

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE E LOCALIZAÇÃO

**BRENNTAG PORTUGAL – PRODUTOS
QUÍMICOS, LDA**

INSTALAÇÃO DE ESTARREJA

ANEXO

ÍNDICE

1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO.....	4
1.1. INFORMAÇÃO SOBRE “SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS” PRESENTES NO ESTABELECIMENTO	6
1.1.1. Substâncias / produtos armazenados (SEVESO).....	6
1.2. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	10
1.2.1. Armazenagem	10
1.2.2. Processo produtivo	11
1.3. MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO	14
1.3.1. Medidas Gerais de Proteção Contra Incêndios e outros sinistros.....	16
1.4. MEDIDAS DE CONTENÇÃO DE DERRAMES.....	16
2. IDENTIFICAÇÃO, SELEÇÃO E ANÁLISE DOS POSSÍVEIS CENÁRIOS DE ACIDENTE	18
2.1. ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS.....	18
2.1.1. Análise da Substância Perigosa	18
2.1.2. Identificação de Fontes de Perigo Internas	22
2.2. IDENTIFICAÇÃO DOS POTENCIAIS CENÁRIOS DE ACIDENTES	26
2.3. ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS ACIDENTES.....	30
2.4. SELEÇÃO DE CENÁRIOS DE ACIDENTES	34
2.4.1. Árvores de Acontecimentos	34
2.4.2. Frequência dos Cenários de Acidente	42
2.5. AVALIAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS.....	47
2.5.1. Introdução	47
2.5.2. Valores Limite – Definição de Zonas Potencialmente Afetadas	47
2.5.3. Critérios Gerais Empregues	48
2.5.4. Resultado dos acidentes selecionados - modelizações no PHAST	51
2.6. SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS PARA OS ORGANISMOS AQUÁTICOS.....	57
2.6.1. Índice de Quantidade de Produto Contaminante	58
2.6.2. Índice de Quantidade de Produto Contaminante	58
2.6.3. Índice de Extensão	59
2.6.4. Análise da Vulnerabilidade da Envoltente.....	59
2.6.5. Resultados da Avaliação dos Efeitos sobre o Ambiente	61
2.6.6. Conclusões dos efeitos sobre o ambiente.....	64
3. DETERMINAÇÃO DAS ZONAS DE PERIGOSIDADE	65
4. CARACTERIZAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA ENVOLVENTE	66
4.1. ELEMENTOS CONSTRUÍDOS	66

4.2. RECETORES AMBIENTALMENTE SENSÍVEIS	67
4.2.1. Áreas classificadas e de conservação da natureza	67
4.2.2. Zonas de proteção específica	67
4.3. USOS, CLASSIFICAÇÕES E QUALIFICAÇÕES DO SOLO.....	67
4.4. CARTA DA ENVOLVENTE.....	68
5. CONCLUSÃO.....	69

APÊNDICES

1. PLANTAS
2. FICHA DE DADO DE SEGURANÇA
3. RESULTADOS PHAST
4. REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS
5. ZONAS DE PERIGOSIDADE

1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO

A Brenntag Portugal - Produtos Químicos, Lda. tem uma instalação em Estarreja dedicada essencialmente à distribuição de produtos químicos (receção, armazenagem, enchimento e expedição), diluição de produtos químicos e ainda à produção de especialidades e misturas, nomeadamente produtos biocidas e desinfetantes (receção e armazenagem de matérias-primas, mistura, enchimento de embalagens e expedição).

O estabelecimento da Brenntag Portugal em Estarreja encontra-se localizada na rua do amoníaco português, n.º 8, freguesia de Beduído, concelho de Estarreja. A envolvente do estabelecimento é composta por outras indústrias, nomeadamente a Bondalti Chemicals e o Parque Industrial da Baía do Tejo.

Sucintamente o estabelecimento é constituído por um edifício industrial com uma área administrativa, uma área de armazém, balneários e um laboratório, tendo ainda um parque exterior com reservatórios fixos e duas zonas de telheiros distintas. No interior do edifício industrial, a área de armazém divide-se na zona de produção e na zona de armazenamento de produto embalado, sendo que na zona de produção existe um conjunto de 6 misturadores, sendo um destes dedicado a misturas ATEX. Os referidos misturadores estão inseridos em 3 bacias de retenção distintas. Na restante área disponível no interior do armazém, encontram-se estantes dedicadas ao armazenamento das embalagens de matérias-primas e produto acabado. No parque exterior encontram-se um conjunto de reservatórios inseridos em bacias de retenção e duas zonas de telheiros distintas, separadas pelos reservatórios fixos. Num dos telheiros realizam-se as descargas de cisternas para os reservatórios fixos e no outro efetuam-se os enchimentos dos vários tipos de embalagem. No exterior do edifício industrial existe ainda uma zona descoberta onde se armazenam embalagens vazias.

A planta geral do estabelecimento, apresentada no apêndice 1, identifica as diversas zonas e infraestruturas do estabelecimento.

Esta Avaliação de Compatibilidade e Localização, prende-se com o facto de o estabelecimento da Brenntag Portugal em Estarreja armazenar substâncias perigosas (Seveso) em quantidade que superam um limite estabelecido, o que faz com que o estabelecimento fique diretamente enquadrado no Nível Inferior de Perigosidade de acordo com o Decreto de Lei n.º 150/2015 de 5 de Agosto.

O objetivo deste estudo consiste em averiguar se o estabelecimento é compatível com a localização atual, em termos de risco de acidente industrial grave, nomeadamente com a receção, manipulação, movimentação e armazenagem da substância perigosa Seveso (atividades inteiramente realizadas no interior do estabelecimento).

As substâncias perigosas Seveso armazenadas (total 44) apresentam as seguintes perigosidades (algumas substâncias apresentam perigos cumulativamente):

- Perigosas para o ambiente (4 substâncias sólidas - 4,642 ton e 28 líquidas - 195,959);
- Substâncias inflamáveis (12 substâncias líquidas - 27,2749 ton);

- Comburentes (1 substância líquida - 0,005 ton);
- Tóxicas (2 substâncias sólidas - 4,026 ton e 5 substâncias líquidas - 16,549 ton).

A grande maioria das substâncias armazenadas é perigosa para o ambiente, seguindo-se as inflamáveis, e depois as tóxicas.

Adicionalmente existem outras substâncias perigosas presentes no estabelecimento (como o ácido sulfúrico, ácido clorídrico, peróxido de hidrogénio 49,5%, entre outras), mas não são classificadas como perigosas Seveso.

As substâncias são rececionadas por via rodoviária (em cisternas, sacos e contentores de diversas capacidades no máximo 1m³ de capacidade unitária) e os produtos são expedidos de igual modo por via rodoviária em veículos pesados. A carga / descarga das substâncias é efetuada em áreas pavimentadas.

A armazenagem das substâncias perigosas classificadas Seveso, é efetuada nos seguintes locais:

- No interior do edifício industrial em área dedicada a tal;
- Em reservatórios contidos em bacias de retenção ao ar livre no parque exterior

CAE principal: 46750 – Comércio por grosso de produtos químicos

CAE secundário: 20151 – Fabricação de adubos químicos ou minerais e de compostos azotados

Código APA: APA00143198

Histórico da Empresa

A Brenntag Portugal adquiriu em 2018 a empresa Quimitécnica.com tendo concluído o processo de fusão em Abril de 2021.

Historicamente, em 1991 foram autonomizadas, da Quimigal, EP (que sucedeu à Companhia União Fabril após a sua nacionalização), algumas atividades dispersas e obsoletas, numa entidade jurídica autónoma chamada QUIMITECNICA. Esta representou o que se construiu a partir dessa entidade, após a sua privatização e venda, em 1993, ao grupo José de Mello.

A designação atual – Brenntag Portugal – Produtos Químicos, Lda. – surgiu decorrente do processo de fusão referido e possui instalações em Sintra, Barreiro, Aveiras de Cima, Estarreja e Guimarães. Dedicase essencialmente à comercialização por grosso, distribuição, fabrico, compra e a venda de produtos químicos para vários sectores de atividade, passando pela indústria química, alimentar e tratamento de águas e efluentes, entre outros.

1.1. INFORMAÇÃO SOBRE “SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS” PRESENTES NO ESTABELECIMENTO

No Apêndice 2 incluem-se as Fichas de Dados de Segurança (FDS) das substâncias (Seveso) armazenadas e movimentadas no estabelecimento, onde se encontram descritas as características relevantes. A localização das substâncias Perigosas encontra-se em planta no Apêndice 1.

1.1.1. Substâncias / produtos armazenados (SEVESO)

Neste ponto indicam-se as substâncias perigosas armazenadas no estabelecimento. De acordo com a Formulário de Comunicação são contabilizadas #44 substâncias perigosas classificadas Seveso (#5 no estado sólido - quantidade 4,669 ton e #39 no estado líquido - quantidade 226,054 ton).

A grande maioria das substâncias são essencialmente perigosas para o ambiente (#32, com 200,602 ton), e é devido à perigosidade ambiental que o estabelecimento é classificado no Nível Inferior de Perigosidade (valor de 1,917 no limiar inferior para a regra da adição).

A maioria das substâncias perigosas para o ambiente está no estado líquido (#28, com 195,959 ton) e o restante está no estado sólido (#4, com 4,643 ton). Verifica-se também que, a maioria das substâncias está na categoria Seveso E1 (H400 / H410, com 183,582 ton) de maior perigosidade ambiental, e as restantes na categoria Seveso E2 (H411, com 17,02 ton).

Existem 27,749 ton de substâncias inflamáveis, no estado líquido, que estão na categoria Seveso P5c, sendo que 18,699 ton são de perigosidade H225 e, 9,05 ton de perigosidade H226.

Quanto a substâncias tóxicas Seveso, existem #2 no estado sólido e #5 no estado líquido, sendo a maioria são tóxicas Seveso por inalação.

Por fim existe uma substância comburente Seveso (P8) no estado sólido com 0,005 ton.

Todas as substâncias perigosas classificadas Seveso são recebidas, armazenadas e expedidas à pressão e temperatura ambiente.

Na tabela seguinte apresenta-se o inventário das substâncias perigosas Seveso armazenadas no estabelecimento.

Classificação das substâncias perigosas Seveso no estabelecimento de acordo com o Dec. Lei n.º 150/2015 de 5 de Agosto:

Tabela 1 - Quantidade máxima de substâncias Seveso armazenadas - Formulário de Comunicação - Dec. Lei n.º 150/2015, de 5 de Agosto

Nome (subst. Seveso)	Estado	Tipo Armazenagem	Subst. Desig.	Quant. máx. (ton)	Frases H	Classificação SEVESO	Cat. Seveso	> 2 %; < 2 % (*)
AC NITRICO TEC	Líquido	Embalagens	Não	7	H331	Acute Tox. 3, H331	H2	> 2%
ALC ISOPROP	Líquido	Embalagens	Não	11	H225	Flam. Liq. 2, H225	P5c	< 2%
ALC PROPILICO G BIOCIDA COMEX 795 K CE	Líquido	Embalagens	Não	0,8	H225	Flam. Liq. 2, H225	P5c	< 2%
ALKODES 100	Líquido	Embalagens	Não	5	H411 H225	Aquatic Chronic 2, H411 Flam. Liq. 2, H225	P5c E2	> 2% (E2)
ALKODES 100 MG	Líquido	Embalagens	Não	7,31	H411 H226	Aquatic Chronic 2, H411 Flam. Liq. 3, H226	P5c E2	> 2% (E2)
AROMA FLORAL	Líquido	Embalagens	Não	0,01	H411	Aquatic Chronic 2, H411	E2	< 2%
AROMA MANZANA VERDE	Líquido	Embalagens	Não	0,01	H411	Aquatic Chronic 2, H411	E2	< 2%
AROMA MARINO	Líquido	Embalagens	Não	0,01	H411 H226	Aquatic Chronic 2, H411 Flam. Liq. 3, H226	P5c E2	< 2%
AROMA PINO	Líquido	Embalagens	Não	0,021	H411	Aquatic Chronic 2, H411	E2	< 2%
AUTOPOON 4012	Líquido	Embalagens	Não	0,19	H226	Flam. Liq. 3, H226	P5c	< 2%
BAC 50	Líquido	Embalagens	Não	1,157	H400 H410	Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 1, H410	E1	< 2%
BIFLUORURO AMONICO	Sólido	Embalagens	Não	0,026	H301	Acute Tox. 3, H301	H2	< 2%
BLANKA	Líquido	Embalagens	Não	0,01	H410 H226	Aquatic Chronic 1, H410 Flam. Liq. 3, H226	P5c E1	< 2%
BRENNTQUISAN CLORO CHOQUE	Sólido	Embalagens	Não	0,125	H400 H410	Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 1, H410	E1	< 2%
BRENNTQUISAN CLORO TRIPLE ACCION	Sólido	Embalagens	Não	0,005	H400 H410 H272	Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 1, H410; Ox. Sol. 2, H272	E1 P8	< 2%

Nome (subst. Seveso)	Estado	Tipo Armazenagem	Subst. Desig.	Quant. máx. (ton)	Frases H	Classificação SEVESO	Cat. Seveso	> 2 %; < 2 % (*)
CLOREX L	Líquido	Embalagens	41. Misturas de hipoclorito de sódio classificadas como categoria 1 toxicidade aguda para o ambiente aquático [H400] contendo menos de 5 % cloro ativo e não classificadas noutras categorias de perigo da parte 1 do Anexo I.	0,81	H410 H411	Aquatic Chronic 1, H410 Aquatic Chronic 2, H411	E1	< 2%
CLORITO SODICO 25% PWG	Líquido	Embalagens	Não	6,148	H400	Aquatic Acute 1, H400	E1	> 2%
DEHYPON LT 104 L BP	Líquido	Embalagens	Não	0,185	H400	Aquatic Acute 1, H400	E1	< 2%
DETERQUIM OA	Líquido	Embalagens	Não	1,94	H400 H411	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 2, H411	E1	< 2%
DIETANOLAMIDA DE COCO B2PN	Líquido	Embalagens	Não	0,723	H411	Aquatic Chronic 2, H411	E2	< 2%
Gama DW (DW-0, DW-12, DW-2S)	Líquido	Embalagens	Não	9,223	H400 H411	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 2, H411	E1	> 2%
FORMOL TEC.	Líquido	Embalagens	Não	1,549	H331 H301	Acute Tox. 3, H331; Acute Tox. 3, H301	H2	> 2%
GEL AVENA 17000	Líquido	Embalagens	Não	0,01	H411	Aquatic Chronic 2, H411	E2	< 2%
HIPO 13 SUB.ATIVA BIOCIDA	Líquido	Embalagens	Não	6,2	H400 H411	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 2, H411	E1	> 2%
HIPOCLORITO SOD QMT	Líquido	Reservatório atmosférico	Não	60	H400 H411	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 2, H411	E1	> 2%
HIPOCLORITO SOD QMT	Líquido	Embalagens	Não	24,165	H400 H411	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 2, H411	E1	> 2%
Gama IPOCLORIX (TEC, HV, PWG, FOOD, CT)	Líquido	Embalagens	Não	66,825	H400 H411	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 2, H411	E1	> 2%
ISODESNOL 75M	Líquido	Embalagens	Não	1,863	H411 H225	Aquatic Chronic 2, H411 Flam. Liq. 2, H225	P5c E2	< 2%

Nome (subst. Seveso)	Estado	Tipo Armazenagem	Subst. Desig.	Quant. máx. (ton)	Frases H	Classificação SEVESO	Cat. Seveso	> 2 %; < 2 % (*)
LIMPA-VIDROS QT20	Líquido	Embalagens	Não	0,915	H226	Flam. Liq. 3, H226	P5c	< 2%
MAT27	Líquido	Embalagens	Não	0,9	H411	Aquatic Chronic 2, H411	E2	< 2%
MAT29	Líquido	Embalagens	Não	0,01	H410 H226	Aquatic Chronic 1, H410 Flam. Liq. 3, H226	P5c E1	< 2%
MAT63	Líquido	Embalagens	Não	0,03	H400 H410	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 1, H410	E1	< 2%
MILO DES	Líquido	Embalagens	Não	0,84	H411	Aquatic Chronic 2, H411	E2	< 2%
MULTICLEAN IPA	Líquido	Embalagens	Não	0,036	H225	Flam. Liq. 2, H225	P5c	< 2%
OXIDET DMCLD	Líquido	Embalagens	Não	1,421	H400 H411	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 2, H411	E1	> 2%
OXIDO DE ZINC	Sólido	Embalagens	Não	0,513	H400 H410	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 1, H410	E1	< 2%
PERCLOROETILENO	Líquido	Embalagens	Não	0,323	H411	Aquatic Chronic 2, H411	E2	< 2%
PHOS CLEAN HF	Líquido	Embalagens	Não	2	H300 H331 H310	Acute Tox. 2, H300 Acute Tox. 3, H331; Acute Tox. 1, H310	H1	> 2%
Gama Phos Clean (PHOS CLEAN HF/50 e PHOS CLEAN FCL)	Líquido	Embalagens	Não	4	H310 H301	Acute Tox.2, H310 Acute Tox. 3, H301	H2	> 2%
Gama QUIMINOX (Quiminox Gel, Quiminox PKL NF)	Líquido	Embalagens	Não	2	H310 H331 H301	Acute Tox. 2, H310 Acute Tox. 3, H331; Acute Tox. 3, H301	H2	> 2%
QUIMIPOL 106 L	Líquido	Embalagens	Não	0,32	H400	Aquatic Acute 1, H400	E1	< 2%
QUIMIWASH HYPO	Líquido	Embalagens	Não	0,495	H400 H411	Aquatic Acute 1, H400; Aquatic Chronic 2, H411	E1	< 2%
SINORSOFT QUAT 18	Líquido	Embalagens	Não	0,605	H226	Flam. Liq. 3, H226	P5c	< 2%
SULFHIDRATO SODICO	Sólido	Embalagens	Não	4	H400 H301	Aquatic Acute 1, H400; Acute Tox. 3, H301	E1 H2	> 2%

(*) Limites inferior e superior da regra da adição.

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

O estabelecimento é constituído por diversas áreas que permitem a receção, movimentação, armazenagem, diluições / misturas (quando requeridas), e expedição de produtos químicos, de modo a desenvolver a sua atividade. Todas estas atividades, afetas a substâncias perigosas classificadas Seveso, ocorrem à pressão atmosférica e temperatura ambiente.

Em seguida efetua-se uma descrição das instalações e das atividades.

1.1.2. Armazenagem

A armazenagem de produtos químicos no estabelecimento é feita em reservatórios, GRG's, contentores (bidons) e embalagens paletizadas (sacos e jerricanes), localizadas no parque exterior e no armazém no interior do edifício industrial.

Os 12 reservatórios localizados no parque exterior estão em bacias de retenção e as zonas à volta destas bacias são pavimentadas. As bacias de retenção não têm qualquer ligação ao esgoto e são construídas em betão revestido a poliéster / fibra de vidro com resistência química adequada aos produtos armazenados nos reservatórios. Apresenta-se de seguida as características dos reservatórios com substâncias perigosas Seveso presentes no estabelecimento, assim como das suas bacias de retenção.

Tabela 2 - Características dos reservatórios com substâncias perigosas Seveso

Reservatório	Produto	Volume (m ³)	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Temperatura (°C)	Pressão (atm)
8	Hipoclorito de sódio	25	2560	5200	25	atm.
9		25	2560	5200	25	atm.

Tabela 3 - Características das bacias de retenção onde se encontram inseridos os reservatórios de substâncias perigosas Seveso

Bacias de retenção dos reservatórios	Número total de bacias de retenção	Área útil de cada bacia (m ²)	Volume útil de cada bacia (m ³)	Altura de cada bacia (mm)
	3	64	38,4	600

No interior do edifício industrial, nomeadamente na área de armazém, as embalagens (GRG's, bidons, jerricans, etc.) encontram-se dispostas em estantes (racks) metálicos em zonas pavimentadas com pendente, permitindo o encaminhamento para os sumidouros com ligação a tanque de recolha subterrâneo.

No telheiro do lado oposto ao da descarga de cisternas, no exterior do edifício industrial, são colocadas embalagens que serão expedidas no próprio dia ou no dia seguinte, de forma a agilizar a expedição, esta zona pavimentada é designada de *pick up point*. Nestes telheiros, o declive do pavimento e a existência de muretes, asseguram que qualquer derrame é conduzido para as caleiras, com ligação ao tanque de recolha subterrâneo (3 m³) e posterior envio para tanque de efluentes (25 m³).

As matérias-primas / produtos são rececionadas / expedidas por via rodoviária (veículos pesados). A descarga / carga das matérias-primas / produtos é efetuada em áreas pavimentadas.

De referir que a descarga de cisternas de líquidos é acompanhada em permanência por operadores da Brenntag Portugal - Estarreja e pelo motorista da cisterna rodoviária.

1.1.3. Processo produtivo

Os processos produtivos do estabelecimento são processos simples, uma vez que se resumem a misturas e diluições, não havendo processos químicos. De seguida efetua-se uma descrição sucinta das atividades que constituem os três processos que se realizam no estabelecimento.

1.1.3.1. Produção de especialidades e misturas

A produção de especialidades e misturas desenvolve-se nas seguintes atividades:

- Atividade 1 – Receção das matérias-primas necessárias às várias formulações.

A maioria das matérias-primas utilizadas apresenta-se no estado líquido, embaladas em GRG's, tambores de 200 litros ou em jerricanes.

- Atividade 2 - Formulação de especialidades e misturas, essencialmente produtos biocidas e desinfetantes, inicia-se com a alimentação das matérias-primas aos misturadores. A alimentação das matérias-primas líquidas aos misturadores é feita através de bombas / tubagens dedicadas. Sendo cumpridos os procedimentos estabelecidos, o risco de contacto entre substâncias incompatíveis, é muito reduzido.

As matérias-primas sólidas são alimentadas diretamente pela abertura das tampas dos misturadores. Nos casos em que os produtos podem libertar gases / vapores, os misturadores estão equipados com sistema de aspiração de gases, evitando assim a formação de atmosferas potencialmente perigosas e garantem-se os limites de exposição ocupacional. O misturador MIX-103 tem um sistema de extração independente decorrente de ser classificado como zona ATEX.

O processo de mistura decorre conforme as receitas de cada produto. As receitas identificam os componentes das misturas, definem as quantidades a utilizar, a sequência das adições, os meios a utilizar para controlar as quantidades e os controlos finais.

No final do processo de mistura, é retirada uma amostra-testemunho para realização do controlo de qualidade. Se o produto final está de acordo com a especificação do produto, poderá iniciar-se a atividade de enchimento de embalagens.

Todas as formulações são realizadas à pressão e temperatura ambiente.

- Atividade 3 - Os enchimentos de GRG's e jerricanes são realizados de forma manual através de mangueiras com ponteiros de enchimento na sua extremidade. Existem mangueiras de enchimento distintas, destinadas ao enchimento de GRG's e de jerricanes.
- Atividade 4 – A armazenagem temporária dos GRG's e jerricanes é feita no interior do edifício, em estantes, até ser realizado o *picking*.
- Atividade 5 - A expedição de embalagens é realizada no parque exterior através da carga de veículos com recurso a empilhador.

Não existe formulação química, pelo que se entende que não haja fabrico de produtos de base.

Como mencionado anteriormente, o processo de misturas ocorre nos misturadores inseridos em bacias de retenção, sem ligação ao esgoto, na área de produção (armazém pavimentado e com pendente para sumidouros com ligação a tanque de recolha subterrâneo). Apresenta-se de seguida as características dos misturadores e respetivas bacias de retenção.

Tabela 4 - Características dos misturadores

Misturadores	Volume (m ³)	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Temperatura (°C)	Pressão (atm)
MIX- 101	6	1800	2360	25	atm.
MIX - 102	2	1200	1770	25	atm.
MIX - 103	5	1600	2500	25	atm.
MIX - 104	8	2000	2550	25	atm.
MIX - 105	6	1800	2360	25	atm.
MIX - 106	6	1800	2360	25	atm.

Tabela 5 - Características das bacias de retenção associadas aos misturadores.

Bacias de retenção associadas aos misturadores	Identificação das bacias	Área útil das bacias (m ²)	Volume útil das bacias	Altura (mm)
	1 - inflamáveis (misturador 103)	13,7	5,5	400

	2 - ácidos (misturadores 102 e 106)	24	9,6	400
	3 - bases (misturadores 101, 104 e 105)	52	20,8	400

1.1.3.2. Diluição de produtos químicos

A diluição de produtos químicos desenvolve-se nas seguintes atividades:

- Atividade 1 - Receção de produtos em cisterna para os depósitos de armazenagem ou para GRG's.
- Atividade 2 - Diluição de alguns produtos, com água, podendo esta operação ser realizada em misturador, depósito de armazenagem, cisterna ou GRG.

Não existe transformação química, pelo que se entende que não haja fabrico de produtos.

- Atividade 3 - Quando aplicável, os enchimentos de GRG's e jerricanes são realizados de forma manual através de mangueiras com ponteiros de enchimento na sua extremidade. Existem mangueiras de enchimento distintas, uma destinada ao enchimento de GRG's e outra aos jerricanes para cada produto.
- Atividade 4 - A armazenagem temporária dos GRG's e jerricanes é feita no interior do edifício, em estantes, até ser realizado o *picking*.
- Atividade 5 - A expedição de embalagens é realizada no parque exterior através da carga de veículos com recurso a empilhador. Pode também ocorrer a expedição de cisternas.

As diluições são efetuadas em zona pavimentada e com declive, que permite direcionar para sumidouros / caleiras possíveis derrames, uma vez que tem ligação a tanque de recolha de águas residuais subterrâneo. Este por sua vez possui ligação ao tanque de efluentes presente no estabelecimento, onde é expedido em cisternas para tratamento do exterior.

1.1.3.3. Distribuição de produtos químicos

A distribuição de produtos químicos desenvolve-se nas seguintes atividades:

- Atividade 1 - Receção de produtos em cisterna para os depósitos de armazenagem ou para GRG's.
- Atividade 2 - Quando aplicável, os enchimentos de GRG's e jerricanes são realizados de forma manual através de mangueiras com ponteiros de enchimento na sua extremidade. Existem mangueiras de enchimento distintas, uma destinada ao enchimento de GRG's e outra aos jerricanes para cada produto.

Não existe transformação química, pelo que se entende que não haja fabrico de produtos.

- Atividade 3 - A armazenagem temporária dos GRG's e jerricanes é feita no interior do edifício, em estantes, até ser realizado o *picking*.
- Atividade 4 - A expedição de embalagens é realizada no parque exterior através da carga de veículos com recurso a empilhador. Pode também ocorrer a carga e expedição de cisternas.

É de referir que nas instalações não existem produtos intermédios, apenas matérias-primas e produto final.

1.2. MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO

O estabelecimento possui um conjunto de medidas de prevenção e mitigação com o objetivo de Prevenção de Acidentes Graves, e a limitação das suas repercussões nas pessoas e no ambiente. Assim, adotou-se um conjunto de soluções de engenharia e de organização na melhoria das suas atividades e instalações.

As medidas referidas abrangem as áreas de receção / expedição, manipulação, movimentação e armazenagem, e todas as atividades. As soluções gerais que se aplicam são:

- O piso do estabelecimento onde existe manipulação / movimentação / armazenagem de produto / matérias - primas é todo pavimentado;
- No interior do edifício industrial, nomeadamente na área de armazém e de produção, o chão é pavimentado (impermeabilizado) e têm pendente para caixas de recolha existentes, com ligação a tanque de recolha de águas residuais subterrâneo (3 m³), onde posteriormente é encaminhado para tanque de efluentes (25 m³), sendo depois recolhido e enviado via cisterna para gestor autorizado;
- Adequadas metodologias de armazenamento / acondicionamento dos recipientes de armazenagem;
- Reservatórios / Misturadores em bacias de retenção de dimensões adequadas e impermeabilizadas (sem ligação ao esgoto);
- Reservatórios fixos de substâncias não Seveso, inseridos em bacias de retenção impermeabilizadas;
- Indicadores de nível nos reservatórios de armazenagem;
- Os tanques são fabricados em negro e com material homologado para o hipoclorito de sódio, de modo a evitar o excesso de temperatura e, conseqüentemente prevenir a decomposição do produto;
- A zona afeta aos telheiros, no exterior do edifício industrial, é pavimentada e possui caleiras, que conduzem qualquer derrame ao tanque de recolha de águas industriais subterrâneo (3 m³), sendo posteriormente enviado para o tanque de efluentes (25 m³) e daí é expedido via cisterna para tratamento no exterior;

- Instalação de um sistema de contenção de derrames acidentais no exterior do edifício industrial através de uma válvula de seccionamento na caixa de recolha de águas pluviais, de forma a prevenir um derrame decorrente da carga / descarga de produto embalado de veículos.
- Controlo das operações de descarga de substâncias (perigosas ou não) acompanhadas por pessoal com formação adequada e experiência. Durante as operações de descarga é obrigatória a presença de 2 operadores, que se encontram perto das válvulas manuais e, encerram as mesmas em caso de derrame. As mangueiras de descarga possuem bocais dedicados a cada produto (camlocks diferentes) de modo a evitar maus acoplamentos, que possam levar a fugas. Dada a simplicidade da operação não foi identificada a necessidade de instalação de mecanismos de deteção e bloqueio automático da linha de descarga de hipoclorito de sódio - estes processos permitem reduzir a ocorrência de falhas operacionais / erros humanos;
- Procedimentos de operação na manipulação e movimentação de substâncias perigosas;
- A manipulação de substâncias, nomeadamente misturas e diluição, é efetuada nos misturadores que se encontram contidos em bacias de retenção e no interior do edifício industrial, respetivamente;
- Os equipamentos elétricos possuem ligação à terra (com verificações semestrais da rede de terras. No caso das operações de descarga de cisternas, estas são ligadas à terra por cabos com uma pinça na extremidade para ligação à estrutura do veículo.
- Cumprimento de procedimentos de operação e manutenção;
- O estabelecimento possui deteção de incêndio, sirenes de alarme de incêndio e de intrusão, botões manuais de alarme, central de incêndios, extintores, carreteis e desenfumagem natural;
- Formação adequada para todo o pessoal envolvido na manipulação e movimentação das substâncias perigosas, de acordo com o posto designado;
- Autorização de trabalho para todas as obras de instalação e manutenção. Medida permite o controlo e redução da presença de fontes de ignição no interior do estabelecimento, que possam ser origem de incêndios ou explosões. Permite também evitar condições perigosas que possam conduzir a fugas de substâncias perigosas;
- Avaliação dos prestadores de serviço em termos de SSA (Saúde, Segurança e Ambiente), nomeadamente empresas de manutenção, limpeza, etc.

Estas duas últimas medidas (organizacionais) permite reduzir a ocorrência de falhas, que conduzam a perdas de contenção de substâncias perigosas ou falhas operacionais.

Também permite aos operadores tomar decisões e reagir antecipadamente a desvios durante as operações nas instalações, que possam levar à ocorrência dos efeitos perigosos.

O controlo de acessos ao estabelecimento é limitado de modo a controlar a presença de elementos estranhos às operações da Brenntag. O estabelecimento encontra-se normalmente com o portão fechado. Para aceder ao mesmo, é necessária identificação através de intercomunicador existente no

exterior e, após o reconhecimento por parte do pessoal da Brenntag, efetuar um registo à entrada e saída.

Estas medidas são complementadas com outras medidas organizativas, nomeadamente através de um adequado grau de preparação e prontidão dos colaboradores, mediante um Plano de Formação anual, que tem em conta as necessidades de formação ao nível da Resposta à Emergência, o treino periódico para as emergências, através de exercícios e simulacros, etc., tendo em vista o controlo de uma eventual situação de emergência, no menor tempo possível.

1.2.1. Medidas Gerais de Proteção Contra Incêndios e outros sinistros

Face aos riscos de ocorrência de Acidentes Graves, o estabelecimento apresenta um conjunto de meios de proteção e combate a incêndios, nomeadamente:

- Extintores portáteis nas instalações: três de pó químico ABC de 6 kg, 4 de CO₂ de 2 kg e 2 CO₂ de 5 kg;
- Seis carretéis ligados à rede de abastecimento de água pública;
- Blocos autónomos de iluminação de emergência; Sinalização de segurança e emergência;
- Lava-olhos e chuveiros de emergência;
- Material de primeiros socorros.

1.3. MEDIDAS DE CONTENÇÃO DE DERRAMES

Em seguida apresenta-se as medidas de contenção de derrames de substâncias perigosas existentes:

- O interior do armazém e as bacias de retenção onde se encontram os misturadores são pavimentadas em betão com revestimento de resina epoxy, para impermeabilização. A bacia de retenção de tanques é construída em betão, com revestimento a poliéster / fibra de vidro. A zona de enchimento de GRG's e o telheiro de embalagens, encontram-se pavimentos em betão.
- Os derrames que ocorrem em bacias de retenção são recolhidos através de bombas em contentores de 1 m³, uma vez que não possuem ligação ao esgoto. Em cada bacia existe uma caixa / cavidade com 0,2 x 0,2 x 0,2 metros para ligação a uma bomba, que permite esvaziar totalmente a bacia. Em caso de enchimento das bacias por devido a chuvas, as águas pluviais são removidas por intermédio de bombas para as caleiras de águas pluviais, após verificação de ausência de contaminantes no seu conteúdo. Estas são encaminhadas pelas caleiras para a câmara de águas pluviais, antes de serem descarregadas no coletor público de águas pluviais.

- Na zona dos telheiros existe declive no pavimento, assim como a existência de muretes delimitadores, assegurando que um possível derrame é conduzido para as caleiras. Estas por sua vez possuem ligação ao tanque de recolha subterrâneo (3 m³), que envia para o tanque de efluentes (25 m³).
- No interior do edifício industrial existem pendentes para sumidouros com ligação ao tanque de recolha subterrâneo de 3 m³, onde posteriormente é enviado para tanque de efluentes de 25 m³ e expedido para gestor autorizado via cisterna.
- Kit de combate a derrames: material absorvente / neutralizante, rodo / pá / vassoura, recipiente de coletor.
- Implementação de uma válvula de seccionamento na caixa de recolha (1,5 m³) de águas pluviais do estabelecimento.

2. IDENTIFICAÇÃO, SELEÇÃO E ANÁLISE DOS POSSÍVEIS CENÁRIOS DE ACIDENTE

2.1. ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS

Far-se-á nesta secção a identificação sumária das zonas / atividades críticas do ponto de vista da segurança, considerando a presença da substância perigosa e as fontes de risco internas.

2.1.1. Análise da Substância Perigosa

Como análise preliminar, na presente análise da substância perigosa somente se tem em conta a perigosidade intrínseca da mesma, independentemente das condições e medidas previstas para evitar ou, quando tal não for possível, reduzir os efeitos perigosos, que se analisarão posteriormente.

As substâncias do ponto de vista da regulamentação conhecida como Diretiva Seveso III (Dec. Lei nº 150/2015, no Anexo I) classificam-se como perigosas nas seguintes categorias de perigo:

- Tóxicas;
- Explosivas;
- Gases e Aerossóis Inflamáveis;
- Gases Comburentes;
- Líquidos Inflamáveis;
- Auto reativas e Peróxidos Orgânicos; Líquidos e Sólidos Pirofóricos;
- Líquidos e Sólidos Comburentes;
- Perigosas para o Ambiente.

As substâncias perigosas presentes no estabelecimento de Estarreja apresentam as seguintes características de perigosidade:

- Perigos para a saúde (toxicidade);
- Perigos para o ambiente;
- Perigos físicos (combustão, inflamabilidade).

Verifica-se que das #44 substâncias Seveso presentes no estabelecimento (total de 230,723 ton), #39 estão no estado líquido (226,054 ton) e 5# no estado sólido (4,669 ton). Das substâncias líquidas presentes, verifica-se que a grande maioria é apenas perigosa para o ambiente. É por estas substâncias com perigosidade ambiental que o estabelecimento de Estarreja da Brenntag Portugal está no Nível Inferior de Perigosidade de acordo com o Decreto-Lei n.º 150/2015.

Seguidamente analisa-se a perigosidade das substâncias presentes nas armazenagens tendo em conta as suas propriedades físico-químicas, a sua classificação de acordo com o Decreto-Lei n.º 150/2015, assim como as Fichas de Dados de Segurança.

2.1.1.1. Perigos para a saúde - Toxicidade

A substância tóxica é aquela que por inalação, ingestão ou penetração cutânea pode provocar efeitos agudos sobre as pessoas e/ou animais e inclusive a morte.

Para definir a toxicidade da substância determina-se diferentes Limites de Concentração característicos (AEGL, ERPG, PAC, TEEL, IDHL, CL50, DL50, etc.). A classificação da substância em muito tóxica, tóxica ou nociva efetua-se através do Regulamento nº 1272/2008 (CLP), tal como se indica no Decreto-Lei 150/2015.

Assim, como referido no Decreto-Lei n.º 150/2015, pertence a este grupo a que possui a indicação de risco H300, H310, H330, H331, H301 e H370.

Os dois fatores mais importantes no momento de identificar uma substância tóxica que pode gerar acidentes graves são os seus valores de toxicidade por inalação (uma substância raramente poderá originar um acidente grave por ingestão ou por absorção cutânea, a menos que se atinja uma corrente de água e a mesma seja ingerida ou exista exposição dérmica das pessoas) e a sua volatilidade (pressão de vapor).

Quanto mais baixo seja o seu valor de toxicidade e mais alta seja a sua pressão de vapor, mais perigosa será a substância, sendo os gases aqueles que poderão formar mais facilmente nuvens tóxicas. Assim, o efeito negativo causado será diretamente proporcional à toxicidade das substâncias, à facilidade da substância em dispersar-se e à quantidade libertada.

No estabelecimento existem armazenadas #7 substâncias tóxicas, sendo que #2 estão no estado sólido (4,026 ton), nomeadamente bifluoruro amonico e sulfidrato sódico, o que dificulta a sua dispersão em caso de derrame accidental. Existem #5 substâncias tóxicas que estão no estado líquido (16,549 ton). Destas 5 substâncias no estado líquido, apenas o phos clean HF é tóxico por todas as vias de exposição, as restantes substâncias são tóxicas por:

- Inalação categoria 3 (ácido nítrico e formol tec.);
- Todas as vias de exposição categoria 2 e por inalação categoria 3 (gama phos clean e gama quiminox).

Estas substâncias no estado líquido são rececionadas em embalagens (GRG's e jerricanes) e apresentam quantidades superiores a 2% dos limites de perigosidade definidos no Anexo I do DL 150/2015, sendo o ácido nítrico o que está em maior quantidade no estabelecimento.

2.1.1.2. Substâncias Perigosas para o Ambiente

Para determinar se uma substância é perigosa para o ambiente existem diferentes parâmetros. A classificação destas substâncias realiza-se através do Anexo I do Decreto-Lei n.º 150/2015. Assim, as substâncias pertencentes a este grupo são as que tem as indicações de perigo H400 / H410 / H411. A descarga destas substâncias ou preparações em cursos de água ou no solo pode ser responsável por danos ambientais.

Existem armazenadas #32 substâncias perigosas para o ambiente (200,602 ton), sendo:

- #4 substâncias estão no estado sólido (4,643 ton), o que dificulta a sua dispersão em caso de derrame acidental;
- #28 substâncias estão no estado líquido (195,959 ton), sendo estas substâncias que os derrames poderão ser mais críticos, pela dispersão.

Quanto à perigosidade ambiental, verifica-se que a grande maioria das substâncias (#20) têm a maior perigosidade ambiental (E1), ou seja, H400/ H410, com a massa total de 183,582 ton. Enquanto que, as restantes #12 substâncias apresentam perigosidade ambiental E2, ou seja H411, representando um total de 17,02 ton.

O hipoclorito de sódio é a única substância perigosa para o ambiente recebida em cisterna rodoviária.

Das substâncias líquidas perigosas para o ambiente armazenadas, as que estão em maior quantidade (quantidade acima de 2% dos limites de perigosidade definidos no Anexo I do DL 150/2015) são alkodes 100 (5 ton), alkodes 100 MG (7,31 ton), clorito sódico 25% PWG (6,148 ton), gama DW (9,223 ton), hipo 13 sub. ativa biocida (6,2 ton), hipoclorito de SOD QMT (84,165 ton), ipoclorix (66,825 ton) e Oxidet DMCLD (1,421 ton).

As armazenagens de líquidos perigosos para o ambiente são efetuadas em GRG's / jerricanes / bidons inseridos em zonas pavimentadas (impermeabilizadas) e em reservatórios fixos em bacias de retenção, em condições de pressão atmosférica e temperatura ambiente.

2.1.1.3. Inflamabilidade

As substâncias inflamáveis são as que em condições ambientais (em mistura com comburentes como pode ser o ar) são suscetíveis de sofrer combustão na presença de uma fonte de ignição.

A ignição só poderá ocorrer quando a mistura comburente-combustível se encontre num intervalo de concentração determinado. O intervalo de concentração é delimitado pelo Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) e pelo Limite Superior de Inflamabilidade (LSI). Sob determinadas condições (quantidade, velocidade de combustão, grau de confinamento), a mistura pode chegar a explodir.

O parâmetro característico que define a inflamabilidade das substâncias é o ponto de inflamação. Quanto mais baixo for, mais fácil poderá inflamar-se, sendo, mais perigosa a substância.

O ponto de inflamação está diretamente relacionado com a geração de vapores (pressão de vapor) por parte das substâncias envolvidas. Desta forma, os líquidos inflamáveis com alta pressão de vapor geram maior quantidade de vapores podendo alcançar zonas mais afastadas.

O efeito negativo causado (incêndios e/ou explosões) será diretamente proporcional à inflamabilidade da substância ou preparação, facilidade de dispersão e quantidade da fuga.

Substâncias ou preparações com pontos de inflamação superiores às temperaturas ambientes (máximo 45°C) não pressupõem, à priori, perigo de inflamação a não ser que sejam aquecidas até temperaturas superiores ao respetivo ponto de inflamação (condições de processo ou aquecimentos não esperados devido a, por exemplo, fogos externos).

Por outro lado, a probabilidade de explosão das substâncias depende do grau de confinamento em que se encontre a nuvem no momento de ignição, aumentando com o confinamento e além disso depende da quantidade mássica da nuvem.

À priori, os acidentes exetáveis pela presença das substâncias inflamáveis são os seguintes:

- Incêndios de charco (confinados ou não, dependendo da existência de bacia);
- Jato incendiado (dependendo da pressão de saída do produto libertado).
- Explosões (dependendo da quantidade e confinamento da nuvem);

No estabelecimento existem armazenadas #12 substâncias inflamáveis (27,749 ton), todas no estado líquido. Quanto à classe de inflamabilidade das substâncias perigosas, verifica-se:

- #5 substâncias são inflamáveis categoria 2 (H225), como a massa total de 18,699 ton;
- #7 substâncias são inflamáveis categoria 3 (H226), com a massa total de 9,05 ton.

As armazenagens de líquidos inflamáveis são efetuadas em GRG's / jerricanes / bidons inseridos em zonas pavimentadas (impermeabilizadas), em condições de pressão atmosférica e temperatura ambiente. Não existe a armazenagem de substâncias inflamáveis em reservatórios fixos.

As substâncias inflamáveis presentes no estabelecimento estão em quantidades abaixo de 2% dos limites de perigosidade definidos no Anexo I do DL 150/2015.

2.1.1.4. Comburencia

Algumas das substâncias são oxidantes, ou seja, alimentam a combustão se estiverem envolvidas num incêndio. As substâncias comburentes quando se encontram isoladamente não constituem perigo. No entanto, se forem misturadas ou contactarem com outras substâncias orgânicas, ácidos, ou agentes redutores de qualquer tipo, podem resultar daí misturas combustíveis perigosas (podendo-se desenvolver uma explosão). Assim um acidente envolvendo as substâncias comburentes (ou as suas

diluições com concentrações baixas) só poderia ocorrer por manipulação imprudente das mesmas junto a substâncias inflamáveis ou reativas, na presença de uma fonte de ignição.

No estabelecimento apenas se encontra presente uma substância perigosa Seveso classificada como comburente (brenntquisan cloro triple accion) e está no estado sólido. Esta substância encontra-se presente numa quantidade muito baixa (0,005 ton, abaixo 2% do limite inferior de perigosidade), e no interior do edifício industrial.

Para efeitos de avaliação do risco de acidentes graves, não se irão desenvolver cenários envolvendo a substância comburente presente no estabelecimento, uma vez que não é possível determinar consequências de fenómenos perigosos.

No Apêndice 2 encontram-se as fichas de segurança dos produtos mencionados nesta análise de risco.

2.1.2. Identificação de Fontes de Perigo Internas

Os principais perigos presentes no estabelecimento estão associados à presença de substâncias perigosas, cuja natureza e características físico-químicas tornam possível a ocorrência de essencialmente derrames, dispersão de vapores tóxicos, incêndios e contaminação ambiental.

Nem todas as fontes de perigo têm a capacidade de gerar, diretamente, acidentes graves. Admite-se, no entanto, que algumas dessas fontes tenham o potencial para indiretamente virem afetar pontos sensíveis da instalação, podendo daí ocorrer um Acidente Industrial Grave, especialmente nas áreas de armazenagem de produtos químicos perigosos classificados Seveso.

As possíveis causas para a ocorrência de um Acidente Industrial Grave são de substâncias perigosas classificadas Seveso:

- A perda de contenção de produtos perigosos para o ambiente, inflamáveis, comburentes e tóxicos, nas movimentações por empilhador e armazenagens (em reservatórios, em GRG's, em jerricanes / bidons e em sacos);
- Perda de contenção nas operações de descarga de cisternas de alguns produtos específicos.

Seguidamente descrevem-se os riscos associados às armazenagens de produtos perigosos, aos processos simples efetuados, e utilidades existentes no estabelecimento, e que durante o seu funcionamento podem representar risco de acidentes graves.

2.1.2.1. Armazenagem da substância perigosa

Armazenagem em contentores (GRG's, bidons) e embalagens paletizadas (sacos, jerricanes)

As eventuais causas que podem estar na origem de acidentes são o derrame de substâncias perigosas devido a falhas / roturas dos recipientes de substâncias perigosas armazenados, destacando-se:

- Falha na selagem de contentores (GRG's, bidons) e embalagens paletizadas (sacos, jerricanes);
- Rotura do material defeituoso do recipiente;
- Rotura por queda em altura, devido a um mau manuseamento ou acondicionamento dos lotes armazenados;
- Rotura por esmagamento de uma embalagem, devido a cargas exercidas, nomeadamente, excesso de peso sobre as embalagens, em armazenagem em altura;
- Combustão do material de embalagem durante um incêndio no armazém de produto acabado.

Em caso de derrame de substâncias líquidas na zona de armazenagem no interior do edifício industrial, estas encontram-se pavimentadas e com pendente, o que permite encaminhar o derrame para sumidouros que possuem ligação a tanque de recolha subterrâneo (3 m³), com posterior envio para tanque de recolha de efluentes (25 m³), que por sua vez é recolhido em cisterna e expedido para gestor autorizado. No parque exterior existem caleiras, cuja pendente permite o encaminhamento de um possível derrame para estas, e que de igual forma aos sumidouros no interior do edifício industrial, possuem ligação ao tanque de recolha subterrâneo.

Em caso de derrame de sólidos no solo, os produtos são recolhidos manualmente e acondicionados em novos recipientes, ou encaminhados como resíduo para destino adequado.

Armazenagem em reservatórios

Existem reservatórios fixos com substâncias perigosas Seveso localizados no exterior e em bacias de retenção impermeabilizadas. Os produtos são armazenados em condições de pressão atmosférica e temperatura ambiente.

Os reservatórios são equipamentos que mais perigos apresentam, dada a quantidade de produto armazenado e à perigosidade dos produtos, embora historicamente o número de roturas catastróficas sejam muito baixo.

As falhas nas armazenagens que podem desencadear acidentes, podem ser provocados pelas seguintes causas:

- Rotura por impacto de um equipamento móvel, ou de um projétil com suficiente energia. Muito improvável devido à existência de bacias de retenção. Outra possibilidade seria a queda de objetos devido à operação de guias na envolvente, durante eventuais obras no local e devido a um erro do operador, ou por projéteis resultantes de rebentamento de estruturas nas proximidades;
- Risco de sobreenchimento de produto. Existem sensores de nível por boia nos reservatórios e, um sistema de deteção automática de nível, com alarme de sobreenchimento.
- Falhas de material por defeito mecânico ou metalúrgico seja por corrosão ou por fadiga. Em caso de derrame, este ficará totalmente contido nas bacias de retenção;

- Sabotagens e atos de vandalismo;
- Rotura por efeitos de risco da natureza (por exemplo sismos).

Em caso de derrame existe uma bacia de retenção impermeabilizada que contém a substância perigosa, sendo posteriormente recolhida em contentores de 1 m³ e reencaminhada para um gestor autorizado.

2.1.2.2. *Misturadores*

As eventuais causas que podem estar na origem de acidentes são o derrame da substância perigosa devido a falhas/roturas dos equipamentos, destacando-se:

- Falha nas células de carga com risco de sobre enchimento da substância perigosa;
- Falhas de material por defeito mecânico ou metalúrgico, seja por corrosão ou por fadiga;
- Rotura por efeitos de risco da natureza (por exemplo sismos);
- Incêndio após derrame. O misturador destinado a substâncias inflamáveis encontra-se numa bacia individual dos restantes misturadores e está em área classificada ATEX.

Em caso de derrame existe uma bacia de retenção impermeabilizada que contém a substância perigosa, sendo posteriormente recolhida e reencaminhada para um gestor autorizado.

2.1.2.3. *Operações de movimentação de substância perigosa de forma descontínua*

As operações de carga e descarga de produtos de forma descontínua são atividades onde se podem registar um maior número de acidentes devido à maior frequência de operações.

A carga e descarga e, a movimentação de produtos desde os camiões até à armazenagem e deste para a zona dos misturadores / reservatórios e do *pick up point*, são efetuadas por empilhadores, que transportam embalagens individuais (GRG's) ou em conjunto (paletes com sacos ou jerricanes / bidons).

As principais causas que podem dar origem a fugas de produtos embalados, durante a sua movimentação são as seguintes:

- Colisão de veículos em operações transporte ou de carga / descarga;
- Derrames por queda de produtos, devido ao mau acondicionamento dos mesmos;
- Contacto dos garfos dos empilhadores, com embalagens na armazenagem da substância perigosa;
- Rotura por garfos de empilhadores;
- Erros de / na condução e sabotagens.

Na eventualidade de ocorrência de um derrame, as vias de circulação dos empilhadores são pavimentadas e a zona dos telheiros possuem pendente, permitindo que a substância seja encaminhada para as caleiras e por conseguinte para o tanque de recolha subterrâneo (3 m³), que por sua vez envia para o tanque de recolha de efluentes (25 m³).

Em caso de derrame de sólidos no solo, os produtos são recolhidos manualmente e acondicionados em novos recipientes, ou encaminhados como resíduo para destino adequado.

2.1.2.4. Operações de descarga de cisternas de substâncias perigosas

Na instalação de Estarreja da Brenntag Portugal a área de descarga de cisternas de substâncias perigosas é uma zona onde em teoria se poderiam registar uma maior quantidade de acidentes. Os motivos de acidentes poderiam ser:

- Processo não automatizado, com intervenção do homem em diferentes fases: estacionamento do veículo, ligar / desligar mangueiras, abrir válvulas, ligar bombas fixas (cisterna ou da instalação) / pressurização da cisterna com ar comprimido. A monitorização da atividade e a formação dos operadores diminui o risco;
- Utilização de mangueiras, que são elementos que sofrem desgastes importantes e que são relativamente frágeis em comparação com tubagens, braços de carga ou outros componentes de maior integridade mecânica. O estado das mangueiras e as ligações, para a descarga de produtos é inspecionado periodicamente;
- Processo realizado sobre um equipamento móvel, caso dos veículos que podem mover-se facilmente. Operações de ligar e desligar equipamentos, processo passível de provocar erros. Os riscos são minimizados por procedimentos de segurança, atuação do sistema de bloqueio do motor (corta corrente) e ligação à terra;
- Colisão de veículos cisternas ou movimento dos mesmos, estando em operações, com rotura da mangueira. Os procedimentos de operação e a formação previnem este risco;
- Colisão de empilhador com veículo cisterna, originando a rotura da cisterna. A existência de sinalização (delimitação por baias) nas zonas de descarga, a vigilância, e a limitação da velocidade (velocidade máxima de 10 km/h) no interior da instalação, evitam a colisão.

O único produto perigoso classificado Seveso descarregado via cisterna rodoviária no estabelecimento é o hipoclorito de sódio, perigoso para o ambiente (H400 e H411).

Como mencionado anteriormente a zona de descarga de cisterna é pavimentada e com pendente para caleiras, com ligação ao tanque de recolha de efluentes (3 m³), onde posteriormente segue para o tanque de efluentes (25 m³) e é recolhido em cisternas e enviado para tratamento no exterior.

2.1.2.5. *Serviços de Utilidades*

a. Instalação Elétrica

A instalação de Estarreja da Brenntag Portugal não possui no seu interior um posto de transformação, e recebe a energia elétrica em baixa tensão a partir da rede pública em quadros elétricos. A instalação elétrica pode ser origem de incêndio no interior do edifício, por falta de manutenção ou deficiente proteção elétrica. A falha de energia elétrica apenas fará a interrupção da operação normal do estabelecimento, sem consequência para a segurança.

b. Ar Comprimido

O ar comprimido é usado para uma ligeira pressurização de cisternas em operação de descarga das mesmas. Os problemas que podem surgir durante o funcionamento do compressor, e que podem considerar-se como fontes de risco deste tipo de equipamento, são:

- Falta de lubrificação defeito nos instrumentos que indicam mau funcionamento;
- Isolamento deficiente, presença de líquidos na aspiração;
- Deficiente proteção exterior, defeitos no sistema de purga, sistema de fixação inadequado.

Uma falha no sistema de ar comprimido apenas poderá retardar a operação de descarga de cisternas.

2.2. IDENTIFICAÇÃO DOS POTENCIAIS CENÁRIOS DE ACIDENTES

Uma vez identificadas as atividades, os equipamentos implicados, bem como as causas que podem conduzir a perdas de contenção de produtos perigosos selecionaram-se os acontecimentos iniciadores de acidentes mais significativos. Tiveram-se em conta as conclusões de cada um dos pontos anteriores (Perigosidade de Substâncias, Fontes de Perigo Internas).

Dadas as características e a vasta gama de produtos existentes modelizaram-se eventos críticos relacionados com as substâncias com maior perigosidade, pela análise do grau de perigosidade e maior quantidade de substância perigosa passível de estar presente no estabelecimento.

Existem algumas substâncias sólidas perigosas identificadas como tóxicas, comburentes e perigosas para o ambiente, sendo o sulfidato sodico (substância classificada como tóxica, H301 e perigosa para o ambiente, H400) a substância sólida que se encontra em maior quantidade no estabelecimento. Seguem-se o óxido de zinco e o brenntquisan cloro choque, que são substâncias perigosas para o ambiente (H400 / H410), o bifluoruro amonico (substância tóxica) e o brenntquisan cloro triple accion (substância comburente e perigosa para o ambiente).

Os eventos em que se veriam envolvidos os produtos sólidos teriam origem na perda de contenção das embalagens onde se encontram. O derrame de produto suporia a formação de nuvens de pó, que ao ocorrer em espaços fechados (ausência de ventos), ou mesmo no exterior (descarga de camião) em conjunto com o elevado peso das partículas (comparativamente com os líquidos), provocaria o rápido depósito dos mesmos no solo pavimentado e, em princípio, não provável a possibilidade de afetar zonas significativas de terreno no exterior do estabelecimento. Acresce ainda o facto de que, as substâncias sólidas se encontrarem armazenadas no interior do edifício, pavimentado, de acesso limitado e controlado, numa zona destinada ao armazenamento destas substâncias sólidas.

Atualmente não existem modelos matemáticos de reconhecido prestígio internacional que simulem os eventos acima indicados, pelo que as substâncias em pós classificadas como comburentes / tóxicas / ambientais não foram consideradas nos cenários de avaliação de possíveis acidentes industriais graves.

Não foram considerados eventos com produtos líquidos tóxicos por ingestão ou por contacto dérmico, uma vez que uma substância raramente poderá produzir um acidente industrial grave por ingestão ou por absorção cutânea a menos que se atinja uma corrente de água e a mesma seja ingerida ou exista exposição dérmica das pessoas.

Os eventos baseiam-se na tipologia de consequências identificadas na identificação Inicial de Perigos, e nos critérios definidos no *Formulário de Avaliação de Compatibilidade de Localização* da APA (dezembro 2016) e no *Guia de elaboração das Zonas de Perigosidade* (roturas totais, fuga de 10 mm e 100 mm em reservatórios / misturadores / contentores, rotura total de mangueiras de descarga de cisternas e roturas totais e de 10% do diâmetro nominal nas tubagens).

Também se consideraram as roturas (fugas) parciais de mangueiras de cisternas, tendo o orifício 10 % do diâmetro da tubagem (critério referido em bibliografia reconhecida – TNO – *Purple Book*).

Pelas quantidades de substâncias perigosas, perigosidade das mesmas, condições de processo, e frequências de operações, selecionaram-se eventos nas seguintes áreas:

- Rotura de cisterna rodoviária com produto Seveso (no local de descarga da mesma);
- Roturas totais e parciais (10 % diâmetro) de mangueira de descarga de cisterna rodoviária e tubagens;
- Roturas / fugas 10 mm e 100 mm de reservatórios / misturadores / contentores móveis (GRG's);
- Incêndio no armazém de produto embalado e libertação de águas contaminadas de combate a incêndios.

Para efeitos de eventos envolvendo cisternas rodoviárias é considerado o que acontece com o hipoclorito de sódio (perigoso para o ambiente, H400 / H411) cenário apenas ambiental.

Para efeitos de eventos com reservatórios / misturadores, são consideradas as substâncias de maior perigosidade, e representativas:

- Hipoclorito de sódio (perigoso para o ambiente; H400 / H411); cenário apenas ambiental;

- Ácido nítrico (tóxico por inalação categoria 3, H331);
- Álcool isopropílico (inflamável, H225);

Para efeitos de eventos com GRG (movimentados por empilhador), selecionaram-se as seguintes substâncias de maior perigosidade, e representativas:

- Ácido nítrico (tóxico por inalação categoria 3, H331);
- Ipcolorix perigoso para o ambiente; H400 / H411); cenário apenas ambiental.

No caso de águas contaminadas de combate a um incêndio no armazém de produto embalado (evento apenas ambiental), a quantidade estimada de água contaminada, e a perigosidade ambiental da mesma, foi calculada de acordo com os seguintes pressupostos conservadores:

- No armazém de produtos embalados considerou-se que existem 80 ton de substâncias perigosas para o ambiente;
- De acordo com o Dec. Reg. 23-95 (Sist. Dist. Pública Águas):
 - Art. 18º: Grau 2 risco → 22,5 l/s = 81 m³/h → arredondar para 90 m³/h;
 - Tempo de intervenção: 1 hora, considerar apoio de 1 marco água da rede pública: 90 m³, a efetuar pelos bombeiros;
 - Para o cálculo final da quantidade de águas contaminadas de combate a incêndios, tem-se a seguinte estimativa conservadora:
 - Totalidade de produtos perigosos ambiente (80 ton) + água de combate a incêndios (90 m³, densidade 1) = 170 ton;
 - Quanto à perigosidade das águas contaminadas de combate a incêndios considera-se que esta tem perigosidade E2 (H411) devido ao fator de diluição.

Em complemento ao evento anterior, desenvolveu-se ainda um evento de dispersão de nuvem tóxica resultante de incêndio no armazém de produtos embalados, com polietileno, derivado à presença embalagens de plásticos. Este evento foi calculado de acordo com os seguintes pressupostos conservadores:

- Sendo um produto com componentes de etileno (C₂H₄), considerou-se o etileno como a substância de referência para gerar monóxido de carbono, como produto da combustão incompleta.
- Os produtos incendiados libertariam produtos de combustão, formados por CO, CO₂ e vapor de água, a partir do teto do armazém, que corresponde a uma área de 500 m².
- Estimou-se que cada mole de etileno, daria origem a uma mole de CO e 7 moles de CO₂, pelo que tendo em conta os pesos moleculares destes produtos (etileno – 28,05 kg/kmol e CO – 28 kg/kmol), a relação entre a taxa de combustão do etileno e a taxa de libertação de CO é de 1.

Na tabela seguinte incluem-se os acontecimentos iniciadores selecionados (Eventos Críticos).

Tabela 6 - Eventos Críticos considerados

N. Evento	Evento crítico – A.C.L de Estarreja da Brenntag Portugal
01	Rotura total de um GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador
02	Fuga de 100 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador
03	Fuga de 10 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador
04	Rotura catastrófica de um misturador com ácido nítrico
05	Fuga de 100 mm num misturador com ácido nítrico
06	Fuga de 10 mm num misturador com ácido nítrico
07	Rotura da linha de entrada no misturador com ácido nítrico
08	Fuga na linha de entrada no misturador com ácido nítrico
09	Rotura catastrófica de um misturador com álcool isopropílico
10	Fuga de 100 mm num misturador com álcool isopropílico
11	Fuga de 10 mm num misturador com álcool isopropílico
12	Rotura da linha de entrada no misturador com álcool isopropílico
13	Fuga na linha de entrada no misturador com álcool isopropílico
14	Incêndio no armazém de produtos
15*	Rotura catastrófica do tanque com hipoclorito de sódio (ambiente)
16*	Fuga de 100 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)
17*	Fuga de 10 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)
18*	Rotura catastrófica da cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)
19*	Rotura total de mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)
20*	Fuga da mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)
21*	Rotura total de um GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)
22*	Fuga de 100 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)
23*	Fuga de 10 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)
24*	Contaminação da Rede de Águas Pluviais, por arraste de águas combate a um incêndio (ambiente)

Nota: * evento crítico apenas ambiental (aplicação da UNE 150 008).

2.3. ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS ACIDENTES

Os dados e referências empregues na determinação das probabilidades foram obtidos da bibliografia e das bases de dados de referência¹.

A cada acontecimento iniciador atribui-se uma probabilidade base de ocorrência obtida das referências. Para cada acontecimento este dado é calculado e personalizado em função do número de equipamentos, metros de tubagem ou horas de operação, segundo a sua correspondência. As frequências bases adotadas apresentam-se na tabela seguinte:

Tabela 7 - Frequências por tipo de evento crítico

Tipo Evento	Frequência unitária	Unidade base	Referência Bibliográfica
Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	ano	BEVI, 2009 Tabela 17 – pág. 37
Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	ano	ARAMIS D1C_APPENDIX 10, Table 9, Note 4
Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	ano	BEVI, 2009 Tabela 17 – pág. 37
Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07	m*ano	BEVI, 2009 Tabela 27 – pág. 42
Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	2,00E-06	m*ano	BEVI, 2009 Tabela 27 – pág. 42
Fuga de mangueira de carga/descarga	4,00E-05	h*ano	BEVI, 2009 Tabela 50 – pág. 59
Rotura total de mangueira de carga/descarga	4,00E-06	h*ano	BEVI, 2009 Tabela 50 – pág. 59
Rotura de cisterna	1,00E-05	ano	BEVI, 2009 Tabela 42 – pág. 55
Derrame de Líquido em Armazenagem	1,00E-05	op*ano	Purple Book tab.3.15. - G2

O número de unidades utilizadas para combinação com as frequências base de acidentes foi estimado com base nos seguintes critérios:

- No que se refere a acidentes com tanques, utilizou-se o número de equipamentos presentes na bacia de retenção;

¹ Referências:

- Loss prevention in the process industries. Hazard identification, Assessment and control. Frank P. Lees, 2nd edition, 1996, Great Britain.
- Guidelines for quantitative risk assessment “Purple Book”, report CPR 18E, Committee for the Prevention of Disasters, 1999, Netherlands.
- ARAMIS Appendix 10 Generic frequencies data for the critical events. EU, 2004.
- Reference Manual Bevi Risk Assessment version 3.2, 2009.

- Os acidentes por tubagem, consideram-se o número de metros de tubagem;
- Para um derrame de líquido em armazenagem a unidade base é dada pelo número de unidade de embalagem transportada ou manuseada, por cada operação de transporte
- Os acidentes por derrame de líquido em armazenagem, a unidade base é dada pelo número de embalagens transportadas ou manuseadas por cada operação de transporte. À frequência unitária deve então ser multiplicado o número de operações.

De seguida apresenta-se uma tabela resumo com os acontecimentos acidentais que podem ocorrer e as probabilidades de ocorrência estimadas.

Tabela 8 - Frequências e fatores de cada evento crítico (ordenação por acidente)

N. Evento	Evento Crítico (ordenação por n.º de evento)	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental
01	Rotura total de um GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	1,00E-05	20 ⁽¹⁾	op*ano	2,00E-04
02	Fuga de 100 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	1,00E-05	20 ⁽¹⁾	op*ano	2,00E-04
03	Fuga de 10 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	1,00E-05	20 ⁽¹⁾	op*ano	2,00E-04
04	Rotura catastrófica de um misturador com ácido nítrico	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
05	Fuga de 100 mm num misturador com ácido nítrico	1,20E-05	1	ano	1,20E-05
06	Fuga de 10 mm num misturador com ácido nítrico	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
07	Rotura da linha de entrada no misturador com ácido nítrico	3,00E-07	12	m*ano	3,60E-06
08	Fuga na linha de entrada no misturador com ácido nítrico	2,00E-06	12	m*ano	2,40E-05
09	Rotura catastrófica de um misturador com álcool isopropílico	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
10	Fuga de 100 mm num misturador com álcool isopropílico	1,20E-05	1	ano	1,20E-05
11	Fuga de 10 mm num misturador com álcool isopropílico	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
12	Rotura da linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	3,00E-07	12	m*ano	3,60E-06
13	Fuga na linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	2,00E-06	12	m*ano	2,40E-05
14	Incêndio no armazém de produtos	8,80E-04	1	ano	8,80E-04
15	Rotura catastrófica do tanque com hipoclorito de sódio (ambiente)	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
16	Fuga de 100 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	1,20E-05	1	ano	1,20E-05

N. Evento	Evento Crítico (ordenação por n.º de evento)	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento accidental
17	Fuga de 10 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
18	Rotura catastrófica da cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	1,00E-05	0,032 ⁽²⁾	ano	3,20E-07
19	Rotura total de mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	4,00E-06	280 ⁽²⁾	h*ano	1,12E-03
20	Fuga da mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	4,00E-05	280 ⁽²⁾	h*ano	1,12E-02
21	Rotura total de um GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	1,00E-05	1400 ⁽³⁾	op*ano	1,40E-02
22	Fuga de 100 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	1,00E-05	1400 ⁽³⁾	op*ano	1,40E-02
23	Fuga de 10 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	1,00E-05	1400 ⁽³⁾	op*ano	1,40E-02
24	Contaminação da Rede de Águas Pluviais, por arraste de águas combate a um incêndio (ambiente)	8,80E-04	1	ano	8,80E-04

Notas:

- (1) Considerando 20 operações de transporte por ano;
- (2) Considerando 280 operações de descarga por ano com uma duração média de 1 hora;
- (3) Considerando 1400 operações de transportes por ano;

Todos os acidentes / eventos críticos, à exceção do evento crítico da rotura catastrófica da cisterna de hipoclorito de sódio (evento n.º 18), têm probabilidade igual ou superior a 1,00E-06 pelo que serão considerados.

A frequência final de cada evento crítico, ordenada de forma decrescente é a seguinte:

Tabela 9 - Frequências e fatores de cada evento crítico (ordenação decrescente)

N. Evento	Evento Crítico (ordenação por n.º de evento)	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento accidental
21	Rotura total de um GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	1,00E-05	1400 ⁽³⁾	op*ano	1,40E-02
22	Fuga de 100 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	1,00E-05	1400 ⁽³⁾	op*ano	1,40E-02
23	Fuga de 10 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	1,00E-05	1400 ⁽³⁾	op*ano	1,40E-02
20	Fuga da mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	4,00E-05	280 ⁽²⁾	h*ano	1,12E-02
19	Rotura total de mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	4,00E-06	280 ⁽²⁾	h*ano	1,12E-03
14	Incêndio no armazém de produtos	8,80E-04	1	ano	8,80E-04
24	Contaminação da Rede de Águas Pluviais, por arraste de águas	8,80E-04	1	ano	8,80E-04

N. Evento	Evento Crítico (ordenação por n.º de evento)	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento accidental
	combate a um incêndio (ambiente)				
01	Rotura total de um GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	1,00E-05	20 ⁽¹⁾	op*ano	2,00E-04
02	Fuga de 100 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	1,00E-05	20 ⁽¹⁾	op*ano	2,00E-04
03	Fuga de 10 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	1,00E-05	20 ⁽¹⁾	op*ano	2,00E-04
06	Fuga de 10 mm num misturador com ácido nítrico	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
11	Fuga de 10 mm num misturador com álcool isopropílico	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
17	Fuga de 10 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
08	Fuga na linha de entrada no misturador com ácido nítrico	2,00E-06	12	m*ano	2,40E-05
13	Fuga na linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	2,00E-06	12	m*ano	2,40E-05
05	Fuga de 100 mm num misturador com ácido nítrico	1,20E-05	1	ano	1,20E-05
10	Fuga de 100 mm num misturador com álcool isopropílico	1,20E-05	1	ano	1,20E-05
16	Fuga de 100 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	1,20E-05	1	ano	1,20E-05
04	Rotura catastrófica de um misturador com ácido nítrico	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
09	Rotura catastrófica de um misturador com álcool isopropílico	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
15	Rotura catastrófica do tanque com hipoclorito de sódio (ambiente)	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
07	Rotura da linha de entrada no misturador com ácido nítrico	3,00E-07	12	m*ano	3,60E-06
12	Rotura da linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	3,00E-07	12	m*ano	3,60E-06
18	Rotura catastrófica da cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	1,00E-05	0,032 ⁽²⁾	ano	3,20E-07

2.4. SELEÇÃO DE CENÁRIOS DE ACIDENTES

De acordo com a análise das tabelas anteriores, verifica-se que à exceção da rotura catastrófica da cisterna de hipoclorito de sódio (evento n.º 18) os restantes **potenciais eventos críticos possuem uma frequência final maior ou igual a 10^{-06}** .

Assim todos os eventos críticos, à exceção do evento n.º 18, serão considerados numa **fase inicial de Avaliação de Consequências**, como eventos críticos relevantes. Contudo, o evento n.º 18 não será considerado para a **determinação das zonas de perigosidade (ponto 3 deste estudo)**, logo não será incluído nas conclusões finais da ACL.

Desta forma estes eventos serão modelizados no PHAST e / ou na UNE 150 008 (se aplicável).

Posteriormente, os cenários – fenómeno perigoso (derrame, dispersão tóxica, pool fire, jet, LFL/2, explosão) serão avaliados em função da sua frequência.

Para determinar as diferentes evoluções que podem seguir os produtos, uma vez libertados a partir da perda de contenção dos equipamentos (incêndio de jato, charco incendiado, dispersão, etc.) aplica-se a metodologia de Árvore de Acontecimentos.

2.4.1. 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 sistemas tecnológicos ou condições externas, portanto, a sua finalidade é identificar 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 reflete-se a evolução no sentido de que sim se dá a condição. Na parte inferior reflete-se que não se apresenta tal condição. A disposição horizontal dos cabeçalhos efetua-se por ordem cronológica da evolução do acidente, se bem que, este critério pode não ser de aplicável nalguns casos.

Com a Análise através de Árvores de Acontecimentos pretende-se determinar as possíveis evoluções das perdas de contenção de equipamentos, com emissão de substâncias perigosas. 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.). Estas árvores de acontecimentos serão apenas para produtos inflamáveis.

Comportamento das Fugas:

Como se indicou anteriormente, as fugas devem-se a perdas de contenção de equipamentos, a partir de uma ou várias causas. Dependendo do tipo de produto e das condições em que se encontra, assim como do tipo de fuga, a evolução das mesmas será diferente. A seguir efetua-se uma análise do comportamento das fugas.

A própria natureza das substâncias manuseadas (inflamáveis, tóxicas), as características dos processos simples (receção / armazenagens / expedição de produtos em condições ptn), assim como o maior / menor volume de produtos, determinam a existência de riscos com um potencial de perdas em caso de acidentes graves. Dependendo das substâncias e condições iniciais a que estão submetidas obtêm-se diferentes comportamentos devido às suas fugas.

Em primeiro lugar é importante distinguir entre uma fuga instantânea, que corresponderia ao colapso do recipiente ou ao esvaziamento rápido do mesmo pela formação de um orifício de consideráveis dimensões, vs uma fuga semicontínua, produto da perfuração ou fissura suficientemente pequena para que a duração do processo de descarga seja significativa.

No caso de uma fuga instantânea supõe-se que todo o fluido está imediatamente disponível para a dispersão na atmosfera quando se trata de gases, ou para a extensão sobre o terreno e evaporação, no caso de uma fuga de um líquido. No caso de uma fuga semicontínua, de um modo geral, as condições irão alterando-se ao longo do tempo.

Na descarga por rotura catastrófica de um recipiente, parte do líquido ao estar submetido a temperatura e pressão ambiente pode sofrer uma evaporação flash, o que aumentaria consideravelmente a proporção de vapor formado.

Incêndios:

Se a fuga for de um líquido inflamável produzir-se-á um charco que se poderá inflamar, dando origem ao “*pool-fire*”. As dimensões do charco dependem de bacia de retenção, da orografia do terreno e da quantidade de produto libertado. A temperatura das chamas pode alcançar os 1100 °C e altura de 2,5 a 3 vezes o diâmetro. A radiação térmica gerada pode propiciar a afetação de outras áreas.

No caso de fugas com pressão, poderá formar-se um jato de fogo (*jet-fire*) se ocorrer uma ignição imediata, e caso existam condições.

Atendendo às condições de armazenagem, o fenómeno de BLEVE não deverá ser expectável.

Explosões

As explosões produzem-se quando a velocidade de produto queimado supera valores estabelecidos, chegando a velocidades supersónicas, ocorrendo o fenómeno de UVCE (*unconfined vapor cloud explosion*). Outro fator importante é o grau de confinamento. Quando este aumenta a probabilidade de explosões também o faz, de tal forma que é mais provável uma explosão em zonas com grande

quantidade de equipamentos (unidades de processo), do que em zonas onde não há quase equipamentos (zonas de armazenagem).

Dispersões

Se os gases e os vapores de líquidos voláteis não encontram um ponto de ignição, a nuvem por eles formada dispersar-se-á até níveis de concentração não perigosos.

A seguir inclui-se um esquema com os possíveis comportamentos devido a fuga de um produto.

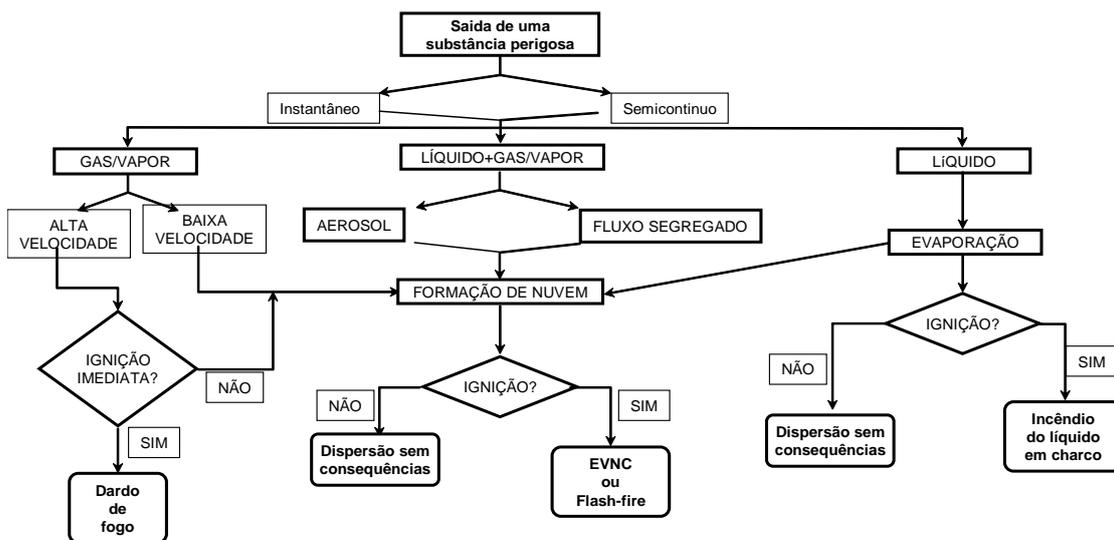


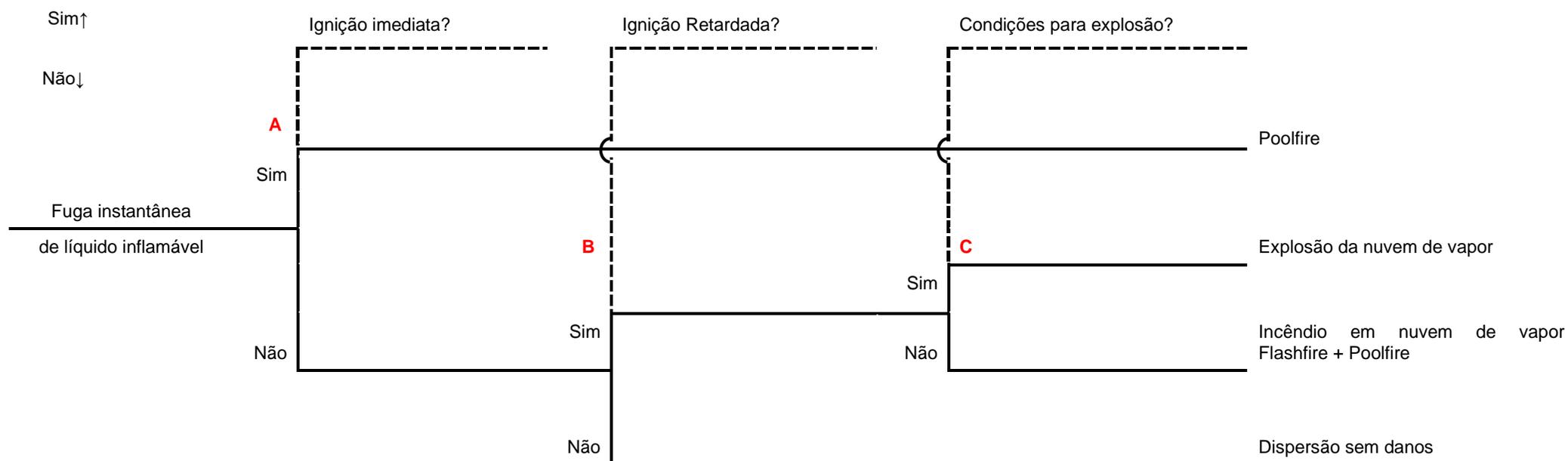
Figura 1 - Esquema representativo dos possíveis comportamentos de uma fuga de uma substância perigosa.

Partindo de diferentes tipologias de acontecimentos iniciadores, desenvolveram-se árvores de acontecimentos para analisar os distintos comportamentos das fugas. A seguir apresentam-se as diferentes Árvore de Acontecimentos, que conduzem aos acidentes considerados:

- Árvore n.º 1: Fuga instantânea de líquido inflamável;
- Árvore n.º 2: Fuga contínua de líquido inflamável;
- Árvore n.º 3: Fuga instantânea / contínua de produtos tóxicos (não inflamáveis).

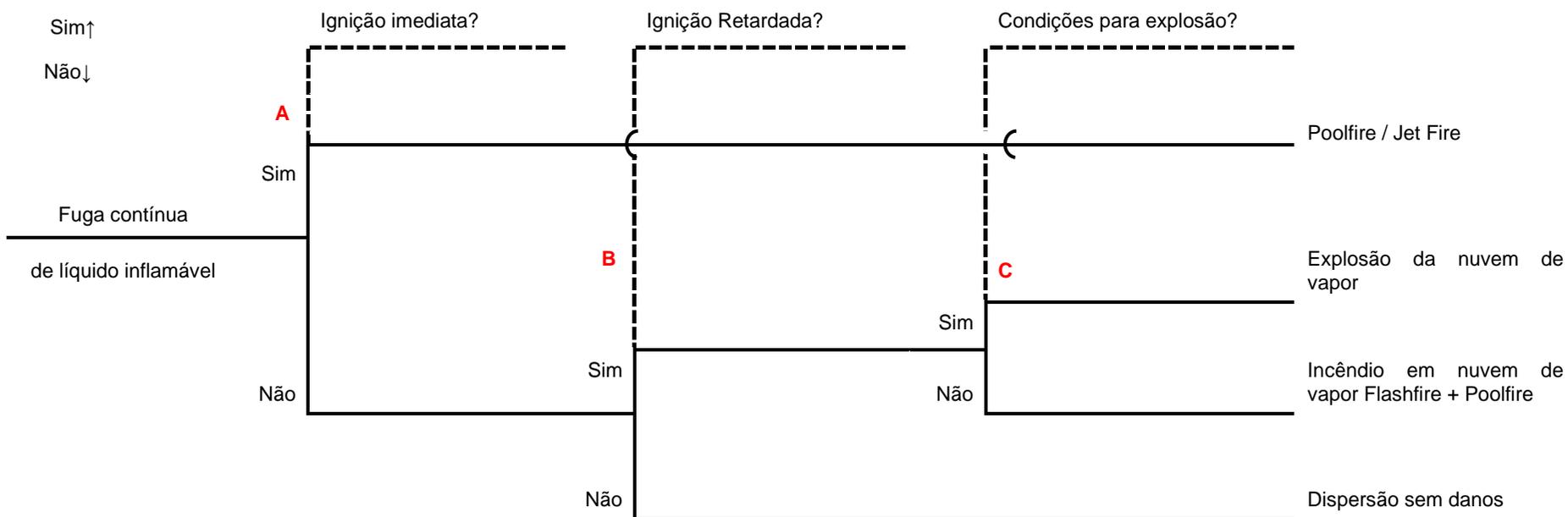
ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS 1

TIPO DE ACIDENTE: FUGA INSTANTÂNEA DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL



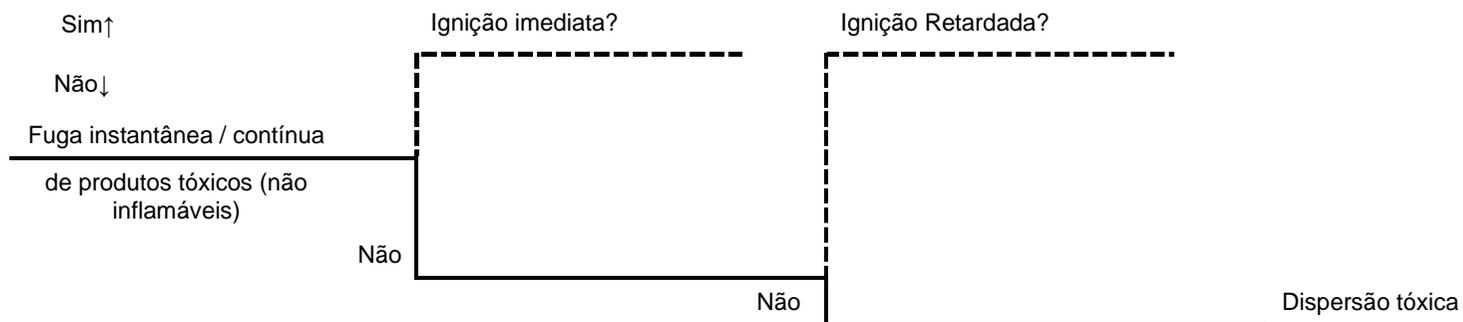
ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS 2

TIPO DE ACIDENTE: FUGA CONTÍNUA DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL



ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS 3

TIPO DE ACIDENTE: FUGA INSTANTÂNEA / CONTÍNUA DE PRODUTOS TÓXICOS (NÃO INFLAMÁVEIS)



2.4.1.1. Probabilidade - Cenários Acidentais - Categorias de Inflamabilidade

O cálculo da probabilidade dos cenários acidentais (incêndio de jato, charco incendiado, flashfire, explosão, dispersão tóxica), associados à árvore de acontecimentos é baseado na bibliografia de referência².

Para aplicar os valores de probabilidade de ignição de nuvem é necessário agrupar os produtos usados nas modelizações em categorias de substâncias inflamáveis:

Tabela 10 - Categorias de inflamabilidade de substâncias perigosas

Categoria Inflamabilidade		Descrição
Categoria 0	Extremamente Inflamáveis	Substâncias ou preparações líquidas com ponto de inflamação inferior a 0 °C e um ponto de ebulição inferior ou igual a 35°C.
Categoria 1	Facilmente Inflamáveis	Substâncias ou preparações líquidas com ponto de inflamação inferior a 21 °C, mas que não são extremamente inflamáveis
Categoria 2	Inflamáveis	Substâncias ou preparações líquidas com ponto de inflamação superior ou igual a 21 °C e inferior a 55 °C
Categoria 3	Combustíveis	Substâncias ou preparações líquidas com ponto de inflamação superior ou igual a 55 °C e inferior a 100 °C
Categoria 4	Combustíveis	Substâncias ou preparações líquidas com ponto de inflamação superior a 100 °C

Os valores de probabilidades de ignição imediata (P_{II}), de ignição retardada (P_{IR}), P_{Tox} , P_{Jet} , P_{PF} , $P_{Flashfire}$, P_{Exp} , são os seguintes:

- **A:** Probabilidade de ignição imediata (P_{II}) – teve-se em conta a classificação e os dados obtidos nas referências bibliográficas² para líquidos inflamáveis, gases pouco reativos e gases de reatividade média ou alta;
- **B:** Probabilidade de ignição retardada (P_{IR}) – adotou-se o valor de 0,5 apresentado na referência BEVI², para fontes de ignição em instalações adjacentes. Assim a probabilidade de ignição retardada é igual a $P_{IR} = (1 - P_{II}) * 0.5$.
- **C:** Segundo a bibliografia de referência, na ignição de uma nuvem de vapor inflamável não confinada, esta pode resultar em explosão ou flashfire. O cálculo de probabilidades destes eventos considera estes dois fenómenos como complementares, sendo a distribuição das probabilidades de 40 % para explosão e de 60% para flashfire. Assim, a probabilidade destes cenários será $P_{flashfire} = P_{IR} * 0,6$ e $P_{Exp} = P_{IR} * 0,4$;

² Reference: Manual Bevi Risk Assessment the Netherlands, 2009

- No caso de fuga instantânea de líquido inflamável, se ocorrer ignição imediata, esta dará lugar a um incêndio de charco, cuja probabilidade é P_{II} . Se ocorrer uma ignição retardada sem explosão, o resultado da ignição será um Flashfire, seguido de incêndio do charco. Assim, $P_{PF} = P_{II} + P_{IR} \cdot 0.6 = P_{II} + (1 - P_{II}) \cdot 0.5 \cdot 0.6$;
- No caso de fuga contínua de líquido inflamável, se ocorrer ignição imediata, esta dará lugar a um incêndio de jato, cuja probabilidade é P_{II} , ou seja, $P_{Jet} = P_{II}$. Se ocorrer uma ignição retardada sem explosão, o resultado da ignição será um Flashfire, seguido de incêndio de charco. Assim, $P_{PF} = P_{IR} \cdot 0.6 = (1 - P_{II}) \cdot 0.5 \cdot 0.6$;

Nas duas tabelas seguintes, resumem-se:

- Os dados e critérios de probabilidade de ignição imediata, para cada categoria de inflamabilidade;
- As categorias de inflamabilidade adotadas para as substâncias.

Tabela 11 - Probabilidade de ignição de substância inflamáveis

Categoria de Inflamabilidade	Fuga Inst. (kg)	Fuga Cont. (kg/s)	Pii
Categoria 0, reatividade média/alta	< 1000	< 10	0,2
	1000 a 10000	10 a 100	0,5
	> 10000	> 100	0,7
Categoria 0, reatividade baixa	< 1000	< 10	0,02
	1000 a 10000	10 a 100	0,04
	> 10000	> 100	0,09
Categoria 1	Todas as quantidades	Todos os caudais	0,065
Categoria 2	Todas as quantidades	Todos os caudais	0,01
Categoria 3 ³	Todas as quantidades	Todos os caudais	0,0065
Categoria 4	Todas as quantidades	Todos os caudais	0

Tabela 12 - Classificação das substâncias em análise de acordo com a sua inflamabilidade

Produto	Categoria de Inflamabilidade	Notas
Ácido nítrico TEC	Categoria 4	(incombustível)
Álcool isopropílico	Categoria 1	Ponto de inflamação = 12°C

³ Valor estimado para a categoria 3. As substâncias ou preparações consideradas de Categoria 4 têm probabilidade de ignição imediata igual a 0.

Produto	Categoria de Inflamabilidade	Notas
Hipoclorito de sódio	Categoria 4	(incombustível)
Ipochlorix	Categoria 4	(incombustível)

2.4.2. Frequência dos Cenários de Acidente

Para determinar as frequências de cada cenário acidental final (ambiental, jet, pool, flashfire, explosão, dispersão tóxica), é necessário saber a probabilidade de ocorrência do acontecimento iniciador base.

Também é necessário conhecer a probabilidade de cada um dos acontecimentos acidentais / cenários que podem dar origem (ambiental, toxicidade, jet, pool, flashfire, explosão).

As próximas tabelas resumem:

- A estimativa de probabilidades de ocorrência de acidentes;
- A probabilidades de Ignição Imediata (P_{ii}), e Ignição Retardada (P_{ir});
- As Probabilidades iniciais de cada cenário.

Desta forma podem-se determinar as frequências finais de cada cenário de acidente:

- F tox final (toxicidade);
- F jet final;
- F charco final;
- F flashfire final (inflamabilidade);
- F exp final (explosão ou sobrepressão).

Os cenários de acidentes finais com valores iguais ou superiores a 10^{-6} encontram-se assinalados a negrito. Os restantes não serão considerados na avaliação de consequências para a saúde humana. Para os eventos ambientais (eventos n.º 15 ao 29, exceto o n.º 18 cuja frequência é inferior a 10^{-6}) será efetuada somente a avaliação de consequências para o ambiente.

A seguir identifica-se em tabela, para cada um dos eventos críticos, os cenários acidentais que podem ocorrer e as frequências de ocorrências estimadas.

Tabela 13 - Probabilidade de cada cenário de acidente

Nº Evento	Evento crítico	Árvore de Acontecimentos	Frequência acontecimento accidental	Pii	Pir	P Jet	P Charco	P Flashfire	P Explos.	P Toxicid.
01	Rotura total de um GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	3	2,00E-04	0	0	0	0	0	0	1,000
02	Fuga de 100 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	3	2,00E-04	0	0	0	0	0	0	1,000
03	Fuga de 10 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	3	2,00E-04	0	0	0	0	0	0	1,000
04	Rotura catastrófica de um misturador com ácido nítrico	3	5,00E-06	0	0	0	0	0	0	1,000
05	Fuga de 100 mm num misturador com ácido nítrico	3	1,20E-05	0	0	0	0	0	0	1,000
06	Fuga de 10 mm num misturador com ácido nítrico	3	1,00E-04	0	0	0	0	0	0	1,000
07	Rotura da linha de entrada no misturador com ácido nítrico	3	3,60E-06	0	0	0	0	0	0	1,000
08	Fuga na linha de entrada no misturador com ácido nítrico	3	2,40E-05	0	0	0	0	0	0	1,000
09	Rotura catastrófica de um misturador com álcool isopropílico	1	5,00E-06	0,065	0,468	0,000	0,346	0,281	0,187	0
10	Fuga de 100 mm num misturador com álcool isopropílico	2	1,20E-05	0,065	0,468	0,065	0,281	0,281	0,187	0
11	Fuga de 10 mm num misturador com álcool isopropílico	2	1,00E-04	0,065	0,468	0,065	0,281	0,281	0,187	0
12	Rotura da linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	2	3,60E-06	0,065	0,468	0,065	0,281	0,281	0,187	0
13	Fuga na linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	2	2,40E-05	0,065	0,468	0,065	0,281	0,281	0,187	0
14	Incêndio no armazém de produtos	-	8,80E-04	0	0	0	0	0	0	1,000

Nº Evento	Evento crítico	Árvore de Acontecimentos	Frequência acontecimento accidental	Pii	Pir	P Jet	P Charco	P Flashfire	P Explos.	P Toxicid.
15	Rotura catastrófica do tanque com hipoclorito de sódio (ambiente)	-	5,00E-06	0	0	0	0	0	0	0
16	Fuga de 100 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	-	1,20E-05	0	0	0	0	0	0	0
17	Fuga de 10 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	-	1,00E-04	0	0	0	0	0	0	0
18	Rotura catastrófica da cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	-	3,20E-07	0	0	0	0	0	0	0
19	Rotura total de mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	-	1,12E-03	0	0	0	0	0	0	0
20	Fuga da mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	-	1,12E-02	0	0	0	0	0	0	0
21	Rotura total de um GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	-	1,40E-02	0	0	0	0	0	0	0
22	Fuga de 100 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	-	1,40E-02	0	0	0	0	0	0	0
23	Fuga de 10 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	-	1,40E-02	0	0	0	0	0	0	0
24	Contaminação da Rede de Águas Pluviais, por arraste de águas combate a um incêndio (ambiente)	-	8,80E-04	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 14 - Probabilidade final dos cenários de acidentes para cada evento crítico

Nº Evento	Evento crítico	Produto	P Jet final	P Charco final	P Flashfire final	P Explosão final	P Toxicidade Final
01	Rotura total de um GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	Ac. Nítrico TEC	0	0	0	0	2,00E-04
02	Fuga de 100 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	Ac. Nítrico TEC	0	0	0	0	2,00E-04

Nº Evento	Evento crítico	Produto	P Jet final	P Charco final	P Flashfire final	P Explosão final	P Toxicidade Final
03	Fuga de 10 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	Ac. Nítrico TEC	0	0	0	0	2,00E-04
04	Rotura catastrófica de um misturador com ácido nítrico	Ac. Nítrico TEC	0	0	0	0	5,00E-06
05	Fuga de 100 mm num misturador com ácido nítrico	Ac. Nítrico TEC	0	0	0	0	1,20E-05
06	Fuga de 10 mm num misturador com ácido nítrico	Ac. Nítrico TEC	0	0	0	0	1,00E-04
07	Rotura da linha de entrada no misturador com ácido nítrico	Ac. Nítrico TEC	0	0	0	0	3,60E-06
08	Fuga na linha de entrada no misturador com ácido nítrico	Ac. Nítrico TEC	0	0	0	0	2,40E-05
09	Rotura catastrófica de um misturador com álcool isopropílico	Alc. Isopropílico	0	1,73E-06	1,40E-06	9,35E-07	0
10	Fuga de 100 mm num misturador com álcool isopropílico	Alc. Isopropílico	7,80E-07	3,37E-06	3,37E-06	2,24E-06	0
11	Fuga de 10 mm num misturador com álcool isopropílico	Alc. Isopropílico	6,50E-06	2,81E-05	2,81E-05	1,87E-05	0
12	Rotura da linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	Alc. Isopropílico	2,34E-07	1,01E-06	1,01E-06	6,73E-07	0
13	Fuga na linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	Alc. Isopropílico	1,56E-06	6,73E-06	6,73E-06	4,49E-06	0
14	Incêndio no armazém de produtos	Monóxido de carbono	0	0	0	0	8,80E-04
15	Rotura catastrófica do tanque com hipoclorito de sódio (ambiente)	Hipoclorito de Sod. QMT	0	0	0	0	0
16	Fuga de 100 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	Hipoclorito de Sod. QMT	0	0	0	0	0
17	Fuga de 10 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	Hipoclorito de Sod. QMT	0	0	0	0	0

Nº Evento	Evento crítico	Produto	P Jet final	P Charco final	P Flashfire final	P Explosão final	P Toxicidade Final
18	Rotura catastrófica da cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	Hipoclorito de Sod. QMT	0	0	0	0	0
19	Rotura total de mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	Hipoclorito de Sod. QMT	0	0	0	0	0
20	Fuga da mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	Hipoclorito de Sod. QMT	0	0	0	0	0
21	Rotura total de um GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	Ipoclorix	0	0	0	0	0
22	Fuga de 100 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	Ipoclorix	0	0	0	0	0
23	Fuga de 10 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	Ipoclorix	0	0	0	0	0
24	Contaminação da Rede de Águas Pluviais, por arraste de águas combate a um incêndio (ambiente)	Água de combate a incêndio	0	0	0	0	0

2.5. AVALIAÇÃO DAS CONSEQUÊNCIAS

2.5.1. Introdução

O controlo e a planificação perante o risco de um acidente grave para instalações industriais fundamenta-se na avaliação das consequências sobre elementos vulneráveis (pessoas, ambiente e bens materiais) dos fenómenos perigosos que podem produzir os acidentes graves.

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

- De tipo mecânico (sobrepresão);
- De tipo térmico;
- De tipo químico (toxicidade).

Estes fenómenos podem ocorrer, isolada, simultânea ou sequencialmente.

2.5.2. Valores Limite – Definição de Zonas Potencialmente Afetadas

Para cada um dos fenómenos estabelecem-se variáveis físicas cujas magnitudes se possam considerar suficientemente representativas para a avaliação do alcance do fenómeno perigoso considerado. As zonas potencialmente afetadas pelo fenómeno perigoso (toxicidade) em estudo que deriva dos acidentes que possam ocorrer nas instalações, determinam-se com base nas distâncias a que determinadas variáveis físicas representativas alcançam os valores limite, recomendados no Formulário de Avaliação de Compatibilidade de Localização - APA (Dezembro 2016).

Estas zonas são definidas para controlo e planificação face ao risco de acidentes graves, no qual intervém a substância perigosa.

Zona 1, limiar da possibilidade de ocorrência de letalidade, no interior da qual são esperados danos graves para praticamente a totalidade de pessoas não protegidas.

Zona 2, limiar da possibilidade de ocorrência de efeitos irreversíveis na saúde humana.

Na tabela seguinte apresenta-se a definição das zonas:

Tabela 15 - Definição das zonas de perigosidade da ACL e Zonas de Perigosidade

Definição das zonas de perigosidade - ACL		Distância 1	Distância 2
Radiação Térmica	(kW/m ²)	7	5
Sobrepresão	(bar)	0,14	0,05
Inflamabilidade	(%)	LFL/2	---

Definição das zonas de perigosidade - ACL		Distância 1	Distância 2
Toxicidade	(ppm)	AEGL – 3 (60 minutos)	AEGL – 2 (60 minutos)

Os valores utilizados para toxicidade foram os AEGL (“*Acute Exposure Guidelines Levels*”). Os AEGL utilizados obtiveram-se do programa de desenvolvimento dos índices da *Environmental Protection Agency* (EPA) dos Estados Unidos. Utilizaram-se os valores de AEGL-2 e AEGL-3, já que são os valores que provocam efeitos relevantes sobre as pessoas⁴.

Os valores de AEGL ou ERPG são função do tempo de exposição. Os valores que se empregaram são de 60 minutos, tempo máximo de exposição que se considera para a exposição de um recetor na direção ótima de dispersão da fuga, antes de evacuar a zona.

Os valores limite para os efeitos tóxicos estão representados na tabela seguinte:

Tabela 16 - Valores limite de AEGL (60 minutos) para o ácido nítrico e monóxido de carbono

AEGL para 60 minutos (ppm)		
	Ácido Nítrico	Monóxido de Carbono
AEGL 1	0,16	NR
AEGL 2	24	83
AEGL 3	92	330

NR: *not recommended due to insufficient data*

2.5.3. Critérios Gerais Empregues

Para determinar as condições de cálculo dos acidentes considerados, empregam-se os seguintes critérios, considerados “conservadores” ou “pessimistas”, de forma a estabelecer um limite superior dos alcances das zonas objeto de planificação.

A seguir enumera-se estes critérios:

⁴ AEGL-2: concentração a/ou acima da qual se prevê que a população geral, incluindo indivíduos suscetíveis mas excluindo os hipersuscetíveis, pode experimentar efeitos a longo prazo sérios ou irreversíveis ou ver impedida a sua capacidade para escapar.

AEGL-3: concentração a/ou acima da qual se prevê que a população geral, incluindo indivíduos suscetíveis mas excluindo os hipersuscetíveis, 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, sérios ou irreversíveis ou impedir a capacidade de escapar.

- Os cálculos realizados para os acidentes foram realizados com o programa informático PHAST v. 8.4 de DNV GL. O programa PHAST encadeia os modelos em função das características do produto, da descarga e condições ambientais, dando resultados para as evoluções possíveis.
- Para a concentração de substância inflamável utilizou-se o L.I.E./2 (50% do limite inferior de explosividade) para efeitos indicativos de alcance, com uma margem de segurança, prevendo-se concentrações locais superiores às calculadas, na zona onde possa ocorrer a hipotética ignição.
- No caso de ignição retardada de uma nuvem inflamável, tornar-se-á como ponto de ignição o centro da nuvem, quando alcança o L.I.E./2, com margem de segurança.
- No caso do incêndio no armazém, a taxa de libertação de monóxido de carbono, que resulta dos produtos da combustão do etileno (derivado à presença de embalagens de plástico), utilizada nos modelos de dispersão baseia-se na relação entre a taxa de combustão destes produtos e a relação entre o seu peso molecular e o CO ($r = \text{pmCO} / \text{pm}$), ou seja, $r = 1$.

A taxa de combustão do etileno é obtida a partir das fórmulas do capítulo 8.3 do “*Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2 – Module C*” para:

- Incêndio com restrição de área:

$B_{\text{máx}} = B \times A$, onde: $B_{\text{máx}}$ é o máximo da taxa de combustão em kg/s, B a taxa de combustão (0.025 kg/m². s para a maioria dos líquidos inflamáveis) e A é a área do incêndio

- Incêndio com restrição de oxigénio:

$B_{O_2} = \Phi_{O_2} \times M_w / ZB$, onde

$\Phi_{O_2} = 0.2 \times (1 + 0.5 \times F) \times V / (24 \times 3600)$

$ZB = \langle a \rangle + 0.25 \langle b \rangle - 0.5 \langle c \rangle - 0.25 \langle d \rangle + 0.1 \langle e \rangle + \langle f \rangle$ com a fórmula química do produto queimado: $C_a H_b O_c Cl_d N_e S_f X$ (no caso do etileno – $C_2 H_4$ - contribui o carbono e o hidrogénio)

B_{O_2} : taxa de combustão baseada num incêndio com restrição de oxigénio [kg/s]

Φ_{O_2} : taxa de disponibilidade de oxigénio [kmol/s]

M_w : massa molar média com base na fórmula química do produto queimado: $C_a H_b O_c Cl_d N_e S_f X$ (no caso do etileno apenas contribui o carbono e o hidrogénio) [kg/kmol]

ZB = necessidade de oxigénio para queimar 1 mol de substância armazenada [mol/mol]

F = taxa de ventilação do espaço, por hora [-] (3 renovações por hora)

V = volume do espaço [m³]

0.2 = oxigénio contido no ar

24 = volume molar do ar [m³/kmol]

3600 = período de fornecimento de oxigénio [s]

A taxa de combustão final corresponde ao valor mínimo entre B_{máx} e B_{O₂}.

A próxima tabela resume o cálculo das taxas de combustão com os dois casos de restrição e, a taxa final.

Nº Evento	Evento	Incêndio com restrição de área			Incêndio com restrição de oxigénio					
		A (m ²)	B (kg/m ² .s)	B _{máx.} (kg/s)	F (h ⁻¹)	V (m ³)	Φ _{O₂}	M _w	ZB	BO ₂ (kg/s)
14	Incêndio no armazém de produtos	500	0,025	12,5	3	2500	0,01	28,05	3	0,1

Verifica-se então que os incêndios são incêndios de restrição de oxigénio. Assim, a taxa de libertação de monóxido de carbono é obtida por: $q_{CO} = r \times B_{O_2}$.

- As condições meteorológicas utilizadas nos cálculos efetuados foram as mais frequentes da zona.

Tabela 17 - Condições meteorológicas usadas nos cálculos do PHAST

Condições Meteorológicas		
Estabilidade atmosférica	Velocidade do vento (m/s)	Temperatura (°C)
D (mais frequente)	2,78	15,4
Estação de Aveiro (102). Latitude: 40° 38' N ; Longitude: 08° 40' W ; Altitude: 5m		
Velocidade do vento e temperatura: Ficha Climatológica - dados do Instituto de Meteorologia (1971 a 2000).		

- Os tempos de fuga de produto nos cenários de acidentes graves, dependem da localização da fuga (se o ponto de fuga pode ser isolado por válvulas da fonte), dos meios técnicos de identificação existentes e dos meios de isolamento, dos sintomas esperados do acontecimento (ruído, odor, etc.), da presença de um operador junto ao local onde ocorra o acontecimento acidental e dos meios de isolamento (cobertura da bacia com espuma). Seguidamente apresentam-se os tempos de fuga considerados.

Tabela 18 - Tempos de fuga considerados no presente estudo

Tipo de acidentes	Tempo até corte fuga	Justificação
Rotura catastrófica de reservatórios / misturadores	Perda de contenção total	Considera-se uma fuga instantânea de todo o conteúdo dos reservatórios / misturadores e contentores envolvidos.

Tipo de acidentes	Tempo até corte fuga	Justificação
atmosféricos (em bacia de retenção) e roturas catastróficas de contentores (GRG).	3600 s	
Fugas de 10 mm e de 100 mm de reservatório / misturador atmosférico e contentores (GRG).	3600 s	De acordo com o Formulário da ACL da APA, considerar 3600 s. Sem possibilidade de interrupção do derrame.
Rotura catastrófica de cisterna	Perda de contenção total da cisterna	Considera-se uma fuga instantânea de todo o conteúdo da cisterna rodoviária.
Fuga / rotura em tubagem e mangueira de descarga de cisternas	3600 s	De acordo com o Formulário da ACL da APA, considerar 3600 s. Sem possibilidade de interrupção do derrame.
Incêndio e Contaminação da Rede de Águas Pluviais, por arrastamento de águas combate a um incêndio	3600 s	De acordo com o Formulário da ACL da APA, vai-se considerar 3600 s (tempo máximo).

2.5.4. Resultado dos acidentes selecionados - modelizações no PHAST

Para avaliar as consequências derivadas dos acontecimentos acidentais 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 devido a uma explosão, em função da distância.

Em seguida incluem-se em tabelas de dados de entrada no modelo de simulação e uma tabela resumo com os acidentes postulados e as zonas calculadas para cada fenómeno produzido, com resultados da avaliação de consequências negativas para a saúde humana (incêndio de charco, explosão, toxicidade, jato de fogo). Apenas para os cenários de acidentes com probabilidade superior a 10^{-06} serão indicados.

Nos Apêndices da Avaliação de Compatibilidade de Localização incluem-se adicionalmente:

- Apêndice 3 – os resultados dos acidentes modelizados (e os dados de entrada), obtidos nas simulações realizadas com o programa PHAST 8.4, para a condição meteorológica que é a mais frequente;

- Apêndice 4 – a representação gráfica dos alcances dos danos provocados pela radiação térmica (níveis para 5,0 kW/m² e 7,0 kW/m²), flashfire (LFL/2) e toxicidade (AEGL 3 e AEGL 2). Os alcances representam-se para a condição meteorológica que é mais frequente.

Tabela 19 - Dados de entrada no PHAST 8.4 e na UNE 150 008

Nº Evento	Evento	Pressão rel. (bar)	Temp. (°C)	Tipo de acidente simulado	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. aprox. (kg)	Área Bacia (m2)	Duração da fuga (s)
01	Rotura total de um GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	atm	amb	Derrame de Líquido em Armazenagem	-	-	1 340	356,25	3600
02	Fuga de 100 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	atm	amb	Derrame de Líquido em Armazenagem	-	100	1 340	356,25	3600
03	Fuga de 10 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	atm	amb	Derrame de Líquido em Armazenagem	-	10	1 340	356,25	3600
04	Rotura catastrófica de um misturador com ácido nítrico	atm	amb	Rotura catastrófica tanque atmosférico	-	-	8 040	24	3600
05	Fuga de 100 mm num misturador com ácido nítrico	atm	amb	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	-	100	8 040	24	3600
06	Fuga de 10 mm num misturador com ácido nítrico	atm	amb	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	-	10	8 040	24	3600
07	Rotura da linha de entrada no misturador com ácido nítrico	8	amb	Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	76,2	76,2	8 040	24	3600
08	Fuga na linha de entrada no misturador com ácido nítrico	8	amb	Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	76,2	7,62	8 040	24	3600
09	Rotura catastrófica de um misturador com álcool isopropílico	atm	amb	Rotura catastrófica tanque atmosférico	-	-	3 925	13,7	3600
10	Fuga de 100 mm num misturador com álcool isopropílico	atm	amb	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	-	100	3 925	13,7	3600
11	Fuga de 10 mm num misturador com álcool isopropílico	atm	amb	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	-	10	3 925	13,7	3600
12	Rotura da linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	8	amb	Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	76,2	76,2	3 925	13,7	3600
13	Fuga na linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	8	amb	Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	76,2	7,62	3 925	13,7	3600
14	Incêndio no armazém de produtos	atm	400	Incêndio num Armazém (nível 1, nível 2)	-	-	486	500	3600
15	Rotura catastrófica do tanque com hipoclorito de sódio (ambiente)	atm	amb	Rotura catastrófica tanque atmosférico	-	-	27 750	64	3600
16	Fuga de 100 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	atm	amb	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	-	100	27 750	64	3600
17	Fuga de 10 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	atm	amb	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	-	10	27 750	64	3600

Nº Evento	Evento	Pressão rel. (bar)	Temp. (°C)	Tipo de acidente simulado	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. aprox. (kg)	Área Bacia (m ²)	Duração da fuga (s)
18	Rotura catastrófica da cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	atm	amb	Rotura de cisterna	-	-	24 420	356,25	3600
19	Rotura total de mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	4	amb	Rotura total de mangueira de carga/descarga	76,2	76,2	24 420	356,25	3600
20	Fuga da mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	4	amb	Fuga de mangueira de carga/descarga	76,2	7,62	24 420	356,25	3600
21	Rotura total de um GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	atm	amb	Derrame de Líquido em Armazenagem	-	-	1 110	356,25	3600
22	Fuga de 100 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	atm	amb	Derrame de Líquido em Armazenagem	-	100	1 110	356,25	3600
23	Fuga de 10 mm num GRG com ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	atm	amb	Derrame de Líquido em Armazenagem	-	10	1 110	356,25	3600
24	Contaminação da Rede de Águas Pluviais, por arraste de águas combate a um incêndio (ambiente)	atm	amb	Incêndio num Armazém (nível 1, nível 2)	-	-	170	500	3600

Tabela 20 - Resultados da modelização no PHAST 8.4

Nº Evento	Evento Crítico	Diâmetro máx. charco (m)	Caudal fuga (kg/seg)	Toxicidade (m)		Jetfire (m)		Poolfire (m)		Flashfire (m)
				AEGL-3	AEGL-2	7 kW/m ²	5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	LFL/2
01	Rotura total de um GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	-	0,0	78	193	-	-	-	-	-
02	Fuga de 100 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	-	38,9	81	200	-	-	-	-	-
03	Fuga de 10 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador	-	0,4	80	169	-	-	-	-	-
04	Rotura catastrófica de um misturador com ácido nítrico	-	0,0	44	100	-	-	-	-	-
05	Fuga de 100 mm num misturador com ácido nítrico	-	59,7	49	102	-	-	-	-	-
06	Fuga de 10 mm num misturador com ácido nítrico	-	0,6	51	84	-	-	-	-	-
07	Rotura da linha de entrada no misturador com ácido nítrico	-	107	61	113	-	-	-	-	-
08	Fuga na linha de entrada no misturador com ácido nítrico	-	2	139	190	-	-	-	-	-
09	Rotura catastrófica de um misturador com álcool isopropílico	4,18	0	-	-	-	-	10	11	4

Nº Evento	Evento Crítico	Diâmetro máx. charco (m)	Caudal fuga (kg/seg)	Toxicidade (m)		Jetfire (m)		Poolfire (m)		Flashfire (m)
				AEGL-3	AEGL-2	7 kW/m ²	5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	LFL/2
10	Fuga de 100 mm num misturador com álcool isopropílico	4,18	28	-	-	9	9	10	11	8
11	Fuga de 10 mm num misturador com álcool isopropílico	4,18	0	-	-	2	2	10	11	1
12	Rotura da linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	4,18	77	-	-	16	17	10	11	8
13	Fuga na linha de entrada no misturador com álcool isopropílico	4,18	1	-	-	9	10	10	11	3
14	Incêndio no armazém de produtos	-	0	58	114	-	-	-	-	-

Notas:

Salienta-se que estes alcances são lineares, e não têm em consideração a existência de estruturas (muros, edifícios, bacias de retenção), nem do relevo natural. Estes elementos são barreiras que atenuam os efeitos físicos da radiação térmica, assim como a dispersão de vapores / gases tóxicos (mais pesados que o ar).

2.6. SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS PARA OS ORGANISMOS AQUÁTICOS

Neste ponto analisam-se as consequências ambientais dos acidentes postulados que envolvem substâncias perigosas para os organismos aquáticos (com frases de perigo H400 / H410 / H411), nomeadamente os eventos críticos do 15 ao 29, exceto o n.º 18 cuja frequência é inferior a 10⁻⁰⁶.

A avaliação dos efeitos sobre o ambiente foi efetuada através da aplicação dum índice de dano ambiental, que considera os seguintes aspetos:

- Quantidade da substância;
- Tipo de meio envolvente da instalação (vulnerabilidade do meio);
- Extensão da zona afetada;
- Perigosidade da substância;

Estes fatores foram avaliados numa base qualitativa de 1 até 4 (menor a maior risco). A partir da soma destes fatores, segundo a seguinte fórmula:

$$\text{Gravidade sobre a envolvente natural} = \text{quantidade} + 2 \times \text{perigosidade} + \text{extensão} + \text{qualidade do meio}$$

NOTA: Se o Meio recetor não for sensível a um impacto ambiental ou um acidente não gerar um acidente grave, considera-se a gravidade sobre a envolvente natural nula.

A avaliação global da gravidade das consequências, sobre o ambiente, tem um intervalo entre 0 e 20, dividindo-se numa série de categorias de acordo com o seguinte quadro:

Tabela 21 - Categorias da gravidade (consequências) sobre o ambiente.

Categoria	Valor de dano Ambiental	Índice de dano Ambiental
Insignificante	< 5	1
Não relevante	5 a 7	2
Leve	8 a 11	3
Moderado	12 a 15	4
Grave	16 a 18	5
Crítico	> 18	6

A metodologia aplicada está fundamentada nos requisitos enumerados anteriormente e na metodologia da norma UNE 150 008: 2008 “*Análise e Avaliação de Risco Ambiental*”, elaborada pelo comité técnico 150 Gestão Ambiental da AENOR, onde se define uma metodologia para especificar critérios de identificação, análise e avaliação de risco ambiental.

Este risco é definido como o caso particular do risco, no qual se avalia o perigo de causar danos ao ambiente, ou a pessoas ou bens, como consequência de danos no ambiente.

2.6.1. Índice de Quantidade de Produto Contaminante

A quantidade de produto que se difunde / infiltra no meio recetor dependerá das propriedades físico-químicas do meio, da substância envolvida e do local onde ocorre cada cenário de risco. A distribuição posterior das substâncias no meio recetor final irá depender das propriedades do meio e das substâncias envolvidas, entre estas: a solubilidade, a densidade, a pressão de vapor, etc.

Os Índices de Quantidade de produto contaminante são:

Tabela 22 - Índices de quantidade de produto contaminante.

Quantidade (kg)	Valor
100 – 1000	1
1000 – 10 000	2
10 000 – 100 000	3
> 100 000	4

Abaixo de 1000 kg, considera-se que a quantidade é insignificante provocando um impacto ambiental pouco significativo, pelo que o evento não provoca um acidente grave.

2.6.2. Índice de Quantidade de Produto Contaminante

O fator de perigosidade da substância está relacionado com o grau de perigosidade, obtida pela classificação apresentada nas Fichas de Dados de Segurança:

Tabela 23 - Índice de Perigosidade ambiental das Substâncias.

Classificação de Perigosidade da Substância	Frase de Risco	Valor
Gases, Líquidos, e sólidos não perigosos para o Ambiente	---	1
Nocivo para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático.	H412	2
Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nefastos a longo prazo no ambiente aquático	H411	3
Muito Tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos adversos a longo prazo no ambiente aquático	H410 / H400	4

Serão apenas avaliadas as substâncias de perigosidade ambiental H400 / H410 / H411.

2.6.3. Índice de Extensão

Os índices de extensão permitem determinar os efeitos dimensionais das substâncias que penetram nos meios recetores naturais. Os Índice de Extensão de contaminante são:

Tabela 24 - Índice de Extensão.

Quantidade (m ²)	Valor
< 100	1
100 a 1000	2
1000 a 10 000	3
> 10 000	4

As áreas de derrame consideradas correspondem a uma extensão do volume de produto libertado, com um filme de 10 mm de altura, correspondente à rugosidade do terreno plano e num solo industrial (segundo a bibliografia⁵).

O índice de extensão é considerado sempre no caso de haver bacia de retenção ou não. No caso de bacias de retenção, a extensão é dada pela área da bacia.

Como descrito no ponto 2.6.4 – *Análise da Vulnerabilidade da Envolvente* a contenção e impermeabilização que impede que o derrame atinja o meio natural, é introduzida no Índice de Vulnerabilidade do meio como valor zero, ou seja, a impermeabilização do pavimento e a contenção de derrame impede que os mesmos atinjam o meio natural, nomeadamente o solo.

2.6.4. Análise da Vulnerabilidade da Envolvente

A aplicação da metodologia de Avaliação dos Efeitos sobre o Ambiente requer a revisão das principais características da envolvente da Brenntag Portugal em Estarreja.

A avaliação da vulnerabilidade do meio realiza-se, atribuindo uma pontuação num intervalo de 0 a 4, para cada um dos compartimentos ambientais (meios que podem ser atingidos por um derrame acidental de produto perigosos), tendo em consideração os seguintes critérios:

Tabela 25 - Classificação geral da qualidade da envolvente

Qualificação da envolvente/compartimento ambiental	Valor
O meio recetor não é afetado por um impacte ambiental face à libertação de produto libertado ou este acontecimento não provoca um acidente grave.	0

⁵ Methods for the calculation of physical effects – due to release of hazardous materials (liquids and gases) “Yellow Book”, report CPR 14E, Committee for the Prevention of Disasters, 1996, Netherlands.

Qualificação da envolvente/compartimento ambiental	Valor
Área com terrenos na envolvente tratados ou definidos para uso urbano ou industrial, em que acidentes tenham baixo impacte ambiental no meio recetor.	1
O meio recetor caracteriza-se por um meio aquático, sensível a um impacte ambiental, podendo causar danos significativos na fauna ou flora.	2
O meio recetor caracteriza-se por um ecossistema marinho, sensível a um impacte ambiental, causando danos muito significativos na fauna ou flora.	3
Área de Reserva Natural protegida, cujo meio é muito sensível a um impacte ambiental, causando danos graves na fauna e flora.	4

No estabelecimento da Brenntag Portugal em Estarreja tiveram-se em contas os seguintes aspetos:

- Os pavimentos das bacias de retenção dos reservatórios fixos e dos misturadores são impermeabilizados, assim como a área envolvente destas;
- A zona de descarga da cisterna e a zona de carga / descarga de embalagens de produto são pavimentadas (impermeabilizada) e possuem declive. Assim, um possível derrame é conduzido para as caleiras existentes nestas zonas, que permite o encaminhamento para o tanque de recolha de águas residuais subterrâneo (3 m³), e posteriormente envia para o tanque de efluentes (25 m³). Salienta-se ainda que, estas zonas estão delimitadas por muros ou por outras infraestruturas presentes no estabelecimento. Pelo que, na eventualidade de um derrame estes permitem o seu confinamento, que posteriormente é recolhido e / ou encaminhado para o tanque de recolha subterrâneo, consoante a origem / contaminação do efluente, ou diretamente para gestor autorizado;
- O armazém de produto embalado, assim como a zona de produção (onde se encontram os misturadores), no edifício industrial, é pavimentado (impermeabilizado) e com pendente, que permite o encaminhamento dos efluentes para sumidouros. Estes por sua vez possuem ligação a tanque de águas residuais subterrâneo de 3 m³, que posteriormente envia para tanque de efluentes de 25 m³, sendo então recolhido e enviado para gestor autorizado.

A fim de alcançar um maior grau de profundidade na análise das consequências potenciais sobre o ambiente, este pode ser dividido em diferentes compartimentos específicos: superfície da água, massa de água, fundo da água, litoral e solo, obtendo um índice de valorização para cada um.

A partir dos índices dos distintos compartimentos, obtém-se um índice global das consequências associadas a um evento determinado.

Seguidamente apresenta-se o resumo / caracterização ambiental da envolvente:

Tabela 26 - Classificação da qualidade da envolvente

Índices de Qualidade da Envolvente	
Superfície da água	0
Massa de água	0
Fundo da água	0
Litoral	0
Solo pavimentado (impermeabilizado)	0
Bacia de retenção	0
Solo (zona não pavimentada)	1

Não se prevê que haja contaminação de aquíferos, cursos de água e de espécies e habitats, dadas as condições da envolvente hidrográfica do estabelecimento da Brenntag Portugal em Estarreja.

2.6.5. Resultados da Avaliação dos Efeitos sobre o Ambiente

Para a aplicação da metodologia de Avaliação dos Efeitos sobre o Ambiente no estabelecimento, tiveram-se em conta os seguintes critérios:

- Teve-se em atenção a miscibilidade das substâncias / produtos com a água, a respetiva densidade líquida e a sua volatilidade;
- As áreas onde podem ocorrer derrame estão impermeabilizadas (bacias de retenção, edifício industrial, zonas de carga / descarga de cisternas e produtos).

Na avaliação do risco foi considerado um valor de zero no Índice de Vulnerabilidade do meio, tendo em conta a envolvente, considerando a eficácia da contenção ou impermeabilização do pavimento das áreas anteriormente referidas, de forma a que as substâncias perigosas não afetem o meio natural.

Exclui-se da avaliação dos efeitos sobre o ambiente o evento crítico n.º 18, por apresentarem uma frequência inferior a 10^{-06} . Os resultados obtidos na Avaliação ambiental apresentam-se nas seguintes tabelas:

Nº	Evento (ambiental)	Quant. máx. aprox. (kg)	Área de contenção (m²) *	Diâmetro máx. massa derramada (m)	Caudal fuga (kg/s)	Massa envolvida (kg)	Meio Recetor	Densidade (kg/m³)	Volume (L)	Área derrame (m²)	Área não protegida (m²)	Índice Quantid.	Índice Área	Índice Perigosid. Subst.	Índice Vulner. Envolv.	Valor dano ambiental	Índice dano ambiental	Avaliação dano ambiental
15	Rotura catastrófica do tanque com hipoclorito de sódio (ambiente)	27750	64	9,0	0,00	27750	Bacia impermeabilizada	1110	25000	64	0	3	1	4	0	0	1	Insignificante
16	Fuga de 100 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	27750 **	64	9,0	111,78	27750	Bacia impermeabilizada	1110	25000	64	0	3	1	4	0	0	1	Insignificante
17	Fuga de 10 mm no tanque de hipoclorito de sódio (ambiente)	27750	64	9,0	1,12	4024	Bacia impermeabilizada	1110	3625	64	0	2	1	4	0	0	1	Insignificante
19	Rotura total de mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	24420	356,25	21,3	0,00	24420	Solo pavimentado (impermeabilizado)	1110	22000	356	0	3	2	4	0	0	1	Insignificante
20	Fuga da mangueira de cisterna de hipoclorito de sódio (ambiente)	24420	356,25	14,3	0,49	1775	Solo pavimentado (impermeabilizado)	1110	1599	160	0	2	2	4	0	0	1	Insignificante
21	Rotura total de um GRG com Ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	1110	356,25	11,3	0,00	1110	Solo pavimentado (impermeabilizado)	1110	1000	100	0	2	2	4	0	0	1	Insignificante

Nº	Evento (ambiental)	Quant. máx. aprox. (kg)	Área de contenção (m ²) *	Diâmetro máx. massa derramada (m)	Caudal fuga (kg/s)	Massa envolvida (kg)	Meio Recetor	Densidade (kg/m ³)	Volume (L)	Área derrame (m ²)	Área não protegida (m ²)	Índice Quantid.	Índice Área	Índice Perigosid. Subst.	Índice Vulner. Envolv.	Valor dano ambiental	Índice dano ambiental	Avaliação dano ambiental
22	Fuga de 100 mm num GRG com Ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	1110 **	356,25	11,3	49,02	1110	Solo pavimentado (impermeabilizado)	1110	1000	100	0	2	2	4	0	0	1	Insignificante
23	Fuga de 10 mm num GRG com Ipoclorix, durante transporte por empilhador (ambiente)	1110 **	356,25	11,3	0,49	1110	Solo pavimentado (impermeabilizado)	1110	1000	100	0	2	2	4	0	0	1	Insignificante
24	Contaminação da Rede de Águas Pluviais, por arraste de águas combate a um incêndio (ambiente)	170	500	4,7	0,00	170	Solo pavimentado (impermeabilizado)	1000	170	17	0	1	1	3	0	0	1	Insignificante

Notas:

- (*): área de contenção considerando as bacias de retenção e áreas pavimentadas (impermeabilizadas).
- (**): eventos críticos em que o produto entre o tempo de fuga e o caudal de descarga excede a quantidade máxima disponível, indicando que a massa disponível no evento é esgotada antes do tempo previsto. Nestes casos, considerou-se a quantidade máxima disponível, nomeadamente o inventário máximo dos reservatórios / misturadores no caso dos eventos n.º 16; dos GRG's no caso dos eventos n.º 22 e 23.
- A coluna da “massa envolvida (kg)” corresponde ao mínimo (diferente de zero) entre a quantidade máxima envolvida (kg), e o produto entre o tempo de fuga e o caudal de descarga.

2.6.6. Conclusões dos efeitos sobre o ambiente

Os resultados obtidos na análise dos cenários com substâncias perigosas para os organismos aquáticos identificados para o estabelecimento, tiveram-se em conta as condições de impermeabilização e as bacias de retenção existentes, afetadas às diferentes zonas, nomeadamente a de receção, de movimentação, de armazenagem e de expedição de produtos.

Assim, verifica-se que todos os eventos críticos estão classificados como “insignificantes”. Isto deve-se ao facto de as áreas de derrame ficarem contidas nas áreas de contenção (bacias de retenção, pavimentação impermeabilizadas) consideradas, não sendo esperado que haja dano ambiental em caso de derrame no estabelecimento.

Para além das áreas de contenção mencionadas anteriormente, existem medidas que reforçam a eventualidade de um derrame, nomeadamente kits de derrame, sumidouros, calhas de recolha de efluentes com ligação a tanque de recolha de águas residuais subterrâneo (3 m³), com posterior envio para tanque de efluentes (25 m³), no interior do edifício industrial (armazém de produto embalado e zona de produção), assim como nas áreas dos telheiros (zonas de carga / descarga de cisterna e produtos), e o facto de o estabelecimento ser todo pavimentado. Salienta-se ainda que, está em prática a implementação de uma válvula de seccionamento na caixa de recolha (1,5 m³) de águas pluviais do estabelecimento, de forma a impedir que um possível derrame seja encaminhado ou contamine a rede de drenagem de águas pluviais exteriores. Esta válvula encontra-se normalmente fechada. Em caso de chuva esta caixa de recolha é cheia e, no final do dia, após verificação de que o seu conteúdo não se encontra contaminado, a válvula é aberta controladamente, para esvaziar a caixa e, posteriormente fechada de novo.

No âmbito do presente estudo o evento crítico n.º 18 (Rotura catastrófica da cisterna de hipoclorito de sódio) não será analisado nas conclusões finais uma vez que apresenta uma frequência inferior a 10⁻⁰⁶ (ver tabela 9 do ponto 2.3 - *Estimativa da Frequência de Ocorrência dos Acidentes*)

3. DETERMINAÇÃO DAS ZONAS DE PERIGOSIDADE

Os cenários de acidente que tiveram frequência final menor que 10^{-06} , não foram considerados para determinação das zonas de perigosidade e também para efeitos de avaliação final das consequências. Assim estes cenários não serão avaliados.

Para a definição das zonas de perigosidade foi efetuada uma Representação Gráfica dos alcances dos fenómenos perigosos obtidos na modelação dos cenários, nomeadamente os valores correspondentes ao limiar da possibilidade de ocorrência de letalidade e o limiar da possibilidade de ocorrência de efeitos irreversíveis na saúde humana, que se designam, respetivamente por zona de letalidade e por zona de efeitos irreversíveis, apresentadas no Apêndice 4.

De acordo com os resultados da modelação dos cenários seleccionados e os limiares definidos pela APA, identificaram-se as zonas de perigosidade, apresentadas nas Zonas de Perigosidade do Apêndice 5. Estas representam o conjunto das representações gráficas de cada uma das distâncias de segurança, de modo a identificar as áreas vulneráveis e elementos sensíveis potencialmente atingidos pelos limiares da possibilidade de ocorrência de letalidade e de ocorrência de efeitos irreversíveis na saúde humana.

Os resultados serão incluídos no Formulário de proposta de Zonas de Perigosidade preenchido no registo disponibilizado no sítio na internet da Agência Portuguesa do Ambiente, apresentado em Anexo.

4. CARACTERIZAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA ENVOLVENTE

A caracterização da vulnerabilidade da envolvente, que se apresenta seguidamente, abrange a área relativa às zonas de perigosidade estimadas.

4.1. ELEMENTOS CONSTRUÍDOS

A instalação da Brenntag Portugal em Estarreja localiza-se na freguesia de Beduído que pertence ao concelho de Estarreja, distrito de Aveiro. As coordenadas do estabelecimento são as seguintes:

- Latitude: 40° 46.574' N. Longitude: 08° 34.224' O.
- UTM (29T): 4514008.29 m N. 536254.68 m E.

O acesso ao estabelecimento é rodoviário e é efetuado pela Rua do Amoníaco Português proveniente da estrada EN-109.

Em relação à envolvente industrial, a instalação é circundada a Noroeste e Oeste pelas instalações da Bondalti Chemicals, nomeadamente a unidade de Cloro Alcalis (a cerca de 100 metros da Brenntag Portugal), e a Sudoeste pelo Parque Industrial da Baía do Tejo (a cerca de 20 metros da Brenntag Portugal). Para além destes limites, contígua à Brenntag Portugal, na área a Oeste da instalação, existe o estabelecimento da A.Q.P – Aliada Química de Portugal.

Indica-se ainda que a Norte não existe edificações, tratando-se de uma zona descampada com alguma vegetação, a Noroeste (a cerca de 90 metros da Brenntag Portugal) existe um posto de seccionamento da rede de alta tensão e, a Este passam duas linhas da rede elétrica de alta tensão (a cerca de 15 metros da Brenntag Portugal) e ainda a estrada a EN-109 (a cerca de 170 metros da Brenntag Portugal).

A cerca de 200 metros do estabelecimento para Este existem algumas habitações degradadas e devolutas.

A freguesia de Beduído possui uma população residente, segundo os resultados dos Censos 2011 (INE: 2011), de 7544 habitantes. Na envolvente próxima da instalação da Brenntag Portugal existem serviços e oficinas, sendo que a componente ocupacional de pessoas nestes sítios é reduzida.

No que se refere a habitações, existem pequenos agregados populacionais a cerca de 700 metros a Sul da instalação da Brenntag Portugal. A cerca de 1,3 km a Sul do estabelecimento existe uma escola e 1,2 km existe comércio. O principal centro populacional é a cidade de Estarreja a cerca de 2,6 km a Sul da instalação da Brenntag Portugal.

Os elementos de uso dedicado ao socorro da população em caso de acidente grave, na área de implantação da instalação da Brenntag Portugal são os seguintes:

Tabela 27 – Tabela com os elementos de uso dedicado ao socorro da população em caso de acidente grave

Entidade	Morada	Distância km	Tempo de chegada previsto (min)
Bombeiros Voluntários de Estarreja	Rua Des. Oliveira Pinto 22, 3860 - 363 Estarreja	1,64	3
Centro de saúde UCSP Estarreja	Rua Almeida de Eça 13, 3860-289 Estarreja	1,71	4
Centro Hospitalar do Baixo Vouga – Unidade de Estarreja	Rua da Agra 46, 3864-756 Estarreja	3,08	7
GNR – Posto Territorial de Estarreja	Rua Dr. Pereira de Melo 388, 3860-375	2,05	5
SMPC Estarreja	Praça de Francisco Barbosa 149, 3860-355 Estarreja	2,66	8

No Apêndice 1 apresenta-se a planta da envolvente à escala 1:10 000.

4.2. RECETORES AMBIENTALMENTE SENSÍVEIS

4.2.1. Áreas classificadas e de conservação da natureza

A Brenntag Portugal em Estarreja não se encontra incluída em qualquer área classificada ou proposta para o efeito, em termos faunísticos ou florísticos, ou outras de ambiente natural. No entanto é de salientar a presença da Ribeira da Sardinha enquanto Reserva Ecológica Nacional (Planta de condicionantes - REN à escala de 1:10 000) a Norte (a aproximadamente 400 metros) do estabelecimento.

4.2.2. Zonas de proteção específica

Não foram definidas quaisquer zonas de proteção específicas relativamente às áreas imediatamente envolventes à instalação da Brenntag Portugal em Estarreja.

4.3. USOS, CLASSIFICAÇÕES E QUALIFICAÇÕES DO SOLO

De acordo com a Planta de Condicionantes do PDM de Estarreja (Apêndice 1), a área de implantação da Brenntag Portugal em Estarreja, não apresenta qualquer condicionante, servidão ou restrição de utilidade pública, exceto os postes de alta tensão e traçado das respetivas linhas, assim como a rodovia N109 e o pipeline (a cerca de 180 m do estabelecimento) proveniente do estabelecimento da CIRES.

O estabelecimento da Brenntag Portugal encontra-se implementado em solo urbano, nomeadamente numa área dedicada a atividades económicas, em concordância com a Planta de Ordenamento do PDM de Estarreja (Apêndice 1).

4.4. CARTA DA ENVOLVENTE

No Apêndice 1 encontram-se as seguintes plantas:

- Planta da envolvente à escala 1:10 000;
- Planta do Plano Diretor Municipal de Estarreja – Reserva Ecológica Nacional, à escala a 1:10 000;
- Planta do Plano Diretor Municipal de Estarreja – Reserva Agrícola Nacional, à escala a 1:10 000;
- Planta de Condicionantes do Plano Diretor Municipal de Estarreja, à escala 1:10 000;
- Planta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal de Estarreja, à escala 1:10 000.

5. CONCLUSÃO

Nesta Avaliação de Compatibilidade de Localização, foram identificados e analisados 29 acidentes (ou eventos críticos), que podem afetar as pessoas, instalações e o meio ambiente, resultando estes em 28 cenários de acidente com frequência igual ou superior a 10^{-06} . Destes eventos críticos, 15 são apenas de caráter ambiental.

Dos cenários de acidentes destacam-se 9 eventos críticos (n.º 1 ao n.º 8 e o n.º 14), somente associados ao fenómeno perigoso de toxicidade, que poderão afetar o exterior do estabelecimento, nomeadamente a estrada que permite o acesso direto às instalações, a A.Q.P – Aliada Química de Portugal, e uma parte do Parque Industrial da Baía do Tejo e da Bondalti Chemicals (unidade Cloro Álcalis), sendo os de maior alcance:

- Evento crítico n.º 2 da fuga de 100 mm num GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador, pode alcançar todas as áreas referidas acima (AEGL 2 - alcance de 200 m e AEGL 3 - alcance de 81 m);
- Evento crítico n.º 1 da rotura de um GRG com ácido nítrico TEC, durante transporte por empilhador, podendo alcançar as mesmas áreas que o evento anterior (AEGL 2 - alcance de 193 m e AEGL 3 - alcance de 78 m);
- Evento crítico n.º 8 da fuga na linha de entrada no misturador com ácido nítrico, poderá alcançar de igual modo todas as zonas mencionadas anteriormente (AEGL 2 - alcance de 190 m e AEGL 3 - alcance de 139 m).

De referir que, nenhum destes eventos afetará áreas populacionais nem a estrada EN-109.

Salienta-se que os alcances obtidos são lineares, e não tem em consideração a existência de estruturas (muros, edifícios), e do relevo natural (vegetação) que são barreiras à propagação dos efeitos químicos. Contudo, é de referir que o evento crítico n.º 8, assim como os eventos do n.º 4 ao 7 e o n.º 14 afetos ao ácido nítrico, ocorrem no interior do edifício industrial, o que por si só limita a propagação de vapores tóxicos gerados por estes para o exterior do estabelecimento. Em relação aos eventos críticos n.º 1 ao 3 (afetos também ao ácido nítrico), estes encontram-se sobre a estrutura de um telheiro, o que permite limitar a sua dispersão. Poderão ser usados meios de intervenção (carreteis) ou do corpo de bombeiros perante atuação no local, através de água pulverizada para contenção de gases tóxicos, minimizando assim a sua propagação. **A Brenntag estabeleceu um protocolo com os Bombeiros Voluntários de Estarreja, de modo a que esta corporação possa prestar apoio na resposta a uma emergência desta natureza, no estabelecimento de Estarreja.**

Adicionalmente, os tempos de perda de produto, foram essencialmente de uma hora, o que é irrealista. Por exemplo, para as fugas em GRG's, o tempo entre a deteção da fuga e atuação (recolha de derrame e meios de contenção de vapores tóxicos, mediante o uso de carreteis no interior do estabelecimento, usando a água pulverizada para contenção de gases), serão seguramente muito menores, atendendo aos métodos e procedimentos estipulados pela Brenntag Portugal - Estarreja. Assim, na realidade após o

derrame a pronta atuação dos operadores do estabelecimento, limitaria o tempo a que o derrame de produto tóxico (por exemplo) ficaria exposto à atmosfera, e a geração de vapores tóxicos seria muito limitada.

Relativamente aos eventos críticos com consequências ambientais, da análise do ponto 2.6.6 - *Conclusões dos efeitos sobre o ambiente*, verifica-se que nenhum evento apresenta impactes ambientais, uma vez que as áreas de derrame não superam as áreas consideradas na avaliação ambiental. Áreas estas associadas às bacias de retenção impermeabilizadas, assim como as zonas à sua volta, às zonas de carga / descarga de substâncias perigosas, e ainda ao fato de existirem sumidouros e caleiras com ligação a tanque de efluentes, para além de serem pavimentadas.

De salientar que as probabilidades dos eventos ambientais podem ser qualitativamente reduzidas, assim como as consequências, pela intervenção prematura em caso de fuga / rotura:

- Através da inspeção / manutenção preventiva aos equipamentos críticos e elementos associados;
- Adequado grau de preparação e prontidão dos operadores, mediante um plano de formação, que terá em conta as necessidades de formação ao nível da resposta à emergência.

Em forma de conclusão, face aos resultados dos alcances dos cenários de acidente, às medidas preventivas e de mitigação existentes, ao facto de os cenários não terem em conta a existência de barreiras físicas, inclusive as infraestruturas do próprio estabelecimento, e de o estabelecimento estar integrado numa zona dedicada a indústrias, a Brenntag Portugal - Estarreja é compatível com a atual localização.