



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO – NORMALIZAÇÃO, ACONDICIONAMENTO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em
Segurança aos Incêndios Urbanos

Autor

Óscar Alexandre Neto da Cruz

Orientador:

Professor Doutor José Carlos Miranda Góis



FCTUC DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM INSTALAÇÕES DE ARMAZENAMENTO – NORMALIZAÇÃO, ACONDICIONAMENTO E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em
Segurança aos Incêndios Urbanos

Autor

Óscar Alexandre Neto da Cruz

Orientador:

Professor Doutor José Carlos Miranda Góis

Coimbra, Julho, 2014

AGRADECIMENTOS

Aos colegas e amigos do Curso Mestrado em Segurança Contra Incêndio Urbanos: André Cunha, Amarildo Benzane, Adriano Silva e António Leiras.

Aos Professores do curso, em particular ao meu orientador, Professor Doutor José Carlos Góis pela orientação, aconselhamento e motivação na elaboração desta tese.

Ao Eng.º Aidos Rocha, que me deu a oportunidade de frequentar o Mestrado de Segurança Contra Incêndio.

Aos meus colegas e amigos da Exactusensu, em particular ao André Quintas, que elaborou grande parte das imagens aqui representadas.

Finalmente à minha família: à minha mulher Marta que sem o seu apoio, motivação, energia e suporte constante este trabalho não teria sido possível e aos meus Pais pela força e motivação que me deram neste percurso.

RESUMO

O presente documento aborda a temática da segurança contra incêndio em edifícios de armazenagem e tem por título: **“Segurança Contra Incêndio em Instalações de Armazenamento - Normalização, Acondicionamento e Propagação de Incêndio”**.

Os armazéns assumem um papel de extrema importância na organização, na logística e na distribuição dos milhares de diferentes mercadorias que circulam por todo o mundo.

Um das maiores preocupações de quem trabalha na área de armazenagem é conseguir minimizar a superfície utilizada, sem que a velocidade de expedição seja afetada, isto porque, quanto mais pedidos de clientes forem atendidos, mais se vende e conseqüentemente meios o lucro para a empresa. Esta conciliação é no entanto difícil de conseguir, porque quando se procuram soluções para maximizar a ocupação do espaço disponível, com o aproveitamento das profundidades e das alturas, crescem as dificuldades de acesso aos produtos, o que faz com que a resposta aos pedidos fique comprometida.

A este desafio, acresce ainda a indispensabilidade de prevenção e proteção da segurança contra incêndio dos edifícios destinados à armazenagem e seus ocupantes.

Este estudo caracteriza os diferentes tipos de mercadorias e com figurações de armazenagem, apontando métodos de armazenagem.

São descritas as regras recomendáveis para a instalação de equipamento de segurança contra incêndio em armazéns, sendo analisado neste contexto o que prevê a legislação nacional e internacional

Para alguns casos específicos de mercadorias (papel, plástico, têxteis, pneus, equipamentos frigoríficos, líquidos inflamáveis e gases) são analisadas as características de construção e compartimentação das instalações, instalação dos meios de combate a incêndios específicos e suas características, a organização de estrutura de segurança, salvamento das mercadorias até

à definição de alturas máximas de armazenagem e largura mínimas dos corredores de evacuação, como também as vantagens/desvantagens de colocação de sistema de controlo de fumo e sistema automáticos de extinção de incêndios.

Este estudo permitiu concluir que a legislação nacional em vigor trata de uma forma global os edifícios de armazéns, incluindo-os na Tipo XII – Industriais, Oficinas e Armazéns, não particularizando a segurança contra incêndio por tipo de mercadoria, tipo de armazém e tipologia de armazenagem.

Não basta a existência de regulamentação e procedimentos para as melhores práticas de armazenagem, é também necessária fiscalização sobre aplicação da mesma, a responsabilização aos gestores dos armazéns e formação a todos os que intervêm no processo de armazenagem

Palavras-chave: regulamentação; segurança; incêndio; armazéns, mercadorias

ABSTRACT

This paper addresses the issue of safety in Warehouses, under the theme of "**Fire Safety in Warehouses - Standards, Packaging and Propagation of Fire**".

The warehouses have an very important role in the organization, logistics and distribution of thousands of different commodities that circulate throughout the world.

One of the greatest concerns of those working in the storage area is to minimize the area used without the speed of shipment being affected, it because the more customer orders are achieved, the more it sells and consequently higher profit for the company. This reconciliation is however difficult to achieve, because when seeking solutions to maximize the occupancy of the space available, with the use of the depths and heights, the added difficulties of access to products, which makes the response to requests compromised.

In this challenge, further notes the indispensability of prevention and protection of the fire safety of buildings for storage and its occupants

This study characterizes different types of goods and storage configurations, pointing out the best storage methods. Recommended for the installation of fire safety equipment in warehouses rules are described, and analyzed in this context, that provides national and international legislation.

For some specific cases of goods (paper, plastic, textiles, tires, refrigeration equipment, flammable liquids and gases) are analyzed the characteristics of construction and compartmentalization of facilities, installation of equipments of fighting fires and their specific characteristics, the safety organization, rescue of the goods to the definition of maximum storage heights and minimum width of corridors for evacuation, as well as the advantages / disadvantages of placing smoke control system and automatic sprinklers.

This study concluded that national legislation addresses in a global manner the Warehouses, including them in the Type XII - Industrial, Workshops and Warehouses, not individualizing fire safety by type of goods, type of warehouse and storage type.

Not just the existence of rules and procedures for best practices for storage its enough, it is also necessary to control the application, the accountability for managers of warehouses and training to all those involved in the storage process

Keywords: regulation, safety, fire, warehouses, goods.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	1
RESUMO	2
ABSTRACT	4
ÍNDICE	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	14
ÍNDICE DE TABELAS.....	16
1. INTRODUÇÃO.....	19
1.1. Enquadramento.....	19
1.2. Objectivos.....	22
1.3. Estrutura da dissertação.....	23
2. INCÊNDIOS EM ARMAZÉNS.....	24
2.1. Características dos incêndios.....	24
2.2. Casos de incêndios históricos.....	25
2.2.2 Internacionais.....	25
3. LEGISLAÇÃO NACIONAL SOBRE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM ARMAZÉNS.....	45
3.1. Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais - Portaria n.º 53/71	45
3.2. Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio - Decreto-lei n.º 220/2008.....	47
3.2.1.Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio - Portaria n.º 1532/2008	48
3.3. Considerações.....	49
4. CLASSIFICAÇÃO DAS MERCADORIAS.....	50
4.1. Segundo o ADR.....	50
4.2. Segundo a NFPA 230.....	51
4.2.1. Classes das mercadorias	52
4.3. Mercadorias mistas.....	57
4.4. Classificação dos líquidos.....	58
4.5. Classificação dos gases.....	59
4.5.1. Características de perigosidade.....	60
4.5.2. Parâmetros quantitativos.....	61

5.	CONFIGURAÇÕES DE ARMAZENAGEM.....	64
5.1.	Armazenamento em <i>rack</i>	65
5.1.1.	<i>Rack</i> de Dupla Fila.....	65
5.1.2.	Armazenamento automático em <i>rack</i>	66
5.1.3.	Múltiplos <i>Racks</i>	67
5.1.4.	Cantilever <i>Rack</i> (<i>Rack</i> em Viga).....	72
5.2.	Considerações Gerais	74
6.	SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM ARMAZÉNS.....	75
6.1.	ARMAZÉNS AUXILIARES DE LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS.....	75
6.1.1.	Generalidades	75
6.1.2.	Incêndios em líquidos inflamáveis.....	76
6.1.3.	Explosões de líquidos inflamáveis.....	76
6.1.4.	Perigo de armazenamento em bidões ou pequenos contentores	77
6.1.5.	Recomendações	78
6.1.5.1.	Localização dos Armazéns.....	78
6.1.5.2.	Disposição de Armazenamento	85
6.1.5.3.	Fontes de Ignição.....	86
6.1.5.4.	Protecção contra incêndio	86
6.1.6.	Armazenamento no interior.....	87
6.1.6.1.	Localização.....	87
6.1.6.2.	Construção.....	87
6.1.6.3.	Ocupação	89
6.1.7.	Operações de Transvase.....	93
6.1.7.1.	Localização.....	93
6.1.7.2.	Construção.....	93
6.1.7.3.	Ocupação	93
6.2.	ARMAZÉNS FRIGORIFICOS.....	96
6.2.1.	Descrição	97
6.2.2.	Construção.....	97

6.2.2.1.Construção antiga–Normalmente anterior a 1970.....	97
6.2.2.2.Construção Moderna–Normalmente posterior a 1970.....	98
6.2.2.3.Descrição de materiais de isolamento.....	99
6.2.3. Armazenamento.....	104
6.2.3.1.Produtos.....	104
6.2.3.2.Recipientes e Suportes.....	105
6.2.3.3.Disposição dos produtos.....	105
6.2.3.4.Transporte de manipulação dos produtos.....	105
6.2.4. Sistemas de Refrigeração.....	105
6.2.5. Pontos Perigosos.....	106
6.2.5.1.Causas de Incêndio.....	106
6.2.5.2.Materiais Afectados.....	107
6.2.5.3.Propagação.....	110
6.2.5.4.Outros aspectos gravesos.....	110
6.2.5.5.Efeito da protecção com Sistema Automático de Extinção de Incêndios (<i>Sprinklers</i>).....	111
6.2.6. Recomendações.....	112
6.2.6.1.Medidas Preventivas.....	112
6.2.6.2.Vias de Evacuação.....	115
6.2.6.3.Salas de Máquinas.....	116
6.2.7. Meios de Protecção.....	116
6.2.7.1.Sistema automático de extinção (<i>Sprinklers</i>).....	116
6.2.7.2.Sistema Seco combinado com uma válvula de inundação.....	117
6.2.7.3.Inundação por CO ₂ e espuma.....	117
6.2.7.4.Deteção Automática.....	118
6.2.7.5.Bocas-de-incêndio e extintores.....	118
6.3. ARMAZENAMENTO DE FARDOS DE PAPEL E DE PAPEL.....	119
6.3.1. Descrição dos Armazéns.....	119
6.3.1.1.Armazéns de desperdícios ligados à Industria Transformadora.....	120
6.3.1.2.Armazéns Grossitas.....	120

6.3.1.3.Amazéns dependentes de Fábricas de Papel.....	120
6.3.2. Principais Causas de Incêndio.....	121
6.3.3. Recomendações para o Armazenamento.....	122
6.3.3.1.Amazéns ligados às indústrias Transformadoras.....	122
6.3.3.2.Armazenamento Grossistas.....	123
6.3.4. Instalações de combate a incêndio.....	124
6.3.4.1.Extintores Portáteis.....	124
6.3.4.2.Redes de água contra incêndios.....	125
6.3.5. Abastecimento de Água.....	125
6.3.5.1.Sprinklers.....	126
6.3.5.2.Abastecimento exclusivo de meios manuais.....	127
6.3.5.3.Outras recomendações.....	127
6.4. ARMAZENAMENTO DE PALETES.....	128
6.4.1. Localização do Armazenamento.....	128
6.4.2. Aspectos construtivos.....	131
6.4.3. Protecção contra Incêndio.....	132
6.4.4. Paletes em Zonas de Fabrico.....	134
6.5. ARMAZENAMENTO DE GASES.....	135
6.5.1. Enquadramento.....	135
6.5.2. Tipos de Armazenamento.....	135
6.5.3. Armazenamento em Recipientes Fixos.....	136
6.5.3.1.Disposição do Armazenamento.....	136
6.5.3.2.Projecto e construção dos recipientes.....	136
6.5.3.3.Acessórios.....	137
6.5.3.4.Instalações de Carga e Descarga.....	138
6.5.3.5.Tubagens.....	138
6.5.3.6.Meios de Protecção.....	139
6.5.4. Armazenamento em Recipientes Móveis.....	139
6.5.4.1.Localização e construção.....	140

6.5.4.2. Uso e distribuição	140
6.5.4.3. Manipulação	141
6.5.4.4. Meios de protecção	141
6.5.5. Meios Humanos. Autoprotecção	142
6.6. ARMAZENAMENTO DE MATERIAS PERIGOSAS	143
6.6.1. Matérias Perigosas	143
6.6.1.1. Definição	143
6.6.1.2. Condições de identificação e Controlo	144
6.6.2. Armazenamento de Matérias Perigosas	144
6.6.2.1. Tipos de recipientes	144
6.6.2.2. Tipos de Armazéns segundo a sua localização	145
6.6.2.3. Classificação dos Armazenamentos	145
6.6.2.4. Notas explicativas	148
6.6.2.5. Notas complementares	149
6.6.3. Condições Gerais de Armazenamento	149
6.6.3.1. Localização do armazém	149
6.6.4. Condições do Local	150
6.6.5. Condições do Local	151
6.6.6. Separação de materiais incompatíveis	152
6.6.7. Condições dos Recipientes	153
6.6.7.1. Recipientes Móveis	153
6.6.7.2. Depósitos Fixos	154
6.6.8. Configurações do Armazenamento	155
6.6.9. Estabilidade	155
6.6.10. Dimensões	155
6.6.10.1. Condições Gerais	156
6.6.10.2. Condições específicas para líquidos inflamáveis	156
6.6.10.3. Corredores de manobra, separação, circulação e emergência	157
6.6.10.4. Sinalização	158

6.6.11. Configurações do Armazenamento – Depósitos Fixos.....	158
6.6.11.1. Suportes.....	158
6.6.11.2. Capacidade dos depósitos e distâncias.....	159
6.6.11.3. Instalações Auxiliares.....	159
6.6.11.4. Corredores de acesso, circulação, manobra e evacuação.....	160
6.6.11.5. Sinalização.....	160
6.6.12. Medidas de Prevenção.....	161
6.6.12.1. Organização Interna.....	161
6.6.12.2. Limpeza e proibição de fumar.....	161
6.6.12.3. Operações de Carga e Descarga.....	161
6.6.12.4. Operações Enchimento, Esvaziamento e transvase de depósitos fixos.....	162
6.6.12.5. Instalação Eléctrica.....	162
6.6.12.6. Risco de Ignição - Equipamentos.....	163
6.6.12.7. Permissão de Trabalho Seguro.....	163
6.6.12.8. Ventilação.....	163
6.6.13. Meios de acesso e evacuação.....	164
6.6.13.1. Meios de evacuação.....	164
6.6.13.2. Meios de Protecção.....	165
6.6.14. Plano de Emergência e Restabelecimento.....	170
6.6.15. Organização e Gestão da Segurança.....	172
6.7. ARMAZENAMENTO DE PLÁSTICOS.....	173
6.7.1. Descrição.....	173
6.7.2. Considerações Gerais.....	174
6.7.3. Recomendações.....	175
6.8. ARMAZENAMENTO DE TEXTÉIS – MATÉRIAS PRIMAS.....	189
6.8.1. Descrição.....	189
6.8.2. Considerações Gerais.....	189
6.8.3. Recomendações.....	191
6.8.4. Instalação e equipamentos eléctricos.....	192

6.8.5. Organização e Armazém	193
6.8.6. Meios de Protecção	193
6.8.7. Meios de Protecção automáticos	194
6.8.8. Organização de Segurança	196
6.9. ARMAZENAMENTO DE TEXTÉIS – CONFECÇÃO	197
6.9.1. Descrição	197
6.9.1.1. Classificação dos bens de confecção	197
6.9.1.2. Tipos de Armazéns e Armazéns	198
6.9.1.3. Considerações Gerais	199
6.9.2. Recomendações	199
6.9.3. Meios de Extinção	200
6.9.4. Organização de Segurança	204
6.10. ARMAZENAMENTO DE PNEUS	206
6.10.1. Definições	207
6.10.2. Desenvolvimento do Incêndio	210
6.10.3. Protecção Contra Incêndios	212
6.10.4. Brigada Contra Incêndios	224
6.10.5. Operações, Equipamentos e Manutenção	224
6.11. ARMAZENAMENTO DE BOBINES DE PAPEL	226
6.11.1. Generalidades	226
6.11.2. Protecção Contra Incêndios	232
6.12. ARMAZÉNS – CRITÉRIOS GERAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	244
6.12.1. Tipos de Construção	244
6.12.2. Evacuação de Fumos	245
6.12.3. Cargas Admissíveis	245
6.12.4. Manutenção dos Edifícios	245
6.12.5. Ocupação	246
6.12.5.1. Separação entre Armazéns e Produção	246
6.12.5.2. Distribuição das Mercadorias	246

6.12.5.3.Ordem e limpeza.....	247
6.12.6.Protecção.....	247
6.12.6.1.Confinamento e Isolamento.....	248
6.12.6.2.Protecção Manual.....	249
6.12.6.3.Protecção Automática.....	249
6.12.6.4.Danos da Água.....	250
6.12.7.Amazéns Exteriores.....	251
6.12.8.Salvamento.....	252
6.12.9.Actuação Humana.....	253
7. CONCLUSÕES.....	254
8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	257

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Envolvente/organização do complexo de norte e sul do Armazém em Detroit –	29
Fig. 2.2 - Incêndio no complexo de Armazéns.....	31
Fig. 2.3 – Início e desenvolvimento do incêndio e propagação do fumo no complexo norte (t1)	32
Fig. 2.4 – Propagação do incêndio e fumo do complexo norte para o complexo sul (t2)	32
Fig. 2.5 – Propagação do incêndio e fumo em todo o complexo (t3).....	32
Fig. 2.6- Intervenção dos Bombeiros no Armazém em chamas	33
Fig. 2.7 – Armazém em chamas.....	33
Fig. 2.8-Armazém de tintas da Sherwin – Williams	34
Fig. 2.9 – Armazém de Tintas Sherwin – Williams sob o aquífero (Fonte: Autor).....	35
Fig. 2.11- Incêndio armazém de tintas da Sherwin - Williams	36
Fig. 2.10- Incêndio armazém de tintas da Sherwin - Williams	36
Fig. 2.12- Incêndio armazém de tintas da.....	37
Fig. 2.13- Distribuição global de incêndios em indústria, oficina e armazém	44
Fig. 2.14- Distribuição mensal de incêndios em indústria, oficina e armazém	44
Fig. 4.1 – Gráfico de classificação dos líquidos combustíveis (Fonte: Adaptado NFPA 30).....	59
Fig. 5.1 – Rack para paletes convencional.....	65
Fig. 5.2- Rack duplo sem prateleiras sólidas ou ripadas.....	65
Fig. 5.3 - Armazenamento em Racks Automáticos.....	66
Fig. 5.4 – Armazenamento em Racks Múltiplos – Armazenado por Empilhador.....	67
Fig. 5.5b. – Armazenamento em Racks Múltiplos – Sistema “Flow – Trough” em palete	68
Fig. 5.5c. – Armazenamento em Racks Múltiplos – Sistema “Flow – Trough” em palete.....	68
Fig. 5.6b – Armazenamento em Racks Múltiplos – Sistema Drive in (Mecalux)	69
Fig. 5.7b – Armazenamento em Racks Múltiplos – Flow Through Rack (Mecalux).....	70
Fig. 5.8 – Rack convencional (Adaptado de NFPA, 231 C - 1998).....	71
Fig. 5.9c – Cantilever rack (Rack em Viga).....	73
Fig. 6.1a – Localização armazéns líquidos inflamáveis	79

Fig. 6.1b – Localização armazéns líquidos inflamáveis	80
Fig. 6.3 – Exemplo de edifício de armazenagem de líquidos inflamáveis	83
Fig. 6.4 – Armazenamento de bidões	85
Fig. 6.5 a – Armazenagem de bidões líquidos inflamáveis (Fonte: Autor).....	88
Fig. 6.5 b – Armazenagem de bidões líquidos inflamáveis (pormenor com bacia de retenção).....	88
Fig. 6.6 – Armazenamento de líquidos no local de trabalho	89
Fig. 6.7 – Exemplo de ventilação num edifício de armazenagem.....	91
Fig. 6.8 – Parque de fardo de papel no exterior	121
Fig. 6.9a – Distâncias de segurança – Armazéns com sprinklers (Fonte : Autor).....	123
Fig. 6.9b – Distâncias de segurança – Armazéns sem <i>sprinklers</i> (Fonte : Autor).....	124
Fig. 6.10 - Gráfico Área de operação Sistemas Sprinklers Vs Altura de Armazenamento Vs Densidade	126
Fig. 6.11 – Localização, por ordem de preferência, do armazenamento de paletes.....	129
Fig. 6.12 – Tipos de Armazenamento de matérias perigosas segundo a sua localização.....	147
Fig. 6.13 – Distâncias de corredores VS dimensões dos empilhadores	157
Fig. 6.14 – Típico Armazenamento de carcaças em carros (Adaptado NFPA 231 D – 1998).....	207
Fig. 6.15 – Armazenamento de pneus na horizontal em forma de pirâmide e directamente sobre o solo.	208
Fig. 6.16 – Armazenamento de pneus na vertical, directamente sobre o solo.	208
Fig. 6.17 – Armazenamento de pneus em horizontal, usando estantes móveis com base de paletes.	209
Fig. 6.18 – Estanterias duplas, com pneus na horizontal. Protecção com barreiras horizontais.....	219
Fig. 6.19 - Estanterias fixas múltiplas com pneus na horizontal	219
Fig. 6.20 – Estanterias duplas com pneus na horizontal.	220
Fig. 6.21 – Estanterias fixas duplas com pneus na vertical. Protecção com barreiras horizontais	220
Fig. 6.22 – Estanterias fixas duplas com pneus na horizontal.....	221
Fig. 6.23 – Estanterias fixas múltiplas com pneus na vertical.....	221
Fig. 6.24 – Típico armazenamento diverso.	222
Fig. 6.25 – Empilhamento Vertical de Bobines de Papel.	227
Fig. 6.26 – Empilhamento Horizontal de Bobines de Papel.....	228
Fig. 6.27 – Empilhamento horizontal prismático.	229

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Incêndios mais representativos ocorridos em armazéns no período de 1977 a 1987	38
Tabela 2.2 – Causas de incêndios em Armazéns (Swartz 1999).....	41
Tabela 2.3 – Número de incêndios urbanos por utilização tipo (Fonte: anuário de ocorrências ANPC).....	43
Tabela 4.1 – Resumo classificação mercadorias (Fonte: NFPA 230).....	55
Tabela 4.2 – Exemplos plásticos Grupo A, B e C (Fonte: Tewarson).....	56
Tabela 6.1- Volume Máximo Armazenado Vs Distância ao Edifício	81
Tabela 6.2 - Volume Máximo Armazenado Vs Resistência ao Fogo.....	87
Tabela 6.3 – Ventilação Vs Classe de líquido Armazenado.....	90
Tabela 6.4- Classificação dos painéis Sandwich segundo o material isolante descrito	103
Tabela 6.7 – Distância mínima de armazenamento de paletes vazias no exterior do edifício exposto.	130
Tabela 6.8 – Parâmetros de projecto para sistema automático de extinção de incêndio em armazenamento interior.....	133
Tabela 6.9 - Características dos Sprinklers Vs Características dos Plásticos.....	180
Tabela 6.10 - Características dos Sprinklers Vs Características dos Plásticos.....	182
Tabela 6.11 – Estanterias portáteis.....	183
Tabela 6.12 – Estanterias Simples ou duplas	185
Tabela 6.13 – Estanterias Múltiplas	188
Tabela 6.14 – Tipo de Armazenamento VS Características <i>sprinklers</i>	195
Tabela 6.15 – Eficácia e tipo de extintor em função do armazenamento.....	201
Tabela 6.16 – Armazenamento e classe de risco	201
Tabela 6.17 – Características dos sprinklers em função do tipo de armazenamento.....	203

Tabela 6.19 – Pneus Armazenados em posição vertical em qualquer tipo de estanterias sem prateleiras.....	216
Tabela 6.20 – Armazenamento no solo e armazenamento em estanterias móveis com carga total.....	217
Tabela 6.21 – Armazenamento Diversos e de Carcaças.....	218
Tabela 6.22 – Protecção do empilhamento de papel de gramagem ligeira (Altura de armazenamento ≤ 6 m).....	235
Tabela 6.23 – Protecção dos empilhamento de papel de gramagem média (Altura de armazenamento ≤ 9 m).....	236
Tabela 6.24 – Protecção dos empilhamentos de papel de gramagem Alta (Altura de armazenamento ≤ 9 m).....	237

Abreviaturas

ADR - Accord Européen relatif au Transport International des Marchandises Dangereuses par Route (Acordo Europeu sobre o Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Estrada)

ANPC – Autoridade Nacional de Protecção Civil

BLEVE - *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* (Explosão do Vapor de Expansão de um Líquido sob Pressão)

BRE – *Building Research Establishment*

CHE - Colunas Hidrantes Exteriores

EPS – Poliestireno Expandido

ESFR - *Early Suppression Fast Response Fire Sprinkler* (Extinção Inicial e Resposta Rápida)

RJSCIE – Regulamento Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

RTSCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

PUR - Poliuretano

PVC – Policloreto de Vinila

SCIE – Segurança Contra Incêndios em Edifícios

NFPA – *National Fire Protection Association*

UT – Utilização Tipo

XPS – Poliestireno Expandido

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Por força das exigências logísticas da Segunda Guerra Mundial registou-se um significativo desenvolvimento de novos métodos de armazenamento. As enormes quantidades de materiais que se manuseavam requeriam a criação de modernos armazéns com grandes estruturas, superfícies e novos métodos para armazenar e manusear as mercadorias. Nos anos seguintes, a tecnologia do armazenamento fez grandes e rápidos avanços com o desenvolvimento de estruturas e equipas, com o armazenamento de materiais estratégicos e requisitos especiais de mercado, que impunham grande variedade de produtos, tamanhos e formas. Actualmente a tendência é reduzir ao máximo as superfícies de armazém com produções *just in time*, isto no entanto é viável em apenas alguns casos e tipos de fabricação. No final, num sítio ou noutro, os armazéns vão existindo.

De todos os riscos a que um armazém está exposto, o de incêndio é normalmente o mais frequente, havendo relato de acidentes com “pesadas” consequências económicas e sociais. De acordo com as estatísticas das três maiores seguradoras dos Estados Unidos da América (EUA), surge um foco de incêndio em armazéns a cada 22 horas e 1 em cada 11 dias, um destes focos de incêndio resulta numa perda superior a 500 mil dólares americanos (USD) (Cote 1991).

Os armazéns podem variar muito dependendo do tipo e quantidades de material armazenado, da mistura de vários produtos armazenados, da existência de protecção ao incêndio e do tamanho, forma e construção dos próprios armazéns. Com tantos parâmetros a poder variar, a classificação de um armazém para o propósito da segurança contra incêndio não é simples. Dependendo da região ou mesmo do país em consideração, os princípios de construção impostos podem influenciar a implementação do método de armazenamento e arquitetura do edifício, da colocação de equipamentos de segurança contra incêndios e práticas de combate ao incêndio. Importantes factores na configuração dos armazéns para protecção ao incêndio incluem a área do edifício e a altura, os métodos de armazenamento, os tipos de matérias-primas armazenadas, a existência de equipamentos de segurança, as regras locais e a regulamentação em vigor.

De acordo com o Departamento de Energia dos EUA (Gottuck, Daniel T, Dinaburg, Joshua 2012), estima-se que no país existam aproximadamente 600.000 armazéns, sendo a área média de armazenamento de cada armazém de 1.600 m². Existe no entanto um número crescente de grandes armazéns (mais de 50.000) com áreas superiores a 4.645 m². Em muitos destes armazéns a carga energética é elevada e em caso de incêndio os danos podem atingir dimensão catastrófica.

Com o desejo de uma maior economia de espaço, os armazéns evoluíram para um aumento na altura e redução da área de pavimento para armazenamento. É comum áreas superiores a 10 campos de futebol, com mercadorias armazenadas até alturas entre 9 e 12 m (Gottuck, Daniel T, Dinaburg, Joshua 2012), Quando é usado armazenamento automático, o armazenamento em altura pode ultrapassar os 30 m. O uso de carrinhos motorizados permite empilhar mais alto e em corredores mais estreitos do que em armazéns geridos por trabalhadores. Enquanto este sistema fornece um nível de eficiência maior, quer na recolha de material e uso do espaço de armazenamento, também introduz algumas ameaças no desenvolvimento e combate de um incêndio. Essas ameaças estão associadas:

- Existência de risco de ignição de equipamentos electrónicos de leitura e monitorização das operações;
- Corredores estreitos que aumentam a dificuldade de actuação por parte dos operadores no combate ao incêndio;
- Elevada altura de armazenamento impossibilita a resposta no combate ao incêndio;
- Aumento da densidade de armazenamento e a altura aumenta o potencial tamanho de crescimento do incêndio;
- Aumento da densidade de armazenamento limita a capacidade de supressão do incêndio por parte dos sistemas de extinção;
- Número reduzido de funcionários diminui a possibilidade de deteção de incêndio por parte dos mesmos.

Um estudo (Gottuck, Daniel T, Dinaburg, Joshua 2012), recente realizado no Reino Unido pelo *Building Research Establishment* (BRE) determinou que o tamanho médio dos armazéns aumentou de 400 m² em 1970 para 1700 m² em 2002. Este estudo revelou também a existência de armazéns com áreas entre 25.000 e 40.000 m² não é assim tão fora do comum.

As alturas destes armazéns situam-se entre os 11,5 e 12 m, com as mercadorias a serem armazenadas a uma altura média de 10,5 m.

O BRE estima que haja cerca de 30.000 armazéns no Reino Unido. Entre estes armazéns, os que têm mais de 2000 m² com mezzanines, galerias, estantes altas e com sistemas automáticos de colocação e recolha de mercadorias são os que apresentam maior ameaça de incêndio. Segundo dados do Observatório de Segurança contra Incêndio do Reino Unido (Gottuck, Daniel T, Dinaburg, Joshua 2012), os riscos nos modernos armazéns estão a aumentar, devido ao uso de sistemas automáticos de colocação e recolha de mercadorias, às mercadorias terem maior incorporação de plásticos e aos métodos de construção. Estes métodos aumentam a eficiência, mas simultaneamente aumentam o potencial de carga energética e respectivos perigos, o que resulta num aumento potencial do desenvolvimento do incêndio. A somar a estas condicionantes, a substituição de paletes de madeira por plástico introduziu perigos adicionais, nomeadamente no desenvolvimento do incêndio e a libertação de gases tóxicos, associados à presença de cloro na constituição dos plásticos.

No Reino Unido a regulamentação (Gottuck, Daniel T, Dinaburg, Joshua 2012), sobre incêndio em edifícios está mais direccionada para a saúde e segurança das pessoas nos edifícios, e menos para a redução dos custos causados com os danos na propriedade. É assumido que essa situação é da responsabilidade dos seguros das indústrias e que não deve ser uma preocupação prioritária para a regulamentação obrigatória em edifícios. Exemplo é a não exigência por parte das autoridades inglesas da instalação de *sprinklers* em armazéns pelo facto de não estar provado que a sua existência esteja associada à redução do número de feridos e mortos. No entanto, alguns armazéns instalam *sprinklers*, por requisitos de companhias de seguro e com a duração de contracto de aluguer, baseados num retorno financeiro sobre o investimento.

Na última década a regulamentação sobre segurança contra incêndio tem dado prioridade aos edifícios de habitação e dada a maior rigidez das formas construtivas e dos materiais empregues e fiscalização é mais perceptível essa melhoria na segurança a nível nacional.

As exigências de colocação de equipamentos de protecção contra incêndios em armazéns põem em causa as configurações existentes e cria dificuldade aos projectistas de novos armazéns, por outro lado os valores das mercadorias armazenados e a introdução de novos materiais sintéticos, normalmente mais perigosos que os naturais comumente usados, merecem que seja feita uma análise da segurança em edifícios de armazenagem, e que sejam discutidas as melhores práticas de armazenagem e se procure regulamentar as especificidades de segurança inerentes a cada classe de mercadorias.

1.2. Objectivos

O principal objetivo deste trabalho é a análise de normas internacionais e portuguesas sobre armazenamento de mercadorias, e a compilação e discussão dos melhores métodos de armazenamento de mercadorias, tendo em conta as suas diferentes propriedades químicas e físicas e a prevenção de incêndio na perspectiva da adoção das melhores práticas de armazenagem.

Com esta análise pretende-se descrever e elaborar procedimentos e regras, que abrangem os seguintes pontos:

- Caracterização dos diferentes tipos de mercadorias;
- Definição das diferentes configurações de armazenagem;
- Normas de prevenção em segurança contra incêndio para os diferentes tipos de armazenagem;
- Procedimentos sobre os melhores métodos de armazenagem;
- Equipamentos de segurança contra incêndio em edifícios de armazenagem;
- Regras para instalação de equipamento de segurança contra incêndio em armazéns;
- Condições gerais de segurança.

Para a concretização destes objectivos foram analisados vários documentos técnicos sobre classificação de materiais, tipologia de armazenagem, tipo de construção de armazéns, meios de segurança contra incêndio a utilizar e procedimentos de segurança a ter em conta para os edifícios de armazenagem

Com este documento, pretende-se contribuir para a melhoria das condições de segurança da SCIE em armazéns, realçando sobretudo as melhores práticas de armazenagem, tendo em conta as diferentes configurações de armazenagem e os diferentes materiais em armazém. O desafio é de criar um documento que sirva de base e de apoio a todos os interessados na prevenção e na segurança contra incêndio em armazéns.

1.3. Estrutura da dissertação

Em termos de estrutura geral, este documento é constituído pelos seguintes capítulos:

1. Introdução, com a descrição geral do objectivo e da estrutura da dissertação;
2. Incêndios históricos em armazéns, onde se descreve as características deste tipo incêndios, causas e custos/perdas associados, como também a análise de incêndios em Portugal e de dois casos marcantes de incêndios em armazéns nos EUA;
3. Enquadramento legal, onde se descreve os pontos principais da legislação portuguesa relativamente à segurança contra incêndio em edifícios de armazenagem.
4. Classificação das mercadorias, plásticos, líquidos e gases e divisão em classes e subclasses;
5. Configurações de armazenagem, onde se expõe os diferentes tipos de armazenagem existentes;
6. Segurança contra incêndio em armazéns, onde são descritos e analisados as melhores procedimentos de armazenagem para as diferentes tipos de mercadorias e tipologias de armazéns;
7. Considerações finais, onde se expõe as conclusões gerais e se apresentam algumas reflexões sobre a aplicação dos procedimentos aqui apresentados.

2. INCÊNDIOS EM ARMAZÉNS

Este capítulo procede a uma caracterização geral dos incêndios em armazéns e descreve alguns casos históricos de incêndios em armazéns, para evidenciar os tipos de danos mais comuns neste tipo de incêndios, as causas que estiveram na sua origem e as falhas dos sistema de prevenção e proteção.

2.1. Características dos incêndios

Os fogos em armazéns tendem a ser muito severos. Num armazenamento em blocos sólidos, um fogo inicia-se normalmente na superfície exterior e estende-se para cima desenvolvendo-se em forma de leque. O calor emitido pelo incêndio entra em contacto com os blocos adjacentes provocando assim a propagação rápida do incêndio pelo edifício. Com a propagação à pilha contígua, a radiação mútua de calor entre ambas as superfícies paralelas provoca um desenvolvimento rápido e severo do incêndio. A subida a grande velocidade da coluna de ar quente faz com que seja muito difícil a penetração da água na luta contra o incêndio. A intensidade do fogo é incrementada com o aumento da altura da pilha. Quanto maior estabilidade da pilha, maior será severidade do fogo, dado que as superfícies ao permanecerem fixas na posição vertical favorecem o desenvolvimento do incêndio. Pelo contrário, o desabamento ou colapso das pilhas, favorece normalmente o controlo do incêndio.

O desenvolvimento do fogo superficial depende em grande medida da natureza do material da superfície. Por exemplo, é quase tão rápido e severo em sacos de papel que contenham latas metálicas vazias, como em caixas de cartão com combustíveis.

Normalmente quantos mais espaços existem dentro das pilhas de armazenamento, mais severo será o fogo, devido à existência do ar que favorece a combustão. Contrariamente, quando mais juntas estão as pilhas, menos severo é o incêndio.

A severidade de um fogo é também influenciada pelos espaços livres horizontais, criados entre os diferentes níveis num armazém em paletes. Estes espaços permitem uma propagação

horizontal do fogo, e não são acessíveis normalmente à descarga de água de combate ao incêndio.

A água para combate ao incêndio proveniente do sistema de *sprinklers* tem dificuldade para penetrar nos espaços livres se estes forem estreitos, por isso, em espaços altos e estreitos haverá menos penetração da água. O resultado final será um fogo mais persistente, que necessitará do sistema de *sprinklers* e de bocas de incêndio para conseguir controlar o incêndio.

Quando o armazenamento é feito em caixas o fogo desenvolve-se fundamentalmente a partir da face aberta da caixa. Ainda que o fogo no interior da caixa esteja “escondido” à água de um sistema automático de extinção de incêndios, este se adequado, consegue confinar o fogo a uma área pequena, sendo mais fácil de o controlar com a ajuda das bocas-de-incêndio.

As paletes metálicas ou paletes com recobrimento retardador do fogo podem retardar o início de um foco de incêndio, mas, uma vez o fogo estabilizado, continuará aproximadamente igual como se fossem paletes de madeira

A severidade de um fogo depende da combustibilidade do material¹ e da altura e proximidade das pilhas.

2.2. Casos de incêndios históricos

2.2.2 Internacionais

Muitos dos incêndios que ocorrem nos armazéns atingem proporções elevadas e provocam perda de vida, perda de mercadoria e perda de propriedade.

Nos EUA, só em 1996, ocorreram aproximadamente 1.975.000 incêndios em armazéns causando um prejuízo total de 9.4 bilhões USD. O incêndio que causou mais prejuízos, nesse

¹ Geralmente os materiais plásticos e sintéticos tendem a arder com maior severidade que os combustíveis ordinários ou naturais

mesmo ano, ocorreu num armazém em Louisiana, com a perda do edifício, com um valor estimado de 280 milhões USD. (Swartz.1999). De acordo com (Swartz 1999) nos EUA:

- A 10 de Março de 1997, em South Brunswick, New Jersey, um pequeno foco de incêndio num armazém pertence à maior companhia de armazenamento de registos foi rapidamente controlado. Uma semana mais tarde, esta mesma companhia teve um incêndio muito sério noutra edifício que possuía a apenas a alguns metros do outro. Neste incêndio, mais de 250.000 caixas de registos foram destruídas ou danificadas. Dois dias depois, no primeiro armazém, um grande incêndio surgiu novamente destruindo mais de 800.000 caixas de registos.
- Um armazém com cerca de 22 m em altura e com uma área de armazenagem de 1134770 m², que era usado para armazenamento geral, foi completamente destruído devido dois focos de incêndios num espaço de 9 horas. Depois do primeiro incêndio, o sistema de *sprinklers* foi desligado. Quando o segundo foco de incêndio começou os funcionários tentaram ligar novamente os *sprinklers*, estes já não conseguiram dominar as fortes labaredas que emergiam. Os factores que contribuíram para uma perda de 280 milhões de USD estavam sobretudo relacionados com a distância excessiva entre os *sprinklers* e o topo dos *racks* de armazenamento, a inexistência de *sprinklers* no local onde o fogo teve início e a inexistência de compartimentação no armazém. O fecho do sistema de *sprinklers* e a reposição da energia elétrica sem a correta a avaliação dos estragos provocados pelo incêndio nos sistemas elétricos potenciou o desenvolvimento do incêndio.
- Em Chicago, mais de 200 bombeiros combateram as chamas num armazém com uma altura de cerca de 8 andares que envolvia um quarteirão interior. Um armazém contíguo com líquidos inflamáveis foi protegido para que o incêndio não chegasse a essas mesmas instalações. Pequenos negócios e moradias vizinhas foram pulverizados com milhares de litros de água por minuto para evitar que o incêndio propagasse. O armazém destruído continha mercadorias secas, materiais de embalagem e cartão. Todo este material ardeu em segundos. As ruínas do edifício arderam durante dias.
- Num armazém de colchões com cerca de 9 m de altura em Kansas, a causa do incêndio foi a colocação de colchões perto de uma lâmpada de mercúrio. Quando se deu o incêndio, o sistema automático de deteção de incêndio entrou em funcionamento

e acionou o sistema de *sprinklers*. Os bombeiros demoraram cerca de uma hora para apagar o incêndio que provocou danos de 605 mil USD.

- Um armazém com cerca de 9 metros de altura com uma área de 85 mil metros quadrados na Georgia originou perdas de 9 milhões de USD. Um foco de incêndio com origem indeterminada começou num corredor de acesso a um tanque de químicos e desenvolveu-se rapidamente. Extintores portáteis foram utilizados para combate ao incêndio, mas foram ineficazes para atenuar o foco de incêndio. Os oxidantes que se encontravam nos racks armazenados a uma altura superior à permitida por lei contribuíram para o desenvolvimento do incêndio. Não existia *sprinklers* entre os *racks* onde se encontravam armazenados os oxidantes. Os *sprinklers* foram concebidos para descarregar água por área de operação, com uma densidade inferior às recomendadas pela NFPA para armazenamento de oxidantes. A inexistência de barreiras verticais não combustíveis entre os oxidantes e os materiais combustíveis permitiu que o fogo se propagasse com mais rapidez.
- Em janeiro de 1996 um armazém localizado em New Jersey teve um prejuízo de 8,4 milhões de USD devido a um incêndio. O sistema de *sprinklers* encontrava-se danificado devido ao colapso da cobertura provocado pelo peso da neve. A cobertura do armazém de cerca de 225 mil metros quadrados estava a ser reparada quando se deu o incêndio. Uma parede de betão que dividia o edifício colapsou durante o incêndio, o que contribuiu em grande escala para a perda do edifício.
- Num armazém de 200 mil metros quadrados no Nebraska o calor radiante proveniente de um aquecedor a gás provocou a ignição de caixas de madeira que estavam recobertas com cartão. O edifício não continha um sistema automático de deteção. O prejuízo rondou os 10 milhões de USD.
- Um incêndio no terceiro andar de um armazém de papel em Illinois resultou num prejuízo avaliado em 50 milhões de USD.
- Um armazém pertencente a uma empresa de distribuição de correspondência em Indiana teve um prejuízo de 10 milhões de USD, com um incêndio que teve início num compartimento de provimento. O sistema de deteção de incêndio encontrava-se desligado há já alguns anos e os *sprinklers* não conseguiram controlar o incêndio.

Com maior detalhe que os casos anteriores são analisados dois casos de incêndio ocorridos nos EUA num armazém de produtos têxteis e num armazém de tintas (*U.S. FireAdministration/Technical Report Series - USFA-TR-003/March 1987/USFA-TR-009/May 1987 Homeland Security*)

Armazém de produtos têxteis

Em 12 de Março de 1987, um grande incêndio destruiu dois enormes armazéns em Detroit, provocando a morte de dois bombeiros. Este incêndio resultou de dois incidentes separados por quase três horas de intervalo. O incêndio envolveu dois armazéns adjacentes. A propriedade tinha sido abandonada em 1982 e era no momento propriedade do Estado, devido a dívidas de impostos. Os responsáveis municipais tinham agendado para breve a demolição do edifício.

O armazém a norte encontrava-se abandonado, enquanto o armazém sul estava ocupado por uma empresa de distribuição de produtos de papel. Os dois complexos (Fig. 2.1) encontravam-se separados por uma rua, com aproximadamente 6 metros de largura que conduzia a um grande espaço ajardinado. Essa rua era o único acesso a um espaço ajardinado, os outros lados estavam obstruídos por edifícios, caminhos-de-ferro e paredes de suporte.

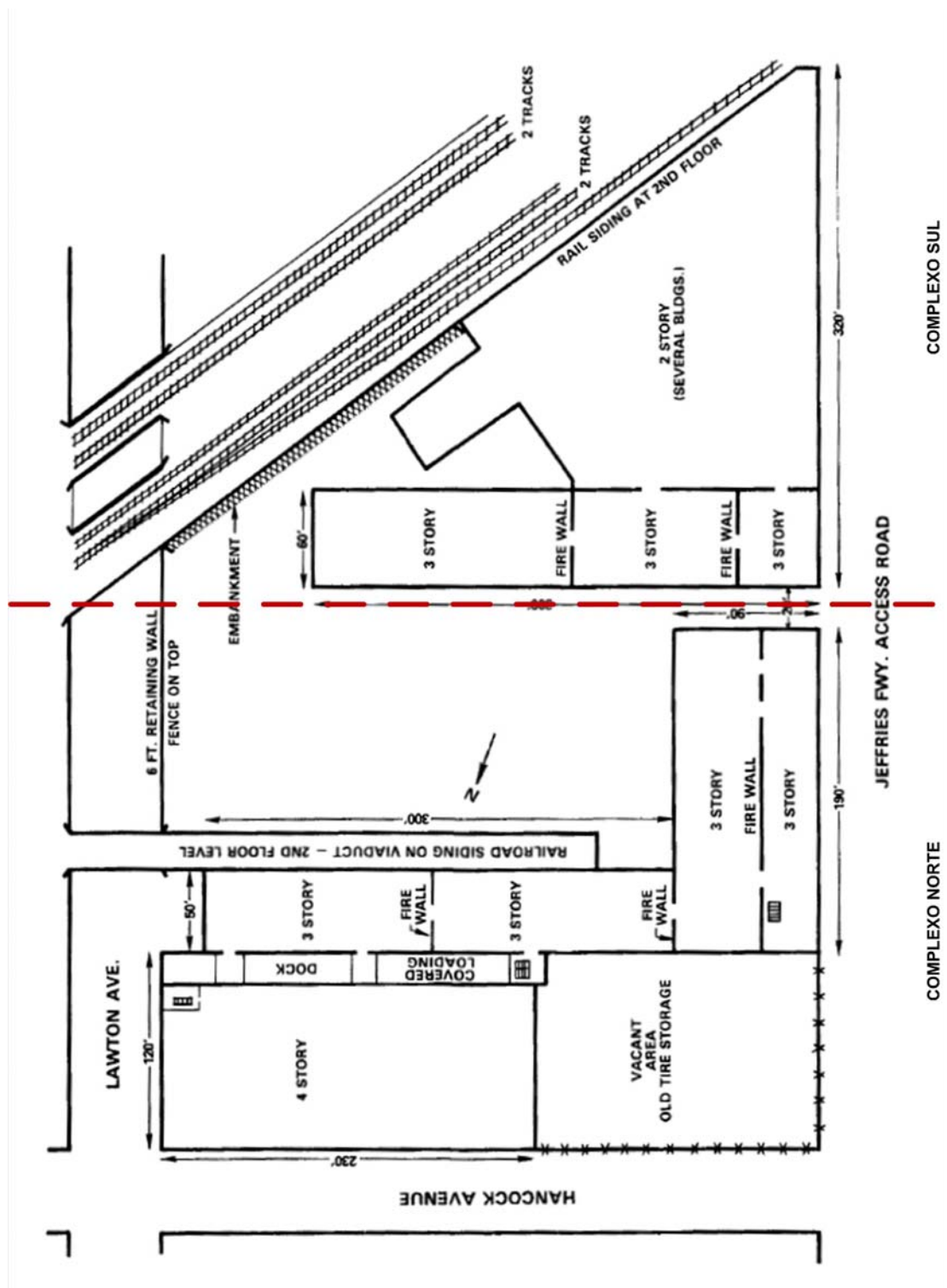


Fig. 2.1 – Envolvente/organização do complexo de norte e sul do Armazém em Detroit –
(Fonte USFA-TR-003/March 1987)

O complexo Norte consistia num armazém de três pisos com formato em L com uma cave, ligado a um armazém de quatro pisos. O armazém de três pisos era construído em madeira maciça com numerosas aberturas verticais destinadas à movimentação de monta-cargas, transportadores e escadas. A secção frontal do edifício media cerca de 58 m por 27 m, separada a meio por uma parede resistente ao fogo. A secção a Este, com cerca de 91 m por 15 m, tinha uma parede resistente ao fogo. A maior parte das portas resistentes ao fogo não existiam ou estavam danificadas, contribuindo assim para a ausência de compartimentação corta-fogo vertical e horizontal. O armazém de quatro pisos tinha 70 m por 30 m e era em betão.

Os edifícios encontravam-se separados por uma zona de expedição coberta, com aproximadamente 6 m de largura e estavam ligados por 3 pontes. Os dois edifícios estavam protegidos contra ao fogo por *sprinklers*, mas o sistema encontrava-se inoperacional e parcialmente desmontado, incluindo a remoção das cabeças de *sprinklers* e da cisterna de incêndio.

O armazém de três pisos tinha sido ocupado no passado por uma empresa distribuidora de panos de limpeza, que acabou por falir, mas que o deixou edifício repleto daquele material. O material armazenado era sobretudo fardos de trapos e pilhas de roupas. Os fardos tinham cerca de 1,5 m de diâmetro e estavam armazenados até 2,5 metros de altura, embrulhados em sacos de serapilheira.

O armazém de quatro pisos estava também abandonado, mas repleto de trapos usados e outros produtos da mesma natureza dispostos a granel

Os bombeiros locais estavam a par do risco de incêndio e visitaram várias vezes o edifício de modo a se familiarizarem com o mesmo e identificar os riscos potenciais. Durante essas visitas foram tapadas as aberturas entre pisos. Pelo menos um incêndio já tinha ocorrido no passado nesse local e os bombeiros antecipavam assim a possibilidade de ocorrência de outro incêndio.

O incêndio foi reportado na no armazém norte (abandonado) às 15:06 do dia 12 de março de 1987. A 1ª companhia de bombeiros a chegar forçou a entrada no edifício pelas portas da frente e deslocou-se ao último piso. Até esta altura os focos de incêndio não mostravam ser ameaçadores e o seu combate parecia fácil. No entanto,



Fig. 2.2 - Incêndio no complexo de Armazéns
(Fonte USFA-TR-003/March 1987)

repentinamente as condições no 3º piso mudaram bruscamente. Uma frente de chamas e de fumo espesso forçou as equipas internas a abandonar as suas posições e retirar-se pelas escadas (Fig. 2.3 à Fig.2.5). Um dos bombeiros que se encontrava no local das operações referiu ter visto nas secções adjacentes uma massa de chamas a aproximar-se rapidamente. Informações adicionais assinalaram que um fogo, no piso inferior, atingiu o estado de *flashover* e rapidamente tomou por completo o terceiro piso.

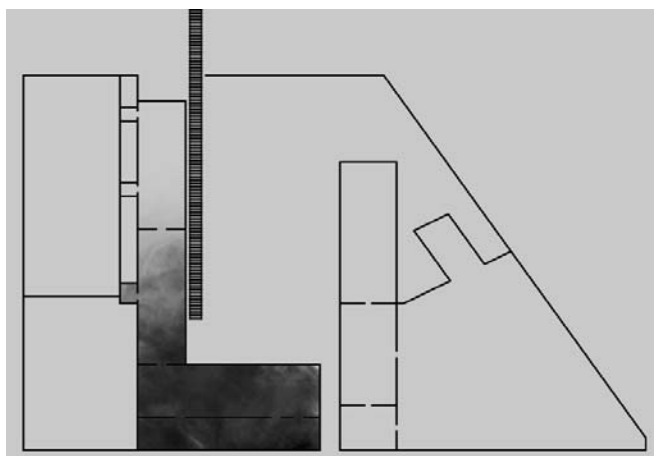


Fig. 2.3 – Início e desenvolvimento do incêndio e propagação do fumo no complexo norte (t1)

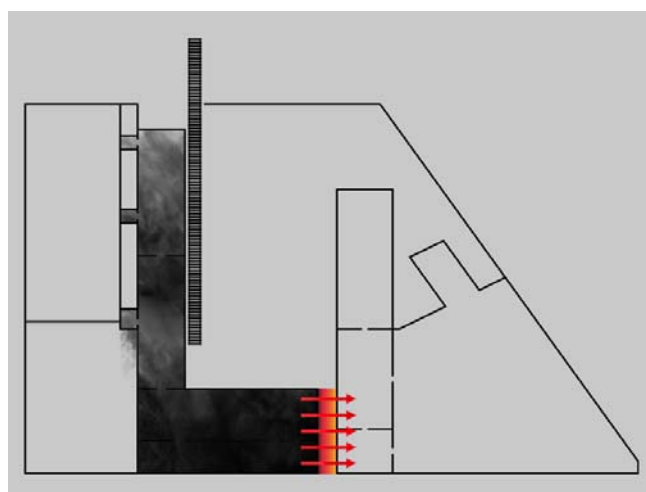


Fig. 2.4 – Propagação do incêndio e fumo do complexo norte para o complexo sul (t2)

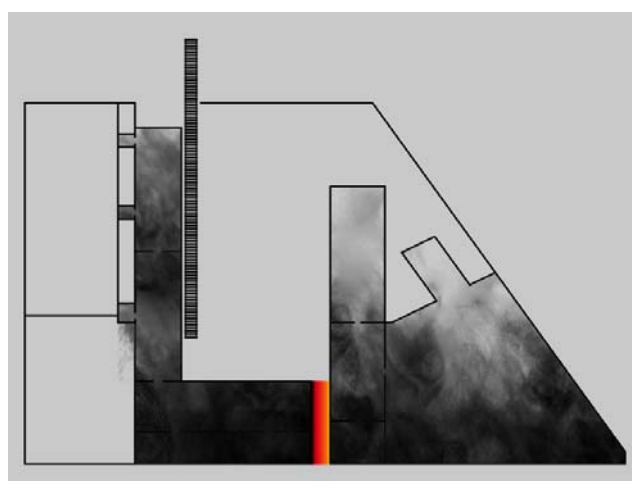


Fig. 2.5 – Propagação do incêndio e fumo em todo o complexo (t3)



Fig 2.6- Intervenção dos Bombeiros no Armazém em chamas
(Fonte USFA-TR-003/March 1987)



Fig 2.7 – Armazém em chamas
(Fonte USFA-TR-003/March 1987)

À medida que as chamas se propagavam ao armazém com trapos, o armazém com papel foi rapidamente atingido. As partes do armazém que estavam fora do alcance das chamas estiveram no entanto sobre elevada exposição do calor radiante.

Embora este incêndio tenha sido há mais de 20 anos, importa analisar as conclusões sobre o que poderá ter provocado este grande incêndio:

1. Ambos os edifícios continham mercadorias altamente inflamáveis. A forma e características dos edifícios criaram condições para um crescimento rápido do fogo, principalmente no edifício onde o incêndio começou e onde o sistema automático de extinção de incêndio e as portas corta-fogos encontravam-se inoperacionais.
2. As mercadorias existentes, para além de serem altamente inflamáveis, obstruíam o acesso aos diversos compartimentos, o que dificultou a intervenção dos bombeiros e a sua fuga aquando do *flashover*.
3. As mercadorias não se encontrava devidamente armazenadas o que potenciou o rápido desenvolvimento do incêndio a todo o edifício.

Armazém de tintas

O armazém de tintas da Sherwin – Williams (Fig. 2.8) em Ohio, Dayton era um grande edifício de apenas um piso que possuía também um edifício administrativo adjacente ao armazém. Uma área adjacente coberta era utilizada para o armazenamento de tambores. Os caminhões, alguns carregados, estavam localizados nos cais de carga e descarga e outros no interior das instalações. As paredes exteriores do edifício principal eram de betão e foram construídas pelo método *tilt-up*². O edifício possuía também uma parede de betão resistente ao fogo construída pelo mesmo método, dividindo o armazém em duas áreas. A cobertura era suportada por vigas de aço e colunas não protegidas. O edifício tinha sido



Fig. 2.8-Armazém de tintas da Sherwin – Williams

Fonte- <http://interactives.wdtn.com/photomojo/gallery/2910/58407/25th-anniversary-sherwin-williams-fire/25th-anniversary-sherwin-williams-fire>

construído em 1977 e ocupava uma área de cerca de 190 mil m² com paredes com cerca de 10 metros de

altura. O edifício possuía um sistema de *sprinklers* e um grupo hidropressor.

No armazém existia mais de 1,5 milhões de galões de tintas e outros líquidos inflamáveis, armazenados principalmente em pequenos recipientes de 5 galões (cerca de 19 litros) de capacidade. Havia também em armazém um número significativo de latas de aerossóis. Os tambores eram armazenados no exterior na área coberta. O armazém armazenava os materiais em *rack*, até quatro níveis de altura em paletes. Na altura do incêndio o armazém tinha cerca de 30 trabalhadores

² A construção Tilt-up consiste em executar as paredes na horizontal, erguendo-as depois de prontas

A companhia de Bombeiros de Ohio, em Dayton, evitou um duplo desastre, ao não combater um incêndio massivo num armazém de tintas. O fogo teve origem no dia 27 de Maio de 1987, e destruiu completamente o armazém de tintas pertencente à empresa Sherwin – Williams (Fig. 2.9). O prejuízo foi de 32 milhões de dólares, mas apenas um funcionário e um bombeiro ficaram feridos. O armazém continha cerca de 1.5 milhões de galões de tinta e outros produtos, e estava situado sobre um aquífero que abastecia um terço de uma área de 400 mil pessoas.

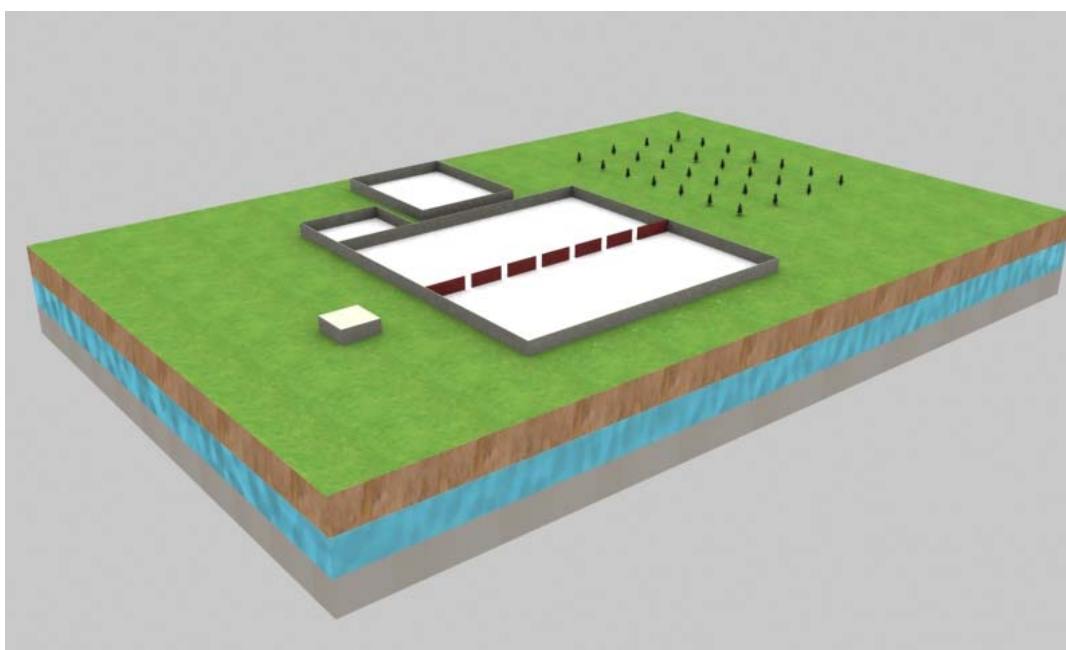


Fig. 2.9 – Armazém de Tintas Sherwin – Williams sob o aquífero (Fonte: Autor)

Os derrames químicos e água utilizada para o combate ao incêndio podia contaminar o aquífero e causar uma perda ainda mais elevada do que o próprio incêndio, tal como ocorreu na Suíça depois do acidente ocorrido no armazém de químicos na Sandoz que contaminou o rio Reno.

As propriedades localizadas fora do complexo não sofreram com o incêndio

O incêndio (Fig. 2.10 à 2.12) começou provavelmente devido a uma faísca que teve origem no motor do empilhador, durante a noite do dia 27 de Maio de 1987, quando um trabalhador que manobrava um empilhador acidentalmente derrubou e derramou várias latas de líquido inflamável na zona Este do armazém. Os trabalhadores presentes executaram as ações de primeira intervenção, mas rapidamente perceberam que não



Fig. 2.10- Incêndio armazém de tintas da
Sherwin – Williams

Fonte- <http://interactives.wdtn.com/photomojo/gallery/2910/58407/25th-anniversary-sherwin-williams-fire/25th-anniversary-sherwin-williams-fire>

conseguiriam mitigar o incêndio e promoveram a evacuação. Quando as primeiras unidades dos bombeiros chegaram ao local, o fogo já estava na cobertura, e a zona Este do armazém já estava também envolvida pelo fogo. As latas de aerossóis caíam sobre os ocupantes e eram arremessadas para longas distâncias. A principal preocupação era proteger o armazém de tambores, os escritórios e outros edifícios expostos. O fogo propagou-se rapidamente, mesmo com a existência da parede resistente ao fogo, para a outra área do armazém. O fogo destruiu por



Fig. 2.11- Incêndio armazém de tintas da
Sherwin – Williams

Fonte- <http://interactives.wdtn.com/photomojo/gallery/2910/58407/25th-anniversary-sherwin-williams-fire/25th-anniversary-sherwin-williams-fire>

completo o armazém e 17 camiões que se encontravam no cais de carga e descarga. Os escritórios e os tambores armazenados no exterior foram os únicos que não foram afetados pelo incêndio. O prejuízo causado foi de 32 milhões de USD e provocou ferimentos num funcionário e num bombeiro. Os bombeiros evitaram um duplo acidente ao não combater de forma massiva o incêndio, evitando que o



Fig. 2.12- Incêndio armazém de tintas da
Sherwin – Williams

Fonte- <http://interactives.wdtn.com/photomojo/gallery/2910/58407/25th-anniversary-sherwin-williams-fire/25th-anniversary-sherwin-williams-fire>

derrame dos químicos e água utilizada para combate ao incêndio pudesse contaminar o aquífero.

O relatório ao incêndio revelou que o sistema de *sprinklers* e a parede corta fogo falharam. Aparentemente os *sprinklers* foram rapidamente vencidos pelo incêndio e não forneceram a densidade de água necessária. Para isso terá contribuído o sistema de ventilação ao não permitir que os restantes *sprinklers* detectassem o calor proveniente do incêndio ainda na fase incipiente.

As conclusões a este incêndio revelaram que:

1. O sistema automático de extinção por água (*sprinklers*) falhou. Aparentemente os *sprinklers* foram rapidamente “vencidos” pelo incêndio não fornecendo a necessária densidade de água para o combate ao incêndio. Esta situação pode ter acontecido devido ao funcionamento do sistema de ventilação que não permitia que o calor subisse e chegasse aos *sprinklers*.

2. A parede corta-fogo não suportou o rápido crescimento do incêndio e a intensa exposição ao mesmo, tendo sido criado um buraco na parede. Uma das portas corta-fogo não fechou o que facilitou a propagação do incêndio.
3. O derrame de líquidos inflamáveis provocados pelo despiste do empilhador e a faísca por este produzida, veio demonstrar que deverá ser equacionado a utilização de equipamento que não produza faíscas em locais de armazenamento de material inflamável.
4. O armazenamento dos líquidos inflamáveis não estavam corretamente armazenados, não cumprindo com as regras de segurança para este tipo de armazenamento e material.

A tabela 2.1 refere os mais representativos incêndios ocorridos em armazéns a nível mundial, durante 10 anos, no período de 1977 – 1987, em que as perdas mínimas foram de 20 milhões de USD.

Tabela 2.1 – Incêndios mais representativos ocorridos em armazéns no período de 1977 a 1987 (Fonte: Zalosh 2003)

Ano	Instalação	Localização	Tipo de mercadoria	Altura edifício (m)	Armazenamento		Factores favoráveis ao incêndio
					Altura (m)	Configuração	
1977	Ford Motor	Colónia, Alemanha	Acessórios de automóvel	9,2	5,2 – 6,1	Cestos em estantes	Armazenamento lateral, plásticos, óleo automóvel
1978	Montgomery Ward	Bensonville, EUA	Mercadorias gerais	nd	nd	nd	Armazenamento lateral
1979	Supermarket General	Edison, EUA	Mercadorias gerais	nd	6,1	Estantes	Aerossóis

Ano	Instalação	Localização	Tipo de mercadoria	Altura edifício (m)	Armazenamento		Factores favoráveis ao incêndio
					Altura (m)	Configuração	
1981	K Mart	Falls Township, EUA	Mercadorias gerais	9,2	4,6	Paletes em estantes	Aerossóis; ineficiente compartimentação corta-fogo
1984	Hanworth	Londres, Inglaterra	Equipamento informático	nd	nd	Estantes	Ausência de <i>sprinklers</i>
1984	Cricklewood Trading	Londres, Inglaterra	Mercadorias gerais	7,6 – 15,3 ³	6,1 – 9,2	nd	Protecção parcial com <i>sprinklers</i> , manteiga de cacau
1983	Multi-Occupancy	Bradford, Inglaterra	Mercadorias gerais	4 pisos	nd	Estantes	Ausência de <i>sprinklers</i> ; cilindros de GPL
1983	British Army	Donnington, Inglaterra	Abastecimentos da armada	10,1	9,2	Estantes	Ausência de <i>sprinklers</i> , exaustores de fumo na cobertura
1985	MTM (Mitsui)	Elizabeth, EUA	Aerossóis, mercadorias gerais	7,3	5,2	Estantes	Aerossóis; ineficiente compartimentação corta-fogo
1986	Sandoz	Basileia, Suíça	Químicos	7,9 – 12,2	4,6 – 6,1	Cilindros em paletes	Ausência de <i>sprinklers</i> ; líquidos inflamáveis
1987	Service Merchandise	Garland, EUA	Mercadorias gerais	7,6	7,3	Estantes	Detecção atrasada; armazenamento em pilhas de elevada altura
1987	Sherwin-Williams	Dayton, EUA	Tintas e solventes	9,2	4,3 – 4,9	Paletes em estantes	Líquidos inflamáveis, aerossóis

nd – Dados não disponíveis.

Um dos aspectos a reter na análise desta tabela prende-se com o facto de para alturas de armazenamento entre os 4,3 e os 9,2 metros, consideradas altas, os *sprinklers* não terem sido adequados na protecção ao incêndio. Nestes acidentes os armazéns ficaram praticamente destruídos.

Tendo por base os casos de incêndio atrás reportados é possível concluir que as causas de incêndio mais comuns em armazéns são:

Chispas procedentes de operações de corte e soldadura ou trabalhos a quentes em geral - sempre que seja possível, tais trabalhos deverão ser realizados no exterior do armazém. Se as operações têm que ser realizadas *in situ*, deverão ser tomadas medidas preventivas e de controlo. Deverá existir uma permissão de fogo para tais situações, devendo estas operações serem rigorosamente controladas.

Chispas procedentes de empilhadores industriais ou outros equipamentos móveis devido ao mau funcionamento ou derrames de combustíveis - para reduzir tais causas deverão ser somente utilizados empilhadores homologados para a área em que trabalham e deverá estabelecer-se um programa de manutenção que deverá incluir revisões das linhas de combustíveis, acumulações de óleos e gorduras, proteções, etc. Se for possível, a carga de baterias dos empilhadores elétricos deverá ser realizado no exterior do armazém. Se tiver que ser no interior do armazém, deve-se manter uma área livre de cerca de 5 m. Os carregadores, e equipamentos elétricos devem ser revistos periodicamente, pelo menos uma vez por mês. As estações de carga das baterias dos empilhadores de gás ou gasóleo deverão estar sempre no exterior do armazém. Os empilhadores deverão estar equipados com um extintor de CO₂ e pó químico e os manobreadores dos mesmos deverão estar treinados nos procedimentos de emergência e salvamento

Pilhas de materiais junto a unidades de calor ou equipamentos elétricos - para reduzir esta possibilidade, deverão ser realizadas revisões periódicas (pelo menos mensalmente) para assegurar que não há materiais junto a possíveis fontes de ignição.

Fumar - a forma mais eficaz de controlar esta frequente causa de incêndio em armazéns é a de criar áreas específicas no armazém em que é permitido fumar, proibindo fumar no mesmo. Deverão ser instalados sinais de proibido de fumar e deve ser instruído todo os colaboradores. Estas proibições deverão ser cumpridas exaustivamente realizando frequentes operações de controlo.

Piromania - é uma causa frequente de incêndio. Os armazéns, pela sua elevada grande carga de combustível e pouca ocupação, são objectivos atrativos para tais delitos. A melhor proteção contra tais riscos é o contínuo controlo de acessos de pessoal e também o controlo dos elementos de proteção automática para garantir o seu bom funcionamento se o incêndio ocorrer.

De acordo com um estudo realizado pela “Factory Mutual” (Swartz 1999), a origem do incêndio nos edifícios de armazéns segue a a distribuição apresentada na Tab. 2.3:

Tabela 2.2 – Causas de incêndios em Armazéns (Swartz 1999)

Causas	Percentagem (%)
Elétricas	23
Fumar	18
Fricção	10
Materiais sobreaquecidos	8
Superfícies quentes	7
Chamas de queimadores	7
Fáscas	45
Ignição espontânea	4
Corte e soldadura	4

2.2.2 Portugal

Em Portugal os dados de incêndios em armazéns são poucos, e quando existem, a informação neles contida é escassa e pouco relevante. Ao contrário de países como os EUA que analisam, estudam e aprendem com os incêndios em instalações industriais e de armazenagem, Portugal não tem por hábito fazer este tipo de análise. Quando muito, existem estudos das companhias de seguro que analisam os cenários suscetíveis de provocar incêndio, mas que também em termos de profundidade de investigação e de tratamento de dados é limitado, apenas traduzindo considerações gerais. Por isso, a inexistência de dados dificulta uma análise aprofundada da origem e consequências diretas e indiretas associadas ao incêndio em armazéns em Portugal.

Os dados da Tabela 2.2 mostram para os anos de 2006 a 2010, o número de focos de incêndio por tipo de edifício.

Estes dados refletem a quantidade de incêndios, mas não o que originou o incêndio, nem o número de focos de incêndios por armazém e indústria. De acordo com estes dados registaram-se em média anualmente 1127 incêndios em meio industrial, incluindo armazéns, o que corresponde a uma média de 3 incêndios por dia ou seja aproximadamente um incêndio cada 8 horas. Conforme atrás referido, nos EUA, dados anteriores a 1990, revelaram que cada 22 horas ocorreu um incêndio em armazém (*cf.* 1.1).

Tabela 2.3 – Número de incêndios urbanos por utilização tipo (Fonte: anuário de ocorrências ANPC).

Número de incêndios urbanos registados pela ANPC					
Tipo de Edifício	2006	2007	2008	2009	2010
Habitação	7000	7300	7200	7200	7439
Estacionamento	65	60	80	60	55
Edifício de Serviços	270	250	167	180	235
Equipamentos escolar	120	130	130	150	161
Equipamento Hospitalar e Lar de idosos	80	95	65	100	88
Edifício de espectáculo, lazer e culto religioso	70	80	65	75	69
Hotelaria e similares	450	490	470	430	448
Edifício comercial	430	350	300	290	290
Edifício cultural	20	25	20	30	23
Industria, oficina e Armazém	1000	1230	1100	1100	1237
Total	9505	10010	9597	9615	10045

De acordo com o anuário de ocorrências da Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC) em 2010 registaram-se 1237 incêndios em indústrias e similares. O padrão de distribuição de incêndios por distrito segue tendência dos valores registados em anos anteriores, sendo os distritos do Porto e Lisboa os que registam maior número de casos. Verifica-se ainda na distribuição que os meses de julho e agosto apresentam um número de registos superior à

média mensal, o que deverá ser atribuído às elevadas temperaturas e menor humidade do ar e à maior intensidade da radiação solar

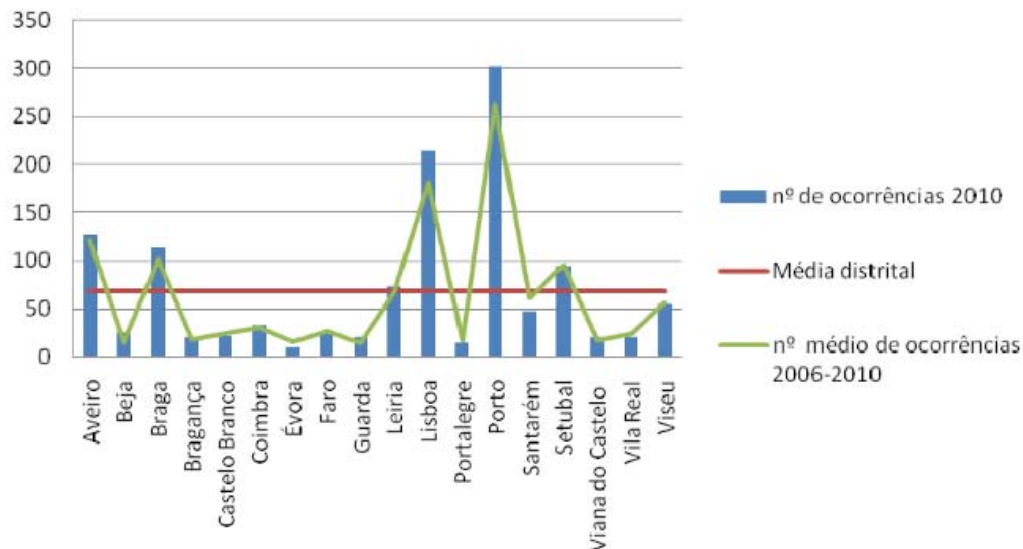


Fig. 2.13- Distribuição global de incêndios em indústria, oficina e armazém (Fonte: anuário de ocorrências 2010 – ANPC).

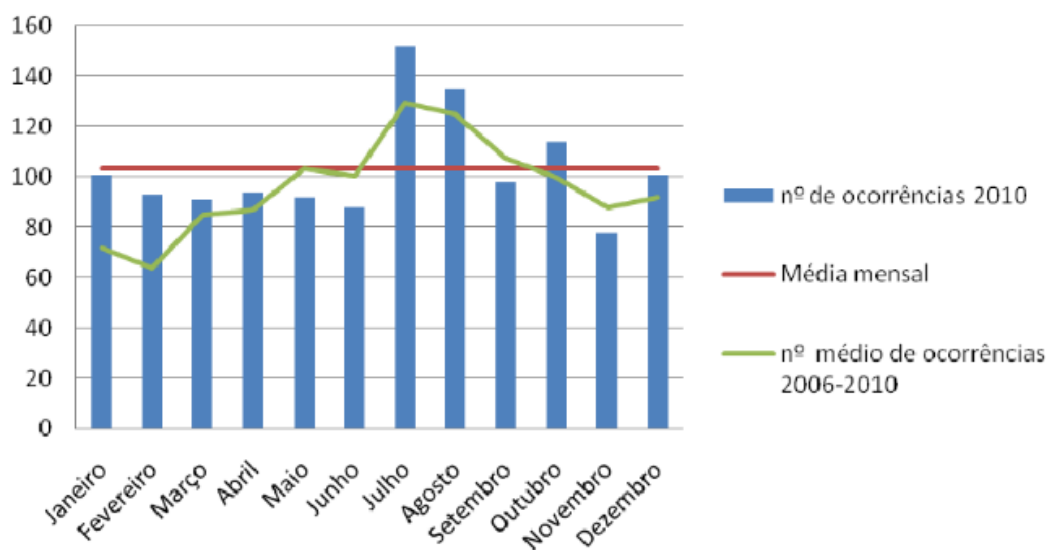


Fig. 2.14- Distribuição mensal de incêndios em indústria, oficina e armazém (Fonte: anuário de ocorrências 2010 – ANPC).

3. LEGISLAÇÃO NACIONAL SOBRE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM ARMAZÉNS

O presente capítulo pretende descrever a evolução da regulamentação portuguesa no que concerne à Segurança Contra Incêndio em Edifícios, mais especificamente, nos edifícios destinados a armazenagem e para as diferentes características dos materiais armazenados.

O objectivo deste capítulo é perceber se as condições de armazenagem dos diferentes materiais são alvo de atenção por parte da regulamentação portuguesa.

3.1. Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais - Portaria n.º 53/71

A primeira abordagem da legislação portuguesa à segurança de armazenamento de materiais em instalações industriais remonta ao ano de 1971 pela Portaria n.º 53/71 de 3 de fevereiro. Esta regulamentação que se encontra parcialmente revogada pelo Decreto n.º 367270 aborda na secção VI “ Prevenção dos Incêndios e Protecção contra o Fogo”, a armazenagem de materiais, nomeadamente líquidos inflamáveis, gases comprimidos, sólidos inflamáveis materiais inflamáveis utilizados em embalagem. O referido documento no seu artigo 33º menciona o seguinte para a armazenagem de **líquidos inflamáveis**:

- Em quantidades que não excedam os 20 L, os líquidos inflamáveis com o ponto de inflamação inferior a 21°C podem ser depositados nos locais de trabalho;
- Em quantidades limitadas acima de 20 L, os líquidos inflamáveis com ponto de inflamação inferior a 21° C podem ser depositados em recipientes fechados, em locais de construção resistentes ao fogo situados acima do solo e isolados do resto do edifício por paredes incombustíveis e portas corta-fogo de fecho automático;
- Quando em grandes quantidades, os líquidos inflamáveis com ponto de inflamação inferior a 21°C devem ser depositados em edifício isolados, de construção resistente ao

fogo, ou em reservatórios, de preferência subterrâneos a uma distância de outros edifícios ou instalações a determinar pela entidade competente.

No artigo 34^a refere o seguinte para os **gases comprimidos**:

- As garrafas contendo gases comprimidos não devem ser depositadas ao ar livre, a menos que estejam protegidas contra as variações excessivas de temperatura, raios solares directos ou humidade persistente.
- Quando as garrafas estejam depositadas no interior dos edifícios, os espaços reservados a depósito deve ser isolados por divisórias resistentes ao fogo e ao calor.

No artigo 35^o refere o seguinte para os **sólidos inflamáveis**:

- A armazenagem de matérias sólidas inflamáveis deve ser feita de acordo com os regulamentos especiais aprovados por entidade competente.

No artigo 36^a refere o seguinte para as matérias inflamáveis **utilizados em embalagem**:

- Quando em grandes quantidades, as aparas de madeira, a palha e todos os materiais inflamáveis utilizados em embalagens devem ser armazenados em edifícios isolados ou em compartimentos incombustíveis ou revestidos de metal, com portas igualmente revestidas por metal;
- Quando em pequenas quantidades, estes materiais devem ser depositados em caixas metálicas ou revestidas de metal, munidas de coberturas de fecho automático.

3.2. Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio - Decreto-lei n.º 220/2008

A Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE) é um tema cuja complexidade exigia há muito tempo que toda a regulamentação dispersa fosse agrupada num só documento. Esse problema foi resolvido com a publicação do Decreto-Lei nº220/2008, de 12 de novembro, e respectiva Portaria nº 1532/2008, de 29 de dezembro, que estabelecem o Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE) e o Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE).

Casos como o das instalações industriais, **dos armazéns**, dos lares de idosos, dos museus, das bibliotecas, dos arquivos e dos locais de culto **não eram abrangidos pelos diversos decretos-lei, decretos regulamentares e portarias existentes**. A regulamentação encontrava-se não só incompleta, mas também heterogénea do ponto de vista jurídico e técnico, por vezes até incoerente e de interpretação problemática, repetitiva e demasiado volumoso facto que complicava bastante o seu manuseamento.

Com a publicação do DL 220/2008, reuniu-se num só documento as premissas de Segurança Contra Incêndio de Edifícios e Recintos. De forma a facilitar a identificação dos edifícios e recintos, este regulamento identificou **12 Utilizações tipo**:

Tipo I – Habitacionais;

Tipo II – Estacionamentos;

Tipo III – Administrativos;

Tipo IV – Escolares;

Tipo V – Hospitalares e Lares de Idosos;

Tipo VI – Espectáculos e Reuniões Públicas;

Tipo VII – Hoteleiros e Restauração;

Tipo VIII – Comerciais;

Tipo IX – Desportivos e Lazer;

Tipo X – Museus e Galerias de arte;

Tipo XI – Bibliotecas e Arquivos;

Tipo XII – Industriais, Oficinas e Armazéns.

Este regulamento, no seu capítulo II, descreve uma Utilização Tipo XII «**Industriais, Oficinas e Armazéns**»:

- Corresponde a edifícios, partes de edifícios ou recintos ao ar livre, não recebendo habitualmente público, destinados ao exercício de actividades industriais ou ao armazenamento de materiais, substâncias, produtos ou equipamentos, oficinas de reparação e todos os serviços auxiliares ou complementares destas actividades.

3.2.1. Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio - Portaria n.º 1532/2008

O regulamento técnico reuniu as condições de segurança contra incêndio gerais e as condições específicas para cada Utilização Tipo, dando cumprimento ao estipulado pelo Regime Jurídico.

Relativamente às condições de armazenagem de materiais, esta portaria apenas aborda a altura máxima de recipientes de gás, descrevendo que

- A altura máxima de qualquer pilha de recipientes de gás para armazenagem deve ser de 1,6 m no caso de recipientes não paletizados correspondendo a cinco recipientes de 12 dm³ cada, três de 26 dm³ cada ou um de 112 dm³;
- A altura máxima deve ser a correspondente a quatro grades sobrepostas, no caso de recipientes paletizados.

O regulamento descreve ainda que a armazenagem dos recipientes só é permitido com estes na vertical, com a válvula de manobra para cima e permanentemente acessível, independentemente da localização do recipiente no empilhamento.

3.3. Considerações

Embora haja uma preocupação crescente com a segurança contra incêndio em Portugal, é notório que relativamente às condições de armazenagem dos materiais, a regulamentação portuguesa não aborda esta temática com profundidade desejada, não existindo regras específicas sobre armazenagem para que os responsáveis das organizações possam seguir.

A inexistência de referências específicas, em segurança contra incêndios, em edifícios de armazenagem na legislação portuguesa, nomeadamente no que se refere a alturas máximas de armazenagem, características dos meios de segurança contra incêndio a instalar, separação por tipo e características de mercadorias, entre outros, “obriga” a que os projectista de segurança contra incêndio se baseiem em normas internacionais (NFPA –EUA, ITC – MIE – Espanha), sobre esta temática.

Contudo, as normas internacionais apenas são seguidas quando por obrigatoriedade das companhias de seguro ou pelo interesse do Dono de Obra em segurança contra incêndio, uma vez que nada obriga em território nacional seguir as condições específicas apresentadas pelas referidas normas.

4. CLASSIFICAÇÃO DAS MERCADORIAS

O desenvolvimento e severidade de um incêndio dependem fundamentalmente de dois factores:

- A quantidade de combustível presente e a probabilidade de propagação. Desta forma, o desenvolvimento de um incêndio será rápido e mais severo numa zona de armazenamento que numa zona de fabrico.
- O comportamento e a reacção desse produto num incêndio. Quanto maior for o calor libertado maior a severidade e do incêndio.

Para que se possa armazenar adequadamente as mercadorias é necessário que estas sejam classificadas de modo a determinar o tipo de protecção requerida, sobretudo quando se trata de zonas de armazenamento.

Segundo o Manual de Protecção Contra Incêndios da MAPFRE, a classificação das mercadorias faz-se segundo o calor libertado por unidade de tempo (kW) e resulta do produto do calor da combustão (kJ/Kg) pela velocidade de combustão (kg/s).

4.1. Segundo o ADR

No caso de mercadorias perigosas o Regulamento do Transporte de Mercadorias Perigosas por Estrada (designado por ADR – Agreement Dangerous Road) estabelece 9 classes para as mercadorias, com base no perigo que lhe está associado:

- Classe 1 - Matérias e objectos explosivos
- Classe 2 – Gases
- Classe 3 - Matérias líquidas inflamáveis
- Classe 4.1 - Matérias sólidas inflamáveis
- Classe 4.2 - Matérias sujeitas a inflamação espontânea
- Classe 4.3 - Matéria que, em contacto com a água, liberta gases inflamáveis

- Classe 5.1 - Matérias comburentes
- Classe 5.2 - Peróxidos orgânicos
- Classe 6.1 - Matérias tóxicas
- Classe 7 - Matérias radioativas
- Classe 8 - Matérias corrosivas
- Classe 9 - Matérias perigosas diversas.

No Anexo A do ADR para além da classificação das mercadorias, são descritas várias prescrições, das quais merece atenção para efeito de armazenamento e manuseamento.

- Parte 2 - Classificação;
- Parte 4 - Disposições relativas à utilização das embalagens;
- Parte 5 - Procedimentos de expedição;
- Parte 7 - Disposições relativas às condições de transporte, carga, descarga e manuseamento.

Segundo este regulamento, a classificação da mercadoria resulta na sua identificação pelo nome e pelo número ONU. A seção 2.2x1 do ADR estabelece critérios para a atribuição de riscos secundários às mercadorias perigosas. Este regulamento estipula obrigações diferenciadas ao expeditor, transportador e destinatário. O ADR é atualmente aplicável em 47 países, onde se incluem todos os da União Europeia.

4.2. Segundo a NFPA 230

Segundo a norma americana NFPA 230 – *Standard for the Fire Protection Storage*, a classificação das mercadorias, vai da Classe I à Classe IV, mas se a percentagem de plásticos superarem os indicados na Classe IV, o produto será classificado como plástico para efeitos de proteção contra incêndios.

4.2.1. Classes das mercadorias

Quando as mercadorias têm uma percentagem de plásticos que superem o estipulado para a classe IV, estas são classificadas como Plásticos, Elastómeros e Borracha, subdividindo-se em Grupo de Plásticos A, B e C.

Classe I

Esta classe é definida por produtos não combustíveis que possuem um dos três seguintes critérios:

- Colocados diretamente em paletes de madeira,
- Colocados numa única camada de cartão ondulado, com ou sem divisórias de papelão, com ou sem paletes,
- Devidamente embalados ou embalados em papel como uma carga unitária, com ou sem paletes.

Estes produtos podem conter pequenas quantidades de elementos de plástico, como puxadores e enfeites. Como exemplos destes materiais classificados nesta classe, estão:

- **Produtos metálicos:** motores elétricos, latas vazias, mesas e armários metálicos, componentes metálicos;
- **Produtos de vidro:** espelhos, garrafas de vidro vazias ou cheias de líquidos incombustíveis
- **Alimentos:** frutas ou verduras cortados em recipientes de 20 L, ou menores, alimentos congelados, carnes, cerveja de vinho (até 20 % de álcool) em contentores de metal, vidro ou cerâmica em caixas de cartão normal, frutas ou verduras frescas em contentores distintos de plástico, produtos líquidos incombustíveis em contentores de cartão ou papel com impregnação de cera ou plástico.
- **Outros:** Líquidos incombustíveis em contentores de plástico de 20 L ou menores, produtos minerais, pigmentos inertes, cabos de isolamento.

Classe II

Consideram-se classe II os produtos não combustíveis que estão em caixas de madeira ripadas, em caixas sólidas de madeira, em caixas de cartão de múltiplas camadas ou em material combustível equivalente, com ou sem paletes.

Exemplos de mercadorias da classe II são: produtos da classe 1 em caixas de cartão colocadas em caixas de cartão normal, agendas, cerveja e vinho em contentores de madeira, produtos combustíveis normais em pó (açúcar, farinha) em sacos de papel em paletes.

Classe III

Consideram-se classe III, os produtos de madeira, papel ou fibras naturais, ou do plástico do Grupo C –com ou sem cartão, caixas, ou grades com ou sem paletes.

Nesta classe podem também ser incluídos, uma quantidade limitada de plásticos do Grupo A ou Grupo B. (5% do peso e volume).

Exemplos de mercadorias da **classe III** são:

- **Produtos de papel:** livros, revistas, jornais, produtos de celulose em em caixas de cartão, recipientes de papel para alimentos com recobrimento em plástico,
- **Produtos de couro:** sapatos, malas, casacos de couro,
- **Produtos de madeira:** portas, persiana, móveis de madeira, armários em madeira,
- **Produtos têxteis:** tecidos e produtos têxteis em fibra natural, colchões sem plástico expandido, algodão absorvente em cartão, fios de fibra natural e fios de fibra viscosa 8 100 % em base celulosa), móveis estofados e revestimentos de fibras naturais, móveis de madeira ou metal estofados com braços de plástico.
- **Outros:** Produtos de tabaco em cartão, cereais e produtos alimentarem combustíveis, produtos de plástico em contentores metálicos de cinco lados abertos na parte superior, etc.

Classe IV

Definem-se como produtos da classe IV, com ou sem paletes, aqueles que cumprem um dos seguintes critérios:

- Parcialmente ou totalmente construído por plástico Grupo B,
- Pertencem aos Plásticos do Grupo A,
- Contem nas suas características ou na sua embalagem uma considerável quantidade de plásticos do Grupo A (5% a 15 % do peso ou 5% a 25 % do volume).

Para determinar as percentagens deverá considerar-se o peso e o volume de uma paleta de carga que inclua a própria paleta. Não se deverá nunca considerar estas percentagens para aplicar ao conjunto o armazém com a finalidade de determinar a classificação geral do mesmo.

Estas percentagens aplicam-se apenas quando os produtos estão em cartões ou caixas de madeira. Não se devem aplicar quando os produtos estão armazenados em caixas de plástico. Qualquer produto sólido (incluindo os incombustíveis) que estão armazenados em caixas de plástico deverão ser protegidos como se tratasse de material plástico, a menos que um laboratório reconhecido tenha efectuado testes que o classifique de outro risco.

A Tabela 4.1 resume a classificação das mercadorias segundo a NFPA 230:

Tabela 4.1 – Resumo classificação mercadorias (Fonte: NFPA 230).

Classe	Produto	Empacotamento	Percentagem de plástico no empacotamento
I	Essencialmente não combustível	<ul style="list-style-type: none"> • Caixa de cartão simples com ou sem divisórias interiores, colocadas (ou não) em paletes combustíveis; • Simples embrulho de papel colocado ou não em paletes; • Directamente colocados em paletes de madeira. 	Negligenciável (por exemplo, botões ou pegas)
II	Essencialmente não combustível, da Classe I	<ul style="list-style-type: none"> • Caixas sólidas em madeira ou em cartão de múltiplas espessuras, colocadas ou não, em paletes; • Em material combustível equivalente ao da mercadoria, colocado ou não em paletes. 	Negligenciável
III	Trabalhado em madeira, papel, fibras naturais ou plásticos do Grupo C	<ul style="list-style-type: none"> • Caixas de madeira colocadas ou não em paletes. 	Pode conter uma quantidade limitada de plásticos, dos grupos A ou B ($\leq 5\%$)
IV	Construído total ou parcialmente de plásticos do Grupo B	<ul style="list-style-type: none"> • Caixas de cartão simples colocadas ou não em paletes combustíveis; • Qualquer tipo, com excepção de plásticos do grupo A. 	Apreciável conteúdo em plástico do grupo A; ou plástico do grupo B

Classificação de plásticos, elastômeros e borracha

Os plásticos, elastômeros e a borracha devem ser classificados como plásticos do Grupo A, Grupo B e Grupo C.

Grupo A:

ABS, Acetal, Acrílico, Borracha Butílica, PET, Polibutadieno, Policarbonato, Polyester Elastômero, Polietileno, Polipropileno, poliestireno, Poliuretano, PVC, etc.

Grupo B:

Borracha de cloropreno, plásticos fluorados, Borracha Natural, Borracha de silicone, Nylon

Grupo C:

Ureia, PVC, plásticos fenólicos, etc.

Na Tabela 4.2. estão identificados exemplos de plásticos dos Grupos A, B e C:

Tabela 4.2 – Exemplos plásticos Grupo A, B e C (Fonte: Tewarson)

Polímeros	Calor de combustão (kJ/g)	Calor de gaseificação (kJ/g)
Plásticos Grupo A		
ABS	30,8	3,23
Plástico reforçado a fibra de vidro	12,9 – 26,0	1,4 – 6,4
Policarbonato	29,7	2,1
Polietileno	43,6	1,8 (BD); 2,3 (AD)
Polipropileno	43,4	2,0
Poliestireno	39,9	1,3 – 1,9
Espuma de poliuretano	23 - 28	1,2 – 2,7

Polímeros	Calor de combustão (kJ/g)	Calor de gaseificação (kJ/g)
Plásticos Grupo B		
Acetato celulósico	17,7	-
Nylon	30,8	2,4
Borracha de silicone	21,7	
Plásticos Grupo C		
Fenólico	10 – 36,4	1,6 – 3
Cloreto de polivinilo	16,4	2,5
Ureia formaldeído	14,6	-

4.3. Mercadorias mistas

No caso de um armazenamento com mais de 10 % de mercadorias consideradas como plástico, este deverá proteger-se como armazenamento geral de plástico, qualquer que seja o lugar onde se armazene as mercadorias. Uma alternativa consistirá em segregar a mercadoria considerada como plástico e proteger de acordo com essa classificação e proteger o resto da mercadoria segundo a sua classificação.

Para os armazéns que contenham variedade de mercadorias, estes deverão estar protegidos para a mercadoria de mais alto risco, ou esta deverá estar separada e protegida de acordo com o seu risco específico.

4.4. Classificação dos líquidos

Os líquidos podem ser classificados como líquidos combustíveis ou líquidos inflamáveis.

Segundo a NFPA 30 – “ *Flammable and Combustible Liquids Code*” os líquidos estão divididos da seguinte forma:

Os líquidos combustíveis, que agrupam líquidos com um ponto de inflamação superior a 37.8 °C, estão divididos em duas classes:

- Líquidos de Classe II, possuem um ponto de inflamação de ou superior a 37,8 ° C e abaixo de 60 °C.
- Líquidos da Classe III, possuem um ponto de inflamação de 60°C ou mais, sendo subdivididos em subclasses:
 - Líquidos das Classe III A, possuem pontos de inflamação de ou acima dos 60 °C e abaixo dos 93,3 °C;
 - Líquidos das Classe III B, possuem pontos de inflamação de 93°C ou mais alto.

Os Líquidos Inflamáveis, que agrupam líquidos com um ponto de inflamação inferior a 37.8 ° C, estão divididos em três classes:

- Líquidos da Classe IA, que incluem líquidos com pontos de inflamação abaixo dos 22,8°C e ponto de ebulição abaixo dos 37,8 °C,
- Líquidos da Classe IB, que incluem líquidos com pontos de inflamação abaixo dos 22,8°C e com um ponto de ebulição acima dos 37,8 °C
- Líquidos da Classe IC, que incluem líquidos com pontos de inflamação de e acima dos 22,8°C e abaixo dos 37,8 °C

A Fig. 4.1 ajuda a compreender a classificação dos líquidos combustíveis e líquidos inflamáveis.

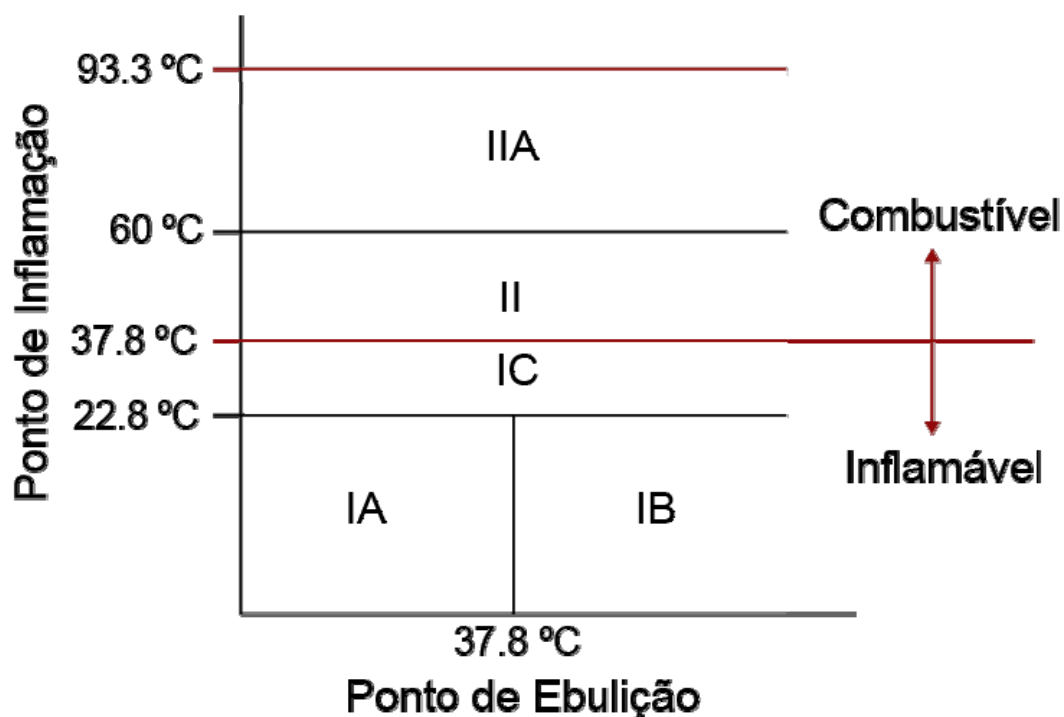


Fig. 4.1 – Gráfico de classificação dos líquidos combustíveis (Fonte: Adaptado NFPA 30)

4.5. Classificação dos gases

Antes de entrar em profundidade no tema de segurança de armazenamento dos gases, é necessário esclarecer alguns aspectos fundamentais sobre as suas propriedades e características úteis para a compreensão global do tema.

Segundo o ADR, atrás referido, os gases (gases comprimidos, liquefeitos ou dissolvidos sob pressão) são matérias que têm uma temperatura crítica inferior a 50°C ou uma tensão de vapor superior a 300 kPa (3 bar).

Atendendo a sua forma de armazenamento os gases podem dividir-se, segundo o Código Marítimo Internacional de Mercadorias Perigosas, em:

- Gases Permanentes: Gases não liquefeitos à temperatura ambiente;
- Gases Liquefeitos: Gás que podem liquidificar a temperaturas ambiente;
- Gases Dissolvidos: Gases dissolvidos sob pressão num solvente que pode ser absorvido por um material poroso;
- Gases Permanentemente Liquefeitos, refrigerados a temperaturas muito baixas.

Características físicas dos gases

A seguir descrevem-se as principais características físicas dos gases:

- Densidade relativa: é a relação entre a densidade do gás e do ar nas mesmas condições de pressão e temperatura. Densidades relativas maiores que um indicam a tendência do gás se acumular em zonas baixas. No caso contrário tendem a subir facilitando a sua dispersão.
- Pressão de vapor: a pressão de vapor de um produto a uma dada temperatura é a pressão na qual se encontram em equilíbrio a fase líquida e a fase gasosa.
- Temperatura crítica: a temperatura a partir da qual não é possível liquefazer um gás por compressão isotérmica. Corresponde ao último ponto da curva de pressão de vapor, obtendo-se a chamada pressão crítica.

4.5.1. Características de perigosidade

As características que mais se destacam na perigosidade dos gases são as seguintes:

- Infalibilidade: são gases inflamáveis aqueles que a pressão normal e misturados com o ar, podem entrar em combustão ao aplicar uma fonte de ignição.
- Toxicidade: são gases tóxicos aqueles que por inalação podem implicar riscos graves, agudos ou crónicos, incluindo a morte.
- Reatividade: substâncias que pelas suas propriedades químicas podem reagir consigo

mesmas ou com outras de forma não desejável, como:

- Comburentes: aqueles gases que em contacto com outros, particularmente com os inflamáveis, originam uma reacção fortemente exotérmica;
- Corrosivos: substâncias que em contacto com os tecidos vivos podem exercer sobre ele uma acção destrutiva
- Instáveis: substâncias que por si mesmo e abaixo de certas condições podem desenvolver reacções incontroladas (decomposição, polimerização, etc.)

4.5.2. Parâmetros quantitativos

Algumas características de perigosidade podem quantificar-se através de certos parâmetros que contribuem para determinar o grau de perigosidade dos gases. Os mais importantes relativo à inflamabilidade são os limites de inflamação (LII e LSI), a temperatura de inflamação, a energia de ignição e o intervalo máximo de segurança.

Segundo a NFPA 497 - *Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas*, os gases e os vapores classificam-se do seguinte modo:

Classe I, Divisão 1 – locais onde:

- 1) existem concentrações de ignição de gases inflamáveis ou vapores sob condições normais de funcionamento,
- 2) ou concentrações de ignição de gases ou vapores que podem existir com alguma frequência devido à reparação, ou operações de manutenção ou devido a fugas;
- 3) ou avaria ou falha na operação de equipamentos ou processos pode libertar concentrações perigosas de gases ou vapores inflamáveis que podem causar falha simultânea dos equipamentos eléctricos.

Classe I, Divisão 2 – locais onde:

- 1) líquidos inflamáveis voláteis ou gases inflamáveis são manuseados, processados ou usados, mas que se encontram normalmente confinados em contentores fechados dos quais pode haver uma fuga apenas em caso de uma ruptura accidental ou brecha destes contentores,
- 2) ou em que concentrações de ignição de gases ou vapores é normalmente prevenido por ventilação mecânica, que pode tornar-se perigoso em caso de falha dos sistemas de ventilação,
- 3) ou que é adjacente a locais de classe I, Divisão 1, e que as concentrações de ignição dos gases e vapores podem comunicar, a não ser que seja prevenido por adequado sistema de ventilação proveniente de uma fonte de ar limpo e efetivo sistemas de segurança em caso de falha do sistema de ventilação.

A **Classe I** divide-se em quatro grupos:

- **Grupo A** – Acetileno
- **Grupo B** - Gás inflamável, vapor de líquido inflamável ou vapor de combustível líquido misturado com ar que pode explodir, que possui um intervalo experimental máximo de segurança menor ou igual a 0,45 mm ou uma energia mínima de activação menor que 0,40. Ex. - Hidrogénio
- **Grupo C** – Gás inflamável, vapor de líquido inflamável ou vapor de combustível líquido misturado com ar que pode explodir, que possui um intervalo experimental máximo de segurança maior que 0,45 mm e menor ou igual que 0,75 mm ou uma energia mínima de activação maior que 0,40 e menor que 0,80.
Ex. - Etileno
- **Grupo D** – Gás inflamável, vapor de líquido inflamável ou vapor de líquido inflamável misturado com ar que pode explodir, que possui um intervalo experimental máximo de segurança maior que 0,75 mm ou uma energia mínima de activação maior que 0,80.
Ex. – propano

A **Classe I**, zona de materiais combustíveis é dividido em três grupos:

- **Grupo II C** – Atmosferas que contém acetileno, hidrogénio ou gases inflamável;
- **Grupo II B** – Atmosferas que contém acetaldeído, etileno ou gases inflamável;
- **Grupo II A** – Atmosferas que contém acetona, amónia, álcool etílico, gasolina, metano, propano ou gases inflamáveis

5. CONFIGURAÇÕES DE ARMAZENAGEM

De um modo geral, as principais configurações de armazenamento são:

- **Armazenamento a granel** – consiste em pilhas de material não embalado solto, tal como pó e grânulos. Estes materiais podem ser sobretudo encontrados em silos, cisternas ou em grandes aglomerações no chão dos edifícios de armazenamento.
- **Empilhamento** – Consiste em cartões, caixas, sacos, fardos em contacto directo com cada um.
- **Armazenamento por paletes** – Consiste em cargas colocadas em paletes.
- **Armazenamento em prateleiras** – Consiste em armazenagem de mercadorias em prateleiras sólidas que têm menos de 0.75 m de profundidade medido a partir de corredor a corredor e geralmente, inferior a 0.60 metros de altura.
- **Armazenamento em *Rack*** – Armazenamento em *Rack*, podendo usar combinações verticais, horizontais e diagonais, com ou sem prateleiras sólidas, para armazenamento de materiais, podendo ser fixas ou portáteis.

O armazenamento pode ser manual, através de empilhadores, por elevadores ou automático através de sistemas de armazenamento automático. As configurações típicas de armazenamento em *Rack* incluem:

- *Rack* de uma única fila;
- *Rack* de fila dupla;
- *Rack* duplo com prateleiras sólidas;
- *Rack* duplo com prateleiras de ripas;
- *Rack* de armazenagem automática;
- *Rack* múltiplo;
- *Rack* portáteis;
- *Rack* em Viga.

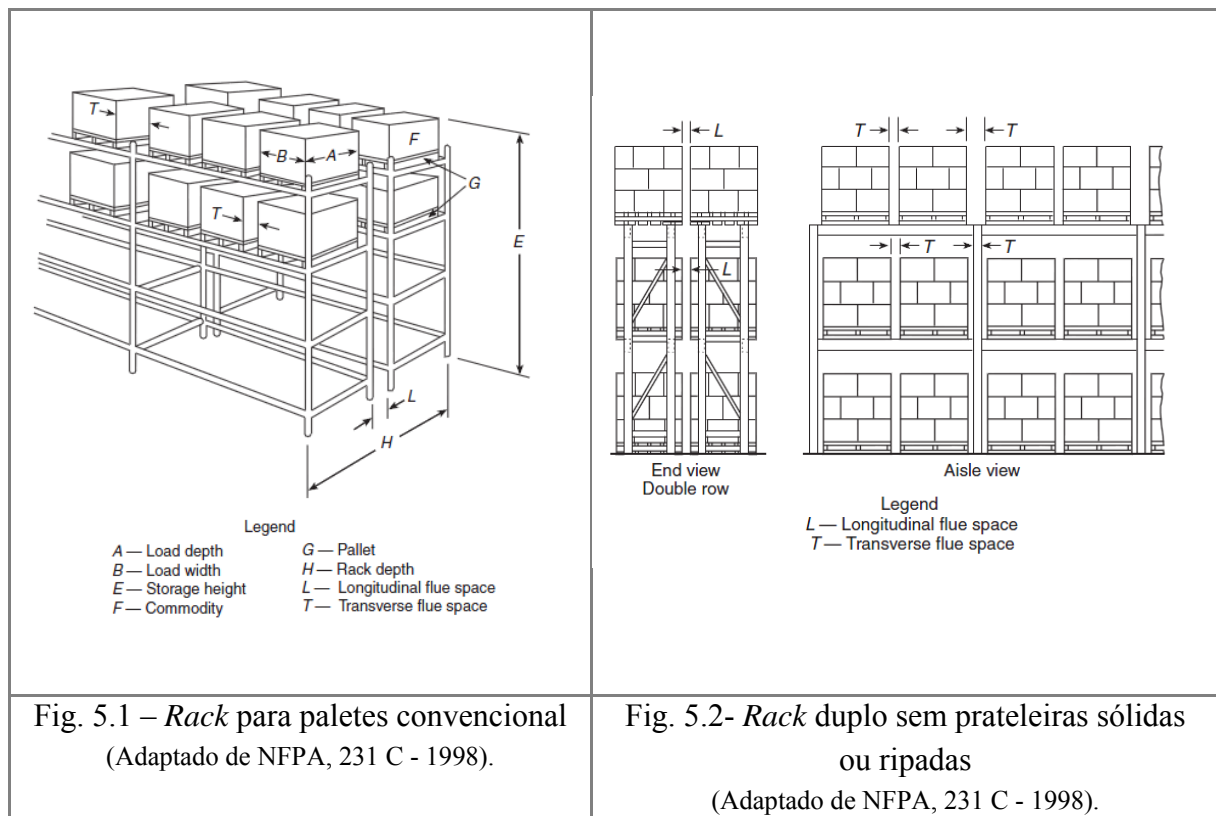
5.1. Armazenamento em rack

Como foi descrito no ponto anterior, existem diversas configurações para este tipo de armazenamento. Neste capítulo irá detalhar-se os diferentes tipos de configuração de armazenamento em *Rack*.

Tal como foi referido, o armazenamento em *rack* pode ter diversas configurações. Estas configurações dependem do material a armazenar e do espaço existente do edifício para armazenamento.

5.1.1. Rack de Dupla Fila

As paletes assentam em duas travessas paralelas ao corredor. Qualquer número de paletes pode ser suportado por um par de vigas.



5.1.2. Armazenamento automático em rack

As paletes são suportadas por dois carris que funcionam perpendicularmente ao corredor.

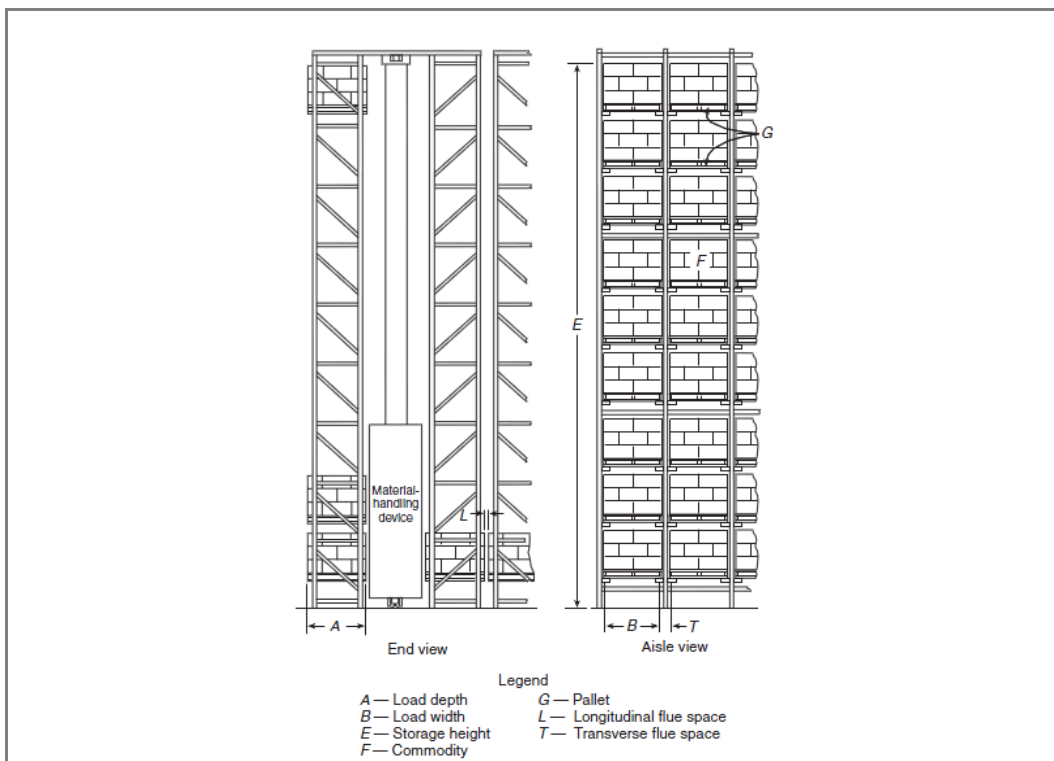


Fig. 5.3a - Armazenamento em *Racks* Automáticos
(Adaptado de NFPA, 231 C - 1998).

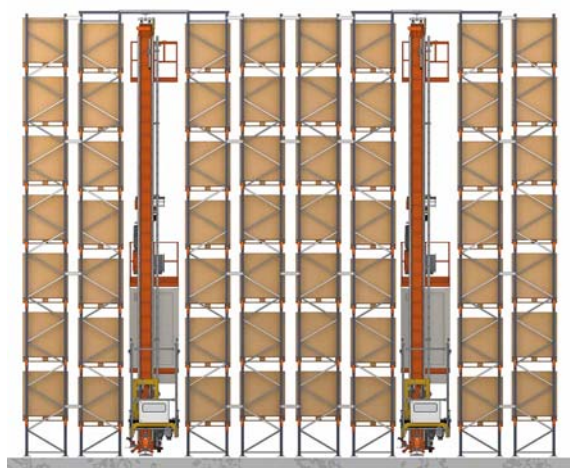


Fig. 5.3b – Armazenamento em *Racks* Automáticos
(Mecalux).

5.1.3. Múltiplos *Racks* , com mais de duas paletes de profundidade, medidas de corredor a corredor

Esta configuração vai desde o “*drive –in racks*” até aos *racks* portáteis dispostos da mesma maneira, e *racks* convencionais e automáticos com corredores com menos de 1.07 m de largura.

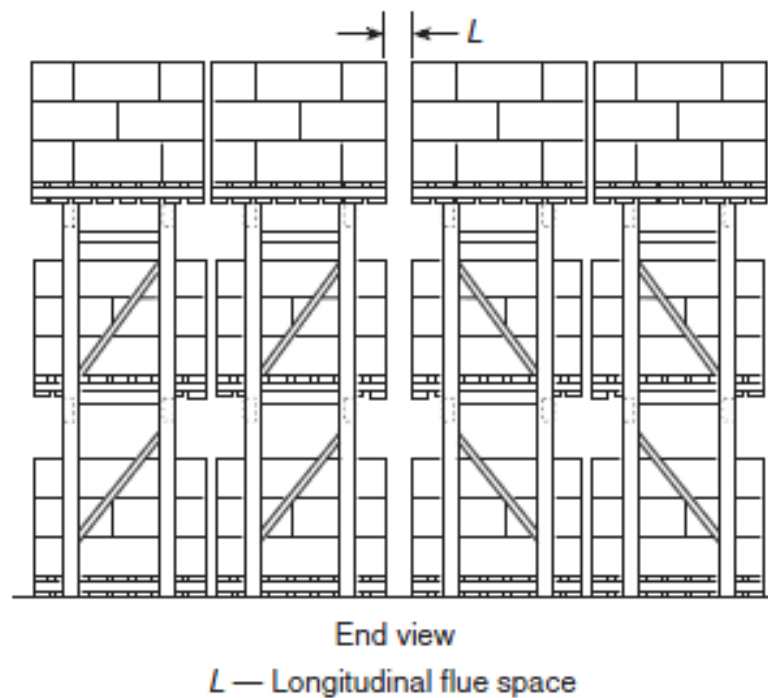


Fig. 5.4 – Armazenamento em *Racks* Múltiplos – Armazenado por Empilhador
(Adaptado de NFPA, 231 C - 1998).

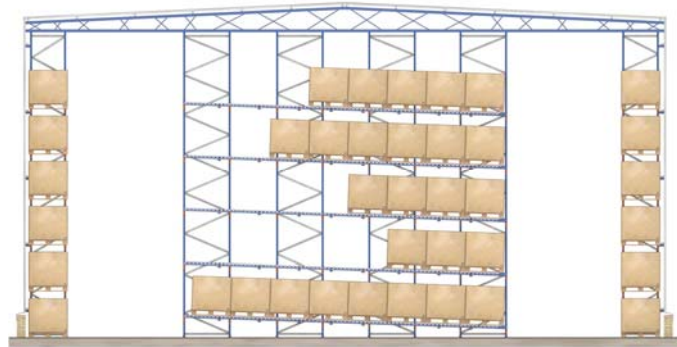


Fig 5.5a. – Armazenamento em *Racks* Múltiplos – Sistema “Flow – Trough” em palete (Mecalux)



Fig 5.5b. – Armazenamento em *Racks* Múltiplos – Sistema “Flow – Trough” em palete (Mecalux)

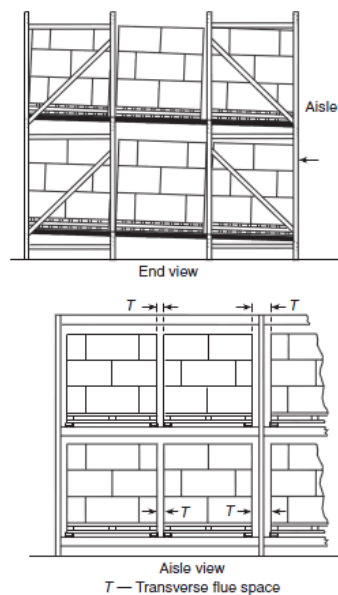


Fig 5.5c. – Armazenamento em *Racks* Múltiplos – Sistema “Flow – Trough” em palete
(Adaptado de NFPA, 231 C - 1998).

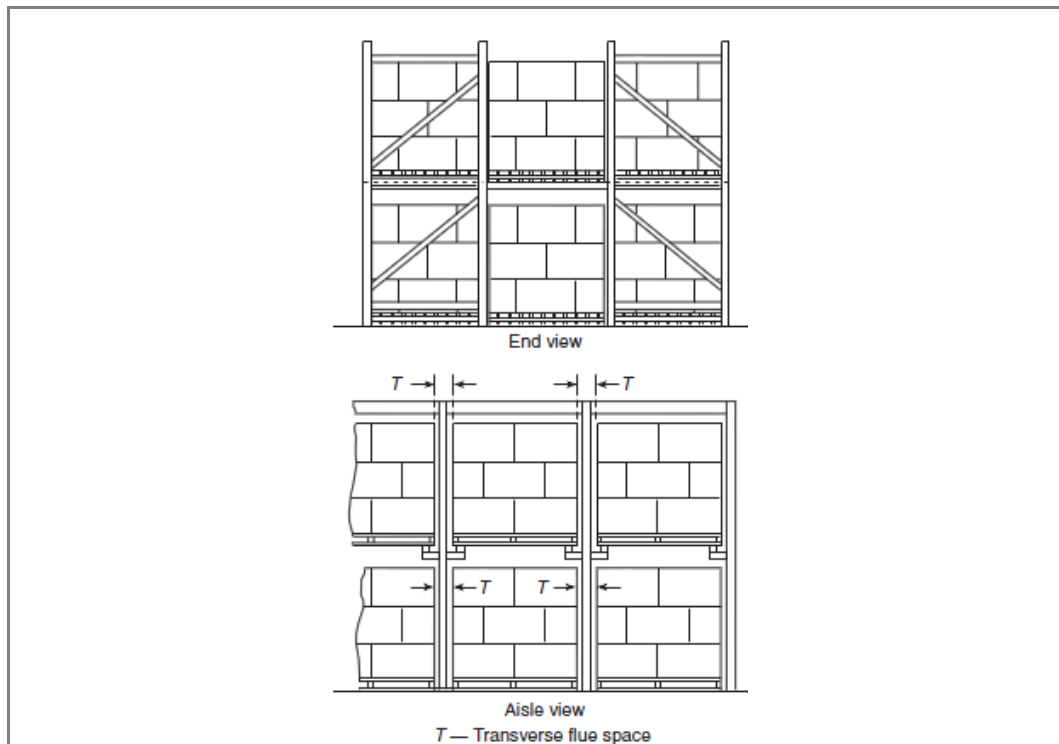


Fig. 5.6a – Armazenamento em *Racks* Múltiplos – Sistema *Drive in*
(Adaptado de NFPA, 231 C - 1998).

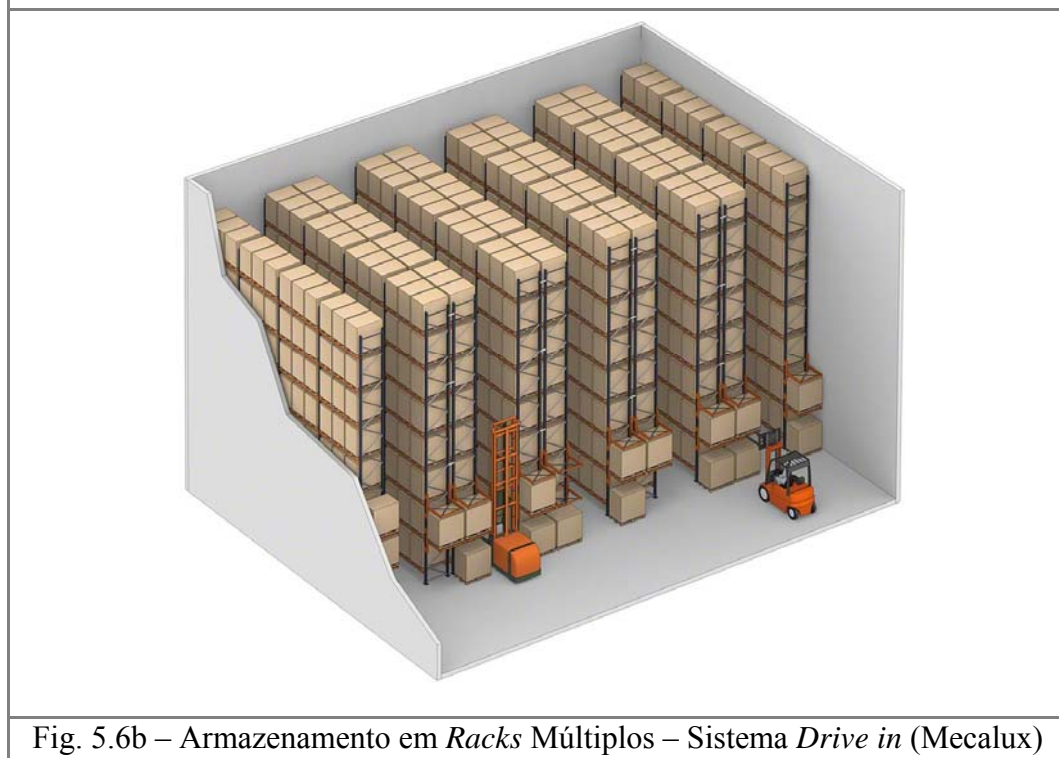


Fig. 5.6b – Armazenamento em *Racks* Múltiplos – Sistema *Drive in* (Mecalux)

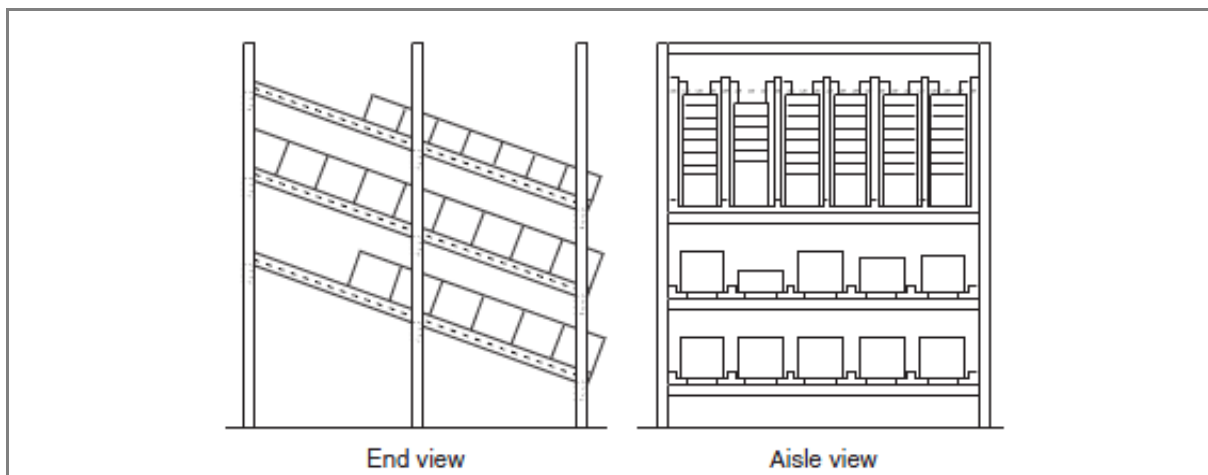


Fig. 5.7a – Armazenamento em *Racks* Múltiplos – *Flow Through Rack*

(Adaptado de NFPA, 231 C - 1998).

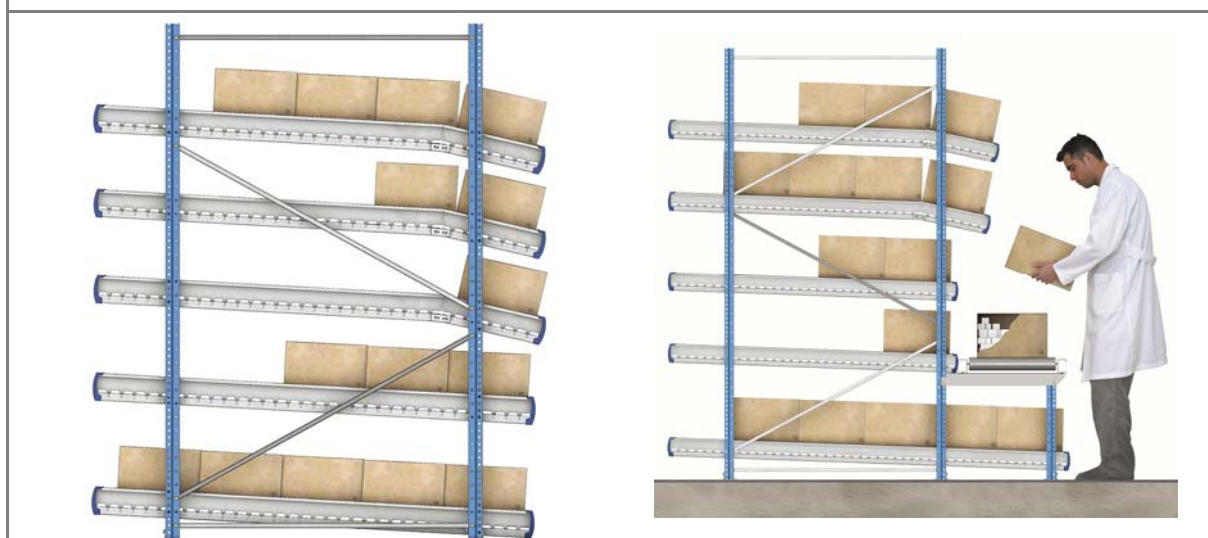


Fig. 5.7b – Armazenamento em *Racks* Múltiplos – *Flow Through Rack* (Mecalux)

Na fig 5.8 encontra-se representado *Rack* de armazenamento convencional, onde se encontra identificado o espaço longitudinal e transversal entre as cargas armazenadas.

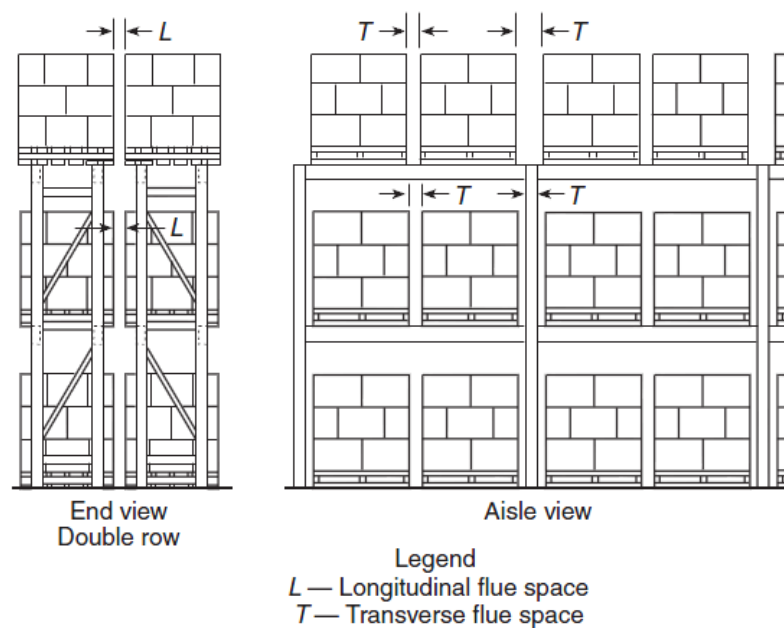


Fig. 5.8 – Rack convencional (Adaptado de NFPA, 231 C - 1998).

De referir que os espaços transversais e longitudinais dependem de:

- **Altura de armazenamento até 7.6 m de altura** – Para os *racks* de dupla fila sem a prateleiras sólidas, o espaço longitudinal entre cargas não é exigido. O espaço transversal dever ser de 142.4 mm para os *racks* de fila única e dupla.
- **Altura de Armazenagem acima dos 7.6 m** – Para os *racks* de fila única e dupla o espaço transversal entre as cargas dever ser de 142.4 mm. O espaço longitudinal deve ser de 152.4 mm para *racks* de dupla fila.

5.1.4. Cantilever *Rack* (*Rack em Viga*)

Especialmente desenhadas para a armazenagem de unidades de carga de grande comprimento ou com medidas variadas, caracterizam-se por uma estrutura muito simples composta por colunas e uma série de braços sobre os quais se deposita a carga.

A carga é suportada em braços que se estendem horizontalmente a partir de colunas. As mercadorias podem estar colocadas sobre esses braços ou sobre paletes que estão sobre esses braços.

A manipulação da carga pode realizar-se manualmente quando esta tem pouco peso ou mediante empilhadores e meios de elevação apropriados, quando se trata de carga pesada

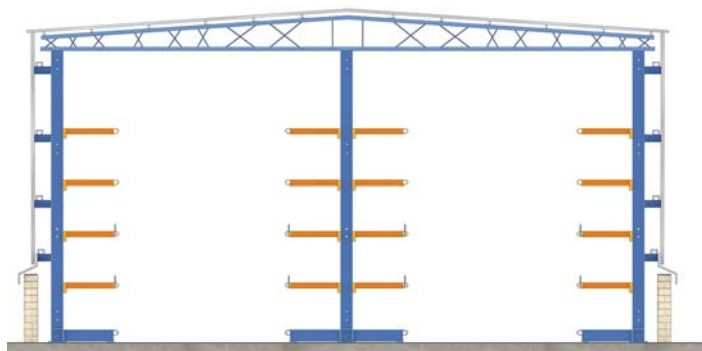


Fig. 5.9a – Cantilever *rack* (*Rack em Viga* – Mecalux)

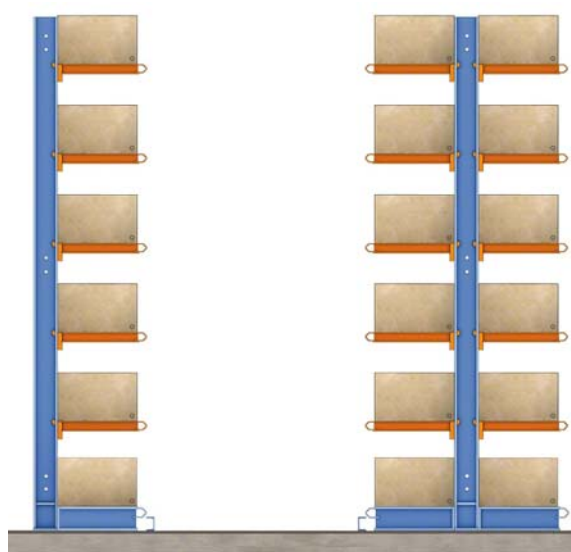
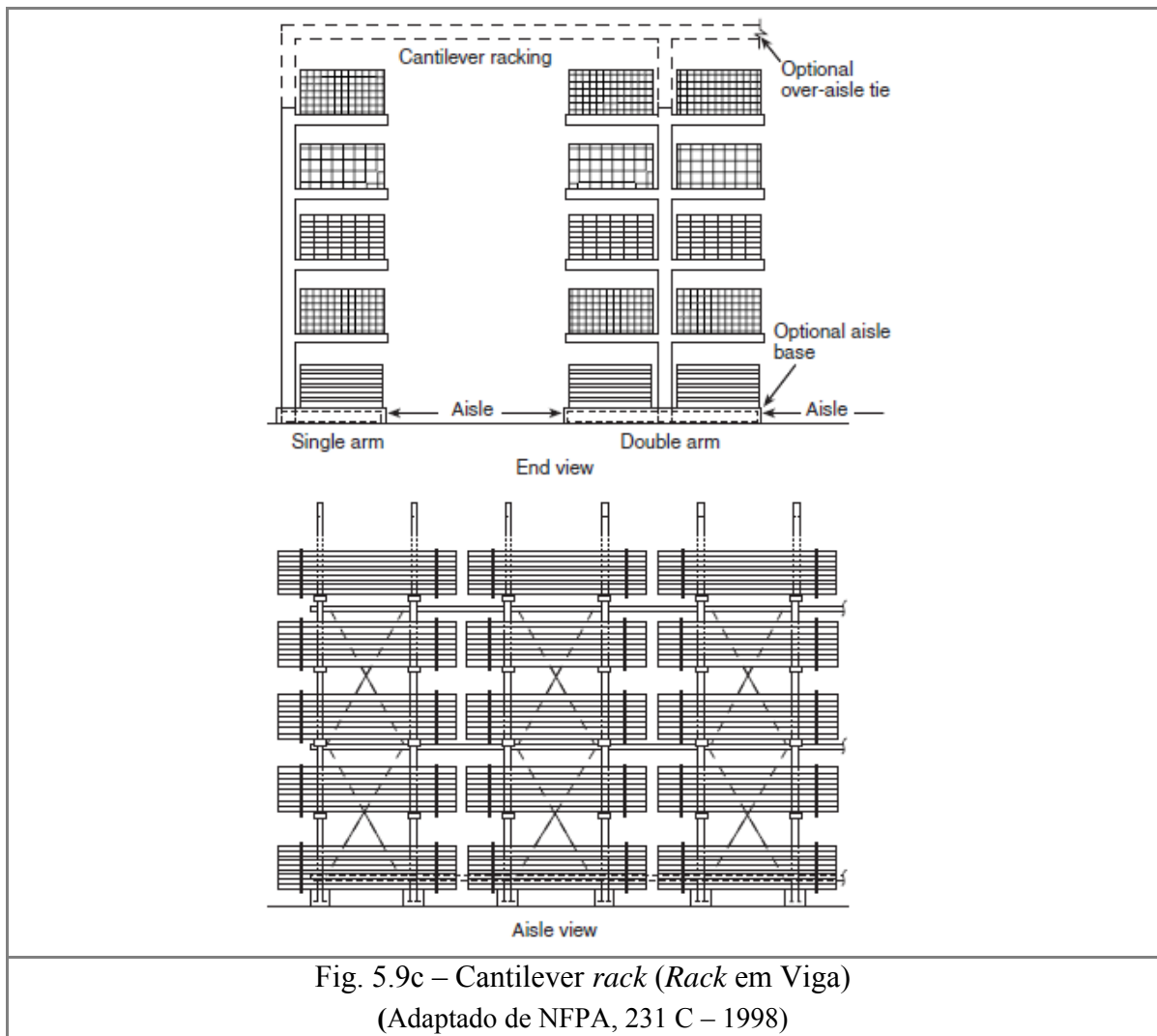


Fig. 5.9b – Cantilever *rack* (*Rack em Viga* – Mecalux)



5.2. Considerações Gerais

A multiplicidade de tipos de armazenamento existente garante nos dias de hoje uma eficiência de espaço e de tempo na entrega dos materiais. Simultaneamente, esta diversidade de armazenamento conciliada com os diferentes tipos de mercadorias existentes, traz também preocupações ao nível de segurança no trabalho e segurança contra incêndio.

Neste último caso, as preocupações em segurança contra Incêndio deverão ser analisadas conforme o caso existente (tipo de mercadoria e tipo de armazenagem – Ver capítulo 6), sendo que as características dos equipamentos de segurança contra incêndio devem ser equacionadas de acordo com as características das mercadorias e do tipo de armazenagem a serem praticados.

6. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM ARMAZÉNS

6.1. ARMAZÉNS AUXILIARES DE LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS

Os armazéns de líquidos inflamáveis utilizados como substâncias auxiliares de fabrico ou de limpeza apresentam riscos de incêndios e de explosão. Por isso, é muito importantes possuir instalações seguras para os seus armazenamentos. O método mais seguro consiste em armazenar os líquidos em tanques enterrados no exterior e conduzir por tubagem aos pontos de utilização. Não obstante, em muitas ocasiões é tecnicamente impossível e pouco prático uma utilização deste tipo, quer pelas quantidades utilizadas, quer pela diversidade de líquidos utilizados, ou pela impossibilidade de dispor de tubagem de abastecimento no ponto de utilização. Por isso, tem que se recorrer a bidões e a pequenos contentores para o armazenamento e transvase de líquidos inflamáveis, assim como para o seu transporte ao lugar de utilização.

6.1.1. Generalidades

Os líquidos inflamáveis podem se definir como substâncias que em estado normal são líquidos e combustíveis.

Os perigos dos líquidos inflamáveis são:

- Entram em ignição facilmente e são difíceis de extinguir,
- Ardem com grande rapidez,
- Os seus vapores formam misturas explosivas com o ar,
- Os contentores que carecem de Vácula ou outro sistema de segurança podem explodir de expostos ao fogo,
- Alguns líquidos inflamáveis ardem ao entrar em contacto com a atmosfera, mesmo sem fonte de ignição,
- Alguns são susceptíveis de aquecimento espontâneo,
- Alguns chegam a ter reações violentas com outros materiais, inclusive com a água.

Os Líquidos inflamáveis, por causa de seu perigo e sua utilização generalizada, estão envolvidos em cerca de **15% de incêndios** e explosões em instalações industriais (Fundacion Mafre Estudios. “Instituto de Seguridad Integral” – ITSEMAP FUEGO).

A perigosidade de um líquido inflamável depende das seguintes circunstâncias

- Ponto de inflamação,
- A quantidade;
- Se está em contacto com a atmosfera ou confinado num recipiente ou tubagem,
- A possibilidade de fuga,
- A sua situação relativamente aos edifícios,
- As fontes de ignição presentes,
- O tipo de construção do edifício,
- A proteção existente

6.1.2. Incêndios em líquidos inflamáveis

O incêndio de um líquido inflamável é a combinação de vapor inflamável e ar com a libertação de chama e calor. O calor de combustão é aproximadamente de 46,5 KJ/g, duas vezes e meia maior que o correspondente à madeira.

A cada sete minutos se consomem 25 mm de altura de líquido. A duração da combustão está determinada pela profundidade total do líquido.

6.1.3. Explosões de líquidos inflamáveis

A explosão de um líquido inflamável é uma combustão muito rápida de vapor inflamável como ar, com a libertação de chama e calor com um acentuado aumento de pressão. A

explosão é originada quando a mistura de vapor inflamável e ar entre em ignição dentro dos limites de explosividade. Se a pressão que se desenvolve não é libertada, pode alcançar seis a sete vezes a pressão absoluta inicial.

Existe risco de explosão em espaços confinados nos seguintes casos:

- Quando o líquido inflamável tem um ponto de inflamação (recipiente fechado) de -7 °C ou inferior;
- Quando o seu ponto de inflamação é de 43 °C ou inferior e sofre de um aquecimento até obter uma temperatura maior que 33 °C, acima do seu ponto de inflamação.
- Quando o seu ponto de inflamação é de 149 °C ou inferior e sofre um aquecimento até alcançar uma temperatura superior ao seu ponto de ebulição

Em recintos fechados, em geral, o maior perigo de explosão dá-se ao nível do solo, já que os vapores inflamáveis são mais pesados do que o ar.

Os líquidos inflamáveis não submetidos a aquecimento e com ponto de inflamação superior a -7 °C, normalmente não apresentam risco de explosão em locais e edifícios. A sua velocidade de evaporação é suficientemente lenta não permitindo a formação de misturas explosivas com o ar.

6.1.4. Perigo de armazenamento em bidões ou pequenos contentores

▪ BIDÕES

Para o armazenamento de líquidos inflamáveis utilizam-se bidões com capacidade aproximada de 200 l.

Este armazenamento, normalmente supõe um risco moderado. No entanto, o risco aumenta quando os bidões sofrem a acção do fogo; o calor produz um rápido aumento de pressão, debilitando o metal produzindo uma BLEVE. A deflagração inicial produzida origina o rebentamento do bidão, podendo, em caso de existência de um sistema automático de extinção

por sprinklers, provocar o acionamento de uma área muito extensa, podendo exceder a capacidade prevista da fonte de abastecimento de água.

▪ **CONTENTORES PEQUENOS NÃO PRESSURIZADOS**

Podem utilizar-se contentores não pressurizados de 20l, ou menos capacidade, para armazenar dissolventes, pinturas, óleos lubrificantes, produtos de limpeza, inseticidas, líquidos congelantes, produtos de tratamento de madeiras.

Os recipientes são tipicamente de metal, de plástico e em algumas ocasiões, de vidro.

O perigo apresentado por estes contentores de 20l ou menos de capacidade é menos severo do que os bidões. Isto deve-se à seguintes circunstâncias:

- A menor quantidade de líquido em cada contentor;
- A maioria das tampas ou juntas de soldadura cedem e actuam como apaziguadores de baixa pressão;

A relativa debilidade dos contentores em comparação com os bidões, provoca que se transforme em vapor uma menor quantidade de líquido, ao existir um rompimento de contentor.

6.1.5. Recomendações

Os armazéns auxiliares de líquidos inflamáveis devem situar-se de forma a que estejam isolados, ou por distanciamento ou mediante por elementos de construção, do resto das instalações e edifícios de fabrico.

6.1.5.1. Localização dos Armazéns

A figura 7.1 exemplifica 10 possibilidades de localização por ordem de preferência, para os armazéns auxiliares e salas de mistura.

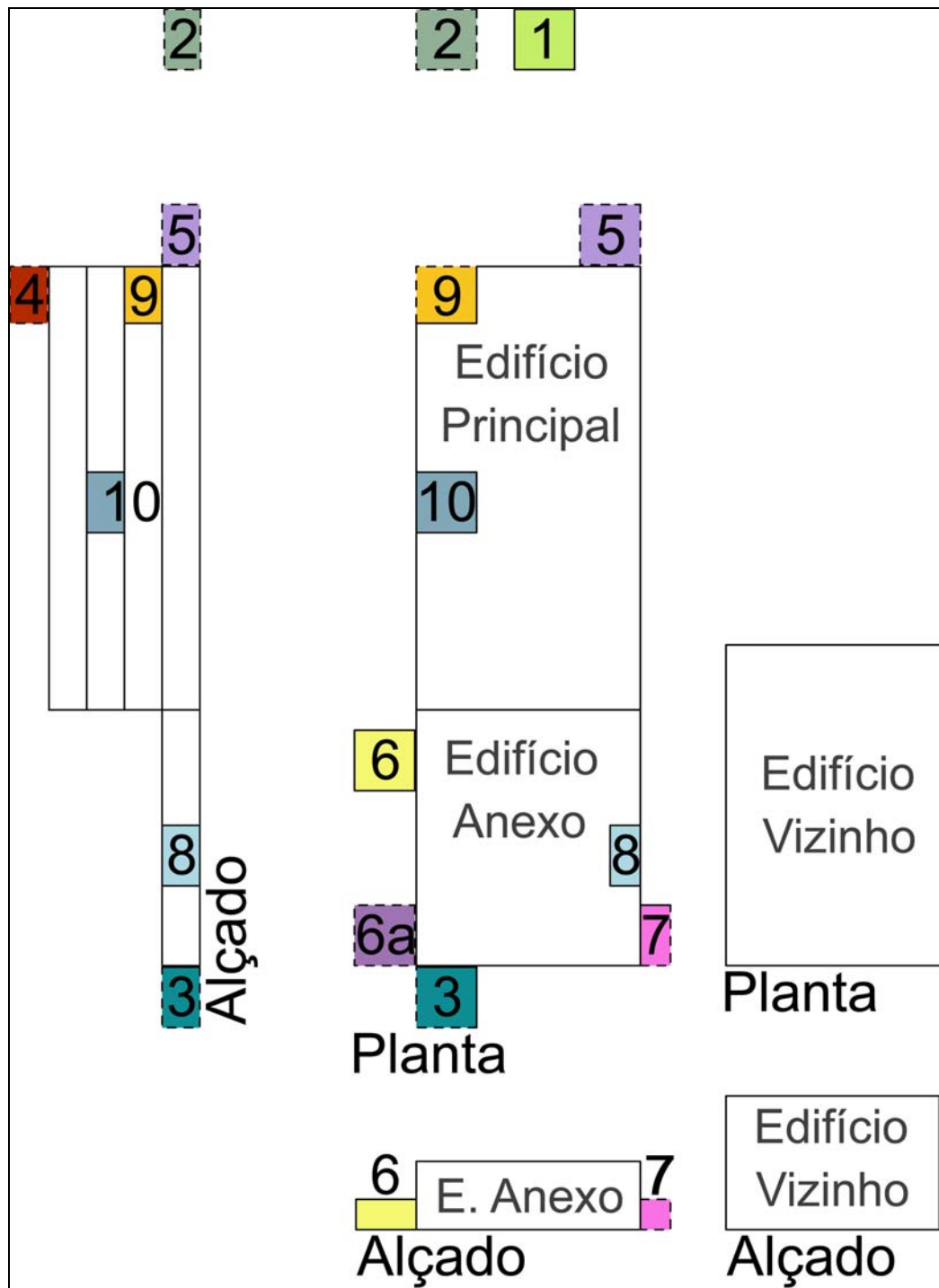


Fig. 6.1a – Localização armazéns líquidos inflamáveis
(Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE)

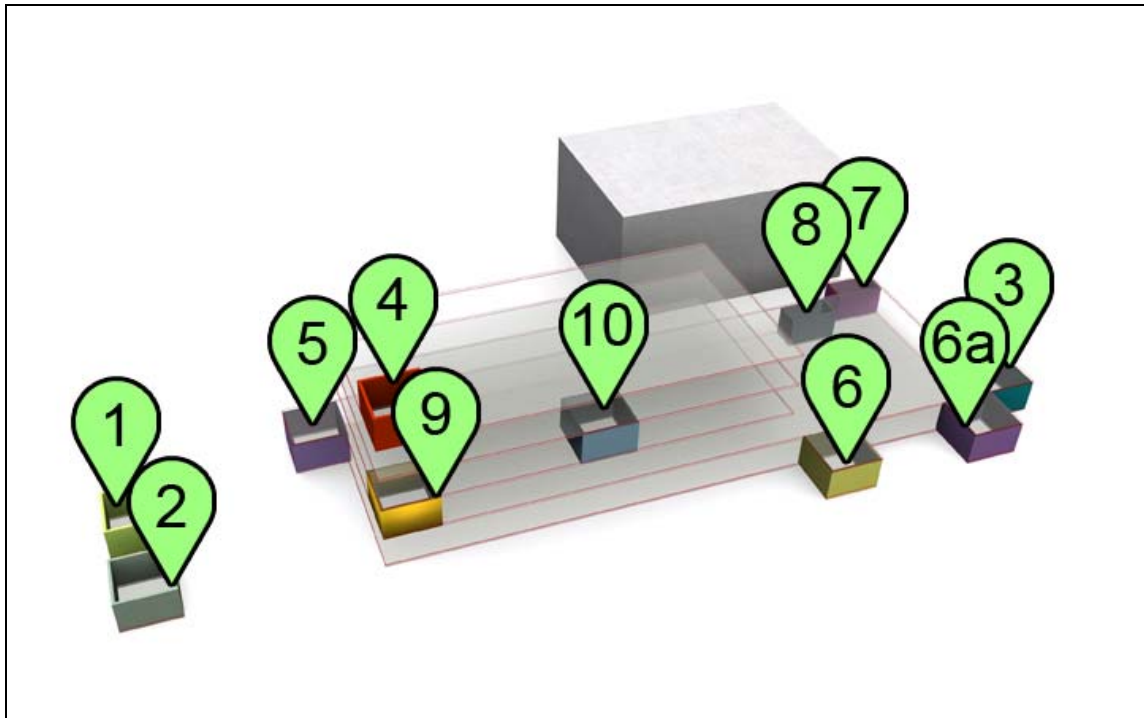


Fig. 6.1b – Localização armazéns líquidos inflamáveis
(Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE)

As linhas a negrito representam elementos construtivos resistentes ao fogo e à pressão, no caso de existir risco de explosão. As linhas a tracejado representam elementos construtivos aliviadores de pressão, sendo que a sua missão é “libertar” a explosão.

As figuras 6.1a e 6.1b representam um complexo de armazenagem e as características de um edifício de armazenagem de líquidos inflamáveis

É aconselhável a existência de acessos desde o interior, protegidos com portas corta-fogo

Por ordem de preferência, descreve-se as situações representadas na figura 6.1:

1. Ao ar livre ou por debaixo de um coberto não combustível para protecção das intempéries. A distância de segurança a manter ente o armazenamento e os edifícios vizinhos deverá ser determinado. A tabela a seguir determina a distância a manter de acordo com o tipo de líquido armazenado:

Tabela 6.1- Volume Máximo Armazenado Vs Distância ao Edifício

Distância mínima ao edifício (m)	Volume Máximo de Líquido Armazenado (l)					
	Líquidos Inflamáveis			Líquidos Combustíveis		
	I A	I B	I C	II	III A	III B
22,5	4500	9000	18000	36000	72000	144000
20	3500	7100	14200	28400	56900	113800
15	2000	4000	8000	16000	32000	64000
10	900	1700	3500	7000	14200	28500
7,5	500	1000	2000	4000	8000	26000

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Os bidões devem situar-se e estarem dispostos de a forma a que caso exista alguma fuga, não afecte os outros grupos de bidões, a maquinaria e edifícios vizinhos. A zona de armazenamento deve ser utilizada apenas com este propósito. O transvase de líquidos deve-se fazer numa zona separada, a uma distância mínima de 7,5 m. O número de bidões na zona de transvase deve manter-se no mínimo necessário.

2. Edifício Isolado de construção tipo ligeira na sua totalidade. Deve seguir as orientações de armazenagem descrita no ponto anterior.

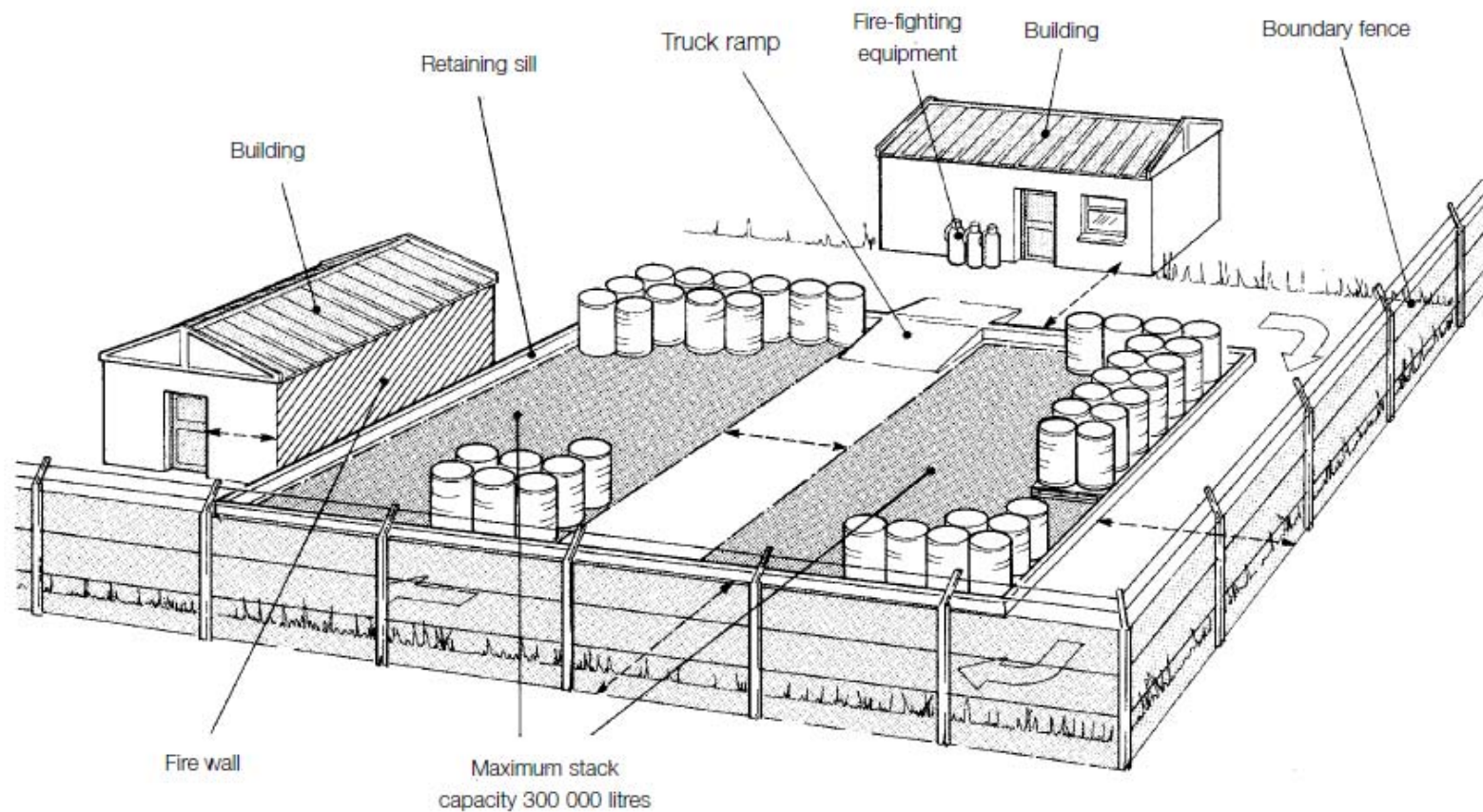


Fig. 6.2 – Exemplo de um complexo de armazenamento de líquidos inflamáveis (Adaptado HSE Books - *The storage of flammable liquids in containers-2012*)

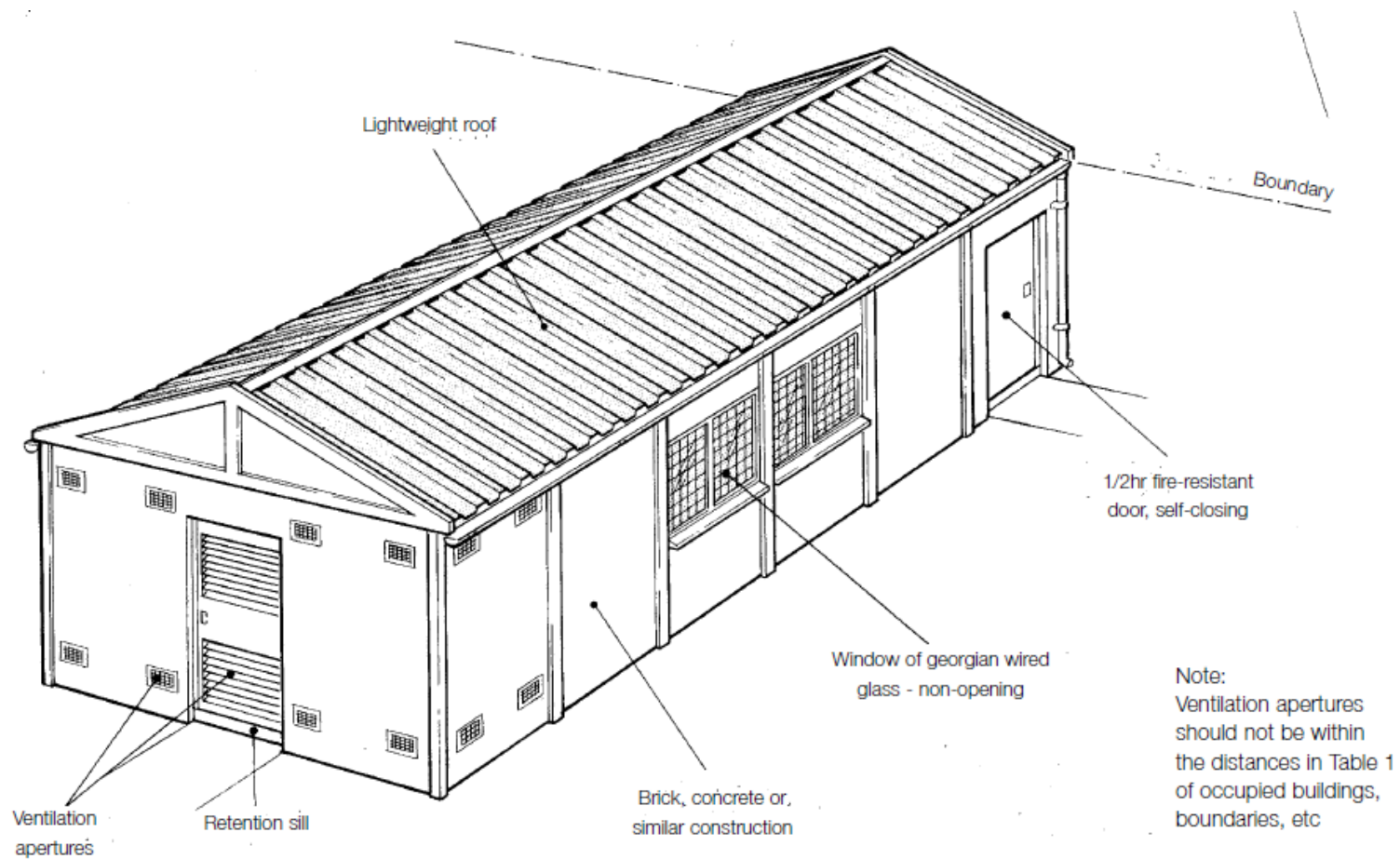


Fig. 6.3 – Exemplo de edifício de armazenagem de líquidos inflamáveis (Adaptado HSE Books- *The storage of flammable liquids in containers*-2012)

3. Localizado numa esquina de um edifício anexo ao principal, no piso térreo – Construção resistente das paredes que fazem parte do edifício anexo.
4. Compartimento situado sobre a cobertura de um edifício principal de vários pisos. Somente construído por material resistente e estanque ao derrame de líquidos.
5. Localizado numa esquina de um edifício principal de vários pisos. Construção resistente das paredes que fazem parte do edifício e cobertura resistente.
6. Localizado numa esquina de um edifício anexo de apenas um piso e nas proximidades de um edifício principal de vários pisos. As três paredes que afectam os edifícios e a cobertura devem ser de construção resistente.
- 6a Método alternativo ao número anterior. Cobertura resistente, muro resistente à pressão no edifício anexo, nas imediações de 6ª. Muros exteriores de construção ligeira.
7. Localizado num edifício em anexo de um só piso e afectando um edifício vizinho de vários pisos. Como descrito em 3, embora o edifício afectado deva ser protegido.
8. No interior de um edifício anexo de um só piso e afectando um edifício vizinho, com vários pisos. As três paredes interiores devem ser de construção resistente. A parede exterior deve ser de construção ligeira. O edifício afectado deve ser protegido.
9. No interior do edifício principal, num piso elevado e situado numa esquina. Construção resistente nas paredes interiores, tectos e paredes reforçados. Piso térreo estanque a derrame de líquidos. Construção ligeira nas paredes exteriores.
10. No interior do edifício principal, num piso elevado e localizado junto a uma parede exterior. Deve ser respeitado o que se descreveu em 9, embora com construção resistente nas 3 paredes interiores.
11. Não se encontra representado na figura a localização em sótãos. É a situação menos aconselhada, e não é adequada para as operações de mistura.

6.1.5.2. Disposição de Armazenamento

Sempre que possível deve limitar-se o armazenamento a uma só altura, especialmente no caso dos líquidos da classe I – Líquidos inflamáveis. Os líquidos de Classe IA devem ser protegidos da acção directa dos raios solares por coberturas não combustíveis.

Deve utilizar-se plataformas ou ripas de madeira, para evitar o contacto directo dos bidões com o solo.

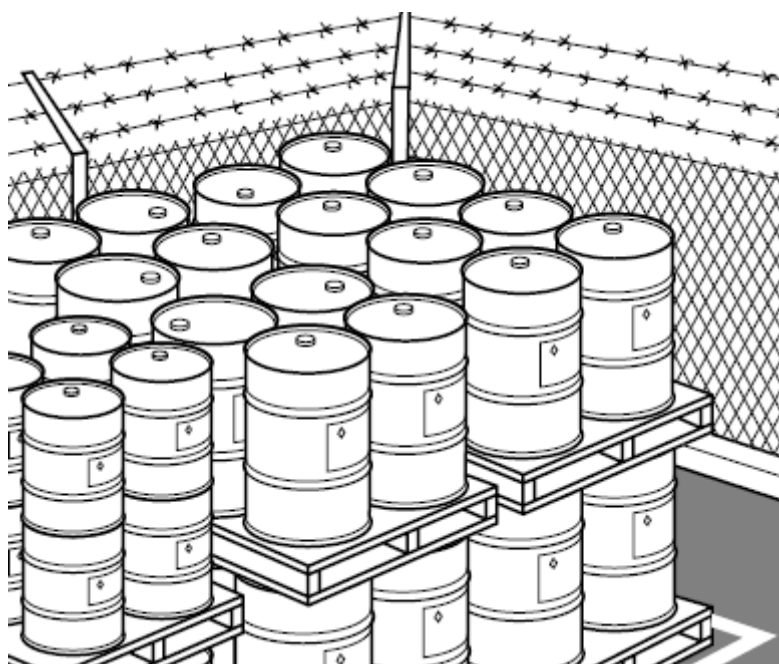


Fig. 6.4 – Armazenamento de bidões (Adaptado HSE Books- *The storage of flammable liquids in containers-2012*)

Devem efectuar-se inspecções periódicas de forma a verificar a existência de fugas. Qualquer existência líquida inflamável no solo, deve ser imediatamente limpo com uma descarga de água, devendo retirar os bidões com fugas, danificados ou corroídos.

6.1.5.3. Fontes de Ignição

A zona estar devidamente delimitada, manter-se limpa de resíduos e outros combustíveis. Deve ser proibido fumar e efectuar trabalhos com chama. Apenas devem utilizar-se empilhadores com protecção térmica e antideflagrante, em bom estado de manutenção.

6.1.5.4. Protecção contra incêndio

Devem ser instalados hidrantes completamente equipados, de forma a que não seja percorrido mais de 35 m da área protegida até ao hidrante mais próximo. A sua capacidade deve ser de $2000 \text{ l/min} + 24 \text{ l/min m}^2$ com um tempo mínimo de funcionamento de 60 min.

A brigada contra incêndios deve estar devidamente treinada no uso de mangueiras para refrigeração dos bidões expostos à chama, remoção das fugas ou remover o líquido em chamas.

6.1.6. Armazenamento no interior

6.1.6.1. Localização

A localização deve ser preferencialmente ao nível do solo. O armazenamento de líquidos nos pisos superiores acarreta problemas de acesso no caso de combate a incêndio e de derrames devido ao transporte que é realizado através de várias zonas.

Os sótãos são as localizações menos recomendáveis pois são difíceis de ventilar e de drenar, sendo que o acesso para combate a incêndio é extremamente difícil.

6.1.6.2. Construção

Os edifícios isolados, situados a uma distância igual ou maior que a especificada na tabela 7.2 podem ser de construção ligeira, não combustível.

Tabela 6.2 - Volume Máximo Armazenado Vs Resistência ao Fogo

Resistência ao fogo (h)	Volume Máximo de Líquido Armazenado (l)					
	Líquidos Inflamáveis			Líquidos Combustíveis		
	I A	I B	I C	II	III A	III B
2	4500	9000	18000	36000	72000	144000
1	2000	4000	8000	16000	32000	64000

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

- Se a distância é inferior à especificada na tabela 6.2, as paredes dos armazéns que afectem o edifício principal, devem ter uma resistência ao fogo mínima de 60 min. Se o edifício principal possuir vários pisos, o tecto do armazém também deve ser resistente ao fogo de 60 min.

- Os edifícios exteriores e os recintos interiores ligados a uma parede exterior do edifício principal, devem ser compartimentados com este por meios de elementos construtivos com uma resistência ao fogo de acordo com a tabela 6.2.

- Deve ser instalado um sistema de drenagem adequado para evitar qualquer fuga do líquido e também, se for o caso, da descarga de água proveniente do sistema automático por extinção por água (*sprinklers*) e pela rede de incêndio existente. A drenagem deve ser conduzida sempre que possível, a um lugar seguro, no exterior, ou num tanque separador com uma capacidade de 125 % da fuga máxima prevista (Fig. 6.5 b)
- O solo deve ter uma inclinação para drenagem de pelo menos 1 % (Fig. 6.5a). A drenagem deve estar concebida de forma a que uma fuga do líquido em chamas não afecte os outros bidões nem as prateleiras de contentores pequenos.

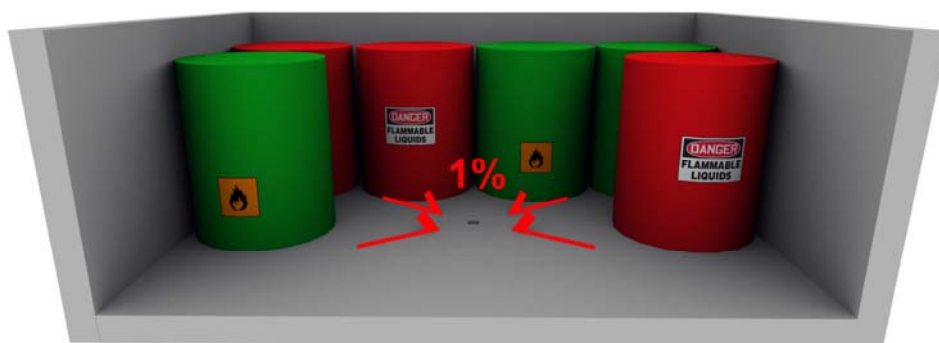


Fig. 6.5 a – Armazenagem de bidões líquidos inflamáveis (Fonte: Autor)

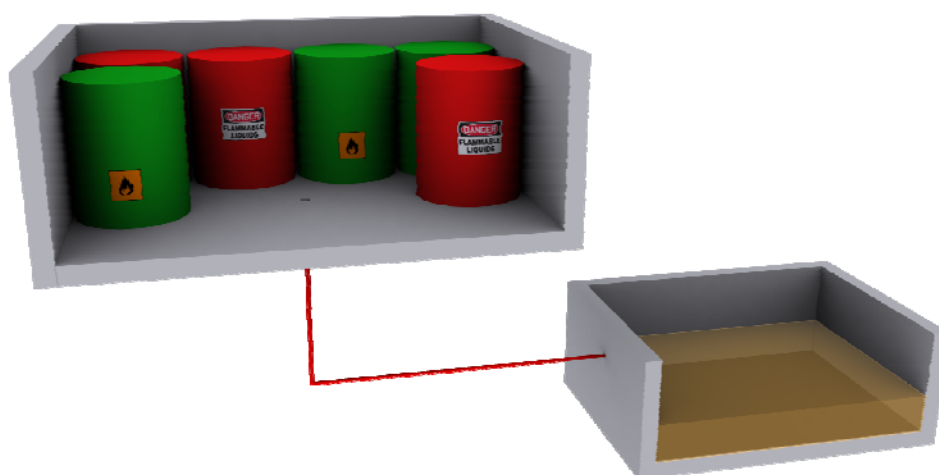


Fig. 6.5 b – Armazenagem de bidões líquidos inflamáveis (pormenor com bacia de retenção)
(fonte Autor)

6.1.6.3. Ocupação

a) ARMAZENAMENTO

- As quantidades de líquido devem ser as mínimas requeridas para o funcionamento da instalação, devendo estar devidamente armazenadas em armários (Fig.7.6)

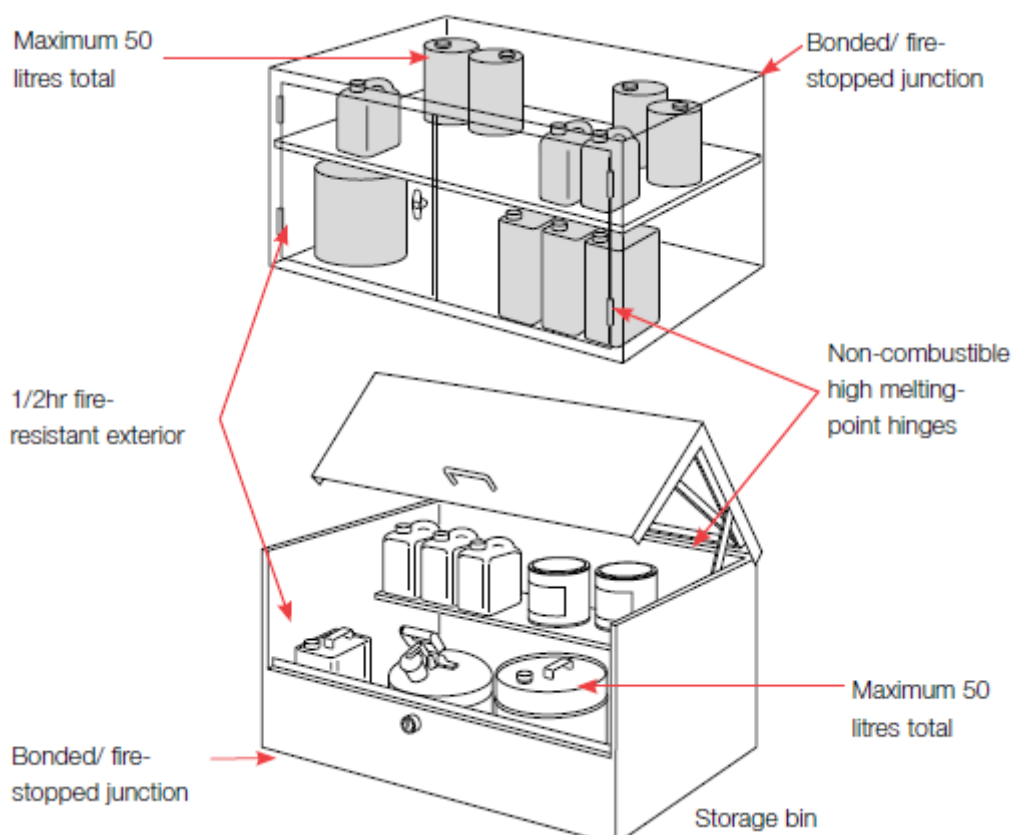


Fig. 6.6 – Armazenamento de líquidos no local de trabalho.
(Adaptado *HSE Books- The storage of flammable liquids in containers-2012*)

As quantidades máximas permitidas segundo a resistência ao fogo do compartimento, são as descritas na tabela 6.2.

- O armazenamento pode fazer-se dispondo os bidões de forma vertical sobre o solo, horizontalmente, sobre suportes ou em prateleiras.
- O armazém deve destinar-se exclusivamente a este fim. Não devem efectuar-se operações de transvase, salvo em condições expressas definidas no ponto de transvase.
- Se se armazenam várias classes de líquidos inflamáveis sobre prateleiras, os mais perigosos devem situar-se e um altura superior que os menos perigosos.

b) VENTILAÇÃO

- Deve instalar-se um sistema de ventilação forçada, com extrator de ar ao nível do solo, de acordo com o especificado na tabela 6.3.

Tabela 6.3 – Ventilação Vs Classe de líquido Armazenado

Classe de Liquido	Ventilação de nível baixo, em m ³ /min por m ² de superfície de solo
IA	0.15
IB & IC	0.075
II & IIIA	Natural Cave : 0.075
III B	Natural

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

- O sistema deve funcionar continuamente e estar dotado de um dispositivo de aviso, de forma que em caso de falha este possa ser detectado rapidamente.
- A ventilação natural é adequada para os líquidos Class III B e, excepto nas caves, para líquidos Class II e Class IIIA.

- O método mais adequado são aberturas permanentes ao nível de tecto e solo, mas também podem utilizar-se janelas, portas e claraboias na cobertura. Para conseguir uma velocidade de ventilação adequada, deve prever-se 1 m² de entrada livre de ar por cada 500 m² de superfície de solo.

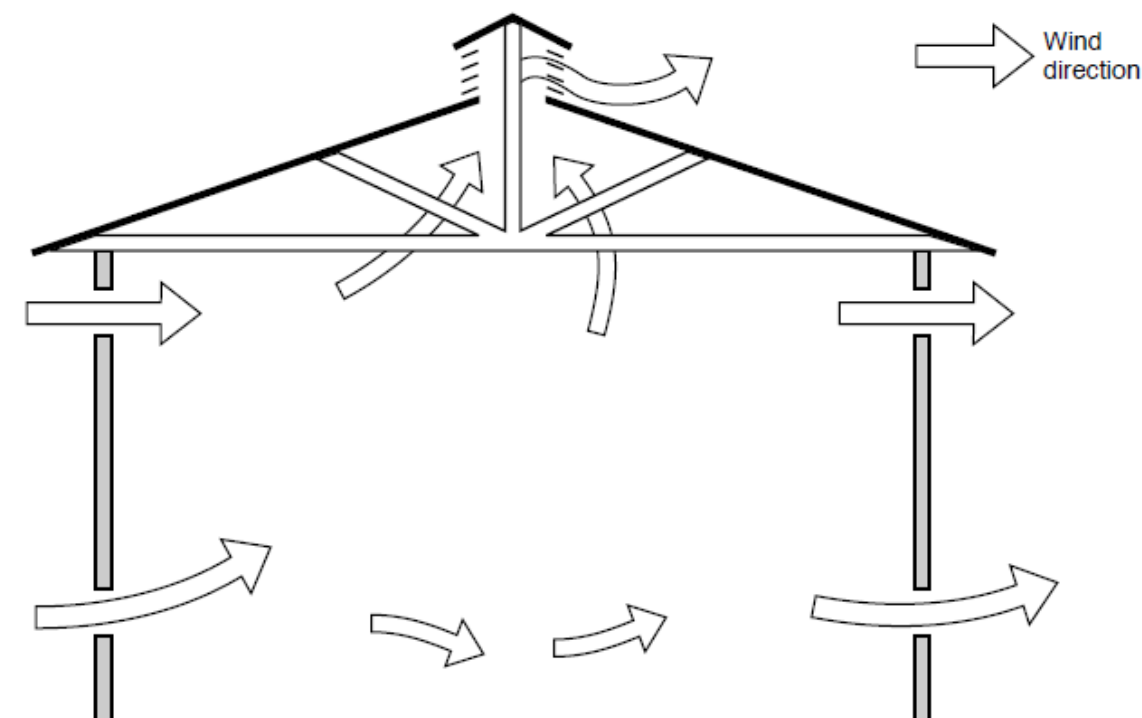


Fig 6.7 – Exemplo de ventilação num edifício de armazenagem
(Adaptado HSE Books- *The storage of flammable liquids in containers*-2012)

c) FONTES DE IGNIÇÃO

É necessário eliminar toda a fonte de ignição. Deve proibir-se de fumar e realizar trabalhos de chama ou que produzam projecção de partículas incandescentes.

- A instalação eléctrica deve ter um grau de protecção de acordo com a classificação de locais de risco de incêndio e explosão.
- Os empilhadores que se utilizam no local, devem estar protegidos contra contactos térmicos ou expulsão de gases quentes.

d) PROTECÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Extintores – Dispor de um extintor, pelo menos, de 9 Kg de Pó e 12 Kg de CO₂ por cada 100 m².

Bocas-de-incêndio – É recomendável instalar bocas-de-incêndio de forma a alcançar a cobertura total do armazém. Na ausência de *sprinklers*, a acção das bocas de incêndio deve complementar-se com a utilização dos hidrantes exteriores. O caudal mínimo para as bocas-de-incêndio, aquando a inexistência de *sprinklers*, deve ser de 2000 l/min + 24 l/min m²

Sistema Automático de Extinção de Incêndios (*sprinklers*) – É aconselhável utilização de *sprinklers* com as seguintes especificações:

- **Densidade de descarga** – 24 l/min m²
- **Área de funcionamento:** 465 m²

e) VIGILÂNCIA E ORGANIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Os armazéns de líquidos devem ter rondas periódicas por parte de vigilantes ou outro funcionário.

A brigada de emergência e pessoal operativo devem estar devidamente instruídos dos perigos e do combate ao incêndio em líquidos inflamáveis.

6.1.7. Operações de Transvase

6.1.7.1. Localização

O lugar mais adequado para operações de transvase é um recinto compartimentado, exclusivamente destinado a estas operações. O mesmo recinto pode ser utilizado para armazém auxiliar e para operações de transvase, se a existência total de líquidos inflamáveis não ultrapassar os **2000 l**.

Podem efetuar-se transvases em zonas de fabrico se foram tomadas precauções adequadas de construção e de ocupação.

Deve evitar-se os transvases em caves. É permitido apenas no caso de líquidos combustíveis Class III B.

6.1.7.2. Construção

A construção deve ser realizada segundo as especificações anteriormente descritas para os armazéns auxiliares de líquidos inflamáveis.

Se ao risco de incêndio, está associado ainda o risco de explosão (p. ex: líquidos com ponto de inflamação inferior a $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$), o local deve possuir elementos construtivos limitadores de danos por explosão.

6.1.7.3. Ocupação

a) ARMAZENAMENTO

Se coexiste armazenamento e operações de transvases, de acordo com o descrito no ponto 6.5.1 os líquidos de class I, II e III A não devem armazenados em mais de uma fila em altura.

As operações de transvase apenas devem ser efectuadas um bidão de cada vez.

Nas zonas de fabrico não é permitido a existência de mais de 400 l de líquidos da Class I,II e III A nem mais de 5000 l de líquidos da Class III B

b) TRANSVASE

- Devem ser utilizadas bombas de segurança e boquilhas de transferência com fecho automático.
- Toda a ferramenta utilizada nos bidões de líquidos de Class I deve ser apropriada.
- Todos os bidões de líquidos de Class I,II e IIIA devem ter uma ligação à terra para evitar acumulação de electricidade estática.
- A manipulação e o transporte destes líquidos deve efectuar-se em recipiente de segurança.

c) VENTILAÇÃO

Deve ser instalado um sistema de ventilação forçado com toma de ar novo ao nível do solo para os líquidos de Class I,II e IIIA com uma velocidade de ventilação de, pelo menos, de 0,3 m³/min por cada m² de superfície de solo. Para os líquidos de Class IIIB é adequada a ventilação natural.

d) LIMPEZA E FONTES DE IGNIÇÃO

Deve ser mantido um nível de limpeza muito elevado, não devendo existir materiais combustíveis na zona, excepto se estiverem em recipientes fechados. Todos os bidões vazios existentes devem ser imediatamente retirados.

Nas zonas em que existem líquidos Class I, a instalação eléctrica deve ser apropriada às características do local.

e) PROTECÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Deve ser instalados extintores e bocas de incêndio seguindo o recomendado no ponto 6.4.3. A colocação de um sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*) e a estipulação de rondas periódicas deve ser equacionado.

6.2. ARMAZÉNS FRIGORÍFICOS

Este capítulo aborda a protecção contra incêndio em câmaras e armazenamento frigorífico, sendo que retrata principalmente o armazenamento de produtos alimentares.

Os armazéns e câmaras frigoríficas apresentam um risco de incêndio similar aos armazéns normais, com algumas características diferenciáveis:

- Circunstâncias favoráveis:

- Reduzido número de possíveis fontes de ignição.
- Baixas temperaturas.
- Escassez de pessoal no seu interior.

- Circunstâncias desfavoráveis:

- Uso de materiais combustíveis como isolamento térmico.
- Reduzido número de acessos.

- Consequências:

- Dificuldades de acesso aos meios de extinção.
- Grave risco para funcionários e bombeiros no seu interior.
- As baixas temperaturas provocam dificuldades para colocação dos meios de combate a incêndio.
- A ausência de pessoal no seu interior pode favorecer o desenvolvimento de um incêndio sem ser rapidamente detectado.

6.2.1. Descrição

Uma das aplicações principais da refrigeração é a conservação de produtos alimentares. O grau de arrefecimento necessário depende do tipo de produto e do tempo que vai estar conservado. De acordo com a temperatura podem distinguir-se dois tipos de refrigeração:

Refrigeração

Manutenção a uma temperatura igual ou superior a 0 °C (o intervalo mais comum é de 0 a 5 °C, podendo chegar aos 18 °C) Este é o intervalo de temperaturas utilizado para a conservação de produtos frescos.

Congelação

Manutenção da temperatura inferior a 0° C, podendo chegar até aos – 55 °C.

6.2.2. Construção

No que concerne à construção, existem dois tipos de construção: **Antigo e Moderno**.

6.2.2.1. Construção antiga – Normalmente anterior a 1970

As construções anteriores a 1970 têm as seguintes características:

Estrutura : Betão ou de Aço

Paredes : Compacta, geralmente de betão

Solo : Betão

Pisos: Frequentemente vários pisos de betão armado e em alguns casos de madeira

Isolamento Térmico: Geralmente interior (algumas vezes exterior), de cortiça com betuminoso

Vedante: Massa vedante ou adesiva para evitar a passagem de vapor pelo isolamento e a formação de gelo no seu interior

Revestimento Interno: Para proteger o isolamento de danos físicos emprega-se geralmente uma capa de gesso semi-impermeável. Em algumas ocasiões utilizam-se placas de madeira contraplacada. Em alguns casos existia um muro interior de alvenaria, estando a capa isoladora entre ambos os muros.

6.2.2.2. Construção Moderna – Normalmente posterior a 1970

Estrutura: Betão ou de aço

Divisórias: Painéis metálicos prefabricados, denominados por painéis sandwich (construídos por um material isolante no núcleo e por duas capas metálicas externas) sobre a estrutura de aço

Solo – Subsolo de gravilha coberta de uma emulsão asfáltica, uma película de isolante térmico e uma camada de betão.

Tecto – Painéis prefabricados ou pranchas de isolamento sobre estrutura de aço com revestimento interno.

Cobertura – Metálica, com isolamento térmico e uma capa exterior de material asfáltico, ou dupla capa de fibrocimento com isolamento.

Pisos – Geralmente um único piso com 12 m de altura.

Isolamento Térmico – Os isolantes mais utilizados são à base de espuma de poliuretano devido às suas excelentes capacidades isolantes e preço baixo. As paredes de painéis de poliuretano são mais flexíveis do que das lãs minerais.

6.2.2.3. Descrição de materiais de isolamento

a) POLIESTIRENO (PS)

As matérias-primas de poliestireno expandido são polímeros ou copolímeros de estireno que contêm uma mistura de hidrocarbonetos de baixo ponto de ebulição como agente de expansão. Os polímeros de estireno comercializam-se em grãos ou em pó para sua extrusão ou moldagem, embora também se comercializam em bolas de poliestireno que contêm gás como agente de expansão para produzir poliestireno.

As propriedades do Poliestireno são:

Propriedades

Densidade: 10-33Kg/m³

Condutividade: 0.28 – 0.049 Kcal/h.m °C (0.033-0.057 W/m.K)

Termoplástico e transparente e vítreo

Duro, rígido e transparente

Estabilidade calorífica e dimensional

Calor líquido de combustão: 39,70 MJ/Kg

Características Gerais do Produto

- Ao ser expostos a temperaturas superiores a 100 – 150 °C, os produtos de PS começam a amolecer lentamente e a contrair-se e a fundir-se a temperatura aumenta. Se continua expostos ao calor durante um certo tempo, o material fundido emite produtos de decomposição gasosos inflamáveis, que quando se inflamam desenvolvem chamas que se propagam rapidamente pela superfície do material e produz-se a fusão do mesmo e produção de gotículas.
- Na ausência de um foco de ignição os produtos de decomposição térmica não se inflamam até alcançar temperaturas da ordem dos 400-500°C.

- Variando a reação de polimerização desenvolvem-se poliestirenos com temperaturas de distorção mais altas.
- O comportamento ao fogo dos materiais de PS pode modificar-se incluindo os produtos ignífugos da sua composição aplicados nos isolamentos e revestimentos.
- Um material tratado com agentes ignífugos contrai-se quando exposto a uma chama, pelo que apenas arderá se a exposição for prolongada.

O poliestireno classifica-se em dois tipos: Poliestireno expandido e o poliestireno extrudido.

Poliestireno expandido (EPS) – As matérias-primas do Poliestireno expandido são polímeros ou copolímeros de estireno que contém uma mistura de hidrocarbonetos de baixo ponto de ebulição como agente de expansão, principalmente pentano.

Poliestireno extrudido (XPS) – É uma espuma rígida de poliestireno obtida por extrusão de uma massa líquida de poliestireno, resultando uma estrutura de célula fechada que lhe confere suas propriedades e características. Não se deve expor de forma continuada a temperaturas superiores a 90 °C. O poliestireno funde-se e forma gotículas quando a temperatura aumenta, inflamando-se com facilidade e mantendo a combustão com a formação de grandes quantidades de fumo negro. Não obstante, a adição de agentes retardantes e inibidores da combustão pode diminuir a sua perigosidade.

b) POLIURETANO (PUR)

É formado por um grupo de polímeros que adoptam as seguintes formas: Espumas (flexíveis, semiflexíveis e rígidas) e elastómeros (compostos de fundição e resinas expansíveis). As espumas rígidas de poliuretano empregam-se massivamente na construção de isolamentos.

Os painéis tipo sandwich com recobrimentos de chapa perfilados e isolamento com PU, utilizam-se cada vez mais na construção industrial.

A espuma de poliuretano, é um produto termoendurecível, ou seja, quando se aquece carboniza lentamente pra formar um resíduo de carvão a alta temperatura (na ordem de 300-

500 °C), mantendo a integridade estrutural, sendo a diferença dos termoplásticos que se fundem e que se derretem.

Propriedades

- Densidade: 32 – 80 Kg/m³
- Condutividade: 0.020 – 0.034 Kcal/h.m °C (0.023 – 0.040 W/m.K).
- Calor líquido de combustão: 22.70 MJ/Kg
- Não é atacado por roedores e insectos
- Não absorve odores
- Não permite o desenvolvimento de bactérias e fungos.
- Não necessita de manutenção
- Estabilidade dimensional
- Excelente atenuador acústico.

Vantagens

- Alta resistência ao desgaste e abrasão
- Boa elasticidade
- Óptima resistência ao corte
- Excelente capacidade para suportar a compressão sem deformações permanente
- Resistência a impactos
- Isolamentos térmico superior a outros materiais que contém no seu interior ar ou anidrido carbónico.
- Isolante de mais baixa condutividade térmica
- Inerte à acção da maioria de compostos químicos

Desvantagens

- Mau comportamento ao fogo, ainda que existam produtos ignífugos que melhoram a sua reacção ao fogo.

- Envelhecimento
- Problemas de humidade e condensação
- Decompõe-se pela acção prolongada de temperaturas superiores a 250 °C. Liberta gases inflamáveis a 320°C, que se autoinflamam (sem foco de incêndio externo) entre 430 °C e 550 °C, com geração de grande quantidade de produtos tóxicos.

c) LÃS MINERAIS

São materiais isolantes construídos por um entrelaçado de fibras, formando uma estrutura flexível e aberta, que contém apenas ar no seu interior.

Propriedades

Densidade: 10 -150 Kg/m³

Condutividade: 0.028 – 0.038 Kcal/h m ° C (0.033 – 0.044 W/m K)

Isolamento térmico devido ao ar contido no seu interior

Isolamento acústico

Isolamento contra o fogo: As lãs minerais, pelo seu carácter inorgânico, não se inflamam nem produzem fumos e também mantém a sua capacidade de isolamento térmico mesmo a altas temperaturas. O comportamento final frente ao fogo do produto depende em grande medida dos aditivos e componentes adicionados no seu processo de fabricação.

Os painéis tipo sandwich com lãs minerais são produtos ecológicos, uma vez que não permite o crescimento de microrganismos nem insectos no seu interior, não é alimento para roedores e é imputrescível. São utilizadas em indústrias agroalimentares.

O núcleo da lã mineral é hidrófugo, existindo uma pequena percentagem de absorção de humidade na superfície exterior.

Evita o crescimento do fogo e evita que as altas temperaturas que se produzem na superfície do painel onde se dá o incêndio se transmita à outra face do painel.

As lãs minerais se dividem em dois tipos: Lã de fibra de vidro e lã de rocha.

A lã de vidro tem como matéria-prima as areias silíceas. Enquanto a lã de rocha tem como matéria-prima as rochas diabásicas, principalmente basaltos. Uma vantagem destas é que se pode assegurar a sua fabricação no tempo devido a abundância desta matéria prima.

Tipos de aplicação

- a) Painéis prefabricados,
- b) Placas e blocos: instalados sobre o exterior com um adesivo isolante,
- c) Protecção: O poliuretano pode projectar-se sobre os pilares metálicos.

A tabela 6.4 resume o tipo de isolamentos que existe:

Tabela 6.4- Classificação dos painéis Sandwich segundo o material isolante descrito

Tipo de Material	Isolante	Tipo
Orgânico e Plástico	Poliestireno	Poliestireno extrudido (XPS)
	Poliuretano (PUR)	Poliestireno expandido (EPS)
Mineral	Lã mineral	Lã de Rocha Lã de vidro

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Isolante

Se o revestimento interior é metálico, pode estar galvanizado ou dispôr de uma superfície isolante de PVC ou material acrílico. Em caso contrário, emprega-se uma massa isolante ou adesivo de fixação das placas.

Revestimento Interno

- a) Metálico: Em caso dos painéis de dupla chapa
- b) Outros Tipos :Utiliza-se madeira contraplacada e gesso
- c) Em determinadas ocasiões emprega-se placas de material plástico em contacto directo com isolamento térmico.

6.2.3. Armazenamento

6.2.3.1. Produtos

O tipo e quantidade de produtos armazenados é, geralmente, estável ao longo do ano nos armazéns frigoríficos, quer nos de distribuição quer nos de recepção.

Os armazéns de distribuição ao público, pelo contrário, sofrem grandes oscilações ao longo do ano quanto ao tipo e quantidade de produtos, e por isso, também a sua combustibilidade do conteúdo.

Alguns armazéns podem sofrer também de oscilações, se se dedicarem, por exemplo a produtos agrícolas (fora da temporada podem estar repletos de recipientes),ou vários, de temporadas complementares (varia o tipo de recipientes e assim combustibilidade).

Muitos produtos são combustíveis ou possuem materiais que se fundem com calor (por exemplo, gorduras). Não obstante, o aumento da contribuição de carga de calor é geralmente devido à embalagem suportes.

6.2.3.2. Recipientes e Suportes

Entre os recipientes e suportes combustíveis, podem-se considerar:

- Recipientes de cartão e de poliestireno expandido,
- Invólucros de papel ou papel parafinado,
- Sacos de material têxtil,
- Malhas de PVC,
- Caixas e Paletes de madeira,
- Tábuas de madeira utilizadas como suporte.

6.2.3.3. Disposição dos produtos

Os produtos armazenam-se em pilhas compactas, sobre paletes ou em estantarias paletizadas. No entanto, a tendência actual, nos países avançados é dispor os produtos em grandes armazéns frigoríficos automatizados

6.2.3.4. Transporte de manipulação dos produtos

Utilizam-se geralmente, empilhadores de bateria e de motor eléctrico, com óleos especiais de baixa temperatura. A utilização de empilhadores permite o armazenamento em altura até 6 paletes.

6.2.4. Sistemas de Refrigeração

Um dos aspectos a ter em conta para avaliar o risco de incêndio nesta industria é o uso dos fluidos refrigerantes. O fluido refrigerantes é um liquido usado na transmissão de calor que, num sistema frigorifico, absorbe o calor a baixa temperatura e pressão, cedendo temperatura e pressão elevada. Este processo produz-se com mudanças bruscas do estado físico de fluido.

Os refrigerantes classificam-se nos seguintes tipos:

- **Grupo I:** Alta Segurança. Não combustíveis. Gases de decomposição de toxicidade ligeira ou nula. Odor intenso.
- **Grupo II:** Média segurança. Inflamáveis e explosivos a mais de 3.5 % em volume. Gases de decomposição tóxicos e corrosivos. Narcóticos e anestésicos.
- **Grupo III:** Baixa segurança. Muito inflamáveis e explosivos a menos de 3.5 % em volume. Não são tóxicos a baixo do limite de inflamabilidade.

Nos armazéns antigos, o refrigerante mais frequentemente utilizado é o amoníaco. (No Grupo II da classificação dos refrigerantes) e o sistema mais utilizado é o direto, com o evaporador ou evaporadores dentro das camara frigoríficas.

Nos armazéns mais modernos, o amoníaco é o refrigerante mais utilizado, seguido de freons (hidrocarbonetos halogenados do Grupo I), cuja utilização aumentou nos últimos anos, sofrendo variações noas agentes utilizados devido às restrições emitidas pelo Protocolo de Montreal.

6.2.5. Pontos Perigosos

6.2.5.1. Causas de Incêndio

Das estatísticas de incêndio em câmaras frigoríficas, na Alemanha Central, Reino Unido e Estados Unidos, deduz-se o seguinte:

- A causa mais frequente de incêndio são as avarias na instalação e equipamento eléctrico: Curtos circuitos na cablagem, motores, lâmpadas e elementos de calefação (p.ex: nas juntas das portas)
- A segunda causa mais importante são durante os trabalhos corte e soldadura nas operações de manutenção

6.2.5.2. Materiais Afectados

Na maioria dos incêndios, o fogo desenvolve-se tanto nos isolamentos térmicos como nos produtos armazenados:

- A combustibilidade da cortiça é agravada pelos materiais adesivos (colas) e de impregnação betuminosa.
- O poliestireno expandido é combustível. Funde aos 205 °C e o líquido formado tem um ponto de inflamação à volta dos 230 °C. O ponto de ignição está à volta dos 425 °C. Embora tende a consumir-se e a desaparecer na presença de uma fonte de ignição reduzida, uma fonte de calor maior como um incêndio real, manterá a ignição a uma zona extensa, perseguindo o material à medida que se vai esgotando. A propagação superficial é rápida e o fumo produzido é negro e muito denso, com um alto conteúdo de alcatrão. Os aditivos ignífugos não afectam as características da combustibilidade do poliestireno, salvo no atraso da ignição. Alguns tipos podem utilizar-se sem barreira térmica protectora na presença de sprinklers.
- A espuma de poliuretano é combustível. A espuma rígida decompõe-se aproximadamente aos 230 °C e entra em ignição entre os 315 e 390 °C. A propagação superficial é muito rápida e produz-se um fumo muito denso e gases tóxicos como monóxido de carbono, ácido clorídrico e fosfatos. A utilização de aditivos ignífugos não melhora perceptivelmente o comportamento do poliuretano num incêndio real.
- O revestimento da espuma com laminados plásticos (geralmente poliéster) como acabamento interior aumenta o risco consideravelmente.

A tabela 6.5 descreve as propriedades dos painéis *sandwich*:

Tabela 6.5 – Propriedades do painel *Sandwich*, segundo o isolamento utilizado

Material	Espessura (mm)	Comportamento ao fogo (isolamento)	Comportamento ao fogo (painel)	Resistência ao fogo/Espessura do painel (min)/ e(mm)
Poliestireno Extrudido (EPS)	40-100	Combustível (M4 a M1) sem tratamento ignífugo. Termoplástico. Gotas na presença de chama	M1 / M2	Não Resistente ao Fogo (RF)
Poliuretano (PUR)	30-220	Combustível (M4 a M2) sem tratamento ignífugo. Termoendurecível. Gera gases tóxicos Não goteia	M 2	Não Resistente ao Fogo (RF)
Lã mineral (fibra de vidro)	30-80	M1 Não goteia	M 1	Não Resistente ao Fogo (RF)
Lã mineral (lã de rocha)	50-100	M0 Não goteia	--	RF – 30 (50 mm) RF – 60 (80 mm) RF – 120 (100mm)

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

As uniões entre os painéis e protecção das juntas são elementos vulneráveis que podem deformar-se e permitir que os gases quentes e as chamas alcancem o material combustível. A protecção das janelas e de outras aberturas são particularmente vulneráveis se a chama de propaga até elas,

Na tabela seguinte mostra-se uma classificação provisória dos distintos tipos de painéis testados com base nos resultados obtidos nos ensaios de inflamação.

Tabela 6.6 - Avaliação dos painéis *Sandwich*

Tipo de painel Sandwich	Classificação	
EPS – Junta Standard 1	◇	Inaceitável, onde as exigências ao fogo são importantes
EPS – Junta Standard 2	◇	
EPS – Junta Rebitada	◇	
XPS – Junta Standard	◇	
PUR – Junta Standard	◇◇	Não recomendável, onde as especificações de comportamento ao fogo são importantes
PUR – Junta Superior	◇◇	
XPS – Junta Rebitada	◇◇	
EPS – Lã de rocha e canto com lã de rocha	◇◇◇	Comportamento satisfatório em relação às aplicações específicas consideradas e tipo de produto
XPS – Fibra de rocha e faixas minerais	◇◇◇	
Lã de rocha, lã mineral	◇◇◇◇◇	Excelente comportamento, em relação com as aplicações específicas e tipo de produto.

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

6.2.5.3. Propagação

A propagação do incêndio é favorecida pelas seguintes circunstâncias:

- Falta de compartimentação adequada tanto nas câmaras, ou grupo de câmaras, entre si como nas salas de refrigeração e das salas de armazenamento do material de embalagem;
- Existência de espaços confinados e ocultos, onde o fogo pode iniciar e propagar-se com rapidez:
 - Espaços entre tectos falsos e entre câmaras frigoríficas;
 - Conduitas de circulação do ar refrigerado;
 - Conduitas da instalação eléctrica.

Estes mesmos elementos são capazes de comunicar com duas zonas , que supostamente são soladas, por uma parede resistente ao fogo.

- A disposição do armazenamento: A quantidade e proximidade dos produtos, provoca uma rápida propagação.

6.2.5.4. Outros aspectos graves

O espaço confinado nas câmaras e nos acessos limitados provocam:

- Inundação total das câmaras com fumos densos e gases tóxicos,
- Dificuldade de evacuação para os colaboradores,
- Dificuldades de acesso para as equipas de intervenção internas como também pelos bombeiros,
- Grande perigo para os colaboradores e para os bombeiros no seu interior:
 - O emprego de estruturas metálicas não protegidas provoca o colapso das mesmas e por conseguinte o desmoronamento da câmara ou do armazém.
- Os danos materiais aumentam devido:

- As mercadorias não afectadas directamente pela combustão, são rejeitadas devido à contaminação ou por descongelamento,
- Se a sala das máquinas é afectada, a paralisação total do armazém provoca perdas directas e indirectas muito elevadas.

6.2.5.5. Efeito da protecção com Sistema Automático de Extinção de Incêndios (*Sprinklers*)

Um resultado de um estudo sobre 36 incêndios ocorridos num período de 10 anos (Fundacion Mafre Estudios. “Instituto de Seguridad Integral” – ITSEMAP FUEGO)., indicam que a perda média pelos 13 estabelecimentos protegidos por um sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*) foi entre 7 a 8 vezes inferior à média sofrida pelos estabelecimentos não protegidos. Durante o mesmo período, contudo, registaram-se 90 casos de fugas de água no sistema de extinção. As causas principais foram:

- O congelamento dos sistemas húmidos na zona por cima das câmaras (espaço confinado não isolado);
- A congelação dos sistema secos, depois de acidentalmente ser colocado em funcionamento;
- Rotura mecânica das condições por impacto dos empilhadores.

A perda económica, nestes casos, foi de aproximadamente de 1/3 da sofrida por incêndio nos estabelecimentos protegidos.

6.2.6. Recomendações

6.2.6.1. Medidas Preventivas

a) Isolamentos térmicos

- Sempre que seja possível, é recomendável utilizar isolamentos térmicos não combustíveis, como fibra de vidro ou lã mineral;
- Quando não seja possível utilizar isolamentos não combustíveis, podem utilizar-se isolamentos combustíveis do tipo das espumas de poliuretano e poliestireno;
- Os elementos de isolamento (paredes e tectos) com espuma, devem estar protegidos por um sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*);
- As espumas plásticas devem estar revestidas no seu interior com uma barreira térmica (material não combustível e mau condutor de calor), que atrase a sua ignição entre 10 a 15 minutos. Alguns exemplos de barreira térmica:
 - Estuque de cimento;
 - Placas de gesso;
 - Placas contraplacadas de madeira ignífuga.

É essencial contato entre a barreira térmica e a espuma, no entanto, não pode existir bolsas de ar.

O estuque de cimento adere mal à espuma e é necessária a sua aplicação sobre uma chapa de metal, ligada à estrutura.

- Os painéis metálicos prefabricados oferecem certa proteção à espuma, mas só alguns têm um efeito similar à barreira térmica. Em geral, requerem o uso das barreiras térmicas adicionais.
- Algumas espumas ignífugas de poliestireno podem utilizar-se sem barreira térmica, seguindo as seguintes condições:
 - Estar aprovadas por um laboratório reconhecido;
 - Existência de sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*);
 - Altura da parede isolada não superior a 9 m;
 - Estar aplicadas sobre uma superfície não combustível.
- O isolamento do solo pode ser de espuma plástica, se o solo for de betão e as juntas entre o solo e as paredes estiverem seladas, de forma a que espuma esteja totalmente confinada.

- Os isolamentos térmicos das condutas devem ser combustíveis.

b) Compartimentação

-As câmaras ou armazéns frigoríficos que formem parte de um edifício com mais outro tipo de ocupação ou estão geminadas a outros edifícios, o resto das ocupações ou edifícios devem ser separados por elementos construtivos com resistência ao fogo adequada à carga calorífica, não podendo ser inferior a 1 hora de resistência ao fogo.

- Anexar as salas de máquinas (com equipamento de refrigeração que utilizem refrigerantes dos grupos II e III), a um muro exterior e compartimenta-las com elementos construtivos de uma resistência ao fogo de, pelo menos, uma hora. Se a ocupação dos recintos contíguos o requerer, esta resistência ao fogo deve ser aumentada.

- Compartimentar os armazéns frigoríficos em sectores de incêndio. Os critérios de compartimentação são os seguintes:

- a) Segurança dos colaboradores e distância máxima às vias de evacuação;
- b) Valor máximo preestabelecido para cada sector de incêndios considerando o recinto e conteúdo.

Para seguir as recomendações de segurança, apresentam-se a seguir os seguintes critérios orientativos:

- Superfície máxima de cada sector de incêndio: 500 m²;
- Temperaturas inferiores a -5°C e com instalação de sistema automático de extinção de incêndio 1600 m²;
- Selar as condutas de cablagem através de muros de compartimentação com material intumescente resistente ao fogo;
- Constituir a condução de fluidos preferivelmente num sector de fogo;
- Dispor das condutas de ar de registos automáticos, resistentes ao fogo.
- Não devem existir espaços confinados (Ex: entre tecto falso e cobertura), que ponham em comunicação sectores de incêndio, aparentemente independentes.

c) Instalações eléctricas

- As instalações eléctricas devem cumprir os requisitos de protecção necessários para locais especiais:

a) Câmaras frigoríficas: Instalações em locais de características especiais : locais com humidades;

b) Salas de máquinas com líquidos refrigerantes dos Grupos II e III: prescrições particulares para as instalações eléctricas de locais com risco de incêndio e explosão.

- Os cabos devem suportar baixas temperaturas. O isolamento em PVC não é adequado para temperaturas inferiores a 0°C. O neopreno é aceitável. O percurso da cablagem através de isolamentos térmicos combustíveis deve ser o mais curto possível;

- Deverá ter-se um cuidado especial nos dispositivos de aquecimento das portas isotérmicas.

d) Corte e Soldadura

-O corte e soldadura são operações extremamente perigosas nas câmaras frigoríficas, sobretudo na presença de isolamento combustíveis.

Estas operações têm lugar:

a) Durante a construção da câmara;

b) Em operações de reparação e manutenção (Geralmente com a câmara paralisada);

- Tais operações não devem ser realizadas quando existe um grave risco de ignição em isolantes com o poliuretano.

- Deve ser estabelecido uma autorização de trabalho que garante a adopção de medidas de segurança pertinentes.

e) Outras fontes de Ignição

- Os empilhadores utilizados devem ser inspecionados regularmente para evitar focos de ignição através de descargas ou sobrecargas eléctricas ou por fricção mecânica;

- Durante as operações de descarga de material, os motores devem manter-se desligados e deverão ser instalados extintores nas imediações;

As unidades autónomas de refrigeração dos recipientes devem ser revistas de forma a comprovar o seu perfeito funcionamento e sobreaquecimento.

f) Disposição do armazenamento

O armazenamento dos materiais deve garantir o seguinte:

- Qualquer ponto das câmaras devem ser de fácil e rapidamente acessível;
- Deve estabelecer-se corredores de separação entre as mercadorias;
- É conveniente marcar no sol, de forma indelével, as zonas reservadas ao armazenamento e aos corredores;
- Os corredores devem manter-se livres de obstáculos;
- Entre a parte superior de cada mercadoria e o tecto, deve existir um espaço de pelo menos 1 metro (m).

6.2.6.2. Vias de Evacuação

- A porta principal, que é a maior via de evacuação, deve reunir as seguintes condições
 - a) Abrir do interior e do exterior;
 - b) As portas que disponham de abertura eléctrica e pneumática devem possuir um sistema de abertura de emergência;
 - c) Devem dispôr de um sistema de alarme com botoneiras.
- Nas câmaras de grandes dimensões deverá existir uma segunda porta de emergência, cuja abertura seja possível desde o interior;
- Se a câmara for pequena e dispõe apenas de uma porta, deverá ser inserido, um painel desmontável desde o interior. Deve existir também, um machado junto à porta.
- A câmara deve dispor de iluminação de emergência. A iluminação das saídas e das botoneiras de alarme deve ser autónoma.
- Todas as portas de emergência devem manter-se em perfeito estado de funcionamento e acessibilidade, e devem ser inspeccionadas e testadas periodicamente.

6.2.6.3. Salas de Máquinas

As condições de segurança dos equipamentos de refrigeração e da sala dos respectivos equipamentos deverão ser objecto de uma instrução técnica de segurança.

A sala das máquinas deve dispor de uma saída de emergência alternativa ao acesso principal.

6.2.7. Meios de Protecção

6.2.7.1. Sistema automático de extinção (*Sprinklers*)

Devido às dificuldades na extinção de incêndios em câmaras frigoríficas e em armazéns frigoríficos (dificuldade de acesso, fumos densos, gases tóxicos), o melhor meio de protecção é através da instalação de um sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*):

- Em temperaturas superiores a 4,5 °C podem utilizar-se sistema húmidos;
- Em temperaturas em torno dos 0°C podem utilizar-se sistemas secos com *sprinklers* pendentes, alimentado por um sistema húmido cujos os ramais estão situados por cima do tecto falso;
- Em temperaturas entre os 0°C e os -10 °C podem utilizar-se sistemas secos ou de acção prévia;
- Em temperaturas inferiores a -10 °C os sistemas devem ser do tipo misto, com uma válvula de inundação e uma válvula de sistema seco, para evitar a congelação das tubagens, devido a um funcionamento acidental. Não é aconselhável um sistema de acção prévia porque se pode formar gelo nas tubagens antes de ser alcançado um caudal estável.

6.2.7.2. Sistema Seco combinado com uma válvula de inundação

- As tubagens do sistema seco podem ser ligadas a uma só válvula de inundação. A área protegida por cada válvula de inundação não deve ultrapassar os 3700 m²;
- O comprimento da tubagem entre as válvulas deve ser a menor possível, onde as válvulas não devem ser instaladas “extremo contra extremo”;
- A válvula do sistema seco deve possuir uma válvula de purga esférica homologada;
- A válvula de inundação deve ser equipada mediante um alarme que funcione no momento em que o dispositivo de abertura é activado, independentemente se a válvula do sistema seco se abre ou não.
- Quando se instala uma válvula de inundação activada por acionamento pneumático, o fornecimento do ar para o sistema de detecção deve ser independente dos fornecimento do ar para as tubagens.

Quando se instala um sistema deste tipo, deve ser obtido do fabricante uma confirmação que a válvula de inundação funcionará adequadamente com esta disposição. Nem todas as válvulas de inundação funcionam corretamente quando estão submetidas a pressão de água do outro lado da válvula. Podem surgir problemas, como avarias dos sistemas de retenção da válvula ou fugas de água.

6.2.7.3. Inundação por CO₂ e espuma

Estes sistemas consideram-se como uma alternativa aceitável ao Sistema Automático de Extinção por água.

6.2.7.4. Detecção Automática

Na ausência de *sprinklers*, adopta-se a possibilidade de instalar um sistema de detecção automática, com elementos especialmente desenhados para funcionar a baixas temperaturas.

6.2.7.5. Bocas-de-incêndio e extintores

Devem instalar-se bocas-de-incêndio e extintores no exterior das câmaras, à entrada das câmaras.

6.3. ARMAZENAMENTO DE FARDOS DE PAPEL E DE PAPEL

Cada vez mais, é maior o uso crescente, como matérias-primas no fabrico de papel e cartão, de desperdícios procedentes das indústrias de transformação das mesmas e sua reciclagem, uma vez cumprida a missão para que foram transformados. Esta tendência previsivelmente continuará a crescer nos próximos anos alcançando uma elevada percentagem dentro das matérias-primas utilizadas por este tipo de indústria.

O abastecimento indiscriminado e não classificado desta classe de matérias-primas condiciona o tipo e qualidade do produto terminado, que em geral consistirá em cartão destinado a fabrico de cartão ondulado e subsequente transformação na indústria de embalagem.

A diversidade de tipos de papel que compõem esta matéria-prima é:

- Cartão contracolado;
- Cartão ondulado;
- Papel *Kraft*;
- Papel de prensa;
- Papel com plásticos ou parafinados;

O comportamento ao fogo é assim muito variável: Combustibilidade, velocidade de combustão, produção de fumos, etc.

Em qualquer dos casos, implicam uma alta carga calorífica e um elevado risco de incêndio que se vê agravado pela possível contaminação do papel recuperado com gorduras, óleos e solventes, entre outros.

6.3.1. Descrição dos Armazéns

Os desperdícios de Papel ou de cartão de uma indústria transformadora são recuperados, geralmente, mediante sistemas automáticos de aspiração ou transporte e levados para uma prensa, onde se são compactados, formando um fardo que facilita o seu armazenamento e posterior transporte. Estes fardos podem oscilar entre os 100 e os 500 Kg, efectuando o seu transporte mediante empilhadores.

6.3.1.1. Armazéns de desperdícios ligados à Indústria Transformadora

Os fardos de desperdícios de papel armazenam-se à medida que são “produzidos”, e geralmente são encaminhados para os transportadores quando se alcança a quantidade mínima para transporte. São armazenados no interior nas naves de produção, junto à prensa e sistema de recolha, como no exterior das mesmas, normalmente num coberto para protecção das intempéries.

6.3.1.2. Armazéns Grossitas

São armazéns intermédios entre os locais de armazenamento de desperdícios de papel e os armazéns de compra e venda e as fábricas de papel. Estes armazéns, dependendo do tamanho da empresa e das condições do mercado, poderão ter grandes quantidades de *Stock*. Em geral, são edifícios de construção ligeira, sendo que na maioria das vezes, sem paredes.

6.3.1.3. Armazéns dependentes de Fábricas de Papel

Como já referido anteriormente, o papel reciclado e os desperdícios de papel utilizado, constitui uma das matérias-primas básicas para a indústria do papel, e em especial, para o fabrico de cartão. Em muitos casos esta é a única matéria prima utilizada, sendo que se pode alternar ou utilizar em simultâneo na mesma máquina ou em máquinas distintas com outras matérias primas tais como pasta química, palha, aparas de madeira, etc.

Tendo em conta o consumo horário das máquinas de papel e a necessidade ou conveniência de existência de “*stocks*”, as quantidades de papel armazenado alcançam valores de muitas toneladas, com todas as implicações que isso acarreta: Elevada carga de combustibilidade e grandes espaços de armazenamento.

Ao não ser uma condicionante que a matéria-prima esteja em estado seco, os armazenamentos são frequentemente colocados no exterior, constituindo os chamados “parques de papel” (Fig.6.8).



Fig. 6.8 – Parque de fardo de papel no exterior

O armazenamento efectua-se geralmente em forma de fardos compactos diretamente sobre o solo, e nos casos em que os fardos são constituídos por livros e revistas de difícil desfolhamento, o armazenamento efectua-se a granel, em forma de pirâmides.

6.3.2. Principais Causas de Incêndio

Independentemente dos incêndios de natureza criminosa, a origem dos incêndios em armazéns de fardos de papel podem ser originados por:

- Processo de autoignição em papel usado contaminado com produtos tais como óleos, dissolventes, gorduras, vernizes, etc. O fogo apresenta nestes casos um desenvolvimento interno muito lento até que o oxigénio chegue ao foco de incêndio, apresentando então um desenvolvimento muito violento.
- Em determinadas condições de humidade os papel por sofrer um processo de fermentação exotérmico.
- Operações de corte e soldadura realizadas nas áreas de armazenamento sem assegurar as devidas condições de segurança.

- Incêndio originado em outro ponto da actividade, devido à ausência de distâncias de segurança. A origem deste tipo de incêndio tem em especial incidência nos armazéns ligados a fábricas de transformação de papel. O sistema de recolha e de prensa do papel, pode ser um potencial causador de sinistros, caso não exista as distâncias de segurança e se a limpeza do local não for adequada.
- Incêndios nas zonas limítrofes exteriores, nomeadamente em fogos de matas.
- Incêndios com origem em fumadores.
- Incêndios provocados por veículos de transporte e manipulação dos fardos.
- Incêndios provocados por lançamentos não intencionados, desde o exterior, de objetos incandescentes.
- Neste tipo de armazéns têm pouca incidência os sinistros de origem elétrica, uma vez que na maioria dos casos apenas existe a iluminação.

6.3.3. Recomendações para o Armazenamento

6.3.3.1. Armazéns ligados às indústrias Transformadoras

- Se o armazenamento é interior e conectado ao sistema de recolha e compactação, o conjunto deve estar devidamente compartimentado do resto da indústria
- Os desperdícios devem ser limitados ao equivalente de apenas uma carga de um camião de recolha.
- O armazenamento, se é efectuado interiormente, deve realizar-se pelo menos a 10 m do sistema de eliminação de desperdícios e da prensa de compactação. O espaço entre os fardos e os equipamentos deve manter-se limpo de desperdícios.
- Se a recolha de desperdícios for efectuada manualmente, estes devem ser prensados periodicamente, para que não exista muita acumulação, sendo que a distância pode ser reduzida até aos 7 m.
- O empilhamento interior, geralmente realizado junto a uma parede, deve ser efectuado sempre a um muro exterior.

6.3.3.2. Armazenamento Grossistas

O armazenamento de papel deve ter em atenção as seguintes premissas:

- Deve ser efectuada uma classificação dos fardos de papel, armazenando o papel contaminado em pilhas separadas.
- O tamanho das pilhas deverá ser limitado, de forma a que cada uma não tenha mais de duzentas toneladas e a ocupação em superfície não seja superior a 150 m².
- A distância entre as pilhas de fardos dependerá da segurança contra incêndio instalada:
 - a) Os armazéns protegidos com *sprinklers*, a distância entre as pilhas de fardos deve ser igual ou superior a 3 m, existindo um corredor central de pelo menos de 5 m.
 - b) Em armazéns com protecção unicamente “manual”, a distância entre as pilhas de fardos será pelo menos de 5 m e o corredor central deverá ter uma largura mínima de 8 m.
- A altura das pilhas de fardos deve ser limitada para que o ataque a um foco de incêndio seja mais fácil:
 - 1) O armazém com sprinklers, a altura de armazenamento não deverá ser superior a 6 m;

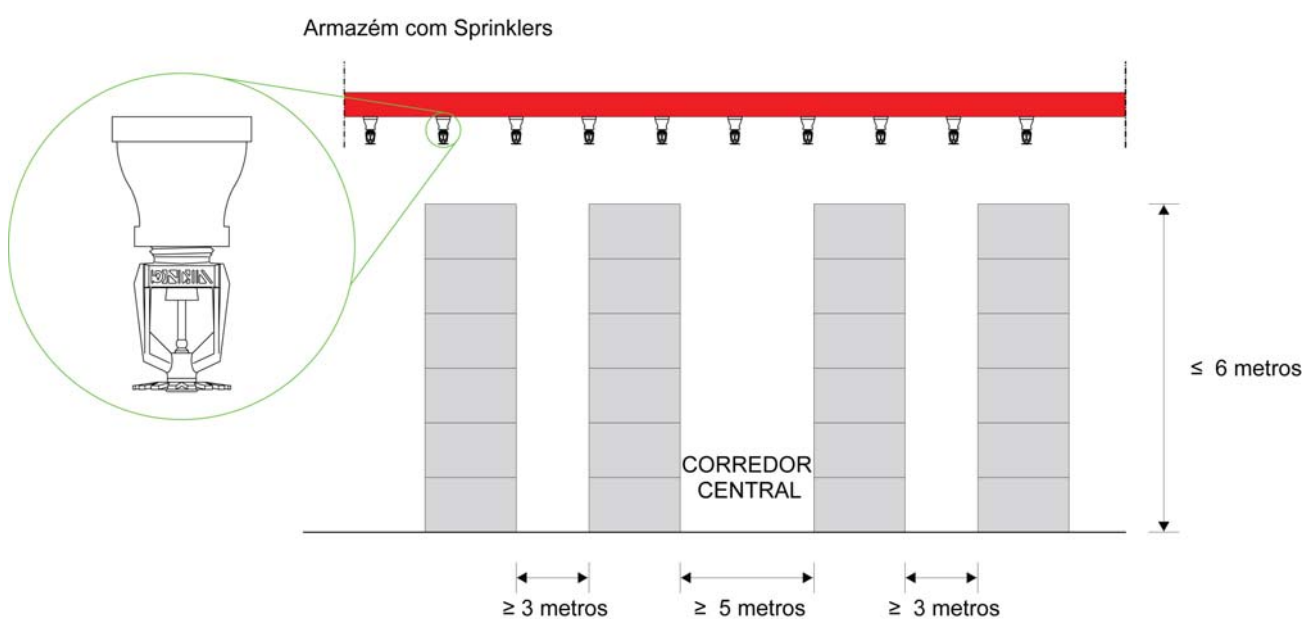


Fig. 6.9a – Distâncias de segurança – Armazéns com sprinklers (Fonte : Autor)

- 2) Nos armazéns sem *sprinklers* a altura de armazenagem não deverá ser superior a 4,5m.

Armazém sem Sprinklers

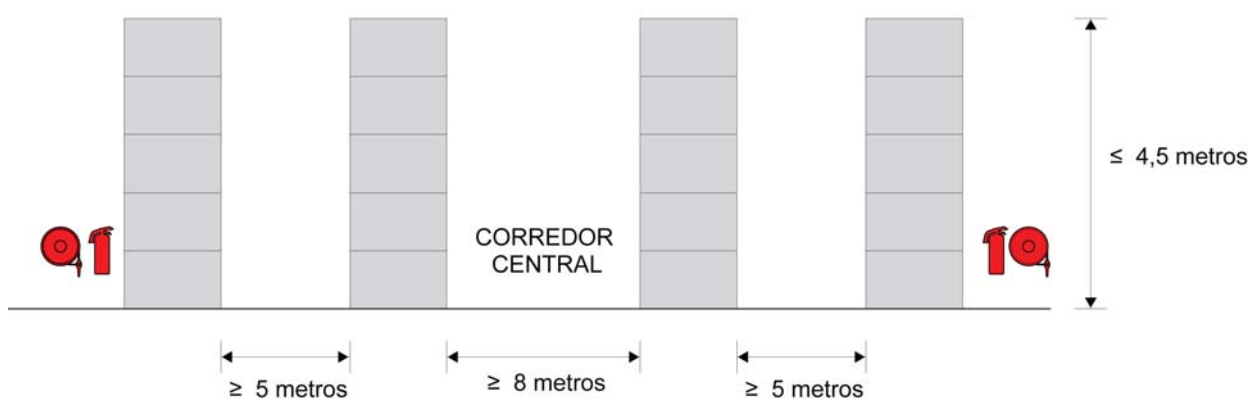


Fig. 6.9b – Distâncias de segurança – Armazéns sem *sprinklers* (Fonte :Autor)

- Na área de armazenamento não deve ser permitido a existência de nenhum tipo de maquinaria, salvo os equipamentos de transporte e o sistema de iluminação. Recomenda-se que os empilhadores de transporte sejam eléctricos, devendo a recarga de baterias em local independente do armazém.

6.3.4. Instalações de combate a incêndio

6.3.4.1. Extintores Portáteis

O agente extintor mais adequado para a extinção de um fogo de papel é água, pelo que a protecção com extintores portáteis será efectuado pelos de água pulverizada.

O número de extintores no local deverá cumprir com as distâncias máximas para alcançar um extintor e com o número mínimo de extintores indicados pela legislação portuguesa (Ex: 1 extintor por cada 200 m² ou fração, com um mínimo de dois por piso e a distância máxima a percorrer até alcançar um extintor não pode ultrapassar os 15 m.)

6.3.4.2. Rede de água contra incêndios

Os armazéns deverão estar equipados por uma rede de incêndios que abastece os seguintes equipamentos:

- **Bocas-de-incêndio:** Devem ser instaladas nos armazéns cobertos e devem ser seguidas as recomendações da legislação em vigor.
- **Colunas Hidrantes Exteriores (CHE):** Devem ser instalados CHE de 4 '' para a protecção dos edifícios onde se efectua o armazenamento interior e exterior papel. Cada CHE deve estar equipada com duas saídas de 70 mm e uma saída de 100 mm para uso exclusivo dos bombeiros.

Nos parques de papel de grandes dimensões pode ser recomendável a instalação de equipamento de canhões de água, fixos or portáteis, que facilitem o ataque ao foco de incêndio. Estes equipamentos podem ser instalados em pequenas plataformas situadas em lugares estratégicos e seguros.

Os *sprinklers* deverão ser instalados em todos os armazéns cobertos ligados a fábricas de papel e armazéns de grossistas com uma capacidade superior a 1000 Ton. Também deverão ser instalados quando existe, em caso de incêndio, a possibilidade de perda total.

6.3.5. Abastecimento de Água

O abastecimento de água deve garantir as condições de pressão e caudal, em caso de incêndio, de pelo menos quatro horas (240 min), para abastecer todos os elementos que podem funcionar simultaneamente.

6.3.5.1. Sprinklers

A demanda do sistema automático de extinção por água (*sprinklers*), densidade e superfície a cobrir, calcula-se tendo em atenção a Fig.6.10, em função da altura máxima de armazenamento, temperatura da ampola do *sprinkler* e tipo de sistema.

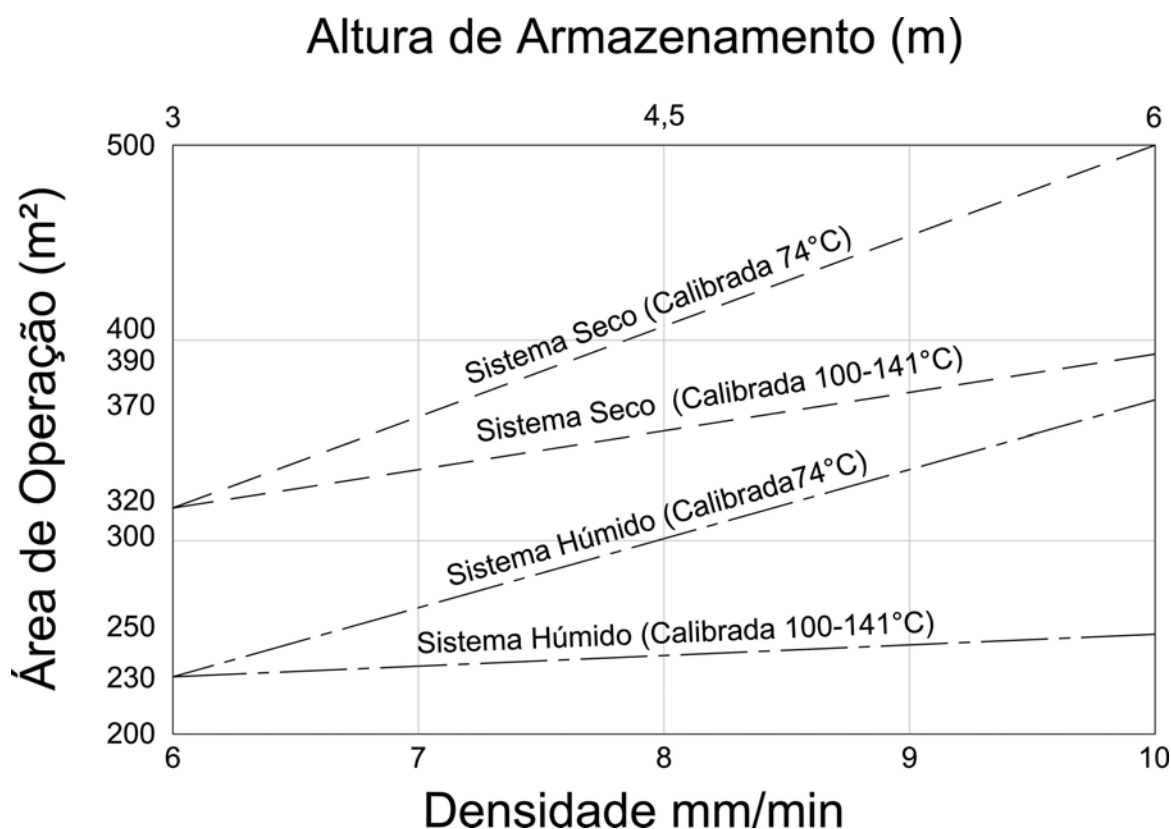


Fig. 6.10 - Gráfico Área de operação Sistemas Sprinklers Vs Altura de Armazenamento Vs Densidade (Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE)

À necessidade do abastecimento de água aos sprinklers deverá ser ainda somado as necessidades dos meios de combate a incêndio manuais. Tais necessidades, se estabelecem num mínimo de 1500 l/min correspondente à descarga, em condições nominais, de 5 linhas de mangueiras de 45 mm.

6.3.5.2. Abastecimento exclusivo de meios manuais

A necessidade de água, é estabelecida nos 3000 l/min para a protecção de armazéns cobertos e parques pequenos e em 4500 l/min para protecção de parques de fardos com mais de 6 pilhas de armazenamento.

No caso de ser instalado canhões para a protecção do parque de fardos, a necessidade de água deverá ser incrementadas em pelo menos 15 %.

6.3.5.3. Outras recomendações

A organização e limpeza do armazenamento, tanto interior como exterior, é imprescindível para reduzir o risco de incêndio e ou limitar os danos.

As operações de corte e soldadura em áreas de armazenamento devem efectuar-se segundo estritos procedimentos de segurança e sempre com prévia autorização e obtenção de um documento de autorização Qualquer operação deste tipo deverá ser efectuada na presença de um membro da brigada de incêndios, equipado com um extintor de 9 l de água pulverizada e com uma mangueira pronta a ser utilizada.

6.4. ARMAZENAMENTO DE PALETES

Este ponto aborda a protecção dos armazenamentos de paletes vazios, tanto de madeira como de plástico.

A própria fisionomia dos armazenamentos de paletes, com seus espaços abertos entre placas (sentido horizontal) e entre paletes (sentido vertical) facilita a propagação do fogo em todas as direcções, pelo que se torna muito difícil combater o incêndio.

Em caso de incêndio a estrutura do armazenamento cria zona em chamas que estão ocultas ou barricadas por outros paletes, que são dificilmente alcançáveis, pelo que dificulta substancialmente o controlo de fogo.

Por tudo isso, e depois de provas realizadas por laboratórios de fogo, o meio mais prático de controlar o incêndio em pilhas altas de paletes, é descarregar uma grande quantidade de água, tanto na zona afectada como nas zonas adjacentes. Condições estas, normalmente difíceis de alcançar com sistemas manuais de extinção e que no caso de protecção com sistema automático de extinção de incêndios requerem sistemas desenhados com grande densidade de descarga sobre uma grande área de funcionamento.

As características dos fogos em armazenamentos de paletes de plástico são similares aos fogos com origem em paletes de madeira, embora mais severos que estes. A propagação é mais rápida, o calor libertado é mais elevado (as temperaturas podem alcançar 600 ° C na cobertura) e também a área de fogo é normalmente maior, devido ao líquido inflamável criado pelas paletes fundidas pelo calor.

6.4.1. Localização do Armazenamento

A primeira norma de protecção contra incêndio produzido pelo armazenamento de paletes é a escolha para a localização do mesmo. A protecção adicional requerida contra este tipo de risco deprenderá da localização.

A figura 6.11 representa, por ordem de preferência a localização do armazenamento de paletes vazias.

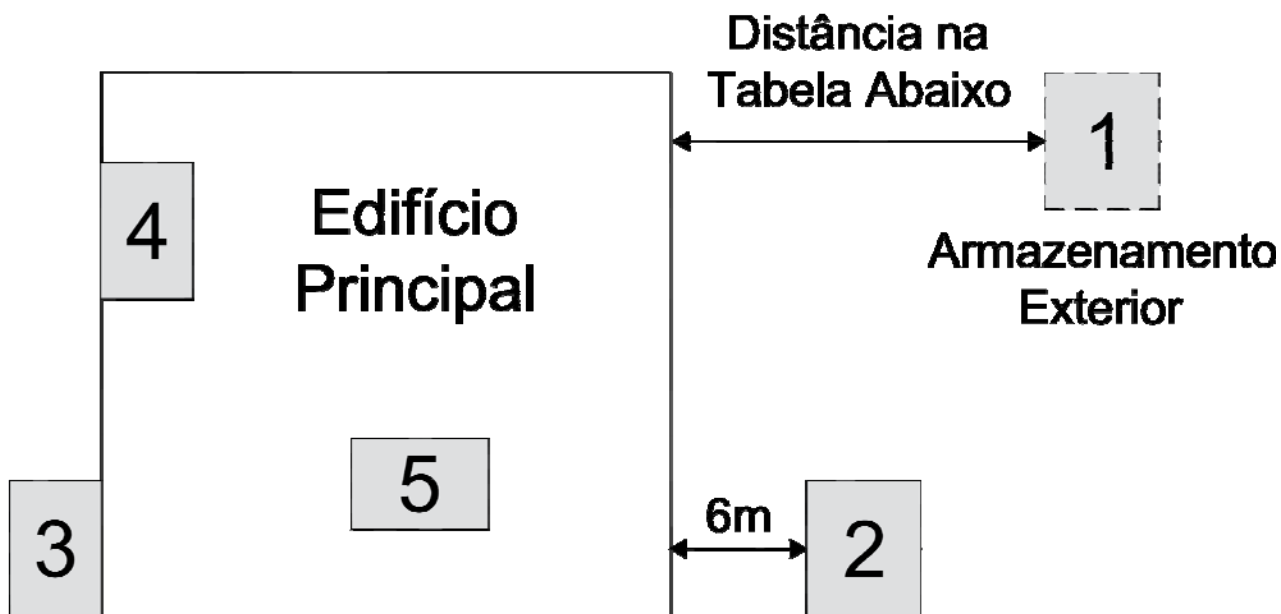


Fig. 6.11 – Localização, por ordem de preferência, do armazenamento de paletes
(Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE)

1. Armazenamento no exterior, com e sem cobertura. Neste caso a distância mínima de segurança com respeito aos edifícios expostos é função do número de paletes e da construção da parede do edifício. Esta distância encontra-se especificada na tabela 6.7. Em qualquer caso, a altura das pilhas de paletes nunca deverá ser superior a altura do edifício exposto.

Tabela 6.7 – Distância mínima de armazenamento de paletes vazias no exterior do edifício exposto.

Parede do edifício exposto		Distância mínima em m à parede		
		Menos de 50 Paletes	De 50 a 200 Paletes	Mais de 200 Paletes
Tijolo ou betão	Sem Janelas	0	0	0
	Com Janelas	3 ^(*)	6 ^(*)	9 ^(*)
Metálico sem isolamento combustível	Sem Janelas	3	6	9
	Com Janelas	6 ^(*)	9 ^(*)	15 ^(*)
Combustível ou metálica com isolamento combustível	Com ou sem Janelas	6	9	15

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

(*) - No caso em que as janelas sejam com vidro protegido e que exista protecção com sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*) estas distâncias podem ser reduzidas em 3 m.

2. Num edifício fechado, de construção simples, separado pelo menos 6 m de outros edifícios importantes.
3. Num compartimento isolado, situado no exterior, mas unido a uma parede exterior do edifício.
4. Num compartimento isolado, situado no interior do edifício, mas unido a uma parede exterior do mesmo.
5. Num compartimento isolado, situado em qualquer zona do edifício. Devido à severidade do fogo com origem em paletes de plástico, esta alternativa não é recomendável para o armazenamento deste tipo de paletes.

6.4.2. Aspectos construtivos

Em certos casos, o armazenamento de paletes no exterior não é possível, por isso, tem que se escolher uma das soluções, 3,4 ou 5, das anteriormente citadas. Nestas circunstâncias devem ser considerados os seguintes aspectos construtivos:

a) **Isolamento:** os compartimentos de armazenamento deverão estar completamente fechados e isolados. O compartimento, tanto as paredes com as portas devem ter uma resistência ao fogo de **120 min**. As portas deverão ser de fecho automático e de normalmente deverão estar sempre fechadas. Para o armazenamento de paletes de plástico é, também, recomendável que o recinto seja de uma superfície não superior a 100 m².

b) **Protecção de estruturas metálicas:** Os pilares metálicos adjacentes e interiores ao armazenamento de paletes devem ser protegidos com um isolamento que proporcione uma resistência ao fogo de **120 min**. Este revestimento deverá ser verificado periodicamente para assegurar que as características de resistência ao fogo. Uma alternativa a este revestimento pode ser a instalação de sistemas de um sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*), dirigida para a coluna e colocadas a 0.5 m a 1 m por cima do topo de armazenamento de paletes.

A estrutura da cobertura (vigas principais, suportes, etc) deverá ser protegida nos casos referidos 4 e 5, descritos anteriormente, quando a altura das paletes sejam maiores de 2.4 m em paletes de madeira e para qualquer altura em paletes de plástico. Este protecção pode ser obtida, no caso para as paletes de madeira, com um recobrimento ignífugo, ou com uma protecção com sistema automático de extinção na cobertura (*sprinklers*). Este sistema de extinção é adequado à protecção da estrutura metálica, se reunir qualquer das seguintes condições:

- Que sejam cabeças de *sprinklers* de 15 mm de orifício com uma cobertura por cabeça de inferior a 9 m² e com uma pressão mínima por cabeça de *sprinklers* de 1,72 Kg/cm².
- Que sejam cabeças de *sprinklers* de 13 mm de orifício com uma cobertura de 4,65 m² por cabeça.

No caso de paletes de plástico, a forma mais fiável de proteger a estrutura da cobertura é aplicar um revestimento retardador ao fogo.

- c) **Saída de fumo:** É muito recomendável a instalação de exutores para a exaustão do fumo e calor no caso de incêndio. Contudo, estes exutores deverão ser de acionamento manual. Apenas no caso 4, anteriormente citado e com paletes de plástico, é possível o acionamento automático. Assim, as características dos exutores deverão ser de 0.1 m² de área de extração por cada 2,5 m² de área de armazenamento.

6.4.3. Protecção contra Incêndio

Qualquer que seja a localização do armazenamento de paletes, é necessária uma protecção mínima com extintores, bocas-de-incêndio e hidrantes exteriores. Na área de armazenamento deverão ser colocados um número conveniente de extintores para os fogos de classe A, estrategicamente distribuídos. O mesmo deve ser feito relativamente às boca-de-incêndios.

A necessidade de água para o abastecimento das bocas-de-incêndio não deverá ser inferior a 1.9 m³ /min para uma duração de **120 minutos**. A protecção com sistema automático de extinção de incêndios é o meio mais fiável e mais eficaz no combate contra incêndio em armazenamento de paletes para os casos referidos 3,4 e 5 descritos anteriormente.

Dado o lento desenvolvimento do início do fogo, o sistema automático de extinção de incêndios pode ser do tipo húmido ou seco, sem nenhum requisito adicional no segundo caso. O factor determinante dos parâmetros do sistema de extinção (*sprinklers*) é a altura de armazenamento.

Após essa definição, determina-se a densidade e área de funcionamento do sistema. A tabela 6.8 especifica os parâmetros

Tabela 6.8 – Parâmetros de projecto para sistema automático de extinção de incêndio em armazenamento interior

Tipo de palete	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (mm/min)	Área de funcionamento (m²) (*)
Madeira	Até 1,8	8	186
	De 1,8 a 2,4	12	232
	De 2,4 a 3,7	24	325
	De 3,7 a 6,1	24	418
Plástico	Até 2,4	24	Área do compartimento isolado

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

(*) – A área de funcionamento está baseada na utilização de *sprinklers* com temperatura de fusão de 141 °C. No caso de existir *sprinklers* de 71 °C , a área deve ser incrementada em 30 %.

Como se especificou anteriormente, para o armazenamento com uma altura superior a 2,4 m, deverá existir protecção metálica.

A instalação de um sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*) não elimina a necessidade de providenciar o edifício com extintores e bocas-de-incêndio.

Para o projecto de uma fonte de alimentação de todo o sistema de protecção, dever ser considerado a necessidade de água para o sistema automático de extinção de incêndios, segundo a tabela 6.8, e a necessidade de água para as bocas de incêndios e hidrantes com caudal de 1,9 m³/min durante 120 min.

6.4.4. Paletes em Zonas de Fabrico

É frequente encontrar pilhas de paletes vazias nas zonas de produção. A necessidade de colocar os produtos intermédios ou finais em paletes cria estes armazenamentos intermédios, armazenamentos lógicos do ponto de vista operativo e estratégico para a produção, mas cuja existência pode ocasionar efeitos estratégicos, em caso de incêndio, senão forem considerados normas mínimas de segurança e protecção.

Os requisitos de protecção de armazenamento de paletes vazios são normalmente, mais exigentes que os de risco comuns encontrados nas fábricas. Por isso, uma zona de fabrico protegida de acordo com a ocupação normalmente esperada, pode ser totalmente exposta a um fogo incontrolável, devido á existência de pilhas de paletes que tornam inadequada a protecção existentes.

Por todo isso, se deve considerar as seguintes normas gerais de protecção para o armazenamento de paletes nas zonas de fabrico:

- O número de paletes nas zonas de fabrico deve limitar-se ao mínimo necessário que assegure um fluxo de trabalho normal;
- Como regra geral, a altura máxima recomendável de pilhas de paletes deve ser de 1,8 m. Considera-se que a luta contra um incêndio destas características não defere muito da necessária numa zona de fabrico normal. Por isso, se a zona de fabrico está bem protegida, esta mesma protecção será válida para o armazenamento da pilha de paletes.
- No caso de necessitar de várias pilhas de paletes, é aconselhável que estas estejam as mais separadas possíveis umas das outras. É recomendável o armazenamento de paletes numa mesma área.
- No caso de existir uma protecção automática de “*sprinklers*”, deverá ser avaliado as características de projecto dos sistema existente e armazenar as paletes até à altura permitida, segundo a tabela 7.8.

6.5. ARMAZENAMENTO DE GASES

6.5.1. Enquadramento

O presente capítulo tem como objectivo analisar o perigo que o armazenamento de gases apresenta, como também propor medidas para a redução dos riscos, que passa por medidas de protecção e medidas de prevenção.

Não obstante do que foi referido, na hora de projectar ou manter uma instalação deste tipo, deverá ter-se em conta os requisitos técnicos das características gases a armazenar, descrito no capítulo 4 deste documento.

6.5.2. Tipos de Armazenamento

O armazenamento de gases pode classificar-se segundo uma tipologia:

- a) **Armazenamento em recipientes fixos:** Nestes casos o produto é tratado a granel, devendo ser recebido numa instalação específica de carga/descarga ou através de condutas. Por sua vez este armazenamento pode ser em:

- Recipientes exteriores sobre superfície;
- Recipientes enterrados;

Relativamente à temperatura de armazenamento, esta pode ser:

- Temperatura ambiente,
- Refrigerado, de forma a diminuir a pressão do armazenamento,
- Criogénico para gases não liquidificáveis a temperatura ambiente. Normalmente consideram-se criogénicos aqueles gases que se mantêm a temperaturas inferior a – 40 °C.

- b) **Armazenamento em recipientes móveis:** Nestes casos os recipientes são geralmente botijas, embora também possam ser cisternas de transporte.

6.5.3. Armazenamento em Recipientes Fixos

6.5.3.1. Disposição do Armazenamento

No que se refere à disposição do armazenamento, deve ter-se em conta como factores de partida o seguinte:

- As características do gás;
- As condições de armazenamento (pressão e temperatura);
- As condições dos ventos dominantes;
- A localização dos elementos de perigo como, vias de comunicação, aeroportos, armazéns de líquidos combustíveis e inflamáveis, possíveis fontes de ignição (caldeiras, fornos, oficinas), massas florestais, etc.
- A localização de populações.

Se os gases considerados liquefeitos, quer à temperatura ambiente ou refrigerados e seus recipientes contem bocais na parte inferior, estes recipientes devem estar situados em bacias de retenção estanques, de forma que qualquer derrame líquido possa ser controlado. A altura dos muretes das bacias de retenção não deve impedir a adequada ventilação.

A drenagem das bacias de retenção deve encontra-se sempre fechado, podendo proceder-se ao seu esvaziamento sempre que necessário.

A zona de armazenamento deverá ser acessível aos veículos de intervenção mediante vias de circulação, para que todos os tanques sejam acessíveis.

6.5.3.2. Projecto e construção dos recipientes

Os recipientes são projectados de acordo com as condições de pressão, temperatura, requisitos mecânicos e agressões químicas do próprio gás e do meio ambientes (humidade, contaminação, etc.)

Para o cálculo mecânico deverá ser em conta tendo um conjunto de factores, tais como: gás, material de construção e seus revestimentos, protecção catódica, vias de instalação, etc.

No caso de recipientes de gases liquefeitos inflamáveis, os elementos de suporte dos recipientes devem estar protegidos contra o fogo com um mínimo de 180 min.

Se o gás armazenado é instável, de forma a que o aumento de temperatura ou pressão, são produzidos reacções de decomposição, polimerização, etc, o conjunto do depósito deve estar isolado de forma a que estes efeitos sejam minimizados.

6.5.3.3. Acessórios

Os recipientes deverão contar com os seguintes dispositivos:

- **Indicado de nível local** – No caso de o volume assim o justificar, será conveniente a existência de um sinal sonoro na sala de controlo.
- **Alarme de Nível** - De forma a evitar o sobre-enchimento. Deverá ser possível o bloqueio da bombagem do produto.
- **Indicadores de Pressão** – Com alarmes de alta e baixa pressão.
- **Indicador de temperatura** – **Quando a temperatura pode** ter efeitos sobre o produto armazenado.
- **Válvula de segurança** – É conveniente que o sistema esteja duplicado, por redundância como para permitir a revisão e manutenção sem a necessidade de despressurizar o depósito.
- **Todas as tubagens** devem contar uma válvula de corte o mais próximo possível do ponto de conexão. No caso em que haja conexões em baixo , será conveniente que a dita válvula seja de acionamento remoto ou automáticas por excesso de caudal.

Os materiais dos dispositivos de medição e controlo, assim como os seus elementos sensíveis, serão adequados para a natureza e características do gás considerado. Além disso, existirá continuidade eléctrica entre partes metálicas, e todas elas deverão ter ligação à terra.

Aquando a manutenção, devem ser verificado a resistência mecânica (corrosão, espessuras, prova de pressão, etc.) como também os dispositivos de medição, controlo e segurança.

6.5.3.4. Instalações de Carga e Descarga

A operação de carga e descarga, devido à utilização de conexões provisórias, assim como elementos articulados ou flexíveis, constitui um dos pontos de maior risco neste tipo de instalações. Por isso, é um ponto primordial, o cumprimento exaustivo dos requisitos operativos e de instalação exigidos regularmente pelo transporte de mercadorias perigosas. Assim deverá ter-se em conta o seguinte:

- A utilização de elementos de qualidade comprovada;
- No caso de existir no mesmo ponto um posto de carga e descarga de diferentes gases ou produtos, deve ser identificado cada um dos pontos. No caso de existirem produtos incompatíveis, deverão ser tomadas medidas destinadas a impossibilitar uma conexão incorrecta mediante, por exemplo, a utilização de flanges ou conexões diferenciadas para cada produto.
- A protecção pessoal, de acordo com as características e condições do gás (luvas, máscara, filtros, equipamentos de respiração autónomo).
- Verificações prévias dos equipamentos de transvase, incluindo a prova de pressão, a verificação do aperto das conexões e o alinhamento das válvulas.
- A preparação dos meios para o caso de fugas, derrames ou incêndios, incluindo os de protecção pessoal para os ditos eventos.
- A comunicação permanente entre o posto de carga e descarga e o armazenamento/sala de controlo.

6.5.3.5. Tubagens

As tubagens devem ser projectadas de acordo com as condições físicas de pressão e temperatura do produto e das condições químicas e especificações da pureza do produto.

As tubagens devem ser unidas preferencialmente por soldadura, limitando as uniões flangeladas para acessórios que possam sofrer avaria ou manutenção.

No caso de gases muito tóxicos, seria conveniente a utilização de pinturas reactivas ao produto nos pontos de utilização de juntas, de forma a que possa identificar-se pela mudança da cor à mais mínima fuga.

As tubagens deverão ser identificadas mediante por um código de cores e com o nome do produto que contenham impresso nos espaços. As tubagens devem ter em conta as dilatações e contrações, como também as variações da temperatura ambiente, como a temperatura do produto.

6.5.3.6. Meios de Protecção

Para a protecção contra eventuais fugas de gases, em função das características do gás, podem dispor-se dos seguintes meios:

- Indicadores da direcção do vento;
- Sistemas de detecção de gases específicos;
- Cortinas de água para a absorção e dispersão de gases. Estas cortinas poderão estabelecer-se de forma fixa ou manual mediante monitorização. Neste caso deverão ser previstos os meios para a recolha e tratamento das águas;
- Espumas de alta expansão, para reduzir as taxas de evaporação de líquido derramado;
- Edifício ou salas em sobrepessão com fornecimento de ar. Neste caso, nas entradas de ar fresco, é conveniente que exista sistema de detecção de gases que cerrem estas entradas e ponham em funcionamento o fornecimento autónomo.
- Sistemas de refrigeração de tanques mediante bocais de água pulverizada. Este sistema pode considerar-se imprescindível para o caso de gases inflamáveis em certos volumes ou para gases instáveis a temperaturas elevadas. Devem ser também consideradas para outros tipos de gases que podem ser ameaçados por um incêndio e cujas fugas para o exterior pode ocasionar problemas de toxicidade.

6.5.4. Armazenamento em Recipientes Móveis

Neste ponto será descrito uma série de condições de segurança para o armazenamento de botijas de gás.

6.5.4.1. Localização e construção

O armazenamento deve ser localizado num edifício ou zona constituído por material incombustível e resistente ao fogo de 180 min, com acesso directo desde o exterior, devendo ter-se em atenção dos seguintes pontos:

- Não deve ser localizado em sótãos ou em zonas de comunicação com estas;
- O solo deve ser plano e liso, e sempre que necessário, com drenagem;
- O local contará com uma ventilação natural, mediante aberturas nas paredes, preferencialmente a diferentes alturas e em paredes distintas. A superfície mínima a considerar é de 1/8 da superfície do local, embora para gases tóxicos este valor deve ser duplicado.

6.5.4.2. Uso e distribuição

O local de armazenamento será de uso exclusivo. No caso em que o uso é coexistente com outra actividade, esta deverá restringir-se ao armazenamento de matérias primas não combustíveis. Dentro do armazenamento deverão ser seguidos critérios para os diferentes gases, devendo ser separados os gases não combustíveis dos que são combustíveis.

Deverá ter-se em atenção também, a separação dos gases pirofóricos (espontaneamente inflamáveis) e dos gases tóxicos. Esta separação deve realizar-se mediante uma distância mínima de 6 m ou mediante um muro de material incombustível que ultrapasse, em planta, **2 m** a distribuição máxima de cada grupo e em altura, **1 m** a cota máxima dos recipientes

Devem encontrar-se devidamente sinalizados mediante letreiros e marcas no solo os tipos de gases que podem ser armazenados numa zona, como a sua extensão máxima e se trata de botijas cheias ou vazias.

6.5.4.3. Manipulação

Os recipientes devem ser manuseados de forma a que se evite o choque entre botijas e entre superfícies duras. A carga e descarga, deve ser preferencialmente executada por meios mecânicos, sempre que as botijas estão equipadas com elementos adequados ou em jaulas.

No movimento manual de botijas, deve ser evitado o arraste ou o rolamento na posição horizontal. Nos casos em que seja necessário rodar, deve ser executado com as botijas em posição vertical sobre a sua bases.

Todos os movimentos devem ser realizados com a válvula fechada e a tampa devidamente colocada.

6.5.4.4. Meios de protecção

Devem ser considerados os seguintes meios de protecção:

- **Detecção de gases:** Deve existir de um sistema de detecção automática de gases.
- **Protecção contra incêndios** – Para o armazenamento de gases inflamáveis ou de qualquer tipo de gás que coexiste com o uso e o armazenamento de matérias combustíveis ou, de alguma forma, pode ser ameaçado por uma incêndio exteriores (equipamentos ou quadros eléctricos), deverá ser majorado o meios de combate a incêndio, nomeadamente:
 - Sistema de detecção de incêndio;
 - Extintores portáteis;
 - Bocas-de-incêndio;
 - Hidrantes;
 - Sistemas fixos de extinção.

6.5.5. Meios Humanos. Autoprotecção

Com a finalidade de minimizar as consequências de um eventual acidente neste tipo de actividades, deve existir uma estrutura humana organizada e preparada para o combate ao incêndio.

Isto deve ser materializado em:

- Um conhecimento por parte do pessoal dos riscos dos produtos e das suas condições, assim como os procedimentos de operação, com especial ênfase naqueles que devem ser aplicados em caso de emergência.
- Um plano de emergência em que se contemple as medidas de autoprotecção que deve ser adoptada pelo pessoal para os possíveis acidentes no piso.
- Uma adequada implantação do plano de emergência incluindo a formação das brigadas, tanto no manejo dos meios de 1ª intervenção como na utilização dos equipamentos de protecção individual.
- Informação à corporação de bombeiros dos produtos manuseados, quantidades, localização e condições.

6.6. ARMAZENAMENTO DE MATERIAS PERIGOSAS

Este capítulo tem por objecto definir as condições de segurança necessárias para os armazéns de matérias perigosas.

As substâncias perigosas constituem um campo muito amplo, e existe uma grande quantidade de documentos entre estudos técnicos, regulamentação e normas de boas prática, que estabelecem as condições de segurança necessárias à sua fabricação, transporte, armazenamento, utilização e gestão de resíduos.

Este capítulo está elaborado especialmente para os armazéns auxiliares de matérias perigosas pertencentes às indústrias que as utilizam como matérias-primas ou que as geram como resíduos.

Este capítulo é aplicável em geral a todo o tipo de matérias perigosas, com as seguintes excepções:

- Matérias radioactivas;
- Explosivos;
- Qualquer outro tipo de material que pela sua alta perigosidade química ou biológica requerem a aplicação de técnicas e normas de segurança especiais.

6.6.1. Matérias Perigosas

6.6.1.1. Definição

Matérias perigosas são substâncias capazes de causar danos a pessoas, ao meio ambiente e aos bens materiais, devido às suas características físico químicas, aos seus efeitos prejudiciais sobre a saúde humana e pelo seu poder contaminante dos meios.

6.6.1.2. Condições de identificação e Controlo

A empresa responsável do armazenamento, tem de manter um registo completo e actualizado das matérias perigosas (matérias primas consumidas ou resíduos gerados) presentes na indústria.

A empresa deve dispor de fichas de segurança de todas as matérias perigosas presentes, onde deverá estar a identificação da matéria, suas características físico-químicas, suas características perigosas e as instruções de actuação em caso de emergência.

As fichas correspondentes as matérias-primas podem obter-se do fabricante, de organismos oficiais ou de organizadores empresariais do sector químico.

É conveniente dispor também de fichas de segurança dos resíduos, Estes podem elaborados a partir da sua caracterização físico-química, complementada com a informação proporcionada por organismos oficiais ou por empresas especializadas.

A rotulação dos recipientes, fixos ou móveis, que contenham matérias perigosas têm de estar identificados mediante rótulos normalizados, em que figurem os códigos de identificação e os sinais de perigo estabelecidos para cada matéria.

6.6.2. Armazenamento de Matérias Perigosas

6.6.2.1. Tipos de recipientes

Neste ponto são classificados os recipientes de acordo com o seu tamanho, pressão de trabalho e localização sobre o terreno, segundo os critérios adoptados pela maioria das normas aplicáveis.

- **Classificação dos recipientes segundo o tamanho e mobilidade**

Recipientes móveis – Recipientes portáteis, com uma capacidade limite de 2500 l e 3000 l. Este limite é variável, segundo as normas aplicáveis a cada tipo de substância.

Depósitos fixos – Recipientes fixos e recipientes portáteis de capacidade superior à fixada pelos recipientes móveis.

- **Classificação dos recipientes segundo a pressão e trabalho**

Recipientes atmosféricos: $P \leq 0.15$ bar.

Recipientes de baixa pressão: $0.15 < P \leq 1$ bar

Recipientes a pressão: $P > 1$ bar

- **Classificação dos depósitos fixos segundo sua localização sobre o terreno**

Estes podem ser classificados da seguinte forma:

Depósitos de superfície

Depósitos enterrados

6.6.2.2. Tipos de Armazéns segundo a sua localização

A classificação de armazenamento que se estabelece está pensada especialmente para armazéns auxiliares de matérias perigosas pertencentes a indústrias que as utilizam como matérias-primas ou que as geram como resíduos. Contudo, esta classificação também é aplicável a armazéns específicos de matérias perigosas, quer nos pisos de fabrico, trânsito ou tratamento, sempre que os critérios aqui expostos, se completem com um adequado juízo técnico e com as normas técnicas específicas aplicáveis a cada caso.

6.6.2.3. Classificação dos Armazenamentos

- **Armazém Afastado**

Recinto afastado do edifício principal e de outros edifícios importantes da indústria e localizado à distância de segurança.

1.a – Armazém aberto;

1.b – Armazém fechado.

- **Armazém Anexo**

Recinto anexo ao edifício principal e compartimentado mediante uma parede

1.a – Armazém aberto;

1.b – Armazém fechado.

- **Sala interior periférica**

Recinto situado no interior do edifício principal, em piso térreo, conectado a uma ou várias paredes exteriores e compartimentado com o resto do edifício mediante paredes protectoras.

3.a – Sala situada num canto do edifício ligada às paredes exteriores;

3.b – Sala ligada a uma só paredes exterior.

- **Sala Interior Central**

Recinto situado no interior do edifício principal com compartimentação corta-fogo .

- **Armário de Segurança**

Armário para pequenos contentores, hermético, resistentes à acção das matérias contidas, à acção do fogo e impactos-

A figura 6.12 seguinte demonstra as diferentes localizações que o armazenamento de matérias perigosas pode ter.

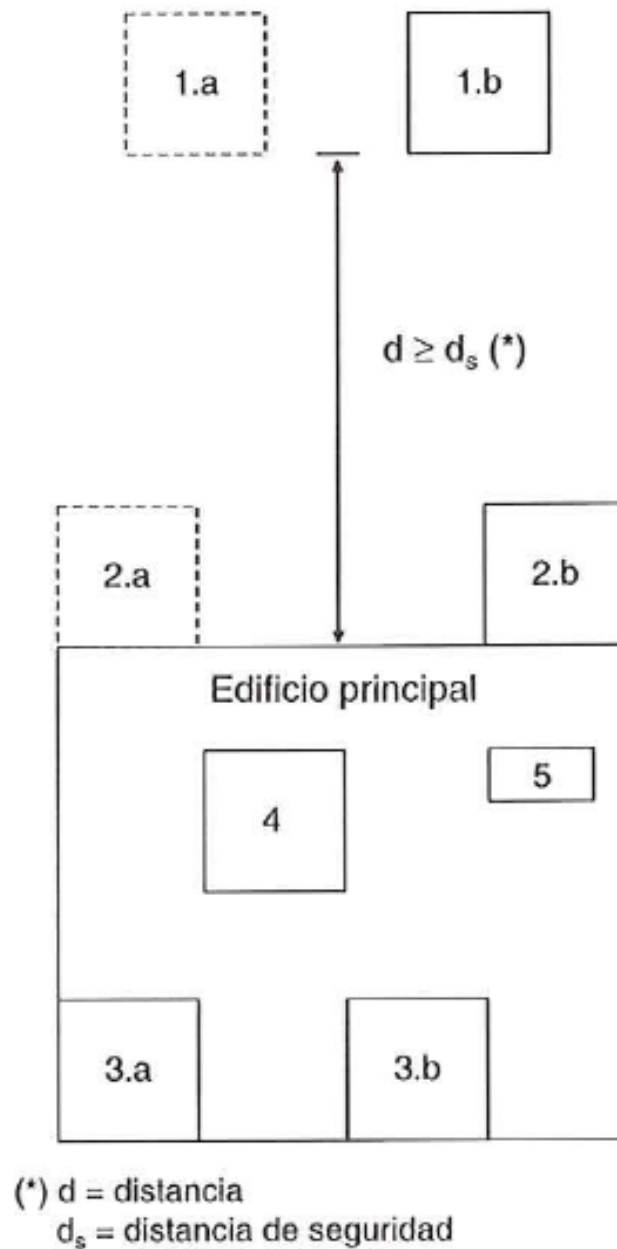


Fig. 6.12 – Tipos de Armazenamento de matérias perigosas segundo a sua localização
(Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE)

6.6.2.4. Notas explicativas

Armazém Aberto – Recinto sem paredes. Os armazéns de contentores móveis devem estar dotados com uma cobertura protectora contra acção do sol e da chuva.

Armazém fechado – Edifício com paredes e tecto.

Os armazéns do tipo 1 e 2 podem ser do tipo aberto, salvo se existir algumas das circunstâncias a seguir descritas:

- Que os contentores, ou suas embalagens, não sejam resistentes às intempéries (P.Ex: Pequenos contentores com caixas de cartão sobre paletes);
- Que tenha de se preservar as matérias armazenadas de condições meteorológicas adversas, tal como humidade, calor e frio;
- Que as matérias armazenadas sejam combustíveis, que para aproveitar o máximo da capacidade do armazém seja necessário proteger com um sistema de extinção automático e que tal sistema não pode ser instalado à intempérie.

1. A distância de segurança perante os riscos de incêndio, explosão, emissões e derrames depende do conteúdo do armazém e do conteúdo do edifício principal.
2. O Grau de protecção das paredes perante o risco de incêndio, explosão, emissões e derrames do conteúdo do armazém e do conteúdo do edifício principal.
3. As localizações **3 e 4** em sótãos apresentam vários problemas para o acesso, resgate, evacuação, extração de fumo, realização de tarefas de emergência e alívio de exposições. Por estas razões os sótãos não são locais admissíveis.
4. A localização **3** em pisos elevados supõe um risco maior do que num piso mais baixo em caso de derrames. Se há risco de incêndio ou explosão, é necessário que as placas e os tectos do compartimento sejam resistentes ao fogo e à pressão, pelo que é aconselhável situar o armazém sobre o último piso. A solução é tecnicamente difícil e economicamente custosa. Por isso, esta solução deverá ser evitada sempre que seja possível.
5. A localização **4**, em qualquer piso, supõe um risco maior que as outras localizações em caso de derrame ou incêndio. Se há risco de explosão é necessário dispôr de ductos de alívio devidamente projectados e construídos, pelo que será aconselhável localizar o armazém no

último piso. A solução é tecnicamente difícil e economicamente custosa. Por isso, esta solução deverá ser evitada sempre que seja possível.

6.6.2.5. Notas complementares

1. No caso de depósitos fixos de superfície, o tipo de armazenamento mais frequente, de acordo com as normas, é de um armazém exterior aberto e sem cobertura. Em alguns casos será possível dotar a zona dos depósitos com uma cobertura protectora.
2. Quanto aos depósitos fixos em armazéns fechados, podem dar-se vários casos, em função das substâncias armazenadas. Vejamos dois exemplos:
 - Algumas substâncias podem sofrer alterações quando perante as intempéries e os depósitos devem ser colocados em armazéns fechados;
 - Os depósitos fixos de líquidos inflamáveis em interiores apresentam uma série de problemas que agravam o risco, tais como a escassa dissipação de calor, abundante geração de fumos, dificuldade de acesso, evacuação e extinção e risco de exposições secundárias.
3. Quanto aos depósitos fixos subterrâneos, o tipo de localização mais frequente serão de um armazenamento isolado. Contudo, as normas não admitem os depósitos subterrâneos para determinadas substâncias (P.ex., líquidos corrosivos), devido aos riscos de corrosão, fuga, derrame e contaminação.

6.6.3. Condições Gerais de Armazenamento

6.6.3.1. Localização do armazém

Em geral, a ordem de preferência para a localização de um armazém de matérias perigosas é o seguinte:

- 1.a** – Armazém exterior - Aberto
- 1.b** – Armazém exterior – Fechado
- 2.a** – Armazém anexo – Aberto
- 2.b** – Armazém anexo – fechado
- 3.a** – Sala interior periférico anexo às paredes exteriores

3.b – Sala interior periférico anexo a uma só parede exterior

4 – Sala interior central

5 – Os armários de segurança podem utilizar-se como complemento para pequenos contentores no interior do edifício principal.

6.6.4. Condições do Local

O local deve estar protegido contra riscos naturais, tais como inundações, como também deve estar livre de riscos ambientais, tais como:

- Actividades industriais a distâncias de segurança inferiores às estipuladas;
- Vias de comunicação e impacto de veículos;
- Acidentes maiores.

A localização dos armazéns não deve supor um risco para as outras propriedades, nem para zonas naturais susceptíveis de sofrer danos por derrames de substâncias perigosas, ou por emissão de gases e vapores perigosos libertados em caso de incêndio. Para esta finalidade deve ter-se em conta as seguintes condições:

- A localização dos armazéns deve seguir os planos das entidades competentes relativamente ao ordenamento do território e protecção de espaços naturais;
- As águas superficiais (leitos de rios, aquíferos e lençóis freáticos) não devem estar ameaçadas por derrames acidentais dos produtos. Isto exige que os armazéns não estejam localizados em zonas hidrológicas sensíveis e que o armazém esteja devidamente preparado para o controlo de derrames, contendo os meios de contenção necessários.
- Deve ter-se em conta os ventos predominantes para localizar os armazéns, sempre que seja possível, a sotavento do edifício principal, de outras propriedades e de zonas susceptíveis de sofrer danos.

6.6.5. Condições do Local

Neste ponto será descrito as condições de segurança dos elementos construtivos do armazém:

- **Soleira – Todo o Tipo de Armazéns**

O pavimento deve ser resistente ao peso combinado dos produtos armazenados, seus recipientes e suas estruturas de suporte. No caso dos recipientes móveis, a este peso combinado tem que ser adicionado o dos empilhadores em carga.

O material do pavimento deve ser impermeável e resistente à acção das matérias perigosas contidas no armazém em caso de derrames.

- **Estrutura – Todo o Tipo de Armazéns**

A estrutura deve ser de material não combustível e estar devidamente protegida contra os possíveis impactos dos empilhadores. Pode ser constituído por material leve, se necessário, deve estar protegido contra incêndios e corrosão.

- **Cobertura – Todo o Tipo de Armazéns**

p

Os armazéns do tipo **1.a e 2.a** ocupados por contentores móveis devem estar dotados com uma cobertura de protecção contra o sol e a chuva. A cobertura pode ser de material leve, no entanto deve resistir ao vento e às cargas de neve, devendo também ter características ignífugas e com propriedades anti corrosão.

- **Paredes exteriores – Armazéns do tipo 1.b, 2.b e 3**

As paredes exteriores dos armazéns do tipo 1.b, 2.b e 3 (armazéns distantes, salas interiores periféricas) podem ser de construção ligeira.

- **Paredes de separação com o edifício principal – Armazéns do tipo 2, 3 e 4**

As paredes de separação entre os armazéns do tipo 2,3 e 4 (armazéns distantes, salas interiores periféricas e salas interiores centrais) e o edifício principal devem ter o grau de protecção contra incêndio, explosão, fugas e derrames requeridos pelo conteúdo existentes em ambos os edifícios.

- **Elementos construtivos protetores contra deflagrações – Armazéns do tipo 1.b,2, 3 e 4**

Se um armazém existe risco de explosão por deflagração, deve dispôr de elementos construtivos (paredes e coberturas) resistentes à pressão e de aliviadores de pressão necessários.

- **Bacia de retenção de derrames – Todo o tipo de armazéns**

Todos os tipos de armazenamento, fechados ou abertos, em recipientes móveis ou em depósitos fixos, têm que ser dotados por uma bacia de retenção.

6.6.6. Separação de materiais incompatíveis

Materiais incompatíveis são substâncias mutuamente reactivas. O contacto mútuo dá lugar a reacções químicas perigosas, cujas consequências pode ser: forte libertação de calor, geração de substâncias tóxicas, corrosivas ou inflamáveis, incêndio ou explosão.

As matérias incompatíveis clássicas são, por uma parte, os ácidos e os agentes oxidantes e por outra parte, as bases, os metais e os agentes redutores. Também à que considerar as matérias que são reactivas com a água e, por isso, incompatíveis.

- As substâncias incompatíveis devem identificar-se consultando o Registo e as Fichas de Segurança das matérias perigosas presentes na indústria;

- As substâncias incompatíveis entre si devem ser armazenadas de maneira que não possam entrar em contacto em caso de acidente;
- As substâncias reactivas com a água devem ser armazenadas de maneira que não possam entrar em contacto com a água proveniente do Sistema Automático de Extinção.
- A solução mais segura é armazenar as substâncias incompatíveis em salas diferentes, dotadas de bacias de retenção independentes.

6.6.7. Condições dos Recipientes

Os recipientes móveis e os depósitos fixos devem reunir condições de segurança requeridas

6.6.7.1. Recipientes Móveis

- Os recipientes móveis devem estar construídos de acordo com as condições de segurança estabelecidas;
- É conveniente que os recipientes móveis estejam homologados por laboratórios autorizados;
- O material dos recipientes deve ser resistente à acção da matéria contida e em alguns casos, à acção das intempéries ou de agentes agressivos que podem ser habituais no local da sua utilização;
- Os recipientes móveis devem ter uma resistência mecânica adequada para o seu transporte e seu armazenamento;
- A válvula de fecho dos recipientes deve ser hermética e resistente aos impactos;
- Os recipientes atmosféricos de capacidade superior a 0,25 m³ (250 L) que contenham líquidos devem estar equipados com mecanismos de ventilação normal, para compensar variações de pressão com origem em operações de enchimento e de esvaziamento ou de variações de temperatura ambiente.
- Os recipientes de líquidos inflamáveis de capacidade superior a 0,25 m³ (250 L) devem estar equipados, também, com sistema de ventilação de emergência. Ambos os sistemas de ventilação, o normal e o de emergência, devem estar dotados com

dispositivos de apagachamas nas suas válvulas de saída. O objectivo destes sistemas é o de evitar a explosão do recipiente (por sobrepressão, por deflagração e no caso dos recipientes a pressão, a BLEVE), no caso de ser afectado por um incêndio exterior.

- Os recipientes móveis devem estar identificados e etiquetados e acordo com a regulamentação em vigor.

6.6.7.2. Depósitos Fixos

- Os depósitos fixos devem estar desenhados de acordo com as normas técnicas vigentes no país, ou em ausência destas, de acordo com as normas técnicas internacionais reconhecidas;
- O material dos recipientes deve ser resistente à acção da matéria contida e em alguns casos, à acção das intempéries ou de agentes agressivos que podem ser habituais no local da sua utilização;
- Os depósitos devem ter uma resistência mecânica de acordo com o peso da matéria contida e com a pressão do armazenamento;
- As conexões de entrada, saída e medida de nível devem ser munidas de válvulas de fecho;
- Os recipientes atmosféricos de capacidade superior a 0,25 m³ (250 L) que contenham líquidos devem estar equipados com mecanismos de ventilação normal, para compensar variações de pressão com origem em operações de enchimento e de esvaziamento ou de variações de temperatura ambiente.
- Os depósitos fixos de líquidos inflamáveis devem estar equipados com sistemas de ventilação de emergência. Ambos os sistemas de ventilação, o normal e o de emergência, devem estar equipados com dispositivos apagachamas nas suas válvulas de saídas. O objectivo destes sistemas é o de evitar a explosão do recipiente (por sobrepressão, por deflagração e no caso dos recipientes a pressão, a BLEVE), no caso de ser afectado por um incêndio exterior.
- Os recipientes fixos devem estar identificados e etiquetados e acordo com a regulamentação em vigor.

6.6.8. Configurações do Armazenamento

Os contentores móveis, colocados sobre os seus suportes de carga (paletes), podem dispor-se em pilhas ou em estanterias. Não é conveniente situa-los diretamente sobre o solo, para evitar seu contacto com água, ou com as próprias matérias perigosas, em caso de fuga ou derrame. A configuração e as dimensões das estanterias devem ser adequadas para a estabilidade dos contentores e para que as operações de carga e descarga se realizem com segurança.

6.6.9. Estabilidade

A estabilidade do armazenamento é essencial para que não existam quedas dos contentores, derrubamento de pilhas nem derrubamentos das estantes:

- A estabilidade das pilhas requer o bom estado do pavimento, a integridade das paletes e uma altura adequada para a resistência dos contentores e a superfície de apoio;
- A estabilidade das estanterias requer que a resistência de seu material e sua fixação sejam adequados aos pesos dos contentores, à altura do armazenamento e superfície de apoio.

As estanterias permitem uma maior altura de armazenamento em condições seguras.

6.6.10. Dimensões

As dimensões do armazenamento são determinados de acordo com os factores que a seguir se descrevem.

6.6.10.1. Condições Gerais

As dimensões do armazenamento (superfície, altura e volume de pilhas e estanterias) então condicionadas pelos seguintes factores:

- A superfície útil do armazém;
- A altura útil do armazém;
- A estabilidade do armazenamento;
- As dimensões dos corredores para carga e descarga;
- As dimensões das vias de acesso;
- A acessibilidade aos contentores em caso de acidente.

6.6.10.2. Condições específicas para líquidos inflamáveis

No caso dos líquidos inflamáveis, as dimensões das pilhas e estanterias estão condicionadas pelos seguintes factores:

- A natureza das matérias armazenadas;
- A localização do armazém;
- As características do edifício;
- O volume dos contentores;
- O tipo de protecção contra incêndio disponível;

Os factores citados determinam as condições seguintes:

- A quantidade máxima de líquidos inflamáveis;
- A altura máxima do armazenamento;
- O volume máximo para cada pilha e cada estanterias;
- A distância entre o armazenamento e os elementos construtivos do edifício.

6.6.10.3. Corredores de manobra, separação, circulação e emergência

- Os corredores principais estão destinados à manobra de carga e descarga e constituem a separação principal entre secções de armazenamento. Devem ter a largura necessária para que os empilhadores manobrem sem risco de impacto, tendo em conta as suas dimensões e raio de manobra. Esta largura é variável, de acordo com as dimensões dos empilhadores. Em geral, é de 3 m para os empilhadores mais pequenos, e de 3.6 m para os elevadores de tamanho médio. A largura mínima exigível é, e em qualquer caso, de 2,5 m.

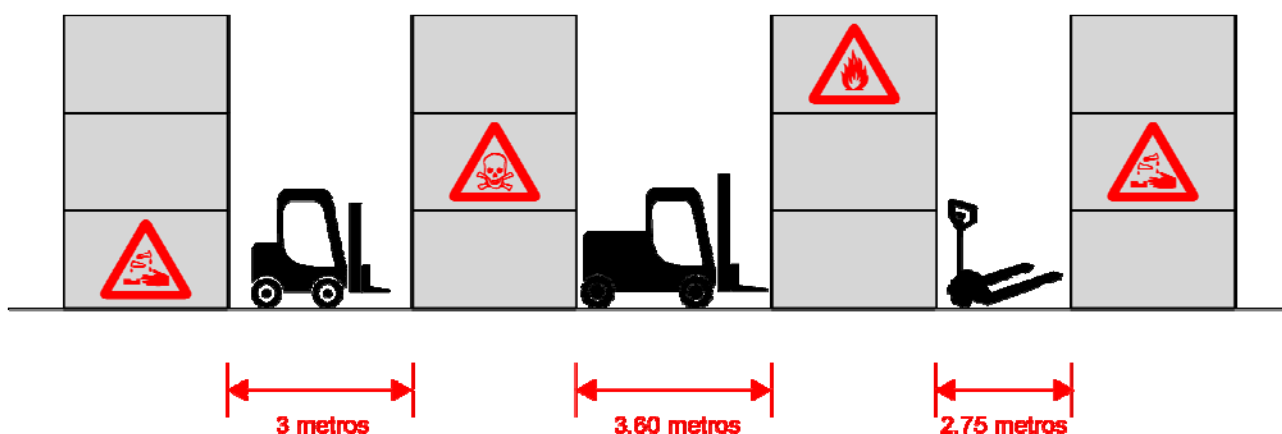


Fig. 6.13 – Distâncias de corredores VS dimensões dos empilhadores (Fonte Autor)

- Os corredores secundários estão destinados à separação complementar entre secções de armazenamento e servem para a circulação de pessoas. Devem ter uma largura mínima de 1,2m.
- Os corredores devem proporcionar o acesso livre e cómodo a qualquer contentor em caso de emergência. Para esta finalidade, todos os contentores, em pilhas ou contentores, devem estar situados na proximidade da acção dos meios de emergência e dos empilhadores.
- Nos armazenamentos no exterior pode ser necessário dispor de corredores de emergência, com um largura mínima de 4 m, para o acesso de meios e equipas de emergência.

6.6.10.4. Sinalização

O armazém deve ser dotado com sinais de advertência de características e localização normalizadas, de acordo com a regulamentação de segurança aplicável.

- Em todos os acessos ao armazém deve situar-se um rótulo em que se indique a natureza do seu conteúdo.
- Em cada pilha e em cada estanteria deve dispor-se um rótulo indicando a natureza das matérias armazenadas.
- O contorno da superfície ocupada por cada uma das pilhas deve ser sinalizado com marcas indeléveis no solo.

6.6.11. Configurações do Armazenamento – Depósitos Fixos

Neste ponto será descrito as condições que deve reunir a configuração do armazenamento de matérias perigosas nos depósitos fixos, tanto em armazenamento fechados (no interior de edifícios) como nos armazenamentos abertos (no exterior).

6.6.11.1. Suportes

As fundações, suportes e fixações do depósito devem estar projectados desenhados de tal modo que não se produzam as seguintes circunstâncias:

- Instabilidade do depósito;
- A concentração de carga inadmissíveis no corpo do depósito;
- A corrosão da superfície de apoio.

6.6.11.2. Capacidade dos depósitos e distâncias

A regulamentação correspondente a cada tipo de matéria perigosa contém, no casos necessários, tabelas de armazenamento, que se baseiam nos seguintes factores:

- A natureza das matérias armazenadas;
- A localização do armazém;
- O tipo de protecção disponível (sistemas de extinção, sistemas de controlo de derrames);
- As características do edifício, no caso de armazéns fechados com depósitos fixos no seu interior.

Os factores citados determinam as condições seguintes:

- Capacidade máxima do armazenamento;
- Capacidade máxima de cada depósito;
- Distância mínima entre os depósitos;
- Distância mínima ou elementos de separação necessários entre os depósitos e a estação de carga e descarga;
- Distância mínima entre os depósitos e os elementos construtivos dos edifícios, em caso de armazéns fechados com depósitos fixos no seu interior.

6.6.11.3. Instalações Auxiliares

A regulamentação correspondente a cada tipo de matéria perigosa estabelece as condições de segurança que devem reunir os elementos da instalação auxiliar dos depósitos, tais como:

- Tubagens e válvulas de carga e descarga;
- Equipamento de bombagem para carga e descarga;
- Equipamentos de medida;
- Equipamentos de segurança (bocas de conexão, tubagens e válvulas).

Entre as condições de segurança exigíveis, deve ser citada as seguintes:

- Estanquidade;
- Resistências aos esforços mecânicos próprios da sua função;
- Resistência à acção agressiva da matéria contida e, consoante o caso, à acção da atmosfera agressiva existente;
- Protecção dos quadros eléctricos de acordo com as condições da atmosfera local (vapores inflamáveis, líquidos e vapores corrosivos, humidade);
- Ligação à terra dos elementos que contenham líquidos inflamáveis.

6.6.11.4. Corredores de acesso, circulação, manobra e evacuação

O traçado e as dimensões dos corredores, quer para os armazenamentos de recipientes fixos no interior dos edifícios, quer para as bacias de retenção dos depósitos fixos situado no exterior, devem ser cumpridas as seguintes condições:

- Espaço de manobra adequado para realizar, sem risco, as operações de carga, descarga e transvase;
- Acesso livre e rápido a qualquer ponto do armazém em caso de emergência;
- Superfície externa aos depósitos ao alcance da acção dos meios de emergência.

6.6.11.5. Sinalização

O armazém deve ser dotado de sinalização de advertência de características e de localização normalizadas, de acordo com a regulamentação de segurança aplicável:

- Em todos os acessos ao armazém deve existir sinalização a indicar a natureza dos produtos armazenados;
- Os depósitos devem estar identificados de acordo com as normas aplicáveis

6.6.12. Medidas de Prevenção

6.6.12.1. Organização Interna

- O lugar de armazenamento (Pilhas, estanterias ou depósitos), destinado a cada tipo de matéria deve ser estritamente respeitado;
- Não deve ser armazenado matérias fora das pilhas, estanterias e depósitos;
- Não devem armazenar-se matérias fora do armazém. Em particular, não devem ser armazenados dentro do recinto contentores nem paletes vazios.
- Os corredores principais e secundários, assim como as portas de acesso, devem manter-se em todo o momento livres de obstáculos.

6.6.12.2. Limpeza e proibição de fumar

O armazém deve estar devidamente organizado e limpo. A proibição de fumar deve ser cumprida em todos os armazéns de matérias explosivas, inflamáveis e combustíveis. É conveniente estender esta proibição ao armazenamento de todo o tipo de matérias perigosas, para evitar o risco de incêndio ou explosão fora do armazém.

6.6.12.3. Operações de Carga e Descarga

As operações de carga e descarga devem ser realizadas da maneira mais segura possível, para evitar impactos contra os contentores ou estanterias, quedas de contentores no solo ou sobre o próprio empilhador. Devem ser cumpridas as seguintes condições:

- Empilhadores com adequada potência e em bom estado de funcionamento;
- Procedimentos de segurança adequados para a utilização de empilhadores;
- Operários devidamente formados.

6.6.12.4. Operações Enchimento, Esvaziamento e transvase de depósitos fixos

As operações de enchimento, esvaziamento e transvase dos depósitos, devem realizar-se respeitando os procedimentos necessários para evitar acidentes, tais como traumatismos, contactos com matérias tóxicas, contacto com matérias corrosivas, incêndio ou explosão.

Para esta finalidade, é conveniente que os depósitos disponham de uma instalação fixa auxiliar de enchimento e esvaziamento, composta por um sistema de tubagens que conecte o depósito a uma estação de carga e descarga.

Segundo o tipo de matéria, o tipo de armazenamento e as condições de segurança, a estação de carga e descarga poderá estar situada dentro do próprio armazém, devendo estar localizada num recinto contíguo, dotado de elementos construtivos de separação adequados, ou no exterior cumprindo com as distâncias de segurança.

Para certas matérias, poderá ser realizadas operações de transvase dentro do armazém, em quantidade mínimas com a utilização de equipamentos adequados:

- Bombas de transvase adequadas para cada tipo de matéria (P. Ex: dotadas com protecção antideflagrante, com ligação à terra e protecção anticorrosiva.)
- Equipamentos de protecção pessoal.

6.6.12.5. Instalação Eléctrica

A instalação eléctrica deve ter o modo de protecção adequado:

- Antideflagrante,
- Antihumidade,
- Anticorrosão.

6.6.12.6. Risco de Ignição - Equipamentos

Os empilhadores e restantes equipamentos utilizados nos armazéns não devem constituir o perigo de ignição de vapores inflamáveis nem de materiais sólidos. Os equipamentos devem dispôr das protecções necessárias, como p.ex: a instalação eléctrica.

Os carregadores das baterias devem estar localizados num recinto distinto do armazém.

6.6.12.7. Permissão de Trabalho Seguro

Os trabalhos de manutenção e/ou reparação conduzem normalmente à presença de focos de ignição, nomeadamente, chamas abertas o arcos eléctricos dos equipamentos de corte e soldadura. As operações deste tipo, devem ser reguladas mediante uma **Permissão de Trabalho Seguro** autorizado pelo Delegado de Segurança.

A permissão deve especificar os seguintes dados:

- **Identificação:** Local, executantes, hora de inicio e término do trabalho, responsável do trabalho.
- **Condições:** Medidas a adoptar antes, durante e depois do trabalho e em caso de acidente.

6.6.12.8. Ventilação

Os armazéns interiores devem dispor de um sistema de ventilação que evite a concentração de vapores ou pó em suspensão que sejam inflamáveis, tóxicos ou corrosivos. A natureza das matérias armazenadas determina os seguintes factores:

- Tipo de ventilação – natural ou forçada;
- Extração de vapores situada ao nível do solo ou do tecto – depende da densidade dos vapores gerados;
- Caudal necessário para uma correcta renovação de ar. Valor de referência para líquidos inflamáveis: $0,15 \text{ m}^3/\text{min.m}^2$.

6.6.13. Meios de acesso e evacuação

O armazém deve dispor de vias de entrada, circulação e saída adequadas para as operações de acesso, emergência, evacuação e resgate:

- O recinto em que esta situado o armazém tem de ser acessível aos meios de emergência. Para isso, há que cumprir com determinadas condições quanto às vias de acesso, seu traçado, dimensões e características do pavimento.
- O perímetro do armazém deve ser acessível aos meios de emergência, e deve ser cumprido com determinadas condições, nomeadamente, quanto ao número de entradas, suas dimensões e sua distribuição.
- Os acessos devem ser mantidos livres de obstáculos.

6.6.13.1. Meios de evacuação

Critérios Orientativos:

- O percurso de evacuação, desde qualquer origem, não deve ser superior a uma distância de 23 ou 25 m.
- Como regra geral, cada armazém delimitado por elementos construtivos deve dispor de pelo menos duas saídas de evacuação, alcançáveis desde qualquer ponto.
- Se com duas saídas não se cumpre a condição de percurso máximo de evacuação, o armazém deve dispor de saídas complementares que sejam necessárias.
- Duas das saídas de evacuação devem estar distanciadas entre si, como mínimo, da metade da diagonal maior do armazém.
- Se são necessárias mais de duas saídas, as saídas suplementares devem situar-se de maneira que, se uma delas ficar inutilizada, as demais permanecem livres.
- Os percursos de evacuação comuns não devem ter uma longitude superior a 7,5m. É preferível que não existam percursos de evacuação comuns, mas que deste todos os locais de evacuação exista percursos de evacuação alternativos.

- Um armazém pode dispor de uma só saída de evacuação, quando se cumpram as três condições seguintes:
 - A superfície do armazém não seja superior a um determinado valor – 18,5 ou 25 m²;
 - Que a sua ocupação não seja superior a 3 pessoas;
 - Que o percurso máximo de evacuação não seja superior a 7,5 m.
- As vias de acesso e de evacuação devem estar sinalizadas de acordo com a regulamentação aplicável. As vias de evacuação devem sinalizar-se mediante marcas indeléveis no solo. Caso necessário, podem proteger-se mediante batentes ou grades que as delimitem e impeçam o armazenamento de recipientes.

6.6.13.2. Meios de Protecção

a) MEIOS DE PROTECCÃO CONTRA FUGAS E DERRAMES

Sistema de contenção, drenagem e recuperação de derrames: Um acidente pode provocar o derrame de matérias perigosas. Para evitar que as matérias derramadas provoquem danos às pessoas, ao meio ambiente e aos bens materiais, o armazém deve dispor de um sistema de protecção adequado.

Se as matérias perigosas armazenadas são sólidos desagregados ou pós, pode ser necessário dispor de vedações ou diques de contenção das áreas de armazenamento, para que em caso de derrame, as matérias não se dispersem mais para além da área controlada.

Se as matérias armazenadas são líquidas, o armazém deve dispor de meios de contenção e recuperação dos derrames. Um sistema de contenção, drenagem e recuperação de derrames completo consta dos elementos seguintes:

- Bacias de retenção, muretes e diques de contenção;
- Tubagens de drenagens;
- Depósito ou bacias de retenção;
- Equipas de recuperação e limpeza

As características dos líquidos armazenados e das condições ambientais determinam se o armazém deve dispor de meios de contenção ou também meios de drenagem.

A capacidade de contenção e da capacidade de drenagem dos sistema devem calcular-se sobre a base de dois parâmetros: O derrame máximo provável e o caudal máximo provável. Estes parâmetros dependem dos seguintes factores:

- Tamanho e distribuição dos recipientes;
- Volume e caudal de descarga de água de extinção necessária, se os líquidos são inflamáveis ou combustíveis;
- Volume e caudal de descarga da precipitação máxima expectável durante uma hora, no caso de se tratar de um armazém aberto e não estiver dotado de uma cobertura.

b) MEIOS DE CONTENÇÃO

1. Os armazéns abertos (exteriores) devem dispor de uma bacia de retenção formado por um dique ou por um murete a todo o perímetro. Se o armazenamento é de recipientes moveis, o murete da bacia de retenção deve ser franqueado por uma rampa dupla para o acesso dos empilhadores.
2. Os armazéns fechados (interiores) devem dispor de uma bacia de retenção formado pela parte interior das paredes que formam o seu perímetro e duplas rampas ou os muretes dispostos no limiar das portas de entrada.
3. Se o armazenamento não dispõe de meios de drenagem, a altura do dique ou murete da bacia de retenção deve ser suficiente para albergar o volume correspondente ao derrame máximo provável.
4. Se o armazenamento dispõe de meios de drenagem, a condição anterior, o derrame é transferido para um local de recolha de derrames. Em determinados caso, o murete que forma o perímetro pode ser substituído por calhas de drenagem em todo o perímetro. Os meios de drenagem devem estar projectados de tal modo que não se produzam derrames por transbordamento fora da zona delimitada pelas mesmas.
5. A superfície do pavimento, a superfície interior do dique ou murete, e a superfície que formam o perímetro devem ser estanques e resistentes à acção dos líquidos derramados.

c) **MEIOS DE DRENAGEM**

A necessidade ou os inconvenientes dos meios de drenagem dependem das características das matérias perigosas, e das condições de segurança no armazenamento:

- Os meios de drenagem são convenientes em caso dos líquidos inflamáveis ou combustíveis cuja ignição, em função das condições do armazém e do ambiente envolvente, possa provocar um incêndio de rápido desenvolvimento;
- Se as características do líquido inflamável e as condições do armazém e ambiente envolvente não são desfavoráveis, não é necessário a drenagem. Por outro lado, se o líquido é muito viscoso, a drenagem não é viável.
- No caso de substâncias não inflamáveis de elevada toxicidade ou corrosividade, pode ser necessário conter o derrame na sua origem, em que a drenagem está contra indicada.

Os meios de drenagem são os seguintes:

- Bueiros distribuídos pelo solo do armazém. O solo deve ter uma inclinação adequada para a condução dos derrames para os bueiros. Estes devem estar devidamente dimensionados de acordo com o caudal máximo provável.
- Calhas centrais de drenagem (situadas entre depósitos ou estanterias) ou calhas de perímetro (à volta da zona do armazenamento, ou localizadas junto à paredes do armazém. O solo deve ter uma inclinação adequada para a condução dos derrames para as calhas. A secção e a inclinação das calhas devem estar calculadas de acordo com o caudal máximo provável.
- Calhas ou tubagens de condução entre o armazém e o depósito de contenção. As calhas ou tubagens devem ter uma inclinação adequada para a condução dos derrames ao depósito de recolha de derrames. A secção, o diâmetro e a inclinação das calhas e tubagens devem estar calculados de acordo com o caudal máximo provável.
- Depósito de recolha de derrames, com uma capacidade adequada para conter o derrame máximo provável. O depósito pode estar ligado a vários armazéns, sempre que a sua capacidade seja suficiente para conter o derrame máximo provável mais desfavorável, e que não possa recolher simultaneamente matérias incompatíveis.

d) **MEIOS DE RECUPERAÇÃO E LIMPEZA**

- O armazém deve dispor de equipamentos de bombagem ou aspiração para recuperar o líquido derramado, quer no interior da bacia de retenção ou no depósito de recolha de derrames. Estes equipamentos devem ser resistentes à acção das matérias armazenadas e deve dispor da protecção eléctrica adequada.
- O armazém deve dispor de equipamentos sucção ou vácuo para recolha de derrames de sólidos desagregados ou em pó. Estes equipamentos devem ser resistentes à acção das matérias armazenadas e deve dispor da protecção eléctrica adequada.
- Como precaução adicional, o armazém pode dispor de equipamentos de absorção de derrames. De todas as formas, do ponto de vista ambiental é preferível a recolha do líquido por aspiração ou por vácuo, para que possa ser gerido e se possível tratado para sua regeneração.

e) **MEIOS DE PROTECCÃO CONTRA INCÊNDIO**

O armazém deve dispor dos meios de detecção e extinção de incêndio que sejam necessários, de acordo com as características das matérias armazenadas e as características do armazém:

- Extintores – Dotados com uma agente de extinção adequado às matérias armazenadas;
- Bocas de incêndios;
- Hidrantes;
- Equipamentos de espuma;
- Sistema Automático de Detecção de Incêndios;
- Sistema Automático de Extinção de Incêndios por água ou por espuma;
- Geradores de espumas. Em depósitos e em bacias de retenção.

f) **MEIOS DE PROTECCÃO CONTRA EXPLOSÕES**

O armazém deve dispor dos meios de protecção contra explosões que sejam necessários, de acordo com as características das matérias armazenadas, dos recipientes e do próprio armazém:

- Sistema de ventilação normal e de emergência nos recipientes móveis e depósitos fixos de líquidos inflamáveis;
- Sistemas de alívio de deflagrações em armazéns fechados que contenham líquidos inflamáveis ou sólidos pulverulentos combustíveis de determinadas características. Estes sistemas estão constituídos por elementos construtivos resistentes à pressão e elementos aliviadores de pressão.

Como dado orientativo, a NFPA 30 exige sistemas de alívio de deflagrações em recintos que haja transvase de líquidos inflamáveis de Classe IA, de Classe IB ou instáveis, ou em recintos em que se armazenem líquidos inflamáveis de Classe IA ou instáveis, em recipientes de capacidade superior a 4l.

- Sistemas de alívio de deflagrações em depósitos fixos que contenham líquidos inflamáveis ou sólidos pulverulentos combustíveis de determinadas características. Estes sistemas estão constituídos pelo próprio corpo do depósito, resistente à pressão e elementos aliviadores de pressão.
- Em casos muito especiais, sistemas supressores de explosões em depósitos fixos que contenham líquidos inflamáveis ou sólidos pulverulentos combustíveis de determinadas características.

g) **MEIOS DE PROTECCÃO PESSOAL**

- Os operários do armazém devem dispor de equipamentos de protecção pessoal adequados para o seu trabalho, de maneira que não estejam expostos ao contacto com as matérias perigosas existentes.
- Os armazéns de matérias tóxicas, irritantes ou corrosivas devem dispor de uma instalação de protecção pessoal de emergência, nomeadamente duches e lava olhos.

- As equipas de intervenção devem dispor de equipamentos de protecção adequados para as condições em que vão desenvolver o seu trabalho em caso de emergência. Entre os elementos destes equipamentos, cabe citar os seguintes:
 - Vestuário de protecção pessoal;
 - Equipamentos de respiração autónoma;
 - Mantas Ignífugas.

6.6.14. Plano de Emergência e Restabelecimento

A empresa responsável do armazém deve dispor de meios humanos e procedimentos para a gestão das emergências. A organização de emergência deve possuir:

Organigrama de Emergência

Responsável de Segurança, Delegado de Segurança, Coordenador de Emergência e Equipas de Emergência. (Alarme, evacuação, intervenção, resgate, primeiros socorros, vigilância, coordenação e comunicação).

Análise dos Tipos de Emergência

Emergência industria, laborais, ambientais e de outro tipo (incêndio, explosão, fuga e derrame de matérias perigosas, acidentes de trabalho, acidentes de transporte externo, avarias informáticas)

Plano de Emergência

Classificação das emergências. Sequência de Operações. Fichas de Instruções. Procedimentos Operativos.

Manual de Emergência (Documento em que se materializa o Plano de Emergência)

Organigrama de Segurança. Meios Humanos de intervenção. Meios materiais de protecção. Análise das emergências. Plano Operativo para cada tipo de emergência considerada. Implementação do Plano de Emergência.

Plano de Restabelecimento

É conveniente que o Plano de Emergência se complete com um plano de contingência, cujo objectivo é conseguir que a actividade do armazém seja o menos afectada por qualquer contingência, desde a avaria de um equipamento ou de um empilhador, até a um grande sinistro como um incêndio ou explosão.

Este plano estabelece acções e a infraestrutura necessária para conseguir que a actividade do armazém se recupere o mais rapidamente possível, ou até mesmo permanecer, durante a fase de reparação ou de reconstrução.

Neste plano se detalham os seguintes aspectos:

- Relação de equipamentos, fabricantes, instaladores e construtores, prazos de reparação, reposição ou reconstrução, Possibilidade de aluguer de edificios e maquinaria.
- Acordos de mútuo auxilio entre diferentes pisos da empresa ou de diferentes empresas.
- Plano de acções técnicas para cada tipo de contingência. (Limpeza, gestão de resíduos, compra ou reparação de instalações, aluguer de naves industriais).
- Plano de acções administrativas e financeiras.
- Plano de Segurança durante o período de restabelecimento.
- Inclusão do armazém, no plano de remodelação ou de ampliação no plano de restabelecimento.

6.6.15. Organização e Gestão da Segurança

É conveniente que a organização de segurança a empresa responsável do armazém se materialize num sistema de gestão de segurança integrado, que abrange a segurança industrial, riscos laborais e meio ambiente, assim como outros campos de segurança complementares que podem afectar a empresa (segurança do produto, segurança informática, segurança contra intrusos).

Os objectivos de um sistema de gestão da segurança integrado são os seguintes:

- Simplificar a gestão da empresa;
- Coordenar o trabalho de diferentes áreas;
- Evitar Trabalho redundante;
- Implementar na empresa o hábito da segurança integral.

É conveniente que o sistema de gestão de segurança esteja coordenado com outros sistemas de gestão da empresa (Qualidade, Manutenção). O objectivo é que o sistema de gestão sejam, realmente uma ferramenta útil que simplifique e agilize a gestão da empresa, em lugar de complicar com procedimentos rígidos.

O sistema de gestão da segurança se materializa num manual de segurança, em que se detalham todos os aspectos pertinentes, tais como:

- Organigrama de segurança da empresa;
- Memória descritiva;
- Análise e avaliação dos riscos;
- Normas aplicáveis;
- Meios de Prevenção (Procedimentos e manutenção);
- Meios de acesso e evacuação;
- Plano de emergência;
- Plano de restabelecimento;
- Plano de formação dos colaboradores e exercícios periódicos;
- Plano de revisão, manutenção e actualização do sistema;
- Suportes e procedimentos informáticos e administrativos dos sistemas de gestão.

6.7. ARMAZENAMENTO DE PLÁSTICOS

Este ponto trata unicamente de armazenamento de materiais plásticos sólidos. Consideram-se dentro da classificação dos plásticos, aqueles produtos ou mercadorias que também não sejam inteiramente constituídos por plásticos, em que o componente de plástico sólido representa mais de 15 % ou mais no peso total do produto. O comportamento deste produto em caso de incêndio será semelhante ao de um fogo de plásticos. Em contraste, não têm estas características os recipientes de plásticos cheios de líquido não inflamável. Estes armazenamentos (sabões, detergentes, etc.) não se incluem nesta categoria.

Se na embalagem dos elementos plásticos sólidos se usa mais de 40 % do volume total de plástico expandido, o material deve tratar-se como elemento expandido, e por conseguinte aplicar as instruções referidas neste ponto.

6.7.1. Descrição

As características de combustão dos elementos de plástico em comparação aos elementos combustíveis normais, como o papel ou madeira, são muito difíceis. Enquanto o calor de combustão de combustíveis normais varia de $1,4 \cdot 10^7$ a $1,9 \cdot 10^7$ J/Kg e a velocidade de propagação horizontal de 0 a 10,2 mm/min, os elementos plásticos variam de $3,3 \cdot 10^7$ a $4,5 \cdot 10^7$ J/Kg e de 12,7 a 254 mm/min. Estas características, em caso de incêndio de plásticos, originam elevadas temperaturas ao nível do tecto do edifício de armazenamento. Por esta razão os materiais plásticos devem tratar-se separadamente dos elementos combustíveis normais e deverão ser consideradas medidas muito especiais para sua protecção contra incêndio.

É muito difícil estabelecer a classificação dos plásticos relativamente ao fogo, já que existem grandes quantidades de fórmulas químicas e de aditivos que alteram as propriedades principais originais dos elementos. Em termos gerais, existem dois grandes grupos:

Termoplásticos: Derretem-se quando expostos a calor suficiente e endurecem quando ficam frios, independentemente quantas vezes o processo é repetido.

Termoestáveis: Não se derretem quando se aplica calor e mantem-se na forma adquirida.

A classificação dos elementos de plástico – ver ponto 3.4 do Capítulo 3 – Classificação de mercadorias – é de vital importância para determinar a protecção contra incêndio.

No Grupo A é onde se incluem os elementos de maior risco.

6.7.2. Considerações Gerais

Dado o grande “boom”, durante os últimos anos, da utilização na indústria de elementos plásticos, organismos públicos e privados realizaram diferentes experiências para obtenção de características no comportamento ao fogo destes elementos. Algumas das conclusões são:

- A severidade do fogo é reduzida quando a pilha de armazenamento é derrubado;
- A severidade de incêndio é reduzido quando o produto tende a sair do recipiente depois de arder a embalagem;
- Os armazenamentos paletizados ou em blocos sólidos tendem a arder com menos severidade de que quando são empilhadas juntas, deixando menos de 150 mm entre pilhas;
- Os plásticos em forma de blocos sólidos tendem a arder com menos severidade do que aqueles que possuem espaços vazios dentro da embalagem;
- O combate manual em fogos de plástico é extremamente difícil, devido à presença de grande quantidade de fumos negros densos e a existência de gases tóxicos;
- Os produtos característicos da combustão dos plásticos (gases, fumos, etc), na maioria dos casos incrementam danos nas instalações e no ambiente.
- O facto de embalar em plástico os elementos deste mesmo material não constitui maior perigo em caso de incêndio;
- Os *sprinklers* de 20 mm de orifício provaram ter uma resposta ao fogo muito superior aos de 15 mm, já que limitam o fogo a uma superfície menor, controlam em menor tempo e produzem menos danos. Os *sprinklers* de 20mm de orifício descarregam a uma determinada pressão, mais água do que os de 15 mm de orifício. Este ocasiona uma maior efectividade no controlo do fogo e uma maior penetração da água.

- Quando os materiais plásticos de armazenam em contentores metálicos, fechados excepto no superior, o comportamento em caso de incêndio assemelha-se a um combustível ordinário.
- A severidade ao fogo em materiais plásticos e portanto, sua protecção e controlo dependem fundamentalmente de três factores:
 - Tipo de plástico;
 - Tipo de armazenamento;
 - Altura de armazenamento.

A severidade do fogo é diminuída com a redução da distância entre o topo ao armazenamento e a protecção de *sprinklers*. Com 1 metro de separação entre o tecto do armazenamento e os *sprinklers* obteve-se uma protecção mais rápida, com actuação de menos cabeças e com um controlo do fogo mais rápido.

6.7.3. Recomendações

a) Aspectos Construtivos

O projecto e construção dos edifícios para armazenamento de plásticos, deverá ser de acordo com as normas e regulamentos vigentes. Devem ser consideradas cargas de vento, neve, chuva, etc., assim como as condições sísmicas do lugar. No caso de se projectar estanterias como método de armazenamento, deve ser considerado a cargas das mesmas, além das mercadorias a armazenar.

Também é importante ter presente no projecto do edifício dois aspectos básicos na sua protecção contra incêndios:

- A carga das tubagens com água e ;
- A drenagem do solo necessário para a recolha das águas.

Na maioria dos casos, e em condições normais, a própria protecção do material armazenado é a adequada para o edifício e não é requerida outra adicional. Contudo, em circunstâncias de grande severidade, em caso de incêndio, pode requerer-se a protecção da estrutura metálica do

edifício. Se essa protecção da estrutura metálica é requerida de acordo com as tabelas de protecção, deverá seguir uma das seguintes alternativas:

- Revestir os principais elementos estruturais do edifício com elementos homologados;
- Instalar uma cobertura com resistência ao fogo de 60 min e instalar sprinklers;
- Reduzir a altura do armazenamento até ao limite em que a protecção da estrutura metálica não seja requerida.

A construção recomendada para um edifício destinada ao armazenamento de plásticos é em betão, pelo seu comportamento ao fogo.

Uma construção com pesadas vigas de madeira é outra boa alternativa, dada a sua lenta propagação do incêndio e melhor estabilidade estrutural comparada com uma estrutura metálica não protegida.

A estrutura metálica exposta (não protegida) não é muito recomendável, já que sob temperaturas de 550 °C, perde a sua rigidez provocando o colapso da estrutura.

Uma construção ligeira em madeira não é recomendável pela sua rápida propagação do fogo.

b) Exutores para evacuação de Fumo e Calor

A experiência demonstra que a colocação de exutores automático para a evacuação de fumo e calor, em muito casos, é prejudicial para o controlo do incêndio. Seu efecto positivo de evacuação de fumos, pode ser, simultaneamente, muito negativo, já que a sua actuação supõe, geralmente, uma entrada de oxigénio do exterior (efeito chaminé), o que alimentará o incêndio.

Também no caso de existir protecção por sprinklers automáticos, a actuação dos exutores normalmente implica o funcionamento de maior numero destes e pode, em ocasiões, perturbar a actuação ou funcionamento dos mesmos.

Em consequência, embora seja permissível a instalação de exutores para evacuação de fumo e gases, é recomendável que a sua actuação se efectue apenas por acionamento manual.

c) **Localização**

É recomendável localizar o armazém de plásticos separados de outros edifícios importantes. A distância de segurança dependerá de factores como a construção dos edifícios (combustível ou não), as aberturas em paredes, o tipo de armazenamento, a altura dos mesmos, etc. No caso de do armazenamento de plásticos seja parte do edifício, é recomendável a existência de uma parede corta fogo com uma resistência de pelo menos 60min. As portas de acesso devem garantir a mesma resistência ao fogo.

d) **Danos provocados pela água**

Existem muitos tipos de armazenamentos de materiais: Em paletes, pilhas, estruturas fixas, contentores, etc. Cada um destes tipo tem vantagens e desvantagens em relação aos aspectos operativos e de protecção. Em qualquer dos casos, é aconselhável que as mercadorias não sejam armazenadas diretamente sobre o solo.

Em caso de incêndio, os danos provocados pela água podem ser consideráveis. Em todos os casos, o uso de paletes ou de ripas que separem a mercadoria do solo a uns centímetros pode ser extremamente benéfico, e por isso, recomendável.

e) **Organização**

Como medida preventiva, para garantir o mínimo de segurança contra incêndio, é essencial manter um bom nível de organização e arrumação. Se esta premissa é necessária para qualquer tipo de armazenamento, deverá ser muito mais rigorosa para o armazenamento de plástico, devido à gravidade de um incêndio com estas características:

- Deverão ser mantidos desimpedidos os corredores;
- O armazém deverá ser provido de recipientes fechados para resíduos, para evitar que os resíduos estejam dispersos pelo armazém;
- Se a armazenagem é efectuado por pilhas, estas não deverão ter mais de 15 m de largura em qualquer direcção;

- Deve ser definido corredores de evacuação e de acesso para o combate ao incêndio. Estes corredores deverão estar sempre livres de mercadorias. A armazenagem nunca deverá obstruir elementos de protecção contra incêndio (extintores, bocas de incêndio, etc);
- No caso de existir protecção por sistema automático de extinção por água (*sprinklers*), a altura de armazenamento deve ser imitada para permitir a adequada distribuição de água. É recomendado uma distância mínima de 1 m entre a mercadoria e os sprinklers;
- Os empilhadores usados no transporte da mercadoria deverão estar em boas condições e serem resvitos periodicamente. Deverão ser providos de um extintor. A carga das baterias dos empilhadores deve ser efectuada fora do edifício de armazenagem. Se tiver que ser realizado dentro do edifício de armazenagem, esta zona deve ser devidamente limitada no solo e manter bem isolada do resto do armazenamento, com uma separação livre de mercadorias de , pelo menos de 3 m.

f) **Protecção contra Incêndio**

Em todo o armazém de plásticos deverá existir protecção manual para poder combater o incêndio:

Extintores Portáteis – Estes devem ser instalados em número suficiente e em locais devidamente acessíveis.

Bocas-de-incêndio tipo carretel – É o segundo elemento de ataque ao incêndio, depois de terem sido utilizados os extintores. Estes são preferíveis aos extintores, uma vez fornecem uma maior capacidade de combate ao incêndio, uma maior duração e um campo mais amplo de aplicação.

Hidrantes Exteriores – Como complemento a estes equipamentos interiores, existem hidrantes exteriores que devem estar devidamente localizados.

A fonte de alimentação das bocas-de-incêndio e hidrantes pode ser a mesma do sistema automático de extinção por água (*sprinklers*). Neste caso, deverão ser realizadas as conexões de forma que a luta manual não interfere com a operação do sistema automático de extinção. Deve ser garantido 1890 l/min para o uso de bocas-de-incêndio e hidrantes durante 2 horas. As grandes superfícies de armazenamento e de elevada concentração de valor nos mesmos, fazem com que uma protecção manual não seja suficiente para proteger adequadamente um armazenamento de plásticos.

g) Sistema Automático de Extinção de Incêndios (Sprinklers)

Tendo em conta o alto risco e a gravidade de um incêndio nestes armazéns, é recomendável que estes sejam dotados de uma protecção automática. Esta protecção com *sprinklers* dependerá do tipo de plástico, assim com a classe e a altura do armazém. A protecção com *sprinklers* é determinada pela densidade da água e área de abrangência. A densidade do sistema é a quantidade de água em l/min recomendada em unidade de área m².

Os *sprinklers* deverão garantir uma protecção de 2 horas para os armazenamentos de plástico do Grupo A e B e 90 min para os plásticos do Grupo C.

h) Armazenamento em pilhas, paletes ou caixas

Este tipo de armazenamento deverá ser protegido com *sprinklers* de acordo com as tabelas 7.9 e 7.10.

Tabela 6.9 - Características dos Sprinklers Vs Características dos Plásticos

Tipo de Plástico	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (mm/min)	Área de Superfície (m ²)	Temperatura da Ampola ° C	Diâmetro mínimo do orifício do Sprinkler	
Grupos A e B	1,5	12	186	141	15	
			325	74		
	3 (1)	18	232	141	20	
			372	74		
	4.5 (1)	24	279	141	20	
			464	74		
6 (1) (2)	24	279	141	20		
		464	74			
Grupo C	1,5	6	186	141	15	
			279	74		
	3	6	186	141	15	
			279	74		
	4.5	6	200	141	15	
	6	8	200	141	15	
	(1)– É requerida protecção à estrutura metálica					
	(2) Protecção baseada numa separação de 1 metro entre o tecto de armazenamento e os <i>sprinklers</i>					

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Deve ser utilizado a tabela 7.9 nos casos de armazenamentos empilhados em que as pilhas de mercadorias não estejam juntas. Ou seja, quando a separação entre pilhas seja mais de **150 mm**, somando as separações em todas as direcções.

Também deverá ser utilizado a tabela 7.9 no caso do armazenamento seja sólido ou paletizado, não estando sujeito a derrubamento.

No caso do material estar em forma de blocos sólidos, de tal modo que a água dos *sprinklers* alcance a maioria da superfície, deve ser utilizada a **tabela 6.10**.

Para o armazenamento em caixas deve ser sempre utilizado a **tabela 6.10**.

Quando por condições de temperatura, é necessário utilizar sistemas secos, deve ser incrementado em **30 % a área** de operação das tabelas 7.9 e 7.10

As áreas de operação estabelecida na **tabela 6.9 e 6.10** estão baseadas em situações onde a distância entre o topo do armazenamento e o sistema de *sprinklers* é **de 3 m**, aproximadamente.

Deve ser limitado a cobertura por *sprinklers* entre os **4,6 e 9,3 m²** para *sprinklers* de 15 mm de orifício e entre **6,5 e 9,3 m²** para os 20 mm de orifício.

Quando a altura do armazenamento está compreendida entre as alturas nas tabelas, é aceitável interpolar entre os valores de área de operações dadas nas mesmas.

Os *sprinklers* de mais de 100 ° C de temperatura podem equiparados aos de 141 °C.

Tabela 6.10 - Características dos Sprinklers Vs Características dos Plásticos

Tipo de Plástico	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (mm/min)	Área de Superfície (m²)	Temperatura da Ampola °C	Diâmetro mínimo do orifício do Sprinkler
Grupos A	1,5	12	186	141	15
			325	74	
	3	12	232	141	15
			372	74	
	4,5	18	232	141	20
			372	74	
	6	24	232	141	20
			372	74	
	7,5 (1)	24	232	141	20
			372	74	
Grupo B	1,5	12	186	141	15
			325	74	
	3	12	232	141	15
			372	74	
	4,5	12	279	141	15
			464	74	
	6	18	232	141	15
			372	74	
	7,5 (1)	18	232	141	20
			372	74	
Grupo C	Até 3 m	6	186	141	15
			279	74	
	4,5	6	200	141	15
	6	8	200	141	15
	7,5	12	200	141	15
(1) – Protecção baseada numa separação de 1 metro entre o tecto de armazenamento e os <i>sprinklers</i>					

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Armazenamento em estantes

A protecção de armazenamentos de plásticos em estantes deverá estar de acordo com as tabelas 6.11 (estantes portáteis), 6.12 (estantes simples ou duplas) ou 6.13 (estantes múltiplas).

Os sistemas automáticos de extinção de incêndio (*sprinklers*) húmidos são preferíveis aos sistemas de acção prévia ou secos.

Tabela 6.11 – Estanterias portáteis

Tipo de Plástico	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (mm/min)	Área de Superfície (m ²)	Temperatura da Ampola ° C	Diâmetro mínimo do orifício do <i>Sprinkler</i>	
Grupos A e B	1,5	12	232	141	15	
			418	74		
	3	18	279	141	20	
			464	74		
	4.5 (1)	24	279	141	20	
			464	74		
	6 (1) (2)	24	279	141	20	
			464	74		
Grupo C	1,5	6	186	141	15	
			279	74		
	3	6	186	141	15	
			279	74		
	4.5	6	200	141	15	
	6	8	200	141	15	
	(1)– É requerida protecção à estrutura metálica					
	(2) Protecção baseada numa separação de 1 metro entre o tecto de armazenamento e os <i>sprinklers</i>					

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

- A cobertura por cabeça de *sprinkler* de 15 mm de orifício deve estar entre 4,7 e 9,3 m² e entre 6,5 e 9,3 m² para cabeça de *sprinklers* de 20 mm.
- Quando a separação entre estanterias duplas seja menos de 1.1 m, as estanterias deverão ser consideradas com múltiplas e deve ser aplicado a tabela V.
- Os *sprinklers* em níveis intermédios das estanterias devem ser de 74 °C e de 15 a 20 mm de orifício.
- A necessidade de água para o sistema automático de extinção de incêndios intermédios de estanterias deve ser calculada com a operação simultânea dos 14 *sprinklers* (7 por cada um dos dois níveis superiores).
- O sistema de *sprinklers* em níveis intermédios deve ser hidráulicamente calculado. O *sprinklers* mais longe, de acordo com o comentário anterior, deve descarregar pelo menos de 144l/min. A tubagem deve ser, pelo menos, de 25 mm de diâmetro.
- Quando a instalação de *sprinklers* em níveis intermédios seja superior a 20 unidades, este sistema deverá ser independente do sistema de tecto, com a sua própria válvula de controlo, posto de comando e tubagens de prova.
- Deve ser mantido um mínimo de 75 mm como separação longitudinal e transversal para garantir a descarga de água
- Existem protecções alternativas às específicas nas tabelas 6.12 e 6.13, quando as alturas de armazenamento são superior a 6 m. Estas alternativas consistem fundamentalmente na colocação de barreiras sólidas em níveis intermédios das estanterias e no tecto do armazenamento. Nestes casos instalam-se *sprinklers* na cobertura do edifício e por debaixo das barreiras sólidas.

Tabela 6.12 – Estanterias Simples ou duplas (*)

Tipo de Plástico	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (mm/min)	Área de Superfície (m²)	Temperatura da Ampola °C	Diâmetro mínimo do orifício do Sprinkler
Grupos A e B	1,5	12	186	141	15
			325	74	
	3	18	232	141	20
			372	74	
	4.5 (1) (2)	24	232	141	20
			372	74	
	6 (2) (3)	24	232	141	20
			372	74	
	4.5 a 7.5 (1)	Instalar sprinklers interiores nas estanterias a cada 3 m de altura, escalonada entre os níveis, e proteger o topo do armazenamento (desde o último nível intermédio) de acordo com as altura de cima (4) (5)			
	Grupo C	Até 3 m	6	232	141
395				74	
4,5		8	273	141	15
			464	74	
6		14	273	141	15
7,5		9	273	141	15
			Mais de 1 nível de sprinklers anteriores		
(1) – Quando a separação entre o tecto do armazém e os sprinklers é maior que 5 m deverá ser colocada uma barreira sólida por cima do armazém e instalar sprinklers por debaixo da barreira. No tecto do edificio devem ser colocados sprinklers de 141 °C e uma densidade de 8 mm/min sobre 186 m ²					
(2) Requer-se protecção da estrutura metálica					
(3) Protecção baseada na separação de 1 m entre o tecto do armazenamento e os sistema de sprinklers					

Tipo de Plástico	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (mm/min)	Área de Superfície (m²)	Temperatura da Ampola °C	Diâmetro mínimo do orifício do Sprinkler
(4) A distância entre o nível superior dos sprinklers intermédios e o tecto de armazenagem não deve superior a 3 m.					
(5) Se a largura da estante dupla é menor que 2.7 m, será suficiente uma linha de sprinklers colocada entre as duas estantes. Neste caso os sprinklers não devem estar separados mais de 2,4m. Se a largura é superior a 2,7m o nível de sprinklers intermédios deverá ser de 3 linhas (centro e laterais), com sprinklers separados não mais de 3 m. Os sprinklers nos ramais laterais devem estar pelo menos a 45 mm da lateral da estante.					

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

(*) – Quando se utilizem estanterias com prateleiras sólidas, em lugar de paletes para suportar mercadorias, devem ser instalados sprinklers no tecto (12 mm/min, 186 m², 141 °C) e em cada nível de estanterias, com uma separação entre cabaças de sprinklers de pelo menos de 3 m.

i) Organização da segurança

Quando se produzem fogos em armazéns e, em particular, armazéns de plásticos, a actuação do pessoal pode ser primordial. Uma actuação efectiva pode reduzir consideravelmente os efeitos de um incêndio no armazém. Por isso, é necessária a existência de um plano de emergência aplicado especificamente às condições e características do armazenamento. Este plano de emergência deverá possuir um plano de prevenção, que deverá incluir inspeções periódicas dos elementos de protecção e meios de combate a incêndio e inspecção às condições de segurança do armazenamento para detectar anomalias ou situações que possam conduzir a sinistros.

Neste plano de prevenção deve ser incluída a coordenação com os Agentes de Protecção Civil.

Como continuação do plano de prevenção, deve ser estabelecido um plano de actuação, em que se incluirá uma boa estruturação da equipa, funções designadas, bem definidas e com treino adequado.

Deve ser incluído no plano de emergência, um plano de salvamento de materiais, devendo estar definido, possíveis locais alternativos de armazenamento para assegurar a continuidade da laboração.

Tabela 6.13 – Estanterias Múltiplas (*)

Tipo de Plástico	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (mm/min)	Área de Superfície (m²)	Temperatura da Ampola ° C	Diâmetro mínimo do orifício do Sprinkler
Grupos A e B	1,5	12	232	141	15
			418	74	
	3	18	279	141	20
			464	74	
	4.5 (1) (2)	24	279	141	20
464			74		
Grupos A e B	4.5 a 7.5 (1)	Instalar sprinklers interiores nas estanterias a cada 1,5 m de altura, escalonada entre todas as direcções e separados não mais de 2,4 m nas linhas e de 3 m entre linhas. Proteger o topo do armazenamento (não deve ser superior a 1,5 m) de acordo com as alturas acima citadas.			
Grupo C	Até 3 m	10	280	141	15
				74	
	4,5	19	186	141	15
				74	
	6 a 7,4	9	282	141	15
Mais de 1 nível de sprinklers anteriores					
(1) – Quando a separação entre o tecto do armazém e os sprinklers é maior que 5 m deverá ser colocada uma barreira sólida por cima do armazém e instalar sprinklers por debaixo da barreira. No tecto do edifício devem ser colocados sprinklers de 141 °C e uma densidade de 8 mm/min sobre 186 m ²					
(2) Requer-se protecção da estrutura metálica					

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

(*) – Quando se utilizem estanterias com prateleiras sólidas, em lugar de paletes para suportar mercadorias, devem ser instalados sprinklers no tecto (12 mm/min, 186 m², 141 °C) e em cada nível de estanterias..

6.8. ARMAZENAMENTO DE TEXTEIS – MATÉRIAS PRIMAS

Entre os armazenamentos de materiais sólidos, os têxteis constituem, pela sua facilidade de ignição e combustibilidade elevadas, um dos maiores riscos de incêndio.

Com o objectivo de avaliar com suficiente garantia a contigência de um incêndio, convém estabelecer uma classificação destes armazenamentos, quer formem ou não uma unidade geográfica com fabrico, em função do grau de manipulação das matérias contidas:

- Armazéns de matérias-primas;
- Armazéns de produtos acabados (confecção).

6.8.1. Descrição

Os armazéns de matérias-primas que fornecem as fábricas de produtos intermédios ou acabados, caracterizam-se pelo depósito de fibras em bruto, e naturais (algodão, juta, linho, lá, seda) e sintéticas (poliéster, acrílico, poliamida), e regeneradas (trapos, fibras de algodão, etc)

As matérias estão armazenadas em forma de tubos que se depositam em paletes ou directamente nos solos. Ocasionalmente estes tubos estão parcialmente revestidos, geralmente por material combustível.

6.8.2. Considerações Gerais

Ao avaliar a combustibilidade de um certo material têxtil deve ser considerado, principalmente os seguintes factores:

- Combustibilidade;
- Velocidade de Propagação da chama;
- Calor de combustão;
- Temperatura de fusão;
- Características do fumo e gases produzidos na combustão.

Os factores anteriores dependem, fundamentalmente, da composição química, da densidade e grau de desintegração da fibra têxtil, da compactação e do acabamento dos têxteis. Os tipos de armazenamento e de embalagem podem variar a classificação do risco.

Assim, são múltiplos os parâmetros que influenciam na combustibilidade das fibras têxteis, o que impede a existência de um único método válido para avaliação. Contudo, existem ensaios normalizados distintos, respectivamente para o tratamento dos têxteis e ao uso a que se destina, e que são obrigatórios para a homologação dos produtos.

De acordo com as experiências adquiridas em laboratório ou em incêndios reais, podem ser retiradas as seguintes conclusões:

1. Quanto à combustibilidade, as fibras têxteis classificam-se:
 - a) **Altamente Combustíveis (Tigniçãõ ≤ 400 °C)** caracterizadas por uma grande velocidade de propagação de chama, uma elevada taxa de emissão de calor e uma enorme dificuldade de extinção.
 - b) **Moderadamente Combustíveis (Tigniçãõ > 400 °C)** quando a sua combustão é difícil e lenta. O fogo que origina é mais fácil de extinguir que o anterior.
 - c) **Não combustíveis**, no caso em que receberam um tratamento ignífugo adequado, e que se conserva intacto, ou a sua composição seja inorgânica.
2. Outro factor que pode agravar o risco é a temperatura de fusão, geralmente baixa em fibras sintéticas, pois as gotas ou fluxo fundido pode contribuir para a difusão do incêndio
3. Também a facilidade de libertação de partículas ou fibras, pode aumentar o perigo, pois as poeiras libertadas são capazes de não só propiciar a inflamação, como também originar com o ar misturas explosivas.

6.8.3. Recomendações

Caracter construtivo

- Como é previsível que no incêndio de um armazém de têxteis haja uma grande libertação de calor, os edifícios destinados a esta actividade deverão ser construídos com matérias resistentes ao fogo. (O betão é um dos materiais recomendados).
- No caso de o armazém ter uma estrutura metálica, tem que se proteger os elementos de suporte, como pilares e vigas, para assegurar como mínimo de resistência ao fogo de 240 min. No caso de existir sprinklers, é necessário proteger dos pilares excepto os elementos estruturais da cobertura
- Os tectos falsos, se são de materiais combustíveis, devem ser substituídos ou suprimidos, pois ao arder produzem faíscas que podem originar outros focos de incêndio
- No caso em que a zona de fabrico e a zona de armazenagem forma uma unidade geográfica, o armazém dever ser separado do resto das secções e dos edifícios por uma distância mínima de 10 m. Caso esta recomendação não possa ser cumprida, deve existir um muro que garanta separação corta fogo com resistência mínima de 240 min e que se prolongue 0,5 m acima da cobertura do edifício. Os vazios existentes no muro devem estar protegidos mediante portas com uma resistência ao fogo de 120 min.
- A nave deve ser compartimentada em sectores de incêndio, evitando que as áreas de armazenamento tenham uma superfície de 900 m². Não obstante, se a altura do armazenamento for moderada, pode aceitar-se que a área de armazenamento seja de 2800 m², sempre que haja um sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*).
- Nos tectos dos armazéns de matéria prima têxtil deverão ser instalados dispositivos de evacuação de fumos com dimensões mínimas de 1,5*1,5 m (de modo que a área dos exutores seja de 0,1 m² por cada 5 m² de superfície de armazenamento) e com uma separação máxima entre eles de 15,5 m. Não obstante, se não são activados oportunamente seu efeito pode ser prejudicial- Por isso, recomenda-se que estes exutores tenham acionamento manual. Caso contrário e se existe também sistema de *sprinklers*, a temperatura das ampolas destes nunca deverão ser superior à de abertura dos exutores
- Deverão ser instalados cortinas para impedir o movimento horizontal do fumo.

- O solo da nave deve ter uma boa drenagem para eliminar rapidamente a água proveniente da qualquer sistema de incêndios, muitas vezes mais prejudicial que o próprio incêndio. Neste sentido aconselha-se reduzir ao mínimo o número de ductos de águas interiores. Também constitui uma boa prática armazenar sobre paletes ou ripas de madeira que separam os géneros do solo mais de 10 cm.
- Para calcular as cargas suportadas pelos solos, deve ter-se em conta a capacidade de absorção de água pelos têxteis, em particular quando o armazenamento é feito em pisos superiores ou o edifício não tenha sido projectado para armazém.
- Deve manter-se uma distância mínima de 2m entre as pilhas de armazenamentos e as unidades e condutas de aquecimento ou outros elementos que possam provocar a autoignição dos têxteis.
- Devem estabelecer-se caminhos com uma largura superior a 2 m entre as pilhas de armazenamento e as paredes do edifício, com o objectivo de controlar os danos derivados do derrubamento das pilhas, ou da expansão dos tecidos por absorção de água. Por outro lado, a existência destes corredores facilita o acesso à zona afectada e a luta manual em caso de incêndio.
- Com vista a diminuir o efeito de uma possível explosão, e tendo em conta os materiais de construção, a ventilação, etc, deverão instalar-se aliviadores de pressão.

6.8.4. Instalação e equipamentos eléctricos

A maioria dos incêndios produzidos nos armazenamentos de têxteis pode ser imputado à falha de componentes e sistema eléctricos. Estes sistemas devem ser projectados de forma a que seja minimizado qualquer tipo de incidentes, devendo ser embebidos nas paredes, cobertura, etc. Também, os quadros distribuição, os interruptores, os aparelhos e a maquinaria deverão contar com a protecção adequadas (P.Ex: os motores eléctricos deverão estar totalmente fechados e não ventilados). Os pontos de luz devem ser não incandescentes.

Por outro lado e com frequência anual, convém que, por parte dos colaboradores especializados, seja realizado vistorias minuciosas às instalações. Também, as zonas de carga

das baterias dos empilhadores devem ser vigiadas e instaladas em recintos perfeitamente compartimentados.

6.8.5. Organização e Arrumação

A organização e arrumação, sempre necessários qualquer que seja o processo industrial ou o tipo de armazém, adquire especial relevância na industrial têxtil pela gravidade de um possível incêndio. Deste ponto de vista deve ter-se em conta as seguintes recomendações:

- Devem ser restringidos, sinalizando no solo, as zonas de armazenamento, e cumpridas as limitações de altura (5 m) e a separação dos armazenamentos (2,5m nos corredores de evacuação principais e 2m nos secundários);
- Deverão ser dotadas de contentores metálicos com tampa de fecho automático, para resíduos e desperdícios;
- Deve ser evitado a presença de óleos, de dissolventes ou de qualquer líquido inflamável no interior do armazém. Os géneros contaminados com estas substâncias devem ser armazenados à parte, pelo perigo de autocombustão.

6.8.6. Meios de Protecção

Os incêndios em armazéns de matérias-primas caracterizam-se por um fogo de brasas lento e profundo. Na maioria dos casos será preferível retirar os tubos de têxteis em combustão e, uma vez no exterior, desintegra-las para extinguir completamente o incêndio.

A aplicação de água directamente sobre este tipo de mercadorias não é conveniente, já que pode dispersar as fibras incandescentes, estendendo o incêndio ao armazém. Isto determinará, em grande medida, o modo de extinção:

- Como medida elemental de protecção, deverão ser instalados, distribuindo por todo o armazém (separados por uma distância máxima de 15 m entre si) extintores portáteis. O agente extintor adequado é o de água pulverizada. A eficácia do extintor não deve ser inferior a 13 A. Também é aconselhável o extintor de pó químico (eficácia 13 B) para fogos de superfícies de algodão.

Deve ser colocado à entrada do edifício extintores de carro (de 25 a 50 Kg). Por outro lado, na proximidade, tanto de quadros eléctricos como de maquinaria deverão ser colocados extintores de CO₂.

- Deverão ser instaladas bocas-de-incêndio tipo carretel e bocas de incêndio não armadas.
- Deverão ser instalados hidrantes que cubram toda a instalação.

6.8.7. Meios de Protecção automáticos

Para os níveis de risco descritos e para as elevadas cargas térmicas existentes nos armazenamentos têxteis, é absolutamente necessário instalar um sistema automático de detecção e de protecção de incêndio. O sistema adequado é o sistema de *sprinklers*, sendo que a sua instalação e abastecimento de água (embora possam existir sectores de incêndio específicos que requeiram uma protecção superior) se fará de acordo com o descrito na tabela 7.14.

Para calcular o caudal total deve considerar-se o necessário para a protecção do risco, que deve ser adicionado 1890 L/min correspondentes a bocas-de-incêndio e hidrantes. A cisterna total de água deve ser calculada pelo caudal total e pelo tempo de disponibilidade: 120min.

A densidade da descarga e área de funcionamento descritas na tabela 7.14, foram determinadas considerando que a distância entre o topo superior do armazenamento e o sistema de *sprinklers* é de 3 m, aproximadamente.

Tabela 6.14 – Tipo de Armazenamento VS Características *sprinklers*

Tipo de Armazenamento	Altura de Armazenamento (m)	Densidade de Descarga (L/min m ²)	Área de funcionamento (m ²)	Temperatura de <i>sprinkler</i> (°C)	Diâmetro do orifício do <i>sprinklers</i> (mm)
Pilhas, estantes e paletes (Altura ≤ 1,5 m)	1,5	12	186/325	141/74	15
	3,0 ⁽¹⁾	18	232/372	141/74	20
	4,5 ⁽¹⁾	24	279/464	141/74	20
	6,0 ^(1,2)	24	279/464	141/74	20
Paletes (Altura ≥ 1,5 m)	1,5	12	186/325	141/74	15
	3,0	12	232/372	141/74	15
	4,5	12	279/464	141/74	15
	6,0 ^(1,2)	18	232/372	141/74	15
	7,5 ⁽¹⁾	18	232/372	141/74	20

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

- (1) Requer-se protecção da estrutura metálica
- (2) Protecção baseada numa separação de 1 m entre o tecto do armazenamento e o sistema de *sprinklers*

Se a altura do armazenamento está compreendida entre as definidas na tabela, o valor intermédio pode ser interpolado a partir dos valores da tabela.

6.8.8. Organização de Segurança

Medidas de Prevenção

- Todo o pessoal da empresa deve estar informado dos perigos de incêndio;
- Deve ser posto em prática um programa de segurança e deverá ser efectuado inspecções periódicas;
- Elaboração de um plano de manutenção das instalações;
- Criação de um serviço permanente de vigilância, que realize rondas periódicas, seguindo rotas estabelecidas e controladas, durante os períodos de tempo de inactividade da empresa. Estes vigilantes deverão estar preparados para corrigir as situações anómalas.

Medidas de Protecção

- Criação de brigadas de incêndio, convenientemente treinada e dotadas de meios de trabalho adequados, que devem efectuar treinos periódicos na utilização de equipamentos de combate a incêndio;
- Criação de equipas de apoio, para a execução de medidas complementares de extinção : Corte selectivo de corrente eléctrica, abastecimentos, vigilância do funcionamento das bombas de incêndio, mangueira, etc;
- Criação de equipas de recuperação de mercadorias, para a remoção das que podem ser afectadas pelo fogo;

6.9. ARMAZENAMENTO DE TEXTEIS – CONFECÇÃO

Neste ponto estabelecem-se recomendações para a prevenção e protecção contra incêndio em armazéns de confecção.

Embora o capítulo anterior, **Armazéns de Têxteis : Matérias-primas** é analisado a protecção contra incêndio dos matérias com que se realiza a confecção, este capítulo justifica-se pelos seguintes aspectos:

- A inflamabilidade e combustibilidade variam muito em função das características intrínsecas (densidade, textura, etc) e extrínsecas (forma, dimensões, etc) da fiação;
- As formas de embalagem e armazenamento dependem, em grande medida, das propriedades citadas no ponto anterior.

6.9.1. Descrição

Para analisar o risco de incêndio dos armazéns de confecção, convém examinar as características dos géneros armazenados e dos próprios armazéns.

6.9.1.1. Classificação dos bens de confecção

A classificação destas mercadorias deve ter em contas as seguintes propriedades:

Propriedades Intrínsecas:

Estas propriedades estão vinculadas com a natureza físico – química da fibra com que se manufactura o tecido (combustibilidade, temperatura de fusão, grau de descamação, etc.).

Propriedades Extrínsecas:

Estas características estão associadas com o tratamento recebido pela fibra ou pelo tecido em bruto (Tinta, suavizantes, impermeabilizantes, tratamentos ignífugos e anti estáticos), também o tipo de manufactura (forma e dimensões do produto) e com o uso final do vestuário.

6.9.1.2. Tipos de Armazenamentos e Armazéns

O tipo de armazenamento não só depende das propriedades descritas no ponto anterior, mas também do modo de transporte e forma de distribuição. Sobre esta base cabe distinguir três grupos de armazéns:

GRUPO I - Geralmente são armazéns de expedição/recepção, cujos conteúdos apresentam algumas das seguintes características:

- Que se tenham confeccionado com fibras altamente combustíveis, que sejam de materiais de origem vegetal (algodão, linho, etc) e sintéticas de características similares;
- Que, por estar colocadas em cabides e assim não estão dobradas, pelo que a relação área/massa favorece a propagação de um incêndio.
- Que estejam colocados em recipientes com uma grande concentração de matérias plásticas ou que estejam colocados em caixas de cartão.

GRUPO II – Incluem armazéns retalhistas, de lavandarias, etc, cujos depósitos estão compreendidos em alguns dos seguintes tipos:

- Que tenham sido confeccionados com fibras moderadamente combustíveis, e naturais de origem animais (Lã, seda), e sintéticas mas não pertencentes ao grupo anterior.
- Que estão colocados em sacos ou caixas com moderadas concentração de plásticos ou plásticos armazenados em caixas de cartão com uma ou mais camadas.

GRUPO III – Os produtos contidos são os do grupo anterior, pelo que receberam e conservam, um tratamento ignífugo ou são dobrados para serem empacotados (diminuindo a relação área/massa)

6.9.1.3. Considerações Gerais

Para determinar a facilidade de ignição e combustibilidade de um armazenamento, e por isso, conhecer o grupo de risco , não só tem-se que determinar as características intrínsecas e extrínsecas das fibras e tecidos em bruto, como também o tip de embalagem, a disposição do armazenamento, etc.

Num mesmo armazém podem coexistir diferentes tipos de materiais e armazenamento, e com frequência, esta heterogeneidade determina que haja zonas com distintos graus de risco.

6.9.2. Recomendações

Tipo Construtivo

- Durante um incêndio de um destes armazenamentos, pode ser dispendido uma grande quantidade de calor. Por isso, as naves destinadas a esta atividade devem ser de materiais suficientemente resistentes ao fogo;
- Se eventualmente o edifício for constituído por estrutura metálica , os pilares e vigas têm que ser protegidos com uma resistência mínima ao fogo de 180 min. Em caso de existir *sprinklers* os elementos estruturais da cobertura não têm que ser protegidos, apenas os pilares;
- Os tectos falsos e, em geral, os materiais de revestimento e acabamentos, se são combustíveis devem ser substituídos, pois ao arder emitem faúlhas e gases quentes capazes de estender o incêndio;
- O armazém deve separar-se das outras secções e dos edifícios contíguos por uma distância mínima de 10m Se não for possível, deve ser compartimentado mediante muros corta fogo, de resistência não inferior a 180 min, devendo ser prolongado mais

de 0.75 m acima da cobertura do edifício. Os vazios existentes no muro devem ser protegidos por portas corta fogo de 90 min;

- O próprio armazém deve ser compartimentado em sectores de incêndio de modo que as zonas de armazenamento tenham uma superfície máxima de 900 m²;
- No tecto do armazém deverão ser instalados exutores de fumos com dimensões mínimas de 1,5 * 1,5 m (de modo que a relação entre a área do exutor e a superfície do armazenamento seja de 1:50) e com uma separação máxima entre eles de 15,5 m. é recomendado que estes exutores tenham acionamento manual. Caso seja automático, deve existir acionamento manual e, se existir sistema de *sprinklers*, a temperatura das cabeças dos *sprinklers* nunca deve ser superior à de abertura dos exutores;
- Deve ser instalado cortinas para-chamas para impedir o movimento horizontal do fumo;
- Deve ser mantido uma distância mínima de 2m entre as pilhas de armazenamento e as unidades e condutas de aquecimento ou outros elementos que possam provocar a autoignição dos têxteis;
- De forma a mitigar o danos derivado pelo derrubamento das pilhas ou da expansão dos tecidos por absorção de água, devem ser estabelecidos corredores com largura superior a 2m entre as pilhas e entre estas e as paredes do edifício. Por outro lado a existência destes corredores facilita o acesso à zona afectada e para o combate ao incêndio.

6.9.3. Meios de Extinção

Manuais

Como medida elementar de protecção deverão ser instalados por todo o armazém extintores portáteis. Para a escolha do agente extintor e sua eficácia deve ser considerada o seguintes quadro:

Tabela 6.15 – Eficácia e tipo de extintor em função do armazenamento

Tipo de Armazenamento	Agentes Extintor	Eficácia
Géneros de confecção não embalados	Água pulverizada	13A
Géneros de confecção embalados em caixas de plástico ou cartão	Pó Químico polivalente	34 A e 144 B
Géneros que fundem ao arder	Pó Químico Polivalente (Carga mínima de 9Kg)	34 A e 233 B

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Na entrada do edifício devem ser colocados extintores de carro de pó polivalente (de 25 a 50 Kg). Devem ser instalados nas proximidades dos quadros elétricos extintores de CO₂ de eficácia 34 B.

Devem ser instalados, também, bocas-de-incêndio armadas tipo carretel e não armadas. O cálculo da necessidade de água para a rede de incêndio deve ter em conta a tipologia de armazenamento, de acordo com a tabela 6.16.

Tabela 6.16 – Armazenamento e classe de risco

Tipo de Armazenamento	Classe de risco
Grupo I	Risco Ordinário – Grupo 3
Grupo II	Risco Ordinário – Grupo 2
Grupo III	Risco Ordinário – Grupo 2

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Automáticos

O sistema automático mais adequado para o combate ao incêndio é por meio de *sprinklers*. O projecto da sua instalação e do correspondente abastecimento de água deverá ser executado de acordo com a tabela 6.17 do capítulo anterior, onde se arbitrou que a altura máxima de armazenamento não supera os 4,5 m e a distância entre o topo do armazenamento o sistema de *sprinklers* é de 3m.

Para o calculo de caudal total deve ser considerado o necessário para a protecção do armazenamento, pelo que deve ser adicionado 1890L/min correspondente às bocas de incêndio e Hidrantes. A reserva total de água é dada pelo caudal total : 120 min nos armazéns do Grupo I, e 90 min para os grupos II e III.

Deve ser limitado a cobertura por cabeça de *sprinklers* entre os 4,6 e 9,3 m² quando o diâmetro do edifício seja de 15mm e entre os 6,5 e 9,3 m² quando o diâmetro é de 20 mm.

Tabela 6.17 – Características dos sprinklers em função do tipo de armazenamento

Tipo de Armazenamento	Classe de Risco	Altura de Armazenamento (m)	Densidade de Descarga (L/min.m ²)	Área de funcionamento (m ²)	Temperatura Ampola Sprinkler	Diâmetro do orifício do sprinkler (mm)
Em recipientes ou paletes	Grupo I	1,5	12	186/325	141/74	15
		3,0	12	232/372	141/74	15
		4,5	18	232/372	141/74	20
	Grupo II	1,5	12	186/325	141/74	15
		3,0	12	232/372	141/74	15
		4,0	12	279/464	141/74	15
	Grupo III	≤3,0	6	186/279	141/74	15
4,5		6	200	141	15	
Em estantes portáteis	Grupos I e II	1,5	12	232/418	141/74	15
		3,0	18	279/464	141/74	20
		4,5 ⁽¹⁾	24	279/464	141/74	20
	Grupo III	1,5	6	186/279	141/74	15
		3,0	6	186/279	141/74	15
		4,5	6	200	141	15
Em estanterias simples ou duplas ⁽³⁾	Grupo I e II	1,5	12	186/325	141/74	15
		3,0	18	232/372	141/74	20
		4,5 ^(1,2)	24	232/372	141/74	20
	Grupo III	≤3,0	6	232/395	141/74	15
		4,5	8	273/464	141/74	15
Em estanterias Múltiplas	Grupo I e II	1,5	12	232/418	141/74	15
		3,0	18	279/464	141/74	20
		4,5 ^(1,2)	24	279/464	141/74	20
	Grupo III	≤3,0	10	280	141	15
		4,5	19	186	141	15

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

- (1) Os pilares metálicos requerem protecção;
- (2) Se a separação entre o tecto e o topo superior do armazenamento é maior que 3 m, deve colocar-se por cima deste uma barreira sólida, cuja parte inferior deve ser instalado sprinklers. Também deve ser colocado no tecto, com uma temperatura de 141 ° C, uma densidade de descarga de 8 l/min m² e uma área de funcionamento de 186 m².
- (3) Quando se usam estanterias fixas em lugar de paletes, devem instalar-se sprinklers nos tectos e em cada nível da estante, distribuindo, neste caso, de forma escalonada. Os parâmetros de projecto são: temperatura de 141 °C, densidade de descarga de 12 l/minm² e área de funcionamento igual a 279 m².

6.9.4. Organização de Segurança

Medidas de Prevenção

- Todo o pessoal da empresa deve estar informado dos perigos de incêndio e explosão;
- Deve ser colocado um programa de segurança onde se efectuem revisões periódicas e controlo;
- Deve ser elaborado um plano de manutenção das instalações de protecção contra incêndio e deve ser designado pessoal para estes trabalhos
- Será necessário a existência de um serviço permanente de vigilância, que realize rondas periódicas, seguindo rotas preestabelecidas e controladas, durante os períodos de tempo de inactividade da empresa. Estes vigilantes deverão corrigir as situações anómalas.

Meios de Protecção

- Devem ser criadas brigadas de incêndios, convenientemente treinadas e dotadas de meios de trabalho adequados, que devem efectuar práticas periódicas no manejo das equipas e instalações de protecção contra incêndios.

- Devem ser criados equipas de apoio para execução de medidas complementares de extinção: cortes de emergência, abastecimento, vigilância do funcionamento de equipamentos contra incêndio;
- Criação de equipas de salvamento de mercadorias para a retirada daquelas que podem ser atingidas pelo incêndio;
- Devem ser estabelecidos planos de emergência e de evacuação, com a sequência de actuação que devem ser executadas e as pessoas que as executam.

6.10. ARMAZENAMENTO DE PNEUS

Este ponto descreve o armazenamento de pneus de automóveis, caminhões, tratores, aviões, bicicletas, maquinaria pesada no interior de edifícios.

A sua forma específica faz com que existam grandes superfícies expostas e a existência de vazios, o que combinado com a própria carga combustível do material, tem como consequência que o seu armazenamento represente um risco de incêndio muito severo.

Os componentes normais de um pneu são:

- Borracha natural;
- Borracha sintética;
- Óleos;
- Aditivos;
- Tecidos metálicos (aço);
- Tecidos Texteis (poliéster, fibra de vidro).

Um pneu *standard* poderá ter, aproximadamente, uma composição de 71 % de butadieno-estireno, 20 % de fumo negro, 4,5 % de óleo, 0,6 % de antioxidantes, 0,6 % de ácido esteárico, 1,7 % de óxido de zinco e 1,7 % de agentes vulcanizantes. A massa aproximada de um pneu oscila entre os 11 Kg e o quádruplo deste valor para os caminhões.

Os pneus ardem rapidamente, libertando muito e intenso calor, emitindo uma grande quantidade de fumo denso que dificulta enormemente a luta manual em caso de incêndio. O calor de combustão oscila entre 33 e 34 MJ/Kg. A temperatura de ignição oscila entre os 370 e 425 °C.

Os pneus armazenam-se normalmente em pilhas altas diretamente sobre o solo, ou em paletes ou estantes formando autênticas “chaminés” com os seus espaços vazios interiores.

Não existe muita experiência de fogos ocorridos em armazéns de pneus, contudo, a lição que se pode depreender é que somente pela luta manual, mesmo por um departamento de bombeiros bem equipado e treinado, com utilização abundante de água, é normalmente insuficiente para controlar um incêndio já em progressão num edifício de armazenamento de

pneus. A luta manual pode ser muito válida no momento inicial do incêndio, mas torna-se rapidamente muito difícil devido ao intenso calor e fumos libertados.

6.10.1. Definições

Carcaca – A carcaça é uma banda cilíndrica de goma em bruto, sobre a qual se vão acrescentando diferentes camadas de gomas para a produção do pneu e posterior vulcanização. Nas zonas de produção do pneu existe, normalmente, um armazém de carcaças preparatório e “alimentador” das linhas de produção.(Fig. 7.14)

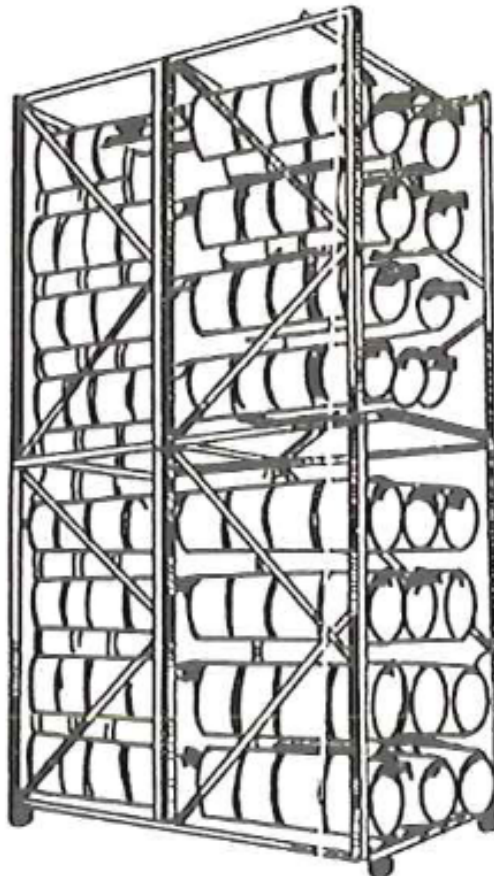


Fig 6.14 – Típico Armazenamento de carcaças em carros (Adaptado NFPA 231 D – 1998)

Armazenamento de Pneus em posição horizontal ou vertical – Estes armazenamentos são de um ou outro tipo em função da posição horizontal (Fig. 6.15) ou vertical do pneu (Fig.6.16 e 6.17)

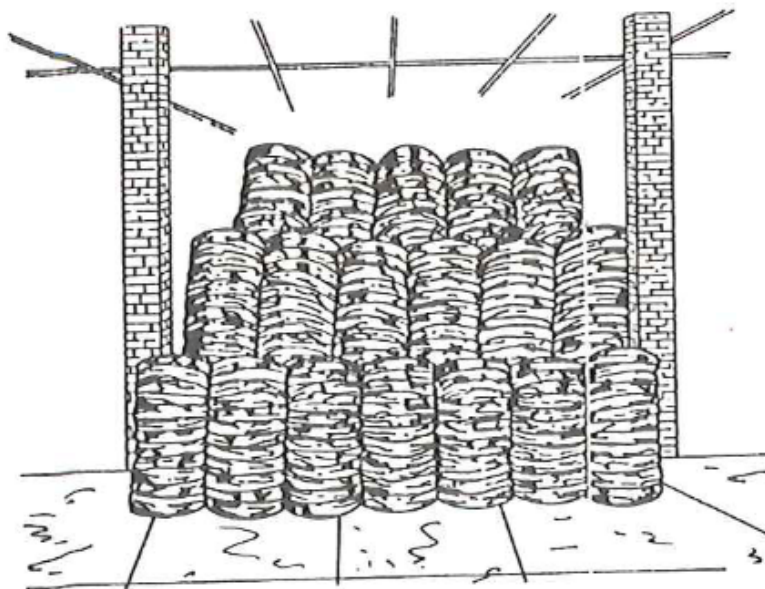


Fig 6.15 – Armazenamento de pneus na horizontal em forma de pirâmide e diretamente sobre o solo. (Adaptado NFPA 231 D – 1998)

Armazenamento directamente no solo - São deste tipo os armazenamento de pneus sem suporte algum, quer em posição horizontal ou vertical, normalmente em forma piramidal para onseguir uma maior estabilidade (Fig.7.16 e Fig.7.17)

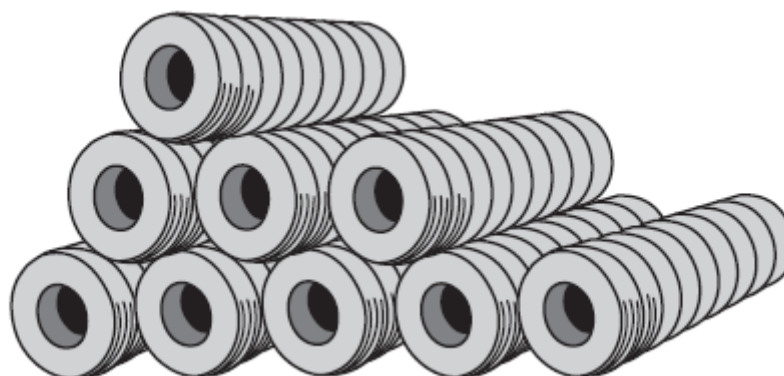


Fig 6.16 – Armazenamento de pneus na vertical, directamente sobre o solo. (Adaptado NFPA 231 D – 1998)

Estanterias – São elementos verticais, horizontais ou inclinados que suportam as mercadorias armazenadas- Podem ser fixos (fig 6.17) ou móveis. Algumas estantes móveis têm paletes como base.

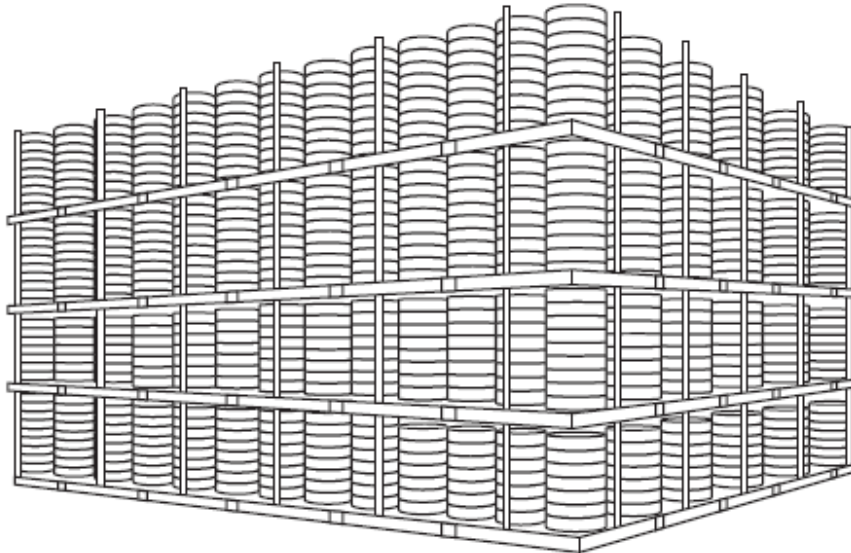


Fig 6.17 – Armazenamento de pneus em horizontal, usando estantes móveis com base de paletes. (Adaptado NFPA 231 D – 1998)

Nas Fig.6.15, 6.16 e 6.17 apresentam-se diferentes tipos de armazenamentos de pneus encontrados nas fábricas de pneus e nas indústrias automóveis.

Armazenamento diversos - Dentro deste grupo incluem-se os armazenamentos em garagens, comércio e centros de serviços automóveis. Geralmente, a altura de armazenagem não é muito elevada e a superfície ocupada é pequena

6.10.2. Desenvolvimento do Incêndio

A experiência e testes realizados neste tipo de incêndios indicam que, embora com sistema automático por extinção de incêndios (*sprinklers*), com adequada densidade de descarga, pode controlar o incêndio, normalmente será necessário complementar com outros meios para o combate ao incêndio.

Momento Inicial

Se o incêndio for descoberto num momento inicial, este pode ser extinguido com alguma facilidade com meios de combate a incêndio manuais. Os mais eficazes são os extintores de pó químico, uma vez que o pó pode passar entre os pneus e assim controlar o incêndio, pelo menos temporariamente. Contudo, será necessário utilizar bocas de incêndio e retirar os pneus já com indícios de incêndio para ajudar à extinção do incêndio. Estes pneus deverão ser retirados para um lugar onde não existam outros materiais e molha-los minuciosamente. A área onde o incêndio iniciou deve ser permanentemente vigiada durante várias horas para detectar qualquer reinício.

A actuação do sistema automático de extinção de incêndios (*sprinklers*) demora entre 2 a 5 minutos após a primeira ignição. Após este tempo a extinção do incêndio com extintores geralmente já não é eficaz pois a área já começa a ficar com muito fumo negro e denso tornando o local intransitável.

Período Activo

Durante este período, dada a escassa visibilidade na zona afectada, o uso de qualquer meios manual de extinção é impraticável. Durante este período, os *sprinklers* deverão funcionar e controlar o incêndio, devendo a ventilação mecânica ser desligada. O controlo do incêndio obtém-se quando o fumo passa de negro a cinzento e a sua intensidade é reduzida consideravelmente.

Momento Crítico

Os *sprinklers* deverão funcionar por um período de tempo de 15 a 20 minutos depois da ignição. Contudo é muito conveniente que se deixe actuar entre os 60 e 90 min. Depois deste tempo, quando a intensidade do fumo já é mais diminuta, o edifício deve ser ventilado

Ataque Final e Entrada

No momento em que a densidade de fumo diminua ao ponto de permitir a entrada no edifício, esta deverá ser realizada com mangueira dirigidas à zona do incêndio.

O funcionamento dos *sprinklers* deverá estar em funcionamento até que o comandante de operações dos bombeiros indique que o fogo pode ser controlado por mangueiras de incêndio. Qualquer sistema de protecção contra incêndios que se coloque fora de serviço deverá ser supervisionado por pessoal para permitir o seu pronto funcionamento caso seja necessário. Deverão ser utilizados empilhadores para retirar do edifício os pneus incandescentes ou com indícios de fogo.

No caso em que o incêndio não possa ser controlado, deverão ser dirigidos esforços para evitar a propagação do incêndio. Nesta situação, deverá ser equacionada a desactivação dos *sprinklers* para usar a água disponível na protecção das zonas ou edifício expostos.

Espuma de Alta Expansão

Se se usar um sistema de espuma de alta expansão em conjunto com *sprinklers*, estes podem ser desligados uma hora depois da ignição. Deverá ser dada mais outra hora antes de entrar no edifício, para que a acção da espuma seja eficaz. Após enchimento inicial com espuma, os geradores deverão operar periodicamente para manter o nível de espuma. Qualquer encerramento do sistema de *sprinklers* deverá ser pessoalmente supervisionado.

Os teste efectuados com o sistema de espuma, indicam que se consegue manter uma extinção do incêndio praticamente completa.

6.10.3. Protecção Contra Incêndios

Aspectos Construtivos

O betão armado é o material mais conveniente para a construção dos edifícios utilizados para o armazém de pneus, sobretudo quando o edifício tem vários pisos.

Edifícios com estrutura Metálica

Quando existe um sistema de extinção automática (*sprinklers*), não é necessária a protecção adicional à estrutura metálica ao nível do tecto. No entanto, será necessário a proteger os pilares metálicos para assegurar resistência ao fogo por um período de 180 min. Uma alternativa ao recobrimento para proteger os pilares metálicos consiste em instalar os *sprinklers* do tipo parede, dirigidos a cada pilar, a cada 4 m de altura, incluindo uma cabeça de *sprinklers* na parte superior do pilar.

Exutores

Os parâmetros da protecção automática, descrita mais adiante do presente capítulo, baseiam-se na não actuação de exutores, cortinas de água ou extratores. Os ensaios realizados indicam que a actuação dos ditos meios de evacuação de fumos e calor pode incrementar o desenvolvimento do incêndio, sendo prejudicial a sua utilização. Contudo é importante a extração de fumos para favorecer a luta manual de a entrada do edifício. Por isso, recomenda-se a instalação de exutores de actuação manual (local e remota). Os exutores deverão ser localizados ao longo das paredes, com uma relação de 1m por 100 m² de superfície de armazenamento.

Isolamento

Os requisitos para proteger adequadamente um armazenamento de pneus são suficientemente restritos para assegurar que as áreas de fabrico e outros armazenamentos de combustíveis, incluindo os armazenamentos entre as zonas de armazenamentos de pneus, estão adequadamente protegidos. Contudo, é aconselhável, dada a gravidade do incêndio em armazenamentos de pneus, que estes se encontrem localizados em edifícios separados.

Quando as operações de fabrico de armazenamento estão num mesmo edifício, então deverá existir um elemento separador de pelo menos 240 min de resistência ao fogo.

Aspectos relativos ao Armazenamento

Cada bloco ou pilha de armazenamento não deve ocupar uma superfície maior que 500 m². Entre estes blocos devem existir corredores de separação de, pelo menos, 2,5 m de largura. Esta mesma separação deverá também ser mantida com respeito a paredes e pilares do edifício.

Quando o armazenamento de pneus seja na vertical, a altura do empilhamento não deve ser superior a 15 m.

Deve ser mantido uma separação de pelo menos de 1m entre a zona alta do armazenamento e os *sprinklers*. Esta mesma distância deverá ser mantida entre qualquer pilha de armazenamento e fonte de calor.

Sistema Automático de Extinção de Incêndios (*Sprinklers*)

Dadas as características dos incêndios nos armazenamentos de pneus, considera-se que a protecção com *sprinklers*, é a mais adequada e fiável.

As tabelas 6.18, 6.19, 6.20 e 6.21, especificam as densidades de projecto e as áreas de funcionamento para os distintos tipos de armazenamentos de pneus. Nas tabelas considera-se que o sistema de *sprinklers* são do tipo húmido.

Como normas particulares convém referir:

- a) Para todas as novas instalações deverão ser utilizados sprinklers com ampolas calibradas a 141 °C. As tabelas mencionam também parâmetros para instalações automáticas de 71 °C, mas apenas para poder avaliar as situações já existentes.
- b) Com vista a sua protecção, as estanterias simples deverão ser vistas como se estanterias duplas se tratassem.
- c) Os sistemas de rede seca não são recomendáveis. Apenas são aceitáveis quando não é possível a utilização de um sistema húmido. Nestes casos, deve ser incrementado em 30 % a área de projecto respeitante aos parâmetros dados nas tabelas.
- d) Deverão ser utilizadas sprinklers de 20 mm de orifício para todas as instalações novas.
- e) Para as estanterias com prateleiras sólidas em cada nível, devem ser instalados *sprinklers* ao nível do tecto e em cada nível de estanterias. Estes níveis intermédios podem ser omitidos no caso de ser instalado um sistema de espuma de alta expansão em combinação com um sistema de automático de extinção de incêndios.
- f) Os *sprinklers* em níveis intermédios em estanterias deverão ser projectados hidraulicamente. A necessidade de água para estes sistemas deve ser calculado com base na operação simultânea dos 20 *sprinklers* mais distantes se se instalam 2 ou mais níveis (10 *sprinklers* por cada nível), ou de 12 sprinklers se se existe um nível só. A pressão do *sprinkler* mais longe nunca deverá ser inferior a 1,2 bar.
- g) A distância horizontal máxima de separação entre *sprinklers* em níveis intermédios de estanterias deverá ser de 3m.
- h) Os sprinklers em níveis intermédios de estanterias deverão colocar-se, pelo menos, a 0,6 m dos elementos portantes das estanterias.
- i) Para determinadas alturas e protecção única no tecto

Tabela 6.18 – Pneus Armazenados em posição horizontal em estanterias móveis carregadas parcialmente ou em estanterias fixas sem prateleiras

Tipo de estanteria	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (mm/min)	Área de Funcionamento (m ²)	
			141 ° C	71 ° C
Móvel ou Fixa (Dupla ou Múltipla)	1,5-3,0	12-18	280	465
	3,0-4,5	18-24	280	465
	Até 7,5 (2) (5)	36 e	280	--
		24 e	465	
Até 9 (2) (5)	12	280	465	
		Mais espuma de alta expansão		
Protecção Alternativa para estanterias fixas ou duplas	Superior a 4,5 (2)	<p>1.a) Barreiras horizontais a cada 6 m de altura com 2 linhas (3) de sprinklers sob cada barreira ou</p> <p>b) Um nível com 3 linhas de sprinklers intermédios a cada 4,5 m de altura</p> <p>2. Protecção ao nível do tecto correspondente à parte que está acima da última barreira ou nível intermédio dos <i>sprinklers</i>.</p>		
Protecção alternativa para estanterias fixas multiplas	Superior a 4,5 (2)	<p>1. Sprinklers em níveis intermédios a cada 3m de altura</p> <p>2. Protecção ao nível do tecto correspondente à parte que está acima do último nível de sprinklers intermédios.</p>		
Notas:				
⁽¹⁾ Quando a distância entre a parte superior do armazenamento e os sprinklers de tecto é, aproximadamente de 1m e a área de funcionamento pode reduzir-se em 25 %.				
⁽²⁾ Para armazenamentos superiores a 4,5 m quando a distância entre a parte superior do armazenamento e os <i>sprinklers</i> do tecto é superior a 3m, deve ser colocado uma barreira horizontal no topo do armazenamento com sprinklers por debaixo da barreira. A densidade dos <i>sprinklers</i> ao nível do tecto deverá ser, então, de 8 mm/min sobre 186 m ² com <i>sprinklers</i> de 141 °C de temperatura				

⁽³⁾ Quando a largura das estanterias seja maior de 3,6 , serão necessárias 3 linhas de *sprinklers* por debaixo das barreiras horizontais.

⁽⁴⁾ Para proteger armazenamentos inferiores a 1,5 m, a área de operação pode ser reduzida em 15 %.

⁽⁵⁾ Não interpolar para alturas intermédias.

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Tabela 6.19 – Pneus Armazenados em posição vertical em qualquer tipo de estanterias sem prateleiras

Tipo de estanteria	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (mm/min)	Área de Funcionamento (m ²) (1)			
			Sistema Húmido		Sistema Seco	
			141 ° C	71 ° C	141 ° C	71 ° C
Móvel ou Fixa (Dupla ou Múltipla)	1,5-2,4	12-16	280	465	363	604
	2,4-3,6	16-24				
	Até 6 (2) (5)	36 e 24 e	280 465	--	363 604	--
	Até 9 (5)	12	280	464	363	604
			Mais espuma de alta expansão			
Protecção Alternativa para estanterias fixas ou duplas	Superior a 3,6 (2)	1.a) Barreiras horizontais a cada 4,5 m medidas na vertical 2 linhas (3) de sprinklers sob cada barreira ou b) 3 linhas de sprinklers em níveis intermédios a cada 3 m medidos na vertical 2. Protecção ao nível do tecto adequado para a altura de armazenamento por cima da última barreira ou nível intermédio (4)				
Protecção alternativa para estanterias fixas multiplas	Superior a 3,6 (2)	1. Protecção Intermédia a cada 1,5 m medida na vertical 2. Protecção ao nível do tecto adequado para a altura de armazenamento acima da ultima barreira ou nível intermédio (4)				

Notas:
⁽¹⁾ Quando a distância entre a parte superior do armazenamento e os sprinklers de tecto é, aproximadamente de 1m e a área de funcionamento pode reduzir-se em 25 %.
⁽²⁾ Para armazenamentos superiores a 4,5 m quando a distância entre a parte superior do armazenamento e os <i>sprinklers</i> do tecto é superior a 3m, deve ser colocado uma barreira horizontal no topo do armazenamento com sprinklers por debaixo da barreira. A densidade dos <i>sprinklers</i> ao nível do tecto deverá ser, então, de 8 mm/min sobre 186 m ² com <i>sprinklers</i> de 141 °C de temperatura
⁽³⁾ Quando a largura das estanterias seja maior de 3,6 , serão necessárias 3 linhas de <i>sprinklers</i> por debaixo das barreiras horizontais.
⁽⁴⁾ Para proteger armazenamentos inferiores a 1,5 m, a área de operação pode ser reduzida em 15 %.
⁽⁵⁾ Não interpolar para alturas intermédias.

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Tabela 6.20 – Armazenamento no solo e armazenamento em estanterias móveis com carga total

Altura do Armazenamento (m)	Protecção recomendada no Tecto				
	Densidade (mm/min)	Área de funcionamento (m ²) (1)			
		Sistema Húmido (2)		Sistema Seco (2)	
		141 ° C	71 ° C	141 ° C	71 ° C
1,5 – 3,0	10-14	186	307	242	400
3,1 – 4,5	14-18	186	307	242	400
4,5 – 6,1	18-24	280	465	363	604
4,6 – 9,1	12	280	465	363	604
		Mais espuma de alta Expansão			

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Notas :

- (1)- Quando a distância entre a parte superior do armazenamento e os *sprinklers* de tecto é aproximadamente de 1m, a área de funcionamento pode ser reduzida em 25 %, mas não será inferior a 186 m² para *sprinklers* de 141 °C e de 280 m² para *sprinklers* de 71 °C.
- (2)- Protecção dos pilares metálicos : um *sprinkler* de parede dirigido para um pilar ao nível de 4,6 m ou recobrimento de 60 min de resistência ao fogo em toda a longitude do pilar (esta protecção adicional não será necessária quando existe espuma de alta expansão.

Tabela 6.21 – Armazenamento Diversos e de Carcaças

Tipo	Altura (m)	Temperatura de fusão do Sprinkler (°C)	Protecção ao nível do Tecto	
			Densidade (mm/min)	Área de funcionamento (m ²)
Armazenamento Diversos	2,4	Qualquer	18	186
	2,4 – 4,9	141 °C	12	230 (1)
		Mais <i>sprinklers</i> intermédios		
Carcaças em carros de uma altura	2,4	71 °C	8	368
		141 °C	8	280
Carcaças em carros de duas alturas	2,4 – 4,9	141 °C	12 ou 368	
			14 ou 280	
			16 ou 186	

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Notas :

- (1)- Deve-se colocar uma linha de *sprinklers* intermédios em cada estanteria dupla, como se indica na Fig. 6.19. Os *sprinklers* devem ser instalados seguindo uma tabulação para o risco extra e distanciados entre si 2,4 m com uma cobertura máxima por *sprinklers* de 6 m².
- (2)- O caudal de água necessário para os *sprinklers* intermédios é de 570 l/min.

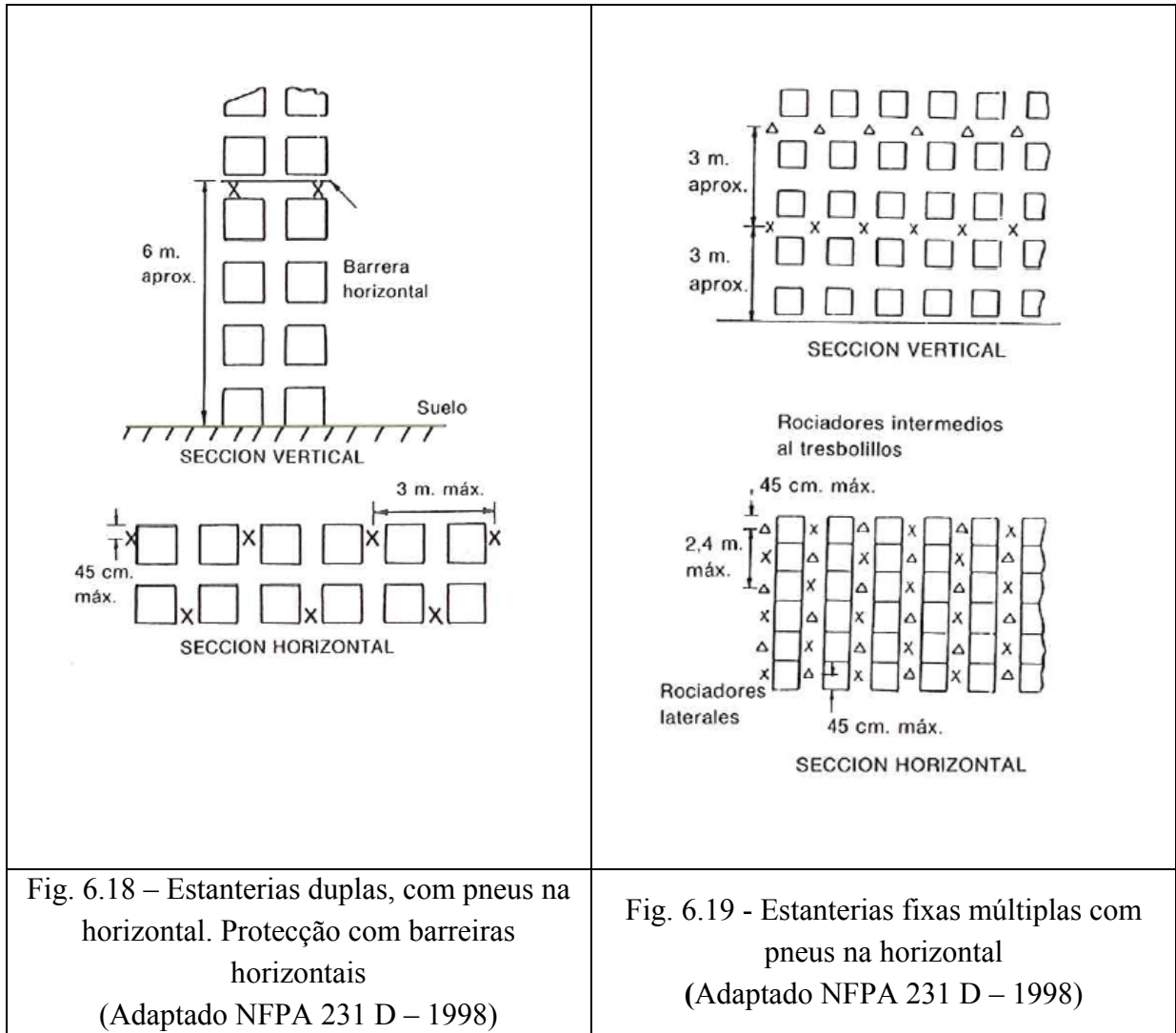
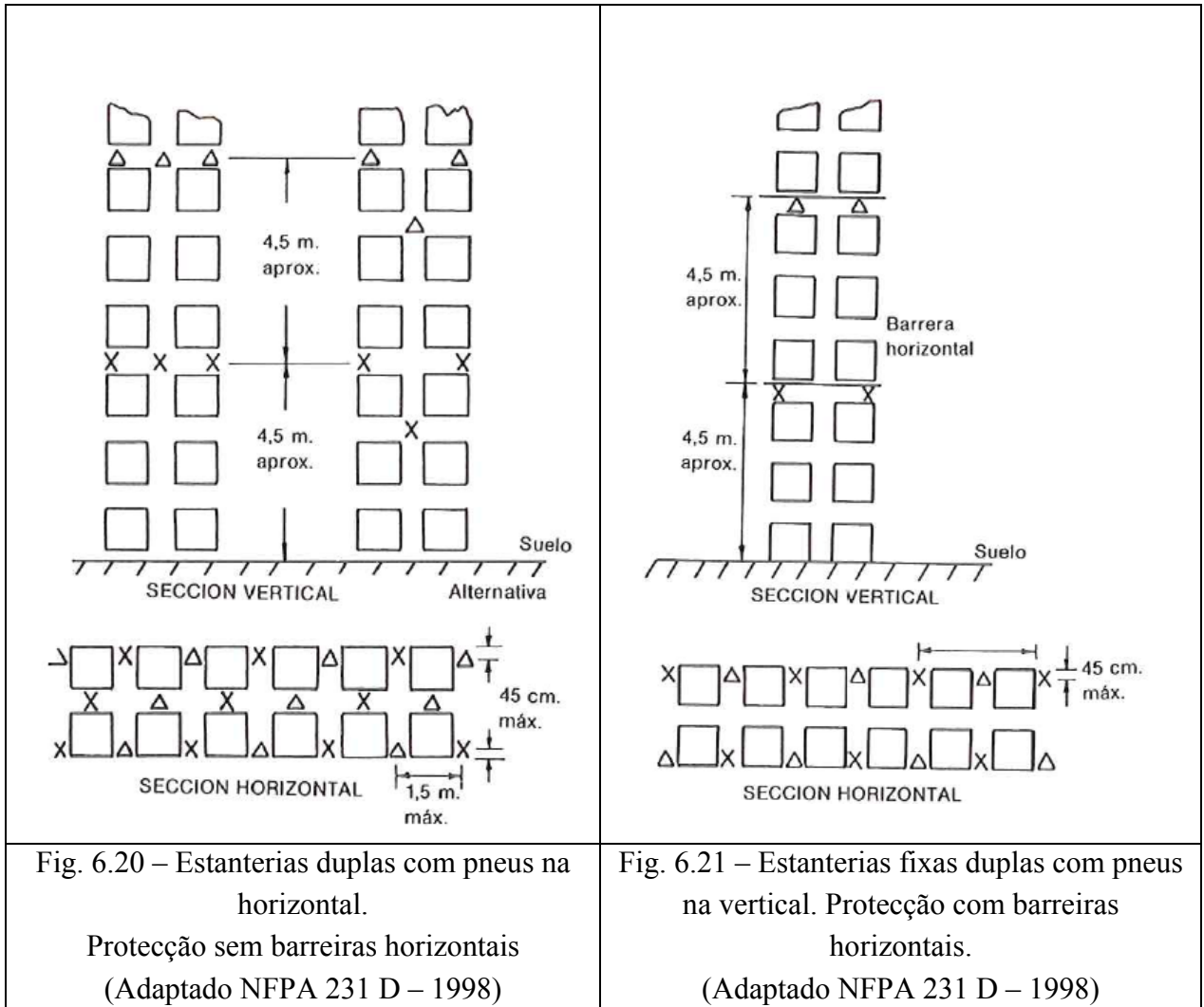


Fig. 6.18 – Estanterias duplas, com pneus na horizontal. Protecção com barreiras horizontais (Adaptado NFPA 231 D – 1998)

Fig. 6.19 - Estanterias fixas múltiplas com pneus na horizontal (Adaptado NFPA 231 D – 1998)



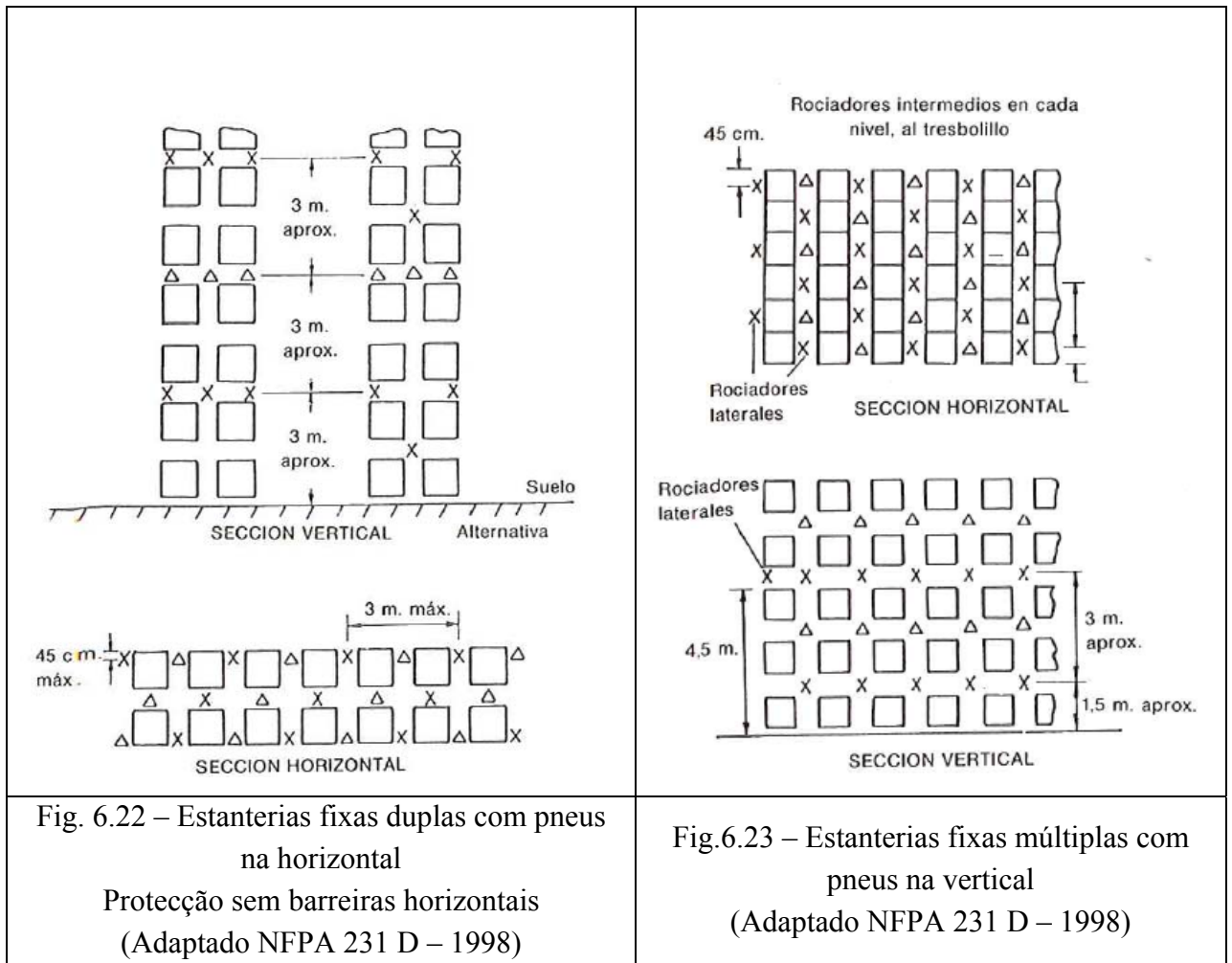


Fig. 6.22 – Estanterias fixas duplas com pneus na horizontal
Proteção sem barreiras horizontais
(Adaptado NFPA 231 D – 1998)

Fig. 6.23 – Estanterias fixas múltiplas com pneus na vertical
(Adaptado NFPA 231 D – 1998)

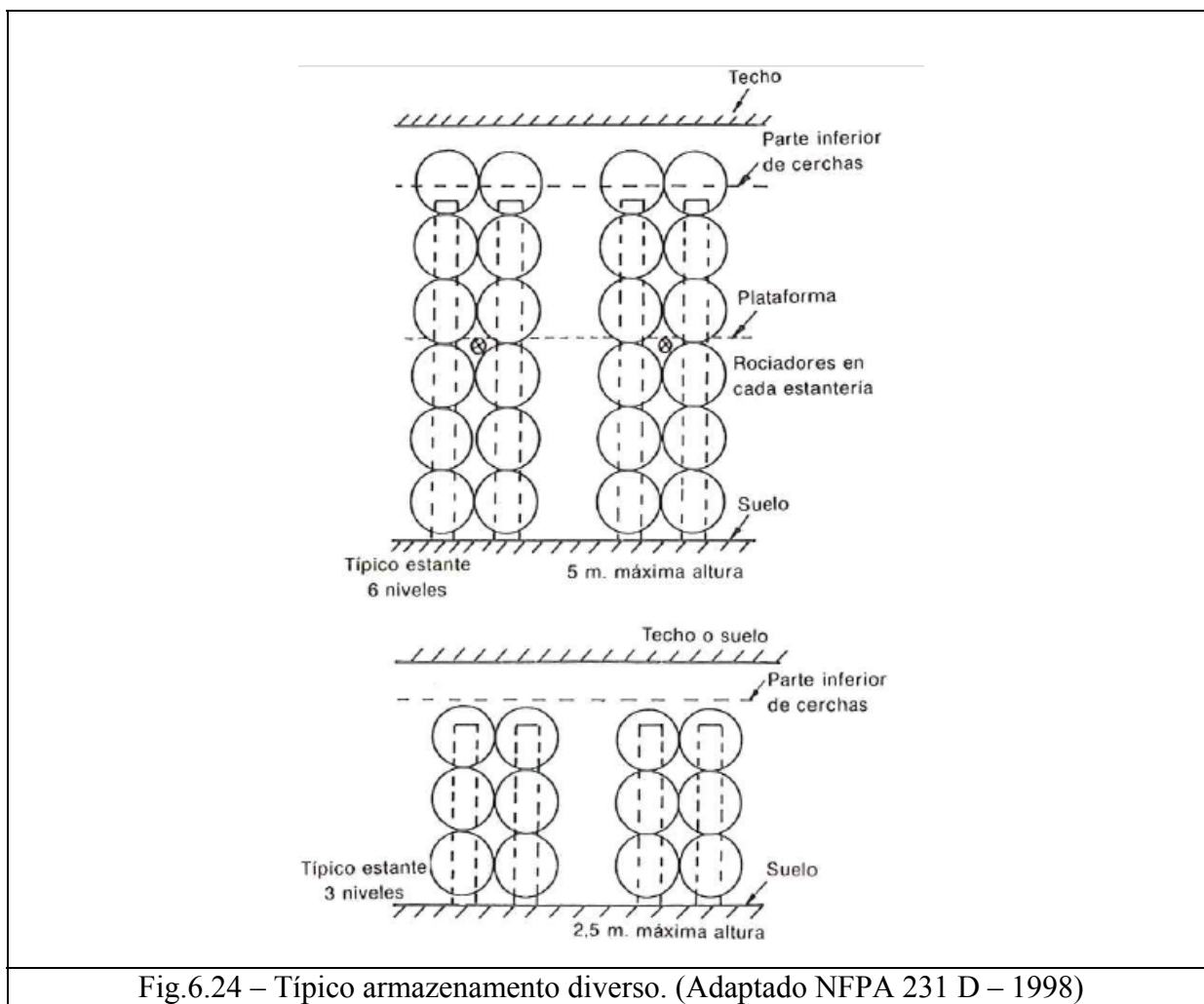


Fig.6.24 – Típico armazenamento diverso. (Adaptado NFPA 231 D – 1998)

Espuma de alta Expansão

No casos em que se instale uma protecção de espumas de alta expansão como complemento à protecção do sistema automático de extinção de incêndios por agente diferente de água e sua instalação não seja indispensável de acordo com os valores requeridos nas tabelas, então a densidade de protecção de sprinklers pode ser reduzida ao nível do tecto até 10 mm/min sobre a área de operação requerida.

Protecção Manual

À protecção automática, devem ser instalados os meios de 1ª intervenção.

Estes meios manuais deverão ser:

- Extintores portáteis para fogos de Classe A, colocados estrategicamente por todas as áreas de armazenamento.
- Bocas de incêndio de 45 m, colocadas de tal forma que todos os pontos do armazenamento possam ser alcançados, pelo menos por 2 mangueiras. Estas mangueiras deverão ser alimentadas (por ordem de preferência) por:
 - Um sistema independente dos outros sistemas de protecção;
 - Conexões a um sistema de *sprinklers* que protejam zonas adjacentes;
 - Conexões ao sistema de *sprinklers* que protegem a mesma zona que as mangueiras, mas de forma que a alimentação às mangueiras esteja situada por cima da válvula de corte do sistema de sprinklers.
- Protecção exterior com hidrantes colocados no perímetro do complexo, suficientemente longe do mesmo (não expostos), e com separação entre eles de 75 m no máximo .

6.10.4. Brigada Contra Incêndios

Dada a importância de uma pronta detecção de qualquer situação de emergência, os sistemas automáticos de sprinklers e de espumas deverão transmitir sua actuação ao posto de segurança. A entrada desde o exterior aos edifícios de armazenamento deverá ser de fácil acesso, para que os bombeiros possam efectuar rápidas e precisas entradas no edifício.

A brigada de incêndios deverá estar preparada especificamente para atacar fogos deste tipo. Todos os elementos da brigada deverão estar perfeitamente treinados para o usos de extintores portáteis e mangueiras e no ataque a fogos em armazéns de pneus.

É extremamente conveniente que os elementos da brigada estejam familiarizados com os sistema de protecção, como os *sprinklers* caso exista, e como os equipamentos de bombagem para serviço de incêndios, tais como, grupo gerador de emergência e grupo hidropressor, cisternas para incêndio.

Por outro lado , entre os membros da brigada de incêndio, deverá existir especialistas em primeiros socorros e pessoas com funções muito específicas (p.ex: pessoas encarregadas pelos empilhadores, caso seja necessário durante a extinção.. É importante, também que dentro desta equipa existam pessoas especializadas em operações de limpeza e de salvamento de mercadorias.

6.10.5. Operações, Equipamentos e Manutenção

Os empilhadores industriais utilizados para o movimento de mercadorias neste tipo de armazenamentos deverão cumprir com a legislação vigente, em particular, aqueles que tenham acionamento por motor, deverão se do tipo diesel e estar devidamente equipados com extintor apropriado.

Deverá ser prestado atenção ao armazenamento das paletes vazias para o uso e transporte de mercadorias.

Devera ser proibido qualquer trabalho de corte e soldadura nas zonas de armazenamento de pneus. Contudo se dito trabalho, tiver que ser realizado, deverão ser tomadas medidas minuciosas de segurança.

A organização e limpeza do local deverá ser extrema, com uma pronta eliminação de todos os contentores de resíduos e desperdícios ou outros materiais.

Todas estas normas de operações e segurança, assim como as gerais de manutenção de equipamento de edifícios, em particular no que respeita à prevenção de incêndios, deverão ser cumpridas, sendo estabelecidas rotinas e testes periódicos, de acordo com um plano de proteção às instalações. Deverá ser nomeado um supervisor para verificar o seu cumprimento, segundo o estabelecido, e tomar as medidas correctoras que sejam necessárias.

6.11. ARMAZÉNAMENTO DE BOBINES DE PAPEL

Este capítulo descreve os aspectos gerais relativos à prevenção e protecção contra incêndios de diversos tipos de armazenamentos de bobines de papel e em particular os aspectos sobre a protecção mediante sistemas de sprinklers.

É aplicável a Bobines de:

- Papel natural;
- Papel envolto em outro tipo de papel;
- Papel encapsulado em plástico retrátil;
- Papel com uma capa de plástico.

Pelo contrário, não é de aplicação nos seguintes casos:

- Papel sintético (de poliéster ou fibra de celulose);
- Fardos de papel;
- Armazenamento pequenos ou em zonas de fabrico.

6.11.1. Generalidades

Definições

As formas mais comuns de armazenar bobines de papel são em empilhamento na vertical ou horizontal.

- 1) O empilhamento na vertical é aquele em que as bobines está disposto em fileiras opostas, com o seu eixo virado verticalmente. (Fig.6.25)

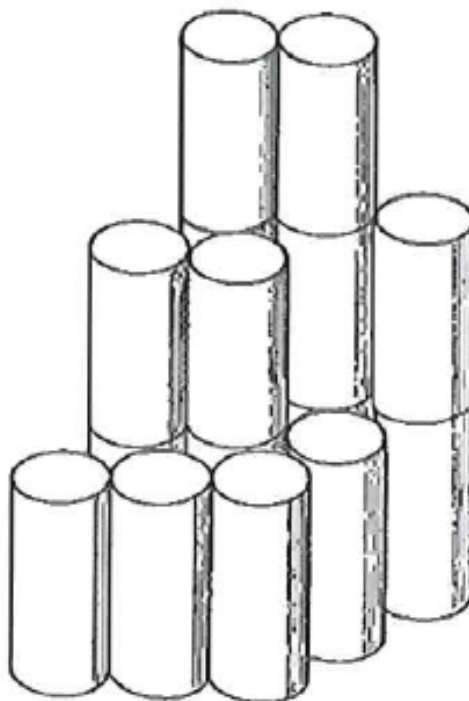


Fig. 6.25 – Empilhamento Vertical de Bobinas de Papel. (Adaptado NFPA 231 F – 1996)

Dentro deste empilhamento cabe distinguir três distribuições:

- Compacta;
- Aberta e
- Standard.

Cujas características são as seguintes:

- a) A **distribuição compacta** obtém-se quando em ambas as direcções da pilha (comprimento e largura) há um mínimo de quatro filas de modo a que a distância máxima entre as bobinas contíguas, cujo diâmetro é homogéneo, é inferior a 100 mm.
- b) A **distribuição aberta** é como a anterior, salvo que a distância de separação das bobinas adjacentes é superior a 100mm.
- c) A **distribuição standard** é aquela em que a separação entre filas é superior a 100 mm, mas dentro destas as bobinas estão em contacto

2) O empilhamento horizontal é aquele em que as bobines estão colocadas com o seu eixo orientado horizontalmente. Também aqui podem ser distinguidas várias formações:

- Piramidal;
- Prisma.

Cujas características são as seguintes:

a) A distribuição piramidal é aquela em que as bobines, em contacto umas com as outras, estão dispostas de modo que as do piso superior ficam localizadas nos vãos existentes entre as bobines inferiores. (Fig. 6.26)

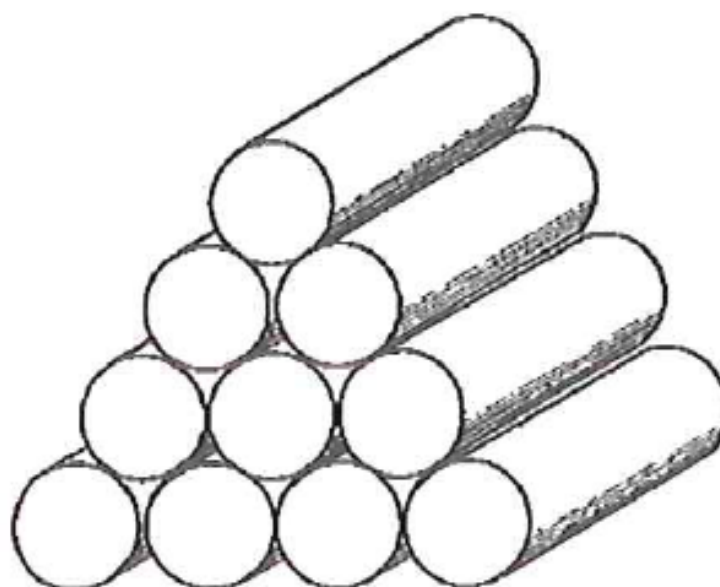


Fig. 6.26 – Empilhamento Horizontal de Bobines de Papel. (Adaptado NFPA 231 F – 1996)

- b) A distribuição prismática obtém-se colocando tábuas ou ripas de separação entre os pisos (Fig. 6.27)

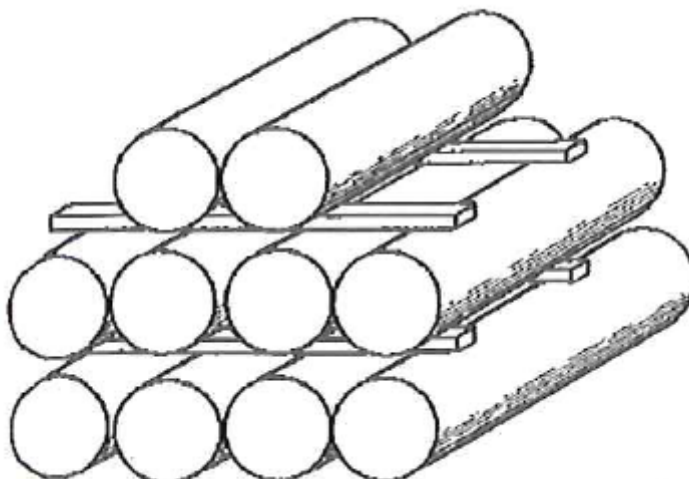


Fig. 6.27 – Empilhamento horizontal prismático. (Adaptado NFPA 231 F – 1996)

Por outro lado, os rolos de papel podem ser identificados como protecção contra o desgaste, ou seja, para evitar o desenrolamento. Deste modo podem ser classificados da seguinte forma:

- 1) Amarradas, que têm um ou mais aros ou contas de aço em ambos os extremos;
- 2) Bobines envoltas, que estão revestidas totalmente (lateral e fundo) com papel de gramagem alta;
- 3) Bobines encapsuladas que se encontram recobertas com uma lâmina de plástico retrátil.

Considerando globalmente o armazenamento, existem dois conceitos muito importantes para o desenho das instalações: **Altura de armazenamento e espaço livre.**

- A altura de armazenamento é a distância desde o solo até ao ponto mais alto do empilhamento;
- O espaço livre é a distância entre o extremo superior do empilhamento e os deflectores dos *sprinklers* instalados no tecto.

- **Classificação do Papel**

O tipo de protecção das bobines de papel dependerá, em grande medida, de sua gramagem que é a densidade superficial expressa em g/m^2 . Em função deste, o papel pode classificar-se em três tipos:

1. Papel de gramagem alta, se é superior a 100 g/m^2 (papel de fabrico de pacotes de leite).
2. Papel de gramagem média, se está compreendido entre 50 e 100 g/m^2 . (papel de jornal, papel de livro).
3. Papel de gramagem ligeira, se é inferior a 50 g/m^2 . (papel de seda, papel de cigarro)

- **Causas e factores**

A destruição por incêndio de numerosos armazéns de bobine de papel, mostra, por um lado, que constituem um importante risco, agravado pela necessidade do aumento da superfície e altura de armazenamento e sa redução de distância entre as pilhas, e por outro lado, o desenvolvimento de um incêndio neste tipo de armazéns é extremamente rápido e de graves consequências. O intenso calor pode debilitar as estruturas metálicas, prococando, o desmoronamento do edificio.

Quanto às causas dos incêndios nos armazéns de bobines de papel, as estatísticas demonstram que aproximadamente 30 % dos incêndios declarados são devidos a fogo posto. 11 % dos incêndios é por descuido de fumadores; 9 % é devido às causas eléctricas e 6 % às operações de corte e soldadura. Os dados demonstram que 24 % dos incêndios têm causas desconhecidas.

A percentagem restante, cerca de 20 %, é devido a incêndios exteriores, cerca de 5 %, a reacções espontâneas, 4%; à carga das baterias dos empilhadores, 3%; de faíscas de máquinas, 3%; a elementos de aquecimento 3%; e a restante percentagem a queda de raios e outros factores.

Em geral, são muitos os factores que podem influir na evolução e gravidade do incêndio. Alguns deles podem ser:

- **Altura de Armazenamento** – A experiência, à escala real ou reduzida, demonstra que o risco e os danos obtidos devido ao fogo e água utilizada para combate a incêndio, são tanto maiores quanto mais alto é o armazenamento;
- **Tipo de Armazenamento** – Normalmente o empilhamento é realizado na vertical, pelo que, salvo estejam protegidas, as bobinas podem desintegrar-se em caso de incêndio, pelo que contribui para o seu desenvolvimento e propagação. Se o armazenamento para além de ser do tipo vertical tem uma distribuição não compacta, devido entre outras coisas à não homogeneidade dos diâmetros das bobinas, o desenvolvimento do incêndio é rápido, uma vez que a dispersão contribui para o fornecimento de ar e radiação de calor entre as pilhas.
Quando as bobinas são de diâmetro homogêneo e o empilhamento é compacto, o crescimento do fogo é mais lento e a intensidade do incêndio é mais baixa.
As cintas das bobinas (sempre que sejam metálicas) retarda o desenrolamento das bobinas, tornando-se assim um factor retardante no desenvolvimento do incêndio. O mesmo efeito é obtido envolvendo as bobinas com papel de gramagem mais alta.
O uso de paletes intermédios no empilhamento vertical não varia significativamente o desenvolvimento do incêndio.
Se o empilhamento for na horizontal, e sempre que a distribuição seja piramidal ou prismática, a situação é mais vantajosa que a do empilhamento vertical, pois o contacto entre as bobinas impede o seu desenrolamento.
- **Gramagem do papel** – Ensaio recentes e experiências em sinistros demonstram que a gramagem do papel constitui um factor importante para o desenvolvimento do incêndio. Assim, a combustão do papel de gramagem ligeira implica temperaturas mais altas e causa muito mais danos que o papel de gramagem média ou alta.

6.11.2. Protecção Contra Incêndios

Aspectos Construtivos

No cálculo das cargas suportadas pela estrutura deverá ser considerado a capacidade de absorção da água pelo papel que, em certos casos, como papel de seda, pode chegar a superar o triplo da massa da própria bobine. Esta consideração será muito mais importante quando o armazenamento seja num piso alto do edifício que não esteja projectado como armazém, Dada a gravidade do incêndios no armazenamento de bobinas de papel, os edifícios dedicados a esta actividade deverão ser construídos com material cuja resistência ao fogo esteja garantida, quer seja pela própria característica do material (betão) ou pela protecção adicional dada ao material, através de tintas ou outros tipo de impregnações, tendo sempre em consideração que estas têm um tempo de vida útil definido. De um modo geral, a resistência ao fogo deve garantir 120 min.

Quando o edifício é constituído por estrutura metálica e está protegido com *sprinklers* na cobertura, dependendo do que foi projetado, os *sprinklers* podem proporcionar protecção aos pilares sem necessidade de proteger estes com *sprinklers* específicos.

No entanto, é aconselhável fazer um estudo específico de cada pilar da área de armazenamento.

Os armazéns de boninas de papel poderão ser dotados com dispositivos de evacuação de fumo colocados. Contudo, se não forem accionados em tempo oportuno, o seu efeito pode não ser benéfico para a extinção do incêndio, podendo até aumentar a descarga de água pelo sistema automático de extinção de incêndios, caso exista.

Recomenda-se por isso que, se existirem exutores, estes sejam de acionamento manual, *in situ*. Se no entanto o controlo for automático e existir uma instalação de *sprinklers*, a temperatura da ampola nunca deverá ser superior à da abertura dos exutores, devendo as temperaturas para ambos iguais.

Localização dos Armazenamento

O papel é um material que facilmente é danificado pela água, pelo que se recomenda que os armazenamentos estejam projetados considerando esta possibilidade, despondo as bobinas de papel sobre paletes ou ripas de madeira que as separem do solo mais de 10 cm.

Quanto ao próprio empilhamento, em todos os casos deverá ser mantido uma separação mínima de 1m entre estes e as unidades e condutas de aquecimento ou outros elementos que possam provocar a ignição do papel armazenado. Assim, deverá ser mantido 1 m de distância entre os empilhamentos de bobinas e as paredes do edifício para minimizar os possíveis danos estruturais devidos ao derrubamento ou à expansão das bobinas pela absorção da água.

Ao projectar o acondicionamento do armazém, deverá ser analisado a distribuição óptima dos empilhamentos de bobinas, de forma a que existam corredores intermédios.

Meios Manuais de Protecção

O incêndio dos armazenamentos de bobinas de papel no interior dos edifícios é, devido ao intenso calor emitido, muito difícil de combater com meios manuais, pelo que um ataque no momentos imediatos no início pode evitar a propagação do incêndio.

Por isso, como primeira medida de protecção deverá ser instalado por todo o armazém extintores portáteis para fogos de classe A. Deverá também, ser instalado bocas de incêndios, com as seguintes características:

- Tenham um diâmetro de 45 mm e no máximo um comprimento de mangueira de 30 m, devendo ter uma agulheta com 3 posições : fechado, jacto e leque.
- Qualquer ponto do armazém deve ser alcançado por dois jactos de mangueira, no mínimo.
- A alimentação deve ser independente do sistema de sprinklers.

Deverão ser instalados hidrantes, devidamente localizados no perímetro exterior das instalações, de modo a que estejam separados a uma distância mínima de 15 m dos edifícios e com uma distância máxima entre eles de 75 m.

Sistema Automático de Extinção de Incêndios

O sistema húmido é o mais recomendado para a protecção das bobines de papel, devido ao tempo de actuação do sistema seco e menos fiabilidade dos sistemas de acção prévia.

Se pelas condições dos armazéns não for possível a instalação de um sistema húmido, deverá ser instalado um sistema seco dotado de um sistema de abertura rápido que garanta a chegada de água ao *sprinkler* mais desfavorável num tempo inferior a 60 s, umavez accionado o sistema em condições normais de pressão.

Os sistemas de acção prévia são os menos recomendáveis, devido tanto à sua complexidade como à necessidade de uma maior manutenção e de testes frequentes para garantir a operação adequada e fiável do mesmo. Em caso de usar este tipo de sistema, os detectores serão termovelocimétricos.

Um sistema seco ou de acção prévia pode se utilizar para proteger armazéns de papel de gramagem ligeira com configuração horizontal e de gramagem média e alta com qualquer tipo de distribuição. No entanto, para armazéns que exista risco de incêndio elevado e exista papel de gramagem ligeira armazenado na vertical, um sistema de acção prévia ou seco não são recomendáveis.

Tectos Falsos

Na configuração de empilhamento vertical e horizontal os *sprinklers* só estarão localizados no tecto do armazém sendo que a instalação dos *sprinklers* intermédios é descartado. Esta ideia é reforçada devido aos empilhadores de grandes dimensões utilizados para o transporte das bobine.

A distância que deve existir entre os *sprinklers* a parte superior do armazenamento depende das características técnicas dos *sprinklers*. Em regra, a distância não será inferior a 1m nem superior a 6 m.

Se a distância entre a parte superior do armazenamento e os *sprinklers* do tecto supera os 6 m pode colocar-se um tecto falso, sendo que o material deverá ser ignífugo.

Sprinklers

Nas instalações onde se usa *sprinklers* com um orifício de 20 mm (17/32”) de diâmetro e com uma temperatura de 141 °C a cobertura deverá estar entre os 7 e 9 m². As densidades de projecto áreas de funcionamento estão indicadas para diferentes empilhamentos nas tabelas 6.22, 6.23 e 6.24. Deve ter-se em conta que se o armazenamento está constituído por diversas classes de papel ou contém diferentes empilhamentos, a protecção deve ser feita de acordo com o que possui maior risco de incêndio.

Quando a densidade de descarga necessária seja, como máximo, de 12 l/min.m² podem-se utilizar *sprinklers* com um orifício de 15 mm de diâmetro e com uma temperatura de 141 °C, com uma cobertura cinoreendida entre 5 e 9m².

Considerações gerais:

- Se o espaço livre é maior que 6 m deverá ser instalado tectos falsos, colocando *sprinkers* por debaixo do mesmo, como já indicado;
- Se o empilhamento vertical se faz sobre paletes, a protecção será a mesma para o caso de não existirem paletes. Quando se utilizam paletes considera-se um empilhamento aberto.
- A protecção das bobinas de papel envoltas em plástico ou não é a mesma.

Tabela 6.22 – Protecção do empilhamento de papel de gramagem ligeira (Altura de armazenamento ≤ 6m)

Tipo de Armazenamento	Altura de Armazenamento (m)	Densidade (l/min.m ²)	Área de Funcionamento			
			Espaço livre (m)			
			1,0-1,5	1,5-3,0	3,0-4,5	4,5-6,0
Vertical	3,7	12	372	372	464	567
	3,7 – 4,5	24	232-280	280-325	325-372	N.A.
	4,5 – 6,0	24	280-370	325-557	N.A.	N.A.
Horizontal (**)	3,7	8	557/929 (*)			
	3,7 – 4,5	10	557/836 (*)			
	4,5 – 6,0	14	464/604 (*)			

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Notas:

N.A – Não aceitável. A configuração do armazenamento deverá ser distinta ou deve ser instalado um tecto falso com um sistema de *sprinklers* debaixo do tecto.

(*) – Indica a área de funcionamento para sistemas secos;

(**) – Densidade e áreas válidas, sempre que o edifício tenha um altura inferior a 7,5 m.

Abaixo são indicadas várias indicações para o uso da tabela I:

- Para altura intermédias das indicadas na tabela I, pode-se interpolar a área de funcionamento, mas não a densidade de descarga. Na tabela I não é possível interpolar a relação com o espaço livre.
- Uma bobine de papel, de gramagem ligeira, que está completamente envolta, incluindo lateral e fundo da bobine, ou envolta somente pela lateral mas com tiras metálicas, pode considerar-se de gramagem alta. O papel de envolvimento deve ser de uma gramagem superior a 200g/m² na camada ou superior a 100 g/m² se é de duas camadas.

Tabela 6.23 – Protecção dos empilhamento de papel de gramagem média (Altura de armazenamento ≤ 9 m)

Altura de Armazenamento (m)	Tipo de Sistema	Tipo de Empilhamento				
		Vertical			Horizontal	
		Standard ou Aberto		Compacto	Piramidal	Prismático
		Sem cintas	Com cintas			
3,0	Húmido	12/186			6/650	
	Seco	12/418				
4,5	Húmido	12/279	18/232	12/186		
	Seco	18/418	18/372	12/418		
6,0	Húmido	24/325	24/232	18/232	8/420	
	Seco	24/372	24/325	18/372		
7,5	Húmido	24/372	24/325	24/232	8/463	8/530
	Seco	24/418	24/372	24/325		

Altura de Armazenamento (m)	Tipo de Sistema	Tipo de Empilhamento				
		Vertical			Horizontal	
		Standard ou Aberto		Compacto	Piramidal	Prismático
		Sem cintas	Com cintas			
9,0	Húmido	24/418	24/372	24/279	8/560	8/650
	Seco	24/464	24/418	24/372		

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Notas:

- Nos pares numéricos A/B, A representa a densidade (l/min.m²) e B as áreas de funcionamento (m²)
- Esta tabela é aplicável quando o espaço livre está compreendido entre 1,5 e 3,0 m.

Tabela 6.24 – Protecção dos empilhamentos de papel de gramagem Alta (Altura de armazenamento ≤ 9 m)

Altura de Armazenamento (m)	Tipo de Sistema	Tipo de Empilhamento						
		Vertical				Horizontal		
		Aberto		Standard		Compacto	Piramidal	Prismático
		Sem cintas	Com cintas	Sem cintas	Com cintas			
3,0	Húmido	12/186				12/186	6/560	
	Seco	12/418						
4,5	Húmido	12/325	12/279	12/186				
	Seco	12/560		12/418				
6,0	Húmido	18/372	18/325	12/279	12/232	8/420		
	Seco	18/464		12/511	12/464			
7,5	Húmido	24/325	24/279	18/372	18/325	18/279	8/483	8/530
	Seco	24/372		18/464				

Altura de Armazenamento (m)	Tipo de Sistema	Tipo de Empilhamento						
		Vertical					Horizontal	
		Aberto		Standard		Compacto	Piramidal	Prismático
		Sem cintas	Com cintas	Sem cintas	Com cintas			
9,0	Húmido	24/372	24/325	24/325	24/279	24/232	8/560	8/650
	Seco	24/418	24/372	24/372				

Fonte: Adaptado Instrução Técnica - Fundación MAPFRE

Notas:

Nos pares numéricos A/B, A representa a densidade (l/min.m²) e B as áreas de funcionamento (m²)

Esta tabela é aplicável quando o espaço livre está compreendido entre 1,5 e 3,0 m.

A seguir descrevem-se várias indicações para o uso das tabelas II e III:

- a) Quando o armazenamento seja de bobine de papel de gramagem média ou alta a cobertura dos sprinklers poderá diminuir em 46 m², sempre que o espaço livre está compreendido entre 1 e 1,5 m e de modo que a área de funcionamento seja inferior a 186 m² para sistema molhados e 242 m² para sistema secos. Quando o armazenamento seja de bobine de papel de gramagem média ou alta e o espaço livre seja superior a 3 m, a área de funcionamento especificada nas tabelas deverá ser aumentada em 93 m².
- b) Para alturas intermédias de armazenamento pode interpolar-se a área de funcionamento e a densidade de descarga.
- c) Uma bobine de papel, de gramagem ligeira, que está completamente envolta, incluindo lateral e fundo da bobine, ou envolta somente pela lateral mas com tiras metálicas, pode considerar-se de gramagem alta. O papel de envolvimento deve ser de uma gramagem superior a 200g/m² na camada ou superior a 100 g/m² se é de duas camadas.
- d) Para proteger as bobinas de papel de gramagem alta ou média com uma capa de plástico, deve ser incrementado a área de funcionamento em 25 % sobre o especificado nas tabelas II e III.

- e) Para bobines de papel de gramagem alta ou média em empilhamento horizontal com distribuição piramidal ou prismática até 1,5 m de altura a área de funcionamento pode ser reduzida a 232 m².
- f) Para bobines de papel de gramagem alta e média em empilhamento horizontal até 1,5 m de altura, o sistema de sprinklers deverá ter uma densidade de 6/l min.m² com uma área de funcionamento de 232 m².

Sprinklers Gota Gorda

O uso de *sprinklers* “gota gorda” está mais recomendado que outro tipo de *sprinklers* nos armazéns de bobines de papel devido à sua superior prestação. São uma alternativa às instalações de tectos falsos nos empilhamentos que assim o necessitam, sempre e quando os ditos empilhamentos a proteger estão dentro das configurações em que se podem usar os *sprinklers* de gota gorda. Os sistemas recomendados na protecção deste tipo de armazém são os húmidos com áreas de funcionamento com 15 *sprinklers* que operem a uma pressão de operação de 3,4 bar como mínimo. As configurações para o qual são recomendados seu uso são:

- Papel de gramagem alta em empilhamento vertical com uma altura máxima de 7,9 m dentro de um edifício de 18,3 m de altura máxima. O empilhamento pode ser compacto ou aberto com cintas, ou *standard* com cintas ou *standard* sem cintas.
- Papel de gramagem média com uma altura máxima de empilhamento de 6,1 m dentro de um edifício de 9,1 m de altura máxima. O empilhamento pode ser compacto ou *standard* com cintas ou sem cintas. Neste último caso pode-se utilizar um sistema seco de se utilizar 25 *sprinklers* de gota gorda a uma pressão de operação de 3,4 bar como mínima.
- Papel de gramagem média envolta numa capa de papel de gramagem alta em empilhamento vertical com uma altura máxima de 7,9 m, dentro de um edifício de 18,3 m de altura máxima. O empilhamento pode ser compacto ou aberto com cintas ou *standard* com ou sem cintas.
- Papel de gramagem ligeira envolta em duas capas de papel de gramagem alta em empilhamento vertical com uma altura máxima de 7,9 m dentro de um edifício de 18,3

m de altura máxima. O empilhamento pode ser compacto ou aberto com cintas ou *standard* com ou sem cintas.

Sprinklers ESFR - Early Suppression Fast Response Fire Sprinkler

Para alguns tipos de empilhamento e gramagem de papel, os *sprinklers* ESFR garantem melhores prestações que os *sprinklers* de gota gorda. Os sistemas húmidos são os únicos recomendados para este tipo de *sprinklers*. As recomendações dadas a seguir são aplicáveis a empilhamentos abertos, compactos ou *standards*. Podem ser com ou sem cintas. As características dos sistemas são:

- Com papel de gramagem média, com um altura máxima de empilhamento de 6,1 m dentro de um edifício de 9,1 m, o sistema deve ter 12 *sprinklers* a uma pressão de funcionamento de 3,4 bar com mínimo. Se o edifício tem 12,2 m, o sistema deve ter 12 *sprinklers* a uma pressão de funcionamento de 5,1 bar como mínimo.
- Com papel de gramagem alta envolta numa capa de plástico retrátil, com uma altura máxima de empilhamento de 6,1 m dentro de um edifício de 9,1 m o sistema deve ter 12 *sprinklers* a uma pressão de funcionamento de 3,4 bar como mínimo. Se o edifício tem 12,2 m o sistema deve ter 12 *sprinklers* a uma pressão de funcionamento de 5,1 bar como mínimo.
- Com papel de gramagem alta a uma altura máxima de empilhamento de 7,6 m, dentro de um edifício de 9,1 m o sistema deve ter 12 *sprinklers* a uma pressão de funcionamento de 3,4 bar como mínimo. Se o empilhamento tem uma altura máxima de 9,1 m num edifício de 12,2 m o sistema deve ter 12 *sprinklers* a uma pressão de funcionamento a 5,1 bar como mínimo.

Abastecimento de Água para Bocas-de-incêndio ou Hidrantes

A quantidade de água necessária para as bocas-de-incêndio e hidrantes dependerá das características particulares do armazenamento. Contudo, o abastecimento mínimo deve ser de 2000l/min.

Reserva Total de Água

A reserva total de água para a luta contra incêndio deve ser calculado somando a requerida para o sistema de sprinklers, bocas de incêndios e hidrantes.

O tempo de abastecimento de água deve ser no mínimo de 4 horas, devendo ser aumentado para 6h quando o acesso ao armazém é difícil ou de grandes dimensões. Pelo contrário, pode ser reduzida até 2 horas quando exista uma grande facilidade de acesso ou o armazém é de pequena altura.

Espuma de Alta Expansão

A espuma de alta expansão, pela sua menor duração e maior falibilidade, normalmente não é uma alternativa válida frente à protecção que os *sprinklers* fornecem. Contudo a sua utilização constitui um apoio eficaz:

- O seu funcionamento deve ser automático;
- Em caso de contar com a ajuda suplementar destes sistemas, a densidade de descarga dos *sprinklers* pode reduzir-se a 10l/min.m² sobre uma área de funcionamento de 186 m², apenas se as bobinas armazenadas são de gramagem alta ou média. Se o papel for vegetal os requisitos serão os descritos na tabela 6.22.

Armazenamento em Zonas de Fabrico

Quando existe no mesmo edifício zonas de armazenamento e de fabrico, deverão ser seguidas as seguintes recomendações:

- Não existirão no edifício materiais inflamáveis ou fontes de ignição que não estejam suficientemente compartimentadas;
- Todo o edifício estará protegido com *sprinklers*, que podem ser de diferentes características segundo a zona de fabrico ou de armazenamento a proteger.
- A protecção projectada para a zona de armazenamento, deverá ser extendida a uma largura mínima de 6m em redor do empilhamento de bobinas, de tal maneira que estes 6 m não existam bobinas armazenadas. A mesma protecção para a zona de fabrico

deverá ser estendida a uma largura mínima de 6 m ao redor da maquinaria, de tal maneira que estes 6 metros não exista maquinaria especialmente perigosa.

- Se alguma das faces do armazenamento coincide com uma parede do edifício, a separação entre esta e o armazenamento será de 1 m.

Armazenamento ao “ Ar Livre”

O armazenamento no exterior de bobines de papel não é aconselhável pelas seguintes razões:

1. Constitui um risco pela facilidade com que o incêndio pode propagar-se para as proximidades;
2. É mais vulnerável frente às diversas fontes de ignição (chispas eléctricas de diversa índole, etc);
3. Ao estar descoberto, o vento aviva o incêndio, o que provoca o seu desenvolvimento e sua capacidade de propagação, e por conseguinte diminui a efetividade a extinção manual.
4. A instalação de um adequado sistema automático é dificultada.

No entanto, se por algum motivo for inevitável a localização exterior do armazenamento, devem ser tomadas as seguintes medidas:

- O empilhamento deve ser horizontal, pois, como se indicou, é mais difícil o desenrolar das bobine e por isso, o incêndio é menos intenso;
- Os empilhamentos, que nunca deverão ter um peso superior a 200 toneladas, estarão separados entre si e dos edifícios contíguos mediante corredores de largura, superior ao dobro da altura do empilhamento, mas nunca inferior a 15m.
- A altura do empilhamento não deve ultrapassar os 6 m;
- O caudal dos hidrantes deve ser superior a 3800l/min, com uma reserva de água válida para 6 horas;
- Deverá ser intensificado a observação das normas de prevenção de sinistros em armazéns exteriores (vigilância, iluminação,etc.), proibição de fumar e eliminação de todas as fontes de ignição.

Brigada de Incêndio e Manutenção de Instalações

Devido à severidade dos incêndios de bobines de papel em altura e dificuldade em extinguir, apesar de contar com o meios automáticos de extinção , a intervenção das brigadas de incêndio é decisiva para extinguir o incêndio. Uma pronta detecção, uma rápida intervenção e uma perfeita coordenação da brigada de incêndios são os pontos fundamentais para minimizar danos em fogos deste tipo de armazenamentos. A intervenção, manutenção e treino das brigadas de incêndios deve ser assegurada com a existência de um Plano de Segurança Interno se sua implementação.

Na intervenção da brigada de incêndio há que ter em conta a possível falta de acessibilidade a algumas zonas de armazenamento e a possibilidade de derrube das bobine, quer pelo colapso produzido pelo próprio incêndio, quer pelo “empapar” das bobines devido à absorção de água e eventual perda de estabilidade.

Com o objectivo de detectar rapidamente situações de emergência, o sistema de *sprinklers* disporá de um mecanismo eficaz capaz de transmitir sua activação a uma central de alarme. Neste sentido, é de grande ajuda a existência de detectores e de botoneiras manuais de alarme convenientemente distribuídos pelo armazém.

Neste tipo de armazenamento é extremamente importante tanto a manutenção das instalações de protecção contra incêndio como as condições concebidas para o sistema de protecção..

Entre outros pontos , tem que ser ter em conta os seguintes pontos:

- Manter a forma de empilhamento e distribuição;
- Não variar o tipo de gramagem alta do papel armazenado;
- Manter a largura dos corredores.

6.12. ARMAZENS – CRITÉRIOS GERAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Este capítulo descreve as condições gerais de segurança comum à maioria dos armazéns de mercadorias. Devem ser tidas como prioritárias as normas específicas para cada tipo de armazenamento sobre as discriminadas no presentes capítulo, que é de âmbito mais geral.

Neste capítulo será descrito as normas gerais de segurança aplicáveis à maioria dos armazéns.

6.12.1. Tipos de Construção

O betão e betão armado são as construções mais aconselháveis para armazéns devido às suas características de alta resistência ao calor.

O aço protegido com uma pintura retardante ao fogo é o mais adequado tendo atenção à sua integridade e manutenção na exploração do edifício. No entanto, estes recobrimentos em estruturas metálicas não são eficazes em fogos de elevadas proporções.

A construção seguinte em referência é a de vigas de madeira grandes e pesadas, devido à lenta combustão e grande estabilidade estrutural comparada com uma estrutura metálica sem recobrimento

A construção metálica sem protecção adicional, ainda que seja considerada incombustível, não é aconselhável. O aço começa a perder a sua estabilidade quando atinge temperaturas superiores a 538 ° C. A torção da estrutura pode causar a rotura das tubagens da rede de incêndio, o que pode causar o mau funcionamento do sistema.

As construções temporárias com as tendas devem ser evitadas dado que é difícil proteger com instalações automáticas e muito vulneráveis a danos devido a vento, chuva, gelo, etc

6.12.2. Evacuação de Fumos

A existência de exutores automáticos para a evacuação pode ter um efeito positivo ou negativo. A experiência demonstra que em muitos casos a pronta evacuação dos fumos através dos exutores é muito benéfica para o combate ao incêndio. Contudo, em muitos outros casos, foi demonstrado que a sua utilização pode ser prejudicial ao produzir um efeito chaminé, que aviva o incêndio causando mais danos.

Também está demonstrado que a evacuação de fumos é uma tarefa relativamente fácil para os bombeiros, uma vez que esta pode ser feita através de janelas, portas ou através de buracos feitos nas paredes ou tectos, sendo estas na maioria das vezes suficiente.

Caso exista nas instalações exutores e sistema de *sprinklers*, a ampola ou fusível deverá ter uma temperatura de actuação de pelo menos 15 ° C superior à existente dos *sprinklers*.

Para os armazenamentos com materiais que libertam grande quantidade de fumo em caso de incêndio, recomenda-se a instalação de exutores de comando manual, bem como controlo local ou comando remoto.

Nos armazéns de combustíveis ordinários, o custo associado à instalação de exutores não compensa o benefício que pode ter.

6.12.3. Cargas Admissíveis

Em condições normais, a carga adicional pela absorção de água dos materiais armazenados, em caso de luta contra incêndio, não necessita de um estudo adicional de cargas para solos e estanterias. No entanto para casos de produtos muito absorventes são conveniente fazer um estudo

6.12.4. Manutenção dos Edifícios

Como primeira medida preventiva e de segurança para os armazém requer-se o mais alto nível de manutenção. As portas e paredes corta-fogo, as drenagens, tanto do tecto como do solo, as

fixações das estanterias, as iluminárias, os quadros elétricos, as zonas de carga de betarias, deverão ser revistos pelo menos mensalmente, para prevenir qualquer situação de sinistro.

6.12.5. Ocupação

6.12.5.1. Separação entre Armazéns e Produção

Em linhas gerais, as áreas de armazenamento deverão estar separadas de outras áreas: fabrico, manutenção ou oficinas por paredes resistentes ao fogo de pelos menos 90 min.

As portas deverão possuir a mesma resistência que as paredes.

6.12.5.2. Distribuição das Mercadorias

Os produtos que possam produzir danos excepcionais ou atmosferas corrosivas, deverão ser armazenados separadamente daqueles que sejam especialmente vulneráveis a tais riscos.

Os corredores de sepração dentre mercadorias produzem grandes vantagens na hora da luta contra incêndios e salvamento. A largura cos corredores adequada varia com a severidade do incêndios previsível. Em linhas gerais, os corredores de 2,4 m serão suficientes. Se for possível, os corredores deverão dar a portas ou janelas para facilitar o acesso

Deverá ser mantido uma separação de pelo menos 60cm às paredes do edifício. Este requisito é especialmente importante se o produto expande com a água. As pilhas de armazenamento não deverão ser de mais de 15 m de largura

Os produtos armazenados nunca deverão obstruir os meios de segurança contra incêndio.

Não deve ser armazenado acima da parte inferior das vigas ou treliças na estrutura do telhado.

No caso em que existam *sprinklers* recomenda-se manter 1 mde separação entre a altura superior da armazenagem e do respectivo *sprinklers* A distância mínima exigida é de 60 cm.

As mercadorias deverão manter pelo menos 1 m de distância a qualquer elemento térmico ou luminoso, que poderão iniciar um incêndio Recomenda-se também que esses elementos estejam protegidos contra possíveis impactos das mercadorias, para evitar sua ruptura e conseguinte situação de perigo.

6.12.5.3. Ordem e limpeza

Para manter as condições de segurança num armazém é imprescindível um alto nível de organização e arrumação. A acumulação de sujidade não só representa um risco alto para o início de um incêndio como também representa uma rápida propagação caso o incêndio ocorra. Deverá existir de contentores de resíduos e um programa de limpeza periódica.

A arrumação e organização motivará também os colaboradores a manter tal nível.

Deverá existir especial cuidado em manter limpos os corredores entre as pilhas de mercadorias e estantes.

Estes materiais armazenados nos corredores pode impedir o combate ao incêndio e também pode causar uma propagação rápida do fogo. Também, mesmo caso exista *sprinklers*, essa rápida propagação pode fazer exceder a capacidade de reação ou de projecto do sistema de protecção, já que os sistemas de *sprinklers* estão projectados normalmente segundo uma separação *standard* entre pilhas de armazenamento ou estanterias que supõe uma determinada propagação do incêndio. As acumulações de pó deverão sempre recolhidas por sistemas de operação e nunca por sopradores. Deverá ter-se especial atenção à acumulação de pó nos elementos eléctricos e luminárias.

6.12.6. Protecção

Nem todos os armazéns têm que ser protegidos da mesma forma. Se bem que a todos eles se exige um nível mínimo de protecção consistente em extintores e mangueiras, será preciso um estudo particular para determinar o nível de protecção recomendável.

Nesse estudo deverá ser considerado factores como os seguintes:

- Valor das mercadorias e do edifício;
- Influencia na produção em caso de perda dos produtos;
- Possibilidade de propagação a outras áreas;
- Custo das possíveis instalações de protecção;
- Disponibilidade de ajuda do exterior (bombeiros);
- Turnos operativos na fábrica e no próprio armazém.

As respostas a perguntas anteriores darão directrizes para uma protecção recomendável

6.12.6.1. Confinamento e Isolamento

Em linhas gerais, a sectorização do armazém em pequenas áreas separadas por paredes corta fogo parece pouco prática e normalmente é pouco fiável, porque é frequente procurar grandes áreas para maior operabilidade e melhor aproveitamento das superfícies.

Alguma das condições que deve reunir as paredes corta fogo de compartimentação dos armazéns são:

- Ser de 240 min de resistência ao fogo;
- A estrutura do muro deve ser independente, de tal forma que se uma área for destruída esta não arrastará o muro e por conseguinte a outra área;
- Possui uma parede de empena;
- Qualquer tipo de comunicação entre as áreas deverá ser por portas corta fogo com 240 min de resistência ao fogo, com fecho automático;
- O atravessamento de cabos e condutas deverá ser minimizado e todos eles deverão estar convenientemente selados.

Em linhas gerais, estes requisitos são pouco práticos, muito custosos e difíceis de conseguir se se quiser proteger o armazém mediante compartimentação. A construção destas paredes corta fogo será apropriada para separar armazéns de grandes dimensões ou quando constrói um armazém anexo a outro existente

Se bem que é verdade que é muito difícil proteger adequadamente um armazém mediante a compartimentação interna, é recomendável compartimentar áreas com paredes com resistência ao fogo de 60 ou 90 min.

6.12.6.2. Protecção Manual

Será preciso dispôr de uma série de elementos de luta contra incêndios para garantir uma mínima protecção do armazém. A protecção manual é necessária para poder atacar um fogo incipiente. Contudo, quando um armazém é importante, é necessária uma protecção automática para garantir a protecção em todo o momento. Os armazéns são áreas que não possuem sempre ocupação, e em caso de existir um incêndio, a propagação pode ser rápida. Os meios de protecção manual mais comuns são os extintores e bocas de incêndio armadas tipo carretel. Os extintores são efectivos apenas nos momentos incipientes de um incêndio, sendo a sua principal limitação a sua capacidade.

As bocas-de-incêndio são preferíveis aos extintores, uma vez que possuem mais raio de acção e têm uma maior duração na sua actuação.

As bocas-de-incêndio devem ser colocadas estrategicamente em pontos de fácil acesso, tendo sempre em conta os obstáculos existentes, de tal forma que qualquer ponto do armazém possa ser alcançado pelo jacto de água.

6.12.6.3. Protecção Automática

Se a avaliação do risco associado ao armazém justifica uma protecção automática ao mesmo, a instalação de um sistema automático por extinção de incêndios (*sprinklers*) será o mais adequado, tendo em conta as superfícies e volumes ocupados e a variedade de materiais presentes.

O sistema automático por extinção de incêndios (*sprinklers*) é o melhor e a mais fiável defesa contra incêndios em armazéns.

Para determinar os parâmetros de protecção por *sprinklers* à que primeiramente precisar as características do armazenamento. A classificação das mercadorias, o tipo de armazenamento (estantes, paletes, etc.), altura de armazenamento, corredores entre pilhas de mercadorias, altura do edifício, são necessários para determinar da necessidade de água.

Os critérios para a selecção do tipo de *sprinklers* são os seguintes:

- São preferíveis os *sprinklers* de alta temperatura (141 °C) aos de temperatura normal ou intermédia, dado que a diferença real dos tempos de resposta, no presente caso, é pouco importante, enquanto que a diferença na área de funcionamento e, por conseguinte, no caudal de água e danos causados por este, são muito apreciáveis.
- São preferíveis os sistemas húmidos aos secos, pela sua maior rapidez de actuação e melhor manutenção.
- Para os armazenamentos em estantes é recomendável a protecção mediante *sprinklers* intermédios nas estantes. Assim de reduz a área de funcionamento e a densidade requerida. Em alguns tipos de armazenamento (prateleiras sólidas) é obrigatória a instalação de *sprinklers* intermédios.

6.12.6.4. Danos da Água

Os danos da água nos produtos armazenados são normalmente originados por fugas, roturas, entupimentos, etc.

A maioria destes incidentes pode ser evitado com uma manutenção adequada do edifício, com inspecções e controlo periódico.

As roturas internas devidas a impactos ou golpes são evitáveis com um treino adequado dos colaboradores que usa os equipamentos de transporte (empilhadores) e manipula as mercadorias. Nos casos críticos é aconselhável dotar de protecções as tubagens ou equipamentos que possam causar danos.

Outros danos de água são consequência da luta em caso de incêndio, quer pelos sistemas automáticos quer pelos meios manuais. Normalmente, os sistemas automáticos (bem projectados) causam menos danos dos que de actuação manual, ao concentrar a actuação a a descarga de água sobre a zona afectada usando menos quantidade de água. A descarga de água pulverizada pelo sistema de *sprinklers* normalmente é menos prejudicial que o jacto produzido pelas mangueiras das bocas-de-incêndio. O principal problema não são os danos causados na zona do sinistro, mas sim a propagação e extensão dos danos causados pela água a outras mercadorias localizadas nas imediações do incêndio,

Para evitar esses danos “ extras” pela propagação da água, há que primeiramente localizar o armazenamento na zona menos exposta a esses danos. Em edifício de vários pisos, desde o

ponto de vista de evitar danos pela água, a melhor localização dos armazéns é no piso superior. Em nenhum caso é aconselhável localizar os armazéns em sótãos.

Outra forma de evitar, ou pelo menos reduzir, os possíveis danos pela água, é armazenar os produtos sempre em palete ou sob ripas de madeira, de forma a manter uma distância ao solo de pelo menos 100 mm. A terceira forma de evitar danos extras pela água é dotar o armazém de drenagem inferior e solos inclinados para a recolha de água. No caso de existência de drenagem conectado ao sistema de saneamento, deverá ser considerado a possibilidade de entrada de água, pelo sistema de saneamento, pelo fluxo de água excessivo ou por obstrução do sistema. Para evitar este fenómeno a melhor solução é a colocação de uma válvula antiretorno no colector do armazém.

No caso do armazém possuir produtos tóxicos ou contaminantes, a drenagem particular do armazém não deve estar conectado directamente à rede de saneamento.

6.12.7. Armazéns Exteriores

Em linhas gerais, os armazenamentos no exterior não são recomendáveis pelo risco de exposição, pela impossibilidade de dispor de sistemas automáticos de extinção e pelo alto grau de possíveis fontes de ignição a que estão expostos. Não obstante, há caso em que os armazenamentos no exterior estão justificados:

- Produtos de baixo risco de incêndios (P.ex: bidões metálicos vazios) que não requerem protecção contra incêndio, inclusive dentro de edifícios;
- Produtos de baixo valor que não justificam a utilização de espaços interiores;
- Produtos de baixo valor, mas que geram grande risco de incêndio (P. Ex Paletes vazios);
- Produtos de elevado volume e armazenados em quantidade que normalmente torna impraticável um armazenamento coberto (P. Ex: fardos de papel, madeira, etc).

No entanto, mesmo neste casos de aparente baixa importância, há que avaliar e considerar determinadas condições para garantir uma adequada protecção.

A primeira avaliação necessária será assegurar que os produtos armazenados no exterior não criam nenhum risco de interrupção no funcionamento normal da empresa ou interrupção da produção.

A segunda consideração será referente à localização do próprio armazenamento. O armazenamento não deve criar nenhuma exposição a equipamentos exteriores (transformadores, torres de refrigeração), edifício, condutas de fluidos ou linhas de electricidade. A área deve estar bem iluminada e, a ser possível, ser provida uma rede protectora.

Deve ser também considerado as próprias características do armazenamento. As pilhas do armazenamento, deverão ser de um volume não mais de 700 m³ com alturas limitadas a 6m.

Simultaneamente deve existir corredores entre as mercadorias para combate ao incêndio.

6.12.8. Salvamento

Desde o momento em que o incêndio está sob controlo, deverão ser iniciadas as operações de salvamento. Isto irá reduzir a magnitude da perda e minimizará os efeitos na produção ou actividade normal da empresa. Para que a operação de salvamento seja eficaz, deverá ser seguido um plano estabelecido para tais emergências. Este plano deve contemplar com a colaboração dos próprios colaboradores do armazém, uma vez que são os conhecedores da mercadoria existente e operações do mesmo.

Como norma orientativa se deverão seguir três principais fundamentais:

- Restaurar as protecções automáticas e manuais tão rápido quanto possível;
- Concentrar na evacuação de fumos e em salvar equipamentos e produtos danificados;
- Considerar que equipamentos e materiais são os mais importantes para a continuidade da actividade da empresa e intentar o seu salvamento, sua recuperação ou iniciar a gestão para a sua obtenção.

6.12.9. Actuação Humana

Durante uma emergência uma boa actuação do pessoal será a melhor e mais efectiva acção para minimizar a emergência. Em oposto, uma má actuação ou erros durante a mesma pode levar a resultados catastróficos. Se estas premissas estão certas para qualquer situação de emergência e em qualquer circunstância, são particularmente importantes para os sinistros em armazéns e primordiais em caso de incêndio

O plano de emergência deverá consistir em procedimentos de actuação e controlo e numa equipa de intervenção para estas circunstâncias. Se for possível, deverão ser discriminadas as possíveis emergências e especificar a actuação para cada uma delas.

No Plano de segurança interno deverá incluir controlo e revisões regulares de todos os elementos de segurança contra incêndio existentes, tanto manuais como automáticos. Certos elementos como as bombas do Grupo Hidropressor e as válvulas de controlo requerem um controlo semanal. Deverá ser estabelecido contacto com os bombeiros da zona, para que estes periodicamente visitem o armazém para conhecer os acessos, características e riscos do armazém e também as equipas e meios internos.

Dentro do plano de segurança interno deve ser estabelecido um plano de salvamento e recuperação. Será necessário um estudo no impacto na produção dos materiais armazenados, alternativas de aquisição e áreas disponíveis.

Dentro da equipa de actuação em caso de emergência de incêndio é básico designar funções específicas a um determinado pessoal (principal e suplente para caso de ausência). Dentro dessas funções básicas cabe mencionar:

- O chefe da emergência, Delegado de Segurança, que coordenará e controlará a emergência e actuação do pessoal.
- Colaborador encarregado do correcto funcionamento dos meios de segurança (Grupo de Bombagem, grupo gerador de emergência, etc.)
- Equipas de intervenção em dois aspectos: Evacuação dos colaboradores e de intervenção com os meios existentes até que cheguem os bombeiros

No entanto é evidente, para que estes procedimentos funcionem e sejam realmente efectivos será necessário treino periódico das equipas.

7. CONCLUSÕES

Neste trabalho foram descritos os melhores métodos e meios de segurança contra incêndio a implementar e a adotar em edifícios de armazéns. Foram apresentados e discutidos alguns casos históricos de incêndios industriais, onde ficou evidenciada a desadequação e/ou inoperacionalidade dos sistemas implementados, com graves consequências humanas, ambientais e materiais.

As características das mercadorias e dos edifícios de armazéns, foram analisadas na perspectiva da segurança contra incêndio em edifícios de armazéns de: Líquidos Inflamáveis, Frigoríficos, Fardos de Papel, Paletes, Gases, Matérias Perigosas, Plásticos, Têxteis (matérias primas e confecção) e Bobines de Papel.

Para as diferentes tipologias de edifícios de armazenagem estudadas e descritas no presente trabalho, foram estudadas as características de construção e compartimentação das instalações, instalação dos meios de combate a incêndios específicos e suas características, a organização de estrutura de segurança, salvamento das mercadorias até à definição de alturas máximas de armazenagem e largura mínimas dos corredores de evacuação, como também as vantagens/desvantagens de colocação de sistema de controlo de fumo e sistema automáticos de extinção de incêndios (*sprinklers*).

Abordou-se diversas configurações de armazenagem para as diferentes tipologias de mercadorias, onde se conclui que a especificidade existente para este tipo de edifícios e mercadorias deve ser regida por procedimentos e sistemas de segurança contra incêndios específicos, não devendo ser tratados como edifícios "comuns"

Retratou-se a legislação nacional relativamente à segurança contra incêndio em edifícios de armazéns, onde se concluiu que a legislação em vigor trata de uma forma global os edifícios de armazéns, incluindo-os na Tipo XII – Industriais, Oficinas e Armazéns, não particularizando a segurança contra incêndio por tipo de mercadoria, tipo de armazém e tipologia de armazenagem.

Foram analisados vários acidentes em edifícios de armazenagem, onde se conclui que o desconhecimento em regras de segurança, a inexistência de procedimentos de segurança, a inexistência de formação em como actuar em caso de emergência e o mau funcionamento dos meios de combate a incêndio, originou acidentes/incêndios com impacto graves ao nível social, económico e ambiental

No sentido de melhorar segurança contra incêndio em edifícios de armazéns, os procedimentos descritos neste trabalho poderão ser transpostos para Nota Técnica de Segurança Contra Incêndios em alguns sectores específicos, da indústria em Portugal - pois tem por base procedimentos/directrizes emitidas por associações internacionais e estudos de companhias de seguro com elevada experiência no estudo de segurança contra incêndios em armazéns.

Só em 2009, os edifícios de armazéns começaram a ter exigências ao nível de segurança contra incêndio.

Sendo a prevenção a forma proactiva mais recomendável, a formação aos projectistas de segurança contra incêndios deverá abranger a temática específica da segurança contra incêndio em armazéns devido às suas características e particularidades, devendo em todo caso, ser definido por entidade nacional responsável, as regras e procedimentos a seguir.

Dever-se-á na revisão dos regulamentos sobre segurança em armazéns em Portugal equacionar a identificação dos armazéns de um a forma distinta das indústrias e oficinas, como actualmente se encontra, existindo procedimentos de segurança contra incêndio específicos.

Propostas de trabalho futuro

O trabalho realizado nesta tese de mestrado tornou evidente a necessidade de desenvolvimento de novos estudos em segurança e em segurança contra incêndios para os edifícios de armazenagem.

Um desses estudos, poderá passar por um levantamento das condições de armazenagem e de meios de segurança implementados nos edifícios de armazéns já existentes em Portugal. Este estudo ganha ainda mais importância, pela ausência de dados e informação sobre as causas e origens dos incêndios em Portugal neste tipo de edifício.

Um outro estudo, que poderá ser realizado para compreender melhor a segurança e a segurança contra incêndio nos armazéns, será um levantamento dos incêndios ocorridos neste tipo de edifícios em Portugal e qual a origem dos mesmos.

Para finalizar, poderá ser realizado um estudo para a realização de uma nota técnica específica em segurança contra incêndio exclusivamente para os edifícios de armazém, devido às especificidades inerentes a este tipo de edifícios e mercadorias que estes recebem.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

Cote. Arthur E., Linville, Jim 1991- *Fire Protection Handbook – Seventeenth Edition*

Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro. Regulamento Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RJSCIE).

Fire Safety An employer's Guide – HSE Books

Fundacion Mafre Estudios (1997). “Manual de Seguridad contra Incendios”. Madrid, Fundación MAPRE.

Fundacion Mafre Estudios. “Instituto de Seguridad Integral” – ITSEMAP FUEGO

Gottuck, D., Dinaburg, J (2012) - *Fire Detection in Warehouses Facilities – Final Phase I Report*

NFPA 1(*Edition 2012*) – *Fire Code*

NFPA 30 (*Edition 2008*) – *Flamable and Combustible Liquids Code,*

NFPA 230 (*Edition 2003*) – *Standard for The Fire Protection of Storage,*

NFPA 231 C (*Edition 1998*) – *Standard for Rack Storage of Materials,*

NFPA 231 D (*Edition 1998*) – *Standard for Storage of Rubber Tires e ,*

NFPA 231 E (*Edition 1996*) – *Recomended Practice for the Storage of Baled Cotton*

NFPA 231 F (*Edition 1996*) – *Standard for the Storage of Roll Paper*

Januário, Fátima., 2008, *Segurança Contra Incêndio em Instalações Industriais e de Armazenamento* Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia e Tecnologia da Universidade de Coimbra., Coimbra

Portaria nº 1532/2008, de 29 de Dezembro. Regulamento Técnico de segurança Contra Incêndio em Edifícios, (RTSCIE).

Swartz, George 1999 – *Warehouse Safety –A practical Guide to Preventing Warehouse Incidents and Injuries*

Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais - Portaria n.º 53/71

TEWARSON, A. *Experimental Evaluation of Flammability Parameters of Polymeric Materials. Flame Retardant Polymeric Materials. Vol 3. Plenum Press. 1982.*

U.S. Fire Administration/Technical Report Series - USFA-TR-003/March 1987 (Homeland Security)

U.S. Fire Administration/Technical Report Series - USFA-TR-009/May 1987 (Homeland Security)

Zalosh, Robert G – *Industrial Fire Protection Engineering. Center for Firesafety Studies, Worcester PolytechnicInstitute,MA, USA.2003*

Incêndio num armazém de produtos acabados – Publicação AGF – SPOT n.º 56 de 2002 (Allianz)