



## Protecção Contra Incêndio e Explosões em Terminais Portuários

Paula Carvalho  
*LPG Portugal*

Este artigo pretende apresentar uma abordagem possível para a análise de risco de incêndio e explosão nos portos marítimos e respectivos terminais portuários portugueses, de modo a encontrar as medidas de protecção contra incêndios e protecção contra explosões adequadas, tendo sempre em conta o enquadramento legislativo existente.

Dado que esta análise está intrinsecamente relacionada com o tipo de terminal e com o seu *modus operandis*, mais concretamente, com o tipo de carga manuseada, e com a forma como esta é carregada/descarregada do navio, movimentada e armazenada no terminal portuário, é importante perceber quais os tipos de terminais existentes em Portugal e caracterizá-los em função do tipo de carga movimentada.

Assim, fez-se a caracterização dos terminais portuários que em princípio têm um maior risco de incêndio e explosão em função do tipo de carga movimentada. Desta forma é possível perceber o tipo de riscos que estão envolvidos em todas as fases do processo de carga/descarga, movimentação e armazenamento, tendo em mente uma análise de risco de incêndio e explosão neste tipo de instalações, sempre com o objectivo de, para além da protecção dos bens materiais, aumentar e melhorar a segurança dos trabalhadores portuários.

Os terminais que foram considerados como tendo um maior risco de incêndio e de explosão foram os terminais de granéis sólidos e líquidos. No entanto, como no caso dos granéis líquidos existe uma grande diversidade de cargas manuseadas com características bastante diferentes, que vão desde os produtos combustíveis ao gás, faz com que os terminais deste tipo sejam bastante diferentes uns dos outros em termos de equipamento de carga/descarga, de movimentação e armazenamento e, conseqüentemente, no tipo de medidas de protecção contra incêndio e explosões.

O mesmo não acontece nos terminais de granéis sólidos onde a natureza da carga é

mais uniforme quer seja nos produtos agro-alimentares ou não alimentares, sendo que nestes últimos o risco de incêndio derivado da carga manuseada é praticamente inexistente, ao contrário dos produtos agro-alimentares que dadas às suas características apresentam riscos elevados de incêndio e explosão.

Exemplo de produtos agro-alimentares são o trigo, milho, soja e farinhas oleaginosas, centeio, entre outros cereais, cujo comportamento é semelhante, assim como a forma como são manuseados e armazenados. Por este motivo os terminais de granéis alimentares foram considerados como exemplo dos pontos a serem abordados numa análise de risco de incêndio e explosões, visando encontrar as medidas e soluções mais eficientes de protecção contra incêndios e protecção contra explosões.

#### CARACTERIZAÇÃO DOS TERMINAIS PORTUÁRIOS EM PORTUGAL

Portugal é rico em portos constituídos por terminais de vários tipos. Sendo um dos países mais periféricos da Europa e com um vasto litoral, este é, como seria de esperar, uma porta de entrada privilegiada para pessoas e mercadorias. Comum a praticamente todos os portos são os terminais de carga geral, terminais de granéis sólidos, terminais de granéis líquidos, os terminais RO-RO e as marinas de recreio. O ponto comum a estes tipos de terminais é a semelhança do tipo de carga que movimentam e o que os diferencia é a sua dimensão. Na tabela 1 são apresentados os tipos de terminais que existem em cada porto principal de Portugal Continental.

	Porto / Terminal	Contentores	Carga Geral	Granéis Sólidos	Granéis Líquidos	Carga Energética	RO-RO	Passageiros	Pesca	Náutica de Recreio
Viana do Castelo		X	X	X		X				X
Leixões	X	X	X	X		X	X			X
Aveiro		X	X	X		X		X		X
Figueira da Foz		X	X			X		X		X
Lisboa	X	X	X			X	X			X
Setúbal	X	X				X				X
Sines	X		X	X	X					X

↘ Tabela 1 Portos e seus terminais em Portugal Continental.

Dado que os tipos de terminais que apresentam um maior risco de incêndio e de explosão são os terminais de granéis líquidos e os terminais de granéis sólidos, devido à natureza das cargas movimentadas, o conhecimento do tipo de carga e do equipamento de manuseamento é fundamental.

Nos terminais de granéis líquidos são movimentadas cargas líquidas que são transportadas a bordo do navio a granel. Como exemplo deste tipo de carga existem os combustíveis líquidos, tais como o petróleo em bruto ou produtos refinados (gasolina e gasóleo), gás butano e propano, óleos minerais, vinhos ou produtos químicos.

Devido à grande diversidade da natureza dos granéis líquidos, o terminal terá equipamentos específicos dependendo de cada produto, ou seja, um terminal onde se manuseiam combustíveis líquidos tem especificidades e equipamentos muito diferentes de um terminal onde seja movimentado gás butano e propano.

O tipo de riscos neste tipo de terminais deve ser avaliado caso a caso, pelo que não se optou por detalhar qualquer caso em particular de tipo de carga no âmbito deste artigo.

Nos terminais de granéis sólidos são movimentadas cargas sólidas que são transportadas a bordo do navio a granel. Geralmente são classificadas como produtos agro-alimentares e produtos não agro-alimentares. Exemplos do primeiro tipo são trigo, milho, soja e farinhas oleaginosas, centeio, entre outros cereais. Do segundo tipo são o cimento, caulino, areia, etc. Este tipo de cargas por si só não apresenta risco de incêndio nem de explosão, ao contrário dos produtos agro-alimentares.

Os tipos de equipamento existente nos terminais de granéis alimentares são:

- ↘ Descarregadores pneumáticos;
- ↘ Carregadores pás de carga;
- ↘ Elevadores e telas transportadoras até aos silos;
- ↘ Silos de armazenamento;
- ↘ Equipamento de despoeiramento.

Nos terminais portuários com movimentação de granéis alimentares, ou seja cereais, as operações de manipulação e o seu armazenamento apresentam um risco elevado de incêndio e explosão. Os pós gerados pelos



↳ Terminal de contentores no Porto de Setúbal.

cereais são combustíveis e em certas condições podem produzir uma explosão.

Assim, e devido ao potencial de explosão, estes terminais devem cumprir o Decreto-lei 236/2003. Este decreto-lei transpõe para a legislação nacional a Directiva Europeia nº 1999/92/CE que estabelece as medidas mínimas a promover de forma a melhorar a segurança e a saúde dos trabalhadores que possam estar expostos a atmosferas explosivas (ATEX), dado que o resultado de uma explosão poderá pôr em causa a integridade física dos mesmos.

As medidas apresentadas neste decreto-lei são de prevenção e de controlo de explosões. Com estas medidas pretende-se evitar a formação de atmosferas explosivas ou, se tal não for possível, evitar a sua deflagração. No entanto, se a explosão vier a ocorrer deve ser evitada a sua propagação.

As áreas onde se possam formar atmosferas explosivas devem ser identificadas e classificadas tendo em conta a sua frequência e duração. Esta classificação de zonas permitirá seleccionar os equipamentos e sistemas que assegurem um nível de protecção adequado.

A classificação de zonas e a compilação das medidas de prevenção e controlo de explosões são uma responsabilidade do empregador, bem como a divulgação das mesmas através de um manual de protecção contra explosões que identifique as situações de perigo, avalie os riscos e indique as medidas de prevenção compiladas.

Assim, este Decreto-lei requer que o terminal de movimentação de cereais tenha um Manual de Protecção Contra Explosões que satisfaça os

requisitos mínimos que assegurem a protecção e a saúde dos trabalhadores nos seus postos de trabalho com risco de atmosferas explosivas. É obrigatório dispor de uma classificação de zonas determinando-se a adequação, ou não, dos equipamentos a tais zonas de modo a que funcionem de forma segura.

A directiva 92/1999 requer, desde 30 de Junho de 2003, que todos os equipamentos novos eléctricos ou mecânicos colocados no mercado para utilização em riscos ATEX devam cumprir com esta directiva e a sua marcação CE deve cumprir os aspectos nela mencionados e marcar os equipamentos com a sua categoria correspondente e outros aspectos essenciais de segurança, indicando-se que são aptos para utilização em zonas ATEX.

Os critérios legais e técnicos que usualmente servem de base para a elaboração do Manual de Protecção Contra Explosões são:

- ↳ Lei n.º 102/2009, de 10 de Setembro - Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho;
- ↳ Decreto-Lei n.º 441/91, de 14 de Novembro - Regime Jurídico do enquadramento da segurança, higiene e saúde no trabalho;
- ↳ Decreto-Lei 236/2003, de 30 de Setembro - 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;
- ↳ Decreto-Lei 226/2005, de 28 de Dezembro - Procedimentos de aprovação das regras técnicas das instalações eléctricas de baixa tensão;

↳ Guia de boas práticas de carácter não obrigatório para a aplicação da Directiva 1999/92/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa às disposições mínimas para melhorar a protecção da saúde e a segurança dos trabalhadores expostos aos riscos derivados de atmosferas explosivas;

↳ EN 61241-10 - Aparelhagem eléctrica para utilização em presença de poeira combustível. Parte 10: Classificação das áreas onde as poeiras combustíveis estão ou podem estar presentes;

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

O Director do terminal, ou quem este delegue, é o responsável por elaborar e manter actualizado o Documento de Protecção contra Explosões. É também responsável pela revisão do documento antes de iniciar o trabalho ou quando se efectuarem modificações, ampliações ou transformações importantes nos locais de trabalho, nos equipamentos ou na organização do trabalho.

#### AVALIAÇÃO DO RISCO

Uma condição necessária (ainda que não suficiente) para que se forme uma explosão é a presença de substâncias inflamáveis no processo de trabalho ou produção. Num processo pode intervir uma ou várias substâncias classificadas como inflamáveis. As substâncias inflamáveis podem estar presentes de forma evidente, como matéria básica ou matéria auxiliar do processo, ou de maneira não tão óbvia, como produto residual, intermédio ou

## CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE FONTE DE ESCAPE

FONTES DE ESCAPE	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO DE ZONAS PARA PÓS COMBUSTÍVEIS
Grau contínuo	Escape que se produz de forma contínua ou presumivelmente durante grandes períodos ou durante curtos períodos mas muito frequentes.	Zonas 20
Grau primário	Escape que se produz presumivelmente de forma periódica ou ocasionalmente durante o funcionamento normal.	Zonas 21
Grau secundário	Escape que não se prevê em funcionamento normal e se se produz é provável que ocorra de forma não frequente e em períodos de curta duração.	Zonas 22
Sem fontes de escape	Não se esperam escapes em funcionamento normal.	Zona não classificada

acabado, ou geradas como consequência de um mau funcionamento da instalação.

É necessário identificar todas as substâncias perigosas que possam estar presentes na instalação e no processo, já que as suas características determinarão as acções a adoptar de forma a garantir os níveis de segurança adequados.

Num terminal portuário de movimentação de cereais, as substâncias perigosas são os pós combustíveis dos próprios cereais.

Os parâmetros que caracterizam um pó inflamável são:

- ↳ EMI (energia mínima de inflamação), usado para avaliar o risco de ignição por electricidade estática;
- ↳ TMI<sub>n</sub> (temperatura mínima de inflamação em nuvem), utilizada para avaliar o risco de ignição de uma nuvem em contacto com uma superfície quente;
- ↳ TMI<sub>c</sub> (Temperatura mínima de ignição em camada), utilizada para avaliar o risco de ignição de uma camada de pó sobre uma superfície quente - o ensaio realiza-se com uma camada de 5 mm de espessura;
- ↳ Índices de explosividade para conhecer a severidade de uma explosão:
  - ↳ K<sub>max</sub>: mede a velocidade de incremento da pressão;
  - ↳ P<sub>max</sub>: é medida a pressão máxima alcançada num recipiente resistente à explosão.

Há que salientar que as características das substâncias podem fazer variar substancialmente estes valores. Os factores que podem afectar as propriedades de inflamação são: o tamanho de partícula, a sua distribuição e humidade.

A granulometria, ou tamanho de partícula, também é um factor determinante dado que favorece o aparecimento de nuvens de pó. Estima-se que o tamanho de partícula é pequeno quando é inferior a 500 µm. Se este tipo de pó está presente em mais de 0,2% em relação ao produto total, o risco pode ser incrementado.

Devem ser feitos estudos para estimar a percentagem de pó fino existente nos produtos.

De modo a fazer a classificação das zonas com risco de explosão é necessário conhecer profundamente o terminal em causa, identificando e descrevendo os processos e as actividades

existentes. Assim, deve ser feita a descrição completa dos processos, a identificação das substâncias utilizadas, os processos de limpeza e a descrição da ventilação e sistemas de aspiração e despoejamento.

Os equipamentos característicos a considerar nas áreas de manipulação de pó num terminal de cereais são os elevadores e transportadores, os filtros de captação de pó e ciclones e os silos de armazenamento.

A maioria dos transportadores e elevadores, assim como determinados equipamentos, dispõem de aspirações que dirigem o pó para ciclones ou filtros de mangas.

Paralelamente à aspiração directa sobre equipamentos e transportadores, devem existir procedimentos de limpeza e deve ser realizada uma inspecção mensal de limpeza que abranja toda a instalação e onde se pretende detectar derrames de produtos, peças metálicas de manutenção soltas, poros, fugas, aberturas, sujidade, restos de resíduos, etc.

Com base nas características das instalações e das substâncias utilizadas nos processos objecto de análise, aplica-se um método sistemático para determinar de forma qualitativa os eventuais riscos de explosão, procedendo-se à avaliação do risco de explosão.

Para o efeito, analisa-se de forma individual os diferentes elementos que compõem a instalação e a influência dos factores que determinam o aparecimento de riscos de explosão.

Para que se produza uma explosão devem coincidir a atmosfera explosiva e uma fonte de ignição. Isto requer a existência de uma substância combustível (pó) e de um oxidante (ar) num intervalo de concentração determinado e, ao mesmo tempo, a presença de uma fonte energética capaz de iniciar a reacção.

As fontes de ignição segundo a EN 1127-1 podem ser:

- ↳ Superfícies quentes;
- ↳ Chamas, gases e partículas quentes;
- ↳ Faíscas de origem mecânica;
- ↳ Faíscas de origem eléctrica;
- ↳ Correntes eléctricas induzidas;
- ↳ Electricidade estática;
- ↳ Raio;
- ↳ Ondas electromagnéticas;
- ↳ Radiação ionizante;
- ↳ Ultra-sons;
- ↳ Compressão adiabática e ondas de choque;

↳ Reacções exotérmicas e auto-ignição  
A atmosfera explosiva existirá sempre no interior de equipamentos onde haja pó combustível ou caso exista uma fonte de escape poderá estender-se ao exterior.

Para pó combustível considera-se, como norma geral, que existe pó no interior dos equipamentos. Geralmente, não se consideram fontes de escape dos equipamentos para o exterior, pelo que a classificação de zonas se limitará ao interior dos equipamentos. No entanto, é condição necessária um correcto estado de ordem e limpeza das instalações.

Com base na avaliação de riscos obtida estabelecem-se as medidas preventivas e de protecção contra explosões, seguindo sempre a seguinte ordem de prioridade:

- ↳ Medidas preventivas:
  - ↳ Medidas para prevenir a formação de atmosferas explosivas;
  - ↳ Medidas para prevenir a presença de fontes de ignição efectivas;
  - ↳ Medidas de controlo de processos;
  - ↳ Medidas organizativas focadas na protecção contra explosões.

↳ Medidas correctivas:

- ↳ Medidas para a limitação dos efeitos de explosões;
- ↳ Alívios de explosão;
- ↳ Elementos para evitar propagação.

A metodologia de avaliação geral de riscos poderá seguir o seguinte critério:

	Graus de severidade risco			
	Frequência	Catastrófico	Importante	Secundário
Frequente	A	A	A	C
Provável	A	A	B	C
Ocasional	A	B	B	D
Remoto	A	B	C	D
Improvável	B	C	C	D

**A** Risco importante que requer acções imediatas ou a paragem da actividade.

**B** Risco alto em que devem tomar-se medidas correctivas.

**C** Risco médio que devem tomar-se acções organizativas.

**D** Risco aceitável em que não se tomaram acções correctivas.

A frequência ou probabilidade de ter uma atmosfera explosiva vem determinada pela probabilidade de ter ou não fontes de escape e fontes de ignição. Como fontes de ignição serão tidas em conta as acima mencionadas segundo a EN 1127-1.

As fontes de escape avaliam-se em função do observado nas inspecções realizadas às instalações em relação à ordem e à limpeza. A severidade tem graus diferentes em função da explosão poder provocar vítimas ou não, isto é, se a zona está permanentemente ocupada ou não por pessoas, e em função dos danos materiais potenciais que possam ser causados.

A ponderação dos critérios de equipamentos com um risco maior ou menor baseia-se nos seguintes aspectos:

- ↳ Protecção das pessoas;
- ↳ Probabilidade de falha baseada nas horas de uso e da procedência dos materiais processados;
- ↳ Consequências da deflagração, tamanho dos equipamentos, localização e interligações dos mesmos, riscos de propagação;
- ↳ Fiabilidade das medidas preventivas e dos projectos de protecção;

↳ Simplicidade das técnicas a utilizar, tanto na prevenção como na protecção contra explosões.

A classificação de zonas é um método para analisar e classificar ao redor de onde podem aparecer atmosferas explosivas e, de esta forma, facilitar a correcta selecção e instalação de equipamentos que garantam um nível de segurança adequado.

No caso de atmosferas explosivas originadas por misturas de pós combustíveis, as zonas ou áreas perigosas podem classificar-se nas seguintes categorias:

**Zona 20:** Área de trabalho em que uma atmosfera explosiva em forma de nuvem de pó combustível no ar está presente de forma permanente, ou por um período de tempo prolongado, ou com frequência.

**Zona 21:** Área de trabalho na qual é provável a formação ocasional, em condições normais de exploração, de uma atmosfera explosiva em forma de nuvem de pó combustível no ar.

**Zona 22:** Área de trabalho na qual não é provável, em condições normais de exploração, a formação de uma atmosfera explosiva em forma de nuvem de pó combustível no ar ou em caso de se formar, a dita atmosfera explosiva só permanece durante um breve período de tempo.

Efectuada a avaliação dos riscos das instalações e processos, assim como a sua classificação de zonas, propõem-se uma série de medidas com o objectivo de eliminar o risco e, se tal não for possível, de reduzir o nível do mesmo.

As medidas de prevenção e de protecção que devem estar mencionadas no manual de protecção contra explosões, de forma geral, classificam-se em:

1. Medidas de prevenção de atmosferas explosivas:
  - ↳ Substituição das substâncias inflamáveis;
  - ↳ Limitação da concentração;
  - ↳ Inertização;
  - ↳ Prevenção ou redução da formação de ATEX nas imediações das instalações;
  - ↳ Medidas para eliminar as acumulações de depósitos de pó: limpezas periódicas.

2. Medidas de prevenção de fontes de ignição efectivas:

- ↳ Detector de rotação;
- ↳ Sensor de temperatura;
- ↳ Detector de alinhamento;
- ↳ Detector de colmatagem;
- ↳ Detectores de vibração;
- ↳ Imanes;
- ↳ Detecção/extinção de faíscas;
- ↳ Adequação dos equipamentos eléctricos e mecânicos em zonas ATEX.

3. Medidas para a limitação dos efeitos da explosão:

- ↳ Construção resistente à explosão;
- ↳ Alívio da explosão;
- ↳ Supressão de explosões;
- ↳ Isolamento de explosões.

4. Medidas de controlo de processos:

- ↳ Aplicação de sistemas de controlo de processos para prevenir a formação da atmosfera explosiva;
- ↳ Aplicação de sistemas de controlo de processos para evitar fontes de ignição;
- ↳ Aplicação de sistemas de controlo de processos para atenuar os efeitos nocivos de uma explosão.

5. Medidas organizativas para a protecção contra explosões:

- ↳ Instruções de serviço;
- ↳ Qualificação das pessoas;
- ↳ Formação das pessoas;
- ↳ Utilização dos equipamentos de trabalho;
- ↳ Roupas de trabalho adequadas;
- ↳ Sistemas de permissões de trabalho;
- ↳ Trabalhos de manutenção e controlo;
- ↳ Sinalização das áreas ATEX;
- ↳ Listagem de equipamentos móveis autorizados;

De todas as medidas acima referenciadas a formação das pessoas tem um papel muito importante na prevenção de explosões, pois é uma forma de elucidar as pessoas quanto ao risco a que estão expostas e quais os comportamentos que podem ter de modo a minorar o risco, já que uma das causas mais frequentes da origem de um explosão é o factor humano por comportamentos inadequados.