MESTRADO EM ENGENHARIA SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Tese apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Contributos para a implementação da Directiva ATEX
Estudo de caso no sector industrial

Orientador: Professor Doutor Miguel Fernando Tato Diogo
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Co-orientador: Mestre Aura Maria F. Sena Rua Soares Albergaria
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Arguente: Professor Doutor Pedro Miguel Ferreira Martins Arezes
Universidade do Minho

Presidente do Júri: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Baptista _____
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

[2011]

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt **ISN:** 3599*654
Telefone: +351 22 508 14 00 **Fax:** +351 22 508 14 40
URL: http://www.fe.up.pt **Correio Electrónico:** feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Usa a capacidade que tens. A floresta ficaria silenciosa se só o melhor pássaro cantasse

(Oscar Wilde)

Finalizada uma etapa particularmente importante da minha vida, não poderia deixar de expressar o mais profundo agradecimento a todos aqueles que me apoiaram nesta longa caminhada e contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Miguel Fernando Tato Diogo, o meu maior agradecimento por toda a disponibilidade, pela sua sempre boa disposição, pela sua orientação prestada, pelo apoio incondicional e compreensão que sempre manifestou.
À Professora Doutora Aura Rua, agradeço pelo apoio incondicional, disponibilidade e pelo conhecimento transmitido.

Agradeço à gerência da EuroPGS, Lda, pelo incentivo e apoio que sempre me forneceram.

Agradeço a todos os meus colegas de trabalho da EuroPGS,Lda que estiveram sempre disponíveis para ajudar em tudo o que fosse possível e por vezes impossíveis.

Aos meus Pais, agradeço pelo amor incondicional, pelo apoio e coragem que sempre me transmitiram.
À minha mulher, agradeço pela amizade, pela compreensão, dedicação, pelo carinho e apoio nos momentos mais difíceis.

A toda a minha família, agradeço o carinho e incentivo que sempre me deram.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos meus amigos, colegas de curso e a todos os professores que comigo partilharam do seu saber.

A todos,
O meu Eterno Obrigado.

RESUMO

A protecção contra explosões reveste-se de particular importância no âmbito da segurança, visto os seus efeitos poderem causar danos de elevada gravidade nas pessoas, instalações e no ambiente. Felizmente, este tipo de acidentes não são as causas mais frequentes de acidentes de trabalho, embora tenham consequências profundas e dramáticas em termos de perda de vida humanas e de custos económicos.

A necessidade de diminuir a incidência de explosões e incêndios nos locais de trabalho, por motivos humanos e económicos, levou à publicação, pelo Parlamento Europeu e o Conselho, da Directiva ATEX. Com essa publicação, é criado um enquadramento legislativo, para a protecção de trabalhadores e instalações sujeitas a atmosferas explosivas. A Directiva é relativa às prescrições de segurança a aplicar pelo empregador nos locais de trabalho sujeitos a atmosferas explosivas, com vista à protecção dos trabalhadores.

Portugal transpôs aquela Directiva através do DL n.º 236/2003, de 30 de Setembro que impõe que em todos os locais onde se detecte a presença destas atmosferas se adoptem medidas de prevenção e protecção dos trabalhadores. As áreas onde se possam formar atmosferas explosivas devem ser classificadas em função da frequência e duração das mesmas, constituindo essa classificação o critério para a selecção dos equipamentos a utilizar, de forma a garantir um nível de protecção adequado.

O empregador está, pois, sujeito à obrigatoriedade de reunir o conjunto de medidas a aplicar num manual de protecção contra explosões, bem como adequar as instalações em função dos riscos detectados e proceder à formação do pessoal a prestar serviço nessas zonas, sendo de extrema importância que as empresas desenvolvam uma análise sobre a possibilidade da existência de atmosferas explosivas nas suas actividades.

O presente trabalho teve assim por objectivo a elaboração de uma proposta de procedimento para que as empresas possam avaliar as suas instalações de maneira a evitarem riscos desnecessários que coloquem em causa tanto a saúde dos trabalhadores como todo o investimento realizado na empresa.

Desenvolvido em seis organizações industriais do tecido empresarial português apresentam-se igualmente os resultados de uma avaliação de risco relativa a atmosferas explosivas.

Os resultados obtidos no decurso do diagnóstico efectuado serão apresentados tendo em conta determinadas conjugações, por exemplo a quantidade de produtos químicos inflamáveis existentes numa empresa com a quantidade de produtos químicos inflamáveis com os valores mínimos limite para a criação de uma atmosfera explosiva.

Palavras-chave: *Explosão, ATEX , Segurança, Avaliação.*

ABSTRACT

Explosion protection is of particular importance in the context of security, since their effects can cause damage to high severity in people, facilities and the environment. Fortunately, such accidents are not the most frequent causes of accidents, although they have dramatic and far-reaching consequences in terms of loss of human life and economic costs.

The need to reduce the incidence of explosions and fires in the workplace, human and economic reasons, led to the publication by the European Parliament and the Council of the ATEX Directive. With this publication, is created a legislative framework for the protection of workers and installations subject to explosive atmospheres. The Directive on safety requirements to be applied by the employer in the workplace subject to explosive atmospheres, for the protection of workers.

Portugal has transposed this Directive by DL No. 236/2003 of 30 September that requires that in all places where the presence of these atmospheres to adopt preventive measures and protection of workers. The areas where explosive atmospheres may be classified according to frequency and duration of visit, making this classification the criterion for the selection of equipment to be used, to ensure an adequate level of protection.

The employer is therefore subject to the obligation to collect the set of measures to be implemented in a manual of explosion protection as well as adequate facilities in terms of identified risks and provide for training of personnel to serve these areas, it is extremely important businesses to develop an analysis on the possibility of explosive atmospheres in their activities.

The present study was therefore to the development of a proposed procedure to enable companies to assess their facilities in order to avoid unnecessary risks that put into question both the health of employees and the entire investment in the company.

Developed in six Portuguese industrial business organizations also presents the results of a risk assessment relating to explosive atmospheres.

The results obtained during the diagnosis made will be presented taking into account certain combinations, e.g. the amount of flammable chemicals in an existing company with the amount of flammable chemicals with the minimum threshold for the creation of an explosive atmosphere

Keywords: *explosion, ATEX, safety, assessment.*

Índice

1 INTRODUÇÃO 1
2 OBJECTIVOS E METODOLOGIA 5
2.1 Objectivos da Tese 5
2.2 Metodologia de Desenvolvimento 6
3 ESTADO DA ARTE 7
3.1 Enquadramento Legal e Normativo 7
3.1.1 Legislação europeia 7
3.1.2 Legislação nacional 9
3.1.3 Normas 11
3.2 Referenciais Técnicos 27
3.3 Conhecimento Científico 34
4 MATERIAIS E MÉTODOS 37
4.1 Materiais 37
4.2 Métodos 46
4.2.1 Procedimento de trabalho 46
4.2.2 Avaliação de Riscos de atmosferas explosivas 48
5 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS 53
5.1 Tratamento de dados 53
5.2 Análise de dados 56
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 63
7 CONCLUSÕES 65
8 PERSPECTIVAS FUTURAS 66
9 BIBLIOGRAFIA 73
ANEXOS 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Triângulo do fogo 1
Figura 2 – Tetraedro do Fogo 1
Figura 3 – equação para determinação da taxa mínima de fluxo volumétrico de ar 18
Figura 4 – Equação para determinação de Vk 19
Figura 5 – Equação para o cálculo do n.º de trocas de ar por unidade de tempo 19
Figura 6 – Equação para determinação do volume hipotético 19
Figura 7 – Equação para determinação do volume hipotético em ambientes abertos.....20
Figura 8 – Equação para o cálculo da estimativa do tempo de persistência (t) 20
Figura 9 – Modelo-exemplo de uma classificação de áreas para um ciclone 24
Figura 10 – Modelos-Exemplo de classificações de áreas para actividades 26
Figura 11 30
Figura 12 – Registo 1 – Lista de materiais inflamáveis e suas características (líquidos e gases) 37
Figura 13 – Identificação dos campos do registo 1 37
Figura 14 – Registo 2 - Lista de materiais inflamáveis e suas características (poeiras combustíveis) 38
Figura 15 – Identificação dos campos do registo 2 39
Figura 16 – Registo 3 – Lista de quantidades existentes por local 40
Figura 17 - Identificação dos campos do registo 3 40
Figura 18 – Registo 4 – Lista de identificação de fontes de libertação 40
Figura 19 – Identificação dos campos do registo 4 41
Figura 20 – Registo 5 – Classificação e zonamento de áreas perigosas.....42
Figura 21 – Identificação dos campos do registo 5 42
Figura 22 – Identificação dos campos do registo 6 44
Figura 23 – Registo 7 45
Figura 24 – Identificação dos campos do Registo 7 45
Figura 25 – Gráfico relativo à quantidade de produtos químicos inflamáveis e poeiras combustíveis existentes por empresa. 53
Figura 26 – Gráfico comparativo entre a quantidade de produtos químicos líquidos inflamáveis e a quantidade mínima para surgir uma atmosfera explosiva (P_{ATEX}) 54
Figura 27 – Nº total de situações de risco existente por cada empresa 54
Figura 28 – Nº de situações de risco existente por empresa, em situações de funcionamento normal 54
Figura 29 - Nº de situações de risco existente por empresa, em situações de paragem inesperada ou falha 55
Figura 30 - Nº de situações de risco existente por empresa, devido a líquidos/gases inflamáveis ..55
Figura 31 - Nº de situações de risco existente por empresa, devido a poeiras combustíveis.....56
Figura 32 – Índice líquidos/gases inflamáveis em quantidades mínimas para formação de ATEX (P_{ATEX}) 57

Figura 33 – Comparação entre o IPATEX e o nº de situações de risco criadas por líquidos/gases inflamáveis 57

Figura 34 - Comparação entre o IPATEX e o nº de situações de risco muito alto criadas por líquidos/gases inflamáveis 58

Figura 35 – Nº de situações de risco criadas por poeiras combustíveis 58

Figura 36 – Diferentes tipos de situações de risco criadas por poeiras combustíveis 59

Figura 37 – Comparação entre o n.º de situações de risco muito alto criadas por poeiras combustíveis 59

Figura 38 – Comparação entre a quantidade de produtos químicos P_{ATEX} e o nº de fichas de dados de segurança incompletas. 60

Figura 39 – Comparação entre o IPATEX e o IFDS 60

Figura 40 – Comparação entre a quantidade de poeiras combustíveis com o nº de FDS incompletas. 61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de acidentes com ocorrência de atmosferas explosivas 2
Tabela 2 - Plano de trabalhos resumido (com calendarização) 6
Tabela 3 - Directiva 89/391/CEE 7
Tabela 4 - Directiva 1994/9/CE 8
Tabela 5 - Directiva 1999/92/CE 8
Tabela 6 – Regulamento n.º 1907/2006 9
Tabela 7 - Lei n.º102/2008 9
Tabela 8 - Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 de Setembro 10
Tabela 9 – Decreto-Lei n.º 63/2008 11
Tabela 10 - Decreto-Lei n.º 63/2008 de 2 de Abril 11
Tabela 11 - Treze possíveis fontes de ignição segundo a Norma EN 1127-1:2007 13
Tabela 12 - Medidas de prevenção em parâmetros de processo 15
Tabela 13 - Diferentes tipos de graus de libertação 16
Tabela 14 - Tipos de ventilação 17
Tabela 15 - Graus de ventilação 17
Tabela 16 - Estimativa do grau de ventilação 21
Tabela 17 - Disponibilidade da ventilação 21
Tabela 18 - Influência da ventilação no tipo de zona 22
Tabela 19 - Diferentes tipos de graus de libertação 24
Tabela 20 - Factor de eficácia de ventilação em ambientes abertos com ventilação natural 25
Tabela 21 - Factor de eficácia de ventilação em ambientes fechados com ventilação artificial 25
Tabela 22 - Limites de capacidade acima dos quais a classificação de áreas é necessário 26
Tabela 23 - Exemplos de riscos de explosão em diversos sectores 27
Tabela 24 – Lista de verificação para verificação de fontes de ignição 29
Tabela 25 – Descrição dos diferentes tipos de gravidade 29
Tabela 26 – Descrição dos diferentes tipos de frequência 30
Tabela 27 – Conjugação da gravidade com a frequência de ocorrência 30
Tabela 28 – Principais parâmetros para uma caracterização e/ou categorização da inflamabilidade 32
Tabela 29 – Classificação das zonas em função do estado das substâncias inflamáveis 32
Tabela 30 - Matriz de combinação entre a classificação da área de risco e probabilidade de ignição 33
Tabela 31 – Matriz da combinação entre a probabilidade de materialização e a gravidade das consequências 33
Tabela 32 – Diferentes tipos de nível de risco 34
Tabela 33 – Registos desenvolvido no decorrer do trabalho 37
Tabela 34 - Memória descritiva do registo 1 38

Tabela 35 – Memória descritiva do registo 2 39
Tabela 36 - Memória descritiva do registo 3 40
Tabela 37 - Memória descritiva do registo 4 41
Tabela 38 – Memória descritiva do registo 5 42
Tabela 39 - Memória descritiva do registo 6 44
Tabela 40 - Memória descritiva do registo 7 45
Tabela 41 – Resumo das empresas em estudo 46
Tabela 42 – Análise dos diferentes métodos 49
Tabela 43 – Definição dos diferentes tipos de uma probabilidade de ignição 49
Tabela 44 – Matriz de conjugação da Probabilidade de ignição com a classificação da área 50
Tabela 45 – Diferentes tipos de gravidade 50
Tabela 46- Conjugação da probabilidade de materialização com a gravidade das consequências .. 51
Tabela 47 - Definições dos diferentes níveis de risco 51
Tabela 48 – Índice de produtos líquidos/gases inflamáveis em quantidades mínimas para produção de uma zona ATEX 56
Tabela 49 – Comparação entre a quantidade de líquidos/gases inflamáveis com a quantidade de fds incompletas 59
Tabela 50 61
Tabela 51 – Classificação das empresas perante determinados parâmetros 63

GLOSSÁRIO

Atmosfera Explosiva - Uma mistura com o ar, em condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis sob a forma de gases, vapores, névoas ou poeiras, na qual, após ignição, a combustão se propague a toda a mistura não queimada. [Dir. 1999/92/CE] Importa notar que numa atmosfera explosiva tal como definida pela Directiva a combustão pode não ser suficientemente rápida para produzir uma explosão como definida na norma EN 1127-1.

Classe de Temperatura - O equipamento é classificado por classes de temperatura em função da temperatura máxima de superfície. Por analogia, os gases são classificados de acordo com as respectivas temperaturas de ignição.

Densidade Relativa (ar=1) - Densidade de um gás ou vapor relativamente à densidade do ar (d=1) à mesma pressão e temperatura. Dá-nos informação e base para cálculos de ventilação, extensão, etc. [EN 60079-10]

Explosão - Oxidação abrupta ou reacção de decomposição que produz uma subida da temperatura, pressão ou ambas simultaneamente.

Limites de explosividade - Pode ocorrer uma explosão quando a concentração da substância inflamável suficientemente dispersa no ar ultrapassa um valor mínimo (LIE - Limite Inferior de Explosão). Não ocorrerá uma explosão quando a concentração de gás ou vapor exceder um valor máximo (LSE - Limite Superior de Explosão). Os limites de explosão alteram-se em condições não atmosféricas. Em geral, a gama de concentrações entre os limites de explosão aumenta com a subida da pressão e da temperatura da mistura. Só se pode formar uma atmosfera explosiva sobre um líquido inflamável se a temperatura da superfície do líquido ultrapassar um valor mínimo. Os valores tabelados normalmente apresentam tolerâncias pelo que será preferível incorporar uma margem de tolerância de aproximadamente ±10%. Os valores servem de base para análise da probabilidade para atmosferas explosivas, cálculo da ventilação e sistema de medição de gás.

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

Temperatura de Auto-ignição - A temperatura mais baixa de uma superfície quente, determinada sob condições de ensaio específicas, na qual ocorrerá a ignição de uma substância combustível sob a forma de mistura de gás, vapor ou poeira com o ar.

N.º CAS - Número único atribuído a uma substância ou mistura pelo serviço de resumos da American Chemical Society. Proporciona um modo de identificação único, que é necessário porque uma substância química pode ter vários nomes. O número CAS é muito útil para encontrar informação sobre a substância química, quando se pesquisa em livros ou em bases de dados de produtos químicos.

1 INTRODUÇÃO

O fogo é uma reacção química de oxidação-redução, fortemente exotérmica, acompanhada de libertação de energia em forma de luz, calor e gases próprios da combustão.

Um fogo não pode ocorrer sem a conjugação simultânea de três elementos: combustível, comburente e energia de activação.

Se faltar algum destes elementos, a combustão não será possível. Cada um destes elementos representa-se como um dos lados de um triângulo. A esta representação simplificada chama-se triângulo de fogo.

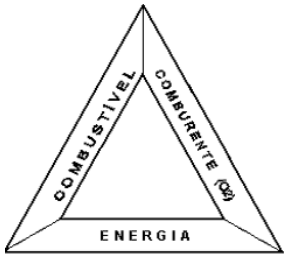


Figura 1 - Triângulo do fogo

Fonte: Higiene, Segurança, Saúde e Prevenção de Acidentes de trabalho – Um guia prático, cap. 11

Existe ainda outro factor que intervém de forma decisiva no incêndio que é a velocidade de reacção, definida como a transmissão de calor de umas partículas do combustível para outras. Logo, se de alguma maneira se interrompe a dita cadeia, não é possível a continuação do incêndio.

Neste caso, amplia-se o conceito de triângulo de fogo, passando agora a existir quatro factores que se representam pelo tetraedro do fogo.

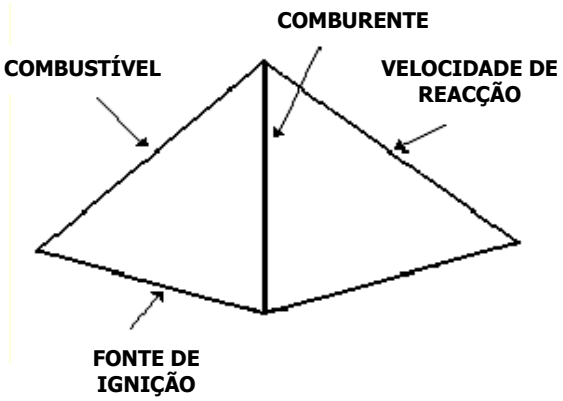


Figura 2 – Tetraedro do Fogo

Fonte: Higiene, Segurança, Saúde e Prevenção de Acidentes de trabalho – Um guia prático, cap. 11

Uma combustão é uma reacção de oxidação entre um combustível e um comburente. A reacção é provocada por uma determinada energia de activação e é sempre exotérmica (liberta calor).

As reacções de combustão não são todas iguais, nem se produzem todas com a mesma velocidade, podendo classificar-se em três tipos consoante a sua rapidez: i) lentas, ii) rápidas e iii) muito rápidas ou instantâneas.

Deve-se ter sempre em consideração que existem duas concentrações limite entre as quais a mistura ar/combustível é inflamável. São elas, o Limite Inferior de Explosividade (LIE) e o Limite Superior de Explosividade (LSE).

Uma mistura cuja proporção de combustível é menor do que o Limite Inferior de Explosividade designa-se por mistura pobre. Por outro lado, uma mistura cuja proporção de combustível é maior do que o Limite Superior de Explosividade chama-se mistura rica.

A ignição de uma mistura só se consegue realizar se a proporção combustível/ar estiver dentro destes valores que se designam limites de explosividade, isto é, só no intervalo entre estes dois valores é que a mistura é inflamável. Tais valores limite variam consoante o tipo de combustível. Quanto mais alargado for o intervalo de Explosividade, mais perigoso é o combustível em causa.

Em função da velocidade de combustão e do aumento de pressão gerado por uma explosão distinguem-se os fenómenos de explosão em deflagração e em detonação. Numa deflagração a velocidade de propagação da onda explosiva é menor que a velocidade do som. A velocidade da chama é de vários m/s e a pressão máxima atinge alguns bars. Já numa detonação a velocidade da chama é da ordem dos km/s e a pressão máxima é de algumas dezenas de bars. Ocorre então, uma propagação supersónica da chama caracterizada por uma onda de choque. A explosão é muito mais violenta aqui.

O volume de atmosfera explosiva, o confinamento e os obstáculos favorecem a violência das explosões aumentado os danos criados. Em meio natural, as explosões ocorrem geralmente sob a forma de deflagrações, sabendo-se, no entanto, que regra geral os vapores e gases inflamáveis são mais propícios a originarem detonações do que as poeiras.

O mecanismo de explosão das poeiras combustíveis difere do dos gases e vapores inflamáveis, sendo que a própria explosão de uma mistura ar/poeira, poderá provocar o levantamento de mais poeiras e a ocorrência de explosões sucessivas. Para que as poeiras possam explodir, é necessário que sejam combustíveis e que formem com o ar uma mistura relativamente homogénea que satisfaça certas condições, função das suas propriedades, como sejam, a granulometria, a concentração mínima de explosividade, a concentração limite de oxigénio, a energia mínima de inflamação ou a temperatura mínima de inflamação.

Caso uma explosão ocorra num intervalo de tempo/espaço com a presença de seres humanos, estes ficam expostos a riscos devido aos efeitos incontrolados das chamas e da pressão, sob a forma de radiação térmica, chamas, ondas de pressão e projecção de destroços, bem como em virtude dos produtos de reacção nocivos e do consumo do oxigénio do ar indispensável à respiração.

As explosões e os acidentes provocados por incêndios não são as causas mais frequentes de acidentes no trabalho, embora tenham consequências profundas e dramáticas em termos de perdas de vidas humanas e de custos económicos.

Como exemplos dessas consequências profundas e dramáticas podem referir-se alguns acidentes que ocorreram durante últimos anos:

Tabela 1 - Exemplos de acidentes com ocorrência de atmosferas explosivas

Data	Localidade	Empresa	Consequências
4 Janeiro 1966 (BERTHET, L. 2008)	Lyon França	Refinaria de Feyzin	18 Mortos 77 Feridos
21 Setembro 2001 (IGLESIA, L. 2002)	Toulouse França	AZF	30 Mortos 2500 Feridos
29 Janeiro 2003 (US CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION. 2003)	Kinston, North Caroline Estados Unidos da América	West Pharmaceutical services, Inc.	6 Mortos 38 Feridos
29 Outubro 2003 (US CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION. 2003)	Huntington, Indiana Estados Unidos da América	Hayes Lemmerz International, Inc	1 Morto 6 Feridos

Data	Localidade	Empresa	Consequências
23 de Abril 2004 (US CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION. 2004)	Illiopolis, Illinois Estados Unidos da América	Formosa Plastics Vinyl Chloride	5 Mortos 2 Feridos Comunidade evacuada
25 Janeiro 2005 (US CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION. 2005)	Perth Amboy, New Jersey Estados Unidos da América	Acetylene Service Company (ASCO)	3 Mortos
7 Fevereiro 2008 (US CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION. 2008)	Port Wentworth, Georgia Estados Unidos da América	Imperial Sugar Company	14 Mortos 36 Feridos
28 de Agosto 2008 (US CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION. 2008)	West Virgina Estados Unidos da América	Bayer CropSciente	2 Mortos 8 Feridos

As considerações de carácter social são evidentes: as explosões e os incêndios podem provocar lesões graves e morte de muitos trabalhadores. Quanto às implicações de ordem económica constam de qualquer estudo sobre os custos reais dos acidentes em que se demonstra como a melhoria da gestão do risco (segurança e saúde) pode aumentar consideravelmente o lucro das empresas.

Podem ocorrer riscos de explosão em todas as empresas onde sejam utilizadas substâncias inflamáveis. Entre estas constam diversas matérias-primas, produtos intermédios, produtos finais e resíduos do processo de trabalho quotidiano.

A necessidade de reduzir a incidência de explosões e incêndios nas actividades susceptíveis a esse tipo de atmosferas, por motivos de ordem social e económica, levou à criação e publicação, pelo Parlamento Europeu e o Conselho de Directivas vulgarmente conhecidas por ATEX. (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2006)

Foi assim criado, a nível europeu, um quadro legislativo para a protecção de trabalhadores e instalações sujeitas a atmosferas explosivas. A Directiva que se reporta, assim, 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, definiu "atmosfera explosiva" como uma mistura com o ar, em condições atmosféricas, de substâncias inflamáveis sob a forma de gases, vapores, névoas ou poeiras, na qual, após ignição, a combustão se propague a toda a mistura não queimada.

Transposta para a ordem jurídica portuguesa pelo D.L. n.º 236/2003, de 30 de Setembro este veio impor em todos os locais onde se detecte a presença de tais atmosferas, a adopção de medidas de prevenção e protecção dos trabalhadores, estabelecendo, para os locais que estejam em funcionamento antes da entrada em vigor do presente diploma, um prazo máximo de 3 anos até a adaptação completa (Setembro de 2006).

É igualmente definido que as áreas onde se possam formar atmosferas explosivas devem ser classificadas em função da frequência e duração das mesmas, constituindo essa classificação o critério para a selecção dos equipamentos a utilizar de forma a garantir um nível de protecção adequado. Por outro lado, o empregador está sujeito à obrigatoriedade de reunir o conjunto de medidas a aplicar num manual de protecção contra explosões, bem como adequar as instalações em função dos riscos detectados e proceder à formação do pessoal a prestar serviço nessas zonas.

É de extrema importância que as empresas desenvolvam uma análise sobre a possibilidade da existência de atmosferas explosivas nas suas actividades. Em caso afirmativo, devem desenvolver um Manual de Segurança contra Explosões, que irá constituir uma ferramenta de organização, sujeita a actualização periódica que permitirá obter uma visão global das zonas com risco especial

(neste caso de formação de atmosferas explosivas), bem como as medidas de prevenção e protecção existentes e o comportamento e medidas a adoptar nesses locais tendo em vista a salvaguarda da segurança e saúde dos trabalhadores que prestem serviço nesse local.

2 OBJECTIVOS E METODOLOGIA

2.1 Objectivos da Tese

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

A comunidade mundial tem envidado esforços para encontrar medidas eficazes de prevenção e protecção de maneira a evitar incidentes provenientes de atmosferas potencialmente explosivas. São diversos os guias que indicam a obrigatoriedade e a necessidade da entidade empregadora proceder a uma correcta avaliação nas instalações que manuseiem substâncias inflamáveis.

Portugal transpôs para a legislação nacional as Directivas ATEX, não tendo, todavia, prosseguido no sentido da produção de documentação técnica sobre os (melhores) procedimentos visando uma correcta avaliação de risco para atmosferas explosivas

Desta forma, optou-se por definir como objectivo principal uma análise sobre avaliações de atmosferas explosivas em indústrias do tecido empresarial português. De maneira a obter sucesso neste objectivo foram definidos os seguintes pontos:

- Elaboração de um procedimento para realizar uma avaliação de riscos em empresas;
- Aplicação de um registo que efectua os cálculos para a determinação da Classificação e Zonamento das áreas perigosas.
- Elaboração de uma metodologia da gestão de riscos para atmosferas explosivas.

2.2 Metodologia de Desenvolvimento

O estudo foi elaborado e estruturado em termos metodológicos visando duas etapas.

Na primeira etapa foi dado a conhecer o estado da arte sobre as atmosferas explosivas, em várias dimensões do conhecimento, no quadro nacional, europeu e internacional.

Na segunda etapa foi desenvolvido um procedimento de avaliação de riscos de maneira a ser aplicado em contexto industrial. Esse procedimento deu origem a X registos a serem preenchidos por cada indústria.

Após a definição de procedimento a seguir para a avaliação em cada indústria, iniciou-se o trabalho de campo. Este trabalho foi realizado em 6 empresas do sector industrial, clientes da empresa EuroPGS, Lda.

O trabalho foi realizado através de visitas técnicas às instalações que serviram para recolher dados para o preenchimento dos registos elaborados. Durante as visitas também foram realizadas algumas reuniões de maneira a recolher dados relativos a algumas situações, como por exemplo, valores de mecanismos extractores, definições de actividades e processos.

Com os dados obtidos nas empresas, segue-se uma fase de tratamento e análise dos dados dos registos. Após essa fase de tratamento e análise dos dados, segue-se a fase das conclusões e as perspectivas futuras.

Como é apresentado na tabela 2,o cronograma com as diferentes etapas é o seguinte:

Tabela 2 - Plano de trabalhos resumido (com calendarização)

	O	**N**	**D**	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**
Revisão bibliográfica	X	X	X	X						
Selecção das indústrias			X							
Visita técnica à empresa A e B				X						
Visita técnica à empresa C e D					X					
Visita técnica à empresa E e F						X				
Tratamento de informação – análise de dados						X	X	X		
Conclusões e perspectivas								X	X	
Redacção final da dissertação										X

3 ESTADO DA ARTE

A temática "Atmosferas explosivas" ou como é chamada vulgarmente – ATEX, encontra-se presente em diversos tipos de diplomas legais, internacionais, europeus e nacionais, assim como em normativos, referenciais técnicos e documentos de vária índole reveladores do conhecimento científico que tem vindo a ser desenvolvido.

3.1 Enquadramento Legal e Normativo

3.1.1 Legislação europeia

Em 1989, a Comunidade Europeia publicou uma Directiva-Quadro relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho.

A Directiva exige que o empregador adopte as disposições necessárias à defesa da segurança e da saúde dos trabalhadores, designadamente medidas de prevenção dos riscos profissionais, de informação e de formação dos trabalhadores. A fim de planificar as acções preventivas, estabelece igualmente como obrigação do empregador a execução de uma avaliação de riscos, que deverá considerar todos os perigos e riscos existentes no local de trabalho. Assim decorre a Tabela 3.

Tabela 3 - Directiva 89/391/CEE

Artigo	Descrição
5º Definições	1. A entidade patronal é obrigada a assegurar a segurança e a saúde dos trabalhadores em todos os aspectos relacionados com o trabalho.
6º Obrigações gerais das entidades patronais	3. Sem prejuízo das restantes disposições da presente directiva, a entidade patronal deve, de acordo com a natureza das actividades da empresa e/ou do estabelecimento: a) Avaliar os riscos para a segurança e a saúde dos trabalhadores, inclusivamente na escolha dos equipamentos de trabalho e das substâncias ou preparados químicos e na concepção dos locais de trabalho. Na sequência desta avaliação, e na medida do necessário, as actividades de prevenção e os métodos de trabalho e de produção postos em prática pela entidade patronal devem: - Assegurar um nível mais eficaz de protecção da segurança e da saúde dos trabalhadores, - Ser integrados no conjunto das actividades da empresa e/ou do estabelecimento e a todos os níveis da hierarquia;

Dentro dos riscos tecnológicos, os incêndios e explosões são, por esta ordem, os mais comuns. Os riscos de explosão, pelas suas consequências profundas e dramáticas em termos de perdas de vida humana, de incapacidade física e de custos económicos, são tratados com atenção especial pela Comunidade Europeia.

É neste quadro que se inserem as duas directivas denominadas comummente por Directivas ATEX (do francês ATmosphère EXplosive).

A primeira Directiva, Directiva 1994/9/CE de 23 de Março, é uma "directiva produto" que identifica o fabricante como único responsável pela conformidade do seu produto (aparelhos e sistemas e protecção), tendo como obrigações gerais:

Tabela 4 - Directiva 1994/9/CE

Artigo	Descrição
1º Âmbito de aplicação, colocação no mercado e livre circulação	2. O âmbito de aplicação da presente directiva abrange igualmente os dispositivos de segurança, de controlo e de regulação destinados a serem utilizados fora de atmosferas potencialmente explosivas, mas que sejam necessários ou que contribuam para o funcionamento seguro dos aparelhos e sistemas de protecção no que se refere aos riscos de explosão.

Aproximadamente cinco anos depois, a Comunidade Europeia edita a segunda Directiva ATEX, Directiva 1999/92/CE, de 16 de Dezembro de maneira a dar cumprimento ao que tinha ficado estabelecido na anterior.

Esta, por sua vez, é relativa às prescrições de segurança a aplicar pelo empregador nos locais de trabalho, sujeitos a atmosferas explosivas com vista à protecção dos trabalhadores. Impõe, em todos os locais onde se detecte a presença destas atmosferas, a adopção de medidas de prevenção e protecção dos trabalhadores, estabelecendo um prazo máximo de três anos até adaptação completa. As áreas onde se possam formar atmosferas explosivas devem ser classificadas em função da frequência e duração das mesmas, constituindo essa classificação o critério para a selecção dos equipamentos a utilizar de forma a garantir um nível de protecção adequado. Assim é evidenciado na Tabela 5.

Tabela 5 - Directiva 1999/92/CE

Artigo	Descrição
3º Prevenção e protecção contra explosões	(…) a entidade patronal deve adoptar medidas técnicas e/ou organizacionais adequadas à natureza das operações e que permitam, por ordem de prioridade, satisfazer os princípios básicos seguidamente estabelecidos: — Prevenir a formação de atmosferas explosivas, ou, se a natureza da actividade não o permitir, — Evitar a ignição de atmosferas explosivas, e — Atenuar os efeitos prejudiciais de uma explosão de forma a garantir a saúde e a segurança dos trabalhadores.
4º Avaliação dos riscos de explosão	1 – (…), a entidade patronal procederá à avaliação dos riscos de explosão, devendo, pelo menos, ter em conta: — a probabilidade de ocorrência e a duração da presença de atmosferas explosivas, — a probabilidade da presença de fontes de ignição, incluindo descargas eléctricas, e de que estas se tornem activas e causadoras de risco, — as instalações, as substâncias utilizadas, os processos e as suas eventuais interacções, — a dimensão das consequências previsíveis. Os riscos de explosão devem ser avaliados globalmente.
5º Obrigações gerais	(…) a entidade patronal adoptará as medidas necessárias para que: — os locais onde se formem atmosferas explosivas em concentrações susceptíveis de pôr em perigo a saúde e a segurança dos trabalhadores ou de terceiros sejam concebidos de forma a que o trabalho possa ser executado em segurança, — nos locais onde se possam formar atmosferas explosivas em concentrações susceptíveis de constituírem um risco para a segurança e a saúde dos trabalhadores, seja assegurada uma supervisão adequada durante a presença de trabalhadores, de acordo com a avaliação de riscos, mediante o recurso a meios técnicos apropriados.
8.º Documento sobre a protecção contra explosões	(…) a entidade patronal assegurará que seja elaborado e mantido actualizado um documento a seguir designado por documento sobre a protecção contra explosões.
Anexo I Classificação das áreas onde podem formar-se atmosferas explosivas	**Zona 0** Área onde existe permanentemente, durante longos períodos de tempo, ou frequentemente, 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 ocasional de uma atmosfera explosiva constituída por uma mistura com o ar de substâncias inflamáveis, sob a forma de gás, vapor ou névoa.

	Zona 20 Área onde está presente no ar permanentemente, durante longos períodos ou frequentemente 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 no ar 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 no ar de uma atmosfera explosiva sob a forma de uma nuvem de poeira combustível ou onde, caso se verifique essa formação seja de curta duração.

A presença de atmosferas explosivas é originada pela existência de substâncias inflamáveis. Em 2006, o Parlamento Europeu publicou o Regulamento n.º 1907/2006 de 18 de Dezembro mais conhecido por REACH, relativo ao registo, avaliação, autorização e restrição dos produtos químicos, que cria a Agência Europeia dos Produtos Químicos.

Tabela 6 – Regulamento n.º 1907/2006

Artigo	Descrição
31.º	1. O fornecedor de uma substância ou preparação deve fornecer ao destinatário da substância ou preparação uma ficha de dados de segurança elaborada em conformidade com o Anexo II 3. O fornecedor deve facultar ao destinatário, a pedido deste, uma ficha de dados de segurança elaborada em conformidade com o Anexo II
Anexo II **Guia para elaboração de fichas de dados de segurança**	Guia para a elaboração das fichas de dados de segurança

As fichas de dados de segurança de uma substância ou preparação são de extrema importância para a avaliação da perigosidade em termos da segurança e saúde dos trabalhadores. Por isso aquele Regulamento estabelece as obrigações dos fornecedores neste âmbito e disponibiliza um **Guia para elaboração de fichas de dados de segurança**, conforme consta da Tabela 6.

3.1.2 Legislação nacional

Portugal transpôs todas as Directivas Europeias anteriormente citadas.

Das acima referidas, a primeira a ser transposta para direito nacional foi a Directiva Quadro através da Lei n.º 102/2008 de 10 de Setembro.

Este diploma legal veio regulamentar o regime jurídico da promoção e prevenção da segurança e da saúde no trabalho definindo as obrigações gerais do empregador, como revelado na Tabela 7.

Tabela 7 - Lei n.º102/2008

Artigo	Descrição
Artigo 15.º **Obrigações gerais do empregador**	1 — O empregador deve assegurar ao trabalhador condições de segurança e de saúde em todos os aspectos do seu trabalho.

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

Em 2003, a segunda directiva ATEX foi transposta para a ordem jurídica portuguesa através do DL n.º 236/2003, de 30 de Setembro.

A Tabela 8 apresenta alguns dos aspectos relevantes deste Decreto-Lei relativo às prescrições de segurança a observar pelo empregador nos locais de trabalho sujeitos a atmosferas explosivas com vista à protecção dos trabalhadores.

Este decreto é relativo às prescrições de segurança a aplicar pelo empregador nos locais de trabalho, sujeitos a atmosferas explosivas com vista à protecção dos trabalhadores.

Tabela 8 - Decreto-Lei n.º 236/2003 de 30 de Setembro

Artigo	Descrição
Artigo 2.o Âmbito	1 — O presente diploma é aplicável à administração pública central, regional e local, aos institutos públicos e demais pessoas colectivas de direito público, e a todos os ramos de actividade dos sectores privado, cooperativo e social, bem como a trabalhadores independentes, no que respeita aos trabalhos susceptíveis de expor os trabalhadores a riscos derivados de atmosferas explosivas.
Artigo 4.o Classificação das áreas perigosas	1 — As áreas perigosas são classificadas, em função da frequência e da duração da presença de atmosferas explosivas, …
Artigo 5.o Avaliação dos riscos de explosão	1 — O empregador deve avaliar de forma global os riscos de explosão, tendo em conta as obrigações gerais do empregador previstas no regime aplicável em matéria de segurança, higiene e saúde no trabalho e nomeadamente os seguintes aspectos: a) A probabilidade de ocorrência de atmosferas explosivas, bem como a sua duração; b) A probabilidade da presença de fontes de ignição, incluindo descargas eléctricas e a possibilidade de as mesmas se tornarem activas e causarem risco; c) As descargas electrostáticas provenientes dos trabalhadores ou do ambiente de trabalho enquanto portadores ou geradores de carga eléctrica; d) As instalações, as substâncias utilizadas, os processos e as suas eventuais interacções; e) As áreas que estejam ou possam estar ligadas através de aberturas àquelas onde se possam formar atmosferas explosivas; f) A amplitude das consequências previsíveis.
Artigo 6.o Prevenção e protecção contra explosões	1 — O empregador deve prevenir a formação de atmosferas explosivas através de medidas técnicas e organizativas apropriadas à natureza das operações, tendo em conta os princípios de prevenção consagrados no regime aplicável em matéria de segurança, higiene e saúde no trabalho. 2 — Se, dada a natureza da actividade, for impossível evitar a formação de atmosferas explosivas, o empregador deve adoptar medidas técnicas e organizativas que evitem a ignição das mesmas e atenuem os efeitos prejudiciais de uma explosão, de forma a proteger a vida, a integridade física e a saúde dos trabalhadores.
Artigo 9.o Manual de protecção contra explosões	1 — Ao proceder à avaliação de riscos de explosão, o empregador deve assegurar a elaboração e a actualização de um manual de protecção contra explosões.

Posteriormente, a 23 de Abril de 2008 foi publicado em Diário da República o Decreto-Lei n.º 63/2008, de 23 de Abril. Este diploma transpõe para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 1999/45/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 31 de Maio, relativa à aproximação das disposições legislativas, regulamentares e administrativas dos Estados membros respeitantes à classificação, embalagem e rotulagem de preparações perigosas, adaptada ao progresso técnico pela Directiva n.º 2001/60/CE, da Comissão, de 7 de Agosto, e, no que respeita às preparações perigosas, a Directiva n.º 2001/58/CE, da Comissão, de 27 de Julho. De modo semelhante ao estipulado na Directiva, a Tabela 8 evidencia a relevância atribuída, nesta matéria, às Fichas de dados de segurança.

Tabela 9 – Decreto-Lei n.º 63/2008

Artigo	Descrição
13.º Ficha de dados de segurança	1 — As informações fornecidas nas fichas de dados de segurança destinam-se, sobretudo, aos utilizadores profissionais e devem permitir-lhes tomar as medidas necessárias para proteger a saúde e o ambiente e garantir a segurança nos locais de trabalho. 2 — A ficha de dados de segurança referida no n.o 1 deve ser datada e elaborada nos termos do guia de elaboração das fichas de dados de segurança, constante do anexo VIII 3 — O responsável pela colocação no mercado de uma preparação perigosa, …, deve fornecer ao utilizador profissional uma ficha de dados de segurança elaborada de acordo com o número anterior, o mais tardar por ocasião da primeira entrega da preparação, e, posteriormente, após qualquer revisão efectuada na sequência de novas informações significativas relativas à segurança e à protecção da saúde e do ambiente. A nova versão, datada e identificada como «Revisão . . . (data)», deve ser distribuída a todos os utilizadores profissionais que tenham recebido a preparação nos 12 meses precedentes.

A 2 de Abril de 2008 foi publicado em Diário da República o Decreto-Lei n.º 63/2008. Este diploma procede à 1ª alteração ao Decreto-Lei n.82/2003 de 23 de Abril, que aprova o Regulamento para a Classificação, Embalagem, Rotulagem e Fichas de dados de Segurança de Preparações perigosas, transpondo para a ordem jurídica interna as Directivas n.ºs 2004/66/CE, do Conselho, de 26 de Abril, 2006/8/CE, da Comissão, de 23 de Janeiro e 2006/96/CE, do Conselho de 20 de Novembro.

Tabela 10 - Decreto-Lei n.º 63/2008 de 2 de Abril

Artigo	Descrição
Artigo 13.º Ficha de dados de segurança	1 — As informações fornecidas nas fichas de dados de segurança destinam -se, sobretudo, aos utilizadores profissionais e devem permitir -lhes tomar as medidas necessárias para proteger a saúde e o ambiente e garantir a segurança nos locais de trabalho. 2 - A ficha de dados de segurança referida no n.º 1 deve ser datada e elaborada em conformidade com o guia para a elaboração das fichas de dados de segurança, constante do anexo II do Regulamento (CE) n.º 1907/2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de Dezembro

Esta alteração permitiu que Portugal passasse a dispor de um quadro legal idêntico ao estabelecido para todo o território da União Europeia.

3.1.3 Normas

Para além da legislação referida existe ainda um conjunto de normas europeias harmonizadas ao abrigo das directivas ATEX, das quais se destacam no âmbito deste trabalho.

EN 1127-1:2007 Atmosferas explosivas – Prevenção de explosões e protecção. Parte 1: Conceitos básicos e metodologia

Esta norma europeia especifica métodos para a identificação e avaliação de situações perigosas que possam levar a explosões demarcando três pontos:

1. Identificação do perigo
2. Avaliação do risco
3. Redução do risco

De seguida é apresentado um resumo de que cada ponto:

1. Identificação do perigo

Para a identificação do perigo, aborda os seguintes parâmetros:

Propriedades para combustão

Deve-se ter em conta que não é o material em si que representa o potencial perigo mas o seu contacto ou mistura com o ar, logo, as propriedades da mistura das substâncias inflamáveis com o ar devem ser determinadas e analisadas.

Essas propriedades que dão informações sobre o comportamento da substância em questões de incêndio ou mesmo explosão, são da maior relevância, como é o caso de:

- *Flash-point* das substâncias
- Limites de explosão
- Concentração limite de oxigénio

Requisitos da ignição

As propriedades para a ignição de uma atmosfera explosiva carecem de ser também ser determinadas. De entre os dados mais importantes a ter em conta, citem-se:

- Energia mínima de ignição;
- A temperatura de ignição de uma atmosfera explosiva;
- A temperatura mínima de ignição de uma camada de poeira.

Comportamento da explosão

O comportamento da atmosfera explosiva após a ignição, deve ser caracterizado através de dados,como:

a) Pressão máxima de explosão (Pmax);
b) Taxa máxima de aumento de pressão ((dp/dt) max);
c) Falha experimental de segurança máxima (MESG).

2. Avaliação do risco

A avaliação de riscos inclui os seguintes elementos para os quais a norma disponibiliza orientações:

a) Identificar do perigo. Os dados de segurança referidos no ponto anterior devem auxiliar na avaliação, demonstrando se as substâncias inflamáveis apresentam facilidade na sua ignição;
b) Determinar a probabilidade da atmosfera explosiva ocorrer e o volume desta;

Neste ponto deverá ter-se em conta que a ocorrência de uma atmosfera explosiva perigosa depende dos seguintes factores:

- <u>A presença de uma substância inflamável</u>

- O grau de dispersão da substância inflamável (por exemplo: gases, vapores, névoas, poeiras)

Os gases e vapores, devido à sua natureza, apresentam um grau de dispersão suficientemente alto para produzir uma atmosfera explosiva. Nas névoas e poeiras, para que ocorra uma atmosfera explosiva pode-se assumir um valor das partículas de 1 mm.

- A concentração da substância inflamável no ar dentro do limite de explosão

A ocorrência de uma explosão é possível quando a concentração de uma substância inflamável dispersa no ar atinge um valor mínimo (limite inferior de explosão). Por outro lado, uma explosão não irá ocorrer quando a concentração excede um valor máximo (limite superior de explosão).

- A quantidade de atmosfera explosiva suficiente para causar danos ou prejuízos por ignição

c) Determinar a presença e a probabilidade da existência de fontes de ignição, que sejam capazes de inflamar a atmosfera explosiva;

A capacidade de uma fonte de ignição deve ser comparada com as propriedades de ignição da substância inflamável. A probabilidade de ocorrência de fontes de ignição efectivas deve ser avaliada, tendo em conta as que podem surgir, por exemplo, por actividades de manutenção e limpeza.

A norma, como mostra a Tabela 11, apresenta uma listagem de treze possíveis fontes de ignição.

Tabela 11 - Treze possíveis fontes de ignição segundo a Norma EN 1127-1:2007

Tipo de fonte de ignição	Descrição
Superfícies quentes	Se uma atmosfera explosiva entrar em contacto com uma superfície quente a ignição pode ocorrer. Não só uma superfície quente por si própria pode agir como fonte de ignição, como também uma camada de poeira combustível em contacto com uma superfície quente e incendiado pela mesma pode agir como fonte de ignição para uma atmosfera explosiva.
Chamas e gases quentes	As chamas estão associadas às reacções de combustão a temperaturas superiores a 1000 ºC. Os gases quentes são produzidos como produtos de reacção e, no caso de poeira e/ou chamas fuliginosas também são produzidas partículas sólidas ardentes. As chamas, os seus produtos quentes de reacção ou, caso contrário, gases altamente quentes, podem incendiar uma atmosfera explosiva. As chamas, mesmo as mais pequenas estão entre as fontes de ignição mais efectivas.
Faíscas geradas mecanicamente	A utilização de ferramentas que possam produzir faíscas geradas mecanicamente pode provocar a ignição de substâncias inflamáveis.
Instalações eléctricas	No caso de aparelhos eléctricos, as faíscas eléctricas e as superfícies quentes podem ocorrer como fontes de ignição. As faíscas eléctricas podem ser geradas, por exemplo: quando os circuitos eléctricos são abertos e fechados; por ligações soltas e/ou por correntes de fuga.
Correntes eléctricas de fuga, protecção catódica	Se as partes de um sistema capazes de transportar correntes de fuga forem desligadas, ligadas ou em forma de ponte - mesmo no caso de diferenças de potencial ligeiras - uma atmosfera explosiva pode ser incendiada como resultado de faíscas eléctricas e/ou arcos. Além disto, a ignição também pode ocorrer devido ao aquecimento destes percursos da corrente.

Electricidade estática	A descarga de peças carregadas, isoladas por condutor, pode facilmente conduzir a faíscas que apresentam risco de inflamação.
Descargas atmosféricas	Se um relâmpago entrar numa atmosfera explosiva, a ignição irá sempre ocorrer. Além disso, existe também a possibilidade de ignição devido à alta temperatura atingida por raios condutores.
Ondas Electromagnéticas de Frequência de Rádio 104 – 3×1012 Hz	As ondas electromagnéticas são emitidas por todos os sistemas que geram e utilizam energia de frequência de rádio, por exemplo, transmissores de rádio, geradores industriais ou médicos RF para aquecimento, secagem, endurecimento, soldadura, corte, entre outros. Todas as partes condutoras localizadas no campo de radiação funcionam como antenas de recepção. Se o campo for suficientemente potente e se a antena de recepção for suficientemente grande, estas partes condutoras podem causar a ignição em atmosferas explosivas.
Ondas Electromagnéticas de 3×1011 – 3×1015 Hz	A radiação nesta gama espectral pode, especialmente quando concentrada, tornar-se uma fonte de ignição através da absorção por atmosferas explosivas ou superfícies sólidas.
Radiação ionizante	A radiação por ionização, gerada por, por exemplo, tubos de raio X e substâncias radioactivas podem incendiar atmosferas explosivas como resultado da absorção de energia.
Ultra-sons	Na utilização de ondas e som ultra-sónicas, uma grande proporção da energia emitida pelo transdutor electroacústico é absorvida por substâncias líquidas ou sólidas. Como resultado a substância exposta a ultra-sons aquece de forma a que, em casos extremos, a ignição pode ser induzida.
Compressão adiabática e ondas de choque	No caso de compressão adiabática ou quase adiabática e nas ondas de choque, podem ocorrer tais altas temperaturas que as atmosferas explosivas (e a poeira depositada) podem incendiar.
Reacções Exotérmicas, incluindo Auto-Ignição de Poeiras	As reacções exotérmicas podem actuar com uma fonte de ignição quando a taxa de geração de calor excede a taxa de perda de calor para as imediações. Muitas reacções químicas são exotérmicas.

Fonte: adaptado da norma EN 1127-1:2007

d) Determinar os possíveis efeitos de uma explosão;

Em caso de ocorrer uma explosão, os possíveis efeitos desse acontecimento devem ser considerados.

e) Avaliar o risco

f) Tomar medidas para a redução dos riscos

3. Redução do risco

Havendo a possibilidade da existência de uma atmosfera explosiva, de uma fonte de ignição eficaz e de efeitos esperados de uma explosão, será necessário intervir imediatamente através dos princípios básicos de prevenção e protecção contra explosão.

<u>Prevenção</u>

- Evitar atmosferas explosivas

Este objectivo só pode ser alcançado mediante a alteração ou a concentração da substância inflamável para um valor fora dos limites de explosividade ou a concentração de oxigénio para um valor abaixo da concentração limite de oxigénio (LOC), como assinalado na Tabela 12.

Tabela 12 - Medidas de prevenção em parâmetros de processo

Tipo de medida	Descrição
Substituição ou redução da quantidade de substâncias que são capazes de formar atmosferas explosivas	Troca de substâncias inflamáveis por substâncias não inflamáveis ou por substâncias que não sejam capazes de formar atmosferas explosivas
Limitação na concentração	Se não for possível evitar o uso de substâncias capazes de formar atmosferas explosivas, a formação de quantidades perigosas de atmosferas explosivas no interior do equipamento, sistemas de protecção e os componentes podem ser impedidos ou limitados por medidas para controlar a quantidade e / ou concentração
Inertização	A adição de gases inertes (nitrogénio, dióxido de carbono, gases nobres), vapor de água ou de substâncias inertes pulverulentas (por exemplo, carbonato de cálcio) compatível com os produtos processados podem prevenir a formação de atmosferas explosivas (inertes).

Fonte: adaptado da norma EN 1127-1:2007

- Evitar qualquer possível fonte de ignição eficaz;

Protecção

- Limitar os efeitos de explosões em medidas de protecção aceitáveis na construção.

IEC 60079-10:2002 Material eléctrico para atmosferas explosivas. Parte 10: Classificação de locais perigosos

Nas áreas onde quantidades e concentrações perigosas de gás ou vapor inflamável possam surgir, devem ser aplicadas medidas de protecção de forma a reduzir o risco de explosões. Este segmento da norma IEC 60079 estabelece os critérios essenciais contra o qual os riscos de ignição pode ser avaliados e dar orientações sobre os parâmetros que podem ser usados para reduzir esses riscos.

Esta norma, assinala a classificação das áreas onde possam surgir gás, vapor ou névoas inflamáveis podendo ser usada como referência na selecção adequada e instalação de equipamentos a implantar em áreas classificadas.

Naquele sentido apresenta um procedimento - base para a classificação das áreas, assente nos seguintes parâmetros:

Fontes de libertação

Os elementos básicos para determinar os tipos de zona de risco são a identificação das fontes de libertação e a determinação do grau de libertação.

Grau de libertação

Existem três tipos de grau de libertação, como referido na Tabela 13:

Tabela 13 - Diferentes tipos de graus de libertação

Tipo de grau de libertação	Descrição
Contínuo	Existe uma libertação continuada ou que ocorra frequentemente por longos períodos
Primário	Existe uma libertação que é esperada ocorrer periodicamente ou ocasionalmente durante a operação normal
Secundário	Existe uma libertação que não é esperada ocorrer em operação normal e, caso ocorra, é pouco frequente e por curtos períodos

Fonte: adaptado da norma IEC 60079-10

Tipo de zona

A probabilidade da presença de uma atmosfera explosiva de gás depende principalmente do grau de libertação e de ventilação. Esta probabilidade será identificada como uma zona.
As zonas são reconhecidas como: zona 0, Zona 1, Zona 2 e da área não-perigosos.

Extensão da zona

A extensão da zona depende da distância estimada ou calculada sobre a qual uma atmosfera explosiva existe antes de dispersar a concentração no ar abaixo do limite inferior de explosividade com um factor de segurança adequado.

Taxa de libertação

De uma maneira muito simples podemos concluir que quanto maior for a taxa de libertação, maior será a extensão da zona. A taxa de libertação depende de parâmetros como:

- Geometria da fonte de libertação
- Velocidade de libertação
- Concentração
- Volatilidade do liquido inflamável
- Limite inferior de explosividade (LEL)

Para um determinado volume libertado, pode afirmar-se que quanto menor for o seu LEL, maior será a extensão da zona.

Ventilação

Com o aumento da ventilação, a extensão da zona é normalmente reduzida. Obstáculos que impedem a ventilação podem aumentar a extensão da zona. Por outro lado, alguns obstáculos, como por exemplo, barreiras, paredes ou tectos, podem limitar a extensão.

A norma apresenta um anexo dedicado a este parâmetro, tendo por objectivo fornecer orientações para avaliar o grau de ventilação, definindo as condições de ventilação e fornecendo explicações, exemplos e cálculos. Tais orientações podem ser utilizadas na concepção de sistemas de ventilação

artificial, uma vez que estes são de extrema importância para controlar a dispersão das emissões de gases e vapores inflamáveis.

A ventilação apresenta-se em dois tipos: natural e artificial.

Tabela 14 - Tipos de ventilação

Tipo de ventilação	Descrição
Natural	Este é um tipo de ventilação que é obtido pelo movimento do ar causado pelo vento e/ou pelo gradiente de temperatura. Em situações de ar livre, a ventilação natural por norma será suficiente para garantir a dispersão de qualquer atmosfera explosiva que possa surgir.
Artificial	Define-se este tipo de ventilação quando o movimento de ar necessário para ventilação é provido por meios artificiais, por exemplo, ventoinhas e extractores.

Fonte: adaptado da norma IEC 60079-10

Grau de ventilação

A eficácia da ventilação no tempo de persistência e na dispersão de uma atmosfera explosiva, irá depender de três factores: o grau de ventilação, a eficácia da ventilação e a concepção do local.

Por exemplo, a ventilação poderá não ser suficiente para evitar a formação de uma atmosfera explosiva, mas poderá ser suficiente para prevenir a sua persistência no tempo.

Nesta norma, como assinalado na Tabela 15, são reconhecidos três graus de ventilação:

Tabela 15 - Graus de ventilação

Grau de ventilação	Descrição
Ventilação Alta (VH)	Consegue reduzir a concentração na fonte de libertação praticamente de forma instantânea, resultando numa concentração abaixo do limite inferior de explosão.
Ventilação Média (VM)	Consegue controlar a concentração, resultante do limite de uma zona estável, enquanto a libertação está a decorrer e onde a atmosfera explosiva não persiste indevidamente após a paragem.
Ventilação Baixa (VL)	Não pode controlar a concentração, enquanto esta está a decorrer e/ou também não pode prevenir a persistência de uma atmosfera inflamável depois desta parar.

Fonte: adaptado da norma IEC 60079-10

O tamanho e o tempo de persistência possíveis de uma nuvem de gás ou vapor inflamável após uma fonte de libertação cessar, podem ser controlados através de meios de ventilação.

Este normativo apresenta ainda um método de avaliação de modo a determinar-se o grau de ventilação necessário para controlar a extensão e a persistência da atmosfera potencialmente explosiva.

Estimativa do volume hipotético (Vz)

O volume hipotético – Vz - representa o volume no qual a concentração média do gás ou vapor inflamável é 0,25 ou 0,5 vezes o limite inferior de explosividade (LIE), dependendo do valor do factor de segurança k. Isto significa que nas extremidades do volume hipotético estimado, a concentração do gás ou vapor estaria significativamente abaixo do LIE, ou seja, o volume no qual a concentração está acima do LIE seria menor do que Vz.

Relacionamento entre o volume hipotético e a extensão das áreas perigosas

O volume hipotético oferece uma orientação para a forma do volume de gás de uma fonte de risco, mas esta não irá definir as dimensões da área classificada.

Em primeiro lugar, a forma do volume hipotético não é definida, mas influenciada pelas condições de ventilação. O grau e disponibilidade da ventilação e possíveis variações destes parâmetros, influenciarão a forma do volume hipotético.

Em segundo lugar, a posição do volume hipotético em relação à fonte de risco necessitará ser estabelecida. Tal depende, inicialmente, da direcção da ventilação, considerando o volume hipotético favorável à direcção do vento. Em muitas situações, (por exemplo, em locais abertos) deve ser considerada a possibilidade de variação das direcções da ventilação.

Dessa forma, as dimensões de uma área classificada, de uma determinada fonte de risco, é geralmente superior ao volume hipotético

Para determinar o volume hipotético, é necessário primeiro, estabelecer a taxa de mínima de fluxo da ventilação teórica de ar para diluir uma determinada quantidade de material inflamável, numa concentração requerida abaixo do limite inferior de explosividade. Isto pode ser calculado através da equação da Figura 3:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIEm} \times \frac{T}{293}$$

Onde:

(dV/dt) min	Taxa mínima de fluxo volumétrico de ar	[m^3/s]
(dG/dt) Max	taxa de libertação máxima na fonte de libertação	[Kg/s]
LIEm	Limite inferior de explosividade	[Kg/ m^3]
k	Factor de segurança aplicado ao LIE	
T	Temperatura ambiente	[K]

Figura 3 – equação para determinação da taxa mínima de fluxo volumétrico de ar

O factor de segurança k é um valor aplicado tipicamente ao LIE. O valor que este irá tomar dependerá do tipo de fonte de libertação: contínua, primária ou secundária. O factor de segurança num caso em que se tenha uma fonte de libertação contínua ou primária será de 0,25. Se a fonte de libertação for secundária, o valor que k irá ter será de 0,5.

A relação entre o valor calculado - (dV/dt) min - e a taxa de ventilação do volume considerado (V0) nas proximidades da fonte de libertação, pode ser expresso como um volume (Vk) como indicado na Figura 4:

$$V_k = \frac{(dV/dt)_{\min}}{C}$$

Onde:

(dV/dt) min	Taxa mínima de fluxo volumétrico de ar	[m^3/s]
C	Número de trocas de ar por unidade de tempo	s^{-1}

Figura 4 – Equação para determinação de Vk

Como assinalado na Figura 5, o número de trocas de ar por unidade de tempo deriva de:

$$C = \frac{dV_0/dt}{V_0}$$

Onde:

C	Número de trocas de ar por unidade de tempo	s^{-1}
dV_0/dt	é a taxa de fluxo total de ar através do volume considerado	s^{-1}
V_0	Volume total fornecido pela ventilação nas proximidades da fonte considerada	

Figura 5 – Equação para o cálculo do n.º de trocas de ar por unidade de tempo

A equação apresentada na Figura 4 serve para situações de misturas homogéneas e instantâneas da fonte de libertação com o ar em condições ideais de libertação. Na prática, esta situação ideal geralmente não é encontrada, por exemplo, por causa de possíveis obstruções na libertação do ar, originando partes da área precariamente ventiladas. Então, a troca efectiva de ar da fonte de libertação é menor do que a dada por C na equação, levando a um aumento do volume (Vz). Através da introdução de um factor de correcção (qualidade) adicional f na equação, obtendo-se, como representado na Figura 6:

$$V_Z = f \times V_k = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C}$$

Onde:

f	Facto relativo à eficiência da ventilação	s^{-1}
(dV/dt) min	Taxa mínima de fluxo volumétrico de ar	[m^3/s]
C	Número de trocas de ar por unidade de tempo	s^{-1}

Figura 6 – Equação para determinação do volume hipotético

O factor relativo à eficiência da ventilação f pretende descrever a capacidade de diluição da atmosfera explosiva do gás, vapor ou nébula da substância inflamável. Este parâmetro varia entre 1 (situação ideal) até 5 (circulação de ar impedida).

Situações em ambientes ao ar livre (abertos)

Em situações de ambiente aberto, até mesmo com velocidades de ar muito baixas irá criar-se um número elevado de trocas de ar.

De maneira a realizar-se uma aproximação conservativa, considerou-se C= 0,03/s para situações em ambiente aberto; um volume hipotético de uma atmosfera potencialmente explosiva poderá ser obtida através da equação constante da Figura 7:

$$V_Z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{0.003}$$

Onde:

f	Facto relativo à eficiência da ventilação	s^{-1}
(dV/dt) min	Taxa mínima de fluxo volumétrico de ar	$[m^3/s]$

Figura 7 – Equação para determinação do volume hipotético em ambientes abertos

Contudo, devido a dispersão ser normalmente mais rápida que em qualquer outro tipo de ambiente, como resultado dos diferentes mecanismos de dispersão, esta equação irá resultar, geralmente, num volume sobre dimensionado.

Para evitar que tal aconteça, o valor de f deve ser seleccionado de uma forma mais realista.

Estimativa do tempo de persistência t

O tempo t requerido para uma concentração média baixar de um valor inicial X_0 até LEL vezes k, depois de a libertação ter parado, como indicado na Figura 8, pode ser calculado através de:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_0}$$

Onde:

f	Eficiência da ventilação	
C	Número de trocas de ar por unidade de tempo	s^{-1}
$\ln$	Logaritmo neperiano (2,303 log 10)	
k	Factor de segurança aplicado ao LIE	$[m^3/s]$
X_0	Concentração inicial de uma substância inflamável	%vol

Figura 8 – Equação para o cálculo da estimativa do tempo de persistência (t)

Estimativa do grau de ventilação

Inicialmente era sugerido que uma fonte de libertação contínua, normalmente geraria a ocorrência de uma zona 0, assim como uma fonte de libertação primária uma zona 1 e uma fonte de libertação secundária uma zona 2. Porém, isto nem sempre é verdade devido sobretudo ao efeito da ventilação.

Em algumas situações, tanto o grau como o nível de disponibilidade da ventilação apresentam valores elevados conduzindo a que, na prática, a área passe a ser não classificada. Inversamente, o grau de ventilação pode ser baixo originando uma área classificada de maior risco (ou seja, uma zona 1 ser produzida para uma fonte de libertação secundária). A estimativa dos graus consta na Tabela 16.

Tabela 16 - Estimativa do grau de ventilação

Grau de ventilação	Descrição
Ventilação Alta (VH)	A ventilação pode ser considerada como alta quando uma avaliação do risco mostra que a extensão do prejuízo potencial devido ao aumento súbito da temperatura e/ou pressão, como resultado da ignição de uma atmosfera explosiva de volume igual a Vz, é desprezível.
Ventilação Média (VM)	Se a ventilação não for alta nem baixa, então, ela deve ser considerada como média.
Ventilação Baixa (VL)	A ventilação deve ser considerada como baixa se Vz excede V0.

Fonte: adaptado da norma IEC 60079-10

Disponibilidade da ventilação

A disponibilidade da ventilação influencia a possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva. Dessa forma, a disponibilidade (bem como o grau) da ventilação necessita de ser levada em consideração aquando a determinação do tipo de zona.

Nesta norma, a disponibilidade da ventilação apresenta-se dividida em três tipos, conforme mostra a Tabela 17.

Tabela 17 - Disponibilidade da ventilação

Disponibilidade	Descrição
Boa	Ventilação está presente praticamente de modo contínuo
Satisfatória	Ventilação é esperada estar presente sob condições normais de operação. Descontinuidades são admitidas mas elas ocorrem esporadicamente e por curtos períodos;
Pobre	Ventilação que não atende o padrão de satisfatória ou boa, mas não são esperadas descontinuidades que ocorram por longos períodos.

Fonte: adaptado da norma IEC 60079-10

Os dois tipos de ventilação, natural e artificial, já referenciados anteriormente devem ser tidos em conta.

Para ambientes abertos, a avaliação da ventilação deve ser baseada na velocidade mínima assumida pelo vento (0,5 m/s), o qual estará presente praticamente de modo contínuo. Neste caso, a disponibilidade poderá ser considerada como boa.

Na avaliação da disponibilidade da ventilação artificial, a fiabilidade do equipamento e a disponibilidade de equipamentos de reserva devem ser considerados. Uma disponibilidade boa irá solicitar normalmente, em acontecimentos inesperados, o funcionamento automático dos equipamentos de reserva. Contudo, se medidas são tomadas para prevenir a libertação de material inflamável quando a ventilação falhar, a classificação especificada com a ventilação a funcionar não necessita de ser modificada, isto é, a disponibilidade pode ser assumida como boa.

Na norma, é apresentada uma tabela resumo da conjugação do tipo de ventilação (grau e disponibilidade) com o grau de fuga, a qual se encontra adaptada na Tabela 18.

Tabela 18 - Influência da ventilação no tipo de zona

	Ventilação						
Grau de fuga	Grau						
	Alto			Médio			Baixo
	Disponibilidade						
	Boa	Razoável	Fraca	Boa	Razoável	Fraca	Boa, Razoável e Fraca
Contínuo	(Zona 0 EN) NP[a]	(Zona 0 EN) Zona 2[a]	(Zona 0 EN) Zona 1[a]	Zona 0	Zona 0 e Zona 2	Zona 0 e Zona 1	Zona 0
Primário	(Zona 1 EN) NP[a]	(Zona 1 EN) Zona 2[a]	(Zona 1 EN) Zona 2[a]	Zona 1	Zona 1 e Zona 2	Zona 1 e Zona 2	Zona 1 ou Zona 0[b]
Secundário	(Zona 2 EN) NP[a]	(Zona 2 EN) NP[a]	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 2	Zona 1 ou Zona 0[b]

Fonte: adaptado da norma IEC 60079-10

Nesta tabela deverá ter-se em conta o seguinte:

[a] – As zonas 0 NP, 1 NP ou 2 NP indicam uma zona teoricamente com uma extensão negligenciável em condições normais.

[b] – Nestes casos a zona será sempre considerada 0 quer a ventilação seja fraca, quer a libertação seja suficientemente grande para criar uma zona de risco.

Densidade relativa do gás na altura da sua libertação

Se o gás ou vapor for significativamente mais leve que o ar, ele tenderá a mover-se para cima. Caso seja significativamente mais pesado, tenderá a acumular-se ao nível do solo.

IEC 61241-10:2004 Material eléctrico para uso na presença de poeiras combustíveis. Parte 10: Classificação de locais perigosos;

As poeiras são perigosas pois que quando se encontram dispersas no ar podem formar atmosferas potencialmente explosivas. Além disso, as camadas de poeiras podem inflamar-se e agir como fontes de ignição de uma atmosfera explosiva.

Esta parte da norma IEC 61241 debruça-se sobre a identificação e classificação das áreas onde as atmosferas explosivas de poeira e camadas de poeira combustível estão presentes, a fim de permitir a avaliação adequada de fontes de ignição nessas áreas.

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

Tal como na parte da norma que retratava os gases, vapores e névoas inflamáveis, esta apresenta igualmente um procedimento - base para a classificação das áreas.

As atmosferas explosivas criadas por pó são formadas a partir de fontes de libertação de poeiras. Uma fonte de libertação de poeiras é um ponto ou local onde a poeira existe e com isso possa formar uma atmosfera explosiva. Isto inclui camadas de pó capaz de ser disperso de modo a formar uma nuvem de poeira.

Nem todas as fontes de libertação produzem necessariamente uma atmosfera explosiva. O procedimento para a identificação e classificação de área é o seguinte:

a) O primeiro passo consiste em identificar se o material é combustível e, para efeitos de avaliação de fontes de ignição, determinar as características do material, tais como granulometria, teor de humidade, temperatura mínima de ignição e camada de resistividade eléctrica;

b) O segundo passo é identificar onde pode existir contenção de poeira ou as fontes de libertação de poeira. Esta etapa deve incluir a identificação da possibilidade de formação de camadas de poeira;

c) O terceiro passo visa determinar a probabilidade de que o pó será lançado a partir dessas fontes e, assim, o risco de atmosferas explosivas de pó em várias partes da instalação.

Esta norma, tal como a anterior, apresenta anexos que servem de linhas orientadoras para uma correcta avaliação e classificação.

Ao contrário das atmosferas explosivas criadas por gases, vapores e névoas, as criadas por poeiras não necessitam de desenvolver análises matemáticas.

São apresentados alguns modelos-exemplos com avaliações de processos, indicados na Figura 9:

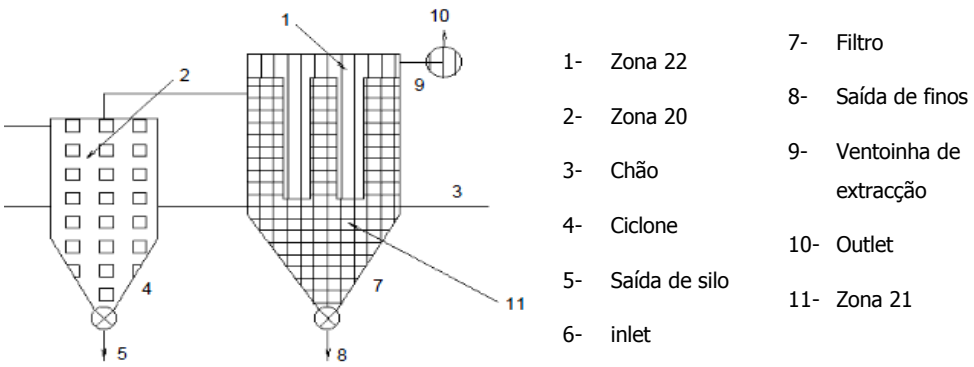


Figura 9 – Modelo-exemplo de uma classificação de áreas para um ciclone

Fonte: adaptado da norma IEC 61241-10

CEI 31-35:2001-01 - Construzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gás – Guida all'aplicazione della Norma CEI EN 60079-10

Este norma italiana destina-se a fornecer algumas orientações sobre a aplicação da norma EN 60079-10 sobre a classificação de áreas de risco para uma atmosfera potencialmente explosiva.

Tal como nas normas anteriormente descritas, esta também apresenta uma metodologia em tudo semelhante às anteriores.

O que faz com que mereça uma atenção especial, reside na maneira como descreve e delimita parâmetros para o cálculo da ventilação e igualmente por estabelecer parâmetros na definição de tempos para se atender aos diferentes tipos de graus de libertação.

Perante esta norma, os três tipos de graus de libertação podem ser definidos como referido na Tabela 19:

Tabela 19 - Diferentes tipos de graus de libertação

Tipo de grau de libertação	Duração total de uma atmosfera explosiva num ano
Contínuo	Superior a 1000h
Primário	Entre 10h a 1000h
Secundário	Entre 0,1h a 10 h

Fonte: adaptado da norma CEI 31-35:2001-01

Esta norma apresenta, de forma detalhada, as equações relativas ao modo de realização do cálculo da ventilação para se obter a extensão da área. Nos normativos anteriores, alguns dos pontos das equações não eram descritos nem delineados, podendo com isso criar um entendimento diferente para diversas situações.

Esta norma apresenta definições para a classificação do factor de eficácia da ventilação (f).

Assim, o factor de eficácia de ventilação (f) pode ser definido sem prejuízo das responsabilidades da avaliação caso a caso pelas pessoas responsáveis por este tipo de classificação de áreas.

A norma define para dois tipos de situações os cinco tipos de factores de eficácia de ventilação (1 a 5):

- Tipo de ambientes abertos com ventilação natural, como o evidencia a Tabela 20.

Tabela 20 - Factor de eficácia de ventilação em ambientes abertos com ventilação natural

Factor de eficácia (f)	Descrição
f = 1	Ambiente aberto com livre circulação de ar e praticamente sem obstáculos que possam reduzir a eficácia da mistura das substâncias inflamáveis.
f = 2	Ambiente aberto com presença de alguns obstáculos à livre circulação de ar , que possam reduzir de um modo pouco significativo a sua efectiva diluição da atmosfera explosiva no volume em causa.
f = 3	Ambiente aberto com presença de um número médio de obstáculos à livre circulação do ar, que possam reduzir de um modo significativo a sua efectiva diluição da atmosfera explosiva no volume em causa
f = 4	Ambiente aberta com presença de um grande número de obstáculos à livre circulação do ar, que possam reduzir muito a sua efectiva diluição da atmosfera explosiva no volume em causa
f = 5	Ambiente aberto com presença de um número muito elevado de obstáculos à livre circulação do ar, que possam reduzir muito a sua efectiva diluição da atmosfera explosiva no volume em causa

Fonte: adaptado da norma CEI 31-35:2001-01

- Tipo de ambientes fechados com ventilação artificial, descrito na Tabela 21

Tabela 21 - Factor de eficácia de ventilação em ambientes fechados com ventilação artificial

Factor de eficácia (f)	Descrição
f = 1	Ambientes fechados com livre circulação de ar e praticamente sem obstáculos que possam reduzir a capacidade efectiva de diluição da atmosfera explosiva no volume em causa.
f = 2	Ambientes fechados com presença de alguns obstáculos à livre circulação de ar e que possam reduzir de modo pouco significativo a capacidade efectiva de diluição da atmosfera explosiva no volume em causa.
f = 3	Ambientes fechados com presença de um número médio de obstáculos à livre circulação do ar, que possam reduzir de um modo significativo a sua efectiva diluição da atmosfera explosiva no volume em causa
f = 4	Ambientes fechados com presença de um grande número de obstáculos à livre circulação do ar, que possam reduzir muito a sua efectiva diluição da atmosfera explosiva no volume em causa
f = 5	Ambientes fechados com presença de um número muito elevado de obstáculos à livre circulação do ar, que possam reduzir muito a sua efectiva diluição da atmosfera explosiva no volume em causa

Fonte: adaptado da norma CEI 31-35:2001-01

IP 15 – Area classification code for installations handling flammable fluids

Este código apresenta três abordagens complementares para serem utilizadas na classificação de áreas perigosas: i) Abordagem através do uso directo de exemplos; ii) Abordagem baseada nos pontos de fuga e iii) Abordagem baseada na avaliação de riscos.

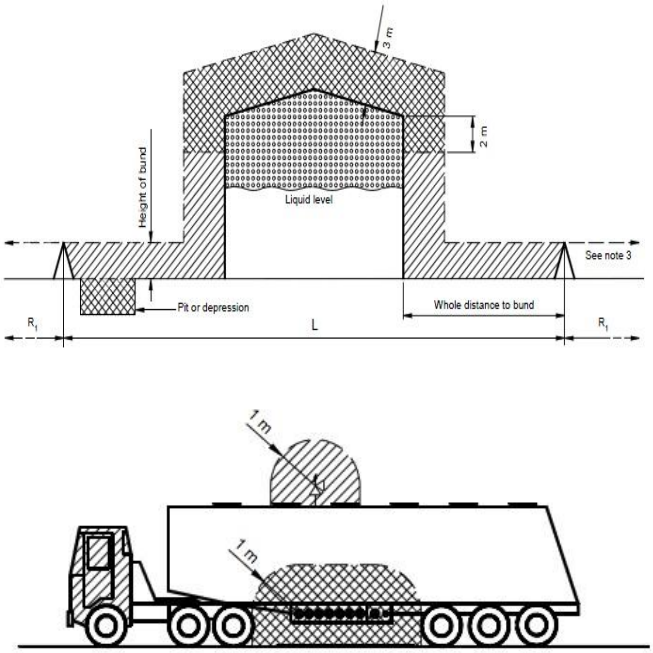
Este código introduz uma informação que nenhum outro normativo refere e que deve ser tido em conta em qualquer avaliação. Essa informação, reporta-se a locais onde se manuseiam pequenas quantidades de produtos inflamáveis, no contexto de classificação de áreas perigosas, podendo ser classificadas como áreas "não perigosas". Assim pretende traduzir a Tabela 22.

Tabela 22 - Limites de capacidade acima dos quais a classificação de áreas é necessário

Localização	Gás	Gás inflamável liquefeito	Liquido inflamável acima do flash point
Interior	50 Litros	5 Litros	25 Litros
Exterior	1000 Litros	100 Litros	200 Litros

Fonte: adaptado da norma IP 15 – Area classification code for instalations handling flammable fluids

Este código, como foi dito anteriormente, apresenta modelos para situações de operações industriais que são realizadas tanto em áreas interiores como exteriores, e que são similares tanto no layout como no material usado. Tais modelos podem servir para classificar directamente as áreas. De seguida, na Figura 10, são apresentados dois modelos exemplo:



a) Modelo-exemplo de uma classificação de áreas para uma "tanques fechados em cone/cúpula"

b) Modelo-exemplo de uma classificação de áreas para uma actividade "transfega de camião"

Figura 10 – Modelos-Exemplo de classificações de áreas para actividades

Fonte: adaptado da norma IP 15 – Area classification code for instalations handling flammable fluids

3.2 Referenciais Técnicos

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

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

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

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

- Determinar os perigos e avaliar os riscos;
- Estabelecer medidas específicas de protecção da segurança e saúde dos trabalhadores expostos a riscos derivados de atmosferas explosivas;
- Garantir que o ambiente de trabalho seja seguro e que durante a presença de trabalhadores seja efectuada uma supervisão adequada, de acordo com a avaliação de riscos;
- Adoptar as medidas e modalidades de coordenação necessárias, caso estejam presentes trabalhadores de diversas empresas no mesmo local de trabalho;
- Elaborar um documento sobre protecção contra explosões.

Dado que a maior parte dos processos e procedimentos de trabalho comportam riscos devido à formação de atmosferas explosivas, são afectados praticamente todos os sectores industriais, como o mostra a Tabela 23.

Tabela 23 - Exemplos de riscos de explosão em diversos sectores

Sector	Exemplo de risco de explosão
Indústria química	Na indústria química utilizam-se diversos processos de transformação e tratamento de substâncias inflamáveis sob a forma gasosa, líquida ou sólida. Estes processos podem dar origem a atmosferas explosivas.
Aterros sanitários e engenharia civil	Nos aterros podem produzir-se gases inflamáveis. Para evitar que estes se libertem de forma incontrolada e se inflamem, são necessárias extensas medidas técnicas. Em túneis mal ventilados, caves, etc. podem acumular-se gases inflamáveis provenientes de diversas fontes.
Produção de energia eléctrica	O tratamento (transporte, trituração e secagem) de carvão em pedaços, que não apresenta riscos de explosão em contacto com o ar, pode produzir poeiras de carvão susceptíveis de formar misturas poeiras/ar explosivas.
Tratamento de águas residuais	O tratamento das águas residuais nas estações de depuração produz gases de fermentação que podem formar misturas gás/ar explosivas.
Empresas de distribuição de gás	Em caso de libertação de gás natural, devido a fugas, por exemplo, podem formar-se misturas gás/ar explosivas.
Indústria de transformação de madeiras	Durante o processamento de peças de madeira é produzido pó de madeira que pode formar misturas explosivas poeiras/ar, por exemplo em filtros ou silos.
Empresas de pintura	O *overspray* que se forma nas cabinas de pintura durante as operações de pintura de superfícies com pistolas de pulverização pode, tal como os vapores de solventes que se libertam, formar uma atmosfera explosiva em mistura com o ar.

Agricultura	Certas explorações agrícolas utilizam instalações de recuperação de biogás. Em caso de libertação de biogás, por exemplo devido a fugas, podem formar-se misturas biogás/ar explosivas.
Metalurgia	No fabrico de peças metálicas moldadas, as operações de tratamento de superfícies (polimento) podem dar origem à formação de poeiras metálicas explosivas. É o caso dos metais leves, em particular. Estas poeiras podem dar origem a riscos de explosão nos separadores.
Indústria alimentar (incluindo alimentação animal)	No transporte e armazenagem de cereais, açúcar, etc., podem formar-se poeiras explosivas. Se estas forem aspiradas e separadas em filtros, podem formar-se atmosferas explosivas nos filtros.
Indústria farmacêutica	A produção farmacêutica utiliza frequentemente álcoois como solventes. Podem também ser utilizadas substâncias activas e excipientes susceptíveis de formar poeiras explosivas, como a lactose, por exemplo.
Refinarias	Todos os hidrocarbonetos tratados nas refinarias são inflamáveis e, dependendo do ponto de inflamação, podem formar atmosferas explosivas mesmo à temperatura ambiente. As imediações de instalações de transformação de petróleo são geralmente consideradas áreas perigosas.
Empresas de reciclagem	No tratamento de resíduos recicláveis podem existir riscos de explosão ocasionados, por exemplo, por latas ou outros recipientes que não tenham sido completamente esvaziados e contenham ainda gases e/ou líquidos inflamáveis, ou pelas poeiras de papel ou plástico.

Fonte: adaptado do Guia de boa prática de carácter não obrigatório para a aplicação da Directiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho

The RASE Project "Explosive Atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipament

O projecto RASE teve por objectivo desenvolver uma metodologia de avaliação de riscos para equipamentos e unidades susceptíveis de atmosferas explosivas.
Uma metodologia de avaliação de riscos específica deve considerar todos os factores de risco incluindo parâmetros inesperados.
A metodologia necessita de responder às seguintes respostas básicas:

- O que é que nós sabemos? Qual é o risco?
- Temos algum incidente pronto a acontecer?
- O que podemos fazer?
- O que é que pode acontecer de mal? Quais são as potenciais consequências?
- Com que frequência acontece?
- Qual é a cadeia de eventos que pode levar à lesão?
- Podemos tolerar as potenciais consequências na probabilidade estimada?
- Quais são os custos e benefícios de tecnologias alternativas?

Esta avaliação de riscos específica comporta cinco princípios básicos:

- Determinação do uso pretendido
- Identificação dos perigos, situações perigosas e acontecimentos perigosos
- Estimação do risco das consequências/probabilidade
- Avaliação do risco
- Análise de soluções para redução de risco

Determinação do uso pretendido
Este princípio baseia-se no conhecimento e compreensão do funcionamento dos equipamentos e/ou unidades de operação e na possibilidade de ocorrência de um acidente.

Identificação dos perigos, situações perigosas e acontecimentos perigosos
Raramente existe apenas uma causa para uma situação ou acontecimento de perigo. Mas, a causa imediata pode ser uma simples falha de hardware ou um erro de operação.
De maneira a identificar os perigos, devem-se analisar as instalações para determinar quais fontes de ignição se encontram presentes. Para isso, o projecto RASE apresenta um exemplo de lista de

verificação que contém todas as possíveis fontes de ignição presentes na norma EN 1127, como indicado na Tabela 24.

Tabela 24 – Lista de verificação para verificação de fontes de ignição

Fontes de ignição		
Possibilidade	**Relevante (sim/não)**	**Significante (incluir razão)**
Superfícies quentes		
Chamas e gases quentes (incluindo partículas quentes)		
Faíscas geradas mecanicamente		
Instalações eléctricas		
Correntes eléctricas de fuga, protecção catódica		
Electricidade estática:		
Descargas atmosféricas		
Ondas Electromagnéticas de Frequência de Rádio 104 – 3×1012 Hz		
Ondas Electromagnéticas de 3×1011 – 3×1015 Hz		
Radiação ionizante		
Ultra-sons		
Compressão adiabática e ondas de choque		
Reacções Exotérmicas, incluindo Auto-Ignição de Poeiras		

Fonte: adaptado do RASE Project "Explosive Atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipament

Estimação do risco

A estimação do risco deve ser realizada para todos os riscos de explosão possíveis ou para cada acontecimento perigos.
O risco, em termos de protecção contra explosões, é fundamentalmente criado por dois elementos: a gravidade do possível dano e a probabilidade da ocorrência desse dano.
Se a gravidade ou consequência de uma explosão pode ser adequadamente caracterizada, a probabilidade de sua ocorrência é, todavia geralmente mais difícil de quantificar.
Normalmente o risco pode ser expresso de três maneiras: i) qualitativamente; ii) quantitativamente e iii) semi-quantitativamente

A gravidade pode ser expressa em níveis definidos, nos quais, um ou mais podem resultar em acontecimentos perigosos. Assim, em termos de lesão ou dano para a saúde, a gravidade pode ser expressa do modo referido na Tabela 25:

Tabela 25 – Descrição dos diferentes tipos de gravidade

Descrição do tipo de gravidade	Definição
Catastrófico	Morte ou perda do sistema
Maior	Ferimentos graves, doenças ocupacionais graves, ou danos graves ao sistema
Menor	Pequenas lesões, doenças ocupacionais menores, ou danos no sistema menores
Negligenciável	Inferior a pequenas lesões, doenças ocupacionais ou danos no sistema

Fonte: adaptado do RASE Project "Explosive Atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipament

A frequência de ocorrência, como o mostra a Tabela 26, pode ser qualitativamente expressa como:

Tabela 26 – Descrição dos diferentes tipos de frequência

Descrição da frequência	Item individual específico	Inventário
Frequente	Provável de acontecer com frequência	Ocorre continuamente
Provável	Vai ocorrer várias vezes	Acontece com frequência
Ocasional	Provável de ocorrer em algum momento	Ocorre várias vezes
Raro	Improvável, mas possível de ocorrer	É razoável esperar que ocorra
Improvável	Ocorrência tão improvável, pode ser assumido não ocorrerá	Muito dificilmente ocorrerá mas devemos ter em conta a possibilidade

Fonte: adaptado do RASE Project "Explosive Atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipament

A combinação entre os níveis de gravidade e a frequência de ocorrência cria a matriz apresentada de seguida na Tabela 27.

Tabela 27 – Conjugação da gravidade com a frequência de ocorrência

Frequência de ocorrer	Gravidade			
	Catastrófico	**Maior**	**Menor**	**Negligenciável**
Frequente	A	A	A	C
Provável	A	A	B	C
Ocasional	A	B	B	D
Raro	A	B	C	D
Improvável	B	C	C	D

Fonte: adaptado do RASE Project "Explosive Atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipament

Os níveis de risco, constantes na Figura 11, representam uma classificação do risco que permite uma avaliação de que outras acções serão necessárias.

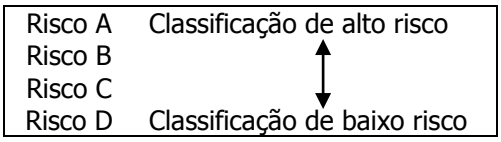


Figura 11

Fonte: adaptado do RASE Project "Explosive Atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipament

Avaliação de risco

A avaliação deve ser realizada de modo a determinar se existe necessidade de redução do risco ou se, pelo contrário, e está perante uma situação de segurança.

É evidente que no caso de um risco com classificação de Risco A, este será alto e considerado intolerável. Logo, justificam-se medidas adicionais de redução de risco. Da mesma maneira, uma classificação de Risco D poderá ser considerada como aceitável e, por consequência, não se revelarem necessárias medidas adicionais.

Assim, o risco pode ser descrito como:

- Intolerável: se o risco se situar nesta categoria, serão necessárias medidas de segurança de modo a reduzir o risco.
- Aceitável: se o risco se incluir nesta categoria, não serão necessárias medidas de segurança e a avaliação de riscos estará finalizada.

Os riscos B e C correspondem a classificações intermédias e normalmente carecem de algumas medidas para reduzir o risco de maneira a tornar-se aceitável.

Análise de soluções para redução de risco

Raramente o risco consegue ser reduzido a zero, excepto pela eliminação das actividades.

Após a estimação e avaliação do risco, a etapa seguinte é a da análise de soluções para a redução do risco. Esta etapa deve conduzir à decisão final sobre a solução encontrada para riscos que não sejam aceitáveis.

A decisão deve incluir tanto o ponto de vista tecnológico como o económico.

Nota técnica de prevención – 876 - Clasificación de áreas com riesgo de atmosferas explosivas (ATEX): Gases, Vapores y Nieblas inflamables

Esta Nota técnica de prevenção (NTP), desenvolvida pelo *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo* (Espanha) tem como objectivo fundamental proporcionar às pessoas responsáveis por instalações com risco de presença de atmosferas potencialmente explosivas (ATEX), o conhecimento e as ferramentas necessárias para realizar uma avaliação de risco.

A NTP 876 apresenta considerações importantes a ter em conta numa avaliação de riscos específicos derivados de atmosferas potencialmente explosivas.

Seguindo os habituais princípios básicos de prevenção, uma avaliação de riscos deve incluir:

- Identificação das situações de perigo: da formação de atmosferas explosivas e por presença/activação de fontes de ignição;
- Cálculo de probabilidades: de formação e de duração das possíveis atmosferas explosivas e da presença/activação das possíveis fontes de ignição;
- Determinação da gravidade ou proporções dos efeitos previsíveis derivados da explosão;
- Estimação/Valorização do risco de explosão;
- Proposta de medidas a adoptar para reduzir o risco de explosão;
- Actualização e revisão da avaliação.

De seguida são apresentadas as etapas básicas de esquema sequencial para avaliar os riscos resultantes de uma atmosfera explosiva, partindo sempre do princípio que para que possa ocorrer uma explosão com efeitos perigosos devem estar presentes simultaneamente quatro condições:

a) Elevado grau de dispersão de substâncias inflamáveis/combustíveis;
b) Concentração das substâncias inflamáveis dentro dos limites de explosividade;
c) Existência de uma quantidade perigosa de atmosfera explosiva;
d) Uma fonte de ignição activa.

Identificação das situações de perigo

Esta etapa compreende a identificação e análise do perigo de explosão e se existe a possibilidade de formação de uma zona ATEX assim como a activação de uma fonte de ignição. A priori, todos os produtos químicos inflamáveis e/ou combustíveis devem ser considerados como possíveis geradores de zonas ATEX, incluindo as camadas, depósitos e concentrações de poeiras combustíveis. O estudo deve incluir a análise de instalações, processos industriais, equipamentos, etc.

Determinação da possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva

A questão fundamental para determinar a possibilidade de formação de uma atmosfera explosiva reside no conhecimento dos parâmetros de inflamabilidade e explosividade das substâncias e produtos envolvidos nas diferentes etapas do processo produtivo. As características dos produtos são, assim, parâmetros fundamentais numa análise de risco.

A Tabela 28 apresenta os principais parâmetros para uma caracterização e/ou categorização da inflamabilidade/explosividade de uma substância ou produtos, em função do seu estado de apresentação: i) Gás, vapor ou nébula; ii) Nuvem de poeira no ar

Tabela 28 – Principais parâmetros para uma caracterização e/ou categorização da inflamabilidade

	Estado físico das substâncias inflamáveis/combustíveis	
	Gases, vapores e nébulas	**Poeiras**
Parâmetros característicos	• Limites de explosividade • Temperatura de inflamação • Temperatura de auto inflamação • Grupo e subgrupo: IIA, IIB ou IIC • Energia mínima de inflamação • Gradiente máximo de pressão • Densidade relativa • Coeficiente de evaporação • …	• Granulometria • Concentração mínima explosiva • Energia mínima de ignição • Temperatura de ignição em camada • Temperatura de ignição em nuvem • Pressão máxima de explosão • Constante de explosividade (Kst) • …

Fonte: adaptado da NTP 876

Uma vez determinadas as características básicas de inflamabilidade e explosividade das substâncias inflamáveis existentes em cada instalação, deve-se analisar a possibilidade de formação e duração de uma atmosfera explosiva. A eventualidade de formação de uma quantidade perigosa de uma atmosfera perigosa é determinada pela presença, grau de libertação e concentração do produto químico inflamável presente. Esse cálculo é realizado com base na frequência e duração a que ocorre a mistura da substância inflamável com o ar.

A tabela 29 apresenta um resumo da classificação das zonas em função do estado das substâncias inflamáveis.

Tabela 29 – Classificação das zonas em função do estado das substâncias inflamáveis

		Estado das substâncias inflamáveis	
Formação de ATEX	**Duração da atmosfera explosiva**	**Gás, vapor ou nébula**	**Nuvem de pó combustível**
Permanente ou frequentemente	Tempo prolongado	Zona 0	Zona 20
Ocasional	Ocasional	Zona 1	Zona 21
Improvável	Breve período	Zona 2	Zona 22

Fonte: adaptado da NTP 876

Identificação e análise das possíveis fontes de ignição efectivas

Impõem-se avaliar a presença de qualquer tipo de fonte de ignição que possa aparecer nas áreas classificadas. As fontes de ignição a ter em conta encontram-se descritas na norma EN 1127-1.

Determinação da probabilidade de presença e activação de fontes de ignição

Para quantificar a importância das possíveis fontes de ignição, consideram-se três níveis de possibilidade de existência: i) Frequentemente; ii) Situações raras e iii) Situações muito raras.

Estimação dos possíveis efeitos de uma explosão

Uma explosão é sempre um risco grave e as consequências podem chegar a ser catastróficas. Ao realizar-se o estudo das consequências ou gravidade dos efeitos possíveis de uma explosão, devem-se considerar, entre outros aspectos, a extensão e a natureza dos danos (pessoais, materiais, ambientais), a eficácia das medidas de prevenção e de protecção existentes, a fiabilidade dos sistemas de segurança, o possível efeito dominó se ocorrerem explosões secundárias, etc.

Estimação/Valoração dos riscos numa atmosfera explosiva

A avaliação de riscos permite detectar os pontos críticos de uma instalação ou unidade e determinar a necessidade de adopção de medidas que evitem ou minimizem o risco de explosão.

Após conhecidos os parâmetros descritos anteriormente pode-se proceder à estimação/valoração do risco.

Para esse efeito, a NTP propõe uma matriz que combina a probabilidade de formação e duração da atmosfera explosiva e a probabilidade de presença e activação da fonte de ignição, conforme indicado na Tabela 30.

Tabela 30 - Matriz de combinação entre a classificação da área de risco e probabilidade de ignição

	Classificação da área de risco			
Probabilidade de ignição	**Não classificada**	**Zonas 2/22**	**Zonas 1/21**	**Zonas 0/20**
Fonte de ignição inexistente	Desprezável	Desprezável	Desprezável	Desprezável
Possibilidade de ignição em casos de falhas raras ou não previsíveis	Desprezável	Muito baixa	Baixa	Media
Possibilidade de ignição em caso de avaria ou falha previsível	Desprezável	Baja	Media	Alta
Possibilidade de ignição em funcionamento normal	Desprezável	Media	Alta	Muito Alta

Fonte: adaptado da NTP 876

Segundo a NTP, a probabilidade de ocorrer o risco é apresentado em cinco níveis: muito baixa, baixa, media, alta e muito alta.

Após a estimação do risco específico derivado da atmosfera explosiva e após análise das possíveis consequências, realiza-se a valoração do risco de explosão com o fim de determinar se existe necessidade de reduzir o risco.

Para essa valoração final de risco de explosão, a NTP apresenta uma matriz resultante do produto da probabilidade de materialização do risco com a gravidade das consequências. A prioridade de intervenção será determinada em função do resultado dessa matriz, que apresenta quatro níveis de risco, conforme evidenciado na Tabela 31:

Tabela 31 – Matriz da combinação entre a probabilidade de materialização e a gravidade das consequências

Probabilidade de materialização	**Gravidade das consequências**			
	Baixa	**Média**	**Alta**	**Muito Alta**
Muito Baixa	Risco Leve	Risco Médio	Risco Médio	Risco Alto
Baixa	Risco Leve	Risco Médio	Risco Alto	Risco Muito Alto
Media	Risco Leve	Risco Alto	Risco Alto	Risco Muito Alto
Alta	Risco Médio	Risco Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto
Muito Alta	Risco Médio	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto

Fonte: adaptado da NTP 876

A prioridade de intervenção será determinada em função do resultado dessa matriz, que apresenta quatro níveis de risco, como indica a Tabela 32:

Tabela 32 – Diferentes tipos de nível de risco

Tipo de risco	Definição
Risco Leve	Não é necessária nenhuma acção específica urgente. No entanto, deve se considerar soluções ou melhorias, a fim de eliminar o risco. A aplicação de medidas organizativas adequadas para proteger contra explosões pode ser de interesse a este nível. Verificações periódicas são necessárias ou medidas de controlo para garantir que o risco permanece neste nível.
Risco médio	Deve-se elaborar e adoptar, num prazo determinado, as medidas para reduzir o risco de explosão. Quando o risco médio está associada a consequências de elevada gravidade, outra acção será necessária para confirmar, mais precisamente, a probabilidade de realização do risco é muito baixo.
Risco alto	Com carácter prioritário, é necessária uma acção imediata. Devem ser tomadas medidas a curto prazo para reduzir o risco. Quando está associado a graves consequências, outras medidas serão necessárias para confirmar a probabilidade da redução do risco.
Risco muito alto	Não se deve começar nem continuar o trabalho até se reduzir o risco. A situação precisa de uma correcção com carácter de urgência absoluta.

Fonte: adaptado da NTP 876

Propostas de medidas para eliminar ou reduzir o risco

Caso o resultado da valoração informe que é necessário diminuir o risco, então devem se seleccionar e adoptar medidas de segurança apropriadas, tanto para reduzir a probabilidade de materialização do risco como para mitigar ou atenuar os efeitos prejudiciais de uma explosão, de forma a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores.

Actualização e revisão

A avaliação de riscos deve manter-se actualizada e ser revista periodicamente, especialmente antes do início de qualquer nova actividade e/ou processo ou antes de retomar uma actividade caso se tenham realizado modificações em algum local ou procedimento.

DT 83 – Document Technique

Em França foi publicado em 2006 um documento técnico que tem como tema a "Aplicação da regulamentação sobre atmosferas explosivas ou "ATEX"".

Este documento técnico apresenta-se diferente no aspecto em que descreve as duas directivas ATEX e como devem ser transpostas pelas empresas de maneira a cumprirem a legislação aplicável em França.

3.3 Conhecimento Científico

Durante a pesquisa bibliográfica, foram igualmente analisados alguns estudos de cariz científico.

Differences and similarities of gas and dust explosions: A critical evaluation of the European 'ATEX' directives in relation to dusts (Eckhoff, 2006)

Neste artigo, Eckhoff evidencia duas diferenças básicas entre as poeiras e gases que são de extrema importância para a criação de procedimentos de segurança.

Para o autor, as duas directivas ATEX dirigem-se principalmente a gases/vapores, não sendo adequadamente abordadas as propriedades particulares de poeiras. Tendo em conta este aspecto, apresenta como conclusão a necessidade de rever as Directivas "ATEX", a fim de esclarecer as diferenças básicas entre os gases e poeiras. Nesta análise é sugerida que uma revisão da Directiva 94/9/CE impediria que os equipamentos a serem usados em locais com poeiras combustíveis tivessem como normas estabelecidas as aplicadas para gases/vapores. De igual modo e relativamente à Directiva 1999/92/CE, bem como a norma IEC e restantes normas europeias baseadas nesta directiva, estas devem ser analisadas e reformuladas de modo a incluir as camadas/depósitos de poeiras combustíveis na definição de "áreas perigosas".

Dust explosion prevention and mitigation, status and developments in Basic knowledge and in Practical application (Eckhoff, 2009)

Em documento posterior, Eckhoff oferece uma visão geral dos principais métodos actualmente utilizados para prevenir e mitigar explosões criadas por poeiras nas indústrias. Com este artigo, o autor pretende que as medidas de prevenção e mitigação para explosões criadas por poeiras se tornem menos dogmáticas e passem a ser mais regularmente utilizadas.

Dust explosions – Cases, causes, consequences, and control (Abbasi, 2006)

Neste trabalho, é apresentado o estado de arte das explosões através de poeiras. São igualmente apresentados estudos de casos e análises de acidentes ocorridos no passado e análise das formas disponíveis para impedir a explosão de poeira constituem o corpo do presente trabalho.

Elementos para definer la extension de zonas clasificadas ATEX por la presencia de polvo inflamable (Torrent et al., 2006)

Neste artigo, é apresentada uma metodologia para classificar as áreas que possam ter atmosferas potencialmente explosivas através de pós inflamáveis.

Modelling the risk of failure in explosion protection installations (Date, 2009)

A proposta de um novo algoritmo para calcular o risco residual de falha num sistema de protecção contra explosões numa indústria, criado para ser intuitivo e simples de implementar em situações reais, é o objectivo do presente trabalho.

A título de exemplo, é desenvolvida a aplicação daquele algoritmo num secador em spray apresentando um sistema de protecção.

Elementos para o desenho de estruturas de armazenagem e movimentação de GPL: uma abordagem sob o ponto de vista ATEX (Sousa et al., 2008)

Neste trabalho, é desenvolvida uma metodologia a utilizar num determinado tipo de actividade económica: armazenamento e movimentação de GPL. Complementarmente, é apresentado um estudo para aquela actividade, i. é., envolvendo exactamente a armazenagem e movimentação de GPL.

Uma das conclusões que este autor retira é a importância da necessidade de ajustar o processo de análise, quando se alteram as condições de funcionamento, os parâmetros físicos da instalação ou a envolvente, dado a dependência quer em termos de extensão, quer em termos de classificação das zonas ATEX.

A adopção de uma metodologia como a que é apresentada no artigo, que assenta no comportamento de cada tipo de fuga, permite mesmo numa fase de projecto ou alteração de

estruturas de armazenagem e movimentação de produtos potencialmente perigosos, testar as várias hipóteses de desenho, optando pelas mais vantajosas, ao mesmo tem po que possibilita que se equacionem várias soluções para controlo das zonas classificadas como potencialmente

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

No sentido de se atingirem os objectivos propostos – metodologia de análise da possibilidade de existência de atmosferas explosivas nas empresas, foi elaborado um procedimento através de um conjunto de registos conforme demonstrado na Tabela 33, permitindo efectuar os cálculos para a determinação da classificação e zonamento das áreas perigosas.

Tabela 33 – Registos desenvolvido no decorrer do trabalho

Registo	Definição do registo
1	Lista de materiais inflamáveis e suas características (líquidos e gases)
2	Lista de materiais inflamáveis e suas características (poeiras combustíveis)
3	Quantidades de materiais inflamáveis existentes
4	Lista de identificação das fontes de libertação
5	Classificação e zonamento das áreas perigosas
6	Resumo das zonas classificadas
7	Matriz de avaliação de riscos de atmosferas explosivas

De seguida, procede-se à descrição de cada um dos registos.

1. Lista de materiais inflamáveis e suas características (líquidos e gases)

A primeira ferramenta desenvolvida para se proceder a uma avaliação de atmosferas explosivas nas empresas foi o Registo 1. A Figura 12 exemplifica o tipo de registo em questão.

Material inflamável			LIE		Volatibilidade					Outras informações	
Nome	Estado físico	Ponto de Inflamação [ºC]	[kg/m³]	[% vol]	Pressão a Vapor a 20º C kPa [ºC]	Ponto de Ebulição [ºC]	Densidade relativa [g/cm3]	Temperatura de autoinflamação [ºC]	Grupo e classe de temperatura	Peso molecular [g]	Nº CAS

Figura 12 – Registo 1 – Lista de materiais inflamáveis e suas características (líquidos e gases)

Este registo constitui uma adaptação do registo apresentado no anexo C da norma IEC 60079. Mais detalhadamente, na Figura 13 descrevem-se o registo e os seus campos.

Material inflamável			LIE		Volatilidade					Outras informações	
Nome	Estado físico	Ponto de inflamação [ºc]	[Kg/m³]	[%vol]	Pressão a vapor a 20ºC [kPa]	Ponto de ebulição [ºC]	Densida de relativa [g/cm3]	Temperatura de auto inflamação [ºC]	Classe de tempera tura	Peso molecular [g]	Nº CAS
①		②	③		④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

Figura 13 – Identificação dos campos do registo 1

Por sua vez, o significado de cada campo é referido na Tabela 33.

Tabela 34 - Memória descritiva do registo 1

Campo	Item	Descritivo
①	Material inflamável Nome	Regista-se o nome do material inflamável em estudo
	Material inflamável Estado físico	Regista-se o estado físico do material inflamável: líquido ou gasoso
②	Ponto de inflamação	Regista-se o ponto de inflamação do material inflamável.
③	L.I.E. Kg/m^3	Regista-se o valor do Limite inferior de explosividade em Kg/m^3
	%vol	Regista-se o valor do Limite inferior de explosividade em % volume.
④	Volatilidade Pressão a vapor a 20ºC	Regista-se a volatilidade do material inflamável mais precisamente a pressão a vapor a 20ºC
⑤	Volatilidade Ponto de ebulição	Regista-se o ponto de ebulição do material inflamável.
⑥	Densidade relativa	Regista-se a densidade relativa do material inflamável
⑦	Temperatura de auto-inflamação	Regista-se a temperatura de auto-inflamação do material inflamável
⑧	Classe de temperatura	Regista-se a classe de temperatura do material inflamável. Esta classificação é dada de acordo com a respectiva temperatura de ignição
⑨	Outras informações Peso molecular	Neste campo regista-se o peso molecular do material inflamável.
⑩	Outras informações N.º CAS	Regista-se o N.º CAS da poeira. O N.º CAS é um número atribuído a uma substância ou mistura pelo serviço de resumos da American Chemical Society. Este proporciona um modo de identificação único, que é necessário porque uma substância pode ter vários nomes.

De um modo geral, as informações para o preenchimento deste registo, constam das fichas de dados de segurança dos produtos químicos.

2. Lista de materiais inflamáveis e suas características (poeiras combustíveis)

O registo 1 é aplicado a materiais inflamáveis tanto no estado físico líquido como no estado físico gasoso.

A Figura 14 ilustra um exemplo do tipo de registo em questão: registo 2.

Poeira inflamável	Camada de poeira		Núvem de poeira								
Nome	Temperatura mínima de ignição da camada de 5 mm (ºC)	Temperatura mínima de ignição da camada de 15 mm (ºC)	LIE (% vol)	Temperatura mínima de ignição (º C)	Energia Mínima de ignição (mJ)	Pressão máxima de explosão (bar)	Razão máxima do aumento de pressão (bar/s)	Constante de poeiras Kst (bar.m/s)	Classe de explosão de poeiras	Calor combustão de incêndio (MJ/kg)	Nº CAS

Figura 14 – Registo 2 - Lista de materiais inflamáveis e suas características (poeiras combustíveis)

Este registo tem por base a norma IEC 61241, citada no Estado de Arte. Mais pormenorizadamente, apresentam-se de seguida, o registo e os seus campos.

Poeira combustível	Camada de poeira	
Nome	Temperatura mínima de ignição da camada de 5 mm [ºC]	Temperatura mínima de ignição da camada de 15 mm [ºC]
①	②	③

Nuvem de poeira								
L.I.E. [%vol]	Temp.mín. ignição [ºC]	Energia mín. ignição [mJ]	Pressão máxima de explosão [bar]	Razão máxima do aumento de pressão [bar/s]	Constante de poeiras Kst [bar.m/s]	Classe de explosão de poeiras	Calor de combustão de incêndio [MJ/kg]	N.º CAS
❶	❷	❸	❹	❺	❻	❼	❽	❾

Figura 15 – Identificação dos campos do registo 2

À semelhança do anterior, o significado de cada campo encontra-se descrito na Tabela 34.

Tabela 35 – Memória descritiva do registo 2

Campo	Item	Descritivo
①	Poeira combustível Nome	Regista-se o nome da poeira combustível
②	Camada de poeira Temperatura mínima de ignição da camada de 5 mm	Regista-se a temperatura mínima de ignição para uma camada de poeira com 5 mm de espessura.
③	Camada de poeira Temperatura mínima de ignição da camada de 15 mm	Regista-se a temperatura mínima de ignição para uma camada de poeira com 15 mm de espessura.
❶	Nuvem de poeira L.I.E.	Regista-se o valor do limite inferior de explosividade que a poeira combustível apresenta na forma de núvem.
❷	Nuvem de poeira Temperatura mínima de ignição	Regista-se a temperatura mínima de ignição que a poeira combustível apresenta na forma de núvem.
❸	Nuvem de poeira Energia mínima de ignição	Regista-se a energia mínima de ignição da poeira combustível. Esta é a energia mínima necessária para inflamar uma núvem de poeira.
❹	Nuvem de poeira Pressão máxima de explosão	Regista-se a pressão máxima de explosão que a poeira combustível apresenta em forma de núvem.
❺	Nuvem de poeira Razão máxima do aumento de pressão	Regista-se a razão máxima do aumento de pressão que a poeira combustível apresenta em forma de núvem.
❻	Nuvem de poeira Constante de poeiras - Kst	Regista-se a constante de poeiras kst da poeira combustível em questão. A kst descreve o comportamento da explosão de uma poeira combustível em circuito fechado.
❼	Nuvem de poeira Classe de explosão de poeiras	Regista-se a classe de explosão que a poeira combustível apresenta.
❽	Nuvem de poeira Calor de combustão de incêndio	Regista-se o calor de combustão de incêndio que a poeira combustível apresenta.
❾	N.º CAS	Regista-se o N.º CAS da poeira. O N.º CAS é um número atribuído a uma substância ou mistura pelo serviço de resumos da American Chemical Society. Este proporciona um modo de identificação único, que é necessário porque uma substância pode ter vários nomes.

Todos estes campos são obtidos através da ficha de dados de segurança que a poeira combustível deve ter.

3. Lista de quantidades existentes por local

A terceira ferramenta desenvolvida foi o registo 3, o qual tem por base a análise das quantidades de materiais inflamáveis manuseados ou armazenados e em que locais. Do mesmo modo, é seguidamente apresentado na Figura 16 um exemplo deste tipo de registo.

Local	Material inflamável	Quantidades existentes

Figura 16 – Registo 3 – Lista de quantidades existentes por local

A Figura 17 ilustra os diferentes campos do registo.

Local	Material inflamável	Quantidades existentes
①	②	③

Figura 17 - Identificação dos campos do registo 3

Por sua vez, cada campo é descrito na Tabela 35.

Tabela 36 - Memória descritiva do registo 3

Campo	Item	Descritivo
①	Local	Regista-se o local onde se manuseia ou se armazena o material inflamável.
②	Material inflamável	Regista-se o nome do material inflamável em questão
③	Quantidades existentes	Regista-se as quantidades existentes do material inflamável.

4. Lista de identificação de fontes de libertação

Como referido na tabela 31, a quarta ferramenta desenvolvida para a avaliação de atmosferas explosivas numa empresa é o registo 4.

Este registo, tal como o registo 1 e 2, constitui uma adaptação do registo apresentado no anexo C da norma IEC 60079. O registo e os seus campos constam da Figura 18.

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Outras informações
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	

Figura 18 – Registo 4 – Lista de identificação de fontes de libertação

De maneira a compreender-se cada campo constituinte do registo, apresenta-se a Figura 19.

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧

Figura 19 – Identificação dos campos do registo 4

A identificação de cada campo consta da memória descritiva da Tabela 36.

Tabela 37 - Memória descritiva do registo 4

Campo	Item	Descritivo
①	Fontes de libertação Designação	Regista-se a descrição da fonte de libertação do material inflamável. A fonte de libertação é todo o local que esteja a libertar a substância inflamável.
②	Fontes de libertação Descrição	Regista-se o especificamente o local onde se encontra a fonte.
③	Grau de libertação	Regista-se qual o grau de libertação da fonte em questão. Os diferentes tipos de graus de libertação poderão ser: contínuo, primário ou secundário. A descrição de cada um dos graus de libertação é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.
④	Material inflamável Nome	Regista-se o nome do material inflamável em questão.
⑤	Material inflamável Estado	Regista-se o estado físico do material inflamável: líquido ou gasoso
⑥	Ventilação Tipo	Regista-se o tipo de ventilação existente no local onde está presente a fonte de ignição. Os diferentes tipos de ventilação poderão ser: natural ou artificial. A descrição de cada um dos tipos de ventilação é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.
⑦	Ventilação Grau	Regista-se o grau de ventilação existente no local onde está presente a fonte de ignição. Os diferentes tipos de graus de ventilação poderão ser: alto, médio ou baixo. A descrição de cada um dos graus de libertação é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.
⑧	Ventilação Disponibilidade	Regista-se a disponibilidade da ventilação para aquela fonte de libertação. A disponibilidade pode ser boa, satisfatória ou pobre. A descrição de cada um dos tipos de disponibilidade é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.

5. Classificação e zonamento das áreas perigosas

A quinta ferramenta desenvolvida para a avaliação das atmosferas explosivas em empresas, tal como apresentado na tabela 30, é o registo 5. Este registo ajuda a classificar e realizar o zonamento das áreas perigosas.

Este registo, representado na Figura 20, encontra-se em formato de Excel permitindo realizar cálculos, conjugando as equações e definições que foram apresentadas nas normas.

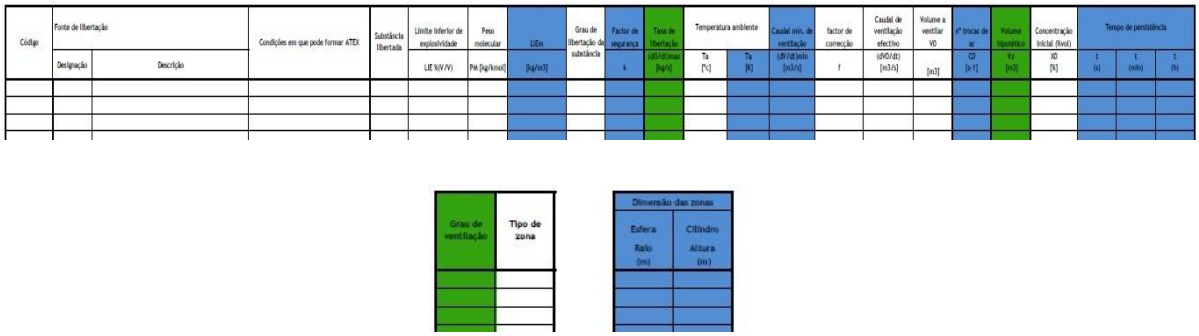


Figura 20 – Registo 5 – Classificação e zonamento de áreas perigosas

Por forma a compreender-se cada campo constituinte do registo demarcaram-se três partes, como evidenciado na Figura 21.

Fontes de libertação				L.I.E.					
Descrição	Local/Fonte	Condições em que pode formar ATEX	Substância libertada	% vol [%]	Peso molecular [kg/kmol]	Peso molecular [kg/m3]	Grau de libertação	Factor de segurança k	Taxa de libertação [kg/s]
①	②	③	④	⑤	⑥		⑦	⑧	⑨

Temperatura ambiente		Caudal mín. de ventilação	Factor de correcção	Caudal de ventilação efectivo	Volume a ventilar	n.º trocas de ar	Volume hipotético	Concentração inicial	Tempo de persistência	
[ºC]	[k]	(dV/dt)min [m3/s]	f	(dV0/dt) [m3/s]	V_0 [m3]	C [s-1]	Vz [m3]	X_0 % vol	[s]	[min]
❶		❷	❸	❹	❺	❻	❼	❽	❾	

Grau de ventilação	Tipo de zona
①	②

Dimensão das zonas	
Raio [m]	Altura [m]
③	

Figura 21 – Identificação dos campos do registo 5

A identificação de cada campo é apresentada na memória descritiva incluída na Tabela 37.

Tabela 38 – Memória descritiva do registo 5

Campo	Item	Descritivo
①	Fontes de libertação Designação	Regista-se a descrição da fonte de libertação do material inflamável. A fonte de libertação é todo o local que esteja a libertar a substância inflamável.
②	Fontes de libertação Descrição	Regista-se o especificamente o local onde se encontra a fonte.
③	Condições em que pode formar ATEX	Neste campo regista-se em que condição se pode formar a atmosfera explosiva. Devemos descrever se a atmosfera será criada no processo normal de produção ou devido a paragens inesperadas.

④	Substância libertada	Neste campo regista-se o nome da substância inflamável que é libertada
⑤	L.I.E. % Vol.	Neste campo regista-se o limite inferior de explosividade em % de volume. Este dado é obtido através da informação proveniente do registo 1.
⑥	L.I.E. Peso molecular	Neste campo regista-se o peso molecular em kg/kmol da substância em questão Este dado é obtido através da informação proveniente do registo 1.
⑦	Grau de libertação	Regista-se qual o grau de libertação da fonte em questão. Os diferentes tipos de graus de libertação poderão ser: contínuo, primário ou secundário. A descrição de cada um dos graus de libertação é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.
⑧	Factor de segurança k	Regista-se o factor de segurança (k) a adoptar tendo em conta o grau de libertação que foi definido no campo anterior. O factor de segurança poderá ser 0,25 em situações com graus de libertação contínuos ou primários e 0,5 em situações com graus de libertação secundários.
⑨	Taxa de libertação	Regista-se a taxa de libertação que determinada fonte apresenta. Este valor deverá ser obtido através de estimativas dadas pelos responsáveis das empresas. Estes deverão ter conhecimento dos consumos efectuados nos locais.
❶	Temperatura ambiente	Regista-se a temperatura ambiente que se encontra no local da fonte de libertação e onde se irá formar a atmosfera explosiva. Esse valor deverá ser apresentado tanto em ºC como em K.
❷	Caudal mínimo de ventilação	Regista-se o caudal mínimo de ventilação que a zona em estudo apresenta. Este caudal é calculado através da equação de (dV/dt)min apresentada na Fig.3.
❸	Factor de correcção	Regista-se o valor do factor de correcção a ter em conta para a situação. O factor de correcção apresenta valores inteiros entre 1 e 5. A descrição de cada um dos valores do factor de correcção é apresentada na norma CEI 31-35, descrita no capítulo do Estado de Arte.
❹	Caudal de ventilação efectivo	Regista-se o caudal de ventilação efectivo para a zona em estudo. Este valor é proveniente de dados apresentados pelos equipamentos de extracção, no caso de ventilação artificial ou, para o caso de ambientes abertos atribuir o valor de 100 m^3/s.
❺	Volume a ventilar	Regista-se o valor do volume da zona com a atmosfera explosiva a ventilar.
❻	N.º trocas de ar	Regista-se o n.º trocas de ar que ocorrem na zona. Este valor é obtido através da equação de C apresentada na Fig. 5
❼	Volume hipotético	Regista-se o valor do Volume hipotético da zona em estudo. Este volume é obtido através da equação de Vz apresentada na Fig.6 e Fig.7, dependendo do tipo de situação.
❽	Concentração inicial	Regista-se a concentração inicial (X0) que a substância inflamável apresenta.
❾	Tempo de persistência	Regista-se o tempo de persistência da substância na zona em estudo. O tempo de persistência (t) é o tempo que uma substância demora a atingir valores considerados baixos para uma atmosfera ser considerada explosiva.
①	Grau de ventilação	Regista-se o grau de ventilação existente no local onde está presente a fonte de ignição. Os diferentes tipos de graus de ventilação poderão ser: alto, médio ou baixo. A descrição de cada um dos graus de libertação é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.
②	Tipo de zona	Regista-se a classificação da zona perigosa. Esta classificação será conforme a avaliação efectuada ao longo do trabalho logo, poderá ser: zona 0, zona 1 ou zona 2 como zona 20, zona 21 ou zona 22.
③	Dimensão das zonas Raio e Altura	Regista-se o valor que a zona classificada irá atingir. Este valor será apresentado em metros e terá um valor tanto para a horizontal como para a vertical.

6. Resumo das zonas classificadas

A sexta ferramenta desenvolvida foi o registo 6. Neste registo serão colocadas todas as informações importantes numa avaliação de risco. Basicamente trata-se de um registo resumo como ilustrado na Figura 22.

								Área perigosa		
Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Tipo de zona	Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade		Vertical	Horizontal
①	②	③	④		⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	

Figura 22 – Identificação dos campos do registo 6

De seguida, na Tabela 38, é descrito cada campo deste registo.

Tabela 39 - Memória descritiva do registo 6

Campo	Item	Descritivo
①	Fontes de libertação Local	Regista-se o local onde se encontra a fonte de libertação.
②	Fonte de libertação Descrição	Regista-se a descrição da fonte de libertação do material inflamável. A fonte de libertação é todo o local que esteja a libertar a substância inflamável.
③	Grau de libertação	Regista-se qual o grau de libertação da fonte em questão. Os diferentes tipos de graus de libertação poderão ser: contínuo, primário ou secundário. A descrição de cada um dos graus de libertação é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.
④	Material inflamável Nome Estado	Regista-se o nome do material inflamável em estudo Regista-se o estado físico do material inflamável: líquido ou gasoso
⑤	Ventilação Tipo	Regista-se o tipo de ventilação existente no local onde está presente a fonte de ignição. Os diferentes tipos de ventilação poderão ser: natural ou artificial. A descrição de cada um dos tipos de ventilação é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.
⑥	Ventilação Grau	Regista-se o grau de ventilação existente no local onde está presente a fonte de ignição. Os diferentes tipos de graus de ventilação poderão ser: alto, médio ou baixo. A descrição de cada um dos graus de libertação é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.
⑦	Ventilação Disponibilidade	Regista-se a disponibilidade da ventilação para aquela fonte de libertação. A disponibilidade pode ser boa, satisfatória ou pobre. A descrição de cada um dos tipos de disponibilidade é apresentada na norma IEC 60079-10, descrita no capítulo do Estado de Arte.
⑧	Tipo de zona	Regista-se a classificação da zona perigosa. Esta classificação será conforme a avaliação efectuada ao longo do trabalho logo, poderá ser: zona 0, zona 1 ou zona 2 como zona 20, zona 21 ou zona 22.
⑨	Extensão da zona Vertical Horizontal	Regista-se o tamanho que a zona perigosa irá ter. O tamanho da zona apresentará um valor vertical e um horizontal, ambos em metros.

7. Avaliação de riscos

Por fim, a última ferramenta construída foi o registo 7. Este registo, apresentado na Figura 23, será a matriz da avaliação de riscos a adoptar no estudo de atmosferas explosivas numa empresa.

N.º	Área	Subárea	Classificação da zona	Tipo de zona	Presença de fonte de ignição	Nível de probabilidade	Nível de consequência	Nível de risco		Nível de Intervenção	

Figura 23 – Registo 7

A Figura 24 permite uma melhor visualização dos campos constituintes deste registo.

N.º	Secção	Área	Localização	Produto libertado	Condição em que se forma ATEX	Classificação da zona	PFIG	P_{ATEX}	Gravidade	Nível de risco	Medida de controlo
①	②			③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

Figura 24 – Identificação dos campos do Registo 7

De seguida, na Tabela 39, descreve-se cada campo deste registo.

Tabela 40 - Memória descritiva do registo 7

Campo	Item	Descritivo
①	N.º	Regista-se o n.º sequencial do risco a ser avaliado.
②	Secção	Regista-se a Secção da empresa que estamos a avaliar
	Área	Regista-se a Área da Secção da empresa que se está a avaliar
	Localização	Regista-se em que local da secção se está a avaliar. Deve-se ser específico na descrição de maneira a saber-se onde se encontra a fonte de libertação.
③	Produto libertado	Regista-se o produto que se encontra a ser libertado e que vai originar um possível risco de uma atmosfera ATEX.
④	Condições em que se forma ATEX	Regista-se em que condições se forma uma atmosfera explosiva. Esta pode se formar no processo normal de trabalho como em paragens inesperadas ou avarias.
⑤	Classificação da zona	Regista-se a classificação da zona perigosa. Esta classificação será conforme a avaliação efectuada ao longo do trabalho logo, poderá ser: zona 0, zona 1 ou zona 2 como zona 20, zona 21 ou zona 22.
⑥	PFIG	Regista-se a Probabilidade da existência de fontes de ignição na zona classificada. A probabilidade poderá ser: A,B,C ou D conforme a existência ou não de Fontes de ignição. A descrição de cada um destes tipos de probabilidade, encontra-se descrito nos métodos utilizados.
⑦	P_{ATEX}	Regista-se a Probabilidade da materialização de risco de atmosfera explosiva. A probabilidade poderá ser: desprezável, muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. As definições encontram-se descritas à frente nos métodos utilizados.
⑧	Gravidade	Regista-se a gravidade das consequências para o risco em questão. Esta gravidade pode ser dividida em 4 níveis: catastrófica, maior, menor e negligenciável. O descritivo de cada nível é apresentado à frente nos métodos utilizados.
⑨	Nível Risco	Regista-se o nível de risco que existirá para aquela situação. O nível de risco é o nível de intervenção necessário ter para cada situação e é dado através da conjugação dos campos anteriores ⑦ e ⑧. O nível de risco poderá ser: Risco leve, Risco médio, Risco alto e Risco muito alto.
⑩	Medidas de controlo	Registam-se as medidas de controlo a serem adoptadas ou implementadas de maneira a reduzir o nível de risco.

A avaliação de riscos apresentada foi desenvolvida tendo por referência os dois normativos técnicos descritos anteriormente: NTP 836 e Metodologia RASE.

4.2 Métodos

A vertente prática deste trabalho foi realizada em seis organizações industriais. Em anexo é apresentada uma breve descrição das empresas que serviram de base para o presente estudo.

De modo resumido a caracterização económica das empresas objecto de estudo, constam da Tabela 40.

Tabela 41 – Resumo das empresas em estudo

Nome da empresa	Actividade	C.A.E.
Empresa A	Fabricação de outros reservatórios e recipientes metálicos	25290
Empresa B	Fabricação de estruturas de construções metálicas	25110
Empresa C	Fabricação de outras embalagens de papel e de cartão	17212
Empresa D	Fabricação de artigos cerâmicos para usos sanitários	23420
Empresa E	Fabricação de máquinas para as indústrias extractivas e para a construção	28920
Empresa F	Fabricação de outros componentes e acessórios para veículos automóveis	29320

Os métodos adoptados incluem um procedimento de trabalho que comporta uma sequência de registos e uma avaliação de riscos.

4.2.1 Procedimento de trabalho

Este estudo foi realizado tendo por base seis empresas do tecido industrial português. O procedimento do trabalho adoptado percorreu várias etapas.

Na primeira etapa, foram analisadas as empresas e os seus processos produtivos. Esta análise consistiu num simples processo de conhecimento "in loco" das diferentes etapas dos processos produtivos.

Na segunda etapa, foram registados no **registo 1** todos os produtos inflamáveis existentes na empresa em estudo, independentemente as quantidades existentes. As características dos respectivos produtos foram também alvo de análise no registo 1. Essas características têm por base as fichas de dados de segurança dos produtos em questão.

Para a realização deste passo, solicitaram-se as fichas de dados de segurança aos responsáveis das empresas ou interlocutores designados. Em caso de ausência dessas fichas, tentou-se obter o máximo de informações existentes sobre o produto químico (ex: rótulo, pesquisa de internet, …).

Para além dos produtos químicos inflamáveis, deve-se ter ainda em conta a possibilidade de existência de poeiras combustíveis. Em caso afirmativo, foram registadas no **registo 2** todas as informações existentes sobre a poeira combustível. Em caso de ausência de informação através da ficha de dados de segurança, procurou-se obter o máximo de informações através de pesquisa por meios bibliográficos.

Após o preenchimento dos Registos 1 e 2, pode-se avançar para a terceira etapa. Nesta, analisaram-se as quantidades existentes nos diversos locais onde são manuseados/armazenados os produtos químicos inflamáveis pois estes serão os possíveis locais onde poderá ocorrer uma

atmosfera explosiva. As quantidades dos produtos químicos inflamáveis foram objecto do **registo 3**.

Após o preenchimento do **Registo 3**, analisaram-se as quantidades de maneira a interpretar quais zonas que apresentavam quantidades mínimas para uma possível criação de uma atmosfera explosiva. Para isso, teve-se em conta a informação prestada pela IP 15 sobre as quantidades mínimas necessárias para uma formação de uma atmosfera explosiva.

Na quarta etapa, começou-se por preencher os cabeçalhos do **Registo 4** com o nome do sector/área e instalação que manuseiam e/ou armazenam as quantidades superiores aos valores estipulados pela IP15. Depois analisaram-se todos sectores que foram registados no cabeçalho, de forma a avaliar todas as possíveis fontes de libertação existentes.

Após definição das fontes de libertação, foi definido o tipo de grau de libertação presente. A definição dos diferentes graus teve por base o estipulado na norma IEC 60079. De seguida registou-se o material inflamável libertado pela fonte em questão e o seu estado físico (líquido ou gasoso).

Após o preenchimento do campo relativo ao material inflamável, procedeu-se à descrição das características da ventilação existente para determinada fonte de libertação. As características da ventilação em causa são o tipo, o grau e a disponibilidade. Relativamente ao tipo, este deve ser caracterizado por natural ou artificial, tendo em conta o estipulado na norma IEC 60079, descrita anteriormente. No grau de ventilação terá de ser caracterizado como alta, média ou baixa, tendo em conta o estabelecido na norma IEC 60079 descrita anteriormente. Por fim, no que respeita à ventilação descreveu-se a disponibilidade desta que deverá ser boa, satisfatória ou fraca, tendo em conta o mencionado na norma IEC 60079.

Após o preenchimento do **Registo 4**, iniciou-se a quinta etapa. Nesta etapa, determinaram-se a classificação e o zonamento das áreas perigosas. Para isso, foi necessário recorrer-se ao **Registo 5.**

Este registo encontra-se em suporte informático (Office excell), de modo a permitir a realização dos cálculos necessários para a obtenção do zonamento das áreas perigosas.

No **registo 5**, o primeiro campo a ser preenchido é respeitante às Fontes de libertação existentes e já pesquisadas no registo anterior. As fontes de libertação devem encontrar-se descritas o mais detalhadamente possível. De seguida, indica-se em que condições se pode formar uma atmosfera explosiva, ou seja, se a formação ocorre num processo normal de funcionamento ou aquando uma paragem inesperada.

O passo seguinte será relacionado com a substância que se encontra a ser libertada, devendo esta ser registada de maneira a saber-se qual substância se está a analisar. De seguida, existe um campo relacionado com o Limite inferior de explosividade. O limite de explosividade pode ser apresentado em percentagem de volume ou em Kg/m^3. Caso apenas seja conhecido o valor em percentagem de volume pode transformar-se o valor em Kg/m^3 multiplicando pela sua massa molecular. Estes valores podem ser obtidos através das fichas de dados de segurança ou através de pesquisa.

Após a determinação do L.I.E., regista-se o grau de libertação da substância que a fonte irá possuir. O grau de libertação poderá ser contínuo, primário ou secundário, conforme a definição apresentada anteriormente na norma IEC 60079-10. Uma vez preenchido o grau de libertação, a folha de Excel indicará o factor de segurança que se deverá ter em conta. O factor de segurança deverá ter valores de 0,25 ou 0,5, conforme a definição do grau de libertação. A descrição encontra-se detalhada na norma IEC 60079-10.

O campo seguinte de preenchimento respeita à taxa de libertação. Esta taxa retrata a quantidade de produto libertado no local em análise. A informação do valor deverá ser fornecida pelos responsáveis das empresas em estudo. No seguimento do registo, anota-se a temperatura ambiente a que se encontra a substância libertada pela fonte. A temperatura que poderá ser registada tanto em ºC como em K, embora, caso seja colocada em ºC, o registo converta o valor da temperatura para valores em K. Para isso, realizará a operação de adição do valor de 273 ao valor colocado em ºC.

Em seguida surgirá o campo respeitante ao caudal mínimo de ventilação. Este campo é preenchido automaticamente pelo registo. O valor será calculado através da equação de determinação do (dV/dt)min apresentada na Fig. 3

Após a obtenção do valor respeitante ao caudal mínimo de ventilação, será necessário proceder à definição do factor de correcção (f) para a situação em questão. Este factor, tal como apresentado anteriormente na norma CEI 31-35, poderá assumir um valor inteiro numa escala de 1 a 5, tendo em conta o tipo de ventilação e a existência de obstáculos à circulação desta.

O campo seguinte a ser preenchido no registo, será o caudal de ventilação efectivo. Este caudal será fornecido pelos dados dos equipamentos de extracção existentes no local. O passo seguinte consiste em determinar o volume a ventilar. Esse volume será obtido tendo em conta a área em que existe a possibilidade de formação de atmosfera explosiva.

De seguida, surgem dois campos que serão preenchidos automaticamente pelo registo. O primeiro – n.º trocas de ar – é calculado através da equação para determinar C, apresentada na Fig. 5. O segundo – volume hipotético – é calculado através da equação para determinar Vz, apresentada na Fig. 6 e 7.

A concentração inicial refere-se à substância inflamável e obtém-se tendo em conta as informações prestadas pelos interlocutores das empresas em estudo e nas fichas de dados de segurança.

O campo relativo aos tempos de persistência é obtido através de cálculos automáticos realizados pelo registo. O registo, através das equações apresentadas na Fig. 8 realiza os cálculos e apresenta os valores em segundos e em minutos.

O Grau de ventilação é calculado automaticamente pelo registo. O resultado será proveniente dos cálculos efectuados tendo em conta as equações apresentadas no Estado de Arte e poderá ser: alto, médio ou baixo. Conhecendo o grau e a disponibilidade da ventilação assim como o grau de libertação, consulta-se a tabela 18, apresentada na norma IEC 60079-10 e regista-se o tipo de zona aí indicada.

Os últimos campos a serem preenchidos são relativos às dimensões das áreas. De maneira a obter-se uma aproximação de área perigosa deve caracterizar-se a área como um cilindro. Logo, o registo calcula e apresenta dois valores de uma possível extensão de uma área. Esses valores são dados tanto para a altura horizontal como para a vertical.

Após a conclusão do preenchimento do **registo 5,** dá-se início a uma nova etapa – sexta etapa. Nesta nova etapa procede-se ao preenchimento do **registo 6** que apresenta um resumo das zonas classificadas. Neste registo apenas se irá agregar toda a informação que se foi registando ao longo dos restantes registos. Assim sendo, os campos relativos às fontes de libertação, ao grau de libertação, ao tipo de material inflamável (nome e estado) e à ventilação (tipo, grau e disponibilidade) terão os dados idênticos aos preenchidos no registo 4. Os campos relativos ao tipo de zona e extensão desta (vertical e horizontal) terão, por sua vez, os dados idênticos aos preenchidos no registo 5.

Após o preenchimento do registo 6, inicia-se a avaliação de riscos. Esta passará a ser a sétima etapa.

4.2.2 Avaliação de Riscos de atmosferas explosivas

A Avaliação de riscos a utilizar consistirá numa combinação de dois referenciais técnicos, apresentados anteriormente: a NTP 836 e a metodologia RASE. A adaptação destes dois métodos será denominada por método combinado de avaliação de riscos de atmosferas explosivas.

De seguida, a Tabela 40 demonstra a conjugação dos dois normativos que deu origem a este método combinado.

Tabela 42 – Análise dos diferentes métodos

	NTP 836	Metodologia RASE	Método combinado
Probabilidade	Apresenta uma tabela que conjuga a probabilidade de ignição com a classificação da área de risco e que nos dá a probabilidade de materialização de uma zona ATEX. A materialização é definida em cinco níveis: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.	Apresenta a frequência da probabilidade de ocorrência e divide-a em cinco níveis: frequente, provável, ocasional, remota e improvável.	A definição da probabilidade de ignição será considerada a da metodologia apresentada pela NTP. Para isso, utiliza-se a lista de verificação apresentada nela. A designação das fontes de libertação irá definida nos como: A/B/C e D. O descritivo de cada item encontra-se apresentado à frente. De maneira a apresentar a Probabilidade de risco de ocorrência de uma atmosfera explosiva, usa-se a tabela apresentada na NTP com as devidas adaptações. Esta probabilidade irá ser denominada no método combinado por P_{ATEX}
Gravidade	Apresenta quatro níveis de gravidade, sendo eles: baixo, médio, alto e muito alto.	Apresenta quatro níveis de gravidade, sendo eles: catastróficos, maior, menor e negligenciável.	Irá ser adoptada a metodologia RASE, logo, os quatro níveis de gravidade para este método serão: catastróficos, maior, menor e negligenciável.
Nível de Risco	Apresenta uma tabela que conjuga a probabilidade de materialização de uma zona ATEX com a gravidade das consequências, denominada por valorização do risco derivado de uma zona ATEX. A valorização do risco é definida em quatro tipos: Risco leve, Risco médio, Risco alto e Risco muito alto.	Apresenta quatro níveis de risco, sendo eles: A,B,C e D.	Irá ser adoptada a metodologia usada pela NTP 836, alargando apenas a definição de Risco Leve. Essa adição irá ser a classificação de Desprezável na P_{ATEX}, na matriz do Nível de Risco. Logo, a valorização do risco irá ser definida em quatro tipos: Risco leve, Risco médio, Risco alto e Risco muito alto.

Deve ter-se em conta os três princípios relevantes de uma Avaliação de Risco: Probabilidade, Gravidade e Nível de Risco. A Tabela 40 apresenta nas duas primeiras colunas o que cada uma das metodologias sugere e na última coluna as definições dos parâmetros para a Metodologia Combinada.

Segundo esta metodologia combinada, para se proceder a uma avaliação de riscos na presença de atmosferas explosivas, devem-se percorrer os seguintes passos:

- **Identificação e análise das possíveis fontes de ignição efectivas**

Como já foi descrito, a identificação e análise das possíveis fontes de ignição efectivas é realizada com recurso a uma lista de verificação adaptada da metodologia RASE. O preenchimento dessa lista de verificação, fará com que se tenha um panorama de quais os possíveis locais a ter em consideração

- **Determinação da probabilidade de presença e activação de fontes de ignição**

A determinação da probabilidade de ocorrência de uma atmosfera explosiva será determinada pela conjugação de dois parâmetros: Probabilidade de ignição e Classificação da área de risco

Esta conjugação é adaptada dos referenciais técnicos já mencionados e apresentados na tabela 41. Para o método combinado, a probabilidade de ignição descrita consta da Tabela 42:

Tabela 43 – Definição dos diferentes tipos de uma probabilidade de ignição

Probabilidade de ignição	Descritivo
A	Inexistência de fontes de ignição na zona classificada
B	Possibilidade de ignição em casos de avarias raras ou falhas não previstas.
C	Possibilidade de ignição em caso de avarias ou falhas previsíveis.
D	Possibilidade de ignição em funcionamento normal. Fonte de ignição sem protecção.

Conjugando a Probabilidade de ignição com a Classificação da área de riscos, obtém-se a Probabilidade de ocorrência de uma atmosfera explosiva. Esta probabilidade na matriz de avaliação representada na Tabela 43 assume a designação P_{ATEX}.

Tabela 44 – Matriz de conjugação da Probabilidade de ignição com a classificação da área

		Classificação da área de risco			
		Não classificada	Zonas 2/22	Zonas 1/21	Zonas 0/20
Probabilidade de ignição	**A**	Desprezável	Desprezável	Desprezável	Desprezável
	B	Desprezável	Muito baixa	Baixa	Media
	C	Desprezável	Baixa	Media	Alta
	D	Desprezável	Media	Alta	Muito Alta

A probabilidade de ocorrência de uma atmosfera explosiva (P_{ATEX}) poderá ser: Desprezável, Muito Baixa, Baixa, Media, Alta e Muito Alta.

- **Estimação dos possíveis efeitos de uma explosão**

A estimação dos possíveis efeitos de uma explosão envolve o desenvolvimento da gravidade numa avaliação de risco. Na metodologia combinada, a gravidade foi adaptada da metodologia RASE. A sua descrição consta da Tabela 44:

Tabela 45 – Diferentes tipos de gravidade

Gravidade	Descritivo
Catastrófica	Morte ou perda do sistema
Maior	Ferimentos graves, doenças ocupacionais graves, ou danos graves ao sistema
Menor	Pequenas lesões, doenças ocupacionais menores, ou danos no sistema menores
Negligenciável	Inferior a pequenas lesões, doenças ocupacionais ou danos no sistema

- **Estimação/Valoração do risco numa atmosfera explosiva**

Após determinação dos parâmetros da Probabilidade de ocorrência de uma atmosfera explosiva (P_{ATEX}) e a gravidade das consequências da ocorrência de uma explosão, pode-se definir a Valoração do risco derivado de uma atmosfera explosiva. Com este sentido a Tabela 45 constitui uma adaptação da tabela apresentada pela NTP 836.

Tabela 46- Conjugação da probabilidade de materialização com a gravidade das consequências

Probabilidade de materialização	Gravidade das consequências			
	Negligenciável	**Menor**	**Maior**	**Catastrófica**
Desprezável	Risco Leve	Risco Leve	Risco Leve	Risco Leve
Muito Baixa	Risco Leve	Risco Médio	Risco Médio	Risco Alto
Baixa	Risco Leve	Risco Médio	Risco Alto	Risco Muito Alto
Media	Risco Leve	Risco Alto	Risco Alto	Risco Muito Alto
Alta	Risco Médio	Risco Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto
Muito Alta	Risco Médio	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto

A prioridade de intervenção será determinada em função do resultado dessa matriz, que apresenta quatro níveis de risco, como evidenciado na Tabela 46:

Tabela 47 - Definições dos diferentes níveis de risco

Tipo de risco	Definição
Risco Leve	Não é necessária nenhuma acção específica urgente. No entanto, deve se considerar soluções ou melhorias, a fim de eliminar o risco. A aplicação de medidas organizativas adequadas para proteger contra explosões pode ser de interesse a este nível. Verificações periódicas são necessárias ou medidas de controlo para garantir que o risco permanece neste nível.
Risco médio	Deve-se elaborar e adoptar, num prazo determinado, as medidas para reduzir o risco de explosão. Quando o risco médio está associada a consequências de elevada gravidade, outra acção será necessária para confirmar, mais precisamente, a probabilidade de realização do risco é muito baixo.
Risco alto	Com carácter prioritário, é necessária uma acção imediata. Devem ser tomadas medidas a curto prazo para reduzir o risco. Quando está associado a graves consequências, outras medidas serão necessárias para confirmar a probabilidade da redução do risco.
Risco muito alto	Não se deve começar nem continuar o trabalho até se reduzir o risco. A situação precisa de uma correcção com carácter de urgência absoluta.

Através da tabela 46 podemos, assim, concluir que quanto mais alto for o tipo de risco maior será a prioridade de intervenção.

5 TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

O estudo efectuado nas seis empresas industriais permitiu obter um relevante conjunto de dados através da aplicação do procedimento comportando uma sequência de registos e da avaliação combinada de riscos os quais foram objecto de tratamento e análise no presente capítulo.

5.1 Tratamento de dados

O gráfico apresentado na Figura 25 permite constatar que a empresa A, que se dedica à Fabricação de outros reservatórios e recipientes metálicos, é quem apresenta a maior quantidade de produtos (líquidos/gases) inflamáveis e de poeiras combustíveis

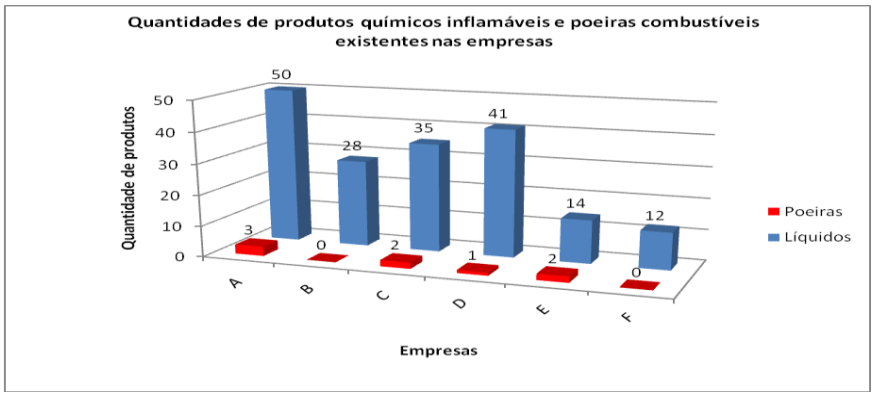


Figura 25 – Gráfico relativo à quantidade de produtos químicos inflamáveis e poeiras combustíveis existentes por empresa.

O segundo gráfico, apresentado na Figura 26, compara a quantidade de produtos químicos inflamáveis no estado líquido/gasoso com os produtos químicos inflamáveis no mesmo estado mas com quantidades mínimas suficientes para surgir a formação de uma zona ATEX. O gráfico permite constatar que a empresa A apresenta uma maior quantidade de produtos químicos inflamáveis em quantidades mínimas para provocarem a formação de uma zona ATEX. Por outro lado, a empresa F é a que apresenta uma menor quantidade de produtos químicos inflamáveis em quantidades passíveis de formação de uma zona ATEX.

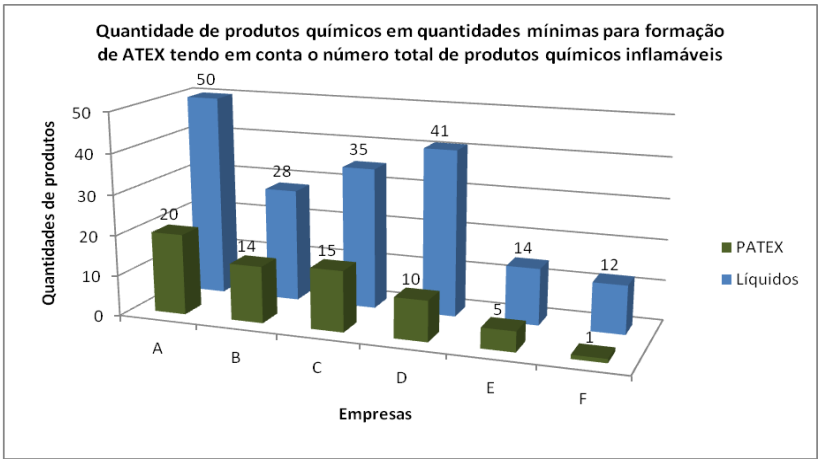


Figura 26 – Gráfico comparativo entre a quantidade de produtos químicos líquidos inflamáveis e a quantidade mínima para surgir uma atmosfera explosiva (P_{ATEX})

Da Figura 27, conclui-se que a empresa que apresenta mais situações de Risco Muito Alto é a empresa A, a que apresenta mais situações de Risco Alto é a empresa D, quem apresenta mais situações de Risco Médio são 3 empresas A, D e E. Por fim, a empresa que apresenta mais riscos leves são as empresas B e E.

Da mesma Figura 27, conclui-se que as empresas que apresentam menos situações de Risco Muito Alto são a E e F, as que apresentam menos situações de Risco Alto são as empresas A e F, quem apresenta menos situações de Risco Médio e Risco Leve é a empresa F.

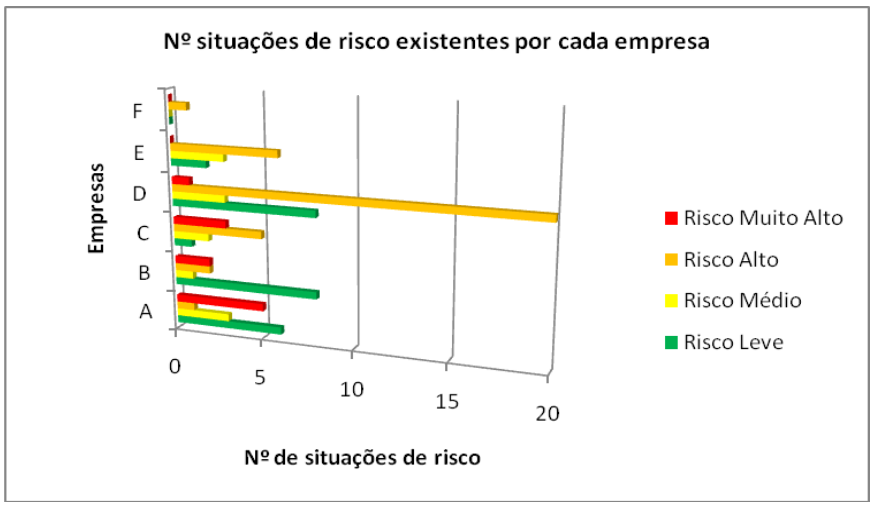


Figura 27 – Nº total de situações de risco existente por cada empresa

O gráfico apresentado na Fig. 28, apresenta a empresa A como a que tem mais situações de Risco Muito alto em funcionamento normal, a que apresenta mais situações de risco alto é a empresa D, as que apresentam mais situações de Risco Médio são a A, D e E. Por fim, a que apresenta o maior número de situações de risco leve é a D.

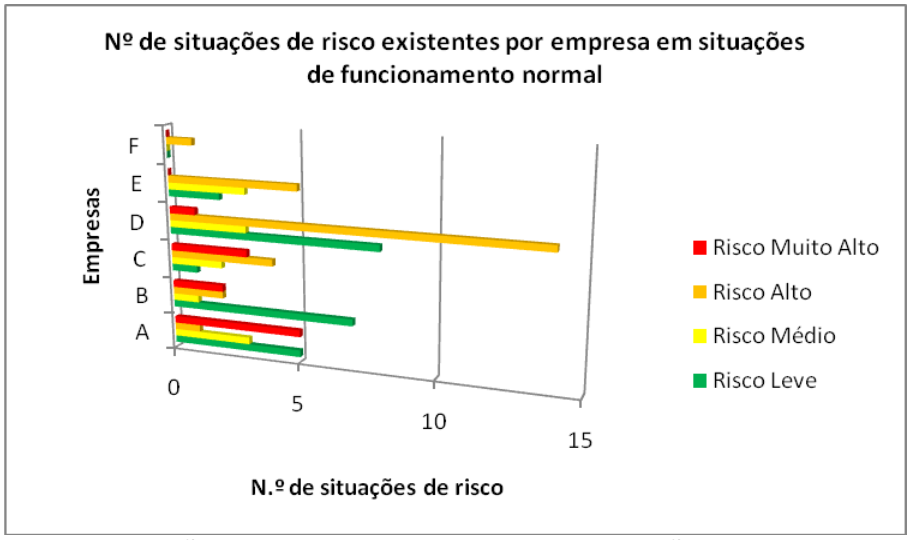


Figura 28 – Nº de situações de risco existente por empresa, em situações de funcionamento normal

Por fim, o último gráfico relacionado com a temática de avaliação de riscos, apresenta o número de situações de risco existentes em cada empresa mas que poderão ocorrer em situações de paragens ou falhas inesperadas. Analisando o gráfico presente na Figura 29, conclui-se que a empresa que mais situações de Risco Alto apresenta é a D, a que apresenta maior número de situações de risco Médio são as empresas C e E, a que apresenta o maior número de situações de Risco Leve são as empresas A e B.

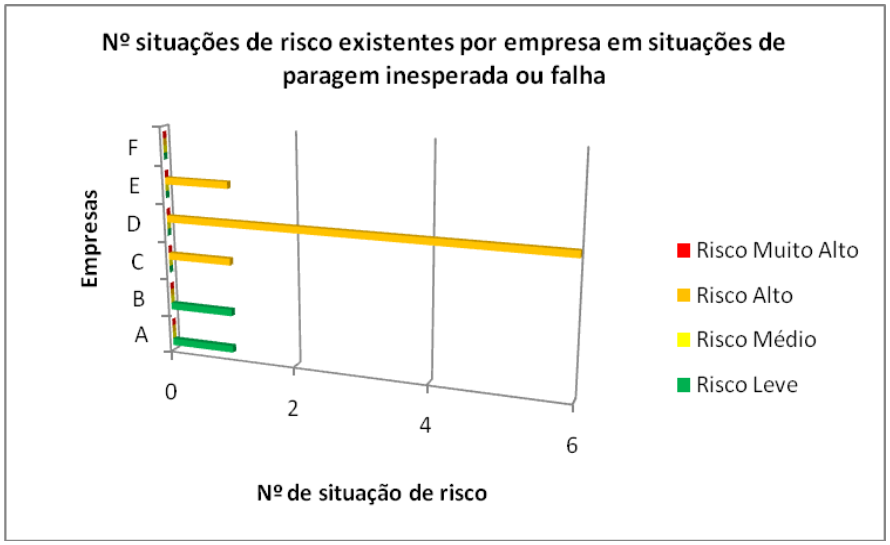


Figura 29 - Nº de situações de risco existente por empresa, em situações de paragem inesperada ou falha

As situações de risco apresentadas anteriormente eram provocadas pelos dois tipos de produtos químicos: Líquidos/gases inflamáveis e poeiras combustíveis.

A Figura 30 apresenta as situações de risco criadas pelos líquidos/gases inflamáveis. O gráfico permite constatar que a empresa A apresenta a maior quantidade de situações de risco Muito Alto, a empresa D apresenta a maior quantidade de situações de Risco Alto, as empresas A e D apresentam a maior quantidade de situações de Risco Médio e a empresa B é a que apresenta maior quantidade de situações de Risco Leve.

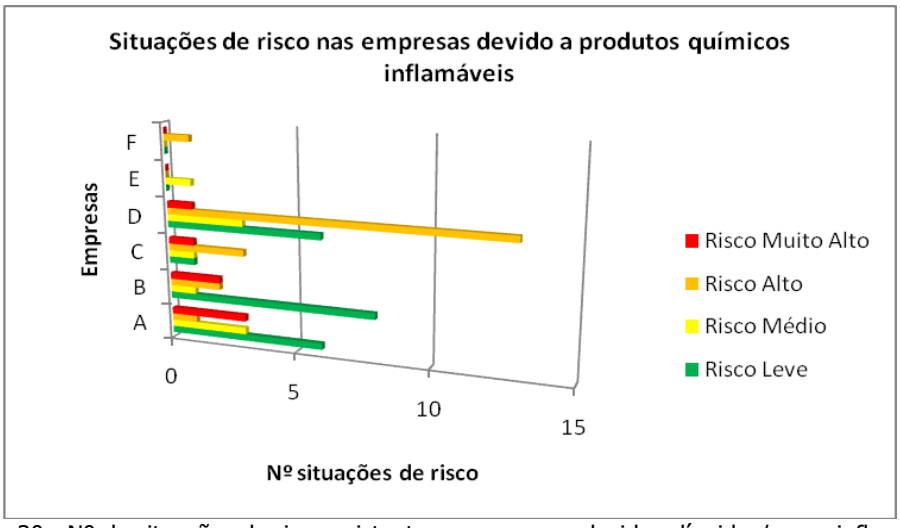


Figura 30 - Nº de situações de risco existente por empresa, devido a líquidos/gases inflamáveis

A Figura 31 apresenta as situações de risco criadas pelas poeiras combustíveis. O gráfico permite constatar que a empresa A e C apresentam a maior quantidade de situações de risco Muito Alto, a

empresa D apresenta a maior quantidade de situações de Risco Alto, a empresa E apresenta a maior quantidade de situações de Risco Médio e as empresas D e E são as que apresentam maior quantidade de situações de Risco Leve.

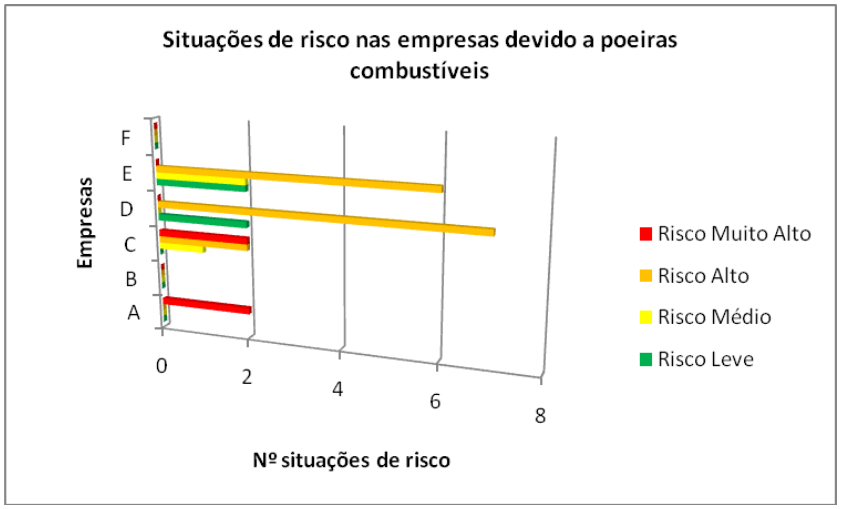


Figura 31 - Nº de situações de risco existente por empresa, devido a poeiras combustíveis

5.2 Análise de dados

No decorrer do trabalho procedeu-se ao levantamento dos produtos químicos inflamáveis existentes nas instalações. Como seria de esperar, as empresas apresentam quantidades totalmente diferentes entre elas, devido a diferenças processuais e diferenças de actividades.

Para se proceder à comparação de quantidades de produtos químicos entre as indústrias, procedeu-se ao cálculo de um índice, como demonstra a Tabela 48, entre a quantidade de líquidos/gases inflamáveis em quantidades possíveis de formação de ATEX com o número total de líquidos/gases inflamáveis existentes nas indústrias. Este índice será denominado por Índice P_{ATEX}.

Tabela 48 – Índice de produtos líquidos/gases inflamáveis em quantidades mínimas para produção de uma zona ATEX

Empresas	Líquidos/gases inflamáveis em quantidades possíveis de formação de ATEX	Líquidos/gases inflamáveis totais	Índice P_{ATEX}
A	20	50	0,40
B	14	28	0,50
C	15	35	0,43
D	10	41	0,24
E	5	14	0,36
F	1	12	0,08

Transformando o Índice descrito na Tabela 48 e conforme ilustra a Figura 32, a empresa A apresenta maior Índice P_{ATEX} e a empresa F o menor.

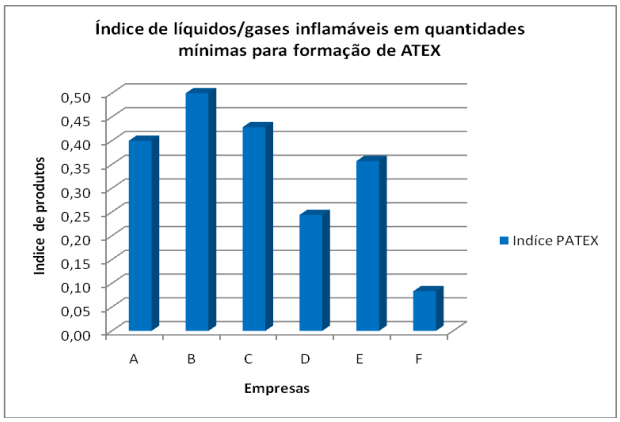


Figura 32 – Índice líquidos/gases inflamáveis em quantidades mínimas para formação de ATEX (P_{ATEX})

Após determinar o índice de produtos químicos líquidos/gases inflamáveis em quantidades mínimas para a formação de ATEX, como apresenta a Figura 33, comparou-se com o número total de situações de risco criadas por líquidos/gases inflamáveis existente por cada empresa.

Analisando o gráfico da Figura 33, este apresenta uma tendência de há medida que o Indice PATEX diminui, as situações totais de situações de risco diminuem. A empresa D sai fora da tendência pois para o Índice de PATEX apresenta um nº de situações de risco maior que as empresas analisadas.

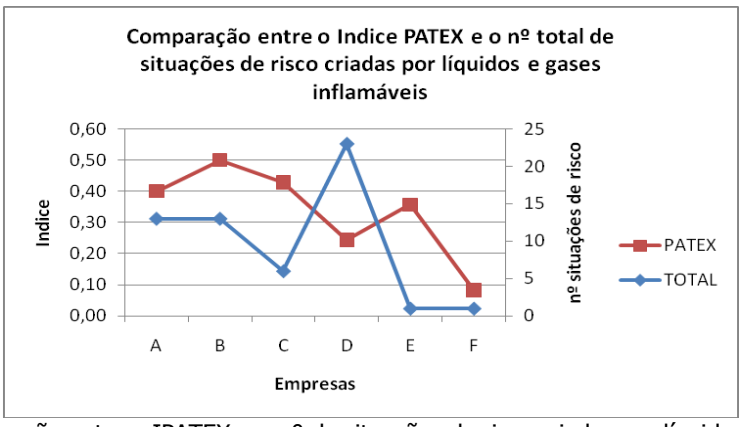


Figura 33 – Comparação entre o IPATEX e o nº de situações de risco criadas por líquidos/gases inflamáveis

As situações de risco apresentam diferentes níveis e procedeu-se à comparação do Indice PATEX com o pior nível de situação de risco (Risco Muito Alto), como apresentado na Figura 34.

Analisando o gráfico da Figura 34, constata-se que apenas a empresa A apresenta um número de situações de risco Muito alto superior ao Índice P_{ATEX}.

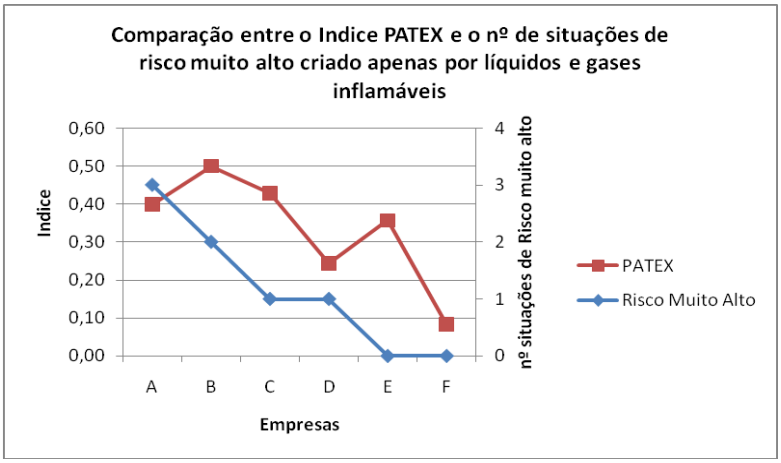


Figura 34 - Comparação entre o IPATEX e o nº de situações de risco muito alto criadas por líquidos/gases inflamáveis

O gráfico inserido na Figura 35, tem como função a interpretação do número de situações de risco provocadas por poeiras combustíveis.

Analisando o gráfico, a empresa E é quem mais situações de risco criadas por poeiras combustíveis. Por outro lado, a empresa B e F não apresenta nenhuma situação de risco.

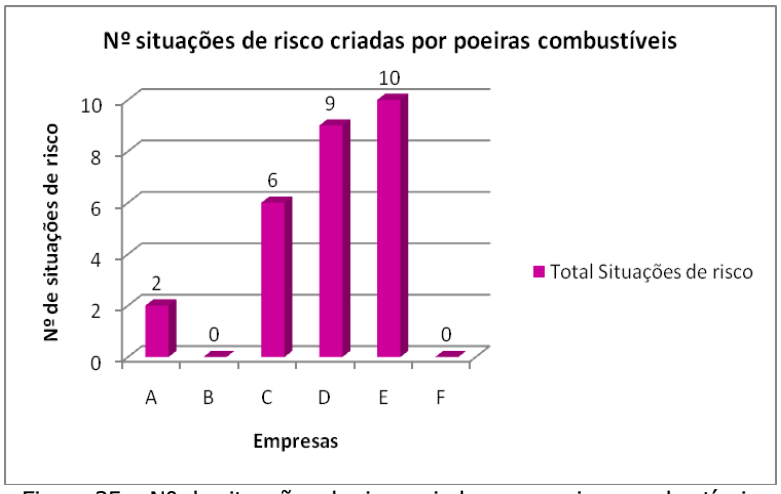


Figura 35 – Nº de situações de risco criadas por poeiras combustíveis

As situações de risco existentes nas empresas não são todas do mesmo grau de perigosidade, logo, analisa-se o gráfico existente na Figura 36. No gráfico podemos concluir que a empresa C é quem mais situações de risco Muito alto apresenta, a empresa D é quem mais situações de risco alto apresenta, a empresa E é quem mais situações de risco médio apresenta e por fim, as empresas D e E são quem mais situações de risco leve apresentam.

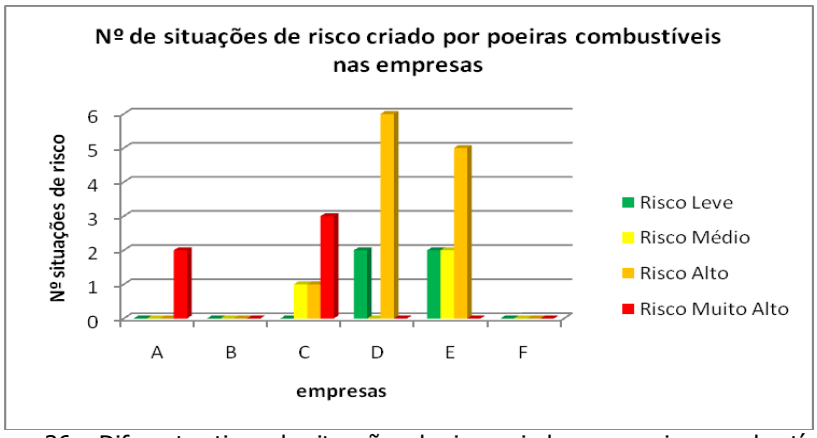


Figura 36 – Diferentes tipos de situações de risco criadas por poeiras combustíveis

Da mesma maneira que se analisou o número de situações de Risco Muito Alto criadas por líquidos/gases inflamáveis também se analisa relativamente a poeiras combustíveis, situação apresenta na Figura 37.

Analisando a Figura 37, constata-se que a empresa C é a única que apresenta mais situações de Risco Muito Alto tendo em conta o número de poeiras combustíveis existentes.

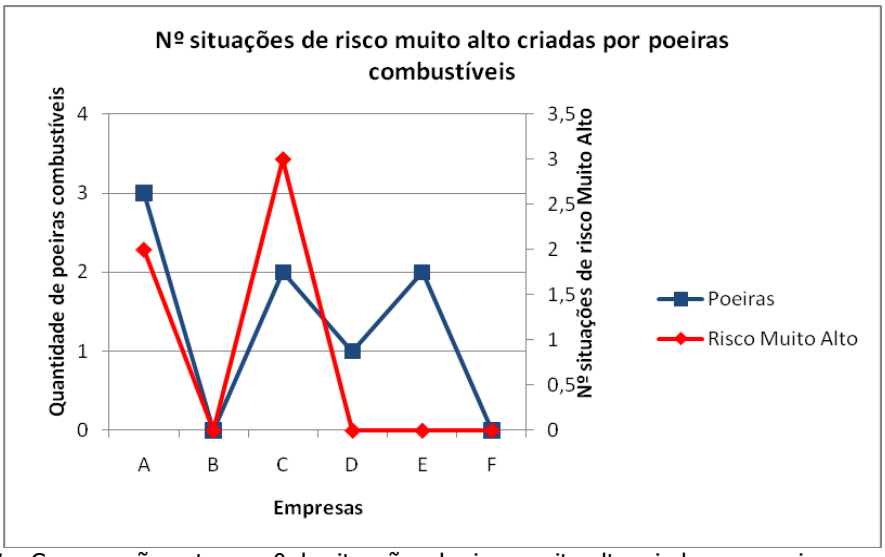


Figura 37 – Comparação entre o n.º de situações de risco muito alto criadas por poeiras combustíveis

Como referido no Estado de Arte, as fichas de dados de segurança são de extrema importância para um estudo e análise de formações de atmosferas explosivas.

Por conseguinte, analisa-se a importância que estas têm no desenvolvimento de situações de risco nas empresas. Para isso, considerou-se ficha de dados de segurança aquelas que não apresentavam o preenchimento dos seguintes campos: i) temperatura de inflamação e ii) limite inferior de explosividade, no caso dos líquidos e gases inflamáveis

Tabela 49 – Comparação entre a quantidade de líquidos/gases inflamáveis com a quantidade de fds incompletas

Empresas	Quantidade de líquidos/gases inflamáveis	Quantidade de fichas de dados de segurança incompletas
A	20	18
B	14	14
C	15	9
D	10	2
E	5	0
F	1	1

Transformando a tabela 49 num gráfico, obtém-se a Figura 38.

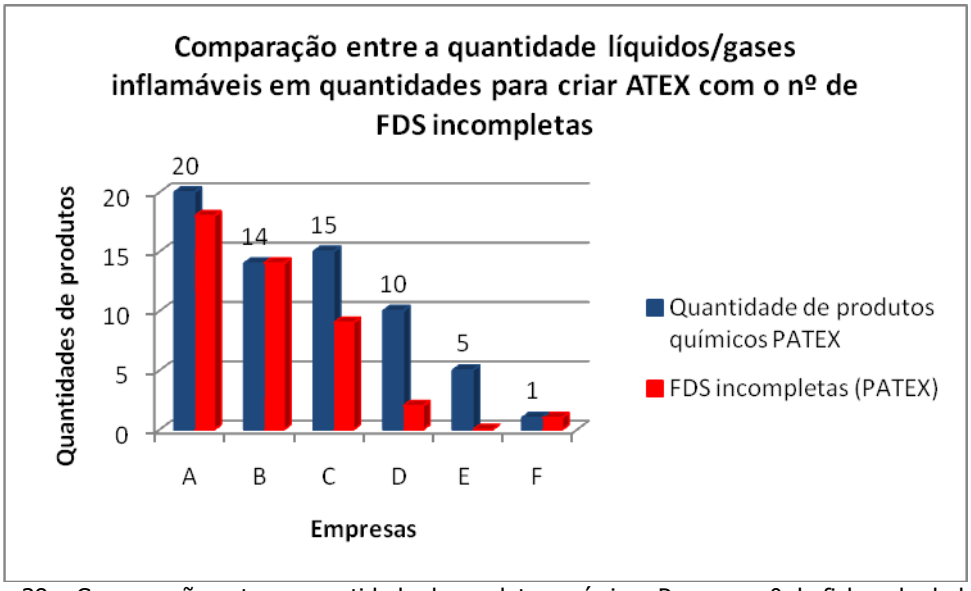


Figura 38 – Comparação entre a quantidade de produtos químicos P_{ATEX} e o nº de fichas de dados de segurança incompletas.

Analisando o gráfico presente na Figura 38, podemos concluir que a empresa A é a empresa que mais fichas de dados de segurança incompletas apresenta. De maneira a comparar todas as empresas, apresenta-se o Índice de fichas de dados de segurança incompletas por cada empresa (IFDS). O índice é dado pelo gráfico apresentado na Fig. 39.

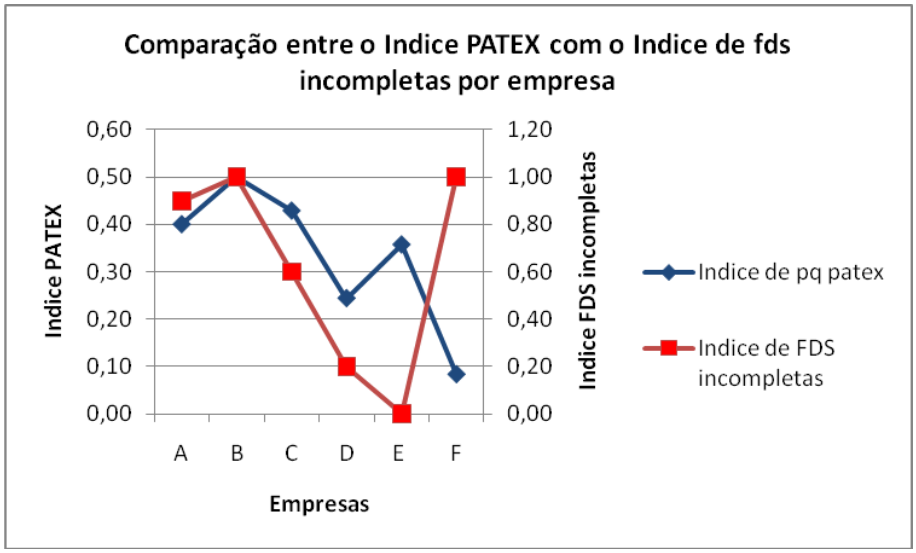


Figura 39 – Comparação entre o IPATEX e o IFDS

Analisando o gráfico presente na Figura 39, conclui-se que a empresa que apresenta um IFDS superior ao IPATEX é a empresa F.

No caso das poeiras combustíveis, os campos considerados importantes para se realizar uma adequada avaliação foram os seguinte: i) Temperatura mínima de ignição em camada 5 mm; ii) Temperatura mínima de ignição em nuvem e iii) Limite inferior de explosividade

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 49.

Tabela 50

Empresas	Quantidade de tipos de poeiras combustíveis	Quantidade de fichas de dados de segurança incompletas
A	3	2
B	0	0
C	2	0
D	1	0
E	2	2
F	0	0

Transformando a tabela 50 num gráfico, obtém-se a Figura 40.

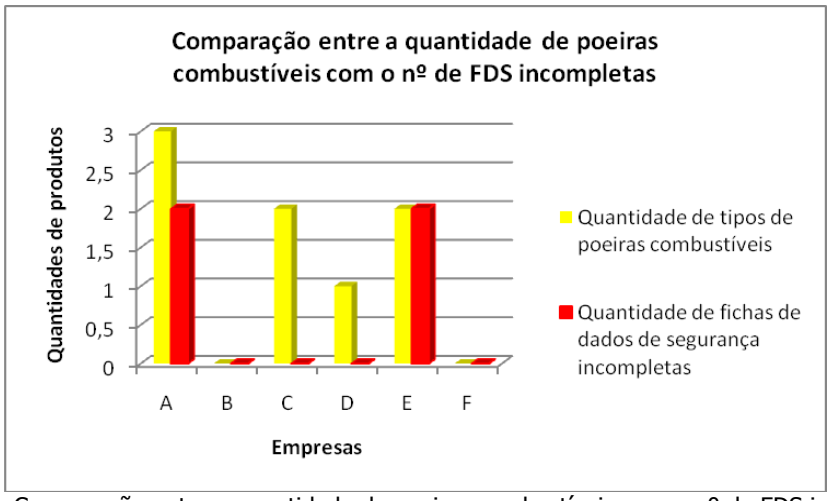


Figura 40 – Comparação entre a quantidade de poeiras combustíveis com o nº de FDS incompletas.

Analisando o gráfico presente na Figura 40, podemos concluir que as empresas A e E são a empresas que mais fichas de dados de segurança incompletas apresentam, relativamente a poeiras combustíveis.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No decorrer do trabalho não foi conseguido obter uma relação directa entre a quantidade de produtos inflamáveis em quantidades mínimas para criação de ATEX com as situações de risco.

Conjugando os resultados obtidos ao longo da análise de resultados com as empresas estudadas, obtém-se a tabela 51.

A tabela 51 apresenta diferentes parâmetros analisados no decorrer do estudo, a cada um desses parâmetros foi atribuída uma classificação para cada empresa. Por exemplo, a empresa que apresentar um Indice PATEX maior terá a 1ª classificação e por aí fora. No final de todos os parâmetros a empresa que apresentar um somatório maior será a considerada, a melhor estatisticamente, no decorrer do estudo. A Tabela 51 apresenta a classificação de cada empresa perante determinados parâmetros.

Tabela 51 – Classificação das empresas perante determinados parâmetros

	Empresas					
Parâmetros a avaliar	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Índice P_{ATEX}	3º	1º	2º	5º	4º	6º
Índice Q_{FDS}	4º	6º	3º	2º	1º	6º
Nº situações de risco total para atmosferas explosivas criadas por líquidos/gases inflamáveis	2º	2º	4º	1º	5º	5º
Nº situações de risco total em funcionamento normal para atmosferas explosivas criadas por líquidos/gases inflamáveis	2º	3º	4º	1º	4º	6º
Nº situações de risco em paragens inesperadas/falhas para atmosferas explosivas criadas por líquidos/gases inflamáveis	2º	2º	2º	1º	2º	6º
Nº situações de risco total para atmosferas explosivas criadas por poeiras combustíveis	4º	5º	3º	2º	1º	5º
Nº situações de risco total em funcionamento normal para atmosferas explosivas criadas por poeiras combustíveis	4º	5º	2º	1º	2º	5º
Classificação final das empresas	21	24	20	13	19	39

No primeiro parâmetro, Índice PATEX, a empresa B é a empresa que apresenta o maior índice. Esta situação deve-se à quantidade de produtos químicos inflamáveis existentes nas instalações e as quantidades mínimas que estas apresentam de modo a ser criada uma atmosfera explosiva.

Relativamente ao segundo parâmetro, Índice QFDS, a empresa E apresenta o maior índice de qualidade das fichas de dados de segurança, isto deve-se à empresa não apresentar nenhuma ficha de dados de segurança incompleta dos produtos químicos estudados.

Os parâmetros seguintes encontram-se relacionados com a análise das avaliações de risco efectuadas às diferentes empresas. Analisando o parâmetro relativo ao número total de situações de risco de atmosferas explosivas originadas por líquidos/gases inflamáveis, a empresa D é quem apresenta um maior número de situações de risco.

Nos dois seguintes parâmetros, número total de situações de risco em funcionamento normal e em paragens inesperadas, a empresa D é quem apresenta o maior número de casos.

Os últimos parâmetros são relativos à avaliação de riscos de atmosferas explosivas criadas por poeiras combustíveis. Analisando as empresas avaliadas, tendo em conta o número total de situações de risco, podemos concluir que a empresa E é quem apresenta o maior número de situações. Se dessas situações totais apenas se contabilizar o número de situações de risco em funcionamento normal, a empresa que apresenta o maior número é a D.

Analisando as classificações obtidas, pode-se deduzir que existe uma grande diferença entre a empresa com o maior somatório e as restantes. A empresa F é considerada a melhor, estatisticamente, das empresas estudadas.

7 CONCLUSÕES

No início do trabalho um dos objectivos principais proposto foi a elaboração de um procedimento para realizar uma avaliação de riscos relacionada com atmosferas explosivas para ser aplicado em diversos tipos de empresas. O procedimento foi elaborado e aplicado em seis empresas do sector industrial português.

O procedimento para a avaliação de atmosferas explosivas, envolve o preenchimento de seis registos elaborados tendo em conta alguns referenciais citados no Estado de Arte.

Em todas as empresas analisadas foi possível proceder à classificação e zonamento das áreas perigosas e potencialmente explosivas.

Durante o trabalho de campo, ocorreram algumas contrariedades no correcto preenchimento dos registos desenvolvidos.

A primeira grande dificuldade deveu-se à falta de informação que as fichas de dados de segurança forneciam para o estudo. Embora exista uma obrigação legal, como referido anteriormente no Estado de Arte, para que os produtos químicos apresentem um conjunto pré-definido de informações, estas apresentam-se quase sempre incompletas. A falta de informação obrigou na maior parte das vezes a uma pesquisa bibliográfica sobre os produtos químicos.

Um outro objectivo que tinha sido proposto, envolvia a aplicação de um registo que efectua os cálculos, tendo em conta as equações existentes nos normativos, para determinação da Classificação e zonamento das áreas perigosas. De todos os objectivos, este foi o que apresentou um maior impasse. Do grupo de empresas estudadas, apenas uma foi possível aplicar o registo – empresa D.

Uma das possíveis justificações para esse impasse, deve-se à falta de informação de determinados campos exigidos. No registo desenvolvido são necessários dados, tanto dos produtos químicos existentes como, em determinados casos, de valores reais de extracção. A primeira situação já foi discutida devido à falha que as fichas de dados de segurança apresentavam, a segunda, relativa aos valores reais de extracção serem difíceis de se obter na maioria das empresas. Foi uma realidade, as empresas nem sempre possuírem o conhecimento dos valores reais que um equipamento de ventilação artificial consegue atingir.

Com a dificuldade no preenchimento deste registo foi necessário readaptar o procedimento de avaliação de riscos. Para isso e tendo em conta o normativo IP 15, apresentado no Estado de Arte, algumas avaliações foram baseadas em modelos - exemplos existentes.

Por fim, o último objectivo proposto no início do trabalho, envolvia uma metodologia de gestão de riscos para atmosferas explosivas. O método combinado desenvolvido foi aplicado às seis empresas e através deste foi possível obter o panorama de risco que cada empresa tem. Como método simples, é facilmente aplicável para as situações das empresas estudadas mas, de maneira a retirar-se ilações mais fidedignas seria necessário aplicar a um espectro maior de empresas e, de preferência, aplicado por outros intervenientes com conhecimento na matéria de maneira a entendermos se existiria diferenças muito grandes entre as avaliações.

8 PERSPECTIVAS FUTURAS

No sentido de melhorar os resultados obtidos com este trabalho, é essencial realizar futuramente mais estudos que envolvam mais indústrias. Além disso, é importante que esses estudos sejam realizados por mais do que uma pessoa de maneira a averiguar a ambiguidade do procedimento.

A comparação entre as situações de risco obtidas e diferentes parâmetros também será importante para uma análise de tendências nas atmosferas explosivas. Parâmetros como: quantidade de líquidos/gases inflamáveis existentes em cada empresa, quantidade de líquidos/gases inflamáveis em quantidades mínimas para criação de uma zona ATEX existentes em cada empresa, diferentes características dos produtos químicos (pontos de inflamação, limites de explosividade, concentrações, etc.)

Por fim, uma avaliação de riscos utilizando outros métodos já desenvolvidos para as empresas de maneira a existir um termo de comparação sobre a adequabilidade do método e a fiabilidade deste.

9 BIBLIOGRAFIA

CABRAL, Fernando (2003).*Higiene, Segurança, Saúde e Prevenção de Acidentes de trabalho – Um guia prático*, Verlag-Dashoffer cap. 11.

MIGUEL, Alberto Sérgio (2010). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. 11ª ed. Porto Editora.

NUNES, Fernando Manuel Duarte Oliveira, (2010). *Segurança e Higiene do Trabalho: Manual técnico*. 3ª ed. Edições Gustave Eiffel.

BERTHET, L. (2008). *Feysin, 4 janvier 1966: La première grande catastrophe industrielle modern et ses implications politico-administratives.* Université Lyon 2, Institut d'Etudes Politiques de Lyon.

IGLESIA, Luis Bravo de la, (2002). Conclusions drawn from the Toulouse accident: application to loss estimation for explosions. (2002) *TRÉBOL* nº23, 4-7.

U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD (2003). *Investigation Report – Dust explosion*. U.S. Chemical safety and hazard investigation board.

U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD (2003). *Investigation Report – Aluminum dust explosion.* U.S. Chemical safety and hazard investigation board, 2003.

U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD (2004). *Investigation Report – Vinyl Chloride monomer explosion*. U.S. Chemical safety and hazard investigation board, 2004.

U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD (2006). *Safety bulletin – Explosion at ASCO.* U.S. Chemical safety and hazard investigation board, 2006.

U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD (2008). *Investigation Report – Sugar Dust Explosion and Fire.* U.S. Chemical safety and hazard investigation board.

U.S. CHEMICAL SAFETY AND HAZARD INVESTIGATION BOARD (2008). *Investigation Report – Pesticide Chemical Runaway reaction*. U.S. Chemical safety and hazard investigation board.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (2006). *Guia de boas práticas: Segurança e Saúde dos trabalhadores expostos a atmosferas explosivas*. Lisboa: Instituto para a Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho.

ECKHOFF, Rolf K. (2006). Differences and similarities of gas and dust explosions: A critical evaluation of the European 'ATEX' directives in relation to dusts. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. **19** (6), 553–560.

ECKHOFF, Rolf K. (2009). Dust Explosion Prevention and Mitigation, Status and Developments in Basic Knowledge and in Practical Application. *International Journal of Chemical Engineering*. **2009**, Article ID 569825, 12 pages.

ABBASI, Tasneem (2007). Dust explosions–Cases, causes, consequences, and control. *Journal of Hazardous Material*. **140** (1-2), 7-44.

TORRENT, J. García, E. Querol ARAGÓN and L. Medic PEJIC (2008). Elementos para definir la extensión de zonas clasificadas ATEX por la presencia de polvo inflamable. *Ingeniería Química*, **457**, 88 – 101.

DATE, P., R.J. LADE, G. MITRA and P. E. MOORE (2009). Modelling the risk of failure in explosion protection installations. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries.* **22** (4), 492-498.

SOUSA, Manuel F. T., Jorge J. G. MARTINS and Regina Tristão da CUNHA (2008). Elementos para o desenho de estruturas de armazenagem e movimentação de GPL: uma abordagem sob o ponto de vista ATEX. 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, Maputo.

Normativos consultados

EN 1127-1:2007 Atmosferas explosivas – Prevenção de explosões e protecção. Parte 1: Conceitos básicos e metodologia

IEC 60079-10:2002 Material eléctrico para atmosferas explosivas. Parte 10: Classificação de locais perigosos

IEC 61241-10:2004 Material eléctrico para uso na presença de poeiras combustíveis. Parte 10: Classificação de locais perigosos

CEI 31-35:2001-01 - Construzioni elettriche per atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza di gás – Guida all'aplicazione della Norma CEI EN 60079-10

IP 15 – Area classification code for installations handling flammable fluids

UIC-DT 83 (2006) – Mise en Ouvre de la Réglementation relative aux atmosphères explosivs ou « ATEX ». Union des Industries Chimiques. Pp 251

The RASE Project "Explosive Atmosphere: Risk Assessment of Unit Operations and Equipament

Nota técnica de prevención – 876 - Clasificación de áreas com riesgo de atmosferas explosivas (ATEX): Gases, Vapores y Nieblas inflamables

ANEXOS

Os anexos deste trabalho encontram-se em CD, presente na capa posterior.

Anexo I **Dados característicos das empresas**

Anexo II **Registos desenvolvidos**

Anexo III **Registos preenchidos nas 6 empresas**

Descrição sumária da empresa	
Nome	**Empresa A**
CAE	25290
Sector de actividade	Fabricação de outros reservatórios e recipientes metálicos
Capital social	500.001 - 5.000.000 EUR
Nº trabalhadores	87
Histórico de acidentes	Nada relevante
Implantação geográfica	Zona Centro de Portugal
Inserida numa zona industrial	Sim
Certificações	Certificação Ambiental (ISO 14001)
	Certificação Qualidade (ISO 9001)
	Certificação de Segurança (OHSAS 18001)
	Responsabilidade social em curso

Descrição sumária da empresa	
Nome	Empresa B
CAE	25110
Sector de actividade	Fabricação de estruturas de construções metálicas
Capital social	500.001 - 5.000.000 EUR
Nº trabalhadores	78
Histórico de acidentes	Nada relevante
Implantação geográfica	Zona Centro de Portugal
Inserida numa zona industrial	Sim
Certificações	Certificação Ambiental (ISO 14001)
	Certificação Qualidade (ISO 9001)
	Certificação de Segurança (OHSAS 18001)
	Responsabilidade social em curso

Descrição sumária da empresa	
Nome	Empresa C
CAE	17212
Sector de actividade	Fabricação de outras embalagens de papel e de cartão
Capital social	500.001 - 5.000.000 EUR
Nº trabalhadores	65
Histórico de acidentes	Nada relevante
Implantação geográfica	Zona Norte de Portugal
Inserida numa zona industrial	Sim
Certificações	Certificação Ambiental (ISO 14001)
	Certificação Qualidade (ISO 9001)
	Certificação de Segurança (OHSAS 18001)

Descrição sumária da empresa	
Nome	Empresa D
CAE	23420
Sector de actividade	Fabricação de artigos cerâmicos para usos sanitários
Capital social	14600000,00€
Nº trabalhadores	175
Histórico de acidentes	Nada relevante
Implantação geográfica	Zona Centro de Portugal
Inserida numa zona industrial	Sim
Certificações	Certificação Ambiental (ISO 14001)
	Certificação Qualidade (ISO 9001)

Descrição sumária da empresa	
Nome	Empresa E
CAE	28920
Sector de actividade	Fabricação de máquinas para as indústrias extractivas e para a construção
Capital social	---
Nº trabalhadores	46
Histórico de acidentes	Nada de relevante
Implantação geográfica	Zona Norte de Portugal
Inserida numa zona industrial	Sim
Certificações	Certificação Ambiental (ISO 14001)
	Certificação Qualidade (ISO 9001)
	Certificação de Segurança (OHSAS 18001)

Descrição sumária da empresa	
Nome	Empresa F
CAE	29320
Sector de actividade	Fabricação de outros componentes e acessórios para veículos automóveis
Capital social	---
Nº trabalhadores	153
Histórico de acidentes	Nada de relevante
Implantação geográfica	Zona Norte de Portugal
Inserida numa zona industrial	Sim
Certificações	Certificação Ambiental (ISO 14001)
	Certificação Qualidade (ISO 9001)
	Certificação de Segurança (OHSAS 18001)

	Registo 1 - Lista de materiais inflamáveis e suas características	

Material inflamável			LIE		Volatilidade					Outras informações	
Nome	Estado físico	Ponto de Inflamação [ºC]	[kg/m^3]	[% vol]	Pressão a Vapor a 20º C kPa [ºC]	Ponto de Ebulição [ºC]	Densidade relativa [g/cm3]	Temperatura de autoinflamação [ºC]	Classe de temperatura	Peso molecular [g]	Nº CAS

Registo 2 - Lista de materiais inflamáveis e suas características (poeiras combustíveis)

Poeira inflamável	Camada de poeira		Núvem de poeira									
Nome	Temperatura mínima de Ignição da camada de 5 mm (ºC)	Temperatura mínima de ignição da camada de 15 mm (ºC)	LIE (% vol)	Temperatura mínima de ignição (º C)	Energia Mínima de ignição (mJ)	Pressão máxima de explosão (bar)	Razão máxima do aumento de pressão (bar/s)	Constante de poeiras Kst (bar.m/s)	Classe de explosão de poeiras	Calor combustão de Incêndio (MJ/kg)	Nº CAS	

	Registo 3 - Lista de quantidades existentes por local	

Local	Material inflamável	Quantidades existentes [l]

	Registo 4 - Lista de fontes de libertação	

Instalação:
Sector:

Fontes de libertação			Poeira combustível		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade

	Registo 5 - Classificação e zonamento de áreas		

Local/Instalação

	Fonte de libertação		Condições em que pode formar ATEX	Substância libertada	Limite inferior de explosividade	Peso molecular	LIEm	Grau de libertação da substância	Factor de segurança	Taxa de libertação	Temperatura ambiente		Caudal mín. de ventilação	factor de correcção	Caudal de ventilação efectivo	Volume a ventilar V0	nº trocas de ar	Volume hipotético	Concentração inicial (%vol)	Tempo de persistência	
	Designação	Local/Fonte			LIE %(V/V)	PM [kg/kmol]	[kg/m3]		k	(dG/dt)max [kg/s]	Ta [°c]	Ta [K]	(dV/dt)min [m3/s]	f	(dV0/dt) [m3/s]	[m3]	C0 [s-1]	Vz [m3]	X0 [%]	t (s)	t (min)

Grau de ventilação	Tipo de zona

Dimensão das zonas	
Raio (m)	Altura (m)

	Registo 6 - Resumo das zonas classificadas	

Instalação:
Sector:

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal

	Registo 7 - Matriz de avaliação de riscos de atmosferas explosivas	

N.º	Secção	Área	Localização	Produto libertado	Condição em que se forma ATEX	Classificação da zona	PFIG	PATEX	Gravidade	Nível de Risco

	Registo 1 - Lista de materiais inflamáveis e suas características	

Material inflamável			LIE		Volatibilidade					Outras informações	
Nome	Estado físico	Ponto de Inflamação [ºC]	[kg/m^3]	[% vol]	Pressão a Vapor a 20º C kPa [ºC]	Ponto de Ebulição [ºC]	Densidade relativa [g/cm3]	Temperatura de autoinflamação [ºC]	Classe de temperatura	Peso molecular [g]	Nº CAS
Acetileno	gasoso			2,40			0,9				00074-86-2
Propano	gasoso			2,30			1,5				270-990-9
Hidrogénio	gasoso			4,00			0,07				215-605-7
Acetona	líquido			2,00							67-64-1
Ácido Acético	líquido										64-19-7
Ácido Nítrico	líquido			3,00							75-05-8
Metanol	líquido										67-56-1
WD-40 Aerosol	gasoso			0,60							64742-48-9
Diluente HEMPEL'S THINNER	líquido			0,50							1330-20-7
Diluente HEMPEL'S THINNER 08080	líquido			0,50							64742-95-6
Diluente HEMPEL'S THINNER 08700	líquido			1,00							107-98-2
Diluente V3	líquido			0,80							
Diluente R	líquido			---							
ESPUMA PU de 1 componente	líquido			2,00							115-10-6
SPRINT MULTIUSOS	líquido			2,00							67-63-0
KODAK INDUSTREX LO Fixador e	líquido			4,00							64-19-7
SPRAY PENETRANTE MR 68 NF	líquido			0,70							68512-91-4
SPRAY REVELADOR MR 70	líquido			3,00							68512-91-4
TINTA HEMPEL'S CURING AGENT	líquido			1,00							
TINTA HEMPADUR 15139	líquido			1,10							
TINTA HEMPEL'S CURING AGENT	líquido			1,00							
TINTA HEMPATHENE TOPOCOAT	líquido			0,50							
TINTA HEMPATHENE TOPOCOAT 55219 - R7035	líquido			0,50							
ÓLEO GALP SOLPAC 33	líquido			---							
TINTA HEMPATHENE	líquido			0,50							
TINTA HEMPADUR MASTIC 45889	líquido			1,10							
TINTA HEMPATHENE EMANEL	líquido			0,50							
TINTA HEMPEL'S CURING AGENT	líquido			0,50							
TINTA HEMPEL'S CURING AGENT	líquido			0,50							
TINTA HEMPADUR ZINC 15369	líquido			1,00							
TINTA HEMPEL'S CURING AGENT	líquido			0,50							
TINTA HEMPATEX HI-BUILD 46370	líquido			1,00							
TINTA HEMPEL'S CURING AGENT	líquido			0,50							
Tinta CEPOX 94 GRIS EAZ	líquido			1,00							
Tinta Hempathane TOPCOAT	líquido			1,00							
Tinta Hempathane TOPCOAT	líquido			1,00							
Tinta Hempathane Enamel 55109	líquido			1,00							
Tinta Hempadur 85675 - 11630	líquido			1,00							
ÓLEO GALP LUBAREP SR 65	líquido			---							
ÓLEO GALP TURBINOIL 100	líquido			---							
ICOSIT EG-5, Comp. A	líquido			---							
Friazinc Comp. A	líquido			1,00							
Friazinc Comp. B	líquido			1,00							
ICOSIT EG-5, Comp. B	líquido			---							
Hempathane TOPCOAT 55219	líquido			1,00							
FLUÍDO INJECTOR ATLAS COPCO	líquido			---							
Tinta Palatinol	líquido			0,15							
ÓLEO GALP TRANSGEAR 460	líquido			---							295-423-6
ÓLEO GALP GALÁXIA LD	líquido			---							
SPRAY ZINCO	líquido			---							

	Registo 2 - Lista de materiais inflamáveis e suas características (poeiras combustíveis)	

Poeira inflamável	Camada de poeira		Núvem de poeira								
Nome	Temperatura mínima de Ignição da camada de 5 mm (ºC)	Temperatura mínima de ignição da camada de 15 mm (ºC)	LIE (% vol)	Temperatura mínima de ignição (º C)	Energia Mínima de ignição (mJ)	Pressão máxima de explosão (bar)	Razão máxima do aumento de pressão (bar/s)	Constante de poeiras Kst (bar.m/s)	Classe de explosão de poeiras	Calor combustão de Incêndio (MJ/kg)	Nº CAS
TINTA ELP 01 (RAL 7001 e 8001)	---	---	---	>500	---	---	---	---	---	---	65996-77-2
Megapol S695	---	---	---	> 100	---	---	---	---	---	---	
SIKA Permacor DB-PUR-80	---	---	---	>100	---	---	---	---	---	---	

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa A**
Sector: **Exterior**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Depósito de GPL	interior do depósito	contínuo	GPL	Gasoso	natural	---	---
	àrea em torno do respiro do depósito	primário	GPL	Gasoso	natural	---	---
	àrea em torno do depósito	secundário	GPL	Gasoso	natural	---	---
Armazém de produtos químicos	interior do armazém	secundário	diversos produtos químicos inflamáveis	Líquido	natural	---	---
Parque de garrafas de acetileno	Em redor da zona de armazenamento	secundário	acetileno	Gasoso	natural	---	---

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa A**
Sector: **Pavilhão 1**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Armazém de óleos	interior do armazém	secundário	óleos inflamáveis	Líquido	natural	---	---

	Registo 4 - Lista de fontes de libertação	

Instalação: **Empresa A**
Sector: **Pavilhão 4**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Cabine de pintura	interior da cabine	contínuo	tintas inflamáveis	Líquido	Artificial	---	---
	zona em redor das aberturas	primário	tintas inflamáveis	Líquido	Artificial	---	---
Sistema de exaustão da cabine de pintura	interior do sistema de extracção (tubagens)	contínuo	tintas inflamáveis	Líquido	Artificial	---	---
	saída da chaminé	primário	tintas inflamáveis	Líquido	Artificial	---	---
Sala de preparação de tintas	interior da sala de preparação de tintas	contínuo	tintas inflamáveis	Líquido	natural	---	---
	zona em redor das aberturas	primário	tintas inflamáveis	Líquido	natural	---	---

	Registo 4 - Lista de fontes de libertação	

Instalação: **Empresa A**
Sector: **Pavilhão 5**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Linha de pintura em pó	área envolvente da cabine de aplicação	contínuo	Tintas em pó	sólido	artificial	---	---
	área com dois metros em redor da anterior zona classificada	primário	Tintas em pó	sólido	artificial	---	---
Armazém de tintas	interior do armazém	secundário	Várias tintas	líquido	natural	---	---

Registo 7 - Matriz de avaliação de riscos de atmosferas explosivas

N.º	Secção	Área	Localização	Produto libertado	Condição em que se forma ATEX	Classificação da zona	PFIG	PATEX	Gravidade	Nível de Risco
1	Exterior	Depósito de GPL	interior do depósito	GPL	funcionamento normal	Zona 0	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
2			àrea em torno do respiro do depósito	GPL	funcionamento normal	Zona 1	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
3			àrea em torno do depósito	GPL	funcionamento normal	Zona 2	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
4		Armazém de produtos químicos	interior do armazém	diversos produtos químicos inflamáveis	funcionamento normal	Zona 2	B	Muito baixa	Menor	Risco Médio
5		Parque de garrafas de acetileno	Em redor da zona de armazenamento	acetileno	falha inesperada	Zona 2	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
6	Pavilhão 1	Armazém de óleos	interior do armazém	óleos inflamáveis	funcionamento normal	Zona 2	B	Muito baixa	Maior	Risco Médio
7	Pavilhão 4	Cabine de pintura	interior da cabine	tintas inflamáveis	funcionamento normal	Zona 0	B	Media	Catastrófica	Risco Muito Alto
8			zona em redor das aberturas	tintas inflamáveis	funcionamento normal	Zona 1	B	Baixa	Maior	Risco Alto
9		Sistema de exaustão da cabine de pintura	interior do sistema de extracção (tubagens)	tintas inflamáveis	funcionamento normal	Zona 0	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
10			saída da chaminé	tintas inflamáveis	funcionamento normal	Zona 1	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
11		Sala de preparação de tintas	interior da sala de preparação de tintas	tintas inflamáveis	funcionamento normal	Zona 0	D	Muito alta	Catastrófica	Risco Muito Alto
12			zona em redor das aberturas	tintas inflamáveis	funcionamento normal	Zona 1	D	Alta	Maior	Risco Muito Alto
13	Pavilhão 5	Linha de pintura em pó	área envolvente da cabine de aplicação	tintas inflamáveis em pó	funcionamento normal	Zona 20	D	Muito alta	Catastrófica	Risco Muito Alto
14			área com dois metros em redor da anterior zona classificada	tintas inflamáveis em pó	funcionamento normal	Zona 21	D	Alta	Catastrófica	Risco Muito Alto
15		Armazém de tintas	interior do armazém	tintas inflamáveis	funcionamento normal	Zona 2	B	Muito baixa	Maior	Risco Médio

	Registo 1 - Lista de materiais inflamáveis e suas características	

Material inflamável			LIE		Volatibilidade					Outras informações	
Nome	Estado físico	Ponto de Inflamação [ºC]	[kg/m^3]	[% vol]	Pressão a Vapor a 20º C kPa [ºC]	Ponto de Ebulição [ºC]	Densidade relativa [g/cm3]	Temperatura de autoinflamação [ºC]	Classe de temperatura	Peso molecular [g]	Nº CAS
Acetileno	gasoso			2,40			0,9				
PROPANO	gasoso			2,30			1,5				
WD-40 Aerosol				0,60							64742-48-9
Diluente Celuloso Bidon 200l				1,20							64742-48-9
Diluente Sika Permacor				1,00							
SPRINT MULTIUSOS				1,00							67-63-0
SPRAY PENETRANTE MR 68 NF				2,00							68512-91-4
SPRAY REVELADOR MR 70				0,70							68512-91-4
TINTA PMC-NCG-BASE-Haerter,				3,00							
TINTA PMC-NCG-BASE-grauroetlich				1,40							
Tinta Hempathane TOPCOAT 55219-R1018				1,00							
SIKA Permacor DB-PUR-80 matt				10,00							
SIKA Permacor PUR Part B				10,00							
SIKA PUR Accelerator				10,00							
SPRAY ZINCO				50,00							
ÓLEO GALP HIDROLEP 68											
FLUÍDO INJECTOR ATLAS COPCO											
ÓLEO GALP TRANSMATIC D II											
ÓLEO GALP HIDROLEP 46											92045-42-6
ÓLEO GALP TRANSGEAR 220											
ÓLEO GALP TRANSGEAR 460											
ÓLEO GALP GALÁXIA LD											295-423-6
Tinta Palatinol	líquido			0,15							
Diluente R	líquido			---							
ESPUMA PU de 1 componente	líquido			2,00							115-10-6
SPRINT MULTIUSOS	líquido			2,00							67-63-0
KODAK INDUSTREX LO Fixador e	líquido			4,00							64-19-7
SPRAY PENETRANTE MR 68 NF	líquido			0,70							68512-91-4

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa B**
Sector: **Exterior**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Depósito de GPL	interior do depósito	contínuo	GPL	Gasoso	natural	---	---
	àrea em torno do respiro do depósito	primário	GPL	Gasoso	natural	---	---
	àrea em torno do depósito	secundário	GPL	Gasoso	natural	---	---
Parque de garrafas de acetileno	Em redor da zona de armazenamento	secundário	acetileno	Gasoso	natural	---	---

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa B**
Sector: **Pavilhão 2**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Cabine de pintura n.º 1	interior da cabine	Contínua	Tinta líquida	Líquido	artificial	---	---
Cabine de pintura n.º 2	interior da cabine	Contínua	Tinta líquida	Líquido	artificial	---	---
Sistema de exaustão da cabine de pintura	interior do sistema de extracção (tubagens)	Contínua	Tinta líquida	Líquido	artificial	---	---
	saída da chaminé	Primária	Tinta líquida	Líquido	artificial	---	---
Zona de preparação de tintas (bidões)	interior dos bidões	Contínua	Tinta líquida	Líquido	natural	---	---
	zona em redor dos bidões	Primária	Tinta líquida	Líquido	natural	---	---

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa A**
Sector: **Pavilhão 4**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Pequeno armazenamento de óleos inflamáveis na zona de manutenção	interior dos bidões	contínuo	óleos inflamáveis	Líquido	Natural	---	---
	zona em redor da área de armazenamento	primário	óleos inflamáveis	Líquido	Natural	---	---

	Registo 4 - Lista de fontes de libertação	

Instalação: **Empresa A**
Sector: **Pavilhão 5**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Hidrogénio	Hidrogénio	gasoso	natural	---	---

	Registo 7 - Matriz de avaliação de riscos de atmosferas explosivas	

N.º	Secção	Área	Localização	Produto libertado	Condição em que se forma ATEX	Classificação da zona	PFIG	PATEX	Gravidade	Nível de Risco
1	Exterior	Depósito de GPL	interior do depósito	GPL	funcionamento normal	Zona 0	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
2			área em torno do respiro do depósito	GPL	funcionamento normal	Zona 1	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
3			área em torno do depósito	GPL	funcionamento normal	Zona 2	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
4		Parque de garrafas de acetileno	Em redor da zona de armazenamento	acetileno	falha inesperada	Zona 2	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
5	Pavilhão 2	Cabine de pintura n.º 1	interior da cabine	tinta inflamável	funcionamento normal	Zona 0	B	Media	Catastrófica	Risco Muito Alto
7		Cabine de pintura n.º 2	interior da cabine	tinta inflamável	funcionamento normal	Zona 0	B	Media	Catastrófica	Risco Muito Alto
9		Sistema de exaustão da cabine de pintura	interior do sistema de extracção (tubagens)	tinta inflamável	funcionamento normal	Zona 0	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
10			saída da chaminé	tinta inflamável	funcionamento normal	Zona 1	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
11		Zona de preparação de tintas (bidões)	interior dos bidões	vários produtos inflamáveis	funcionamento normal	Zona 0	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
12			zona em redor dos bidões		funcionamento normal	Zona 2	B	Muito baixa	Maior	Risco Médio
13	Pavilhão 4	Pequeno armazenamento de óleos inflamáveis na zona de manutenção	interior dos bidões	óleos inflamáveis	funcionamento normal	Zona 0	A	Desprezável	Menor	Risco Leve
14			zona em redor da área de armazenamento	óleos inflamáveis	funcionamento normal	Zona 2	D	Media	Menor	Risco Alto
15	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Hidrogénio	funcionamento normal	Zona 2	C	Baixa	Maior	Risco Alto

Registo 1 - Lista de materiais inflamáveis e suas características

Material inflamável			LIE		Volatibilidade					Outras informações	
Nome	Estado físico	Ponto de Inflamação [ºC]	[kg/m^3]	[% vol]	Pressão a Vapor a 20º C kPa [ºC]	Ponto de Ebulição [ºC]	Densidade relativa [g/cm3]	Temperatura de autoinflamação [ºC]	Classe de temperatura	Peso molecular [g]	Nº CAS
Gasóleo	Líquido	> 56	---	0,60	---	160-385	---	---	T3	---	68334-30-5
gás natural	Gás	-223	---	5,00	---	-161,5	0,55	540	IIA T1	---	---
hidrogénio	Gás	---	---	4,00	---	-253	0,07	573.9	IIC T1	---	133-74-0
51-Cleaner A-562	Líquido	41	---	---	---	155	---	450	---	---	84742-95-6
56-PC-520	Líquido	75	---	---	---	180	---	---	---	---	34590-94-8
7- SUNFOUNT H480	Líquido	21-55	---	0,90	---	82	---	---	---	---	---
11- ALCOOL ISOPROPILICO	Líquido	12	---	2,00	---	82	2	425	---	---	67-63-0
25- Diluente mineral T 80112	Líquido	70	---	---	---	192-245	---	---	---	---	---
26-ANTISECADO 10t 1200	Líquido	> 55	---	0,50	---	180	---	345	---	---	64742-82-1
28- substifix-AF 8317	Líquido	52	---	0,90	---	100	---	240	---	---	---
29-Systemreiniger	Líquido	> 100	---	0,90	---	100	---	---	---	---	---
32-Bottcherin 60	Líquido	65	---	0,50	---	185-215	---	200	---	---	---
78- Diluente Celuloso LM	Líquido	1,7	---	2,10	---	56,2	2,5	514,7	---	---	---
82- Vernizes sobreimpressão	Líquido	> 100	---	0,60	---	> 240	---	240	---	---	---
87-Deglaforte R104	Líquido	50-52	---	0,60	---	---	---	275	---	---	---
89- JELLY REVITOL VARN	Líquido	> 100	---	1,00	---	100	---	---	---	---	---
91- SECATOR F	Líquido	> 100	---	0,50	---	---	---	---	---	---	---
95- TINTAS PRATA OFFSET	Líquido	> 61	---	---	---	907	---	---	---	---	---
96 - TERRAEFFEK T DRIP OFF	Líquido	100	---	0,50	---	82	---	---	---	---	---
97- 3M SPRAY MOUNT	Gás	-46	---	---	---		---	---	---	---	---
117- DECAPANTE EM MASSA	Líquido	---	---	---	---	39,7	2,78	---	---	---	---
118- TINTAS SHEETFED	Líquido	> 100	---	0,60	---	> 240	---	240	---	---	---
136- SPEEDDRY	Líquido	> 96	---	1,10	---	> 93,3	> 1	---	---	---	---
151- MATTLACK DRIP OFF NE	Líquido	> 60	---	0,30	---	227	---	---	---	---	---
5- BBC D10	Líquido	-4	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12- DILUENTE ESPECIAL 3035	Líquido	-18	---	3,40	---	184,8	2	537,6	---	---	---
16-OKS 341	Gás	n.a.	---	1,50	---	n.a.	---	270	---	---	---
17- OKS 2511	Gás	n.a.	---	1,50	---	n.a.	---	365	---	---	---
18- OKS 241	Gás	< 21	---	1,00	---	n.a.	---	não é auto-inflamável	---	---	---
20- OKS 611	Gás	n.a.	---	1,20	---	n.a.	---	> 250	---	---	---
122 - OKS 221	Gás	127	---	0,60	---	n.a.	---	---	---	---	---
147 - OKS 641	Gás	n.a.	---	0,60	---	---	---	---	---	---	---
165- Spray de zinco	Gás	n.a.	---	1,00	---	n.a.	---	>250	---	---	---
176- oks 1361	Gás	n.a.	---	1,50	---	n.a.	---	235	---	---	---
180- OKS 451	Gás	n.a.	---	1,50	---	n.a.	---	270	---	---	---

	Registo 2 - Lista de materiais inflamáveis e suas características (poeiras combustíveis)	

Poeira inflamável	Camada de poeira		Núvem de poeira								
Nome	Temperatura mínima de Ignição da camada de 5 mm (ºC)	Temperatura mínima de ignição da camada de 15 mm (ºC)	LIE (% vol)	Temperatura mínima de ignição (º C)	Energia Mínima de ignição (mJ)	Pressão máxima de explosão (bar)	Razão máxima do aumento de pressão (bar/s)	Constante de poeiras Kst (bar.m/s)	Classe de explosão de poeiras	Calor combustão de Incêndio (MJ/kg)	Nº CAS
Amido			30	420,00		9,3		115	st 1		
10 - Definol FK 237			30-60	530,00	90	9,8	97	132	st 1		

Registo 3 - Lista de quantidades existentes por local

Local	Material inflamável	Quantidades existentes [l]
Exterior	Gasóleo	400
	gás natural	---
Zona de carregamentos de empilhadores	hidrogénio	---
	51-Cleaner A-562	5
	56-PC-520	5
	7- SUNFOUNT H480	5
	11- ÁLCOOL ISOPROPILICO	3
	25- Diluente mineral T 80112	
	26-ANTISECADO 10t 1200	12
	28- substifix-AF 8317	2
	29-Systemreiniger	3
	32-Bottcherin 60	1
	78- Diluente Celuloso LM	26
	82- Vernizes sobreimpressão	30
	87-Deglaforte R104	15
	89- JELLY REVITOL VARN	15
	91- SECATOR F	12
	95- TINTAS PRATA OFFSET	12
	96 - TERRAEFFEK T DRIP OFF PRIMER	17
	97- 3M SPRAY MOUNT	1
	117- DECAPANTE EM MASSA	1
	118- TINTAS SHEETFED	28
	136- SPEEDDRY	2
	151- MATTLACK DRIP OFF NE	9
	5- BBC D10	9
	12- DILUENTE ESPECIAL 3035	30
	16-OKS 341	40
	17- OKS 2511	40
	18- OKS 241	40
	20- OKS 611	40
	122 - OKS 221	40
	147 - OKS 641	40
	165- Spray de zinco	21
	176- oks 1361	40
	180- OKS 451	40

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa C**
Sector: **Amido**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
armazenamento de amido	zona em torno dos big-bags	Secundário	poeira de amido	sólido	natural	---	---
Descarga de amido	interior do deposito de descarga	Primário	poeira de amido	sólido	natural	---	---
	abertura do deposito de descarga	Secundário	poeira de amido	sólido	natural	---	---
Transportador sem-fim	zona do transportador	Primário	poeira de amido	sólido	natural	---	---

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa C**
Sector: **Exterior**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
depósito de gasóleo	Interior do depósito de gasóleo	Contínuo	gasóleo	liquido	natural	---	---
Armazém de produtos inflamáveis (exterior)	interior do armazém	Secundário	liquidos inflamáveis	Gasoso	natural	alto	boa

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa C**
Sector: **Zona de produção**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Bidoes de produtos inflamáveis (Zona de produção)	Interior do bidao	Contínuo	líquidos inflamáveis	Gasoso	natural	alto	boa
	em torno das aberturas	Primário	líquidos inflamáveis	Gasoso	natural	alto	boa
sistema de depoeiramento (área de produção)	interior do ciclone	Contínuo	poeiras	sólido	artificial	---	---
	descarga de tubagem de extracção	Contínuo	poeiras	sólido	artificial	---	---

	Registo 4 - Lista de fontes de libertação	

Instalação: **Empresa C**
Sector: **Postos de carregamento de baterias de empilhadores**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Secundário	Hidrogénio	Gasoso	natural	alto	boa

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa C**
Sector: **Postos de carregamento de baterias de empilhadores**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Secundário	Hidrogénio	Gasoso	natural	alto	boa	2	0,5	0,5

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa C**
Sector: **Zona de Produção**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
Bidoes de produtos inflamáveis (Zona de	Interior do bidao	Contínuo	líquidos inflamáveis	Gasoso	natural	alto	boa	0	---	---
	em torno das aberturas	Primário	líquidos inflamáveis	Gasoso	natural	alto	boa	2	1,0	1,0
sistema de depoeiramento (área de produção)	interior do ciclone	Contínuo	poeiras	sólido	artificial	---	---	20	---	---
	descarga de tubagem de extracção	Contínuo	poeiras	sólido	artificial	---	---	22	1,0	1,0

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa C**
Sector: **Exterior**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
depósito de gasóleo	Interior do depósito de gasóleo	Contínuo	gasóleo	líquido	natural	---	---	0	---	---
Armazém de produtos inflamáveis (exterior)	interior do armazém	Secundário	líquidos inflamáveis	Gasoso	natural	alto	boa	2	---	---

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa C**
Sector: **Amido**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
armazenamento de amido	zona em torno dos big-bags	Secundário	poeira de amido	sólido	natural	---	---	22	1,0	1,0
Descarga de amido	interior do deposito de descarga	Primário	poeira de amido	sólido	natural	---	---	20	---	---
	abertura do deposito de descarga	Secundário	poeira de amido	sólido	natural	---	---	21	1,0	1,0
Transportador sem-fim	zona do transportador	Primário	poeira de amido	sólido	natural	---	---	20	---	---

Registo 7 - Matriz de avaliação de riscos de atmosferas explosivas

N.º	Secção	Área	Localização	Produto libertado	Condição em que se forma ATEX	Classificação da zona	PFIG	PATEX	Gravidade	Nível de Risco
1	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Hidrogénio	actividade normal	Zona 2	D	Media	Maior	Risco Alto
2	Grupo gerador de emergência	depósito de gasóleo	Interior do depósito de gasóleo	gasóleo	actividade normal	Zona 0	B	Media	Maior	Risco Alto
3	Armazenamento de produtos inflamáveis (zona de produção)	Bidoes de produtos inflamáveis	Interior do bidao	vários produtos inflamáveis	actividade normal	Zona 0	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
4			em torno das aberturas		actividade normal	Zona 2	C	Baixa	Maior	Risco Alto
5	Armazém de produtos inflamáveis (exterior)	Armazém de produtos inflamáveis	Interior do armazém	vários produtos inflamáveis	actividade normal	Zona 2	B	Muito baixa	Maior	Risco Médio
6	Área de produção	sistema de depoeiramento	Interior do ciclone	poeiras de produção	actividade normal	Zona 20	B	Media	Menor	Risco Alto
7			descarga de tubagem de extracção	poeiras de produção	actividade normal	Zona 22	B	Muito baixa	Maior	Risco Médio
8	Produção da cola de amido	armazenamento de amido	zona em torno dos big-bags	poeira de amido	falha inesperada	Zona 22	D	Media	Menor	Risco Alto
9		Descarga de amido	Interior do deposito de descarga	poeira de amido	actividade normal	Zona 20	D	Muito alta	Maior	Risco Muito Alto
10			abertura do deposito de descarga	poeira de amido	actividade normal	Zona 21	D	Alta	Maior	Risco Muito Alto
11		Transportador sem-fim	zona do transportador	poeira de amido	actividade normal	Zona 20	D	Muito alta	Maior	Risco Muito Alto

Registo 1 - Lista de materiais inflamáveis e suas características

Material inflamável			LIE		Volatibilidade					Outras informações	
Nome	Estado físico	Ponto de Inflamação [ºC]	[kg/m^3]	[% vol]	Pressão a Vapor a 20º C kPa [ºC]	Ponto de Ebulição [ºC]	Densidade relativa [g/cm3]	Temperatura de autoinflamação [ºC]	Classe de temperatura	Peso molecular [g]	Nº CAS
Acetato de etilo	liquido	4		2,10	10,2	77ºC	0,902	460ºC	T1	88,105	141-78-6
Resina acrílica líquida	liquido	10		---	3,73	100,5 ºC	1,05	421ºC	T2		000080-62-6
Tinta de Spray ultrastill	liquido	11,5		---	28		1,30-1,80	421ºC	T2		
Ácido Acético glacial	liquido	40		4,00	1,54	118ºC	1,05			60,04	64-19-7
Etanol absoluto PA	liquido	13		3,50	5,9	78,5ºC	0,79	425ºC	T2	46,06	64-17-5
Etanol 70%	liquido	---		---			0,89			46,06	64-17-5
Petróleo Iluminante	liquido	>40	0,6	0,60	1,4	125ºC	0,81	230ºC	T3		8008-20-6
Acetileno	gás	18		2,40	4400	84,2 ºC -	0,0011	325ºC	T2	26,04	74-86-2
Acetona	liquido	18		2,60	23,3	56,2ºC	0,79	465ºC	T1	58,08	67-64-1
Resina de Poliéster Insaturada	liquido	32				145ºC	1,1-1,15				
Metacrilato de Metilo	liquido	10			3,6	100,5ºC	0,949	421ºC	T2	100,12	000080-62-6
Luperox K1	liquido	78			2	> 100ºC	1,06	> 200ºC	T3		
Metil Etil Cetona	liquido	3,9		1,80	9,63		0,8061	515ºC	T1	72,11	78-93-3
Monoestireno	liquido	31		1,10	0,77	145,2ºC	3,59	490ºC	T1		100-42-5
Acetona (SPD)	liquido	18		2,50	81,6	56,2ºC		538ºC	T1	58,08	67-64-1
Monoestireno (SPD)	liquido	31		1,10	0,77	145,2ºC		490ºC	T1		100-42-5
Acetato Etilo (SPD)	liquido	4		2,10	72,9	77,1ºC		427ºC	T2	88,105	141-78-6
Diluente Celuloso	liquido	4		1,40	25,7	77,1ºC	3,14	451ºC	T1		
Álcool Etílico a 96%	liquido	16		3,30	5,85	78ºC	1,59	400ºC	T2	46,6	
Produto de Limpeza P/Pistola	liquido	---									
Desmoldante de Plásticos	liquido	---		1,40	0,52		0,568	510ºC	T1		
Metacrilato de Metilo (ecem)	liquido	10		2,10	3,87	100,3ºC	> 1	430ºC	T2	100,12	80-62-6
Pattex Cola de Contacto (Lata)	liquido	< 21		1,50%		> 55ºC	0,84				
Acetona limpa	liquido	18		1,30%	24	56º C	1,2	465ºC	T1		
Adhesivo PVC Universal Jimten	liquido	10		1,10%	17,3	> 65ºC até 156ºC	0,96	215ºC	T3		
Tetrahidrofurano	liquido										
Metiletilcetona (butanona)	liquido										
Ciclohexanona	liquido										
Lucite Mr 05	liquido										
Diluente Sintético	liquido	26 a 30					0,82				
Adhesivo universal transparente	liquido	< 0		2,60%	24,7	Aprox. 55ºC	0,9	425ºC	T2		
Lubritivre A I	liquido	< 55					<1	imprecisa			
PURlogic CLEAN - 500 ML	gas	n.a.					0,83				
Metacrilato de Metilo	liquido	10		2,10%	3,6		0,949	421ºC	T2		
Resina acrílica líquida, séries 100	liquido										
1 K Espuma de um componente	gas	n.a.					1,06				
Acetato de etilo	liquido										
Metacrilato de metilo	liquido	10			3,6	100,5ºC	0,949				
Etanol 96% puríss. Ph Eur, BP	liquido	17		3,50%	0,06	78 ºC	0,805-0,812	425ºC	T2		
Etanol absoluto PA	liquido	13		3,50%	0,06	78,5ºC	0,79	425 ºC	T2		
Cola de Contacto	liquido						0,89				

	Registo 2 - Lista de materiais inflamáveis e suas características (poeiras combustíveis)	

Poeira inflamável	Camada de poeira		Núvem de poeira								
Nome	Temperatura mínima de Ignição da camada de 5 mm (ºC)	Temperatura mínima de ignição da camada de 15 mm (ºC)	LIE (% vol)	Temperatura mínima de ignição (º C)	Energia Mínima de ignição (mJ)	Pressão máxima de explosão (bar)	Razão máxima do aumento de pressão (bar/s)	Constante de poeiras Kst (bar.m/s)	Classe de explosão de poeiras	Calor combustão de Incêndio (MJ/kg)	Nº CAS
Poeira de corte de banheiras (resina+acetona+fibra de vidro)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	Registo 3 - Lista de quantidades existentes por local	

Local	Material inflamável	Quantidades existentes [l]
Linhas manuais	Acetona de etilo	400
	Álcool etílico A 96%	5
	Resina acrílica líquida	5
	Luperox K1	10
	Produto de Limpeza P/Pistola	11
Linhas manuais - Zona de corte	Acetona de etilo	400
	Álcool etílico	5
	Resina	5
	PURlogic Clean	0,5
Linhas manuais - zona de secagem	monoestireno (SPD)	---
	Acetato de etilo (SPD)	---
	Resina de poliéster	---
	Desmoldante de plásticos	---
Zona de preparação de resina	Acetona de etilo	800
	Resina acrílica líquida	400
	Ácido acético glacial	5
	Metacrilato de metilo	0,5
Linhas automáticas	Acetona de etilo	400
	Álcool etílico	5
	Acetona (SPD)	5
	Resina acrílica líquida	5
	Produto de Limpeza P/Pistola	0,5
Zona de corte	Metil Etil Cetona	2,5
	Monoestireno	0,5
	Etanol 70%	0,5
	Resina	1
Linhas automáticas - zona de secagem	monoestireno (SPD)	---
	Acetato de etilo (SPD)	---
	Resina de poliéster	---
Zona de manutenção	adhesivo universal	1
	lugilivre AI	1
	Diluente celuloso	2,5
	Diluente sintético	1,5
	Lucite Mr 05	1
	Cola de contacto	0,5
	Pattex cola de contacto	0,5
	Adhesivo PVC	1
	Petróleo Iluminante	3
Armazém de produtos químicos inflamáveis	Etanol 96% puríss. Ph Eur, BP	500
	Etanol absoluto PA	425
	Metacrilato de metilo	350
	Acetato de etilo	425
	Resina acrílica líquida, séries 100	350
	Metil Etil Cetona	350

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Linhas manuais**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Cabine de projecção n.º 1	Pistola de projecção de resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa
Cabine de projecção n.º 2	Pistola de projecção de resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa
Cabine de projecção n.º 3	Pistola de projecção de resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa
Sistema de extracção das cabines	interior do sistema de extracção (tubagens)	Secundário	resina + acetona	Gasoso	artificial	alto	boa
	saída da chaminé	Secundário	resina + acetona	Gasoso	artificial	alto	boa
Estufa de secagem	interior da estufa	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa
	saídas do secador	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa
Sistema de extracção do secador	interior do sistema de extracção (tubagens)	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa
	saída da chaminé	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa

	Registo 4 - Lista de fontes de libertação	

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Linhas automáticas**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Cabine de projecção (robot)	pistola de projecção de robot com resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa
Cabine de projecção (zona manual)	Pistola de projecção de resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa
Sistema de extracção	interior do sistema de extracção (tubagens)	Secundário	resina + acetona	Gasoso	artificial	alto	boa
	saída da chaminé	Secundário	resina + acetona	Gasoso	artificial	alto	boa
Estufa de secagem	interior da estufa	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa
	saídas do secador	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa

	Registo 4 - Lista de fontes de libertação	

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Preparação de resina**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Reservatórios de resina	Interior dos tanques de resina	Primário	resina	Líquido	natural	alto	boa
	Aberturas dos tanques	Primário	resina	Líquido	natural	alto	boa
	Zona exterior dos tanques	Secundário	resina	Líquido	natural	alto	boa
Bidões de acetona	Interior dos tanques de resina	Contínuo	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa
	Aberturas dos tanques	Primário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa
	Zona exterior dos tanques	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa
Armazém de produtos químicos inflamáveis	Interior do armazém	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Linhas manuais**

Fontes de libertação			Poeira combustível		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Cabine de corte n.º 1	interior da cabine	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa
	Zona de abertura de cabine	Primário	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa
Cabine de corte n.º 2	interior da cabine	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa
	Zona de abertura de cabine	Primário	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa
Cabine de corte n.º 3	interior da cabine	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa
	Zona de abertura de cabine	Primário	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa
Robot de corte	zona de corte	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa
Ciclones	interior do ciclone	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	---	---
	Zona de descarga	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	---	---

Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Posto de carregamento de baterias**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Secundário	Hidrogénio	Gasoso	natural	alto	boa

Registo 5 - Classificação e zonamento das áreas perigosas

Fonte de libertação		Condições em que pode formar ATEX	Substância libertada	Limite inferior de explosividade	Peso molecular	Limite inferior de explosividade	Grau de libertação da substância	Factor de segurança	Taxa de libertação	Temperatura ambiente	Temperatura ambiente	Caudal mín. de ventilação	factor de correcção	Caudal de ventilação efectivo	Volume a ventilar	nº trocas de ar	Volume hipotético	Concentração inicial (%vol)	Tempo de persistência			Grau de ventilação	Tipo de zona	Dimensão das zonas	
Descrição	Local/Fonte			LIE %(V/V)	PM [kg/kmol]	LIEm [kg/m3]		k	(dG/dt)max [kg/s]	Ta [°c]	Ta [K]	(dV/dt)min [m3/s]	f	(dV0/dt) [m3/s]	V0 [m3]	C0 [s-1]	Vz [m3]	X0	t (s)	t (min)				Raio (m)	Altura (m)
Linhas manuais	Cabine de projecção n.º 1 - Pistola de dispersão	Com Pistola em funcionamento	Resina	1,2	2200	1,09824	C	0,25	0,01543	19	292	0,003644304	2	13	58,2	0,22	0,032630541	100	52,01417262	0,866902877		HIGH	0 (NE)	0,198234187	0,264312249
Linhas manuais	Cabine de projecção n.º 2 - Pistola de dispersão	Com Pistola em funcionamento	Resina	1,2	2200	1,09824	C	0,25	0,01543	19	292	0,003644304	2	13	58,2	0,22	0,032630541	100	52,01417262	0,866902877		HIGH	0 (NE)	0,198234187	0,264312249
Linhas manuais	Cabine de projecção n.º 3 - Pistola de dispersão	Com Pistola em funcionamento	Resina	1,2	2200	1,09824	c	0,25	0,01543	19	292	0,003644304	2	16,0319	38,28	0,42	0,017403299	100	27,74143971	0,462357329		HIGH	0 (NE)	0,160761107	0,214348142
Linhas automáticas	Zona de projecção manual - Pistola de dispersão	Com a pistola em funcionamento	Resina	1,2	2200	1,09824	c	0,25	0,002480159	19	292	0,000585771	3	18,2	82,296	0,22	0,00794615	100	78,80262058	1,31337701		HIGH	0 (NE)	0,123791091	0,165054788
Linhas automáticas	Cabine de projecção robot - Pistola de dispersão (robot)	Com a pistola em funcionamento (robot)	Resina	1,2	2200	1,09824	c	0,25	0,002480159	19	292	0,000585771	4	2,075	46,872	0,04	0,052927766	100	524,8889643	8,748149405		HIGH	0 (NE)	0,232915461	0,310553949

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Linhas manuais**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
Cabine de projecção n.º 1	Pistola de projecção de resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa	0 NE	---	---
Cabine de projecção n.º 2	Pistola de projecção de resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa	0 NE	---	---
Cabine de projecção n.º 3	Pistola de projecção de resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa	0 NE	---	---
Sistema de extracção das cabines	interior do sistema de extracção (tubagens)	Secundário	resina + acetona	Gasoso	artificial	alto	boa	0	---	---
	saída da chaminé	Secundário	resina + acetona	Gasoso	artificial	alto	boa	1	1,0	1,0
Estufa de secagem	interior da estufa	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	0	---	---
	saídas do secador	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	1	1,0	1,0
Sistema de extracção do secador	interior do sistema de extracção (tubagens)	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	0	---	---
	saída da chaminé	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	1	1,0	1,0

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Linhas manuais**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
Cabine de projecção (robot)	pistola de projecção de robot com resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa	0 NE	---	---
Cabine de projecção (zona manual)	Pistola de projecção de resina	Primário	resina	Líquido	artificial	alto	boa	0 NE	---	---
Sistema de extracção	interior do sistema de extracção (tubagens)	Secundário	resina + acetona	Gasoso	artificial	alto	boa	0	---	---
	saída da chaminé	Secundário	resina + acetona	Gasoso	artificial	alto	boa	1	1,0	1,0
Estufa de secagem	interior da estufa	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	0	---	---
	saídas do secador	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	1	1,0	1,0
Sistema de extracção do secador	interior do sistema de extracção (tubagens)	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	0	---	---
	saída da chaminé	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	1	1,0	1,0

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Zona de corte**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
Cabine de corte n.º 1	interior da cabine	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa	20	---	---
	Zona de abertura de cabine	Primário	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa	21	1,0	1,0
Cabine de corte n.º 2	interior da cabine	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa	20	---	---
	Zona de abertura de cabine	Primário	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa	21	1,0	1,0
Cabine de corte n.º 3	interior da cabine	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa	20	---	---
	Zona de abertura de cabine	Primário	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa	21	1,0	1,0
Robot de corte	zona de corte	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	alto	boa	20	---	---
Ciclones	interior do ciclone	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	---	---	20	---	---
	Zona de descarga	Contínuo	poeira de corte	sólido	artificial	---	---	21	1,0	1,0

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Preparação de resina**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
Reservatórios de resina	Interior dos tanques de resina	Primário	resina	Líquido	natural	alto	boa	0	---	---
	Aberturas dos tanques	Primário	resina	Líquido	natural	alto	boa	1	1,0	1,0
	Zona exterior dos tanques	Secundário	resina	Líquido	natural	alto	boa	2	1,0	2,0
Bidões de acetona	Interior dos tanques de resina	Contínuo	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	0	---	---
	Aberturas dos tanques	Primário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	1	1,0	1,0
	Zona exterior dos tanques	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	2	1,0	2,0
Armazém de produtos químicos inflamáveis	Interior do armazém	Secundário	resina + acetona	Gasoso	natural	alto	boa	2	---	---

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa D**
Sector: **Postos de carregamento de baterias de empilhadores**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Secundário	Hidrogénio	Gasoso	natural	alto	boa	2	0,5	1,0

Registo 7 - Matriz de avaliação de riscos de atmosferas explosivas

N.º	Secção	Área	Localização	Produto libertado	Condição em que se forma ATEX	Classificação da zona	PFIG	PATEX	Gravidade	Nível de Risco
1	Linhas manuais	Cabine de projecção n.º 1	Pistola de projecção de resina	resina	paragem inesperada	Zona 0	B	Media	Maior	Risco Alto
2		Cabine de projecção n.º 2	Pistola de projecção de resina	resina	paragem inesperada	Zona 0	B	Media	Maior	Risco Alto
3		Cabine de projecção n.º 3	Pistola de projecção de resina	resina	paragem inesperada	Zona 0	B	Media	Maior	Risco Alto
4		Sistema de extracção das cabines	interior do sistema de extracção (tubagens)	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 0	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
5			saída da chaminé	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 1	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
6		Estufa de secagem	interior da estufa	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 0	D	Muito alta	Maior	Risco Muito Alto
7			saídas do secador	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 1	B	Baixa	Maior	Risco Alto
8		Sistema de extracção do secador	interior do sistema de extracção (tubagens)	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 0	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
9			saída da chaminé	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 1	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
10	Linhas automáticas	Cabine de projecção (robot)	pistola de projecção de robot com resina	resina	paragem inesperada	Zona 0	B	Media	Maior	Risco Alto
11		Cabine de projecção (zona manual)	Pistola de projecção de resina	resina	paragem inesperada	Zona 0	B	Media	Maior	Risco Alto
12		Sistema de extracção	interior do sistema de extracção (tubagens)	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 0	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
13			saída da chaminé	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 1	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
14		Estufa de secagem	interior da estufa	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 0	B	Media	Maior	Risco Alto
15			saídas do secador	resina + acetona	funcionamento normal	Zona 1	B	Baixa	Maior	Risco Alto
16	Preparação de resina	Reservatórios de resina	Interior dos tanques de resina	resina	funcionamento normal	Zona 0	B	Media	Maior	Risco Alto
17			Aberturas dos tanques	resina	funcionamento normal	Zona 1	B	Baixa	Maior	Risco Alto
18			Zona exterior dos tanques	resina	funcionamento normal	Zona 2	B	Muito baixa	Maior	Risco Médio
19		Bidões de acetona	Interior dos tanques de resina	acetona	funcionamento normal	Zona 0	B	Media	Maior	Risco Alto
20			Aberturas dos tanques	acetona	funcionamento normal	Zona 1	B	Baixa	Maior	Risco Alto
21			Zona exterior dos tanques	acetona	funcionamento normal	Zona 2	B	Muito baixa	Maior	Risco Médio
22		Armazém de produtos químicos inflamáveis	Interior do armazém	vários produtos inflamáveis	funcionamento normal	Zona 2	B	Muito baixa	Menor	Risco Médio
23	Zona de corte	Cabine de corte n.º 1	interior da cabine	pó de corte (inclui resina, fibra e acetona	funcionamento normal	Zona 20	B	Media	Menor	Risco Alto
24			Zona de abertura de cabine		funcionamento normal	Zona 21	B	Baixa	Maior	Risco Alto
25		Cabine de corte n.º 2	interior da cabine	pó de corte (inclui resina, fibra e acetona	funcionamento normal	Zona 20	B	Media	Menor	Risco Alto
26			Zona de abertura de cabine		funcionamento normal	Zona 21	B	Baixa	Maior	Risco Alto
27		Cabine de corte n.º 3	interior da cabine	pó de corte (inclui resina, fibra e acetona	funcionamento normal	Zona 20	B	Media	Menor	Risco Alto
28			Zona de abertura de cabine		funcionamento normal	Zona 21	B	Baixa	Maior	Risco Alto
29		Robot de corte	zona de corte	pó de corte (inclui resina, fibra e acetona	paragem inesperada	Zona 20	B	Media	Menor	Risco Alto
30		Ciclones	interior do ciclone	pó de corte (inclui resina, fibra e acetona	funcionamento normal	Zona 20	A	Desprezável	Maior	Risco Leve
31			Zona de descarga		funcionamento normal	Zona 22	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
32	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Hidrogénio	funcionamento normal	Zona 2	C	Baixa	Maior	Risco Alto

Ficha de Dados de Classificação de Áreas Perigosas
Parte I: Lista de materiais inflamáveis e suas características

Código	Material inflamável		Ponto de Inflamação	LIE		Volatibilidade					Outras informacões	
	Nome	Estado físico		kg/m3	LIE em % vol	Pressão a Vapor a 20º C kPa	Ponto de Ebulição (ºC)	Densidade relativa g/cm3	Temperatura de autoinflamação (ºC)	Grupo e classe de temperatura	Peso molecular (g)	Nº CAS
	Esmalte Secagem rápida 817 Base 597 incolor	líquido	30			7,9	136,2	3,69	468			
	Koldur 6 DPM	líquido	> 21		2			1,18	425			
	Cincoat SR 300 BR	líquido	31		1,1	6,7	137	0,96	430			1330-20-7
	Esmalte Industrial 3240 Super	líquido	22		1,1	7,6	110,6	3,61	462		1,021	1330-20-7
	Esmalte Industrial 3240 Super	líquido	22		1,1	7,6	110,6	3,61	456		0,972	1330-20-7
	Esmalte Industrial 3240 Super	líquido	24		1,1	7	136,2	3,67	462		1,17	1330-20-7
	Esmalte Industrial 3240 Super	líquido	24		1,1	7	136,2	3,67	459		1,08	1330-20-7
	Besadep 68	líquido					> 300	0,882				
	Álcool isopropílico	líquido	13		2	4,4	82,3	0,77	460			
												67-63-0

Notas:

	Registo 2 - Lista de materiais inflamáveis e suas características (poeiras combustíveis)	

Poeira inflamável	Camada de poeira		Núvem de poeira								
Nome	Temperatura mínima de Ignição da camada de 5 mm (ºC)	Temperatura mínima de ignição da camada de 15 mm (ºC)	LIE (% vol)	Temperatura mínima de ignição (º C)	Energia Mínima de ignição (mJ)	Pressão máxima de explosão (bar)	Razão máxima do aumento de pressão (bar/s)	Constante de poeiras Kst (bar.m/s)	Classe de explosão de poeiras	Calor combustão de Incêndio (MJ/kg)	Nº CAS
Coque (carvão)	---	---	---	>500	---	---	---	---	---	---	65996-77-2
Megapol S695				> 100							

Registo 7 - Matriz de avaliação de riscos de atmosferas explosivas

N.º	Secção	Área	Localização	Produto libertado	Condição em que se forma ATEX	Classificação da zona	PFIG	PATEX	Gravidade	Nível de Risco
1	Pintura a pó	Cabine de projecção de tinta em pó n.º 1	interior da cabine	tinta inflamável em pó	funcionamento normal	Zona 20	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
2		Cabine de projecção de tinta em pó n.º 2	interior da cabine	tinta inflamável em pó	funcionamento normal	Zona 20	A	Desprezável	Catastrófica	Risco Leve
3		Secador de linha nº1	interior do secador	tinta inflamável em pó	funcionamento normal	Zona 20	B	Media	Menor	Risco Alto
4			em redor das aberturas do secador	tinta inflamável em pó	funcionamento normal	Zona 21	B	Baixa	Menor	Risco Médio
5		Secador de linha nº2	interior do secador	tinta inflamável em pó	funcionamento normal	Zona 20	B	Media	Menor	Risco Alto
6			em redor das aberturas do secador	tinta inflamável em pó	funcionamento normal	Zona 21	B	Baixa	Menor	Risco Médio
7		Misturador de tinta em pó	interior do misturador	tinta inflamável em pó	funcionamento normal	Zona 20	B	Media	Menor	Risco Alto
8	Zona de Fundição	Armazenamento da hulha	local de armazenamento da hulha	poeiras de hulha	falha inesperada	Zona 22	D	Media	Menor	Risco Alto
9		Preparação da hulha	local em torno da preparação da hulha	poeiras de hulha	funcionamento normal	Zona 22	D	Media	Maior	Risco Alto
10		Fundição	zona de fundição	poeiras de hulha	funcionamento normal	Zona 22	D	Media	Maior	Risco Alto
12	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Hidrogénio	funcionamento normal	Zona 2	B	Muito baixa	Menor	Risco Médio

	Registo 1 - Lista de materiais inflamáveis e suas características	

Material inflamável			LIE		Volatibilidade					Outras informações	
Nome	Estado físico	Ponto de Inflamação [ºC]	[kg/m^3]	[% vol]	Pressão a Vapor a 20º C kPa [ºC]	Ponto de Ebulição [ºC]	Densidade relativa [g/cm3]	Temperatura de autoinflamação [ºC]	Classe de temperatura	Peso molecular [g]	Nº CAS
Hidrogénio	Gasoso	---		4,00			0,07	560	T1		01333-74-0

	Registo 4 - Lista de fontes de libertação

Instalação:
Sector:

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação		
Designação	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade
Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	secundário	Hidrogénio	gasoso	natural	---	boa

Registo 6 - Resumo das zonas classificadas

Instalação: **Empresa F**
Sector: **Postos de carregamento de baterias de empilhadores**

Fontes de libertação			Material inflamável		Ventilação			Área Perigosa		
									Extensão da zona	
Local	Descrição	Grau de libertação	Nome	Estado	Tipo	Grau	Disponibilidade	Tipo de zona	Vertical	Horizontal
Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Secundário	Hidrogénio	Gasoso	natural	alto	boa	2	0,5	1,0

	Registo 7 - Matriz de avaliação de riscos de atmosferas explosivas	

N.º	Secção	Área	Localização	Produto libertado	Condição em que se forma ATEX	Classificação da zona	PFIG	PATEX	Gravidade	Nível de Risco
1	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Postos de carregamento de baterias de empilhadores	Operação de carregamento de baterias	Hidrogénio	actividade normal	Zona 2	C	Baixa	Maior	Risco Alto