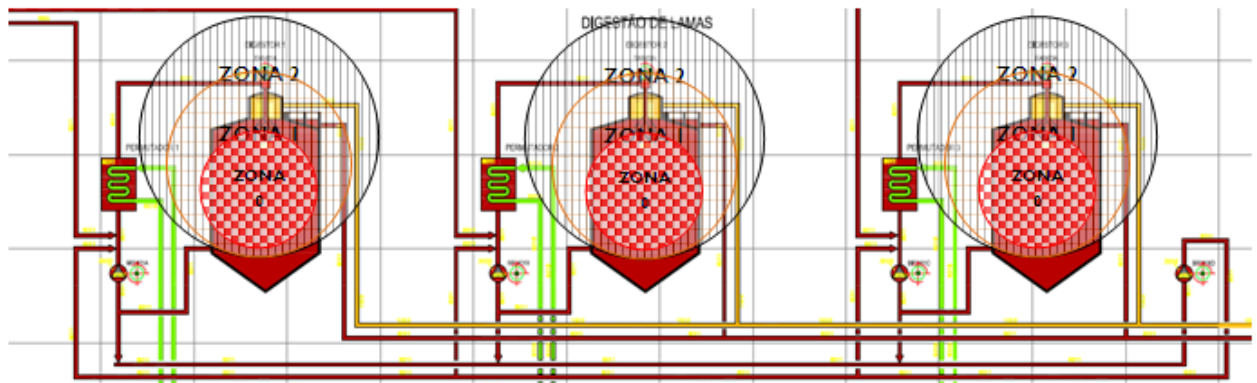


Figura 5 – Extrato do plano sinótico da ETAR de Setúbal – Digestão Anaeróbia

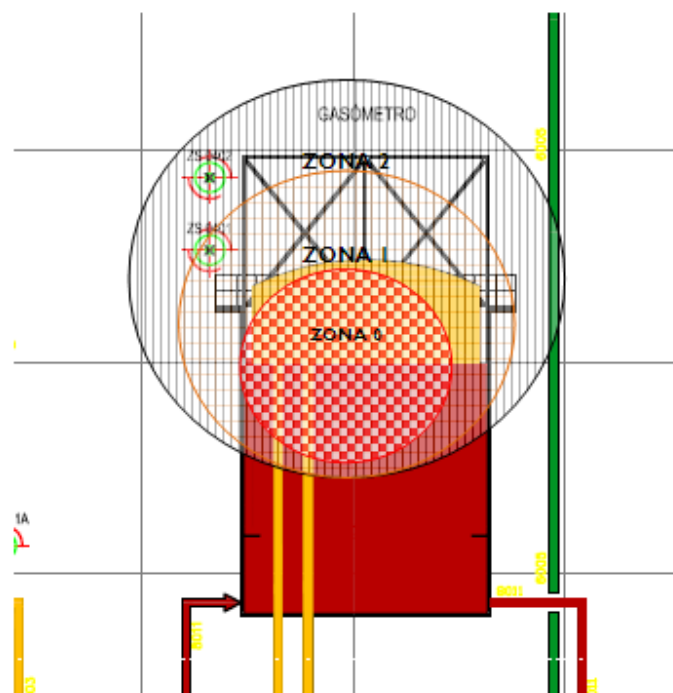


Figura 6 – Extrato do plano sinótico da ETAR de Setúbal – Gasómetro

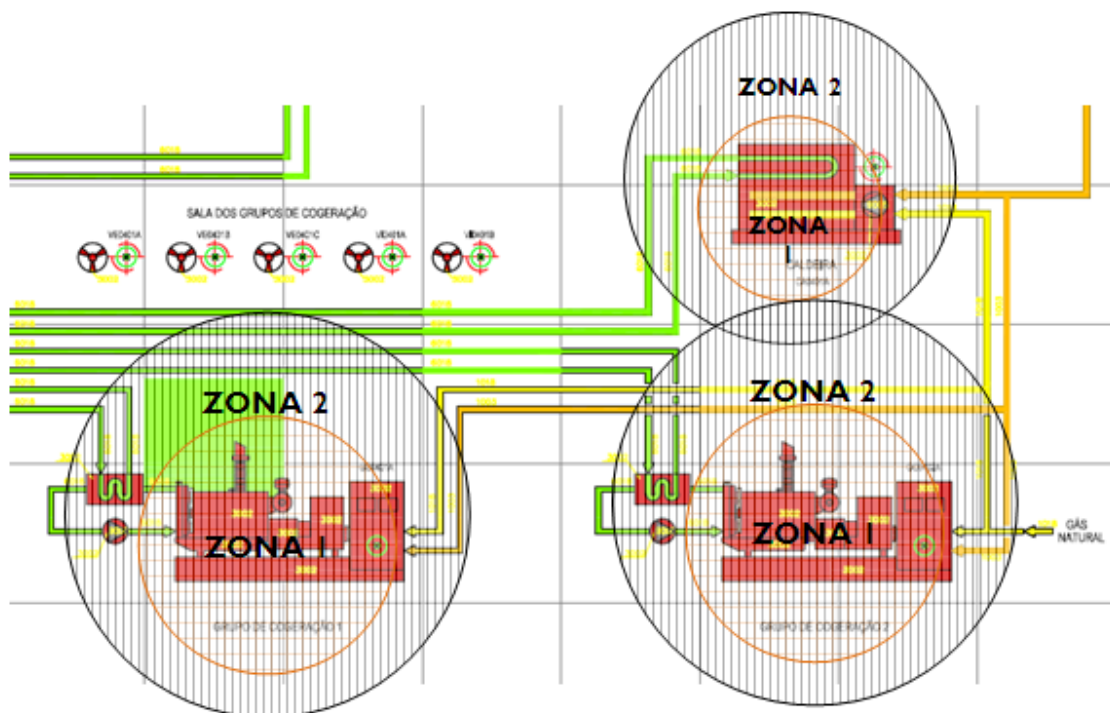


Figura 7 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – Cogeração e Caldeira

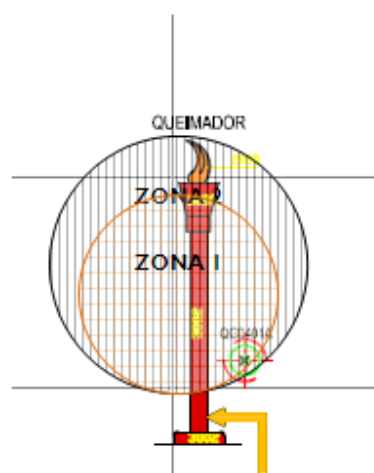


Figura 8 – Extrato do plano sinóptico da ETAR de Setúbal – Queimador

Anexo IV

Manual de Proteção contra Explosões

na

ETAR



MANUAL DE PROTEÇÃO CONTRA EXPLOSÕES

ETAR DE SETÚBAL

MAIO 2013

Revisão 00

Índice

Lista de Anexos.....	
Introdução.....	
I – Objetivos	
II. Aplicação.....	
III – Limites de Aplicação.....	
IV – Legislação, Regulamentos e Normas Aplicáveis.....	
V – A Empresa.....	
1. Âmbito de aplicação	
2. Descrição do Processo da Etar.....	
VI – Definições Gerais.....	
1. Glossário.....	
2. Classificação de Áreas Perigosas	
3. Fontes de Ignição.....	
4. Classe de Temperatura.....	
5. Seleção de Equipamentos.....	
1. Classificação de Equipamentos.....	
2. Classificação de Substâncias Inflamáveis.....	
3. Marcação de Equipamento	
4. Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis	
6. Metodologia de Análise e Avaliação de Riscos.....	
1. Avaliação Preventiva dos Riscos de Explosão.....	
2. Avaliação Quantitativa dos Riscos de Explosão	
VII – Identificação e Avaliação dos Riscos de Explosão na ETAR.....	
I. Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis na ETAR.....	

2.	Avaliação Preventiva dos Riscos de Explosão.....
1.	Resumo da Classificação Preventiva das Zonas Perigosas
2.	Resumo das Fontes de Ignição nas Zonas Perigosas
3.	Avaliação Quantitativa dos Riscos de Explosão.....
1.	Perfil de Risco de Danos Pessoais
2.	Perfil de Risco de Danos Materiais.....
4.	Tolerâncias da Classificação de Áreas.....
5.	Medidas de Proteção Contra Explosões.....
1.	Medidas de Proteção já Implementadas
2.	Medidas de Proteção a Implementar
VIII –	Coordenação das Medidas de Proteção Contra Explosões.....

LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Lista de Telefones de Emergência e Organismos de Apoio

Anexo II – Plano Sinóptico da ETAR de Setúbal

Anexo III – Mapeamento Zonas ATEX na ETAR

Anexo IV – Instrução de Trabalho – Soldadura e Corte em Atmosferas Potencialmente Explosivas

Anexo V – Instrução de Trabalho – Operações de Limpeza em Atmosferas Potencialmente Explosivas

Anexo VI – Instrução de Trabalho – Utilização dos Equipamentos de Trabalho em Atmosferas Potencialmente Explosivas

Anexo VII – Autorização de Entrada em Atmosferas Potencialmente Explosivas

Anexo VIII – Modelo de modelo de ficha de informação prévia a preencher pelos prestadores de serviços para o Coordenador

Anexo IX – Lista de Verificação – Medidas de Coordenação

Anexo X – Lista de Verificação – Tarefas de Coordenação

INTRODUÇÃO

A proteção contra explosões reveste-se de particular importância no âmbito da segurança, visto que as explosões colocam em perigo a vida e a saúde dos trabalhadores devido aos efeitos incontrolados das chamas e das pressões, sob a forma de radiação térmica, chamas, ondas de pressão e projeção de destroços, bem como em virtude da presença de produtos de reação nocivos e do consumo do oxigénio do ar indispensável à respiração dos trabalhadores.

O Decreto-Lei n° 236/2003 de 30 de setembro, relativo às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de exposição a riscos derivados de atmosferas explosivas no local de trabalho, estabelece logo no seu preâmbulo que o empregador deve compilar, atualizar e divulgar o conjunto das medidas de prevenção através de um **Manual de Proteção Contra Explosões (MPCE)** que identifique as situações de perigo, avalie os riscos correspondentes e indique as medidas de prevenção específicas a tomar para proteger a vida e a saúde dos trabalhadores.

É no sentido de dar resposta a esta exigência que se desenvolve o presente documento.

O Manual de Proteção Contra Explosões será revisto sempre que se efetuarem modificações, ampliações ou transformações importantes no local de trabalho, nos equipamentos ou na organização do trabalho.

I – OBJETIVOS

O Manual de Proteção Contra Explosões permite fornecer um conjunto de diretrizes e informações que visam a adoção de procedimentos lógicos, técnicos e administrativos, estruturados de forma a dar uma resposta eficiente no que diz respeito à prevenção de atmosferas explosivas no local de trabalho.

Assim, o Manual de Proteção Contra Explosões constitui um instrumento que pretende dar cumprimento aos seguintes objetivos:

- a. Estabelecer uma estratégia coerente de prevenção de explosões;
- b. Estabelecer medidas específicas de proteção da segurança e saúde dos trabalhadores expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas;
- c. Garantir que o ambiente de trabalho seja seguro e que durante a presença dos trabalhadores seja efetuada uma supervisão adequada, de acordo com a avaliação de riscos;
- d. Adotar as medidas e modalidades de coordenação necessárias, caso estejam presentes trabalhadores de diversas empresas no mesmo local de trabalho.

II. APLICAÇÃO

A análise e classificação dos riscos de explosão visa preencher os requisitos mínimos estabelecidos no Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 de setembro, que transpõe para o Direito Nacional a Diretiva 1999/92/CE relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria e a proteção da segurança e saúde dos trabalhadores suscetíveis de exposição a riscos derivados de atmosferas potencialmente explosivas.

O resultado deste trabalho deverá ser a base para procedimentos de trabalho, ações de proteção, escolha de equipamento, manutenção, sinalização de aviso e regras de segurança nas operações em questão para a segurança e saúde dos trabalhadores.

Na análise de risco, consideram-se os riscos associados à perda de capital tais como interrupções de produção, perdas de património, de lucro etc.

A classificação de áreas perigosas e análise do risco de explosão constituem uma parte do trabalho sistemático para melhoria da segurança e saúde dos trabalhadores tal como é requerido na Diretiva 89/391/CE. Por esta razão, para que se possa estabelecer uma estratégia coerente de prevenção de explosões, torna-se necessário adotar medidas técnicas e organizacionais no local de trabalho. A Diretiva 89/391/CE exige que o empregador adote as disposições necessárias à defesa da segurança e da saúde dos trabalhadores, designadamente medidas de prevenção dos riscos profissionais, de informação e de formação, devendo prever para o efeito as devidas disposições de organização e os meios necessários.

III – LIMITES DE APLICAÇÃO

A classificação de áreas e análise de riscos apresentados para esta ETAR, apenas teve em consideração os riscos de explosão definidos no Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 de setembro, tal como a exclusões aí descritas, **não sendo aplicável especificamente:**

- Às áreas utilizadas diretamente no/e durante o tratamento médico de doentes;
- À utilização de aparelhos de gás, nos termos do Decreto-Lei n.º 130/92, de 6 de julho;
- Ao fabrico, manipulação, utilização, armazenagem e transporte de substâncias quimicamente instáveis;

IV – LEGISLAÇÃO, REGULAMENTOS E NORMAS APLICÁVEIS

- Portaria n.º 762/2002 de 1 de julho – Regulamento de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho na Exploração dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais
- Lei n.º 102/2009, 10 de setembro - Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho
- Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 de setembro – Transp. para o Direito Nacional da Diretiva 1999/92/CE
- Decreto-Lei n.º 112/96 de 5 de agosto - Transposição para o Direito Nacional da Diretiva 94/9/CE.
- Portaria n.º 341/97 de 21 de maio – regulamenta o art.º 4º do Decreto-Lei n.º 112/96 de 5 de agosto
- Diretiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho
- Diretiva 94/9/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de março de 1994, relativa à aproximação das legislações dos Estados-membros sobre aparelhos e sistemas de proteção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas
- Diretiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de dezembro de 1999 relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas (15.ª diretiva especial, na aceção do n.º 1 do artigo 16.º da Diretiva 89/391/CEE
- EUROPEIA, Comissão, *Guia de boas práticas não vinculativo para a aplicação da Diretiva 1999/92/CE relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas*
- HINDS, Cooper Crouse, *Principles of Explosion Protection* [em linha], Houston, 2012, [Consult. 21 Nov. 2012]. Disponível na internet: <URL: <http://www.coopercrouse-hinds.eu>>
- NFPA 820 - Standard for fire protection in wastewater treatment and collection facilities
- EN 13237 - Atmosferas potencialmente explosivas. Termos e definições para equipamentos e sistemas de proteção para uso em atmosferas potencialmente explosivas.
- EN 1127-1 – Atm. explosivas, prevenção de explosões e proteção. Conceitos básicos e metodologia.
- EN 60079-0 - Material Elétrico para atmosferas explosivas - Parte 0 - Regras Gerais.
- EN 60079-10 – Atmosferas Explosivas – Parte 10 – Classificação de locais perigosos – Classificação das áreas perigosas

Fichas de Dados de Segurança:

- RIVAZ QUÍMICA, S.A.–RIFLOC 76–Floculante Copolímero acrilamida catiónico, Rev.02, FDS N.º1067, 2011
- RIVAZ QUÍMICA, S.A. – CAL VIVA MICRONIZADA, Revisão 01, FDS N.º 1208, 2009
- RIVAZ QUÍMICA, S.A. – RIFER 40% - Tricloreto de Ferro, Revisão 03, FDS N.º 1045, 2011

V – A EMPRESA

Luságua Serviços Ambientais, S.A.

Av. Marechal Gomes da Costa, 33, 1º A

1800-255 LISBOA

A Luságua – Serviços Ambientais, S.A. tem na sua estrutura unidades orgânicas, denominadas Centros de Exploração (CE), e Laboratórios, com Contratos de Prestação de Serviços associados, e organograma definido.

1. Âmbito de aplicação

Este MPCE é aplicável à ETAR de Setúbal, situada na Quinta da Cachofarra, freguesia de S. Sebastião em Setúbal, no CE Sul.

A ETAR de Setúbal pertence à empresa Águas do Sado, concessionária dos sistemas de abastecimento de água e de saneamento do concelho de Setúbal, que tem como principal acionista o Grupo Aquapor (60%), que detém 100% da LUSÁGUA.

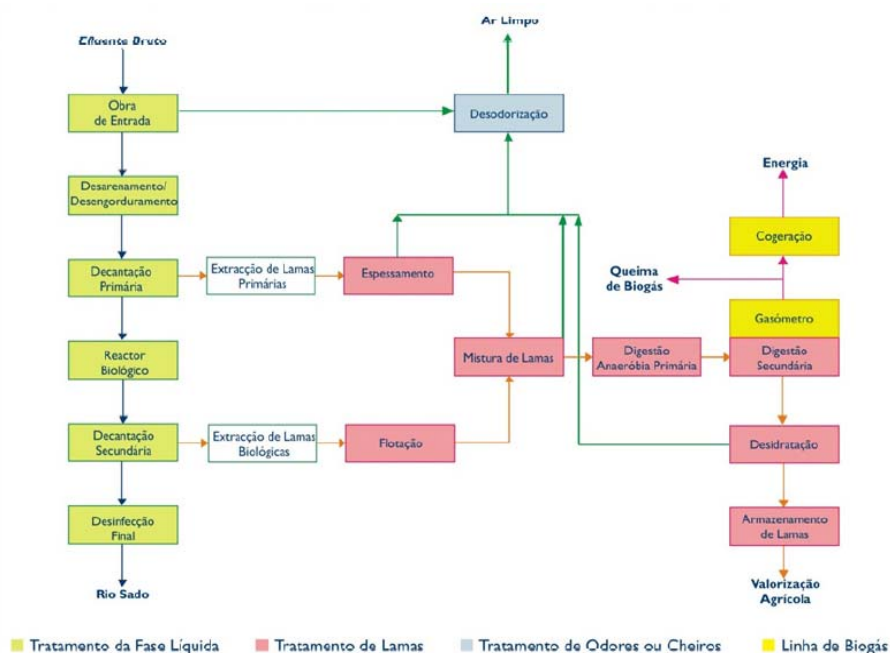
2. Descrição do Processo da Etar

A ETAR de Setúbal é o local onde é tratada a água doméstica e industrial depois de utilizada, vulgarmente denominada esgoto ou água residual.

A água residual contém substâncias contaminantes, nomeadamente: sólidos suspensos, matérias orgânicas biodegradáveis, micro-organismos patogénicos, nutrientes inorgânicos dissolvidos, metais pesados, poluentes prioritários, produtos orgânicos refratários, etc. A ETAR é a infraestrutura destinada ao tratamento desse esgoto/água residual através de tratamentos que removem as substâncias contaminantes, os poluentes, antes de serem devolvidas ao meio ambiente nas melhores condições e de acordo com as exigências legais.

Na ETAR, as águas residuais são submetidas a processos de tratamento para a remoção dos sólidos em suspensão de natureza orgânica, a desinfecção e remoção das bactérias, dos nutrientes em excesso e de compostos tóxicos, tornando-as mais limpas.

O processo de tratamento de águas residuais da ETAR de Setúbal é constituído por três fases de tratamento e uma linha de produção de biogás, conforme descrito no esquema que se apresenta de seguida.



**Figura I – Processo de Tratamento da ETAR de Setúbal
(Fonte: Águas do Sado)**




A fase líquida de tratamento das águas residuais segue uma sequência de operações de natureza física e de processos químicos e biológicos que permitem remover as substâncias contaminantes que existem nas águas residuais. As águas residuais tratadas, podem ser conduzidas para o destino final (meio ambiente) ou para reutilização em usos urbanos não potáveis e de carácter restrito. Os resíduos – tratamento de lamas, são sujeitos a tratamento e posteriormente transferidas para um destino final adequado, nomeadamente para valorização agrícola.



Deste processo de tratamento resultam também alguns gases, uns com potencial energético, como o biogás, que é utilizado para produzir energia elétrica e outros com odores desagradáveis, que são confinados e tratados antes de serem emitidos para a atmosfera – tratamento de odores ou cheiros.



A avaliação da eficiência dos processos de tratamento é assegurada por programas de controlo analítico, no laboratório de águas residuais da ETAR de Setúbal e no Laboratório da LUSÁGUA.





Para aproveitamento do potencial energético do biogás produzido como resultado do tratamento de lamas, existe um sistema de cogeração na ETAR, o qual permite transformar o biogás em energia térmica e elétrica. A energia elétrica produzida é utilizada para consumo interno, nomeadamente para o acionamento dos equipamentos existentes na ETAR, e a energia térmica para aquecimento das lamas de forma a manter a temperatura de digestão num valor ideal para promover a ação dos microrganismos para a estabilização/digestão das lamas.




Mais esquematicamente, o processo de tratamento de águas residuais da ETAR de Setúbal é o que se apresenta na tabela seguinte:





	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos
Tratamento da Fase Líquida	 	<p>Tratamento preliminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gradagem grossa • gradagem fina por tamisagem • pré-tratamento dos efluentes de fossas sépticas • elevação do efluente tamisado • remoção de areias, óleos e gorduras • medição de caudal 	<p>Remoção dos sólidos de maiores dimensões, os flutuantes e o material granular inerte sedimentável à entrada da ETAR</p>	<p>A gradagem grossa é efetuada por grelhas manuais, a gradagem fina é efetuada por tamisadores, a elevação do efluente é feita por grupos eletrobomba para elevação e a remoção de areias, óleos e gorduras é feita pelo desarenador/desengordurador arejados por difusão de ar.</p>
		<p>Tratamento primário:</p> <ul style="list-style-type: none"> • decantação primária, com remoção de lamas e escumas • elevação de lamas e escumas 	<p>Tratamento primário das lamas primárias, constituídas pelos sólidos de menor dimensão sedimentados do pré-tratamento. As lamas primárias produzidas na decantação primária são posteriormente elevadas para os espessadores.</p>	<p>Os decantadores estão equipados com pontes raspadoras que transportam as lamas primárias do fundo do decantador para a fossa central, e removem as escumas à superfície.</p>


	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos
Tratamento da Fase Líquida		<p>Tratamento biológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> oxidação biológica por lamas ativadas de média carga, com nitrificação/desnitrificação e precipitação do fósforo 	<p>Os tratamentos biológicos utilizados no tratamento das águas, têm como função a recuperação dos fenómenos naturais, sendo possíveis duas vias de despoluição dos efluentes: aeróbia, se o oxigénio está associado às reações e anaeróbia, se as reações se efetuam na ausência do oxigénio.</p> <p>As células anaeróbias funcionam com seletor, limitando o crescimento das bactérias filamentosas, que contribuem para a má sedimentabilidade das lamas, e proporcionam o crescimento e desenvolvimento das bactérias acumuladoras de fósforo. Nas células anóxicas é efetuada a remoção de nitratos (denitrificação) resultantes da oxidação dos compostos amoniacais (nitrificação), que tem lugar nas células aeróbias, em simultâneo com a oxidação da matéria carbonácea.</p>	<p>Na ETAR de Setúbal os processos biológicos da remoção de matéria carbonácea, dos compostos azotados e do fósforo, são realizados num reator de biomassa dispersa (lamas ativadas de média carga) constituído por dois tanques em paralelo (duas linhas de tratamento), cada um deles compreendendo, sequencialmente, duas células anaeróbias, duas células anóxicas e duas células anaeróbias.</p> <p>A disposição das células em série permite assegurar elevadas taxas de remoção de matéria orgânica e nutrientes, otimizar os consumos de oxigénio, contribuindo, ainda, para uma melhor sedimentabilidade das lamas. É ainda injetado no reator biológico, nas células anaeróbias, cloreto férrico que atua como precipitante do fósforo e das partículas coloidais e em suspensão (coprecipitação).</p>
		<ul style="list-style-type: none"> decantação secundária 		<p>Na ETAR de Setúbal existem três decantadores secundários circulares que fazem parte integrante do sistema de tratamento biológico e tem como objetivo permitir a separação dos sólidos em suspensão</p>

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos
Tratamento da Fase Líquida		<ul style="list-style-type: none"> • recirculação de lamas 	<p>Durante o movimento de rotação das pontes raspadoras dos decantadores, vai havendo sucção de lamas secundárias depositadas no fundo que serão posteriormente enviadas para a estação elevatória de lamas em excesso/recirculação de lamas biológicas.</p> <p>A recirculação interna do efluente (recirculação de nitratos) é efetuada a partir das últimas células aeróbias para as primeiras células anóxicas de cada linha de tratamento.</p> <p>A recirculação de lamas é essencial por forma a manter a relação F/M (Food/ Microorganism Ratio) desejada no tanque de arejamento e é efetuada a partir do decantador secundário.</p>	<p>(biomassa bacteriana), possibilitando o controlo da idade das lamas, independentemente do tempo de retenção hidráulico, garantindo a qualidade final do efluente.</p>
		<p>Tratamento de afinação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • desinfeção por UV <p>Na ETAR de Setúbal a solução existente é um único canal com um sistema de desinfeção por radiação UV.</p>	<p>A desinfeção é conseguida pela exposição dos microrganismos presentes no efluente tratado à radiação emitida por lâmpadas ultravioleta, permitindo a inativação/destruição dos microrganismos patogénicos ainda aí existentes.</p>	<p>Um canal com 2 bancos, de 4 módulos cada e 16 lâmpadas por módulo, com a potência unitária de 125 W, totalizando uma potência total de 40 kW.</p>

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos
Tratamento de Lamas		Espessamento gravítico das lammas primárias	O espessamento das lammas primárias é efetuado graviticamente nos espessadores.	O espessamento de lammas primárias é efetuado em dois espessadores gravíticos cobertos, de secção circular.
		Espessamento por flotação das lammas biológicas em excesso	O espessamento das lammas biológicas é efetuado por flotação, através da injeção de ar dissolvido. As microbolhas libertadas do efluente pressurizado arrastam as partículas sólidas para a superfície, onde são removidas através de um sistema de raspagem superficial.	O espessamento das lammas biológicas em excesso é efetuado por flotação com ar dissolvido no flotador de secção circular.
		Mistura de lammas espessadas e flotadas	Da mistura das lammas primárias espessadas e das lammas biológicas flotadas, resulta as denominadas lammas mistas.	As lammas flotadas são descarregadas diretamente para o tanque de mistura, onde é efetuada a mistura de lammas primárias e biológicas espessadas.
		Digestão anaeróbia em dois estágios, com aproveitamento energético do biogás produzido (cogeração)	As lammas mistas são enviadas para os digestores primários, onde sofrem um processo de digestão na ausência de oxigénio, que consiste na degradação da matéria volátil, durante 22 dias aproximadamente, resultando a produção de biogás.	Os 3 digestores primários funcionam a temperatura constante de cerca de 35°C, sendo o seu aquecimento efetuado através de água quente, produzida na caldeira ou por aproveitamento da água do circuito de arrefecimento dos grupos de cogeração.

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos
Tratamento de Lamas			O digestor secundário, com gasómetro metálico acoplado, completa a estabilização das lamas e a separação entre o biogás e as lamas e destina-se ainda ao armazenamento das lamas digeridas.	Com a cogeração em funcionamento, os digestores são aquecidos com o calor em excesso dos motores de gás. Caso estes estejam fora de serviço, recorre-se ao aquecimento através da caldeira.
	 	Desidratação mecânica em centrífugas	<p>As lamas digeridas são posteriormente submetidas a processo de centrifugação para desidratação, otimizada pela adição de um reagente, com vista a diminuir o teor de água contido nas lamas. A parte líquida deste processo (escorrências) é enviada para o início da ETAR e reintegra o tratamento em conjunto com os restantes efluentes.</p> <p>As lamas desidratadas são armazenadas nos silos de lamas e posteriormente enviadas para valorização agrícola.</p>	<p>A desidratação das lamas digeridas é assegurada por 3 centrífugas.</p> <p>As lamas desidratadas são recolhidas através de parafuso transportador e conduzidas ao misturador de lamas com cal.</p> <p>A estabilização química das lamas é efetuada por intermédio de cal viva, adicionada às lamas desidratadas, num misturador, a partir do qual se processa a sua elevação para 2 silos metálicos de lamas.</p> <p>O silo da cal está instalado no exterior do edifício das lamas e está equipado com um doseador que permite a alimentação do sistema de preparação da suspensão de cal, a utilizar, se necessário, na correção de pH das lamas contidas nos espessadores e nos digestores primários.</p>

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos
Tratamento de Odores ou Cheiros		<p>Na ETAR de Setúbal, os locais suscetíveis de formação de odores são os seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edifício da Obra de Entrada • Espessadores • Edifício de lamas (desidratação) 	Este tratamento permite o controlo de odores quer para o exterior da instalação quer no ambiente interno dos edifícios, assegurando a qualidade do ar e um ambiente salubre para os trabalhadores.	Em funcionamento permanente, o ar recolhido dos edifícios e órgãos de tratamento da ETAR, é encaminhado através de ventilação forçada para um sistema de tratamento por lavagem química de ar, onde são eliminados os odores.
Linha de Biogás		<p>A digestão anaeróbia tem duas fases distintas: uma fase de liquefação e uma fase de gaseificação (fermentação alcalina ou metânica).</p> <p>A partir do gasómetro e após purificação, o biogás alimenta os grupos motogeradores, para a produção de energia elétrica e calorífica.</p>	Na fase de gaseificação, as bactérias estritamente anaeróbias, produzem gás metano e dióxido de carbono a partir dos ácidos voláteis formados na primeira fase. Este gás, é aproveitado para gerar energia elétrica e calor para os digestores (cogeração e caldeira).	O gás produzido na digestão, previamente filtrado e sem condensados, é conduzido e armazenado num digestor secundário, dotado de uma campânula gasométrica.
		O biogás produzido no processo de digestão serve para alimentar os grupos de cogeração os quais têm capacidade para produzir energia elétrica que será consumida na ETAR permitindo desta forma reduzir o consumo energético da rede e impacto ambiental.	Esta instalação terá a dupla função de produzir energia, a consumir na própria ETAR, e de promover o aquecimento das lamas em digestão, por troca de calor com a água de refrigeração do bloco do motor, do óleo e dos gases de escape dos grupos cogeneradores.	A instalação de cogeração compreende a instalação de dois grupos motogeradores síncronos.
		Para tratamento do biogás, a solução que se revela eficaz para o controlo do teor de ácido sulfídrico (H ₂ S) no biogás, tendo em vista a alimentação da caldeira e dos	Outro dos grandes consumos de energia na ETAR é o aquecimento das lamas no digestor que devem ser mantidas a uma temperatura constante.	Para o aquecimento da água que serve para aquecimento das lamas é utilizada uma caldeira alimentada a biogás ou a gás natural.

	Local	Descrição	Objetivo	Equipamentos
		motogeradores, consiste na insolubilização de parte		
Linha de Biogás		<p>dos sulfuretos formados durante o processo de digestão, utilizando para o efeito o cloreto férrico, a adicionar às lamas espessadas mistas, no respetivo tanque de mistura, a partir do qual se processa a alimentação dos digestores primários.</p> <p>A partir do gasómetro e após purificação, o biogás alimentará a caldeira para aquecimento dos digestores, em caso de paragem dos grupos motogeradores e nos períodos de arranque da instalação.</p>	<p>O calor presente nos gases de escape dos grupos de cogeração também é aproveitado para o aquecimento de lamas.</p> <p>Por forma a conferir ao sistema a máxima segurança, em termos da qualidade do biogás, afina-se o biogás, à saída do gasómetro, com a utilização de um filtro de condensados e 2 filtros de gás sulfídrico.</p>	
		Fixando na própria caldeira a temperatura da água quente desejada no coletor, o queimador arranca com uma ou duas chamas, ou pára.	Em situações de excesso de biogás ou de emergência, o circuito de gás alimentará a tocha ("flare"), que queimará o biogás.	O gás sobranete queima-se no queimador de gás.

VI – DEFINIÇÕES GERAIS

I. Glossário

Área não perigosa – uma área em que não é provável a formação de atmosferas explosivas em concentrações que exijam a adoção de medidas preventivas especiais.

Área perigosa – uma área na qual se pode formar uma atmosfera explosiva em concentrações que exijam a adoção de medidas de prevenção especiais a fim de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores abrangidos;

Atmosfera explosiva – uma mistura com o ar, em condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis, sob a forma de gases, vapores, névoas ou poeiras, na qual, após a ignição, a combustão se propaga a toda a mistura não queimada;

Classe de temperatura – classificação dos equipamentos, sistemas de proteção ou componentes para atmosferas explosivas com base na sua temperatura máxima de superfície. Por analogia, os gases são classificados de acordo com as respetivas temperaturas de ignição;

Deflagração – É o fenómeno de explosão que se propaga com velocidade de chama subsónica;

Densidade Relativa (ar = 1) – Densidade de um gás ou vapor relativamente à densidade do ar ($d=1$) à mesma pressão e temperatura. Dá-nos informação e base para cálculos de ventilação, extensão, etc;

Detonação – É o fenómeno de explosão que se propaga com velocidade de chama supersónica e caracterizada por uma onda de choque;

Energia Mínima de Ignição EMI (Gás ou Nuvem de Poeira) – É a energia mínima que pode inflamar uma mistura explosiva de gás ou vapor com o ar ou uma nuvem de poeira;

Explosão – Oxidação abrupta ou reação de decomposição que produz uma subida da temperatura, pressão ou ambas simultaneamente;

Grupo de explosão - Em função da respetiva folga máxima de segurança (capacidade de propagação da chama de uma explosão através de intervalo de comprimento predefinido, determinada num aparelho de teste) e energia de ignição mínima (energia elétrica suficiente para produzir ignição num aparelho de teste), os gases e vapores são classificados em três grupos (IIA, IIB, IIC, sendo o IIC o grupo com a menor folga máxima de segurança).

LIE, LSE – Pode ocorrer uma explosão quando a concentração da substância inflamável suficientemente dispersa no ar ultrapassa um valor mínimo (LIE - Limite Inferior de Explosão). Não ocorrerá uma explosão quando a concentração de gás ou vapor exceder um valor máximo (LSE - Limite Superior de Explosão).

Os limites de explosão alteram-se em condições não atmosféricas. Em geral, a gama de concentrações entre os limites de explosão aumenta com a subida da pressão e da temperatura da mistura. Só se pode formar uma atmosfera explosiva sobre um líquido inflamável se a temperatura da superfície do líquido ultrapassar um valor mínimo. Os valores tabelados normalmente apresentam tolerâncias pelo que será preferível incorporar uma

margem de tolerância de aproximadamente $\pm 10\%$. Os valores servem de base para análise da probabilidade para atmosferas explosivas, cálculo da ventilação e sistema de medição de gás.

N.º EINECS – Inventário europeu das substâncias químicas existentes no mercado. Este inventário contém a lista definitiva de todas as substâncias que se supõe existirem no mercado comunitário em 18/setembro/1981.

Ponto de Inflamação – Temperatura mínima à qual, sob condições de teste específicas, um líquido liberta gás ou vapor inflamável em quantidade suficiente para se incendiar instantaneamente sob a ação de uma fonte de ignição efetiva.

Temperatura de Auto- ignição - É a temperatura mínima a qual um gás inflamável ou uma mistura entram em ignição sem uma faísca ou chama. A temperatura de autoignição também pode modificar-se com a presença de substâncias catalíticas.

Temperatura Crítica - É a temperatura acima da qual não é possível condensar-se em vapor, por maior que seja a pressão aplicada.

Temperatura de Ebulição - É a temperatura em que um líquido se converte rapidamente em vapor, considerando normalmente a pressão de uma atmosfera.

2. Classificação de Áreas Perigosas

A classificação de atmosferas potencialmente explosivas encontra-se adequadamente regulada na lei e normativos. Especificamente, o Decreto-Lei nº 236/2003 de 30 de setembro classifica as áreas em três zonas distintas de acordo com o seu potencial explosivo, para gases e para poeiras.

As áreas onde se podem formar atmosferas explosivas, quer por existência de gases quer por existência de poeiras, são classificadas em função da frequência e da duração das mesmas, constituindo essa classificação um critério de seleção dos equipamentos e dos sistemas que assegurem um nível de proteção adequado.

Para os gases temos:

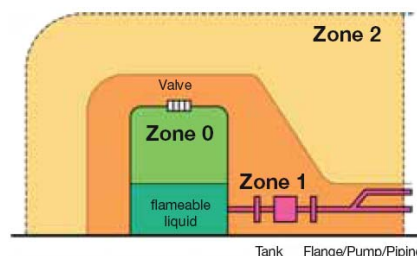


Figura 2 – Exemplo de classificação de zonas com atmosferas explosivas com gases
(Fonte: COOPER CROUSE-HINDS, Principles of explosion – Protection)

<u>Gases</u>	Quando?	O quê?
Zona 0	Permanentemente ou durante longos períodos de tempo, ou com frequência.	Uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis, sob a forma de gás, vapor ou névoa
Zona 1	É provável, em condições normais de funcionamento.	A formação ocasional de uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis, sob a forma de gás, vapor ou névoa.
Zona 2	Não é provável, em condições normais de funcionamento ou onde, caso se verifique, essa formação seja de curta duração.	A formação de uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis sob a forma de gás, vapor ou névoa.

Tabela 1 – Classificação de zonas com atmosferas explosivas com gases

(Fonte: Decreto-Lei nº 236/2003 de 30 de setembro)

E para as poeiras temos:

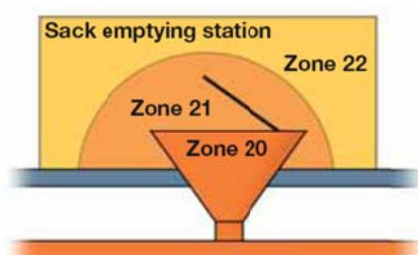


Figura 3 – Exemplo de classificação de zonas com atmosferas explosivas com poeiras

(Fonte: COOPER CROUSE-HINDS, Principles of explosion – Protection)

<u>Poeiras Combustíveis</u>	Quando?	O quê?
Zona 20	Permanentemente ou durante longos períodos de tempo, ou frequentemente.	Uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível.
Zona 21	É provável, em condições normais de funcionamento.	A formação ocasional de uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível.
Zona 22	Não é provável, em condições normais de funcionamento.	A formação de uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível ou onde, caso se verifique, essa formação seja de curta duração.

Tabela 2 – Classificação de zonas com atmosferas explosivas com poeiras

(Fonte: Decreto-Lei nº 236/2003 de 30 de setembro)

3. Fontes de Ignição

A Norma Europeia EN 1127-1 de novembro de 2007 distingue treze tipos de fontes de ignição.

- Superfícies quentes
- Faíscas geradas mecanicamente
- Eletricidade estática
- Descargas atmosféricas
- Radiação por ionização
- Ultrassons
- Reações exotérmicas, incluindo autoignição de poeiras
- Chamas e gases quentes (incluindo partículas quentes)
- Aparelhos elétricos
- Correntes elétricas de fuga, proteção contra corrosão catódica
- Ondas eletromagnéticas de frequência de rádio $10^4 - 3 \times 10^{12}$ Hz
- Ondas eletromagnéticas de $3 \times 10^{11} - 3 \times 10^{15}$ Hz
- Compressão adiabática e ondas de choque

4. Classe de Temperatura

Todo o equipamento elétrico certificado para uso em áreas com gases ou vapores está identificado com uma temperatura máxima designada por Classe de Temperatura. Esta identifica a temperatura que um equipamento elétrico pode obter em condições normais de operação. Esta temperatura pode ser a temperatura da superfície ou então a temperatura de ignição de componentes do interior do material elétrico. Quer a temperatura venha do interior ou do exterior do equipamento ela depende do conceito de proteção de um dado equipamento elétrico.

Os gases estão divididos em classes de temperatura e estas devem ser sempre inferiores à temperatura de ignição do material inflamável.

Classe de Temperatura	Temperatura Máxima Admissível do Equipamento Elétrico do Grupo II	Temperatura de Ignição (TI) de Substâncias Inflamáveis
T1	450	TI > 450
T2	300	300 < TI ≤ 450
T3	200	200 < TI ≤ 300
T4	135	135 < TI ≤ 200
T5	100	100 < TI ≤ 135
T6	85	85 < TI ≤ 100

Tabela 4 – Classe de Temperatura

(Fonte: COOPER CROUSE-HINDS, Principles of explosion – Protection)

As poeiras combustíveis apresentam duas temperaturas de inflamação diferentes: Temperatura de ignição de nuvem de poeira (TIN) e Temperatura de ignição de camada de poeira (TIC).

A temperatura máxima da superfície do equipamento não deve exceder dois terços da temperatura mínima de ignição (em °C) da mistura poeira/ar considerada.

$$T_{MAX} = 2/3 * TIN$$

T_{MAX} – Temperatura superficial máxima do equipamento (°C)

TIN – Temperatura mínima de ignição da nuvem de poeira (°C)

Para situações em que a espessura da camada de poeira é igual ou inferior a 5 mm é frequente utilizar uma margem de segurança de 75 °C entre a temperatura mínima de ignição de uma camada de poeira e a temperatura da superfície do equipamento.

$$T_{MAX} = T_{5mm} - 75°C$$

T_{5mm} – Temperatura mínima de ignição de uma camada de poeira de 5 mm (°C)

5. Seleção de Equipamentos

1. Classificação de Equipamentos

Equipamentos, componentes e sistemas de proteção e segurança destinados a serem utilizados em atmosferas potencialmente explosivas devem ser desenhados, marcados e declarados em conformidade com a Diretiva 94/9/CE.

O anterior é também válido para sistemas/dispositivos de segurança que não estejam diretamente em contacto com atmosferas potencialmente explosivas mas que sejam essenciais para o funcionamento em segurança do equipamento ou sistema de proteção ou que sejam condição para que não se forme uma atmosfera potencialmente explosiva.

A Diretiva 94/9/CE foi transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei nº 112/96 de 5 de agosto o qual foi regulamentado pela Portaria n.º 341/97 de 21 de maio. E segundo esta Portaria os equipamentos e sistemas de proteção classificam-se segundo Grupos e Categorias, como se pode visualizar pela tabela seguinte.

Grupo de Equipamento		Tipo de Equipamento	Categoria de Equipamento		Substância Inflamável
I	Equipamentos destinados a trabalhos subterrâneos em minas e às respetivas instalações de superfície suscetíveis de serem postas em perigo pelo grisu e/ou por poeiras combustíveis.	Equipamento elétrico a ser utilizado em minas suscetíveis de haver perigo devido ao grisu	MI	Compreende os aparelhos concebidos e, se necessário, equipados adicionalmente com meios de proteção especiais para poderem funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um elevado nível de proteção. Os aparelhos desta categoria devem manter-se operacionais, mesmo em caso de avaria rara do aparelho, em presença de atmosferas explosivas e caracterizam-se por possuírem meios de proteção de maneira que: – Em caso de avaria de um dos meios de proteção, haja pelo menos um segundo meio independente que assegure o nível de proteção exigido; ou – Em caso de aparecimento de dois defeitos independentes um do outro, possa ser assegurado o nível de proteção exigido.	Metano Poeira

Grupo de Equipamento		Tipo de Equipamento	Categoria de Equipamento		Substância Inflamável
			M2	<p>Compreende os aparelhos concebidos para poderem funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e baseados num elevado nível de proteção.</p> <p>Os meios de proteção relativos aos equipamentos desta categoria assegurarão o nível de proteção requerido durante o seu funcionamento normal, e mesmo em condições de funcionamento mais difíceis, nomeadamente as resultantes da utilização violenta do aparelho e de condições variáveis do ambiente.</p>	<p>Metano</p> <p>Poeira</p>
II	<p>Equipamentos destinados ao uso em outros lugares nos quais pode haver o perigo de formação de atmosferas explosivas, devidas a gases, vapores ou poeiras inflamáveis.</p>	<p>Equipamentos elétricos utilizados em locais onde existem atmosferas gasosas explosivas</p>	I G/D	<p>Compreende os equipamentos concebidos para funcionar dentro dos parâmetros operativos fixados pelo fabricante e assegurar um nível de proteção muito elevado e destinados a serem utilizados num meio ambiente em que se produza de forma constante, duradoura ou frequente atmosferas explosivas devidas a misturas de ar com gases, vapores, névoas ou poeiras em suspensão.</p> <p>Os equipamentos desta categoria devem assegurar o nível de proteção necessário, mesmo em caso de avaria rara do aparelho, sendo caracterizados por meios de proteção, de modo que:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Em caso de avaria de um dos meios de proteção, haja pelo menos um segundo meio de proteção independente que assegure o nível de proteção exigido; ou – Em caso de aparecimento de dois defeitos independentes um do outro, possa ser assegurado o nível de proteção exigido. 	<p>Gases</p> <p>Vapores</p> <p>Poeira</p>
		<p>Equipamentos elétricos utilizados em locais onde possam existir atmosferas gasosas explosivas</p>	2 G/D	<p>Compreende os equipamentos concebidos para poderem funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um elevado nível de proteção e destinam-se a ambientes em que se manifestem com certa probabilidade atmosferas explosivas devidas a gases, vapores, névoas ou poeiras em suspensão.</p> <p>Os meios de proteção relativos aos</p>	<p>Gases</p> <p>Vapores</p> <p>Poeira</p>

Grupo de Equipamento		Tipo de Equipamento	Categoria de Equipamento		Substância Inflamável
				equipamentos desta categoria asseguram o nível de proteção necessário, mesmo em caso de avarias frequentes ou defeitos de funcionamento do aparelho a ter habitualmente em conta.	
		Equipamentos elétricos a serem utilizados em locais onde é suscetível a presença de uma atmosfera explosiva na forma de poeiras.	3 G/D	Compreende os equipamentos concebidos para poderem funcionar dentro dos parâmetros operacionais estabelecidos pelo fabricante e assegurar um nível normal de proteção e destinam-se a ambientes em que as atmosferas explosivas devidas a gases, vapores, névoas ou poeiras em suspensão têm uma fraca probabilidade de se manifestar e, se tal ocorrer, subsiste apenas por um curto período de tempo. Os equipamentos desta categoria asseguram o nível de proteção necessário durante o funcionamento normal.	Gases Vapores Poeira

Tabela 5 – Grupo e Categorias de Equipamentos

(Fonte: Portaria n.º 341/97 de 21 de maio e Norma EN 60079-0 (Material Elétrico para Atmosferas Explosivas – Parte 0: Requisitos gerais) (Cit. por Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012))

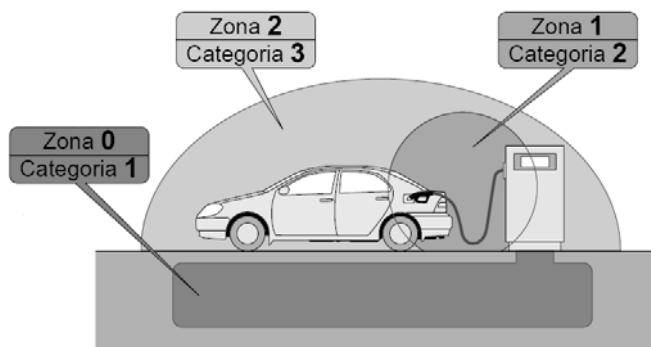


Figura 14 – Exemplo de classificação de zonas e categorias de equipamentos
(Fonte: Guia SMC para os produtos em conformidade com a Diretiva ATEX)

Quanto aos níveis de proteção podem-se referir a existência de seis níveis que variam de acordo com a sua performance de proteção, assim como, tratando-se de gases ou poeiras inflamáveis.

Grupo	Nível de proteção do equipamento	Proteção proporcionada	Performance da proteção	Condições de operação
I	Ma	Muito Alta	Dois meios independentes de proteção ou segurança mesmo quando um funcionamento deficiente ocorre independentemente do outro	O equipamento mantém-se em funcionamento quando a atmosfera explosiva está presente
	Mb	Alta	Adequado para condições normais e severas de operação	Equipamento colocado fora de serviço quando a atmosfera explosiva está presente
II	Ga	Muito Alta	Dois meios independentes de proteção ou segurança mesmo quando um funcionamento deficiente ocorre independentemente do outro	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 0, 1 e 2
	Gb	Alta	Adequado para operações normais, frequentemente ocorrem situações anómalas previamente identificadas ou não	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 1 e 2
	Gc	Normal	Adequado para operações normais	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 2
III	Da	Muito Alta	Dois meios independentes de proteção ou segurança mesmo quando um funcionamento deficiente ocorre independentemente do outro	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 20, 21 e 22
	Db	Alta	Adequado para operações normais, frequentemente ocorrem situações anómalas previamente identificadas ou não	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 21 e 22
	Dc	Normal	Adequado para operações normais	O equipamento permanece em funcionamento em zonas 22

Tabela 6 – Nível de proteção do equipamento
(Fonte: Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012)

2. Classificação de Substâncias Inflamáveis

Dentro do **grupo II**, as substâncias inflamáveis classificam-se em três subgrupos em função da Energia Mínima de Ignição (EMI) ou da Corrente Mínima de Ignição (CMI) e do Interstício Experimental Máximo de Segurança (IEMS) (Cit. por Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012).

A energia mínima de ignição define-se como sendo a energia mínima que pode inflamar uma mistura explosiva de gás ou vapor com o ar. Por sua vez, a corrente mínima de inflamação é a corrente mínima que provoca a inflamação de uma mistura explosiva.

O interstício experimental máximo de segurança é definido como sendo o interstício máximo que é capaz de impedir toda a transmissão da explosão, num equipamento de ensaio normalizado, que dispõe de uma junta de 25 mm de longitude. É uma medida da sensibilidade à inflamação por meio de gases quentes originados pela explosão da mesma mistura noutra câmara.

Assim sendo os gases podem ser classificados da seguinte forma:

Gás/Vapor	EMI (μ J)	IEMS (mm)	Índice CMI	Subgrupo de Equipamento
IIA	>250	>0,9	>0,8	IIA, IIB ou IIC
IIB	96<EMI<250	0,5<IEMS<0,9	0,45<CMI<0,8	IIB ou IIC
IIC	<96	<0,5	0,45	IIC
IIA, IIB, IIC				II

Tabela 7 – Classificação das substâncias inflamáveis em função da Energia Mínima de Ignição, da Corrente Mínima de Ignição e do Interstício Experimental Máximo de Segurança (Fonte: Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012)

Por sua vez, dentro do **grupo III**, as substâncias inflamáveis também se classificam em três subgrupos mas neste caso, em função da natureza da atmosfera explosiva sob a forma de poeira.

Subgrupo de Poeira	Natureza da poeira
IIIA	Poeiras em suspensão combustíveis
IIIB	Não condutivas
IIIC	Condutivas

Tabela 8 – Classificação das substâncias inflamáveis em função da natureza da atmosfera explosiva sob a forma de poeira

(Fonte: Crouse-Hinds, Cooper - Principles of explosion – Protection, 2012)

As poeiras em suspensão combustíveis são partículas sólidas, incluindo fibras, com dimensão nominal superior a 500 µm as quais podem estar suspensas no ar e podem assentar devido ao seu peso.

3. Marcação de Equipamento

Todos os equipamentos certificados para serem utilizados em atmosferas explosivas e, por isso, dotados de um ou vários modos de proteção, dispõem de uma marcação de acordo com o indicado nas normas nas quais se baseia a dita certificação.

A marcação deve conter de forma clara a informação do modo de proteção, a classe de temperatura, o grupo e subgrupo de atmosferas, certos parâmetros específicos do modo e siglas do organismo de certificação e o número do certificado.

Esta marcação será necessária para uma adequada instalação, manutenção e utilização do equipamento em questão.

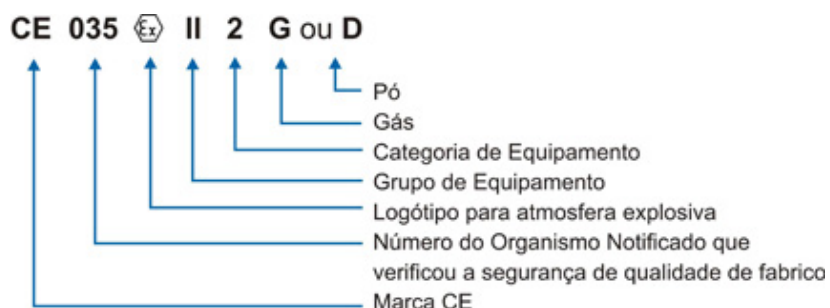


Figura 15 – Exemplo de Marcação de um equipamento para atmosferas explosivas

(Fonte: http://www.tuv.pt/trp_marcacao_ATEX_trabalho.html, [Consult. 09 jan. 2013])

O final desta marcação pode ser seguido de uma letra X ou uma letra U que indicam:

X – Indica que o material certificado está submetido a condições especiais de fabricação ou uso para uma utilização segura;

U – Indica que o material certificado é um componente. Entende-se por componente um material que não tem entidade própria como equipamento completo. O certificado de componente é um certificado parcial que servirá de base para a realização de um equipamento que dispõe de tais componentes.

4. Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis

De acordo com a Diretiva 1999/92/CE, o empregador deve proceder à análise da probabilidade de formação de atmosferas explosivas e da probabilidade e consequências de uma explosão. Por isso deve tomar medidas de caráter técnico e/ou organizativo para prevenir explosões e proteger os trabalhadores dos efeitos das mesmas.

Nesta análise, todos os materiais e substâncias combustíveis e/ou inflamáveis foram considerados como sendo materiais que podem formar atmosferas potencialmente explosivas a não ser que as suas propriedades tenha provado que em mistura com o ar são incapazes de independentemente propagar uma explosão.

6. Metodologia de Análise e Avaliação de Riscos

A avaliação de riscos é um processo imprescindível para estimar a amplitude dos riscos que não podem ser evitados, obtendo-se assim a informação necessária para se tomarem as decisões apropriadas sobre a necessidade de se adotarem medidas preventivas e/ou corretivas e sobre o tipo de medidas que devem ser adotadas.

Uma avaliação de riscos é um exame sistemático dos aspetos do trabalho, com vista a apurar o que poderá provocar danos, se é ou não possível eliminar os perigos e, em caso negativo, que medidas preventivas ou de proteção podem ser tomadas para controlar o risco.

1. Avaliação Preventiva dos Riscos de Explosão

Para avaliar os processos de trabalho e as instalações, no que respeita aos respetivos riscos de explosão, são utilizados métodos baseados numa abordagem sistemática da verificação de segurança desses locais e processos. Isto significa, que se procede de forma estruturada, em função de considerações objetivas e lógicas.

São tomadas em conta as fontes de perigo existentes suscetíveis de dar origem à formação de atmosferas explosivas perigosas, bem como a possível presença simultânea de fontes de ignição efetivas.

Para que possam ocorrer explosões com efeitos perigosos devem estar reunidas simultaneamente as quatro condições seguintes:

- * elevado grau de dispersão das substâncias inflamáveis;
- * concentração das substâncias inflamáveis no ar dentro dos respetivos limites de explosão combinados;
- * quantidades perigosas de atmosferas explosivas;
- * fontes de ignição efetivas.

Promoveu-se a implementação de um modelo com uma sucessão de questões específicas, com base em parâmetros de avaliação característicos para avaliar os processos de trabalho e cada uma das instalações da ETAR de Setúbal.

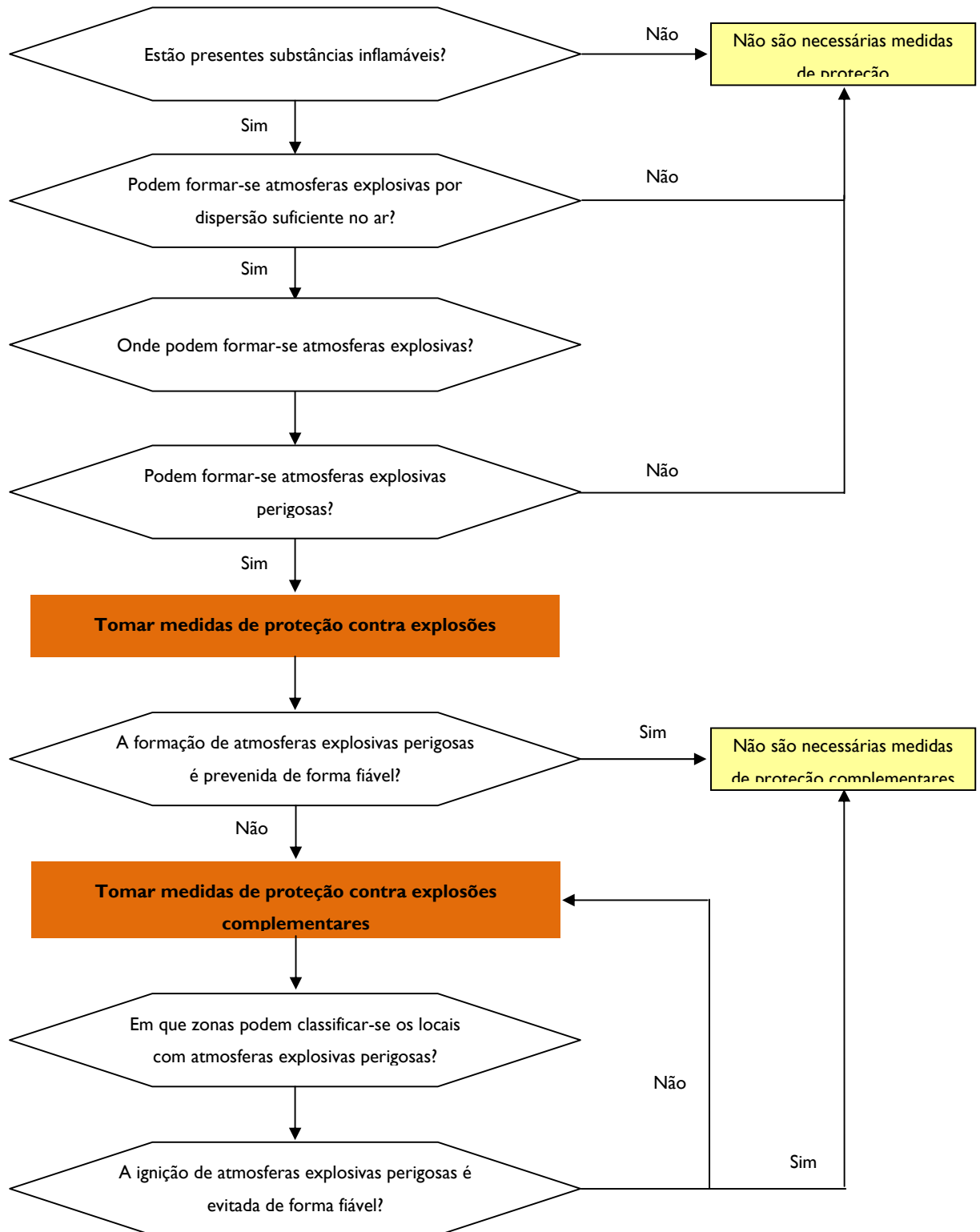


Figura 16 – Processo de avaliação com vista à identificação e prevenção de riscos de explosão
 (Fonte: Guia de boas práticas não vinculativo para a aplicação da Diretiva 1999/92/CE relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas, 2005)

Questões	O que considerar
- Estão presentes substâncias inflamáveis?	Todas as substâncias capazes de desencadear uma reação de oxidação exotérmica. Incluem-se as substâncias classificadas e rotuladas como inflamáveis, facilmente inflamáveis ou extremamente inflamáveis e as substâncias e preparações não classificadas mas que preencham os critérios de inflamabilidade ou que devam ser consideradas inflamáveis.
- Podem formar-se atmosferas explosivas por dispersão suficiente no ar?	A possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva na presença de substâncias inflamáveis depende da capacidade de ignição da mistura formada em combinação com o ar. Se for atingido o grau de dispersão necessário e se a concentração das substâncias inflamáveis no ar se situar dentro dos respetivos limites de explosão, então está presente uma atmosfera explosiva. As substâncias em estado gasoso ou de vapor apresentam já, pela sua natureza, um grau de dispersão suficiente.
- Onde podem formar-se atmosferas explosivas?	Se for suscetível de se formar uma atmosfera explosiva, deve determinar-se em que ponto do local de trabalho ou da instalação pode surgir, a fim de localizar o potencial de risco.
- Podem formar-se atmosferas explosivas perigosas?	Se em determinadas áreas for possível a formação de uma atmosfera explosiva em quantidades tais que exijam a adoção de medidas de prevenção especiais a fim de garantir a proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores afetados, essa atmosfera explosiva deve ser considerada perigosa e as áreas devem ser classificadas como áreas perigosas.
- A formação de atmosferas explosivas perigosas é prevenida de forma fiável?	Se for possível a formação de uma atmosfera explosiva perigosa, é necessário adotar medidas de proteção contra explosões evitando, essencialmente, a formação de atmosferas explosivas de forma fiável através de medidas técnicas e medidas organizacionais em todos os estados de funcionamento (normal, anormal e emergência).
- Em que zonas podem classificar-se os locais com atmosferas explosivas perigosas?	Sendo a formação de atmosfera explosiva promovida por substâncias em estado gasoso, os locais de trabalho podem classificar-se em Zonas 0, 1 e 2 . Sendo a formação de atmosfera explosiva promovida por poeiras combustíveis, os locais de trabalho podem classificar-se em Zonas 20, 21 e 22 .
- A ignição de atmosferas explosivas perigosas é evitada de forma fiável?	Se não for possível excluir totalmente a possibilidade de formação de atmosferas explosivas perigosas, são necessárias medidas que permitam evitar a presença de fontes de ignição efetivas. Quanto mais provável for a ocorrência de atmosferas explosivas perigosas, tanto mais segura deve ser a prevenção de fontes de ignição efetivas.

Tabela 9 – O que considerar no processo de avaliação do risco de explosão

(Fonte: Guia de boas práticas não vinculativo para a aplicação da Diretiva 1999/92/CE relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da proteção da segurança e da saúde dos trabalhadores suscetíveis de serem expostos a riscos derivados de atmosferas, 2005)

As primeiras quatro perguntas têm como objetivo verificar se existe ou não um risco de explosão e se são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões.

Em caso afirmativo, é necessário determinar, através das três perguntas seguintes, se as medidas de proteção previstas reduzem o risco de explosão até um nível seguro. Esta etapa é repetida até se encontrar uma solução global adaptada às circunstâncias.

2. Avaliação Quantitativa dos Riscos de Explosão

1. Perfil de Risco de Danos Pessoais

A metodologia que se apresenta de seguida é baseada no método simplificado e é suportada pelo seguinte gráfico:

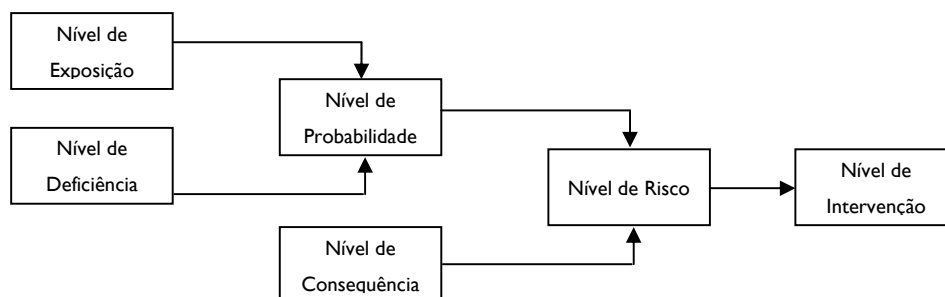


Figura 17 – Metodologia de análise e avaliação do perfil de risco de danos pessoais

Nível de Exposição (NE)

O NE é uma medida da frequência com que ocorre a exposição ao risco de explosão. O nível de exposição pode estimar-se em função dos tempos de permanência em áreas de trabalho.

Nível de Exposição	NE	Significado
Continuada	4	Continuamente. Várias vezes durante o dia com tempo prolongado.
Frequente	3	Várias vezes durante o dia com tempos curtos ou algumas vezes durante a semana com tempo prolongado.
Ocasional	2	Algumas vezes durante a semana e com um período curto de tempo.
Esporádica	1	Irregular.

Tabela 10 – Nível de Exposição de Danos Pessoais

Nível de Deficiência (ND)

O ND é função da probabilidade da existência de fontes de ignição nas zonas classificadas.

		Tipos de Zona		
		2/22	1/21	0/20
Fontes de Ignição e Medidas Preventivas	A	Baixo	Baixo	Médio
	B	Baixo	Médio	Alto
	C	Médio	Alto	Muito Alto

Tabela 11 – Nível de Deficiência de Danos Pessoais

Nível de Probabilidade Fontes de Ignição e Medidas preventivas	Descrição
A	Fonte de Ignição muito rara em funcionamento normal das instalações e rara no caso de funcionamento defeituoso.
B	Fonte de Ignição rara em funcionamento normal das instalações mas possível em caso de funcionamento defeituoso.
C	Fonte de Ignição possível, inserida no funcionamento normal das instalações.

Tabela 12 – Nível de Probabilidade de Danos Pessoais

Nível de Deficiência	ND	Significado
Muito Alto	10	Detetam-se fatores de risco muito significativos que determinam como muito possível a geração de falhas. O conjunto de medidas preventivas existentes em relação ao risco é ineficaz.
Alto	6	Detetam-se fatores de risco importantes que necessitam de correção urgente. A eficácia do conjunto das medidas preventivas vê-se reduzida de forma apreciável.
Médio	2	Detetam-se fatores de risco de menor importância. A eficácia das medidas preventivas existentes não se vê reduzida de forma apreciável.
Baixo	1	Não se detetou nenhuma deficiência. As medidas preventivas existentes devem ser monitorizadas.

Tabela 13 – Nível de Deficiência de Danos Pessoais

Cálculo do Nível de Probabilidade (NP)

O Nível de Probabilidade (NP) é obtido pela multiplicação do Nível de Exposição (NE) pelo Nível de Deficiência (ND).

$$\text{NP} = \text{NE} \times \text{ND}$$

Sendo classificado de acordo com o seguinte critério:

Nível de Probabilidade	NP	Significado
Muito Alta	Entre 24 e 40	Situação muito deficiente com exposição continuada ou frequente, ou deficiente com exposição continuada. Normalmente a materialização do risco ocorre com frequência.
Alta	Entre 10 e 20	Situação muito deficiente com exposição ocasional ou esporádica ou situação deficiente com exposição frequente ou ocasional. A materialização do risco pode acontecer algumas vezes.
Médio	Entre 6 e 8	Situação deficiente com exposição esporádica ou situação melhorável com exposição continuada ou frequente. A materialização do risco pode acontecer.
Baixa	Até 4	Situação melhorável com exposição ocasional ou esporádica. Não se espera que se materialize o risco, se bem que pode ser admissível.

Tabela 14 – Nível de Probabilidade de Danos Pessoais

Nível de Consequências (NC)

O Nível de Consequência (NC) classifica as consequências da materialização do risco de acordo com os danos físicos.

Nível de Consequência	NC	Significado Danos Pessoais
Mortal ou Catastrófico (M)	100	1 Morto ou mais.
Muito Grave (MG)	60	Lesões graves que podem ser irreparáveis.
Grave (G)	25	Lesão com incapacidade temporária.
Leve (L)	10	Pequenas lesões que não requerem hospitalização.

Tabela 15 – Nível de Consequência de Danos Pessoais

Nível de Risco

Finalmente o Nível de Risco (NR) é determinado com base nos Níveis de Probabilidade e de Consequência.

		Nível de Probabilidade			
		Até 4	6-8	10-20	24-40
Nível de Consequência	10	IV	III	III	II
	25	IV	III	II	II
	60	III	II	I	I
	100	II	I	I	I

Tabela 16 – Nível de Risco de Danos Pessoais

Após a avaliação de riscos é definido o Nível de Intervenção (NI) permitindo desta maneira priorizar as ações de controlo de riscos com o objetivo de eliminar os riscos existentes ou em caso de impossibilidade manifesta, controlar os mesmos para níveis toleráveis que não ponham em causa a segurança e saúde dos trabalhadores.

Nível de Intervenção

$$NR = NC \times NP$$

$$NI = NR$$

Nível de Intervenção	NI	Significado
I	720-4000	Situação crítica. Intervenção Imediata.
II	250-600	Situação Urgente. Corrigir e adotar medidas de controlo.
III	50-240	Devem ser tomadas ações para a redução do risco. Caso não sejam tomadas nenhuma ações, tal deve ser justificado na análise de riscos respetiva.
IV	10-40	Situação controlada. Monitorização contínua.

Tabela 17 – Nível de Intervenção de Danos Pessoais

2. Perfil de Risco de Danos Materiais

A metodologia que se apresenta de seguida é baseada no método simplificado e é suportada pelo seguinte gráfico:

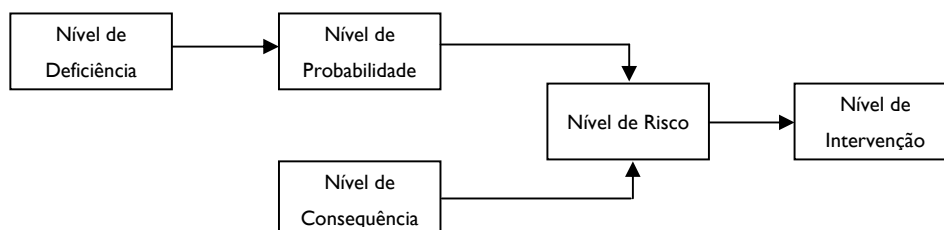


Figura 18 – Metodologia de análise e avaliação do perfil de risco de danos materiais

Nível de Deficiência (ND) = Nível de Probabilidade (NP)

O ND é função da probabilidade da existência de fontes de ignição nas zonas classificadas.

		Tipos de Zona		
		2/22	1/21	0/20
Fontes de Ignição e Medidas Preventivas	A	Baixo	Baixo	Médio
	B	Baixo	Médio	Alto
	C	Médio	Alto	Muito Alto

Tabela 18 – Nível de Deficiência/Nível de Probabilidade de Danos Materiais

Nível de Deficiência/Nível de Probabilidade Fontes de Ignição e Medidas preventivas	Descrição
A	Fonte de Ignição muito rara em funcionamento normal das instalações e rara no caso de funcionamento defeituoso.
B	Fonte de Ignição rara em funcionamento normal das instalações mas possível em caso de funcionamento defeituoso.
C	Fonte de Ignição possível, inserida no funcionamento normal das instalações.

Tabela 19 – Nível de Deficiência/Nível de Probabilidade de Danos Materiais

Nível de Deficiência	ND/NP	Significado
Muito Alto	10	Detetam-se fatores de risco muito significativos que determinam como muito possível a geração de falhas. O conjunto de medidas preventivas existentes em relação ao risco é ineficaz.
Alto	6	Detetam-se fatores de risco importantes que necessitam de correção urgente. A eficácia do conjunto das medidas preventivas vê-se reduzida de forma apreciável.
Médio	2	Detetam-se fatores de risco de menor importância. A eficácia das medidas preventivas existentes não se vê reduzida de forma apreciável.
Baixo	1	Não se detetou nenhuma deficiência. As medidas preventivas existentes devem ser monitorizadas.

Tabela 20 – Nível de Deficiência/Nível de Probabilidade de Danos Materiais

Nível de Consequências (NC)

O Nível de Consequência (NC) classifica as consequências da materialização do risco de acordo com os danos materiais.

Nível de Consequência	NC	Significado Danos Pessoais
Muito Danosa	5	Custos de reparação muito elevados para a empresa. Risco de falência.
Danosa	4	Custos de reparação elevados para a empresa. Período de paragem superior a um dia, recurso a reparações a partir do exterior.
Moderada	3	Estragos de dimensão considerável, períodos de paragem, recurso a reparações a partir do exterior.
Pouco Danosa	2	Estragos de média dimensão. Período curto de paragem.
Insignificante	1	Pequenos estragos, podem ser reparados pelos colaboradores da empresa.

Tabela 21 – Nível de Consequência de Danos Materiais

Nível de Risco

Finalmente o Nível de Risco (NR) é determinado com base nos Níveis de Probabilidade e de Consequência.

		Nível de Probabilidade			
		I	2	6	10
Nível de Consequência	1	IV	IV	III	II
	2	IV	III	II	II
	3	III	III	II	I
	4	III	II	I	I
	5	III	II	I	I

Tabela 22 – Nível de Risco de Danos Materiais

Após a avaliação de riscos é definido o Nível de Intervenção (NI) permitindo desta maneira priorizar as ações de controlo de riscos com o objetivo de eliminar os riscos existentes ou em caso de impossibilidade manifesta, controlar os mesmos para níveis toleráveis que não ponham em causa a segurança e saúde dos trabalhadores.

Nível de Intervenção

$$NR = NC \times NP$$

$$NI = NR$$

Nível de Intervenção	NI	Significado
I	24-50	Situação crítica. Intervenção Imediata.
II	8-20	Situação Urgente. Corrigir e adotar medidas de controlo.
III	3-6	Devem ser tomadas ações para a redução do risco. Caso não sejam tomadas nenhuma ações, tal deve ser justificado na análise de riscos respetiva.
IV	1-2	Situação controlada. Monitorização contínua.

Tabela 23 – Nível de Intervenção de Danos Materiais

VII – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RISCOS DE EXPLOSÃO NA ETAR

Na avaliação dos riscos de explosão examina-se, em primeiro lugar a possibilidade de formação de atmosferas explosivas perigosas (ver tabela 25) e além disso, a presença de fontes de ignição e a possibilidade de estas se tornarem efetivas (ver tabela 27).

Inicialmente, e para a determinação da possibilidade de formação de atmosferas explosivas perigosas, foi efetuado o levantamento das substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis existentes na ETAR (ver tabela 24) e suas propriedades físicas e químicas, para posteriormente se efetuar a avaliação.

No processo de avaliação o exame das consequências é de importância secundária, visto que em caso de explosão os danos (materiais e humanos) serão sempre de grandes proporções. No âmbito da proteção contra explosões, o elemento primordial reside na prevenção de atmosferas explosivas, sendo as abordagens quantitativas dos riscos de importância acessória.

Para esta avaliação foram considerados os seguintes estados de funcionamento das instalações:

- Condições de funcionamento normais, incluindo trabalhos de manutenção;
- Arranque/paragem;
- Mau funcionamento e falhas previsíveis;
- Uma má utilização razoavelmente previsível.

Para além disso foram considerados também:

- Os equipamentos de trabalho utilizados;
- As características de construção;
- As substâncias utilizadas;
- As condições de trabalho e especificidades dos processos;
- As possíveis interações entre estes elementos, bem como as interações com o ambiente de trabalho.

Para proceder a esta avaliação determinou-se e avaliou-se sistematicamente o risco de explosão mediante a sequência de perguntas específicas, indicadas no *Processo de avaliação com vista à identificação e prevenção de riscos de explosão*, indicado no ponto VI 6.1..

I. Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis na ETAR

Nome da Substância	G / D (Gas/Dust)	Nº CAS / Nº EINECS	Ponto de Inflamação (°C)	LIE (% Vol)	LSE (% Vol)	Densidade Relativa (Ar=1)	Temperatura Autoignição (°C)	Temperatura de Ebulição (°C)	Temperatura Crítica (°C)	Grupo de Explosão	Classe de Temperatura
Monóxido de Carbono	G	630-08-0 / 211-128-3	Não aplicável a gases ou misturas de gases	10,9	76	1	620	-192	-140	IIA	T1
Metano	G	74-82-8 / 200-812-7	Não aplicável a gases ou misturas de gases	4,4	17	0,6	595	-161	-82	IIA	T1
Sulfureto de hidrogênio	G	7783-06-4 / 231-977-3	Não aplicável a gases ou misturas de gases	3,9	45,5	1,2	270	-60,2	100	IIB	T3
Cloreto férrico	G	7705-08-0 / 231-729-4	Não é inflamável	NA	NA	1,42	NA	Entre 106-120	NA	Não explosivo	---
Cal	D	1305-78-8 / 215-138-9	Não é inflamável	NA	NA	900-1100 Kg/m ³ , a 20°C	NA	2.850 a 100hPa	NA	Não explosivo	---
Floculante	D	O produto não requer classificação de acordo com os critérios do Sistema Globalmente Harmonizado	Não é inflamável	---	---	Não determinada	---	---	---	Não explosivo	---

NA – Não aplicável

Tabela 24 – Substâncias inflamáveis e poeiras combustíveis na ETAR

Na forma em que o floculante é disponibilizado, não é suscetível de produzir uma explosão de pó, porém, o acumular de poeira fina pode conduzir a esse risco. Nas condições verificadas durante a visita não foram identificadas acumulações de poeira em camada suscetíveis de originar o risco de explosão. Recomenda-se que seja efetuada com frequência a limpeza de resíduos de pó de forma a evitar a sua acumulação. Relativamente à cal esse risco não existe pois esta é inorgânica.

2. Avaliação Preventiva dos Riscos de Explosão

Ao avaliar os riscos de explosão teve-se sempre presente que para que possam ocorrer explosões com efeitos perigosos devem estar reunidas simultaneamente as quatro condições seguintes:

- * elevado grau de dispersão das substâncias inflamáveis;
- * concentração das substâncias inflamáveis no ar dentro dos respectivos limites de explosão combinados;
- * quantidades perigosas de atmosferas explosivas;
- * fontes de ignição efetivas.

Na prática, para determinar se estas condições estão presentes, a avaliação preventiva dos riscos de explosão efetuou-se com base nas sete perguntas do *Processo de avaliação com vista à identificação e prevenção de riscos de explosão*, indicado no ponto VI 6.1..

As primeiras quatro perguntas (ver tabela 25) têm como objetivo verificar se existe ou não um risco de explosão e se são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões.

Em caso afirmativo, é necessário determinar, através das três perguntas seguintes, se as medidas de proteção previstas reduzem o risco de explosão até um nível seguro. Esta etapa é repetida até se encontrar uma solução global adaptada às circunstâncias.

O mapeamento das áreas perigosas identificadas com atmosferas potencialmente explosivas na ETAR encontram-se demonstradas no anexo III.

A determinação das condições existentes na ETAR para responder às perguntas da avaliação preventiva dos riscos teve como auxílio e suporte a Norma NFPA 820:2008 – Norma para proteção contra incêndio em instalações de tratamento de águas residuais e de recolha e o Decreto-Lei nº 236/2003, de 30 de setembro, para a classificação das zonas potencialmente perigosas, conforme tabela seguinte.

Local		Estão presentes substâncias inflamáveis?	Podem formar-se atmosferas explosivas por dispersão suficiente no ar?	Onde podem formar-se atmosferas explosivas?	Podem formar-se atmosferas explosivas perigosas?	Em que zonas podem classificar-se os locais com atmosferas explosivas perigosas?	Existe risco de explosão e são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões?
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	Não	Sim	Junto à grade manual	Sim	ZONA 2	Sim
	Gradagem fina por tamisagem	Não	Sim	Junto ao tamisador	Sim	ZONA 2	Sim
	Pré-tratamento dos efluentes de fossas sépticas	Não	Sim	Dentro do tanque de receção do efluente, na área sem líquido	Sim	ZONA 2	Sim
	Elevação do efluente tamisado	Não	Sim	Junto ao poço de elevação	Sim	ZONA 2	Sim
	Remoção de areias, óleos e gorduras	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
	Decantação primária	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
	Elevação de lamas e escumas	Não	Sim	Dentro do poço de bombagem de lamas e escumas	Sim	ZONA 2	Sim
	Tanques de oxidação biológica por lamas ativadas de média carga, com nitrificação/ desnitrificação e precipitação do fósforo	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
	Decantação secundária	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
	Recirculação de lamas	Não	Sim	Na estação elevatória de recirculação de lamas biológicas	Sim	ZONA 2	Sim
Junto das bombas de elevação e tubagem				ZONA 1			
Desinfecção UV	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não	
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico das lamas primárias	Não	Sim	Até 0,50 m acima do nível de lamas	Sim	ZONA 2	Sim
	Espessamento por flotação das lamas biológicas em excesso	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não

Local		Estão presentes substâncias inflamáveis?	Podem formar-se atmosferas explosivas por dispersão suficiente no ar?	Onde podem formar-se atmosferas explosivas?	Podem formar-se atmosferas explosivas perigosas?	Em que zonas podem classificar-se os locais com atmosferas explosivas perigosas?	Existe risco de explosão e são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões?
	Mistura de lamas espessadas e flotadas	Não	Sim	Até 0,50 m acima do nível de lamas	Sim	ZONA 2	Sim
	Digestão anaeróbia em dois estágios, com aproveitamento energético do biogás produzido (cogeração)	Sim	Sim	Dentro do digestor, na área sem lamas	Sim	ZONA 0	Sim
				Até 3,1 m acima e em torno do ponto mais alto da tampa de cobertura do digestor e 1,5 m a partir de qualquer parede		ZONA 1	
				Até 4,6m acima da Zona I no ponto mais alto da tampa de cobertura do digestor e 3 m a partir de qualquer parede do digestor		ZONA 2	
Desidratação mecânica em centrífugas	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não	
Tratamento de Odores	Desodorização por lavagem química de ar	Não	Não	---	Não	ZONA NÃO PERIGOSA	Não
Linha de Biogás	Gasómetro	Sim	Sim	Dentro do gasómetro	Sim	ZONA 0	Sim
				Até 3,1 m acima e em torno do ponto mais alto da campânula na sua elevação máxima e 1,5 m a partir de qualquer parede		ZONA 1	
				Até 4,6m acima da Zona I no ponto mais alto da campânula na sua elevação máxima e 3m a partir de qualquer parede do digestor		ZONA 2	

Local		Estão presentes substâncias inflamáveis?	Podem formar-se atmosferas explosivas por dispersão suficiente no ar?	Onde podem formar-se atmosferas explosivas?	Podem formar-se atmosferas explosivas perigosas?	Em que zonas podem classificar-se os locais com atmosferas explosivas perigosas?	Existe risco de explosão e são efetivamente necessárias medidas de proteção contra explosões?
Linha de Biogás	Cogeração	Sim	Sim	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	Sim	ZONA 1	Sim
				Até 3m a partir de qualquer tubagem da cogeração em que possa existir fugas nas flanges e válvulas		ZONA 2	
	Caldeira	Sim	Sim	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	Sim	ZONA 1	Sim
				Até 3m a partir de qualquer tubagem da cogeração em que possa existir fugas nas flanges e válvulas		ZONA 2	
	Queimador (Flare)	Sim	Sim	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fuga do excesso de biogás a queimar pela tubagem	Sim	ZONA 1	Sim
				Até 3m a partir do queimador em qualquer direção		ZONA 2	

Tabela 25 – Estudo da possibilidade de formação de atmosferas explosivas perigosas na ETAR

I. Resumo da Classificação Preventiva das Zonas Perigosas

A tabela resume a classificação das áreas perigosas e determina os requisitos mínimos para o equipamento a ser instalado nas áreas classificadas.

Local		Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Extensão da Área Classificada	Categoria do Equipamento do Grupo II	Classe de Temperatura
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	ZONA 2	Interior Obra Entrada	3Gc	T3
	Gradagem fina por tamisagem	ZONA 2	Interior Obra Entrada	3Gc	T3
	Pré-tratamento dos efluentes de fossas sépticas	ZONA 2	Interior e até 3m do poço	3Gc	T3
	Elevação do efluente tamisado	ZONA 2	Até 3m do poço	3Gc	T3
	Elevação de lamas e escumas	ZONA 2	Interior do poço	3Gc	T3
	Recirculação de lamas	ZONA 2	Até 1,5m do poço	3Gc	---
ZONA 1		Interior do poço	2Gb	T3	
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico das lamas primárias	ZONA 2	Até 0,50 m acima do nível de lamas	2Gc	T3
	Mistura de lamas espessadas e flotadas	ZONA 2	Até 0,50 m acima do nível de lamas	2Gc	T3
	Digestão anaeróbia em dois estágios, com aproveitamento energético do biogás produzido (cogeração)	ZONA 0	Dentro do digestor, na área sem lamas	2Ga	T1
		ZONA 1	Até 3,1 m acima e em torno do ponto mais alto da tampa de cobertura do digestor e 1,5 m a partir de qualquer parede	2Gb	T1
ZONA 2	Até 4,6m acima da Zona 1 no ponto mais alto da tampa de cobertura do digestor e 3 m a partir de qualquer parede do digestor	3Gc	T1		
Linha de Biogás	Gasómetro	ZONA 0	Dentro do gasómetro	2Ga	T1
		ZONA 1	Até 3,1 m acima e em torno do ponto mais alto da campânula na sua elevação máxima e 1,5 m a partir de qualquer parede	2Gb	T1
		ZONA 2	Até 4,6m acima da Zona 1 no ponto mais alto da campânula na sua elevação máxima e 3m a partir de qualquer parede do digestor	3Gc	T1
	Cogeração	ZONA 1	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	2Gb	T1
		ZONA 2	Até 3m a partir de qualquer tubagem da cogeração em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	3Gc	T1
	Caldeira	ZONA 1	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	2Gb	T1
		ZONA 2	Até 3m a partir de qualquer tubagem da cogeração em que possa existir fugas nas flanges e válvulas	3Gc	T1
	Queimador (Flare)	ZONA 1	Até 1,5m de tubagem em que possa existir fuga do excesso de biogás a queimar	1Gb	T1
ZONA 2		Até 3m a partir do queimador em qualquer direção	3Gc	T1	

Tabela 26 – Resumo da classificação das áreas perigosas e dos requisitos mínimos para o equipamento a instalar

2. Resumo das Fontes de Ignição nas Zonas Perigosas

A tabela seguinte resume as fontes de ignição de todas as áreas perigosas classificadas.

Local		Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Fontes de Ignição												
			SQ	CH e GQ	FGM	AE	CEF e PC	EE	DA Raios	OE	RE	RI	US	CA e OC	RQ
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	ZONA 2	---	A	---	---	---	A	---	C	---	---	---	---	---
	Gradagem fina por tamisagem	ZONA 2	---	A	B	C	---	A	---	C	---	---	---	---	---
	Pré-tratamento dos efluentes de fossas sépticas	ZONA 2	---	A	---	C	---	A	---	C	---	---	---	---	---
	Elevação do efluente tamisado	ZONA 2	---	A	---	C	---	---	---	C	---	---	---	---	---
	Elevação de lamas e escumas	ZONA 2	---	A	---	C	---	---	---	C	---	---	---	---	---
	Recirculação de lamas	ZONA 2	---	A	---	C	A	A	A	A	A	---	---	---	---
ZONA 1		---	A	B	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---	---
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico das lamas primárias	ZONA 2	---	A	---	---	---	A	A	A	---	---	---	---	---
	Mistura de lamas espessadas e flotadas	ZONA 2	---	A	B	C	---	A	---	C	---	---	---	---	---
	Digestão anaeróbia em dois estágios, com aproveitamento energético do biogás produzido (cogeração)	ZONA 0	---	A	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		ZONA 1	---	B	---	B	A	A	A	A	A	---	---	---	---
Linha de Biogás	Gasómetro	ZONA 2	---	A	---	---	---	A	A	A	---	---	---	---	---
		ZONA 1	---	B	---	B	A	A	A	A	A	---	---	---	---

Local	Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Fontes de Ignição													
		SQ	CH e GQ	FGM	AE	CEF e PC	EE	DA Raios	OE	RE	RI	US	CA e OC	RQ	
	ZONA 2	---	A	---	B	A	A	A	A	A	---	---	---	---	---
Linha de Biogás	Cogeração	ZONA 1	---	B	---	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
		ZONA 2	----	A	---	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
	Caldeira	ZONA 1	B	B	----	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
		ZONA 2	---	A	---	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
	Queimador (Flare)	ZONA 1	C	C	---	C	A	A	A	C	---	---	---	---	---
		ZONA 2	---	---	---	A	A	A	A	A	---	---	---	---	---

Tabela 27 – Estudo da presença de fontes de ignição e a possibilidade de estas se tornarem efetivas

Legenda:

SQ – Superfícies Quentes

AE – Aparelhos Elétricos

DA (Raios) – Descargas Atmosféricas

RE - Ondas Eletromagnéticas de 3×10^{11} – 3×10^{15} Hz

RQ - Reações Exotérmicas, incluindo Autoignição de Poeiras

CH e GQ – Chamas e Gases Quentes

CEF e PC – Correntes Elétricas de Fuga e Proteção contra Corrosão Catódica

OE – Ondas Eletromagnéticas de Frequência de Rádio 10^4 – 3×10^{12} Hz

CA e OC - Compressão Adiabática e Ondas de Choque

FGM – Faíscas Geradas Mecanicamente

EE – Eletricidade Estática

RI - Radiação por Ionização

US - Ultrassons

3. Avaliação Quantitativa dos Riscos de Explosão

1. Perfil de Risco de Danos Pessoais

Local		Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Nível de Exposição (NE)	Probabilidade da presença de fonte de ignição	Nível de Deficiência (ND)	Nível de Probabilidade (NP=ND*NE)	Nível de Consequência (NC)	Nível de Risco (NR=NC*NP)	Nível de Intervenção (NI=NR)
			1/2/3/4	A/B/C	1/2/6/10	1-40	10/25/60/100	10-4000	I/II/III/IV
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	ZONA 2	3	A	I	3	10	30	IV
	Gradagem fina por tamisagem	ZONA 2	3	C	I	3	10	30	IV
	Pré-tratamento efluentes fossas sépticas	ZONA 2	2	C	I	2	10	20	IV
	Elevação do efluente tamisado	ZONA 2	3	A	I	3	10	30	IV
	Elevação de lamas e escumas	ZONA 2	3	A	I	3	10	30	IV
	Recirculação de lamas	ZONA 2 ZONA I	2 2	A B	I I	2 2	10 10	20 20	IV IV
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico lamas primárias	ZONA 2	3	A	2	6	10	60	III
	Mist. lamas espessadas e flotadas	ZONA 2	3	B	2	6	25	150	III
	Digestão anaeróbia, com aproveitamento energético do biogás produzido	ZONA 0	I	A	I	I	100	100	II
		ZONA I	2	B	6	12	100	1200	I
Linha de Biogás	Gasómetro	ZONA 2	3	A	I	3	25	75	IV
		ZONA 0	I	A	I	I	100	100	II
		ZONA I	2	B	2	4	100	400	II
	Cogeração	ZONA I	2	B	2	4	60	240	III
		ZONA 2	2	A	I	2	25	50	IV
	Caldeira	ZONA I	3	B	I	3	60	180	III
		ZONA 2	3	A	I	3	25	75	IV
	Queimador (Flare)	ZONA I	2	B	2	4	60	240	III
ZONA 2		2	A	I	2	25	50	IV	

Tabela 28 – Perfil de Risco de Danos Pessoais

2. Perfil de Risco de Danos Materiais

Local		Classificação das zonas com atmosferas explosivas perigosas	Probabilidade da presença de fonte de ignição	Nível de Deficiência = Nível de Probabilidade (ND=NP)	Nível de Consequência (NC)	Nível de Risco (NR=NC*NP)	Nível de Intervenção (NI=NR)
			A/B/C	1/2/6/10	1/2/3/4/5	1-50	I/II/III/IV
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	ZONA 2	A	1	1	1	IV
	Gradagem fina por tamisagem	ZONA 2	C	1	1	1	IV
	Pré-tratamento efluentes fossas sépticas	ZONA 2	C	1	1	1	IV
	Elevação do efluente tamisado	ZONA 2	A	1	1	1	IV
	Elevação de lamas e escumas	ZONA 2	A	1	1	1	IV
	Recirculação de lamas	ZONA 2 ZONA 1	A B	1 1	1 1	1 1	IV IV
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico lamas primárias	ZONA 2	A	2	2	4	III
	Mist. lamas espessadas e flotadas	ZONA 2	B	2	2	4	III
	Digestão anaeróbia com aproveitamento energético do biogás produzido	ZONA 0	A	1	4	4	III
		ZONA 1 ZONA 2	B A	6 1	4 1	24 1	I IV
Linha de Biogás	Gasómetro	ZONA 0	A	1	4	4	III
		ZONA 1	B	2	4	8	II
		ZONA 2	A	1	2	2	IV
	Cogeração	ZONA 1	B	2	4	8	II
		ZONA 2	A	1	3	3	III
	Caldeira	ZONA 1	B	1	4	4	III
		ZONA 2	A	1	3	3	III
	Queimador (Flare)	ZONA 1	B	2	3	6	III
ZONA 2		A	1	1	1	IV	

Tabela 29 – Perfil de Risco de Danos Materiais

4. Tolerâncias da Classificação de Áreas




Nas áreas que foram classificadas como Zona não perigosa devem ser cumpridos alguns procedimentos de segurança, sempre que há algum tipo de intervenção nesses locais, evidência de registo de manutenção periódica dos equipamentos e monitorização periódica de gases, por forma a garantir que não exista em simultâneo uma atmosfera explosiva e possíveis fontes de ignição.



Caso tal não se verifique, essas áreas passarão de Zona não perigosa, para área classificada e a avaliação de riscos terá de ser revista.





Para que as substâncias utilizadas no processo da ETAR em forma de pó (o floculante) não sejam suscetíveis de produzir uma explosão de pó é necessário que o acumular de poeira fina não conduza a esse risco, sendo efetuada com frequência a limpeza de resíduos de pó de forma a evitar a sua acumulação.




São efetuados planos de limpeza nos quais o tipo, o âmbito, a frequência das medidas de limpeza e as responsabilidades individuais são estipulados de modo obrigatório, de forma a evitar a acumulação de poeiras.



5. Medidas de Proteção Contra Explosões

Local		NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registo fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
		I/II/III/IV					
Tratamento da Fase Líquida	Gradagem grossa	IV	IV	IV		<p>Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	---
	Gradagem fina por tamisagem	IV	IV	IV			
	Pré-tratamento efluentes fossas sépticas	IV	IV	IV			
	Elevação do efluente tamisado	IV	IV	IV			
	Elevação de lamas e escumas	IV	IV	IV			
	Recirculação de lamas	IV	IV	IV			
Tratamento de Lamas	Espessamento gravítico lamas primárias	III	III	III		<p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco, nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificação das tampas do espessador gravítico abertas e danificadas, - Orçamentação e planeamento de execução das medidas, - Definição e implementação de procedimentos de trabalho seguros no local, até a reabilitação e fecho das tampas efetuado. 	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reabilitar e fechar todas as tampas do espessador. - Para visualização do interior do poço, manter uma pequena abertura e o operador só se aproxime pela zona resguardada ou fixo com arnês no ponto de ancoragem, a colocar.
	Mist. lamas espessadas e flotadas	III	III	III		<p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reabilitar e fechar a tampa do tanque de lamas mistas, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear no local.

Local		NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registo fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
		I/II/III/IV					
Tratamento de Lamas	Digestão anaeróbia, com aproveitamento energético do biogás produzido	II	III	II	Este local não é acedido pelos trabalhadores e não se detetou nenhuma deficiência. No entanto, como em caso de concretização do risco pode existir 1 morto ou mais, o nível de intervenção exige que sejam adotadas medidas de controlo ao nível da monitorização contínua deste equipamento para além da continuidade da monitorização das medidas identificadas em 5.2.1.		
		I	I	I	 <p>Detetam-se fatores de risco importantes que necessitam de correção urgente pois a eficácia do conjunto das medidas preventivas pode estar reduzida de forma apreciável.</p> <p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definição e implementação de procedimentos de trabalho seguros no local, até à correção dos fatores de risco. - Evitar fugas do biogás através da manutenção dos equipamentos e dos componentes, tendo em atenção ao estado dos vedantes, juntas, caixas de empanque e isolamentos térmicos, acessórios, tubagem, ligações amovíveis relativamente ao estado de corrosão e desgaste. <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificação dos equipamentos que necessitam de manutenção corretiva e reabilitação ou substituição dos equipamentos EX, no topo dos digestores, - Proceder à manutenção corretiva e reabilitação ou substituição dos equipamentos EX, no topo dos digestores, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local, 	
		IV	IV	IV	 <p>Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	---	

Local		NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registo fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
		I/II/III/IV					
Linha de Biogás	Gasómetro	II	III	II	Este local não é acedido pelos trabalhadores e não se detetou nenhuma deficiência. No entanto, como em caso de concretização do risco pode existir 1 morto ou mais, o nível de intervenção exige que sejam adotadas medidas de controlo ao nível da monitorização contínua deste equipamento para além da continuidade da monitorização das medidas identificadas em 5.2.1.		
		II	II	II	 	<p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco, nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Garantir a manutenção preventiva às rodas, guias de deslizamento da cúpula e selo de segurança, guardando registos dessa manutenção. <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Garantir o nivelamento da cúpula do gasómetro de modo a evitar a fuga de biogás, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local.
		IV	IV	IV	<p>Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	---	
	Cogeração	III	II	II	 	<p>À data da visita técnica, a cogeração estava desativada para manutenção e reabilitação para tomar algumas ações para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os equipamentos instalados na cogeração devem possuir marcação EX, - Orçamentação e planeamento de execução das medidas, - Definição e implementação de procedimentos de trabalho seguros no local, até a reabilitação e reativação de todos os equipamentos, 	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todos os equipamentos instalados na cogeração devem possuir marcação EX, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local.

Local		NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registo fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
		I/II/III/IV					
Linha de Biogás	Cogeração					<p>- Foi instalada central de deteção de gases (H₂S) na sala da cogeração e caldeira.</p> <p>A cogeração ainda permanece desativada e em manutenção. Após esta intervenção a avaliação de riscos deste local terá de ser revista.</p> <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	
		IV	III	IV			
	Caldeira				 	<p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco, nomeadamente:</p> <p>- Foi instalada central de deteção de gases (H₂S) na sala da cogeração e caldeira.</p> <p>- Garantir a manutenção preventiva para evitar fugas do biogás dos equipamentos e dos componentes, tendo em atenção ao estado dos vedantes, juntas, caixas de empanque e isolamentos térmicos, acessórios, tubagem, ligações amovíveis relativamente ao estado de corrosão e desgaste.</p> <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todos os equipamentos instalados na caldeira devem possuir marcação EX, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local.
		III	III	III			

Local		NI Danos Pessoais	NI Danos Materiais	NI Final	Registo fotográfico	Medidas de Proteção já Implementadas	Medidas de Proteção a Implementar
		I/II/III/IV					
Linha de Biogás	Caldeira	IV	III	IV		Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.	---
	Queimador (Flare)	III	III	III		<p>Já foram tomadas algumas ações específicas para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definição e implementação de procedimentos de trabalho seguros no local, até à correção dos fatores de risco. - Evitar fugas do biogás através da manutenção dos equipamentos e dos componentes, tendo em atenção ao estado dos vedantes, juntas, caixas de empanque e isolamentos térmicos, acessórios, tubagem, ligações amovíveis relativamente ao estado de corrosão e desgaste. <p>Para além destas deve ser mantida a monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.</p>	<p>Devem ser tomadas ações específicas adicionais para a redução do risco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todos os equipamentos instalados no local devem possuir marcação EX, - Colocação de sinalização de advertência para a proibição do uso de telemóvel no local.
		IV	IV	IV		Monitorização contínua com auxílio das medidas já implementadas. Ver 5.2.1.	---

I. Medidas de Proteção já Implementadas

A LUSÁGUA já possui algumas medidas de prevenção e/ou proteção gerais implementadas, nomeadamente:

1. Plano de Emergência Interno da ETAR
2. Identificação de Perigos, Avaliação e Controlo de Riscos de todas as atividades dos trabalhadores na ETAR
3. Fichas de Procedimentos de Segurança, em diversos temas e especificamente em:
 - ☞ *Trabalhos em Espaços Confinados*
 - ☞ *Trabalhos numa Atmosfera Potencialmente Explosiva*
 - ☞ *Trabalhos de Manutenção*
 - ☞ *Trabalhos de Manutenção Elétrica*
 - ☞ *Trabalhos de Soldadura*
4. Autorização de Entrada em Atmosfera Perigosa/Espaço Confinado
5. Formação aos trabalhadores abrangendo os riscos inerentes às atividades que desempenham assim como a intervenções que possam ter de realizar em espaços confinados, ambientes ATEX, entre outras
6. Sinalização de advertência para a existência de gás tóxico e atmosfera perigosa
7. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear (vários sítios na ETAR)
8. Está instalado e em funcionamento o sistema de deteção e alarme de incêndios na ETAR
9. Existe uma central de deteção de gases (H₂S) colocada na obra de entrada (zona de tratamento da fase líquida)
10. O sistema de ligações à terra de proteção da instalação é monitorizado periodicamente, havendo registo dessas medições
11. Está implementado o planeamento e procedimentos de manutenção preventiva e/ou corretiva, sendo a sua periodicidade estabelecida pelo fabricante dos equipamentos e sempre que necessário. Os registos dessa manutenção são efetuados em aplicação informática adequada.

12. Está instalada a proteção contra descargas atmosféricas sendo registada a resistência de terra (Rt) dos pára-raios instalados no edifício de exploração, no edifício da obra de entrada e no edifício da sala dos compressores dos reatores biológicos, pois a energia de um relâmpago é suficiente para inflamar uma atmosfera explosiva.
13. As vias de circulação para veículos motorizados são localizadas fora das zonas com risco de explosão

A LUSÁGUA já possui algumas medidas de prevenção e/ou proteção específicas implementadas em determinados locais, nomeadamente:

DIGESTOR:

1. O digestor encontra-se em equilíbrio de pressão com o gasómetro através de uma rede equipada com uma válvula de pressão-depressão, corta-chamas e potes de purga.
2. Estão implementados procedimentos de segurança para atuação em caso de intervenção ou manutenção nos equipamentos, nomeadamente sonda de nível, válvula de pressão-depressão, corta-chamas e potes de purga.
3. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear junto dos digestores de lamas
4. Os equipamentos instalados nos digestores apresentam marcação EX.

GASÓMETRO:

1. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear junto do gasómetro
2. O gasómetro está equipado com um sensor de pressão hidrostática de lamas que calcula o nível de ocupação do biogás e envia a ordem

COGERAÇÃO/CALDEIRA:

1. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear junto da cogeração

2. Existe uma central de detecção de gases (H_2S) colocada na sala da cogeração e caldeira
3. O quadro elétrico que comanda a caldeira e o queimador está equipado com um sistema de regime funcionamento reduzido – corta-chama e rearme de segurança em caso de:
 - Falha de tensão
 - Excesso de temperatura de água
 - Falta de fluxo de água

QUEIMADOR:

1. Sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear junto do queimador
2. Existe instalado um circuito em by-pass para queimar o biogás em excesso em caso de emergência.
3. O queimador de biogás em excesso é provido de chama piloto e dispositivo antirretorno de chamas equipado com válvula anti explosão.
4. O queimador está situado suficientemente afastado, quer do gasómetro, quer do digestor, para manter o nível de segurança.

2. Medidas de Proteção a Implementar

Para além das medidas de proteção a implementar específicas, já referidas anteriormente no ponto VII 5. deste manual, existem ainda um conjunto de medidas técnicas de proteção e prevenção a implementar, nomeadamente:

- Colocação de sinalização de existência de ambiente ATEX nas áreas onde possam formar-se atmosferas explosivas perigosas em concentrações suscetíveis de constituir um risco para a segurança e saúde, nos respetivos locais de acesso, com o seguinte sinal de aviso:



Figura 30 – Sinalização de segurança: Perigo – Atmosfera ATEX
(Fonte: adaptado de Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 de setembro)

- Colocação de sinalização de advertência para a proibição de fumar e foguear (conforme figura seguinte) junto da obra de entrada e sala de lamas mistas, e substituição da sinalização de proibição de fumar e foguear que está em mau estado de conservação;

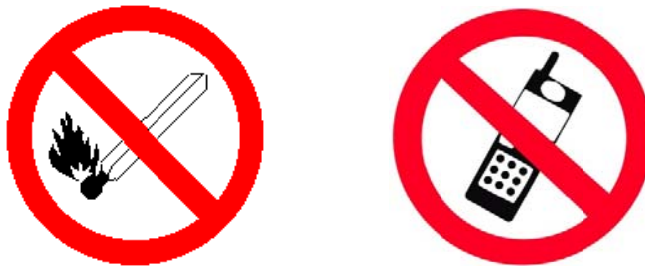


Figura 31 – Sinalização de segurança: Proibido fumar ou foguear e Proibido uso de telemóvel

(Fonte: Portaria n.º 1456-A/95 de 11 dezembro)

- Em operações de manutenção em zonas ATEX classificadas, utilização sistemática de equipamentos e ferramentas com marcação EX e/ou antideflagrantes;

- Utilização de instalações elétricas, ferramentas e equipamentos com marcação Ex e/ou antideflagrante em zonas ATEX classificadas, e realização de manutenção preventiva frequente.

- Em caso de emergência utilização de telefones fixos ou adequados a zonas EX;

- Manutenção das zonas de entrada de ar, como grelhas e janelas, sempre limpas e desimpedidas;

- Os trabalhos de manutenção e trabalhos com fontes de ignição em locais ATEX devem estar sujeitos a autorização de trabalho prévia com procedimentos de segurança para situações mais específicas e que exijam cuidados especiais, nomeadamente atividades de soldadura, corte ou rebarbagem;

Sempre que as medidas técnicas não sejam suficientes ou quando se queiram complementar, é necessário tomar medidas organizacionais, com o intuito de garantir e manter a proteção contra explosões no local de trabalho de modo a que os trabalhadores não sejam afetados pelos efeitos de uma explosão e passam por:

- implementação do **Manual de Proteção contra Explosões** que identifica as situações de perigo, avalia os riscos correspondentes e indica as medidas de prevenção específicas a tomar para proteger a vida e a saúde dos trabalhadores;

- **Instruções de Trabalho** de todas as atividades consideradas perigosas quando desenvolvidas em ambiente ATEX ou que propiciem a formação de uma atmosfera ATEX;

- **Instruções de utilização dos equipamentos de trabalho** instalados nas áreas potencialmente explosivas;

- **Formação** aos trabalhadores, sobre os riscos inerentes às atividades em ambientes ATEX. A formação deve contemplar a utilização de equipamentos apropriados em atmosferas explosivas, bem como os riscos possíveis, as respetivas medidas de prevenção e proteção e sinalização utilizada. Esta formação deve ser ministrada aquando:

- * da contratação (antes do início da atividade);

- * de qualquer transferência ou mudança de funções;

- * da introdução ou de uma mudança de um equipamento de trabalho;

- * da introdução de uma nova tecnologia.

- **Obrigatoriedade da utilização de vestuário de proteção** adequado a ambiente ATEX, o qual deve ser fornecido aos trabalhadores (incluindo os subcontratados), tal como o restante equipamento de proteção individual que previna descargas eletrostáticas: roupa em algodão e calçado anti estático. É assegurado pela empresa subcontratada, a utilização de vestuário de proteção por parte dos trabalhadores, bem como a respetiva formação inerente ao seu uso e manutenção;

- **Autorizações de trabalho**, no caso de ser necessário realizar atividades passíveis de provocar explosão, sendo esses trabalhos autorizados por pessoa responsável, em papel. Aquando da conclusão dos trabalhos, as condições de segurança do local devem ser verificadas para confirmar se estão ativas ou foram restabelecidas. Deve ser também efetuada a informação da conclusão dos trabalhos a todos os intervenientes;

- **Manutenção, Inspeção e Controlo** com registos a nível das operações de manutenção, inspeção e controlo. As operações de manutenção consideradas perigosas estarão sujeitas a instrução de trabalho própria, seguindo todas as medidas de prevenção aplicáveis e necessárias.

As medidas de proteção/prevenção presentes nas instalações serão regularmente verificadas de forma a comprovar a sua operacionalidade e os sistemas de proteção contra explosões serão alvo de inspeção, manutenção e reparação a fim de garantir a sua eficácia;

- **Sinalização**, planta de sinalização atualizada com as áreas consideradas perigosas classificadas com as zonas ATEX.

VIII – COORDENAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA EXPLOSÕES

Para que não haja a possibilidade de ocorrência de uma explosão é extremamente importante que haja uma boa coordenação entre o pessoal interno e o pessoal das empresas externas. Para que a coordenação seja efetiva, é necessário que se cumpram os seguintes pontos:

* A empresa externa deverá ter conhecimento dos riscos existentes na empresa contratante, e das implicações desses riscos para o seu próprio trabalho;

* Todos os trabalhadores da empresa contratante deverão ter conhecimento da presença de pessoal externo e dos riscos que a atividade dessas pessoas poderá causar;

* Deverão ser fornecidas informações ao pessoal dirigente da empresa contratante sobre a atitude a tomar (tanto pelos próprios como pelo seu pessoal) em relação aos trabalhadores da empresa externa.

O facto de uma equipa de trabalho realizar as suas atividades de acordo com as regras de segurança não exclui a possibilidade de as pessoas presentes nas imediações serem expostas a riscos. Apenas uma coordenação atempada entre todos os participantes permitirá garantir a prevenção de riscos mútuos.

Quando estiverem presentes trabalhadores de empresas diferentes no mesmo local de trabalho, cada empregador é responsável pelos assuntos que estejam sob o seu controlo.

Sem prejuízo da responsabilidade individual de cada empregador prevista na Diretiva 89/391/CEE, compete ao empregador que, de acordo com a legislação e/ou as práticas nacionais, é responsável pelo local de trabalho, coordenar a aplicação das medidas relativas à segurança e à saúde dos trabalhadores podendo, no entanto, nomear um coordenador que é o que acontece no presente caso.

O coordenador tem o dever de velar pela segurança no decurso das operações, a fim de proteger a vida e a saúde dos trabalhadores. Para o efeito, deve informar-se sobre os riscos de explosão, adotar medidas de proteção em colaboração com os intervenientes, dar instruções e controlar o seu cumprimento.

O coordenador assume a responsabilidade pelo cumprimento das obrigações do empregador, ficando a seu cargo a obrigação de coordenação.

Tendo em conta as responsabilidades específicas de planificação, segurança e organização, o coordenador deve possuir as seguintes qualificações em matéria de proteção contra explosões:

- Conhecimentos especializados no domínio da proteção contra explosões;
- Conhecimento aprofundado das disposições nacionais de transposição das Diretivas 89/391/CEE e 1999/92/CE;
- Conhecimento da estrutura organizacional da empresa;
- Capacidade de chefia, para assegurar que as instruções pertinentes são cumpridas.

Os prestadores de serviços, abrangendo igualmente os subempreiteiros e trabalhadores independentes subcontratados, devem fornecer atempadamente ao coordenador as seguintes informações:

- * Trabalho a realizar;
- * Início previsto dos trabalhos;

- * Conclusão dos trabalhos prevista;
- * Local de execução dos trabalhos;
- * Trabalhadores intervenientes;
- * Método de trabalho previsto e medidas e procedimentos para a aplicação do documento de proteção contra explosões;
- * Nome do responsável (ou responsáveis).

O modelo de ficha de informação prévia que os prestadores de serviços devem entregar ao coordenador encontra-se no anexo VIII.

As responsabilidades e atividades a desempenhar pelo Coordenador de Proteção Contra Explosões são:

- Organizar as atividades das diversas equipas de trabalho, independentemente da empresa a que pertencem, a fim de detetar eventuais riscos mútuos e tomar as medidas necessárias;
- Adotar medidas de proteção em colaboração com os intervenientes, dar instruções e controlar o seu cumprimento;
- Realizar inspeções no local de trabalho;
- Promover a realização de reuniões de coordenação;
- Planificar, controlar e, quando necessário, rever a planificação dos processos de trabalho em caso de perturbações de funcionamento.

Encontram-se igualmente em anexo as listas de verificação relativas às tarefas de coordenação (anexo X) e às medidas de coordenação (anexo IX), uma vez que estas devem ser alvo de monitorização.

Na prática, as medidas de coordenação para a proteção contra explosões são, na maior parte dos casos, parte integrante das obrigações gerais de coordenação:

- durante a fase de planificação;
- durante a fase de execução;
- após a conclusão dos trabalhos.

Ao longo destas fases, o coordenador deve igualmente pôr em prática as medidas organizacionais de proteção contra explosões necessárias para evitar a interação entre as atmosferas explosivas perigosas, as fontes de ignição e as perturbações de funcionamento.

ANEXOS

Anexo V

Instrução de Trabalho

Soldadura e Corte em Atmosferas Potencialmente Explosivas

OBJETIVO

O objetivo da presente instrução de trabalho é o estabelecimento de medidas de prevenção e definição dos equipamentos de proteção individual de uso recomendado ou obrigatório para as **operações de soldadura e corte que podem criar atmosferas explosivas perigosas ou possibilitar a deflagração de uma explosão, estabelecendo as regras básicas de atuação em segurança.**

Pretende ainda:

- Contribuir para evitar danos e prejuízos em instalações e equipamentos, a terceiros e no meio ambiente;
- Contribuir para a formação necessária dos trabalhadores que intervêm na tarefa em causa, que seja considerada importante, designadamente para novos trabalhadores que não conheçam as medidas preventivas aplicáveis nesta atividade;
- Ser um documento dinâmico que deverá ser atualizado, em conformidade com a evolução tecnológica, os meios materiais e humanos que forem envolvidos, tendo como objetivo a prevenção dos riscos profissionais.

A divulgação desta instrução de trabalho ao trabalhador obriga-o à aplicação das medidas de prevenção nela contempladas.

MEDIDAS DE PREVENÇÃO ACONSELHADAS

- Prevenir acidentes é dever de cada um, portanto trabalhe com calma, cautela, dedicação e bom senso, seguindo sempre as recomendações descritas na presente instrução, prevenindo e/ou minimizando os efeitos nefastos resultantes dos possíveis acidentes.
- Qualquer avaria ou situação de insegurança que detete no seu local de trabalho, deve ser de imediato comunicada ao seu chefe direto. Se não estiver capacitado para a tarefa que vai executar avise desse facto o seu chefe direto.
- Manter disponíveis e em local facilmente acessível, os procedimentos de atuação em situação de emergência, com os telefones de emergência atualizados.



MEDIDAS DE PREVENÇÃO ACONSELHADAS

- Antes de iniciar o trabalho os trabalhadores deverão estar devidamente equipados com os equipamentos de proteção individual apropriados ao tipo de atmosfera existente, nomeadamente, fato de trabalho anti estático, luvas de proteção, calçado de proteção anti estático e viseira ou óculos de proteção quando houver projeção de partículas.
- Os trabalhadores que realizarem estas operações devem ter competência para o fazer demonstrada através de certificado de habilitações (obtido num período igual ou inferior a dois anos) ou por experiência comprovada.

1º Verificar a necessidade de realizar a soldadura/corte no local onde possam existir atmosferas explosivas perigosas;

2º *Certificar-se que não existe uma operação menos perigosa que possa substituir a soldadura/corte;*

3º Pedir autorização ao elemento responsável da empresa para executar a operação;

4º Preencher e assinar o formulário de autorização de trabalho;

5º Informar todos os intervenientes do trabalho a decorrer;

6º Sinalizar a área;

7º Utilizar equipamento de proteção individual isento de óleo, gordura ou produtos inflamáveis: luvas, botas anti estáticas, máscara, avental de couro, óculos ou viseira e roupa de algodão;

8º Verificar a existência de equipamento de combate a incêndio no local, facilmente acessível;

9º O equipamento de soldadura/corte deve estar seguro durante todo o tempo de uso, os fios elétricos em perfeitas condições, prevendo-se a proteção aos choques mecânicos;

10º Verificar que se está a utilizar um equipamento ao qual foi efetuada manutenção num período inferior ou igual a seis meses;

11º Retirar do local todos os materiais inflamáveis para uma distância mínima de 12 m. Nos casos em que não seja possível retirar as substâncias inflamáveis resguardá-las com anteparos adequados;

12º Esvaziar, despressurizar, limpar e lavar a parte da instalação onde decorrerão os trabalhos;

13º Se o trabalho a realizar for em depósitos com tubagens de ligação a outros depósitos, onde possam existir atmosferas explosivas perigosas, fechá-las com flanges cegos ou dispositivos semelhantes;

14º Isolar mecânica e/ou eletricamente os aparelhos;

15º Verificar se existem respiradouros, caleiras ou outras canalizações que possam conter gases ou líquidos inflamáveis/combustíveis;



MEDIDAS DE PREVENÇÃO ACONSELHADAS

- **Deve contar-se com a presença de substâncias ou misturas inflamáveis sobretudo em locais não sujeitos a ventilação (por ex: zonas não ventiladas situadas abaixo do nível do solo).**

16º Verificar se na proximidade estão a ser efetuados trabalhos com produtos inflamáveis e se existem resíduos ou materiais inflamáveis;

17º Se aplicável, humedecer ou cobrir com areia os pisos de madeira. Ter atenção com divisórias em madeira;

18º Se aplicável, verificar se existem aberturas ou frestas no piso que permitam a passagem de fagulhas para pisos inferiores;

19º Tomar precauções extra se o espaço for confinado, como a medição e monitorização da concentração de gases/vapores (de acordo com a instrução de trabalho específica para trabalhos em espaços confinados);

20º Verificar a necessidade da presença de um piquete de incêndio durante a realização do trabalho;

21º Após a realização do trabalho garantir que as medidas contra explosões necessárias para o funcionamento normal voltam a ser ativadas antes do equipamento voltar ao serviço;

22º Informar todos os intervenientes da conclusão da operação. Sempre que pessoas ou equipas de trabalho independentes entre si realizem atividades simultaneamente e na vizinhança umas das outras, estão sujeitos ao dever de coordenação da aplicação das medidas relativas à segurança e à saúde de todos os trabalhadores, com o objetivo de evitar situações de perigo;

NOTA: Antes do início de qualquer trabalho num local com atmosfera potencialmente explosiva é necessário informar todos os intervenientes e os trabalhos devem ser autorizados pela hierarquia. O trabalho só pode ser efetuado por pessoas competentes para tal! Os trabalhadores devem ter ao seu dispor, a todo o momento, um sistema de comunicação ótico ou acústico para alerta e evacuação segura antes de se verificarem condições suscetíveis de originar uma explosão!

- As saídas de emergência devem ser mantidas em boas condições e operacionais a todo o momento.

- No final do dia de trabalho, proceder à limpeza dos equipamentos de proteção individual e outros equipamentos utilizados e arrumá-los convenientemente em local próprio, prontos a serem reutilizados em segurança.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Permanentes	Temporários
<ul style="list-style-type: none">- Capacete de proteção;- Óculos e/ou viseira de proteção com filtro de proteção adequado às radiações emitidas, para todos os presentes;- Fato de trabalho anti estático e ignífugo de mangas compridas e colarinho justo;- Avental de couro;- Luvas e manguitos de proteção de couro;- Luvas de proteção mecânica;- Polainas de couro- Calçado de segurança anti estático.	<ul style="list-style-type: none">- Máscara de proteção respiratória (filtros de gases e partículas) para atmosferas não explosivas, mas com presença de metano ou sulfídrico e para os gases libertados da soldadura;- Protetores auriculares;- Luvas de isolamento térmico (para material quente).

Medições Obrigatórias

() **O₂** (aceitável ≥ 17%): ____%

() **H₂S** (aceitável ≤ 30ppm): ____ppm

() **LEL** (aceitável < 10%): ____%

() **CH₄** (aceitável ≤ 5,3% e aceitável ≥ 14%):
____%

Responsável pelas Medições _____ Hora ____ : ____ Data ____ / ____ /

<i>Equipamento de Proteção Individual Obrigatório</i>		
() Capacete	() Protetores auriculares	() Detetor gas/vapor perigoso EX
() Óculos de proteção	() Viseira	() Aparelho respiração autónomo EX
() Fato de trabalho anti estático e ignífugo	() Calçado proteção anti estático	() Máscara de proteção respiratória
() Colete ou bandas refletoras	() Calçado proteção impermeável	() Medidor de teor de oxigênio EX
() Luvas de proteção mecânica	() Lanterna EX	() Outros:

Comunicação de qualquer anomalia detetada durante o trabalho: _____
