



Isabel Maria de Freitas Abreu dos Santos

Licenciada em Engenharia do Ambiente

**Prevenção de Acidentes Graves -
Análise da Situação e Desenvolvimento
de Uma Metodologia de Análise e
Avaliação de Risco (Vol.1/2)**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
do Ambiente – Gestão de Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Doutora Lia Teles de Vasconcelos,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria da Graça Madeira Martinho
Arguente(s): Prof. Doutor José Manuel Palma-Oliveira



Fevereiro 2010

Prevenção de Acidentes Graves - Análise da Situação e Desenvolvimento de Uma Metodologia de Análise e Avaliação de Risco (Vol. 1/2)

Copyright © Isabel Maria de Freitas Abreu dos Santos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A todos quanto contribuíram para o ser humano em evolução que sou, entrego os meus agradecimentos.

À Professora Lia Vasconcelos pelo apoio, suporte e orientação na elaboração do presente trabalho.

Aos meus amigos pela presença e força geradora de motivação.

À minha família pelo apoio, conforto e solidariedade. À minha Mãe pela presença e apoio constante, força e energia ao longo de meses de trabalho.

Aos meus filhos, fontes de vida, Ana, Francisco, Pedro, Filipe e Leonor pela magia que só as crianças sabem oferecer sem medida nem fim.

Resumo

A história encontra-se repleta de acidentes industriais graves nas mais variadas localizações do planeta, associados à presença de estabelecimentos contendo substâncias perigosas e à presença de populações e áreas ambientalmente sensíveis na sua vizinhança.

Existem cerca de 163 estabelecimentos abrangidos pela legislação de Prevenção de Acidentes Graves (PAG), que envolvam substâncias perigosas em Portugal continental.

A prática da implementação desta legislação tem demonstrado uma aplicação de metodologias e pressupostos diferenciados, traduzindo um vazio de orientação metodológica, que permita aos operadores e às autoridades competentes, com confiança, proceder a uma efetiva gestão de risco no território.

Propõe-se com a presente tese de mestrado uma análise da situação no país referente à legislação de PAG e o estabelecimento de uma proposta metodológica, ferramenta de apoio à fixação de distâncias de segurança entre estabelecimentos com grau de risco e zonas vulneráveis a esse risco, que permitam salvaguardar as consequências nefastas para o homem e o ambiente.

Para tal procedeu-se a uma análise comparativa de dezassete estabelecimentos NSP quanto às metodologias adotadas e resultados obtidos referentes aos riscos e consequências. Procedeu-se à investigação do estado da arte e boas práticas em dois países: Holanda e Reino Unido.

O estudo permitiu concluir que é importante dotar o país de uma política de ordenamento do território que inclua ferramentas de apoio à prevenção, controlo e gestão do risco. Que é fundamental a implementação de metodologias harmonizadas permitindo comparabilidade entre estabelecimentos e possibilitando uma efetiva gestão de risco, envolvendo o universo de todas as partes interessadas numa cultura coerente de transparência e confiança.

Palavras-chave: prevenção de acidentes graves, seveso, análise e avaliação de risco, distâncias de segurança

Abstract

History is full of major accidents occurring all over the world, associated with the presence of dangerous substances in various industrial establishments and the presence of workers, citizens and environmental sensitive areas in the surroundings.

There are about 163 industrial establishments covered by the legislation on Prevention on Major Accidents involving dangerous substances in Portugal mainland.

The practice of implementing legislation on Prevention on Major Accidents (Seveso Directive) has shown an application on methodologies and different assumptions, translating an empty methodological guidance that allows operators and competent authorities, with confidence, to make an effective risk management.

It is proposed with this master thesis, an analysis of the situation in the country on the Prevention on Major Accidents legislation, and the establishment of a proposed methodology oriented to the reality and need for competent authorities, at a local and national level, in order to constitute itself as a tool to support the constitution of safety distances between establishments with degree of risk and vulnerable areas to this risk, that allow safeguarding their adverse effects on man and environment.

To this end, a comparative analysis of seventeen upper tier establishments was made regarding the adopted methodologies and obtained results regarding risks and consequence analysis. Research on the state-of-the-art and best available practices was carried out in two countries: the Netherlands and the United Kingdom.

The study has concluded that is important to provide the country with a policy of planning that includes tools to support the prevention, control and management of risk. That it is fundamental implementing practices to promote dialogue and exchange of information, between the various institutions with responsibilities for decision making, related to new establishments/ change of existents, within countries, and among different countries of the European area to promote an effective risk management, evolving the universe of all stakeholders in a coherent culture of transparency and trust.

Keywords: prevention of major accidents, seveso, risk analysis and assessment, safety distances

Lista de Siglas

AEGL: *Acute Exposure Guideline Level*; níveis de toxicidade, valores publicados pela *U.S. Environmental Protection Agency (EPA)*

AIG: Acidente Industrial Grave

ALARA: *As Low As Reasonably Achievable*

ALARP: *As Low As Reasonably Possible*

APA: Agência Portuguesa do Ambiente

ANPC: Autoridade Nacional de Proteção Civil

BLEVE: *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*

ERPG: *Emergency Response Planning Guideline*; valores publicados pela *American Industrial Hygiene Association (AIHA)*.

EEA: *European Environmental Agency*

GERA: Gabinete de Emergências e Riscos Ambientais.

HAZOP: *Hazard and Operability Studies*

HSE: *Health and Safety Executive*

IGAOT: Inspeção-geral do Ambiente e do Ordenamento do Território

ISO: *International Organization for Standardization*

LII: Limite Inferior de Inflamabilidade

NIP: Nível inferior de perigosidade

NSP: Nível superior de perigosidade

PAG: Prevenção de Acidentes Graves

PEE: Plano de Emergência Externo

PEI: Plano de Emergência Interno

PPAG: Política de Prevenção de Acidentes Graves

SIG: Sistemas de informação geográfica

SMPC: Serviço Municipal de Proteção Civil

TEEL: *Temporary Emergency Exposure Limit*; valores desenvolvidos por SCAPA

VCE: *Vapor Cloud Explosion* (explosão da nuvem de vapor)

UN/ISDR: *United Nations/ Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction*.

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	v
Lista de Siglas	vii
Índice	ix
Índice de Figuras	xi
Índice de Quadros	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Problemática	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Organização da Dissertação	2
2. Revisão da Literatura	5
2.1 Fundamento da Necessidade da Legislação	5
2.2 Enquadramento Legal Internacional.....	11
2.3 Enquadramento Legal Nacional	12
2.4 Conceitos Chave.....	23
2.5 Metodologias de Análise e Avaliação de Risco	27
2.6 Distâncias de Segurança	34
2.7 Ordenamento do Território	34
2.8 Cartas de Risco	36
2.9 Análise de Práticas de Avaliação de Risco, Risco Tolerável e Planeamento e Ordenamento do Território	37
2.10 Riscos Cumulativos.....	44
2.11 Autoridades Competentes	45
2.12 Divulgação de Informação.....	47
2.13 Processo de Decisão	50
2.14 Aspectos Dominantes Identificados	54
3. Metodologia	59
3.1 Desafios da investigação	59
3.2 Síntese Metodológica.....	59
3.3 Recolha de dados	61
4. Estabelecimentos Seveso	65
4.1 Localização no território Continental	65
4.2 Coexistência com locais sensíveis	70
4.2 Estabelecimentos Seveso em análise	76
5. Análise e Discussão dos Resultados	79
5.1 Localização dos estabelecimentos.....	79
5.2 Metodologias de análise e avaliação de riscos.....	81
5.3 Análise de conteúdo – Relatórios de Segurança	88
5.4 Análise sumária	92
6. Modelo Conceptual - Proposta de Metodologia.....	95
7. Conclusões	107
Referências Bibliográficas	115
Glossário	121
Anexos (Vol. 2/2)	

Índice de Figuras

Figura 1 - Os acidentes graves ocorridos originaram novas regulamentações.....	11
Figura 2 - Avaliação de Compatibilidade de Localização	16
Figura 3 – Ciclo de Gestão do Sistema de Gestão da Segurança para a Prevenção de Acidentes Graves	19
Figura 4 – Procedimento para Aplicação de Avaliação de Risco	30
Figura 5 – Análise e Avaliação de Risco	32
Figura 6 - Critério Individual de Risco	41
Figura 7 - Critério social de Risco	41
Figura 8 – Localização de Estabelecimentos Seveso por Distrito, no Território Continental	67
Figura 9 – Estabelecimentos NSP; distribuição por Distrito.....	68
Figura 10 – Distribuição de Estabelecimentos NSP nos distritos mais representativos	69
Figura 11 – Estabelecimentos NIP; distribuição por Distrito	70
Figura 12 – Rede Nacional de Áreas Protegidas	73
Figura 13 – Riscos em Portugal Continental	74
Figura 14 – Sistema Urbano em Portugal Continental	75
Figura 15 – Carta de Intensidade Sísmica	75
Figura 16 – Distâncias de Segurança	93
Figura 17 – Análise e Avaliação de Riscos	97
Figura 18 - Análise e Avaliação de Risco - Ferramenta de Apoio à Decisão	105
Figura 19 - Análise, Avaliação e Gestão de Risco.	106
Figura 20 - Prevenção de Acidentes Graves que Envolvam Substâncias Perigosas	109

Índice de Quadros

Quadro 1 - Acontecimentos Industriais Graves e Suas Consequências (desde 1959) ..	6
Quadro 2 - Diferenças relativas à avaliação de risco no Reino Unido e na Holanda ...	38
Quadro 3 – Metodologia de Avaliação de Risco e definição de Risco Tolerável na Holanda	39
Quadro 4 – Metodologia de Avaliação de Risco e definição de Risco no Reino Unido	40
Quadro 5 – Critérios de Tolerabilidade de Risco na Holanda.....	42
Quadro 6 – A política HSE no Reino Unido.....	43
Quadro 7 – Exemplos de Cenários de Referência em França	44
Quadro 8 - Calendário de Obrigações de Autoridades Competentes e Envolvidas na Operação, Gestão e Licenciamento de PAG de estabelecimentos de NSP	47
Quadro 9 – Estabelecimentos Seveso em Portugal Continental	66
Quadro 10 – Localização dos Estabelecimentos Estudados e Legislação de Enquadramento	81
Quadro 11 – Ferramentas de Software Utilizado Para Análise e Avaliação de Riscos e Consequências por Estabelecimento e Empresa Consultora.....	83
Quadro 12 – Requisitos da Autoridade Competente	84
Quadro 13 - Valores de Sobrepressão e Respetivas Consequências	86
Quadro 14 - Valores de Radiação Térmica e Respetivas Consequências.....	86
Quadro 15 – Índices de Toxicidade.....	87
Quadro 16 – Análise de Conteúdos nos Estabelecimentos Estudados	88
Quadro 17 - Avaliação de Consequências (exemplos referidos com maior gravidade, retirados dos estudos analisados).....	91
Quadro 18 - Níveis de Probabilidade	100
Quadro 19 – Categorias de Severidade	101
Quadro 20 – Matriz de Risco	102
Quadro 21 – Classificação de Risco	102

1. Introdução

*“I am telling you what I have discovered.
Knowledge can be communicated, but not wisdom.
One can find it, but one cannot communicate and teach it”
(Siddhartha, Herman Hesse)*

1.1 Problemática

A história encontra-se repleta de acidentes industriais graves nas mais variadas localizações do planeta, associados à presença de unidades contendo substâncias perigosas e de populações de trabalhadores, cidadãos e áreas ambientalmente sensíveis na sua vizinhança. Inúmeros acidentes têm ocorrido com consequências variáveis, graves e de efeitos a imediato, médio e longo prazos na saúde humana e no ambiente natural e edificado.

Em Portugal existem cerca de 163 estabelecimentos abrangidos pela legislação de Prevenção de Acidentes Graves (Diretiva Seveso) que envolvam substâncias perigosas, dos quais 58 são Nível Superior de Perigosidade e 105 são Nível Inferior de Perigosidade (APA, 2009).

O enquadramento legal é dado pelo Decreto-Lei nº 254/2007, de 12 de Julho, que estabelece o regime de prevenção de acidentes graves (PAG) que envolvam substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente, onde se inclui a necessidade de uma “identificação e avaliação de riscos de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas”.

Considerando que a proximidade e coexistência de determinados projetos e estabelecimentos onde se encontrem quantitativos significativos de substâncias perigosas com “zonas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público e zonas ambientalmente sensíveis [pode] constituir um risco agravado” (Decreto-Lei nº 254/2007), sendo necessária regulamentação, a legislação contempla que sejam fixadas distâncias de segurança. Estas distâncias até à data não foram definidas.

A prática da implementação da legislação de Prevenção de Acidentes Graves no nosso País tem demonstrado uma definição de conceitos, aplicação de metodologias e pressupostos diferenciados, traduzindo um vazio de orientação metodológica, que permita aos operadores e às autoridades competentes, com confiança, proceder a um desenvolvimento e avaliação adequada dos estudos e projetos abrangidos pela regulamentação em vigor. Esta proliferação de conceitos e metodologias impede ainda a comparabilidade de estudos entre si, tornando a tarefa e obrigatoriedade de implementação de distâncias de segurança, e conseqüente prática de salvaguarda de ordenamento do

território, ainda inexistente, bem como dificultando as ações de preparação da resposta à emergência por parte das autoridades competentes.

1.2 Objetivos

Propõe-se com a presente dissertação de mestrado uma análise da situação no país referente à implementação e cumprimento da legislação de PAG e o estabelecimento de um modelo conceptual de proposta metodológica orientada à realidade e necessidade das autoridades competentes, de nível nacional e local, de forma a se constituir como uma ferramenta de apoio à fixação de distâncias de segurança entre estabelecimentos com grau de risco e zonas vulneráveis a esse risco, que permitam salvaguardar as consequências nefastas para o homem e o ambiente.

A presente dissertação pretende ainda dar resposta a três situações: uma pergunta, uma preocupação e uma intenção.

Uma pergunta?

Como garantir que a informação e pesquisa efetuada ao longo deste estudo sejam transformadas em aprendizagem eficaz, escrita adequada e transmissão de conhecimento?

Uma preocupação:

Trabalhar este estudo de modo a poder ser útil, objetivo, utilizável, implementável. De fácil leitura e perceção.

Uma intenção:

Contribuir para o conhecimento e a transformação da sociedade no seguimento de um caminho claro, transparente, mais seguro e confiável. Pretende ainda transmitir uma ética de responsabilidade, partilha, confiança, solidariedade e compromisso entre as partes envolvidas, na certeza de que há só uma terra e um só mundo, de que somos somente utilizadores do sistema e que somos todos, empresários, decisores e sociedade civil, titulares de uma responsabilidade partilhada para com as gerações futuras.

1.3 Organização da Dissertação

A estrutura da presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. O primeiro capítulo refere a introdução e definição do problema seguida dos objetivos e organização da dissertação.

O capítulo 2, revisão da literatura pesquisada, expõe a necessidade de legislação, descreve o enquadramento legal nacional e internacional, identifica o estado da arte relativamente a conceitos chave e práticas de análise, avaliação, gestão e governança de risco referindo a situação em vigor e boas práticas em diversos países.

No capítulo 3 descreve-se a metodologia de investigação concebida para o desenvolvimento do presente estudo, seguida do capítulo 4, onde se procede à análise de relatórios de segurança consultados e a um estudo e caracterização da situação no território continental, enquadrando as várias tipologias de risco e ordenamento do território. Segue-se a análise e discussão dos resultados no capítulo 5.

O capítulo 6 apresenta a conceptualização de uma proposta metodológica de avaliação e análise de risco de modo a poder conferir uma homogeneidade de desenvolvimento de estudos e conseqüente definição de distâncias de segurança como ferramenta de ordenamento do território em matéria de gestão de risco. O documento finaliza com o capítulo 6, de conclusões acerca do estudo efetuado.

2. Revisão da Literatura

“While many people are aware of the terrible impact of disasters throughout the world, few realize that this is a problem that we can do something about. Disasters are a problem that we can and must reduce. I commend this (...) to all involved in the effort to build resilient communities and nations in our hazard-filled planet.”
(Kofi A. Annan, UN Secretary-General)

O âmbito do presente capítulo é o de proceder a uma revisão sistemática de literatura científica, publicada, preferencialmente, nos últimos cinco anos, procurando o estado da arte com o objetivo de permitir subsequentemente, construção de conhecimento que permita a conceção de um modelo / metodologia orientadora para a elaboração de Relatórios de Segurança de estabelecimentos Seveso, nomeadamente no capítulo de elaboração de análise e avaliação de risco. Não será o desenvolvimento detalhado destas metodologias e do seu fundamento científico, que embora importante, sai fora do âmbito do presente estudo. Inicia-se com o fundamento e origem da necessidade da legislação em vigor, definições utilizadas e descrição generalizada de metodologias existentes baseadas no enquadramento nacional e internacional.

2.1 Fundamento da Necessidade da Legislação

Na sequência de acidentes graves industriais ocorridos no mundo, surgiu a necessidade de serem criadas peças legais, com o objetivo de se limitarem as suas consequências que, por vezes, deixaram marcas brutais na memória da história da humanidade.

A história encontra-se repleta de acidentes industriais graves nas mais variadas localizações do planeta, associados à presença de unidades contendo substâncias perigosas e à presença de populações de trabalhadores, cidadãos e áreas ambientalmente sensíveis na sua vizinhança. Inúmeros acidentes têm ocorrido com consequências variáveis, graves e de efeitos a imediato, médio e longo prazos na saúde humana e no ambiente natural e edificado. No Quadro 1, apresentam-se alguns destes acidentes. O quadro lista acidentes graves ocorridos nos últimos 50 anos, o tipo de evento, consequências para o homem, ecossistemas e património. Assinala ainda eventos marcantes que originaram a introdução de legislação.

Quadro 1 - Acontecimentos Industriais Graves e Suas Consequências (desde 1959)

Ano	Local	Acontecimento	Consequências
1959	Minamata/ Niigata / Japão	Descarga de mercúrio no Ecossistema aquático	400 mortes 2 000 feridos
1973	Fort Wayne USA	Acidente ferroviário envolvendo Cloreto de Vinilo (vinyl chloride)	4 500 evacuados
1974	Flixborough Works of Nypro Limited Flixborough / UK	Libertação de ciclohexano, com explosão e incêndio ⁽³⁾ Causa do acidente: rutura de uma tubagem provisória que garantia a saída de ciclohexano ⁽²⁾ Ciclohexano formou nuvem de vapor, misturou c/ o ar e explodiu violentamente ⁽²⁾	28 mortos ⁽²⁾ 104 feridos (36 feridos graves ⁽²⁾) 3 000 evacuados destruição quase completa das instalações da indústria ⁽²⁾ COMAH ⁽³⁾⁽⁴⁾ 1984
1976	Seveso ⁽²⁾ ICMESA Itália	Fuga de dioxina Falha de processo na zona de produção de triclorofenol; reação exotérmica incontrolável ⁽²⁾ A válvula de segurança do reator disparou sendo o conteúdo disperso pelo vento numa área considerável ⁽²⁾ ; A fração que vaporizou por expansão ultrapassou os limites do complexo fabril, atingiu uma zona densamente povoada por cerca de 1800 hectares ⁽²⁾ 10 anos após o acidente era ainda mensurável a contaminação do solo c/ dioxinas	193 feridos ⁽²⁾ 730 evacuados ⁽²⁾ ; pessoas e animais gravemente afetados; lesões de pele devido ao cloro ⁽²⁾ Início da Diretiva Seveso ⁽³⁾
1976	Manfredonia ⁽²⁾ Itália	Libertação num complexo petroquímico de ⁽²⁾ : 10 toneladas de trióxido de arsénio 18 toneladas de trióxido de potássio e 60 toneladas de água, devido a fuga numa torre de arrefecimento de amónia contaminação de águas marítimas adjacentes e de peixes com níveis anormais de contaminação por arsénio; numa área de 15 km ² contaminação de olivais e amendoeiras; concentrações de arsénio no solo atingiu valores de 2 000 mg/m ² e de mais de 200 mg/m ² nas imediações ⁽²⁾	1 000 evacuados ⁽²⁾ muitos animais envenenados por arsénio ⁽²⁾
1978	Xilatopec México	Explosão de gás num acidente ferroviário	100 mortos 150 feridos
1978	Manfredonia Itália	Libertação de amónia de uma unidade industrial	10 000 evacuados
1979	Three Mile Island / USA	Acidente em reator nuclear	200 000 evacuados
1979	Novosibirsk/USSR	Acidente numa indústria química	300 mortos

Quadro 1 – Acontecimentos Industriais Graves e suas Consequências (desde 1959) (Cont.)

Ano	Local	Acontecimento	Consequências
1978	Los Alfaques Espanha	Libertação de propileno liquefeito num acidente de transporte; A cisterna sob pressão atrelada a 1 auto-tanque explodiu, desintegrou-se em 3 partes, dispersou-se pelo terreno adjacente ⁽²⁾ ; A cisterna c/ carga máx. de 19 toneladas (ton) continha 23 ton de propileno liquefeito; não tinha válvula p/ controlo de pressão; A explosão atingiu 1 parque de campismo nas imediações ⁽²⁾ Nota: é o acidente rodoviário, envolvendo mercadorias perigosas mais grave de que há registo ⁽²⁾	217 mortos ⁽²⁾ 200 feridos (67 graves ⁽²⁾) destruição de vários edifícios e viaturas estacionadas
1979	Mississauga Canadá	Libertação de Cloro e Butano num acidente ferroviário	200 000 evacuados
1980	Sommerville USA	Fuga de Tricloreto de Fósforo devido a acidente ferroviário	300 feridos 4 500 evacuados
1980	Barking USA	Fuga de Cianeto de Sódio num fogo de indústria	12 feridos 3 500 evacuados
1981	Tacoa Venezuela	Explosão de fuel (petróleo)	145 mortos 1 000 evacuados
1982	Taft / USA	Envolvimento de acroleína em explosão	17 000 evacuados
1984	S. Paulo Brasil	Explosão em oleoduto, com fuga de petróleo	508 mortos
1984	St. J. Ixhuatepec México	Fuga de gás devido a explosão de tanque	452 mortos 4 248 feridos 300 000 evacuados
1984	Bhopal Índia	Fuga de metil isocianato numa indústria de pesticidas	3 300 mortos cerca de 20 000 feridos 200 000 evacuados USA – <u>Emergency Planning & Community Right to know Act-</u> CMA CAER Program ⁽³⁾⁽⁵⁾
1986	Chernobyl USSR	Acidente em reator nuclear Dispersão sobre grande parte da Europa ⁽¹⁾	mais de 25 mortos mais de 300 feridos 90 000 evacuados
1986	Sandoz ⁽²⁾ Basileia Suíça	Incêndio num armazém de produtos agroquímicos ⁽²⁾ Das operações de combate ao incêndio resultaram águas contaminadas descarregadas no Rio Reno 150 kg de mercúrio; 30 ton de subst. perigosas, pesticidas organoclorados e compostos de flúor ⁽²⁾ A cidade de Basileia foi coberta por 1 nuvem de mercaptanos; Rio Reno deixou de ter vida ao longo de 40 km; ⁽²⁾	Rio Reno seriamente poluído com cerca de 30 toneladas de pesticidas Morte de cerca de 500 000 peixes <u>Alterações à Dir. Seveso</u> ⁽³⁾

Quadro 1 – Acontecimentos Industriais Graves e Suas Consequências (desde 1959) (Cont.)

Ano	Local	Acontecimento	Consequências
1987	Kortka Finlândia	Derramamento de monoclorobenzeno em zona portuária	Poluição do mar
1988	Auzouer-en-Touraine ⁽²⁾ França	Explosão e incêndio numa fábrica de produtos químicos ⁽²⁾ Contaminação dos rios Brenne e Loire com vários produtos tóxicos, e.g., arsénio, fenóis e cianetos; ⁽²⁾ Contaminação ao longo e 50 km do Rio Loire ⁽²⁾	Contaminação dos rios Brenne e Loire ⁽²⁾ afetação do abastecimento de água a mais de 200 000 habitantes ⁽²⁾
1989	Exxon Valdez Alaska USA	Acidente num petroleiro Descarga de 40 milhões de litros de crude	Poluição da zona costeira
2000	Enschede Holanda	Explosão e incêndio ⁽⁴⁾ Fábrica de fogo de artifício	22 mortes, cerca de 1000 feridos ⁽⁴⁾ > 450 milhões € prejuízo 350 habitações e indústrias destruídas ⁽⁴⁾ Área de 40 ha destruída <u>Alterações na Dir. Seveso</u> ⁽⁴⁾
2001	Toulouse França	Explosão de Nitrato amónia ⁽²⁾ rebetamento de janelas num raio de 3 km; formação de cratera com 50m de diâmetro e 10 m de profundidade rede telefónica destruída num raio de 100 km ⁽²⁾	31 pessoas morreram 2442 pessoas ficaram feridas ⁽²⁾ 600 habitações destruídas ⁽⁴⁾ 2 escolas demolidas ⁽⁴⁾ <u>Alterações na Dir. Seveso</u> ⁽⁴⁾

Fonte: (UNEP, 1992), ⁽²⁾ (Braga, 1999), ⁽³⁾ (OECD, 2004), ⁽⁴⁾ (COMAH, 2009)

⁽¹⁾ dados recentes revelam que aproximadamente 650 000 pessoas participaram em operações de limpeza após o acidente, e que essas pessoas, denominadas "liquidadores" (*liquidators*), foram expostas a níveis muito elevados de radiação. De acordo com várias estimativas, entre 5 000 e 10 000, morreram devido a doenças induzidas por radiações.

De uma forma geral, e de acordo com a Convenção 174 da OIT (Organização Internacional do Trabalho), as principais causas dos acidentes industriais são as seguintes:

- Concentrações de substâncias perigosas desconhecidas e sem estudos de análise de riscos
- Procedimentos de manutenção não executados e pessoal insuficiente
- Deficiente formação e treino de trabalhadores
- Planos de emergência inexistentes ou inadequados
- População vizinha às instalações e autoridades desconheciam substâncias perigosas

- Falta de sistema de registo, estatísticas, informações
- Deficiente infraestrutura legal e institucional, falta de recursos (humanos, materiais, etc.
- Intensa e descontrolada urbanização (uso do solo)

Sendo as principais consequências de acidentes graves, de acordo com esta organização, as seguintes:

- Perda de vidas humanas
- Lesões ou mutilações
- Impactes ambientais
- Danos na saúde humana
- Prejuízos económicos
- Efeitos psicológicos na população
- Comprometimento da imagem da indústria e do governo

As Principais medidas de Prevenção apontadas pela mesma instituição:

- Identificar as grandes instalações
- Avaliar os riscos
- Adoção de medidas de controlo (planos de emergência)
- Formação e treino de colaboradores
- Atenuação e redução das consequências do impacto - *mitigation*

De acordo com o Quadro 1 -, o primeiro acidente importante ocorrido na Europa deu origem à primeira regulamentação europeia na área da prevenção de risco, a Diretiva Seveso, adotada em 1982, Diretiva 82/501/EEC, de 5 de Agosto de 1982 (denominada Seveso I). O principal objetivo desta legislação foi o de aumentar a segurança de instalações industriais, planeamento de emergências; requisito de informação ao público acerca de acidentes industriais; introduzindo pela primeira vez na legislação comunitária a necessidade de informação que levou mais tarde ao direito à informação.

O acidente “Seveso” ocorreu em 1976, num indústria de fabrico de pesticidas e herbicidas na cidade de Seveso em Itália (DGEEnvironment, 2009). Este acidente foi originado pela libertação de um densa nuvem de vapor contendo uma substância denominada tetraclorodibenzoparadioxina (TCDD).

O TCDD foi libertado a partir de um reator utilizado para a produção de triclorofenol. O TCDD, herbicida, também denominado “agente laranja”, é normalmente designado por dioxina, substancia química perigosa considerada cancerígena. A empresa funcionou durante 30 anos antes do acidente ocorrer. A unidade tinha 156 trabalhadores que

receberam o impacto do acidente, bem com, 37 mil residentes na região envolvente (cerca de 200 mil pessoas foram afetadas, de acordo com o Instituto de Salud Carlos III, 2009).

Embora não tivessem sido reportadas mortes imediatas, a libertação de cerca de três toneladas de substâncias químicas contendo, entre elas, TCDD, obrigou à evacuação de cerca de 600 pessoas e mais de 2000 receberam tratamento imediato por toxicidade à dioxina. A curto prazo surgiram problemas severos de saúde nas pessoas expostas, e milhares de animais morreram nos meses seguintes (DGEEnvironment, 2009). O Vaticano permitiu mais de duas mil interrupções de gravidez devido ao perigo de mal formações nos fetos (Frances D'Souza, 1982).

Na sequência de acidentes graves que ocorreram após o evento em Seveso, a primeira Diretiva Seveso foi alterada duas vezes, em 1987 pela Diretiva 87/216/EEC de 19 de Março de 1987 e em 1988 pela Diretiva 88/610/EEC de 24 de Novembro de 1988. A necessidade destas alterações regulamentares baseou-se nos acidentes que ocorreram em Bhopal, na Índia, em 1984, onde numa unidade de produção de pesticidas, uma fuga da substância metil-isocianato causou a morte a mais de 2500 pessoas, e, em Basel, na Suíça, em 1986, em que a ocorrência de um incêndio num armazém de produtos agroquímicos, as águas de combate a incêndio contaminadas com mercúrio, pesticidas organofosfatados e outras substâncias químicas, causaram uma poluição extensa no rio Reno, causando a morte de mais de meio milhão de peixes. Ambas as alterações legais pretenderam alargar o âmbito da diretiva com a inclusão da situação de armazenamento de substâncias perigosas.

Em 9 de Dezembro de 1996, foi adotada a Diretiva Seveso II direccionada ao controlo de acidentes graves, Diretiva 96/82/EC, de 9 de Dezembro, substituindo na totalidade a original Diretiva Seveso I. Na sequência de acidentes industriais mais recentes, nomeadamente em Toulouse, Baía Maré e Enschede, e da evolução de estudos acerca de substâncias perigosas, cancerígenos e seus efeitos no ambiente, a Diretiva Seveso 96/82/EC foi atualizada pela Diretiva 2003/105/EC do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2003 (DGEEnvironment, 2009). O principal objetivo foi o de estender o âmbito da legislação a riscos decorrentes das atividades de armazenamento e processamento no sector mineiro, a partir de substâncias pirotécnicas e explosivas e do armazenamento de nitrato de amónio e de adubos à base de nitrato de amónio. Adicionalmente, veio reforçar o papel do público, nomeadamente no referente à necessidade de a informação se encontrar disponível e atualizada.

De uma forma geral, a ocorrência de acidentes industriais graves tem originado a necessidade de se implementarem regulamentações em todo o mundo, e em especial, no espaço europeu. Alguns acidentes, pelas suas catastróficas consequências, tornaram-se símbolos marcantes nas memórias das populações, sendo os motivadores principais da legislação em matéria de prevenção de acidentes graves. É o caso, por exemplo, dos

acidentes de Seveso, Bhopal e Chernobyl que, como afirma Alberto Ricchiuti, Diretor da Divisão de Risco da *Italian Agency for Environmental Protection and Technical Services (APAT)*, se tornaram “símbolos de riscos tecnológicos” (APAT, 2009).

2.2 Enquadramento Legal Internacional

As principais medidas regulamentares europeias, surgiram como consequência de acidentes industriais graves (Figura 1).

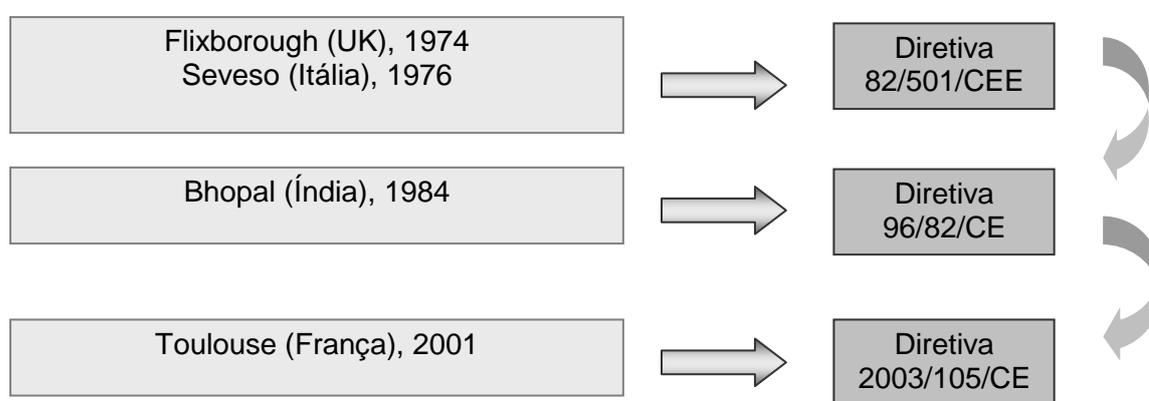


Figura 1 - Os acidentes graves ocorridos originaram novas regulamentações

A principal legislação europeia em matéria de prevenção de acidentes graves, iniciou-se em 1982 e evoluiu de acordo com as seguintes características:

- Em 1982, adoção da Diretiva do Conselho 82/501/EEC *on the major-accident hazards of certain industrial activities (OJ No L 230 of 5 August 1982)* – Diretiva Seveso. Principal característica: aumentar a segurança de instalações industriais, e proceder ao planeamento de emergências; apresenta um requisito de informação ao público acerca de acidentes industriais. Este documento introduziu pela primeira vez na legislação comunitária a necessidade de informação ao público evoluindo mais tarde para o direito à informação;
- Em 1996, adoção da Diretiva Seveso II (96/82/CE) (transposição para o direito interno nacional pelo Decreto-Lei 164/2001, 23 de Maio, revogado pelo Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

Principal característica: reforçar o papel do público e a necessidade de atualização regular e disponibilização da informação.

As Diretivas Seveso influenciaram também a legislação europeia noutras áreas de risco potencial como por exemplo, a segurança nuclear, a matéria relativa aos organismos geneticamente modificados (OGMs), a relativa à qualidade da água e à avaliação de impacte ambiental.

Em resumo, a legislação Seveso surge nas edições Seveso I (1982) e Seveso II (1996) sendo a última revisão datada de 2003. A legislação atual apresenta uma estrutura que envolve as obrigações e responsabilidades dos operadores, sistema de controlo e inspeção por parte das autoridades reguladoras, e informação e participação do público deixando cair o secretismo associado aos riscos químicos e evoluindo para uma política e cultura de transparência, deixando lugar à necessária construção de confiança.

2.3 Enquadramento Legal Nacional

O Decreto-Lei nº 254/2007, de 12 de Julho, estabelece atualmente o regime de prevenção de acidentes graves que envolvem substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente. Transpõe para o direito interno a Diretiva 2003/105/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, que altera a Diretiva 96/82/CE, do Conselho, de 9 de Dezembro, relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvam substâncias perigosas, com as alterações introduzidas pelo Regulamento (CE) 1882/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Setembro.

Esta legislação “estabelece um regime que visa preservar e proteger a qualidade do ambiente e a saúde humana, garantindo a prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das suas consequências através de medidas de ação preventiva” (art.º 1 do Decreto-Lei 254/2007).

Considera ainda que “a proximidade entre estabelecimentos perigosos e zonas residenciais constitui um risco agravado pelo que prevê a fixação de distâncias de segurança entre estabelecimentos considerados “Seveso” (classificados de acordo com este Decreto-Lei) e “as zonas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público e zonas ambientalmente sensíveis” a serem consideradas na “elaboração, revisão e alteração dos planos municipais de ordenamento do território” de modo a “garantir a prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das respetivas consequências” (preâmbulo do Decreto-Lei 254/2007).

O Decreto-Lei prevê ainda, que sejam estabelecidas “obrigações de cooperação e de intercâmbio de informação entre os estabelecimentos integrados em cada «grupo dominó»” (preâmbulo do Decreto-Lei 254/ 2007), com o objetivo de reduzir o risco do «efeito dominó», efeito que pode ocorrer em situações em que a proximidade de estabelecimentos Seveso sejam tais que possa “aumentar a probabilidade e possibilidade de ocorrência de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas ou agravar as suas consequências” (art.º 21 do Decreto-Lei 254/ 2007).

O acesso à informação, não confidencial, é garantido nesta legislação, através de “mecanismos de informação ativa” que, de acordo com o documento inclui a informação sobre medidas de autoproteção transmitidas à população. À Agência Portuguesa do Ambiente compete a divulgação do relatório de segurança, revisões do relatório, inventário de substâncias perigosas, “nomeadamente através da sua publicitação no seu sítio na Internet”. Esta situação ainda não se encontra em vigor. De referir que, de acordo com informação transmitida por este organismo, **nenhum estabelecimento solicitou confidencialidade** nos dados e informações entregues.

O Decreto-Lei 254/ 2007 define duas tipologias de estabelecimentos: estabelecimentos de nível inferior de perigosidade (NIP) e estabelecimentos de nível superior de perigosidade (NSP), distinguindo respetivamente, níveis de obrigatoriedade e de exigência de controlo distintos aos operadores destes estabelecimentos.

Atribui responsabilidade aos operadores, pedindo demonstração e evidências de medidas implementadas nos estabelecimentos dos quais são responsáveis explicitando que “cabe aos operadores abrangidos, através do cumprimento das obrigações que lhe são impostas, demonstrar que tomaram todas as medidas necessárias para evitar acidentes graves envolvendo substâncias perigosas e para limitar as suas consequências para o homem e o ambiente, evidenciando o nível de segurança do estabelecimento e a sua capacidade de resposta face a um eventual acidente.” (APA, 2009)

As substâncias abrangidas pelo diploma incluem matérias-primas, produtos, subprodutos, resíduos, produtos intermédios, que se possam produzir em caso de acidente. O diploma classifica as substâncias em categorias de diferentes designações, nomeadamente, muito tóxicas, tóxicas, comburentes, explosivas, inflamáveis, tóxicas para os organismos aquáticos.

São distintas as obrigações a que se encontram sujeitos os estabelecimentos consoante se tratam de NIP ou de NSP, sendo naturalmente maior a exigência e o rigor nos estabelecimentos de nível superior de perigosidade.

Assim, de uma forma sumária, as obrigações que são comuns a todos os estabelecimentos abrangidos pelo Decreto-Lei 254/ 2007, quer sejam NIP ou NSP, são as seguintes:

- Proceder a uma avaliação da compatibilidade de localização (artigo 5º)
- Apresentar Notificação à Autoridade competente (artigo 7º)
- Desenvolver uma Política de prevenção de acidentes graves (artigo 9º) (PPAG)
- Identificação pela autoridade competente se o estabelecimento se encontra numa zona de potencial efeito dominó¹, com a obrigatoriedade de proceder a intercâmbio de informação com estabelecimentos vizinhos (artigo 21º)
- Obrigações em caso de acidente grave: ação e comunicação (artigo 22º)

Para os estabelecimentos classificados como NSP as obrigações são as seguintes (art.º 10º a 20º do Decreto-Lei 254/ 2007):

- Apresentar um Relatório de Segurança (art.º 10º, 13º e 14º do Decreto-Lei 254/ 2007);
- Implementar um Sistema de Gestão de Segurança (SGSPAG);
- Realizar auditoria ao sistema de gestão de segurança (art.º 16º do Decreto-Lei 254/ 2007); é da responsabilidade do operador e é realizada por verificadores qualificados e com enquadramento legal próprio (Portaria n.º 966/2007, de 22 de Agosto); Obrigação de apresentar o relatório anual de auditoria relativa ao sistema de gestão de segurança do estabelecimento, até ao dia 31 de Março de cada ano.
- Desenvolver um Plano de Emergência Interno (PEI), incluindo elaboração, revisão e atualização (art.º 17º e 18º do Decreto-Lei 254/ 2007);
- Proceder a exercícios de simulação do PEI (art.º 18º do Decreto-Lei 254/ 2007);
- Fornecer elementos para a elaboração e atualização do Plano de Emergência Externo (PEE) (art.º 19º do Decreto-Lei 254/ 2007);
- No caso de se tratar de um estabelecimento abrangido pelo Efeito dominó, desenvolver os exercícios de simulação do Plano de Emergência Interno (PEI) em conjunto com os outros estabelecimentos (art.º 21º do Decreto-Lei 254/ 2007).

Procede-se de seguida a uma descrição de cada requisito apresentado anteriormente.

Avaliação de Compatibilidade de Localização

O objetivo da avaliação de compatibilidade de localização é o de garantir que sejam mantidas distâncias de segurança entre os estabelecimentos abrangidos pelo Decreto-Lei 254/2007 e os elementos vulneráveis. Nos termos da legislação o “procedimento de licenciamento ou autorização de instalação, alteração, modificação ou ampliação dos estabelecimentos abrangidos pelo presente Decreto-Lei (...) só pode iniciar-se após a

¹ Para estabelecimentos identificados pela APA (Agência Portuguesa do ambiente)

emissão de parecer da APA que ateste da compatibilidade da localização” (nº4 do art.º 5º do Decreto-Lei 254/2007). Na Figura 2, apresenta-se um esquema representativo da metodologia a que deve obedecer o pedido de licenciamento ou autorização da instalação, baseada e desenvolvida a partir do documento desenvolvido pela autoridade competente (APA/GERA, 2008b), “Formulário para avaliação da compatibilidade de localização”.

Após uma descrição do estabelecimento ou das suas alterações, a metodologia segue os seguintes cinco passos principais (Figura 2):

- Análise Preliminar de Perigos;
- Avaliação das Consequências de Acidentes Graves;
- Estimativa da Probabilidade de Ocorrência dos Acidentes;
- Definição de Fatores de Risco para cada Cenário;
- Conclusão sobre o Risco.

A avaliação da compatibilidade de localização permite à autoridade competente, APA, atestar a compatibilidade de localização do empreendimento, e assim desenvolver o procedimento de licenciamento ou autorização de instalação, alteração, modificação ou ampliação dos estabelecimentos. Tem como objetivo manter as distâncias adequadas entre estabelecimentos e os elementos que apresentam vulnerabilidade (art.º 5º do Decreto-Lei 254/2007). Esta avaliação, sempre que aplicável, é efetuada em sede de avaliação de impacte ambiental, onde o descritor “risco” deve desenvolver este procedimento.

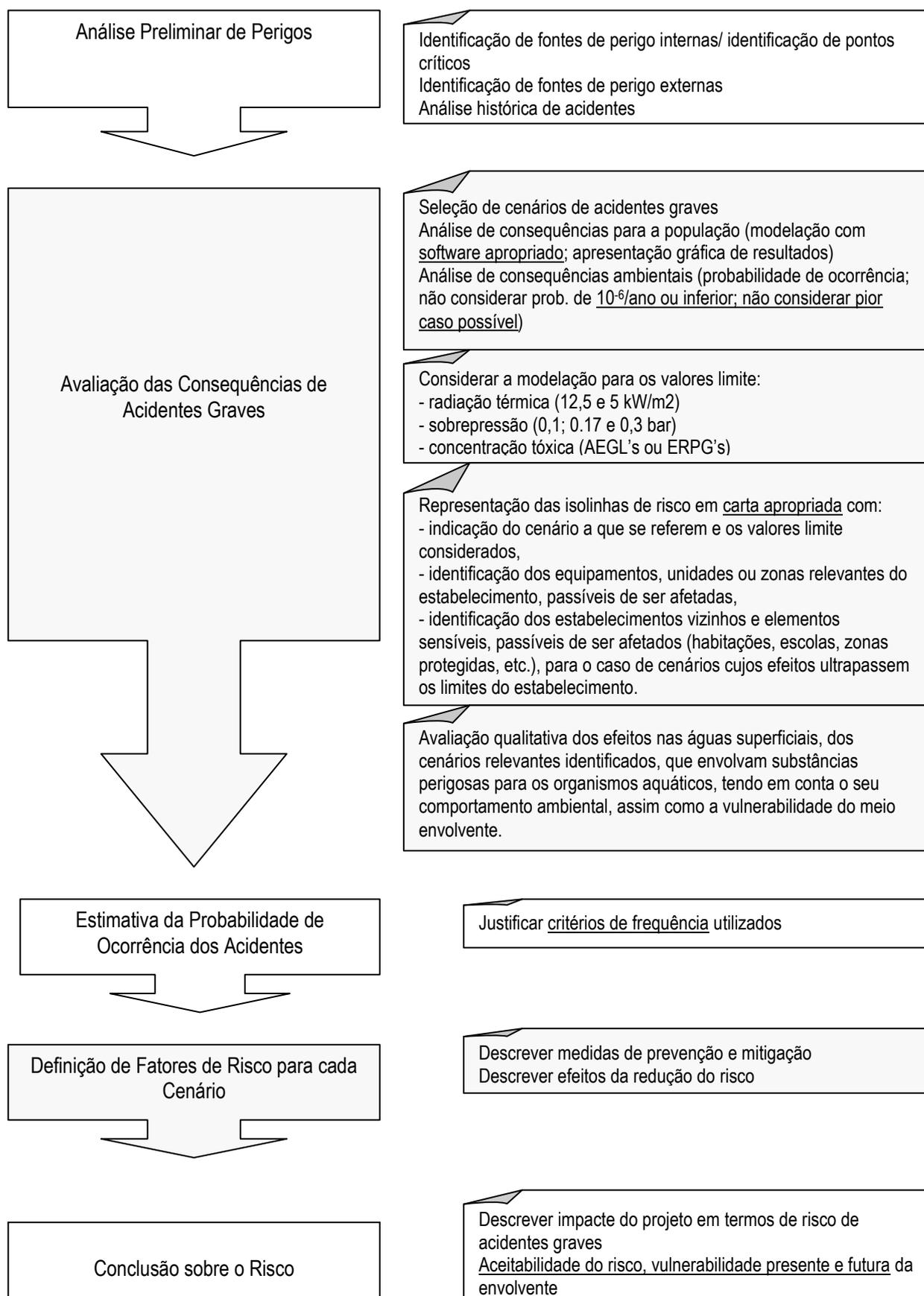


Figura 2 - Avaliação de Compatibilidade de Localização
Adaptado de APA/GERA, 2008b); desenvolvido pelo autor

Notificação

A “notificação” é um documento obrigatório a preencher pelo operador e da sua competência, quer se trate de um estabelecimento NIP ou NSP. As orientações legais são de que devem, no mínimo, referir os elementos seguintes (art.º nºs 7º, 9º, 10º 18º, Anexo II do Decreto-Lei 254/ 2007):

- a) Nome ou denominação social do operador e endereço completo do estabelecimento em causa;
- b) Sede social e endereço do operador;
- c) Nome e função do responsável do estabelecimento, caso não seja a pessoa referida na alínea a);
- d) Informações que permitam identificarem as substâncias perigosas e respetivas categorias, nomeadamente através das fichas de dados de segurança;
- e) Quantidade máxima suscetível de estar presente no estabelecimento, expressa em massa, e forma física das substâncias perigosas em causa;
- f) Atividade exercida ou prevista no estabelecimento;
- g) Descrição da área circundante do estabelecimento, identificando, designadamente, os elementos suscetíveis de causar um acidente grave envolvendo substâncias perigosas ou de agravar as suas consequências.

Política de Prevenção de Acidentes Graves

A Política de Prevenção de Acidentes Graves deve constar de documento escrito e deve incluir os objetivos e princípios de ação gerais fixados pelo operador no que se refere ao controlo dos acidentes graves. (Anexo III do DL 254/2007)

Ao operador, de um estabelecimento NIP ou NSP, compete a elaboração de uma política de gestão do seu estabelecimento, de nominada política de prevenção de acidentes graves (PPAG), que envolve as substâncias perigosas presentes na unidade. O operador é responsável pela aplicação desta política na sua organização. A PPAG deve garantir um nível elevado de proteção do homem e do ambiente através de meios, estruturas e sistemas de gestão adequados e consta de documento escrito (art.º 9º do DL 254/2007).

A política PPAG é elaborada no prazo previsto para a apresentação da notificação e segue os princípios orientadores elencados no anexo III da referida legislação. A PPAG inclui os objetivos e princípios de ação gerais fixados pelo operador, relativos ao controlo dos riscos de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas que devem ser proporcionais ao risco do estabelecimento. Esta política é colocada à disposição da APA, da

IGAOT e da entidade coordenadora do licenciamento, sempre que estas entidades a solicitem.

A política PPAG não é estática; ela é um documento revisto e reexaminado continuamente, adequando à realidade do estabelecimento, nomeadamente, sempre que se introduza uma alteração substancial no estabelecimento e/ou a informação disponibilizada por estabelecimentos identificados em um grupo de «efeito dominó» assim o exija.

Sistema de Gestão de Segurança de Prevenção de Acidentes Graves

O Sistema de Gestão de Segurança de Prevenção de Acidentes Graves (SGSPAG) é um sistema que faz parte do sistema global de segurança do estabelecimento e que tem como objetivo, a gestão dos riscos de acidentes graves relativos às atividades da unidade. Envolve um conhecimento profundo da organização e interligação de atividades, funções e responsabilidades. É uma obrigatoriedade para estabelecimentos NSP, onde se inclui a estrutura operacional, as atividades de planeamento, as responsabilidades, as práticas, os procedimentos, os processos e os recursos para desenvolver, implementar, tornar efetiva, rever e manter a política de prevenção de acidentes graves do estabelecimento (alínea b) do Anexo III Decreto-Lei n.º 254/2007, de 12 de Julho; NP 4397:2008, 3.13; APA/ GERA, 2008a)).

O ciclo de gestão inclui as fases de definição da política PPAG, o planeamento, a implementação, a verificação e a revisão do sistema num ciclo de melhoria contínua, de acordo com a metodologia PDCA², a base conceptual para o desenvolvimento de sistemas de gestão das normas ISO (Figura 3).

O sistema de gestão da segurança integra a parte do sistema de gestão geral que inclui a estrutura organizacional, as responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos que permitem determinar e pôr em prática a política de prevenção de acidentes graves. (Anexo III, b) do DL 254/2007)

Após a definição da Política de Prevenção de Acidentes Graves que define o sistema de gestão da segurança do estabelecimento, inicia-se o ciclo de gestão do sistema (SGSPAG). O primeiro passo é a identificação das atividades de planeamento, segue-se a elaboração de procedimento para a identificação sistemática de perigos e avaliação dos riscos de acidentes graves, considerando as condições normais e anormais de operação, a avaliação da sua possibilidade de ocorrência e severidade de consequências. Definem-se os objetivos específicos, concordantes com a política definida e os compromissos

² PDCA – Plan-Do-Check-Act (Planear, Implementar/ Executar, Verificar, Rever/ Atuar)

assumidos pela gestão de melhoria contínua. Devem ser definidos os indicadores, quantitativos e/ ou qualitativos para garantia e acompanhamento dos objetivos definidos. Para se atingirem estes objetivos, o operador poderá estabelecer, implementar e manter programa(s) onde são definidos as responsabilidades de cada colaborador, os meios necessários e os prazos de realização.



Figura 3 – Ciclo de Gestão do Sistema de Gestão da Segurança para a Prevenção de Acidentes Graves

A fase de implementação inclui a organização geral do estabelecimento para a concretização dos objetivos propostos, a afetação de pessoal (trabalhadores, incluindo subcontratados) e requisitos de formação para exercerem as tarefas atribuídas, o controlo operacional, a gestão das modificações e o planeamento de emergências.

A organização e pessoal refere as funções e responsabilidades do pessoal envolvido incluindo os subcontratados (Anexo III, c.i), do DL 254/2007):

*Funções e responsabilidades do pessoal envolvido na gestão dos riscos de acidentes graves a todos os níveis da organização.
Identificação das necessidades de formação desse pessoal e organização dessa formação.
Participação do pessoal, incluindo subcontratados a operar no estabelecimento.*

O controlo operacional inclui o funcionamento da instalação em condições de segurança, tanto em situação normal, como as de manutenção ou paragens temporárias (Anexo III, c.iii, do DL 254/2007):

Adoção e implementação de procedimentos e instruções para o funcionamento em condições de segurança, incluindo operações de manutenção, processos, equipamento e paragens temporárias.

A gestão das modificações, para instalações e locais de armazenagem, novas ou existentes, compreende (Anexo III, c.iv, do DL 254/2007):

Adoção e implementação de procedimentos para a planificação das modificações a introduzir nas instalações ou locais de armazenagem existentes ou para a conceção de uma nova instalação, processo ou local de armazenagem.

Ainda na fase de implementação, inclui-se o planeamento de emergências que consiste na conceção de procedimentos que permitam a antecipação de cenários de emergência, adotando medidas, identificando atuações e providenciando a necessária formação ao pessoal (incluindo subcontratados) identificado como relevante (Anexo III, c.v), do DL 254/2007):

Adoção e aplicação de procedimentos para identificar as situações de emergência previsíveis através de uma análise sistemática, e para preparar, testar e rever os planos de emergência a fim de responder a essas emergências, proporcionando formação específica ao pessoal em causa. Essa formação deverá ser dada a todo o pessoal que trabalhe no estabelecimento, incluindo o pessoal subcontratado relevante.

A fase de verificação permite a verificação/ avaliação do funcionamento do sistema e do grau de cumprimento dos objetivos. Envolve a monitorização do desempenho e a realização de auditorias³. São desenvolvidos procedimentos para uma avaliação contínua de desempenho, garantindo um sistema de notificação de quase-acidentes e acidentes graves, a sua investigação, acompanhamento, e registo de lições aprendidas. Assim, para a monitorização do desempenho o sistema de gestão deve (Anexo III, c.vi, do DL 254/2007):

³ Avaliação periódica e sistemática da política de prevenção dos acidentes graves envolvendo substâncias perigosas e da eficácia e adequação do sistema de gestão da segurança (item vii da alínea c) do Anexo II ao DL 254/2007).

Adoção e implementação de procedimentos destinados a uma avaliação contínua do cumprimento dos objetivos fixados pelo operador no âmbito da política de prevenção de acidentes graves e do sistema de gestão da segurança e introdução de mecanismos de investigação e de correção em caso de não cumprimento. Os procedimentos deverão englobar um sistema de notificação de acidentes graves ou de “quase-acidentes”, nomeadamente os que envolveram falha nas medidas de proteção, e a sua investigação e acompanhamento, com base nas lições aprendidas.

O procedimento de auditoria deve garantir uma avaliação sistemática e periódica à política e ao sistema de gestão, de forma a garantir a sua eficácia e adequação (Anexo III, 3.vii, do Decreto-lei 254/2007):

Auditoria, adoção e implementação de procedimentos destinados à avaliação periódica e sistemática da política de prevenção dos acidentes graves e da eficácia e adequação do sistema de gestão da segurança.

A **revisão** ao sistema deve ser realizada pela gestão, no final de cada ciclo de gestão. Deve refletir os resultados da implementação da política e do sistema e deve estar documentada (Anexo III, 3.vii, do Decreto Lei 254/2007):

Revisão documentada, dos resultados da política e do sistema de gestão da segurança e a sua atualização, pela direção (Anexo III, 3.vii, do Decreto Lei 254/2007)

Deste modo, o ciclo de gestão pressupõe o acordo de um objetivo (normalmente definido sob a forma de uma política), a definição de um plano para atingir esse objetivo e a formulação detalhada do trabalho necessário para a implementação do plano (planeamento), o desenvolvimento desse trabalho (implementação), a análise do resultado face ao assumido no plano e o planeamento/desenvolvimento de ações corretivas adequadas (verificação e ações corretivas) e a revisão pela gestão de topo, numa perspetiva de melhoria contínua. O sistema deverá refletir a cultura e estrutura de cada empresa/ estabelecimento.

Distâncias de Segurança

A legislação referente à Prevenção de Acidentes Graves envolvendo Substâncias Perigosas tem o objetivo primeiro da prevenção de acidentes graves e salvaguarda da vida humana e ambiente; este objetivo é suportado na definição de distancias de segurança, que constituem uma ferramenta de ordenamento do território na vertente de gestão de risco, prevendo a regulamentação a fixação de distâncias de segurança entre os estabelecimentos

abrangidos pelo enquadramento legal e “as zonas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público e zonas ambientalmente sensíveis, de modo a garantir a prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das respetivas consequências” (art.º 5º do Decreto-Lei 254/ 2007). Pretende assim que sejam fixadas as distâncias de segurança em redor dos estabelecimentos e a sua incorporação nos planos municipais de ordenamento de território, tendo também como consequência a gestão de risco pelos órgãos de proteção civil competentes.

Efeito Dominó

É considerado o efeito dominó⁴, que se pretende seja reduzido, em casos em que a localização e proximidade a, ou entre, estabelecimentos aumente o risco de acidente grave. Trata-se de uma medida com o potencial de reduzir o mecanismo iniciador de um acidente que se possa propagar a estabelecimentos contíguos ou na vizinhança. Envolve a realização de estudos e a obrigação de cooperação e troca de informação entre estabelecimentos assim denominados: a obrigatoriedade de “cooperação e de intercâmbio de informação entre estabelecimento integrados em «grupo dominó»” (art.º 21º do Decreto-Lei 254/ 2007).

Divulgação do Relatório de Segurança (RS) e Medidas de Auto-proteção

Compete à APA a “divulgação do relatório de segurança e do inventário das substâncias perigosas presentes no estabelecimento, bem como das respetivas revisões, nomeadamente através da sua publicitação no seu sítio na Internet” (art.º 15º do Decreto-Lei 254/ 2007). Poderá haver algumas restrições na divulgação completa do RS em casos de “sigilo industrial, comercial ou relativo à vida privada, segurança pública ou defesa nacional, devendo o operador, no caso de concordância da APA, fornecer-lhe um relatório para divulgação que não contenha as matérias consideradas sob reserva de acesso” (art.º 15º do Decreto-Lei 254/ 2007).

São ainda consideradas medidas de autoproteção e de acesso à informação (não confidencial) que permitem imprimir uma cultura de risco / cultura de segurança nas populações envolventes ao estabelecimento.

Para os estabelecimentos NSP compete ao serviço municipal de proteção civil, em articulação com a ANPC e com os corpos de bombeiros, informar a população suscetível de ser afetada por acidente grave envolvendo substâncias perigosas e “assegurar que todas as pessoas e todos os estabelecimentos públicos, designadamente escolas e hospitais, sejam

⁴ Uma situação em que a localização e a proximidade de estabelecimentos podem aumentar a probabilidade e a possibilidade de ocorrência de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas ou agravar as consequências de acidentes graves ocorridos num desses estabelecimentos (alínea d) do art.º 2º do DL 254/2007)

regularmente informados sobre as medidas de autoproteção a tomar e o comportamento a adotar em caso de acidente” (art.º 20º do Decreto-Lei 254/2007).

Autoridades Competentes

No âmbito desta legislação as autoridades competentes são as seguintes: Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), Inspeção Geral de Ordenamento do Território (IGAOT) e Serviços municipais de proteção civil (SMPC).

2.4 Conceitos Chave

A comunidade científica e outros profissionais de risco não têm uma opinião unânime na definição de diversos termos, nomeadamente, risco, perigo, análise de risco e avaliação de risco. Cada área científica, das ciências naturais ou das ciências sociais, segue a sua linha de investigação atribuindo definições distintas igualmente reconhecidas pela academia. Adicionalmente, diversas peças legais, também em áreas distintas, definem à sua maneira estes termos, o que pode ser gerador de incertezas. No contexto da presente investigação procuraram-se definições aceites ou pela ciência ou por entidades reconhecidas pela sua autoridade, que se apresentam seguidamente.

Perigo

Perigo refere-se à fonte de risco. No processo de análise de risco, perigo é identificado como substâncias tóxicas ou condições específicas que têm o potencial de causar danos na saúde humana ou no ambiente (Louvar e Louvar, 1998).

Outra definição de Perigo, a “propriedade intrínseca de uma substância perigosa ou de uma situação física suscetível de provocar danos à saúde humana ou ao ambiente” (Decreto-Lei 254/2007).

Risco

“Risco” é um termo em que não existe concordância na comunidade científica, não havendo uma definição globalmente aceite. De uma forma geral, e em especial nas ciências naturais, é comum na sua definição considerar o produto de dois fatores: a probabilidade de ocorrência de um evento causador de acidente e as suas consequências (podendo apresentar a denominação de magnitude ou severidade). Nalgumas definições é ainda adicionada a componente vulnerabilidade. Deste modo, de seguida apresentam-se diversas definições de risco: em peças legais, definições de cientistas, das Nações Unidas/ UNISDR

(*United Nations International Strategy for Disaster Reduction*) e da Autoridade Nacional de Proteção Civil/ Unidade de Previsão de Riscos e Alerta:

- A probabilidade de ocorrência de um efeito específico dentro de um período determinado ou em circunstâncias determinadas (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).
- A probabilidade de ocorrência de um efeito adverso e/ ou a probabilidade multiplicada pela consequência (Louvar e Louvar, 1998).
- A probabilidade de consequências prejudiciais ou perdas esperadas (mortes, lesões, propriedades, modo de vida, perturbação da atividade económica ou do ambiente) que resulta de interações entre perigos naturais ou induzidos pelo homem e de condições vulneráveis (UN/ISDR, 2004).
- A possibilidade de ocorrerem perda de vidas humanas, bens ou capacidade produtiva quando estes elementos são expostos a um evento destrutivo. O nível de risco depende especialmente da vulnerabilidade dos elementos expostos a um perigo tecnologias (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).
- O valor expectável de perdas (vítimas mortais, feridos, bens, etc.) que seriam provocados por um perigo sendo o seu valor uma função da perigosidade e do grau de exposição dos elementos vulneráveis (populações, edificado e infraestruturas) numa dada área tecnologias (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009); distingue risco natural, risco antrópico e risco tecnológico, apresentando as seguintes definições:
 - Risco natural: quando o fenómeno que produz os danos tem origem na natureza tecnologias (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).
 - Risco antrópico: quando o fenómeno que causa danos tem a sua origem em ações humanas;
 - Risco tecnológico: quando o perigo resulta do desrespeito pelas normas de segurança e pelos princípios que não só regem a produção, o transporte e o armazenamento, mas também o manuseamento de produtos ou o uso de tecnologias (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).
- O prejuízo estimado (vidas, pessoas feridas, bens danificados e perturbação da atividade económica) para um perigo que possa ocorrer em determinada região e período de tempo. Baseado em cálculos matemáticos, o risco é o produto do perigo e vulnerabilidade (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).
- A probabilidade de uma comunidade sofrer consequências económicas, sociais ou ambientais, numa área particular e durante um tempo de exposição determinado. Este valor é obtido da relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça se concretizar e o nível de vulnerabilidade do sistema a ela exposto. Os fatores de risco são a perigosidade; a vulnerabilidade e a exposição ao perigo. Se qualquer um destes fatores aumentar, o risco aumentará (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Face à multiplicidade de definições foi necessário proceder à adoção de uma definição de risco no contexto da presente investigação. Assim, no presente estudo é adotada a definição para “risco”: Risco é representado como o produto da probabilidade de ocorrência de um acontecimento indesejável (P) pela severidade/ magnitude das suas consequências (S):

$$R = P \times S$$

Baseado no estudo de Kolluru, *et al.* (1996), identificam-se as seguintes características do risco como sendo função:

- da natureza do perigo/ contaminante,
- da possibilidade de contacto (potencial de exposição),
- das características das populações expostas (recetores),
- da possibilidade de ocorrência,
- da magnitude das exposições e consequências, e dos valores ambientais, patrimoniais, arquitetónicos.

São diversas funções que se podem traduzir num risco ao qual poderão ser definidas atribuições, traduzindo um intervalo mais ou menos severo, moderado, reduzido ou mesmo intolerável ou aceitável, dependendo das metodologias que possam ser aplicadas ou definidas, de acordo com os pressupostos de uma comunidade, entidade gestora, autoridade competente, ou outra.

Tipos de Risco

No presente estudo considera-se uma tipologia de risco dividida em dois grupos distintos: riscos naturais e riscos tecnológicos.

Definem-se os riscos naturais como eventos de origem natural que causam danos na saúde, económicos e ambientais (EEA, 2003). São exemplos as inundações/ cheias, tempestades, precipitação intensa, trovoadas, ciclones, tornados, ondas de calor, vagas de frio, nevões, incêndios florestais, seca, deslizamentos e derrocadas e sismos.

Em Portugal, os fenómenos de origem natural que têm causado mais catástrofes têm origem hidrometeorológica, como é o caso das cheias ou das inundações.

Os riscos tecnológicos são definidos como eventos de origem humana negativos (na maioria industriais) que causam danos na saúde, económicos e ambientais (EEA, 2003). São exemplo, os derrames de hidrocarbonetos, os acidentes industriais, os riscos

associados à segurança de barragens, a presença de substâncias perigosas em indústrias e armazenagens, o transporte de mercadorias perigosas, a presença de gasodutos e oleodutos, as emergências radiológicas, as ameaças NRBQ (nucleares, radiológicas, biológicas e químicas).

Análise de Risco

Os termos de análise de risco e de avaliação de risco são muitas vezes utilizados como sinónimos. No entanto, a “análise de risco” é por alguns autores considerada um estudo mais abrangente que inclui a gestão de risco e surge na sequência do desenvolvimento de uma avaliação de risco. Também este conceito apresenta diversas definições e metodologias.

A USEPA (1994) define Análise de Risco como a determinação do grau de perigo colocado por um agente, a extensão a que um grupo particular de pessoas pode ser exposto ao agente e o presente ou potencial de risco para a saúde que existe devido a esse mesmo agente.

A análise de risco apresenta resultados rigorosos e quantitativos num formato simples para ajudar os investigadores a tomarem decisões económicas, éticas e políticas apropriadas (Louvar e Louvar, 1998). Esta definição de Louvar e Louvar (1998) é adotada no presente estudo.

Avaliação de Risco

À semelhança do conceito de análise de risco a avaliação de risco apresenta diversas definições e metodologias, que são apresentadas de seguida.

A USEPA (1989) define Avaliação de risco como sendo um estudo de caracterização da probabilidade de ocorrência de efeitos adversos de exposições humanas a perigos ambientais.

Uma outra definição, refere a avaliação de risco como sendo um processo organizado utilizado para descrever e estimar a possibilidade de ocorrência de um efeito adverso resultante da exposição ambiental a substâncias químicas. Inclui quatro passos: identificação de perigos, avaliação dose-resposta, avaliação de exposição e caracterização de risco (Omenn, et al. 1997).

A entidade *Health and Safety Executive* (HSE) do Reino Unido, define avaliação de risco como o procedimento de cálculo que produz curvas de frequência a que uma habitação comum ficaria exposta de acordo com uma dose associada a perigosidade. Este procedimento é geralmente “expresso em termos de probabilidade por milhão por ano” (HSE, 2009).

A norma ISO NP 4397:2001 define avaliação de risco como o “processo global de estimativa da grandeza do risco e de decisão sobre a sua aceitabilidade” (APA/GERA, 2008a)).

Para Louvar e Louvar (1998), a avaliação de risco corresponde ao segundo passo na metodologia da análise de risco. Consiste numa estimativa da severidade e possibilidade de causar dano à população e/ ou ecossistema resultante da exposição a um perigo.

A definição das Nações Unidas, refere-se a análise/ avaliação (designa os dois termos) de risco como sendo “uma metodologia que permite determinar a natureza e extensão do risco através de uma análise dos perigos potenciais e avaliação das condições existentes de vulnerabilidade, que possa causar um perigo potencial de causar danos a pessoas, propriedade, subsistência e ao ambiente da qual dependem” (UN/ISDR, 2004).

Para outros autores o processo de condução de uma avaliação de risco é baseado na pesquisa de recursos tecnológicos dos perigos como a sua localização, intensidade, frequência e probabilidade; mas também na análise das dimensões físicas, sociais, económicas e ambientais, enquanto tendo atenção especial às capacidades de enfrentar os cenários de risco (Omenn, et al., 1997).

Por sua vez, a *International Organization for Standardization* (ISO) define avaliação de risco de uma forma muito geral como “o processo global de identificação de risco, análise de risco e avaliação de risco” (ISO, 2008).

O que se verifica é que para alguns autores a análise de risco inclui a avaliação de risco e para outros é o oposto que se encontra, é a avaliação de risco que inclui a análise de risco, o que gera alguma confusão e dificuldade associada à nomenclatura e identificação de metodologias.

2.5 Metodologias de Análise e Avaliação de Risco

A análise do risco é o âmago do processo de gestão de risco e só após este procedimento podem ser avaliadas as medidas de controlo dos riscos identificados.

De uma forma geral, a metodologia de análise de risco implica o desenvolvimento dos seguintes passos (Louvar and Louvar, 1998; Kolluru et al., 1996; Pitblado and Turner, 2001; Omenn et al., 1997):

- a identificação de perigos, i.e., de substâncias perigosas (presentes ou suscetíveis de serem formadas em reações ou em situação de condições normais e anormais durante o processo); identificação das condições físicas perigosas (e.g., condições de pressão e temperatura, nomeadamente de circunstâncias que aumentem o risco de explosão e incêndio); a possibilidade de ocorrência de falhas nos mecanismos de controlo (e.g., confinamento, design contra eventos externos, sistemas de controlo e segurança,

intervenção do operador) que possam causar em eventos com libertação de substâncias e/ ou energia tendo o potencial de causar danos ao homem e/ ou ambiente;

- um output, uma medida da possibilidade de esses eventos ocorrerem (e.g., frequência, probabilidade);

- uma avaliação das possíveis consequências desses eventos no homem e no ambiente, tendo em conta a vulnerabilidade do ambiente potencialmente afetado. Neste contexto, a vulnerabilidade encontra-se associada às seguintes características:

- sensibilidade humana a agentes tóxicos e/ ou cancerígenos, e à radiação térmica e/ ou sobrepressão;

- número de pessoas expostas; duração da exposição ao agente (características que podem influenciar a eficiência da preparação à emergência);

- sensibilidade aos fatores ambientais (fauna, flora, água, solo e as estruturas em redor do estabelecimento) e às substâncias e energias passíveis de serem libertadas.

De acordo com a legislação de Prevenção de Acidentes Graves (Decreto-Lei 254/2007), o principal ator chamado a reduzir os perigos e a reduzir/controlar a possibilidade de um acidente ocorrer é o operador. Para responder a esta obrigação, deve adotar uma Política de Prevenção de Acidentes Graves (PPAG), no caso dos estabelecimentos NIP e NSP, e implementar um sistema de Gestão de Segurança para a Prevenção de Acidentes Graves (SGSPAG) no caso de se tratar de um estabelecimento de nível superior de perigosidade.

O quadro legal define “Estabelecimento de Nível Superior de Perigosidade” como “o estabelecimento onde estejam presentes substâncias perigosas em quantidades iguais ou superiores às quantidades indicadas na coluna 3 das partes 1 e 2 do anexo I ao Decreto-Lei n.º 254/2007, de 12 de Julho, ou quando a regra da adição assim o determine (APA/GERA, 2008a)). São assim estabelecimentos que pelo quantitativo das substâncias presentes lhes é exigido mais e melhores medidas de controlo para reduzir a possibilidade de ocorrência de acidente grave e/ ou limitar as suas consequências.

De acordo com Pitblado e Turney (2001), a análise de risco ao ser utilizada para a avaliação de perigos em unidades industriais de processo e/ ou de armazenamento de substâncias perigosas, pretende dar resposta a três questões essenciais:

- o que pode correr mal? (equivalente à fase de identificação de perigos)

- quais as consequências e efeitos esperados e são estes aceitáveis? (equivalente à fase de avaliação de consequências)

- são adequadas as medidas de controlo e salvaguardas existentes para tornar o risco aceitável? (equivalente à aplicação de medidas de controlo)

Um procedimento simples de metodologia para avaliação de risco é apresentado na forma de fluxograma na Figura 4. Esta metodologia adaptada de Pitblado e Turney (2001), constitui uma forma de se desenvolver uma análise de risco e não envolve a complexidade de avaliações quantitativas de probabilidades e consequências dos riscos e cenários de risco identificados. Não impede, no entanto, que numa fase subsequente se proceda ao desenvolvimento mais detalhado de análise e avaliação de risco podendo ser uma forma de enquadrar e definir, numa fase inicial, o âmbito do estudo.

A primeira questão levantada (“o que pode correr mal”) é de natureza qualitativa e é geralmente denominada estudo de identificação de perigos ou de segurança. A avaliação de efeitos ou consequências dos perigos identificados na primeira fase constitui um passo importante na metodologia e podem ser utilizados métodos qualitativos ou quantitativos.

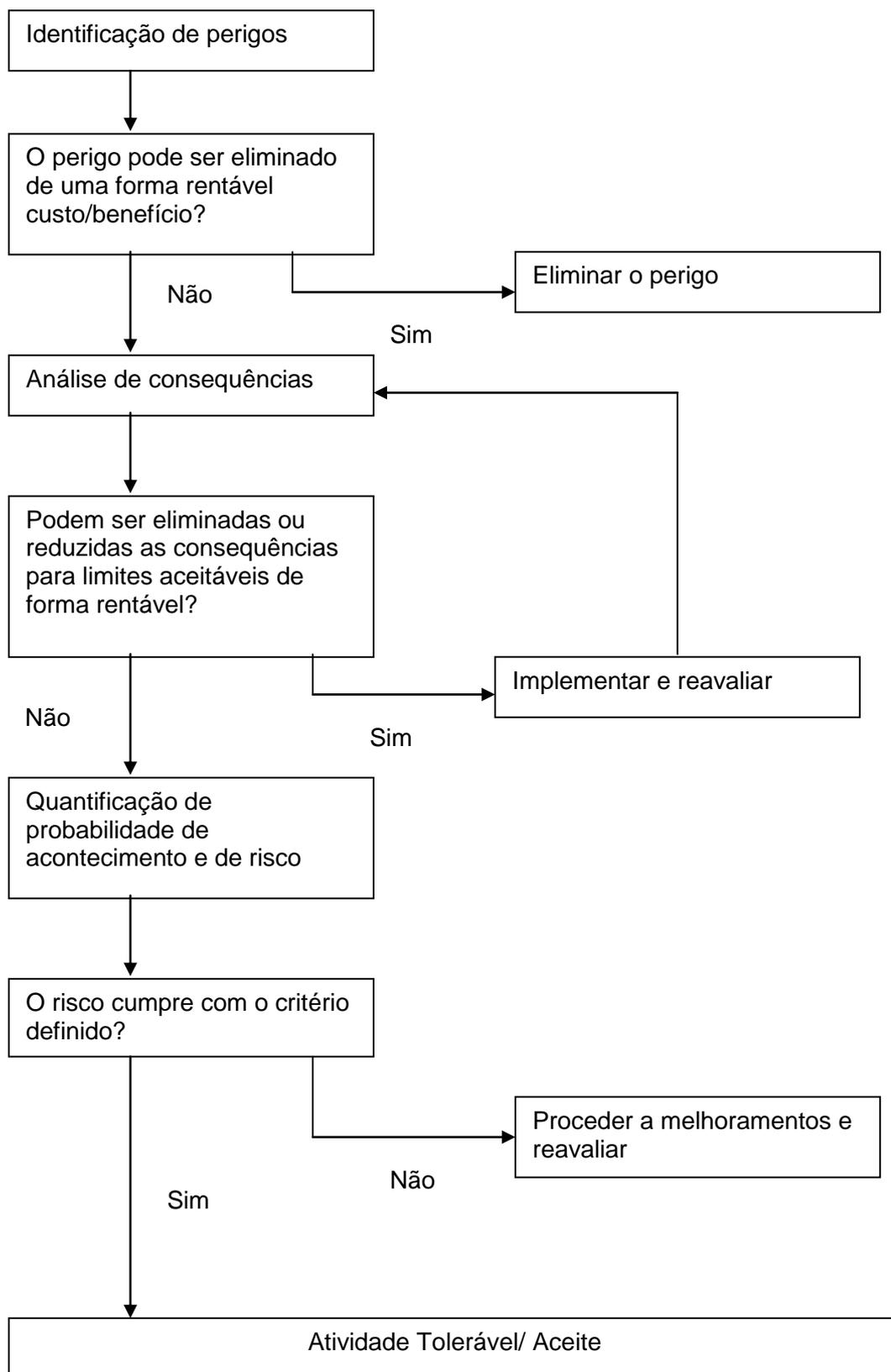


Figura 4 – Procedimento para Aplicação de Avaliação de Risco
 Fonte: Adaptado de Pitblado e Turney, 2001

A avaliação de consequências (a 2ª questão) poderá ter duas utilizações importantes na gestão do risco de uma unidade: uma para se decidir acerca da sua aceitabilidade e outra para adequar o planeamento de emergência e afetar os meios necessários de resposta.

Caso as consequências não possam ser aceites e a sua magnitude não possa ser reduzida, devem ser definidas considerações acerca da incorporação de medidas de controlo internas que possam prevenir a ocorrência de um acidente, dando resposta à 3ª questão. Por vezes a definição de códigos e *standards* desenvolvidos pela indústria fornecem evidência suficiente de que o risco se pode tornar aceitável. Em situações em que as consequências são muito sérias deve ser realizada uma estimativa quantitativa de probabilidade de ocorrência de acontecimento e de risco de modo a se encontrarem as melhores e mais eficazes medidas de controlo.

A estimativa de risco encontrada deve ser comparada com o critério, previamente proposto, da sua aceitabilidade. Se o risco cumpre o critério é aceite. Se não cumpre devem ser adotadas medidas de reduzir a possibilidade de ocorrência do acontecimento ou de redução de consequências. Nos casos em que estes melhoramentos não podem ser realizados, o risco deve ser classificado como intolerável.

Esta metodologia, apresentada na Figura 4, constitui assim uma forma elementar de análise de risco a um nível menos sofisticado do que uma avaliação envolvendo considerações quantitativas de probabilidades e consequências.

Ao se encontrarem respostas adequadas a estas questões o estudo de análise de risco estará desenvolvido, o risco identificado e as medidas de minimização encontradas e desejavelmente aplicadas. As três questões são respondidas. O estudo terá de ser submetido a uma revisão periódica em condições normais de operação, ou sujeito a nova análise caso surjam modificações de processo ou presença de novas substâncias, constituindo assim uma ferramenta importante na gestão de risco inserida na gestão da unidade no seu global.

De uma forma geral, ao se iniciar uma análise de risco por vezes o âmbito pode ser tão amplo que se torna difícil definir uma metodologia eficiente em termos de afetação de tempo e recursos. A objetividade pode perder-se nas inúmeras variáveis que poderão ser consideradas e originadoras de potenciais perigos, riscos e subsequentes cenários de acidente. Muitas vezes é então necessário delimitar o âmbito do estudo de acordo com a afetação de meios financeiros, equipamentos, especialistas definindo objetivos e tempos de execução.

Louvar e Louvar (1998), apresentam uma metodologia mais complexa que denominam de Análise e Avaliação de Risco (Figura 5). Para estes autores, o processo metodológico apresenta-se dividido em três fases: Avaliação de Risco; Gestão de Risco e

Comunicação de Risco. A avaliação de risco inclui o desenvolvimento das seguintes fases de estudo: identificação de perigos; identificação de fontes de perigos, avaliação de exposição e avaliação dose/ resposta e caracterização de risco.

A análise e avaliação de risco utilizam os fundamentos científicos, de engenharia, probabilidades e estatística para estimar e avaliar a magnitude e possibilidade de riscos para a saúde e o ambiente. Trata-se de uma abordagem complexa, multidisciplinar que apoia as partes interessadas (autoridades, decisores, operadores, cidadãos) a tomarem decisões fundamentadas para o controlo e redução dos riscos encontrados (Louvar e Louvar, 1998).

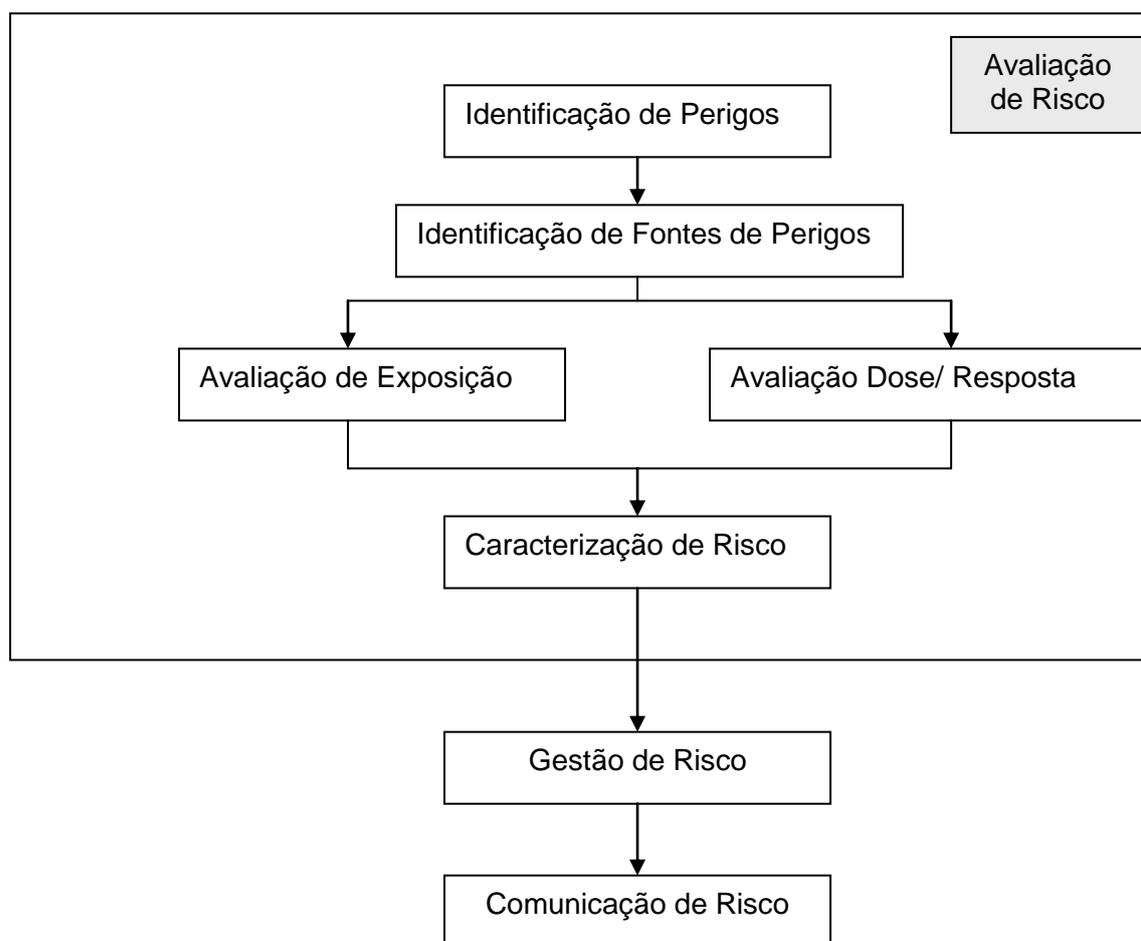


Figura 5 – Análise e Avaliação de Risco
Fonte: Adaptado de Louvar e Louvar, 1998

De uma forma sumária, procede-se de seguida a uma caracterização de cada passo da metodologia desenvolvida por Louvar e Louvar (1998):

- Identificação de Perigos: envolve a identificação de perigos na unidade em estudo. Na análise de risco, o perigo é identificado como as substâncias tóxicas ou condições específicas que têm o potencial de causar danos na saúde humana ou no ambiente;
- Fontes de Perigo: consiste na caracterização das fontes associadas aos perigos identificados (pode incluir taxas de descarga/ libertação de substâncias perigosas, localização e condições de potenciais libertações, propriedades físicas e químicas das substâncias, entre outros);
- Avaliação de Exposição: consiste na identificação de potenciais percursos de exposição entre a fonte de perigo e os “recetores” (pessoas e ambiente natural); envolve informação relativa à duração e frequência da exposição aos perigos (substâncias perigosas);
- Avaliação dose/ resposta: esta fase também é denominada avaliação de toxicidade nesta metodologia. Mas, poderá ser estendida avaliar outros danos, nomeadamente, de sobrepressão ou inflamabilidade. Envolve a identificação de possíveis efeitos negativos na saúde associados à exposição, a relação entre a magnitude da exposição e os efeitos adversos e a avaliação de incerteza associada;
- Caracterização de risco: envolve duas partes, a apresentação de estimativas numéricas de estimativas de risco e a apresentação de apoio aos decisores para julgar a significância do risco. Estas apresentações combinam e sumarizam os resultados da avaliação de exposição e avaliação dose/ resposta. Os resultados de exposição e toxicológicos são combinados para produzir expressões quantitativas de risco. A caracterização de risco inclui assim, a probabilidade de efeitos na saúde e ambientais;
- Gestão de risco: utiliza toda a informação realizada nas fases anteriores e associa a informação adicional técnica, económica, ambiental, social e política de forma a ser possível avaliar alternativas, determinar a melhor ações para reduzir e/ ou eliminar o risco, proceder a alterações no projeto, e proceder às necessárias ações de monitorização para assegurar que os resultados desejados são alcançados e mantidos como planeado;
O resultado de uma eficaz gestão de risco é a melhor utilização de recursos disponíveis para se obter o melhor benefício.
- Comunicação de risco: inclui a implementação de uma comunicação de risco eficaz, que envolve a participação das partes interessadas de modo a que a informação recolhida possa ser entendida e utilizada por técnicos e pelo público.

2.6 Distâncias de Segurança

As distâncias de segurança são referidas no artigo 12º da Diretiva Seveso (96/82/EC), transposta para o direito interno pelo DL 254/2007, como uma medida de ordenamento de território e constituindo uma forma de prevenção face aos possíveis efeitos da ocorrência de um acidente grave.

O artigo 12º da Diretiva Seveso (96/82/EC), requer que os Estados-Membros considerem nas suas políticas de ordenamento do território a necessidade de definir distâncias de segurança apropriadas, entre os estabelecimentos e desenvolvimentos urbanos, infraestruturas e zonas ambientalmente sensíveis. Neste sentido, as distâncias de segurança são um critério de aceitabilidade do risco com reflexo no território, pois afetam o destino do uso do solo na envolvente aos locais Seveso” (Basta, *et al.*, 2007).

Basta, *et al.* (2008), desenvolveram um estudo comparativo de distâncias de segurança aplicadas em vários países membros da União Europeia, com ênfase a uma análise comparativa do *state of the art* em dois países: Reino Unido e Holanda, explorando as práticas de ordenamento do território em áreas onde se localizam estes estabelecimentos sujeitos à legislação da Diretiva Seveso. O estudo analisa ainda o papel de cartas de risco suportadas por SIG (sistemas de informação geográfica) no processo de decisão, bem como a transparência e acessibilidade à informação acerca do risco.

Nestes dois países a legislação encontra-se bem definida, e o artigo procede a uma análise comparativa da experiência em prevenção de risco e metodologia aplicadas para a definição de distâncias de segurança em áreas onde se localizam estes estabelecimentos. Apresenta a regulamentação existente associada aos sistemas de planeamento e ordenamento do território, os critérios de tolerabilidade de risco e os sistemas de informação de risco que constituem ferramentas de apoio à decisão.

2.7 Ordenamento do Território

A legislação europeia foi pioneira nas obrigações relativas ao ordenamento do território, isto é, à relação entre a presença de estabelecimentos suscetíveis de causarem um acidente grave e as medidas de prevenção associadas à definição e implementação de distâncias de segurança (DDS). Estas DDS devem ser definidas entre os estabelecimentos Seveso e áreas residenciais, áreas de utilização pública e áreas ambientalmente sensíveis; as DDS devem considerar diversos aspetos, como sejam “a localização de novos estabelecimentos, grandes modificações em estabelecimentos existentes e o controlo da

urbanização em redor de estabelecimentos existentes” (Basta, *et al.*, 2007). Esta regulamentação de prevenção de danos, a pessoas e ambiente, permite um grau de proteção entre os geradores do risco (estabelecimento/ operador) e os recetores (tomadores) do risco (pessoas, ambiente).

Historicamente, os estabelecimentos industriais instalaram-se em áreas desafogadas, zonas isoladas e não urbanizadas. Funcionaram depois como pólos de atracção e foram sendo rodeados de áreas habitacionais, comerciais, escolas, serviços, e o variado equipamento associado a zonas onde vivem pessoas, originando zonas crescentemente povoadas.

Calculadas com base em cenários de risco e avaliação de consequências, as distâncias de segurança pretendem ser de dimensão suficiente para assegurar a segurança de pessoas e áreas ambientalmente sensíveis. A regulamentação que refere às DDS vem assim colocar questões necessárias em termos de prevenção e controlo de risco e reduzir as consequências para novos estabelecimentos, mas difíceis soluções para estabelecimentos existentes.

Para os estabelecimentos existentes, a aplicação das DDS poderá envolver alterações significativas, como seja em relação ao valor patrimonial de áreas afetadas, alteração do prémio de seguro associado ao bem, afetação da taxa de juro bancário de aquisição de crédito, entre outros. Por exemplo, a possibilidade de realocação da população e/ ou o controlo de riscos em áreas onde já se localizam estabelecimentos é de antever seja de difícil aceitação. O valor da propriedade, sujeito a alteração pela proximidade ao risco, é um bem económico adquirido sob determinados pressupostos e expectativas que poderá ser causador de conflitos sociais e económicos.

São assim de prever a possibilidade de existirem coincidências de localização de habitações, escolas, edifícios públicos, em áreas incluídas nos limites das distâncias de segurança, resultantes das análises e avaliações de cenários de risco com consequências severas, sendo necessário a realocação de modo a garantir a salvaguarda da vida das pessoas e áreas ambientalmente sensíveis. Nestes casos “os riscos devem ser balançados com os benefícios e adotada uma metodologia de critério de tolerabilidade de risco, à semelhança do que já existe para os critérios de construção em zonas de risco sísmico ou com os períodos de retorno no caso das inundações” (Basta, *et al.*, 2007).

Na última década diferentes metodologias e limiares de tolerância têm sido desenvolvidos para responder aos requisitos da Diretiva Seveso II nos países da união europeia (UE). Com 27 países, ainda não foi possível a conceção de uma metodologia de referência comum para avaliar a compatibilidade entre os locais Seveso e as áreas envolventes. Adicionalmente, existem no espaço europeu diferentes culturas de comunicação, de vivência de risco, perceção e filosofias de decisão na UE. Por sua vez, a

ciência apresenta uma multiplicidade de metodologias, todas reconhecidas pela comunidade científica, tornando complexa uma possível escolha de uma única metodologia orientadora. Em Portugal, diferentes metodologias têm sido apresentadas pelos operadores nos relatórios de segurança; estes socorrem-se de consultores ou empresas de consultoria na área para a realização de estudos adotando uma das muitas metodologias que a comunidade científica oferece.

Adicionalmente, a ausência de uma metodologia de referência e orientadora, torna a variedade de abordagens de risco um trabalho difícil para as autoridades competentes, tanto no que diz respeito à avaliação dos relatórios, como ao nível do planeamento de emergência e a adequação de meios ao socorro e emergência. Assim, para um mesmo cenário de risco, cada metodologia (igualmente reconhecida pela comunidade científica) pode originar áreas de risco e distâncias de segurança distintas.

Basta, *et al.* (2007) realça a importância da criação de um sistema de informação de risco, promovendo o diálogo e partilha de informação entre países da União Europeia de modo a encontrar e promover um harmonia na prevenção, afirmando ser importante “promover o diálogo e intercâmbio de informação entre os países membros de forma a se poder encontrar uma solução harmoniosa no território europeu para se encontrar uma definição e implementação adequada de estratégias de redução de risco. (...) um adequado sistema de informação de risco à escala europeia é de primordial importância.” Adicionalmente estes autores defendem a necessidade de definir as distâncias de segurança com o objetivo de minimizar consequências da ocorrência de potenciais acidentes graves, afirmando que as DDS afetam o uso potencial do solo nas imediações das instalações seveso e podem ser assumidas como um “critério de tolerabilidade do risco com uma reflexão territorial” (Basta, *et al.*, 2007).

2.8 Cartas de Risco

Recentemente a utilização de Sistemas de informação geográfica (SIG) tem-se revelado uma ferramenta útil para a elaboração de cartas de risco. Permite uma visualização do território e constitui um instrumento de planeamento e ordenamento do território bem como de apoio aos decisores, ao possibilitar uma fácil leitura e compreensão acerca da dimensão geográfica de acidentes graves. “A elaboração de cartas de risco em SIG tem sido reconhecida como uma funcionalidade com dois objetivos: estabelecer a ligação entre o planeamento do território e profissionais da segurança durante o processo de decisão e a comunicação de risco para audiências públicas” (Basta, *et al.*, 2007). As cartas de risco podem ainda permitir uma visualização macro de várias tipologias de risco com potencial de

ocorrer numa dada região, permitindo um conhecimento de potenciais efeitos cumulativos ou efeitos em cascata de várias situações de perigosidade.

2.9 Análise de Práticas de Avaliação de Risco, Risco Tolerável e Planeamento e Ordenamento do Território

A análise do relatório técnico de Basta, *et al.* (2007), iniciada nos pontos anteriores, com especial ênfase no Reino Unido e Holanda, baseou-se na comparação entre os aspetos regulamentares relativos à implementação do artigo 12º da Diretiva (Anexo V), nomeadamente, a informação de risco relacionada com a criação de infraestruturas em bases de dados geográficos e o desenvolvimento de cartas de risco como ferramenta de ordenamento do território.

A maior semelhança nos dois contextos regulamentares da Holanda e Reino Unido é a adoção comum de uma abordagem quantitativa da avaliação de risco, que no contexto da Diretiva Seveso II envolve a estimativa da probabilidade de ocorrência de acidentes graves (Basta, *et al.*, 2007). No Quadro 2, apresentam-se as principais diferenças relativas à avaliação de risco na Holanda e Reino Unido. São comparados o critério de aceitabilidade de risco, risco social/ risco individual, processo de decisão/ sistema institucional, sistemas de informação de risco e elaboração de cartas de risco, informação presente nas cartas de risco, e cartas de risco.

De uma forma geral, e da análise do Quadro 2, o critério de aceitabilidade de risco na Holanda suporta-se numa avaliação qualitativa de risco enquanto no Reino Unido adota-se uma abordagem de bom senso utilizando o princípio ALARP (*as low as reasonably possible*). O critério de aceitabilidade baseia-se no risco social, quantitativo, na Holanda enquanto no Reino Unido é baseado na integração da estimativa do risco individual. O processo de decisão na Holanda apresenta vários níveis enquanto no Reino Unido é centralizado numa Autoridade de Segurança. As cartas de risco na Holanda são utilizadas para informar, envolvem os stakeholders e o público em geral e incluem diversas tipologias de risco. No Reino Unido as cartas de risco têm menos informação disponível ao público em geral, mas a pedido a informação pode ser mais detalhada; são, no entanto, enviadas às instituições responsáveis pelo planeamento.

Quadro 2 - Diferenças relativas à avaliação de risco no Reino Unido e na Holanda

Avaliação de Risco	Holanda	Reino Unido
Critério de aceitabilidade de risco	Avaliação quantitativa de risco, com parâmetros vinculativos definidos por lei	Abordagem de bom senso utilizando avaliações orientadas nas consequências; Princípio baseado em ALARP (<i>as low as reasonably possible</i>); tão reduzido quanto razoavelmente possível
Risco social/ risco individual	Risco social fortemente quantitativo; dificuldade de estimar	Baseado na integração da estimativa do risco individual com dados da população
Processo de decisão/ sistema institucional	Sistema de diferentes níveis com várias competências institucionais	Centralizado numa Autoridade de Segurança
Sistemas de informação de risco e elaboração de cartas de risco	Plataforma de partilha de informação utilizada como referência para a elaboração de cartas de risco e transmissão de dados de risco. A autoridade responsável por garantir a licença de estabelecimentos (que varia de acordo com a classificação do estabelecimento e as categorias das substâncias presentes) é também responsável pela atualização regular de dados.	A autoridade nacional de segurança e saúde (<i>HSE – Health and Safety Executive</i>) possui os dados e é inteiramente responsável pela atualização regular de dados
Informação presente nas cartas de risco	A informação nas cartas de risco é extensível a diferentes tipos de risco com relevância geográfica. A natureza das substâncias armazenadas/ utilizadas no estabelecimento e linhas de contorno de risco (iso-linhas) encontram-se disponíveis a utilizadores finais.	As cartas de risco reportam linhas de contorno de risco (iso-linhas) somente com o nível de risco/ perigo; não é dada informação relativa a substâncias perigosas
Cartas de risco	As cartas de risco são utilizadas para informar processos de planeamento e utilizadores não industriais (envolvendo <i>stakeholders</i> e o público em geral)	As cartas de risco são diretamente enviadas para Agências de planeamento pelas autoridades de segurança, sem qualquer comunicação direta do seu conteúdo para a população

Fonte: Adaptado de Basta, *et al.*, 2007

Tradução do autor

A Holanda tem duas peças legais distintas para a implementação da Diretiva Seveso II: uma que “foca na gestão de instalações perigosas” (...) e uma segunda que “se refere à regulação do uso do solo em redor de instalações perigosas” (Basta, *et al.*, 2007).

A abordagem metodológica de prevenção de acidentes graves na Holanda tem uma reflexão direta na elaboração de cartas de risco e consequente planeamento do uso do solo. Adicionalmente, este país define quantitativamente risco aceitável/ tolerável na vizinhança de estabelecimentos Seveso. As principais características desta metodologia são as apresentadas no Quadro 3:

Quadro 3 – Metodologia de Avaliação de Risco e definição de Risco Tolerável na Holanda

- Adoção de uma abordagem quantitativa de avaliação de risco, resultante da estimativa da magnitude e frequência esperada de acontecimentos de acidentes grave;
- A definição de risco individual como “a possibilidade, para um indivíduo permanentemente localizado na vizinhança de um estabelecimento perigoso, de morte como uma consequência direta de um acidente envolvendo as substâncias Seveso II. São aplicados parâmetros vinculativos definidos por lei” (Basta, *et al.*, 2007);
- São classificados “objetos vulneráveis” em dois grupos com limiares de tolerância de risco distintos, critério a entrar em vigor até ao fim de 2010 (Basta, C., Struckl, M., Christou, M., 2008):
 - 1) para objetos de maior vulnerabilidade, como hospitais, escolas e áreas residenciais, um risco tolerável de 10^{-6} acontecimentos/ ano;
 - 2) para objetos de menor vulnerabilidade, como zonas industriais, edifícios de serviços ou áreas recreativas, um risco tolerável de 10^{-5} acontecimentos/ ano;
- A definição de risco social (RS), como a possibilidade de morte, para um número de pessoas $> N$, como uma consequência direta da presença na vizinhança de uma estabelecimento perigosos onde ocorre um acidente; não existe um parâmetro vinculativo definido por lei;
- O critério de aceitabilidade para a ocorrência de um acidente é de “100 vezes mais exigente para cada dez vezes o número de vítimas esperados, isto é, o critério de aceitabilidade de um desastre com dez vítimas mortais é de 10^{-5} acontecimentos/ ano, para um acidente com cem vítimas mortais será de 10^{-7} acontecimentos/ ano, etc.” (Basta, *et al.*, 2007).

Fonte: Adaptado de Basta, *et al.*, 2007

Tradução do autor

No Reino Unido, é normalmente utilizada uma abordagem de base probabilística, orientada para a consequência e avaliação de cenários de acidente envolvendo a libertação de líquidos inflamáveis em que se encontre associado o risco de inflamação ou de explosão. A avaliação de risco é baseada na quantidade máxima de substância que cada estabelecimento está autorizado a armazenar, o que leva a uma avaliação conservativa e baseada na precaução (Basta, *et al.*, 2007).

Os aspetos relevantes da regulamentação de risco no Reino Unido (RU) publicados pela HSE⁵, para o planeamento do uso do solo são, de forma sumária a apresentada no Quadro seguinte.

Quadro 4 – Metodologia de Avaliação de Risco e definição de Risco no Reino Unido

- O princípio ALARP⁶/ALARA, cuja origem é definida na lei geral do sistema geral do RU;
- A abordagem quantitativa da avaliação de risco, utilizando metodologias de risco orientado (no caso de libertação tóxica) e consequências orientadas (no caso de radiação térmica e explosão) para a definição de distâncias de segurança (“*consultation distances*”) em redor de estabelecimentos;
- A definição de risco individual (RI), como sendo a probabilidade de receber pelo menos uma dose de perigo e numa segunda abordagem de receber uma dose prescrita de unidade de dose térmica (sem nenhum julgamento probabilístico) tendo em conta as circunstâncias locais (e.g., direção do vento dominante) que são relevantes para a estimativa da área que o perigo irá afetar;
- A definição de risco social como a integração do critério do risco individual com dados da população;
- A definição de quatro níveis de sensibilidade para alvos territoriais e humanos, apoiando a classificação de uma dada área em termos da sua vulnerabilidade específica.

Fonte: adaptado de Basta, *et al.* 2007

Tradução do autor

Um estudo desenvolvido por Amendola (2005), apresenta alguns critérios para distâncias de segurança (DDS). Baseia-se na adoção de dois critérios, critério individual de risco e critério social de risco, a que correspondem áreas de aceitabilidade, não aceitabilidade e tolerabilidade de risco (Figura 6 e Figura 7, respetivamente).

⁵ HSE - *Health and Safety Executive*, é a entidade responsável pela definição da distância de aconselhamento para cada instalação perigosa, representando as três linhas de contorno: interior, média e exterior. No interior desta área é obrigatória a consulta desta agência para objetivos de planeamento

⁶ ALARP/ ALARA - *As Low As Reasonably Practicable / As Low As Reasonably Achievable*, significa reduzir o risco a um nível tão reduzido quanto razoavelmente possível (COMAH, 2009)

1,E-03		Não Aceitável
1,E-04		
1,E-05		ALARA ⁽¹⁾
1,E-06		Tolerável
1,E-07		
1,E-08		

Fonte: Adaptado de Amendola, 2005

⁽¹⁾ ALARA – as low as reasonably achievable

Figura 6 - Critério Individual de Risco

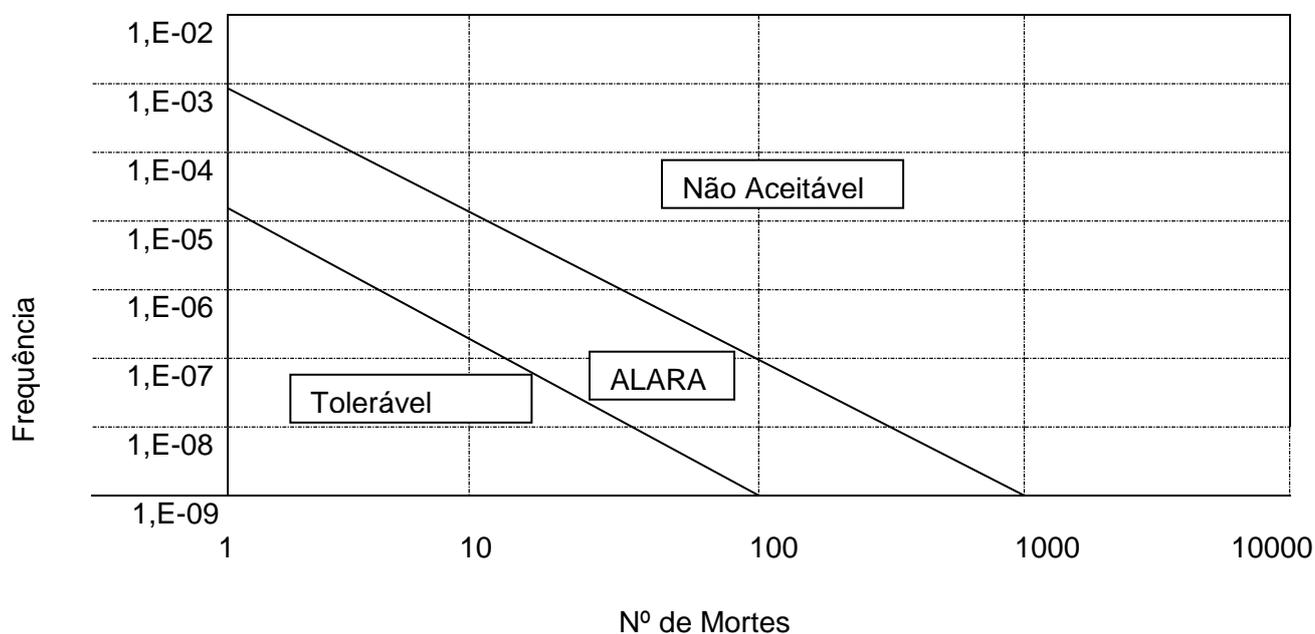


Figura 7 - Critério social de Risco
 Fonte: Adaptado de Amendola, 2005
 Tradução do autor

De acordo com o estudo publicado por Amendola (2005), o critério individual de risco é aplicado para a proteção de cada indivíduo face a perigos envolvendo substâncias perigosas. “O critério não depende da população em redor do estabelecimento ou do número de vítimas resultantes de um potencial acidente. Expressa um nível pré-estabelecido de risco acima do qual não é permitida a exposição a nenhum indivíduo. Desta forma, com o critério de risco individual, é expresso o princípio da equidade na distribuição de risco” (Amendola, 2005).

Por sua vez a Holanda apresenta um critério diferente de aceitabilidade de risco a que denomina “tolerabilidade”, para risco individual e para risco social, que se apresenta no quadro seguinte.

Quadro 5 – Critérios de Tolerabilidade de Risco na Holanda

	Critério de risco individual	Critério de risco social
Estabelecimento existentes	10^{-5} / ano	10^{-5} / N ²
Novos Estabelecimentos	10^{-6} / ano	10^{-3} / N ²
Risco Negligenciável	Aplicação de ALARA ⁽¹⁾	Aplicação de ALARA ⁽¹⁾

⁽¹⁾ALARA: *As Low As Reasonably Achievable* (tão baixo quanto razoavelmente possível)

Fonte: Adaptado de Amendola, 2005

Tradução do autor

O risco social é um critério que tem como objetivo a “proteção da sociedade contra a ocorrência de acidentes de larga escala” (Amendola, 2005). Para a sua determinação é considerada a densidade populacional em redor do estabelecimento, a variação temporal ao longo do dia, bem como as possibilidades de medidas de emergência (com a distinção entre interior e exterior das habitações). “A aplicação do critério de risco social é suplementar à utilização do critério de risco individual” e pretende considerar a “aversão social associada ao aumento de número de fatalidades” (Amendola, 2005).

Na Holanda, a autoridade responsável por dar a licença é também a proprietária dos dados e da sua validação. Amendola (2005) explica no seu estudo, que a estimativa de risco individual é visualizada em áreas concêntricas, representando níveis de efeitos (deduzidos experimentalmente) que vão diminuindo a partir de um ponto central de início do acidente. Para cada cenário, é calculada a probabilidade de ocorrência, sendo selecionado um cenário representativo para formular um plano de recomendação. Os elementos urbanos e ambientais da envolvente são classificados de acordo com categorias de vulnerabilidade (elevada, média, reduzida); “a visualização da ligação do risco ao acidente resulta de uma sobreposição entre um evento de acidente selecionado, as suas linhas de iso-risco e o contexto específico territorial” sendo as cartas de risco digitais importantes para o desenvolvimento operacional” (Amendola, 2005).

No Reino Unido, a determinação de zonas de risco (orientação da HSE) segue uma metodologia com três categorias distintas (zona interna, zona intermédia e zona externa) definidas de acordo com os valores de risco individual (Quadro 6).

Quadro 6 – A política HSE no Reino Unido

Categoria do projeto	Zona interna Risco individual > 10^{-5} / ano	Zona intermédia Risco individual > 10^{-6} / ano	Zona externa Risco individual > $0,3 \times 10^{-6}$ / ano
Instalações muito vulneráveis ou unidades com elevado público (escolas, hospitais, lares de 3ª idade, estádios desportivos)	Recomendação contra o projeto	Necessária avaliação específica (recomendação contra, para > 25 pessoas)	Necessária avaliação específica
Residências (habitações, hotéis, estâncias de férias)	Recomendações contra projeto (+ de 25 pessoas)	Necessária avaliação específica (recomendação contra, para > 75 pessoas)	Permitir o projeto
Atrações públicas (comércio substancial e unidades de lazer)	Necessária avaliação específica (recomendação contra para + de 100 pessoas)	Necessária avaliação específica (recomendação contra, para > 300 pessoas)	Permitir o projeto
Baixa densidade (indústrias pequenas, campos de jogos de ar livre)	Permitir o projeto	Permitir o projeto	Permitir o projeto

Fonte: Amendola, 2005

Tradução do autor

No Reino Unido, em geral, nenhuma nova habitação deve ser permitida em locais onde o risco é superior ao expresso por este critério. Da mesma forma, a localização de novos estabelecimentos ou modificação dos existentes não deve ser permitida se existem situações em que o risco excede o critério.

No estudo desenvolvido por Amendola (2005) o autor explica que em França é exigido ao operador de um estabelecimento uma avaliação das consequências de cenários que vão ser a referência para a determinação de zonas de proteção em redor de uma instalação. O cenário de referência é baseado na análise de acidentes passados bem como em possíveis eventos, existindo um número de cenários possíveis referentes a vários tipos de estabelecimentos. O autor continua explicando que cada cenário é determinado tendo em conta as condições de ocorrência do acidente (nomeadamente, características da libertação de substâncias perigosas, condições meteorológicas) e critérios de efeitos máximos aceitáveis (radiação térmica, sobrepressão ou dose tóxica). No Quadro 7 são apresentados alguns desses critérios.

Quadro 7 – Exemplos de Cenários de Referência em França

Cenário	Tipo de estabelecimento	Efeitos estudados	Critério correspondente às primeiras mortes	Critério correspondente ao primeiro efeito irreversível
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)	Gases combustíveis liquefeitos	Radiação térmica Sobrepessão	5 kw/m ² 140 mbar	5 kw/m ² 50 mbar
Perda de contenção total instantânea	Reservatórios contendo gases tóxicos	Dose tóxica	Baseado em concentração letal ⁽¹⁾ (1%) e tempo de exposição (passagem da nuvem)	Baseado em IDLH ⁽²⁾ e tempo de exposição (passagem da nuvem)

⁽¹⁾ Concentração letal a 1% da população quando exposta por inalação num determinado período de tempo

⁽²⁾ IDLH: *Immediately Dangerous to Life or Health* (Imediatamente perigoso para a vida ou a saúde). A concentração representa a máxima concentração de uma substância no ar a partir da qual trabalhadores masculinos podem escapar sem perda da vida ou efeitos irreversíveis na saúde em condições de 30 minutos no máximo de tempo de exposição.

Fonte: Amendola, A., 2005

Tradução do autor

2.10 Riscos Cumulativos

Os acidentes naturais têm a particularidade de poderem constituir mecanismos iniciadores de acidentes tecnológicos, nomeadamente, os originários de sismos, inundações ou fogos. Os acidentes naturais têm ainda a possibilidade de atuarem como mecanismos desencadeadores, direta ou indiretamente, sobre recipientes de armazenamento, sistemas de pipelines ou unidades de processamento contendo substâncias perigosas, ou afetando sistemas de distribuição de água ou energia, comunicações, sistemas de segurança ou medidas de minimização ou desencadeando cadeias de falhas que podem resultar em libertações acidentais.

Na legislação europeia relativa à prevenção de acidentes graves, já se encontra incluída a necessidade de serem considerados os riscos naturais, bem como a sua identificação e análise. No entanto, em Portugal, nos estudos de relatórios de segurança analisados não foi encontrada nenhuma análise de risco, em que estes riscos fossem efetivamente incluídos, sendo meramente referidas as possibilidades de ocorrência de

determinados fenômenos naturais, nomeadamente sismos, sem a sua ligação a potenciais efeitos desencadeadores de riscos tecnológicos.

Adicionalmente, os estabelecimentos envolvendo substâncias perigosas encontram-se muitas vezes inseridos em áreas densamente habitadas. Na ausência de regulamentação e controlo, os seus perigos são revelados após um acidente grave e destrutivo, como tem acontecido ao longo da história. Nas cartas de risco sísmico deveriam ser incluídas a localização de estabelecimentos Seveso, a análise de consequências, bem como, as necessárias medidas para reabilitação. Adicionalmente, a inclusão destes e de outros tipos de riscos naturais como inundações, deslizamento de terrenos e derrocadas deveriam ser incluídos nas avaliações de risco de acidentes tecnológicos para uma determinada região.

Para uma gestão integrada

Apesar da evidência da relação entre a ocorrência de acidentes naturais e estabelecimentos Seveso, ainda existe uma clara separação entre a ciência e as instituições e autoridades responsáveis pela sua gestão. Amendola (2005) refere que a França e a Alemanha têm desenvolvido novas regulamentações que permitem uma integração dos estudos levando a uma análise de risco que inclui a possibilidade de desastres naturais desencadearem libertações químicas e acidentes tecnológicos denominados Natechs (*Natural-hazard Triggered Technological Accidents*).

O ordenamento do território e uso do solo não podem ser feitos isoladamente para uma única tipologia de risco, somente uma integração de todos os riscos naturais e tecnológicos podem resultar num planeamento sustentável, que não providencia segurança excessiva contra um perigo, esquecendo outros, com a possível consequência de se proceder à alteração da localização de projetos para locais onde o risco seja aceitável ou tolerável. É importante estabelecer um enquadramento para a realização de estudos de risco integrados, envolvendo os cidadãos, agências e administrações do governo, que muito frequentemente atuam em isolamento e/ ou competição. Em diversos países da UE, está a crescer a sensibilização para a necessidade de se desenvolverem estudos integrados de risco, envolvendo ciência e grupos de profissionais para atingir este objetivo.

2.11 Autoridades Competentes

De acordo com Basta, *et al.* (2007), na Holanda, o ordenamento do território baseia-se num sistema multi-nível que envolve os níveis nacional, provincial e municipal. A

harmonização dos três níveis baseia-se na procura de consenso e ajuste mútuo. São raramente ativadas as relações hierárquicas. Os estabelecimentos Seveso II são classificados de acordo com valores de limiares de tolerância considerando os quantitativos armazenados/ tratados de substâncias perigosas.

Basta, *et al.* (2007), refere que no Reino Unido, a Diretiva Seveso II encontra-se implementada em diversas peças legais. O processo de licenciamento e a metodologia de avaliação de risco encontra-se sob a alçada das entidades *Notification of Installation Handling Hazardous Regulations* (NIHHS) e/ ou o *Control of Industrial Major Accidents Hazard Regulation* (CIMAHA) 1999. O processo ligado ao planeamento e uso do solo encontra-se regulamentado pelo *Planning Hazardous Substances Act*, 1990 e o *Planning Hazardous Substances Regulations*, 1992, alterado pelo CIMAHA, 1999.

Neste país, a autoridade competente para assuntos de segurança é a *Health and Safety Executive* (HSE) que desenvolveu uma abordagem de decisão onde se aplica o princípio da proporcionalidade à estimativa de risco, que varia de acordo com os diferentes tipos de cenários de acidente.

Em Portugal, e face ao enquadramento atual, existem diversas autoridades competentes e obrigatoriedade de cumprimento de prazos para revisão e atualização de informação, para entidades envolvidas na gestão e licenciamento de PAG de estabelecimentos de NSP, como é demonstrado no quadro seguinte. Na investigação efetuada, não foi encontrada nenhuma revisão dos estudos até à data.

Quadro 8 - Calendário de Obrigações de Autoridades Competentes e Envolvidas na Operação, Gestão e Licenciamento de PAG de estabelecimentos de NSP

Obrigações	Periodicidade	Entidade Responsável
Revisão e/ ou atualização do Relatório de Segurança	De 5 em 5 anos Sempre que novos factos o justifiquem (e.g., novos conhecimentos técnicos)	Operador do estabelecimento
Auditoria (relatório de auditoria ao sistema de gestão de segurança) ⁽¹⁾	Até 31 de Março de cada ano	Operador do estabelecimento
Plano de Emergência Interno	≤ 3 anos	Operador do estabelecimento
Plano de Emergência Externo	≤ 3 anos	Câmara Municipal
Elaboração e divulgação de informação junto da população ⁽²⁾ sobre medidas de autoproteção e comportamento a adotar em caso de acidente	Reavaliação de 3 em 3 anos	Câmara Municipal em articulação com ANPC, corpos de bombeiros; Informação preparada por Serviço Municipal de Proteção Civil com colaboração do operador do estabelecimento
Prestação de informação ao público	Renovação ≤ 5 anos	Serviço Municipal de Proteção Civil com colaboração do operador do estabelecimento
Envio de informação relativa às medidas de autoproteção e formas de divulgação adotadas	Até 31 de Julho de cada ano	Serviço Municipal de Proteção Civil envia à APA e ANPC

⁽¹⁾ realizada por verificadores qualificados pela APA (Portaria 966/ 2007, de 22 de Agosto)

⁽²⁾ população suscetível de ser afetada por acidentes graves envolvendo substâncias perigosas

2.12 Divulgação de Informação

Na Holanda as cartas de risco são desenvolvidas sob a responsabilidade provincial. Podem ser sobrepostos outros riscos como riscos de inundação e adicionados objetos vulneráveis, informação cujo proprietário são os municípios. Prevê-se que de futuro as versões de cartas de risco incorporem contornos de risco social em vez dos atuais riscos individuais. Versões de cartas de risco são usadas para informar o público e estão disponíveis na internet.

Acesso a cartas de risco

Na Holanda as cartas de risco constituem uma ferramenta de informação às autoridades competentes bem como para informar o público acerca do risco no seu ambiente.

Os cidadãos têm acesso a informação relativa aos estabelecimentos perigosos, às substâncias perigosas presentes (armazenadas, utilizadas, produzidas), aos riscos associados ao transporte e presença de objetos vulneráveis na área.

Com as preocupações, desde 11 Setembro de 2001, referentes à atividade de terroristas, as orientações relativas à segurança na Europa colidem com o direito de informação por parte dos cidadãos (*"Citizens right to know"*); informações disponíveis a qualquer pessoa referente a estabelecimentos Seveso II levantam questões polémicas de qual e que tipo de informação poderá ser disponibilizada sem colocar em risco as estruturas e suas envolventes. A discussão tem sido acesa relativamente à quantificação entre o aumento de segurança pela partilha de informação e conseqüente preparação dos cidadãos face ao risco versus a perda de segurança associada à disponibilidade de dados e informação a terroristas e utilizadores não controlados (*safety increase versus security loss*).

Elaboração e representação de informação de risco de acidentes graves

Basta, *et al.* (2008), refere que no Reino Unido (RU) é utilizada informação cartográfica baseada em SIG (sistema de informação geográfico) para a elaboração de cartas de risco, sendo facilmente atualizadas as suas bases de dados e permitindo a tomada de decisão com informação real e fidedigna. Esta ferramenta informática permite que sempre que as avaliações da entidade responsável do RU para estabelecimentos Seveso, HSE, proceda a alterações dos contornos de risco devido à instalação de novos estabelecimentos, alterações de existentes, novas características nas vizinhanças de empresas existentes, são definidas novas cartas de risco com celeridade. Os SIG permitem ainda a definição de diferentes *layers* de caracterização de áreas do território permitindo a alternância de caracterização do território com a sequeute análise pretendida. Por exemplo, distintos *layers* podem ser criados para o crescimento / alteração da localização de populações áreas sensíveis e áreas de uso público (estradas, escolas, hospitais), definindo, por exemplo, áreas de risco em redor de estabelecimentos.

Devido à ameaça terrorista, a informação das cartas de risco é limitada no Reino Unido; não é transmitida informação relativa ao tipo de substância presente na instalação ou o local onde poderá estar presente. São representados os três níveis de iso-linhas de risco,

o nome e morada da instalação. As cartas de risco não são acessíveis via internet mas poderão ser consultadas pelos cidadãos após efetuar pedido.

Em Portugal, não existem cartas de risco referentes a estabelecimentos Seveso. A primeira carta de risco encontra-se em fase final de elaboração, teve o seu início em 2004, e refere-se à península da Mitrena. Abrange uma área geográfica de cerca de 70 km² e uma elevada densidade industrial (cerca de 60 unidades de variada dimensão), onde se incluem 5 estabelecimentos Seveso, quatro de nível superior de perigosidade. Pretende representar cartograficamente os riscos decorrentes de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas. A iniciativa envolve diversas entidades, as empresas, especialistas consultores, o Serviço Municipal de Proteção Civil e Bombeiros da Câmara Municipal de Setúbal e a Autoridade Nacional de Proteção Civil.

Embora previsto no Decreto-Lei 254/ 2007, artigo 15º, a divulgação de informação relativa aos Relatórios de Segurança e do inventário de substâncias perigosas, não se encontra ainda disponível ao público, nomeadamente através da página da internet, à semelhança do que já acontece para os Estudos de Impacte Ambiental. Após contacto com a autoridade competente (APA) foi fornecida a informação de que os Relatórios de Segurança se encontram em processo de digitalização, não havendo uma data prevista para a disponibilização dos referidos relatórios.

A cultura de risco/ cultura de segurança em Portugal é muito rudimentar e ainda é filosofia e crença da classe política e dirigente, de que a disponibilização deste tipo de informação aos cidadãos, seria contraproducente e geradora de potencial sentimento de pânico e preocupação. No entanto, não há referências e evidências deste tipo de comportamento por parte do público em geral em países onde se pratica uma cultura de partilha de informação e transparência.

Amendola (2005) explica que a gestão de risco enquadrada de acordo com a regulamentação europeia dá ao público em geral o direito de acesso à informação e participação, referindo:

- informação passiva: onde o relatório de segurança pode ser examinado pelo público, sendo excluídos os aspetos sensíveis referentes ao segredo industrial
- informação ativa: em que as pessoas que podem ser afetadas pelas consequências de um acidente devem ser informadas, sem ter de efetuar formalmente este pedido
- consulta do público: onde as pessoas devem ser capazes de dar a sua opinião nos casos que envolvem o planeamento de novos estabelecimentos, grandes modificações de

estabelecimentos existentes, desenvolvimentos em redor de estabelecimentos existentes e planeamento de emergência.

É importante ainda referir que apesar da existência de atividades perigosas implicar uma aceitação do risco, especialmente quando o processo de informação é implementado corretamente, não implica uma aceitação dos danos provocados pelo acidente. Um dos princípios que suportam esta afirmação é o princípio do “poluidor-pagador”, definido na lei de bases do ambiente.

2.13 Processo de Decisão

No estudo desenvolvido por Basta et al. (2007), a autora refere que na Holanda os estabelecimentos de nível superior de perigosidade são da competência provincial e os estabelecimentos de nível inferior de perigosidade e armazenagens de gás de petróleo liquefeito (LPG, *liquefied petroleum gas*) são da competência municipal, sendo os operadores cujos estabelecimentos são de categoria Seveso II os responsáveis pela elaboração de uma avaliação de risco quantitativa. A autoridade de supervisão verifica “a validade da análise e é responsável pela aquisição e atualização da informação que é necessária para aferir o cumprimento da instalação com os requisitos legais operacionais, espaciais e ambientais” (Basta, et al., 2007). A descentralização existente levou a que os dados geográficos e dos estabelecimentos estivessem distribuídos por diversas autoridades, levando à necessidade de centralizar a informação relativa a acidentes.

Risco e planeamento do uso do solo (PUS): o processo de decisão no Reino Unido

De acordo com Basta, et al., (2007) ao contrário da Holanda o RU baseia-se numa autoridade de segurança fortemente centralizada (HSE), onde a Direção *Hazardous Installation Directorate* (HID) tem a competência de todas as instalações perigosas no país e é envolvida em processos de planeamento envolvendo instalações químicas, *pipelines* e unidades explosivas; esta instituição exerce dois papéis fundamentais: aconselha agências locais de planeamento acerca de instalações Seveso II e acerca da compatibilidade de desenvolvimentos territoriais propostos incluídos em áreas perigosas existentes; utiliza um sistema de software denominado *Planning Advice for Development Near Hazardous Installations* (PADHI), (Assessoria de Planeamento para o Desenvolvimento Próximo de Instalações perigosas) que se baseia em análise de dados de risco e (cenários, áreas afetadas e linhas de contorno de risco) e dados territoriais (tipo de alvos, desenvolvimentos propostos, níveis de sensibilidade, dados de população).

No seu trabalho de investigação, Basta, *et al.*, (2007), explica ainda que as decisões de planeamento do uso do solo (PUS) podem exceder os conselhos de segurança para um nível de segurança superior, sendo os pareceres da HSE enviados às agências de planeamento locais (LPAs, *local planning agencies*) no referente aos planos de uso do solo e na forma de cartas de risco, onde as iso-linhas de perigo são representadas; “tal como na Holanda, os riscos sociais e individuais são representados e constituem um critério de planeamento do uso do solo” (Basta *et al.*, 2007). São referidas as áreas “densamente povoadas e/ou alvos específicos vulneráveis (e.g., hospitais, escolas, idosos, crianças, etc.) cuja presença é considerada para integrar a decisão resultante do critério de risco individual (...) a avaliação de risco social é uma integração da estimativa de risco individual com dados populacionais” (Basta, *et al.*, 2007).

O RU (HSE) desenvolveu um sistema de cartografia nacional utilizando tecnologia SIG representando a distribuição de população em diferentes níveis de vulnerabilidade onde são representadas áreas onde é permitido o acesso público direto. “Em comparação com a Holanda a metodologia de análise de risco do RU, a adoção do critério de planeamento de uso do solo (LUP, *land use planning*) e a definição de risco social levou ao desenvolvimento de um sistema de informação de risco em que é particularmente evidente uma elaboração e acessibilidade de cartas de risco” (Basta, *et al.*, 2007).

Ordenamento do território e governança de risco

Qualquer que seja a definição das distâncias de segurança, os resultados da avaliação de risco ou a avaliação das suas consequências a partir de cenários de referência são afetados por incertezas significativas. Os decisores são confrontados com uma variedade de abordagens, metodologias distintas e formas de avaliar e apresentar riscos específicos, uma situação que torna a comparação de estudos de risco realizados por diferentes analistas uma tarefa difícil. Adicionalmente, não é normalmente desenvolvida uma análise de incertezas associadas aos estudos e parâmetros assumidos (consequência de falta de conhecimento, inúmeros dados, disponibilidade de registos e aleatoriedade).

Uma abordagem aberta e consulta efetiva das partes e negociação (como por ex. a abordagem francesa ou do reino unido) pode acomodar as necessidades contrastantes de uma adequada segurança e uso sustentável do território. Amendola (2005) analisa a temática do ordenamento do território e dia que em França os planos de uso do solo/ordenamento do território são adotados após um debate público. “A escolha dos cenários de referência (baseados geralmente em ocorrências históricas e indicando implicitamente um

juízo baseado na probabilidade) têm sido determinados pela necessidade de comunicar com o público. (...) Para novos estabelecimentos, é procurado deixar a indústria comprar a terra em redor do estabelecimento ou adquirir certos direitos no uso do solo; desta forma, o operador controla que o uso do solo não seja alterado com o tempo” (Amendola, 2005).

Por sua vez Basta et al. (2008) refere que no Reino Unido, o critério também permite aos decisores tomar em conta as preocupações do público referentes aos efeitos da segurança e económicos relativos ao facto de limitar o uso do solo. A investigadora diz que o critério de aconselhamento tem sido adotado após uma larga consulta com os *stakeholders*, incluídos na *Health and Safety Commission*. Neste país, o direito de participação nas decisões de planeamento estão consagrados na lei do planeamento. Adiciona que os pedidos de planeamento ou consentimento de projetos envolvendo substâncias perigosas têm de ser publicitados e os membros do público têm o direito de apresentar por escrito a sua participação bem como pronunciar-se acerca de projetos a serem desenvolvidos na vizinhança de estabelecimentos Seveso.

Áreas Industriais

O enquadramento legal para as DDS é aplicado individualmente para cada instalação. Acontece muitas vezes que um determinado número de estabelecimentos perigosos se localizam na mesma área. Um exemplo é a região de Setúbal em que na área industrial da Mitrena se localizam cinco estabelecimentos Seveso: quatro NSP e um NIP. Adicionalmente, existem situações em que circulam nas imediações, por rodovia, ferrovia ou transporte marítimo substâncias perigosas em frequência e quantidades consideráveis, adicionando perigos à mesma região. Também a armazenagem temporária de determinadas substâncias em empresas ligadas à logística podem condicionar a segurança de uma determinada zona, aumentar o risco existente bem como potenciar as consequências de acidentes e / ou ocorrência de efeitos dominó. Estas características deveriam ser tidas em atenção na gestão de um território em matéria de segurança, incluindo uma avaliação cumulativa de risco, interações potenciais e complexas entre atividades e presença de substâncias perigosas.

Cobrir todas estas situações potenciais de risco não é tarefa fácil e não seria simples legislar acerca desta matéria. No entanto, a gestão de risco aliada ao ordenamento do território e ao planeamento e responsabilidades municipais deveria ter em linha de conta a realização de estudos e cenários de risco e análise de consequências, com atualização periódica, acerca de potenciais situações de risco naturais e tecnológicas/ humanas

existentes na área sob a qual exercem autoridade, responsabilidade e proteção de pessoas, bens e ambiente.

A Holanda é um país onde estas preocupações são incorporadas no critério de risco adotado. Amendola (2005) explica que este critério baseou-se na suposição de que poderia ser tolerado que os riscos a que os cidadãos estão “involuntariamente” expostos, tais como os riscos oriundos de atividades industriais na sua vizinhança, deveriam ser pelo menos uma ordem de magnitude inferior à da taxa de mortalidade normal (10^{-3} /ano). O autor refere que “dadas as múltiplas fontes de perigo e à dificuldade de serem identificadas, foi diminuído o intervalo de tolerabilidade para 10^{-5} /ano” (Amendola, 2005) (Quadro 6).

Existem estudos em que se consideraram várias tipologias de risco, constituindo desta forma um instrumento de planeamento de longo prazo e mais preciso. Estes estudos de avaliação de risco integrada levam a uma integração de riscos de acidente com atividades fixas e transportes, permitindo uma priorização de medidas de redução de risco atuando nas fontes de perigo e no planeamento urbano. Amendola, (2005) aponta como exemplo o projeto para a área portuária e industrial de Ravenna.

Quase todas as decisões políticas, investimentos e determinações operacionais têm um impacto na segurança e procuram um equilíbrio entre as exigências associadas a custos, desempenho e segurança. Dado que não existem “decisões seguras”, os decisores têm de encontrar um equilíbrio em todas as opções que assumem. Não existe risco nulo; os sistemas de engenharia ou humanos não são perfeitos e a segurança tem de ser equilibrada com as exigências do enquadramento económico e financeiro da empresa. As decisões de segurança são decisões de negócio, e uma empresa responsável segue um processo semelhante para ambas as situações.

Um estudo desenvolvido pelo Rail Safety and Standards Board (2005), explica que a omissão ou a falta da tomada de uma decisão é em si mesma uma decisão; esclarece ser uma obrigação legal da empresa tomar uma decisão correta quando escolhe “um curso de Ação (...) [orientado para a redução do risco] a um nível tal que é tão baixo quanto for razoavelmente praticável (*As Low As Is Reasonably Practicable* - ALARP)” (Rail Safety and Standards Board, 2005). O que é razoavelmente praticável na legislação reflete a sua ética empresarial para entregar um produto que a sociedade espera e paga, e responde aos interesses comerciais dos acionistas e clientes. O relatório referido diz que em muitos casos a decisão certa é não fazer nada. “Deve haver a coragem e argumentos para tomar as

decisões certas, incluindo o de nada fazer quando essa é o plano correto de Ação” (Rail Safety and Standards Board, 2005).

Ao auscultar os cidadãos, as autoridades deparam-se frequentemente com dificuldades acerca da aceitação de uma nova instalação ou alteração de uma existente. Muitas vezes o público em geral tem uma percepção de segurança que é confusa e imprecisa, pelo que uma comunicação eficaz de risco pode colocar esta percepção mais próxima da realidade permitindo construir consensos e/ou compromissos entre as partes.

O relatório do Rail Safety and Standards Board (2005) explica a dimensão importante dos custos associados aos acidentes, podendo estes ser mensuráveis e não mensuráveis. Os custos mensuráveis dos acidentes encontram-se associados a custos indiretos de reputação, sendo que a reputação de uma empresa é dependente da avaliação que os seus *stakeholders* (partes interessadas) pensam acerca do assunto. As partes interessadas incluem clientes, acionistas, fornecedores e empregados. Os “danos na reputação de uma empresa pode influenciar no preço das ações, vendas, ou se se encontra associada ao governo, a posição política do Ministro” (Rail Safety and Standards Board, 2005).

O estudo desenvolvido pelo Rail Safety and Standards Board (2005) refere que os custos não mensuráveis dos acidentes de um acidente grave podem elevar-se a importâncias financeiras que podem colocar a empresa em perigo económico e financeiro. A perda de confiança do cliente, podem ter um impacto a longo prazo que pode ser decisiva na continuidade ou não do negócio.

2.14 Aspetos Dominantes Identificados

Neste capítulo procedeu-se à revisão da literatura dando relevância ao enquadramento legal internacional e nacional, definindo conceitos chave e caracterizando a metodologia de análise e avaliação de risco. Adicionalmente, procedeu-se a um levantamento do *state of the art*, referente a distâncias de segurança, ordenamento do território, analisando as práticas em dois países da união europeia: Reino Unido e Holanda.

Realça-se a importância da definição de distâncias de segurança e o papel das cartas de risco, suportadas por SIG, bem como a transparência e a acessibilidade de informação de risco no processo de decisão. De uma forma geral, e de acordo com o exposto anteriormente, acerca das práticas utilizadas nos países da UE analisados (Reino

Unido, Holanda e França), há uma tendência para a representação geográfica baseada em sistemas de informação de risco, para a apresentação à escala nacional de riscos de acidentes graves e para a importância do acesso do público à informação.

De acordo com o estudo comparativo entre a Holanda e o Reino Unido, “em ambos os países, as cartas de risco estão-se a tornar mais fundamentais para as práticas de prevenção de risco locais (...) bases de dados SIG armazenam dados em elevada quantidade à escala nacional. Adicionalmente, a adequação da partilha de bases de dados para interligar os diferentes atores institucionais durante o processo de decisão é evidente” (Basta, et. al, 2007).

Embora subsistam diferenças regulamentares entre os dois países que levou a “diferentes formas de cooperação entre as autoridades competentes foram alcançadas boas ligações entre as competências operacionais das autoridades de segurança e as de planeamento” (Basta, et. al, 2007).

Existe uma grande diferença entre a Holanda e o Reino Unido no que se refere à possibilidade de o público ter acesso à informação de risco, nomeadamente às cartas de risco. Na Holanda, “há uma notável quantidade de informação de risco acessível ao público via internet. No Reino Unido, apesar da transparência do processo de decisão ser garantido pelo estado da informação ao público, as cartas de risco podem ser recolhidos pelo público após requerimento específico” (Basta, et. al, 2007).

Esta diferença é explicada pela dificuldade em gerir transparência e segurança. A facilidade de acesso à informação por pessoas não identificadas pode originar uma facilidade de obter dados que podem ser utilizados por grupos menos bem intencionados, nomeadamente grupos ligados a organizações terroristas. Pode ser considerada uma redução na segurança de determinados estabelecimentos e regiões pondo em perigo os cidadãos. O Reino Unido considera que a facilidade de acesso a informação que a Holanda apresenta, pode pôr em causa a confidencialidade da informação industrial e a proteção da população face à ameaça terrorista. O Reino Unido tem sido alvo de ataques terroristas confrontando-se entre duas situações: aplicar o princípio da precaução em matéria de risco industrial versus a proteção da população contra ameaças de terrorismo. No entanto, a informação é fornecida mediante pedido sujeito a requerimento.

De acordo com Basta, et. al (2007) ambos os países e ambas as opções assumidas têm consequências no binómio segurança - transparência. Assim na Holanda este balanço

inclina-se para a transparência, com exposição do governo e autoridades em termos de responsabilidade para os cidadãos expostos. No Reino Unido, pelo contrário, este balanço inclina-se para a segurança, o direito à informação dos cidadãos existe mas não é interpretado como uma entrega passiva de informação de risco.

Estas decisões não são fáceis de assumir e com certeza que se baseiam no património social e cultural de cada um destes países. O Reino Unido com o seu passado de ameaças terroristas e ataque da Al-Qaeda em 2005, associada a uma confiança da cultura dos cidadãos permite às autoridades proteger informação que poderia ser mal utilizada. Na Holanda as ameaças terroristas são raras e de fracas consequências. Adicionalmente, existem diferenças marcantes de dimensão de território e densidade populacional. A Holanda apresenta elevadas densidades populacionais (da ordem dos 450 habitantes/ km²) em áreas urbanas com um risco constante de inundações o que leva à necessidade de aplicar o princípio da precaução numa base regular. A plena consciência relativa a riscos graves é um fator chave da prevenção. Esta situação pode ser um argumento forte que explica a facilidade existente neste país relativamente ao acesso à informação de risco.

Em Portugal, não existe cartografia de riscos associados aos estabelecimentos Seveso. A primeira carta de risco encontra-se em fase de finalização e teve o seu início em 2004. Envolve a caracterização de empresas numa área geográfica, próxima da cidade de Setúbal, e inclui a localização de cinco estabelecimentos Seveso (quatro de NSP e uma de NIP). É da iniciativa do Serviço Municipal de Proteção Civil e Bombeiros de Setúbal, tendo como principal objetivo a caracterização de riscos e representação geográfica (com auxílio de sistema de informação geográfica) de distâncias de consequências de cenários de acidentes graves. Pretende a adequação de meios humanos, materiais e técnicos à resposta a situações de socorro e emergência.

Em relação à comunicação de riscos tecnológicos à população em geral, esta é praticamente inexistente no nosso país. Existe culturalmente a noção generalizada de que a informação e divulgação do risco gera nas populações sentimentos de pânico, o que tem constituído motivação por parte das autoridades governamentais em protelar uma efetiva comunicação de risco aos cidadãos gerando na sociedade civil uma ausência efetiva de cultura de risco, de adoção de medidas preventivas ou de preparação para a resposta.

Em suma, “a criação de um sistema de informação nacional de risco baseado numa plataforma de informação geográfica para melhorar a cooperação entre autoridades e

stakeholders parece constituir a fronteira aconselhável de práticas europeias de prevenção de risco” (Basta, et. al, 2008). A cultura da informação e divulgação da temática do risco é variável nos países da União Europeia, havendo uma dificuldade da implementação destas práticas que se encontram impedidas de sucesso devido fundamentalmente aos contextos político, históricos, sociais e culturais.

3. Metodologia

“People are threatened by hazards because of their social, economic and environmental vulnerability, which must be taken into account if sustainable development is to be achieved. Disaster risk reduction therefore concerns everyone, from villagers to heads of state, from bankers and lawyers to farmers and foresters, from meteorologists to media chiefs.”
(UN/ISDR, 2004)

Neste capítulo procede-se à apresentação da metodologia de investigação para o desenvolvimento do objetivo de investigação relativo à temática da Prevenção de Acidentes Graves.

3.1 Desafios da investigação

O principal desafio da investigação é o de analisar a situação atual no país referente à implementação e cumprimento da legislação de prevenção de acidentes graves (PAG) e o estabelecimento de um modelo conceptual, uma proposta metodológica de análise e avaliação de risco, orientada à realidade e necessidade das autoridades competentes, de nível nacional e local, de forma a se constituir como uma ferramenta de apoio à fixação de distâncias de segurança entre estabelecimentos com grau de risco e zonas vulneráveis a esse risco, que permitam salvaguardar as consequências nefastas para o homem e o ambiente.

3.2 Síntese Metodológica

A metodologia de desenvolvimento da investigação segue quatro etapas principais:

1. A análise do estado da arte na temática da Prevenção de Acidentes Graves, a definição de conceitos chave, a descrição e análise de práticas de avaliação de risco da literatura científica.
2. A identificação, seleção e análise de estabelecimentos representativos. Para cada estabelecimento procedeu-se à análise de Relatórios de Segurança, Planos de Emergência Internos e documentos relacionados, utilizando codificação e elaboração de fichas de análise por estabelecimento.
3. A seleção de dois países onde as práticas da Prevenção de Acidentes Graves são consideradas exemplares, com legislação implementada e evidências de aplicação de boas práticas de análise e avaliação de risco bem como de divulgação de informação e comunicação de risco.

4. A criação de um modelo conceptual, reunindo a literatura consultada, a experiência recolhida dos países analisados, contrapondo com a situação encontrada no país.

Os instrumentos utilizados na investigação são a legislação em vigor nacional e internacional, a pesquisa de literatura científica, estudos e informação acerca de políticas de análise e avaliação de risco no âmbito internacional, metodologias e práticas em relação à implementação de distâncias de segurança e de gestão de risco em vários países, divulgação e disponibilização de informação técnica, de cartografia de risco, políticas e medidas de controlo do risco.

Grande parte do estudo baseia-se numa investigação profunda com recolha de dados baseada nos estudos de relatórios de segurança, aditamentos, avaliação de compatibilidade de localização e planos de emergência internos, referentes às exigências legais dos estabelecimentos Seveso em Portugal e entregues à Autoridade Competente.

A consulta dos estudos, foi realizada junto da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), a Autoridade Competentes em matéria de Prevenção de Acidentes Graves. Os estudos são públicos, estando disponíveis mediante solicitação antecipada junto da APA.

A par da prática e conhecimento, profissional da autora, a investigação destes estudos desenvolveu-se entre os meses de Abril e Agosto de 2009.

Procedeu-se a uma análise comparativa de práticas metodológicas em análise, avaliação e gestão de risco no âmbito da prevenção de acidentes graves bem como da análise do *state-of-the-art* fundamentada numa pesquisa bibliográfica e de estudos existentes a nível nacional e internacional, desenvolvido no capítulo anterior. As ferramentas utilizadas para fundamentar o presente estudo são as seguintes:

- pesquisa bibliográfica, livros, artigos publicados, documentos e relatórios técnicos acerca de metodologias existentes, regulamentadas, reconhecidas pela comunidade científica, implementadas em instituições governamentais, orientadoras, a nível nacional e internacional
- entrevistas diretas e reuniões com profissionais
- investigação de relatórios de segurança e outros estudos apresentados à autoridade por parte de operadores de estabelecimentos industriais graves (estabelecimentos Seveso)

- investigação e levantamento de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas ocorridos no passado
- realização de inquéritos, entrevistas a cidadãos, a autoridades competentes (APA, ANPC, SMPC), operadores, consultores nacionais e internacionais, pares, professores
- experiência e formação profissional da autora.

3.3 Recolha de dados

A investigação acerca do diagnóstico da situação atual do país em matéria de cumprimento regulamentar da Prevenção de Acidentes Graves iniciou-se com a procura de informação atualizada acerca do número, tipo e localização dos estabelecimentos em Portugal continental.

Dos 163 estabelecimentos registados e identificados pela autoridade competente o critério de escolha para análise dos relatórios de segurança foi o nível de perigo (selecionaram-se todos os estabelecimentos com nível superior de perigosidade), a localização geográfica (presença de áreas urbanas, áreas classificadas ou outros valores naturais e de património) a experiência profissional e conhecimento de instalações. A zona de Setúbal foi zona preferencial nesta seleção, por a autora ter experiência profissional na área, nomeadamente, na elaboração da carta de risco da Mitrena, tendo sido analisados todos os estudos e relatórios de segurança dos estabelecimentos Seveso aqui localizados.

Foram consultados no total 17 estudos. Estes compreenderam Relatórios de Segurança (RS), Aditamentos, Planos de Emergência Internos e Avaliação de Compatibilidade de Localização. No distrito de Lisboa foram estudados dois relatórios de segurança bem como 2 no distrito de Aveiro. Um relatório de segurança no distrito do Porto e um no distrito de Sines (Anexo I). Para o distrito de Setúbal foram analisados 11 relatórios de segurança e/ ou aditamentos, e/ou avaliação de compatibilidade de localização e/ou Planos de Emergência Internos (PEI). Nos PEI, a análise teve como objetivo a identificação e avaliação dos riscos e não a resposta à emergência.

Com base nos requisitos da legislação e documentos orientadores da Autoridade Competente, foi construída uma grelha de avaliação para cada estabelecimento que inclui os seguintes itens:

- Identificação do estabelecimento, nomeadamente objeto social, tipologia da instalação industrial
- Localização do estabelecimento (local, concelho, distrito)
- Empresa de consultadoria técnica, autor do estudo
- Ano de realização do estudo
- Legislação de enquadramento
- Conteúdo do índice do estudo
- Natureza do estudo (RS, Aditamento, análise de compatibilidade de localização, PEI)
- Substâncias perigosas presentes
- Identificação das metodologias utilizadas para:
 - Identificação de perigos (internas e/ou externas ao estabelecimento)
 - Análise e avaliação de risco
 - Análise, avaliação de consequências de acidente e áreas de influencia
 - Critérios de avaliação de risco
 - Hierarquização de riscos
- Pressupostos utilizados
- Bases de dados utilizadas para histórico de acidentes
- Software utilizado para avaliação de cenários de riscos; consideração de valores limite para modelação
- Riscos naturais e riscos tecnológicos
- Riscos cumulativos
- Efeito dominó
- Critério de aceitabilidade do risco
- Existência ou não de cartografia de áreas de risco (identificação de estabelecimentos vizinhos, zonas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público, áreas ambientalmente sensíveis)
- Resultados e conclusões

Adicionalmente, nos estudos analisados, várias questões foram colocadas para análise:

- Que metodologia/ metodologias foi/ foram utilizadas/ utilizadas?
- Qual a ferramenta de software de modelação?
- Qual a representatividade da cartografia de risco, escala, leitura, informação contida?
- Que pressupostos foram utilizados? Com que fundamento?
- Os resultados são objetivos?
- Apresenta discussão de resultados?
- Há consistência entre estudos?

- É possível utilizar os estudos para definição de distâncias de segurança, como ferramenta de apoio no ordenamento do território da região/ concelho?

Da literatura, foram identificados e analisados as práticas de dois países com uma cultura de segurança comprovada e evidenciada em estudos, relatórios e publicações: Reino Unido e Holanda.

Para a construção do modelo conceptual de metodologia de análise e avaliação de risco, conjugaram-se os resultados da investigação da literatura, da análise dos 17 estabelecimentos selecionados e das práticas dos países Reino Unido e Holanda.

Dado o carácter de potencial confidencialidade da informação recolhida a partir dos dezassete estabelecimentos de nível superior de perigosidade, optou-se por colocar em Anexo o material recolhido da investigação efetuada e os dados tratados (Anexos I, II e III). Os estabelecimentos, locais e empresas consultoras são referidos com códigos numéricos e alfabéticos, respetivamente.

O documento encontra-se organizado em 6 capítulos, numa forma sequencial de construção de conhecimento: introdução, revisão da literatura, metodologia, Análise e Discussão de Resultados

4. Estabelecimentos Seveso

"We must, above all, shift from a culture of reaction to a culture of prevention. Prevention is not only more humane than cure; it is also much cheaper... Above all, let us not forget that disaster prevention is a moral imperative, no less than reducing the risks of war".
(UN Secretary General, ISDR 1999)

O presente capítulo, procede-se à identificação e localização dos estabelecimentos em Portugal Continental, distinguindo os classificados como Nível Inferior de Perigosidade (NIP) e Nível Superior de Perigosidade (NSP), procedendo à identificação e caracterização da análise comparativa dos dezassete estabelecimentos sujeitos a estudo.

4.1 Localização no território Continental

Existem em Portugal Continental 163 estabelecimentos Seveso, dos quais cinquenta e oito (cerca de 35.6%) são Nível Superior de Perigosidade (NSP) e 105 são Nível Inferior de Perigosidade (NIP) (64.4%) (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). A região autónoma da Madeira apresenta 2 estabelecimentos de NSP e a região autónoma dos Açores 5 estabelecimentos NSP. O âmbito do presente estudo refere-se a Portugal Continental. Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** apresenta-se a localização, por distrito, destes estabelecimentos, podendo visualizar-se a localização de um maior número de estabelecimentos junto do litoral e perto de áreas urbanas.

Quadro 9 – Estabelecimentos Seveso em Portugal Continental

Distritos	NSP	NIP	Total
Porto	8	18	26
Aveiro	13	8	21
Leiria	2	3	5
Santarém	0	7	7
Lisboa	8	12	20
Setúbal	22	11	33
Beja	1	4	5
Faro	2	4	6
Viana do Castelo	0	2	2
Braga	0	7	7
Vila Real	1	5	6
Bragança	0	2	2
Viseu	0	4	4
Guarda	0	6	6
Coimbra	1	7	8
Castelo Branco	0	1	1
Portalegre	0	2	1
Évora	0	2	2
Total	58	105	163

Fonte: Adaptado de APA, Lista de Estabelecimentos Seveso, Julho 2009

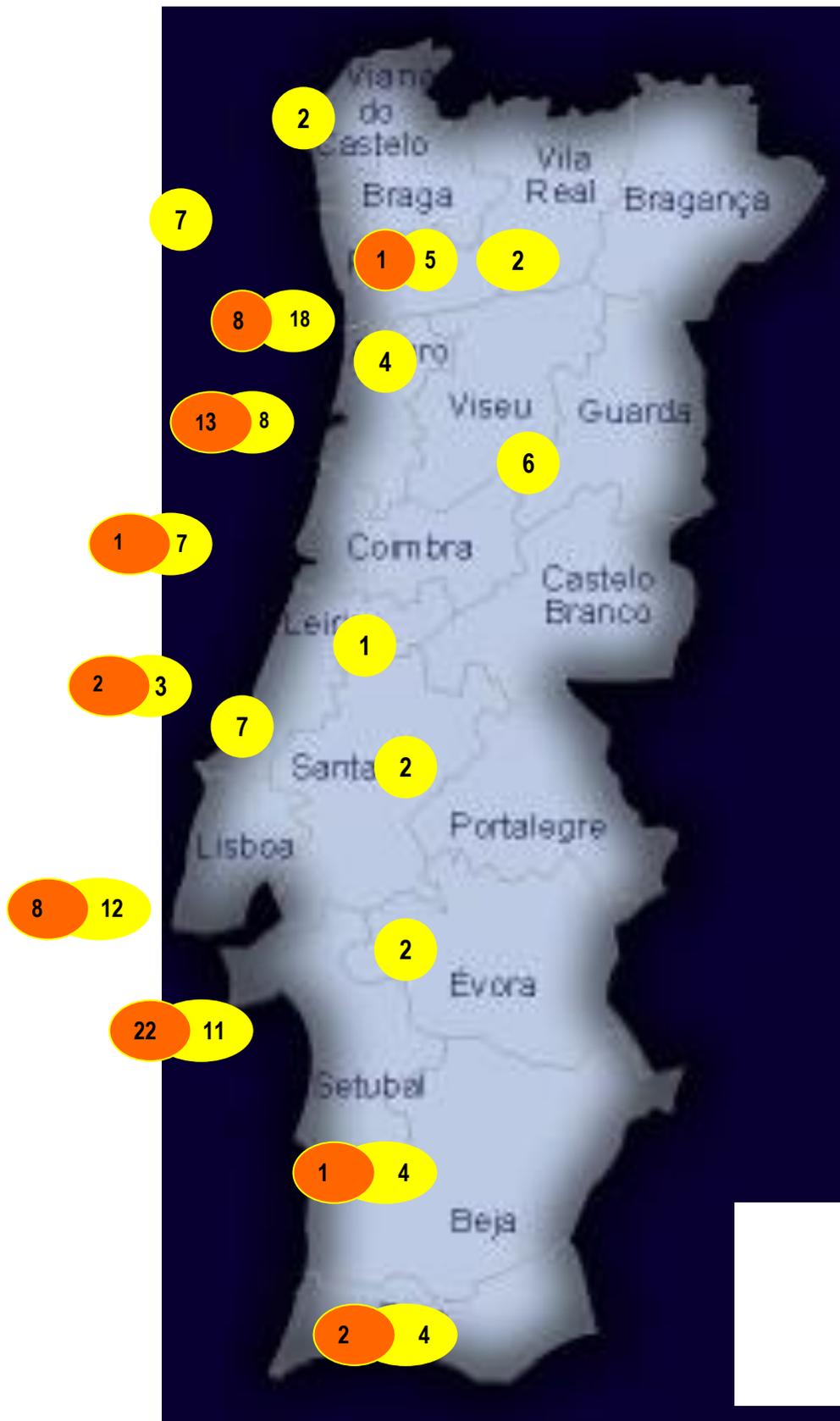


Figura 8 – Localização de Estabelecimentos Seveso por Distrito, no Território Continental

Legenda:

NIP

Nível Inferior de Perigosidade

NSP

Nível Superior de Perigosidade

Em termos de tipologia de estabelecimentos, a grande maioria destas unidades refere -se a armazenagem de substâncias perigosas seguida da indústria química. A distribuição dos Estabelecimentos de NSP por Distritos em território Continental, são apresentados esquematicamente na Figura seguinte.

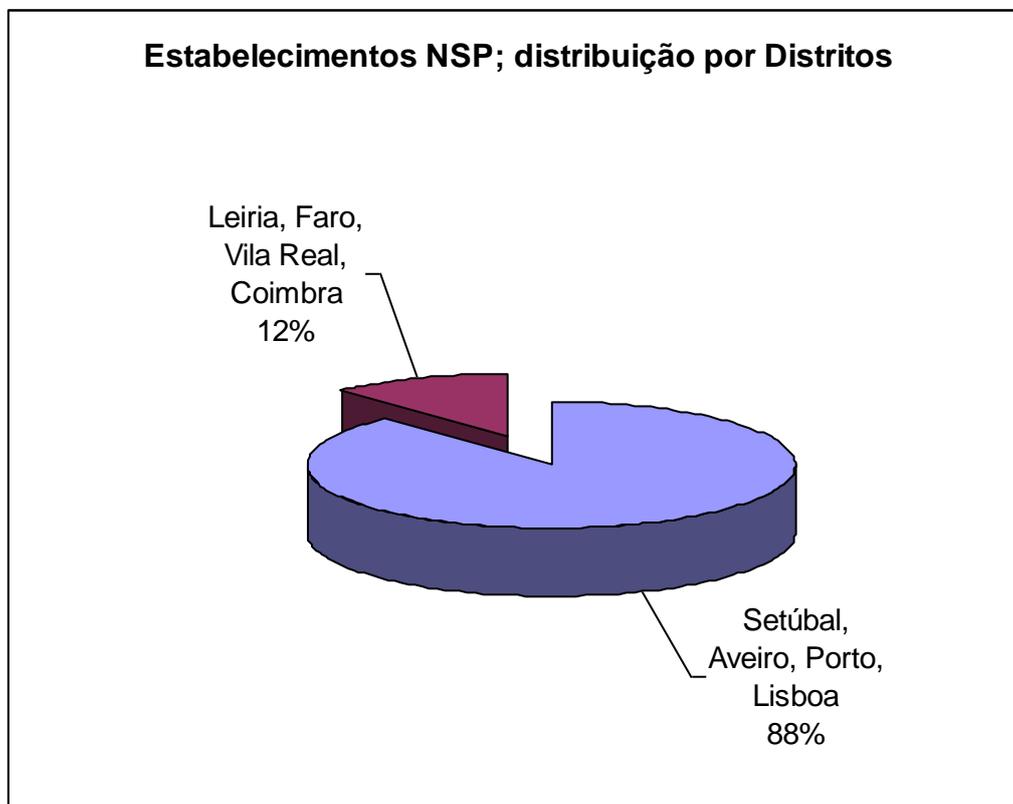


Figura 9 – Estabelecimentos NSP; distribuição por Distrito

Somente 9 dos 18 distritos do Continente têm estabelecimentos Seveso NSP. Dos 9 distritos, 4 detêm 88,4% (estabelecimentos NSP) do total do País. Dos 58 estabelecimentos NSP em território continental, 51 localizam-se nos distritos de Setúbal, Aveiro, Porto e Lisboa.

Setúbal é o distrito que apresenta maior número de estabelecimentos Seveso, 33 unidades, sendo 22 de NSP, constituindo cerca de 37,9% do total de NSP do País, seguindo-se Aveiro, Porto e Lisboa, respetivamente (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

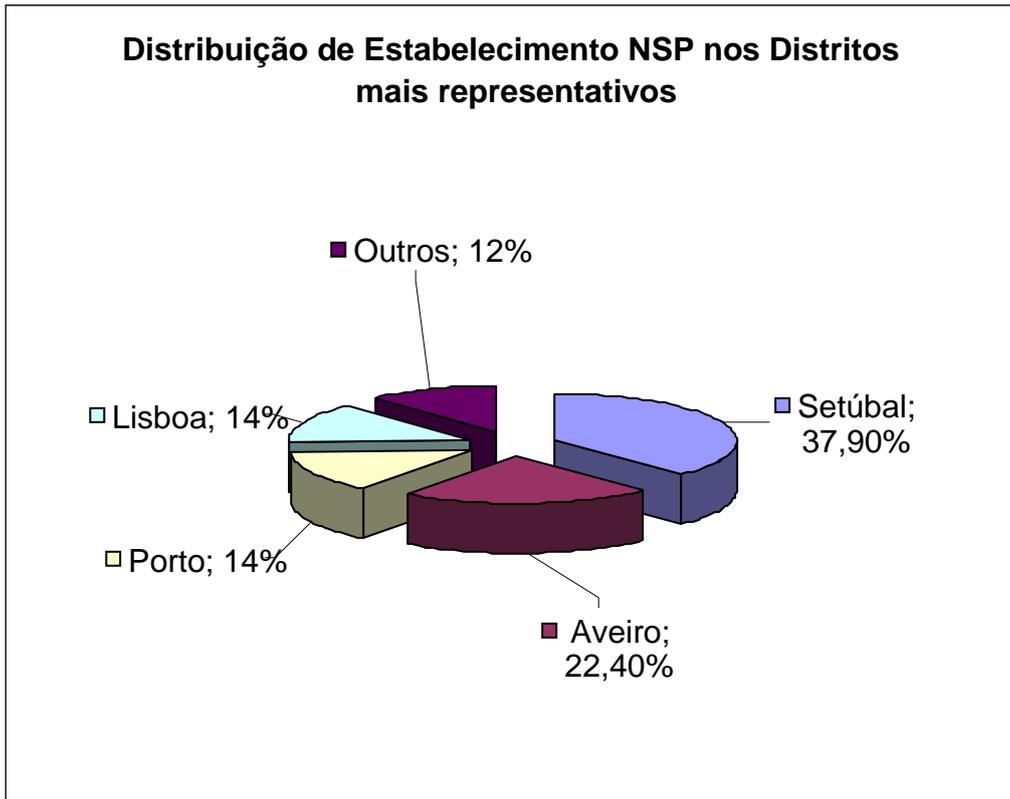


Figura 10 – Distribuição de Estabelecimentos NSP nos distritos mais representativos

Em relação aos estabelecimentos de Nível Inferior de Perigosidade (NIP), estes encontram-se mais dispersos no território de Portugal Continental. Todos os Distritos revelam a presença destas unidades. Mais uma vez, são os Distritos do Porto, Lisboa e Setúbal que apresentam maior número, com a seguinte distribuição: 18 no Porto, 12 e Lisboa e 11 em Setúbal, perfazendo 39% do total de estabelecimentos do Continente (Erro! A origem da referência não foi encontrada.).

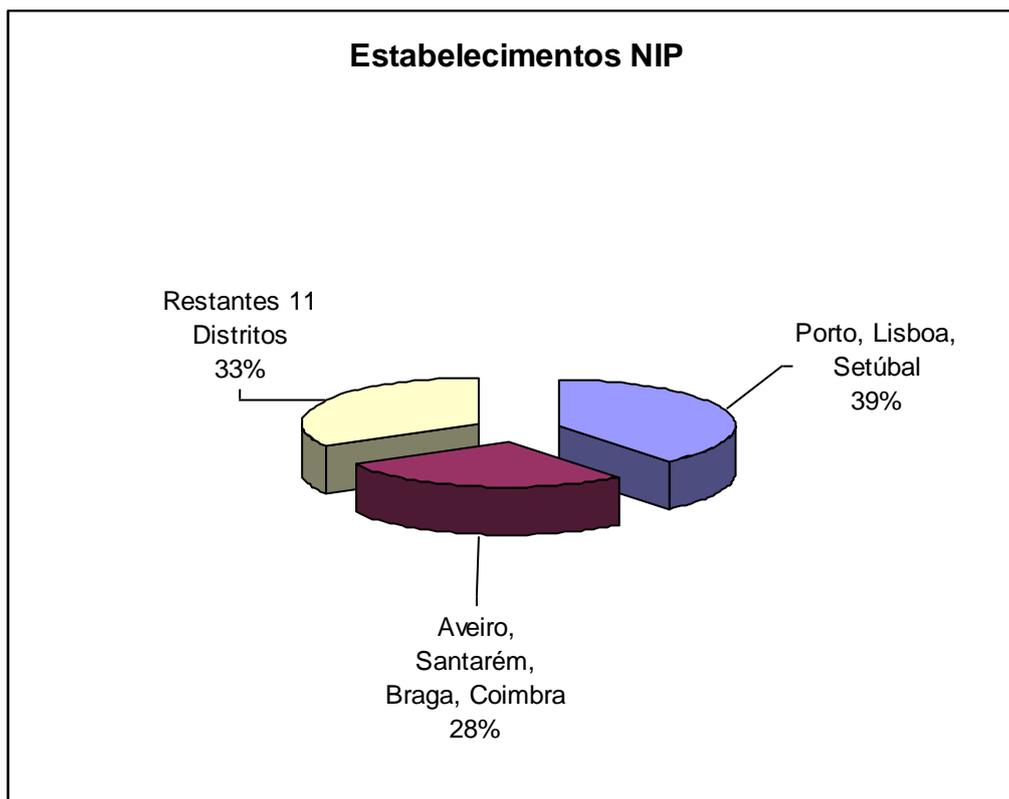


Figura 11 – Estabelecimentos NIP; distribuição por Distrito

Verifica-se que a localização de Estabelecimentos Seveso, NSP e NIP fazem-se preferencialmente nos distritos do litoral, nomeadamente, Setúbal (33), Porto (26), Aveiro (21) e Lisboa (20), que representam 61% do total destas unidades.

4.2 Coexistência com locais sensíveis

No contexto da presente investigação, consideram-se locais sensíveis os que podem potenciar as consequências de um acidente grave, nomeadamente a coexistência de estabelecimentos seveso com a localização de populações, áreas protegidas, intensidade sísmica, e outros riscos.

As figuras 12 a 15, representam o mapeamento de tipologias de risco e locais sensíveis em Portugal Continental. Da análise integrada da distribuição dos estabelecimentos em território nacional (Figura 8) com a rede nacional de áreas protegidas (Figura 12), da representação de riscos em Portugal Continental (Figura 13), da carta de intensidade sísmica (Figura 14) e da carta de sistema urbano/população em cidades (Figura 15) fazem-se as seguintes considerações:

- De uma forma geral, os estabelecimentos seveso - ambos os níveis de perigosidade - localizam-se em áreas com uma concentração populacional elevada;
- Para ambos os níveis de perigosidade verifica-se uma coincidência de localização com a Rede Nacional de Áreas Protegidas (Parques Naturais e Reservas Naturais), nomeadamente:
 - Parques Naturais: Arrábida; Serra de Aires e Candeeiros; Sintra Cascais; Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina; Litoral Norte;
 - Reservas Naturais: Dunas S. Jacinto; Estuário do Sado; Estuário do Tejo; Paul de Arzila; Lagoa de Santo André e Lagoa da Sancha;
- Existem distritos onde coincidem estabelecimentos Seveso com outras tipologias de risco / perigo, nomeadamente:
 - Risco de incêndio: distritos de Braga, Porto e Coimbra;
 - Risco Sísmico: distritos de Lisboa e Setúbal;
 - Risco de Tsunami: distritos de Lisboa e Setúbal;
 - Perigo de Inundação: distritos de Aveiro, Coimbra, Lisboa e Setúbal;
 - Risco de Erosão natural: Porto, Aveiro e Coimbra;
 - Risco de movimento de massas: distritos de Aveiro e Lisboa;
 - Localização do oleoduto multiprodutos Sines – Aveiras de Cima, passando pelos Distritos de Lisboa e Setúbal;
 - Localização de gasodutos, passando por todos os Distritos acima mencionados.

Em Portugal Continental, de acordo com Palma-Oliveira, J. M., Santos, I. A., Silva S., Antunes D. (2003), os locais com potencial para a ocorrência de um Acidente Industrial Grave encontram-se associados à localização de complexos industriais, nomeadamente, na área Metropolitana do Porto (Vila do Conde, Matosinhos, Porto e Vila Nova de Gaia), em Aveiro, na região de Lisboa e Vale do Tejo (Vila Franca de Xira, Lisboa, Barreiro, Setúbal), e em Sines.

Analisando Portugal Continental no que concerne à distribuição populacional pode verificar-se que, na sua grande maioria, os estabelecimentos de nível superior e nível inferior de perigosidade estão instalados nos distritos de maior densidade populacional, sendo exceção os estabelecimentos localizados em Sines, distrito de Setúbal, distritos de Évora, Beja, Castelo Branco e Bragança. No entanto, em determinadas localidades, como é o caso de Sines, a atividade de turismo é elevada, sendo a utilização do litoral para fins balneários uma realidade que é necessário acautelar no referente à gestão de risco. A elaboração de cartas de risco seria uma peça fundamental de gestão e ordenamento do território, associada a uma efetiva gestão de risco.

Em relação à localização de áreas ambientalmente sensíveis, verifica-se que menos de metade das indústrias NSP está localizada fora da zona demarcada como Rede Nacional de Áreas Protegidas. Nos distritos de Lisboa e Setúbal, localizam-se mais de 50% de estabelecimentos NSP, coincidindo com áreas classificadas, nomeadamente, Parque Natural Sintra-Cascais, Reserva Natural do Estuário do Tejo, Reserva Natural do Estuário do Sado, Parque Natural da Arrábida, Rede Natura 2000 (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**). No que respeita a indústrias de nível inferior de perigosidade, estas têm um cenário idêntico ao anterior, sendo que, os distritos mais preocupantes são os de Lisboa e Setúbal, onde se verifica o maior aglomerado de estabelecimentos nas proximidades de áreas com estatuto de classificação incluídas na Rede Nacional de Áreas Protegidas.

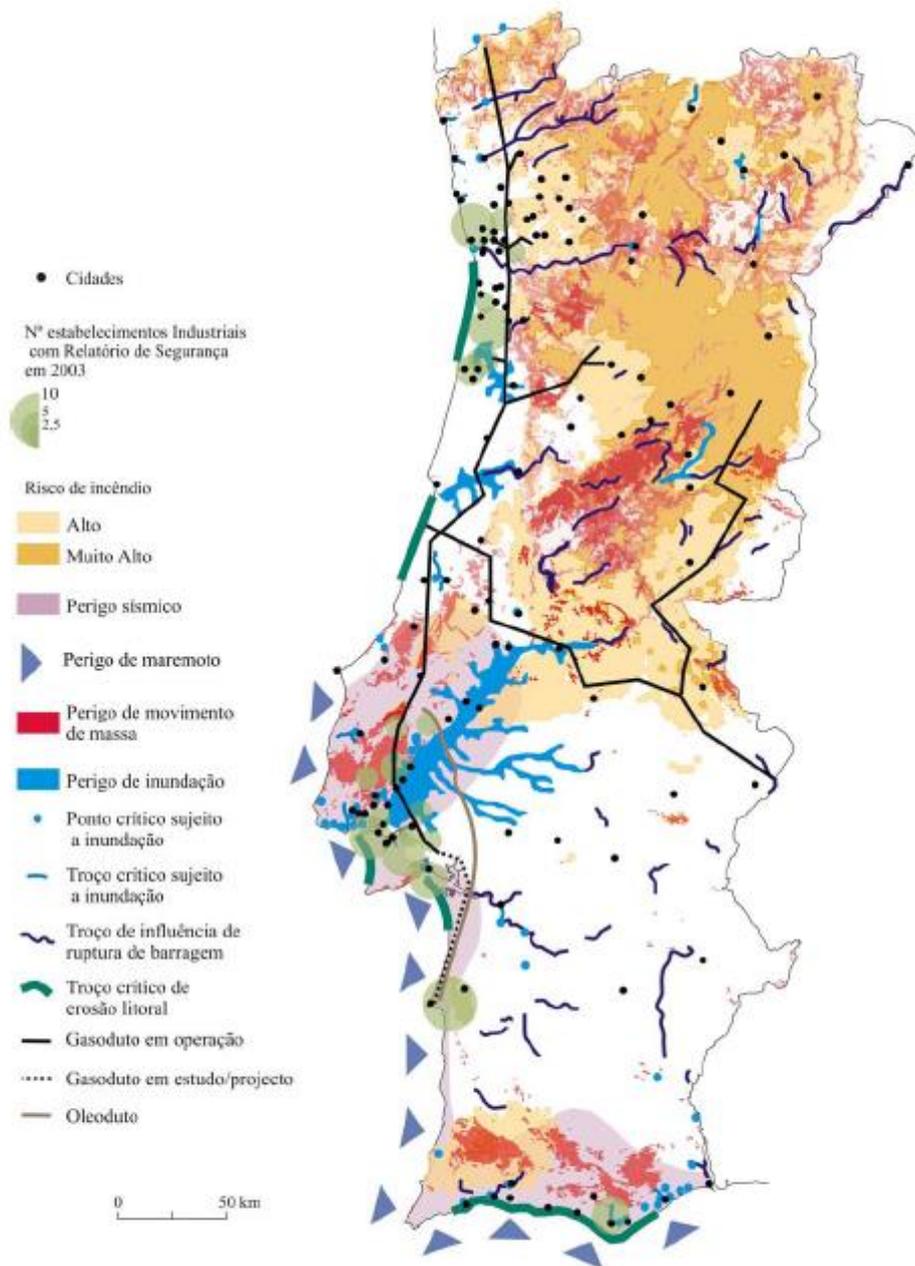
O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), aprovado em 2007 (Lei 58/2007, de 4 de Setembro), apresenta uma “carta agregada de riscos” no intuito de providenciar uma “gestão preventiva de riscos”, considerado um “elemento obrigatório dos outros instrumentos de gestão territorial” (MAOTDR, 2006). Da análise da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, carta de Riscos em Portugal Continental, verifica-se que a maioria dos estabelecimentos, sejam de nível superior ou inferior de perigosidade, estão localizados em zonas de risco, com exceção para os estabelecimentos instalados nos distritos de Beja, Évora, Portalegre e Coimbra, que aparentemente estão em zonas onde não são identificáveis riscos.

Também da análise do PNPOT, a representação do Sistema Urbano em Portugal Continental (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) permite uma visualização das áreas urbanas mais representativas, Lisboa e Porto, verificando-se a coincidência de localização com estabelecimentos seveso. Este instrumento de ordenamento do território poderia constituir efetivamente uma ferramenta importante na prevenção e gestão de risco.

Por sua vez, analisando a carta de intensidade sísmica (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**) pode-se inferir que há um número considerável de estabelecimentos cuja localização coincide com áreas de elevada intensidade sísmica, pelo que a consideração desta análise cumulativa de risco deveria ser considerada nos cenários de risco e de avaliação de consequências.



Figura 12 – Rede Nacional de Áreas Protegidas
Fonte: ICNB, 2008



Fonte: IGM; IGP; DGE; IA; SIG PNPOT, 2006

Figura 47: Riscos em Portugal Continental

Figura 13 – Riscos em Portugal Continental
Fonte: MAOTDR, 2006

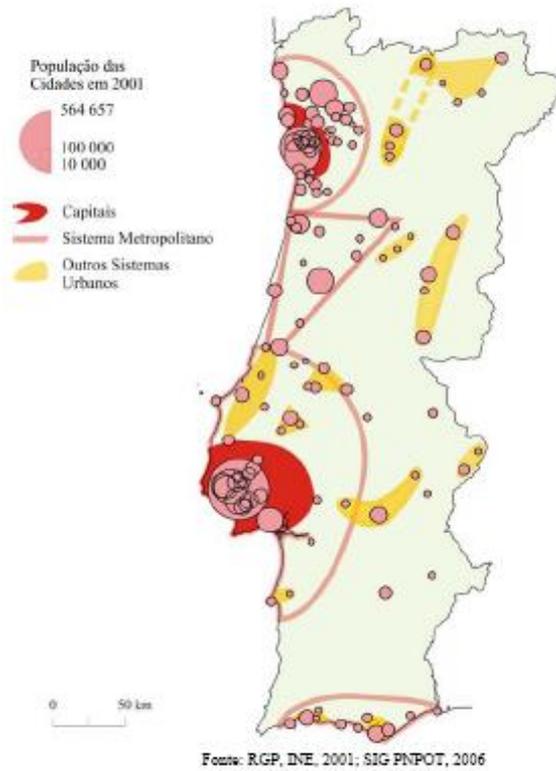


Figura 51: Sistema urbano em Portugal Continental

Figura 14 – Sistema Urbano em Portugal Continental
Fonte: MAOTDR, 2006

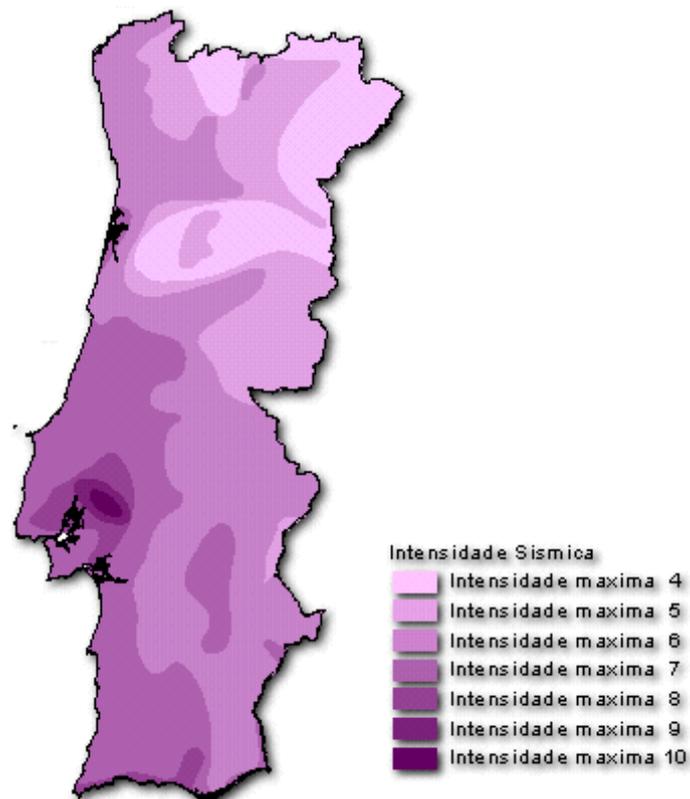


Figura 15 – Carta de Intensidade Sísmica
Fonte: APA, 2009, b)

4.2 Estabelecimentos Seveso em análise

Para o desenvolvimento da investigação, procedeu-se à seleção de dezassete estabelecimentos de nível superior de perigosidade, sendo a sua seleção baseada na localização, proximidade a áreas urbanas, tipologia de atividade, disponibilidade de estudos para consulta e análise. Do total dos 58 estabelecimentos em Portugal continental, os 17 analisados constituem uma representatividade de 29%.

Os estudos foram analisados detalhadamente quanto ao seu conteúdo, data de realização, legislação de enquadramento, data da publicação. Identificadas as diversas metodologias aplicadas em diferentes capítulos do estudo, as ferramentas de software de modelação de riscos e consequências. Identificadas as tipologias das unidades e as substâncias perigosas presentes. Foram identificados os concelhos e distritos de localização e referenciadas as principais consequências dos piores caso cenários identificados nos relatórios e documentos consultados.

Procedeu-se a uma análise comparativa do conteúdo dos dezassete estudos com os requisitos regulamentares, construindo uma grelha de avaliação para cada estabelecimento que inclui: Identificação do estabelecimento, objeto social, tipologia; instalação industrial; localização do estabelecimento (concelho, distrito); identificação da empresa de consultoria técnica, autor do estudo; o ano de realização do estudo e a legislação de enquadramento à data;

Foi também realizada uma análise comparativa de conteúdo dos índices/ conteúdos de Relatórios de Segurança.

Procedeu-se à Identificação por estabelecimento do tipo de estudos entregues à Autoridade Competente, nomeadamente, Relatório de Segurança, Aditamento, Análise de Compatibilidade de Localização, Plano de Emergência Interno.

A presença de substâncias perigosas e sua relação com as análises de consequências.

A identificação e análise comparativa de metodologias utilizadas por estabelecimento e por empresa de consultoria empregues nas várias fases do estudo, nomeadamente para: a identificação de perigos (internas e/ou externas ao estabelecimento); a análise e avaliação de risco; a análise, avaliação de

consequências de acidente e áreas de influencia; os critérios adotados de avaliação de risco; o critério para hierarquização de riscos; os pressupostos utilizados; as bases de dados utilizadas para histórico de acidentes; o Software utilizado para avaliação de cenários de riscos; consideração de valores limite para modelação.

A inclusão ou consideração de outros riscos, nomeadamente, riscos naturais e riscos tecnológicos; riscos cumulativos; efeito dominó;

A utilização ou não de critérios de aceitabilidade do risco. A existência ou não de cartografia de áreas de risco (identificação de estabelecimentos vizinhos, zonas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público, áreas ambientalmente sensíveis).

E uma análise comparativa de Resultados e conclusões apresentados nos estudos.

Foram elaboradas fichas de avaliação por estudo com codificação permitindo uma comparabilidade entre estudos. Foram construídas tabelas e fichas de análise por instalação. Comparadas as metodologias mais utilizadas e por que indústria ou empresa de consultadoria especializada

Os dezassete estabelecimentos analisados localizam-se preferencialmente nos distritos de Setúbal (doze), Aveiro (dois), Lisboa (dois) e Porto (um).

5. Análise e Discussão dos Resultados

“Two Chinese characters, which together form the word crisis, separately mean threat and opportunity. A combined concept like this is a reminder that, as conditions change, so can attitudes. (...) To shift from disaster management to disaster risk reduction is to exploit hindsight and develop foresight through insight.”
(UN/ISDR, 2004)

Neste capítulo, procede-se à análise e discussão dos resultados da investigação. Analisa o conteúdo dos Relatórios de Segurança, nomeadamente, as metodologias de análise, avaliação de riscos, avaliação de consequências utilizadas, empresas de consultoria e expertise aplicado, orientações técnicas da autoridade competente, requisitos legais. Procede a uma análise comparativa de características técnicas e análise de conteúdo dos documentos,

Para cada estabelecimento procedeu-se à análise de Relatórios de Segurança, Planos de Emergência Internos e documentos relacionados, utilizando codificação e elaboração de fichas de análise por estabelecimento

Dado o carácter de potencial confidencialidade de dados, optou-se por colocar em Anexo o material recolhido da investigação efetuada e dados tratados (Anexos I, II e III). Assim, neste capítulo os estabelecimentos são referenciados com um código numérico de 1 a 17, estabelecimentos e empresas de consultoria técnica com letras de A a D.

5.1 Localização dos estabelecimentos

Foram analisados 17 estabelecimentos e respetivos relatórios de segurança publicados entre os anos de 2001 e 2009, localizados nos distritos de Aveiro (2), Lisboa (2), Porto (1) e Setúbal (12), abrangendo onze concelhos. Todos são NSP, Nível superior de Perigosidade.

A sua escolha baseou-se no grau de perigosidade e localização na proximidade de áreas urbanas e ou coexistência com outras tipologias de risco.

Nos Anexos I, II e III, apresentam-se os resultados dos estudos consultados. No Quadro 10 apresentam-se os estabelecimentos analisados, a data de realização, a legislação de enquadramento e respetiva localização por concelho e distrito.

Dos estabelecimentos estudados, a sua natureza é variável, nomeadamente, indústrias químicas, petroquímica e armazenagem de substâncias perigosas, estabelecimentos que no nosso país constituem a maioria em termos de perigosidade e elevado quantitativo presente destas substâncias (Anexo I). Foram identificadas as empresas consultoras que realizaram os estudos, a legislação de enquadramento, as metodologias empregues para identificação, análise e avaliação de riscos, avaliação de consequências e ferramentas de software utilizados. Identificaram-se também as substâncias perigosas presentes (Anexo I).

Quadro 10 – Localização dos Estabelecimentos Estudados e Legislação de Enquadramento

Estabelecimento/ Data de realização do estudo	Legislação	Concelho	Distrito
1, 2001	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	Barreiro	Setúbal
2, 2008	Decreto-Lei 254/ 2007, de 12 de Julho	Sines	Setúbal
3, 2001	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	Sintra	Lisboa
4, 2007	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	Ílhavo	Aveiro
5, 2008	Decreto-Lei 254/ 2007, de 12 de Julho	Azambuja	Lisboa
6, 2006	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	Barreiro	Setúbal
7, 2006	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	S. João da Madeira	Aveiro
8, 2009	Decreto-Lei 254/ 2007, de 12 de Julho	Barreiro	Setúbal
9, 2000	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	Almada	Setúbal
10, 2003	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	Setúbal	Setúbal
11, 2008	Decreto-Lei 254/ 2007, de 12 de Julho	Matosinhos	Porto
12, 2005	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	Setúbal	Setúbal
13, 2008	Aditamento ao estabelecimento 12	Setúbal	Setúbal
14, 2009	Decreto-Lei 254/ 2007, de 12 de Julho	Setúbal	Setúbal
15, 2005	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	Setúbal	Setúbal
16, 2008	Decreto-Lei 254/ 2007, de 12 de Julho	Setúbal	Setúbal
17, 2005	Decreto-Lei 164/ 2001, de 23 de Maio	Setúbal	Setúbal

Fonte: elaborado pela Autora

5.2 Metodologias de análise e avaliação de riscos

No Quadro seguinte apresentam-se as ferramentas de software utilizado, nos estudos consultados, para análise e avaliação de riscos e de consequências por estabelecimento e empresa consultora

Da análise do Quadro 11, verifica-se o seguinte:

- estudos apresentados para estabelecimentos distintos, com a mesma empresa consultora apresentam metodologias semelhantes
- as metodologias diferem para empresas distintas, mesmo que a tipologia do estabelecimento seja semelhante
- cada empresa de consultoria técnica especializada utiliza o mesmo software.

De referir que estas análises se referem a 17 estabelecimentos de NSP, quando o universo de NSP são de 58 estabelecimentos. A análise é representativa para 29% dos estabelecimentos de nível superior de perigosidade, em território continental. O software mais utilizado é o PHAST da DNV *Technica (Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software)*, Holanda. Este software foi utilizado por quatro empresas consultoras distintas, enquanto o software EFFECTS e WHAZAN foi empregue por dois consultores diferentes. Foram indiferenciadamente utilizados por estabelecimentos de indústrias químicas e armazenamento de substâncias perigosas.

O conteúdo dos estudos varia consoante a legislação em vigor à data da sua realização. Adicionalmente, o desenvolvimento dos estudos cuja realização é posterior à data da publicação dos documentos orientadores da Autoridade Competente, apresentam maior homogeneidade entre si, o que reflete a importância destes documentos orientadores.

Quadro 11 – Ferramentas de Software Utilizado Para Análise e Avaliação de Riscos e Consequências por Estabelecimento e Empresa Consultora

Estabelecimento	Empresa/ Data do estudo	Software	Concelho	Distrito
1	A, 2001	WHAZAN, vers. 2,1 (<i>DNV Technica</i>) EFFECTS, vers. 1.4 (<i>TNO, the Netherlands; Organization of Applied Scientific Research</i>)	Barreiro	Setúbal
2	B, 2008	PHAST, vers. 6.4 (<i>DNV Technica</i>)	Sines	Setúbal
3	A, 2001	WHAZAN, vers. 2,1 (<i>DNV Technica</i>) EFFECTS, vers. 1.4 (<i>TNO, the Netherlands; Organization of Applied Scientific Research</i>)	Sintra	Lisboa
4	B, 2007	PHAST ver. 5.2 (<i>DNV Technica</i>)	Ílhavo	Aveiro
5	Não identificada, 2008	FRED WHAZAN	Azambuja	Lisboa
6	Não identificada, 2006	CHARM vers. 9.1 (<i>Radian International, L.L.C.</i>) VULNER, VERS. 2.2 (PRINCIPIA)	Barreiro	Setúbal
7	C, 2006	EFFECTS 4.0 (TNO)	S. João da Madeira	Aveiro
8	A, 2009	PHAST, vers. 6.1 (<i>DNV Technica - Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software</i>)	Barreiro	Setúbal
9	B, 2000	PHAST (<i>Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software</i>)	Almada	Setúbal
10	B, 2003	PHAST, vers. 5.2, 1998 (<i>Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software</i>)	Setúbal	Setúbal
11	B, 2008	PHAST, vers. 6.53 (<i>DNV Technica - Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software</i>)	Matosinhos	Porto
12	D, 2005	PHAST, vers. 6.4.2 (<i>DNV Technica</i>)	Setúbal	Setúbal
13	D, 2008	Aditamento a 12 (não utilizado software)	Setúbal	Setúbal
14	D, 2009	PHAST, vers. 6.5.3.1 (<i>DNV Technica</i>)	Setúbal	Setúbal
15	D, 2005	PHAST, vers. 6.4.2 (<i>DNV Technica</i>)	Setúbal	Setúbal
16	D, 2008	PHAST, vers. 6.4.2 (<i>DNV Technica</i>)	Setúbal	Setúbal
17	B, 2005	PHAST, vers. 5.2 (<i>DNV Technica</i>), 1998	Setúbal	Setúbal

Fonte: elaborado pela Autora

Orientações da Autoridade Competente

Procedeu-se a uma análise comparativa dos estudos consultados com os requisitos da autoridade competente, nomeadamente o documento “Conteúdo do Relatório de Segurança” (APA/GERA, 2008d), de acordo com o quadro seguinte:

Quadro 12 – Requisitos da Autoridade Competente

Identificação de perigos e avaliação de riscos
<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de metodologia de Análise Preliminar de Perigos a toda a instalação - Aplicação de metodologia mais complexa às secções mais críticas (HAZOP⁽¹⁾, FMEA⁽²⁾)
Avaliação de Consequências
<ul style="list-style-type: none"> - Descrição de cada cenário de acidente - Estimativa de probabilidade de ocorrência de cada cenário de acidente - Avaliação das consequências para a saúde humana dos diferentes cenários usando os valores limite para a simulação: <ul style="list-style-type: none"> Radiação Térmica (kw/m²): 37,5 (ou menor quando não for atingido); 12,5; 5 50% do limite inferior de inflamabilidade Sobrepessão (bar): 0,3; 0,17; 0,1; 0,03 - Avaliação das consequências para o ambiente dos cenários que envolvam substâncias perigosas para os organismos aquáticos; avaliação qualitativa dos efeitos nas águas superficiais tendo em conta o seu comportamento ambiental e a vulnerabilidade do meio envolvente - Indicação do programa de simulação para avaliação de consequências e pressupostos utilizados - Inclusão dos outputs das simulações efetuadas - Representação das isolinhas de risco em carta apropriada com <ul style="list-style-type: none"> - indicação do cenário a que se refere - valores limite considerados - identificação de equipamentos, unidades do estabelecimento passíveis de serem afetados - identificação de estabelecimentos vizinhos e elementos sensíveis passíveis de serem afetados - Avaliação da possibilidade de ocorrência de efeito dominó no exterior da instalação para os seguintes critérios: <ul style="list-style-type: none"> Radiação térmica > 12,5 kw/m² Sobrepessão > 0,3 bar

Quadro 12 – Requisitos da Autoridade Competente (Cont.)

Avaliação de compatibilidade de localização
<ul style="list-style-type: none"> - Caracterização da envolvente do estabelecimento, em termos de consequências e probabilidade de possíveis acidentes graves e em termos de vulnerabilidade dos elementos vizinhos. - A avaliação de consequências de acidentes graves relevantes para o ordenamento do território em termos de probabilidade de ocorrência “os cenários que refletem o «pior caso possível» não devem ser considerados para este efeito (e.g., cenários cuja probabilidade de ocorrência é da ordem dos 10-6/ano ou inferior) - Para a modelação, considerar os seguintes valores limite: <ul style="list-style-type: none"> Radiação térmica (kw/m²): 12,5; 5 Sobrepessão (bar): 0,1; 0,17; 0,3 Concentração tóxica: AEGL's⁽³⁾ ou ERPG's⁽⁴⁾

⁽¹⁾ HAZOP - *Hazard and Operability Analysis*

⁽²⁾ FMEA - *Failure modes and effects analysis*

⁽³⁾ AEGL's - *Acute Exposure Guideline Levels*

⁽⁴⁾ ERPG's - *Emergency Response Planning Guidelines*

Fonte: adaptado de APA/GERA, 2008c), APA/GERA, 2008d)

Nos Quadros 13, 14 e 15, descrevem-se os critérios orientadores da Autoridade Competente para avaliação de consequências.

Para valores de sobrepressão apresenta-se de seguida um quadro explicativo de valores e consequências.

Quadro 13 - Valores de Sobrepressão e Respetivas Consequências

Valores de Sobrepressão (bar)	Consequências
0,01	10% de vidros partidos
0,03	Quebra generalizada de vidros podendo causar feridos
0,1	Danos reparáveis em edifícios, com estrutura do tipo betão não armado ou semelhante
0,17	Pode causar danos importantes em edifícios
0,15-0,25	Fissura e quebra de paredes de betão não armado, de 20 a 30 cm de espessura
0,3	Danos graves em edifícios podendo originar morte por envolvimento em colapso de edifícios. Pode originar reação em cadeia

Fonte: adaptado de Relatório de Segurança dos estabelecimentos X e X1, 2009

Para valores de radiação térmica apresenta-se no Quadro seguinte um explicativo de valores e consequências.

Quadro 14 - Valores de Radiação Térmica e Respetivas Consequências

Valores de Radiação Térmica (kw/m ²)	Consequências
5	Limite para sentir dor atingido em cerca de 15 s (segundos)
12,5	Cerca de 30 s para originar 1% de fatalidades; A madeira entra em combustão na presença de chama piloto
37,5	Cerca de 50 s para ocorrência de morte generalizada de pessoas diretamente expostas; Provoca fogo na madeira na ausência de chama piloto

Definem-se de seguida os índices de toxicidade adotados, nos documentos orientadores da Autoridade Competente, APA, de acordo com as instituições responsáveis pelas definições apresentadas, USEPA (USEPA, 2008) e AIHA (AIHA, 2006).

Quadro 15 – Índices de Toxicidade

AEGL - <i>Acute Exposure Guideline Levels</i> ; são limites de exposição para a população em geral, para períodos de emergência que variam de 10 minutos a 8 horas (10 e 30min, 1h, 4h e 8h)	
AEGL-1	Concentração atmosférica de uma substância a/ ou acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis mas excluindo os hipersuscetíveis, pode experimentar desconforto, irritação ou efeitos assintomáticos não sensoriais. Os efeitos não são incapacitantes, são transitórios e reversíveis após a cessação da exposição.
AEGL-2	Concentração atmosférica de uma substância a/ou acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, pode sofrer efeitos irreversíveis ou outros efeitos adversos a longo prazo ou ver impedida a sua capacidade para escapar.
AEGL-3	Concentração atmosférica de uma substância a/ou acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, pode sofrer experimentar efeitos ameaçadores para a vida ou a morte.
ERPGs “ <i>Emergency response planning guidelines</i> ”, (AIHA, 2006)	
ERPG-1	A concentração máxima no ar abaixo da qual se acredita que aproximadamente todas as pessoas podem estar expostas, por mais de uma hora, sofrendo efeitos adversos na saúde leves e transitórios ou sem se aperceberem de odores desagradáveis claramente definidos.
ERPG-2	A concentração máxima no ar abaixo da qual se acredita que aproximadamente todas as pessoas podem estar expostas, por mais de uma hora, sem experimentarem ou desenvolverem danos irreversíveis ou sintomas ou efeitos graves de saúde que poderiam comprometer as suas capacidades de tomada de ações protetivas.
ERPG-3	A concentração máxima no ar abaixo da qual se acredita que aproximadamente todas as pessoas podem estar expostas, por mais de uma hora, sem experimentarem ou desenvolverem efeitos na saúde que ponham em risco a vida.

Fonte: USEPA, 2008, AIHA, 2006

5.3 Análise de conteúdo – Relatórios de Segurança

Apresenta-se de seguida uma análise de conteúdos dos estudos consultados divididos em dois temas gerais: Identificação e Avaliação de Riscos e Avaliação de Consequências. Por questão de confidencialidade os estabelecimentos são identificados por números (Quadro 16).

Quadro 16 – Análise de Conteúdos nos Estabelecimentos Estudados

Conteúdo dos estudos	Estabelecimentos
Fontes de perigo internas	Todos
Fontes de perigo externas	1; 2; 3 ⁽¹⁾ ; 4; 5; 6 ⁽¹⁾ ; 7; 8 ⁽¹⁾ ; 9 ⁽¹⁾ ; 10 ⁽¹⁾ ; 11; 16
Análise histórica de acidentes	2 ⁽²⁾ ; 3 ⁽³⁾ ; 4 ⁽²⁾ ; 5; 9 ⁽²⁾ (3); 10 ⁽²⁾ ; 11 ⁽²⁾
Análise HAZOP	2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 11
Risk Based Inspection	2; 11
Análise Preliminar de Perigos	3; 6; 7; 8
Árvores de Acontecimentos	2; 4; 9; 10; 11; 16
Árvores de Falha	5; 9
Índices de Mond	9; 11; 16
Listas de Verificação	4
Atribuição de Metodologia; atribuição de graus de risco	1
Cálculo de frequências/ Probabilidade	5; 10

⁽¹⁾ inclui riscos naturais e riscos sociais

⁽²⁾ utilização de base de dados MHIDAS (“Major Hazards Incident Data Service”, Health & Safety Executive. Safety Executive, Safety and Reliability Directorate. United Kingdom Atomic Energy Authority)

⁽³⁾ análise de acidentes ocorridos em instalações similares

Nota: os estabelecimentos 12, 13, 14, 15, 16, apresentam estudos que pela sua natureza desenvolveram análise de consequências, não sendo requisito a apresentação dos itens mencionados.

Como se verifica, todos os estabelecimentos apresentam identificação de fontes de perigo internas. Nem todos os estabelecimentos identificaram fontes de perigo externas e os que desenvolveram este item, só alguns incluíram nesta avaliação descritiva riscos naturais e riscos sociais.

Foram adotadas pelos estabelecimentos ferramentas de identificação de perigos indiferenciadamente, sendo as metodologias menos utilizadas as listas de verificação,

árvores de falhas e “*risk based inspection*”. A metodologia preferencial adotada é a análise HAZOP (indicada pela APA), seguida da árvore de acontecimentos. A atribuição de graus de risco com metodologia identificada, fundamentada e descrita no relatório de segurança, só foi utilizada por um estabelecimento. O cálculo da frequência/ probabilidade de ocorrência de acontecimentos, quantitativa, foi apresentado em dois estabelecimentos.

Avaliação de consequências

A avaliação de consequências pretende fazer a ligação entre os cenários considerados, piores cenários possíveis, a frequência de ocorrência dos eventos e as resultantes potenciais consequências desses cenários de acidente.

A avaliação de consequências pretende determinar quais os efeitos da ocorrência de acidentes passíveis de ocorrer como resultado de um acidente grave envolvendo substâncias perigosas, para as populações e o ambiente envolvente. Como foi referenciado anteriormente, considera os critérios de toxicidade, sobrepressão e radiação térmica e a sua representação em carta de risco com isolinhas referentes aos níveis dos efeitos determinados.

No Quadro 17 apresenta-se a informação de maior gravidade, retirada dos estudos consultados, referidos os parâmetros e distâncias máximas de influência encontradas na modelação efetuada.

As distâncias referidas no Quadro 17 podem ser diferentes consoante se utilizarem metodologias de *software* distintos. Levanta-se a questão se, para os mesmos pressupostos, situações de elevada gravidade de consequências e áreas de influência associadas encontradas com a utilização de um *software* serão as mesmas utilizando uma ferramenta diferente.

Da análise da avaliação de consequências, podem retirar-se as seguintes conclusões:

- nem todos os estudos apresentam distâncias de alcance de consequências
- estas distâncias raramente são explicadas/ descritas/ referenciadas no texto principal, sendo colocadas em Anexo em representação cartográfica ou em forma de quadro
- nem todos os estudos apresentam análise de efeitos dominó
- por vezes as metodologias utilizadas não são descritas (e.g., critérios de determinação de probabilidades/ frequências, matriz de risco, hierarquização de riscos,

critérios de aceitabilidade de riscos), o que poderá dificultar a avaliação por parte da autoridade competente

- aplicação de diversos softwares para avaliação de consequências
- aplicação de diversas metodologias para desenvolvimento de análise de consequências
- nas análises de consequências de efeitos envolvendo áreas geográficas consideráveis não é referenciado/ estudado o efeito dominó entre estabelecimentos e áreas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público e zonas ambientalmente sensíveis. Não são quantificadas as populações envolvidas (por vezes são somente listadas áreas populacionais)
- matrizes de risco, hierarquização de riscos e critérios de aceitabilidade de riscos apresentam critérios diferentes de acordo com o estabelecimentos e a empresa consultora que desenvolveu o estudo.

Na consulta de estudos identificaram-se cenários de consequências severas, irreversíveis e com percentagem elevada de letalidade, abrangendo vastas áreas em redor de determinados estabelecimentos (Quadro 17). Os resultados das modelações não são frequentemente discutidos no corpo do relatório, sendo apresentadas em anexo. Face a esta situação, que devido à sua gravidade deveria levar a que os dados fossem devidamente validados e analisados em profundidade, deveria ser da responsabilidade das autoridades competentes tomarem medidas imediatas de salvaguarda da população e/ ou ambiente, tal como está descrito explicitamente na legislação em vigor.

Quadro 17 - Avaliação de Consequências (exemplos referidos com maior gravidade, retirados dos estudos analisados)

Efeitos	Parâmetros	Distâncias máximas encontradas na modelação
Toxicidade	Efeitos reversíveis para $t \leq 30$ min	Até 12 500 m
	Possível morte para $t \geq 5$ min	Até 975 m
	AEGL-1 ⁽³⁾	10 000 m ($t \geq 1$ h) ⁽¹⁾
	AEGL-2 ⁽³⁾	10 000 m ($t \geq 1$ h) ⁽¹⁾ 2 100 m ($t \geq 1$ h) 11 000 m ($t \geq 10$ min) ⁽²⁾ 50 000 m ($t \geq 1$ h) ⁽²⁾
	AEGL-3 ⁽³⁾	5 051 m ⁽²⁾ 7 162 m ($t \geq 1$ h) ⁽²⁾
	ERPG 1 ^{(4) (5)} (1 ppm)	13 694 m 31 276 m
	ERPG 2 ^{(4) (5)} (3 ppm) ERPG 2 ^{(4) (5)} (0,2 ppm)	6 077 m 41 900 m
	ERPG 3 ^{(4) (5)} (20 ppm) ERPG 3 ^{(4) (5)} (30 ppm)	1 071 m 2 389 m
	Sobrepessão	0,03 bar
0,1 bar		740 m 850 m
0,3 bar		630 m 3 734 m
Radiação Térmica	5 kw/m ²	1 385 m
	12,5 kw/m ²	765 m
	37,5 kw/m ²	375 m

⁽¹⁾ para este estabelecimento, as consequências deste cenário são explicadas da seguinte forma: “Assim, se não ocorrer ignição formar-se-á uma nuvem tóxica que pode provocar danos por exposição a concentrações superiores aos vários níveis numa extensão de vários quilómetros.”

⁽²⁾ este estabelecimento apresenta 15 cenários de “risco não aceitável”, incluindo 5 cenários referentes ao “exterior do estabelecimento amplas áreas residenciais” e 5 cenários classificados como “muito frequentes” (1 acontecimento por ano).

⁽³⁾ AEGL - *Acute Exposure Guideline Levels* (USEPA, 2008)

⁽⁴⁾ ERPGs - *Emergency Response Planning Guidelines* (AIHA, 2006)

⁽⁵⁾ é referido para este estabelecimento que “dever-se-á considerar como zona de efeitos em caso de incêndio no local X (unidade do estabelecimento) uma área com um raio aproximado de 48,1 km, sendo a área onde pode ocorrer probabilidade de morte uma zona de raio inferior a 10 km.”

Adicionalmente “É de estimar que os danos sobre a fauna e flora aquáticas sejam substanciais (...) considerando a ecotoxicidade dos produtos (...) efeitos muito sérios sobre peixes (...) plantas aquáticas (...)”.

Questiona-se a validade e precisão de dados encontrados, pressupostos e incertezas associadas e se, na realidade, a utilização de outros pressupostos e ferramentas de software de simulação originariam resultados diferentes. Mais se

reitera, a necessidade de se definirem níveis de riscos toleráveis em território nacional, garantindo as necessárias distâncias de segurança, e que dada a gravidade das consequências, as medidas de prevenção, controlo e salvaguarda e de resposta ao socorro e emergência deveriam ser devidamente desenvolvidas e implementadas.

5.4 Análise sumária

Existe um vazio e indefinição geral no que concerne à orientação de adoção de metodologias e critérios harmonizados a aplicar ao desenvolver uma análise e avaliação de risco de um estabelecimento Seveso.

Não existe uma metodologia de referência para desenvolver a análise de consequências e a definição de distâncias de segurança (DDS), nem estão definidas orientações para a seleção da metodologia mais adequada a cada tipologia de substâncias perigosas e/ ou estabelecimento Seveso.

Existe uma necessidade de serem estabelecidas e implementadas DDS, importantes para uma política de prevenção de risco, sendo que as consequências da sua definição e implementação poderão originar uma nova estrutura geográfica do país, planeamento, ordenamento e uso do solo nas imediações de estabelecimentos Seveso. No entanto, é necessário encontrar uma forma equilibrada de definir estas zonas “tampão” face à ocorrência de um acidente grave, atendendo a possíveis consequências económicas (para quem detém terrenos, propriedades e outras estruturas nas imediações) sociais (pela perceção de risco dos habitantes, utilizadores na vizinhança de estabelecimentos) e ambientais (pela dificuldade em deslocalizar áreas ou espécies ambientalmente sensíveis e/ ou com estatuto de proteção) sendo decisivas no desenvolvimento sustentável das comunidades.

Coloca-se a questão de como definir estas distâncias (“adequadas”) de uma forma que se atinja o objetivo principal de salvaguarda da segurança para o homem e o ambiente limitando as consequências de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas. Citando a legislação da temática da Prevenção de Acidentes Graves, “as câmaras municipais devem assegurar na elaboração, revisão e alteração dos PMOT que são fixadas distâncias de segurança adequadas” entre os estabelecimentos Seveso “e zonas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público e zonas ambientalmente sensíveis” (Decreto-Lei 254/2007) (Figura 16).

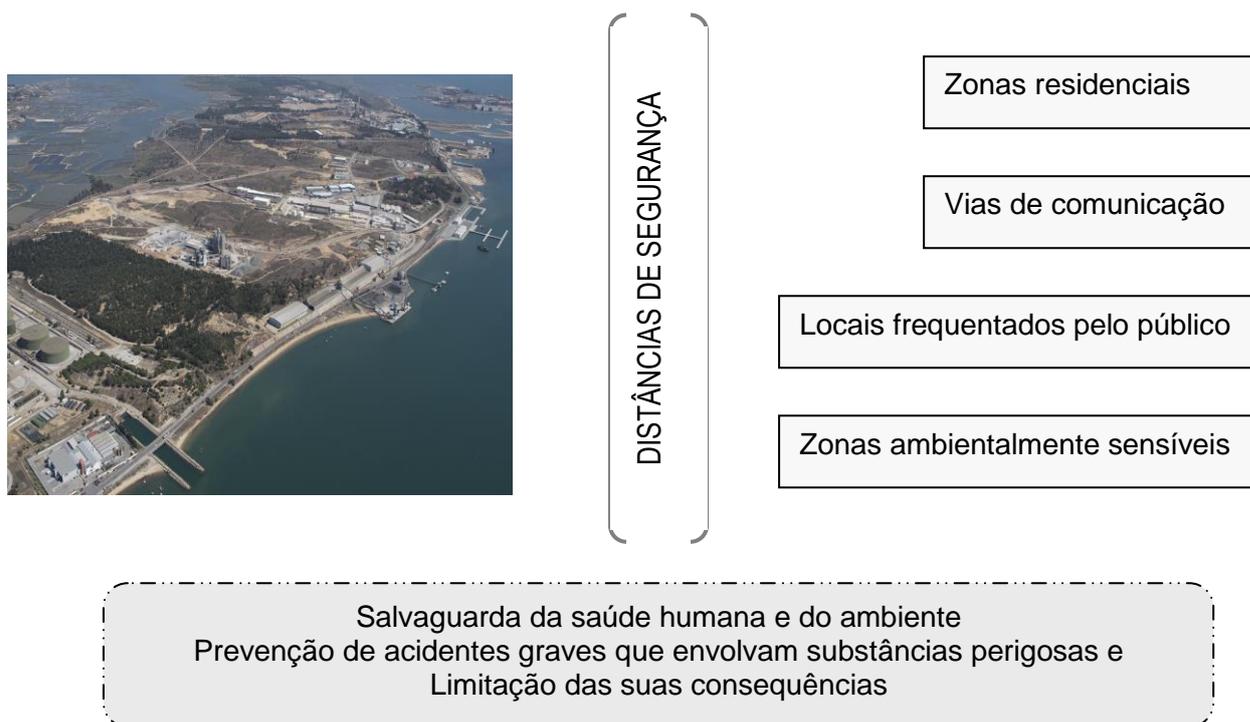


Figura 16 – Distâncias de Segurança
Fonte: elaborado pela Autora

- Adicionalmente, a representação em cartas de risco da localização de estabelecimentos seveso, à semelhança do que acontece em países da união europeia, como a Holanda e o Reino Unido, como referido no capítulo anterior, constitui uma ferramenta importante no ordenamento do território, permitindo:
- Apoio na elaboração, revisão e alteração dos planos municipais de ordenamento do território (PMOT)
 - Decisão acerca de operações urbanísticas na proximidade de estabelecimentos no referente a:
 - Elaboração de parecer no âmbito da Avaliação Ambiental Estratégica
 - Determinação de distâncias de segurança preliminares (com base na informação do Relatório de Segurança (RS), numa análise caso a caso)
 - Definição de critérios por portaria para fixação das distâncias
 - Licenciamento de novos estabelecimentos ou alterações, nomeadamente:
 - Avaliação de compatibilidade de localização
 - Apoio em sede de Avaliação de Impacte Ambiental.

Reitera-se a necessidade de os operadores e autoridades competentes (APA, ANPC, SMPC), tomarem as devidas medidas, correspondentes à gravidade e

seriedade de dados obtidos nos estudos de análises de risco e consequências, no que respeita à prevenção, controlo e resposta ao socorro e emergência, incluindo a divulgação da informação à população, bem como as medidas correspondentes à autoproteção.

Esta “governança” do risco deve ser estendida à participação, responsabilização e colaboração dos cidadãos, procurando harmonizar a importância económica destas unidades com a necessária segurança dos próprios e das comunidades potencialmente afetadas.

6. Modelo Conceptual - Proposta de Metodologia

Neste ponto da investigação propõe-se o desenvolvimento de uma metodologia de análise e avaliação de risco, com o propósito de encontrar uma forma de uniformizar critérios e estabelecer distâncias de segurança e consequentes medidas de prevenção, controlo e resposta, em zonas onde se localizam estabelecimentos que pela sua natureza e presença de substâncias perigosas possam originar riscos com potencial de causar acidentes graves. Aplica-se a qualquer evento que possa originar a ocorrência de um acidente grave, potencial causador de danos à saúde humana e/ ou ambiente, que não só a estabelecimentos enquadrados na legislação de prevenção de acidentes graves.

Esta metodologia propõe a conceção de um raciocínio de elaboração de uma análise e avaliação de risco.

Sendo o risco uma função de (adaptado de Kolluru, *et.al.*, 1996):

- natureza do perigo/ contaminante,
- possibilidade de contacto (potencial de exposição),
- características das populações expostas (recetores),
- possibilidade de ocorrência,
- magnitude das exposições e consequências, e
- valores ambientais, patrimoniais, arquitetónicos

A proposta de metodologia para análise e avaliação de risco segue o desenvolvimento dos seguintes pontos (Figura 17):

1. Identificação e caracterização de perigos
2. Avaliação de consequências (avaliação de exposição e avaliação de toxicidade)
3. Caracterização de Risco
4. Gestão de risco
5. Comunicação de risco

A análise de risco envolve o desenvolvimento de três fases:

- Identificação e caracterização de perigos
- Avaliação de consequências
- Caracterização de risco

A avaliação de risco envolve o desenvolvimento da análise de risco e inclui ainda a gestão e comunicação de risco, preparando os potenciais recetores (população em geral, trabalhadores e áreas ambientalmente sensíveis, incluindo espécies de fauna e de flora). Inclui ainda a avaliação de danos económicos, envolvendo infraestruturas, edificações, património natural e cultural (Figura 17).

De referir ainda, que esta metodologia segue diferentes percursos, atendendo à natureza do risco. Assim, este pode apresentar tipologia de risco natural ou tecnológica. Pode ocorrer de uma forma imediata, de curto prazo, como é o caso de um sismo ou acidente grave, ou poderá ocorrer ao longo do tempo, sendo as suas consequências de médio ou longo prazo. Poderá ainda apresentar uma frequência/probabilidade de reduzida a elevada e magnitude/ severidade de consequências de reduzida a elevada/ intolerável. A presente metodologia pretende dar resposta a quaisquer das situações acima mencionadas, sendo que, pressupostos a adotar caso a caso serão definidos sempre que se realizar um estudo, bem como a avaliação de incertezas, como adequado.

Na avaliação de risco, a fase de avaliação de consequências é distinta para riscos decorrentes da ocorrência de um acidente grave, pois o tempo de exposição é de curto prazo, por vezes imediato. Se considerarmos a exposição a outros riscos tecnológicos, a exposição poderá ter efeitos decorrentes do tempo de vida e natureza dos indivíduos da população humana expostos ao perigo. Importa referir ainda que a inclusão de riscos naturais na avaliação de riscos é de importância significativa, pelo facto de poderem induzir e/ ou constituir um mecanismo iniciador na ocorrência de acidentes graves.

Descreve-se de seguida os passos sequenciais de desenvolvimento da metodologia, representada esquematicamente na Figura 17.

1. Identificação e caracterização de perigos. Inclui a recolha e análise de dados relevantes e identificação de potenciais fatores de risco, nomeadamente, identificação de:

- substâncias **químicas** (com caracterização de perigosidade, por ex., pesticidas, hidrocarbonetos, gás propano, chumbo)
- **físicas** (por ex., radiações eletromagnéticas) ou
- **biológicas** (por ex., microrganismos patogénicos, e.g., *antrax*)
- infraestruturas e acessibilidades (rodovias, ferrovias, portos, aeroportos)
- localização de aglomerados populacionais

- localização de valores naturais
- localização de unidades industriais e armazenamento de substâncias perigosas
- infraestruturas de transporte/ armazenamento de substâncias perigosas como sejam oleodutos e gasodutos
- infraestruturas de saneamento
- infraestruturas de abastecimento
- rede de telecomunicações

Integra a perceção de risco por parte dos vários intervenientes, stakeholders.

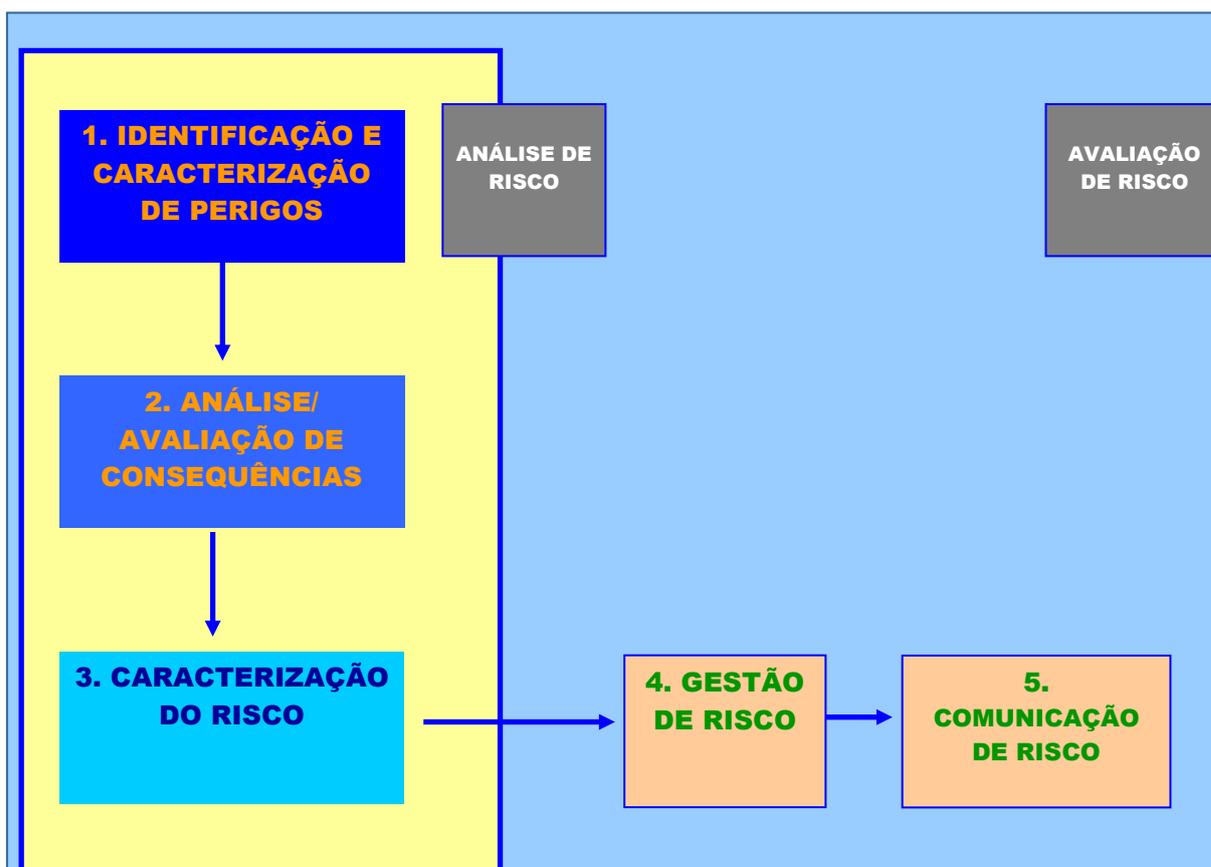


Figura 17 – Análise e Avaliação de Riscos

Fonte: adaptado de Santos, 2005

2. Análise / avaliação de consequências

A identificação e caracterização de perigos é seguida da avaliação de consequências (avaliação de exposição e avaliação de toxicidade) dos riscos identificados. A avaliação de consequências, inclui a análise e libertação de contaminantes, níveis de radiação térmica e de sobrepressão, identificação de populações expostas, identificação de potenciais percursos de exposição e estimativa de concentração de exposição para os circuitos/ percursos identificados. Considera a exposição e estimativa de probabilidade/ frequência de causas. Nesta fase, procede-se à

caracterização e classificação dos riscos em função da resposta (severidade das consequências). A avaliação de consequências tem em conta as consequências para os utilizadores/ população exposta, perdas para o ambiente, perdas de bens e infraestruturas (financeiras) e perdas para o sistema.

A Avaliação de consequências, engloba:

- análise e libertação de contaminantes
- identificação de populações expostas
- identificação de potenciais percursos de exposição
- estimativa de concentração de exposição para os circuitos de exposição
- avaliação de exposição e estimativa de probabilidade/frequência de causas
- identificação de áreas ou grupos de risco (comunidade, ambiente, solos, etc.) e os elementos de intensificação dos riscos potenciais
- inclui a consideração das formas de evolução dos cenários de acidente, eficácia dos meios e sistemas de controlo e emergência e respetivas formas de atuação.

A avaliação de exposição inclui uma análise e identificação de potenciais percursos de exposição (Santos R., Isabel A., 1995) cujo objetivo principal é o de caracterizar impactes na saúde humana. A informação da fase desta identificação é o input para o desenvolvimento da avaliação de exposição e avaliação dose/ resposta, necessária para o processo de caracterização destes impactes. O propósito é o de determinar ou estimar a magnitude de potenciais exposições humanas, a frequência e duração das exposições, e as rotas de exposição (inalação, ingestão, contacto dérmico) através dos quais os indivíduos são potencialmente expostos.

Permite assim, identificar o(s) meio(s) que recebem ou poderão receber os contaminantes, nomeadamente, a concentração de contaminante presente em cada uma das componentes do percurso de exposição, e o tempo de duração da exposição e estimar a quantidade adquirida pelo homem (*human intake*) no ponto de exposição. Nesta fase é importante atender aos possíveis processos de bioacumulação e acumulação que poderão magnificar a concentração de contaminante e potenciais processos de diluição, podem levar à redução da quantidade de contaminante presente no ponto de exposição.

Após a definição dos percursos de exposição procede-se a uma Avaliação Dose / Resposta (Santos R., Isabel A., 1995). Nesta fase é diferenciada a origem da exposição (acidente grave, exposição de curto prazo e exposições de médio e longo prazo). Procede-se a uma combinação da informação da avaliação de exposição com

a informação da avaliação de toxicidade, i.e., as doses de agentes causadores de efeitos na saúde, de forma a prever a ocorrência de um efeito negativo na saúde na população exposta.

As consequências são definidas em termos humanos, ambientais e materiais a que correspondem dimensões de risco humano, ecológico e económico, respetivamente.

Adicionalmente, a fase de avaliação de exposição inclui uma estimativa de probabilidade/frequência de causas de acidentes identificados, de acordo com dados estatísticos e históricos existentes.

Considera-se como critério de definição de risco a frequência da ocorrência de riscos (naturais e tecnológicos) versus as consequências dessa ocorrência. Assim, verifica-se que riscos de elevada frequência se encontram geralmente associados a baixas consequências (ex.: riscos rodoviários, dependendo da gravidade/ magnitude do impacto) e que riscos de elevadas consequências se encontram associados a baixas frequências de ocorrência (e.g., acidente grave envolvendo substâncias perigosas; sismo de intensidade elevada, tsunami).

Nesta fase da metodologia são identificadas as áreas ou grupos de risco, nomeadamente zonas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público, zonas ambientalmente sensíveis e outros estabelecimentos nas imediações. Considera ainda a conceção e evolução dos cenários de acidente, eficácia dos meios e sistemas de controlo e emergência e respetivas formas de atuação.

Adicionalmente, procede-se à caracterização e classificação dos riscos em função da resposta (severidade das consequências).

O **risco** resulta de uma combinação entre a **probabilidade de ocorrência** de um acontecimento (não desejável) e a **magnitude/severidade das consequências** desse mesmo acontecimento. Esta metodologia, permite a atribuição de um nível de probabilidade de ocorrência e a sua correspondente severidade a cada evento, baseado na identificação e caracterização dos perigos, resultantes das diversas potenciais utilizações da área de estudo. O risco, é então determinado pelo produto entre o valor de probabilidade atribuído à ocorrência e o seu correspondente valor de severidade.

À probabilidade, são atribuídos cinco níveis, que variam de um a cinco, de improvável a frequente, definidos de acordo com a frequência de ocorrência dos perigos e eventos identificados (Quadro 18). Estes níveis devem ser definidas caso a caso de acordo com as características do estabelecimento.

Quadro 18 - Níveis de Probabilidade

Probabilidade de Ocorrência		
1	Improvável	Improvável acontecer, mas possível, com períodos médios de retorno de 100 anos
2	Remoto	Improvável, mas expectável poder acontecer, com períodos médios de retorno de 15 anos
3	Ocasional	Ocorrerá algumas vezes, com períodos médios de retorno de 1 ano
4	Provável	Ocorrerá frequentemente, com períodos médios de retorno de 30 dias
5	Frequente	Ocorrerá continuamente, com períodos médios de retorno de 7 dias

À Severidade são atribuídas quatro categorias, que variam de um a quatro, de negligenciável a catastrófica, definidas de acordo com o grau de gravidade das consequências, decorrentes da exposição aos eventos em estudo (Quadro 19). Também estas categorias devem ser definidas caso a caso de acordo com as características do objeto (estabelecimento) em estudo.

Quadro 19 – Categorias de Severidade

Severidade		
1	Negligenciável	Incidente que não provoca perdas significativas para o sistema, o ambiente e o utilizador; pode provocar pequenas perdas financeiras; improvável dar origem a queixas por parte dos utilizadores.
2	Marginal	Acidente que produz dano menor para o sistema ou o ambiente; pode provocar perdas financeiras médias; pode dar origem a ferimentos ligeiros (até seis vítimas) e queixas por parte dos utilizadores.
3	Crítica	Acidente grave de efeitos limitados; que produz graves prejuízos para o sistema ou o ambiente; pode provocar perdas financeiras elevadas; pode dar origem a ferimentos graves, podendo provocar até 60 vítimas.
4	Catastrófica	Acidente severo de efeitos ilimitados; com repercussão no tecido social local, que produz perda parcial ou total para o sistema ou o ambiente; pode provocar perdas financeiras severas; pode dar origem a mais de 60 vítimas, morte ou invalidez permanente.

Do produto destes dois fatores, probabilidade e severidade, são classificados os riscos. Esta classificação é representada numa matriz de risco, com duas entradas, onde se representam as categorias de severidade e os níveis de probabilidade (Quadro 20).

O risco, varia então numa escala de cinco graus, variando de “A” a “E”, sendo o mais reduzido denominado de “Risco Muito Baixo” (A) e o mais elevado denominado “Risco Intolerável” (E) (Quadro 21).

Quadro 20 – Matriz de Risco

		SEVERIDADE			
		Negligenciável (1)	Marginal (2)	Crítica (3)	Catastrófica (4)
PROBABILIDADE	Improvável (1)	A(1)	B(2)	B(3)	C(4)
	Remoto (2)	B(2)	B(4)	C(6)	C(8)
	Ocasional (3)	B(3)	C(6)	C(9)	D(12)
	Provável (4)	C(4)	C(8)	D(12)	D(16)
	Frequente (5)	C(5)	D(10)	D(15)	E(20)

Fonte: Adaptado de US Department of Defense, 2000; US Department of Defense, 1993

Quadro 21 – Classificação de Risco

Classificação do Risco	
A	Risco Muito Baixo
B	Risco Baixo
C	Risco Médio
D	Risco Elevado
E	Risco Intolerável ou Extremo

Fonte: Adaptado de US Department of Defense, 2000; US Department of Defense, 1993

A metodologia adotada para avaliação de consequências e determinação de risco baseia-se numa adaptação de bibliografia utilizada por entidades reconhecidas, nomeadamente no documento desenvolvido pela USEPA (*United States Environmental Protection Agency, Risk Assessment Guidance for Superfund*, 1989) complementada pela adoção de princípios de Análise Preliminar de Riscos tecnológicos e apoiada nos resultados de estudos HAZOP (*Hazard and Operability*) e pela metodologia utilizada para a caracterização do risco, fundamentada nos normativos do Departamento da Defesa dos Estados Unidos, a *Military Standard System Safety Program Requirements, MIL-STD - 882C*, de 1993 e a *MIL-STD – 882D*, de 2000.

A metodologia considera como pressuposto o pior caso cenário para os riscos tecnológicos e o pior caso cenário credível para os riscos naturais. Não são

considerados o potencial de efeito dominó nos cenários de risco a representar cartograficamente.

3. Caracterização de risco

A caracterização de risco corresponde à fase em que se procede à integração de dados de toxicidade e exposição (e.g., sobrepressão, níveis térmicos) para a qualificação e quantificação de expressões de risco, associada, sempre que possível, à análise de incerteza dos resultados obtidos e consequente avaliação de consequências.

Com a caracterização de risco é possível completar esta fase de análise de risco onde se procede à estimativa do carácter aceitável ou não aceitável das situações identificadas, e à conformidade com normativos e regulamentos, tendo em conta os objetivos estabelecidos para o projeto. Concretamente, procede-se a uma análise comparativa entre o valor determinado e o risco aceitável/ tolerável, que deverá ser definido pelas autoridades competentes.

4. Gestão de risco

A gestão de risco surge na sequência da análise de risco. Procede-se ao uso efetivo da avaliação de risco, podendo incluir a avaliação de alternativas ou a tomada de decisão no sentido de melhor gerir o risco, estabelecendo prioridades para determinadas ações e/ou minimizando os seus efeitos.

Deste modo, a gestão de risco utiliza toda a informação da análise de risco e adiciona informação técnica, económica, ambiental, social e política no sentido de se proceder à:

- avaliação de alternativas
- determinar a melhor Ação para reduzir ou eliminar o risco
- permitir uma adequada gestão do território de forma a garantir distâncias de segurança e reduzir os potenciais efeitos de acidente
- executar planos de segurança
- monitorizar a execução do processo para assegurar que os resultados desejáveis são atingidos e mantidos como planeado
- atribuir os meios materiais e humanos em operações de socorro e emergência
- aumentar os níveis de segurança de uma determinada região

Permitindo a adoção de medidas de prevenção, controlo e resposta, nomeadamente:

- prevenção na fonte (e.g., intervenção ao ponto de geração do perigo, planejamento para utilização do solo, controle de urbanização, regulamento de construção, manutenção adequada)
- substituição de substâncias mais perigosas por outras com menor perigosidade
- adoção de medidas de minimização (e.g., alteração do processo de transmissão dos efeitos, construção de bacias de retenção/reservatórios de produtos perigosos), aplicar as melhores tecnologias disponíveis e medidas técnicas adicionais, como apropriado
- alteração de projeto
- alternativa de localização
- alternativas tecnológicas
- alteração de processo
- medidas de prevenção (e.g., contra incêndio)
- afetação de meios humanos e materiais nas operações de socorro e emergência
- outras como apropriado

A percepção de risco é uma variável decisiva em todo o processo de gestão de risco, permitindo adequar um plano de comunicação que torne todo o processo mais eficaz ao internalizar no processo de gestão a forma como as situações de exposição ao perigo e a fenômenos de risco são interiorizadas pelos diferentes intervenientes - cidadãos, técnicos, acionistas, decisores - bem como a tomada de medidas de autoproteção.

5. Comunicação de risco

A comunicação de risco permite uma troca de informação entre os decisores e as partes interessadas (e.g., cidadãos, trabalhadores, media, representantes da comunidade em geral, representantes da comunidade médica, organizações não governamentais). Contém uma elevada componente psicológica e social, a ser introduzida nas técnicas de preparação e de comunicação de situações de risco.

A comunicação de risco é eficaz se todas as ações de comunicação, verbais e não verbais, transmitem franqueza e empatia, competência e profissionalismo, honestidade e abertura, dedicação e entrega (Sandman, P., 1993).

Em situações de ausência de comunicação de informação e de ocorrência de acidentes a reconstrução de sentimentos de cooperação e aceitação por parte do público direta ou indiretamente afetado é um processo que pode ser complexo e difícil.

É importante, a inclusão de metodologias de análise de risco nos processos de tomada de decisão e de minimização de riscos existentes, por forma a criar ou melhorar a qualidade da saúde e de vida dos cidadãos e no sentido de providenciar uma melhor proteção da saúde humana e do ambiente do qual todos fazemos parte.

A análise e avaliação de risco constitui uma ferramenta de apoio à decisão dotando os decisores, autoridades competentes e cidadãos de uma ferramenta de apoio à identificação, prevenção e controlo de riscos (Figura 18).

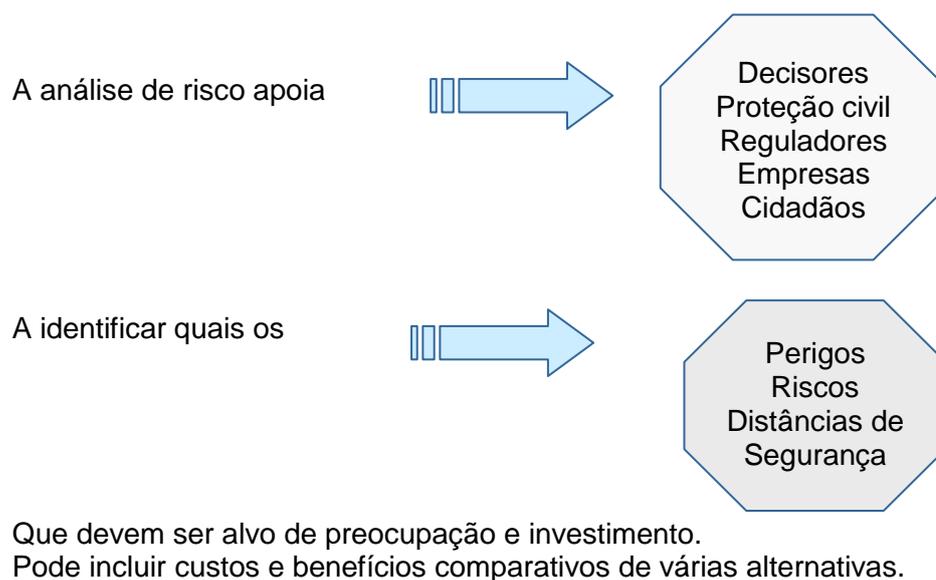


Figura 18 - Análise e Avaliação de Risco - Ferramenta de Apoio à Decisão

O processo de avaliação e análise de risco utiliza conhecimentos de ciência, engenharia, probabilidade e estatística para estimar e avaliar a magnitude e possibilidade de riscos para a saúde e o ambiente. Trata-se de uma abordagem multidisciplinar que apoia as partes interessadas a tomar decisões integradas e informadas para prevenir, reduzir e controlar os riscos (Figura 19).



Figura 19 - Análise, Avaliação e Gestão de Risco.
Uma abordagem integrada. Com a participação de todos
Fonte: Adaptado de Omenn, et al., 1997

A análise, avaliação e gestão de risco consiste assim numa abordagem integrada que envolve a participação de todas as partes interessadas no processo.

7. Conclusões

Têm sido desenvolvidas, propostas e implementadas regulamentações referentes ao controlo de acidentes graves nos países da União Europeia. Na temática do risco, estas regulamentações incluem o desenvolvimento de políticas de prevenção e sistemas de gestão de segurança com vários objetivos: reduzir perigos na fonte (princípio da correção na fonte), controlar o desenvolvimento de acidentes, princípios de responsabilidade e compensação de danos (Diretiva referente à Responsabilidade Ambiental, Diretiva n.º 2004/35/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Abril de 2004, transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei 147/ 2008), princípios e obrigações de comunicação, participação e informação ao público, preparação para situações de resposta à emergência, e planeamento e ordenamento do território.

No entanto, estas regulamentações têm tido dificuldade de aplicação, por razões fundamentalmente de índole cultural e histórica, tardando em alguns países, nomeadamente em Portugal. A noção de que a comunicação de risco, numa dada região, gera nas populações sentimentos de pânico, tem sido motivação por parte das autoridades governamentais, em protelar uma efetiva comunicação de risco aos cidadãos gerando na sociedade civil uma ausência de cultura de risco.

Ainda não se encontra em vigor a “divulgação do relatório de segurança e do inventário das substâncias perigosas presentes no estabelecimento, bem como das respetivas revisões, nomeadamente através da sua publicitação no seu sítio na Internet” (art.º 15º do Decreto-Lei 254/ 2007). Não há também registo de pedidos por parte dos operadores, de restrições na divulgação completa do relatório de segurança (RS) em casos de “sigilo industrial, comercial ou relativo à vida privada, segurança pública ou defesa nacional, devendo o operador, no caso de concordância da APA, fornecer-lhe um relatório para divulgação que não contenha as matérias consideradas sob reserva de acesso” (art.º 15º do Decreto-Lei 254/ 2007).

Existe ainda uma omissão na integração das diferentes tipologias de risco na gestão e ordenamento do território. Por exemplo, os riscos naturais não têm sido mapeados/ analisados em conjunto com os riscos tecnológicos e existe uma separação clara entre as diversas instituições que têm autoridade e responsabilidade pela gestão das várias naturezas do risco, bem como, entre as agências de governo e as instituições de investigação, ciência e ensino.

Uma política de ordenamento do território deve considerar em simultâneo todas as tipologias de perigo/ risco, de modo a permitir uma gestão de risco equilibrada e desenvolvimento sustentável evitando que as decisões de mitigação e controlo relativamente a um determinado risco possa causar e/ou potenciar efeitos negativos a outro risco. Adicionalmente, e devido a valores e objetivos potencialmente contraditórios, as restrições regulamentares no ordenamento e uso do território não podem ser eficazes se não incluírem a participação pública, bem como a sua aceitação e adequada informação acerca de medidas de autoproteção face a estes riscos involuntários, por vezes impostos e não familiares.

Verifica-se da análise histórica de acidentes, que estes apresentam em comum as seguintes características:

- as autoridades locais não têm conhecimento de quais as substancias químicas envolvidas ou a sua quantidade
- não têm acesso a informação suficiente acerca dos processos envolvidos de modo a poderem perceber que substancias químicas/ energia poderia ser produzida ou libertada durante as condições de ocorrência do acidente
- não detêm conhecimento acerca das distâncias de influencia associados aos perigos/ riscos envolvidas em caso da ocorrência de um cenário de acidente
- conseqüentemente há uma falha geral no planeamento de emergências, adequação de meios humanos e materiais na resposta a uma situação de emergência
- o público envolvido não tem conhecimento acerca do comportamento de segurança que deveria ter durante o acidente.

O ator principal chamado a reduzir os perigos e a possibilidade de ocorrer um acidente é o operador. Para atingir este objetivo deve adotar uma política de acidentes graves e um sistema de gestão de segurança, que deve incluir os elementos constantes na legislação em vigor e nas orientações dadas pela entidade competente, a APA. Deve ainda adotar uma atitude proactiva e uma efetiva cultura de risco na sua organização. Adicionalmente, uma abordagem ética da situação referente ao desempenho dos profissionais em matéria de risco coloca os engenheiros/ consultores, que desenvolvem estes estudos, como tendo um papel importante no controlo de risco e influenciadores do processo de decisão.

Com o acidente de Seveso, deu-se a origem da regulamentação europeia na área da prevenção de risco. Esta tem progredido e tornando-se crescentemente mais exigente; a gestão de risco tem vindo a transformar-se e evoluiu a partir de um problema “técnico”, a ser resolvido só por profissionais, para a área da governação, onde envolve a sociedade como

um todo (e.g., operadores, autoridades governamentais, cidadãos, clientes, *media*, profissionais, investigadores, sistema bancário e de seguros).

As consequências dos acidentes, ao envolverem áreas e grupos de pessoas que extravasam os limites das unidades industriais, obrigaram as autoridades a regulamentarem sobre esta matéria, coresponsabilizando atores e a permitirem a partilha de parte da informação de risco à restante sociedade civil.

O ultraje gerado pelo medo da vizinhança de estabelecimentos industriais graves, tem gerado perceções de risco por parte dos cidadãos, que por vezes se encontra muito distante do risco encontrado pelos profissionais. A partilha da informação parece ser a forma mais adequada de gerar confiança entre as partes nesta temática sensível que é o risco do acidente (Figura 20).

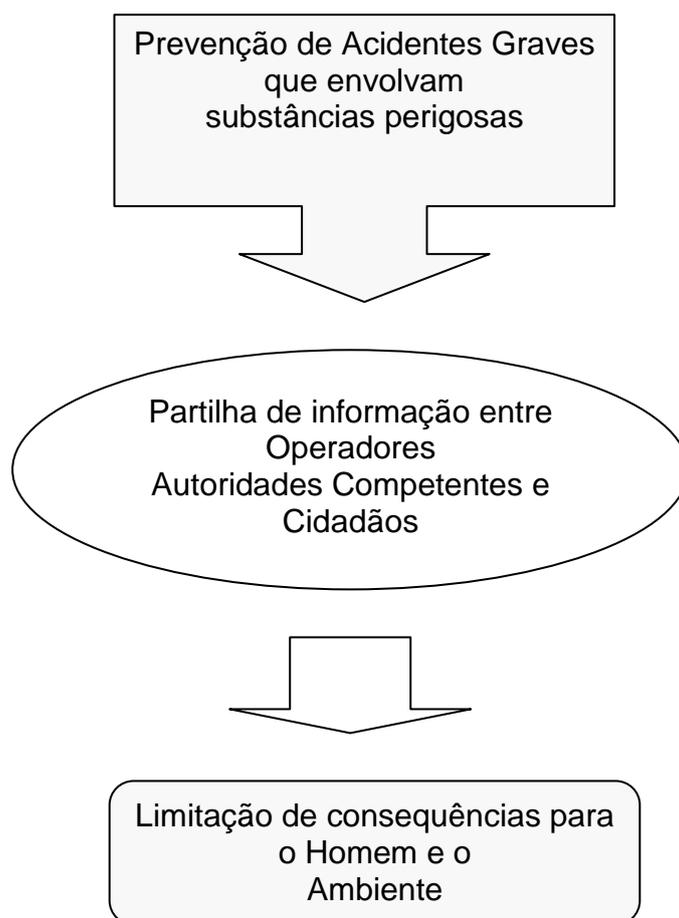


Figura 20 - Prevenção de Acidentes Graves que Envolvam Substâncias Perigosas

A informação e participação do público é também essencial para prevenir e reduzir potenciais consequências derivadas da ocorrência de um acidente grave. A informação de riscos, nomeadamente da sua representação cartográfica (carta de risco) e disponibilização de informação contribuiria para uma cultura de risco e transparência do processo de gestão de risco.

A orientação para utilização de bases de dados reconhecidos pela autoridade competente relativamente a histórico de acidentes ocorridos, permitiria uma harmonização e coerência no cálculo de probabilidades incluído no processo de análise e avaliação de riscos.

A regulamentação atualmente em vigor, é sem dúvida de primordial importância para a implementação de uma política de prevenção de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas. Da análise da situação atual, e tendo em conta todo o exposto na presente dissertação, apresenta-se de seguida uma identificação de pontos fortes, pontos fracos e propostas de melhoria para uma efetiva gestão de riscos.

Pontos Fortes:

- Existência de um quadro legal para prevenção de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas
- Existência de documentos orientadores de elaboração e conteúdo de estudos, disponibilizados pela APA (autoridade competente)
- Preocupação social, técnica, científica
- Existência de Autoridades competentes para a fiscalização
- Inclusão dos resultados de risco no planeamento e ordenamento do território
- Informação à população

Pontos Fracos:

- Ausência de uma orientação metodológica global e coerente a nível nacional e europeia de avaliação e análise de risco
- Existência de diversas definições de “perigo”, “risco”, “avaliação de risco” e “análise de risco”, que dificultam a seleção de metodologias e avaliação de estudos, não conferindo homogeneidade na sua elaboração e avaliação
- Ausência de orientação de pressupostos na definição de cenários
- Ausência de orientação de software a utilizar na modelação de cenários de risco
- Ausência de um critério de aceitabilidade de risco
- Ausência de distâncias de segurança para implementação nos PMOT (Planos Municipais de Ordenamento do Território)

- Fraca fiscalização efetivamente em ação no terreno
- Dificuldade ou ausência de diálogo e informação entre as diversas autoridades competentes (APA, ANPC, SMPC, IGAOT) e entidades licenciadoras

Propostas de Melhoria, que se subdividem em três tipologias: orientações, técnicas, sociais e regulamentares.

1. Orientações técnicas:

- Criação de uma metodologia orientadora de avaliação e análise de risco
- Definição de ferramentas de software de análise de risco para a realização de estudos
- Definição clara de critérios para a identificação de cenários a estudar
- Definição de critérios de probabilidade de ocorrência dos cenários identificados
- Definição clara de critérios de aceitabilidade/ tolerância de risco
- Definição de distâncias de segurança
- Representação cartográfica de diferentes níveis e tipologias de risco
- Inclusão dos riscos naturais nos estudos de segurança dos estabelecimentos Seveso
- Promoção de uma ligação institucional entre Autoridades Competentes, Operadores e Instituições de Investigação e desenvolvimento Científico para promoção, desenvolvimento e divulgação do *state-of-the-art* na análise, avaliação de risco e gestão de risco
- Criação de uma plataforma de diálogo e troca de informação entre as diversas autoridades competentes

2. Orientações na temática social:

- Melhoria de informação à população em conteúdo e objetividade
- Divulgação clara de informação de risco
- Apresentação e discussão pública de relatórios de segurança; inclusão no processo de uma participação pública ativa
- Criação de uma verdadeira cultura de risco/ segurança, “vívda” por parte da população

3. Orientações regulamentares:

- Esclarecimento jurídico quanto à imposição de ónus para o operador
- Esclarecimento jurídico quanto à imposição de ónus para a vizinhança (particulares, empresas, estabelecimentos oficiais)
- Esclarecimento jurídico quanto à imposição de ónus para as entidades oficiais (câmaras municipais, autoridades nacionais)
- Elaboração de cartas de risco municipais
- Elaboração de planta de condicionantes (servidões) e /ou planta de ordenamento (regime de uso do solo) de acordo com a presença e o risco colocado pela existência de estabelecimentos Seveso.

De uma forma geral, não existe formação especializada de nível superior de educação para o desenvolvimento destas matérias no nosso país. Não existe uma metodologia referida como orientadora para o desenvolvimento específico de caracterização de risco, determinação de consequências e critérios de aceitabilidade de risco. Parece ser prática comum as empresas/ consultores basearem o seu conhecimento em pesquisa própria e adoção (in)diferenciada de práticas de vários países ou metodologias encontradas em pesquisas bibliográficas. Esta situação origina uma dificuldade acrescida por parte das autoridades competentes na análise e aceitação de conformidade dos estudos apresentados. Adicionalmente, à Autoridade Competente, é exigido um conhecimento alargado acerca das várias metodologias utilizadas e um trabalho profundo para proceder à análise de conformidade dos estudos, com o fim nobre de preservação e proteção da qualidade do Ambiente e da salvaguarda da saúde humana em território nacional.

Além do exposto, encontra-se sem orientação legal a definição de distâncias de segurança que dará origem à fixação destas distâncias entre os estabelecimentos existentes e as “zonas residenciais, vias de comunicação, locais frequentados pelo público e zonas ambientalmente sensíveis, de modo a garantir a prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das respetivas consequências” (Decreto-Lei 254/2007) no território.

O estabelecimento de distâncias de segurança trará consequências a nível de ordenamento do território municipal. Especialmente para estabelecimentos existentes, questões sobre perda de valor de propriedade, influência na atribuição de prémios de seguros, alteração da geografia de municípios decorrentes da definição de dimensão de parcelas e parâmetros urbanísticos para atestarem a compatibilidade de localização, obrigando à inclusão das distâncias de segurança em redor dos estabelecimentos de acordo com a análise de consequências determinada nos estudos requeridos e ao abrigo da legislação em vigor, necessitam de clarificação e de critérios objetivos de definição de implementação.

A importância da participação pública no processo de planeamento do uso do solo e a integração de riscos para se obter um sistema de gestão de risco integrado numa política e regulamentação para a prevenção e mitigação de desastre é fundamental para a prossecução dos objetivos de desenvolvimento sustentável, que se pretende para o território europeu.

A presente dissertação tem como objetivo a elaboração de uma análise da situação atual no território continental de Portugal acerca da temática da prevenção de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas e a elaboração de uma proposta de metodologia para a avaliação e análise de riscos.

Pretende dar um contributo ético, científico e profissional a uma temática de importância para a prossecução do princípio do desenvolvimento sustentável, salvaguardando o direito das gerações futuras poderem usufruir de um ambiente envolvente com, pelo menos, as mesmas características da que os seus progenitores as encontraram.

É possível o equilíbrio entre a existência de atividades económicas com potencial de risco elevado, e a salvaguarda de pessoas, bens e valores naturais. Os riscos precisam e podem efetivamente ser identificados, percebidos, minimizados e devidamente comunicados à sociedade civil. Com a certeza de que, como afirma (Giddens, A., 2000), “Não existe risco zero. O simples facto de estarmos vivos é uma empresa arriscada.”

Referências Bibliográficas

AIHA, 2006, *Procedures and Responsibilities*, American Industrial Hygiene Association, ERP Committee Procedures and Responsibilities, Fairfax, VA.

Amendola, A., 2005, *Integrating the control of major accidents risk in the overall policy for disaster prevention and mitigation*, International Institute of Applied System Analysis, Austria.

APA, 2009a, *Obrigações*, Agência Portuguesa do Ambiente, acessado em Abril de 2009, <http://www.apambiente.pt/POLITICASAMBIENTE/PREVENCAOACIDENTES/OBRIGACOES/Paginas/default.aspx>, acessado em 12 setembro 2009.

APA, 2009b, *Atlas do Ambiente*, Agência Portuguesa do Ambiente, http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp?zona=continente&grupo=&tema=c_isismica, acessado em Setembro de 2009.

APA, 2009c, *Workshop Ordenamento do Território e Prevenção de Acidentes Graves*, Agência Portuguesa do Ambiente, Alfragide, 25 de Maio de 2009.

APA/ GERA, 2008a, *Requisitos do sistema de Gestão de Segurança para a Prevenção de Acidentes Graves (SGSPAG)*, Agência Portuguesa do Ambiente/ Gabinete de Emergências e Riscos Ambientais.

APA/ GERA, 2008b, *Formulário de avaliação de Compatibilidade de Localização*, Agência Portuguesa do Ambiente/ Gabinete de Emergências e Riscos Ambientais.

APA/ GERA, 2008c, *Elementos para avaliação de compatibilidade de localização nos termos do artigo 5º do Decreto-Lei nº 254/2007, de 12 de Julho*, Agência Portuguesa do Ambiente/ Gabinete de Emergências e Riscos Ambientais.

APA/ GERA, 2008d, *Checklist – Conteúdo do Relatório de Segurança*, Agência Portuguesa do Ambiente/ Gabinete de Emergências e Riscos Ambientais.

APAT, 2009, *informação geral*, Italian Agency for Environmental Protection and Technical Services, <http://www.eugris.info/>, acessado em Fevereiro de 2009

Basta, C., Neuvel, J. M. M., Zlatanova, S., Ale, B., 2007, *Risk-maps informing land use planning processes. A survey on the Netherlands and the United Kingdom recent developments*, Elsevier, Journal of Hazardous Materials 145 (2007) 241-249.

Basta, C., Struckl, M., Christou, M., 2008, *Implementing art. 12 of the Seveso II Directive: Overview of Roadmaps for Land-Use Planning in Selected Member States*, European Commission, Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen, European Communities.

Braga, J., 1999, *Guia do Ambiente. As Empresas Portuguesas e o Desafio Ambiental*, Monitor, Lisboa.

COMAH, Control of Major Accident Hazards Regulations, acedido em Junho 2009, <http://www.hse.gov.uk/COMAH/index.htm>

Decreto-Lei nº 254/ 2007. Diário da República série I. 133 (2007-07-12). p. 4408-4424.

Decreto-Lei n.º 197/2005, Diário da República série I. 214 (2005-08-11). p. 6411-6438.

DGEnvironment, Seveso, <http://ec.europa.eu/environment/seveso/index.htm>, Environment Directorate-General, acedido em Setembro de 2009

EEA, 2003, *Mapping the Impacts of Recent Natural Disasters and Technological Accidents in Europe*, European Environment Agency, Environmental issue report No 35, Copenhagen.

Frances D'Souza, (Ed.), 1982, *The Chemical Scythe*, Plenum Press, New York.

Giddens, A., 2000, *O Mundo na Era da Globalização*, Editorial Presença, Lisboa.

HSE, 2009, *HSE'S Current Approach to Land Use Planning (LUP); Policy & Practice*, Health and Safety Executive, UK, <http://www.hse.gov.uk/landuseplanning/lupcurrent.pdf>, acedido em Junho 2009.

ICNB, 2008, *Rede Nacional de Áreas Protegidas*, Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade, <http://www.icnf.pt/portal>, acedido em Setembro de 2010.

ISC, 2009, Instituto de Salud Carlos III, <http://www.isciii.es/htdocs/index.jsp>, acedido em Setembro de 2009.

IPQ, 2008, *NP 4397:2008, Sistemas de Gestão da segurança e saúde do trabalho*, Instituto Português da Qualidade.

ISO, 2008, *Risk Management – Vocabulary*, ISO/IEC CD 2 Guide 73, Working Group on risk Management n 66, International Organization for Standardization.

Kolluru, R. Bartell, S., Pitblado, R., Stricoff, S., 1996, *Risk Assessment and Management Handbook For Environmental, Health, and Safety Professionals*, McGraw-Hill, New York.

Louvar, J. F., Louvar, B. D., 1998, *Health and Environmental Risk Analysis. Fundamentals with Applications*, Prentice Hall, New Jersey.

MAOTDR, 2006, *Relatório de Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

OECD, 2004, *OECD Workshop on Lessons Learned from Chemical Accidents and Incidents*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Philadelphia, United States.

OECD, 2003. *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness. Guidance for Industry (including Management and Labour), Public Authorities, Communities and other Stakeholders*, OECD Publications Service, Paris, France.

OIT, 1993, *Convenção Sobre A Prevenção De Acidentes Industriais Graves*, Convenção 174 – OIT, Organização Internacional Território.

Omenn, Gilbert S. et al., 1997, *Framework for Environmental Health Risk Management*, The Presidential/ Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management, New York.

Palma-Oliveira, J. M., Santos, I. A., Silva S., Antunes D., 2003, *Risk Scenarios: Integrated Assessment, Risk Map: Holistic Perspective*, ESREL, Lisboa.

Pitblado, R., Turney, R., 2001, *Risk Assessment in the Process Industries*, 2nd ed., Institution of Chemical Engineers (IChemE), UK.

Portalegre Digital, acessido em Setembro de 2009,
<http://www.portalegredigital.pt/docs/Parque%20Natural%20da%20Serra%20de%20S.%20Mamede/Rede%20Nacional%20de%20%C3%81reas%20Protegidas.pdf>

Portaria nº 966/ 2007, Diário da República série I. 161 (2007-08-22). p. 5582-5584.

Rail Safety and Standards Board, 2005, *How Safe is Safe Enough? An Overview of How Britain's Railways Take Decisions That Affect Safety*, U. K..

Sandman, P., 1993, *Responding to Community Outrage: Strategies for Effective Risk Communication*, American Industrial Hygiene Association, Fairfax, VA.

Santos R., Isabel A., 1995, "Application of a Health Impact Prediction and Assessment Methodology to a Specific Environmental Impact Statement," University of Oklahoma, Norman, Oklahoma.

Santos, I. A., Calçada, M., Martins, P. G., Silva, S. P., 2005, *Carta de Risco do Alqueva*, Escola Nacional de Bombeiros (ENB), Sintra.

Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009, " Glossário de Proteção Civil", Miguel Correia da Silva/Núcleo de Certificação e Fiscalização - Alexandra Santos e Maria Anderson, (Última atualização 23/03/2009 3:07:53 PM).

UN/ISDR, 2004, *Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*, United Nations International Strategy for Disaster Reduction.

UNDP, 2004, *Reducing Disaster Risk a Challenge for Development*, United Nations Development Programme, Bureau for Crisis Prevention and Recovery, New York,.

UNEP, 1992, *Brief Nº4*, , United Nations Environment Programme, Caldicott.

União Europeia – Diretiva nº 96/82/CE do Conselho, de 9 de Dezembro de 1996 relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas. Jornal Oficial L 10, de 14 de Janeiro de 1997.

US Department of Defense, 2000, *Standard Practice for System Safety. MIL-STD-882D*, Military Standard, System Safety Program Requirements, USA.

US Department of Defense, 1993, *Standard Practice for System Safety. MIL-STD-882C*, Military Standard, System Safety Program Requirements, USA.

USEPA, United States Environmental Protection Agency, acessido em Setembro de 2009, <http://www.epa.gov/oppt/aegl/index.htm>

USEPA, 1984, *Glossary of Risk terms*, United States Environmental Protection Agency.

USEPA, 1989, *Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I. Human Health Evaluation Manual (Part A)*, United States Environmental Protection Agency, Washington DC.

RELATÓRIOS DE SEGURANÇA CONSULTADOS

ADP, 2001, *Aubos de Portugal, S.A.. Unidade Fabril do Lavradio. Relatório de Segurança*, Certitecna – Engenheiros Consultores, (9 volumes).

ADP 2001, *Aubos de Portugal, S.A. Unidade Fabril do Lavradio. Plano de Emergência Interno*, Certitecna – Engenheiros Consultores.

Bayer Portugal, 2001, *Bayer Portugal S.A., Relatório de Segurança*, (3 volumes). Certitecna – Engenheiros Consultores.

LBC Tanquipor, 2009, *LBC TANK TERMINALS, Terminal Portuário – Terminal de Granéis Líquidos do Barreiro. Relatório de Segurança*, (8 volumes). Certitecna – Engenheiros Consultores.

FLEXIPOL, 2006, *FLEXIPOL Espumas Sintéticas, S.A.. Relatório de Segurança*, CONSULSAFETY.

Artenius, 2008, *Artenius Sines PTA, S.A.. Relatório de Segurança*, ITSEMAP.

BRESFOR, 2007, *BRESFOR Indústria do Formol, S.A. - Terminal Químico. Terminal de granéis líquidos. Relatório de Segurança*. ITSEMAP.

BRESFOR, 2007, *BRESFOR - Indústria do Formol, S.A. - Terminal Químico. Terminal de granéis líquidos. Plano de Emergência Interno*, ITSEMAP.

CLC, 2008, *Companhia Logística Combustíveis, S.A.. Parque de Armazenagem de Aveiras. Relatório de Segurança.*

CLC, 2008, *Companhia Logística Combustíveis, S.A.. Parque de Armazenagem de Aveiras. Plano de Emergência Interno.*

GALPENERGIA 2004, *TANQUISADO - Terminais Marítimos, S.A. - Parque da Mitrena Relatório de Segurança informação complementar, ITSEMAP.*

FISIPE, 2006, *FISIPE - Fibras sintéticas de Portugal, S.A.. Relatório de Segurança.*

FISIPE, 2006, *FISIPE - Fibras sintéticas de Portugal, S.A.. Plano de Emergência Interno.*

PETROGAL, 2000, *PETROGAL, S.A. Parque de Armazenagem de Porto Brandão. Relatório de Segurança, (3 volumes) ITSEMAP.*

PORTUCEL, 2003, *PORTUCEL - Empresa Produtora de Pasta de Papel, S.A. Complexo Industrial de Setúbal. Relatório de Segurança, (8 volumes), ITSEMAP.*

PETROGAL, 2008, *PETROGAL - Petróleos de Portugal, S.A. (GALP energia) Refinaria do Porto. Relatório de Segurança, (8 volumes), ITSEMAP*

SAPEC AGRO, 2005, *SAPEC AGRO, S.A. Divisão de Proteção de Culturas. Relatório de Segurança, VOLDA, Engenharia e Gestão Industrial.*

SAPEC AGRO, 2008, *SAPEC AGRO, S.A.. Sistema de Gestão de Segurança. Aditamento, VOLDA, Engenharia e Gestão Industrial.*

SAPEC AGRO, 2009, *SAPEC AGRO, S.A. Armazéns S6 e S7. Avaliação de compatibilidade de Localização, VOLDA, Engenharia e Gestão Industrial.*

SAPEC QUÍMICA, 2005, *SAPEC QUÍMICA, S.A. Plataforma Sul. Relatório de Segurança, (10 volumes), VOLDA, Engenharia e Gestão Industrial.*

SAPEC QUÍMICA, 2008, *SAPEC QUÍMICA, S.A. Plataforma Sul. Aditamento ao Relatório de Segurança, VOLDA, Engenharia e Gestão Industrial.*

Glossário

Acidente grave envolvendo substâncias perigosas: um acontecimento, designadamente uma emissão, um incêndio ou uma explosão de graves proporções, resultante do desenvolvimento não controlado de processos durante o funcionamento de um estabelecimento abrangido pelo presente Decreto-Lei, que provoque um perigo grave, imediato ou retardado, para a saúde humana, no interior ou no exterior do estabelecimento, ou para o ambiente, que envolva uma ou mais substâncias perigosas (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

ALARP, As Low As Reasonably Practicable: significa reduzir o risco a um nível tão reduzido quanto razoavelmente possível e envolve a redução de risco em função do tempo, distúrbio, dificuldade e custo da sua realização. Este nível representa o ponto, avaliado objetivamente, para o qual o tempo, distúrbio, dificuldade e custo de medidas adicionais de redução se tornam exageradamente desproporcionais relativamente à redução de risco obtida (COMAH, acedido em Junho 2009).

Avaliação de impacte ambiental ou «AIA»: instrumento de carácter preventivo da política do ambiente, sustentado na realização de estudos e consultas, com efetiva participação pública e análise de possíveis alternativas, que tem por objeto a recolha de informação, identificação e previsão dos efeitos ambientais de determinados projetos, bem como a identificação e proposta de medidas que evitem, minimizem ou compensem esses efeitos, tendo em vista uma decisão sobre a viabilidade da execução de tais projetos e respetiva pós-avaliação (Decreto-Lei 195/2005, de 8 de Novembro).

Avaliação de Risco: Metodologia que permite identificar, caracterizar e estimar o risco. A 1.^a fase consiste na identificação do perigo, dos efeitos adversos e das vulnerabilidades expostas. Na fase seguinte, de caracterização do risco, são descritos os potenciais efeitos do perigo e quantificam-se potenciais vítimas, perdas de património, instalações, serviços, instituições e afetação do meio ambiente. Nesta fase, os modelos matemáticos são um importante apoio para quantificar a relação entre a magnitude do evento e a intensidade dos danos esperados. Nesta fase também se define a área e a população em risco. Na última fase, de estimativa de risco conclui-se sobre a importância do risco a que uma área ou um grupo populacional específico está sujeito, podendo definir-se alternativas de gestão do risco (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Efeito dominó: uma situação em que a localização e a proximidade de estabelecimentos abrangidos pelo presente Decreto-Lei são tais que podem aumentar a probabilidade e a possibilidade de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas ou agravar as consequências de acidentes graves envolvendo substâncias perigosas ocorridos num desses estabelecimentos (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

Estabelecimento: a totalidade da área sob controlo de um operador onde se verifique a presença de substâncias perigosas, numa ou mais instalações, incluindo as infraestruturas ou atividades comuns ou conexas (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

Estabelecimento de nível superior de perigosidade: o estabelecimento onde estejam presentes substâncias perigosas em quantidades iguais ou superiores às quantidades indicadas na col. 3 das partes 1 e 2 do anexo I ao presente Decreto-Lei, que dele faz parte integrante, ou quando a regra da adição assim o determine (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

Estabelecimentos Seveso: os estabelecimentos abrangidos pelo Decreto-Lei 254/ 2007, de 12 de Julho.

Flash Fire: Incêndio tipo labareda

Jet Fire: Fogo tipo Jacto

Operador: qualquer pessoa singular ou coletiva que explore ou possua o estabelecimento ou instalação ou qualquer pessoa em quem tenha sido delegado um poder económico determinante sobre o funcionamento técnico do estabelecimento ou instalação (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

Perigo: a propriedade intrínseca de uma substância perigosa ou de uma situação física suscetível de provocar danos à saúde humana ou ao ambiente (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

Pool Fire: Incêndio tipo piscina

Público interessado: os titulares de direitos subjetivos ou de interesses legalmente protegidos suscetíveis de serem afetados por um acidente, no âmbito de decisões tomadas ao abrigo do presente Decreto-Lei, bem como as associações que tenham por fim a defesa desses interesses (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

Redução do Risco: As medidas estruturais e não estruturais destinadas a minimizar a vulnerabilidade e o grau de exposição ao perigo das populações, dentro de um amplo conjunto de políticas no domínio do desenvolvimento sustentável (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009)

Risco (1): a probabilidade de ocorrência de um efeito específico dentro de um período determinado ou em circunstâncias determinadas (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

Risco (2): A possibilidade de ocorrerem perda de vidas humanas, bens ou capacidade produtiva quando estes elementos são expostos a um evento destrutivo. O nível de risco depende especialmente da vulnerabilidade dos elementos expostos a um perigo (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Risco (3): O valor expectável de perdas (vítimas mortais, feridos, bens, etc.) que seriam provocados por um perigo sendo o seu valor uma função da perigosidade e do grau de exposição dos elementos vulneráveis (populações, edificado e infraestruturas) numa dada área (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Risco (4): A probabilidade de uma comunidade sofrer consequências económicas, sociais ou ambientais, numa área particular e durante um tempo de exposição determinado. Este valor é obtido da relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça se concretizar e o nível de vulnerabilidade do sistema a ela exposto (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009). Os fatores de risco são a perigosidade; a vulnerabilidade e a exposição ao perigo. Se qualquer um destes fatores aumentar, o risco aumenta (Crichton, 1999); (Hori et al., 2002) (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Risco Natural: Quando o fenómeno que produz os danos tem origem na natureza (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Risco Antrópico: Quando o fenómeno que causa danos tem a sua origem em ações humanas (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Risco Tecnológico: Quando o perigo resulta do desrespeito pelas normas de segurança e pelos princípios que não só regem a produção, o transporte e o armazenamento, mas também o manuseamento de produtos ou o uso de tecnologias (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Substâncias perigosas: as substâncias, misturas ou preparações enumeradas na parte 1 do anexo I ao presente Decreto-Lei ou que satisfaçam os critérios fixados na parte 2 do mesmo anexo e presentes ou previstas sob a forma de matérias-primas, produtos, subprodutos, resíduos ou produtos intermédios, incluindo aquelas para as quais é legítimo supor que se produzem em caso de acidente (Decreto-Lei 254/2007, de 12 de Julho).

Vulnerabilidade (1): As condições intrínsecas de um sistema que, analisadas em conjunto com a magnitude do evento catastrófico/acidente, são responsáveis pelos efeitos adversos ou danos gerados em consequência da catástrofe (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Vulnerabilidade (2): As potenciais perdas, quantificáveis em termos de elementos em risco, em consequência de uma ameaça natural ou tecnológica. A vulnerabilidade resulta das falhas em prevenção como o ordenamento do território, a falta de aplicação das normas de construção e a falta de fiscalização (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Vulnerabilidade (3): A condição resultante de fatores físicos, sociais, ambientais e económicos que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de um perigo (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Vulnerabilidade (4): O conjunto de condições existentes as quais, perante a ocorrência de uma catástrofe, se revelam determinantes de modo mais significativo em condições de insuficiente investimento na prevenção, ou baixa perceção do risco pelas populações, ou quando a tolerância das populações à coexistência com o risco é demasiada (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).

Vulnerabilidade (5): O grau de resistência e exposição (física, social, cultural, política, económica, etc.) de um elemento ou conjunto de elementos em risco (vidas humanas, património, serviços vitais, infraestruturas, áreas agrícolas, etc.) como resultado da ocorrência de um perigo natural de uma determinada magnitude. Condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, económicos e ambientais, que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de ameaças. O fator interno de uma comunidade exposta (o de um sistema exposto) a uma ameaça, resultado das suas condições intrínsecas para ser afetada e incapacidade para suportar o evento ou recuperar dos seus efeitos (Unidade de Previsão de Riscos e Alerta, 2009).



Isabel Maria de Freitas Abreu dos Santos

Licenciada em Engenharia do Ambiente

**Prevenção de Acidentes Graves -
Análise da Situação e Desenvolvimento
de Uma Metodologia de Análise e
Avaliação de Risco (Vol.2/2)**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
do Ambiente – Gestão de Sistemas Ambientais

Orientador: Prof. Doutora Lia Teles de Vasconcelos,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria da Graça Madeira Martinho
Arguente(s): Prof. Doutor José Manuel Palma-Oliveira



Fevereiro 2010

Prevenção de Acidentes Graves - Análise da Situação e Desenvolvimento de Uma Metodologia de Análise e Avaliação de Risco (Vol. 2/2)

Copyright © Isabel Maria de Freitas Abreu dos Santos, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Índice de Anexos

Anexo I – Lista de Relatórios de Relatórios de Segurança Consultados

Anexo II – Índices de Relatórios de Relatórios de Segurança

Anexo III – Fichas Elaboradas de Estudos Consultados

Anexo IV – Lista de Estabelecimentos Seveso. Nível Superior de Perigosidade e Nível Inferior de Perigosidade

Anexo V – Artigo 12º da Diretiva 96/82/CE do Conselho

ANEXO I

LISTA DE RELATÓRIOS DE SEGURANÇA CONSULTADOS

LISTA DE RELATÓRIOS DE SEGURANÇA CONSULTADOS

Nº	ESTABELECIMENTO S DE NÍVEL SUPERIOR DE PERIGOSIDADE	ELABORAÇÃO DO ESTUDO	LEGISLAÇÃO	SOTWARE	METODOLOGIAS	SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS	OBSERVAÇÕES	CONCELHO	LOCAL
1	ADP - Adubos de Portugal, S.A. Unidade Fabril do Lavradio	CERTITECNA, 2001	DL 164/2001, 23 de Maio	WHAZAN, vers. 2,1 (DNV Technica) EFFECTS, vers. 1.4 (TNO, the Netherlands; Organization of Applied Scientific Research)	PHA - Análise Preliminar de Perigos Análise HAZOP Grau de Risco	Amoníaco Ácido Sulfídrico Cloro Metanol Oxigénio RAAV Hidrogénio	Elevadas distâncias de consequências (até 16 km, para amoníaco; cenário de toxicidade, efeitos reversíveis)	BARREIRO	LAVRADIO, DISTRITO DE SETÚBAL
2	ARTENIUS SINES PTA, S.A.	ITSEMAP Março 2008	DL 254/2007, de 12 de Julho	PHAST, vers. 6.4 (DNV Technica)	PHA - Análise Preliminar de Perigos Análise HAZOP Matriz de Risco	PTA (ácido tereftálico purificado)	Dispersão tóxica até 2743m	SINES	DISTRITO DE SINES
3	BAYER Portugal, S.A.	CERTITECNA, 2001	DL 164/2001, 23 de Maio	WHAZAN, vers. 2,1 (DNV Technica) EFFECTS, vers. 1.4 (TNO, the Netherlands; Organization of Applied Scientific Research)	PHA - Análise Preliminar de Perigos Análise HAZOP Grau de Risco	Insecticidas Fungicidas Herbicidas Raticidas	Formulação e embalagem de Fungicidas, Insecticidas, Herbicidas, Raticidas	SINTRA	CACÉM, DISTRITO DE LISBOA
4	BRESFOR - INDÚSTRIA DO FORMOL, S.A. - TERMINAL QUÍMICO	ITSEMAP, Julho 2007	DL 164/2001, 23 de Maio	PHAST ver. 5.2 (DNV Technica)	Lista de verificação Análise HAZOP Análise de cenários de acidente Avaliação de consequências Hierarquização de riscos	Metanol	não apresenta distâncias de segurança	ÍLHAVO	GAFANHA DA NAZARÉ - AVEIRO

Nº	ESTABELECIMENTO S DE NÍVEL SUPERIOR DE PERIGOSIDADE	ELABORAÇÃO DO ESTUDO	LEGISLAÇÃO	SOFTWARE	METODOLOGIAS	SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS	OBSERVAÇÕES	CONCELHO	LOCAL
5	CLC - Comp. Logística Combustíveis, S.A. Parque de Armazenagem de Aveiras	sem informação, 2008	DL 254/2007, de 12 de Julho	FRED WHAZAN	Análise HAZOP Árvore de falhas Frequência de ocorrência de perigos Critérios de risco Apresenta metodologia (em procedimento) para Análise de Risco	Gasóleo Gasolina IO95 Gasolina IO98 JET A1 Propano Butano	CAE: 52102 Actividade: armazenagem não frigorífica	AZAMBUJA	DISTRITO DE LISBOA
6	FISIPE - Fibras sintéticas de Portugal, S.A.	12 de Janeiro de 2006	DL 164/2001, 23 de Maio NP 4397:2001	CHARM vers. 9.1 (Radian International, L.L.C.) VULNER, VERS. 2.2 (PRINCIPIA)	PHA - Análise Preliminar de Perigos Análise HAZOP Matriz de Risco	Acetato de Vinilo Acrilonitrilo Ácido Acético Ácido Clorídrico Ácido Sulfúrico Dimetilamina Propano	Produtor europeu de fibras acrílicas; fabricação de fibras especiais (fibras para imitar peles de animais, fibras técnicas destinadas ao asfalto, fibras tinta) (*) 290 trabalhadores	BARREIRO	LAVRADIO; DISTRITO DE SETÚBAL
7	FLEXIPOL - Espumas Sintéticas, S.A.	CONSULSAFETY (modelação de cenários de acidentes graves), 2006	DL 164/2001, 23 de Maio	EFFECTS 4.0 (TNO)	PHA - Análise Preliminar de Perigos Análise HAZOP Matriz de Risco	HCN (cianeto de Hidrogénio) TDI (CAS 584-84-09) (diisocianato de tolueno) Propano	Produção de espumas sintéticas	S. JOÃO DA MADEIRA	DISTRITO DE AVEIRO

Nº	ESTABELECIMENTO S DE NÍVEL SUPERIOR DE PERIGOSIDADE	ELABORAÇÃO DO ESTUDO	LEGISLAÇÃO	SOTWARE	METODOLOGIAS	SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS	OBSERVAÇÕES	CONCELHO	LOCAL
8	LBC Tanquipor, S.A. LBC TANK TERMINALS	CERTITECNA, Fev. 2009	DL 254/2007, de 12 de Julho	PHAST, vers. 6.1 (DNV Technica - Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software)	PHA - Análise Preliminar de Perigos Análise HAZOP Matriz de Risco	Amoníaco Acetato de vinilo Acrilonitrilo Gasolina AvGás DOP Gasóleo RBV/ fuel RAAV FAME	CAE: 52102 "Manuseamento e armazenagem de produtos líquidos a granel, incluindo derivados do petróleo e produtos para as indústrias química e alimentar." Consequências com danos irreversíveis de toxicidade > 10000m	BARREIRO	LAVRADIO, DISTRITO DE SETÚBAL
9	PETROGAL, S.A. Parque de Armazenagem de Porto Brandão	ITSEMAP, 2000	DL 164/2001, 23 de Maio	PHAST (Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software)	Análise de Árvore de Falhas PHA - Análise Preliminar de Perigos Análise de Modos de Falha	Parafina Fuelóleo Gasóleo Marine gasóleo	CAE: 51510 Comércio por grosso de combustíveis líquidos, sólidos e gasosos e produtos derivados Estudo pouco desenvolvido	ALMADA	PORTO BRANDÃO, DISTRITO DE SETÚBAL
10	PORTUCEL - Empresa Produtora de Pasta de Papel, S.A. Complexo Industrial de Setúbal	ITSEMAP, 2003	DL 164/2001, 23 de Maio	PHAST, vers. 5.2, 1998 (Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software)	PHA - Análise Preliminar de Perigos Análise HAZOP Matriz de Risco	Metanol Propano Anidrido Sulfuroso Gasóleo	Efeitos tóxicos/ nuvem tóxica (AEGL2) até 50000m PROXIMIDADE A OUTROS ESTABELECIMEN TOS SEVESO NSP	SETÚBAL	MITRENA, DISTRITO DE SETÚBAL

Nº	ESTABELECIMENTO S DE NÍVEL SUPERIOR DE PERIGOSIDADE	ELABORAÇÃO DO ESTUDO	LEGISLAÇÃO	SOTWARE	METODOLOGIAS	SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS	OBSERVAÇÕES	CONCELHO	LOCAL
11	PETROGAL - PETRÓLEOS DE PORTUGAL, S.A. (GALP ENERGIA) REFINARIA DO PORTO	ITSEMAP, 2008	DL 254/2007, de 12 de Julho	PHAST, vers. 6.53 (DNV Technica - Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software)	PHA - Análise Preliminar de Perigos Análise HAZOP Matriz de Risco	GPL	Efeitos de sobrepessão (300mbar) 2220m LFL/2 de 1903m	MATOSI- NHOS	PORTO
12	SAPEC AGRO, S.A. DIVISÃO DE PROTECÇÃO DE CULTURAS	VOLDA, Eng ^a e Gestão Industrial, Lda., Maio 2005	DL 164/2001, 23 de Maio	PHAST, vers. 6.4.2 (DNV Technica)	Análise de Risco/ Cenários	Insecticidas/ Fungicidas Herbicidas Enxofres	162 trabalhadores muitos produtos perigosos "muito tóxicos para organismos aquáticos" distâncias para incêndio/ probabilidade de letalidade de 0,001, 7850m	SETÚBAL	MITRENA, DISTRITO DE SETÚBAL
13	SAPEC AGRO, S.A. "Aditamento em resposta a fax de APA de 15.05.08"	VOLDA, Eng ^a e Gestão Industrial, Lda., 2008 (não confirmado)			Avaliação de Riscos Análise de Consequências	Insecticidas/ Fungicidas Herbicidas Enxofres	Procedimento para Prevenção de Acidentes Graves Definição de cenários para Acidentes Graves Empresa que registou ocorrência de incêndio	SETÚBAL	MITRENA , DISTRITO DE SETÚBAL

Nº	ESTABELECIMENTO S DE NÍVEL SUPERIOR DE PERIGOSIDADE	ELABORAÇÃO DO ESTUDO	LEGISLAÇÃO	SOTWARE	METODOLOGIAS	SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS	OBSERVAÇÕES	CONCELHO	LOCAL
----	---	----------------------	------------	---------	--------------	-----------------------	-------------	----------	-------

14	SAPEC AGRO, S.A. "Armazéns S6 e S7. Informação para avaliação de compatibilidade de Localização"	VOLDA, Eng ^a e Gestão Industrial, Lda., Abril 2009 (não confirmado)	DL 254/2007, de 12 de Julho	PHAST, vers. 6.5.3.1 (DNV Technica)	Análise de Risco de Falhas Análise de Eventos Análise de Consequências Critérios de Risco	Inúmeras substâncias perigosas; e.g., Bromo, Cloreto de Hidrogénio, Cloro, Dióxido de Azoto, Dióxido de Enxofre, Dioxinas, Fluoreto de Hidrogénio, Fosgénio Formação de produtos perigosos de combustão	Toxicidade ERPG2 (Fosgénio), com 48060 m Distância para probabilidade de letalidade(Fosgénio) de 0,001 com 9507m	SETÚBAL	MITRENA, DISTRITO DE SETÚBAL
----	--	--	-----------------------------	-------------------------------------	--	--	---	---------	------------------------------

15	SAPEC QUÍMICA, S.A. PLATAFORMA SUL	VOLDA, Eng ^a e Gestão Industrial, Lda., Outubro, 2005	DL 164/2001, 23 de Maio	PHAST, vers. 6.4.2 (DNV Technica)	Análise de Consequências Critérios de Risco Não tem Análise Preliminar de Riscos nem Árvore de falhas	Solventes Diluentes Metanol Acetona	Inclui Terminal de Solventes e Armazém Formação de produtos perigosos de combustão	SETÚBAL	MITRENA, DISTRITO DE SETÚBAL
----	------------------------------------	--	-------------------------	-----------------------------------	---	--	---	---------	------------------------------

Nº	ESTABELECIMENTOS DE NÍVEL SUPERIOR DE PERIGOSIDADE	ELABORAÇÃO DO ESTUDO	LEGISLAÇÃO	SOFTWARE	METODOLOGIAS	SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS	OBSERVAÇÕES	CONCELHO	LOCAL
16	SAPEC QUÍMICA, S.A. PLATAFORMA SUL	VOLDA, Eng ^a e Gestão Industrial, Lda., Outubro, 2008	DL 254/2007, de 12 de Julho	PHAST, vers. 6.4.2 (DNV Technica)	Análise de Consequências Critérios de Risco	Solventes Diluentes Metanol Acetona	Inclui armazenagem de Amónia, Armazém e Fábrica de Sulfato de Alumínio PROXIMIDADE A OUTROS ESTABELECIMENTOS SEVESO NIP E NSP Áreas afetadas/ análise de consequências podem interferir com estabelecimento NIP	SETÚBAL	MITRENA DISTRITO DE SETÚBAL
17	GALP ENERGIA. TANQUISADO - Terminais Marítimos, S.A. - Parque da Mitrena	ITSEMAP Março 2004 informação complementar - Março 2004 e Julho 2005	DL 164/2001, 23 de Maio	PHAST, vers. 5.2 (DNV Technica), 1998	Árvores de Acontecimentos Análise de Consequências Índices de Risco Categorias de Risco	Gasolina Jet A1 Fuelóleo Gasóleo	Distâncias de Consequências/ Sobrepressão (30mbar) 1008m PROXIMIDADE A OUTROS ESTABELECIMENTOS SEVESO NSP	SETÚBAL	MITRENA , DISTRITO DE SETÚBAL

ANEXO II

ÍNDICE DE RELATÓRIOS DE SEGURANÇA CONSULTADOS

Índice do relatório de segurança consultados

PHAST, vers. 6.4.2		CHARM; VULNER	
CERTITECNA		??	
LBC TANQUIPOR		FISIPE, S.A. - Fibras Sintéticas de Portugal, S.A.	
6.	Análise de Riscos	6.	Análise de Riscos
6.1	Identificação de Perigos e Riscos	6.1	Identificação de Perigos
6.1.1	Análise preliminar de Riscos - PHA	6.1.1	Fontes de perigo internas
6.1.1.1	Introdução à metodologia	6.1.1.1	Análise preliminar de Riscos
6.1.1.2	Aplicação de análise preliminar de riscos às instalações da LBC Tanquipor	6.1.1.2	HAZOP's
		6.1.1.2.1	Aplicação de HAZOP's à Fisipe
		6.1.1.2.2	Conclusões dos HAZOP's
6.1.2	Pontos Perigosos e nevrálgicos	6.1.2	Fontes de perigo externas
6.1.2.1	Pontos Perigosos	6.1.2.1	Riscos tecnológicos
6.1.2.2	Pontos nevrálgicos	6.1.2.1.1	Estabelecimentos vizinhos
		6.1.2.1.2	Vias rodoviárias
		6.1.2.1.3	Vias ferroviárias
		6.1.2.1.4	Vias fluviais
		6.1.2.1.5	Aeroportos e corredores aéreos
		6.1.2.2	Riscos naturais
		6.1.2.3	Riscos Sociais
6.1.3	HAZOP's		
6.1.3.1	Introdução à metodologia		
6.1.3.2	Aplicação de HAZOP's às instalações da LBC Tanquipor		
6.1.3.3	Conclusões dos HAZOP's		

Índice do relatório de segurança consultados

PHAST, vers. 6.4.2		CHARM; VULNER	
CERTITECNA		??	
6.3.2.2	Acidentes que envolvem derrames e dispersão no estuário do Tejo		
6.3.3	Cenários		
6.3.3.1	Resumo de resultados de acidentes que envolvem derrames ou emissões em terra		
6.3.3.2	Resumo de resultados de acidentes que envolvem derrame e dispersão no estuário do Tejo		
6.4	Árvores de eventos	6.4	Cenários A
6.4.1	Pressupostos	6.4.1	Cenário A1 - libertação de acrilonitrilo por colapso total do tanque EP-TF-114A, condições atmosféricas médias
6.4.2	Cenários	(...)	
6.4.3	Probabilidade de ocorrência de cada cenário de acidente		
e	Cenário A		
6.4.3.2	Cenário B, D, F, G2, J, M		
6.4.3.3	Cenário C, I, L, P, R, U, V		
6.4.3.4	Cenário G1		
6.4.3.5	Cenário E, N, S, T		
6.4.3.6	Cenário H, K, O, Q		
6.5	Avaliação de medidas de prevenção, controlo e mitigação	6.5	Cenários B
		6.5.1	Cenário B1 - fuga de líquido por rotura em flanges ou válvulas sob o tanque EP-CP-104, condições atmosféricas médias
		(...)	
		6.6	Cenários C

Índice do relatório de segurança consultados

PHAST, vers. 6.4.2		CHARM; VULNER	
CERTITECNA		??	
		6.6.1	Cenário C1 - libertação de acrilonitrilo por colapso total do tanque EP-CP-104, condições atmosféricas médias
		(...)	
		6.7	Cenários D
		6.7.1	Cenário D1 - libertação de acrilonitrilo por rotuta total do pipeline de alimentação dos depósitos a partir da Tanquipor, condições atmosféricas médias
		(...)	
		6.8	Cenários E
		6.8.1	Cenário E1 - libertação de acetato de vinilo por colapso total do tanque TF-116A, condições atmosféricas médias
		(...)	
		6.9	Cenários F
6.6	Reacção em cadeia	6.9.1	Cenário F1 - libertação de solução de Dimetilamina por colapso total do tanque TF-134
		(...)	
		6.10	Cenários G
		6.10.1	Cenário G1 - libertação de propano por colapso total do tanque 4,48m3, condições atmosféricas médias
		(...)	
		6.11	Reacções em cadeia
		6.12	Recomendações e acções correctivas

Índice do relatório de segurança consultados

WHAZAN; EFFECTS,vers. 1.4	
CERTITECNA	
BAYER Portugal, S.A.	
6.	Análise de Riscos
6.1	Identificação de Perigos
6.1.1	Fontes de perigo internas
6.1.1.1	Infraestruturas e equipamentos não processuais
6.1.1.1.1	Posto de transformação
6.1.1.1.2	Instalação eléctrica
6.1.1.1.3	Motores eléctricos
6.1.1.1.4	Oficina
6.1.1.1.5	Laboratório e armazém de amostras
6.1.1.1.6	Estações de enchimento e terminais de descarga
6.1.1.1.7	Posto de redução e medida de gás natural
6.1.1.1.8	Caldeiras
6.1.1.1.9	Compressores
6.1.1.1.10	Estação de tratamento de águas
6.1.1.2	Equipamentos processuais
6.1.1.2.1	Misturadores, moínhos e silos de carga
6.1.1.3	Processos
6.1.1.3.1	Formulação e embalagem de produtos líquidos
6.1.1.3.2	Formulação e embalagem de produtos pós
6.1.1.4	Armazenagem
6.1.1.4.1	Armazenagem de produto acabado-edifício 4
6.1.1.4.2	Armazenagem de matérias primas-edifício 2
6.1.1.4.3	Depósitos de armazenagem

WHAZAN; EFFECTS,vers. 1.4	
CERTITECNA	
ADP Adubos de Portugal, S.A.	
6.	Análise de Riscos
6.1	Análise de Riscos
6.2	Identificação de Perigos
6.2.1	Fontes de perigo internas
6.2.1.1	Infraestruturas e equipamentos não processuais
6.2.1.1.1	Subestação
6.2.1.1.2	Instalação eléctrica
6.2.1.1.3	Motores eléctricos
6.2.1.1.4	Oficinas
6.2.1.1.5	Laboratórios
6.2.1.1.6	Redes de fluídos
6.2.1.1.7	Estação de enchimento e terminais de descarga
6.2.1.1.8	Caldeiras
6.2.1.1.9	Turbo-gerador
6.2.1.1.10	Compressores
6.2.1.1.11	PRM-Posto de redução e medida de gás natural
6.2.1.1.12	Sistema de Flake
6.2.1.1.13	Central de tratamento de águas
6.2.1.2	Equipamentos processuais
6.2.1.2.1	Reactores, misturadores, absorvedores e evaporadores
6.2.1.2.2	Compressores
6.2.1.2.3	Fábrica de Amoníaco
6.2.1.2.4	Fábrica de Ureia
6.2.1.2.5	Fábrica de Ácido Nítrico

Índice do relatório de segurança consultados

WHAZAN; EFFECTS,vers. 1.4	
CERTITECNA	
6.1.1.5	Transporte interno
6.1.1.6	Operações de carga e descarga
6.1.1.7	Manutenção
6.1.2	Fontes de perigo iexternas
6.1.2.1	Riscos tecnológicos
6.1.2.1.1	Estabelecimentos vizinhos
6.1.2.1.2	Vias de tráfego extrenas
6.1.2.2	Riscos naturais
6.1.2.2.1	Sismo
6.1.2.2.2	Inundações
6.1.2.2.3	Tempestades
6.1.2.3	Riscos sociais - intrusão e vandalismo
6.2	Identificação de pontos nevrálgicos
6.2.1	Central de segurança
6.2.2	Centrais de bombagem
6.2.3	Central telefónica
6.2.4	Outros edifícios
6.2.5	Reservatórios
6.3	Caracterização ed riscos de acidentes graves
6.3.1	Acidentes ocorridos em instalações similares
6.3.2	Análise preliminar de riscos

WHAZAN; EFFECTS,vers. 1.4	
CERTITECNA	
6.2.1.2.6	Fábrica de Nitrato de Amónio
6.2.1.2.7	Fábrica de Dióxido de Carbono
6.2.1.2.8	Fábrica de Amónia
6.2.1.3	Armazenagem
6.2.1.4	Transporte interno
6.2.1.5	Operações de carga e descraga
6.2.1.6	Manutenção
6.2.2	Fontes de perigo externas
6.2.2.1	Riscos tecnológicos
6.2.2.1.1	Estabelecimentos vizinhos
6.2.2.1.2	Vias rodoviárias
6.2.2.1.3	Vias ferroviárias
6.2.2.1.4	Vias fluviais
6.2.2.1.5	Aeroportos e corredores aéreos
6.3	Identificação de pontos nevrálgicos
6.3.1	Salas de controlo
6.3.2	Central de bombagem
6.3.3	Central de espuma
6.3.4	Unidades de processo e reservatórios
6.4	Caracterização de riscos de acidentes graves
6.4.1	Análise preliminar de riscos
6.4.2	HAZOP's
6.4.2.1	Introdução à metodologia
6.4.2.2	Aplicação de HAZOP's à UFAL

Índice do relatório de segurança consultados

FRED; WHAZAN		PHAST, vers. 5.2	
??		ITSEMAP	
CLC - Parque de Armazenagem de Aveiras		PORTUCEL - COMPLEXO INDUSTRIAL DE SETÚBAL	
4.	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes e dos Meios de Prevenção	4.	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes e dos Meios de Prevenção
4.1	Identificação de Perigos	4.1	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes
4.1.1	Perigos internos		
4.1.2	Perigos externos		
4.2	Descrição de perigos graves	4.2	Análise preliminar e identificação de perigos
4.2.1	Experiência histórica	4.2.1	Análise de perigosidade das substâncias
4.2.2	Origem das causas de falha	4.2.2	Fontes de perigo internas
4.2.3	Descrição de grandes acidentes	4.2.2.1	Infraestruturas e equipamentos
4.2.4	Cálculos da frequência	4.2.2.2	Instalações e equipamentos de processamento e/ ou armazenagem de substâncias e preparações perigosas
4.2.5	Escalada de acontecimentos	4.2.2.3	Actividades de transporte interno, de carga e descarga e operações de manutenção
		4.2.3	Fontes de perigo externas

Índice do relatório de segurança consultados

FRED; WHAZAN		PHAST, vers. 5.2	
??		ITSEMAP	
		4.2.3 .1	Instalações adjacentes
		4.2.3 .2	Infraestruturas de transporte próximos
		4.2.3 .3	Riscos naturais
		4.2.3 .4	Intrusão ou vandalismo
		4.2.4	Análise histórica de acidentes
4.3	Modelação das consequências	4.3	Identificação de perigos
4.3. 1	Descrição dos perigos	4.3.1	Análise HAZOP
4.3. 2	Modelação do perigo	4.3.2	Identificação detalhada de perigos
4.3. 3	Impactes nas pessoas		
4.3. 4	A - zonas de efeitos das consequências para o GPL		
4.3. 5	B - zonas de efeitos das consequências para os produtos brancos		
4.3. 6	Efeito dominó		
4.4	Análise de risco	4.4	Análise de Cenários de Acidente
4.4. 1	Descrição da matriz de avaliação de riscos	4.4.1	Seleção de acontecimentos iniciadores de acidentes
4.4. 2	Probabilidade de perda de vida	4.4.2	Probabilidade do acontecimento iniciador
		4.4.3	Tempos de fuga de produtos considerados
		4.4.4	Evolução dos cenários de acidentes
		4.4.4 .1	Árvores de acontecimento
		4.4.4 .2	Probabilidade dos acontecimentos acidentais
		4.4.5	Resultados da análise de acidentes
4.5	Medidas de prevenção e mitigação na CLC	4.5	Análise de Consequências
		4.5.1	Análise dos efeitos térmicos e mecânicos
		4.5.2	Análise dos efeitos tóxicos
		4.5.3	Metodologia de avaliação dos efeitos sobre o ambiente
		4.5.4	Critérios gerais empregues para o cálculo da estimativa de consequências
		4.5.5	Resultados da estimativa de consequências

Índice do relatório de segurança consultados

FRED; WHAZAN		PHAST, vers. 5.2	
??		ITSEMAP	
		4.5.6	Critérios para a qualificação de consequências
		4.5.7	Efeito dominó
		4.6	Conclusões sobre a aceitabilidade do risco
4.6	Parâmetros técnicos e equipamentos instalados para a segurança das instalações standards e normas utilizadas no projecto	4.7	Parâmetros técnicos e equipamentos instalados para a segurança da instalação
		4.7.1	Critérios em matéria de segurança utilizados nas fases de concepção, projecto e construção
		4.7.1.1	Materiais de construção

Índice do relatório de segurança consultados

PHAST, vers. 6.53		PHAST, vers. 6.4	
ITSEMAP		ITSEMAP	
4.2.3.1	Efeitos dominó entre instalações (unidades) da refinaria do Porto	4.2.3.1	Efeitos dominó entre instalações (unidades) da fábrica de PTA de Sines
4.2.3.2	Efeitos dominó entre estabelecimentos	4.2.3.2	Efeitos dominó entre estabelecimentos
4.2.4	Efeitos ambientais adversos	4.2.4	Efeitos ambientais adversos
4.2.4.1	Análise de vulnerabilidade	4.2.4.1	Análise de vulnerabilidade
4.2.4.2	Valoração da qualidade da envolvente	4.2.4.2	Valoração da qualidade da envolvente
4.2.4.3	Resultados da avaliação dos efeitos sobre o ambiente	4.2.4.3	Resultados da avaliação dos efeitos sobre o ambiente
4.2.4.4	Conclusões dos efeitos sobre o ambiente	4.2.4.4	Conclusões dos efeitos sobre o ambiente
4.2.5	Resultados de acidentes	4.2.5	Resultados de acidentes
4.2.6	Vulnerabilidade	4.2.6	Vulnerabilidade
4.3	Hierarquização de riscos	4.3	Hierarquização de riscos
4.3.1	Critérios para a qualificação de riscos	4.3.1	Critérios para a qualificação de riscos
4.3.2	Determinação da frequência	4.3.2	Determinação das frequências
4.3.3	Determinação das consequências	4.3.3	Determinação das consequências
4.3.4	Determinação de riscos	4.3.4	Determinação do risco de acidentes graves identificados
4.4	Conclusões sobre a aceitabilidade do risco	4.4	Conclusões sobre a aceitabilidade do risco
4.5	Descrição de parâmetros técnicas e equipamentos instalados de segurança		
4.5.1	Normas, códigos e recomendações utilizados		
4.5.2	Equipamentos de segurança instalados		

ANEXO III

FICHAS ELABORADAS DE ESTUDOS CONSULTADOS

ADP – Adubos Portugal, S.A. – Unidade Fabril do Lavradio

CAE:

Relatório de Segurança 2001, PEI (DL 164/ 2001); 9 Volumes

CERTITÉCNICA

WHAZAN; EFFECTS,vers. 1.4

2001

ÍNDICE

WHAZAN; EFFECTS,vers. 1.4	
CERTITECNA	
ADP Adubos de Portugal, S.A.	
6.	Análise de Riscos
6.1	Análise de Riscos
6.2	Identificação de Perigos
6.2.1	Fontes de perigo internas
6.2.1.1	Infraestruturas e equipamentos não processuais
6.2.1.1.1	Subestação
6.2.1.1.2	Instalação eléctrica
6.2.1.1.3	Motores eléctricos
6.2.1.1.4	Oficinas
6.2.1.1.5	Laboratórios
6.2.1.1.6	Redes de fluidos
6.2.1.1.7	Estação de enchimento e terminais de descarga
6.2.1.1.8	Caldeiras
6.2.1.1.9	Turbo-gerador
6.2.1.1.10	Compressores
6.2.1.1.11	PRM-Posto de redução e medida de gás natural
6.2.1.1.12	Sistema de Flake
6.2.1.1.13	Central de tratamento de águas
6.2.1.2	Equipamentos processuais
6.2.1.2.1	Reactores, misturadores, absorvedores e evaporadores
6.2.1.2.2	Compressores
6.2.1.2.3	Fábrica de Amoníaco
6.2.1.2.4	Fábrica de Ureia
6.2.1.2.5	Fábrica de Ácido Nítrico
6.2.1.2.6	Fábrica de Nitrato de Amónio

6.2.1.2.7	Fábrica de Dióxido de Carbono
6.2.1.2.8	Fábrica de Amónia
6.2.1.3	Armazenagem
6.2.1.4	Transporte interno
6.2.1.5	Operações de carga e descarga
6.2.1.6	Manutenção
6.2.2	Fontes de perigo externas
6.2.2.1	Riscos tecnológicos
6.2.2.1.1	Estabelecimentos vizinhos (Fisipe; Tanquipor; Central Termoelétrica do Barreiro – EDP, Quimiparque)
6.2.2.1.2	Vias rodoviárias
6.2.2.1.3	Vias ferroviárias
6.2.2.1.4	Vias fluviais
6.2.2.1.5	Aeroportos e corredores aéreos
6.3	Identificação de pontos nevrálgicos
6.3.1	Salas de controlo
6.3.2	Central de bombagem
6.3.3	Central de espuma
6.3.4	Unidades de processo e reservatórios
6.4	Caracterização de riscos de acidentes graves
6.4.1	Análise preliminar de riscos
6.4.2	HAZOP's
6.4.2.1	Introdução à metodologia
6.4.2.2	Aplicação de HAZOP's à UFAL
6.5	Cenários de acidentes graves
6.5.1	Metodologia
6.5.2	Pressupostos
6.5.3	Parâmetros necessários
6.5.4	Domínios de aplicação
6.5.5	Margem de validade

6. Análise de Riscos

6.1 Análise de Riscos

A ADP-UFAL é constituída por 6 fábricas:

- Fábrica de Amoníaco
- Fábrica de Ácido Nítrico
- Fábrica de Ureia
- Fábrica de Nitrato de Amónio
- Fábrica de Dióxido de Carbono

- Fábrica de Amónia

6.4 Caracterização de Riscos de Acidentes Graves

“Face à identificação de perigos realizado, (...) na UFAL, os reservatórios, equipamentos e tubagens que contêm substâncias perigosas são as principais fontes de acidentes ambientais graves.

Fez-se uma análise sistematizada a todos os reservatórios, equipamentos e tubagens que contêm substâncias perigosas, onde, através do levantamento de informação sobre o grau de perigosidade do produto, quantidades libertadas em caso de acidente e condições de processo, nomeadamente pressão e temperatura, seja possível estabelecer uma hierarquização dos riscos associado a cada uma das possíveis fontes de libertação de uma substância perigosa.

Esta análise foi elaborada através da realização de uma Análise Preliminar de Riscos (**PHA**) às instalações fabris da UFAL, seguida de aplicação de **HAZOP's** aos sistemas mais relevantes numa perspectiva de segurança.

Genericamente esta metodologia permitirá identificar os componentes da instalação que podem estar na origem de acidentes ambientais graves.

6.4.1 Análise Preliminar de Riscos

As substâncias perigosas susceptíveis de serem libertadas danos origem a um acidente grave são:

amoníaco	óxidos de Azoto
ácido sulfídrico	Azoto
Cloro	fuelóleo
Oxigénio	monóxido de Carbono
RAAV	Propano
hidrogénio	Dióxido de Carbono
metanol	Gás natural

Para cada uma destas substâncias foi efectuada uma pesquisa aprofundada dos pontos que podem estar na origem da libertação, das possíveis causas, das consequências previsíveis, assim como das medidas de prevenção, protecção e intervenção existentes, tendo como objectivo fundamental a determinação do grau de risco associado a cada situação.

(...)

A previsão das consequências de cada uma das situações, teve por base a utilização de modelação matemática para determinação dos efeitos estimados.

O grau de risco atribuído a cada uma das causas de libertação de uma substância perigosas depende da ponderação entre as quantidades susceptíveis de serem libertadas em caso de ruptura, as consequências previsíveis para esse acidente, e as medidas de prevenção, protecção e intervenção existentes que permitam, por um lado reduzir a probabilidade de ocorrência do acidente e, portanto, limitar as suas consequências caso ocorra.

As libertações de substâncias perigosas foram agrupadas em:

Libertação grande	a quantidade mínima	≥ 100 ton
Libertação média	susceptível de ser libertada	Entre 20 e 100 ton
Libertação reduzida	em caso de ruptura	≤ 20 ton

Para cada uma das causas susceptíveis de dar origem às situações perigosas identificadas foi atribuído um grau de risco de acordo com as seguintes classes:

I	Ligeiro
II	Médio
III	Elevado
IV	Muito elevado

6.5 Cenários de Acidentes Graves

6.5.1 Metodologia

Fez-se uma análise detalhada a várias condições, correspondentes a vários cenários, caracterizando-se as situações mais prováveis e as mais desfavoráveis.

Os cenários estudados (...) são aqueles que pela ponderação da probabilidade de ocorrência e consequências, se consideraram como suficientemente representativas.

Os resultados são quantificados numa perspectiva de sobrepressões, radiação térmica e toxicidade, sempre que aplicável. Os efeitos são posteriormente analisados quer na vertente de consequências humanas, como de consequências ambientais.

Para o cálculo das consequências, foram utilizadas programas matemáticos de modelação de consequências:

WHAZAN 2.1, DNV Technica, Lda.

EFFECTS, 1.4, TNO – The Netherlands Organization of Associated Scientific Research.

No caso do BLEVE do depósito de CO² (cenário J), foi seguido o método para cálculo dos efeitos da sobrepressão (p. 7.25 a 7.42 do Yellow Book, 3^a ed. 1997).

Vários pressupostos foram assumidos.

6.5.3 Parâmetros necessários

Parâmetros necessários requeridos pelos modelos matemáticos utilizados:

Quantidade máxima de produto susceptível de ser libertado
Pressão e temperatura dos produtos
Condições atmosféricas
Geometria das zonas de fuga, i.e., capacidade dos reservatórios, diâmetros dos orifícios de fuga ou de tubagens e áreas de bacias de retenção, se aplicável

Avaliação de consequências

Produto libertado	Condições/ locais de ruptura	Condições meteorológicas	Análise de consequências			
			inflamação	radiação	sobrepressão	toxicidade
amoníaco			C ≥50% L II até 545m	Queimaduras até 800m Morte < 400m	Ferimentos até 1845 m Morte até 630m	

Anexo Q (Vol. VIII)

Tem “Avaliação Quantitativa de cenários de acidentes graves”

Q.2 Descrição de cenários

Q.2.1 Cenário A1 – Ruptura da tubagem de alimentação de amoníaco junto à esfera F2105, condições atmosféricas desfavoráveis, com ignição.

Q.2.1.3 Avaliação de consequências

As consequências de um acidente deste tipo vão ser graves

Q.2.1.3.1 Dispersão da nuvem

Indicadores/ consequências	Valor
Caudal de vaporização médio (kg/s)	36.7
Distância para 50% de LII (m)	545
Tempo para se atingir diluição para concentração < 50% LII(s)	545
Largura máxima da nuvem (m)	15

Q.2.1.3.2 Explosão da nuvem

Indicadores/ consequências	Valor (m)
Distância máxima para 10% vidros partidos	1 700
Distância máxima para quebra generalizada de vidros	980
Distância máxima para danos reparáveis em edifícios	720
Distância máxima para danos graves em edifícios	630

Q.2.1.3.3 BLEEVE

Indicadores/ consequências	Valor
Raio máximo da bola de fogo (m)	319
Duração da bola de fogo (s)	27
Distância que se faz sentir ao nível radiação 1.6 kw/m ² (m)	2165
Distância que se faz sentir ao nível radiação 4 kw/m ² (m)	1385
Distância que se faz sentir ao nível radiação 12.5 kw/m ² (m)	765

Distância que se faz sentir ao nível radiação 37.5 kw/m ² (m)	375
Distância máxima para 10% vidros partidos (m)	4920
Distância máxima para quebra generalizada de vidros (m)	1845
Distância máxima para danos reparáveis em edifícios (m)	740
Distância máxima para danos graves em edifícios (m)	370

Q.2.1.4 Análise global de consequências

Q.2.1.4.1 Consequências humanas

Consequências	Radiação (1)	Sobrepessão
Queimaduras em pessoas directamente expostas	Pessoas presentes na UFAL e fora da unidade fabril até 800m	
Possível morte	Essencialmente pessoas presentes na UFAL e até 400m	Pessoas na UFAL e fora até 630m
Feridos		Pessoas na UFAL e fora até 980m

Q.2.1.4.2 Consequências ambientais

Q.2.1.4.2.1 Efeitos térmicos

Em inflamação de madeiras na UFAL e fora até 400m.

Q.2.1.4.2.2 Efeitos mecânicos

Afectados essencialmente espécies animais. Consequências idênticas às apresentadas no quadro das consequências humanas.

Q.2.44 Cenário P4 – Colapso de vagões cisterna de amoníaco, condições atmosféricas médias, sem ignição.

Q.2.44.2 Avaliação de consequências

Consequências graves, ocorrendo a diluição para valores inferiores ao IDLH apenas após vários km.

Q.2.44.2.1 Dispersão da nuvem

Indicadores/ consequências	Valor
Distância para LCL ₀ (m)	70
Distância para IDLH (M)	665

Q.2.44.3 Avaliação Global de consequências

Q.2.44.3.1 Consequências humanas

Consequências	Toxicidade
Possível morte ao fim de 5" de inalação	Pessoas presentes na UFAL e fora até 70m
Efeitos tóxicos reversíveis para tempos de exposição < 30"	Pessoas presentes na UFAL e fora da unidade fabril até 665m

Q.2.44.3.2 Consequências ambientais

Q.2.44.3.2.1 Efeitos tóxicos

Espécies animais com consequências idênticas aos humanos. No solo e água doce o amoníaco é rapidamente biodegradado e na atmosfera é decomposto por fotólise ou neutralizado por poluentes ácidos do ar.

6.5 Cenários de acidentes graves

Faz-se uma análise detalhada a várias condições, correspondentes a vários cenários, caracterizando-se as situações mais prováveis e as mais desfavoráveis.

Para o cálculo das consequências foram utilizadas:

- WHAZAN 2.1
- EFFECTS 1.4

Para o BLEEVE do depósito de CO₂ utilizou-se o método de cálculo dos efeitos de sobrepressão p. 7.25 a 7.42 do Yellow Book, 3ª edição, 1997.

Resultados obtidos na avaliação de consequências para cada um dos cenários considerados como máximos acidentes credíveis.

Nota:

informação não tratada

distâncias apresentadas em quadro mas não referidas em texto

faz avaliação qualitativa de cenários de acidentes graves por cenário com: (muito teórico; Vol. VIII do relatório de segurança, anexo Q)

1. condições específicas do acidente
2. desenvolvimento do cenário
3. avaliação das consequências

Produto libertado	Condições locais da ruptura	Condições meteorológicas	Análise de consequências			
			Inflamação	Radiação	Sobrepessão	Toxicidade
Amoníaco	Fuga líquida Ruptura total de tubagem de ligação fábrica/ esfera F2105 Massa susceptível de ser libertada: 1330 ton Com ignição da nuvem	T = 20 °C V = 1 m/s CE = F	C ≥ 50% LII até 545m	Possíveis queimaduras em pessoas directamente expostas até 800m Possível morte até 400m	Possíveis feridos até 1845m Possível morte até 630m	-
		T = 20 °C V = 1 m/s CE = F	C ≥ 50% LII até 90m	Possíveis queimaduras em pessoas directamente expostas até 800m Possível morte até 400m	Possíveis feridos até 1845m Possível morte até 370m	-
	Fuga líquida Ruptura total de tubagem de ligação fábrica/ esfera F2105 Massa susceptível de ser libertada: 1330 ton Sem ignição da nuvem	T = 20 °C V = 1 m/s CE = F	C ≥ 50% LII até 545m	-	-	Efeitos tóxicos reversíveis para T ≤ 30 min até 12.5 km Possível morte para T ≥ 5 min até 975m
		T = 20 °C V = 1 m/s CE = F	C ≥ 50% LII até 90m	-	-	Efeitos tóxicos reversíveis para T ≤ 30 min até 1700 m Possível morte para T ≥ 5 min até 150m

Produto libertado	Condições locais da ruptura	Condições meteorológicas	Análise de consequências			
Amoníaco	Colapso da esfera F 2105-BLEVE Massa susceptível de ser libertada: 1330 ton	-	-	Possíveis queimaduras em pessoas directamente expostas até 800m Possível morte até 400m	Possíveis feridos até 1845m Possível morte até 370m	-
	Ruptura total da esfera F 2105-BLEVE Libertação de amoníaco líquido Massa susceptível de ser libertada: 1330 ton Sem ignição da nuvem	T = 20 °C V = 1 m/s CE = F	C ≥ 50% LII até 3465m	-	-	Efeitos tóxicos reversíveis para T ≤ 30 min até 16 km Possível morte para T ≥ 5 min até 6585m
Propano	Colapso do camião cisterna - BLEVE Massa susceptível de ser libertada: 17.5 ton	-	-	Possíveis queimaduras em pessoas directamente expostas até 320m Possível morte até 180m	Possíveis feridos até 650m Possível morte até 130m	-
Cloro	Ruptura total do contentor Massa susceptível de ser libertada: 1 ton	T = 20 °C V = 1 m/s CE = F	-	-	-	Efeitos tóxicos reversíveis para T ≤ 30 min até 1400m Possível morte para T ≥ 5 min até 305m

Artenius, Sines PTA, S.A.

CAE:

Relatório de Segurança Março 2008, Ver. 1 (DL 254/ 2007)

ITSEMAP

PHAST 6.4

Março 2008

PTA: ácido tereftálico purificado

ÍNDICE

ARTENIUS, SINES, PTA, S.A. (2008)	
4.	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes
4.1	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes
4.1.1	Identificação de Perigos
4.1.1.1	Fontes de risco internas
4.1.1.2	Fontes de risco externas
4.1.1.3	Análise da perigosidade das substâncias manuseadas
4.1.1.4	Análise histórica de acidentes (MHIDAS (base de dados))
4.1.1.5	Análise HAZOP (para identificar perigos que a fábrica apresenta. <i>Risk Based Inspection</i> ; utilizada para identificar equipamentos estáticos (depósitos de armazenagem, processos e tubagens) que apresentam maior risco)
4.1.2	Análise de cenários de acidente
4.1.2.1	Seleção de acontecimentos iniciadores de acidentes (na sequência da análise: análise de perigosidade da substância, da análise histórica de acidentes e do HAZOP)
4.1.2.2	Tempos de fuga de produtos considerados
4.1.2.3	Árvore de acontecimentos Para determinar a evolução que os produtos podem seguir uma vez libertados a partir da perda de contenção de equipamentos (ball fire, jacto de fogo, charco incendiado, dispersão, etc.) para decidir os diferentes cenários de acidentes
4.1.2.4	Seleção de cenários de acidentes. Possibilidades de ocorrência
4.2	Análise de consequências
4.2.1	Introdução
4.2.1.1	Valores limite para a definição de zonas de planificação
4.2.1.2	Critérios gerais empregues
4.2.2	Resultados de acidentes
4.2.3	Efeitos dominó
4.2.3.1	Efeitos dominó entre instalações (unidades) da fábrica de PTA de Sines
4.2.3.2	Efeitos dominó entre estabelecimentos
4.2.4	Efeitos ambientais adversos

4.2.4.1	Análise de vulnerabilidade
4.2.4.2	Valoração da qualidade da envolvente
4.2.4.3	Resultados da avaliação dos efeitos sobre o ambiente
4.2.4.4	Conclusões dos efeitos sobre o ambiente
4.2.5	Resultados de acidentes
4.2.6	Vulnerabilidade
4.3	Hierarquização de riscos
4.3.1	Critérios para a qualificação de riscos
4.3.2	Determinação das frequências
4.3.3	Determinação das consequências
4.3.4	Determinação do risco de acidentes graves identificados
4.4	Conclusões sobre a aceitabilidade do risco

Localização: zona industrial e logística de Sines (ZILS)

17 ha (11.8ha ocupados pela fábrica)

Envolvente:

Unidade industrial	População
Refinaria de Sines Petrogal	520
Metal Sines	125
Repsol Polímeros	480
Carbogal	50
Central Termoeléctrica	650
Euroresinas	60

PTA – é uma matéria prima utilizada na produção de PET, na produção de filme poliéster e também de fibras.

Capacidade: produção de 700.000 ton PTA/ ano

Desenvolvida ficha tipo por cenário identificado no modelo seguinte.

logotipo	Carta de risco ...	Edição Data
	Cenários de Acidentes	Revisão Data
...		Página

Nº Acidente: Fuga no Reactor D1-301 (fase líquida)						
Descrição						
Condições				Condições de meteorologia:		
Pressão (bar): Temperatura (°C): Caudal de fuga (kg/s): Diam. do orifício (mm): Produto: ácido acético Duração da fuga						
Tipos de acidentes e alcances em metros (condições meteorológica mais desfavoráveis)						
Toxicidade	AEGL-1	-	AEGL-2/ ERPG-2	-	AEGL-3/ ERPG-3	-
Bola de fogo	4 kw/m ²		12.5 kw/m ²	-	37.5 kw/m ²	-
Jet Flame	4 kw/m ²		12.5 kw/m ²	-	37.5 kw/m ²	-
Pool Fire	4 kw/m ²	34	12.5 kw/m ²	25	37.5 kw/m ²	19
Flash Fire	LFL/2	21	-	-	-	-
Explosão (UVCE)	30 mbar	33	100 mbar	26	300 mbar	23
(-) não ocorre este tipo de acidente (NA) não se alcançam estes níveis de efeitos						
MEDIDAS PREVENTIVAS						
Manutenção preventiva e inspeções periódicas Às tubagens e equipamentos de processo da fábrica de PTA; Inspeção de corrosão nas flanges; protecção catódica de tubagens; controlo de operação (DCS da sala de controlo); supervisão da instalação; formação contínua do pessoal; ligação à terra nos equipamentos (R<100hymss); controlo de acessos na fábrica de PTA.						
MEDIDAS DE MITIGAÇÃO						
Actuação do sistema de dilúvio do reactor D1-301; controlo de todas as fontes de ignição; accionamento de betoneira de paragem de emergência; utilização do sistema de hidrantes para diluição da nuvem de vapores nocivos para a saúde e inflamáveis; PEI; meios humanos e organização de segurança.						

Mapas com a informação seguinte:

Cenário	Clima	Níveis de referência	Distância (m)	Traço
Dispersão tóxica	F 1.5	ERPG-2	2743	
		ERPG-3	706	
Exposição a nuvem tóxica		ERPG-2	NA	
		ERPG-3	NA	
Sobrepessão		30 MBAR	50	
		100 MBAR	27	
		300 MBAR	19	
Exposição a nuvem tóxica	C2.5	ERPG-2	666	
		ERPG-3	311	
Dispersão tóxica	C2.5	ERPG-2	NA	
		ERPG-3	NA	
Incêndio de charco	C2.5	4.0	100	
		12.5	85	
		37.5	78	
Flash Fire	C2.5	LFL/2	27	

4.1.2.3 Árvores de Acontecimento

4.1.2.4 Selecção de Cenários de Acidentes. Possibilidades de Ocorrência

Tem frequência de bases de dados para probabilidade de acontecimentos iniciadores
(Purple Book, 1999)

Apresenta fichas tipo:

Nº Acidente: 1		
Fuga no reactor D1-301 (fase líquida)		
CAUSAS		
Rotura violenta por colisão de equipamentos móveis, corrosão, fadiga de material, tensões térmicas		
Árvore de refª nº 4		
Possível evolução e cenários acidentais		
	POOL FIRE	FLASH FIRE
		EXPLOSÃO
PROBABILIDADES ESTIMADAS		
Probabilidade base do acidente:		1.E-04 (ano ⁻¹)
Probabilidade base do cenário Acidentais		Probabilidade base do cenário Acidentais (ano ⁻¹)
Bleve – 0		0.E+00
Jet Flame -0		0.E+00
Pool fire – 0		6.5E+00
Flash fire - 0		5.1E+00
Explosão – 0		3.4E+00
Toxicidade – 0		0.E+00

4.2 Análise de Consequências

	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Radiação térmica (kw/m ²)	37.5	12.5	4.0
sobreprensão (mbar)	300	100	30
Toxicidade	AEGL-3 ⁽¹⁾	AEGL-2	AEGL-1

⁽¹⁾ USEPA, EUA, 2004

Condições meteorológicas:	Classe de estabilidade de Pasquill		Velocidade do vento (m/s)
	C		2.5
	D		4.6
	F		1.5

4.3 Hierarquização do Risco

Foram determinadas as distâncias (m) aos pontos vulneráveis relativamente a cada cenário de acidente.

Aplicou-se um critério de qualificação de consequências comparando os alcances das consequências dos acidentes com as distâncias a equipamentos vizinhos e a outros locais na envolvente.

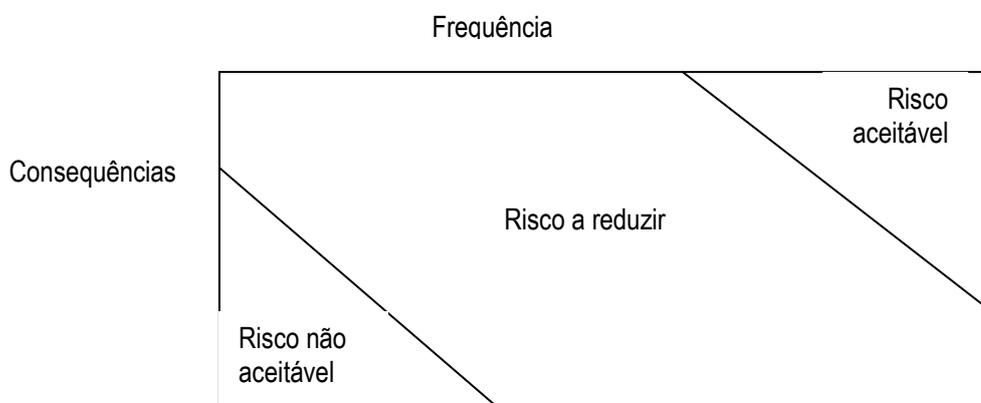
Índice	Qualificação	Alcance Consequências graves à população	Alcance Consequências perceptíveis pela população
0	Não Significativo	Não se atingem	Não se atingem
1	Leve	Não se atingem	Outras instalações
2	Moderado	Na própria instalação ⁽¹⁾	Exterior estabelecimento ⁽¹⁾ ; Sem população
3	Relevante	Outras instalações	Exterior estabelecimento; Áreas industriais
4	Importante	Exterior estabelecimento ⁽¹⁾ ; Sem população	Exterior estabelecimento; Áreas residenciais
5	Grave	Exterior estabelecimento; Áreas industriais	Exterior estabelecimento; Em amplas áreas residenciais
6	Muito grave	Exterior estabelecimento; Áreas residenciais	
7	Catastrófico	Exterior estabelecimento; Em amplas áreas residenciais	

⁽¹⁾ definida como DL 254/2007

4.3.2 Determinação das Frequências

Categoria de Frequências (gravidade)	Definição Qualitativa	Definição Quantitativa (vezes por ano)
A	Muito frequente	1.E+00
B	Frequente	1.E-01
C	Relativamente frequente	1.E-02
D	Pouco frequente	1.E-03
E	Ocasional	1.E-04
F	Pouco provável	1.E-05
G	Improvável	1.E-06
H	Quase impossível	1.E-07

Matriz de risco:



Critério de Aceitabilidade:	Risco não Aceitável
	Risco a Reduzir
	Risco não Aceitável

Bayer Portugal, S.A.
Cacém
CAE:
Concelho: Sintra
Distrito: Lisboa
Relatório de Segurança 2001, (3 Volumes) (DL 164/ 2001)
CERTITECNA
EFFECTS 1.4; WHAZAN 2.1
2001

ÍNDICE

BAYER Portugal, S.A.	
6.	Análise de Riscos
6.1	Identificação de Perigos
6.1.1	Fontes de perigo internas
6.1.1.1	Infraestruturas e equipamentos não processuais
6.1.1.1.1	Posto de transformação
6.1.1.1.2	Instalação eléctrica
6.1.1.1.3	Motores eléctricos
6.1.1.1.4	Oficina
6.1.1.1.5	Laboratório e armazém de amostras
6.1.1.1.6	Estações de enchimento e terminais de descarga
6.1.1.1.7	Posto de redução e medida de gás natural
6.1.1.1.8	Caldeiras
6.1.1.1.9	Compressores
6.1.1.1.10	Estação de tratamento de águas
6.1.1.2	Equipamentos processuais
6.1.1.2.1	Misturadores, moinhos e silos de carga
6.1.1.3	Processos
6.1.1.3.1	Formulação e embalagem de produtos líquidos
6.1.1.3.2	Formulação e embalagem de produtos pós
6.1.1.4	Armazenagem

6.1.1.4.1	Armazenagem de produto acabado-edifício 4
6.1.1.4.2	Armazenagem de matérias primas-edifício 2
6.1.1.4.3	Depósitos de armazenagem
6.1.1.5	Transporte interno
6.1.1.6	Operações de carga e descarga
6.1.1.7	Manutenção
6.1.2	Fontes de perigo externas
6.1.2.1	Riscos tecnológicos
6.1.2.1.1	Estabelecimentos vizinhos
6.1.2.1.2	Vias de tráfego externas
6.1.2.2	Riscos naturais
6.1.2.2.1	Sismo
6.1.2.2.2	Inundações
6.1.2.2.3	Tempestades
6.1.2.3	Riscos sociais - intrusão e vandalismo
6.2	Identificação de pontos nevrálgicos
6.2.1	Central de segurança
6.2.2	Centrais de bombagem
6.2.3	Central telefónica
6.2.4	Outros edifícios
6.2.5	Reservatórios
6.3	Caracterização de riscos de acidentes graves
6.3.1	Acidentes ocorridos em instalações similares (Sandoz, Basileia, 1986; Loiret e Haentjens, França, 1987)
6.3.2	Análise preliminar de riscos
6.4	Avaliação de Consequências de Acidentes
6.4.1	Metodologia
6.4.1.1	Pressupostos
6.4.1.2	Parâmetros necessários
6.4.1.3	Domínios de aplicação
6.4.1.4	Margem de validade

6.4.2	Cenários
6.4.3	Descrição dos cenários
6.4.3.1	Cenário A1
6.4.3.2	Cenário A2
6.4.3.3	Medidas de prevenção e mitigação
6.4.3.4	Avaliação de Consequências humanas e ambientais
6.4.3.4.1	Consequências humanas para o Cenário A1
6.4.3.4.2	Consequências ambientais para o Cenário A1

Capítulo 3.4 Identificação e Avaliação Sistemáticas dos Riscos e Acidentes Graves

Análise de risco às instalações da Bayer – objectivo:

Avaliar os riscos inerentes às actividades, produtos manuseados e/ ou armazenados, instalações e métodos de trabalho, sistematizar e caracterizar os acidentes graves, estimar as possíveis consequências numa perspectiva humana e ambiental.

Metodologia utilizada:
- identificação qualitativa de perigos com análise detalhada a todas as infraestruturas, equipamentos e actividades desenvolvidas na Bayer. Análise a potenciais fontes de perigo externas às instalações da Bayer.
- identificação dos pontos nevrálgicos, isto é., locais, equipamentos e actividades cuja protecção numa perspectiva de segurança é fundamental
- com base na identificação qualitativa de perigos, são aplicadas metodologias específicas de análise de riscos, nomeadamente:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ PHA – “<i>Preliminary Hazard Analysis</i>”, a todas as actividades/ edifícios. Esta análise evidencia as instalações susceptíveis de estarem na origem de acidentes graves. ▪ Sempre que se justifique, são ainda aplicados HAZOP's – <i>Hazard Operability Studies</i>, aos equipamentos que face aos resultados obtidos nos PHA, requerem maior atenção.
Por último, a análise de riscos é complementada por uma avaliação onde

consequências dos acidentes graves susceptíveis de ocorrer nas instalações da Bayer.

Esta avaliação é efectuada recorrendo a modelação matemática.

5. Caracterização da Instalação

A instalação da Bayer Portuguesa S.A. encontra-se implantada num lote de 23125m².

Áreas de Produção:

A Bayer Portuguesa S.A. dedica-se à formulação e embalamento de:

- Fungicidas e Insecticidas pós
- Insecticidas e Fungicidas líquidos, estes últimos só embalamento
- Raticidas
- Herbicidas líquidos, pós e granulados

5.2 Processos

A Bayer Portuguesa S.A. dispõe de várias linhas de formulação de produtos químicos e biológicos para defesa e protecção de animais e culturas agrícolas e florestais:

5.2.1 Formulação e embalamento de raticidas

5.2.2 Formulação de fungicidas e insecticidas pós

5.2.3 Embalamento de fungicidas e insecticidas pós

5.2.4 Formulação e embalamento de herbicidas pós

5.2.5 Formulação de produtos pós – linha de produção Engels

5.2.6 Formulação e embalamento de insecticidas e herbicidas líquidos

5.2.7 Embalamento de fungicidas líquidos

5.2.8 Formulação e embalamento de herbicidas granulados

6. Análise de Riscos

O mesmo que **“Capítulo 3.4 Identificação e Avaliação Sistemáticas dos Riscos e Acidentes Graves”**

6.3.2 Análise Preliminar de Riscos

A análise foi efectuada às várias zonas do estabelecimento, tendo sido efectuada uma pesquisa sistemática dos pontos que podem estar na origem da libertação das substâncias perigosas, das possíveis causas, das consequências previsíveis, assim

como das medidas de prevenção, protecção e intervenção existentes, tendo como objectivo fundamental a determinação do grau de risco associado a cada situação.

Para cada um das causas susceptíveis de dar origem às situações perigosas identificadas foi atribuído um grau de risco de acordo com as classes:

I – Ligeiro

II – Médio

III – Elevado

6.4 Avaliação de Consequências de Acidentes

6.4.1 Metodologia

Análise detalhada a várias condições, correspondentes a vários cenários, caracterizando-se as situações mais prováveis e as mais desfavoráveis.

Nota: qual a definição?

Os cenários estudados não são, (...), os únicos acidentes possíveis de ocorrer, sendo (...) aqueles que pela ponderação da probabilidade de ocorrência e consequências, se consideraram como suficientemente representativas.

Os resultados são quantificados numa perspectiva de toxicidade face à perigosidade dos vários produtos resultantes da decomposição térmica dos materiais existentes.

Os efeitos são posteriormente analisados, quer na vertente de consequências humanas, como de consequências ambientais.

Para o cálculo das consequências foram utilizados programas informáticos de modelação de consequências:

WHAZAN, 2.1, desenvolvido pela DNV Technica, Lda.

EFFECTS, 1.4, desenvolvido pelo TNO – the Netherlands Organization of Applied Scientific Research.

BRESFOR, S.A. – Indústria do Formol, S.S.

Terminal Químico; terminal de granéis líquidos

Gafanha da Nazaré

CAE:

Concelho: Aveiro

Distrito: Aveiro

Relatório de Segurança, Julho 2007 (DL 164/ 2001)

PEI, Julho 2007

ITSEMAP

PHAST 5.2

Julho 2007

ÍNDICE

BRESFOR, S.A. - Indústria de Formol, S.A.	
4.	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes e dos Meios de Prevenção
4.1	Análise Preliminar de Perigos
4.1.1	Análise das Substâncias Químicas
4.1.1.1	Inflamabilidade e explosividade
4.1.1.2	Toxicidade
4.1.1.3	Substâncias Perigosas para o ambiente
4.1.1.4	Caracterização das substâncias presentes
4.1.2	Identificação geral de possíveis causas de acidentes graves
4.1.2.1	Instalações e actividades perigosas: fontes de perigo internas
4.1.2.2	Instalações e actividades perigosas: fontes de perigo externas (base de dados MHIDAS – Major Hazards Incident Data Service”, Health & Safety Executive. Safety Executive, Safety and Reliability Directorate. United Kingdom Atomic Energy Authority)
4.1.3	Análise do histórico de acidentes
4.2	Identificação de perigos
4.2.1	Listas de verificação (Desenvolvida pelo ITSEMAP. Análise qualitativa; personal Judgment)
4.2.2	Análise HAZOP
4.3	Análise de Cenários de Acidente
4.3.1	
4.3.2	Tempos de fuga de produtos considerados
4.3.3	Árvores de acontecimentos
4.3.4	Possibilidade de ocorrência de acidentes

4.3.5	Fichas de resumo de acidentes Graves
4.4	Análise de Consequências
4.4.1	Introdução
4.4.2	Valores limite para a definição de zonas de planificação
4.4.3	Critérios gerais definidos
4.4.4	Resultados de acidentes
4.4.5	Efeitos dominó
4.4.5.1	Efeitos dominó entre instalações do terminal químico da BRESFOR
4.4.5.2	Efeitos dominó entre estabelecimentos
4.4.6	Consequências ambientais
4.5	Hierarquização de riscos
4.5.1	Critérios para a qualificação de riscos
4.5.2	Determinação da frequência
4.5.3	Determinação das consequências
4.5.4	Determinação de riscos
4.6	Conclusões sobre a aceitabilidade do risco

Substâncias perigosas existentes no estabelecimento: Metanol

Metanol (CH₃OH): quantidade máxima existente 5.094t

Características: substância inflamável e tóxica

Metodologia da análise e avaliação do risco de acidentes graves:

1. Análise Preliminar de Perigos (perigos das substâncias existentes; perigos presentes nas instalações devido aos equipamentos assim como às causas de tipo genérico que podem conduzir à sua rotura ou perda de contenção com a consequente perda de contenção, com a consequente libertação de produtos perigosos.
2. Identificação de Perigos; duas metodologias: 2.1 Listas de verificação (para actividades consideradas simples: armazenagem e carga / descarga de produtos) 2.2 Análise HAZOP (para as instalações de processo)
3. Análise de cenários de acidente
4. Avaliação de cenários de acidente
5. Hierarquização de riscos (de acordo com frequência esperada e probabilidade de ocorrência); utilização de uma matriz de avaliação do risco

Legislação:

DL 164/ 2001

ISO 14001:2004

OHSAS 18001/ NP4397

Leis sobre organização da higiene e segurança do trabalho: DL 26/94; DL 7/95; DL 109/2000

Fenómenos avaliados:

Incêndios

- **Pool fire** (fuga de líquido inflamável -> produz charco que pode inflamar -> elevada temperatura libertada/ radiação térmica)
- **Jet-flame** (fuga com pressão -> dardo de fogo se ocorrer ignição imediata -> nuvem de gás, se não ocorrer ignição imediata)
- **Flash-fire** -> caso encontre fonte de ignição, incendeia-se

Explosões

Zonas de unidade/ instalação com maior probabilidade de ocorrência de acidentes, e cuja gravidade pode ser maior:

- zona de armazenamento de metanol
- zona de descarga de barcos
- zona de carga de camiões cisterna

Procedimentos a adoptar:

1. Derrame de produtos líquidos (Metanol)
 - 1.1 Derrame no cais (metanol)
 - 1.2 Derrame na zona de carga de camiões cisterna (terminal químico) ou na zona de armazenamento
2. Incêndio do charco de produto inflamável (metanol)
 - 2.1 Incêndio no cais
 - 2.2 Incêndio na zona de carga de camiões ou na zona de armazenamento
3. Deflagração de uma nuvem de vapor inflamável
4. Contaminação e danos para o meio ambiente

Descrição das operações e processos

Recepção de produtos através de navios e tubagens para armazenagem dos mesmos e posterior envio para o centro de produção por veículo cisterna.

Inventário de substâncias perigosas

Substância	Volume (m3)	Massa (ton)
Concentrado de ureia – formaldeído	2800	2268
Metanol	6360	5000
MonoEtilenoglicol	2000	2220

Identificação e Avaliação de Riscos de Acidentes Graves – o mesmo no Relatório de Segurança e no PEI.

4. Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes e dos Meios de Prevenção

4.2 Identificação de Perigos

4.2.1 Listas de verificação (“check lists”)

Utilizada lista de verificação desenvolvida pelo ITSEMAP. A lista de verificação está dividida em diferentes grupos de análise em função da actividade, equipamento a analisar ou causas que podem ter origem de acidentes. Os grupos são os seguintes:

substâncias perigosas
instalações (recipientes; tubagens e mangueiras; equipamentos de impulsão)
processos
causas externas
fontes de ignição
erros humanos de operação
acidentes esperados

cada um destes grupos contém uma série de perguntas que são respondidas afirmativamente em caso de perigo identificado ou negativamente em caso de perigo não detectado.

4.2.2 Análise HAZOP

Técnica que permite analisar de uma forma detalhada os perigos decorrentes dos processos que podem ocorrer nas instalações.

O método HAZOP consiste em identificar possíveis pontos fracos de uma instalação de maneira organizada, seguindo um esquema preestabelecido e partindo da premissa que os incidentes / acidentes ocorrem a partir de desvios nas variáveis do processo.

4.3.3 Árvores de acontecimentos

A árvore de acontecimentos ou análise de sequências de acontecimentos é um método indutivo que descreve a evolução de um acontecimento iniciador sobre a base

de resposta de distintos sistemas tecnológicos ou condições externas, portanto, a sua finalidade é identificar as diferentes possibilidades de evolução a partir do acontecimento inicial.

Parte de um acontecimento iniciador e obtém-se uma série de acidentes em função dos acontecimentos que podem ocorrer a partir desses instante (presença de pontos de ignição, proximidade de equipamentos, etc.).

4.3.4 Possibilidades de ocorrências de acidentes

Para cada um dos acontecimentos acidentais identificam-se os diferentes cenários finais que poderão ocorrer, tendo em conta as árvores de acontecimentos anteriormente apresentadas.

A combinação da probabilidade de cada acontecimento iniciador (tendo em conta o nº de equipamentos, comprimentos das tubagens, etc., de cada acontecimento) com a probabilidade de cada cenário final que pode ocorrer (charco, incêndio, dispersão tóxica, explosão, etc.), resulta na probabilidade total de cada cenário.

Os dados de referência empregues na determinação das probabilidades foram obtidas na bibliografia e das bases de dados de referência.

4.4 Análise de consequências

4.4.1 Introdução

Os diferentes tipos de acidentes a considerar podem produzir os seguintes fenómenos perigosos par as pessoas, os bens e o meio ambiente:

- de tipo mecânico
- de tipo térmico
- de tipo químico (tóxico)

Estes fenómenos podem ocorrer, isolada, simultânea ou sequencialmente.

4.4.2 Valores limite para a definição de zonas de planificação

Efeitos de sobrepressão sobre edifícios

Probabilidade de rotura do tímpano

Efeitos do nível de radiação

% de mortalidade, consoante o tempo de exposição e o nível de radiação

4.4.3 Critérios gerais definidos

Os cálculos realizados para os acidentes considerados foram realizados com o programa informático PHAST V. 5.2 de DNV Technica.

Assumidos diferentes pressupostos.

Os cálculos efectuados obtiveram-se mediante a utilização dos seguintes modelos:

Fuga de Gás/ Vapor
Fuga de Gás/ Líquido
Nuvem tóxica
Incêndio de charco (Pool Fire)
Deflagração, UVCE
BLEVE

As condições meteorológicas utilizadas nos cálculos efectuados, foram as mais frequentes e as mais desfavoráveis da zona.

Estabilidade atmosférica (Pasquill); C (neutra)

Velocidade média do vento: 3m/s

Temperatura: 21°C

Humidade relativa: 70%

4.4.4 Resultados de acidentes

Para avaliar as consequências derivadas dos acontecimentos acidentais aplicam-se diferentes modelos matemáticos que permitem calcular:

- magnitude e duração da fuga ou derrame, e respectivos efeitos tóxicos
- duração e intensidade da radiação térmica, em função da distancia
- sobrepessão devida a uma explosão, em função da distancia.

Os resultados dos acidentes modelizados são obtidos nas simulações realizadas com o programa PHAST 5.2.

4.5 Hierarquização de Riscos

Para critério de classificação de riscos utiliza-se uma matriz de risco 6x6.

Nota: não diz qual a metodologia

4.5.2 Determinação de frequências

Categoria de Frequências (Gravidade)	Definição Qualitativa	Definição Quantitativa
A	Frequente	1.0
B	Relativamente Frequente	0.1
C	Pouco Frequente	0.01
D	Ocasional	0.001
E	Pouco Provável	0.0001
F	Improvável	0.00001

4.5.3 Determinação das consequências

As categorias das consequências definem-se da seguinte forma:

Categoria de Consequências (Gravidade)	Definição Qualitativa	Definição Quantitativa (segundo maiores alcances de efeitos definidos para cada cenário)*
1	Leve	Na própria instalação
2	Menor	Outras instalações
3	Sério	Exterior estabelecimento
4	Muito sério	Exterior estabelecimento - áreas industriais
5	Grave	Exterior estabelecimento - áreas residenciais
6	Catastrófico	Exterior estabelecimento - áreas residenciais, ampla população

* para tóxico alcance AEGL2, para Jet, Pool fire e BLEVE alcance 4kw/m^2 , para sobrepressão 30mbar, para flash fire alcance de LFL/2

Nota: não apresenta distâncias de segurança

Bibliografia

- Loss Prevention in the Process Industries. Hazard Identification, Assessment Control. Frank P. Less, 2nd edition, 1996, Great Britain
- Guidelines for Quantitative Risk Assessment "Purple Book," Report CPR 18E, Committee for the Prevention of Disasters, 1999, Netherlands

CLC – Parque de Armazenagem de Combustíveis de Aveiras

CLC – Companhia Logística de Combustíveis, S.A.

Denominação: Parque de Aveiras

CAE:52102

Concelho: Azambuja

Distrito: Lisboa

Relatório de Segurança (DL 254/ 2007)

PEI (2008)

Actividade: armazenagem não frigorífica

Não indica empresa consultora

FRED; WHAZAN 2.1

2008 (PEI)

ÍNDICE

CLC - Parque de Armazenagem de Aveiras	
4.	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes e dos Meios de Prevenção
4.1	Identificação de Perigos
4.1.1	Perigos internos
4.1.2	Perigos externos
4.2	Descrição de perigos graves
4.2.1	Experiência histórica
4.2.2	Origem das causas de falha
4.2.3	Descrição de grandes acidentes
4.2.4	Cálculos da frequência
4.2.5	Escalada de acontecimentos
4.3	Modelação das consequências
4.3.1	Descrição dos perigos
4.3.2	Modelação do perigo
4.3.3	Impactes nas pessoas
4.3.4	A - zonas de efeitos das consequências para o GPL
4.3.5	B - zonas de efeitos das consequências para os produtos brancos
4.3.6	Efeito dominó
4.4	Análise de risco
4.4.1	Descrição da matriz de avaliação de riscos
4.4.2	Probabilidade de perda de vida
4.5	Medidas de prevenção e mitigação na CLC
4.6	Parâmetros técnicos e equipamentos instalados para a segurança das instalações - standards e normas utilizadas no projecto

Informação em “Procedimento de Trabalho: “Recepção e Armazenamento de Combustíveis””.

Produto:

Gasóleo

Gasolina IO 95

Gasolina IO 98

Jet A1

Propano

Butano

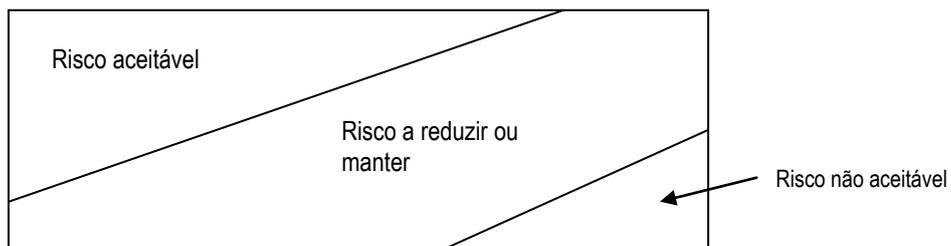
Na “Guia de Gestão de Integridade”

11.3: Avaliação de Risco, tem matriz de avaliação de risco com três níveis:

Risco Aceitável

Risco a reduzir ou manter

Risco não aceitável



PEI (2008):

Características; descrição da instalação

Parque dividido em duas zonas principais: Zona administrativa e Zona de segurança

A) Zona administrativa:

a) acesso

b) área de estacionamento: estacionamento para 100 veículos cisterna

c) edifícios administrativos

B) Zona de segurança:

d) enchimento de garrafas G26 e G 110

55 pessoas na área

Edifício de enchimento com uma área coberta de 5000m²

e) ilhas de enchimento

5 de GBL

10 ilhas de enchimento de Produtos Brancos

8 tanques enterrados para receber as purgas que os veículos cisterna efectuam antes do enchimento

Unidade de recuperação de vapores de gasolina

f) aditivação de produtos

8 reservatórios de aditivos (40m³ cada) => 320 m³

g) ETAR

h) sala de controlo

i) utilidades

j) Facho (Flare)

k) esferas de GPL (3 fileiras: uma para duas esferas de butano; uma para 6 esferas de butano; uma para oito esferas de propano)

l) reservatórios de produtos brancos

22 reservatórios em três fileiras

m) reservatório de refugos (slops)

8 reservatórios para purga de veículos-cisterna

4 para gasolinas

2 para gasóleos

2 para mistura de produtos

Cenários de Acidentes Industriais Graves (AIG's)

O processo de análise de risco do Parque de Aveiras compreende os seguintes passos:

1. Identificação de perigos
2. Cálculo das frequências
3. Modelação da escalada dos acontecimentos
4. Análise de consequências
5. Quantificação do Risco

A identificação de perigos envolve um detalhado exame da informação disponível da instalação, revisão do estudo HAZOP efectuado pela CLC...

É estabelecida a lista inicial dos casos de libertações.

A esta lista é associada a frequência de ocorrência dos casos identificados com base em dados genéricos para o tipo de operações em causa aplicados às circunstâncias específicas em que o Parque vai operar.

A modelação da escalada dos acontecimento tem em conta a probabilidade de efeito dominó noutras partes da instalação.

Para efectuar o cálculo das frequências: Árvores de falhas; Dados das taxas de falha.

4.3.2 Modelação de Perigo

Anexo XII – Relatório de Segurança
XII.2 Procedimento para a Análise de risco
Metodologia

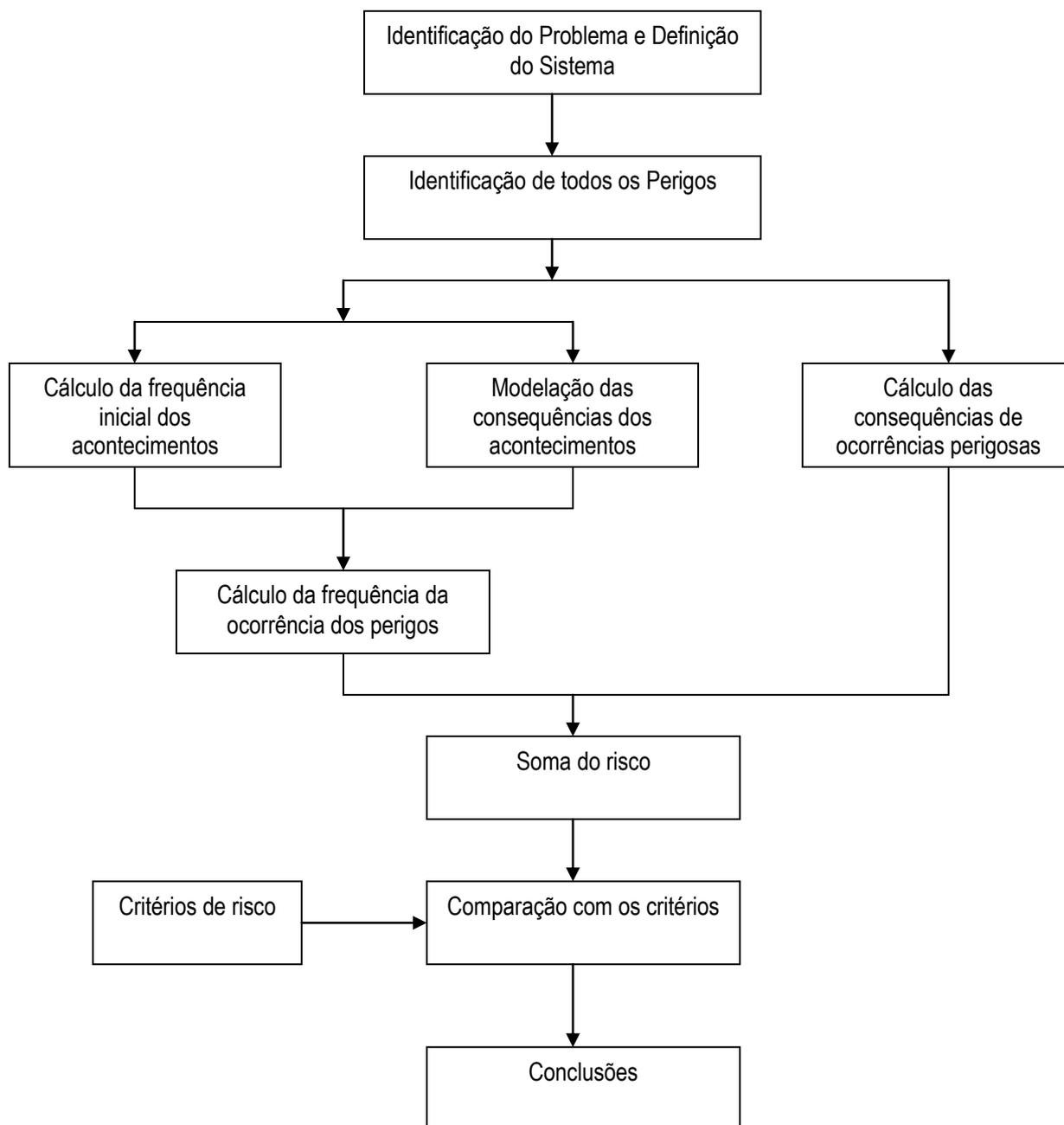


Figura – Metodologia para a Análise de Risco

FISIPE, S.A.

FISIPE, Fibras Sintéticas de Portugal, S.A.

Lavradio

CAE:

Concelho: Barreiro

Distrito: Setúbal

Relatório de Segurança (DL 164/ 2001; NP 4397: 2001)

PEI

CHARM, 9.1; VULNER, 2.2

2006

ÍNDICE

FISIPE, S.A. - Fibras Sintéticas de Portugal, S.A.	
6.	Análise de Riscos
6.1	Identificação de Perigos
6.1.1	Fontes de perigo internas
6.1.1.1	Análise preliminar de Riscos
6.1.1.2	HAZOP's
6.1.1.2.1	Aplicação de HAZOP's à Fisiipe
6.1.1.2.2	Conclusões dos HAZOP's
6.1.2	Fontes de perigo externas
6.1.2.1	Riscos tecnológicos
6.1.2.1.1	Estabelecimentos vizinhos
6.1.2.1.2	Vias rodoviárias
6.1.2.1.3	Vias ferroviárias
6.1.2.1.4	Vias fluviais
6.1.2.1.5	Aeroportos e corredores aéreos
6.1.2.2	Riscos naturais
6.1.2.3	Riscos Sociais
6.2	Avaliação de consequências
6.2.1	Metodologia
6.2.2	Pressupostos
6.2.3	Parâmetros necessários
6.2.4	Domínios de aplicação e margens de validade

6.3	Cenários
6.4	Cenários A
6.4.1	Cenário A1 - libertação de acrilonitrilo por colapso total do tanque EP-TF-114A, condições atmosféricas médias
(...)	
6.5	Cenários B
6.5.1	Cenário B1 - fuga de líquido por rotura em flanges ou válvulas sob o tanque EP-CP-104, condições atmosféricas médias
(...)	
6.6	Cenários C
6.6.1	Cenário C1 - libertação de acrilonitrilo por colapso total do tanque EP-CP-104, condições atmosféricas médias
(...)	
6.7	Cenários D
6.7.1	Cenário D1 - libertação de acrilonitrilo por rotura total do pipeline de alimentação dos depósitos a partir da Tanquapor, condições atmosféricas médias
(...)	
6.8	Cenários E
6.8.1	Cenário E1 - libertação de acetato de vinilo por colapso total do tanque TF-116A, condições atmosféricas médias
(...)	
6.9	Cenários F
6.9.1	Cenário F1 - libertação de solução de Dimetilamina por colapso total do tanque TF-134
(...)	
6.10	Cenários G
6.10.1	Cenário G1 - libertação de propano por colapso total do tanque 4,48m ³ , condições atmosféricas médias
(...)	
6.11	Reacções em cadeia
6.12	Recomendações e acções correctivas

Análise preliminar de perigos (identificação qualitativa de perigos) – **PHA** – “*Preliminary Hazard Analysis*”.

Teve origem no programa de segurança militar do Departamento de defesa dos EUA.

Objectivo: identificar os perigos presentes numa instalação, que podem ser ocasionados por eventos indesejáveis.

HAZOP – *Hazardous Operability Studies*; estudos de perigos e operacionalidade.

Técnica de identificação de perigos projectada para estudar possíveis desvios (anomalias) de projectos ou na operação de uma instalação.

A metodologia HAZOP é uma metodologia de Análise de Riscos indutiva, i.e., a análise é feita a partir de falhas elementares cujas consequências são procuradas e analisadas com o objectivo de estabelecer uma cadeia de acontecimentos a partir dos quais um acidente pode ocorrer.

Matriz de risco

Nota: sem definição da metodologia

Grau de risco	Efeitos
I – Ligeiro	Nenhum dano
II- Médio	Danos irrelevantes ao meio ambiente e à comunidade
III – Elevado	Possíveis danos no meio envolvente devido a explosões ou à libertação de substâncias químicas tóxicas ou inflamáveis que alcançam áreas exteriores à instalação. Pode provocar lesões de gravidade moderada na população exterior ou impactes ambientais com reduzido tempo de recuperação.
IV - Moderado	Impactos no meio envolvente devido a explosões ou à libertação de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, atingindo áreas exteriores às instalações. Provoca mortes ou lesões graves na população exterior ou impacto ao meio ambiente com tempo de recuperação elevado.

Substâncias perigosas (PEI, 2006):

Substâncias	Quantitativos
Acetato de Vinilo	390 ton
Acrilonitrilo	4000 ton
Ácido Acético	60 ton
Ácido Clorídrico	35 ton
Ácido Sulfúrico	25 ton
Dimetilamina	60 ton
Propano	4.5 m ³

4. Cenários de Acidentes industriais / ambientais graves

4.1 Metodologia

(Nota: muitas páginas não sequenciais)

Análise a várias condições, correspondentes a vários cenários, caracterizando-se as situações mais prováveis e as mais desfavoráveis.

(Nota: *personal Judgment* – incertezas não analisadas)

Resultados quantificados numa perspectiva de sobrepressões, radiação térmica e toxicidade; efeitos analisados na vertente consequências humanas e consequências ambientais.

Para o cálculo das consequências utilizado o programa informático de modelação de consequências **CHARM**, versão 9.1, desenvolvido pela *Radian International, L.L. C.* e **VULNER**, versão 2.2, desenvolvida pela *Principia*, para o cálculo dos BLEVE's (permite calcular distâncias de consequências em m)

3.13 Identificação e Avaliação dos Riscos de Acidentes Graves (em Relatório de Segurança, 2006)

Metodologia (mesmo que no PEI, capítulo 4)

- numa 1ª fase: identificação qualitativa de perigos
- com base na identificação qualitativa de perigos são aplicadas metodologias específicas de análise de risco:

PHA – às instalações susceptíveis de estarem na origem de acidentes graves

HAZOP – aos equipamentos que face aos resultados obtidos nos PHA, requerem maior atenção

- a análise de riscos é complementada por uma avaliação de consequências dos acidentes graves possíveis de ocorrer nas instalações da FISIFE, recorrendo a modelação matemática de cenários de acidentes possíveis de ocorrer nas instalações.

6. Análise de Riscos (mesmo que no PEI)

6.1 Identificação de Perigos (mesmo que no PEI)

Objectivo, avaliar os riscos inerentes às instalações da FISIFE, sistematizar e caracterizar os acidentes ambientais graves susceptíveis de ocorrer, assim como estimar as suas possíveis consequências, quer numa perspectiva humana quer ambiental.

Para isso, foi seguida a seguinte **metodologia**:

- numa 1ª fase foi efectuada uma identificação qualitativa de perigos recorrendo à metodologia PHA (...) aplicada às instalações susceptíveis de estarem na origem de acidentes ambientais graves.
- numa 2ª fase foi aplicada a metodologia HAZOP (...) aos equipamentos que face aos resultados obtidos nos PHA, requerem maior atenção.
- posteriormente, foi efectuada uma análise das potenciais fontes de perigo externas às instalações da FISIFE
- por último, o estudo de segurança aprofundado foi complementado por uma avaliação de consequências de acidentes ambientais graves passíveis de ocorrer nas instalações da FISIFE.

Esta avaliação foi efectuada recorrendo à modelação matemática desses acidentes.

6.1.1 Fontes de Perigo Internas

6.1.1.1 Análise Preliminar de Riscos (PHA)

A previsão das consequências de cada uma das situações teve por base a utilização de modelação matemática, onde aplicável, para determinação dos efeitos estimados.

Para cada uma das situações perigosas identificadas foi atribuído um **grau de risco** de acordo com as seguintes classes:

- I – Ligeiro
- II – Médio
- III – Elevado
- IV – Muito elevado

6.1.1.2 HAZOP's

A metodologia HAZOP (...) é uma metodologia de análise de risco indutiva, i.e., a análise é feita a partir de falhas elementares cujas consequências são procuradas e analisadas com o objectivo de estabelecer uma cadeia de acontecimentos a partir dos quais um acidente pode ocorrer.

Trata-se de uma metodologia que deriva directamente da Análise Preliminar de Riscos (PHA) e que tem como objectivo determinar as relações entre as causas de desvios relativamente a condições normais de processo, e as suas potenciais consequências.

Para o seu desenvolvimento recorreu-se a um equipamento multidisciplinar e sessões de “brainstorming” para identificar possíveis causas e respectivas consequências dos desvios do processo.

Para tal foram aplicadas palavras guia em pontos específicos da instalação e sobre os parâmetros considerados críticos.

A aplicação destas palavras a uma intenção (aquilo que se espera que o sistema faça, produza ou modo como se espera que o sistema reaja define o chamado desvio.

Cada desvio é, em seguida, analisado em termos de possibilidade de ocorrências, causas possíveis, consequências previsíveis, e reacções expectáveis por parte do sistema, produzindo-se no final um conjunto de observações relativas a cada desvio.

Ex.: a mesma causa, uma ruptura, pode afectar simultaneamente o caudal, a pressão e a temperatura).

No presente estudos, as variações do sistema utilizadas foram:

Pressão – Temperatura – Nível – Composição

As palavras guia consideradas adequadas par esta situação foram as seguintes:

Palavra - Guia	Significado
MAIS	Um aumento quantitativo da intenção. Por exemplo, um caudal mais significa que num dado ponto do sistema e a um determinado momento o fluxo é superior ao esperado
MENOS	Uma redução quantitativa da intenção. A intenção é cumprida apenas parcialmente. Por exemplo, caudal menos significa que num dado ponto do sistema e a um determinado momento o fluxo é inferior ao esperado.
ASSIM COMO	Um aumento quantitativo da intenção. A intenção é cumprida conjuntamente com uma outra actividade adicional. Por exemplo, assim como significa que num dado ponto do sistema e a um determinado momento a composição do fluido que passa numa tubagem ou equipamento, para além do esperado contem outro produto (Contaminação).
OUTRO QUE	A completa substituição da intenção. Nenhuma parte da intenção original é atingida. Algo completamente diferente ocorre. Por exemplo, composição que significa que num dado ponto do sistema a composição do fluido que passa numa tubagem ou equipamento é completamente diferente da esperada.

6.2 Avaliação de consequências (mesmo que no PEI)

FLEXIPOL – Espumas Sintéticas, S.A.

(Grupo COPO)

S. João Madeira (Concelho) – Aveiro (Distrito)

CAE:

Relatório de Segurança Fev. 2009 (DL 164/ 2001); Volumes

CONSULSAFETY (modelação EFFECTS) **EFFECTS, 4.0**

DAMAGE 5.0

Novembro 2006

ÍNDICE

Não registado

Substância química: **Diisocianato de Tolueno**: 266.12 ton

Área terreno	53 348.5 m ² (100%)
Área coberta	26 466.5 m ² (49,6%)
Total trabalhadores	150

Substâncias	Capacidade máxima stock (armazenamento)
TDI (*)	266.12 ton
Poliol	616.5 ton
Gás propano	7 m ³

(*) substância tóxica

5. Identificação e Análise de Riscos e Acidentes Graves

5.1.2 Metodologia

5.1.2.1 Análise Preliminar de Riscos (APR)

Análise Preliminar de Riscos (APR)

Perigo	Causa	Modo de detecção	Efeito	Categoria frequência	Categoria severidade	Categoria risco	Recomendações	Seguimento	Cenários
Ex.: emissão de gases e fumos tóxicos	Incêndio de espuma	Visual (operador vigilante) Cheiro (operador vigilante)	Incêndio Emissão de gases e fumos tóxicos para a atmosfera	Raro	Catastrófico	II	Blocos de espuma armazenados recomenda-se: - maior compartimentação entre áreas - instalação de sistema de bocas de incêndio armadas	Todos os armazéns de espuma têm sistemas automáticos de detecção e combate a incêndio, etc.	A

5.1.2.2 HAZOP (Hazard and Operability Studies)

Após a Análise Preliminar de Riscos, utilizou-se metodologia HAZOP para análise mais rigorosa dos processos potencialmente mais perigosos em termos químicos e físicos.

Exemplo de HAZOP - Sistema: Reservatório de TDI/ 70 ton

Equipamento (situação)/ intenção	Desvios	Causas	Consequências	Indicações	Reacção do Sistema	Notas, questões e recomendações
Recepção de TDI de uma cisterna de transporte	Caudal mais	12. caudal de descarga elevado	-	Indicador de nível	-	- o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar
	Caudal menos	13. rotura parcial na linha	derrame TDI formação atmosfera tóxica	Indicador de nível	-	- o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar
	Caudal não	14. desvio do produto para outro tanque	-	Indicador de nível	-	- o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar
		15. encravamento total na linha	-	Indicador de nível	-	- o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar - estabelecer um plano de manutenção que contemple inspecções, testes e calibração periódicos dos sistemas de controlo e alarme

Exemplo de HAZOP - Sistema: Reservatório de TDI/ 70 ton

Equipamento (situação)/ intenção	Desvios	Causas	Consequências	Indicações	Reacção do Sistema	Notas, questões e recomendações
		16. válvula (entrada tanque fechada(s))	-	Indicador de nível	-	<ul style="list-style-type: none"> - o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar - estabelecer um plano de manutenção que contemple inspecções, testes e calibração periódicos dos sistemas de controlo e alarme
	Caudal inverso	17. rotura de linha	derrame TDI formação atmosfera tóxica	Indicador de nível	-	<ul style="list-style-type: none"> - o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar - estabelecer um plano de manutenção que contemple inspecções, testes e calibração periódicos dos sistemas de controlo e alarme
		18. Pressão menos na cisterna	Sobreenchimento da cisterna	Indicador de nível	-	<ul style="list-style-type: none"> - o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar - estabelecer um plano de manutenção que contemple inspecções, testes e calibração periódicos dos sistemas de controlo e alarme

Exemplo de HAZOP - Sistema: Reservatório de TDI/ 70 ton

Equipamento (situação)/ intenção	Desvios	Causas	Consequências	Indicações	Reacção do Sistema	Notas, questões e recomendações
	Pressão mais	19. Pressão mais na cisterna	Eventual rotura da linha de trasfega	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar - estabelecer um plano de manutenção que contemple inspecções, testes e calibração periódicos dos sistemas de controlo e alarme
	Temperatura mais	20. contaminação produto	Decomposição do produto	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar - estabelecer um plano de manutenção que contemple inspecções, testes e calibração periódicos dos sistemas de controlo e alarme - manter a área circundante livre de todos os combustíveis e inflamáveis que não sejam necessários

Exemplo de HAZOP - Sistema: Reservatório de TDI/ 70 ton

Equipamento (situação)/ intenção	Desvios	Causas	Consequências	Indicações	Reacção do Sistema	Notas, questões e recomendações
		21.causas externas	Decomposição do produto	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar - estabelecer um plano de manutenção que contemple inspecções, testes e calibração periódicos dos sistemas de controlo e alarme - manter a área circundante livre de todos os combustíveis e inflamáveis que não sejam necessários - assegurar fiabilidade do sistema de climatização ambiental
	Composição (outro que)	22.condensação vapor de água do ar	Decomposição do produto formando compostos de ureia e libertação de CO ₂	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar - estabelecer um plano de manutenção que contemple inspecções, testes e calibração periódicos dos sistemas de controlo e alarme - assegurar fiabilidade do sistema de climatização ambiental

Exemplo de HAZOP - Sistema: Reservatório de TDI/ 70 ton

Equipamento (situação)/ intenção	Desvios	Causas	Consequências	Indicações	Reacção do Sistema	Notas, questões e recomendações
		23.troca de produto na cisterna	Variáveis de acordo com a natureza do produto	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - o processo é acompanhado em permanência por operadores - garantir formação e treino adequado a operadores - estabelecer procedimento de segurança para controlo de uma situação deste tipo, considerando a orientação do derrame que se venha a formar - estabelecer um plano de manutenção que contemple inspecções, testes e calibração periódicos dos sistemas de controlo e alarme - é efectuado um controlo analítico ao produto antes de ser descarregado

5.3 Avaliação de Efeitos e Consequências de AIG's (cenários de acidentes)

Cenário A – Incêndio Armazém Blocos de Espuma de 60m

Cenário B – Acidente com cisterna de transporte de TDI

Cenário C – Derrame no tanque de armazenagem de TDI

Cenário D – Incêndio em bloco de espuma na produção

Cenário E - Acidente com reservatório de propano

5.3.2 Metodologia

“O cálculo dos **efeitos físicos**, relacionados com a descarga, evaporação a partir do solo, dispersão na atmosfera e combustão do propano, dos cenários considerados, foi com recurso aos modelos matemáticos desenvolvidos pelo TNO, **Yellow Book**, 1997 (*Methods for Calculation of Physical Effects*), e *package* informático **EFFECTS 4,0**, TNO.

Para o cálculo dos efeitos resultantes da **combustão** da espuma de poliuretano, foram utilizadas as fórmulas que permitem determinar a energia libertada pela chama, em função do tipo de combustível e da dimensão do incêndio, constantes do *Yellow Book*, 1997, (TNO) e no livro de *Douglas Drysdale (An Introduction to Fire Dynamics)* de onde foram obtidos os parâmetros necessários, referentes ao comportamento da espuma de poliuretano.

As consequências dos diversos efeitos foram avaliados com recurso aos modelos “**Consequence Models for Heat Radiation, blast waves and toxic inhalation**” (*Green Book*), 1997, TNO.

Em termos práticos recorreu-se ao *package* informático **DAMAGE 5,0**, TNO.

PRESSUPOSTOS

Área máxima em que pode ocorrer um derrame	25 m ² , para derrame de TDI Área circular com 5 m de raio, para propano
Perda de carga num derrame ou fuga	Para fase líquida ou fase gasosa assume-se como perda de carga, devida à geometria e irregularidade do orifício de descarga o valor de 40%

Condições meteorológicas:

	Dia médio da zona	Condições mais desfavoráveis, mais provável
Temperatura	14.4 °C	30 °C
Vento	5.19 m/s	1.39 m/s
Humidade relativa do ar	77%	71%
Classe de estabilidade	D	F

Parâmetros necessários:

Quantidade de produto nos reservatórios considerados
Pressão e temperatura dos produtos, quando aplicável
Condições atmosféricas

(...) Modelo de combustão

- Valores utilizados para caracterização dos **efeitos físicos da radiação** (fonte: Banco Mundial)

Radiação (kw/m²)	Segundos de exposição para % de fatalidade		
	1%	50%	99%
1.6	500	1300	3200
4.0	150	370	930
12.5	30	80	200
37.5	8	20	50

Modelo de explosão

Foram determinados como efeitos físicos as distâncias a que se fazem sentir as consequências 10% de vidros partidos, quebra generalizada de vidros, danos reparáveis em edifícios e danos graves em edifícios de acordo com a tabela seguinte (Banco Mundial):

Consequências	Valor de variação de Pressão (bar)
10% de vidros partidos	0.01
Quebra generalizada de vidros	0.03
Fissuras e flexões das paredes de gesso; Quebra de placas de fibrocimento	0.07-0.15
Danos reparáveis em edifícios	0.1
Fissura e quebra de paredes em betão não armado, de 20 a 30 cm de espessura	0.15-0.25
Danos graves em edifícios	0.3
Ruptura de reservatórios aéreos (HC, etc.)	0.2-0.5
Colapso ou ruptura de paredes de tijolo sem armadilha, de 20 a 30 cm de espessura	0.5-0.6
Descarrilamento vagões carregados, destruição paredes de betão armado Desmoronamento de paredes em tijolo	0.7-1

Dispersão de tóxicos na atmosfera

Concentração da substância em função da distância à fonte emissora, calculando o contorno da área afectada até se atingir o valor ERPG.

Nos casos em que este valor não se encontra definido, foi utilizado, o valor AEGL para um tempo de exposição de 30 min. Foram utilizados os valores de referência em ppm:

Substância	Nível 1	Nível 2	Nível 3
HCN	205	10	25
TDI (CAS 584-84-9)	0.01	0.15	0.6

(AEGL 1, 30" – 2,5 ppm)

Cenário

Caracterização situação inicial	A1	A2	A3 A4
Quantidade produto armazenado (kg)	139000	139000	139000
Temperatura do produto ($^{\circ}\text{C}$)	Ambiente	Ambiente	Ambiente
Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)	14.4	30	25
EFEITOS FÍSICOS			
Taxa de combustão produto (ton/h)	60	60	
Valor radiação 10m (kw/m^2)	38.5	38.5	
Valor radiação 25m (kw/m^2)	6	6	
Valor radiação 50m (kw/m^2)	1.5	1.5	
EFEITO			
Distância a que é sensível a radiação – 0.1 kw/m² (m)	190	190	190
Distância a que os indivíduos poderão estar expostos sem sofrer queimaduras graves – 6.5 kw/m² (m)	224	224	224
Distância admissível para bombeiros e pessoal protegido – 4.7 kw/m² (m)	26	26	26
Distância admissível para bombeiros e pessoal sem protecção específica – 4 kw/m² (m)	30	30	30
Distância de segurança a implementar – 1.5 kw/m² (m)	50	50	50

A libertação de energia sob a forma de radiação far-se-á sentir até cerca de 50m do local de incêndio; com um fluxo de calor de $1.5 \text{ kw}/\text{m}^2$.

Representa em mapa (círculos) com áreas de afectação e consequências.

LBC TANQUIPOR, S.A.

LBC Tank Terminals

Terminal Portuário: “Terminal de Granéis Líquidos do Barreiro”

Lavradio – Barreiro - Setúbal

CAE: 52102

Actividade: “manuseamento e armazenagem de produtos líquidos a granel, incluindo derivados do petróleo e produtos para as indústrias química e alimentar”.

Relatório de Segurança Fev. 2009 (DL 254/ 2007); 8 Volumes

CERTITECNA, Eng^os Consultores, S.A.

PHAST Professional, 6.4.2

Fevereiro 2009

ÍNDICE

		PHAST, vers. 6.4.2
CERTITECNA		
LBC TANQUIPOR		
6.	Análise de Riscos	
6.1	Identificação de Perigos e Riscos	
6.1.1	Análise preliminar de Riscos - PHA	
6.1.1.1	Introdução à metodologia	
6.1.1.2	Aplicação de análise preliminar de riscos às instalações da LBC Tanquipor	
6.1.2	Pontos Perigosos e nevrálgicos	
6.1.2.1	Pontos Perigosos	
6.1.2.2	Pontos nevrálgicos	
6.1.3	HAZOP's	
6.1.3.1	Introdução à metodologia	
6.1.3.2	Aplicação de HAZOP's às instalações da LBC Tanquipor	
6.1.3.3	Conclusões dos HAZOP's	
6.2	Identificação de fontes de perigo externas	
6.2.1	Riscos da Natureza	
6.2.1.1	Riscos Sísmicos	
6.2.1.2	Riscos de Inundação	
	Riscos Sociais	
6.2.2.1	Intrusão e roubo	
6.2.2.2	Ameaça de bomba	

6.2.2.3	Sabotagem
6.3	Avaliação de Consequências de Acidentes Graves
6.3.1	Metodologia
6.3.1.1	Acidentes que envolvem derrames e emissões em terra
6.3.1.2	Acidentes que envolvem derrames e dispersão no estuário do Tejo
6.3.2	Pressupostos
6.3.2.1	Acidentes que envolvem derrames e emissões em terra
6.3.2.2	Acidentes que envolvem derrames e dispersão no estuário do Tejo
6.3.3	Cenários
6.3.3.1	Resumo de resultados de acidentes que envolvem derrames ou emissões em terra
6.3.3.2	Resumo de resultados de acidentes que envolvem derrame e dispersão no estuário do Tejo
6.4	Árvores de eventos
6.4.1	Pressupostos
6.4.2	Cenários
6.4.3	Probabilidade de ocorrência de cada cenário de acidente
e	Cenário A
6.4.3.2	Cenário B, D, F, G2, J, M
6.4.3.3	Cenário C, I, L, P, R, U, V
6.4.3.4	Cenário G1
6.4.3.5	Cenário E, N, S, T
6.4.3.6	Cenário H, K, O, Q
6.5	Avaliação de medidas de prevenção, controlo e mitigação
6.6	Reacção em cadeia

Envolvimento Exterior:

Norte e Oeste: Estuário Rio Tejo

Leste: faixa de terreno da EDP

Sul: central térmica do Barreiro (EDP) e Parque Industrial da Quimiparque

Núcleos Populacionais:

Lavradio – 1300m

Barreiro – 2000m

Envolvente urbana:

Lavradio. Barreiro.

Cerca de 30.000 pessoas habitam num raio de 2000m em torno das instalações da LBC Tanquipor.

Estabelecimentos mais relevantes localizados até 2000m das instalações da LBC Tanquipor.

Base Aérea do Montijo

Mestre Maço – Feira Nova – Extensão do Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Secundária Lavradio (Álvaro Velho) – Escola Básica nº2 Lavradio – Escola Básica nº1 Lavradio – Estação Serviço Galp – Centro Saúde do Lavradio

Envolvente industrial:

Fisipe: 650m (nível superior de perigosidade, DL 254/ 2007)

AP – Amoníaco de Portugal: 1000m (nível superior de perigosidade, DL 254/ 2007)

CPB: 900m (nível superior de perigosidade, DL 254/ 2007)

CPPE – grupo EDP, 650m

Quimiparque: até 2000m com as seguintes empresas: Sovena – Quimitécnica – Lobbe – Tintas CIN – Nutriquim, IPODEC Portugal – Ambimed, etc.,

Substâncias Perigosas presentes na instalação:

Substância	Quantidade máxima (m³)	Quantidade máxima (ton)
Amoníaco	28912	19371
Acetato de Vinilo	1270	1186
Acrilonitrilo	1997	1619
Gasolina	42467	31850
AvGás	53	40
DOP	1280	1258
Gasóleo	67995	57796
RBV/ fuel	2657	2633
RAAV	13747	14334
FAME	2295	2020

Comportamento previsível das substâncias perigosas

Substância	Estado físico de armazenagem	Frases de risco	Comportamento previsível em condições normais de armazenagem	Comportamento previsível em caso de anomalia ou acidente
-------------------	-------------------------------------	------------------------	---	---

6.3.3.1 Resumo de Resultados de Acidentes que Envolvem Derrames ou Emissões em Terra

Cenário	Condições meteorológicas	Análise de consequências			
		INFLAM	Radiação	Sobrepessão	Toxicidade
Cenário C Colapso do tanque de amoníaco F2851	Norte	Possível morte por envolvimento em nuvem inflamada até 245m	Danos reversíveis até 275m. Danos irreversíveis até 195m. Perigo de morte até 135m.	Danos reversíveis até 1855m. Danos irreversíveis até 795m. Perigo de morte até 400m.	Danos reversíveis até >10 000m. Danos irreversíveis >10 000m. Perigo de morte >10 000m.
	Média	Possível morte por envolvimento em nuvem inflamada até 270m	Danos reversíveis até 280m. Danos irreversíveis até 210m. Perigo de morte até 150m.	Danos reversíveis até 1875m. Danos irreversíveis até 810m. Perigo de morte até 410m.	Danos reversíveis até >10 000m. Danos irreversíveis >10 000m. Perigo de morte até 3225 m.
	Vento	Possível morte por envolvimento em nuvem inflamada até 465m	Danos reversíveis até 325m. Danos irreversíveis até 260m. Perigo de morte até 215m.	Danos reversíveis até 1915m. Danos irreversíveis até 850m. Perigo de morte até 455m.	Danos reversíveis até >10 000m. Danos irreversíveis até 8245 m. Perigo de morte até 8050 m.

6. Análise de Riscos

Metodologia:

1º) **Identificação Qualitativa de perigos com metodologia PHA** – “*Preliminary Hazard Analysis*”

Aplicada às instalações susceptíveis de estarem na origem de acidentes graves.

Esta metodologia é adequada às primeiras fases do desenvolvimento de um processo de análise de riscos sendo precursora de outras metodologias mais elaboradas, as quais serão aplicadas às situações encontradas associadas a maior grau de risco.

2º) Numa segunda fase:

Aplicada a metodologia **HAZOP** – “*Hazard Operability Studies*” aos equipamentos que face aos resultados obtidos nos PHA, requerem maior atenção.

É uma das metodologias mais estruturadas e que tem como objectivo determinar as relações entre causas e consequências, com base nos desvios de parâmetros do processo em relação à retenção, ou condição normal, permitindo pensar em todos os modos possíveis, como situações perigosas ou problemas de operação que podem ocorrer, sendo analisado, de cada sistema, uma componente de cada vez.

O seu objectivo é identificar perigos e problemas de operação bem como elaborar recomendações para aumentar os níveis de confiança.

3º) Paralelamente foi efectuada uma avaliação de consequências de acidentes graves possíveis de ocorrer.

Os acidentes são cenarizados através da modelação matemática, obtendo-se resultados em termos de:

Níveis de radiação (incêndios)

Sobrepensões (explosões) e

Níveis de contaminação (emissão de substâncias perigosas)

Os cenários de acidente baseiam-se nas quantidades de substâncias perigosas existentes (perigos potenciais).

Os resultados são quantitativos, evidenciados em termos de distância a que poderão ocorrer determinados danos.

4º) Foram igualmente efectuadas **Árvores de Eventos** aplicadas aos cenários de acidentes, para melhor definir as probabilidades associadas aos diversos efeitos

possíveis decorrentes de situação acidental inicial.

“Todas as metodologias anteriormente referidas são amplamente conhecidas e aplicadas em instalações industriais, nomeadamente as que se inserem no âmbito da Directiva Seveso”.

6.1 Identificação de Perigos Internos

6.1.1 Análise Preliminar de Riscos - PHA

A análise foi elaborada através da realização de uma PHA (Análise Preliminar de Riscos) às instalações fabris da LBC Tanquipor, seguida da aplicação de HAZOP's aos sistemas mais relevantes numa perspectiva de segurança.

A PHA é uma metodologia que se destina a:

- identificar os perigos potenciais/ situações perigosas que possam estar na origem de situações acidentais
- pesquisar, de uma forma sistemática, as suas possíveis causas e as consequências previsíveis numa perspectiva humana, da instalação e ambiental;
- atribuir a cada situação uma categoria de frequência e de gravidade, com base nas quais é atribuído um grau de risco.

6.1.1.1 Introdução à Metodologia

Identificação de perigos
Nível de frequência (f)
Medidas de prevenção
Nível de prevenção (P)
Nível de frequência corrigido (F)
Nível de gravidade (g)
Consequências
Medidas de protecção e intervenção
Nível de protecção e intervenção (PI)
Nível de gravidade corrigido (G)
Nível de risco:
Insignificante
Reduzido
Médio
Elevado
Extremo

6.1.1.2 Aplicação de análise preliminar de riscos às instalações da LBC

Tanquipor

Descrição do equipamento e modo de falha	Valor da frequência	Refª Bibliográfica
Rotura total de tanques atmosféricos, paredes simples (situação perigosa/ causa/ origem coluna 1 do PHA; 10;16;22;27;28;29;35;36; 41;43;48)	1×10^{-5} / ano	Purple Book Ichem

6.1.1.3 Conclusões para Análise Preliminar de Riscos

Grau de risco	Nº	Descrição do Cenário
Extremo		-
Elevado	1	Libertação de amoníaco – rotura do tanque ou tubagem por causa externa, originando uma libertação incontrolável
Médio	15	Libertação de acrilonitrilo – rotura por causa externa ou intrínseca do braço de carga, originando uma libertação controlável de acrilonitrilo
Reduzido	5	Libertação de amoníaco – fugas em flanges, válvulas, ligação com as bombas
Insignificante	6	Libertação de amoníaco – degradação do isolamento do tanque (tanque F-2851)

6.1.3 HAZOP's

Face à PHA, (...) na LBC Tanquipor, os

Reservatórios

Equipamentos e

Tubagens

Que contêm substâncias perigosas são as principais fontes de acidentes graves.

6.1.3.1 Introdução à Metodologia

A metodologia **HAZOP** (*Hazard and Operability Study*) é uma metodologia de risco indutiva, i.e., a análise é feita a partir de falhas elementares cujas consequências são procuradas e analisadas com o objectivo de estabelecer uma cadeia de acontecimentos a partir dos quais um acidente pode ocorrer.

Trata-se de uma metodologia que deriva directamente da PHA e que tem como objectivo determinar as relações entre as causas de desvios relativamente às condições normais de processo, e as suas potenciais consequências.

Para o seu desenvolvimento -> equipa multidisciplinar.

Mais sessões de brainstorming -> para identificar possíveis causas e consequências dos desvios do processo.

Aplicadas **palavras guia** em pontos específicos da instalação e sobre os parâmetros críticos.

A aplicação destas palavras a uma **intenção** (aquilo que se espera que o sistema faça, produza ou modo se espera que o sistema reaja) define o chamado **desvio**.

Cada desvio é analisado em termos de

- Possibilidade de ocorrências

- Causas possíveis

- Consequências previsíveis

- Reacções expectáveis por parte do sistema

Produzindo-se um conjunto de observações e recomendações relativas a cada desvio.

Neste estudo as variáveis do sistema utilizadas foram:

- Pressão

- Temperatura

- Nível

Palavra-guia	Significado
Mais	Um aumento quantitativo da intenção. Por exemplo, um caudal mais significa que num dado ponto do sistema e a um determinado momento o fluxo é superior ao esperado
Menos	Uma redução quantitativa da intenção. A intenção é cumprida apenas parcialmente. Por exemplo, caudal menos significa que num dado ponto do sistema e a um determinado momento o fluxo é inferior ao esperado.
Inverso	Um aumento quantitativo da intenção. A intenção é cumprida conjuntamente com uma outra actividade adicional. Por exemplo, assim como significa que num dado ponto do sistema e a um determinado momento a composição do fluido que passa numa tubagem ou equipamento, para além do esperado contem outro produto (Contaminação).
Assim como	A completa substituição da intenção. Nenhuma parte da intenção original é atingida. Algo completamente diferente ocorre. Por exemplo, composição outro que significa que num dado ponto do sistema a composição do fluido que passa numa tubagem ou equipamento é completamente diferente da esperada.
Outro que	Um aumento quantitativo da intenção. Por exemplo, um caudal mais significa que num dado ponto do sistema e a um determinado momento o fluxo é superior ao esperado

6.1.3.3 Conclusões dos HAZOP's

- os acontecimentos que dão origem a situações acidentais de maior gravidade têm, de um modo geral, como causa imediata as roturas de reservatórios, tubagens ou equipamentos que contenham amoníaco, acrilonitrilo ou acetato de vinilo.
- de um modo geral, o acompanhamento do processo, assim como a existência de procedimentos de operação permite, actuar rapidamente, envolvendo uma percentagem elevada dos desvios das condições normais de processo sem dar origem a situações acidentais;
- os meios de intervenção existentes, permitirão limitar significativamente as consequências de um possível acidente.

6.2 Identificação de fontes de perigo externas

- vias rodoviárias
- vias fluviais
- FISIFE
- AP-Amoníaco de Portugal

- CPPE
- Aeroportos e corredores aéreos (B.A. Montijo; Aeroporto Internacional de Lisboa)

6.3 Avaliação de Consequências de acidentes graves

Tendo em atenção:

- as características das substâncias manuseadas/ armazenadas no terminal da LBC Tanquipor
 - as quantidades susceptíveis de serem libertadas em roturas de reservatórios, tubagens e camiões cisternas e,
 - a frequência com que podem ocorrer determinado tipo de rotura
- Forma seleccionados os cenários de acidentes.

6.3.1 Metodologia

6.3.1.1 Acidentes que Envolvem Derrames e emissões em Terra

Numa perspectiva de	Sobrepções Radiação térmica e Toxicidade
---------------------	--

O cálculo das consequências de Acidentes Industriais Graves considerados foi elaborado com base num programa informático de modelação de efeitos resultantes de acidentes envolvendo substâncias perigosas:

PHAST, vers. 6.1, DNV Technica.

6.3.1.2 Acidentes que Envolvem Derrames e dispersão no Estuário do Tejo

Modelo matemático de hidrodinâmica e qualidade da água; que faz parte do sistema MEGA – Modelos Matemáticos de Eng^a e Gestão do Ambiente, com uma formulação bidimensional no plano horizontal.

6.3.2 Pressupostos

6.3.2.1 Acidentes que envolvem derrames e emissões em Terra

- as consequências dos acidentes cenarizados reflectem as condições mais desfavoráveis, propagação direccionada sem interferência de qualquer obstáculo; também para alcance de níveis de radiação e concentração e efeitos de sobrepressão
- todas as distâncias apresentadas têm como origem a zona de acidente e representam distâncias máximas na direcção do vento

- inexistência de barreiras físicas na propagação de ondas de pressão e da radiação térmica

(...)

(ver tabela 6.3.3.1 Resumo de Resultados de Acidentes que Envolvem Derrames ou Emissões em Terra)

- área máxima para ocorrer um derrame não confinado numa área menor de 10 000 m² (situações associadas aos camiões cisterna e descarga contínua a partir do tanque de amoníaco), área que se alargou, face à quantidade de produto instantaneamente libertado, para 20 000 m² no caso do cenário C, colapso total do tanque de amoníaco.

- as simulações de gasolina foram efectuadas utilizando o pentano como produto libertado, isto é, a gasolina foi simulada como se de pentano se tratasse.

- as simulações de gasóleo foram efectuadas utilizando o octano como produto libertado, i.e., o gasóleo foi simulado como se de octano se tratasse.

Descarga

- as rupturas de tubagens de ligação a reservatórios foram consideradas sempre totais e, em caso de escolha, sempre as de piores consequências, por ex., de maior diâmetro e originando libertações em fase líquida.

- os cenários referem-se a situações de máxima libertação possível, i.e., os reservatórios na sua máxima capacidade, e assumindo-se a libertação da totalidade do produto.

Dispersão

Alcance máximo para uma nuvem de atmosfera perigosa de 10 km. Este factor tem a ver com o tempo de duração do próprio cenário.

Para se atingirem distancias desta ordem de grandeza, ou superior, temos de admitir que as condições atmosféricas se mantêm constantes durante um período de tempo alargado, podendo ascender a várias horas para alguns cenários, o que não é razoável.

Tempos de integração para cálculo de concentrações das nuvens perigosas, dependentes do tipo de efeitos estudados:

- 3 600 segundos para estudo do alcance da nuvem até dispersão para valores inferiores a AEGL's para 60 min, já que nos efeitos tóxicos é o valor médio de concentração ao longo do tempo que é determinante (dose).

Retiraram ERPG's

- 18.75 segundos (tempo mínimo permitido pelo modelo) para estudo do alcance de uma nuvem até dispersão para valores inferiores a LII (Limite Inferior de Inflamabilidade) já que nos efeitos inflamáveis é o pico de concentração que é determinante.

A caracterização meteorológica foi feita para as condições mais desfavoráveis e média mais provável para a zona de implantação da instalação.

De referis que as condições mais desfavoráveis diferem consoante se trata de libertações com alcances perigosos elevados (geralmente as condições de atmosfera estável com pouco vento) ou instantâneas e de alcance dos efeitos relativamente reduzidos (geralmente as condições de vento forte).

As situações simuladas foram as seguintes:

<p><u>Estável com pouco vento</u> (condição identificada como NOITE)</p> <p>Vento de 1m/s</p> <p>Classe de estabilidade: F</p>
<p><u>Mais provável</u> (condição identificada como MÉDIA nas tabelas de resultados)</p> <p>Vento de 2.83m/s</p> <p>Classe de estabilidade: D</p>
<p><u>Vento forte</u> (condição identificada como VENTO nas tabelas de resultados)</p> <p>Vento de 10m/s</p> <p>Classe de estabilidade: D</p>
<p>A <u>Humidade relativa</u>, foi mantida constante e igual a 75%, valor médio e representativo a zona de implantação da instalação que influencia pouco os resultados</p>
<p>A <u>Temperatura Ambiente</u>, influencia pouco os resultados, foi mantida constante e igual a 16.4 °C, característica da zona</p>
<p>Em termos de dispersão de nuvens inflamáveis, foi analisada a dispersão e possibilidade de inflamação até 50% do limite inferior de inflamabilidade (LII), cálculo conservativo, para ter em conta eventuais flutuações das nuvens inflamáveis. No caso de produtos simulados, são apresentados valores em “50% LII”.</p>

Os valores limite para toxicidade e inflamabilidade utilizados são:

Propriedade/ substância	Acrilonitrilo	Acetato de Vinilo	Amoníaco	Gasolina	Gasóleo
50% LII	1.4%	1.3%	8%	0.65%	0.4%
AEGL-1/ 60 min	4.6 ppm	6.7 ppm	30 ppm	-	-
AEGL-2/ 60 min	57 ppm	180 ppm	160 ppm	-	-
AEGL-3/ 60 min	100 ppm	610 ppm	1100 ppm	-	-

Três graus de danos:

AEGL-1	Danos reversíveis
AEGL-2	Danos irreversíveis
AEGL-3	Perigo de morte

Os níveis de Radiação Térmica foram de:

Radiação Térmica	5 Kw/ m ²
	12.5 Kw/ m ²
	37.5 Kw/ m ²

Consequências	Valor de Q (Kw/ m ²)
Limite para sentir dor atingido em 15s	5
Cerca de 30 s para 1% de fatalidade; a madeira entra em combustão na presença de uma chama piloto	12.5
Cerca de 50s para morte generalizada de pessoas directamente expostas; provoca fogo na madeira sem chama piloto	37.5

Sobrepessão

- foi assumida uma eficiência de 10% na explosão
- massa mínima necessária para ocorrer uma explosão de 100 kg, valor usualmente atribuído à generalidade dos produtos inflamáveis
- ponto de localização do centro de explosão de uma nuvem

Os **níveis de sobrepessão** considerados para os três graus de danos foram:

0.03 bar	Podendo causar feridos devido a quebra generalizada de vidros
0.1 bar	Danos reparáveis em edifícios com estrutura do tipo betão não armado ou semelhante
0.3 bar	Que origina possível morte por envolvimento em colapso de edifícios (*)

(*) esta foi igualmente a sobrepessão considerada para originar reacções em cadeia devido a este fenómeno.

Adicionalmente, utilizou-se o valor de 0.17 bar, que pode já causar danos importantes em edifícios.

Dois destes valores (0.03 a 0.3 bar) têm efeitos indirectos, cálculo conservativo já que os efeitos directos se fazem sentir apenas para sobrepessões superiores.

- o fenómeno BLEVE não é considerado em qualquer dos tanques do terminal devido às condições de armazenamento e tipo de produtos, meios de prevenção, protecção e intervenção existentes no terminal.
- em relação ao reservatório de amoníaco, as condições de armazenagem não são propícias ao fenómeno (o gás é mantido liquefeito por diminuição de temperatura e não por aumento de pressão), a massa é enorme e para além disso, a ocorrência do

fenómeno por agressão a partir do exterior é inibida pela protecção da bacia de retenção que envolve o reservatório em toda a sua altura.

Outros pressupostos:

- parâmetros necessários (de acordo com os modelos matemáticos utilizados)
- quantidade máxima de produto susceptível de ser libertado
- pressão e temperatura dos produtos
- condições atmosféricas
- geometria das zonas de fuga, i.e., capacidades dos reservatórios, diâmetro dos orifícios de fuga ou de tubagens e áreas de bacias de retenção

(Etc. para cada modelo)

6.3.3.2 Resumo de Resultados que envolvem derrame e dispersão no Estuário do Tejo

Produto	Análise de consequências
Cenário X	A área afectada por concentrações acima do limiar de 0.005 mg/l
Amoníaco	Configura um círculo de 1000 m de raio máximo, centrado aproximadamente no ponto de descarga

6.4 Árvore de Eventos

Pressupostos

6.4.3 Probabilidade de ocorrência de cada cenário de acidente

Para os eventos iniciadores, foram utilizadas taxas de falha para roturas de diversos equipamentos, baseados na tabela constante no capítulo 6.1.1.2 (metodologia PHA; frequências da bibliografia

Cenário	Taxa de frequência dos eventos iniciadores = F
A – Fuga de amoníaco por válvula de segurança do tanque F 2851 (a causa deste cenário é avaria no compressor. Foi utilizado o valor médio da taxa de frequência das referências bibliográficas	3.5×10^{-2} / ano

(...)

Anexo K – Cenários de Acidentes

K3. Cenário C – Colapso do Tanque de Amoníaco F 2851

K3.1 Condições específicas do acidente

Tanque perto do seu nível máximo (cerca de 19 000ton) e a ser reabastecido por um navio.

Temperatura do amoníaco no Tanque (-33°C);

Pressão relativa de 70 mbar (gama de valores usuais de pressão relativa deste depósito: 170 a 700 mm C.A.)

K3.2 Desenvolvimento do cenário

Operação de reabastecimento do tanque amoníaco a partir do

- falha no sistema frigorífico ⇒ aumento de pressão interior do tanque ⇒ colapso (devido a deficiência nas válvulas de segurança ⇒ aumento de pressão ⇒ derrame da totalidade para o exterior (assumida área máxima de derrame de 20 000 m²))

K3.3 Dispersão da nuvem

A ocorrência de um acidente desta natureza, temos consequências seguidamente apresentadas, em função das condições meteorológicas.

Efeitos (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Alcance de 50% do LIL ao nível do solo	245	270	465
AEGL-1. Danos reversíveis (T≥1h)	> 10 000	> 10 000	> 10 000
AEGL-2. Danos irreversíveis (T≥1h)	> 10 000	> 10 000	8245
AEGL-3. Perigo de morte (T≥1h)	> 10 000	3225	8050
Distância até à dose tóxica equivalente			
AEGL-1. Danos reversíveis (T≥1h)	> 10 000	> 10 000	> 10 000
AEGL-2. Danos irreversíveis (T≥1h)	> 10 000	7430	7945
AEGL-3. Perigo de morte (T≥1h)	> 10 000	1795	3060

“Assim, se não ocorrer ignição formar-se-á uma nuvem tóxica que pode provocar danos por exposição a concentrações superiores aos vários níveis numa extensão de vários km.

A cartografia destes efeitos encontra-se no final deste anexo.

Como consequência indirecta da dispersão da nuvem, e considerando a sua inflamabilidade, é possível ocorrer a intercepção da porção da nuvem que se encontra dentro do domínio de inflamabilidade com uma fonte de ignição que forneça a energia de activação necessária para ocorrer a sua inflamação.

K3.4 Inflamação da nuvem

Assim, e para além da possível morte de pessoas que sejam abrangidas pela nuvem inflamada, as consequências resultantes em termos de sobrepressão são as seguintes:

Efeito (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Danos reversíveis (0.003 bar)	1855	1875	1915
Distância até onde se atinge uma sobrepressão máxima de 0.1 bar	795	810	850
Distância até onde se atinge uma sobrepressão máxima de 0.17 bar	565	580	620
Perigo de morte (0.3 bar)	400	410	455

Uma das consequências possíveis desta inflamação é a hipótese de ocorrer o retorno de chama e a inflamação do produto junto à zona do acidente.

K3.5 Ignição do produto a vaporizar do solo

Neste caso, as distâncias de perigo seriam as seguintes:

Efeito (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 5 kw/m ²	275	280	325
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 12.5 kw/m ²	195	210	260
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 37.5 kw/m ²	135	150	215

K3.6 Análise de consequências humanas

Os dados no presente cenário permitem fazer a seguinte avaliação das consequências humanas para os vários graus de danos aplicáveis, e para os efeitos que extravasam os limites da instalação:

A tabela é interminável com os locais abrangidos

Efeito (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Toxicidade, danos reversíveis	(...)	(...)	(...)
Toxicidade, danos irreversíveis	(...)	(...)	(...)
Toxicidade, perigo de morte	(...)	(...)	(...)
Sobrepressão, danos reversíveis	(...)	(...)	(...)

K3.7 Medidas de mitigação

K3.7.1 Acção imediata de protecção e intervenção

K3.7.2 Reparação Ambiental

K10. Cenário I – Colapso total do Tanque 101 de Acrilonitrilo

K10.1 Condições específicas do acidente

- Tanque capacidade máxima, 1619 ton de acrilonitrilo
- Temperatura ambiente de armazenagem (assumido valor médio de 16.4°C)
- Pressão de armazenagem de 30 mbar (gama possível entre 0 e 30 mbar relativos)

K10.2 Desenvolvimento do cenário

Sismo ⇒ “ancoramentos” do tanque cederam ⇒ colapso do tanque + derrame de todo o produto que ficou contido na bacia de retenção.

O vapor produzido formou com o ar uma atmosfera tóxica inflamável;

A nuvem migrou, arrastada pelo vento dispersando-se dentro de concentrações perigosas ao nível do solo.

K10.3 Dispersão da nuvem

Consequências, função das condições meteorológicas:

Efeitos (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Alcance de 50% do LII ao nível do solo	30	20	20
AEGL-1. Danos reversíveis (T≥1h)	>10 000	2560	1350
AEGL-2. Danos irreversíveis (T≥1h)	2325	420	210
AEGL-3. Perigo de morte (T≥1h)	1410	255	155

K10.4 Inflamação da nuvem

Efeito (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Danos reversíveis (0.003 bar)	1165	1200	1200
Distância até onde se atinge uma sobrepressão máxima de 0.1 bar	500	510	515
Distância até onde se atinge uma sobrepressão máxima de 0.17 bar	355	365	365
Perigo de morte (0.3 bar)	250	254	260

Uma das consequências possíveis desta inflamação é a hipótese de ocorrer o retorno de chama e a inflamação do produto.

K10.5 Ignição do produto a vaporizar do solo

Neste caso, as distâncias de perigo seriam as seguintes:

Efeito (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 5 kw/m ²	135	140	135
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 12.5 kw/m ²	95	100	100
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 37.5 kw/m ²	55	60	75

K17. Cenário P – Colapso do Tanque de Gasolina T 204

K17.1 Condições específicas do acidente

- Tanque à sua capacidade máxima, 1725 ton de gasolina
- Temperatura e Pressão ambiente de armazenagem (assumido 0 bar relativos a 16.4°C)
- bacia de retenção com uma área útil de cerca de 2491 m².

K17.2 Desenvolvimento do cenário

Sismo ⇒ “ancoramentos” do tanque cederam ⇒ colapso do tanque + derrame de todo o produto que ficou contido na bacia de retenção.

O vapor produzido formou com o ar uma atmosfera tóxica inflamável, apta a adquirir a energia de activação para entrar em combustão por causa fortuita.

K17.3 Dispersão da nuvem

Efeitos (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Alcance de 50% do LII ao nível do solo	165	105	90

Como consequência indirecta da dispersão da nuvem, e considerando a sua inflamabilidade, é possível ocorrer a intercepção da porção da nuvem que se encontra dentro do domínio de inflamabilidade com uma fonte de ignição que forneça a energia de activação necessária para ocorrer a sua inflamação.

K17.4 Inflamação da nuvem

Para além da possível morte de pessoas que sejam abrangidas pela nuvem inflamada, as consequências resultantes em termos de sobrepressão são as seguintes:

Efeito (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Danos reversíveis (0.003 bar)	800	820	820
Distância até onde se atinge uma sobrepressão máxima de 0.1 bar	340	350	350
Distância até onde se atinge uma sobrepressão máxima de 0.17 bar	240	250	250
Perigo de morte (0.3 bar)	170	175	175

Uma das consequências possíveis desta inflamação é a hipótese de ocorrer o retorno de chama e a inflamação do produto junto à zona do acidente.

K17.5 Ignição do produto a vaporizar do solo

As distâncias de perigo seriam as seguintes:

Efeito (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 5 kw/m ²	60	70	95
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 12.5 kw/m ²	35	35	40
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 37.5 kw/m ²	-	-	-

K17.6 Análise de consequências humanas

(para os efeitos que extravasam os limites da instalação)

Efeito (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Sobrepressão com danos reversíveis			

K20. Cenário S – Incêndio na bacia de retenção da unidade 300 após derrame a partir do tanque de gasóleo e posterior ignição

K20.1 Condições específicas do acidente

- Tanque T-303 na sua capacidade útil máxima, 4198 ton de gasóleo
- Temperatura e Pressão ambiente de armazenagem (assumidos 0 bar relativos a 16.4°C)
- o derrame fica contido na bacia de retenção, com cerca de 3585 m² de área útil.

K20.2 Desenvolvimento do cenário (mesmo que K.17)

Sismo ⇒ “ancoramentos” do tanque cederam ⇒ colapso do tanque + derrame de todo o produto que ficou contido na bacia de retenção.

O vapor produzido formou com o ar uma atmosfera tóxica inflamável;
A nuvem migrou, arrastada pelo vento dispersando-se dentro de concentrações perigosas ao nível do solo.

K20.3 Dispersão da nuvem

Consequências, função das condições meteorológicas:

Efeitos (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Alcance de 50% do LII ao nível do solo	20	15	20

Como consequência indirecta da dispersão da nuvem, e considerando a sua inflamabilidade, é possível ocorrer a intercepção da porção da nuvem que se encontra dentro do domínio de inflamabilidade. Com uma fonte de ignição que forneça a energia de activação necessária para ocorrer a sua inflamação.

K20.4 Inflamação da nuvem

Para além da morte de pessoas que sejam abrangidas pela nuvem inflamada, não é previsível que ocorram danos causados por esta situação. Uma das consequências possíveis desta inflamação é a hipótese de ocorrer o retorno de chama e a inflamação do produto junto à zona do acidente.

K20.5 Ignição do produto a vaporizar do solo

Neste caso, as distâncias de perigo seriam as seguintes:

Efeito (m)/ condições atmosféricas	Noite	Média	Vento
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 5 kw/m ²	70	80	100
Distância até onde se atinge uma radiação térmica máxima de 12.5 kw/m ²	40	40	45

K20.6 Análise de consequências humanas

Um acidente deste tipo apenas tem repercussões no interior da instalação.

Bibliografia

- Guidelines for Quantitative Risk Assessment – Purple Book, CPR 18E, TNO – Publication Series on Dangerous Substances (PGS 3), 1999.
- Geoff Wells, Hazard Identification and Risk Assessment, ICHM, 1996.

Parque de Armazenagem de Porto Brandão - Petrogal, S.A.

CAE:51510

Concelho: Almada

Distrito: Lisboa

Relatório de Segurança 2000, (3 Volumes) (DL 164/ 2001)

PEI

Actividade: Parque de Armazenagem de Porto Brandão é uma instalação de armazenagem e expedição de combustíveis líquidos derivados do petróleo e parafinas com capacidade total de 184 700m³.

(CAE: comércio por grosso de combustíveis líquidos, sólidos e gasosos e produtos derivados)

ITSEMAP

PHAST

2000

ÍNDICE

Petrogal, S.A. "PARQUE DE ARMAZENAGEM DE PORTO BRANDÃO" (estudo de segurança aprofundado)	
1.	Análise de Riscos
1.1	Identificação de riscos
1.1.1	Fontes de perigo internas
1.1.2	Fontes de perigo externas
1.2	Caracterização de Acidentes Industriais Graves (AIG's)
1.2.1	Análise histórica de acidentes
1.2.2	Índices de riscos
1.2.3	Árvore de Análise de acontecimentos
2.	Análise de consequências
2.1	Identificação de cenários de acidentes
2.2	Critérios gerais empregues
2.3	Resultado de acidentes

Anexos: (Base de Dados **MHIDAS**; Resultados do **PHAST**; manual do PHAST; resultados dos **Índices de Mond**)

Substâncias armazenadas:

Gasóleo e Marine gasóleo

“Substâncias perigosas para o ambiente: substâncias cuja classificação de risco é: **tóxico para organismos aquáticos”.**

Área de implantação: 26 700m²

Norte: Lisboa, Belém, 2 km

NE: Lisboa, centro da cidade, 4 km

Este: Almada, 4.5 km; Cacilhas, 5 km

Sul: Monte de Caparica, 2 km

Oeste: Trafaria, 2 km

Envolvente industrial:

Shell Banática – parque de armazenagem de combustíveis e enchimento de botijas de GPL (1 km a Este)

ETC Porto Brandão – empresa de limpeza de navios tanque; 0.5 km a Oeste

ESSO – parque de armazenagem de combustíveis, na Trafaria, 2 km a Este do Parque.

6 bacias de retenção com reservatórios que contêm combustíveis e parafinas.

1ª bacia de retenção: 4 reservatórios

Total capacidade armazenagem total: 5100m³

2ª bacia de retenção: 5 reservatórios

Total capacidade armazenagem total: 27200m³

3ª bacia de retenção: 7 reservatórios

Total capacidade armazenagem total: 43400m³

4ª bacia de retenção: 2 reservatórios

Total capacidade armazenagem total: 14000m³

5ª bacia de retenção: 3 reservatórios

Total capacidade armazenagem total: 50700m³

6ª bacia de retenção: 2 reservatórios

Total capacidade armazenagem total: 50000m³

Produtos	Volumes (frases de risco)
Parafina	2800m ³ (X)
Fuelóleo	60000m ³ (R52/53)
Gasóleo	106100m ³ (R52/53)
Marine gasóleo	12000m ³ (R52/53)

Efluentes:

- 1 – Rede de esgotos sanitários
- 2 – Rede de águas pluviais externas às bacias de retenção
- 3 – Rede de recolha e tratamento de águas oleosas

Rede de recolha e tratamento de águas oleosas, compreende efluentes de:

- águas pluviais retidas nas bacias de armazenagem (águas pluviais potencialmente contaminadas)
- purgas dos reservatórios, das pontes cais e da zona de estacionamento e de carregamento de veículos cisterna

3.2 Identificação e Avaliação de Riscos de Acidentes Graves

“A avaliação de riscos do Parque de Porto Brandão é efectuada de acordo com a respectiva Norma de Procedimentos de Avaliação de Riscos, da U.N. Logística.”

A avaliação do risco inclui a Análise de Risco (Identificação de perigos e estimativa do risco) e a quantificação do risco.

“A análise de riscos proporciona a informação necessária ao conhecimento da ordem de magnitude do risco.”

Para analisar os riscos existem dois métodos de análise:

- **Métodos Dedutivos:** pressupõem a ocorrência de um evento e investiga-se cada um, dos eventos intermédios que provocam a ocorrência do evento pressuposto (p.e. Análise de Árvore de Falhas).

- **Métodos Indutivos:** pressupõem a falha de um elemento, determinando-se seguidamente os eventos que esta falha possa provocar (p.e. Análise Preliminar dos Riscos, Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos).

Para o Porto Brandão “foi efectuada um Estudo de Segurança aprofundado à Instalação. Este estudo inclui uma **Análise de Riscos** com os seguintes pontos:

- **Identificação de Riscos** potencialmente iniciadores de acidentes graves, divididos por:

- **Fontes de Risco Internas:** derivadas de perdas de contenção dos produtos armazenados, em diferentes equipamentos e infraestruturas da instalação, tal como: Tubagens de transporte, bombas, zonas de carga e descarga, reservatórios de armazenagem, serviços utilidades.

- **Fontes de Risco Externas:** derivadas da existência de instalações industriais adjacentes ou de outro tipo, de factores naturais e / ou de factores sociais, que possam afectar directa ou indirectamente a actividade e segurança do Parque de Porto Brandão.

Caracterização de Acidentes Industriais Graves

Através de uma análise detalhada dos riscos inerentes ao Parque de Porto Brandão. Esta caracterização pressupõe duas fases:

- **Análise histórica de acidentes em instalações similares** ao Parque de Porto Brandão, mediante a consulta e comparação da base de dados **MHIDAS** (*Major Hazards Incidents data Service*) pertencente ao “*Health and Safety Executive. Safety and Reliability Directorate*” da “”. Empregue a técnica de **Árvore de Análise de Acontecimentos** *United Kingdom Atomic Energy Authority*.

- **Aplicação da metodologia de Índices de Mond**, desenvolvida pelo *Imperial Chemical Industries PLC*, para avaliação dos índices de risco geral, de explosão externa explosão interna e incêndio do Parque de Porto Brandão.

Depois de analisado, o risco é quantificado e comparado com o valor de um certo **risco tolerável**, previamente admitido. Se o risco não for tolerável haverão acções correctivas, incluídas no Programa de Gestão da Segurança.

O processo conjunto de avaliação de risco e controlo do risco denomina-se “**Gestão do Risco**”.

Fontes de Risco Internas:

Podem ter na sua origem falhas mecânicas ou falha humanas.

A perigosidade do risco dependerá do tipo de substâncias manipulada e da quantidade libertada.

Fontes de risco internas / equipamentos e zonas:

- linhas de transporte
- zonas de carga e descarga
- armazenagens
- caldeiras
- serviços e utilidades

Fontes de Risco Externas:

- instalações adjacentes
- infraestruturas de transporte próximas (vias fluviais; estradas)

Riscos Naturais

- inundações
- aluvionamento de terras
- sismos
- ventos
- raios

2. Análise de Consequências

“A aplicação da análise histórica de acidentes e a experiência em instalações similares, permitem efectuar uma selecção de eventos representativos, tendo em conta, os acidentes de maior gravidade para a envolvente da instalação.

A avaliação do alcance das consequências compreende o cálculo dos efeitos físicos (radiação térmica e sobrepressão) das diferentes hipóteses acidentais e a definição das zonas denominadas – zona de intervenção e alerta.

2.1 Identificação de Cenários de Acidentes

Que podem produzir-se na instalação provocando consequências graves tanto no interior como no exterior.

Com o objectivo de definir a zona de influência máxima da instalação vão ser estimadas as consequências dos acidentes mais graves nas instalações.

Acidentes seleccionados:

Localização	Descrição do cenário	Distância aos níveis de radiação (m)
Parque de armazenagem	Rotura total do tanque TK-13 com fuelóleo	123m Pool fire 3 kw/m ²
	Rotura total do tanque TK-20 com gasóleo	109
	Rotura total do tanque TK-13 com tecto destruído	65
	Rotura total do tanque TK-20 com tecto destruído	
	Rotura total do tanque TK-22 com gasóleo	
	Incêndio no tanque de armazenagem TK-22	
	Rotura total da tubagem TK-13	
	Rotura 20% da tubagem TK-13	
	Rotura total da tubagem TK-20	
	Etc.	
Ilhas de enchimento	Rotura total de cisterna	
Descarga de navio	Rotura da mangueira durante descarga de gasolina e conseqüente incêndio	186 Jet Flame; Distancia ao nível de radiação de 3 kw/m ²

2.2 Critérios Gerais Empregues

“Conservadores” ou “Pessimistas” para que estabeleçam um limite superior dos alcances das zonas objecto de planificação.

1. para os acidentes nos tanques de armazenagem considerou-se que estão à sua máxima capacidade.
2. para roturas de mangueiras de carga: um tempo máximo de respostas de 30 segundos.
3. para estimar as conseqüências, as seguintes condições ambientais:

Temperatura	16.4 °C
Humidade relativa	75%
Velocidade média do vento	2.1 m/s
Classe de estabilidade atmosférica	C/D

4. Para rotura total de cisterna: cisterna cheia

5. para concentração de substância inflamável define-se o valor de LFL/2 (50% LFL) para efeitos indicativos de alcance, com uma certa margem de segurança, prevendo-se concentrações locais superiores às calculadas, na zona onde possa ocorrer a hipotética ignição.
6. no caso da ignição retardada de uma nuvem inflamável, tomar-se-á como ponto de ignição a distância na qual se alcança o LFL/2.
7. todos os cálculos de alcances de consequências dos acidentes postulados efectuaram-se com o programa PHAST.

2.3 Resultados de Acidentes

Para cada um dos acidentes representam-se graficamente os alcances dos danos provocados pela radiação (níveis para 3 e 5 kw/m²) e/ ou inflamabilidade (LFL/2).

Nota: Estudo pouco desenvolvido!

Portucel – Complexo Industrial de Setúbal
Portucel – Empresa Produtora de Pasta de Papel
CAE:
Relatório de Segurança 2003, Ver. 1 (DL 164/ 2001); 8 Volumes
ITSEMAP
PHAST Professional, 6.5.3.1
2003; 2001

ÍNDICE

PHAST, vers. 5.2	
ITSEMAP	
PORTUCEL - COMPLEXO INDUSTRIAL DE SETÚBAL	
4.	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes e dos Meios de Prevenção
4.1	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes
4.2	Análise preliminar e identificação de perigos
4.2.1	Análise de perigosidade das substâncias
4.2.2	Fontes de perigo internas
4.2.2.1	Infraestruturas e equipamentos
4.2.2.2	Instalações e equipamentos de processamento e/ ou armazenagem de substâncias e preparações perigosas
4.2.2.3	Actividades de transporte interno, de carga e descarga e operações de manutenção
4.2.3	Fontes de perigo externas
4.2.3.1	Instalações adjacentes
4.2.3.2	Infraestruturas de transporte próximos
4.2.3.3	Riscos naturais
4.2.3.4	Intrusão ou vandalismo
4.2.4	Análise histórica de acidentes
4.3	Identificação de perigos
4.3.1	Análise HAZOP
4.3.2	Identificação detalhada de perigos
4.4	Análise de Cenários de Acidente
4.4.1	Seleccção de acontecimentos iniciadores de acidentes
4.4.2	Probabilidade do acontecimento iniciador
4.4.3	Tempos de fuga de produtos considerados

4.4.4	Evolução dos cenários de acidentes
4.4.4.1	Árvores de acontecimento
4.4.4.2	Probabilidade dos acontecimentos acidentais
4.4.5	Resultados da análise de acidentes
4.5	Análise de Consequências
4.5.1	Análise dos efeitos térmicos e mecânicos
4.5.2	Análise dos efeitos tóxicos
4.5.3	Metodologia de avaliação dos efeitos sobre o ambiente
4.5.4	Critérios gerais empregues para o cálculo da estimativa de consequências
4.5.5	Resultados da estimativa de consequências
4.5.6	Critérios para a qualificação de consequências
4.5.7	Efeito dominó
4.6	Conclusões sobre a aceitabilidade do risco
4.7	Parâmetros técnicos e equipamentos instalados para a segurança da instalação
4.7.1	Critérios em matéria de segurança utilizados nas fases de concepção, projecto e construção
4.7.1.1	Materiais de construção
4.7.1.2	Lubrificantes
4.7.2	Equipamentos de controlo e segurança instalados
4.7.2.1	Tanques de preparação de solução de Cloreto de Sódio
4.7.2.2	Tanques de armazenagem de solução de Cloreto de Sódio
4.7.2.3	Tanque de Metanol
4.7.2.4	Tanque de Dióxido de Cloro
4.7.2.5	Unidade de produção de Dióxido de Cloro (SVP)

4 Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes e dos Meios de Prevenção

Metodologia

4.1 Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes

Análise Preliminar de Perigos:

Onde se realiza uma análise genérica dos acontecimentos e condições que podem ocasionar um acidente grave, se acordo com a seguinte metodologia:

1.1 análise da perigosidade das substâncias: com a finalidade de identificar possíveis riscos associados à sua manipulação; (inflamáveis, explosivos; comburentes, tóxicas e/ ou perigosas para o Ambiente) de acordo com a Directiva Seveso II

1.2 fontes de risco internas: identificação dos perigos internos e condições que podem

conduzir a acidentes graves no complexo industrial de Setúbal.

Ex.: perda de contenção de produtos perigosos, resultando em fuga ou derrame dos mesmos.

1.3 Fontes de risco externas: identificam-se as fontes de risco externas que podem à priori produzir acidentes graves (na envolvente) (A)

1.4 Análise histórica de acidentes: por consulta da base de dados MHIDAS (*Major Hazardous Incidents Data Service*) do “*Health and Safety Executive. Safety and Reliability Directorate*” da “*United Kingdom Atomic Energy Authority*”.

O objectivo desta análise é poder transmitir à priori, e de uma forma preliminar, as tipologias de acidentes mais prováveis que possam ocorrer no complexo industrial de Setúbal, baseando-nos nos sinistros que ocorreram em instalações similares.

Identificação de Perigos:

Onde se realiza uma análise de acontecimentos e condições que podem ocasionar um acidente grave, identificando as medidas de prevenção existentes para dar resposta às circunstâncias identificadas. Dada a complexidade das instalações de processo recorre-se a uma análise mais detalhada, como a análise HAZOP.

Análise de cenários de acidente:

A partir da materialização de um acontecimento accidental, onde se analisa a evolução de uma fuga de produto. Nesta análise estabeleceu-se as condições base para a estimativa das consequências dos acidentes. Para além disso, os acidentes são avaliados em termos de probabilidade de ocorrência dos mesmos e das suas possibilidades de evolução. Neste ponto desenvolve-se:

2.1 Seleção de Acontecimentos iniciadores de acidentes

2.2 Tempos de Fuga de Produto considerados em função dos tempos de resposta

2.3 Árvores de Acontecimentos: técnica para determinar as diferentes evoluções que podem seguir os produtos, uma vez libertados, a partir da perda de contenção dos equipamentos (jacto de fogo, charco incendiado, dispersão, etc.) para decidir finalmente os diferentes cenários de acidentes.

Avaliação de Consequências de Acidentes:

Cada um dos acidentes é analisado com o objectivo de determinar a gravidade e extensão das suas consequências para as pessoas e os equipamentos e, realizar

uma avaliação do impacto no meio ambiente.

Hierarquização de Riscos:

De acordo com a sua frequência esperada e probabilidade de ocorrência. Produto de uma matriz de avaliação de risco, cada um dos acidentes identificados é comparado com critérios de aceitabilidade, definindo, nos casos que seja necessário, medidas necessárias para reduzir ou controlar o risco.

4.2.3 Fontes de risco externas da Portucel (A)

Instalações Adjacentes

- CITRI (incêndios) – grande distância; não é de prever
- AHLSTROM - (800 m a Oeste); elevado nº de fontes de ignição; grande distância.
- AR LÍQUIDO - (a 1000 m); acetileno e O₂.
- TANQUISADO - (parque de armazenagem de combustíveis (1400 m, Sul)) num istmo artificial do rio Sado;
Armazenagem de combustíveis líquidos (gasolinas, gasóleo, Jet A-1, fuelóleo)
Recepção: navios ancorados
Expedição: veículos cisterna; estrada da Mitrena
- LISNAVE - (1500m Sudeste)
Estaleiros navais; reparação naval; natureza metalomecânica
- SAPEC – adubos e rações para animais; (2 km Noroeste)
- ARISTON -
- CENTRAL TERMOELÉCTRICA DE SETÚBAL (EDP) -

Infraestruturas de Transporte Próximas

- Vias fluviais
- Rodovias (EN 10-4; estrada da Mitrena)
- Ferrovias
- Aeródromos (aeronaves ligeiras; ultra leves; Sapec)
- infraestruturas de transporte de gás (gasoduto de gás natural)

Riscos Naturais
<ul style="list-style-type: none">- Inundações (subida do nível do rio; grande pluviosidade)- Sismos: área sísmica de categoria “A” de acordo com o “Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas, Edifícios e Pontes” (RSAEEP). Os sismos podem provocar a rotura dos diferentes equipamentos que constituem as instalações, com a consequente fuga do produto contido.- Ventos- Raios (tempestades com fortes descargas eléctricas)

4.3 Identificação de Perigos

4.3.1 Análise HAZOP

Ferramenta útil para determinar perigos que apresentam as instalações por desvios nas variáveis de processo.

Método HAZOP é uma técnica de identificação de riscos indutiva baseada na premissa de que os acidentes se produzem como consequência de um desvio das variáveis do processo, relativamente aos parâmetros normais de operação.

A técnica consiste em analisar sistematicamente as causas e as consequências de desvios de variáveis de processo por meio de palavras “guia”.

A primeira fase do estudo HAZOP consiste em delimitar as áreas às quais se aplica a técnica e identificar uma série de nodos ou pontos claramente identificados no processo. Cada nodo será numerado correlativamente dentro de cada subsistema e no sentido do processo para maior comodidade. A técnica aplica-se a cada um desses pontos. Cada nodo é caracterizado por valores determinados das variáveis de processo: pressão, temperatura, etc..

O HAZOP consiste numa aplicação exaustiva de todas as combinações possíveis entre palavra GUIA e variáveis do processo, descartando-se durante a sessão os desvios que não tenham sentido para o nodo determinado.

Palavra Guia	Significado	Aplicação
Não	Utiliza-se para estudar a ausência da variável à qual se aplica	Caudal .nível (equipamento vazio)
Inverso	Analisa a inversão no sentido da variável	Caudal
Mais	Utiliza-se para estudar um aumento quantitativo da variável	Temperatura. Pressão. Caudal (Composição constante). Nível
Menos	Utiliza-se para estudar uma diminuição quantitativa da variável	Temperatura. Pressão. Caudal (Composição constante). Nível
Mais Qualitativo	Estuda o aumento ou presença de uma componente numa mistura	Caudal (maior quantidade de um produto numa mistura. Presença de impurezas)
Menos Qualitativo	Estuda a redução de uma componente numa mistura	Caudal (menor quantidade de um produto numa mistura. Falta de uma componente)
Outro	Estuda a mudança completa na variável	Caudal (mudança completa de). Estado

Conteúdo das colunas do formato HAZOP:

Coluna	Conteúdo
Parâmetro	Condições variáveis de processo (pressão, temperatura, nível, caudal, etc.)
Palavra-guia	De acordo com a tabela
Desvio das condições normais	Descrição do tipo de desvio das variáveis do processo
Causa do desvio das condições normais	Descreve, enumerando as distintas causas que podem conduzir ao desvio
Consequências no item ou equipamento considerado	Para cada uma das causas apresentadas, indicam-se com consequências directas no equipamento onde ocorre o desvio

Outras consequências	Para cada uma das causas apresentadas, indicam-se outras consequências que podem ocorrer, quer como resultado das anteriores, quer noutras locais da instalação.
Indicação e reacção do sistema	Indicar-se é neste caso: Os mecanismos de detecção do desvio apresentados segundo as causas ou consequências (p.e., alarme). Os automatismos capazes de responder ao desvio apresentados segundo causas (p.e., control loop).
Notas e questões	Propostas preliminares de modificação na instalação de acordo com a gravidade da consequência identificada ou devido à falta de desprotecção flagrante da instalação. Instalações que comprometem ou apoiam alguns dos elementos reflectidos nas colunas anteriores.

Para desenvolver a presente Análise de Riscos realizaram-se análise HAZOP para as unidades e equipamentos onde se encontram presentes as substâncias perigosas, que podem dar origem a acidentes graves, de acordo com a Análise Preliminar de Riscos.

Ex.: reservatório de Metanol, reactor de SVP (Anexo 5. ver ex. HAZOP (seguinte))

Exemplo de HAZOP

Parâmetro	Palavra chave	Desvio de condições normais	Causas de C	Consequências de C no item ou equipamento considerado	Outras consequências de C	Indicações com reacção do sistema	Notas e questões
A	B	C	D	E	F	G	H
Temperatura	Mais	Temperatura no interior do reactor superior à esquerda	190. Falha no sistema de fornecimento de vapor ao aquecedor	Eventual subida de Pressão	Eventual decomposição violenta de Dióxido de Cloro	TR1 TI30 PI3 FI30 FiC3	Ver 110
			200. caudal baixo na linha 051-DGS-400	Ver 170	Eventual decomposição violenta de Dióxido de Cloro	TR1	Ver 110

4.3.2 Identificação detalhada de perigos

Análise detalhada dos possíveis acontecimentos que poderão desencadear um acidente grave, identificando as medidas preventivas específicas existentes para cada caso.

1. Identificação e análise dos equipamentos e operações que utilizam substâncias perigosas
2. Identificação e análise dos acontecimentos eventualmente iniciadores de um acidente grave
3. Identificação e análise das causas que podem dar lugar aos acontecimentos considerados, para além das medidas de prevenção existentes.

4.4 Análise de Cenários de Acidente

O processo de análise de Acidentes:

1. Realizar um inventário de equipamentos, agrupado pelas características operativas dos mesmos (produto, pressão, modo de operação, etc.) e de acordo com a classificação estabelecida no processo de identificação de perigos.
2. Aos grupos identificados no inventário são aplicados todos os acidentes identificados no processo de identificação de perigos anterior.
3. Para cada acidente, são identificados os meios existentes para a detecção e resposta imediata ao mesmo (mitigação do acidente) com a finalidade de avaliar o termo “fonte” e os ramais da árvore de acontecimentos. Para facilitar o processo de trabalho e a revisão do mesmo em cada cenário é referenciada a Árvore de Acontecimentos correspondente.
4. Estima-se a ordem de grandeza da frequência do acontecimento, a partir da frequência unitária e a quantidade estimada.

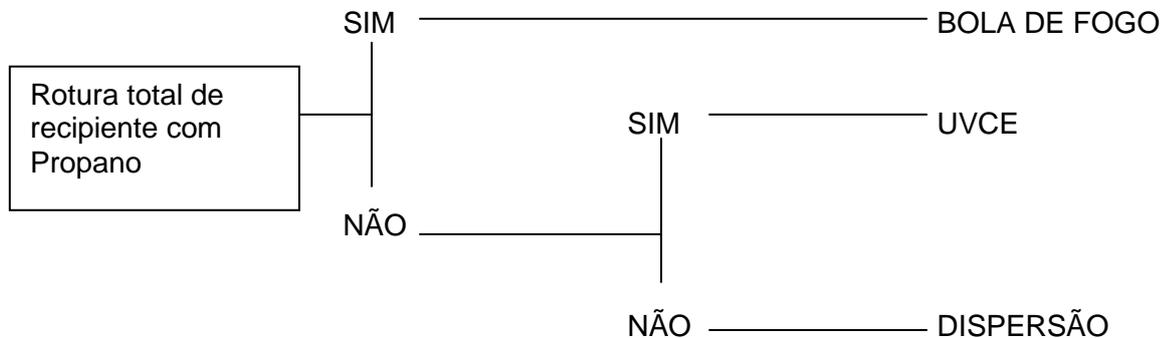
4.4.1 Árvores de Acontecimentos

Método indutivo que descreve a evolução de um acontecimento iniciador sobre a base de resposta.

Árvore de acontecimentos: 1

Tipo de Acidente: Rotura total de recipiente com Propano

Acontecimento	Ignição imediata do produto	Ignição retardada do produto	Consequências
Origem			



Partindo de um acontecimento iniciador obter-se-á uma série de acidentes em função dos acontecimentos que podem ocorrer a partir desse instante (presença de pontos de ignição, proximidade de equipamentos, corte de fuga, etc.).

4.5 Análise de Consequências

Em fenómenos térmicos (incêndio e “flash fire”), mecânicos (sobrepessão) e de toxicidade.

Utilizou-se o programa informático PHAST 5.2, Der Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software, vers. 5.2, 1998.

Para efeitos ambientais, a avaliação da gravidade realiza-se seguindo critérios UNE 150008 2000Ex “Análise e Avaliação de Risco Ambiental”.

4.5.1 Análise dos Efeitos Térmicos e Mecânicos

A avaliação do alcance das consequências compreende o cálculo dos efeitos físicos (radiação térmica e sobrepressão) das diferentes hipóteses acidentais e a definição de zonas afectadas, para diferentes níveis de dano.

Definiram-se as seguintes zonas: que critérios???

Zona I, danos graves generalizados, no interior da qual são esperados danos graves para praticamente a totalidade das infraestruturas e pessoas não protegidas;

Zona II, limite de danos graves, na qual são esperados danos graves, em diferentes graus, nas estruturas e em pessoas não protegidas;

Zona III, efeitos perceptíveis, na qual as consequências dos acidentes provocam efeitos que, ainda que perceptíveis para a população, não provocarão danos graves, excepto para grupos críticos.

Os valores utilizados para a determinação do âmbito das zonas, estão relacionados com: **quais??**

Os efeitos publicados na literatura técnica e regulamentação de países abrangidos pela Directiva 96/82/CE, relativamente à Prevenção de Riscos Industriais Graves.

Como referência, para demonstrar os efeitos reais das consequências de acidentes graves, as tabelas seguintes representam a relação das variáveis físicas com os danos causados pelos acidentes (Det Norske Veritas Activity Responsible Function, Technical Library, 1994)

Efeitos de Sobrepressão Sobre Edifícios

Pico de Sobrepressão	Danos
300 mbar	90% de edifícios seriamente danificados
100 mbar	10% de edifícios seriamente danificados
30 mbar	Danos por fragmentação de vidros de janelas que são projectadas

Probabilidade de Rotura de Tímpano

Probabilidade	Pico de Sobrepressão
1%	0.22 bar
10%	0.43 bar
50%	1.04 bar
90%	2.04 bar

Efeitos de Nível de Radiação

Nível de radiação (kw/m ²)	Danos
0.7	Vermelhidão e queimaduras na pele em exposição prolongada
1.75	Limite de dor alcançado após 60 segundos
2.0	Danos em cabos isolados com PVC.
5.0	Limite de dor após 15 segundos - temperatura de equilíbrio = 230 °C
6.4	Limite de dor após 8 segundos. Queimaduras de 2 ^o grau após 20 segundos
9.5	Limite de dor após 6 segundos - temperatura de equilíbrio = 320 °C
12.5	Ignição de madeira em exposição prolongada, em presença de uma chama piloto
15.0	Temperatura de equilíbrio 390 °C
16.0	Queimaduras graves após 5 segundos
25.0	Ignição de madeira em exposição prolongada,

% de mortalidade, consoante o tempo de exposição e o nível de radiação:

Nível de Radiação (kw/m ²)	Segundos de Exposição para % de Mortalidade de:		
	1%	50%	99%
1.6	500	1300	3200
4.0	150	370	930
12.5	30	80	200
37.5	8	20	50

Os valores utilizados para a classificação das zonas são as seguintes:

EFEITO	ZONA I	ZONA II	ZONA III
Radiação térmica (kw/m ²)	37.5	12.5	4
Sobrepresão (mbar)	300	100	30
Flash Fire	LFL/2 (*)		

(*) LFL (Lower Flammability Limit) é a concentração mínima de vapor de um líquido inflamável em mistura com ar, abaixo da qual não se produz ignição.

Os valores de radiação de 12.5 kw/m² e de sobrepresão de 0.3 bar servem, sobretudo para analisar os possíveis efeitos que possam causar efeitos dominó

noutras instalações (só os efeitos físicos, térmicos e mecânicos podem dar origem a efeito dominó, à priori).

4.5.2 Análise dos Efeitos Tóxicos

Os valores utilizados para toxicidade foram os AEGL “Acute Exposure Guideline Levels”.

Os AEGL utilizados obtiveram-se do programa de desenvolvimento dos índices da EPA, EUA. (**)

A data de actualização do programa é Novembro de 2004.

Utilizaram-se os valores de AEGL 2 e AEGL 3 já que são valores que provocam efeitos relevantes sobre as pessoas. (***)

Os valores AEGL são função do tempo de exposição. Os valores que se empregaram são de 30 min, tempo máximo de exposição que se considera para a exposição de um receptor na direcção óptima de dispersão da fuga, antes de evacuar a zona.

(**) USEPA. AEGL Program. www.epa.gov/oppt/aegl/index.htm

(***) AEGL 2: concentração a/ ou acima da qual se prevê que a população geral, incluindo indivíduos susceptíveis mas excluindo os hipersusceptíveis, pode examinar efeitos a longo prazo sérios ou irreversíveis ou ver impedida a sua capacidade para escapar.

Concentração abaixo da AEGL 3 mas acima da AEGL 2 representam níveis de exposição que podem causar efeitos a longo prazo, sérios ou irreversíveis ou impedir a capacidade de escapar.

Metanol (CH₃OH) ppm (ínterim)

	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 2	11 000	4 000	2 100	720	510
AEGL 3	-	14 000	7 100	2 200	1 400

Anidrido Sulfuroso (SO₂) ppm (ínterim)

	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 2	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
AEGL 3	42	32	27	19	16

4.5.3 Metodologia de Avaliação dos Efeitos Sobre o Ambiente

A avaliação dos efeitos sobre o ambiente foi efectuada por aplicação de um índice de dano ambiental que considera os seguintes aspectos:

- quantidade de substância
- tipo de meio envolvente da instalação
- extensão da zona afectada
- perigosidade da substância

Estes factores foram avaliados numa base qualitativa de 1 até 4 (< a > risco).

Para efeitos deste estudo considera-se a seguinte qualificação dos parâmetros:

Valor a adoptar	Quantidade	Perigosidade	Área afectada	Tipo de meio envolvente
1	$V < 1 \text{ m}^3$	Substâncias líquidas não perigosas e gasosas	$S > 0.1 \text{ ha}$	Urbanizado
2	$1 \text{ m}^3 < V < 10 \text{ m}^3$	Outras substâncias perigosas	$0.1 \text{ ha} < S < 1 \text{ ha}$	Natural degradado
3	$10 \text{ m}^3 < V < 100 \text{ m}^3$	Substâncias R51-R53	$1 \text{ ha} < S < 10 \text{ ha}$	Meio natural
4	$V > 100 \text{ m}^3$	Substâncias R50	$S > 10 \text{ ha}$	Espaço protegido

O valor do índice de consequências ambientais é obtido de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Gravidade} = \text{Quantidade} + 2 \times \text{Perigosidade} + \text{Área afectada} + \text{Tipo de meio}$$

4.5.4 Critérios Gerais Empregues para o Cálculo de Estimativa de Consequências

Para determinar as condições de cálculo dos acidentes, de forma que estabeleçam em qualquer caso um limite superior razoável dos possíveis alcances de consequências, utilizaram-se alguns critérios, considerados como “conservadores” ou “pessimistas”. A escolha de alguns destes critérios baseou-se na literatura técnica da matéria (p.e. “Purple Book”). Assim, estes critérios são:

1. Nos acidentes que envolvem reservatórios de armazenagem, considerou-se que estes se encontram na sua capacidade máxima.
2. Nos cenários de fugas de tubagens contemplados, considerou-se a existência de um orifício de 20% do diâmetro da tubagem. Nas linhas de compressão das

bombas, se se prever atingir um caudal superior a 150% do caudal de operação, adopta-se este valor como caudal de operação, adopta-se este valor como caudal da estimativa de consequências.

3. A duração das fugas foi considerada de acordo com os critérios assinalados anteriormente.
4. No caso de sobreenchimento de reservatórios considera-se um caudal de fuga igual ao caudal normal da operação de enchimento.
5. Para a concentração de uma substância inflamável define-se o valor de LFL/2 (*low flammability limit*; limite inferior de flamabilidade) (50% LFL) para efeitos indicativos de alcance, com uma certa margem de segurança, prevenindo-se concentrações locais superiores às calculadas, na zona onde possa ocorrer a hipotética ignição.
6. No caso de ignição retardada de uma nuvem inflamável e para o cálculo das sobrepressões, tomar-se-á como ponto de ignição a distância no qual se alcança o LFL/2.
7. As condições meteorológicas utilizadas nos cálculos efectuados, são representativas do maior período de tempo de ocorrência e condições extremas, na zona do complexo industrial de Setúbal e são as seguintes:

Condições	Estabilidade atmosférica (Pasquill)	Velocidade do vento (m/S)	Temperatura (°K)	Humidade relativa (%)
1	F	1	298	64
2	D	3.7	290	64
3	C	4.6	290	64
4	D	2.9	290	64
5	C	3.7	290	64
6	D	4.6	290	64

8. O produto considera-se sempre a 17 °C para os cenários relacionados com fugas, temperatura representativa de média anual.

4.5.5 Resultados de Estimativa de Consequências

A avaliação de consequências dos cenários de acidente identificados, baseou-se no seguinte conjunto de estimativas de consequências:

EC1: Rotura total de reservatório de Metanol

EC2: Rotura na linha de saída do Reservatório 11

EC3: Rotura na linha de envio de Metanol ao SVP (compressão da bomba)

EC4: Rotura no Reservatório de Propano

EC5: Rotura na linha de distribuição de Propano

EC6: Rotura no Reservatório de Anidrido Sulfuroso

EC7: Rotura na linha de saída do Reservatório de Anidrido Sulfuroso

EC8: Fuga no Reservatório enterrado de Gasóleo

Nas páginas seguintes apresentam-se os resultados do processo de estimativa de consequências, sob a forma de tabelas.

Tabela 10 – Identificação e Dados Gerais da Estimativa de Consequências

Cod. Est. Cons.	Produto	Pressão relativa (bar)	Cenário PHAST	Diâmetro orifício (mm)	Quantidade Máxima aproximada (kg)	Caudal (kg/s)	Duração (s)	Massa (kg)	Densidade (kg/m ³)	Volume (l)	Área (m ²)
EC1	Metanol		Rotura tanque SO ₂		39000		300	39000	780	50000	55
EC2			Rotura linha saída Metanol	25	39000	2.0	300	600	780	769	55
EC3			Rotura linha envio Metanol	25	39000	0.2	300	51	780	65	
EC4	Propano	8	Rotura reservatório Propano		12000		300	12000	510	23529	
EC5		8	Rotura linha Propano	38.1	12000	1.6	300	480	510	941	
EC6	Anidrido Sulfuroso	6	Rotura tanque de SO ₂		23660		300	23660	1434	16499	
EC7		6	Rotura linha SO ₂	50	23660	16.8	300	5040	1434	3515	
EC8	Gasóleo	0	Rotura tanque gasóleo		16200		300	16200	900	18000	

Tabela 11 – Resultados da Estimativa de Consequências

Cod. Est. Cons.	Alcance consequências Incêndio			Alcance consequências consequências <i>Flash Fire</i>		Alcance consequências UVCE						Alcance consequências Dispersão				Ref PHAST
	CM médias	CM médias	CM médias	CM médias	CM desfavoráveis	CM médias	CM médias	CM médias	CM desfavoráveis	CM desfavoráveis	CM desfavoráveis	CM médias	CM médias	CM desfavoráveis	CM desfavoráveis	
	37.5 kw/m2	12.5 kw/m2	4 kw/m2	LFL/2	LFL/2	300 mbar	100 mbar	30 mbar	300 mbar	100 mbar	30 mbar	AEGL3	AEGL2	AEGL3	AEGL2	
EC1	8	15	25	12	17	75	138	307	82	147	322	28	34	32	40	Case1
EC2	15	19	27	3	7	-	-	-	-	-	-	9	13	19	27	Case2
EC3	7	8	11	2	3	-	-	-	-	-	-	7	18	9	20	Case3
EC4	124	227	390	210	250	120	241	565	120	241	565	-	-	-	-	Case4
EC5	27	31	36	31	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Case5
EC6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2426	12000	5051	50000	Case6
EC7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	912	6222	7162	50000	Case7
EC8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Case8

Tabela 12 – Avaliação de Consequências para o Ambiente

Código Cenário	Tipo de Acidente	Equipamento Específico	Produto	Índice Quantidade	Índice de Sensibilidade Envolvente	Índice Área	Índice Perigosidade Substância	Valor Dano Ambiental
C1	Fuga Líquido	Reservatório vertical Metanol	Metanol	3	3	1	1	9
C2		Reservatório enterrado Gasóleo	Gasóleo	3			3	13
C3		Reservatório horizontal Anidrido Sulfuroso	Anidrido Sulfuroso	3			1	9
C4		Reservatório horizontal Propano	Propano	3			1	9
C5		Tubagem saída reservatório Metanol	Metanol	1			1	7
C6		Tubagem alimentação gerador Dióxido Cloro com Metanol	Metanol	1			1	7
C7		Tubagem saída reservatório Anidrido Sulfuroso	Anidrido Sulfuroso	2			1	8
C8		Tubagem saída reservatório Propano	Propano	1			1	7

No Anexo 6 representam-se graficamente os alcances dos danos provocados pela

- radiação (níveis de 4, 12.5 e 37.5 kw/m²),
- sobrepressão (níveis de 30. 100 e 300 mbar),
- inflamabilidade (LFL/2), e
- toxicidade (AEGL2 e AEGL3).

Esta representação corresponde à estimativa de consequências para as condições mais desfavoráveis dentro das categorias de estabilidade e velocidade do vento estabelecidas.

Os efeitos de radiação e toxicidade apresentados são igualmente os mais desfavoráveis, para os casos em que a ignição de uma determinada quantidade de produto poderá dar origem a um *pool fire* ou *jet fire*.

4.5.6 Critérios para a Qualificação de Consequências

Para aplicar os critérios de qualificação de consequências foram determinadas as distâncias aos pontos vulneráveis, relativamente a cada cenário de acidente.

Tabela 13 – Localização de Pontos Vulneráveis

Cód. Cenário	Equipamento Específico	Localização pontos vulneráveis				Referencia de análise	
		Dist. outras instalações	Dist. Lim estabelecimentos	Dist. áreas industriais exteriores	Dist. outras áreas	Árvore acontecimentos	Cód. Estimativa consequências
C1	Reservatório vertical Metanol	6	500	610	588	3	EC1
C2	Reservatório enterrado Gasóleo	64	389	746	880	7	EC8
C3	Reservatório horizontal Anidrido Sulfuroso	12	501	615	610	5	EC6
C4	Reservatório horizontal Propano	31	417	525	498	1	EC4
C5	Tubagem saída reservatório Metanol	6	500	610	588	4	EC2
C6	Tubagem alimentação gerador Dióxido Cloro com Metanol	25	516	627	592	4	EC3
C7	Tubagem saída reservatório Anidrido Sulfuroso	12	501	615	610	6	EC7
C8	Tubagem saída reservatório Propano	31	417	525	498	2	EC5

Do Anexo 6 – Estimativa de consequências 6 (EC6)

Rotura Catastrófica do Reservatório de Anidrido Sulfuroso (SO₂)

Descrição: considera-se a rotura total de um reservatório de 16 m³ de Anidrido Sulfuroso da fábrica de pasta e a fuga imediata do seu conteúdo, quando este se encontra na sua capacidade máxima.

As condições iniciais estimadas para a rotura do reservatório são:

Quantidade: 23 660 kg de Anidrido Sulfuroso

Temperatura: 288 K

Pressão: 6 bar

Alcance e zonas afectadas

(Lisboa, Alverca, Grândola, Queluz, Oeiras; raio de 50 km)

Nuvem tóxica	AEGL2: 50 000	AEGL3: 5 051
Incêndio	4 kw/m ² : - ⁽¹⁾	12.5 kw/m ² : - 37.5 kw/m ² : -
Flash Fire	LFL/2: -	
Explosão (UVCE)	30 mbar: -	100 mbar: - 300 mbar: -

⁽¹⁾ “-“ não ocorre este tipo de acidente

Consequências para o homem e o ambiente

Consequências para o homem: inalação, pele, olhos

Consequências para o ambiente: poluição atmosférica/ gases de combustão

EC7: Rotura de Tubagem de Saída do Reservatório de Anidrido Sulfuroso

Descrição: considera-se a rotura da tubagem de saída de um reservatório de 16m³ de Anidrido Sulfuroso da fábrica de pasta, quando este se encontra na sua capacidade máxima.

O produto é derramado no solo vaporizando-se em seguida, formando uma nuvem de gases tóxicos.

Quantidade real envolvida no acidente: 5 040 kg

Duração da fuga: 5 min

Temperatura: 288 K

Pressão: 6 bar

Diâmetro tubagem: 50 mm

Distância aproximada do ponto de fuga: 1 m

Caudal de fuga: 16.8 kg/s

Alcance e zonas afectadas:

Nuvem tóxica	AEGL2: 50 000	AEGL3: 7 162
--------------	---------------	--------------

4.6 Conclusões Sobre Aceitabilidade do Risco

Os riscos dos cenários de acidente grave determinados, na fase de identificação de Perigos do complexo industrial da Portucel são classificados em função da frequência de ocorrência das respectivas causas (Índice de Frequência Base) e do Índice de Qualificação de Consequências. A classificação dos Riscos é baseada na seguinte Matriz de Risco:

Matriz de Risco

Alcance consequências graves à população (1% letalidade)	Alcance consequências perceptíveis pela população	Consequências para o meio ambiente		Muito frequente	Frequente	Relativamente frequente	Pouco frequente	Ocasional	Pouco provável	Improvável	Quase impossível
			Ano ⁻¹	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷
			Índices	A	B	C	D	E	F	G	H
Não se atingem	Não se atingem	1-4	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0	G0	H0
Não se atingem	Outras instalações	5-7	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1
Própria instalação	Exterior estabelecimento sem população	8-9	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2
Outras instalações	Exterior estabelecimento áreas industriais	10-12	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	H3
Exterior estabelecimento sem população	Exterior estabelecimento áreas residenciais	13-14	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4
Exterior estabelecimento áreas industriais	Exterior estabelecimento amplas áreas residenciais	15-16	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	H5
Exterior estabelecimento áreas residenciais		17-18	6	A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6	H6
Exterior estabelecimento amplas áreas residenciais		19-20	7	A7	B7	C7	D7	E7	F7	G7	H7

Risco a reduzir (ALARP – *As Low as Reasonably Possible*): Risco frequente sem consequências graves para o ambiente ou população; ou com consequências graves para o ambiente e a população mas frequência muito baixa.

Nota: Não há compromisso quanto aos níveis de risco.

As distâncias de segurança não são reveladas em texto (estão em anexo sem comentários no texto)!

Referencias Bibliográficas - Probabilidades:

- Loss Prevention in the Process Industries. Hazard Identification, Assessment and Control. Frank P. Lees, 2nd edit. 1996. Great Britain.

- Guidelines for Quantitative Risk Assessment “Purple Book” Report CPR, 18E, Committee for the Prevention of Disasters, 1999, Netherlands.

Refinaria do Porto	
Galpenergia	
	CAE:
Relatório de Segurança Junho 2008, Ver. 1 (DL 254/ 2007); 8 Volumes	
ITSEMAP	
	PHAST Professional, 6.5.3
	Junho 2008

ÍNDICE

GALP ENERGIA - REFINARIA DO PORTO (2008)	
4.	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes e dos Meios de Prevenção Árvore de Acontecimentos ou análise de sequencias de acontecimentos – método indutivo.
4.1	Identificação e Análise dos Riscos de Acidentes
4.1.1	Identificação de Perigos (fontes de risco internas e externas; análise de perigos de substâncias ; análise histórica de acidentes)
4.1.1.1	Fontes de risco internas
4.1.1.2	Fontes de risco externas
4.1.1.3	Análise da perigosidade das substâncias manuseadas
4.1.1.4	Análise histórica de acidentes (consulta de MHIDAS)
4.1.1.5	Índices de risco. Índice de Mond (índice de níveis de risco das unidades das fábricas em termos de explosão)
4.1.1.6	Risk Based Inspection (ferramenta que dá informação para a tomada de decisões relativas a acções de inspecção)
4.1.1.7	Análise de risco - Metodologia HAZOP
4.1.2	Análise de cenários de acidente
4.1.2.1	Seleccção de acontecimentos iniciadores de acidentes
4.1.2.2	Tempos de fuga de produtos considerados
4.1.2.3	Árvore de acontecimentos (método indutivo)
4.1.2.4	Seleccção de cenários de acidentes. Possibilidades de ocorrência
4.2	Análise de consequências
4.2.1	Introdução (Fenómenos perigosos: de tipo mecânico; de tipo térmico; de tipo químico (tóxico), que podem ocorrer isolada ou simultaneamente ou sequencialmente)

4.2.1.1	Valores limite para a definição de zonas de planificação
4.2.1.2	Critérios gerais empregues (PHAST v. 6.5.3 da DNV Technica)
4.2.2	Resultados de acidentes
4.2.3	Efeitos dominó
4.2.3.1	Efeitos dominó entre instalações (unidades) da refinaria do Porto
4.2.3.2	Efeitos dominó entre estabelecimentos
4.2.4	Efeitos ambientais adversos
4.2.4.1	Análise de vulnerabilidade
4.2.4.2	Valoração da qualidade da envolvente
4.2.4.3	Resultados da avaliação dos efeitos sobre o ambiente
4.2.4.4	Conclusões dos efeitos sobre o ambiente
4.2.5	Resultados de acidentes
4.2.6	Vulnerabilidade
4.3	Hierarquização de riscos
4.3.1	Critérios para a qualificação de riscos
4.3.2	Determinação da frequência
4.3.3	Determinação das consequências
4.3.4	Determinação de riscos
4.4	Conclusões sobre a aceitabilidade do risco
4.5	Descrição de parâmetros técnicas e equipamentos instalados de segurança
4.5.1	Normas, códigos e recomendações utilizados
4.5.2	Equipamentos de segurança instalados
4.5.3	Medidas de segurança adoptadas nas unidades

3. Descrição da Instalação

Fábrica de combustíveis
Fábrica de aromáticos
Fábrica de óleos base
Fábrica de lubrificantes
Fábrica de utilidades
Central de cogeração
Movimentação de produtos
Expedição de produtos por carro tanque
Tratamento de efluentes

As instalações da Refinaria do Porto dedicam-se À refinação de crude. O crude é composto por uma grande quantidade de substâncias, principalmente hidrocarbonetos, de diferentes características.

A principal perigosidade dos produtos manuseados é a sua inflamabilidade que aumenta devido às condições de operação (altas pressões e temperaturas). As temperaturas de processo, fazem com que a maioria dos produtos esteja acima da temperatura de inflamação. (...) no caso de produtos líquidos, quanto maior for a temperatura maior é a quantidade de produto que pode evaporar-se e formar nuvens de vapores e gases inflamáveis, do que resulta uma maior extensão do potencial acidente. Por sua vez, as altas pressões podem provocar fugas de produto com altos caudais.

Os produtos inflamáveis ao entrar em contacto com pontos de ignição podem dar lugar a diferentes fenómenos de incêndio e explosão os quais geram radiações e / ou sobrepressões capazes de provocar danos sobre as pessoas e bens.

A maior parte dos gases liquefeitos de petróleo armazenam-se À temperatura ambiente e À pressão de vapor correspondente. A emissão destes produtos para a atmosfera leva a uma rápida evaporação do produto produzindo uma aumento significativo das nuvens de gás.

Além disso, também estão presentes nas instalações substâncias de características tóxicas cuja libertação pode provocar danos nas pessoas.

3.2.1 Selecção do Método de Análise de Riscos

A metodologia a seleccionar depende da complexidade do processo ou actividade a analisar:

- para processos relativamente conhecidos, ou para pequenas modificações, utiliza-se um método simplificado (listas de verificação, análise preliminar de riscos, etc.) baseado principalmente na experiência do pessoal da equipe de trabalho;
- para novas instalações, reconfigurações (“*revampings*”) novos processos ou processos que apresentam particularidades que não permitam uma generalização, aplicam-se métodos de análise mais complexos como o HAZOP.

4.1.1 Identificação de Perigos

4.1.1.1 Fontes de risco internas

- a) linhas de transporte

a perda de contenção de substâncias perigosas no transporte por tubagens pode surgir como consequência dos seguintes efeitos:

a.1) rotura violenta por colisão de equipamentos e movimentos de terra (camiões, bulldozers, etc.)

a.2) fissuras por corrosão;

corrosão interna, relacionada com as características químicas das substâncias transportadas, características do material de tubagem, etc.

corrosão externa, relacionada com as condições atmosféricas do local.

Se o sistema de tubagens estiver submetido a tensões elevadas, esta corrosão põe provocar a rotura total da conduta.

a.3) falhas por fadiga do material. Risco acentuado em sistemas que trabalhem por cargas ou em condições variáveis de pressão e temperatura.

a.4) rotura pelo efeito de riscos naturais (p.e. movimentação de terras, enxurradas, etc.)

a.5) rotura ou deformação devido a tensões térmicas provocadas por um arrefecimento ou aquecimento súbito

a.6) rotura das uniões soldadas devido a defeitos na própria soldadura ou falta de inspeções periódicas

a.7) deterioração de juntas de flanges, em uniões entre tubagens ou entre equipamentos

b) equipamentos de impulsão (bombas e compressores)

são fontes potenciais de perda de contenção; podem provocar variações de pressão e fluxo e vibrações (que podem provocar avarias em equipamentos agregados) indesejadas.

b.1) compressores

são sistemas de impulsão do processo;

fontes de risco:

- falta de lubrificação
- defeito nos instrumentos que indicam mau funcionamento
- isolamento deficiente
- presença de líquidos na aspiração
- deficiente protecção exterior
- defeitos no sistema de purga
- sistema de fixação inadequada
- vibrações

c) zonas de carga e descarga

Principais riscos:

- fugas por deficiência nos equipamentos de enchimento (braços articulados ou tubagens flexíveis) devido a causas análogas às linhas de transporte ou desgaste de material nomeadamente no caso das ligações rápidas às cisternas
- fugas por falha na operação
- colisão de veículos, com elementos do terminal
- derrames por transbordamento de cisternas

Estes derrames associados à existência de fontes de ignição (electricidade estática e outras) podem provocar a inflamação da substância em perda.

d) Armazenagem

Na refinaria é feita em 4 tipos de recipientes:

- esferas de armazenagem de gases liquefeitos
- tanques cilíndricos, refrigerados para gases liquefeitos
- tanques cilíndricos, pressurizados com Azoto de armazenagem de líquidos a pressão atmosférica, de tecto fixo ou flutuante.

As falhas que podem originar acidentes graves são:

- falhas no material, por defeito mecânico:
 - corrosão
 - fadiga
 - rotura por impacto a partir do exterior
- rotura por falha ou insuficiência de dispositivos de alívio de pressão, devido a:
 - sobrecarga térmica (incêndio ext.)
 - transvasamento
 - falha nas operações de ventilação atingindo concentração de inflamabilidade.
- explosão interna, em tanques atmosféricos com tecto fixo, provocada normalmente por impacto de raio
- entrada de água em tanques aquecido ($> 100^{\circ}\text{C}$)

e) equipamentos de processo

f) serviços gerais

4.2 Análise de consequências

Com base em análise histórica de acidentes,

Experiencia em unidades similares,
Resultados das diferentes metodologias aplicadas.

4.2.1.1 Valores limite para definição de zonas de Planificação

Zonas definidas por recomendação da APA

“As zonas potencialmente afectadas pelos fenómenos perigosos que derivam dos acidentes potenciais nas instalações, determinam-se com base nas distâncias a que determinados variáveis físicas representativas alcançam valores limites, delimitando as diferentes zonas de efeitos de equipamento, pessoas ou para o ambiente.

Estas zonas definidas para o controlo e planificação face ao risco de acidentes graves, nos quais intervêm substâncias perigosas.

Radiação Térmica (kw/m²)		
Zona 1	Zona 2	Zona 3
37.5	12.5	4

Sobrepessão (mbar)		
Zona 1	Zona 2	Zona 3
300	100	30

Toxicidade (ppm)		
Zona 1	Zona 2	Zona 3
AEGL-3	AEGL-2	AEGL-1
ERPG-3	ERPG-2	ERPG-1

Os valores de radiação 12.5 kw/m² e sobrepessão de 0.3bar servem para analisar os possíveis efeitos que possam causar efeitos dominó noutras instalações, (só os efeitos físicos térmicos e mecânicos podem dar origem a efeito dominó, a priori).

Os valores utilizados para toxicidade são AEGL (EPA, www.epa.gov/oppt/aegl) (acute exposure guideline level).

Na falta de registos AEGL utilizam-se os ERPG (*Emergency Response Planning Guidelines*) (SCAPA-Subcommittee on Consequence Assessment and Protective Actions www.orise.orau.gov/emi/scapa/).

AEGL – referem-se a períodos de 30”

ERPG - referem-se a períodos de 1h

AEGL e ERPG são função do tempo de exposição.

AEGL-30”, tempo máximo de exposição que se considera para a exposição de um receptor na direcção óptima de dispersão da fuga, antes de evacuar a zona.

Os ERPG referem-se a uma hora.

Definição de cada índice:

AEGL-1: concentração a / ou acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos susceptíveis mas excluindo os hipersusceptíveis, pode experimentar irritação, sem que hajam efeitos a longo prazo sérios ou irreversíveis.

AEGL-2: concentração a / ou acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos susceptíveis mas excluindo os hipersusceptíveis, pode experimentar efeitos a longo prazo sérios ou irreversíveis ou ver impedida a sua capacidade de escapar.

AEGL-3: concentração a / ou acima da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos susceptíveis mas excluindo os hipersusceptíveis, pode experimentar efeitos ameaçadores para a vida ou a morte.

Concentrações abaixo de AEGL-3 mas acima de AEGL-2 representam níveis de exposição que podem causar efeitos a longo prazo, sério ou irreversíveis ou impedir a capacidade de escapar.

ERPG-1: máxima concentração no ar abaixo da qual, se prevê que quase todos os indivíduos podem estar expostos até 1h experimentando apenas efeitos adversos ligeiros e transitórios ou percebendo um odor claramente definido.

ERPG-2: máxima concentração no ar abaixo da qual, se prevê que quase todos os indivíduos podem estar expostos até 1h sem experimentar ou sofrer efeitos graves ou irreversíveis ou sintomas que possam impedir a possibilidade de desenvolver acções de protecção.

ERPG-3: máxima concentração no ar abaixo da qual, se prevê que quase todos os indivíduos podem estar expostos até 1h sem experimentar ou sofrer efeitos que ameaçam a própria vida. No entanto, podem sofrer efeitos graves ou irreversíveis ou sintomas que possam impedir a possibilidade de desenvolver acções de protecção.

4.2.1.2 Critérios gerais empregues

Consequências de acidentes: programa **PHAST** – simulações; vers. 6.5.3, DNV Technica

Que considera as características do produto; da descarga ; ambientais.

4.2.2 Resultado de acidentes

De seguida apresenta-se um exemplo de quadro com acidentes postulados e zonas calculadas para cada fenómeno produzido (incêndio de charco, explosão, jacto de fogo, ...).

Para avaliar as consequências aplicam-se diferentes modelos matemáticos que permitem calcular:

- magnitude e duração da fuga ou derrame
- duração e intensidade da radiação térmica, em função da distância
- sobrepressão devida a uma explosão, em função da distância

As consequências ficam caracterizadas para:

- níveis de radiação
- pico de sobrepressão e
- concentração de tóxicos no ar.

4.2.2 Resultado de acidentes

Localização	Nº acidente	Código	Acidente	Clima	Alcance da Dose Tóxica Equivalente			Distância BLEVE (kw/m ²)			Distância Incêndio de Jacto (kw/m ²)			Distância Incêndio de Charco (kw/m ²)			Distância aos Flash Fire	Distância sobrepressão (mbar)		
					AEGL1 ERPG1	AEGL2 ERPG2	AEGL3 ERPG3	4.0	12.5	37.5	4.0	12.5	37.5	4.0	12.5	37.5		LFL/2	30	100
Movimentação de produtos (zona de GPL)	5	MP-5	Rotura catastrófica da esfera de butano TK-6102D	2.9 m/s	-	-	-	841	403	NA	-	-	--	588	454	355	1903	3734	2597	2220

4.2.4.3 Resultado da Avaliação dos Efeitos sobre o Ambiente. Ex. de quadro para o mesmo código de acidente da Tabela 4.2.4.2

Nº Código	Cenário	Substância simulada / quantidade (kgx103)	Superfície da água	Atmosfera	Massa de água	Fundo da água	Litoral	Solo	Índice global	Classificação	Meio afectado mais relevante
1	Rotura catastrófica da esfera de butano TK-6102D	Butano	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	11	Moderado	Atmosfera
MP-5		1109	Nulo	Moderado	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo			

Sapec Agro, SA – Divisão de Protecção de Culturas

Revisão 03- Maio 2005

CAE:

Instalações destinadas à produção de agroquímicos

Relatório de Segurança (1 volume) (DL 164/2001)

Empresa consultora: Volda, Engenharia e Gestão Industrial, Lda.

PHAST Professional, 6.4.2

Maio 2005

ÍNDICE

Sem registo

Total de trabalhadores: 162

IV – Descrição do Estabelecimento

Em termos geográficos a actividade industrial desenvolve-se em duas áreas:

Lote Sapec Agro: formulação embalagem e armazenagem de Insecticidas/ Fungicidas e Herbicidas e Armazenagem de Enxofres

Lote Sopac: formulação e ensacamento de enxofres

Unidade de Insecticidas/ Fungicidas

Formulação e embalamento; armazenagem (armazéns 2 e 3) armazenagem de rótulos e amostras e cisterna de solventes

Unidade de Formulação e Embalamento

De insecticidas e fungicidas – edifício com área 2360m²

Armazenagem de graneis líquidos

Uma cisterna com 30000l dividida em três compartimentos interiores:

Ciclohexanol (1º e 2º compartimento – 1020l e 6300l); óleo (3º compartimento 11300l)

Uma cisterna com 2800l, dividida em 3 compartimentos: xileno (27811l)

A transferência de solventes é feita por tubagem aérea

Armazenagem de ensacados e embalados (Armazém 2)

Unidade de Herbicidas

Constituída pela unidade e Formulação e Embalamento e por instalações de armazenagem (armazém de Herbicidas, parque externo de armazenagem e depósito de Propano)

Formulação e embalagem de Herbicidas sólidos (moagem - doseamento e mistura – embalamento)

Formulação e enchimento de Herbicidas líquidos: 3 famílias de herbicidas líquidos: suspensões aquosas (*flowastes*); concentrações para emulsão (CPE); soluções aquosas.

Instalações de Armazenagem (Herbicidas)

- Armazenagem de ensacados e embalados
- Armazenagem de gases

Unidade de enxofres

Unidade de formulação e ensacamento (Enxofre molhável e Enxofre sólido)

- Formulação de Enxofre polvilhável
- Formulação de Enxofre molhável
- Ensacamento de Enxofres

Instalações de armazenagem (Enxofre)

- Armazenagem de granéis sólidos
- Armazenagem de ensacados e resíduos

Drenagem e tratamento de efluentes líquidos

- efluentes líquidos industriais/ processo de fabrico => efluente líquido contaminado com pesticidas
- - efluentes das unidades de formulação de herbicidas e insecticidas/ fungicidas -> recolhidas em tambores de 200l ou contentores de 1000l. Parte podem ser reutilizados no processo.

Parte, não reutilizável, é armazenado temporariamente no Ecoparque e enviado a destino adequado.

Águas de lavagem de pisos e eventuais derrames: são drenadas através de caleiras para fossas estanques e transferidas para contentores de 1000l.

Águas de lavagem de equipamento e pisos da unidade de formulação e ensacamento de Enxofre são recolhidos através de caleiras num tanque e reenviadas a processo

Efluente pluviais lote Sapec Agro: são colectados e dotado de um sistema de controlo de descargas e descargas no rio Sado.

É dotado de válvula de isolamento permanentemente fechada e uma caixa de ligação onde estão instalados, uma bomba submersível (100m³/h) e um sensor que acciona a bomba quando se atinge um determinado nível de água na caixa. Esta contenção da rede interna de águas pluviais tem uma capacidade de 80 m³.

Sistema semelhante de 5 m³ para a unidade de Herbicidas.

Software **PHAST**, vers. 6.4.2 (com módulo específico (*warehouse fire*) para modelação de dispersão de nuvens tóxicas e cálculo das consequências em termos de toxicidade).

Modelo para:

- eventos associados a libertação de substâncias perigosas a partir de tanques e tubagens (*vessel or pipe source*) prevendo que fenómenos poderão ocorrer e a sua sequência bem como as consequências para o homem (em termos de exposição a radiações, a sobrepressões e substâncias tóxicas).
- modelação da dispersão de nuvens originada por uma libertação definida pelo utilizador (*user defined source*) até uma concentração não perigosa, e o cálculo das consequências de incêndios, explosões e exposição a tóxicos, para definição de zonas de efeitos.
- dispõe ainda de um módulo específico (*warehouse fire*) para modelação de dispersão de nuvens tóxicas resultantes de incêndios em armazéns de pesticidas e cálculo de consequências em termos de toxicidade.

Inclui modelos de descarga, evaporação de piscina e dispersão bem como modelos para cálculo de consequências de *JET FIRE*, *POOL FIRE*, *FIRE BALL*, *BLEVE*, explosões (*TNT*, *MULTINERGY*, *BAKER STREHLOW*) e ainda emissões tóxicas

(incluindo o cálculo da função PROBIT e a determinação de probabilidade de fatalidade), os quais são considerados sequencialmente no seguimento de uma libertação ou podem ser utilizados individualmente.

PRESSUPOSTOS:

Condições meteorológicas:

1.5/F
1.5/D
5/FD

Efeitos: radiações térmicas:

4 kw/m²
12.5 kw/m²
37.5 kw/m²

Distâncias de Segurança:

Para cenário BLEVE de Propano

Distâncias de trabalho para bombeiros = 4 x raio da bola de fogo

Distância mínima para o público = 15 x raio da bola de fogo

Pressupostos para modelação de incêndios em Armazéns e instalações de processo:

Foi definida a composição química de um pesticida de referência, para cada uma das instalações em questão

Esta situação não corresponderá a uma situação real.

“A composição do “pesticida de referência” num dado momento será diferente da obtida através dos cálculos efectuados, quer pela existência de um limite na capacidade de armazenagem quer dada a sazonalidade da actividade o que implica que algumas substâncias, consideradas para efeitos de cálculo, não estarão presentes no caso de ocorrência de um eventual incêndio.”

“O software, uma vez definido o pesticida de referência e a respectiva quantidade, bem como as dimensões do edifício e os parâmetros do incêndio (áreas e tempos), calcula os produtos de combustão (CO₂, H₂O, HCl, HBr, HF, NO₂, MnO₂, SnO₂, I₂ e N₂) e cria uma mistura de gases de combustão, representada em termos das fracções equivalentes de NO₂, SO₂ e HCl (este representando a soma de HCl, HF e HBr) que se considera como a nuvem tóxica, libertada à temperatura ambiente e para a qual são calculados os efeitos tóxicos da dispersão.”

Unidade de Insecticidas/ Fungicidas –				
Cenário A – perda de confinamento na cisterna de xileno.				
A1 – Rotura Catastrófica				
A1.1	Parâmetro	1.5/F	1.5/D	5/D
	Dispersão da nuvem Dist. / tempo para IDLH (m/s)	144.6/ 257.1	60.4/72.2	65.7/23.6
A1.2 Late Pool Fire	Parâmetro	1.5/F	1.5/D	5/D
	Dist.máxima para ½ LII(m)	14.7	18.2	21.3
	Dist.máxima para LII(m)	9.7	11.3	11.1
A1.3 Flash Fire	Parâmetro	1.5/F	1.5/D	5/D
	Dist. / tempo para IDLH (m/s)	144.6/ 257.1	60.4/72.2	65.7/23.6
A1.4 VCE (vapour cloud explosion)	Parâmetro	1.5/F	1.5/D	5/D
	Dist. máxima para explosão (m)	5	5	5
	Dist. máxima para sobrepresão 0.03 bar (m) (danos ligeiros em edifícios)	31.2	30.4	22.4
	Dist. máxima para sobrepresão 0.10 bar (m) (danos moderados em edifícios)	16.2	15.8	12.4
	Dist. máxima para sobrepresão 0.30 bar (m) (danos graves em edifícios)	10.6	10.4	8.7

Late Pool Fire: inflamação retardada de, por ex., Xileno derramado e só ocorre na presença de uma fonte de ignição.

Flash Fire^(*): dispersão seguida de inflamação da nuvem

VCE^(*): dispersão seguida de explosão da nuvem

^(*) só ocorrem se a nuvem encontrar uma fonte de ignição enquanto ainda estão presentes concentrações inflamáveis ou explosivas, respectivamente.

Desenvolvimento de Cenários

1. Unidade de Insecticidas/ Fungicidas
Cenário A – perda de confinamento na cisterna de Xileno
A1 – rotura catastrófica
Consequências A1.1 – dispersão da nuvem
A2 – rotura catastrófica na linha de descarga

Local: Unidade de Insecticidas/ Fungicidas – Cenário

Cenário		
<p>A – perda de confinamento na cisterna de Xileno</p> <p>Estado: líquido Tipo de depósito: cilíndrico horizontal diâmetro: 2.1m volume depósito: 27.81 m³ densidade do líquido: 864 kg/m³ pressão depósito: pressão atmosférica temperatura depósito: 20^oC LSI: 7% LII: 1.1 % IDLH: 900 ppm</p>	A1 – Rotura Catastrófica	<p>A1.1 – Dispersão da Nuvem A1.2 - Pool Fire A1.3 – Flash Fire A1.4 - VCE</p>
	A2 – Rotura na linha de descarga	<p>A2.1 – Jet Fire A2.2 - Dispersão da Nuvem A2.3 - Pool Fire A2.4 - Flash Fire</p>
	A3 – Rotura no tanque	<p>A3.1 - Jet Fire A3.2 - Dispersão da Nuvem A3.3 - Pool Fire A3.4 - Flash Fire</p>
	A4 – Rotura com libertação total em 10”	<p>A4.1 - A4.2 - Dispersão da Nuvem A4.3 - Pool Fire A4.4 - Flash Fire</p>
<p>B – perda de confinamento na cisterna de Ciclohexanona</p> <p>Estado: líquido Tipo de depósito: cilíndrico horizontal diâmetro: 2.1m volume depósito: 18.360 m³ densidade do líquido: 946.5 kg/m³ (T=25^oC capacidade do depósito: 17378kg pressão depósito: pressão atmosférica temperatura depósito: 20^oC LSI:9.4% LII: 1.1 % IDLH: 700 ppm</p>	B1 – Rotura catastrófica	<p>B1.1 - Dispersão da Nuvem B1.2 - Flash Fire B1.3 - VCE</p>
	B2 – Rotura linha de descarga	<p>B2.1 - Jet Fire B2.2 - Dispersão da Nuvem B2.3 - Pool Fire B2.4 - Flash Fire</p>

Local: Unidade de Insecticidas/ Fungicidas – Cenário

Cenário		
B – perda de confinamento na cisterna de Ciclohexanona Estado: líquido Tipo de depósito: cilíndrico horizontal diâmetro: 2.1m volume depósito: 18.360 m ³ densidade do líquido: 946.5 kg/m ³ (T=25 ^o C) capacidade do depósito: 17378kg pressão depósito: pressão atmosférica temperatura depósito: 20 ^o C LSI:9.4% LII: 1.1 % IDLH: 700 ppm	B3 – rotura tanque	B3.1 – Jet Fire B3.2 – Dispersão da nuvem B3.3 - Pool fire B3.4 - Flash fire
	B4 – rotura com libertação total em 10''	B4.1 – Jet Fire B4.2 – Dispersão da nuvem B4.3 - Pool fire B4.4 - Flash fire
C – Incêndio no armazém Composição pesticida de referência Tipo de instalação Comprimento: 80m Largura: 46m Altura: 7.7m	Distância para probabilidade de letalidade 0.001 (m)	CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS 1.5/F: 2565m Praias do Sado, Inst. Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Educação 1.5/D: 771m 5/D: 387m
D: Incêndio na unidade de Formulação		CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS 1.5/F: 1463m Influencia na zona industrial envolvente 1.5/D: 470m 5/D: 194m

Local: Unidade de Insecticidas/ Fungicidas – Cenário

Cenário		
E: perda de confinamento no depósito de gás Propano	E1 – rotura catastrófica de depósito	E1.1 – BLEVE / Bola de fogo E1.2 – dispersão da nuvem E1.3 – Flash Fire E1.4 – VCE
	E2 – rotura na linha de entrada	
	E3 – rotura no tanque	
	E4 – rotura com libertação total em 10”	
F: Cenário no armazém de Herbicidas	Distância para probabilidade de letalidade 0.001 (m)	1.5/F: 1800m 1.5/D: 588.7m 5/D: 241.3m
G: Incêndio na Unidade de Formulação		1.5/F: 1007m 1.5/D: 310m 5/D: 121m
H: Incêndio no Armazém de Enxofres		1.5/F: 4530m 1.5/D: 1389m 5/D: 7850m
I: Incêndio na Unidade de Formulação e Ensacamento		1.5/F: 3596m 1.5/D: 880m 5/D: 416m

Bibliografia:

- Safety Report Assessment Manual: www.hse.gov.uk/comah/sragtech/index.htm
- Guidelines for Quantitative Risk Assessment (CPR 18E)-Committee for the Prevention of Disasters
- Risk Management Program Guidance for Consequence Analysis – EPA 550-B-99-009 (Abril 1999)
- Revision 20 of ERPG's and TEELs for Chemicals of Concern (Abril 2004) – US Department of Energy.

Sapec Agro, SA – Divisão de Protecção de Culturas

Aditamento em resposta a fax de APA de 15.05.2008

CAE:

Sistema de Gestão de Segurança (1 volume) (DL 254/ 2007)

PHAST Professional, 6.5.3.1

Maio 2008

ÍNDICE

Sem registo

“Procedimento de gestão – Prevenção de Acidentes Graves”

2.2 Avaliação de Riscos

Considerada avaliação de risco que considera dois critérios:

Frequência expectável – relacionada com a previsão de ocorrência desse acontecimento perigoso.

Gravidade – correspondente à magnitude das consequências para o homem e/ ou o ambiente de um determinado evento relacionado com uma substância perigosa.,”

$$\text{Risco: } R = F \times G$$

Ver aditamento 3

F: frequência de ocorrência

G: gravidade das consequências

2.3 Cenários de Acidentes Graves e Análise de Consequências

Tipologia dos riscos de acidentes graves considerada:

i) Incêndio / explosão

em depósitos/ cisternas de armazenagem de substâncias inflamáveis na sequência de uma perda de confinamento

ii) Emissão para o ar de produtos de combustão tóxicos na sequência de incêndios em instalações de processo e armazenagem

iii) Emissão de produtos tóxicos para a água por perda de confinamento de águas de combate a incêndios em instalações de processo e de armazenagem.

2.3.2 Eventos padrão (cenários tipo i)

2.3.2.1 BLEVE/ Bola de Fogo

BLEVE: Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion

Um BLEVE conduzindo a uma bola de fogo que pode produzir intenso calor, pode ocorrer se um depósito contendo um material inflamável explodir na sequência de exposição ao fogo. O calor de radiação da bola de fogo é o primeiro risco deste evento, podendo também resultar da explosão a fragmentação do depósito e sobrepressão.

2.3.2.2 Incêndio tipo labareda (Flash Fire)

Este incêndio resulta da dispersão de uma nuvem de vapor inflamável seguida de ignição.

Este incêndio pode retornar e representar um risco de exposição a radiação para os presentes na área da nuvem.

2.3.2.3 Vapor Cloud Explosion (VCE)

(explosão da nuvem de vapor)

Para ocorrer um VCE é necessário que se verifique, pelo menos, uma libertação rápida de uma grande quantidade de material inflamável e condições de turbulência (causadas por uma libertação turbulenta ou condições de congestionamento na área da libertação ou ambas). Este tipo de explosões é considerado geralmente como evento improvável; contudo, no caso de se verificarem condições para tal, poderá ser o cenário com piores consequências.

2.3.2.4 Incêndio tipo piscina (Pool Fire)

Resulta de uma libertação de um líquido inflamável, com posterior ignição, sendo de considerar os efeitos da radiação térmica.

2.3.2.5 Fogo tipo Jacto (Jet Fire)

Resulta de uma libertação, na presença de uma fonte de ignição, por um orifício de um tanque ou tubagem, que contenha um líquido ou gás liquefeito sob pressão ou comprimido.

2.3.3 Condições de referência

2.3.3.1 Condições meteorológica

Categoria 1.5 F (significando uma velocidade do vento de 1.5 m/s e classe de estabilidade Pasquill F)

Categoria 1.5/ D

Categoria 5/ D

2.3.3.2 Parâmetros para cálculo de efeitos

Utilizaram-se as **funções Probit**, constantes do software, para cálculo da probabilidade de letalidade quer em termos de **radiações térmicas (4 kw/m²; 12.5 kw/m²; 37.5 kw/m²)** (estabelecidos no software utilizado), quer de efeitos tóxicos.

Foram consideradas para cálculo de consequências de explosões os seguintes valores de **sobrepresão: 0.03 bar; 0.1 bar; 0.3 bar.**

As distâncias de interesse foram definidas, tendo em consideração a existência, na vizinhança dos locais de ocorrência, de outras instalações industriais e de armazenagem quer da SAPEC Agro quer de outros operadores (para áreas de efeitos reduzidos) ou a existência de aglomerados populacionais (para áreas de efeitos maiores).

2.3.3.3 Distâncias de segurança

Para o cenário de BLEVE de Propano consideraram-se como **distâncias de segurança** as seguintes (*International Labour Office – ILO. Major Hazard Control – A Practical Manual*):

distância de trabalho para bombeiros = 4 x raio da bola de fogo

distância mínima para o público = 15 x raio da bola de fogo

ADITAMENTO 2 – em resposta ao ofício 009166 de 30/06/2008

SISTEMA DE GESTÃO DE SEGURANÇA (2 volumes)

Nada a referenciar

ADITAMENTO 3 – em resposta aos ofícios 009166 e 010184 de 31/07/2008

Assunto: aumento da capacidade de produção de Herbicidas Líquidos
aumento da capacidade de produção de Insecticidas/ Fungicidas Líquidos
e instalação na unidade de Herbicidas de uma unidade para fabrico de
Glifosfato IPA

“Análise de Riscos Associados a Perdas de Confinamento de Substâncias Perigosas”

1. Libertação de Líquidos

Quantidades máximas líquidas susceptíveis de serem libertadas em caso de acidente:

Instalação	Quantidade máxima libertada (m³)	Capacidade de Contenção (m³)	Perigos relevantes das substâncias
Armazéns IF (armazéns de Insecticidas/ Fungicidas)	1	368	Inflamáveis tóxicos para o homem e tóxicos para o ambiente aquático
Fábrica IFL (Insecticidas/ Fungicidas Líquidos)	5	222.5	
Cisterna de solventes	13	31	
Armazém H (Herbicidas)	1	402.5	
Fábrica HL (Herbicidas Líquidos)	5.6		
Parque exterior de armazenagem	1	384	
Fábrica EM (Enxofres Molhados)	8.6	254	-
Eco Parque	1	70	Inflamáveis tóxicos para o homem e tóxicos para o ambiente aquático

2. Libertação de Sólidos

Instalação	Meios de Confinamento	Quantidade Máxima (kg)	Perigos das substâncias
Armazéns IF (armazéns de Insecticidas/ Fungicidas)	Embalagens (big bags, sacos, saquetas)	1000	COMBURENTES Tóxicas para o homem Tóxicas para o ambiente aquático
Fábrica IFL (Insecticidas/ Fungicidas Líquidos)	Embalagens (big bags, sacos, saquetas)	1000	
Fábrica IFS (Insecticidas/ Fungicidas Sólidos)	Moinhos misturadores, silos) Embalagens (big bags, sacos, saquetas)	2000	
Armazém H (Herbicidas)	Moinhos misturadores, silos) Embalagens (big bags, sacos, saquetas)	1000	Tóxicas para o homem Tóxicas para o ambiente aquático
Fábrica HL (Herbicidas Líquidos)	Embalagens (big bags, sacos)	1000	
Fábrica HS (Herbicidas Sólidos)	Moinhos misturadores, silos) Embalagens (big bags, sacos, saquetas)	2000	
Fábrica EM (Enxofres Molhados)	Torres de secagem, misturador, crivo, filtro de mangas	-	Poeiras inflamáveis em situações confinadas
Fábrica EP (Enxofres Polvilhável)	Moinho, silo, ciclone, misturador, filtro de mangas	48800	
Ensacamento de Enxofres	Tremonhas, máquinas ensacamento, filtro de mangas	2000	
Eira de Enxofre	(a granel)	2000 ton	
Armazenagem Enxofres	Embalagens (big bags, sacos, saquetas)	1000	
Eco Parque	Embalagens (big bags, sacos)	1000	

Avaliação de Riscos

1. Metodologia de Avaliação de Riscos

$$R = P \times G^3$$

Ver aditamento 2

P: Probabilidade de ocorrência do acontecimento perigoso

G: gravidade das consequências

Utilizou-se uma metodologia de Análise de Modo de Falhas e Análise de Eventos para identificar os eventos iniciadores, as causas e as condições que os podem determinar e os eventos subsequentes, susceptíveis de ocorrerem para a ocorrência de um evento perigoso.

(...)

Uma vez identificadas as causas, foram atribuídas a cada uma, valores de frequência/probabilidade, tendo em conta dados típicos da literatura (nomeadamente do *Purple Book*) ajustados quando aplicável às condições concretas das operações, nomeadamente quanto à existência de medidas preventivas, desta forma obtendo-se valores de probabilidade/ frequência dos eventos iniciadores, num quadro de ocorrência do pior cenário.

Para as potenciais consequências avaliou-se cada risco em quatro domínios:

Danos patrimoniais;

Danos sobre os operadores da instalação

Danos na comunidade (incluindo trabalhadores das instalações próximas) e

Danos ambientais

Definiram-se os índices de gravidade:

1 – danos ligeiros

2 – danos moderados

3 – danos elevados

4 – danos muito elevados

5 – danos catastróficos

Da soma dos índices de gravidade obteve-se o Índice de Gravidade de cada potencial acidente

Por aplicação da fórmula

$$R = P \times G^3$$

Obteve-se o nível quantificado de risco.

Após a quantificação dos riscos, atribuíram-se níveis de risco qualitativos, com o intuito de discriminar a ocorrência em graus de relevância:

Risco Elevado: $\text{Risco} \geq 1 \times 10^{-3}$

Risco Médio: $1 \times 10^{-3} < \text{Risco} < 1 \times 10^{-5}$

Risco Reduzido: $\text{Risco} \leq 1 \times 10^{-5}$

Independentemente do valor calculado, classificaram-se como Risco Reduzido os eventos sem consequências para os operadores, a comunidade e o meio ambiente.

“esta nova metodologia de avaliação de riscos não alterou os resultados obtidos com a aplicação da anterior metodologia e conseqüentemente verifica-se a manutenção dos cenários de emergência.”

3. Conclusões

3.1 Riscos Significativos (médio ou elevado)

Armazéns e Fábricas de Insecticidas/ Fungicidas

- **Incêndio/ Explosão** – emissão de gases de combustão tóxicos e eventual libertação de águas de combate a incêndio na sequência de perda de confinamento (causada por rotura de embalagens, sobreenchimento de tanque, rotura pontual de tanque/ tubagem associada, rotura catastrófica de tanque), de reacção entre substâncias incompatíveis ou da presença de fontes de ignição.

- **Dispersão** no meio aquático de substâncias tóxicas para os organismos aquáticos na sequência de não confinamento de águas de combate a incêndio.

Armazenagem de Solventes

- **Incêndio/ Explosão** – (associada a emissão de gases de combustão perigosos, na

sequencia de perda de confinamento (causada por sobreenchimento de cisterna, rotura pontual de cisterna/ tubagem associada, rotura catastrófica de cisterna) ou da presença de fontes de ignição.

Armazéns e Fábricas de Herbicidas

- **Incêndio/ Explosão** – associada a emissão de gases combustíveis tóxicos e a eventual libertação de águas de combate a incêndio na sequência de perda de confinamento (causada por rotura de embalagens, sobreenchimento de tanque, rotura pontual de tanque/ tubagem associada, rotura catastrófica de tanque), de reacção entre substâncias incompatíveis ou da presença de fontes de ignição.
- **Dispersão** no meio aquático de substâncias tóxicas para os organismos aquáticos na sequência de não confinamento de águas de combate a incêndio.

Parque Exterior de Armazenagem

- **Incêndio/ Explosão** – a que se encontra associado emissão de gases de combustão tóxicos e eventual libertação de águas de combate a incêndio na sequência de perda de confinamento (causada por rotura de embalagens) de reacção entre substâncias incompatíveis ou da presença de fontes de ignição.
- **Dispersão** no meio aquático de substâncias tóxicas para os organismos aquáticos na sequência de não confinamento de águas de combate a incêndio.

Depósito de Propano

- **Incêndio/ Explosão** – causada por rotura pontual de tanque/ tubagem associada, rotura catastrófica de tanque.

Armazém e fábrica de Enxofres

- **Incêndio/ Explosão** – (a que se encontra associado emissão de gases de combustão tóxicos) causada pela presença de fontes de ignição.

Assim, os **eventos susceptíveis de configurarem acidentes graves** (coerentes com análise do registo histórico de acidentes em instalações similares) são:

i) **Incêndio/ Explosão** em depósitos / cisternas de armazenagem de substâncias inflamáveis

ii) Emissão para o ar de **produtos de combustão tóxicos** na sequencia de incêndios em instalações de processo e armazenagem

iii) Emissão de **produtos tóxicos para a água** por perda de confinamento de águas de combate a incêndio em instalações de processo e de armazenagem.

Sapec Agro, SA – Divisão de Protecção de Culturas

“Armazéns S6 e S7. Informação para avaliação de compatibilidade de localização” (2 volumes)

CAE:

Avaliação de Compatibilidade de Localização (DL 254/ 2007)

PHAST Professional, 6.5.3.1

Abril 2009

ÍNDICE

Sem registo

“da avaliação de riscos e consequências resultou que os eventos susceptíveis de configurarem acidentes graves são a **emissão de gases tóxicos na sequência de incêndio e a descarga no estuário do Sado de contaminantes** (...)

Implementação de medidas...que permitirão eliminar as vulnerabilidades em termos de **contenção de águas de combate a incêndio** ou **derrames** de grandes dimensões.”

Nota: cruzar informação do Relat. De Seg. com o incêndio ocorrido em 31.05.2008 nos armazéns da unidade de Insecticidas/ Fungicidas.

Ficaram completamente destruídos.

Características:

armazenagem de matérias-primas e produtos acabados.

2 naves: armazém S2: 1853.5m²; S3: 1790.3m²

Área total de armazenagem: 3643.8 m²

Solução transitória de armazenagem (\pm 3 anos até resolver incompatibilidade com o PDM)

Características dos Armazéns:

Armazém S6: destina-se à armazenagem de produtos acabados; mercado Nacional

Armazém S7: destina-se à armazenagem de produtos destinados ao mercado espanhol.

Capacidade de armazenagem em cada um dos armazéns: 2100 ton:

1050 ton de sólidos

840 m³ de líquidos

“os principais riscos existentes nas instalações de armazenagem de agroquímicos são:
- incêndio, com libertação de gases tóxicos para a atmosfera e contaminação de cursos de água em resultado de perda de confinamento de águas de combate a incêndio.”

Potenciais Produtos de Combustão/ Decomposição Perigosos (Anexo 08)

Amoníaco (amónia anidra) – NH₃

Cianeto de Hidrogénio – HCN

Etil mercaptano – C₂H₅SH

Etileno – C₂H₄

Isocianato de metilo – CH₃NCO

Fosgénio – COCl₂

4.2 Avaliação de Riscos

4.2.1 Metodologia de Avaliação de Riscos

Por definição o risco é o produto da frequência/ probabilidade de ocorrência de um determinado acontecimento perigoso pela gravidade das suas consequências.

$$R=P \cdot G^3$$

R- risco

P – probabilidade de ocorrência do acontecimento perigoso

G – gradiente das consequências

O risco apresenta uma variação directamente proporcional à probabilidade crítica relativamente à gravidade.

Quanto maior a probabilidade de um evento perigoso e a gravidade das consequências maior é o risco.

Utilizou-se uma metodologia de *Análise de Risco de Falhas* e *Análise de Eventos*.

Valores de frequência / probabilidade: *Purple Book*

“*pior cenário*”

Obteve-se *índice de gravidade* para cada potencial acidente

Quantificaram-se os riscos

Atribuíram-se níveis de risco qualitativos;

Elevado: Risco

Médio: $1 \times 10^{-3} \leq \text{Risco} \leq 1 \times 10^{-5}$

Reduzido: $\text{Risco} \leq 1 \times 10^{-5}$

“Independentemente do valor calculado, classificaram-se como risco reduzido os eventos sem consequências para os operadores, a comunidade e o meio ambiente.”

Conclusões:

Os principais riscos para os armazéns S6 e S7 de nível médio ou elevado que terão de ser analisados em termos de consequências são:

- **Incêndio/ Explosão** (a que se encontra associada a emissão de gases de combustão/ decomposição tóxicos e a eventual libertação de águas de combate a incêndio na sequência de libertação de substâncias inflamáveis (causada por perda de confinamento de embalagens), de reacção entre substâncias incompatíveis ou da presença de fontes de ignição.

- Não confinamento de águas de combate a incêndio (a que se encontra associada a descarga no meio aquático de substâncias tóxicas para os organismos aquáticos) na sequência de incêndio ou perda de confinamento catastrófica.

- “os evento susceptíveis de configurarem acidentes graves (que se mostram coerentes com a análise do histórico de acidentes em instalações similares) enquadram-se nas seguintes categorias:

Eventos	Probabilidades
Emissão para a atmosfera de produtos tóxicos	1.22E-05
Descarga em águas superficiais de produtos tóxicos para o ambiente aquático	2.05E-06

4.3 Avaliação de consequências

4.3.1 Cenários

Cenário A: Incêndio no armazém S6 – Emissão de nuvem tóxica

Cenário B: Incêndio no armazém S7 – Emissão de nuvem tóxica

Cenário C: Armazéns S6 e S7 – Descarga de contaminantes em águas superficiais

4.3.2 Metodologia de avaliação de consequências

a) Emissão de nuvem tóxica

- determinação das substâncias tóxicas potencialmente libertadas e respectiva quantidade máxima

- determinação dos efeitos da dispersão das substâncias tóxicas

Quantidade potencial máxima susceptível de se formar

$$M1 = M2 \times N \times (PM1/PM2)$$

M1 = massa do produto de decomposição/ combustão

M2 = massa da substancia original

N = nº de moléculas

PM1 = peso molecular do produto de decomposição/ combustão

PM2 = peso molecular da substancia original

Para o cálculo das quantidades dos produtos tóxicos libertados em resultado dum incêndio partiu-se dos resultados dos cálculos anteriores, corrigidos no caso de compostos contendo cloro e/ ou enxofre através de um balanço de massas a estes elementos. Assumiu-se ainda uma taxa de combustão de 0.025kg/ m²s e que o incêndio abrange uma área de 100 m².

As **taxas de formação** foram calculadas:

$$Tf = Q1/ Q2 \times 0.025 + A$$

Tf = taxa de formação (kg/s)

Q1 = quantidade máxima corrigida do produto de combustão / decomposição

Q2 = quantidade máxima da substância original

A = área de combustão considerada

Para dioxinas, considerou-se uma taxa de formação de

$$2.5 \times 10^{-7} \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s})$$

Valor que constitui o limite superior do intervalo indicado na literatura

(fonte: TNO – Methods for the Determination of Possible Damage – CPR 16E)

$$(2.5 \times 10^{-8} \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s}) \text{ e } 2.5 \times 10^{-7} \text{ kg}/(\text{m}^2\text{s}))$$

Admite-se tempo de combustão de 3600s

Para desenvolvimento de cenários:

PHAST Professional, vers. 6.5.3.1, DNV, software adequado para modelação de efeitos e consequências dos potenciais cenários de incêndio/ explosão e perdas de

confinamento em tanques e tubagens, envolvendo substâncias inflamáveis e tóxicas para o homem.

Foram determinadas quais as distâncias a partir das quais os indivíduos não estão sujeitos a uma dose equivalente à respectiva dose tóxica da substância.

Para cada substância a dose tóxica é dada por:

$$D = C^N \times t$$

C = concentração da substância

t = tempo de exposição

Foram consideradas como concentrações os valores de ERPG-1, ERPG-2, ERPG-3 e tempo de libertação 3600s.

4.3.3 Análise de consequências

Cenário A – Incêndio no Armazém S6 – Emissão de nuvem tóxica.

Produtos tóxicos potencialmente libertados: Cloreto de Hidrogénio, Cloro, Dióxido de Azoto, Dióxido de Enxofre, Dioxinas, Fluoreto de Hidrogénio, Fosgénio.

Temperatura gases combustão: 400 °C

Tipo de instalação: armazém de produtos acabados

Dimensões da instalação:

- comprimento: 46m
- largura: 33m
- altura: 10m

Cenário A2 – emissão de Cl₂ – Cloro

Dispersão da nuvem

Parâmetro	Condições meteorológicas		
	Categoria 1.5/F	Categoria 1.5/D	Categoria 5/D
Distância para dose equivalente a ERPG1 (1 ppm) (m)	13694	3609	1517
Distância para dose equivalente a ERPG2 (3 ppm) (m)	6077	1642	612
Distância para dose equivalente a ERPG3 (20 ppm) (m)	1071	308	101
Distância para probabilidade de letalidade 0.001 (m)	628	194	87

Efeitos tóxicos

Outdoor

Distância (m)	Condições meteorológicas					
	Categoria 1.5/F		Categoria 1.5/D		Categoria 5/D	
	PROBIT	Probabilidade morte	PROBIT	Probabilidade morte	PROBIT	Probabilidade morte
0		0.00				
50	4.22	0.22	4.22			
75	3.91	0.14	3.75			
100	3.37	0.05	3.01			
125	2.87	0.02	2.37			
150	2.80	0.01	2.17			
200	2.68	0.01	1.87			
300	2.47	0.01				
325	2.42	0.00				
650	1.88	0.00				

Indoor (...)

ARMAZEM S6

Cenário A3 – Emissão de NO₂ – Dióxido de Azoto

Dispersão de Nuvem

Parâmetro	Condições meteorológicas		
	Categoria 1.5/F	Categoria 1.5/D	Categoria 5/D
Distância para dose equivalente a ERPG1 (1 ppm) (m)	31276	7987	3578
Distância para dose equivalente a ERPG2 (15 ppm) (m)	4359	1186	410
Distância para dose equivalente a ERPG3 (30 ppm) (m)	2389	665	189
Distância para probabilidade de letalidade 0.001 (m)	1711	481	125

Cenário A5 – Emissão de Dioxinas-2,3,7,8 Tetracloro Dibenzo Dioxina

Dispersão de Nuvem

Parâmetro	Condições meteorológicas		
	Categoria 1.5/F	Categoria 1.5/D	Categoria 5/D
Distância para dose equivalente a ERPG1 (0.00011 ppm) (m)	3357	926	297
Distância para dose equivalente a ERPG2 (0.00057 ppm) (m)	565	177	90
Distância para dose equivalente a ERPG3 (0.00057 ppm) (m)	565	177	90

A7 – Emissão de COCl₂ - Fosgénio

Dispersão de Nuvem

Parâmetro	Condições meteorológicas		
	Categoria 1.5/F	Categoria 1.5/D	Categoria 5/D
Distância para ERPG2 (0.2 ppm) (m)	41900	10502	4752
Distância para ERPG3 (1 ppm) (m)	13634	3599	1516
Distância para probabilidade de letalidade 0.001 ppm (m)	8125	2193	860

Análise dos resultados

Para análise de resultados foram considerados primeiro as distâncias para uma dose equivalente a ERPG2 por ser a concentração máxima abaixo da qual se admite que praticamente todos os indivíduos podem estar expostos, durante 3600s, sem experimentarem ou desenvolver qualquer tipo de efeito irreversível.

Quando não disponíveis estas informações optou-se pela utilização das máximas distâncias para ERPG2. São apresentadas tais distâncias para as condições atmosféricas mais desfavoráveis.

Substância	Condições meteorológicas	Distancia para dose equivalente a ERPG2 (m)
Cloreto de Hidrogénio – HCl	1.5/F	1889
Cloro – Cl ₂		6077
Dióxido de Azoto – NO ₂		4359
Dióxido de Enxofre – SO ₂		3921
Fluoreto de Hidrogénio – HF		3652
Fosgénio – COCl ₂		41900

Substância	Condições meteorológicas	Distancia máxima para ERPG2 (m)
Dioxinas	1.5/F	565

Pior situação: dispersão de Fosgénio: devido à quantidade libertada e baixo valor de ERPG2.

Populações que podem estar dentro da zona (concelhos):

S-SE (ventos N-NW): Alcácer do Sal; Grândola; Santiago do Cacém

S-SW (ventos N-NE): Sesimbra, Setúbal, Grândola (Tróia, Comporta)

N-NW (ventos S-SE): Lisboa, Loures, Vila Franca de Xira, Benavente; Palmela; Sesimbra, Setúbal.

Para cada substância libertada, distância à qual existe probabilidade de morte:

Substância	Condições meteorológicas	Distância à qual existe probabilidade de letalidade 0.001 (m)
HCL	1.5/F	80
Cl ₂		628
NO ₂		1711
SO ₂	-	-
HF	1.5/F	1033
COCl ₂		8125

Fosgénio; mais grave; 8.2km.

“Dever-se-á considerar como zona de efeitos em caso de incêndio no Armazém S6, uma área com um raio aproximado de 42 km, sendo a área onde pode ocorrer probabilidade de morte uma zona de raio inferior a 8.2 km.”

Análise crítica

As emissões analisadas implicam:

- que ocorra um incêndio
- que as substâncias que as originam estejam presentes no Armazém
- Que essas substâncias estejam envolvidas no incêndio

Para validação das distâncias de efeitos recorreu-se ao software **RPM comp**, da USEPA

Que se destina a analisar as consequências de libertação no âmbito do **Risk Management Planning (RPM)**.

“As distâncias de efeitos calculados por meio deste software são da mesma ordem de grandeza das calculadas pelo **PHAST**.

De salientar no entanto que as condições atmosféricas utilizadas em cada software, nomeadamente a velocidade do vento são diferentes, o que também influencia as distâncias de efeito obtidas.

Substância	RMP	PHAST
	Distância para dose equivalente a ERPG2 (km)	Classe de estabilidade 5/D
HCL	0.3	0.14
Cl ₂	0.2	0.6
SO ₂	0.2	0.36
HF	0.5	0.33
COCl ₂ - Fosgénio	5.3	4.7

Cenário B – Incêndio no Armazém S7 – Emissão de nuvem tóxica

Produtos tóxicos potencialmente utilizados: Bromo, Cloreto de Hidrogénio, Cloro, Dióxido de Azoto, Dióxido de Enxofre, Dioxinas, Fluoreto de Hidrogénio, Fosgénio

Temperatura dos gases de combustão: 400°C

Tipo de instalação: armazém de produtos acabados

Dimensão da instalação: comprimento: 46m; largura: 33m; altura: 10m

Análise dos resultados:

Ver explicação para armazém S6:

Para análise de resultados foram considerados primeiro as distâncias para uma dose equivalente a ERPG2 por ser a concentração máxima abaixo da qual se admite que praticamente todos os indivíduos

Podem estar expostos, durante 3600s, sem experimentarem ou desenvolver qualquer tipo de efeito irreversível.

Quando não disponíveis estas informações optou-se pela utilização das máximas distâncias para ERPG2. São apresentadas tais distâncias para as condições atmosféricas mais desfavoráveis.

Substância	Condições meteorológicas	Distancia para dose equivalente a ERPG2 (m)
Bromo – Br ₂	1.5/F	26 923
Cloreto de Hidrogénio – HCl		2 450
Cloro – Cl ₂		9 254
Dióxido de Azoto – NO ₂		4 262
Dióxido de Enxofre – SO ₂		7 857
Fluoreto de Hidrogénio – HF		3 803
Fosgénio – COCl ₂		48 060

Substância	Condições meteorológicas	Distancia máxima para ERPG2 (m)
Dioxinas	1.5/F	565

Nota: não considera S6+S7 – efeitos cumulativos

Para cada uma das substâncias libertadas, distância até à qual ainda existe probabilidade de morte:

Substância	Condições meteorológicas	Distância à qual existe probabilidade de letalidade 0.001 (m)
Br ₂	1.5/F	1 198
HCL		98
Cl ₂		1 282
NO ₂		1 668
SO ₂	-	-
HF	1.5/F	1 097
COCl ₂ (Fosgénio)		9 507

A situação mais grave é a respeitante ao Fosgénio. Neste cenário as distâncias para as quais existe probabilidade de morte abrangem uma vasta zona – cerca de 10 km.

“Dever-se-á considerar como zona de efeitos em caso de incêndio no Armazém S7, uma área com um raio aproximado de 48,1 km, sendo a área onde põe ocorrer probabilidade de morte uma zona de raio inferior a 10 km.”

Substância	RMP	PHAST
	Distância para dose equivalente a ERPG2 (km)	Classe de estabilidade 5/D
Br ₂	0.5	3.0
HCL	0.3	0.2
Cl ₂	0.2	1.0
SO ₂	0.2	0.8
HF	0.5	0.4
COCl ₂ - Fosgênio	5.3	5.5

Ver EIA – Parque industrial Sapec Bay. Ecos – Consultores Técnicos para o Ambiente.

“Conclui-se que as distâncias de efeitos calculados por meio de software RMP são da mesma ordem de grandeza das calculadas pelo PHAST, excepto no que se refere à emissão de Br₂.

(...) as velocidades do vento são diferentes, o que influencia as distâncias de efeitos obtidas.”

Cenário C – Descarga de contaminantes em águas superficiais

Dados

Produtos tóxicos potencialmente libertados
Estado físico: líquido
Local de descarga: margem N do estuário do Sado

Desenvolvimento do cenário

Inicia-se com um incêndio no Armazém S6 ou S7 (evento iniciador)
Os efeitos subsequentes à ocorrência do incêndio são a formação e dispersão de águas contaminadas, que entram na rede de drenagem de pluviais e são descarregadas no estuário do Sado.

Consequências

“É de estimar que os danos sobre a fauna e flora aquáticas sejam substanciais. Considerando a eco toxicidade dos produtos potencialmente descarregados, podem-se prever efeitos muito sérios sobre peixes, invertebrados aquáticos, plantas aquáticas e algas.”

4.5 Conclusões sobre o risco

(...) “Considera-se que com esta alteração o nível de risco global do estabelecimento não é essencialmente alterado”.

Saptec Química, SA – Plataforma Sul

Outubro 2005

CAE:

Relatório de Segurança (10 volumes) (DL 164/2001)

Empresa consultora: Volda, Engenharia e Gestão Industrial, Lda.

PHAST Professional, 6.4.2

Outubro 2005

Não tem Análise Preliminar de Riscos nem Árvore de falhas

ÍNDICE

Sem registo

Cenários considerados:

Cenários no Terminal de Solventes (Parque de Armazenagem)

1. Incêndio no parque de armazenagem
 - 1.A Incêndio em tanque de Metanol
 - 1.B Incêndio em tanque de Acetona

2. Perda de confinamento no parque de armazenagem
 - 2.A Perda de confinamento em tanque de Metanol
 - 2.A.1 Rotura catastrófica
 - 2.A.2 Sobrenchimento do tanque
 - 2.A.3 Rotura com libertação total em 10"
 - 2.B Perda de confinamento em tanque de Acetona

Cenários no Terminal de Solventes (Esteira de Tubos)

3. Perda de confinamento na esteira de tubos
 - 3.A Rotura pontual

Cenários no Terminal de Solventes (Recepção / Expedição)

4. Incêndio na zona de recepção / expedição
 - 4.A Incêndio em cisterna rodoviária contendo Acetona
5. Perda de confinamento na zona de recepção / expedição
 - 5.A Perda de confinamento em tubagem de Metanol (por não vedação do sistema)

Cenários no Terminal de Solventes (Diluentes)

6. Incêndio na zona de diluentes
 - 6.A Incêndio em tanque de diluente D48
 - 6.B Incêndio em tanque de diluente D47-A
7. Perda de confinamento na zona de diluentes
 - 7.A Perda de confinamento em tubagem de diluente D48 (por rotura catastrófica)
 - 7.B Perda de confinamento em tubagem de diluente D47-A (por rotura catastrófica)

Cenários no Armazém (e Fábrica de Sulfato de Alumínio)

8. Incêndio no armazém
 - produtos de decomposição perigosos e respectivas quantidades
 - características de perigosidade dos produtos de decomposição perigosos
 - taxas de formação de produtos de combustão perigosos
 - 8.A.1 libertação de nuvem tóxica (HF)
 - 8.A.2 libertação de nuvem tóxica (NO₂)
 - 8.A.3 libertação de nuvem tóxica (SO₂)
 - 8.A.4 libertação de nuvem tóxica (Cl₂)
 - 8.A.5 libertação de nuvem tóxica (HCl)
 - 8.A.6 libertação de nuvem tóxica formaldeído
 - 8.A.7 libertação de nuvem tóxica foscénio
10. Sobreaquecimento da solução de Nitrato de Amónio
 - 10.A libertação de nuvem tóxica (NH₃+NO₂)

Eventos Padrão, considerados nos cenários envolvendo incêndio/ explosão

BLEVE/ Bola de fogo (*Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion*), conduzindo a uma bola de fogo que pode produzir intenso calor, pode ocorrer se um depósito contendo um material inflamável, explodir na sequência de exposição ao fogo. O calor de radiação da bola de fogo é o primeiro risco deste evento, podendo também resultar da explosão a fragmentação do depósito e sobrepressões.

Incêndio tipo Labareda (*Flash Fire*), resulta da dispersão de uma nuvem de vapor inflamável seguida de ignição. Este incêndio pode retornar e representar um risco de exposição a radiação para os presentes na área da nuvem.

VCE (*vapor cloud explosion*), para ocorrer um VCE

Para ocorrer um VCE é necessário que se verifique, pelo menos, uma libertação rápida de uma grande quantidade de material inflamável e condições de turbulência (causados por uma libertação turbulenta ou condições de congestionamento na área da libertação, ou ambas).

Este tipo de explosões é considerado geralmente com o evento improvável; contudo, no caso de se verificarem condições para tal, poderá ser o cenário com piores consequências.

Incêndio tipo piscina (*Pool Fire*)

Resulta de uma libertação de um líquido inflamável, com posterior ignição sendo de considerar os efeitos da radiação térmica.

Fogo tipo Jacto (*Jet Fire*)

Resulta de uma libertação na presença de uma fonte de ignição, por um orifício de um tanque ou tubagem, que contenha um líquido ou gás liquefeito sob pressão ou comprimido.

Informação do Volume de “Análise de Risco no Âmbito do DL 164/20001 (Ver. 01)”

Instalações incluídas na análise de riscos:

- Terminal de solventes
- Armazém (e fábrica de Sulfato de Alumínio)

4. Avaliação de Riscos

4.1 Metodologia de Avaliação de Riscos

$$R = P \times G^2$$

Para identificar eventos iniciadores, causas e condições e eventos subsequentes:

Metodologia de Análise de Modo de Falhas e Análise de Eventos

Probabilidade e frequências Efeitos e gravidade	Índices de gravidade para cada potencial acidente
--	---

E níveis de riscos qualitativos:

Elevado	Risco $\geq 1 \times 10^{-3}$
Médio	$1 \times 10^{-3} < \text{Risco} < 1 \times 10^{-5}$
Reduzido	Risco $\leq 1 \times 10^{-5}$

4.3 Conclusões

4.3.1 Riscos significativos no terminal de solventes

Principal risco:

- Incêndio / explosão nos tanques do Parque de Armazenagem

Risco Médio:

- Incêndio / explosão ou dispersão de nuvem tóxica para o homem na sequência da perda de confinamento no Parque de Armazenagem (devido a sobreenchimento de tanque, rotura pontual de tanque/ tubagem associada, rotura catastrófica do tanque).

- Incêndio / explosão ou dispersão de nuvem tóxica para o homem ou dispersão no meio aquático na sequência de perda de confinamento na esteira de tubos do Parque de Armazenagem.
- Incêndio / explosão ou dispersão de nuvem tóxica para o homem ou dispersão no meio aquático na sequência de perda de confinamento na recepção/ expedição-
- Incêndio / explosão em cisterna rodoviária
- Incêndio / explosão nos tanques da zona de diluentes
- Incêndio / explosão em embalagens, no enchimento

4.3.2 Riscos Significativos no Armazém (e fábrica de Sulfato de Alumínio)

- Incêndio / explosão por perda de confinamento + reacção entre substâncias incompatíveis.

Risco Médio:

Incêndio no Armazém

Não confinamento de águas de combate a incêndios

Sobreaquecimento dos tanques de solução de Nitrato de Amónio

Saptec Química, SA – Plataforma Sul

Outubro 2008

CAE:

Aditamento ao Relatório de Segurança (DL 254/2007)

Empresa consultora: Volda, Engenharia e Gestão Industrial, Lda.

Outubro 2005

ÍNDICE

Sem registo

Tem armazenagem de Amónia e Armazém e Fábrica de Sulfato de Alumínio

Tanques de Armazenagem (Instalação na SOPAC) em duas áreas:

- a) Parque de Ácidos da SOPAC – um tanque de ácido sulfúrico a 98%, capacidade de 1275m³
- b) Parque de Armazenagem de clássicos:

Nº do Tanque	Capacidade (m ³)	Produto armazenado
1	100	Amónia a 24%
2	100	Amónia a 24%
3	15	Amónia a 24%
4	15	Água descalcificada
5	12	(lavador de gases)
6	19	Quimix
7	35	Quimix
8	50	Ureia Spray
9	15	Quimix
10	40	Ureia Spray

- a) Tanque de ácido sulfúrico (nº 2); dentro de bacia de contenção impermeabilizada; capacidade 4830 m³ (área 2100 m²; altura 2.3 m) onde também estão instalados dois tanques de ácido sulfúrico

nºs 3 e 4 e	Todos da SOPAC
Um tanque de ácido fosfórico	

Abastecimento: navios no cais Sapec e tubagem do cais à instalação de armazenagem ou a partir do tanque nº 4 (da Sapec)

Ácido sulfúrico (não é substância perigosa para DL 254/2007); expedido em cisternas rodoviárias.

Tanques de Amónia a 24% - abastecidos por tubagem expedição por cisterna rodoviária; carregamento por gravidade.

Pior cenário: (Parque de Armazenagem / Terminal de Solventes)

Tanque de Acetona – incêndio – “Fireball”

Distância para efeitos: 325m

Cenário 11 – Sobreaquecimento de Cisterna com solução de Nitrato de Amónio (NH₄NO₃ 88%)

Pressupostos:

Quantidade máxima formada para produtos de decomposição: 10.56 ton

Composição gases: 4.488 ton de NH₃ (42.5%)

6.072 ton de NO₂ (57.5%)

Quantidade libertada: 10.56 ton

Tipo de depósito: horizontal

Pressão do depósito: 0.5 bar

Temperatura libertação: 200^oC

LSI: 24%

LII: 37%

ERPG1 (NO₂) – 1 ppm

ERPG2 (NO₂) – 15 ppm

ERPG3 (NO₂) – 30 ppm

Cenário – Incêndio Armazenagem; sobreaquecimento da solução Nitrato Amónio => colapso cisterna rodoviária

⇒ Libertação gases tóxicos e inflamáveis: FIREBALL

Dispersão gases tóxicos

Formação de nuvem e sua explosão imediata ou retardada (VCE)

Dispersão seguida de inflamação da nuvem (*Flash Fire*)

Consequências

Fireball (Bola de Fogo)

Parâmetro	Condições Meteorológicas (categoria)		
	1.5/F	1.5/D	5/D
Raio Bola Fogo (m)			
Duração Bola Fogo (s)			
Poder Emissividade da chama (kw/m ²)			
Distância para uma radiação 4 (kw/m ²) (m)			
Área para uma radiação 4 (kw/m ²) (m ²)			
Distância para uma radiação 12.5 (kw/m ²) (m)			
Área para uma radiação 12.5 (kw/m ²) (m ²)			
Distância para uma radiação 37.5 (kw/m ²) (m)			
Área para uma radiação 37.5 (kw/m ²) (m ²)			

Dispersão da nuvem (distância para efeitos tóxicos)

Parâmetro	Condições Meteorológicas (categoria)		
	1.5/F	1.5/D	5/D
Distância para dose equivalente a ERPG 1 (m)	59 350	404	10 495
Distância para dose equivalente a ERPG 2 (m)	10 166	159	1 365
Distância para dose equivalente a ERPG 3 (m)	5 410	139	917

Flash Fire

Parâmetro	Condições Meteorológicas (categoria)		
	1.5/F	1.5/D	5/D
Distância máxima para ½ de LII (m)	22.75	22.32	35.00
Distância máxima para LII (m)	17.49	17.50	17.79

VCE (Early Explosion)

Parâmetro	Condições Meteorológicas (categoria)		
	1.5/F	1.5/D	5/D
Distância admitida para explosão (m)	0	0	0
Distância máxima para sobrepressão 0.03 bar (m)	306.59	306.59	306.59
Distância máxima para sobrepressão 0.10 bar (m)	130.75	130.75	130.75
Distância máxima para sobrepressão 0.30 bar (m)	65.29	65.29	65.29

VCE (Late Ignition)

Parâmetro	Condições Meteorológicas (categoria)		
	1.5/F	1.5/D	5/D
Distância admitida para explosão (m)	20	20	20
Distância máxima para sobrepressão 0.03 bar (m)	186.38	186.63	186.63
Distância máxima para sobrepressão 0.10 bar (m)	90.96	91.06	91.06
Distância máxima para sobrepressão 0.30 bar (m)	55.43	55.48	55.48

Dispersão da Nuvem (Efeitos Tóxicos)

Parâmetro	Condições Meteorológicas (categoria)		
	1.5/F	1.5/D	5/D
Distância para dose equivalente a ERPG 2 (m)	10 166	159	1 365
Distância para probabilidade de letalidade 0m (outdoor)	1 610	125	800
Distância para probabilidade de letalidade 0m (indoor)	115	100	175
Zona de efeitos irreversíveis: raio de 10 km			
Zona de probabilidade de morte: raio de 1.7 km			

TANQUISADO – Terminais Marítimos, S.A., “Parque da Mitrena”

GALPENERGIA

S. João Madeira (Concelho) – Aveiro (Distrito)

CAE:

Relatório de Segurança Março 2004 + inf. Complementar Julho 2005 (DL 164/ 2001);

ITSEMAP

EFFECTS, 4.0

DAMAGE 5.0

Março 2004

Julho 2005

ÍNDICE

Não registado

Mitrena: zona sísmica A, a de maior risco sísmico e, Portugal Continental
(Regulamento RSAEEP)

2.2 Instalações e Actividade que possam apresentar risco de acidente grave

- reservatórios de armazenagem de combustíveis líquidos, situados em bacias de retenção
- linhas de tubagem de transporte de produtos
- electrobombas instaladas nas centrais de bombagem
- zonas de carga de produtos: ilhas de enchimento de veículos cisterna de combustíveis e zona de carga e descarga de Jet A-1

Principais actividades:

Recepção de produtos através de navio
Expedição de produtos por veículos cisterna
Enchimento de tambores de combustíveis de aviação

Parque de Armazenagem de combustíveis da Mitrena: 404 983m²; istmo de 17m de largura.

Envolvente:

Portucel - (fábricas de produção de pasta de papel)

CITRI – aterro de RIB's (resíduos industriais banais)

Ar Líquido – produção de acetileno e acondicionamento de gases do ar

Ahlstrom – antiga Sorefame; industria de construção de metalomecânica; com cais próprio para recepção e envio de materiais.

Lisnave – estaleiros navais (trabalhos limpeza, manutenção e reparação de navios e trabalhos metalomecânicos)

Sapex – fábrica de adubos e rações para animais com cais e aeródromo (explorado por indústria de ultraleves)

Produtos:

Substância	Quantidades	
Gasolina	14 tanques $3000+20000=23000\text{m}^3$	17 825 ton
Jet A1	70 m^3	58.8 ton
Fuelóleo	$15000+7500+5000+5000=32500\text{ m}^3$	39 000 ton
Gasóleo	$15000+15000+5000=35000\text{ m}^3$	31 500 ton

Fontes de risco internas (equipamentos e zonas):

Linhas de transporte
Equipamentos de impulsão: bombas
Zonas de carga e descarga
Armazenagem em reservatórios
Caldeiras
Serviços e utilidades

Propriedades	Produto				
	Gasolina	Gasóleo	Fuelóleo	AvGas 100LL	Jet A1
Temperatura auto-ignição	280°C	260°C	-	400°C	255°C
Limite inflamabilidade	1.4-7.6%	0.6-7%	-	1-6%	0.6-8%
Ponto inflamação		$> 55^{\circ}\text{C}$	$> 65^{\circ}\text{C}$		

Gasolinas (inflamável) e AvGás: perigo de formação de atmosfera explosiva; vaporização de líquido; nuvem de vapores mais pesados que o ar devido ao baixo ponto de inflamação na presença de fonte de ignição os vapores podem incendiar-se,

e, em elevadas concentrações com o ar podem originar explosão. (perda de contenção).

Jet A-1: ponto de inflamação > temperatura ambiente normal; só será possível ignição na presença de fontes de ignição. (perda de contenção). Não se prevê vaporização.

Gasóleo – produto combustível; ponto de inflamação > 55 °C ⇒ tem de se aquecer o produto para iniciar a sua combustão.

Fuelóleo – produto combustível; ponto de inflamação > 65 °C ⇒ tem de se aquecer o produto para que arda.

4.3 Índices de Risco – Método de Mond

Método de Mond (ferramenta para avaliar riscos em instalações industriais).

Método que permite através do cálculo de índices (valores) estabelecer uma gama de possíveis perdas entre diferentes instalações de um estabelecimento.

Para desenvolver o método, tem que se ter em conta o produto manipulado, sua quantidade, forma de realizar as operações, riscos específicos das operações (alta/baixa pressão, alta temperatura, corrosão, vibração, riscos electrostáticos, etc.).

Em função das condições anteriores obtém-se valores intermédios (penalização) que são reduzidos por outros factores (bonificações) que dependem do grau de segurança da instalação; por e., presença de elementos de contenção, controlo do processo (automatismos e vigilância), política de segurança, protecção contra incêndios, sistemas de isolamento, etc..

Foram analisadas as seguintes áreas:

- descarga de navios, com gasolina, Avgás, Gasóleo e fuelóleo
- armazenagem de produtos, em diferentes reservatórios, com diferentes produtos
- zona de descarga de cisternas, para operação de enchimento de veículos cisterna com gasolina, gasóleo e fuelóleo.

Considerações prévias (23) para aplicação dos índices de Mond:

- “as operações efectuadas no parque da Mitrena são basicamente armazenagem e carga de cisternas, não sendo levadas a cabo operações a altas pressões e temperatura (o fuelóleo é mantido a altas pressões e temperatura (o fuelóleo é mantido a uma temperatura entre os 55 e 60 °C)
A armazenagem de produto é feita em reservatórios verticais (excepto tanque de Jet A-1) à pressão atmosférica e à temperatura ambiente (excepto os reservatórios de armazenagem de fuelóleo)
Etc.

Resultados da categoria global de risco para as diferentes zonas:

Zona analisada	Elemento analisado	Índice de risco de incêndio	Índice de risco de explosão	Categoria global de risco
Armazenagem	Tanque TA-1 com gasolina	Muito alto	Baixo	Moderado
	Tanque TA-2 com AvGás	Alto	Ligeiro	Ligeiro
	Tanque TA-3 com Jet A-1	Baixo	Ligeiro	Ligeiro
	Tanque TR-1 com fuelóleo	Muito Alto	Ligeiro	Ligeiro
	Tanque TR-4 com gasóleo	Muito Alto	Ligeiro	Ligeiro
(...)	(...)	(...)	(...)	(...)

De acordo com o **Índice de Mond**, as instalações contam com índice de risco global:

Moderado – para os reservatórios de armazenagem de gasolina e AvGás, e operações de enchimento de veículos cisterna com gasolina, devido à maior facilidade de ignição destas substâncias (> grau de perigosidade).

Baixo – para as operações de descarga de gasolina por navio.

Ligeiro – para os reservatórios de gasóleo, Jet A-1 e fuelóleo analisados, bem como para as operações de enchimento de veículos cisterna e descargas de navio, com estes produtos.

Risco de Explosão – varia entre **ligeiro** para armazenagem e operações relacionadas com gasóleo, Jet A-1 e fuelóleo e **Baixo** para gasolina.

Risco de Incêndio – apresenta o índice e grau de risco mais elevado que os restantes índices. Em armazenagens o risco de incêndio é muito alto para a generalidade dos reservatórios.

4.4 Árvores de Acontecimentos (ou Análise de sequencias de acontecimentos)

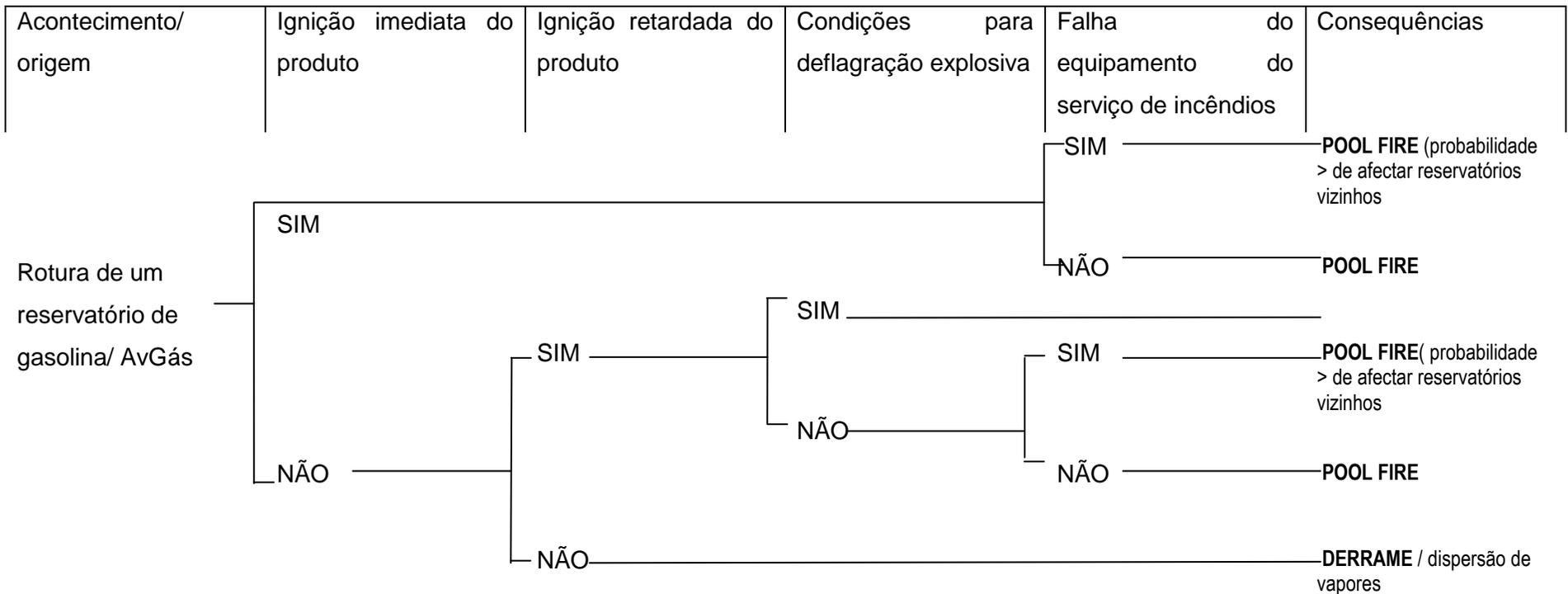
É um método indutivo que descreve a evolução de um acontecimento iniciador sobre a base de resposta de distintos sistemas tecnológicos ou condições externas. A sua finalidade é indicar as diferentes possibilidades de evolução a partir do acontecimento inicial.

Posteriormente, é necessário identificar a ocorrência (sim/ não) de cada um deles. Colocam-se em cada uma das árvores n condições identificadas como cabeçalhos e partindo do acontecimento inicial desenvolvem-se sistematicamente, para cada uma delas, duas possibilidades: na parte superior reflecte-se a evolução no sentido de que se dá a condição, enquanto que na parte inferior reflecte-se que não se apresenta tal condição.

A disposição horizontal dos cabeçalhos efectua-se por ordem cronológica da evolução do acidente, se bem que, este critério pode não ser aplicável nalguns casos.

Árvore de acontecimentos 1

Tipo de acidente: Rotura de Reservatório de Gasolina/ AvGás

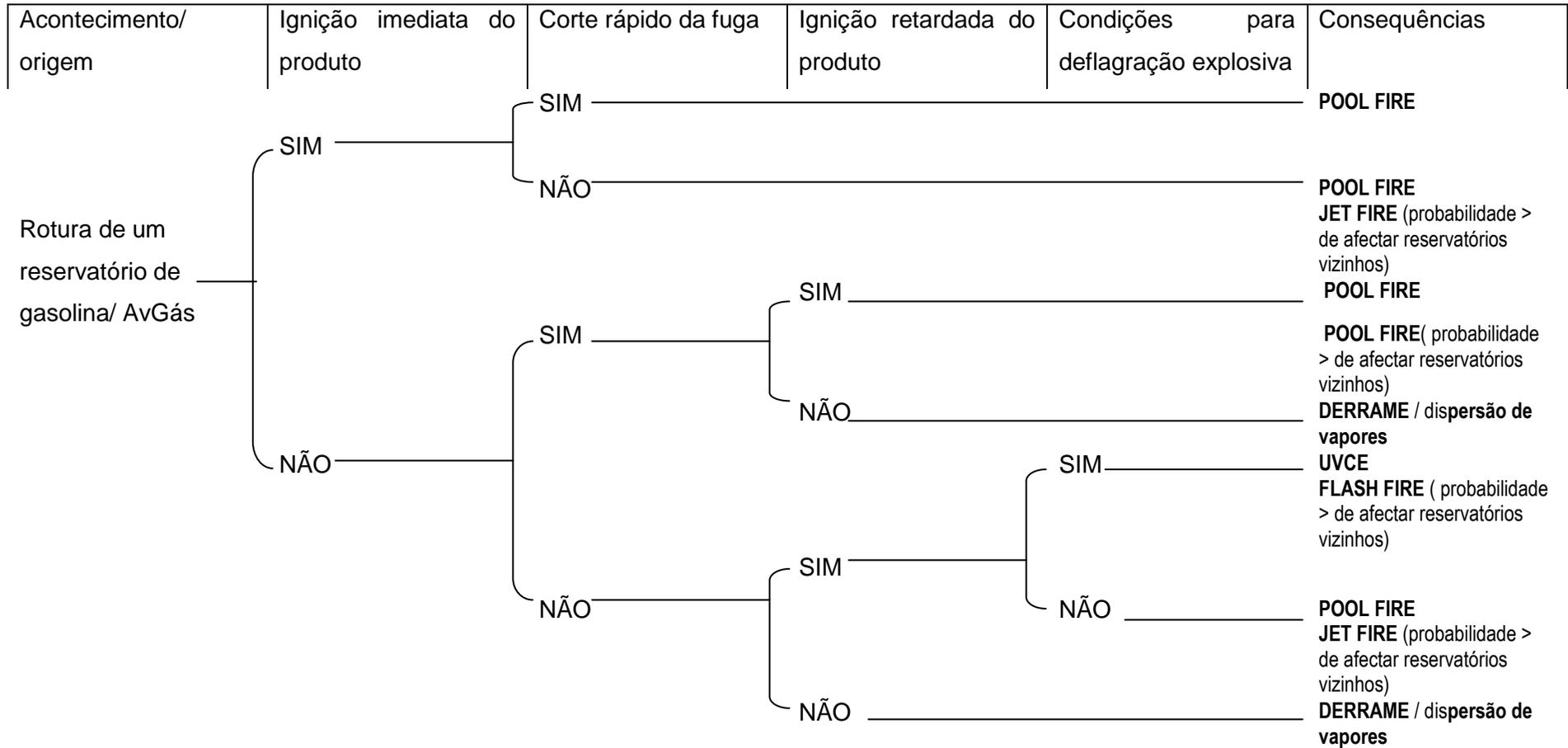


Árvore de acontecimentos 2

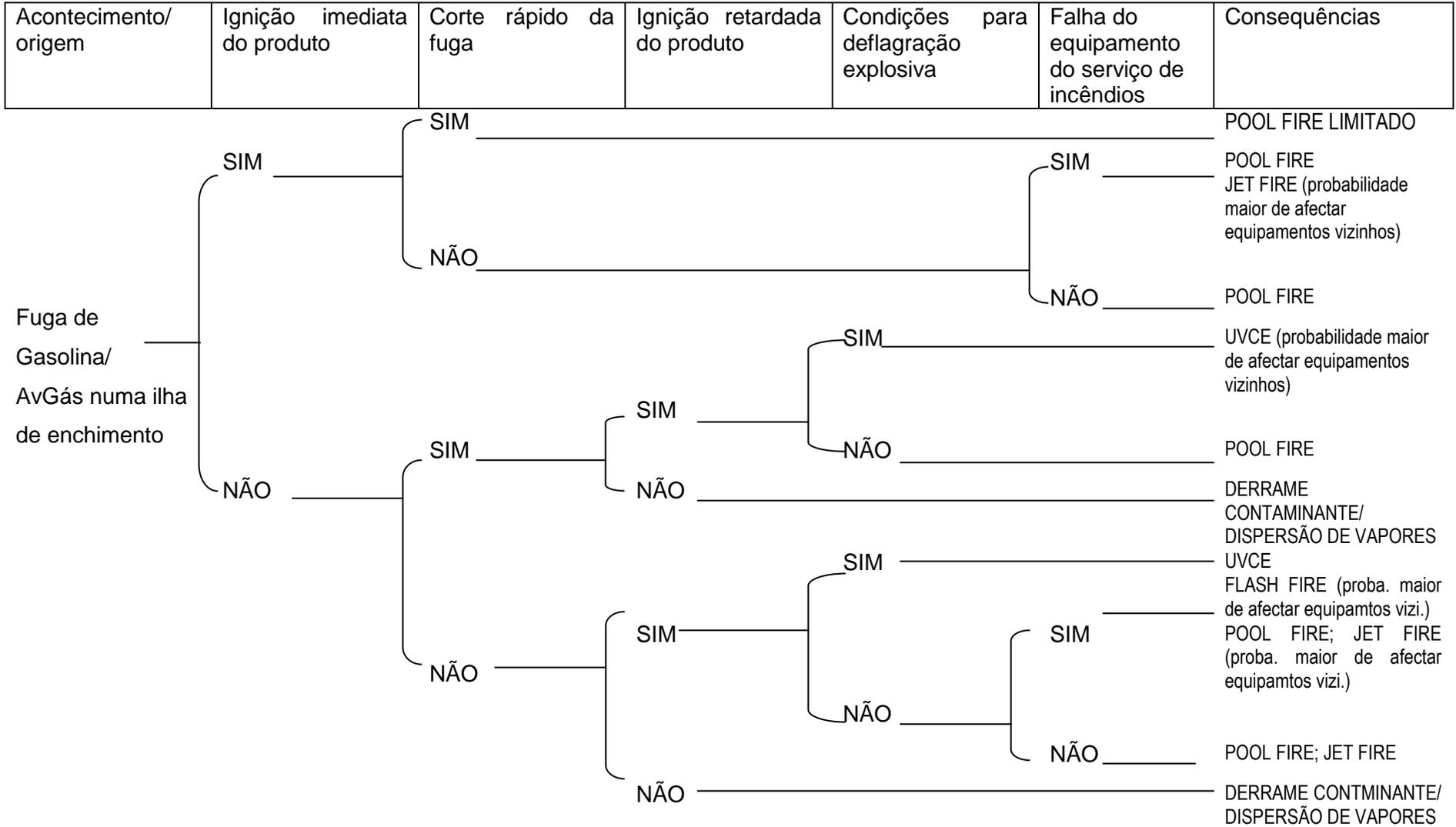
Tipo de acidente: Explosão Interna do Reservatório de Gasolina/ AvGás

Acontecimento/ origem	Ignição imediata do produto	Consequências
Explosão Interna do Reservatório de Gasolina/ AvGás	SIM	INCÊNDIO DO TANQUE

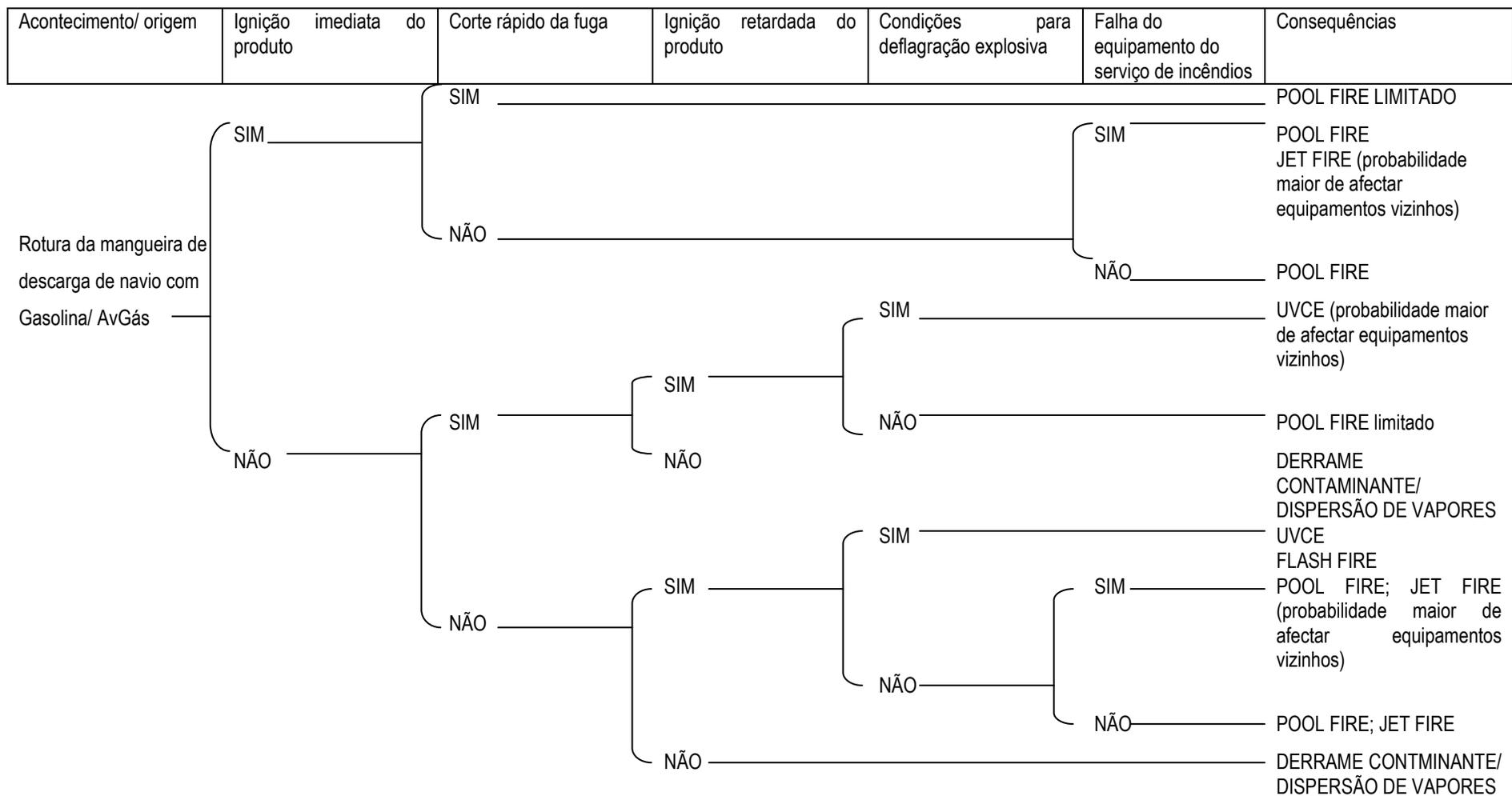
Árvore de acontecimentos 3. Tipo de acidente: Fuga de Gasolina/ AvGás por uma tubagem



Árvore de acontecimentos 4. Tipo de acidente: Fuga de Gasolina/ AvGás numa ilha de enchimento



Árvore de acontecimentos 5. Tipo de acidente: Rotura da mangueira de descarga de navio com Gasolina/ AvGás



4.5 Análise de Consequências

PHAST 5.2 (Det Norske Veritas, Process Hazard Analysis Software Tools ver.5.2, 1998).

4.5.1 Análise Efeitos Térmicos e Mecânicos

Compreende o cálculo dos efeitos físicos (radiação térmica e sobrepressão) das diferentes hipóteses acidentais e a definição de zonas afectadas, para diferentes níveis de dano.

Efeitos de sobrepressão em edifícios:

Pico de sobrepressão (mbar)	Danos
300	90% de edifícios seriamente danificados
100	10% de edifícios seriamente danificados
30	Danos por fragmentação de vidros de janelas são projectados

Probabilidade e rotura do tímpano

Probabilidade (%)	Pico de sobrepressão (bar)
1	0.22
10	0.43
50	1.04
90	2.40

Efeitos do nível de radiação

Nível de radiação (kw/m ²)	Danos
0.7	Vermelhidão e queimaduras na pele em exposição prolongada
1.75	Limite de dor alcançado após 60 seg
2.0	Danos em cabos isolados com PVC
5.0	Limite de dor alcançado após 15 seg Temperatura de equilíbrio = 230 °C
6.4	Limite de dor alcançado após 8 seg Queimaduras de 2º grau após 20 seg
9.5	Limite de dor alcançado após 6 seg Temperatura de equilíbrio = 320 °C
12.5	Ignição de madeira em exposição prolongada, em presença de uma chama piloto
15.0	Temperatura de equilíbrio = 390 °C
16.0	Queimaduras graves após 5 seg
25.0	Ignição de madeira em exposição prolongada

Percentagem de mortalidade, consoante o tempo de exposição e o nível de radiação:

Nível de radiação (kw/m ²)	Segundos de exposição para % de mortalidade de:		
	1%	50%	99%
1.6	500	1300	3200
4.0	150	370	930
12.5	30	80	200
37.5	8	20	50

Os valores utilizados para a classificação das zonas são:

Efeito	Zona I	Zona II	Zona III
Radiação térmica (kw/m ²)	37.5	25	12.5
Sobrepessão (mbar)	300	100	30
Flash Fire			LFL/2 ⁽¹⁾

(1) LFL: *Lower Flammability Limit*; é a concentração mínima de vapor de um líquido inflamável em mistura com ar, abaixo da qual não se produz a ignição.

4.5.2 Critérios gerais empregues

Para determinadas condições de cálculo dos acidentes considerados utilizaram-se critérios “conservadores” ou “pessimistas”. Baseou-se na literatura técnica (por ex., *Purple Book*, 1999).

Alguns critérios:

1. para os acidentes nos reservatórios de armazenagem considerou-se que estes estão na sua máxima capacidade.
2. para fugas em tubagens consideram-se roturas totais. Para estes casos estima-se um tempo de resposta de 5”, uma vez que o parque se encontra permanentemente ocupado com pelo menos 4 pessoas. O tempo de intervenção considerado tem em atenção, eventuais dificuldades em controlar ou mitigar um incêndio e encerrar válvulas de corte.
3. para roturas de mangueiras de carga de cisternas ou descarga de navio considerou-se um tempo máximo de resposta de 30 seg.
Para estimar as consequências utilizaram-se as seguintes condições meteorológicas, representativas do maior período de ocorrência, na zona do parque da Mitrena

Condições	Estabilidade atmosférica (Pasquill)	Velocidade do vento (m/s)	Temperatura °C	Humidade relativa (%)
1	C/D	3.5	296 (23°C)	70
2	C	3.7	313 (40°C)	70
3	D	2.9	313 (40°C)	64
4	C	4.6	313 (40°C)	64

5. para a rotura total de uma cisterna, supõe-se que esta esteja cheia

6. os cálculos efectuados obtiveram-se mediante a utilização dos seguintes modelos:

- Fuga de gás/ vapor
- Fuga de gás/ líquido
- Nuvem inflamável
- Incêndio de charco
- Deflagração
- BLEVE

7. para a concentração da substancia inflamável define-se o valor de LFL/2 (50% LFL). Para efeitos indicativos de alcance, com uma certa margem de segurança, prevendo-se concentrações locais superiores às calculadas, na zona onde possa ocorrer a hipotética ignição.

8. no caso de ignição retardada de uma nuvem inflamável, tomar-se-á como ponto de ignição a distância na qual se alcança o LFL/2.

4.5.3 Definição de cenários de acidente

Teve como base a análise dos resultados do **Índice de Mond**, nomeadamente o Índice de risco de incêndio

Acidentes seleccionados:

Área de Armazenagem
Cenário 1: rotura total do tanque T-A1 com gasolina sem PB na bacia A
Cenário 2: rotura total do tanque T-S1 com gasolina sem PB na bacia S
Cenário 3: rotura total do tanque T-R2 com gasolina sem PB na bacia R
Cenário 4: rotura total do tanque T-K1 com gasolina sem PB na bacia K
Cenário 5: rotura total do tanque T-A2 com AvGás
Cenário 6: incêndio tanque armazenagem T-A1
Cenário 7: incêndio tanque armazenagem T-S1
Cenário 8: incêndio tanque armazenagem T-R2

Cenário 9: incêndio tanque armazenagem T-K1
Cenário 10: incêndio tanque armazenagem T-A2
Cenário 11: rotura total tubagem do tanque T-A1 com gasolina
Cenário 12: rotura 20% tubagem do tanque T-A1 com gasolina
Cenário 13: rotura total tubagem do tanque T-S1 com gasolina
Cenário 14: rotura 20% tubagem do tanque T-S1 com gasolina
Cenário 15: rotura total tubagem do tanque T-R2 com gasóleo
Cenário 16: rotura 20% tubagem do tanque T-R2 com gasóleo
Cenário 17: rotura total tubagem do tanque T-K1 com fuelóleo
Cenário 18: rotura 20% tubagem do tanque T-K1 com fuelóleo
Cenário 19: rotura total tubagem do tanque T-A2 com AvGás
Cenário 20: rotura 20% tubagem do tanque T-A2 com AvGás

Ilhas de enchimento

Cenário 21: rotura total de cisterna

Cenário 22: rotura de mangueira de carga de cisterna
--

Descarga de navio

Cenário 23: rotura de mangueira durante descarga de gasolina
--

Descrição de cenários considerados

Cenário	Descrição do cenário	Alcance de consequências Incêndio (kw/m ²)			Alcance de consequências Flash Fire	Alcance de consequências Sobrepressão (mbar)		
		37.5	25	12.5		300	100	30
1	rotura total do tanque T-A1 com gasolina na bacia A			36	234	235	445	1008
2	rotura total do tanque T-S1 com gasolina na bacia S			50	310	302	366	540
3	rotura total do tanque T-R2 com gasolina na bacia R			65				
4	rotura total do tanque T-K1 com gasolina na bacia K			57				
5	rotura total do tanque T-A2 com AvGás			36	234	193	362	817
6	incêndio tanque armazenagem T-A1 com tecto destruído		9	17				
7	incêndio tanque armazenagem T-S1 com tecto destruído		11	17				
8	incêndio tanque armazenagem T-R2			23				
9	incêndio tanque armazenagem T-K1			16				
10	incêndio tanque armazenagem T-A2 com tecto destruído		8	17				
11	rotura total tubagem do tanque T-A1 com gasolina	225	250	280	202			
12	rotura 20% tubagem do tanque T-A1 com gasolina		90	104	67			
13	rotura total tubagem do tanque T-S1 com gasolina	253	285	315	236	288	357	541
14	rotura 20% tubagem do tanque T-S1 com gasolina		109	126	83			
15	rotura total tubagem do tanque T-R2 com gasóleo		106	121				
16	rotura 20% tubagem do tanque T-R2 com gasóleo	7	9	26				

Descrição de cenários considerados

Cenário	Descrição do cenário	Alcance de consequências Incêndio (kw/m ²)			Alcance de consequências Flash Fire	Alcance de consequências Sobrepressão (mbar)		
		37.5	25	12.5		300	100	30
17	rotura total tubagem do tanque T-K1 com fuelóleo			60				
18	rotura 20% tubagem do tanque T-K1 com fuelóleo	6	8	24				
19	rotura total tubagem do tanque T-A2 com AvGás	213	236	263	188			
20	rotura 20% tubagem do tanque T-A2 com AvGás			104	64			
21	rotura total de cisterna			34	122			
22	rotura de mangueira de carga de cisterna		89	102	60			
23	rotura de mangueira durante descarga de gasolina	426	460	252	322			
						250	312	475

ANEXO IV

LISTA ESTABELECEMENTOS SEVESO (APA, 2009)

- NÍVEL SUPERIOR DE PERIGOSIDADE
- NÍVEL INFERIOR DE PERIGOSIDADE

Estabelecimentos de Nível Inferior de Perigosidade (2009.07.02)	
A.A.A. Comércio de Explosivos Abreu, Lda	Aguiar da Beira
Acail Gás S.A.	Santa Maria da Feira
Albano Fernandes da Silva Ribeiro, Lda	Vila Real
Américo Jorge da Silva	Castelo Branco
Anhas - Comércio de Automóveis e Equipamentos, Lda	Caminha
APD Química S.A.	Ílhavo
Artenius Sines PTA, S.A. (Porto de Sines)	Sines
Atlantis II - Cristais, SA	Alcobaça
Auto Serviço das Rãs, Lda	Santo Tirso
Beiragás - UAG Lamego	Lamego
Beiragás - UAG Lousã	Lousã
Beiragás - UAG Seia	Seia
Beiragás - UAG Termolan	Almeida
Bettencourt & Filho, Lda	Matosinhos
Biodiesel Energy Trading, S.A	Sines
BP Portugal (Inst. Viseu)	Viseu
Cartuchos SulBeja Lda.	Mértola
Celulose Beira Industrial (Celbi), S.A.	Figueira da Foz
Centro Técnico de Gás Torrejano, Lda	Torres Novas
CIN - Corporação Industrial do Norte, S.A - Centro de Distribuição	Maia
Comércio e Transportes Marcolino, Lda	Alenquer
Companhia de Celulose do Caima, S.A. (Fábrica de Constância)	Constância
Dianagás (UAG de Odemira)	Odemira
DI-Mirandela-BP Gás (Jorge M. Vale das Neves)	Mirandela
Distalgás – Distribuidora e Instaladora de gás, Lda	Seixal
Duriensegás - Sociedade Distribuidora de Gás Natural do Douro, S.A(UAG de Bragança)	Bragança
Duriensegás - Sociedade Distribuidora de Gás Natural do Douro, S.A (UAG de Chaves)	Chaves
Duriensegás - Sociedade Distribuidora de Gás Natural do Douro, S.A (UAG de Vila Real)	Vila Real
Duriensegás - Sociedade Distribuidora de Gás Natural do Douro, S.A (UAG Marco Canaveses)	Marco de Canaveses
Duriensegás - Sociedade Distribuidora de Gás Natural do Douro, S.A (UAG Amarante)	Amarante
Duriensegás - Sociedade Distribuidora de Gás Natural do Douro, S.A. (UAG Vidago/Oura)	Chaves
Duriensegás - Sociedade Distribuidora de Gás Natural do Douro, S.A. (UAG V. Boa de Quires)	Marco de Canaveses
EOC Portugal, Lda.	
ETC - Terminais Marítimos, S.A.	Almada
Euro Yser - Produtos Químicos, S.A	Aveiro
Eurospuma - Sociedade Industrial de Espumas Sintéticas, S.A.	Espinho
Evonik Carbogal, S.A.	Sines
F. Mesquita Araújo, Lda	Vila Nova de Gaia
FastPanel, S.A.	Fornos de Algodres
FIELDI - Comércio de Combustíveis, Lda (Lugar de Rebordões)	Paredes
FIELDI - Comércio de Combustíveis, Lda (Novelas)	Penafiel
Fitoquímica-Produtos para a Agricultura, Lda (Cacém)	Sintra
Flex2000 - Produtos Flexíveis, S.A.	Ovar
Futurchama - Comércio e distribuição de gás, Lda.	Sintra
Galp Power - Central de Ciclo Combinado de Sines	Sines
Gasalentejo, Lda	Évora
Gasin - Perafita	Matosinhos
Gasnor - Comércio de Gás e Electrodomésticos, Lda	Braga
Gasprocar - Distribuição de Combustíveis, Lda.	Figueira da Foz
Gavedra - Comercialização e Técnica de Gás, Lda.	Torres Vedras
GJR – Pirotecnia e Explosivos, S.A.	Penafiel
GOC - Grupo Operacional de Combustíveis (Aeroporto de Faro)	Faro
GOC - Grupo Operacional de Combustíveis (Aeroporto de Lisboa)	Lisboa
Gonçalves & Gonçalves, Lda	Guarda
GreenCyber, S.A	Sines
HB Fuller Portugal - Produtos Químicos S.A. (ex Isar Rakoll)	Vila do conde

Estabelecimentos de Nível Inferior de Perigosidade (2009.07.02)	
Indústrias LEVER Portuguesa, S.A	Loures
Irmãos Guimarães, Lda, Empreiteiros de Obras Públicas	Vouzela
Irmãos Louro, Lda.	Cantanhede
Johnson Controls II - Assentos de Espuma, Lda	Portalegre
Lígio Teixeira, Lda (Av. do Brasil)	V. N. de Famalicão
Lígio Teixeira, Lda (Rua da Vinha)	V. N. de Famalicão
Linde Sógas, Lda.	Alenquer
Lusitaniagás - UAG Tocha (ex. Transgás)	Cantanhede
Manuel António da Silva & Filhos, Lda (Garagem Silva)	Santa Maria da Feira
Medigás - Sociedade Distribuidora de Gás Natural do Algarve, S.A. (UAG de Olhão)	Olhão
Medigás - Sociedade Distribuidora de Gás Natural do Algarve, S.A. (UAG de Portimão)	Portimão
Moura Silva & Filhos, S.A. (Paiol Alto de Simões)	Póvoa de Lanhoso
Painel 2000 – Sociedade Industrial de Painéis, S.A.	Amares
PAXGÁS - UAG de Beja	Beja
Petrogal - Petróleos de Portugal, S.A. (Faro)	Faro
PETROGAL, S.A., Parque de Bancas, Sines	Sines
Portgás – Sociedade de Produção e Distribuição de Gás, S.A – UAG Viana de Castelo	Viana do Castelo
Portgás – Sociedade de Produção e Distribuição de Gás, S.A – UAG Penafiel	Penafiel
Portucel - Empresa Produtora de Pasta e Papel, S.A. (Centro Fabril de Cacia)	Aveiro
Portugen Energia. S. A. - Central de ciclo combinado da Tapada do Outeiro	Gondomar
Prio Biocombustíveis (ex BIOMART Combustíveis, S.A.)	Ílhavo
Quimigravo – Químicos e Solventes, Lda.	Torres Novas
Raul Heitor Castilho Herdeiros, Lda	Beja
RECKITT BENCKISER, S.A	Benavente
Renort Correia, Silva & Pureza, Lda. (Constantim)	Vila Real
Repsol Portuguesa S.A. (Estabelecimento de Leixões)	Matosinhos
Resibras - Companhia Portuguesa de Resinas para Abrasivos, S.A.	Palmela
Resiquímica - Resinas Químicas, Lda	Sintra
RNM - Produtos Químicos Lda. (ex. Drovilusa – Importação e Exportação de Produtos Químicos Industriais, Lda.)	Vila Nova de Famalicão
Secil-Companhia Geral de cal e Cimento, S.A (Outão)	Setúbal
SGC Biovegetal	Vila Franca de Xira
Sociedade Portuguesa do Ar Líquido - Arruda dos Vinhos	Arruda dos Vinhos
Sociedade Portuguesa do Ar Líquido, S.A. (Centro de Produção de Estarreja)	Estarreja
SOCITREL – Sociedade Industrial de Trefilaria, S.A	Trofa
Solvay Portugal & Solvay Interox	Vila Franca de Xira
Soporcel - Sociedade Portuguesa de Papel, S.A.	Figueira da Foz
SOVENA OILSEEDS PORTUGAL, S.A (ex Tagol - Companhia de Oleaginosas do Tejo,S.A.)	Almada
Syngenta Crop Protection, Lda.	Matosinhos
Tagusgás - UAG de Alpiarça	Alpiarça
Tagusgás UAG Tramagal	Abrantes
Tejo Energia S.A. (Central Termoeléctrica do Pego)	Abrantes
Termolan - Isolamentos Termoacústicos, S.A.	Almeida
Transgás - UAG de Évora	Évora
Transgás - UAG de Santa Comba Dão	Santa Comba Dão
Transogás - Sociedade de Transportes, Óleos e Combustíveis Lda	Marinha Grande
United Resins - Produção de Resinas, S.A.	Figueira da Foz
VALORSUL – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos da Área Metropolitana de Lisboa (Norte), S.A	Loures
Vimagás - Comércio de Gás e Lubrificantes, Lda	Vizela
VITORIAGÁS - Sociedade Distribuidora de Gases, Lda	Leiria

Estabelecimentos de Nível Superior de Perigosidade (2009.07.02)	
ADP Fertilizantes, S.A. - Unidade de Adubos de Alverca (ex CUF - Adubos de Portugal, S.A.)	Vila Franca de Xira
AP-Amoníaco de Portugal, S.A. (Lavrado) (ex ADP)	Barreiro
Artenius Sines PTA, S.A. (Fábrica)	Sines
Bayer Portugal S.A.	Sintra
BP Portuguesa, S.A. (Inst. de Faro)	Faro
BP Portuguesa, S.A. (Inst. de Matosinhos)	Matosinhos
BRESFOR - Indústria do Formol, S.A - Centro de Produção	Ílhavo
BRESFOR - Indústria do Formol, S.A - Terminal Químico	Ílhavo
Cepsa Portuguesa Petróleos S.A.	Matosinhos
Ch-metall Lusitana - Soc. de Tratamento de Superfícies Metálicas, Lda.	Sintra
CLC - Comp. Logística Combustíveis, AS (Parque de Aveiras)	Azambuja
Colep CCL Portugal – Embalagens e Enchimentos, S.A.	Vale de Cambra
Companhia Industrial de Resinas Sintéticas, CIRES, S.A. (Fábrica de PVC)	Estarreja
Companhia Industrial de Resinas Sintéticas, CIRES, S.A. (IPR)	Ílhavo
CPB - Companhia Petroquímica do Barreiro	Barreiro
CUF - Químicos Industriais, S.A. (ex-QUIMIGAL - Química de Portugal, S.A)	Estarreja
DIGAL, S.A.	Sintra
DN Gás - Distribuição e comércio de gás, Lda.	Ílhavo
Dow Portugal, Produtos Químicos, S.A. (Terminal portuário)	Ílhavo
Dow Portugal, Produtos Químicos, S.A. (Unidade fabril)	Estarreja
EDP Gestão de Produção de Energia, S.A.- Central Termoelétrica de Tunes	Silves
EuroResinas - Indústrias Químicas S.A	Sines
EuroResinas - Indústrias Químicas S.A - Tanque de Metanol	Sines
Ferro Indústrias Químicas, Lda.	Vila Franca de Xira
FISIPE - Fibras Sintéticas de Portugal, S.A.	Barreiro
Fitoquímica-Produtos para a Agricultura, Lda (Cartaxo)	Cartaxo
Flexipol - Espumas sintéticas, S.A.	São João da Madeira
Galp Comercialização (ex Esso Portuguesa, Lda)	Almada
Hempel (Portugal), Lda.	Palmela
Hexion (ex Akzo Nobel Resinas Lda. (ex-Nares))	Montemor-o-Velho
InChemica - Indústria Química de Especialidades, Sociedade Unipessoal, Lda	Azambuja
Itarion Solar, Lda.	Vila do Conde
LBC Tanquapor - Movimentação e Armazenagem de Líquidos, Lda	Barreiro
MaxamPor Alcochete (ex SPEL)	Alcochete
MaxamPor Campo de Jales (ex SPEL)	Vila Pouca de Aguiar
Petrogal - Terminal Petroleiro de Leixões	Matosinhos
Petrogal - Petróleos de Portugal, S.A. - Refinaria do Porto	Matosinhos
Petrogal - Petróleos de Portugal, S.A. (Aveiro)	Ílhavo
Petrogal - Petróleos de Portugal, S.A. (Perafita)	Matosinhos
Petrogal - Petróleos de Portugal, S.A. (Porto Brandão)	Almada
Petrogal - Petróleos de Portugal, S.A. (Refinaria de Sines)	Sines
Portucel - Empresa Produtora de Pasta e Papel, S.A. (Mitrena)	Setúbal
Prio Advanced Fuels S.A.	Ílhavo
REN – Armazenagem, S.A (Armazenagem Subterrânea de Carriço) (ex-Transgás)	Pombal
REN Atlântico, Terminal de GNL (ex SGNL / ex Transgás Atlântico)	Sines
Repsol Combustíveis S.A. - Instalação da Banática (ex Shell Banática)	Almada
Repsol Combustíveis S.A. - Instalação de Matosinhos (ex Shell Matosinhos)	Matosinhos
Repsol Polímeros Lda. - Complexo Petroquímico (ex Borealis)	Sines
Repsol Polímeros Lda. - Terminal Portuário (ex Borealis)	Sines
RESPOL	Leiria

Estabelecimentos de Nível Superior de Perigosidade (2009.07.02)	
SAPEC Agro, S.A. - Divisão de Protecção das Culturas	Setúbal
SAPEC Química, S.A.- Divisão QUIMEPEC	Setúbal
SEC - Sociedade de Explosivos Civis, S.A.	Aljustrel
SIGÁS - Armazenagem de Gás, ACE (Caverna de Propano)	Sines
Tanquisado - Terminais Marítimos, S.A. (Parque de Armazenagem de Mitrena)	Setúbal
Tanquisado - Terminais Marítimos, S.A. (Parque de Armazenagem do Real)	Matosinhos
Tecneira - Tecnologias Energéticas, SA (Fábrica de Biodiesel de Setúbal)	Setúbal
Tutigás – Distribuição de Combustíveis, Lda	Ovar

ANEXO V

Artigo 12º da Directiva 96/82/CE do Conselho de 9 de Dezembro de
1996

DIRECTIVA 96/82/CE do Conselho de 9 de Dezembro de 1996 relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas

O CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA,

Artigo 12º

Controlo da urbanização

1. Os Estados-membros devem assegurar que os objectivos de prevenção de acidentes graves e de limitação das respectivas consequências sejam tidos em conta nas suas políticas de afectação ou utilização dos solos e/ou noutras políticas pertinentes. Esses objectivos são prosseguidos mediante um controlo:

- a) Da implantação dos novos estabelecimentos;
- b) Das alterações dos estabelecimentos existentes referidas no artigo 10º;
- c) Do novo ordenamento da área como vias de comunicação, locais frequentados pelo público, zonas residenciais, nas imediações de estabelecimentos existentes, sempre que o local de implantação ou o ordenamento da área sejam susceptíveis de aumentar o risco de um acidente grave ou agravar as suas consequências.

Os Estados-membros devem assegurar que a sua política de afectação ou de utilização dos solos e/ou outras políticas pertinentes, bem como os procedimentos de execução dessas políticas, têm em conta a necessidade, a longo prazo, de manter distâncias adequadas entre, por um lado, os estabelecimentos abrangidos pela presente directiva e, por outro lado, as zonas residenciais, as zonas de utilização pública e as zonas naturais de interesse particular ou com características particularmente sensíveis, e para os estabelecimentos existentes, a necessidade de medidas técnicas complementares nos termos do artigo 5º, a fim de não aumentarem os riscos para as pessoas.

2. Os Estados-membros devem assegurar que todas as autoridades competentes e todos os serviços habilitados a tomar decisões neste domínio criem processos de consulta adequados a fim de facilitar a aplicação das políticas adoptadas nos termos do nº 1. Esses processos devem ser concebidos de forma a que se encontre disponível, no momento de tomar as decisões, um parecer técnico sobre os riscos associados ao estabelecimento, com base na análise de um caso concreto ou em critérios gerais.