Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP

Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais

Tese de mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais

A Directiva ATEX 137 em Saneamento Básico

Realizado por: Teresa Maria Madeira Dias

Orientador: Prof. Dr. A. Sérgio Miguel

Dezembro / 2008

Índice Geral

Página

Resumo 5

Abstract 7

1. Enquadramento 9

1.1. Formação de atmosferas explosivas 10

2. Riscos associados a atmosferas explosivas 12

2.1. Avaliação dos riscos de explosão 12

2.1.1. Metodologia de avaliação 13

2.2. Prevenção de riscos 15

2.2.1. Medidas técnicas 15

2.2.2. Medidas organizacionais 16

2.3. Classificação de áreas perigosas 17

2.3.1. Sinalização de áreas perigosas 18

2.3.2. Classificação em zonas 18

2.3.3. Manual de protecção contra explosões 19

3. Medidas de protecção contra explosões 21

3.1. Equipamentos e sistemas de protecção 22

3.2. Critérios de selecção de equipamentos e sistemas de protecção 22

4. Aplicação da Directiva ATEX 137 em Saneamento Básico 25

4.1. Biometanização como fonte potencial de atmosferas explosivas 25

4.2. Atmosferas Explosivas em Saneamento Básico 26

5. Caracterização dos Sistemas de Saneamento de águas residuais 27

5.1. Subsistema de saneamento de águas residuais de Sesimbra 27

5.2. Subsistema de saneamento de águas residuais de Fernão Ferro 34

5.3. Subsistema de saneamento de águas residuais de Pinhal Novo 38

6. Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho 43

6.1. Avaliação de Riscos 43

Página

6.1.1. Risco ATEX 45

6.2. Gestão de riscos e actualização de informação 48

6.3. Organização e Gestão da Emergência 49

7. Mapeamento de áreas perigosas 50

7.1. Classificação em zonas 50

7.1.1. Fonte de libertação 51

7.1.2. Ventilação 51

7.2. Extensão das zonas ATEX 54

7.3. Procedimentos e Revisão 54

8. Medições nos locais em estudo 56

8.1. ETAR de Pinhal Novo 56

8.2. ETAR de Fernão Ferro 58

8.3. ETAR de Sesimbra 59

8.3.1. EE Fortaleza e EE Mar (Sesimbra) 60

9. Conclusão e considerações finais 61

10. Referências bibliográficas 64

11. Anexos 68

Índice de quadros

Página

Quadro 1: Parâmetros a considerar na formação de atmosferas explosivas 11

Quadro 2: Sinalização de atmosferas explosivas 18

Quadro 3: Classificação de áreas perigosas em zonas 19

Quadro 4: Categoria de aparelhos a utilizar por zona 23

Quadro 5: Modo de protecção dos equipamentos 24

Quadro 6: Exemplo de especificação de equipamentos a utilizar em atmosferas explosivas devidas à presença de gases, vapores ou névoas 24

Quadro 7: Constituintes da Unidade de Cogeração 33

Quadro 8: Grau de libertação de substâncias inflamáveis 51

Quadro 9: Grau de ventilação 52

Quadro 10: Influência da ventilação no tipo de zona 53

Índice de figuras

	Página
Figura 1: Limites de explosividade	10
Figura 2: Tratamento primário	28
Figura 3: Espessador de lamas	30
Figura 4: Gasómetro	31
Figura 5: Unidade de Cogeração: motor-gerador	32
Figura 6: ETAR de Fernão Ferro	34
Figura 7: Silo de lamas	35
Figura 8: Tocha para queima de biogás	36
Figura 9: Decantador primário	39
Figura 10: Tanque de contacto - *Selector*	39
Figura 11: Digestor Anaeróbio	41
Figura 12: Matriz Nível de Risco	43
Figura 13: Matriz Grau de Risco	44
Figura 14: Área alvo de análise ATEX (PN)	56
Figura 15: Área alvo de análise ATEX (FF)	58
Figura 16: Área alvo de análise ATEX (S)	59

Resumo

Nos locais onde podem existir grandes quantidades de poeiras combustíveis ou concentrações perigosas de gases ou vapores inflamáveis, deverá sempre equacionar-se a existência de risco de explosão. As explosões colocam em causa a integridade física e a saúde dos trabalhadores como resultado dos efeitos incontrolados das chamas e da pressão, pela presença de produtos de reacção nocivos e pelo consumo de oxigénio no ar envolvente.

A protecção contra explosões revela-se de particular importância para a Segurança do Trabalho. A Directiva Europeia 1999/92/CE – também conhecida como ATEX 137 – estabelece as prescrições mínimas para a protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de exposição ao risco associado a atmosferas explosivas.

Numa perspectiva de Prevenção, devem ser observados os seguintes princípios base:

- Prevenir a formação da atmosfera explosiva;
- Evitar a ignição da atmosfera explosiva quando a natureza da actividade em causa não permite a evitar a sua formação;
- Atenuar os efeitos prejudiciais da explosão para assegurar a segurança e saúde dos trabalhadores.

Estas acções devem ser combinadas e/ou complementadas com medidas que visem evitar a propagação da explosão.

Em todos os locais de trabalho onde o risco de explosão é avaliado, a segurança e a saúde dos trabalhadores devem ser asseguradas por medidas técnicas e organizacionais. Os empregadores devem elaborar um documento de protecção contra explosões ou, em alternativa, um conjunto de documentos que satisfaçam os requisitos mínimos contidos nesta Directiva. Este documento de protecção contra explosões irá incluir a identificação dos perigos, a avaliação dos riscos e a definição das medidas específicas a implementar para preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores em risco.

O foco deste estudo é a aplicação dos requisitos da Directiva ATEX 137 no Sector do Saneamento Básico. No tratamento de águas residuais o principal factor que pode levar à formação de uma atmosfera explosiva é a presença de biogás nos processos de digestão

anaeróbia. Este gás é produzido aquando da fermentação das lamas e é uma combinação maioritariamente de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), com teores de ácido sulfídrico (H_2S) e outros gases.

A metodologia aplicada neste estudo incluiu:

- Visitas às estações de tratamento de águas residuais;
- Identificação dos perigos e avaliação do risco de formação de atmosferas explosivas;
- Mapeamento das áreas perigosas (zonas);
- Medição das concentrações de metano, em várias etapas do tratamento das lamas;
- Elaboração do manual de protecção contra explosões.

No final deste estudo são apresentadas algumas sugestões, esperando-se que, no futuro, a aplicação dos requisitos da Directiva ATEX 137 se torne mais expedita e compreensiva para qualquer estação de tratamento de águas.

Palavras-chave: Atmosferas explosivas; ATEX 137; Áreas perigosas; Mapeamento de zonas; Protecção contra explosões; Metano; Saneamento.

Abstract

In areas where dangerous quantities of combustible dusts or dangerous concentrations of flammable gases or vapours can be found, the risk of explosion should be considered. Explosions endanger the physical integrity and health of workers as a result of the uncontrolled effects of flame and pressure, by the presence of noxious reaction products and by the consumption of the oxygen in the environmental air.

Explosion protection is of particular importance to Safety. The European Directive 1999/92/EC – also know as ATEX 137 - establishes the minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres.

With a view to preventing, these basic principles should be followed:

- Prevention of the formation of explosive atmospheres,
- Avoidance of the ignition of explosive atmospheres, if the nature of the activity does not allow prevention;
- Mitigation of the effects of an explosion to ensure the health and safety of workers.

These actions should be combined and/or supplemented with measures against the explosion propagation.

In all working places where the risk of an explosion is assessed, workers' safety and health protection must be ensured by technical and organisational measures. Employers must provide an explosion protection document, or set of documents, which satisfies the minimum requirements, lay down in this Directive. This explosion protection document includes the identification of the hazards, the evaluation of risks and the definition of the specific measures to be taken to preserve the health and safety of workers at risk.

The focus of this study is the application of the requirements of the Directive ATEX 137 on the Wastewater/Sewage Treatment Sector. In Wastewater Treatment the major factor that can lead to an explosive atmosphere formation is the presence of biogas on anaerobic digestion processes. This waste gas is produced from the sludge fermentation and it is a combination of primarily methane (CH_4) and carbon dioxide (CO_2), with percentages of hydrogen sulphyde (H_2S) and other gases.

The methodology applied on this study included:

- Visits to Wastewater/Sewage Stations,
- Identification of hazards and risk assessment for explosive atmospheres,
- Zoning of dangerous areas,
- Measurement of CH_4 concentrations, in several steps of the sludge treatment,
- Elaboration of an explosion protection document.

At the end of this study some suggestions are given, hoping that in the future applying the requirements of the Directive ATEX 137 can be easier for any wastewater treatment station.

Key words: Explosive atmospheres; ATEX 137; Dangerous areas; Zoning; Explosion protection; Methane; Wastewater.

1. Enquadramento

A designação ATEX (**At**mosferas **Ex**plosivas) é associada a duas directivas europeias, do Parlamento Europeu e do Conselho: a Directiva 94/9/CE, de 23 de Março, referente aos aparelhos e sistemas de protecção destinados à utilização em atmosferas potencialmente explosivas e a Directiva 1999/92/CE, de 16 de Dezembro, relativa às prescrições mínimas para a protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de exposição a riscos associados a atmosferas explosivas.

Estas directivas são aplicáveis a todos os sectores de actividade sejam eles públicos, privados, cooperativos ou sociais, com algumas excepções como:

- Áreas utilizadas no tratamento médico de doentes;
- Fabrico, manipulação, utilização, armazenagem e transporte de explosivos ou de substâncias químicas instáveis;
- Utilização de aparelhos a gás conforme a directiva 90/396/CEE… etc.

Em caso de explosão, a saúde e a vida dos trabalhadores são ameaçadas devido ao efeito das chamas e da variação da pressão, à carência de oxigénio e à formação de subprodutos aquando da reacção química. Os danos causados às estruturas podem também colocar outros indivíduos em perigo. Por este motivo, a protecção e prevenção de explosões torna-se um dos pontos fundamentais da segurança laboral, sendo necessária a implementação de estratégias adequadas recorrendo a medidas técnicas e organizacionais de acordo com as características do local de trabalho.

A Directiva 94/9/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Março, refere-se aos aparelhos e sistemas de protecção destinados à utilização em atmosferas potencialmente explosivas. Os documentos jurídicos internos que a transpõem e regulamentam são, respectivamente, o Decreto-Lei nº112/96, de 5 de Agosto, e a Portaria n.º 341/97, de 21 de Maio.

Apesar de as disposições presentes nas Directivas ATEX já estarem previstas há bastante tempo ainda hoje são mantidas reuniões para discussão da sua aplicação aos diversos sectores, existindo uma participação activa de entidades como o CEN e o CENELEC[1].

[1] CEN- Comité Europeu de Normalização e CENELEC- Comité Europeu de Normalização Electrotécnica

1.1. Formação de atmosferas explosivas

A formação de uma atmosfera explosiva depende da capacidade de ignição da mistura da substância inflamável (combustível) com o ar. Para tal é necessário que exista uma determinada concentração da substância inflamável na mistura, avaliada segundo valores limite. A estes limites de concentração dá-se o nome de limites de explosividade.

Existe uma concentração mínima no ar abaixo da qual não se produz propagação da chama quando ocorre a ignição da mistura; é designada por **limite inferior de explosividade (LIE)**. O mesmo ocorre quando a concentração do combustível excede um determinado valor, o **limite superior de explosividade (LSE)**.

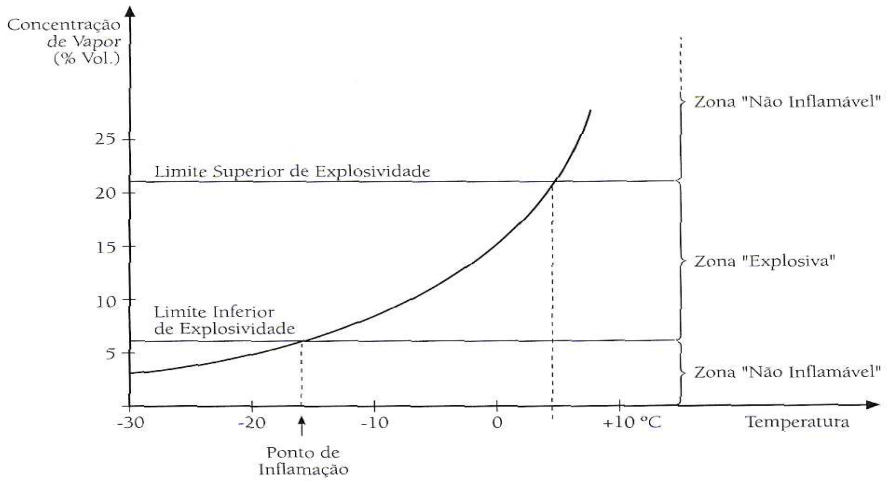


Figura 1: Limites de explosividade

As concentrações referentes aos valores limite de explosividade são expressas em percentagem volumétrica para vapores e gases e em percentagem peso/volume para poeiras.

Para verificarmos se existe a possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva temos, que averiguar as condições de processamento das substâncias utilizadas e as suas propriedades físicas e químicas.

O quadro que se segue apresenta os principais parâmetros a considerar.

SUBSTÂNCIAS INFLAMÁVEIS	CONDIÇÕES DE PROCESSAMENTO
Gases ou misturas de gases	▪ Limites de explosividade (LIE e LSE) ▪ Concentrações (máximas e mínimas) das substâncias presentes ou geradas no processo
Líquidos	▪ Limites de explosividade dos vapores (LIE e LSE) ▪ Limites de explosividade das névoas (LIE) ▪ Ponto de inflamação ▪ Temperatura (processo e ambiente) ▪ Utilização de líquidos a pressão elevada ▪ Concentrações (máximas e mínimas) das substâncias presentes ou geradas no processo
Poeiras	▪ Modo de processamento (formação de nuvens de poeiras) ▪ Concentrações (máximas e mínimas) das substâncias presentes ou geradas no processo, em comparação com LIE ▪ Limites de explosividade (LIE e LSE) ▪ Granulometria e humidade ▪ Ponto de combustão

Quadro 1: Parâmetros a considerar na formação de atmosferas explosivas

Devem ser também analisadas as condições de manipulação das substâncias inflamáveis e os modos de processamento, para averiguar a possibilidade de derrames e dispersão de partículas/gotículas, bem como as condições de ventilação, já que é mais provável encontrar vestígios de substâncias inflamáveis em locais não ventilados, principalmente em zonas abaixo do solo (poços, fossas, condutas, colectores…).

2. Riscos associados a atmosferas explosivas

A Directiva 1999/92/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, estabelece as prescrições mínimas para a protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de exposição a riscos associados a atmosferas explosivas. Os seus princípios básicos são:

- Prevenir a formação de atmosferas explosivas;
- Evitar a ignição de atmosferas explosivas;
- Atenuar os efeitos prejudiciais de uma explosão, garantindo a segurança e saúde dos trabalhadores.

Em Portugal, esta directiva foi transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 236/2003, de 30 de Setembro.

2.1. Avaliação do risco de explosão

A entidade empregadora deve tomar medidas para prevenir a formação de atmosferas explosivas nos seus locais de trabalho. Caso não seja possível evitar a formação destas atmosferas, deve avaliar os riscos de explosão, quer em situações normais de funcionamento quer em situações ocasionais e especiais (operações de manutenção, paragem, emergência…), considerando eventuais falhas nos procedimentos associados à indevida utilização de equipamentos (defeitos, negligência).

É importante analisar todas as possíveis fontes de ignição e a probabilidade de estas se tornarem activas e potenciarem a ocorrência de uma explosão. As eventuais interacções entre processos e substâncias não devem ser negligenciadas no processo de avaliação.

O Decreto-Lei n.º 236/2003, de 30 de Setembro, salienta os seguintes aspectos para o processo de avaliação global:

- A probabilidade de ocorrência de atmosferas explosivas, bem como a sua duração;
- A probabilidade da presença de fontes de ignição, incluindo descargas eléctricas;
- As descargas electrostáticas provenientes dos trabalhadores ou do ambiente de trabalho enquanto portadores ou geradores de carga eléctrica;
- As instalações, as substâncias utilizadas, os processos e as suas eventuais interacções;
- As áreas que estejam ligadas, ou possam vir a estar, através de aberturas, às áreas onde se possam formar atmosferas explosivas;
- A amplitude das consequências previsíveis.

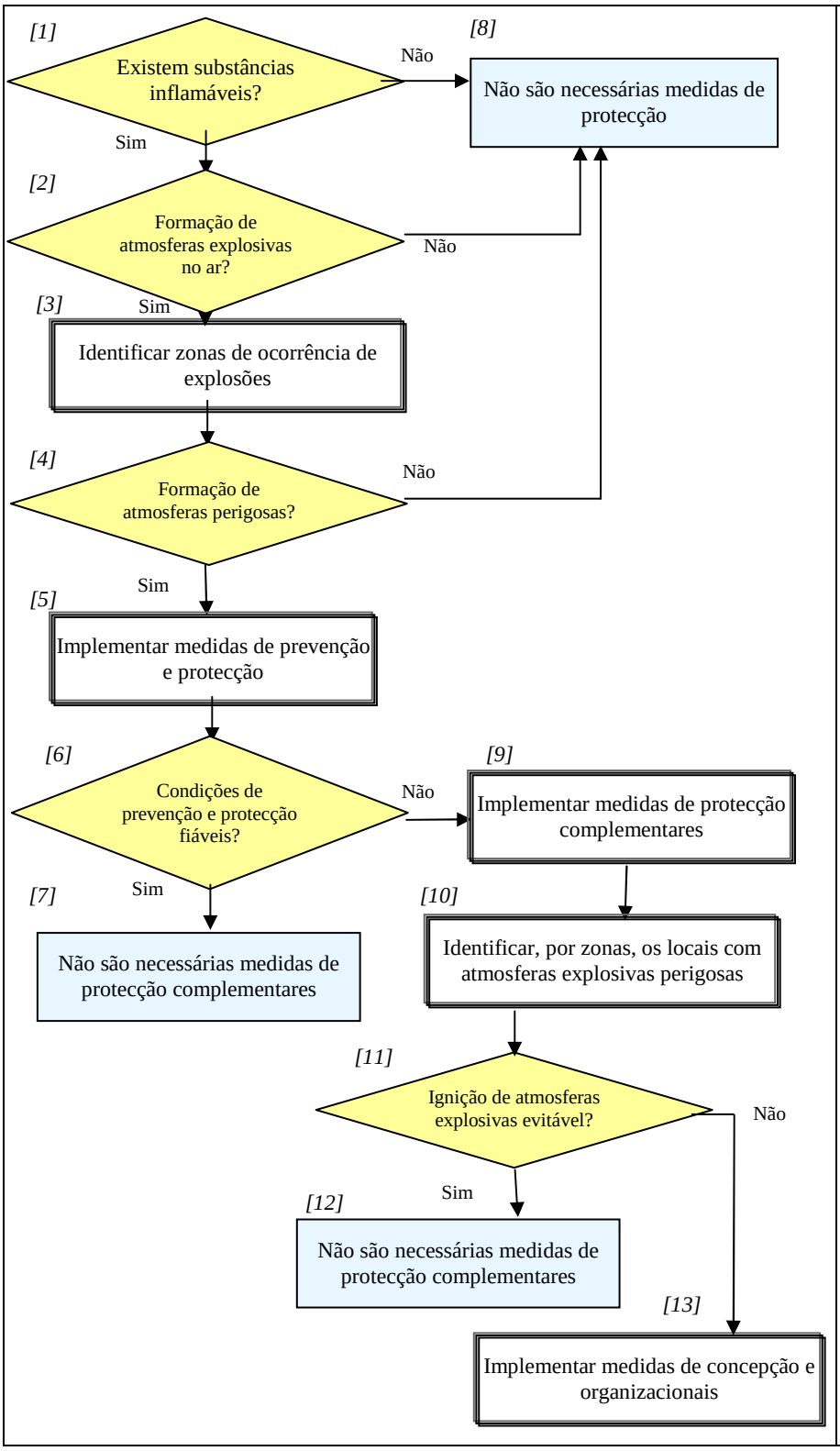
A análise das consequências de uma explosão tem uma importância relativa, dado que aquelas são, à partida, previsíveis e graves. A prevenção do acontecimento será sempre o ponto-chave quando lidamos com atmosferas explosivas.
A avaliação de riscos deve ser actualizada sempre que surjam alterações nos processos e/ou nas condições de trabalho.

2.1.1. Metodologia de avaliação

No que respeita às atmosferas explosivas, deve ser implementada uma metodologia que permita uma abordagem global do risco de explosão, considerando quer os processos quer as instalações. Isto implica uma exaustiva identificação de fontes de perigo que propiciem a formação de atmosferas explosivas e de possíveis fontes de ignição.

No esquema que se segue está presente um procedimento de avaliação de riscos de explosão visando a identificação de condições que possam levar à formação de atmosferas explosivas e a correspondente prevenção.

Procedimento de avaliação de riscos de explosão[2]



[1] Levantamento da presença de substâncias inflamáveis no local

[2] Verificação das condições propícias à formação de atmosferas explosivas

[3] Identificação e classificação das zonas em função da ocorrência de explosões

[4] Verificação da presença de atmosferas explosivas perigosas no local

[5] Implementação de medidas que visem a prevenção e a protecção da formação de atmosferas explosivas

[6] Verificação da fiabilidade das medidas de prevenção e protecção implementadas

[7] Se as medidas implementadas asseguram a prevenção de atmosferas explosivas e a respectiva protecção, não são necessárias medidas de protecção complementares

[8] Se não existem substâncias inflamáveis ou susceptíveis de inflamar no local, não são necessárias medidas de protecção.

[9] Se as medidas implementadas não asseguram a prevenção de atmosferas explosivas e a respectiva protecção, são necessárias medidas de protecção complementares

[10] Identificação dos locais susceptíveis de formar atmosferas explosivas por zonas. Localização de potenciais fontes de ignição

[11] Verificação da possibilidade de ignição das atmosferas explosivas e fiabilidade das condições para evitar a ignição

[12] Se as medidas implementadas evitam a ignição das atmosferas explosivas, não são necessárias medidas de protecção complementares

[13] Se as medidas implementadas não evitam a ignição das atmosferas explosivas, são necessárias medidas de protecção complementares de concepção e organização

[2] *Esquema adaptado do Guia de boa prática de carácter não obrigatório para a aplicação da Directiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (Abril/2003) – pág. 10, fig. 2.1*

2.2. Prevenção de riscos

A entidade empregadora deve prevenir a formação de atmosferas explosivas recorrendo a medidas técnicas e de organização adequadas às características das operações e que cumpram os princípios gerais de prevenção. Se não for possível evitar a formação de atmosferas explosivas devido à natureza das actividades, a entidade empregadora deve actuar para que a ignição seja evitada e que os seus efeitos sejam atenuados (limitando a propagação da explosão), protegendo assim a integridade e a saúde dos trabalhadores.

As medidas de prevenção aplicadas (técnicas e de organização) devem ser revistas anualmente e sempre que sejam implementadas alterações que possam afectar a segurança e saúde dos trabalhadores.

A entidade empregadora deve, ainda, garantir que em locais onde se podem formar atmosferas explosivas em concentrações susceptíveis de pôr em perigo a segurança e a saúde dos trabalhadores ou de terceiros:

- Os postos de trabalho são concebidos de modo a que as suas actividades possam ser executadas em segurança;
- Existe supervisão técnica adequada durante a presença de trabalhadores nesses locais.

2.2.1. Medidas técnicas

A prioridade será sempre evitar que a atmosfera explosiva se forme. Se for viável, as substâncias inflamáveis utilizadas nos processos devem ser substituídas por outras menos perigosas.

As instalações susceptíveis à formação de atmosferas explosivas devem ser estanques às substâncias utilizadas, devendo ser concebidas para evitar a ocorrência de fugas em condições normais de funcionamento.

No caso das poeiras é possível limitar a probabilidade da inflamação se a sua granulometria for aumentada e se forem utilizadas operações de humidificação para diminuir a dispersão das partículas. Para eliminação de depósitos, deve-se recorrer a mecanismos de aspiração localizada (que não apresentem fontes de ignição) e a procedimentos de limpeza por via húmida.

A inertização também pode ser uma opção para a prevenção de atmosferas perigosas mas apenas se o processo se realizar em instalação fechada e na presença de gases inflamáveis.

As concentrações de gases e vapores no ar devem ser controladas para garantir que se encontram fora dos limites de explosividade. Devem ser instalados detectores, em

conformidade com o disposto nas directivas ATEX, que ajudem na monitorização deste parâmetro. Estes aparelhos devem ser submetidos a um rigoroso plano de manutenção.
Se a formação de atmosferas perigosas não puder ser evitada, devem ser tomadas medidas técnicas de ventilação. Será no entanto recomendável que se procedam a controlos por amostragem das concentrações para verificação da eficácia desta medida.

2.2.2. Medidas organizacionais

As medidas organizacionais visam a estruturação do trabalho de forma a evitar que os trabalhadores sejam afectados num cenário de explosão.
Consideram-se medidas organizacionais:

- Elaboração de fichas de instrução,
- Implementação de um sistema de autorização de trabalho (fichas de autorização de trabalho),
- Formação para garantir que os trabalhadores estão qualificados para realizar o trabalho e compreendem os riscos a que estão expostos,
- Inspecção de instalações e equipamentos (manutenção, sinalização),
- Supervisão de trabalhos.

As fichas de instrução são documentos escritos que contém regras de conduta e informações sobre os locais, os equipamentos de trabalho e aparelhos a utilizar e os equipamentos de protecção individual adequados às tarefas.
As fichas de autorização de trabalho são documentos, do tipo formulário, nos quais consta a seguinte informação:

- Local exacto em que o trabalho será realizado,
- Indicação clara do trabalho a realizar,
- Indicação dos riscos,
- Precauções tomadas (o responsável deve assinar para comprovar a veracidade da informação),
- Equipamentos de protecção individual necessários,
- Datas previsíveis de início e conclusão do trabalho,
- Confirmação da aceitação do procedimento.

Estas fichas devem ainda contemplar espaços para descrição de situações em que possam ocorrer prolongamentos do trabalho e que afectem outros turnos, situações em que a instalação deve ser testada antes de serem retomadas as actividades normais (com datas

para execução do teste) e para comunicação de qualquer anomalia detectada durante o processo.

2.3. Classificação de áreas perigosas

Se num determinado local de trabalho for identificada a possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva em concentração suficiente e se existirem fontes de ignição efectivas, devem ser adoptadas medidas de prevenção que garantam a protecção da segurança e saúde dos trabalhadores. Em primeiro lugar, devido à perigosidade dessa atmosfera, essa área deve ser considerada perigosa.

O Decreto-Lei n.º 236/2003 apresenta a seguinte definição de áreas:

- **Área perigosa**: área na qual se pode formar uma atmosfera explosiva em concentrações que exijam a adopção de medidas de prevenção especiais a fim de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores abrangidos;
- **Área não perigosa**: área em que não é provável a formação de atmosferas explosivas em concentrações que exijam a adopção de medidas preventivas especiais.

De um modo geral, para recintos fechados, considera-se a formação de uma atmosfera explosiva perigosa sempre que esta corresponder a mais de uma décima-milésima parte do volume do recinto, ou seja, para um recinto de 50 m^3 teríamos uma atmosfera de 5 dm^3 (1 $dm^3 \Leftrightarrow$ 1 litro). Neste exemplo específico, não seria necessário considerar toda a área do recinto como perigosa mas apenas a zona de formação da atmosfera explosiva perigosa.
No entanto, a presença de mais de 10 litros, em volume contínuo, de uma atmosfera explosiva num recinto fechado deve ser sempre considerada perigosa, independentemente das dimensões do recinto.
No caso de poeiras inflamáveis, é considerada uma atmosfera explosiva perigosa se existir um depósito de pelo menos 1mm de espessura em toda a superfície do recinto fechado (para um pé-direito normal). Essa quantidade será suficiente para formar uma mistura explosiva de poeira e ar, se houver levantamento de poeiras.

Nas áreas onde existe probabilidade de formação de uma atmosfera explosiva a entidade empregadora deve:

- Proceder à sua classificação;
- Assegurar a aplicação de medidas para o trabalho em áreas perigosas (medidas de protecção contra explosões);
- Sinalizar os respectivos locais de acesso se houver nessas atmosferas concentrações susceptíveis de constituir riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores (área perigosa).

2.3.1. Sinalização de áreas perigosas

Nas áreas onde se podem formar atmosferas explosivas devem ser afixados os seguintes sinais de aviso:

Sinalização de aviso	Características
	Forma triangular com letras pretas sobre um fundo amarelo bordeado a preto Nota: de acordo com as disposições legais, a cor amarela deve cobrir pelo menos metade da superfície da placa.
Sinalética complementar	**Características**
	Forma rectangular com letras pretas sobre um fundo branco bordeado a preto

Quadro 2: Sinalização de atmosferas explosivas

Os trabalhadores devem ser informados sobre o significado da sinalização e a sua localização.

2.3.2. Classificação em zonas

As áreas perigosas são classificadas considerando a presença de atmosferas explosivas, em particular, a sua frequência e duração. No Decreto-Lei n.º 236/2003 são atribuídas 6 classificações de zonas para áreas perigosas, como se apresenta no quadro 3.

O início de actividades em áreas perigosas ou de outras operações que possam causar perigo, por interacção com outros trabalhos, está condicionado à autorização de execução, por parte da entidade empregadora. O trabalho em áreas perigosas só deve ser realizado se existir autorização prévia e se estiverem reunidas as condições especificadas nas instruções de trabalho escritas, emitidas pela entidade empregadora.

CLASSIFICAÇÃO EM ZONA	CARACTERÍSTICAS
Zona 0	Área onde existe 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	Área onde 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	Área onde não é provável, em condições normais de funcionamento, a formação de uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis, sob a forma de gás, vapor ou névoa, ou onde essa formação, caso se verifique, seja de curta duração
Zona 20	Área onde existe permanentemente ou durante longos períodos de tempo ou com frequência uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível
Zona 21	Área onde 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	Área onde 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 essa formação, caso se verifique, seja de curta duração

Quadro 3: Classificação de áreas perigosas em zonas

2.3.3. Manual de protecção contra explosões

A entidade empregadora deve elaborar um manual de protecção contra explosões, baseado nos resultados da sua avaliação de riscos. Pode também proceder à combinação das avaliações de risco de explosão e dos documentos ou relatórios equivalentes, que resultem do cumprimento de outras disposições legais.

Este manual deve conter os seguintes tópicos:

- Descrição da concepção, utilização e da manutenção dos locais de trabalho e dos equipamentos, incluindo os sistemas de alarme;
- Identificação e avaliação dos riscos de explosão;
- Classificação das áreas perigosas em zonas;
- Planeamento de medidas adequadas para aplicação das disposições legais;
- Identificação das áreas perigosas onde se realizam trabalhos, as medidas de protecção contra explosões existentes e os critérios de selecção de equipamentos de trabalho;
- Adopção de medidas para a utilização segura dos equipamentos de trabalho.

O manual de protecção contra explosões deve ser elaborado antes do início do trabalho e deve estar actualizado, sendo revisto sempre que ocorram alterações, ampliações ou transformações significativas no local de trabalho, quer ao nível dos equipamentos quer ao nível da organização do trabalho.

3. Medidas de protecção contra explosões

Para garantir a protecção contra explosões nas áreas classificadas como áreas perigosas, respeitando os princípios gerais de protecção em matéria de segurança, higiene e saúde no trabalho, a entidade empregadora deve:

- Assegurar a adopção de medidas técnicas para que as fugas e libertações, intencionais ou não, de gases, vapores, névoas inflamáveis ou poeiras combustíveis, que possam dar origem a risco de explosão, sejam desviadas de forma adequada ou removidas para local seguro. Se tal não for praticável, estas devem ser confinadas de forma segura ou neutralizadas por outro método adequado;
- Aplicar medidas de protecção em atmosferas explosivas que correspondam ao potencial de risco mais elevado (considerar interacções entre vários tipos de gases, vapores, névoas ou poeiras inflamáveis ou combustíveis);
- Colocar à disposição dos trabalhadores vestuário de trabalho adequado, constituído por materiais que não originem descargas electrostáticas (susceptíveis de inflamar atmosferas explosivas);
- Indicar, no respectivo manual de protecção contra explosões, as condições para uma utilização segura, na presença de atmosferas explosivas, da instalação, dos equipamentos, dos sistemas de protecção e dos respectivos dispositivos de ligação;
- Assegurar que o local de trabalho, os equipamentos de trabalho e os respectivos dispositivos de ligação utilizados pelos trabalhadores sejam concebidos, construídos, montados, instalados e mantidos de forma a minimizar ou a controlar os riscos de explosão e a sua propagação;
- Alertar os trabalhadores por sinais ópticos e/ou acústicos para a necessidade de abandonarem o local de trabalho antes de se verificarem as condições susceptíveis de originar uma explosão;
- Manter as saídas de emergência e as vias de evacuação desobstruídas e em boas condições para que, em caso de perigo, os trabalhadores possam sair das instalações rapidamente e em segurança;
- Verificar a segurança do conjunto das instalações, recorrendo a pessoas com conhecimentos técnicos no domínio da protecção contra explosões, antes de os locais de trabalho susceptíveis à formação de atmosferas explosivas serem utilizados pela primeira vez.

3.1. Equipamentos e sistemas de protecção

Nas áreas susceptíveis de formar atmosferas explosivas devem ser utilizados equipamentos e sistemas de protecção especiais. O Decreto-Lei nº112/96, de 5 de Agosto, transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva 94/9/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Março, que estabelece as regras de segurança e de saúde relativas aos aparelhos e sistemas de protecção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas. As regras relativas à avaliação de conformidade destes aparelhos, sistemas de protecção e dispositivos de ligação estão presentes na Portaria n.º 341/97, de 21 de Maio.

A Directiva 94/9/CE refere "aparelhos" e não equipamentos de trabalho. "Aparelho" é definido por esta directiva como sendo qualquer máquina, material, dispositivo fixo ou móvel, órgão de comando e instrumento e sistema de detecção e prevenção que, isolado ou combinado, se destina à produção, transporte, armazenamento, medição, regulação, conversão de energia e transformação de materiais e que, pelas fontes potenciais de inflamação que lhes são próprias, pode provocar uma explosão. Os equipamentos de trabalho que não sejam abrangidos por esta definição, embora não possam cumprir os requisitos desta directiva, devem cumprir o disposto na Directiva 1999/92/CE.

Os aparelhos e sistemas de protecção devem estar em boas condições de funcionamento, de forma a garantir uma actuação eficaz em caso de ocorrer um corte de energia que possa originar perigos adicionais. Devem poder ser desligados manualmente por trabalhadores qualificados, sem comprometer a sua segurança, se estiverem incorporados em processos automáticos que se afastem das condições de funcionamento previstas.

Para que a activação dos dispositivos de corte de emergência não constitua perigo para os trabalhadores, os equipamentos e sistemas de protecção devem dissipar ou isolar a energia acumulada, de forma rápida e em segurança.

3.2. Critérios de selecção de equipamentos e sistemas de protecção

Existem critérios, definidos por lei e por normas específicas, para a selecção de equipamentos e sistemas de protecção a utilizar em áreas susceptíveis de formar atmosferas perigosas. Para uma utilização segura destes equipamentos em áreas perigosas devem ser também considerados critérios como a temperatura, o tipo de protecção contra a ignição e o grupo de explosão, que dependem dos parâmetros de combustão e explosividade das substâncias envolvidas.

Existem 2 grupos de aparelhos: Grupo I – destinado à utilização em trabalhos subterrâneos em minas e Grupo II – destinado à utilização em outros locais susceptíveis à formação de atmosferas explosivas.

No grupo II existem 3 categorias de aparelhos:

- Categoria 1: aparelhos concebidos para funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um nível de protecção muito elevado,
- Categoria 2: aparelhos concebidos para funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um nível de protecção elevado,
- Categoria 3: aparelhos concebidos para funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um nível de protecção normal.

Nas áreas onde se possam formar atmosferas explosivas serão utilizadas as seguintes categorias de equipamentos, adequados a cada caso conforme estejam presentes atmosferas com gases, vapores, névoas ou poeiras:

- Nas zonas 0 e 20, aparelhos da categoria 1;
- Nas zonas 1 e 21, aparelhos da categoria 1 ou 2;
- Nas zonas 2 e 22, aparelhos da categoria 1, 2 ou 3.

A letra "G" refere-se à utilização em atmosferas explosivas devidas à presença de gases, vapores ou névoas e a letra "D" à utilização em atmosferas explosivas devidas à presença de poeiras.

CONDIÇÕES DA ATMOSFERA	**ZONA**	**CATEGORIA APLICÁVEL (sem medidas complementares)**
Mistura gás/ar Mistura vapor/ar Névoa	0	II 1 G
	1	II 1G ou 2G
	2	II 1G, 2G ou 3G
Mistura poeiras/ar	20	II 1D
	21	II 1D ou 2D
	22	II 1D , 2D ou 3D

Quadro 4: Categoria de aparelhos a utilizar por zona

No que respeita ao modo de protecção na marcação de equipamentos (Norma EN 50014) são utilizados os parâmetros presentes na seguinte tabela.

CARACTERÍSTICA	DESIGNAÇÃO	REFERENCIAL NORMATIVO	EFEITO
Antideflagrante	d	EN 50018	Evita a propagação da chama
Dieléctrico especial	q	EN 50017	
	o	EN 50015	Evita o contacto entre a fonte e a atmosfera explosiva
Sobrepressão interna	p	EN 50016	
Encapsulagem	m	EN 50028	Suprime as fontes de ignição
Segurança aumentada	e	EN 50018	
Segurança intrínseca	ia	EN 50020	
	Ib	EN 50020	
Protecção especial	s	EN 50038	

Quadro 5: Modo de protecção dos equipamentos

Devido às suas especificidades, nas zonas 0 e 20 apenas pode ser utilizado equipamento **ia**.

Existem ainda especificações para os equipamentos a utilizar em atmosferas explosivas associadas ao tipo de atmosfera formada e à temperatura máxima de superfície.

Gases, vapores ou névoas	Grupo de gás	*Grupo a que pertence*	
		IIA	Propano
		IIB	Etileno
		IIC	Hidrogénio
	Temperatura máxima de superfície	*Grupo a que pertence*	
		T1	450 ºC
		T2	300 ºC
		T3	200 ºC
		T4	135 ºC
		T5	100 ºC
		T6	85 ºC

Quadro 6: Exemplo de especificação de equipamentos a utilizar em atmosferas explosivas, devidas à presença de gases, vapores ou névoas

4. Aplicação da Directiva ATEX 137 em Saneamento Básico

Em saneamento básico, a biometanização da matéria orgânica dos efluentes é a principal fonte potencial de atmosferas explosivas.

4.1. A biometanização e a formação de atmosferas explosivas

A biometanização é um processo natural que ocorre quando a matéria orgânica entra em decomposição, em ambiente anaeróbio. O biogás, gás de origem biológica produzido neste processo, consiste numa mistura de metano (componente maioritário), dióxido de carbono, azoto, hidrogénio, oxigénio e ácido sulfídrico.

O metano é um gás extremamente inflamável que, em elevadas concentrações, pode provocar a asfixia. Apesar de não ser considerado como uma substância explosiva, pode reagir com o ar e formar atmosferas explosivas, sendo por isso necessário proceder ao isolamento de qualquer fonte de ignição. Em condições específicas (teor de oxigénio superior a 12 % no ar), o metano pode combinar-se com o ar e formar misturas explosivas. Os seus limites de explosividade situam-se entre 5% (LIE) e 15% (LSE) em volume, no ar.

A presença de hidrogénio, em especial na fase inicial da decomposição da matéria orgânica, está também associada à ocorrência de explosões, apresentando limites de explosividade de 4% (LIE) e 75% (LSE). Sendo um gás extremamente inflamável, existirá risco de explosão se o hidrogénio se apresentar em quantidade suficiente, em atmosferas com teores de oxigénio superiores a 5%.

O ácido sulfídrico ou sulfureto de hidrogénio apresenta uma gama de inflamabilidade entre 4,3 e 45,5 % em volume, no ar. É um gás mais denso que o ar e tende a acumular-se em espaços confinados, principalmente ao nível ou abaixo do solo. Sendo um gás tóxico, a sua perigosidade está geralmente mais associada à saúde humana (na perspectiva da Higiene ocupacional) do que à Segurança.

4.2. Atmosferas explosivas em Saneamento Básico

Nas operações de saneamento de águas residuais pode ocasionalmente ocorrer a formação de atmosferas explosivas, em condições normais de funcionamento. Nas áreas identificadas como perigosas deverá ser atribuída uma classificação correspondente a zonas 1 e 2, de acordo com a Directiva ATEX.

O processo de fermentação das lamas no tratamento das águas residuais conduz à produção de gases inflamáveis. O biogás produzido desta forma contém um teor de cerca de 60-70% em metano.

Estes gases combustíveis podem ser aproveitados para produção de energia, sob a forma eléctrica e térmica, através de um processo de cogeração; se este for o caso, serão necessários alguns cuidados adicionais dado que estes gases podem formar misturas explosivas com o ar.

As fugas de biogás estão geralmente associadas às tubagens e aos pontos de purga. Na realidade, podem ocorrer fugas em diversas etapas do processo, desde o espessamento das lamas à queima do combustível.

As zonas de armazenamento de biogás devem ser alvo de verificações periódicas para assegurar que não existem fugas e os trabalhos realizados nas suas imediações devem obedecer às regras definidas nas instruções de trabalho, no que respeita ao modo de execução e aos equipamentos a utilizar.

Todas as prescrições de prevenção e protecção de atmosferas explosivas, no que respeita à manutenção e ao funcionamento, devem ser aplicadas à área reservada à cogeração.

5. Caracterização dos Sistemas de Saneamento de águas residuais

Para a realização da presente Tese foram estudadas várias estações de tratamento de águas residuais, pertencentes à empresa SIMARSUL.

A SIMARSUL - Sistema Integrado Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A., sociedade de capitais maioritariamente públicos, detém a concessão, em regime de exclusividade, da actividade de recolha, tratamento e rejeição de efluentes (águas residuais) em 8 dos Municípios que fazem parte da Península de Setúbal – Alcochete, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal.

Foram visitadas algumas infra-estruturas dos subsistemas explorados por esta empresa (Anexo 2) e foram escolhidas as que se consideraram mais representativas para serem alvo de estudo nesta Tese.

Seguem-se as descrições e as principais características dos sistemas de saneamento escolhidos. Pretende-se com esta descrição salientar os pontos críticos destes sistemas que serão alvos de análise específica, de acordo com a Directiva ATEX 137.

5.1. Subsistema de saneamento de águas residuais de Sesimbra

O subsistema de Sesimbra é constituído por seis interceptores, aos quais estão associados câmaras de carga, duas estações elevatórias e uma ETAR.

A Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Sesimbra destina-se à depuração de efluentes de uma população de cerca de 30.000 habitantes. Integra duas linhas paralelas e autónomas de tratamento (cada uma para, aproximadamente, 15.000 habitantes). Dado o seu enquadramento numa localidade com elevada actividade piscatória e com práticas de recreio e balneares com contacto humano torna-se fundamental assegurar a qualidade da água tratada. Por este motivo foram instaladas tecnologias de última geração nas quatro fases de tratamento da estação (tratamento preliminar, primário, secundário e terciário).

Esta estação é constituída por uma estrutura única, em que os edifícios de tratamento preliminar, primário e secundário (tratamento biológico) e dos serviços de apoio possuem 2 pisos acima do solo. Isoladamente existem os órgãos da linha de lamas (espessador, digestores e aquecimento), o gasómetro e o canal de desinfecção por radiação ultravioleta (tratamento terciário). A fase de descarga dá-se a cerca de 500 metros na massa oceânica, através de um exutor submarino.

O efluente bruto que chega à ETAR provém das centrais elevatórias da vila e do porto (admitido por bombagem) e dos sistemas interceptores que rodeiam a vila (por gravidade).

Na ETAR, o efluente sofre um processo de depuração que se divide em três circuitos:
- Circuito da água
- Circuito das lamas
- Circuito dos gases

- **Circuito da água**

Neste circuito são consideradas as quatro fases de tratamento: tratamento preliminar, primário, secundário e terciário.
No tratamento preliminar o efluente passa por uma gradagem fina para retenção dos sólidos mais grosseiros que são imediatamente compactados e removidos para aterro sanitário. Após a gradagem, o efluente é conduzido a um órgão compacto – Sedipac 3D - onde ocorrem as operações de desarenação e desengorduramento. As areias são lavadas por insuflação de ar de bolha grossa e são concentradas por prensagem em classificador sendo posteriormente removidas para aterro. A retenção de gorduras e de óleos é conseguida através de um processo que utiliza a injecção de ar de bolha fina. À semelhança do que acontece com as areias, as gorduras são também concentradas e enviadas para aterro.
Segue-se o tratamento primário onde ocorre a sedimentação dos sólidos suspensos através de um processo de decantação. As lamas provenientes deste processo são bombadas e enviadas para o circuito das lamas.

Figura 2: Tratamento primário

Após a decantação, o efluente é submetido a uma biofiltração – tratamento secundário – onde sofre um processo biológico de oxidação em duas etapas sucessivas nos órgãos Biofor C (remoção de C) e Biofor C+N (remoção de C e oxidação de N).

Nestes reactores, a matéria orgânica não sedimentada, excedente do tratamento primário, é fixada em culturas de microorganismos aeróbios, em duas etapas: o primeiro Biofor (Biofor C) remove a maior parte da matéria carbonácea e o segundo Biofor conclui este processo, promovendo-se também uma oxidação parcial do azoto amoniacal, que, na sua forma de nitrato, será menos agressivo ao meio oceânico (receptor final do efluente).
Parte da água resultante do processo de biofiltração é armazenada num tanque de água tratada, sendo posteriormente utilizada na lavagem dos próprios biofiltros. Esta lavagem permite remover as lamas fixadas pelos microorganismos, reenviando-se esta mistura de água e lamas novamente para o processo de decantação.

A etapa final do tratamento consiste na passagem das águas por um canal de desinfecção por radiação ultravioleta (UV) para destruição de microorganismos patogénicos. Terminado este processo a água estará em condições para ser lançada no oceano, apresentando os padrões de qualidade exigidos por lei.
No circuito das águas é ainda considerado um circuito complementar que recolhe o conjunto das escorrências que resultam da lavagem dos filtros biológicos do tratamento secundário e da lavagem dos restantes órgãos e pavimentos. Estas escorrências são concentradas num tanque, onde posteriormente é efectuado o seu bombeamento para o início do tratamento primário.

- **Circuito das lamas**

As lamas resultantes do processo de decantação são recolhidas do fundo dos decantadores. Numa primeira fase são bombeadas para um espessador onde se depositam por acção da gravidade.

Figura 3: Espessador de lamas

São, então, enviadas para o digestor anaeróbio onde sofrem um processo de estabilização durante cerca de 18 dias, a uma temperatura constante de 35ºC. Para permitir que a temperatura se mantenha constante, as lamas são recirculadas e aquecidas numa central que utiliza o biogás produzido no processo de queima.
Por fim as lamas estabilizadas são recolhidas e desidratadas por centrifugação, sendo posteriormente removidas para aterro.

- **Circuito dos gases**

O circuito dos gases inclui dois sistemas:

1) a recolha e aproveitamento (ou eliminação por processo de queima) dos gases resultantes da digestão das lamas
2) a recolha e tratamento do ar contaminado pela vizinhança dos órgãos que emitem odores incómodos (gradagem, desarenador, desengordurador, decantador e centrifugador de lamas)

A recolha do biogás produzido no digestor é efectuada através de um sistema de tubagens que o conduz para armazenamento num gasómetro. O gás armazenado alimenta a caldeira de aquecimento das lamas (recirculação) e os motores da unidade de cogeração. Os excedentes do biogás são queimados numa tocha, localizada num dos extremos da ETAR.

Figura 4: Gasómetro

O ar contaminado produzido nos circuitos de tratamento é extraído e filtrado num biofiltro em leito de turfa que assegura a desodorização. Em complementaridade, existe uma linha de desodorização química que actua por lavagem em duas torres utilizando reagentes que eliminam os compostos responsáveis pelos odores desagradáveis, dando origem a compostos inodoros que são libertados para a atmosfera.

Estações elevatórias

À ETAR de Sesimbra estão associadas duas estações elevatórias – Fortaleza e Mar – em que se processam etapas de tratamento preliminar – Gradagem – antes de o efluente ser conduzido para a ETAR. Ambas as estações possuem sondas que avisam os trabalhadores se o nível de ácido sulfídrico atingir valores perigosos para a sua segurança e saúde.

As estações elevatórias possuem ainda sistemas de desodorização.

Especificações da Unidade de Cogeração

Os principais equipamentos que compõem o sistema de cogeração da ETAR de Sesimbra são:

- Grupos de cogeração com uma potência eléctrica de 60 kW;
- Refrigeradores industriais (instalados na cobertura do edifício);
- Radiadores (instalados na cobertura do edifício)
- Dessulfurizador;
- *Booster* para biogás.

O biogás proveniente do Gasómetro passa pelo Dessulfurizador, para retirar o gás sulfídrico, sendo posteriormente encaminhado para os motores de cogeração.

Figura 5: Unidade de Cogeração: motor-gerador

De forma a manter a pressão de alimentação do biogás equalizada nos grupos de cogeração, estão instalados, na sala anexa ao edifício de aquecimento das lamas, compressores de biogás ou *Booster*.
Cada grupo de cogeração apresenta um consumo de biogás à plena carga de 30,3 m^3/h, o que corresponde a uma capacidade de 727,2 m^3/dia, admitindo um tempo de funcionamento diário de 12 horas.

Os grupos de cogeração instalados na ETAR estão preparados para funcionar em paralelo com a rede pública (EDP). A energia térmica produzida é utilizada para aquecer as lamas digeridas, optimizando a produção de biogás, ou é dissipada através dos refrigeradores, em caso de excesso de calor no processo.

CONSTITUINTES	CARACTERÍSTICAS
Motor - gerador	Quantidade: 2 Balanço de energia – biogás: 65% PCI 22300 kJ/m^3 Potência mecânica: 65 kW (34,6%) Potência térmica bloco motor: 60 kW (31,9%)
Booster (compressor de biogás)	Quantidade: 2 Caudal unitário: 10-50 Nm^3/h Pressão mínima de entrada: 10 mbar Pressão diferencial máxima: 120 mbar Potência instalada: 0,55 kW Comando a partir dos grupos de cogeração
Sistema de Secagem Frigorífica e Dessulfurizador	Eficiência de remoção de H_2S: > 90% (sem *bypass*) P absorvida: 2,1 KWe Capacidade de refigeração máxima: 5,1 kWt **Entrada de biogás** Caudal máximo: 60 Nm^3/h Temperatura do biogás: 35ºC Pressão: 20 mbar Humidade: 100% saturado **Saída de biogás** Caudal máximo: 60 Nm^3/h Temperatura do biogás: 25-35ºC Pressão: 15 mbar Humidade: 30-50% **Purga de condensados** Caudal Expectável: 1 a 3 dm^3/h

Quadro 7: Constituintes da Unidade de Cogeração

5.2. Sistema de saneamento de águas residuais de Fernão Ferro

A ETAR de Fernão Ferro sofreu recentemente adaptações no âmbito de um projecto de ampliação e beneficiação que lhe permitirão dar resposta a um equivalente populacional de 32.700 hab.eq. A sua actual situação actual, que define as condições de arranque da instalação, corresponde a um equivalente populacional de 16.100 hab.eq., cerca de metade da sua capacidade nominal.

Figura 6: ETAR de Fernão Ferro

O sistema de tratamento utilizado nesta ETAR, um sistema de tratamento biológico por lamas activadas operado em regime de arejamento convencional, é desenvolvido em duas linhas:

- Linha de tratamento da fase líquida
- Linha de tratamento da fase sólida

- **Linha de tratamento da fase líquida**

O esquema de tratamento concebido compreende, após a recepção das águas residuais brutas numa caixa para retenção de sólidos grosseiros, duas linhas de um sistema compacto de pré-tratamento mecânico, onde ocorrem os processos de gradagem, desarenação e remoção de óleos e gorduras.

A elevação do efluente pré-tratado dá-se através de bombas de poço seco instaladas na estação elevatória.

Após a etapa de tratamento preliminar o efluente é encaminhado para o decantador primário.

A proliferação de bactérias filamentosas dá origem a lamas activadas de difícil decantabilidade. Assim, devem ser criados mecanismos que favoreçam a absorção de

substratos e nutrientes por parte de bactérias não-filamentosas (floculantes), em detrimento dos restantes microorganismos. Nesta ETAR este processo é efectuado num tanque de contacto (ou Selector), onde uma fracção controlável das lamas em recirculação é colocada em contacto com a totalidade das águas residuais afluentes, evitando-se assim fenómenos de *bulking*.

Este tanque de contacto não dispõe de um sistema de arejamento (funciona em condições anóxicas) possuindo apenas agitadores submersíveis para manutenção da biomassa em suspensão.

O tratamento biológico é realizado segundo um sistema de lamas activadas em reactores biológicos Carrousel®, de dois canais, equipados com arejadores de superfície de eixo vertical.

Após a passagem pelos reactores, dá-se uma etapa de decantação secundária, por dois decantadores, e por fim a desinfecção final do efluente em dois canais com lâmpadas UV de baixa pressão, alto rendimento e limpeza automática. Parte do efluente tratado na ETAR é reutilizado como água de serviço.

- **Linha de tratamento da fase sólida**

A fase sólida do esquema de tratamento é composta por espessamento gravítico das lamas mistas produzidas na fase líquida, pela digestão anaeróbia a frio das lamas espessadas em dois digestores e pela desidratação mecânica das lamas digeridas em 2 centrífugas. As lamas desidratadas são posteriormente armazenadas num silo de lamas.

Figura 7: Silo de lamas

Na zona do tratamento preliminar, encontra-se ainda instalada uma estação compacta de recepção e pré-tratamento de lamas de fossas sépticas com gradagem fina e desarenação.

Sempre ocorrer a recepção de um limpa fossas, este é directamente ligado ao equipamento, no qual é realizada uma gradagem fina (6 mm) das lamas a descarregar. Os resíduos sólidos assim retidos pelo sistema de pré-tratamento são transportados e compactados através de um parafuso compactador integrado, sendo posteriormente descarregados num contentor de RSU.

As lamas primárias e as lamas biológicas são conduzidas até a um espessador gravítico circular que realiza o seu espessamento conjunto antes de se realizar a sua alimentação ao processo de digestão.

Ao espessador de lamas mistas chegam as lamas extraídas do decantador primário, as lamas biológicas em excesso, bombeadas a partir dos poços de recirculação de lamas, e, ocasionalmente, as lamas das fossas sépticas recebidas após pré-tratamento no edifício do tratamento preliminar.

O espessador é equipado com uma grade de espessamento de funcionamento contínuo com raspador de fundo, que é responsável pela mistura das lamas e pelo seu encaminhamento para a tremonha central, de onde são elevadas para desidratação. O fluído sobrenadante proveniente do espessador é encaminhado graviticamente para o circuito de escorrências, afluente ao tratamento preliminar.

As lamas primárias e biológicas espessadas são estabilizadas pelo processo de digestão anaeróbia. O processo realiza-se num único estágio em dois digestores a frio, sem agitação.

A alimentação das lamas espessadas em cada digestor é realizada através de uma caixa de entrada que recebe as lamas frescas. A descarga de lamas digeridas do digestor é realizada através de uma caixa de saída e a sua recolha é realizada no fundo do digestor.

Todo o biogás produzido no processo de digestão das lamas mistas é encaminhado para queima.

Figura 8: Tocha para queima de biogás

O seguimento do projecto de beneficiação permitirá, no futuro, o aumento do rendimento do processo de digestão, através da instalação de um agitador mecânico, na cúpula em aço num dos digestores, passando este a funcionar como digestor primário, e da ligação deste ao restante, que passará a funcionar como tanque de armazenamento de lamas, ou digestor secundário (sem agitação).

- **Desodorização da fase gasosa**

Todos os órgãos e locais susceptíveis de produzir odores são desodorizados. Foram estabelecidas duas zonas distintas para tratamento:

- zona de recepção das águas residuais, tratamento preliminar (incluindo sala de contentores, elevação inicial e equipamento) e tanque de armazenamento das lamas das fossas sépticas, e

- zona do tratamento de lamas, composta pela sala de desidratação de lamas do edifício de exploração e espessador gravítico.

Estas zonas são devidamente confinadas e servidas por uma rede de ventilação que conduz o ar viciado para tratamento, efectuado através de um processo de biofiltração.

5.3. Sistema de saneamento de águas residuais de Pinhal Novo

A ETAR de Pinhal Novo situa-se no Concelho de Palmela, freguesia de Pinhal Novo e ocupa uma área de cerca de 13 300 m^2. Esta estação está dimensionada para servir uma população de 23 500 habitantes e um caudal médio afluente de 3 600 m^3/dia.
As unidades industriais implantadas na área servida por este sistema são as localizadas na Zona Industrial da Cascalheira, cujas águas residuais são equiparáveis a domésticas, e uma unidade industrial de fabricação de produtos à base de arame, cuja contribuição para o sistema não é significativa dado que possui o seu próprio tratamento de efluentes.
O tratamento da fase líquida da ETAR consiste num Sistema de Lamas Activadas de média carga[3] / Arejamento convencional, sendo a linha de tratamento da fase sólida constituída por processo de espessamento, seguida de digestão anaeróbia e desidratação de lamas, em filtro banda.
Em relação aos sistemas de alta carga, os sistemas de média carga desenvolvem-se com menor produção de lamas e com um rendimento superior (cerca de 90 %). No entanto a quantidade de oxigénio consumido por unidade de carga orgânica eliminada do sistema é maior.

A ETAR é constituída por duas linhas distintas de tratamento:

- Linha de tratamento da fase líquida
- Linha de tratamento da fase sólida

- **Linha de tratamento da fase líquida**

O processo de tratamento inicia-se numa lagoa de equalização, que é constituída por quatro arejadores mecânicos de superfície. A função destes arejadores é promover a mistura e homogeneização do efluente.
As águas residuais são elevadas a partir desta lagoa por um conjunto de grupos electrobomba submersíveis e seguem até à caixa de repartição de caudais. Aqui, o efluente é conduzido graviticamente para o decantador primário, onde serão removidas lamas primárias e gorduras.

[3] A idade das lamas num processo de média carga pode variar entre 4 a 8 dias

Figura 9: Decantador primário

A função da decantação primária consiste na deposição de sólidos finos de pequena dimensão, incluindo partículas granulares e floculentas, presentes no efluente. Os principais parâmetros que determinam a eficiência deste processo são a carga hidráulica e o tempo de retenção. Trata-se de uma operação rápida para evitar que o efluente entre em septicidade e origine odores desagradáveis.

O decantador primário possui uma ponte raspadora de fundo e de superfície; as lamas são removidas no fundo do decantador e as gorduras são encaminhadas pelo raspador de superfície para um concentrador.

Concluído o tratamento primário, o efluente passa por um tanque intermédio com agitação, designado tanque de contacto – *Selector* – cuja função consiste na prevenção do aparecimento de bactérias filamentosas. O aparecimento de bactérias filamentosas põe em causa o tratamento do efluente dado que estas bactérias tendem a desenvolver-se de forma mais rápida que as bactérias floculantes.

Figura 10: Tanque de contacto - *Selector*

O efluente é então conduzido, por gravidade, a um tanque de arejamento equipado com 4 arejadores de superfície do tipo Rotor's – a *Vala de oxidação*. Actuando como um reactor biológico, o objectivo deste órgão é a remoção da matéria orgânica do efluente, que se

encontra sob a forma de partículas em dispersão coloidal e em suspensão. É aqui que ocorre o tratamento secundário, por um sistema de lamas activadas.

O sistema de lamas activadas é um tratamento aeróbio de águas residuais, que se caracteriza pelo contacto entre a matéria orgânica da água residual e os microrganismos aeróbios, responsáveis pela sua oxidação, estabelecido pela formação de flocos biológicos (lamas activadas) em suspensão na água residual. Estes flocos resultam do processo de floculação de partículas coloidais, orgânicas e inorgânicas, e de células vivas. Nesta fase do processo, o desenvolvimento de microrganismos filamentosos conduz à perda da consistência dos flocos, que dificilmente sedimentam originando, assim, um efluente com elevado teor de sólidos.

Após a etapa de tratamento na vala de oxidação, o efluente segue para o decantador secundário. A decantação secundária integra o sistema de tratamento biológico e tem como função promover a separação dos sólidos em suspensão, em particular as partículas floculentas formadas na vala de oxidação. A remoção das lamas é efectuada a partir do fundo do decantador secundário; o caudal a retirar será menor, uma vez que as lamas se encontram mais concentradas. As lamas provenientes do decantador secundário são, então, enviadas para recirculação no Selector e/ou na Vala de oxidação, de forma a manter no processo de tratamento uma concentração de microrganismos constante e óptima para as condições de funcionamento.

O efluente depurado é então recolhido, passando por um medidor de caudal do tipo "*Parshall*" que controla o caudal do efluente do decantador secundário. É posteriormente enviado para uma cisterna de água tratada.

Parte da água tratada é utilizada na manutenção da ETAR – água de serviço. Para tal, esta água passa por um sistema de filtração e desinfecção por radiação UV. A filtração serve para remover os sólidos presentes na água tratada e para melhorar a sua qualidade antes do tratamento de desinfecção. A desinfecção actua da seguinte forma: quando a radiação U.V. (254Nm) incide no microrganismo, altera o seu material genético, tornando-o incapaz de se reproduzir. Face a esta inibição, o teor microbiano da água diminui abruptamente.

A restante água é encaminhada, graviticamente, para um sistema de lagoas de maturação sendo posteriormente descarregada no meio receptor, numa linha de água próxima das instalações.

- **Linha de tratamento da fase sólida:**

Do tratamento da fase líquida resultam dois tipos de lamas:

- As lamas primárias: resultantes do processo de decantação primária, principalmente da sedimentação de sólidos finos de pequena dimensão;

- As lamas secundárias: surgem à medida que os microorganismos consomem a matéria orgânica e se reproduzem aumentando o número ou a massa de células vivas no sistema.

Tal como referido anteriormente, parte das lamas é utilizada na recirculação com o objectivo de manter o equilíbrio do sistema no que respeita à concentração de microorganismos. A parte restante será retirada e submetida a tratamento específico.
O tratamento de lamas tem como principal objectivo a diminuição do teor de água. Desta forma a capacidade de fermentação das lamas será inferior, minimizando os problemas causados pelo desenvolvimento de agentes patogénicos e pelos maus cheiros. Também os custos associados ao armazenamento e transporte para destino final serão menores se as lamas estiverem desidratadas.
As lamas em excesso provenientes do decantador secundário, juntamente com as lamas provenientes da decantação primária e do tanque de equalização de lamas de fossas sépticas, são encaminhadas para um espessador de lamas. No espessador a concentração de sólidos das lamas irá aumentar com consequente redução do seu volume.
Após o espessamento, as lamas são enviadas para um digestor onde ocorre o processo de digestão anaeróbia. A digestão anaeróbia é um processo biológico no qual um conjunto de diferentes organismos, na ausência de oxigénio molecular (O_2), promove a transformação de compostos orgânicos complexos (hidratos de carbono, proteínas e lípidos) em produtos mais simples como metano (biogás) e gás carbónico. Nesta ETAR o processo de digestão ocorre a frio (o digestor é aberto e o processo ocorre a temperatura ambiente).

Figura 11: Digestor Anaeróbio
(**Diâmetro (m):** 16,2; **Área (m2):** 825; **Volume (m3):** 1800)

A última fase do tratamento das lamas consiste na desidratação por Filtro Banda. Inicialmente ocorre uma homogeneização do polielectrólito (polímero utilizado para estabilização das lamas) com as lamas sujeitas a desidratação. O agente floculante é injectado a montante da bomba de lamas, optimizando o efeito misturador progressivo do "sem-fim" excêntrico da bomba. O condicionamento do equipamento é concebido de forma

a dar "estrutura" aos "flocos" de lama, para que eles possam suportar o aumento gradual das acções de expressão e corte. As lamas são descarregadas sobre a tela filtrante da prensa de lamas, na zona de desidratação por gravidade. Seguidamente as lamas são colocadas entre duas telas convergindo uma para a outra, na zona em cunha; passam assim para a zona de pressão onde serão progressivamente comprimidas entre as duas telas, formando um circuito em "S". Esta zona de pressão é constituída por tambores de diâmetro sucessivamente decrescente, originando o aumento da pressão exercida sobre as lamas e contribuindo para a máxima extracção da água. Os primeiros tambores de pressão, são perfurados para permitir aos filtrados escoarem-se em contacto com o tambor.

Durante todo o funcionamento, as telas são lavadas por jactos de água sob pressão (água de serviço), para garantir a sua limpeza e uma permeabilidade óptima.

Finalmente as lamas desidratadas são recolhidas por um tapete transportador que as encaminha para um recipiente próprio (contentor de 6 m^3), sendo posteriormente enviadas para destino final.

6. Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho

A empresa SIMARSUL possui um Sistema de Gestão Integrado Qualidade, Ambiente e SST, segundo os referenciais normativos ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001. Como tal, procurou-se enquadrar a abordagem ATEX no sistema de SST existente, evitando desenvolver um sistema paralelo.

6.1. Avaliação de Riscos

Dado que a empresa possui um sistema integrado de gestão, a avaliação de riscos é efectuada em conjunto com a avaliação dos impactes ambientais, segundo um procedimento de Identificação, Avaliação e Gestão que estabelece critérios comuns de avaliação; os resultados são apresentados num único registo – Matriz de Identificação e Avaliação de Aspectos e Impactes Ambientais e Perigos e Riscos - que separa as avaliações das componentes Ambiente e Segurança.

A avaliação é efectuada de acordo com os critérios de severidade e probabilidade que traduzem o nível de risco de ocorrência. O sistema apresenta como definição de Severidade (S) a variável que permite definir a magnitude da consequência dos danos provocados quer nas pessoas, quer nas máquinas, equipamentos ou infra-estruturas. A Probabilidade de ocorrência (P) refere a probabilidade de ocorrência de um perigo associado a um determinado risco.

O sistema considera 3 níveis de severidade (1, 2, 3), sendo o nível 3 o mais elevado, e 4 níveis de ocorrência (1, 2, 3, 4) sendo o nível 4 o mais elevado (pode acontecer mais do que uma vez por mês).

Face a estes critérios, os riscos são avaliados de acordo com uma matriz Severidade x Probabilidade (3x4). Determina-se, assim, o nível de risco.

Severidade				
3	3	6	9	12
2	2	4	6	8
1	1	2	3	4
Nível de Risco	1	2	3	4
	Probabilidade			

Figura 12: Matriz Nível de Risco

O critério condições de controlo é aplicado como forma de reduzir o risco, quer dos riscos identificados quer dos potenciais impactes ambientais, devido à existência de medidas já desenvolvidas ou implementadas e cuja existência, eficácia e eficiência podem baixar o valor do nível de risco previamente calculado.
As condições de controlo são as condições existentes que podem reduzir ou eliminar o nível de risco associado aos impactes ambientais ou riscos. Existem 4 categorias de controlo:

1 – Existem, são suficientes e eficazes
2 – Existem, mas ainda subsistem falhas pontuais
3 – Existem, mas são insuficientes ou ineficazes
4 – Não existem

O Grau de risco é a apreciação/valoração do nível de risco com base na atribuição de uma classificação em 4 níveis (1- baixo, 2 – moderado, 3 – médio e 4 – elevado) e as condições de controlo existentes.

O cálculo do grau de risco é efectuado segundo uma matriz nível de risco x controlo.

CONTROLO				
4 - Não existem	4	8	12	16
3 - Existem, mas são poucas ou têm graves deficiências	3	6	9	12
2 -Existem, mas ainda não são suficientes ou têm algumas deficiências	2	4	6	8
1 - Existem, são suficientes e eficientes	1	2	3	4
GRAU DE RISCO	1- Baixo	2 - Moderado	3- Médio	4- Elevado
	NÍVEL DE RISCO			

Figura 13: Matriz Grau de Risco

A significância do risco é atribuída se o Grau de risco for superior a 8.

As acções inerentes ao Grau de Risco estão categorizadas em 4 tipos, segundo a sua tipologia e cronologia – monitorização regular / medidas a aplicar com a máxima urgência / cessação imediata dos trabalhos (utilização de recursos de valor elevado)

6.1.1. Risco ATEX

A presença de substâncias inflamáveis/explosivas, a que corresponde o risco de "Incêndio/Explosão", está documentada nos vários procedimentos de avaliação de riscos existentes em cada uma das instalações.
Foram consideradas duas situações: rotina, para as actividades que constituem o quotidiano das instalações, e emergência, para acontecimentos de elevada severidade não expectáveis no dia-a-dia.
Nas situações em que o risco de explosão é caracterizado como situação de emergência, o procedimento de avaliação de riscos remete para o Plano de Emergência Interno e para suas as instruções.
Os riscos de incêndio/explosão considerados de rotina são alvo de análise especial e caracterização segundo o disposto nos diplomas ATEX.
Em todas as situações em que o risco de explosão se classifica como significativo deve ser utilizada uma metodologia específica para a avaliação desse risco, tal como a que é apresentada de seguida. Esta metodologia, sugerida por este estudo, desenvolve-se em três fases:

<u>Fase 1 – Análise das instalações</u>

É efectuada uma visita às instalações onde existe o risco de ocorrerem explosões. A fim de facilitar a sua classificação estas áreas devem ser delimitadas.

<u>Fase 2 – Análise do risco</u>

Em cada local visitado, são identificados os equipamentos e as substâncias / produtos que propiciam a formação de atmosferas explosivas.
O processo deverá ser analisado na sua globalidade para garantir que a potencial interacção de subprodutos ou produtos secundários não é negligenciada na avaliação. Para a avaliação do risco, será escolhido o produto ou a combinação de produtos mais perigosa, em função das suas características.

São analisados vários critérios, tais como:
- Classificação ATEX: atribuição de classificação 0, 1 ou 2, de acordo com a apreciação da área em estudo (Classificação de áreas perigosas, Decreto-Lei n.º 236/2003);

- Medidas de Prevenção e Protecção: identificação das medidas técnicas e organizacionais existentes no local.
- Identificação de fontes de ignição possíveis: identificação das fontes de ignição potenciais e consequente triagem (permanecem em estudo apenas as que não podem ser eliminadas).
- Frequência da fonte de ignição: atribuição de um nível de frequência para cada fonte de ignição identificadas.

Frequência da Fonte de Ignição	Descrição
A	Presença de pelo menos uma fonte de ignição não permanente, existindo medidas de protecção satisfatórias
B	Presença de fontes de ignição não permanentes existindo medidas de protecção insuficientes
C	Presença de várias fontes de ignição ou pelo menos uma permanente existindo medidas de protecção reduzidas ou inexistentes

- Probabilidade de ocorrência da explosão: indicação da simultaneidade de formação de atmosfera explosiva e presença de fonte de ignição.

	Frequência da Fonte de Ignição		
Classificação ATEX	**a**	**b**	**c**
2	A	A	B
1	A	B	C
0	B	C	C

Categoria de Probabilidade	Descrição
A	Não provável
B	Provável
C	Frequente

- Gravidade da situação: previsão das consequências e atribuição de categoria de gravidade em função dos danos e da exposição humana.

Categoria	Denominação	Descrição
I	Moderado	▪ Presença humana apenas em situações de excepção ▪ Confinamento desprezável (área exterior sem construções próximas significativas) ▪ Características do produto: severidade das consequências baixa ▪ Reacções em cadeia não previsíveis
II	Grave	▪ Presença humana em curtos períodos de tempo, mas que se repetem ▪ Confinamento médio (área exterior com construções próximas significativas) ▪ Características do produto: severidade das consequências média ▪ Reacções em cadeia com danos a abrangerem a generalidade do local
III	Muito Grave	▪ Presença humana em longos períodos de tempo ▪ Confinamento forte (área interior fechada) ▪ Características do produto: severidade das consequências elevada ▪ Reacções em cadeia com danos exteriores ao local

- Grau de risco: atribuição de uma classificação do risco em função da probabilidade de formação de uma atmosfera explosiva e da gravidade da situação.

	Gravidade da Situação		
Categoria de Probabilidade	**I**	**II**	**III**
A	1	1	2
B	1	2	3
C	2	3	3

Grau de Risco	Descrição
1	Baixo
2	Médio
3	Elevado

Fase 3 – Definição das medidas complementares

Em virtude da classificação do risco analisado, são definidas as medidas de protecção complementares, necessárias à redução do nível de risco.

6.2. Gestão de riscos e actualização da informação

Todos os anos, é efectuado um levantamento exaustivo das actividades da empresa e dos riscos que lhe estão associados.
Está prevista uma revisão anual do procedimento de Identificação e Avaliação de Riscos, mas sempre que ocorrerem alterações (novos requisitos legais, normativos ou directivas internas / novas estruturas ou modificação de estruturas existentes / queixas ou acidentes) o procedimento será revisto.

Face aos resultados da avaliação de riscos são definidas várias medidas, tais como:
- medidas de melhoria através da definição de objectivos (para riscos considerados significativos, ou seja com avaliações superiores a 8);
- medidas de controlo operacional;
- medidas de monitorização ou para assegurar o cumprimento legal ou boas práticas de trabalho.

Paralelamente é efectuado o planeamento de medidas de actuação em situação de emergência (integradas em procedimentos específicos).

6.3. Organização e Gestão da Emergência

Existe um Plano de Emergência Interno (PEI), organizado em três capítulos:

- Capitulo I: descreve os objectivos, as responsabilidades, a metodologia de organização e gestão de emergências e a estrutura do PEI implementado;
- Capítulo II: contém as especificações do PEI por cada subsistema;
- Capítulo III: contém o plano de preparação e resposta a Emergências, remetendo o leitor para Instruções de Trabalho específicas, caso se apliquem (Ex.: IT para Actuação em caso de Incêndio).

Este documento é aplicado quer em situações de emergência associadas ao Ambiente quer em situações associadas à Segurança.

Todos os exercícios de emergência são alvo de planeamento.

As plantas de emergência são elaboradas para cada subsistema, sendo afixadas nos locais.

7. Mapeamento de áreas perigosas

O mapeamento de áreas perigosas em zonas (*zoning*) constitui um dos aspectos mais importantes na abordagem ATEX a uma instalação. Este mapeamento está directamente relacionado com a avaliação de riscos efectuada no local e as condições de segurança existentes.

É apresentado, de seguida, um breve descritivo da metodologia utilizada no âmbito deste trabalho para mapear as zonas perigosas.

7.1. Classificação em zonas

De acordo com o disposto na norma CEI/IEC 60079-10, para classificar as zonas perigosas devido à presença de gases e vapores inflamáveis e a determinar sua extensão num mapa, devem ser considerados os seguintes factores:

- caudal da libertação;
- velocidade de escape;
- concentração das substâncias inflamáveis;
- condições de ventilação;
- restrições à circulação do ar;
- limite inferior de explosividade;
- ponto de inflamação;
- temperatura de ignição;
- pressão e densidade do vapor;
- grupo de explosão;
- classe de temperatura;
- temperatura e pressão dos fluidos.

De todos os factores anteriormente mencionados, para a delimitação das zonas salientam-se a caracterização da fonte de libertação (caudal) e a ventilação. A presença de uma atmosfera explosiva e o seu tipo depende principalmente do grau de libertação e da ventilação do local a analisar.

7.1.1. Fonte de libertação

Os elementos básicos para a determinação de uma zona perigosa são a identificação da fonte de libertação e a grau de libertação.

Cada equipamento num processo (Ex: tanque, bomba, contentor, *pipeline*...) deve ser considerado uma potencial fonte de libertação de substâncias inflamáveis até ser efectuada uma análise mais cuidadosa para verificação das condições de contenção dos equipamentos. Se for demonstrado que pode vir a ocorrer libertação de substâncias inflamáveis para a atmosfera, há que proceder à classificação do grau de libertação.

GRAU DE LIBERTAÇÃO	DEFINIÇÃO
Contínuo	Libertação contínua ou que ocorre frequentemente ou por longos períodos Ex.: respiradouros em tanques inflamáveis, superfície de um líquido combustível em contacto com o ar
Primário	Libertação que ocorre periodicamente ou ocasionalmente durante o funcionamento normal Ex.: Retentores de bombas, válvulas, drenagem de água de tanques, bocais de sondagem
Secundário	Libertação que não deverá ocorrer em situação normal de funcionamento. Se ocorrer é pouco frequente e por períodos curtos Ex.: Retentores de bombas, válvulas,… (em situação anormal)

Quadro 8: Grau de libertação de substâncias inflamáveis

Uma fonte de libertação contínua conduz geralmente a uma zona de tipo 0, uma fonte de libertação primária a uma zona 1 e uma fonte de libertação secundária a uma zona 2.

Quanto maior for o grau de libertação mais extensa será a zona a mapear.

7.1.2. Ventilação

A ventilação pode ser conseguida pelo movimento do ar, quer seja devido ao vento ou por gradientes de temperatura ou por meios artificiais. A ventilação pode ser, assim, considerada:

- ventilação natural;
- ventilação forçada (artificial), geral ou local.

A ventilação está directamente associada às fontes de libertação de substâncias inflamáveis e ao seu grau de libertação. Quanto maior for o caudal de ventilação nos locais, menores serão as áreas a delimitar.

Uma ventilação adequada nos locais permite dissipar as atmosferas explosivas, influenciando a classificação da zona em estudo. O grau de ventilação pode ser classificado de acordo com o disposto no quadro seguinte.

GRAU DE VENTILAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Elevado	Reduz a concentração na fonte de forma quase instantânea
Médio	Controla a concentração, resultando em fronteiras definidas durante a libertação
Baixo	Não controla a concentração, mesmo após o término da libertação (a atmosfera perigosa persiste)

Quadro 9: Grau de ventilação

A disponibilidade da ventilação influencia a presença ou a formação de uma atmosfera gasosa explosiva. São considerados 3 níveis neste parâmetro:

- Boa: ventilação contínua;
- Regular: ventilação presente durante o funcionamento normal sendo que as descontinuidades são pouco frequentes e apenas por curtos períodos de tempo;
- Fraca: ventilação que não cumpre as condições dos restantes níveis, sendo que as descontinuidades não ocorrem por grandes períodos de tempo.

Em alguns casos, a disponibilidade da ventilação pode ser tão elevada que, na prática, não existe zona perigosa. No entanto, se o grau de ventilação for baixo o resultado final implica uma classificação ATEX mais rigorosa da zona.

O efeito da ventilação nos diferentes tipos de zonas pode ser resumido da seguinte forma[4]:

	VENTILAÇÃO						
	Grau						
	Elevado			Médio			Baixo
GRAU DE LIBERTAÇÃO	*Disponibilidade*						
	Boa	Regular	Fraca	Boa	Regular	Fraca	Boa, Regular ou Fraca
Contínuo	(Zona 0 EN) Zona não perigosa [a]	(Zona 0 EN) Zona 2 [a]	(Zona 0 EN) Zona 1 [a]	Zona 0	Zona 0 + Zona 2	Zona 0 + Zona 1	Zona 0
Primário	(Zona 1 EN) Zona não perigosa [a]	(Zona 1 EN) Zona 2 [a]	(Zona 1 EN) Zona 2 [a]	Zona 1	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 + Zona 2	Zona 1 ou Zona 0
Secundário [b]	(Zona 2 EN) Zona não perigosa [a]	(Zona 2 EN) Zona não perigosa [a]	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 ou até Zona 0

Quadro 10: Influência da ventilação no tipo de zona

Legenda:

a: a presença de uma zona 0, 1 ou 2 EN indica uma área em teoria cuja extensão, em condições normais, é negligenciável.

b: a zona 2 criada por um grau de libertação secundário excede, geralmente, a extensão associada ao grau de libertação primário ou contínuo.

c: será uma zona 0 se a ventilação for tão fraca que na prática a atmosfera explosiva existe em permanência, quase como se não existisse qualquer ventilação no local.

NOTA: O sinal '+' refere-se, neste caso, à área envolvente.

[4] Adaptação da tabela presente no Anexo B da Norma Internacional CEI/IEC 60079-10.

7.2. Extensão das zonas ATEX

A extensão da zona depende da distância (estimada ou calculada) na qual a atmosfera explosiva persiste, antes de dispersar para uma concentração de material combustível no ar abaixo do seu limite inferior de explosividade (LIE).
Deve ser tida em conta a possibilidade do gás combustível se revelar mais pesado que o ar e puder ocorrer a sua migração para áreas abaixo do nível do solo (poços, depressões do terreno…) ou ser mais leve e ficar retido em superfícies mais altas (tectos, alpendres…)
Para evitar esta migração de material combustível para áreas adjacentes, podem ser implementadas as seguintes medidas:

- Utilizar barreiras físicas;

- Manter sobrepressão na área próxima à área perigosa;

- Promover a ventilação no local com ar fresco, para garantir que o ar escapa por todas as possíveis entradas do material combustível, impedindo a sua entrada/acumulação.

A extensão da zona a mapear depende em grande parte dos parâmetros físicos e químicos do material combustível.

Para aferir a extensão das zonas foram utilizadas as recomendações presentes na norma CEI/IEC 60079-10, assim como as recomendações do guia *Technische Grundlage für Beutteilung von Biogasanlagen*, publicado pelo Ministério Austríaco da Economia e Trabalho.

7.3. Procedimentos e revisão

As zonas 0 e 1 deverão ser reduzidas, quer em número quer em extensão, através de reconfiguração dos locais ou pela introdução de procedimentos operacionais adequados. Pretende-se desta forma que as instalações sejam apenas classificadas como zona 2 ou até como zona não perigosa.
Quando a libertação do material combustível não pode ser evitada há que recorrer a equipamentos especiais nas instalações que condicionem a libertação a um grau secundário ou, em alternativa, garantir que a libertação apenas ocorre em quantidades muito limitadas e a taxa reduzida.

Após a classificação das instalações é importante que nenhuma alteração ocorra sem que se proceda a nova análise ATEX. Todas as acções não autorizadas poderão pôr em causa a classificação anteriormente efectuada ao local. Durante a vida útil da instalação devem ocorrer revisões a toda a documentação de suporte da análise ATEX.

8. Medições nos locais em estudo

As medições foram executadas segundo o planeamento:

- ETAR de Pinhal Novo: dia 27/Outubro/2008, período da manhã;
- ETAR de Fernão Ferro: dia 28/Outubro/2008, período da manhã;
- ETAR de Sesimbra: dia 06/Novembro/2008, período da manhã;
- EE Fortaleza e EE Mar (Sesimbra): dia 06/Novembro/2008, período da manhã.

Para efectuar as medições foi utilizado o aparelho de medição Q-RAE Plus, PGM-2000/2020, com monitor multi-gás, da RAE Systems. As especificações deste aparelho de medição podem ser encontradas no Anexo 3.

Foram monitorizados 4 parâmetros: CO, H_2S, O_2 e CH_4 (LIE).

8.1. ETAR de Pinhal Novo

Na ETAR de Pinhal Novo foi considerada a área referente ao circuito das lamas.

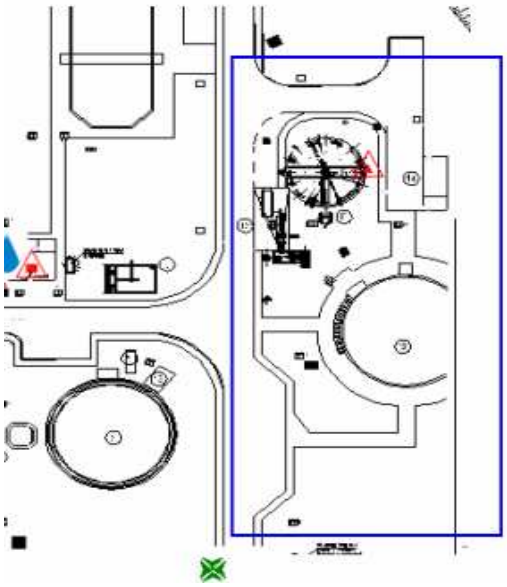


Figura 14: Área alvo de análise ATEX (PN)

Decorreram 3 fases de medições: a primeira junto do espessador de lamas, a segunda junto ao digestor, em especial junto às bombas de alimentação, e a terceira no topo do digestor. Podemos caracterizar esta área como tendo um grau de ventilação médio a elevado; estas condições permitem a redução da atmosfera explosiva na fonte, promovendo a dispersão de forma quase instantânea.

Quanto ao grau de libertação, existem 2 situações:

- Libertação contínua, dado que o digestor não é coberto e liberta, de forma contínua, metano (CH_4) para a atmosfera;

- Libertação primária, por libertação ocasional nos pontos de purga do digestor e nas bombas (circuito espessador-digestor).

Durante as medições não foram detectados valores que justifiquem a aplicação de medidas especiais no que respeita às condições de segurança do local. Das leituras efectuadas apenas foram registados valores residuais de ácido sulfídrico (H_2S), em particular junto às flanges das tubagens, não sendo detectada a presença de metano (CH_4).
Apesar de a libertação de metano para a atmosfera não ser controlada e do valor da taxa de libertação ser desconhecido, à data, as condições de ventilação dificilmente promoveriam a retenção de gás combustível em concentração suficiente para formar uma atmosfera explosiva persistente.

Devido às características de libertação contínua, a área interna do digestor considera-se uma zona 1 e a sua envolvente, uma zona 2.

No Anexo 6 encontra-se o mapa ATEX desta instalação.

8.2. ETAR de Fernão Ferro

Na ETAR de Fernão Ferro foi considerada a área indicada na figura seguinte.

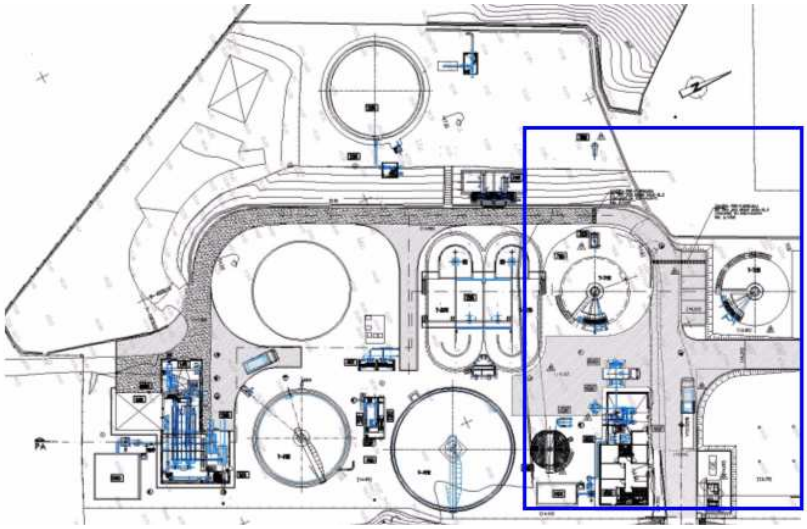


Figura 15: Área alvo de análise ATEX (FF)

Decorreram 4 fases de medições: a primeira junto do 1º digestor de lamas, a segunda junto ao digestor/gasómetro, com especial incidência na zona de alimentação à tocha, a terceira na tocha de queima de biogás e a quarta junto ao espessador de lamas.
Tal como verificado na ETAR de Pinhal Novo, em Fernão Ferro não foram detectados valores de gases combustíveis na atmosfera que impliquem a aplicação de medidas especiais no que respeita às condições de segurança do local. No entanto, as condições atmosféricas do dia em que foram realizadas as medições (vento moderado a forte: 30 a 45 km/h) também podem ter tido influência nos valores detectados pelo aparelho de medição, devido à forte dispersão provocada pelo vento e à inexistência de barreiras físicas no local.

Devem ser analisadas as seguintes situações na envolvente do digestor/gasómetro:
- Presença de postes de iluminação circundantes ao digestor/gasómetro;
- Existência um parque de estacionamento localizado na envolvente dos digestores.

Tais situações requerem a adopção de medidas de protecção técnicas (adequação das lâmpadas) e organizacionais (deslocação da área de estacionamento).

Foi ainda detectada a presença de gás sulfídrico (H_2S), com picos de 8-9 ppm, entre as membranas do digestor/gasómetro. Esta medição foi efectuada junto a um pequeno tubo de purga que liga este espaço inter-membranas ao exterior do reservatório.

O mapa ATEX desta instalação encontra-se no Anexo 7.

8.3. ETAR de Sesimbra

Na ETAR de Sesimbra as medições ocorreram ao longo do circuito das lamas e dos gases provenientes do processo de digestão. Assim, foram consideradas as áreas envolventes do espessador de lamas, digestores, gasómetro, unidade de cogeração e tocha de queima de gases.

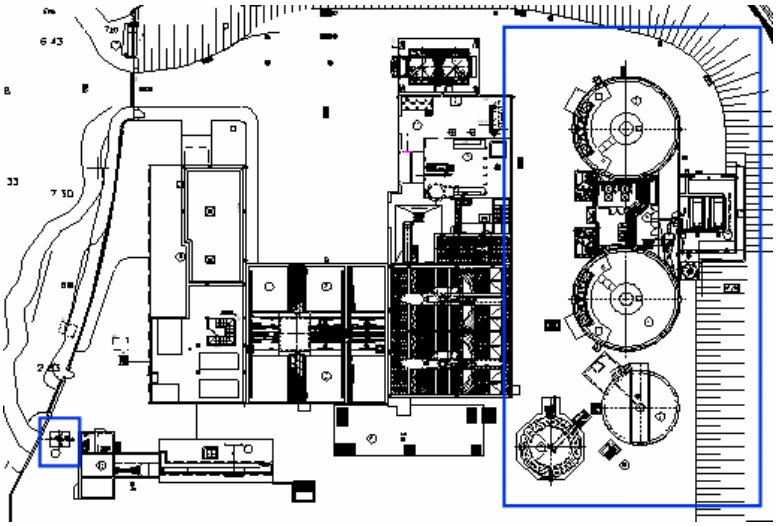


Figura 16: Área alvo de análise ATEX (S)

Na envolvente destas instalações não foram detectados valores de gases combustíveis que impliquem a aplicação de medidas especiais no que respeita às condições de segurança dos locais.

O espaço inter-membranas do gasómetro foi analisado, à semelhança do que ocorreu na ETAR de Fernão Ferro. Na ETAR de Sesimbra não foi detectada a presença de CH_4 ou de H_2S.

O espessador de lamas possui uma abertura no topo que se encontra fechada na maior parte do tempo. Quando foram realizadas medições neste local, com a abertura selada, não foram registados pela sonda quaisquer valores anómalos. No entanto, quando o espessador de lamas foi aberto, junto à abertura foram detectados valores quer de CH_4 quer de H_2S, com valores de pico de 0,9% LIE e 25,1 ppm, respectivamente (valores que permitem caracterizar o espaço interno deste espessador).

Também junto de uma das válvulas localizada no topo do digestor foram detectados valores de CH_4. Apesar de a libertação de gás combustível para a atmosfera ser residual (0,3% LIE), dada a sua antiguidade está prevista a substituição da válvula, num futuro próximo.

Toda a estrutura da ETAR possui ventilação natural e, sempre que possível, ventilação forçada, o que facilita a dispersão de qualquer atmosfera potencialmente perigosa que se possa vir a formar.

A sala de cogeração foi concebida para funcionar em depressão/insuflação; esta medida permite que o ar envolvente se desloque para o exterior, promovendo a diluição de uma eventual atmosfera explosiva. A unidade de cogeração terá brevemente um explosivímetro fixo o que permitirá uma análise mais rigorosa das condições.

O mapa ATEX desta instalação encontra-se no Anexo 8.

8.3.1. EE Fortaleza e EE Mar (Sesimbra)

As Estações Elevatórias (EE) de Fortaleza e Mar foram igualmente alvo de medições para verificação da formação de atmosferas perigosas, nesta fase inicial do tratamento do efluente. Devido aos valores registados pela sonda (apenas valores residuais de H_2S) e à falta de histórico que associe a formação de metano e a persistência deste gás nestes espaços, as EE não serão alvo de mapeamento ATEX.

No entanto, há que considerar que, sendo locais com características muito específicas, existirá sempre um potencial de perigo. As condições atmosféricas existentes deverão continuar a ser monitorizadas e controladas. Devem ser garantida a implementação de procedimentos que assegurem ventilação adequada dos locais antes de qualquer intervenção por parte dos trabalhadores e testes à atmosfera interna para aferição do teor de O_2 e detecção da presença de gases ou vapores inflamáveis e de outros contaminantes tóxicos (H_2S).

9. Conclusão e considerações finais

Desde 2006 que a aplicação do disposto na Directiva 1999/92/CE (ATEX 137) se tornou obrigatória para todos os locais de trabalho onde existe a probabilidade de formação de atmosferas explosivas. Apesar de estas prescrições serem comuns a vários sectores, não existem muitos estudos específicos que caracterizem as diversas actividades em função do seu potencial para formar atmosferas explosivas.

Os requisitos documentais e os estudos referidos nesta Directiva constituem, muitas vezes, factor de resistência para diversas organizações. Para estas, é difícil integrar de forma simples o risco de formação de atmosferas explosivas nos seus sistemas de gestão de riscos. Também a falta de formação específica sobre os riscos de explosão se apresenta como uma condicionante para muitos técnicos de segurança, que não se sentem confiantes em classificar áreas perigosas nos seus locais de trabalho. Muitos locais ainda não se encontram devidamente caracterizados, revelando-se difícil aplicar medidas de prevenção e protecção adequadas a cada situação.

Neste trabalho foi estudada a aplicação da Directiva ATEX 137 no sector do Saneamento Básico. Procurou-se demonstrar que é possível efectuar uma abordagem simples ao tema e integrar os requisitos ATEX nos sistemas de gestão da segurança e saúde do trabalho existentes nas organizações (estejam estes certificados ou não) sem criar sistemas e documentos paralelos específicos ao risco de formação de atmosferas explosivas.

Após as visitas às instalações referenciadas neste estudo, foi analisada toda a documentação do sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho considerada relevante, com particular enfoque na metodologia de avaliação de riscos utilizada pela empresa. Pelo facto do sistema de gestão integrar também a componente ambiental, a avaliação de riscos e a avaliação de impactes ambientais partilham a mesma metodologia. Apesar da integração de dois referenciais (neste caso, Ambiente e Segurança e Saúde do Trabalho) apresentar vantagens óbvias na gestão de uma organização, é necessário garantir que o método de apreciação partilhado utiliza critérios válidos tanto para um referencial como para o outro para evitar diferentes interpretações aquando da sua aplicação.

No procedimento de avaliação de riscos e impactes é efectuada uma abordagem por matriz 3x4, composta por duas variáveis - Severidade e Probabilidade de Ocorrência. Foi verificado

que na variável Severidade, o sistema implementado considera a questão dos danos ao nível da infra-estrutura. Como a actual definição do termo "Perigo", de acordo com a norma OHSAS 18001:2007[5] já não refere o "dano à propriedade ou dano ao ambiente do local de trabalho", a estrutura de apreciação desta variável deverá ser alterada.

A forma como as matrizes de avaliação e controlo de riscos são representadas no procedimento do sistema de gestão dificultam a sua leitura pelo que se recomenda que sejam revistas de forma a simplificar a sua interpretação. É sugerida a aplicação de matrizes simples (3x3 ou 4x4), em substituição das actuais matrizes.

Assim, recomenda-se uma revisão à metodologia de avaliação actualmente utilizada pela empresa, tendo em conta a metodologia específica desenvolvida no âmbito este estudo para avaliar o risco de formação de atmosferas explosivas.

Como parte da caracterização das instalações (Estacões de Tratamento de Águas Residuais e Estações Elevatórias) foram estudados os processos com maior potencial para a formação de atmosferas perigosas, ou seja, os processos do tratamento de lamas indutores de biometanização. Tendo em conta as suas especificidades e localização, as áreas foram mapeadas, classificadas em zonas e foi elaborado um manual de protecção contra explosões, adaptado a cada uma das instalações em estudo.

Foram utilizados referenciais específicos para aferir a classificação das zonas e a extensão do mapeamento, sendo ainda efectuadas medições para verificar a ocorrência de libertação de substâncias inflamáveis e potencialmente explosivas nas várias fases do tratamento.

Apesar de deste estudo ter incluído a análise a Estações Elevatórias, a falta de histórico e de registo de teores de CH_4 não permite, nesta fase, a sua caracterização ATEX. Desta forma, é aconselhado que se proceda à medição deste parâmetro num determinado intervalo temporal que permita afirmar com certeza se existe ou não a probabilidade do efluente induzir a libertação de metano.

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

[5] **Perigo -** Fonte, situação ou acto com um potencial para o dano em termos de lesões, ferimentos ou danos para a saúde, ou uma combinação destes.

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 protecção contra explosões já desenvolvidos e poderão constituir uma peça fundamental nos estudos ATEX a desenvolver futuramente nas restantes ETAR da empresa.

Dado que todos os documentos desenvolvidos irão integrar o Sistema de Gestão Qualidade, Ambiente e SST, sempre que ocorrerem revisões ao sistema toda a documentação ATEX deverá ser igualmente revista. É sugerido que seja verificada a adequabilidade de todas as alterações propostas, antes da sua concretização.

10. Referências bibliográficas

- Comissão Europeia DG Emprego e Assuntos Sociais – Saúde, Segurança e Higiene no trabalho, 2003, *Guia de boa prática de carácter não obrigatório para a aplicação da Directiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho 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* (UE)

- ATEX Guidelines, 2005, *Guidelines on the application of Council Directive 94/9/EC of March 1994 on the approximation of the laws of the Member States concerning equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (EU)*

- Correia, Mª dos Santos, 2002, *Sistemas Públicos de Saneamento de Águas Residuais Urbanas*, Série Estudos _ Segurança e Saúde no Trabalho nº5, IDICT (Lisboa)

- Miguel, A. Sérgio, 2007, *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*, 10ª Edição, Porto Editora (Porto)

Referenciais normativos:

- Norma CEI / IEC 60079-10 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 10: Classification of hazardous areas (4th edition)

- ÖWAV – Regelblatt 30 – "Sicherheitsrichtlinien für den Bau und Betrieb von Faulgasbehältern auf Abwasserreinigungsanlagen"

Documentos legais e regulamentares:

- Directiva 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 protecção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas.
- Directiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa às prescrições mínimas para a protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de exposição a riscos associados a atmosferas explosivas.

- Decreto-Lei n.º 112/96, de 5 de Agosto: transpõe para o direito interno a Directiva n.º 94/9/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Março que estabelece as regras de segurança e de saúde relativas aos aparelhos e sistemas de protecção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas.
- Portaria n.º 341/97, de 21 de Maio: regulamenta o Decreto-Lei n.º 112/96, de 5 de Agosto.
- Decreto-Lei n.º 236/2003, de 30 de Setembro: transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 1999/92/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa às prescrições mínimas destinadas a promover a melhoria da protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de exposição a riscos derivados de atmosferas explosivas no local de trabalho.
- Portaria n.º 762/2002, de 1 de Julho: publica o Regulamento de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho na Exploração dos Sistemas Públicos de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.
- Decreto-Lei n.º 239/97 de 9 de Setembro: estabelece as regras a que fica sujeita a gestão de resíduos, nomeadamente a sua recolha, transporte, armazenagem, tratamento, valorização e eliminação, por forma a não constituir perigo ou causar prejuízo para a saúde humana ou para o ambiente.

Outros:

- Manual do Sistema Integrado QAS – Simarsul
- Documentação do Sistema Integrado QAS – Simarsul (Procedimentos, Registos, IT, AT)
- Manual de Operações do Subsistema de Sesimbra
- Manual de Operações do Subsistema de Pinhal Novo
- Manual de Operações do Subsistema de Fernão Ferro
- Health and Safety Executive, 2003, *Explosive atmospheres – classification of hazardous areas (zoning) and selection of equipment* (UK)

- Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit - BMWA - 2003, *Biogasanlagen: Technische Grundlage für Beutteilung von Biogasanlagen* (Österreich)

- Occupational Safety and Health Administration – OSHA 3138-01R 2004 – US Departmant of Labor: *Permit Required Confined Spaces* (USA)

- Apontamentos do Módulo 1 – Implementação da Directiva ATEX, 2008, Curso ATEX / RSCIE / Organização de Emergência – 1ª edição - NASSQ - Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz

- Apontamentos da disciplina Segurança do Trabalho, 2007, Curso de Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

- Dias, Teresa; Miranda, Luís; Pereira, Mª. Gabriela, 2000, *Aproveitamento Energético de Biogás – Produção de Biogás por digestão anaeróbia de lamas de ETARs Municipais,* Seminário no âmbito da cadeira de Bioenergética Industrial, Secção de Engenharia Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa

- Fichas de dados de segurança:
  - Metano (Air Liquide)
  - Sulfureto de Hidrogénio (Air Liquide)
  - Hidrogénio (LINDE SOGÁS, Lda.)

Sites consultados:

Legislação e Normas:

http://www.dre.pt/

http://eur-lex.europa.eu

http://www.iecex.com/

http://www.owas.at

http://www.bmwa.gv.at

Entidades Nacionais:

http://www.simarsul.pt/

Entidades Internacionais:

http://www.hse.gov.uk/index.htm

http://www.inrs.fr

http://www.ineris.fr

http://www.ttl.fi (Atex Forum)

http://www.osha.gov

http://www.nfpa.org

Outros:

http://www.sattler-europe.com

http://www.raesystems.com/

11. Anexos

Anexo 1 – Apresentação da Empresa

Anexo 2 – Infra-estruturas visitadas

Anexo 3 – Q Rae Plus: especificações do equipamento

Anexo 4 – Medições: ETAR Sesimbra

Anexo 5 – Dimensionamento das áreas ATEX

Anexo 6 – Mapas ATEX - Pinhal Novo

Anexo 7 – Mapas ATEX - Fernão Ferro

Anexo 8 – Mapas ATEX - Sesimbra

Anexo 9 – Manual de Protecção Contra Explosões: ETAR Pinhal Novo

Apresentação da Empresa

A SIMARSUL - Sistema Integrado Multimunicipal de Águas Residuais da Península de Setúbal, S.A., é uma sociedade de capitais maioritariamente públicos que detém a concessão, em regime de exclusividade, da actividade de recolha, tratamento e rejeição de efluentes (águas residuais) em oito dos Municípios que fazem parte da Península de Setúbal: Alcochete, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal.

Esta empresa iniciou as suas actividades em 2004, com a actualização de estudos e projectos necessários à constituição e ao desenvolvimento do Sistema Multimunicipal e com a execução de trabalhos preparatórios necessários ao lançamento futuro dos investimentos aprovados no Plano de Actividades, Investimentos e Financeiro Plurianual 2004-2008.

O exclusivo da exploração e gestão do Sistema foi atribuído em regime de concessão à SIMARSUL, por um prazo de 30 anos, mediante a assinatura do Contrato de Concessão com o Estado Português e dos Contratos de Recolha com os Municípios abrangidos na área de concessão, a 17 de Dezembro de 2004.

Tendo como objectivo contribuir para preservar e melhorar a qualidade do ambiente e dos recursos hídricos, visando a melhoria da qualidade de vida das populações numa região de grande valor ambiental, a empresa SIMARSUL (Grupo Águas de Portugal) representa uma parceria que beneficia das sinergias da experiência e gestão local dos municípios e da capacidade do maior grupo português no sector do Ambiente.

A gestão do Sistema Multimunicipal de Saneamento de Águas Residuais da Península de Setúbal abrange uma área geográfica de 1450 km^2, sendo responsabilidade da SIMARSUL assegurar o seu bom funcionamento e realizar um significativo investimento na reabilitação e construção de novas infra-estruturas de drenagem e tratamento de águas residuais de forma a garantir os níveis de qualidade e serviço de saneamento pretendidos.

Até 2009 a SIMARSUL irá gerir 27 ETAR, 119 Estações Elevatórias e 386 km de sistema de drenagem gravítico e elevatório, estando o Sistema Multimunicipal dimensionado para tratar no ano horizonte da concessão – 2034 – um caudal médio diário de 305.000 m^3 de águas residuais urbanas e servir uma população de 1,3 milhões de habitantes equivalentes.

(Mais informações em www.simarsul.pt)

Infra-estruturas da empresa SIMARSUL visitadas no âmbito deste trabalho:

Município	Sub-Sistema	Infra-estruturas	Tipologia
Seixal	**Cucena**	**ETAR** Cucena	Tratamento Primário, Secundário e Terciário.
		EE Foros Catrapona	Tem um pequeno edificio.Tem ventilação e desodorização. É uma infraestrutura recente.
	Fernão Ferro	**ETAR** Fernão Ferro	Tratamento Primário, Secundário e Terciário. Tem gasómetro para armazenamento de biógas. Neste momento o biogás não é aproveitado, sendo queimado em tocha.
		EE Redondos	Tem um pequeno edificio. Tem ventilação e desodorização.É uma infraestrutura recente.
Palmela	**ZI AutoEuropa**	**ETAR** ZIA	Tratamento Primário, Secundário e Terciário.
	Pinhal Novo	**ETAR** Pinhal Novo	Tratamento Primário, Secundário e Terciário.
		EE Pinhal Novo	Tem um pequeno edificio.Tem ventilação e desodorização.É uma infraestrutura recente
		EE ZI Cascalheira	Tem um pequeno edifício para a obra de entrada.
Sesimbra	**Sesimbra**	**ETAR** Sesimbra	Tratamento Primário, Secundário e Terciário. Aproveitamento de Biogás por Cogeração
		EE Fortaleza	EE enterrada. Tem ventilação e desodorização. Detecção de H2S.
		EE Mar	Tem um pequeno edificio.Tem ventilação e desodorização.É uma infraestrutura recente.

QRAE Plus

Detector de 4 gases para espaço confinado

Detector de 4 gases avançado e compacto para espaço confinado

O **QRAE Plus** é um detector de gás compacto e cheio de recursos com 2 a 4 sensores para espaço confinado. Os principais recursos incluem baterias acessadas externamente e fáceis de trocar (disponíveis nas nas versões alcalina e recarregável), e uma caixa resistente à água. A pilha de íon-lítio recarregável proporciona até 20 horas deoperação contínua. O **QRAE Plus** inclui 16.000 pontos de registro de dados da capacidade de armazenamento para download em qualquer PC compatível com Windows 98, NT, 2000 e XP.

Principais recursos

De um a quatro sensores de encaixe "inteligentes"
- Combustíveis
- Oxigênio
- Sulfeto de hidrogênio
- Monóxido de carbono

Sensores opcionais para gases tóxicos
- Dióxido de enxofre (SO_2)
- Óxido nítrico (NO)
- Dióxido de nitrogênio (NO_2)
- Cloro (Cl_2)
- Ácido cianídrico (HCN)
- Amônia (NH_3)
- Fosfina (PH_3)

A pilha de íon-lítio recarregável fornece até 20 horas de operação contínua

Estrutura reforçada com suporte para uso em ambientes hostis
- Caixa resistente a água e poeira
- Capa de proteção de borracha resistente

Vantagens adicionais
- Altamente resistente à radiofreqüência e outras interferências eletromagnéticas
- Bomba interna e resistente para coleta de amostras a até 30 metros de distância (horizontal ou verticalmente)
- Também disponível com configuração por difusão
- Calibração em um único botão com capacidade automática de zerar
- Potente alarme sonoro
- Alarme visual brilhante
- Baterias de íon-lítio e alcalina intercambiáveis

Aplicações

Entrada em espaços confinados
- Stações de tratamento de efluentes
- Área naval e poços petrolíferos em alto mar
- Operações em aterros sanitários
- Valas, silos, vagões
- Minas de carvão
- Navios de passageiros
- Esgotos e bueiros
- Túneis

Refinarias e usinas petroquímicas, incluindo perfuração em alto mar e paradas de fábrica

Usinas elétricas

Indústria de papel e celulose

Siderúrgicas

Wireless

ver4_11.05

ATEX

ISO 9001 CERTIFIED

RAE SYSTEMS

*Especificações**

QRAE Plus

Especificações do sensor

Monitor de gás	Faixa	Resolução
Oxigênio	0-30,0%	0,1%
Combustível	0-100% LEL	1% LEL
Monóxido de carbono	0-500 ppm	1 ppm
Sulfeto de hidrogênio	0-100 ppm	1 ppm
Dióxido de enxofre	0-20,0 ppm	0,1 ppm
Óxido nítrico	0-250 ppm	1 ppm
Dióxido de nitrogênio	0-20,0 ppm	0,1 ppm
Cloro	0-10,0 ppm	0,1 ppm
Ácido cianídrico	0-100 ppm	1 ppm
Amônia	0-50 ppm	1 ppm
Fosfina	0-5,0 ppm	0,1 ppm

Especificações do detector

Dimensões	11,5 cm C x 7,6 cm L x 4,6 cm A (4,5" x 3" x 1,8")
Peso	425 g com pilha sem capa de borracha
Sensores	• Combustível: esfera catalítica de modo duplo protegida • Oxigênio: célula de combustível eletroquímica • Gás tóxico: eletroquímico intercambiável para CO, H_2S, SO_2, NO, NO_2, Cl_2, HCN, NH_3 e PH_3
Pilha	• Baterias de íon-lítio e alcalina intercambiáveis • As unidades recarregáveis incluem baterias de íon-lítio com carga interna inteligente, adaptador de parede de 120V AC/DC e pilha alcalina sobressalente
Horas de operação	• Difusão: até 20 horas de operação contínua com pilha de íon-lítio, até 18 horas com pilha alcalina (normal sem alarme) • Bomba: até 16 horas de operação contínua com com pilha de íon-lítio, até 12 horas com pilha alcalina (normal sem alarme)
Tela	LCD de 2 linhas, 16 dígitos, com luz de fundo de LED automático em ambientes de pouca luz ou condição de alarme
Teclado	1 tecla de operação e 2 de programação
Leitura direta	Leitura instantânea de até quatro sensores • Oxigênio como porcentagem por volume • Gás combustível como porcentagem de limite inferior de explosão (LEL) (escalonável usando fatores de correção) - Modo de condutividade térmica como volume em porcentagem (opção) • Gases tóxicos como partes por milhão por volume • Valores alto e baixo para todos os gases • Valores STEL e TWA dos gases tóxicos • Voltagem da pilha e de desligamento • Data, hora, tempo decorrido, temperatura
Alarmes	Campainha de 95dB (a 30 cm) e LED vermelho intermitente para indicar limites predefinidos excedidos • Alto: 3 bipes, vibrações e piscadas por segundo • Baixo: 2 bipes, vibrações e piscadas por segundo • STEL e TWA: 1 bipe, vibração e piscada por segundo • Bloqueio de alarme com cancelamento manual ou reajuste automático • Alarme de diagnóstico adicional e mensagem em tela para pilha fraca e parada da bomba
EMI/RFI	Altamente resistente a EMI/RFI. Em conformidade com a diretiva EMC 89/336/EEC
Classificação IP	IP-55, protegido contra poeira e jatos de água de baixa pressão de todas as direções
Registro de dados	67 horas padrão em intervalos de um minuto com número de série da unidade, identificação do usuário, número do local e data de calibração
Calibração	Calibração de dois pontos para gases zero e span, calibração de três pontos selecionáveis pelo usuário para oxigênio
Bomba de amostragem	Bomba interna (opcional) com taxa de fluxo selecionável pelo usuário: Alto: ~250 cc/min, Baixo: ~150 cc/min
Alarme de fluxo baixo	Bomba de desligamento automático em condição de fluxo baixo

Especificações do detector (continuação)

Aprovação das áreas de risco	• EUA e Canadá: UL, CSA (somente bomba), classificado como Intrinsicamente seguro para so em Classe I, Divisão I Grupos A, B, C, D, T3C • Europa: ATEX II 2G EEx ia d IIC T3 e T4
Temperatura	-4 a 113°F (-20 a 45°C)
Umidade	0% a 95% de umidade relativa (sem condensação)
Acessórios	Prendedor para cinto na capa de borracha preta reforçada
Garantia	Vitalícia em componentes não-consumíveis (de acordo com a garantia padrão limitada da RAE Systems) 2 anos para os sensores de O_2, LEL e CO, e H_2S 1 ano para todos os outros sensores eletroquímicos 1 ano para a bomba e a pilha

*Como existem projetos em andamento para melhorar nossos produtos, as especificações podem estar sujeitas a alterações

O monitor inclui somente:

- Monitor conforme especificado
- Sensores conforme especificado
- Adaptador de calibração
- Guia de referência rápida
- Manual de operação e manutenção
- CD-ROM de treinamento
- Capa de borracha com prendedor para cinto
- As unidades com bomba também incluem:
  - 3 filtros externos
  - Adaptador de filtro externo
  - Sonda de entrada de 8 cm
- Pacote de Software ProRAE Suite para Windows 98, 2000, NT e XP
- Cabo de interface para computador

Opções da pilha

- A unidade alcalina inclui somente a pilha alcalina padrão
- As unidades recarregáveis incluem:
  - Baterias de íon-lítio
  - Adaptador de parede de 120 V ou 230 V AC/DC
  - Pilha alcalina sobressalente

Monitor com kit de acessórios

- Maleta de transporte resistente com espuma pré-cortada
- Tubulação de 5 metros em Tygon®
- Bomba manual de fluxo constante (para modelos de difusão)
- Kit de ferramentas

Kit de calibração opcional

- Mistura de 4 gases em um cilindro de 34 litros (50% LEL, 20,9% O_2, 10 ppm de sulfeto de hidrogênio, 50 ppm de monóxido de carbono)
- Tubulação e regulador de calibração

DISTRIBUÍDO POR:

ver4_11.05

RAE Systems Inc.
3775 North First Street
San Jose, CA 95134 USA
raesales@raesystems.com

EUA/Canadá 1-877-723-2878
Europa/Rússia +45 8652 5155
Oriente Médio/Austrália 971 50 429 1385
China 8610 58858788
Ásia +852 2669 0828

www.raesystems.com

Instrument: QRAE+ (PGM2000) Serial Number: 404453
User ID: 00000001 Site ID: 00000001
Data Points: 42 Data Type: Avg Sample Period: 60 sec
Last Calibration Time: 03/28/2008 12:50

Gas Type:	CO(ppm)	H2S(ppm)	OXY(%)	LEL(%)
High Alarm Levels:	200.0	20.0	23.5	20.0
Low Alarm Levels:	35.0	10.0	19.5	10.0

Line#	Date	Time	CO(ppm)	H2S(ppm)	OXY(%)	LEL(%)
1	11/06/2008	09:25	0.0	0.0	20.5	0.0
2	11/06/2008	09:26	0.0	0.0	20.5	0.0
3	11/06/2008	09:27	0.0	0.0	20.5	0.0
4	11/06/2008	09:28	0.0	0.0	20.5	0.0
5	11/06/2008	09:29	0.0	0.0	20.4	0.0
6	11/06/2008	09:30	0.0	0.0	20.4	0.0
7	11/06/2008	09:31	0.0	0.0	20.4	0.0
8	11/06/2008	09:32	0.0	0.0	20.4	0.0
9	11/06/2008	09:33	0.0	0.0	20.3	0.0
10	11/06/2008	09:34	0.0	4.5	20.3	0.0
11	11/06/2008	09:35	0.0	25.1H	19.9	0.9
12	11/06/2008	09:36	0.0	4.6	19.9	0.0
13	11/06/2008	09:37	0.0	0.0	19.9	0.0
14	11/06/2008	09:38	0.0	0.0	20.0	0.0
15	11/06/2008	09:39	0.0	0.0	20.0	0.0
16	11/06/2008	09:40	0.0	0.0	20.0	0.0
17	11/06/2008	09:41	0.0	0.0	20.0	0.0
18	11/06/2008	09:42	0.0	0.0	20.0	0.0
19	11/06/2008	09:43	0.0	0.0	20.1	0.0
20	11/06/2008	09:44	0.0	0.0	20.1	0.0
21	11/06/2008	09:45	0.0	0.0	20.1	0.0
22	11/06/2008	09:46	0.0	0.0	20.2	0.0
23	11/06/2008	09:47	0.0	0.0	20.2	0.0
24	11/06/2008	09:48	0.0	0.0	20.3	0.0
25	11/06/2008	09:49	0.0	0.0	20.4	0.0
26	11/06/2008	09:50	0.0	0.0	20.4	0.0
27	11/06/2008	09:51	0.0	0.0	20.4	0.0
28	11/06/2008	09:52	0.0	0.0	20.4	0.0
29	11/06/2008	09:53	0.0	0.0	20.4	0.0
30	11/06/2008	09:54	0.0	0.0	20.4	0.0
31	11/06/2008	09:55	0.0	0.0	20.5	0.0
32	11/06/2008	09:56	0.0	0.0	20.4	0.0
33	11/06/2008	09:57	0.0	0.0	20.5	0.0
34	11/06/2008	09:58	0.0	0.0	20.5	0.0
35	11/06/2008	09:59	0.0	0.0	20.5	0.0
36	11/06/2008	10:00	0.0	0.0	20.4	0.0
37	11/06/2008	10:01	0.0	0.0	20.4	0.0
38	11/06/2008	10:02	0.0	0.0	20.4	0.0
39	11/06/2008	10:03	0.0	0.0	20.5	0.0
40	11/06/2008	10:04	0.0	0.0	20.5	0.0
41	11/06/2008	10:05	0.0	0.0	20.5	0.0
42	11/06/2008	10:06	0.0	1.5	20.6	0.3

Instrument: QRAE+ (PGM2000) Serial Number: 404453
User ID: 00000001 Site ID: 00000001
Data Points: 14 Data Type: Avg Sample Period: 60 sec
Last Calibration Time: 03/28/2008 12:50

Gas Type:	CO(ppm)	H2S(ppm)	OXY(%)	LEL(%)
High Alarm Levels:	200.0	20.0	23.5	20.0
Low Alarm Levels:	35.0	10.0	19.5	10.0

Line#	Date	Time	CO(ppm)	H2S(ppm)	OXY(%)	LEL(%)
1	11/06/2008	12:03	0.0	0.0	20.9	0.0
2	11/06/2008	12:04	0.0	0.0	20.9	0.0
3	11/06/2008	12:05	0.0	0.0	20.9	0.0
4	11/06/2008	12:06	0.0	0.0	20.9	0.0
5	11/06/2008	12:07	0.0	0.0	20.9	0.0
6	11/06/2008	12:08	0.0	0.0	20.9	0.0
7	11/06/2008	12:09	0.0	0.1	20.8	0.0
8	11/06/2008	12:10	0.0	0.1	20.7	0.0
9	11/06/2008	12:11	0.0	0.1	20.8	0.0
10	11/06/2008	12:12	0.0	0.1	20.6	0.0
11	11/06/2008	12:13	0.0	0.1	20.5	0.0
12	11/06/2008	12:14	0.0	0.1	20.4	0.0
13	11/06/2008	12:15	0.0	0.1	20.7	0.0
14	11/06/2008	12:16	0.0	0.1	20.9	0.0

Instrument: QRAE+ (PGM2000) Serial Number: 404453
User ID: 00000001 Site ID: 00000001
Data Points: 15 Data Type: Avg Sample Period: 60 sec
Last Calibration Time: 03/28/2008 12:50

Gas Type:	CO(ppm)	H2S(ppm)	OXY(%)	LEL(%)
High Alarm Levels:	200.0	20.0	23.5	20.0
Low Alarm Levels:	35.0	10.0	19.5	10.0

Line#	Date	Time	CO(ppm)	H2S(ppm)	OXY(%)	LEL(%)
1	11/06/2008	13:01	0.0	0.0	20.9	0.0
2	11/06/2008	13:02	0.0	0.0	20.9	0.0
3	11/06/2008	13:03	0.0	0.0	20.9	0.0
4	11/06/2008	13:04	0.0	0.0	20.9	0.0
5	11/06/2008	13:05	0.0	0.0	20.9	0.0
6	11/06/2008	13:06	0.0	0.0	20.9	0.0
7	11/06/2008	13:07	0.0	0.0	20.9	0.0
8	11/06/2008	13:08	0.0	0.0	20.9	0.0
9	11/06/2008	13:09	0.0	0.0	20.7	0.0
10	11/06/2008	13:10	0.0	0.0	20.8	0.0
11	11/06/2008	13:11	0.0	0.0	20.9	0.0
12	11/06/2008	13:12	0.0	0.0	20.9	0.0
13	11/06/2008	13:13	0.0	0.0	20.9	0.0
14	11/06/2008	13:14	0.0	0.0	20.9	0.0
15	11/06/2008	13:15	0.0	0.0	20.9	0.0

Extensão das zonas ATEX[1]:

Gasómetro de Membranas		
		Extensão
Interior	Zona 0	
Exterior	Zona 1	1 m
Exterior	Zona 2	6 m
Espaço Intermembranar	Zona 1	1 m

Digestor		
		Extensão
Interior	Zona 0	
Exterior	Zona 1	1 m
Exterior	Zona 2	3 m

Espessador		
		Extensão
Interior	Zona 0	
Exterior	Zona 1	1 m
Exterior	Zona 2	3 m

Compressores		
		Extensão
Exterior	Zona 1	1 m
Exterior	Zona 2	3 m

[1] BMWA - 2003, *Biogasanlagen: Technische Grundlage für Beutteilung von Biogasanlagen*

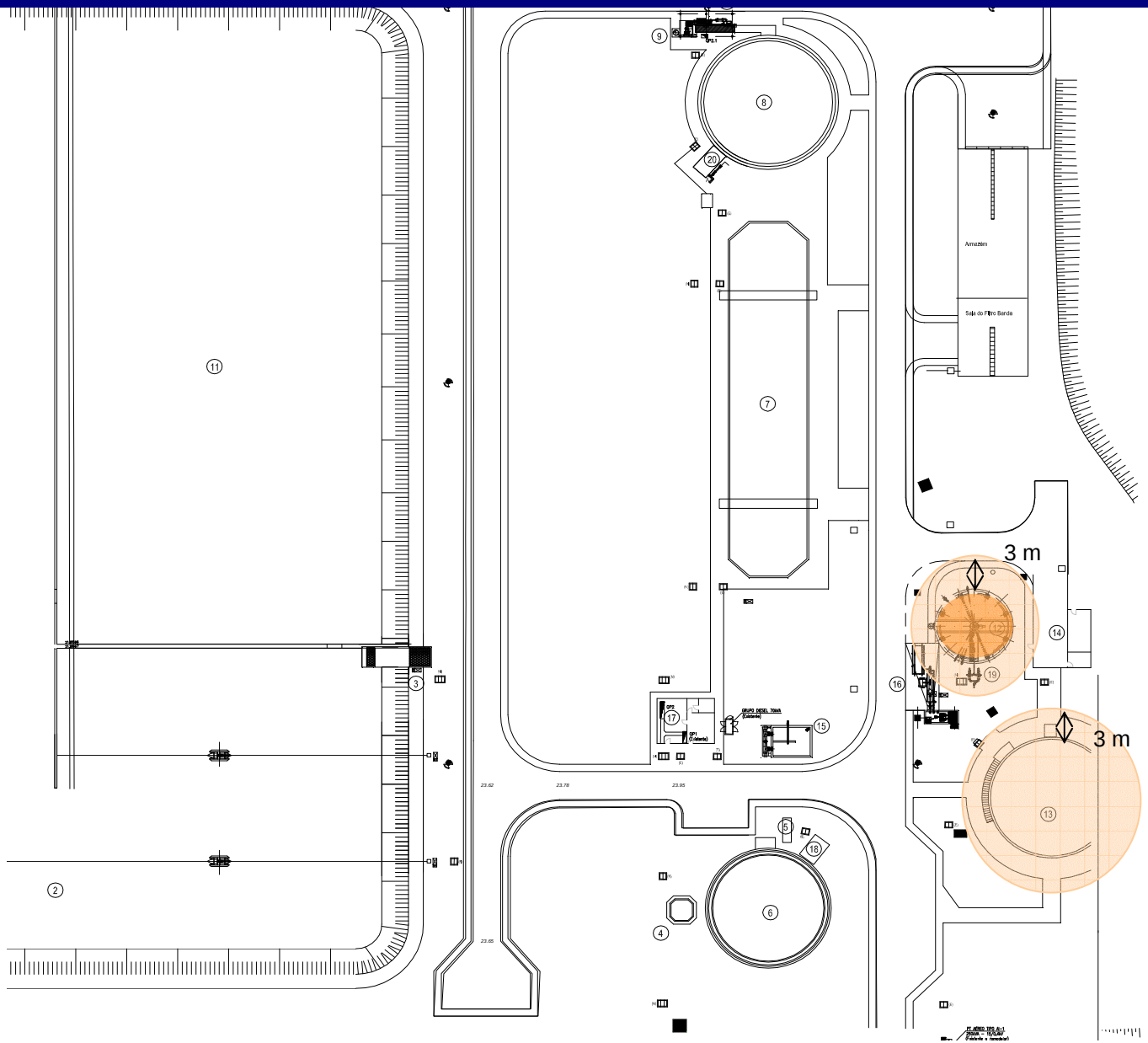
Mapa ATEX – Estação de Tratamento de Águas Residuais de Pinhal Novo (Envolvente)

Classificação

Zona 0

Zona 1

Zona 2



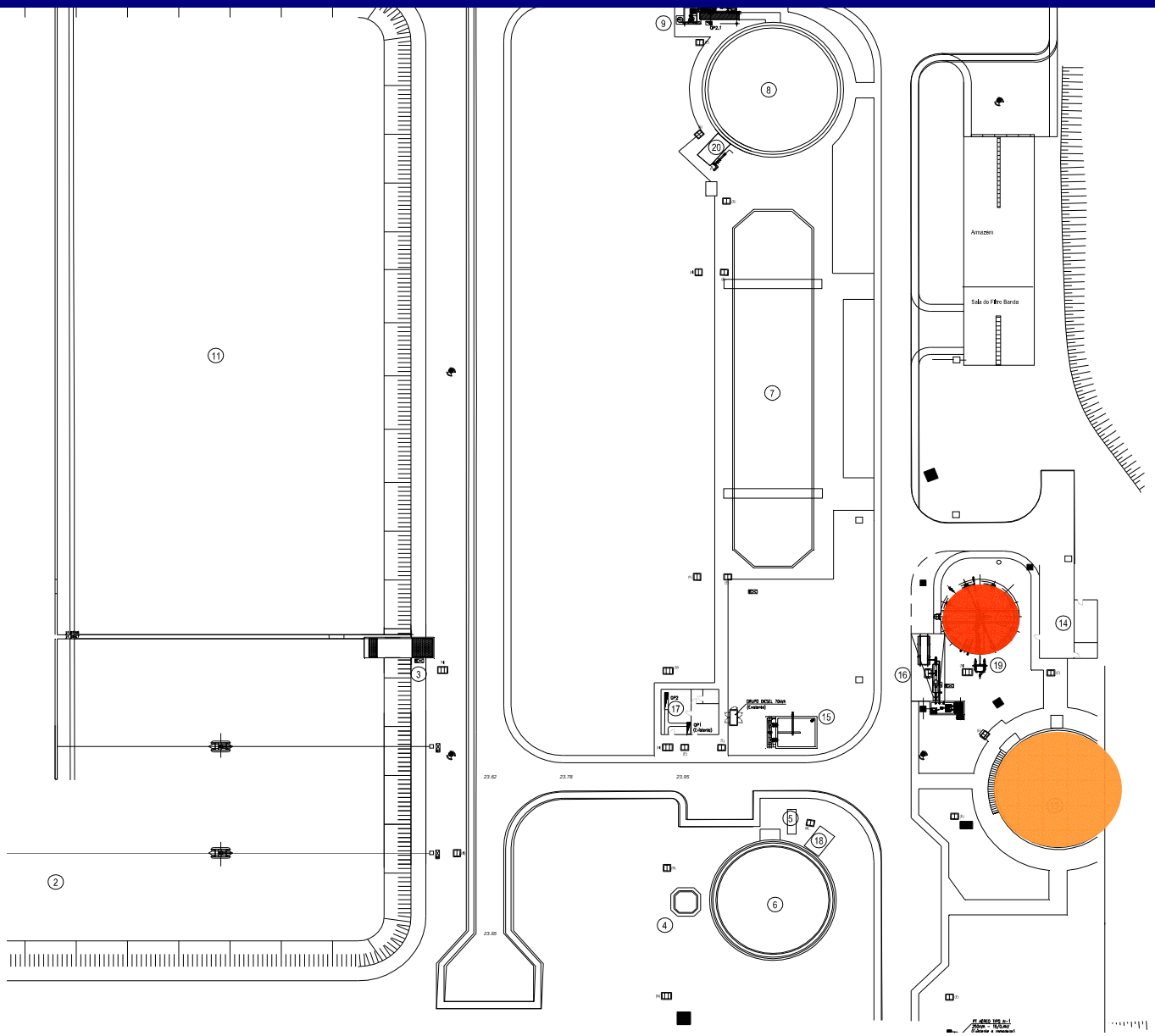
Mapa ATEX – Estação de Tratamento de Águas Residuais de Pinhal Novo (Interior)

Classificação

Zona 0

Zona 1

Zona 2



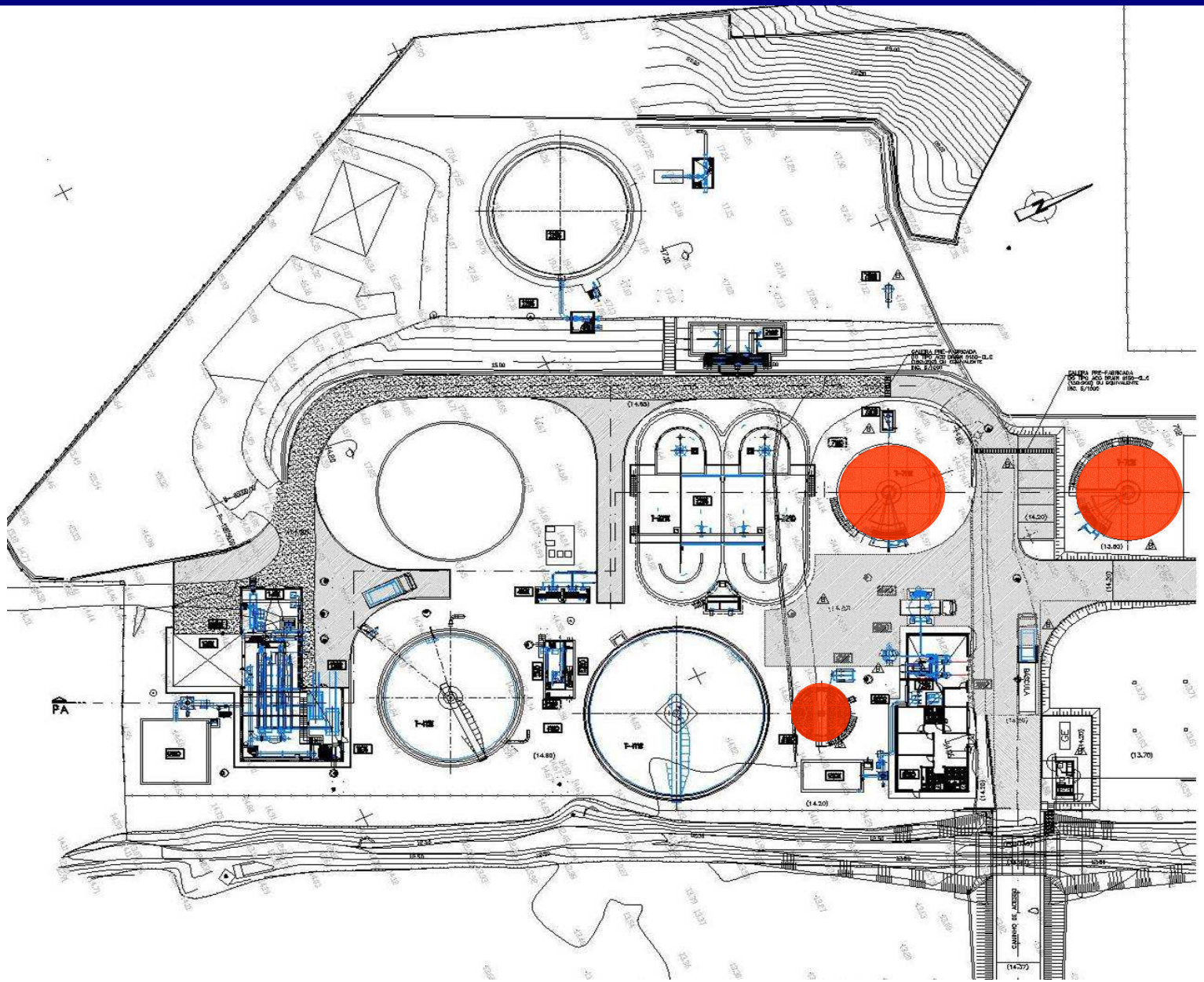
Mapa ATEX – Estação de Tratamento de Águas Residuais de Fernão Ferro (Interior)

Classificação

Zona 0

Zona 1

Zona 2



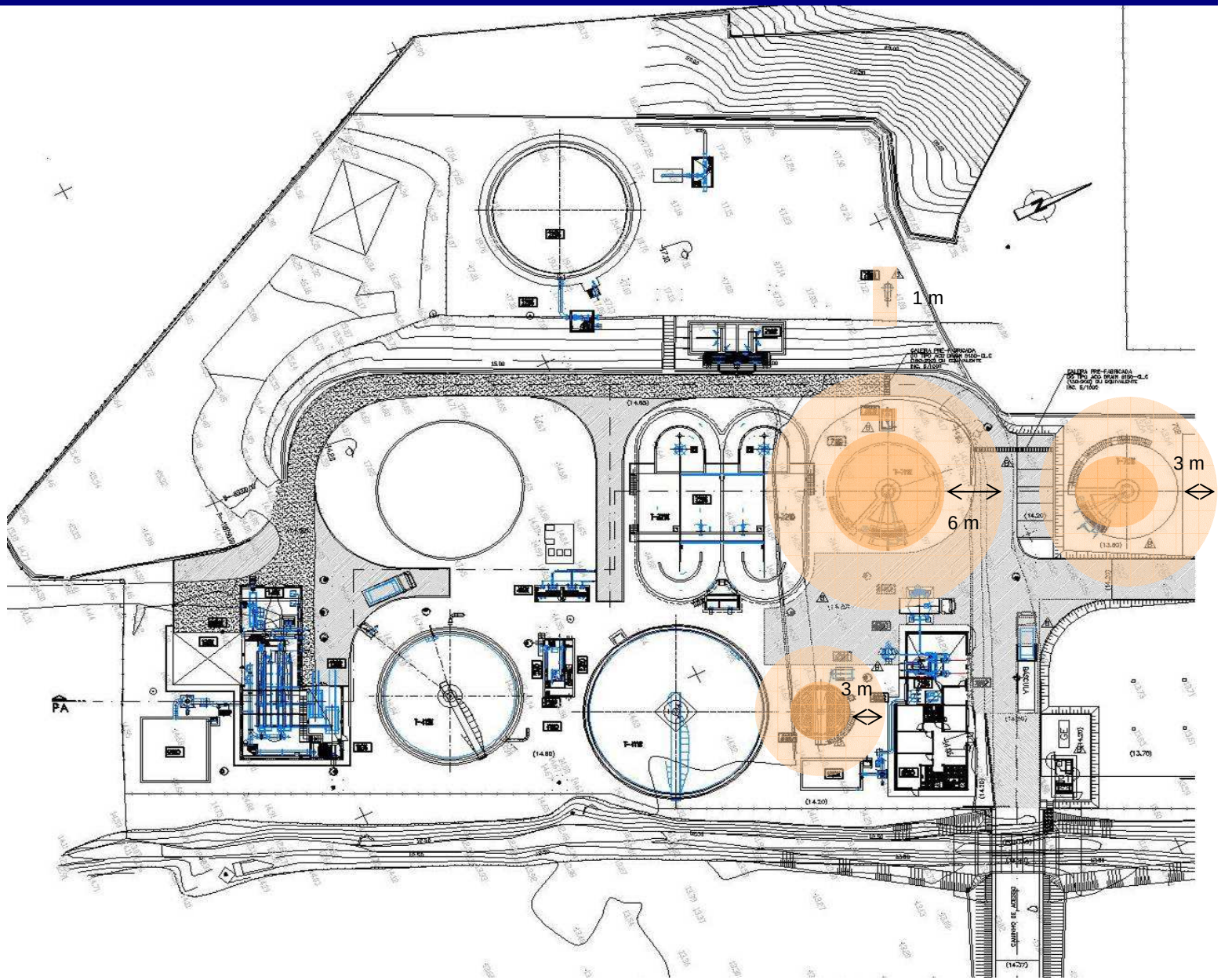
Mapa ATEX – Estação de Tratamento de Águas Residuais de Fernão Ferro (Envolvente)

Classificação

Zona 0

Zona 1

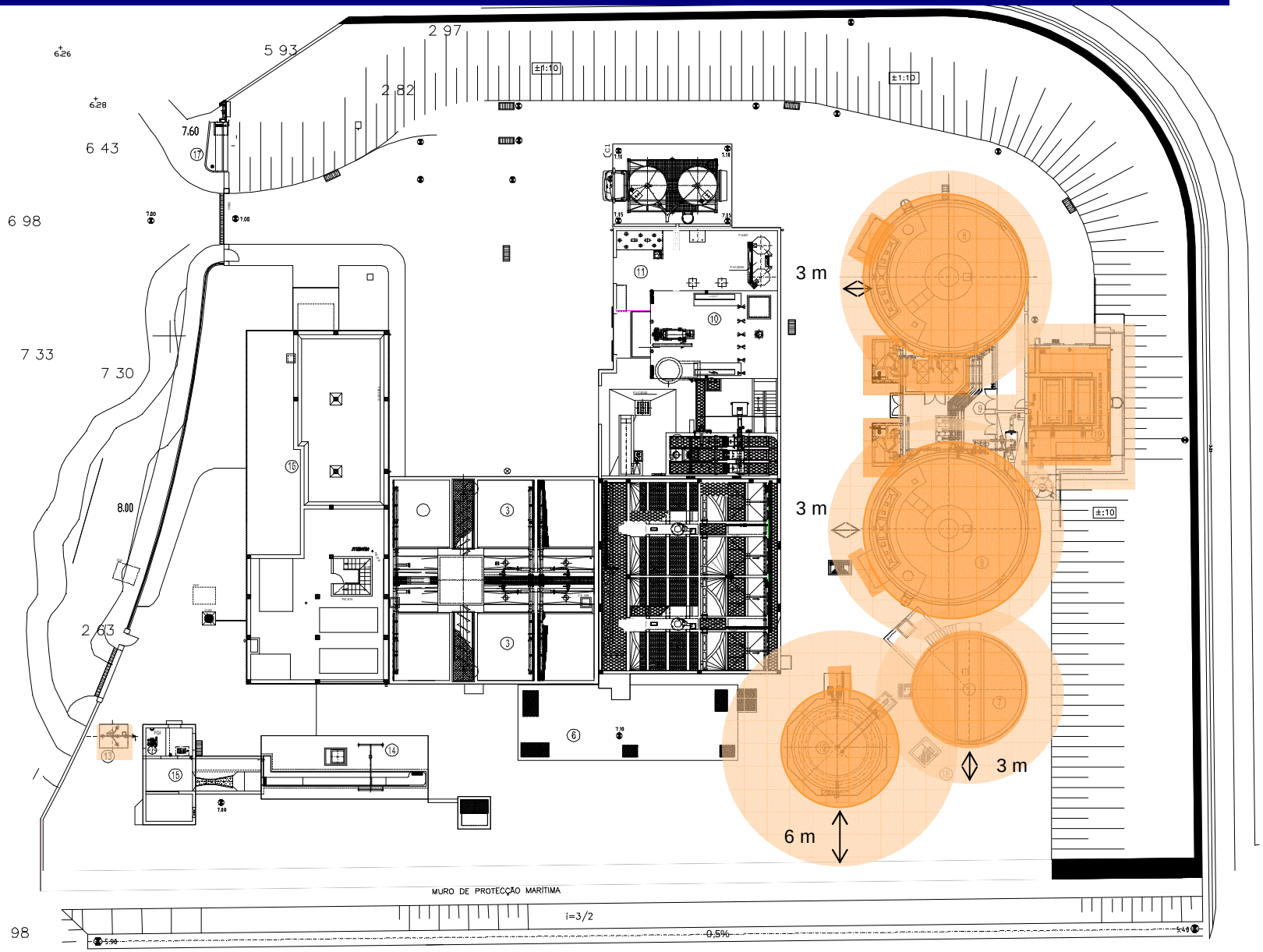
Zona 2



Planta ATEX – Estação de Tratamento de Águas Residuais de Sesimbra (Envolvente)

Classificação

- Zona 0
- Zona 1
- Zona 2



Planta ATEX – Estação de Tratamento de Águas Residuais de Sesimbra (Interior)

Classificação

- Zona 0
- Zona 1
- Zona 2

Manual de Protecção contra Explosões

Objectivo

Este manual tem como objectivo descrever a metodologia de avaliação de risco de explosão e as condições de protecção contra explosões que devem ser garantidas em todas as instalações onde se verifique a probabilidade de formação de atmosferas explosivas.

Responsabilidades

As actividades descritas neste manual são da responsabilidade do Sector da Qualidade, Ambiente e Segurança da SIMARSUL.

Referências:

- Manual da Qualidade, Ambiente, Segurança e Saúde no Trabalho
- Norma de referência OHSAS 18001:2007/NP 4397:2001
- Directiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, relativa às prescrições mínimas para a protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores susceptíveis de exposição a riscos associados a atmosferas explosivas
-Directiva 94/9/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Março, que estabelece as regras de segurança e de saúde relativas aos aparelhos e sistemas de protecção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas.

Documentos associados:

- P008_Aspectos Impactes Ambientais, Perigos e Riscos_ED3
- R016_Matriz de identificação e avaliação de aspectos e impactes ambientais, perigos e riscos
- R003_Índice de requisitos legais
- PP004_Programa de Gestão da Segurança
- P023_Trabalhos em Espaços confinados
- R065_Lista de Espaços Confinados

Capítulo I – Descrição do Local

1) Descrição do Local

A ETAR de Pinhal Novo situa-se no Concelho de Palmela, freguesia de Pinhal Novo e ocupa uma área de cerca de 13 300 m^2.
Esta estação está dimensionada para servir uma população de 23 500 habitantes e um caudal médio afluente de 3 600 m^3/dia.
As unidades industriais implantadas na área servida por este sistema são as localizadas na Zona Industrial da Cascalheira, cujas águas residuais são equiparáveis a domésticas, e uma unidade industrial de fabricação de produtos à base de arame, cuja contribuição para o sistema não é significativa dado que possui o seu próprio tratamento de efluentes.

A ETAR é constituída por duas linhas distintas de tratamento:

- Linha de tratamento da fase líquida
- Linha de tratamento da fase sólida

O tratamento da fase líquida da ETAR consiste num Sistema de Lamas Activadas de média carga/Arejamento convencional, sendo a linha de tratamento da fase sólida constituída por processo de espessamento, seguida de digestão anaeróbia e desidratação de lamas, em filtro banda.

2) Identificação das áreas perigosas

É na linha de tratamento da fase sólida desta ETAR que é efectuado o enquadramento ATEX, dado que esta inclui o processo de digestão anaeróbia, indutor da biometanização das lamas espessadas.

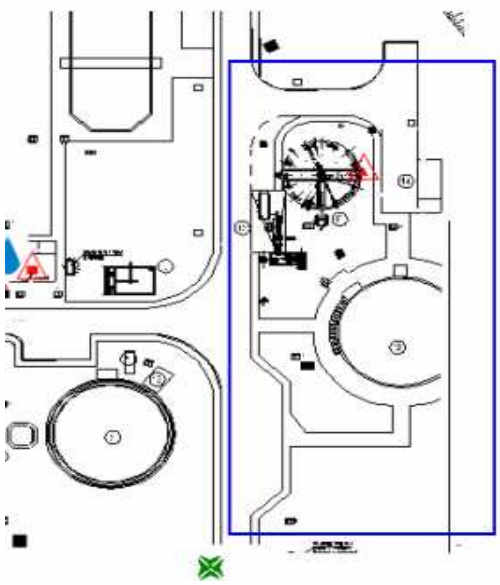


Figura 1: Área da análise ATEX (PN)

Capítulo II – Avaliação de risco de explosão

1) Procedimento de avaliação de riscos

A avaliação de riscos é efectuada em conjunto com a avaliação dos impactes ambientais, segundo um procedimento de Identificação, Avaliação e Gestão que estabelece critérios comuns de avaliação (P008); os resultados são apresentados num registo único – Matriz de Identificação e avaliação de Aspectos e Impactes Ambientais e Perigos e Riscos (R016).

No P008 são avaliados os riscos de explosão existentes em cada subsistema sendo-lhes atribuída uma classificação que varia entre não significativo, moderado e significativo.

Em todas as situações em que o risco de explosão se classificar como significativo deverá ser utilizada uma metodologia específica para a avaliação desse risco.

2) Metodologia específica para riscos de explosão

Esta metodologia desenvolve-se em três fases:

<u>Fase 1 – Análise das instalações</u>

É efectuada uma visita às instalações onde existe o risco de ocorrer a formação de uma atmosfera explosiva. A fim de facilitar a sua classificação, estas áreas devem ser delimitadas.

<u>Fase 2 – Análise do risco</u>

Em cada local visitado, são identificados os equipamentos e as substâncias / produtos que propiciam a formação de atmosferas explosivas.
O processo deverá ser analisado na sua globalidade, para garantir que a potencial interacção de subprodutos ou produtos secundários não é negligenciada na avaliação. Para a avaliação do risco, será escolhido o produto ou a combinação de produtos mais perigosa, em função das suas características.

São analisados vários critérios, tais como:

- Classificação ATEX: atribuição de classificação 0, 1 ou 2, de acordo com a apreciação da área em estudo (Classificação de áreas perigosas, Decreto-Lei n.º 236/2003);
- Medidas de Prevenção e Protecção: identificação das medidas técnicas e organizacionais existentes no local.
- Identificação de fontes de ignição possíveis: identificação das fontes de ignição potenciais e consequente triagem (permanecem em estudo apenas as que não podem ser eliminadas).
- Frequência da fonte de ignição: atribuição de um nível de frequência para cada fonte de ignição identificadas.

Frequência da Fonte de Ignição	Descrição
a	Presença de pelo menos uma fonte de ignição não permanente, existindo medidas de protecção satisfatórias
b	Presença de fontes de ignição não permanentes existindo medidas de protecção insuficientes
c	Presença de várias fontes de ignição ou pelo menos uma permanente existindo medidas de protecção reduzidas ou inexistentes

Quadro 1: Frequência da fonte de Ignição

- Probabilidade de ocorrência da explosão: indicação da simultaneidade de formação de atmosfera explosiva e presença de fonte de ignição.

	Frequência da Fonte de Ignição		
Classificação ATEX	**a**	**b**	**c**
2	A	A	B
1	A	B	C
0	B	C	C

Quadro 2: Probabilidade de ocorrência da explosão

Categoria de Probabilidade	Descrição
A	Não provável
B	Provável
C	Frequente

Quadro 3: Categoria de Probabilidade de ocorrência da explosão

- Gravidade da situação: previsão das consequências e atribuição de categoria de gravidade em função dos danos e da exposição humana.

Categoria	Denominação	Descrição
I	Moderado	▪ Presença humana apenas em situações de excepção ▪ Confinamento desprezável (área exterior sem construções próximas significativas) ▪ Características do produto: severidade das consequências baixa ▪ Reacções em cadeia não previsíveis
II	Grave	▪ Presença humana em curtos períodos de tempo, mas que se repetem ▪ Confinamento médio (área exterior com construções próximas significativas) ▪ Características do produto: severidade das consequências média ▪ Reacções em cadeia com danos a abrangerem a generalidade do local
III	Muito Grave	▪ Presença humana em longos períodos de tempo ▪ Confinamento forte (área interior fechada) ▪ Características do produto: severidade das consequências elevada ▪ Reacções em cadeia com danos exteriores ao local

Quadro 4: Gravidade da situação

- Grau de risco: atribuição de uma classificação do risco em função da probabilidade de formação de uma atmosfera explosiva e da gravidade da situação.

	Gravidade da Situação		
Categoria de Probabilidade	**I**	**II**	**III**
A	1	1	2
B	1	2	3
C	2	3	3

Quadro 5: Grau de risco

Grau de Risco	**Descrição**
1	Baixo
2	Médio
3	Elevado

Quadro 6: Categoria de Grau de risco

Fase 3 – Definição das medidas complementares

Em virtude da classificação do risco analisado, são definidas as medidas de protecção complementares, necessárias à redução do nível de risco.

Capítulo III – Classificação de zonas perigosas

1) Mapeamento ATEX

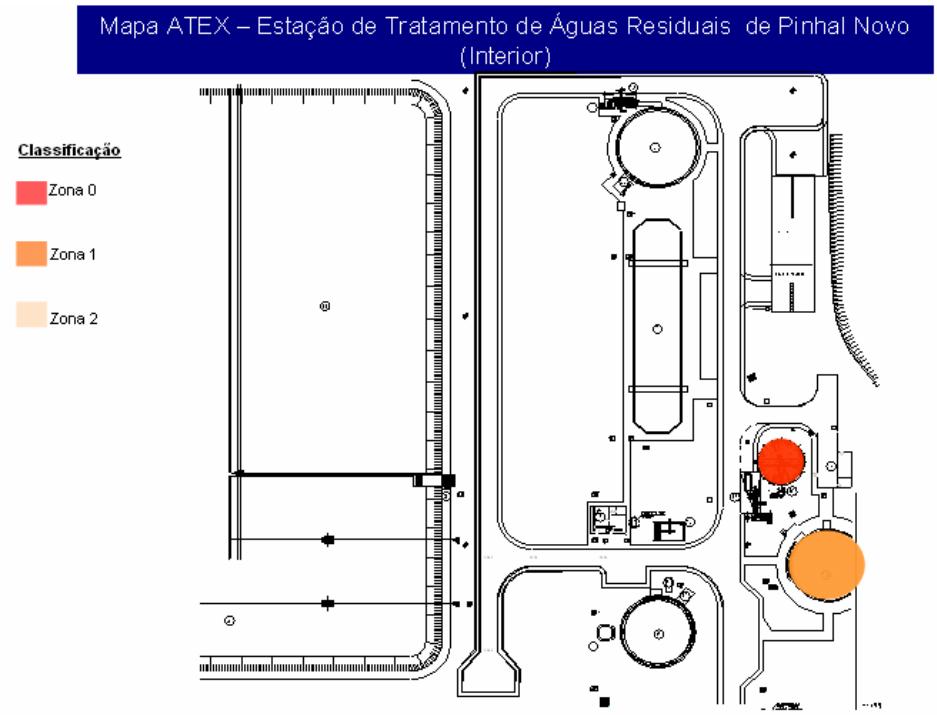


Figura 2: Mapa ATEX – interior (PN)

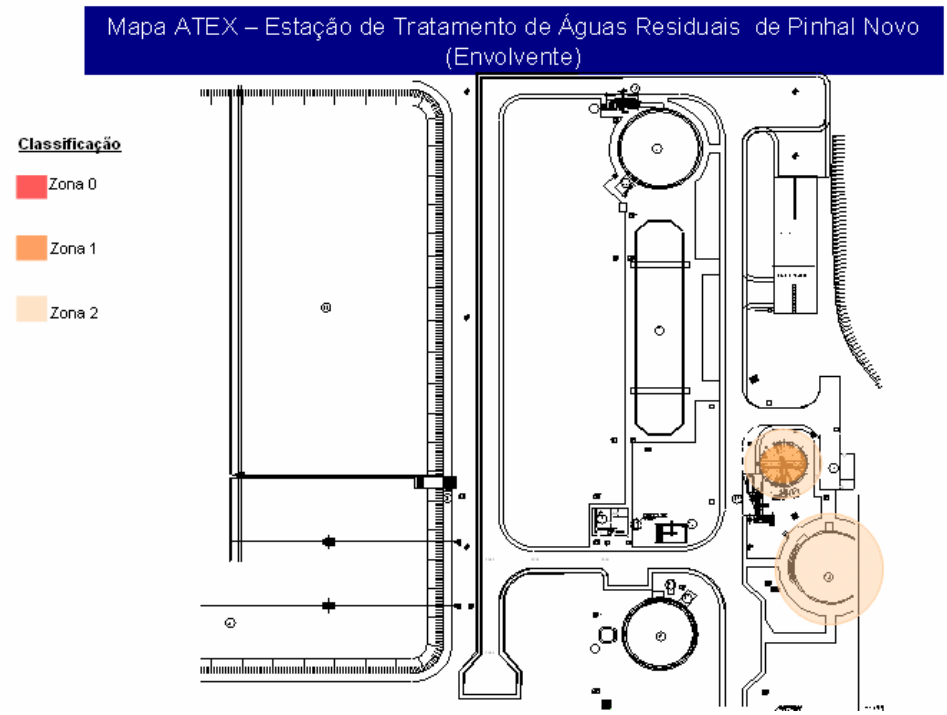


Figura 3: Mapa ATEX – envolvente (PN)

2) Plantas de Emergência

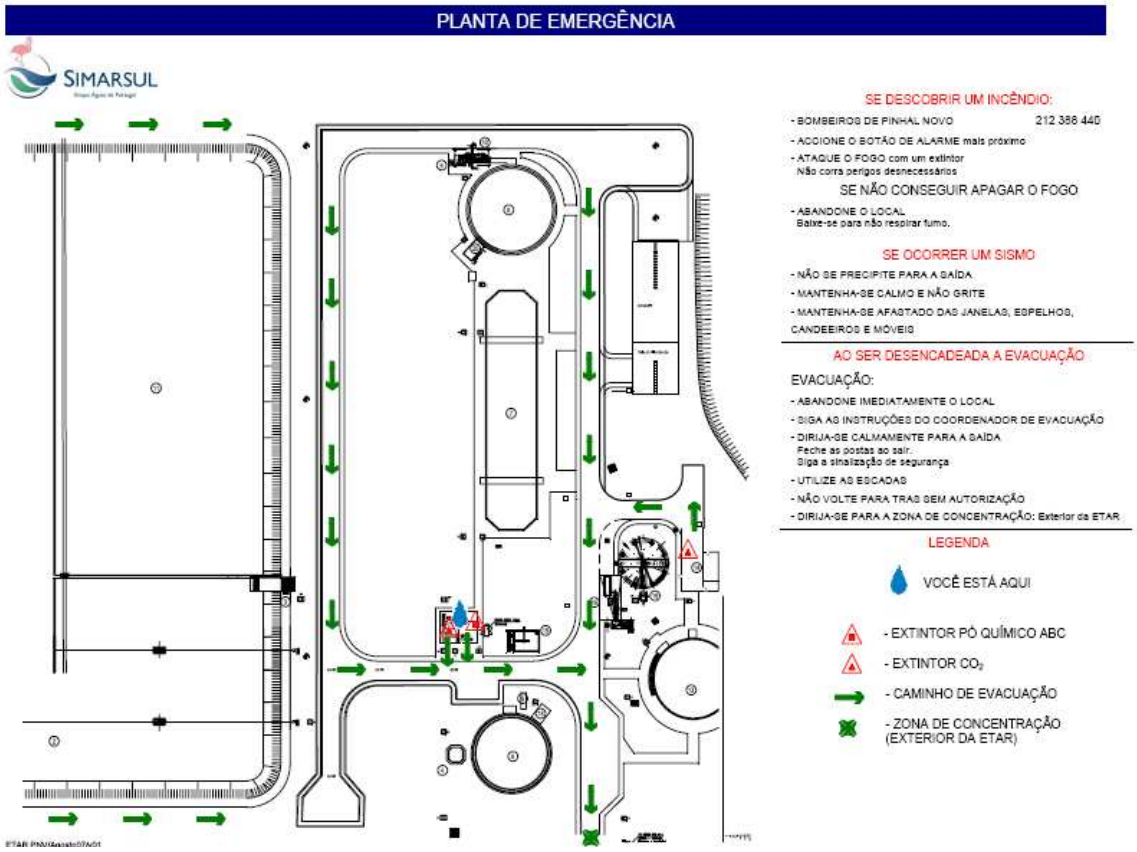


Figura 4: Planta de Emergência - Pinhal Novo

Capítulo IV – Medidas de protecção

1) Aparelhos e sistemas de protecção

Documentação relativa aos aparelhos

Os manuais de utilização e outros documentos relevantes (certificados, registos de manutenção,...) relativos aos aparelhos utilizados nas instalações, encontram-se disponíveis no edifício de exploração da ETAR.
Sempre que se verifique a necessidade de substituir os equipamentos ou materiais, dever-se-á ter em conta a avaliação de riscos efectuada e o mapeamento da área. A escolha dos equipamentos a utilizar será feita atendendo às características intrínsecas mais adequadas e à realização das operações nas áreas susceptíveis de formar atmosferas perigosas.

Conformidade de aparelhos e sistemas de protecção

Os aparelhos e sistemas de protecção devem estar em boas condições de funcionamento, de forma a garantir uma actuação eficaz em caso de ocorrer um corte de energia que possa originar perigos adicionais.
Para que a activação dos dispositivos de corte de emergência não constitua perigo para os trabalhadores, os equipamentos e sistemas de protecção devem dissipar ou isolar a energia acumulada, de forma rápida e em segurança. Devem poder ser desligados manualmente por trabalhadores qualificados, sem comprometer a sua segurança, se estiverem incorporados em processos automáticos que se afastem das condições de funcionamento previstas.

Enquadramento legal

O Decreto-Lei nº112/96, de 5 de Agosto, transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva 94/9/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Março, que estabelece as regras de segurança e de saúde relativas aos aparelhos e sistemas de protecção destinados a ser utilizados em atmosferas potencialmente explosivas. As regras relativas à avaliação de conformidade destes aparelhos, sistemas de protecção e dispositivos de ligação estão presentes na Portaria n.º 341/97, de 21 de Maio.

"Aparelho" é definido na Directiva 94/9/CE como sendo qualquer máquina, material, dispositivo fixo ou móvel, órgão de comando, instrumento e sistema de detecção e prevenção que, isolado ou combinado, se destina à produção, transporte, armazenamento, medição, regulação, conversão de energia e transformação de materiais e que, pelas fontes potenciais de inflamação que lhes são próprias, pode provocar uma explosão. Os equipamentos de trabalho que não sejam abrangidos por esta definição, embora não possam cumprir os requisitos desta directiva, devem cumprir o disposto na Directiva 1999/92/CE.

Critérios de selecção de equipamentos e sistemas de protecção

Existem critérios específicos para a selecção de equipamentos e sistemas de protecção a utilizar em áreas susceptíveis de formar atmosferas perigosas.
Existem 2 grupos de aparelhos:

- Grupo I – destinado à utilização em trabalhos subterrâneos em minas;
- Grupo II – destinado à utilização em outros locais susceptíveis à formação de atmosferas explosivas.

No grupo II, existem 3 categorias de aparelhos:

- Categoria 1: aparelhos concebidos para funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um nível de protecção muito elevado,
- Categoria 2: aparelhos concebidos para funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um nível de protecção elevado,
- Categoria 3: aparelhos concebidos para funcionar dentro dos parâmetros operacionais fornecidos pelo fabricante e assegurar um nível de protecção normal.

Nas áreas onde se possam formar atmosferas explosivas serão utilizadas as seguintes categorias de equipamentos, adequados a cada caso conforme estejam presentes atmosferas com gases, vapores, névoas ou poeiras:

- Nas zonas 0 e 20, aparelhos da categoria 1;
- Nas zonas 1 e 21, aparelhos da categoria 1 ou 2;
- Nas zonas 2 e 22, aparelhos da categoria 1, 2 ou 3.

A letra "G" refere-se à utilização em atmosferas explosivas devidas à presença de gases, vapores ou névoas.

CONDIÇÕES DA ATMOSFERA	ZONA	CATEGORIA APLICÁVEL (sem medidas complementares)
Mistura gás/ar Mistura vapor/ar Névoa	0	II 1 G
	1	II 1G ou 2G
	2	II 1G ou 2G ou 3G

Quadro 7: Categoria de aparelhos a utilizar por zona

No que respeita ao modo de protecção na marcação de equipamentos (Norma EN 50014) são utilizados os parâmetros presentes na seguinte tabela.

CARACTERÍSTICA	DESIGNAÇÃO	REFERENCIAL NORMATIVO	EFEITO
Antideflagrante	d	EN 50018	Evita a propagação da chama
Dieléctrico especial	q	EN 50017	
	o	EN 50015	Evita o contacto entre a fonte e a atmosfera explosiva
Sobrepressão interna	p	EN 50016	
Encapsulagem	m	EN 50028	Suprime as fontes de ignição
Segurança aumentada	e	EN 50018	
Segurança intrínseca	ia	EN 50020	
	Ib	EN 50020	
Protecção especial	s	EN 50038	

Quadro 8: Modo de protecção dos equipamentos

Devido às suas especificidades, nas zonas 0 apenas pode ser utilizado equipamento com denominação **ia**.

Existem ainda especificações para os equipamentos a utilizar em atmosferas explosivas associadas ao tipo de atmosfera formada e à temperatura máxima de superfície.

Grupo de gás	*Grupo a que pertence*	
	IIA	Propano
	IIB	Etileno
	IIC	Hidrogénio
Temperatura máxima de superfície	*Grupo a que pertence*	
	T1	450 ºC
	T2	300 ºC
	T3	200 ºC
	T4	135 ºC
	T5	100 ºC
	T6	85 ºC

Quadro 9: Especificação de equipamentos a utilizar em atmosferas explosivas devidas à presença de gases, vapores ou névoas

Manutenção de equipamentos e sistemas de protecção

A empresa utiliza um software de gestão que alerta os serviços responsáveis para a execução de actividades de manutenção preventiva. Este programa específico gera uma listagem das tarefas a realizar, nas várias instalações da empresa.

A manutenção compreende as actividades de reparação, revisão e inspecção. Antes de se iniciarem quaisquer trabalhos é necessário assegurar que todos os intervenientes possuem as competências necessárias e foram informados dos riscos de explosão, no local em causa. Os trabalhos só devem ser realizados se autorizados pelo responsável das operações na ETAR.

Durante a manutenção deve-se proceder ao isolamento mecânico e/ou eléctrico dos aparelhos ou partes da instalação que possam vir a provocar uma explosão. No caso dos trabalhos a realizar serem susceptíveis de provocar faíscas devem ser utilizados anteparos.

Os recipientes que contém as substâncias inflamáveis propiciadoras da formação de uma atmosfera explosiva devem ser esvaziados, despressurizados, limpos e lavados de forma a eliminar a sua presença. As tubagens devem estar protegidas, fechadas com flanges cegos ou outros dispositivos similares.

Após as actividades de manutenção é necessário inspeccionar o local e verificar se estão reunidas as condições que permitam o reinício, em funcionamento normal e em segurança, dos equipamentos.

2) Sistemas de alarme

Existem nas instalações dois tipos de sondas:
- Fixas: localizadas em locais críticos do processo;
- Portáteis: utilizadas pelos trabalhadores, sempre que estes executam tarefas cuja avaliação de riscos indica a presença de riscos para a sua integridade física.

Em caso de perigo, estes sistemas emitem um sinal sonoro avisando o trabalhador para que este se afaste do local.

As sondas, fixas e portáteis, são calibradas periodicamente, sendo da responsabilidade do responsável pelas operações o envio dos aparelhos para as entidades habilitadas para o efeito.

3) Medidas organizacionais: informação, instruções e autorizações de trabalho

A principal medida organizacional consiste na informação e sensibilização dos trabalhadores para os riscos associados aos trabalhos a realizar. Antes de iniciar qualquer trabalho numa zona ATEX, os Responsáveis pela infra-estrutura comunicam aos trabalhadores as condições em que podem desenvolver as suas tarefas, alertando para os riscos existentes no local e as medidas de protecção a tomar (Ex: promoção de ventilação, utilização de sondas, de EPI anti-deflagrantes…).

As Instruções de Trabalho (IT) integram a documentação do Sistema Integrado de Gestão QAS, sendo fornecidas a todos os trabalhadores que delas necessitem. O mesmo se aplica às Autorizações de Trabalho.

Os trabalhos que carecem de autorização só podem ser iniciados se o Responsável da infra-estrutura atestar que tem conhecimento dos mesmos e que os trabalhadores em causa para a sua realização sabem como actuar.

4) Equipamentos de Protecção Individual

Será colocado à disposição dos trabalhadores que operam em áreas perigosas vestuário e calçado de trabalho constituído por materiais anti-deflagrantes, que não originem descargas electrostáticas.

5) Sinalização

Nas áreas onde se podem formar atmosferas explosivas serão afixados sinais de aviso. Os trabalhadores serão informados sobre o significado da sinalização e a sua localização.

Sinalização de aviso	Características
	Forma triangular com letras pretas sobre um fundo amarelo bordeado a preto Nota: de acordo com as disposições legais, a cor amarela deve cobrir pelo menos metade da superfície da placa.
Sinalética complementar	**Características**
	Forma rectangular com letras pretas sobre um fundo branco bordeado a preto

Quadro 10: Sinalização de atmosferas explosivas

Capítulo V – Plano de Acções

Anualmente é efectuada uma avaliação de riscos global, cujos resultados podem implicar a adopção de medidas técnicas e organizacionais adicionais para eliminação ou redução do risco de explosão nas zonas classificadas. Desta avaliação resultará um plano de acções.

Serão periodicamente registadas as leituras dos equipamentos de alerta. Estes dados permitirão a monitorização das condições ATEX das infra-estruturas.