



**CALB**

UNIDADE INDUSTRIAL DE BATERIAS DE LÍTIO

**PROJETO DE EXECUÇÃO  
AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE  
DE LOCALIZAÇÃO**

Revisão 01

Lisbon, 12 de dezembro de 2023



REVISION	DATE	DESCRIPTION	ISSUED	VERIFIED	APPROV.
00	25/08/2023	Emissão Inicial	TSP	TSP	RQF
01	12/12/2023	Versão consolidada com os elementos adicionais solicitados pela APA	FSN	TSP	RQF

## CALB

# UNIDADE INDUSTRIAL DE BATERIAS DE LÍTIO

## PROJETO DE EXECUÇÃO

### AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

#### ÍNDICE GERAL

<b>1</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>INFORMAÇÃO SOBRE AS SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS PRESENTES NO ESTABELECIMENTO</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES</b>	<b>4</b>
1.2.1	M1 - PRODUÇÃO DE ELÉTODOS	5
1.2.2	M2 – PRODUÇÃO DE CÉLULA	6
1.2.3	H1 – ARMAZÉM DE QUÍMICOS	7
1.2.4	M3 – PRODUÇÃO DE CÉLULA	7
1.2.5	M4 - EMBALAGEM	10
1.2.6	M5 – PROCESSO DE PRODUÇÃO DO INVÓLUCRO	10
1.2.7	ATIVIDADE DE CARGA E DESCARGA	11
<b>1.3</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO</b>	<b>12</b>
1.3.1	MEDIDAS GERAIS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS	15
<b>1.4</b>	<b>MEDIDAS DE CONTENÇÃO DE DERRAMES</b>	<b>17</b>
<b>1.5</b>	<b>PLANTA GERAL DO ESTABELECIMENTO</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO, SELEÇÃO E ANÁLISE DOS POSSÍVEIS CENÁRIOS DE ACIDENTE</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS</b>	<b>22</b>
2.1.1	ANÁLISE DA PERIGOSIDADE DAS SUBSTÂNCIAS	22
2.1.2	IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE PERIGO INTERNAS	27
<b>2.2</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DOS POTENCIAIS CENÁRIOS DE ACIDENTE</b>	<b>30</b>
<b>2.3</b>	<b>ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS CENÁRIOS DE ACIDENTE IDENTIFICADOS</b>	<b>31</b>
<b>2.4</b>	<b>SELEÇÃO DE CENÁRIOS DE ACIDENTE</b>	<b>33</b>
2.4.1	ÁRVORES DE ACONTECIMENTOS	33
<b>2.5</b>	<b>AVALIAÇÃO DE CONSEQUÊNCIAS</b>	<b>43</b>
2.5.1	INTRODUÇÃO	43
2.5.2	VALORES LIMITE – DEFINIÇÃO DE ZONAS DE IMPLANTAÇÃO	44
2.5.3	CRITÉRIOS GERAIS EMPREGUES	45
2.5.4	RESULTADOS DOS CENÁRIOS SELECIONADOS – MODELIZAÇÕES NO PHAST	47
<b>2.6</b>	<b>SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS PARA OS ORGANISMOS AQUÁTICOS</b>	<b>51</b>

<b>3</b>	<b><u>DETERMINAÇÃO DAS ZONAS DE PERIGOSIDADE</u></b>	<b>58</b>
<b>4</b>	<b><u>CARACTERIZAÇÃO DA VULNERABILIDADE DA ENVOLVENTE</u></b>	<b>58</b>
<b>4.1</b>	<b>ELEMENTOS CONSTRUÍDOS .....</b>	<b>58</b>
4.1.1	LOCALIZAÇÃO E ENVOLVENTE .....	58
4.1.2	ENVOLVENTE INDUSTRIAL .....	59
4.1.3	ELEMENTOS DE USO SENSÍVEL CONSTRUÍDOS NA ENVOLVENTE .....	60
<b>4.2</b>	<b>RECETORES AMBIENTALMENTE SENSÍVEIS .....</b>	<b>61</b>
<b>4.3</b>	<b>USO, CLASSIFICAÇÕES E QUALIFICAÇÕES DO SOLO .....</b>	<b>62</b>
<b>4.4</b>	<b>CARTA DA ENVOLVENTE .....</b>	<b>62</b>
<b>5</b>	<b><u>CONCLUSÃO</u></b>	<b>63</b>

## CALB

# UNIDADE INDUSTRIAL DE BATERIAS DE LÍTIO

### PROJETO DE EXECUÇÃO

### AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

## 1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTABELECIMENTO

O Projeto da **CALB(Europe), S.A.** constitui o desenvolvimento de uma unidade industrial de células de baterias de lítio, localizado na Zona Industrial e Logística de Sines (ZILS), a este da Euroresinas, Repsol Polímeros e da Indorama Ventures, assim como, a norte da Refinaria de Sines.

O estabelecimento industrial inclui um conjunto de edifícios associados ao fabrico das células de baterias, edifícios de suporte e infraestruturas associadas, a serem implementados num terreno de aproximadamente 93 ha. A capacidade da instalação é de 15 GWh.

Decorrente da armazenagem de eletrólito classificado como substância perigosa, em quantidades que enquadram o estabelecimento no Nível Superior, no âmbito do Decreto-Lei n.º 150/2015, de 05 de agosto, procede-se à apresentação da presente Avaliação de Compatibilidade de Localização.

### 1.1 INFORMAÇÃO SOBRE AS SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS PRESENTES NO ESTABELECIMENTO

No Apêndice 2 incluem-se as Fichas de Dados de Segurança (FDS) das substâncias perigosas presentes no estabelecimento, onde se encontram descritas todas as suas características relevantes.

A localização das substâncias perigosas encontra-se em plantas no Apêndice 1.

Na tabela seguinte apresenta-se a identificação das substâncias perigosas presentes no estabelecimento e o respetivo inventário:

**Tabela 1 - Inventário de substâncias perigosas**

Equipamento	Local de armazenamento	Condições <sup>(1)</sup>	Substância Perigosa	Categoria de perigo/ Substância designada	Quantidade (ton)
486 Tambores de 1000 kg e 270 Tambores de 200 kg	H1	P = Atm. T = Amb.	Eletrólito	P5c, E2/ Não	540
50 IBC de 1,2 m <sup>3</sup>	M1 – 1F	P = Atm. T = Amb.	Butadiene-styrene copolymer Latex	E2/ Não	50
6000 embalagens de plástico de 0,5 L	M1, M2, M3, M4, L1, L2	P = Atm. T = Amb.	Álcool Etílico	P5c/ Não	3
15 tambores de 250 l	H1	P = Atm. T = Amb.	Carbonato de dimetil	P5c/ Não	3
Reservatório	Gerador de emergência	P = Atm. T = Amb.	Gasóleo	P5c / E2	0,208
8 Ampolas de 500 ml	L1	P = Atm. T = Amb.	Acetona	P5c/ Não	0,00316
1 Ampola de 500 ml	L1	P = Atm. T = Amb.	Acetonitrilo	P5c/ Não	0,0003915
60 Ampolas de 500 ml	L1	P = Atm. T = Amb.	Ácido Nítrico	H2, P8/ Não	0,0408
2 embalagens de vidro (garrafa) de 500 ml	L1	P = Atm. T = Amb.	Ácido Perclórico	P8/ Não	0,00167
2 embalagens de plástico (garrafa) de 500 ml	L1	P = Atm. T = Amb.	Ácido hidrófluorídrico	H1/ Não	0,00115
1 embalagem de vidro (garrafa) de 500 ml	L1	P = Atm. T = Amb.	Acilonitrilo	H2, P5b, E2 / Não	0,000405
1 embalagem de vidro (garrafa) de 500 ml	L1	P = Atm. T = Amb.	Ácido acrílico	P5c, E1 / Não	0,000525

Equipamento	Local de armazenamento	Condições <sup>(1)</sup>	Substância Perigosa	Categoria de perigo/ Substância designada	Quantidade (ton)
1 embalagem de vidro (garrafa) de 500 ml	L1	P = Atm. T = Amb.	Bromine water 1.3'7	E1 / Não	0,0006535
20 Ampolas de 500 ml	L1 – 1F	P = Atm. T = Amb.	Carbonato de etil de metilo	P5c / Não	0,01012
10 embalagens de vidro (garrafa) de 1 g	L1 – 1F	P = Atm. T = Amb.	Clorato de potássio	P8, E2 / Não	0,00001
1 embalagem de plástico (garrafa) de 50 g	L1 – 1F	P = Atm. T = Amb.	Cloreto de cobalto hexahidratado (II)	E1 / Não	0,00001
1 embalagem de plástico (garrafa) de 500 ml	L1 – 1F	P = Atm. T = Amb.	Cromato de Potássio	E1 / Não	0,001365
4 embalagens de vidro (garrafa) de 500 ml	L1 – 1F	P = Atm. T = Amb.	Honeywell Coulomb anode liquid	H2, P5c / Não	0,0024
2 embalagens de vidro (garrafa) de 500 ml	L1 – 1F	P = Atm. T = Amb.	Isopropanol	P5c/ Não	0,00079
5 embalagens de vidro (garrafa) de 500 ml	L1 – 1F	P = Atm. T = Amb.	Metanol	H2, P5c/ 22. Metanol	0,001975
5 embalagens de plástico (garrafa) de 100 g	L1 – 1F	P = Atm. T = Amb.	N-methylaminophenolsulfate (Metol)	E1 / Não	0,0005
31 Garrafas fluorada de 500 ml	M1-1-065 M1-1-066	P = Atm. T = Amb.	Nitrato de prata	P8, E1 / Não	0,068

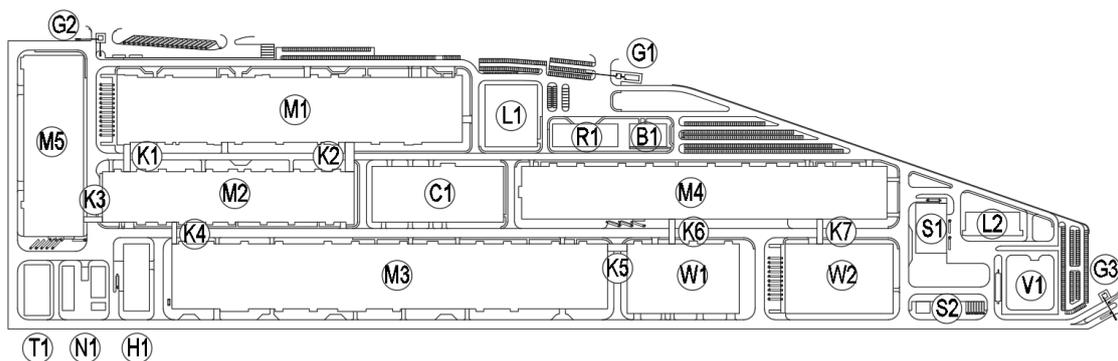
Equipamento	Local de armazenamento	Condições <sup>(1)</sup>	Substância Perigosa	Categoria de perigo/ Substância designada	Quantidade (ton)
40 Ampolas de 500 ml	L1-1F	P = Atm. T = Amb.	n,n-dimetilformamido	P5c / Não	0,0206
3 embalagens de plástico (garrafa) de 500 ml	L1-1F, T1, M1-1-065 M1-1-066, M1-1F	P = Atm. T = Amb.	Peróxido de hidrogénio (Solução aquosa)	P8 / Não	0,00111
1 Ampola de 500 ml	L1-1F	P = Atm. T = Amb.	Trietilamina	H2, P5c / Não	0,000365
1 Ampola de 500 ml	L1-1F	P = Atm. T = Amb.	Vanadium (V) in dilute HNO <sub>3</sub> , 1000 µg/ml	H2 / Não	0,000152
20 Ampolas de 500 ml	L1-1F	P = Atm. T = Amb.	Acetato de etilo	P5c / Não	0,009

**Legenda:**

<sup>(1)</sup> Pressão (P); Temperatura (T); Atmosférica (Atm.); Ambiente (Amb.)

## 1.2 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Para o desenvolvimento da sua atividade a futura fábrica terá a seguinte configuração:



Os 5 edifícios de produção (M) são os seguintes:

- M1 – Produção de elétrodos
- M2 – Fabrico de células
- M3 – Formação/montagem
- M4 – Embalagem
- M5 – Fabrico de invólucros

A área de armazenagem do eletrólito e DMC localiza-se no edifício H1 – “Armazém de Químicos”.

Adicionalmente, existem na unidade industrial as seguintes instalações:

- C1 – Edifício de Serviços de Apoio
- W1 – Armazém de Produtos intermédios
- W2 – Armazém de peças
- N1 – Armazenamento e purificação de NMP
- R1 – Escritórios
- B1 – Instalações para colaboradores
- L1 – Laboratório 1
- L2 – Laboratório 2
- S1 – Armazém de resíduos sólidos 1
- S2 – Armazém de resíduos sólidos 2
- T1 – Estação de tratamento de águas residuais
- V1 – Subestação elétrica principal
- Gs – Portarias

Por último, enumeram-se os diversos Equipamentos centralizados no Edifício de Serviços de Apoio (C1):

- Sistema de arrefecimento de água
- Caldeira a vapor
- Caldeira de óleo quente
- Compressor de ar seco
- Unidade de produção de azoto
- Unidade de desionização de água
- Subestação
- Estação de bombagem de água
- Reservatório de água de proteção contra incêndios
- Centro de controlo de combate a incêndios

#### 1.2.1 M1 - PRODUÇÃO DE ELÉTODOS

O edifício M1 tem uma área de implantação de 39.264 m<sup>2</sup>, uma área de construção de 63.484 m<sup>2</sup> e quatro pisos (cave, térreo, 1º piso e 2º piso).

A armazenagem de butadiene-styrene copolymer Latex recebido em IBC é realizada no pavimento sobre palete (apenas um nível de altura) em local dedicado.

O processo inicia-se com a produção dos elétrodos, está essencialmente dividida em 4 etapas, nomeadamente **mistura, revestimento, prensa e corte**:

- Mistura – consiste na preparação de uma pasta que resulta da mistura de matérias-primas catódicas ou anódicas (incluindo materiais ativos, agentes condutores, aglutinantes, entre outros). O butadiene-styrene copolymer Latex é um agente de ligação para o processo do eletrodo negativo, fornecendo a força de ligação entre as partículas de material ativo do eletrodo negativo e entre a camada de material ativo e o coletor de corrente. A direção do desempenho da bateria ajuda a melhorar o desempenho dinâmico da bateria, a reduzir a impedância e a proporcionar uma excelente estabilidade de ciclo. O nitrile rubber é utilizada como dispersante no eletrodo positivo, uma vez que o material do eletrodo positivo tem uma pequena dimensão de partícula e é propenso a aglomeração. O dispersante assegura uma dispersão uniforme do pó.
- Revestimento – processo de fabrico de uma membrana de bateria, através do revestimento uniforme da pasta na superfície das folhas de alumínio (cátodo) e/ou cobre (ânodo), e da sua secagem para formar um filme, a partir da utilização de um equipamento específico. A pasta é aplicada na superfície das folhas de alumínio e/ou cobre, de modo uniforme, sendo que a densidade da camada de revestimento, e a dimensão das folhas são determinadas consoante os requisitos de fabrico;
- Prensagem – é realizada através de um equipamento de cilindros, sendo que a espessura da folha é controlada para que se consiga obter a espessura necessária para aumentar a força motriz e reduzir a distância de transmissão de iões de lítio. Este processo repete-se tanto no caso das chapas constituintes do cátodo, como do ânodo;
- Corte - a folha de alumínio / cobre revestida com a pasta poderá ser dividida de acordo com o número exigido pelo processo, e depois cortada em peças de polo único, dependendo da linha de produção e do equipamento.

### 1.2.2 M2 – PRODUÇÃO DE CÉLULA

O edifício M2 tem uma área de implantação de 22.624 m<sup>2</sup>, uma área de construção de 55.465 m<sup>2</sup> e três pisos (térreo, 1º piso e 2º piso). Os equipamentos do processo industrial dispõem-se predominantemente no piso térreo. Os restantes pisos destinam-se essencialmente a áreas administrativas e a utilidades de apoio ao processo industrial.

Nesta nave industrial são produzidas as células que constituirão as baterias, conforme se descreve nos tópicos seguintes. No essencial, as células são os módulos que se agruparão para formar uma bateria.

- Corte e Empilhamento – esta fase consiste no corte, sob pressão, do polo numa série de polos individuais para formar uma faixa de tamanho específico consoante os requisitos das baterias. Os eletrodos positivos e negativos são empilhados em sequência/alternadamente com o separador (diafragma), para

formar uma célula de tamanho específico e concluir o processo de célula de núcleo multicamadas;

- Prensa a quente – após empilhamento, a célula é prensada com recurso a equipamento de prensagem a quente, para fazer com que o polo interior da célula se ajuste totalmente de acordo com um determinado tempo de pressão;
- Montagem - o processo de montagem da célula da bateria é concluído através de soldadura, colagem da película de isolamento, e selagem. Para finalizar, a célula é submetida a testes de isolamento / estanquicidade, nomeadamente, do invólucro e da tampa da célula.

### 1.2.3 H1 – ARMAZÉM DE QUÍMICOS

O edifício H1 tem uma área de implantação de 1.465 m<sup>2</sup>, uma área de construção de 1.465 m<sup>2</sup> e apenas um piso térreo.

Neste edifício estão armazenadas matérias-primas, subprodutos e resíduos, nomeadamente o eletrólito e o DMC, a utilizar na produção da célula (M3).

### 1.2.4 M3 – PRODUÇÃO DE CÉLULA

O edifício M3 tem uma área de implantação de 49.595 m<sup>2</sup>, uma área de construção de 62.104 m<sup>2</sup> e dois pisos (térreo e 1º piso). Os equipamentos do processo industrial dispõem-se predominantemente no piso térreo. O piso superior destina-se essencialmente a áreas administrativas e a utilidades de apoio ao processo industrial.

- **Secagem** - consiste na remoção de humidade da célula através do controlo da temperatura e vácuo. Em condições de alta temperatura e baixa pressão, a água dentro dos elétrodos positivo e negativo e separador, é vaporizada e extraída através da estufa de secagem ou do túnel de secagem;
- **Injeção de fluido primário** - consiste no processo de injeção de eletrólito líquido na bateria a partir da porta de injeção de líquido, através do mecanismo de injeção específico, que ocorre num ambiente seco. O peso da bateria é monitorizado antes e depois da injeção de líquido. O sistema de distribuição de eletrólito tem como origem as salas de distribuição e destino os injetores dos equipamentos de processo que procedem à injeção do eletrólito no interstício da célula física da bateria de lítio. O DMC é usado neste mesmo sistema com o objetivo de limpeza dos nozzles de injeção.

- **Repouso**
  - Repouso a altas temperaturas - acelera a infiltração total do eletrólito na célula e a uniformidade da infiltração por meio de um suporte a altas temperaturas;
  - Carga química - as baterias de íões de lítio são concebidas para formar uma película estável e densa (interface eletrólito sólido) na superfície do eletrodo negativo sob pressão negativa, selecionando um processo de carga química adequado para evitar que o eletrólito reaja ainda mais com o eletrodo negativo.
- **Injeção de fluido secundária**
  - Injeção de fluido secundária – nesta fase é reabastecido o eletrólito e aumentada a quantidade residual de eletrólito dentro da célula da bateria para prolongar a sua vida útil.
- **Formação / Capacidade de fixação**
  - Formação - a bateria é carregada pela primeira vez, sendo que o material ativo da bateria de lítio é ativado, formando uma película de interface eletrólito sólido estável.
- **Selagem / Soldadura / Inspeção de hélio**
  - Selagem e soldadura – É efetuada a selagem completa da célula, através de um processo térmico e de soldadura;
  - Inspeção de hélio – através de um espectrómetro de massa de hélio são detetadas eventuais fugas;
  - Repouso à temperatura ambiente 1 (antes do DCR<sup>1</sup>) – consiste no arrefecimento do núcleo para ficar à temperatura ambiente para assegurar que o teste DCR não é afetado pela temperatura e polarização;
  - Teste DCR – nesta fase é feito um teste de descarga (ou carga) de corrente elevada de curta duração, para obter a resistência interna DC<sup>2</sup> do núcleo para a classificação do desempenho elétrico;

---

<sup>1</sup> DCR - Discharge Capacity Retention

<sup>2</sup> DC - teste de carga que aplica uma corrente de descarga para a bateria enquanto mede a queda de tensão

- **Teste de OCV<sup>3</sup> / triagem** – consiste no processo de teste da tensão da célula em circuito aberto, e divide-se nas seguintes fases:
  - Repouso a alta temperatura 2 (antes do OCV) – nesta fase é feito mais uma vez um teste de descarga (ou carga) de corrente elevada de curta duração para obter a resistência interna DC do núcleo para a classificação do desempenho elétrico;
  - Repouso à temperatura ambiente 2 (antes do OCV1) – esta fase tem como objetivo arrefecer o núcleo à temperatura ambiente para evitar que o teste OCV1 seja afetado pela temperatura;
  - Teste OCV1 – consiste em testar a tensão em circuito aberto, a resistência interna AC<sup>4</sup> e a tensão de caixa do núcleo para a classificação do desempenho elétrico;
  - Repouso à temperatura ambiente 3 (antes do OCV2) – consiste em testar a tensão em circuito aberto, a resistência interna AC e a tensão de caixa do núcleo para a classificação do desempenho elétrico;
  - Teste OCV2 – esta fase serve para testar a tensão em circuito aberto, a resistência interna AC e a tensão de caixa do núcleo para a classificação do desempenho elétrico;
  - Triagem – corresponde à última fase e consiste em testar a tensão em circuito aberto, a resistência interna AC e a tensão de caixa do núcleo para a classificação do desempenho elétrico.

Como se pode verificar, a fase de testes inicia-se após a fase de selagem e soldadura, e é constituída por períodos de repouso das células alterados com os diversos testes de resistência e capacidade.

Após esta fase de testes as células (produto intermédio) passam para um armazém – **W2 – Armazém de Produtos Médios** - no qual ficam em repouso e são sujeitas a testes finais:

- **Envelhecimento de células no armazém de produto acabado** - após o teste, as baterias devem ser colocadas em armazém de acordo com os requisitos de projeto;
- **OCV3/ACR3/Teste de tensão entre cátodo e recipiente OCV3** - Teste de tensão, resistência interna, e tensão lateral.

---

<sup>3</sup> OCV - Open Circuit Voltage

<sup>4</sup> AC – teste de condutividade - Método que mede as características eletroquímicas da bateria

#### 1.2.5 M4 - EMBALAGEM

O edifício M4 tem uma área de implantação de 33.744 m<sup>2</sup>, uma área de construção de 69.589 m<sup>2</sup>. Os equipamentos e atividades do processo industrial destinam-se ao embalamento para posterior expedição a partir do cais de expedição deste mesmo edifício.

Nesta unidade de produção são feitos os últimos testes às células, antes do seu embalamento. Daqui seguem para expedição.

- **Carregamento e Teste** - ajuste da voltagem da bateria ao pedido do cliente;
- **Embalamento - Película azul** – é utilizado um dispositivo de embalagem (envelope) para colar a película de isolamento exterior.

#### 1.2.6 M5 – PROCESSO DE PRODUÇÃO DO INVÓLUCRO

O edifício M5 tem uma área de implantação de 18.786 m<sup>2</sup>, uma área de construção de 23.683 m<sup>2</sup> e cinco pisos (térreo, 1º piso, 2º piso, 3º piso e 4º piso). Os equipamentos do processo industrial dispõem-se predominantemente no piso térreo. Os restantes pisos destinam-se essencialmente a áreas administrativas e a utilidades de apoio ao processo industrial.

No edifício M5 são produzidos os invólucros de alumínio das células de baterias, ou seja, a caixa metálica exterior. Este processo encontra-se dividido em 5 fases:

- 1) Alimentação;
- 2) Carregamento;
- 3) Conceção;
- 4) Limpeza;
- 5) Inspeção e Embalamento.

As etapas *Alimentação* e *Carregamento* iniciam-se com a preparação do material. As bobinas de alumínio são desenroladas com o auxílio de desenrolador e posteriormente é realizada uma inspeção manual à superfície das folhas de alumínio. Estas são transportadas, automaticamente, para a máquina de conceção, com o auxílio do desenrolador.

Na fase de *Conceção*, as folhas de alumínio são moldadas em peças específicas, com grande precisão, de acordo com o modelo da célula. Durante o processo é necessário o

uso de produtos químicos que promovam a lubrificação, como por exemplo óleos. Esta fase do processo consiste em 9 etapas:

- 1) Blanking;
- 2) Primeira pré-formação;
- 3) Segunda pré-formação;
- 4) Terceira pré-formação;
- 5) Pré-formação inferior;
- 6) Formação inferior;
- 7) Formação de flange;
- 8) Corte de flange;
- 9) Preparação de corte.

Após a conceção das peças de alumínio, estas seguem para a fase de Limpeza, com o objetivo de remover os excedentes dos lubrificantes e partículas. As peças passam por 9 cubas de tratamento, que se encontram dentro de um equipamento fechado.

#### 1.2.7 ATIVIDADE DE CARGA E DESCARGA

As cargas e descargas são efetuadas por veículos de transporte de mercadorias em zona específica designada e desenhada para o efeito. O eletrólito e o DMC são descarregados numa zona exterior de descarga junto ao edifício H1 designado por armazém de químicos. O butadiene-styrene copolymer Latex é descarregado diretamente no interior do M1, numa área de carga e descarga.

Os motoristas garantem um correto posicionamento e travamento do veículo por meios do próprio veículo, sendo complementado por calços junto das rodas. A operação de descarga do veículo é feita por meios humanos com formação certificada, havendo supervisão externa das manobras dos empilhadores empregues e caminhos devidamente sinalizados bem como instruções operacionais que visam garantir uma ordem otimizada do ponto de vista de segurança da operação. Todas as substâncias perigosas são descarregadas em área impermeabilizada, com recurso a empilhadores elétricos que as transportam para o local de armazenagem dedicado e acondicionadas no pavimento com apenas um nível de altura, sem empilhamento de material minimizando o risco de queda. O pavimento das áreas de armazenagem é devidamente impermeabilizado, de modo a conter eventuais derrames, que serão recolhidos mediante kits de derrames e encaminhados para um gestor de resíduos.

No caso do eletrólito e DMC, do edifício H1 para o edifício M3, a operação de transporte é também feita por meios humanos com formação certificada, com recurso a empilhadores, seguindo os mesmos critérios de segurança que as operações de descarga.

### 1.3 MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO

A construção das instalações da CALB(Europe), S.A. respeita os princípios da legislação nacional e com o objetivo de Prevenção de Acidentes Graves, e a limitação das suas repercussões nas pessoas e no meio ambiente, foram adotadas um conjunto de soluções de engenharia e de organização na melhoria dos seus equipamentos e instalações.

Destacam-se as seguintes medidas a adotar no projeto:

- Utilização de materiais adequados, de acordo com as especificações - reduz a probabilidade de ocorrência de fugas, devido a sobrepressão, corrosão externa ou corrosão interna por reação química com os produtos processados/movimentados;
- As cargas e descargas são efetuadas por veículos de transporte de mercadorias em zona específica designada e desenhada para o efeito - no edifício designado por armazém de químicos. Os motoristas garantem um correto posicionamento e travamento do veículo por meios do próprio veículo, sendo complementado por calços junto das rodas. A operação de descarga do veículo é feita por meios humanos com formação certificada, havendo supervisão externa das manobras dos empilhadores empregues e caminhos devidamente sinalizados bem como instruções operacionais que visam garantir uma ordem otimizada do ponto de vista de segurança da operação;
- O sistema de distribuição de eletrólito no M3, assenta num sistema de controlo num mecanismo de “feedback control”, que ajusta os parâmetros do sistema de bombagem aos exigidos pelo processo de injeção do eletrólito;
- Além da instrumentação de medida de caudais e pressões, válvulas operacionais e de segurança é considerada uma VMB (Valve Manifold Box). O objetivo da VMB é fornecer um ponto centralizado de controlo e manutenção para os componentes do sistema, permitindo que as válvulas sejam operadas e reguladas de forma individual ou coletiva, de forma precisa, facilitando a monitorização, direção e ajuste do fluxo, possibilitando assim otimizar o desempenho e fiabilidade do sistema;
- Existirá nas salas de distribuição e na sala de consumo do eletrólito uma botoneira de paragem de emergência. O equipamento da linha de produção poderá também enviar sinal de paragem. A atuação do sistema

de paragem de emergência será ao nível das salas de distribuição do eletrólito e do equipamento de consumo. Após atuação da botoneira de emergência é necessária a deslocação ao local e a desativação manual de bloqueio no sistema. Existe a possibilidade de atuar sobre as válvulas presente na VMB.

- O sistema de controlo na sua constituição integra um conjunto de instrumentação e equipamentos que permitem a monitorização do mesmo. O sistema será integrado num sistema de supervisão e controlo - SCADA – que permitirá acompanhar os parâmetros do processo, estados de válvulas, gerar alertas e alarmes e possibilidade de correção. É ainda possível por questões de segurança a atuação sobre o sistema, como a paragem em segurança do mesmo;
- Controlo de fontes de ignição no interior da instalação (isqueiros, fósforos, telemóveis, etc.). Esta medida reduz o risco em caso de perda de contenção de substâncias inflamáveis;

Em geral, o sistema de instrumentação e controlo do processo é projetado para detetar desvios de parâmetros críticos e tomar ações para proteger o sistema, os operadores e o meio ambiente. Ações incluem o acionamento de alarmes, o bloqueio de equipamentos e até mesmo a paragem do ou de todo o processo, se necessário, para garantir a segurança e a integridade do sistema.

- Válvulas de Segurança: Em caso de avaria ou fuga, a válvula de segurança deve abrir automaticamente, aliviando a pressão perigosa. Um alarme é acionado quando isso acontece, e a ação subsequente pode incluir a paragem do processo afetado.
- Indicadores de Nível, de Pressão e de Temperatura: Em caso de avaria ou fuga, um alarme é acionado quando o nível, pressão ou temperatura atinge valores críticos, e medidas corretivas são tomadas, como fecho de válvulas ou arrefecimento do sistema, ações de contenção ou interrupção do processo. Estas ações que envolvem paragem do processo são disponibilizadas localmente e remotamente na sala de controlo.

Apresenta-se na tabela seguinte a informação sistematizada relativa aos sistemas de instrumentação:

Sistema	Descrição da I&C-safety – P&ID
<b>ELTY - Eletrólito</b>	Trata-se de um sistema de distribuição de eletrólito com bombas e regulação de pressão. O sistema disporá de válvulas de corte locais que permitirão a paragem do sistema, em caso de emergência ou por necessidade de operação. A tubagem é protegida com válvula de segurança, de acordo com o representado nos PIDs.  O acionamento das bombas poderá ser feito localmente.
<b>CDA – Ar comprimido</b>	Os equipamentos da central de ar comprimido disporão de um controlo integrado fornecido pelo fabricante do sistema. O controlo será feito remotamente, sendo possível atuação local pela Manutenção /Operação da fábrica. Cada equipamento disporá de um quadro de comando e

Sistema	Descrição da I&C-safety – P&ID
	<p>controlo próprio, sendo que foi previsto um painel de controlo integrado que agrega todos os equipamentos da central. Os parâmetros de funcionamento serão obtidos pelo sistema de DCS e serão disponibilizados na sala de controlo. As sequências de arranque, paragem e regimes de funcionamentos são geridas por software proprietário, específico do fabricante dos equipamentos, de forma a otimizar consumos energéticos. Os reservatórios e redes de ar comprimidos são protegidas por válvulas de segurança, de acordo com o apresentado nos PIDs. Existirá instrumentação para monitorização das redes de ar comprimido (caudalímetros, sensores de pressão e manómetros), de acordo com o representado nos PIDs. O sistema de gestão da produção de ar comprimido fará também a rotação de equipamentos (run-standby), de forma a equilibrar as horas anuais de funcionamento de cada um.</p> <p>Os equipamentos são fornecidos com proteções que garantem que o seu arranque é permitido apenas quando todas as condições e utilidades (como, disponibilidade de água de arrefecimento) estão garantidas, assim como as proteções contra sobrecarga ou sobre-pressão, de acordo com as Diretiva de Máquinas e restantes requisitos que permitem a sua comercialização na EU.</p>
<b>PN2 - Azoto</b>	<p>O sistema de controlo e monitorização da central de produção de azoto está integrado no sistema de controlo da produção de ar comprimido. Esse sistema seguirá as mesmas premissas e princípios de funcionamento.</p> <p>Os equipamentos são fornecidos com proteções que garantem que o seu arranque é permitido apenas quando todas as condições e utilidades (como, disponibilidade de água de arrefecimento) estão garantidas, assim como as proteções contra sobrecarga ou sobre-pressão, de acordo com as Diretiva de Máquinas e restantes requisitos que permitem a sua comercialização na EU.</p>
<b>PV - Vácuo</b>	<p>As centrais de produção de vácuo encontram-se localizadas junto às áreas processuais respetivas. O seu controlo é feito por sinal enviado pelos equipamentos da produção, ou alternativamente, por atuação manual. Cada equipamento dispõe de quadro de controlo independente, com as seguranças e sequências de funcionamento pré-estabelecidas pelo fabricante. Foi previsto um painel de gestão e monitorização para cada uma das centrais de vácuo, para otimização do funcionamento, gestão de carga e de horas de funcionamento.</p> <p>Os equipamentos são fornecidos com proteções que garantem que o seu arranque é permitido apenas quando todas as condições e utilidades (como, disponibilidade de água de arrefecimento) estão garantidas, assim como as proteções contra sobrecarga ou sobre-pressão, de acordo com as Diretiva de Máquinas e restantes requisitos que permitem a sua comercialização na EU.</p>
<b>ST - Vapor</b>	<p>A central de vapor é constituída por caldeiras a gás natural, desarejadores, reservatórios de condensados, bombas e restantes auxiliares.</p> <p>As caldeiras serão fornecidas com quadro de comando, controlo e segurança individual. O sistema de controlo cumprirá a norma DIN EN</p>

Sistema	Descrição da I&C-safety – P&ID
	<p>50156-1, em particular no que respeita às cadeias de segurança e controlo, o que garantirá um sistema certificado de operação e funcionamento na EU.</p> <p>A central disporá de um painel de controlo e monitorização que integrará todos os equipamentos e auxiliares necessários ao funcionamento do sistema. Todos os parâmetros de funcionamento serão disponibilizados, por comunicação, na sala de controlo. A otimização das sequências de funcionamento, paragem e controlo de carga serão geridas pelo painel integrador.</p> <p>Assim como a gestão dos níveis, pressões de funcionamento, arranque e paragem de bombas. De acordo com o representado nos PIDs, estão previstos todos os alarmes de nível/pressão/temperatura que permitam operação segura dos sistemas. Todos os encravamentos e condições de operação serão geridos pelos quadros de controlo dos equipamentos segundo rotinas proprietárias validadas e certificadas segundo as normas europeias. Os reservatórios e redes estão protegidos por válvulas de segurança de acordo com o requerido pelos códigos de construção e regulamentação aplicável.</p> <p>Em particular, foram previstos analisadores de qualidade da água de forma a minimizar os consumos de água e de produtos de tratamento. Será implementado um funcionamento em cascata para a otimização dos consumos energéticos e distribuição correta das horas de funcionamento de cada equipamento. O controlo do queimador é modulante, o que permite o ajuste contínuo às necessidades da fábrica, evitando perdas de energia.</p>

### 1.3.1 MEDIDAS GERAIS DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

Os edifícios dispõem no seu interior de meios próprios de intervenção que permitem a atuação imediata sobre focos de incêndio pelos seus ocupantes e que facilitem aos bombeiros o lançamento rápido das operações de socorro.

O estabelecimento é dotado de meios de primeira e segunda intervenção, de acordo com a utilização-tipo e categoria de risco, que permitem a atuação sobre focos de incêndio pelos seus ocupantes e que facilitem aos bombeiros o lançamento rápido das operações de socorro.

A generalidade das instalações apresentam proteção total por meio de *sprinklers*. A atuação destes elementos é automática, dando-se após a deteção de incêndio e ao atingimento da temperatura de atuação dos *sprinklers*.

Nas salas técnicas ou específicas que são equipadas com sistema de extinção automática por meio que não água (e.g. gás) a libertação do agente extintor é automática após a deteção e confirmação precoce de incêndio. Os agentes extintores (e.g. gases inertes) são escolhidos tendo em conta a não toxicidade para pessoas e ambiente.

A água de combate a incêndio tem origem em dois tanques de água localizados no edifício C1. Estes tanques são abastecidos pela rede de água industrial (da rede das Águas de Santo André). Os reservatórios (2) estão localizados no edifício C1, no piso térreo. O volume é de  $2 \times 1100 \text{ m}^3 = 2200 \text{ m}^3$ .

#### 1.3.1.1 SISTEMA DE EXTINÇÃO FIXO

A rede de *sprinklers* do estabelecimento é pressurizada por um grupo de bombagem independente e separado da rede de hidrantes. Este grupo é constituído por duas bombas principais e uma bomba jockey.

Para a rede de *sprinklers* a norma de projeto é a NFPA 13.

Nas salas onde se encontra o eletrólito está previsto um sistema de extinção fixo do tipo *sprinklers* – espuma.

Preconiza-se espuma como o meio mais eficaz para a extinção de incêndios atuando por efeito de arrefecimento e de abafamento.

A espuma cria uma película na superfície do líquido isolando-o dos vapores inflamáveis, retirando o oxigénio e absorvendo o calor, o que gera um efeito combinado de grande eficácia na extinção do fogo, permitindo uma rápida extinção e uma grande resistência à re-ignição.

A produção de espuma é feita através da injeção proporcional de espumífero no fluxo de água e pela entrada de ar na fase de descarga no difusor especial de espuma.

A espuma será do tipo AFFF- AR, concentrado espumífero produzido à base de uma mistura de agentes saponificantes sintéticos e agentes tensoativos flúor químicos, resistente a álcoois.

Existe um posto de comando e controlo associado a cada um destes sistemas.

#### 1.3.1.2 HIDRANTES

Existe uma rede de hidrantes separada e independente da de *sprinklers* pressurizada por um grupo de bombagem constituído por duas bombas principais e uma bomba jockey.

Para a rede de hidrantes a norma de projeto é o Decreto-Lei nº 9/2021 e Portaria n.º 135/2020.

Junto às entradas principais dos edifícios, de acordo com a regulamentação nacional existe um hidrante exterior do tipo marco de incêndio.

### 1.3.1.3 MEIOS MANUAIS DE EXTINÇÃO

- O dimensionamento e a determinação dos locais de implantação mais adequados para os vários extintores portáteis foi feita por forma a respeitarem-se os critérios definidos na NP-3064, tendo em linha de conta a natureza do material e incêndio, a carga térmica prevista para as instalações, a eficácia mínima dos extintores escolhidos, de acordo com a NP-1589, e as distâncias máximas (15 m) a percorrer até um deles.
- A capacidade equivalente de água dos extintores instalados em cada espaço do edifício será superior a 18L (referência água= por cada 500m<sup>2</sup> de área ou fração desse valor). Tomando-se as equivalências abaixo, temos que:
  - Eficácia: 1L ABF/AFFF:= 2L Água
  - Eficácia: 1L ABC = 2L Água
- O número de extintores no edifício não será inferior a 1 por cada 200m<sup>2</sup> de área ou fração com um mínimo de 2 por piso.
- Nas salas que contém eletrólito do armazém de químicos e nas salas de distribuição do eletrólito no M3 é considerado junto à entrada extintores com agente AFFF (27A+233B). Será considerado um extintor móvel de 9 L e outro sob rodas de 50L.

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.

## 1.4 MEDIDAS DE CONTENÇÃO DE DERRAMES

### H1 – Zona de Descarga Exterior

Existem medidas para prevenir a contaminação dos solos e águas subterrâneas no exterior, especialmente na zona de cargas e descargas do armazém de químicos, onde é mais provável acontecer um derrame por um acidente na manobra na descarga/carga.

Estas medidas passam pela consideração de um acabamento impermeabilizado do chão e paredes da zona de carga/descarga.

Complementarmente considera-se um sistema de “ralos” técnicos específicos normalmente fechados/obturados, interligados (caleiras), que são abertos manualmente quando há confirmação de derrame e tem como encaminhamento uma

caixa/tanque enterrado. A pendente será de 1%. Esta zona exterior protegida por ralos ocupa uma área de 515 m<sup>2</sup>. O derrame a considerar será apenas de um tambor de 1m<sup>3</sup>. Existe retenção local e recolha por entidade terceira certificada (camião cisterna). Não existe ligação à rede de águas de esgoto do estabelecimento. A sinalização do tambor e o procedimento fazem parte do plano de segurança e operações instrucionais a estabelecer.

Para a recolha de pequenos derrames e em complemento com o acima disposto recorrer-se-á a absorvente químico. Existirão barreiras absorventes que podem ser instaladas no momento em que ocorre o derrame.

#### H1- Salas de armazenamento do eletrólito

O chão e as paredes (50cm) das salas de armazenamento de eletrólito têm um acabamento de impermeabilização em resina epoxy (ou equivalente). O chão estará rebaixado face à soleira da porta.

Está previsto em cada uma das salas, por sala, uma caleira na periferia com ligação a um poço. A capacidade do poço é de 110% do volume de 1m<sup>3</sup>. O volume da caleira somado ao volume do poço e somado à consideração de uma lâmina na superficial na sala é de 25% do volume armazenado em cada sala.

No caso de atuação do sistema fixo de extinção de incêndio (*sprinklers* – espuma), deve ser considerada capacidade de contenção desse volume em adição ao referido. Para isso, cada um dos sistemas de “caleira periférica ligada a poço individual” das salas refrigeradas onde se encontra armazenado o eletrólito, estão ligados a um poço/caixa exterior (de forma gravítica).

O poço exterior de contenção terá um volume de 110% volume de água de combate a incêndio.

A recolha das águas contaminadas é possibilitada no exterior por uma válvula manual com conetor que possibilita a bombagem de cada volume de contenção. Existe retenção local e recolha por entidade terceira certificada (camião cisterna). Não existe ligação à rede de águas de esgoto do estabelecimento.

Para a recolha de pequenos derrames e em complemento com o acima disposto recorrer-se-á a absorvente químico. Existirão barreiras absorventes que podem ser instaladas no momento em que ocorre o derrame.

Está previsto a instalação de kits de derrames com material absorvente, nos locais de manuseamento de substâncias perigosas.

#### M3 - Salas do sistema de distribuição do eletrólito

Existe retenção local e recolha por entidade terceira certificada (camião cisterna). Não existe ligação à rede de águas de esgoto do estabelecimento. Para a recolha de pequenos derrames e em complemento com o acima disposto recorrer-se-á a absorvente químico. Existirão barreiras absorventes que podem ser instaladas no momento em que ocorre o derrame, nos locais de manuseamento de substâncias perigosas.

#### M1 – Sala de Repositório SBR

A substância SBR (Butadiene-styrene copolymer Latex) está armazenada em IBC individuais de 1,2m<sup>3</sup> (total de até de 50 IBC) em sala própria referente ao repositório SBR.

O chão e as paredes (50cm) têm um acabamento de impermeabilização em resina *epoxy* (ou equivalente). O chão estará rebaixado face à soleira da porta.

A sala será equipada com *sprinklers*.

Considera-se aceitável a produção de uma lâmina na sala de uma altura (conservadora) de 10cm, o que permite para a área da mesma sala (mais de 200 m<sup>2</sup>), um volume de contenção de cerca de 20m<sup>3</sup>.

A recolha do derrame ou das águas de combate a incêndio contaminadas é possibilitada pelo uso de uma bomba móvel para recipientes

Para a recolha de pequenos derrames e em complemento com o acima disposto recorrer-se-á a absorvente químico. Existirão barreiras absorventes que podem ser instaladas no momento em que ocorre o derrame.

### **1.5 PLANTA GERAL DO ESTABELECIMENTO**

No Apêndice 1 apresentam-se as seguintes plantas:

- T2022-0519-09-EX-ENV-GN-9000-DWG-00 – Planta geral do estabelecimento com a identificação das diferentes áreas;
- T2022-0519-09-EX-PRO-GN-9000-DWG-00 – Planta geral do estabelecimento com a localização das substâncias perigosas;
- Plantas da rede de drenagem de águas residuais (industriais e domésticos):
  - T2022-0519-06-EX-WAT-GN-6101-DWG-00
  - T2022-0519-06-EX-WAT-GN-6102-DWG-00
  - T2022-0519-06-EX-WAT-GN-6103-DWG-00
  - T2022-0519-06-EX-WAT-GN-6104-DWG-00

- T2022-0519-09-EX-PLU-GN-2001-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-PLU-H1-2011-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-PLU-M3-2011-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-PLU-M3-2012-DWG-00
- Plantas da rede de águas pluviais:
  - T2022-0519-08-PE-DRE-GN-3001-DWG-00
  - T2022-0519-08-PE-DRE-GN-3002-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-GN-2001-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M3-2011-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M3-2012-DWG-00
- Plantas da rede de incêndios:
  - T2022-0519-06-EX-WAT-GN-3101-DWG-00
  - T2022-0519-06-EX-WAT-GN-3102-DWG-00
  - T2022-0519-06-EX-WAT-GN-3103-DWG-00
  - T2022-0519-06-EX-WAT-GN-3120-DWG-00
  - T2022-0519-06-EX-WAT-GN-3401-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-GN-0001-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-GN-5101-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-H1-5111-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-H1-5211-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M1-5111-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M1-5121-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M1-5211-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M1-5213-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M1-5221-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M1-5223-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M3-5111-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M3-5112-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M3-5211-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M3-5212-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M3-5214-DWG-00
  - T2022-0519-09-EX-PLU-M3-5215-DWG-00
- Plantas do sistema de deteção:

- T2022-0519-09-EX-SSS-GN-0100-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-H1-0110-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M1-0110-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M1-0111-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M1-0120-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M1-0121-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M1-0130-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M1-0131-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M3-0110-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M3-0111-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M3-0112-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M3-0120-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M3-0121-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M3-0122-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M3-0130-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M3-0131-DWG-00
- T2022-0519-09-EX-SSS-M3-0132-DWG-00
- Planta com as vias de circulação e localização dos locais de carga/descarga dos veículos de mercadorias
  - T2022-0519-08-EX-CIV-GN-1002-00 - Planta com vias circulação e locais carga
- *Nota: As designações de alguns dos elementos do Anexo 2 podem diferir ligeiramente das designações dos elementos submetidos na plataforma - nos caracteres especiais, incluindo ausência de espaços, e truncagem do comprimento da "string" de forma a cumprir com os critérios de submissão da própria plataforma.*

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

O processo de identificação, seleção e análise dos possíveis cenários de acidente do estabelecimento da CALB (Europe) realiza-se através da seguinte metodologia:

- **Análise Preliminar de perigos**, na qual se realiza uma análise dos acontecimentos e condições que podem ocasionar um acidente grave, identificando as medidas de prevenção **existentes** para dar resposta às circunstâncias identificadas. Esta análise compreende as seguintes metodologias:
  - **Identificação de Fontes de Perigo Internas:** Neste ponto realiza-se uma identificação geral dos perigos internos, que podem conduzir a acidentes graves com origem no estabelecimento;

- **Identificação dos potenciais cenários de acidentes**, a partir da materialização de um acontecimento acidental, onde se analisa a evolução de uma fuga de produto. Nesta análise estabelecem-se as condições base para a estimativa das consequências dos acidentes. Para além disso, os acidentes são avaliados em termos de probabilidade de ocorrência dos mesmos e das suas possibilidades de evolução. Neste ponto desenvolve-se:
  - **Estimativa da frequência de ocorrência dos cenários de acidente identificados**, de acordo com a frequência esperada e a probabilidade de ocorrência de cada acidente e sua evolução previsível.
  - **Seleção de cenários** mais representativos de ocorrer, face à perigosidade das substâncias perigosas, à quantidade presente e à frequência de ocorrência, analisada anteriormente. Esta fase inclui:
    - Análise dos Cenários com atuação de medidas de prevenção/mitigação, onde se analisam as medidas previstas no estabelecimento para fazer face às ocorrências indesejadas;
    - **Árvores de Acontecimentos:** Aplicou-se esta técnica para poder determinar as diferentes evoluções que os cenários de acidente iniciais podem, a partir da perda de contenção dos equipamentos com substâncias inflamáveis (jato de fogo, charco incendiado, dispersão, explosão, etc.) para decidir os diferentes cenários de acidentes
  - **Análise de consequências de acidentes.** Cada um dos acidentes é analisado com o objetivo de determinar a gravidade e extensão das suas consequências, para as pessoas e os equipamentos, e realizar uma avaliação do impacto no meio ambiente. Os cenários são descritos quanto ao equipamento onde ocorre a perda de contenção, a quantidade libertada, os acontecimentos críticos passíveis de ocorrer com base na análise e seleção dos acidentes, as condições meteorológicas, etc. Para esta fase é utilizado o programa PHAST de conhecido prestígio internacional, para a simulação de resultados.

## 2.1 ANÁLISE PRELIMINAR DE PERIGOS

### 2.1.1 ANÁLISE DA PERIGOSIDADE DAS SUBSTÂNCIAS

No Projeto da CALB (Europe) o processo de produção de baterias de lítio não envolverá processo ou transformação de substâncias perigosas, efetuando-se apenas a receção / expedição de produtos e também a armazenagem.

A seguir identifica-se a perigosidade das substâncias presentes nas instalações, tendo em conta as suas propriedades físico-químicas, a sua classificação de acordo com o Decreto-lei nº 150/2015, de 5 de agosto, assim como, as Fichas de Dados de Segurança. Além do que foi dito acima, para analisar a perigosidade das substâncias teve-se em conta as condições em que estas se encontram nos processos de receção, armazenagem e envio para as linhas de produção de baterias.

As substâncias / misturas que existirão no estabelecimento, do ponto de vista da regulamentação conhecida como Diretiva Seveso III (transposta para a legislação nacional pelo Decreto-lei nº 150/2015, de 5 de agosto, no Anexo I), classificam-se como perigosas nas seguintes categorias de perigo:

- Líquidos e sólidos inflamáveis;
- Tóxicas;
- Líquidos e sólidos comburentes;
- Perigosas para o ambiente.

A seguir identifica-se a perigosidade das substâncias presentes nas instalações, tendo em conta as suas propriedades físico-químicas, a sua classificação de acordo com o Decreto-lei nº 150/2015, de 5 de agosto, assim como, as Fichas de Dados de Segurança.

No Apêndice 2 encontram-se as Fichas de Dados de Segurança dos produtos mencionados nesta análise de riscos.

#### 2.1.1.1 INFLAMABILIDADE

As substâncias inflamáveis são aquelas que apresentam um ponto de inflamação abaixo da temperatura à qual se encontram. A ignição só se poderá produzir quando a mistura comburente-combustível se encontre numa determinada gama de concentração. A gama de concentração é delimitada pelo Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) e pelo Limite Superior de Inflamabilidade (LSI).

Em determinadas condições (quantidade, velocidade de combustão, grau de confinamento, etc.), a mistura inflamável pode chegar a explodir.

O parâmetro característico que define a inflamabilidade das substâncias é o **ponto de inflamação**. Quanto mais baixo for, mais facilmente poderá inflamar-se, sendo, portanto, mais perigosa a substância. O ponto de inflamação está diretamente relacionado com a geração de vapores (pressão de vapor) por parte da substância envolvida. Desta maneira, os líquidos inflamáveis com alta pressão de vapor geram maior quantidades de vapores podendo alcançar zonas mais distantes.

O efeito negativo causado (incêndios e/ou explosões) será diretamente proporcional à inflamabilidade da substância, facilidade para dispersar-se e quantidade libertada.

Substâncias com pontos de inflamação superiores às temperaturas ambientes não supõem, a priori, perigo de inflamação a não ser que sejam aquecidas até temperaturas

acima do seu ponto de inflamação (condições de processo ou aquecimentos não esperados devido a, por exemplo, fogos externos).

Ao analisar a perigosidade das substâncias, também há que ter em conta as condições de processo. Altas temperaturas irão converter substâncias aparentemente não perigosas ou poucos perigosas (alto ponto de inflamação) em substâncias muito perigosas (p.e. temperaturas de processo acima do seu ponto de inflamação). Estas condições são tidas em conta nas análises posteriores.

Por outro lado, a probabilidade de explosão das substâncias depende do grau de confinamento no qual se encontra a nuvem no momento de ignição, aumentando ao aumentar o confinamento. Para além disso, a explosividade depende da quantidade de massa da nuvem.

A priori, os acidentes esperados pela presença destas substâncias são os seguintes:

- Incêndios de charco – *poolfire* (confinado ou não, dependendo da presença de uma bacia de retenção);
- Incêndios na parte superior de tanque (*tank-fire*);
- Jato incendiado – *jetfire* (dependendo da pressão de saída do produto libertado);
- Chamas sem efeito de pressão (*Flash fire*);
- Explosões (dependendo da quantidade e confinamento da nuvem);
- BLEVE (bola de fogo): Rebentamento de equipamentos por aumento de pressão acompanhado por incêndios das nuvens formadas em forma de “bolas de fogo”.

A seguir indicam-se os diferentes produtos com características de inflamabilidade agrupados por características semelhantes:

- **Líquidos inflamáveis em condições normais:** eletrólito, álcool etílico, Carbonato de dimetil, acetona, acetonitrilo, acrilonitrilo, ácido acrílico, carbonato de etil de metilo, Honeywell Coulomb anode liquid, isopropanol, metanol, n,n-dimetilformamido, trietilamina e acetato de etilo.

Destas substâncias apenas o eletrólito representa cerca de 1% do limiar superior de perigosidade da secção P, definido no Anexo I do Decreto-Lei n.º150/2015.

As armazenagens de líquidos inflamáveis serão efetuadas em locais dedicados em tambores (1000 kg e 200 kg), IBC (1 m<sup>3</sup>) ou em embalagens individuais de menor capacidade (garrafas de vidro, garrafas de plástico, ampolas de 500 ml).

#### 2.1.1.2 TOXICIDADE

Substâncias tóxicas são aquelas que por inalação, ingestão ou penetração cutânea podem provocar efeitos agudos sobre as pessoas e/ou animais e inclusive a morte.

Para definir a toxicidade das substâncias e misturas determinam-se diferentes limites de concentração característicos (AEGL, ERPG, IDHL, CL50, DL50, etc.). A classificação de substâncias em muito tóxicas ou tóxicas, efetua-se através do indicado no Anexo I do Decreto-Lei n.º 150/2015, de 5 de agosto.

Os fatores mais importantes na identificação de uma substância tóxica passível de gerar acidentes graves são os respetivos valores de toxicidade por inalação (uma substância raramente poderá produzir um acidente grave por ingestão ou por absorção cutânea a menos que se atinja uma corrente de água e a sua volatilidade (pressão de vapor). Desta forma 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 e à quantidade libertada.

À priori, os acidentes esperados pela presença destas substâncias são dispersões de nuvens tóxicas.

Os produtos químicos presentes nas instalações com características de toxicidade são:

- Ácido nítrico;
- Ácido hidrofúorídrico;
- Acrilonitrilo;
- Honeywell Coulomb anode liquid;
- Metanol;
- Trietilamina;
- Vanadium (V) in dilute HNO<sub>3</sub>, 1000 µg/ml.

Todas as substâncias classificadas como tóxicas estarão no estado líquido representando a quantidade, quer individual, quer total de todas as substâncias tóxicas (H1 e H2), um valor muito abaixo das quantidades-limiar definidas no Anexo I do Decreto-Lei n.º150/2015. Importa ainda referir que as embalagens individuais destas substâncias são de baixa capacidade (500 ml).

#### 2.1.1.3 SUBSTÂNCIAS COMBURENTES

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 estarão presentes as seguintes substâncias comburentes:

- Ácido Nítrico
- Ácido Perclórico
- Clorato de potássio
- Nitrato de prata (estado sólido)
- Peróxido de hidrogénio (Solução aquosa)

Para efeitos de avaliação do risco de acidente graves, não se irão desenvolver cenários envolvendo substâncias comburentes, uma vez que não é possível determinar consequência de fenómenos perigosos.

#### 2.1.1.4 PERIGOSIDADE PARA O AMBIENTE

Para determinar se uma substância é perigosa para o ambiente existem diferentes parâmetros. A classificação destas substâncias realiza-se através do Regulamento (CE) nº 1272/2008 do Parlamento Europeu, como indicado no Anexo I do Decreto-Lei n.º 150/2015, de 5 de agosto.

Assim, as substâncias pertencentes a este grupo são as que têm as indicações de perigo H400 (*Aquatic Acute 1*), H410 (*Aquatic Chronic 1*), H411 (*Aquatic Chronic 2*). As vias de contaminação podem ser várias:

- Substâncias que, em caso de derrame sobre zonas vulneráveis (cursos de água principalmente), podem contaminá-las, chegando a provocar a morte de seres vivos aquáticos;
- Contaminação do solo;
- Contaminação do ar;
- Em caso de infiltrações pode produzir-se a contaminação de águas de lençóis freáticos e subterrâneas.

As substâncias perigosas para o ambiente que estarão presentes no estabelecimento são:

- Eletrólito
- Butadiene-styrene copolymer Latex
- Acrilonitrilo
- Ácido acrílico
- Bromine water 1.3'7
- Clorato de potássio
- Cloreto de cobalto hexahidratado (II)
- Cromato de Potássio
- N-methylaminophenolsulfate (Metol)

- Nitrato de prata

Destas substâncias as que estão em maior quantidade e superior a 2% do limite superior de perigosidade para a seção E são o eletrólito e o butadiene-styrene copolymer Latex, que serão armazenados em locais dedicados em tambores (1000 kg e 200 kg), IBC (1 m<sup>3</sup>)

### 2.1.2 IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE PERIGO INTERNAS

Neste capítulo realizar-se-á uma identificação dos perigos relacionados com a armazenagem no estabelecimento. Estas causas genéricas foram obtidas a partir de fontes internacionais e bases de dados de acidentes<sup>5</sup>.

Assim, descrevem-se as diferentes causas que podem conduzir a acidentes. A análise efetuada é baseada, fundamentalmente, em perigos genéricos que podem ocorrer em infraestruturas, equipamentos e substâncias que se encontram nas instalações.

Nem todas as fontes de perigo têm a capacidade de gerar, diretamente, acidentes industriais graves. Admite-se, no entanto, que algumas dessas fontes tenham o potencial para, indiretamente, virem a afetar pontos sensíveis da instalação, podendo daí ocorrer um acidente grave.

A única causa possível para a ocorrência de um acidente a perda de contenção/roturas de equipamentos de armazenagem ou transporte de substâncias perigosas.

As fontes de perigo internas podem ter origem em falhas mecânicas ou falhas humanas. A análise das fontes de risco internas foi dividida nos seguintes equipamentos e infraestruturas:

- Operações e equipamentos de transporte de produto
- Armazenagem;
- Linhas de transporte.

#### 2.1.2.1 OPERAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE DE PRODUTO

As operações de descarga de produtos são atividades da instalação onde se poderão registar uma maior quantidade de acidentes, embora as quantidades manipuladas sejam pequenas em comparação com a armazenagem total.

A descarga e, a movimentação de produtos desde a área de descarga de camiões até ao local de armazenagem é efetuada por empilhadores, que transportam embalagens em conjunto (paletes).

---

<sup>5</sup> Lees, Loss Prevention in the process industries

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

- Colisão de veículos ou movimento dos mesmos, estando em operações transporte ou de descarga;
- Derrames por queda de produtos, devido a mau acondicionamento dos mesmos
- Contacto dos garfos dos veículos transportadores de cargas (empilhadores), com embalagens de armazenagem de produtos;
- Sabotagens.

Em caso de derrame no solo, os produtos são recolhidos por um sistema de drenagem próprio constituído por caleiras, com pendente de 1%, que conduz os derrames a um poço de recolha de 1m<sup>3</sup> de capacidade.

#### 2.1.2.2 ARMAZENAGEM

Como se indicou na descrição das instalações, o projeto da CALB (Europe) os produtos são recebidos na área de descarga de camiões e encaminhados por empilhador para o local de armazenagem.

A principal causa de acidente refere-se à perda de contenção numa ou em várias taras ou embalagens de produtos, que possam atingir o exterior dos edifícios ou a rede de drenagem de águas pluviais, devido a um acontecimento não esperado, acondicionamento incorreto ou condições ambientais adversas. Contudo, os produtos são armazenados em recipientes de pequena capacidade o que por si só limita, salvo catástrofe, o derrame de grandes quantidades de produto.

As eventuais causas que podem estar na origem de acidentes são o derrame de produto devido a falhas/roturas dos recipientes de produto armazenado, destacando:

- Falha na selagem de tambores paletizadas;
- Rotura por material defeituoso do recipiente;
- Rotura por esmagamento de uma embalagem, devido a cargas exercidas, nomeadamente, excesso de peso sobre as embalagens, em armazenagem em altura;
- Rotura por queda em altura, devido a um mau acondicionamento dos lotes armazenados;
- Rotura por material defeituoso do recipiente (tambores);
- Libertação de águas de combate a incêndios contaminadas com químicos perigosos, contaminando o solo, rede de águas pluviais, e por sua vez cursos de água.

No entanto estas possibilidades serão remotas dadas as medidas que serão implementadas como, por exemplo, procedimentos de procedimentos de manipulação de produtos químicos, a existência de sistemas de “caleira periférica ligada a poço individual” das salas refrigeradas onde se encontra armazenado o eletrólito, estão

ligados a um poço/caixa exterior (de forma gravítica). O poço exterior de contenção terá um volume de 110% volume de água de combate a incêndio.

### 2.1.2.3 LINHAS DE TRANSPORTE

A perda de contenção de substâncias perigosas no transporte por tubagens pode surgir como consequência dos seguintes efeitos:

- Rotura violenta: por colisão nos equipamentos, por movimento de equipamentos e materiais durante a manutenção ou construção, por queda de objetos pesados de uma altura significativa do topo de reservatórios, de andaimes, gruas ou outros, contra as tubagens da instalação;
- Rotura por colisão de veículos que se deslocam no interior da instalação, próximos das tubagens;
- Corrosão interna na tubagem, relacionada com as características químicas das substâncias transportadas, características do material da tubagem, soldaduras, etc;
- Corrosão externa na tubagem, relacionada com as condições atmosféricas e a manutenção que é efetuada;
- Roturas por sobrepressões provocadas pelo encerramento rápido de válvulas (golpe de aríete);
- Rotura de juntas que se encontram nas uniões entre as tubagens e equipamentos;
- Fuga de produto por uma tubagem aberta (sem ligação, falta de flanges cegas, etc.) por erros operacionais;
- Falhas de funcionamento, manutenção, etc. Fugas devido ao aperto deficiente de juntas, flanges, etc.;
- Tensões térmicas;
- Sabotagens e atos de vandalismo e terroristas;
- Riscos Naturais (ver fontes externas de risco).

Na armazenagem de eletrólito são utilizadas redes de tubagem aérea para o transporte do produto entre os tambores e a produção. Historicamente, a probabilidade de rotura das tubagens que transportam uma maior quantidade de produto (maior diâmetro) é menor que as tubagens pequenas.

#### 2.1.2.4 GRUPOS DE BOMBAGEM

Os grupos de bombagem são elementos críticos numa instalação já que, por um lado representam fontes potenciais de perda de produto (através dos empaques, juntas, etc.) e por outro, devido aos possíveis efeitos que podem causar sobre o resto da instalação ao provocar variações de pressão ou de fluxo, podendo produzir vibrações indesejadas.

Os riscos que apresentam estes equipamentos podem ser provocados por:

- Falhas/roturas no veio das bombas, chegando a produzir a rotura da mesma;
- Perda de contenção nos empanques mecânicos (caso a bomba disponha destes mecanismos);
- Falhas na operação, apresentando-se os seguintes casos:
- Cavitação, pulsação ou Golpe de Aríete;
- Sobreaquecimento (válvula de compressão fechada);
- Perda de alimentação, com funcionamento em vazio da mesma;

#### 2.2 IDENTIFICAÇÃO DOS POTENCIAIS CENÁRIOS DE ACIDENTE

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.

Os eventos basearam-se na tipologia de consequências identificadas na identificação inicial de perigos, e nos critérios definidos no Formulário para o requerimento de Avaliação de Compatibilidade de Localização da APA (dezembro 2016) (roturas totais, fugas de 10 mm e 100 mm em tanques, rotura total e fugas em tubagens).

Na tabela seguinte incluem-se os potenciais cenários iniciadores de acidentes.

**Tabela 2 - Eventos iniciadores**

Nº Evento	Evento
1	Rotura catastrófica de tambor de 1000 kg
2	Fuga de 100mm num tambor de 1000 kg
3	Fuga de 10mm num tambor de 1000 kg
4	Incêndio no armazém H1

Nº Evento	Evento
5	Libertação CO devido a incêndio no armazém H1
6	Rotura total da linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção
7	Fuga de 10% do diâmetro na linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção
8	Rotura total da linha de transporte 40 mm de eletrólito para a produção
9	Fuga de 10% do diâmetro na linha 40mm de transporte de eletrólito para a produção
10	Rotura total de IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)*
11	Fuga de 100mm num IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)*
12	Fuga de 10mm num IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)*

Nota: \* evento crítico apenas ambiental

### 2.3 ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS CENÁRIOS DE ACIDENTE IDENTIFICADOS

Para cada um dos potenciais cenários de acidente descritos anteriormente foram estimadas as frequências de ocorrência, obtidos da bibliografia e das bases de dados de referência para falhas de tubagens, reservatórios, flanges, que podem resultar em roturas ou fugas. Estes estão apresentados na tabela seguinte:

**Tabela 3 - Frequências por tipo de evento crítico**

Tipo Evento	Frequência unitária	Unidade base	Referência Bibliográfica
Derrame de Líquido em Armazenagem	1,00E-05	op*ano	Purple Book tab.3.15. - G2
Rotura tubagem diâmetro < 75mm	1,00E-06	m*ano	BEVI, 2009 Tabela 27 – pág. 42
Fuga tubagem diâmetro < 75mm	5,00E-06	m*ano	BEVI, 2009 Tabela 27 – pág. 42
Incêndio num Armazém (nível 1, nível 2)	8,80E-04	ano	Purple Book tab.3.15. - S1

No que respeita ao incêndio num armazém de acordo com a bibliográfica indicada existem 3 níveis de proteção:

- Nível de proteção 1 - fornece deteção eficaz de um foco de incêndio e a atuação rápida de um sistema de extinção automático/semiautomático.

- Nível de proteção 2 deve também permitir o controlo e a extinção de um incêndio através de ações de extinção bem preparadas. Nestas situações, contudo, é aceitável que a ação de extinção não seja iniciada automaticamente.
- Nível de proteção 3 cobre situações em que, dada a natureza das substâncias armazenadas, a probabilidade de ocorrência de um incêndio significativo seja baixa. Quaisquer medidas adicionais para prevenção de incêndios e extinção de contenção de água não são exigidas. Basta tomar medidas no âmbito preventivo. Tais medidas também se aplicam aos níveis de proteção 1 e 2.

Uma vez que as instalações terão proteção total por meio de sprinklers e a atuação destes elementos é automática, após a deteção de incêndio e ao atingimento da temperatura de atuação dos sprinklers considerou-se os níveis de proteção 1 e 2 com um valor de frequência de 8,80E-04 (Purple Book tab.3.15. - S1). Acresce ainda o facto de a central de incêndio principal (edifício C1) ser ocupada em permanência. Existem outras centrais nos vários edifícios interligados entre si, de modo a estabelecer-se uma arquitetura fiável e distribuída, dada a dimensão e criticidade do complexo.

A cada acontecimento iniciador atribui-se uma probabilidade base de ocorrência obtida das referências apresentadas na tabela anterior. Para cada acontecimento este dado é calculado e personalizado em função do número de equipamentos e, nos metros de tubagem presentes no interior do estabelecimento.

**Tabela 4 - ESTIMATIVA DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DOS EVENTOS CRÍTICOS**

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento accidental
1	Rotura catastrófica de tambor de 1000 kg	Derrame de Líquido em Armazenagem	1,00E-05	15480 (1)	op*ano	1,55E-01
2	Fuga de 100mm num tambor de 1000 kg	Derrame de Líquido em Armazenagem	1,00E-05	15480 (1)	op*ano	1,55E-01
3	Fuga de 10mm num tambor de 1000 kg	Derrame de Líquido em Armazenagem	1,00E-05	15480 (1)	op*ano	1,55E-01
4	Incêndio no armazém H1	Incêndio num Armazém (nível 1, nível 2)	8,80E-04	1	ano	8,80E-04
5	Libertação CO devido a incêndio no armazém H1	Incêndio num Armazém (nível 1, nível 2)	8,80E-04	1	ano	8,80E-04
6	Rotura total da linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	Rotura tubagem diâmetro < 75mm	1,00E-06	135 (2)	m*ano	1,35E-04
7	Fuga de 10% do diâmetro na linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	Fuga tubagem diâmetro < 75mm	5,00E-06	135 (2)	m*ano	6,75E-04

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental
8	Rotura total da linha de transporte 40 mm de eletrólito para a produção	Rotura tubagem diâmetro < 75mm	1,00E-06	70 (3)	m*ano	7,00E-05
9	Fuga de 10% do diâmetro na linha 40mm de transporte de eletrólito para a produção	Fuga tubagem diâmetro < 75mm	5,00E-06	70 (3)	m*ano	3,50E-04
10	Rotura total de IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)*	Derrame de Líquido em Armazenagem	1,00E-05	1833 (4)	op*ano	1,83E-02
11	Fuga de 100mm num IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)*	Derrame de Líquido em Armazenagem	1,00E-05	1833 (4)	op*ano	1,83E-02
12	Fuga de 10mm num IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)*	Derrame de Líquido em Armazenagem	1,00E-05	1833 (4)	op*ano	1,83E-02

- (1) Número de descargas de tambores de Eletrólito por ano.
- (2) Comprimento da linha de transporte de eletrólito à produção (troço de DN 65mm).
- (3) Comprimento da linha de transporte de eletrólito à produção (troço de DN 40mm).
- (4) Número de descargas de IBC de Eletrólito por ano Butadiene-styrene copolymer Latex

De acordo com a tabela anterior, todos os eventos possuem frequência acima de  $10^{-6}$ .

## 2.4 SELEÇÃO DE CENÁRIOS DE ACIDENTE

Para determinar as diferentes evoluções que podem seguir os produtos, uma vez libertados a partir da perda de contenção dos equipamentos (jato de fogo, 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.

Partindo de diferentes tipologias de acontecimentos iniciadores, desenvolveram-se árvores de acontecimentos para analisar os distintos comportamentos das fugas.

#### Comportamento das Fugas

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 natureza das substâncias manuseadas (inflamáveis, perigosas para o ambiente), as pressões elevadas, assim como o grande volume de produtos, determinam a existência de riscos com um potencial elevado 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 e uma fuga semi-contínua, 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 semi-contínua, de um modo geral, as condições irão alterando-se ao longo do tempo.

Na descarga por rotura 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 que se designa por “pool-fire”. As dimensões do charco dependem da existência de bacia de retenção, da orografia do terreno e da quantidade de produto libertado. A temperatura das chamas poderá alcançar os 1100 °C e a altura das mesmas 2,5 a 3 vezes o diâmetro. A radiação gerada pela combustão pode propiciar a afetação de outras áreas.

No caso de fugas com pressão, poderá formar-se um dardo de fogo (jet-flame) se ocorrer uma ignição imediata. Entretanto, se a ignição se atrasa, o jorro de gás dispersa-se formando uma nuvem de gás. No caso de encontrar um ponto de ignição incendiar-se-á. Dependendo do tamanho da nuvem, da velocidade do produto queimado, condições de confinamento e outros parâmetros, a inflamação dos gases será de forma explosiva (quando a propagação da frente de chama acelera, alcançando velocidades supersónicas e originando altos níveis de sobrepressão) ou tipo labareda (flash-fire).

O fenómeno denominado “BLEVE” ocorre quando a temperatura do líquido contido num recipiente é superior à temperatura de ebulição, para a pressão atmosférica. Ao romper-se o recipiente, por não suportar a pressão interior gerada, produz-se uma depressurização súbita, tendo lugar uma evaporação massiva de líquido fervente que se transforma rapidamente numa nuvem de vapor em expansão. A ignição da massa de gases a alta temperatura é conhecida por “bola de fogo”. O efeito principal deste acontecimento é basicamente térmico e manifesta-se através de uma intensidade de radiação térmica muito elevada e de curta duração.

### Explosões

As explosões produzem-se quando a velocidade de produto queimado supera valores estabelecidos, chegando a velocidades supersónicas, 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) onde há uma congestão apreciável, 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. No caso de serem gases ou vapores tóxicos estes poderão afetar as pessoas que se encontram nas imediações da fuga e inclusivamente, se o produto é muito tóxico e muito volátil, pode dispersar-se a centenas de metros.

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

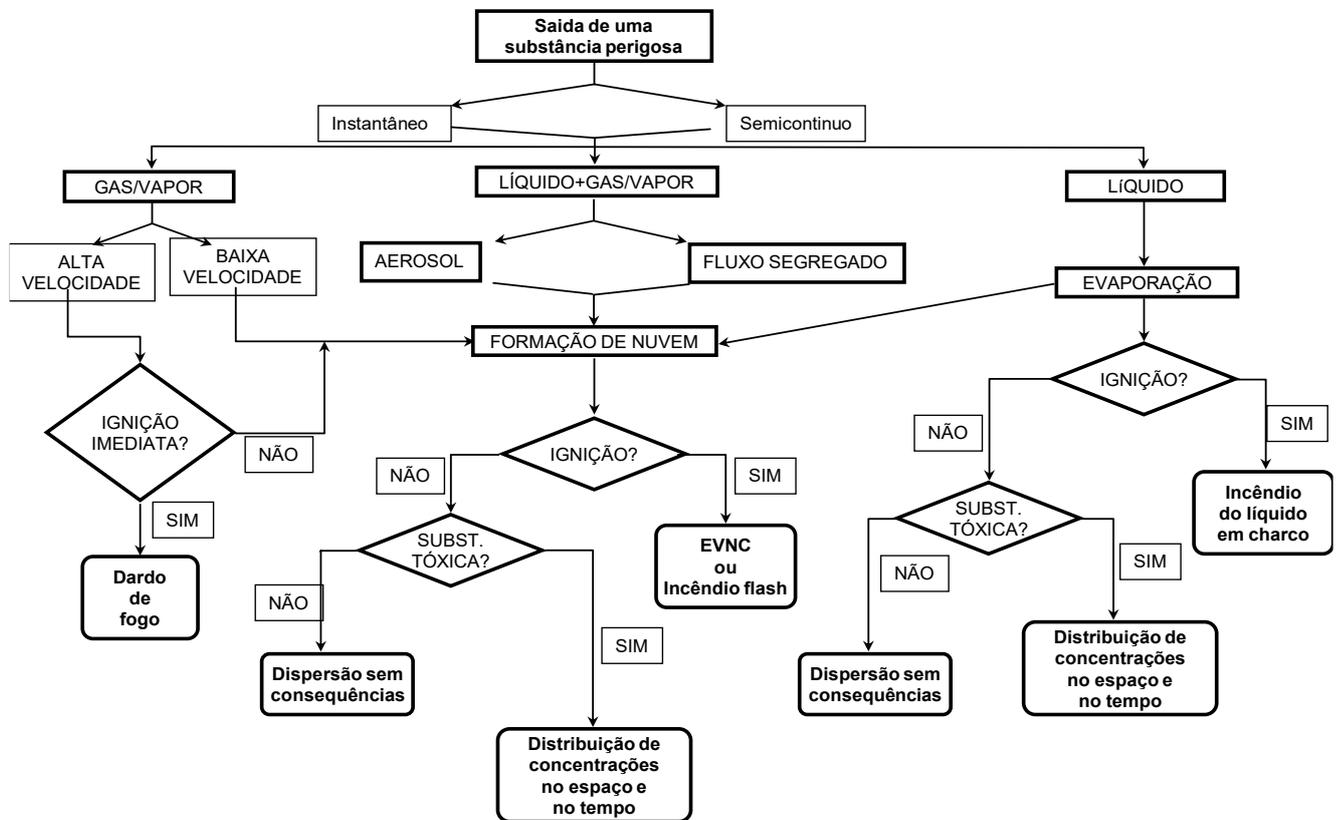


Figura 2.1 - Esquema representativo dos possíveis comportamentos de uma fuga de uma substância perigosa

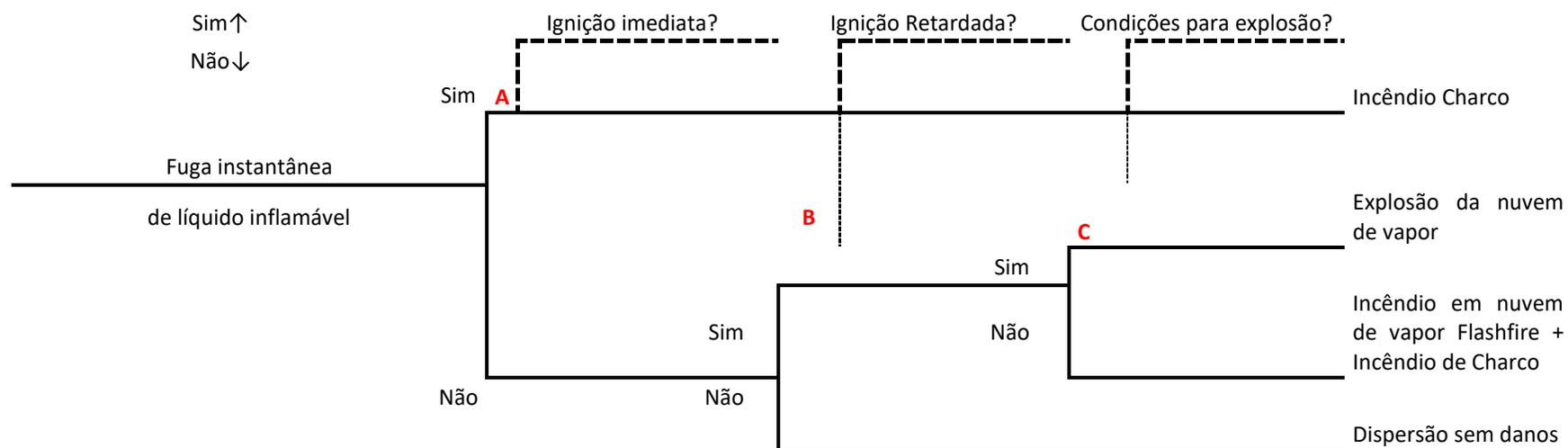
#### 2.4.1.1 DESCRIÇÃO DAS ÁRVORES DE ACONTECIMENTOS

Nas páginas seguintes apresentam-se as diferentes Árvore de Acontecimentos (só para inflamáveis), que conduzem aos acidentes considerados, da seguinte maneira, de acordo com a "Reference Manual BEVI Risk Assessment"- the Netherlands", 2009):

- Árvore nº 1: Fuga instantânea de Líquido Inflamável.
- Árvore nº 2: Fuga contínua de Líquido Inflamável.

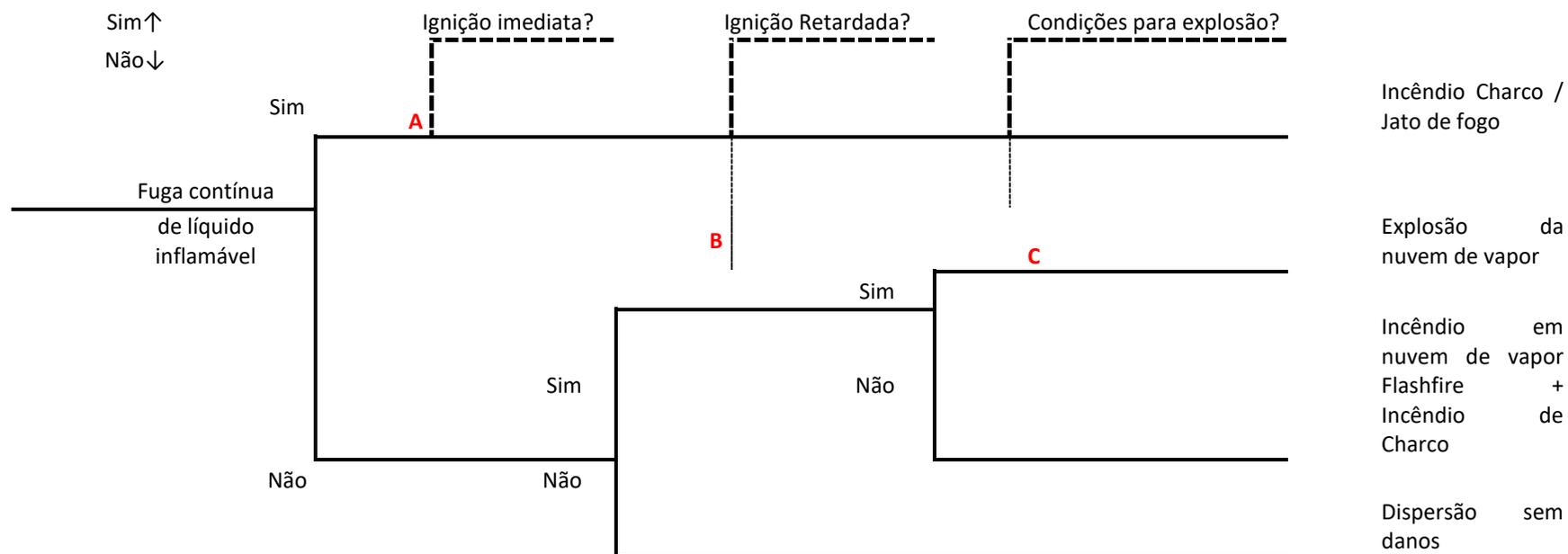
ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS 1

TIPO DE ACIDENTE: FUGA INSTANTÂNEA DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL



ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS 2

TIPO DE ACIDENTE: FUGA CONTÍNUA DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL



Seguidamente apresentam-se as árvores de acontecimentos aplicável a cada acidente.

**Tabela 5 - Árvores de acontecimentos para cada evento crítico**

Nº	Evento crítico	Nº da árvore de acontecimentos
1	Rotura catastrófica de tambor de 1000 kg	1
2	Rotura 100mm num tambor de 1000 kg	2
3	Rotura 10mm num tambor de 1000 kg	2
4	Incêndio no armazém H1	*
5	Libertação CO devido a incêndio no armazém H1	*
6	Rotura total da linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	2
7	Fuga de 10% do diâmetro na linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	2
8	Rotura total da linha de transporte 40 mm de eletrólito para a produção	2
9	Fuga de 10% do diâmetro na linha 40mm de transporte de eletrólito para a produção	2
10	Rotura total de IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)*	**
11	Fuga de 100mm num IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)*	**
12	Fuga de 10mm num IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)*	**

Notas: \* evento com ocorrência final. O resultado é um incêndio na totalidade das embalagens (no interior do edifício H1 e a libertação de nuvem tóxica).

\*\* evento crítico apenas ambiental

#### 2.4.1.2 PROBABILIDADE FINAL DOS CENÁRIOS ACIDENTAIS

O cálculo da probabilidade dos cenários acidentais (incêndio de jato, charco incendiado, flash-fire, explosão,), associados à árvore de acontecimentos é baseado na bibliografia de referência (Manual BEVI).

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

**Tabela 6 - Categorias de inflamabilidade de substâncias perigosas (Manual BEVI)**

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 ( $P_{IR}$ ),  $P_{Jet}$ ,  $P_{PF}$ ,  $P_{Flashfire}$ ,  $P_{Exp}$ , são os seguintes:

- **A:** Probabilidade de ignição imediata ( $P_{II}$ ) - teve-se em conta a classificação e os dados das referências bibliográficas<sup>6</sup> para líquidos inflamáveis.
- **B:** Probabilidade de ignição retardada ( $P_{IR}$ ) - teve-se em conta um valor de 0.5 apresentado nas referências, para probabilidade da presença de muitas fontes de ignição. Assim a probabilidade de ignição retardada é igual a  $P_{IR} = (1-P_{II}) * 0.5$ .
- A probabilidade de incêndio de jato ou jetfire ( $P_{Jet}$ ) e de pool fire ou incêndio de charco ( $P_{charco}$ ) assumem-se iguais à probabilidade de ignição imediata;
- **C:** Segundo as referências, na ignição de uma nuvem de vapor inflamável não confinada, a probabilidade de flashfire ( $P_{flashfire}$ ) ou de explosão ( $P_{Exp}$ ) é de 0.6 e 0.4 respetivamente. Assim, a probabilidade destes cenários será  $P_{flashfire} = P_{IR} * 0.6$  e  $P_{Exp} = P_{IR} * 0.4$ .
- 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 terá uma probabilidade de 40% de resultar em explosão, ou seja,  $P_{Exp} = P_{IR} * 0.4$ . Se não ocorrer uma explosão (60% de probabilidade de ocorrência), o resultado da ignição será um *Flashfire*, seguido de incêndio do charco. Assim,  $P_{PF} = P_{II} + P_{IR} * 0.6 = P_{II} + (1-P_{II}) * 0.5 * 0.6$

<sup>6</sup> Reference Manual BEVI Risk Assessment- the Netherlands, 2009

- 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 terá uma probabilidade de 40% de resultar em explosão, ou seja,  $P_{Exp} = P_{IR} * 0,4$ . Se não ocorrer uma explosão (60% de probabilidade de ocorrência), o resultado da ignição será um Flashfire, seguido de incêndio de charco. Assim,  $P_{PF} = P_{IR} * 0,6 = (1 - P_{II}) * 0,5 * 0,6$

Nas duas tabelas seguintes, resumem-se:

- Os dados e critérios de probabilidade de ignição imediata, para cada categoria de inflamabilidade (em função do tipo de fuga e do caudal da mesma fuga). O caudal instantâneo será o retirado da modelização no PHAST.
- As categorias de inflamabilidade adotadas para as substâncias.

**Tabela 7 - Probabilidade de ignição de substâncias inflamáveis em função do caudal de descarga - equipamentos fixos**

Categoria de Inflamabilidade	Fuga Inst. (kg)	Fuga Cont. (kg/s)	P <sub>ii</sub>
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 <sup>7</sup>	Todas as quantidades	Todos os caudais	0,0065
Categoria 4	Todas as quantidades	Todos os caudais	0

**Tabela 8 - Classificação da substância perigosa presente de acordo com a sua inflamabilidade**

Produto	Categoria de Inflamabilidade
Eletrólito	Categoria 2

<sup>7</sup> 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
Butadiene-styrene copolymer Latex	Categoria 4 (incombustível, substância perigosa para o ambiente)

Para determinar as frequências de cada cenário acidental final (jet fire, pool fire, flash-fire, explosão), 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 (jet fire, pool fire, flash-fire, explosão).

As próximas tabelas resumem:

- a Estimativa de Probabilidades de ocorrência de acidentes;
- Probabilidades de Ignição imediata ( $P_{ii}$ ); e Ignição retardada ( $P_{ir}$ );
- as Frequências iniciais de cada cenário.

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

- Fjet final;
- Fcharco final;
- F flashfire final (inflamabilidade);
- F exp final (explosão ou sobrepressão).

**Tabela 9 - Probabilidades intermédias de cada cenário do evento**

Nº Evento	Evento	Frequência acontecimen to acidental	P <sub>ii</sub>	P <sub>ir</sub>	F <sub>jet</sub>	F <sub>charco</sub>	F <sub>Flash</sub>	F <sub>Exp.</sub>	F <sub>Tox</sub>
1	Rotura catastrófica de tambor de 1000 kg	1,55E-01	0,010	0,495	0,000	0,307	0,297	0,198	0
2	Fuga de 100mm num tambor de 1000 kg	1,55E-01	0,010	0,495	0,010	0,297	0,297	0,198	0
3	Fuga de 10mm num tambor de 1000 kg	1,55E-01	0,010	0,495	0,010	0,297	0,297	0,198	0
4	Incêndio no armazém H1	8,80E-04	0,010	0,495	0,000	1,000	0,000	0,000	0
5	Libertação CO devido a incêndio no armazém H1	8,80E-04	0,500	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000	1
6	Rotura total da linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	1,35E-04	0,010	0,495	0,010	0,297	0,297	0,198	0

Nº Evento	Evento	Frequência acontecimen to acidental	Pii	Pir	Fjet	Fcharco	F Flash	F Exp.	F Tox
7	Fuga de 10% do diâmetro na linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	6,75E-04	0,010	0,495	0,010	0,297	0,297	0,198	0
8	Rotura total da linha de transporte 40 mm de eletrólito para a produção	7,00E-05	0,010	0,495	0,010	0,297	0,297	0,198	0
9	Fuga de 10% do diâmetro na linha 40mm de transporte de eletrólito para a produção	3,50E-04	0,010	0,495	0,010	0,297	0,297	0,198	0

Tabela 10 - Frequências finais de cada cenário de acidente

Nº Evento	Evento	Fjet final	Fcharco final	F Flash final	F Exp. final	F Tox.
1	Rotura catastrófica de tambor de 1000 kg	0	4,75E-02	4,60E-02	3,07E-02	0
2	Fuga de 100mm num tambor de 1000 kg	1,55E-03	4,60E-02	4,60E-02	3,07E-02	0
3	Fuga de 10mm num tambor de 1000 kg	1,55E-03	4,60E-02	4,60E-02	3,07E-02	0
4	Incêndio no armazém H1	0	8,80E-04	0	0	0
5	Libertação CO devido a incêndio no armazém H1	0	0	0	0	8,80E-04
6	Rotura total da linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	1,35E-06	4,01E-05	4,01E-05	2,67E-05	0
7	Fuga de 10% do diâmetro na linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	6,75E-06	2,00E-04	2,00E-04	1,34E-04	0
8	Rotura total da linha de transporte 40 mm de eletrólito para a produção	7,00E-07	2,08E-05	2,08E-05	1,39E-05	0
9	Fuga de 10% do diâmetro na linha 40mm de transporte de eletrólito para a produção	3,50E-06	1,04E-04	1,04E-04	6,93E-05	0

## 2.5 AVALIAÇÃO DE CONSEQUÊNCIAS

### 2.5.1 INTRODUÇÃO

O controlo e a planificação perante o risco de um acidente grave fundamentam-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 DE IMPLANTAÇÃO

Para cada um dos fenómenos perigosos estabelecem-se variáveis físicas cujas magnitudes se possam considerar suficientemente representativas para a avaliação do alcance do fenómeno perigoso considerado. As zonas potencialmente afetadas pelos fenómenos perigosos que derivem 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 o controlo e planificação face ao risco de acidentes graves, nos quais intervêm substâncias perigosas.

- **Distância 1**, limiar da possibilidade de ocorrência de letalidade, no interior da qual são esperados danos graves para praticamente a totalidade de pessoas não protegidas.
- **Distância 2**, limiar da possibilidade de ocorrência de efeitos irreversíveis na saúde humana.

Na tabela seguinte apresenta-se a definição das zonas:

**Tabela 11 - Definição das zonas de perigosidade da ACL**

	<b>Distância 1</b>	<b>Distância 2</b>
<b>Radiação térmica (kW/m<sup>2</sup>)</b>	7	5
<b>Sobrepresão (bar)</b>	0,14	0,05
<b>Flash-fire (%)</b>	LFL/2	---
<b>Toxicidade (ppm)</b>	AEGL-3	AEGL-2

Os valores AEGL 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:

**Tabela 12: Valores de AEGL-para o Monóxido de Carbono**

	Monóxido de Carbono ppm (final)				
	10 min	30 min	60 min	4 hr	8 hr
AEGL 1	n.d.	n.d.	<b>n.d.</b>	n.d.	n.d.
AEGL 2	420	150	<b>83</b>	33	27
AEGL 3	1700	600	<b>330</b>	150	130

### 2.5.3 CRITÉRIOS GERAIS EMPREGUES

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

- Os cálculos realizados para os acidentes foram realizados com o programa informático PHAST v. 8.7. O PHAST encadeia os modelos em função das características do produto, da descarga e condições ambientais, dando resultados para as evoluções possíveis. As modelizações foram efetuadas apenas para os acidentes com consequências para a segurança.
- Para fugas de tubagens, considerou-se a rotura total e a parcial (10% do diâmetro total).
- Em relação à direção das fugas, considerou-se a direção horizontal.
- 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.
- Os cálculos efetuados obtiveram-se mediante a utilização dos seguintes modelos:
  - Fuga de líquido;
  - Nuvem inflamável;
  - Incêndio de charco (Pool Fire);
  - Deflagração, UVCE.
- As condições meteorológicas utilizadas nos cálculos efetuados, foram as mais frequentes.

Condições Meteorológicas		
Estabilidade atmosférica	Velocidade do vento (m/s)	Temperatura (°C)
E	5,3	16,4

Estação de Sines – Monte Chãos. Latitude: 37.95452 N; Longitude: 8.83805 W; Altitude: 97,9 m

- A taxa de libertação de monóxido de carbono, que resulta dos produtos da combustão do Eletrólito, 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 ( $r = pm_{CO} / pm$ ), ou seja,  $r = 0,31$ .

A taxa de combustão do Eletrólito 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:

$B_{m\acute{a}x} = B \times A$ , onde:  $B_{m\acute{a}x}$  é o máximo da taxa de combustão em kg/s, B a taxa de combustão (0.025 kg/m<sup>2</sup>.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:  $C_aH_bO_cCl_dN_eS_fX$  (no caso do tolueno –  $C_7H_8$  e do xileno  $C_8H_{10}$  – apenas contribui o carbono e o hidrogénio)

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

$\Phi_{O_2}$  : taxa de disponibilidade de oxigénio [kmol/s]

$M_w$  : massa molar média com base na fórmula química do produto queimado:  $C_aH_bO_cCl_dN_eS_fX$  (no caso do Eletrólito 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 [-] (30 renovações com o sistema de desenfumagem do armazém robotizado e 4 renovações de ar no armazém antigo)

V = volume do espaço [m<sup>3</sup>]

0.2 = oxigénio contido no ar

24 = volume molar do ar [m<sup>3</sup>/kmol]

3600 = período de fornecimento de oxigénio [s]

A taxa de combustão final corresponde ao valor mínimo entre  $B_{m\acute{a}x}$  e  $B_{O_2}$ .

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

**Tabela 13: Cálculo das taxas de combustão**

Nº Evento	Evento	Incêndio com restrição de área				Incêndio com restrição de oxigénio				
		A (m <sup>2</sup> )	B (kg/m <sup>2</sup> .s)	B <sub>máx.</sub> (kg/s)	F (h <sup>-1</sup> )	V (m <sup>3</sup> )	ØO <sub>2</sub>	M <sub>w</sub>	ZB	BO <sub>2</sub> (kg/s)

		Incêndio com restrição de área			Incêndio com restrição de oxigénio					
5	Libertação CO devido a incêndio no armazém H1	2925	0,025	12,875	4	14355	0,20	90,08	10,5	1,7

Verifica-se então que os incêndios são incêndios de restrição de oxigénio. Assim, a taxa de libertação de monóxido de carbono é obtida por:  $q_{CO} = r \times BO_2$ .

### Tempos de fuga de produto considerados

Os tempos de fuga de produto, considerados nos cenários de acidentes graves no estabelecimento da CALB(Europe), S.A. dependem da localização da fuga (se o ponto de fuga pode ser isolado por válvulas da fonte de produto), dos meios técnicos de identificação existentes (instrumentos), dos sintomas esperados do acontecimento (ruído, odor, etc.), da presença de um operador junto do local onde ocorra o acontecimento acidental e dos meios de isolamento.

Dadas as características dos produtos manuseados, onde a dispersão é simultânea à fuga, o regime estacionário de concentração alcança-se num tempo reduzido (na ordem de poucos segundos), admitindo-se fugas "infinitas", salvo no caso de roturas de recipientes.

Assim, segundo estes critérios consideram-se os seguintes tempos de atuação:

Tabela 14 - Tempos de fuga considerados

Tipo de evento	Tempo máximo até isolamento da fuga	Justificação
Rotura catastróficas de recipientes (Tambor, IBC)	Perda de contenção total 3600 s	Não se considera possível a interrupção do derrame.
Acidentes de roturas de 10 mm e 100 mm em de recipientes (Tambor, IBC)	3600 segundos	De acordo com os critérios definidos pela APA para determinação das zonas de perigosidade. Sem possibilidade de interrupção do derrame.
Acidentes de fugas em tubagem	600 segundos	Valor estimado segundo referência <sup>8</sup> para intervenções onde se deteta a falha na sala de controlo e o operador atua mediante uma botoneira, contendo a fuga.

#### 2.5.4 RESULTADOS DOS CENÁRIOS 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;

<sup>8</sup> Critério obtido do capítulo 4.2.2. do *Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2 – Module C*.

- Duração e intensidade da radiação térmica, em função da distância;
- Sobrepressão devida a uma explosão, em função da distância.

Em seguida incluem-se em tabelas os resultados de todos os acidentes que têm probabilidades superior ou igual a  $10^{-6}$ .

Nos Apêndices incluem-se:

- Apêndice 5 - os resultados dos acidentes modelizados, obtidos nas simulações (outputs do software PHAST).
- Apêndice 4 – a representação gráfica das duas zonas de perigosidade correspondente aos maiores alcances, que tenham frequências  $\geq 10^{-6}$ .
- Apêndice 3 – a representação gráfica (plantas à escala) dos alcances dos danos provocados pela radiação térmica (níveis para  $5,0 \text{ kW/m}^2$  e  $7,0 \text{ kW/m}^2$ ), flash-fire (LFL/2), explosão (níveis para 140 mbar e 50 mbar) e toxicidade (AEGL-2 e AEGL-3). Todos os cenários de acidentes, com probabilidade superior ou igual a  $10^{-6}$  serão representados.

**Tabela 15 - Dados de entrada no Phast**

Nº Evento	Evento	Produto	Pressão (bar)	Temp.(°C)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. aprox. (kg)	Área Bacia (m²)	Duração (s)
1	Rotura catastrófica de tambor de 1000 kg	Eletrólito	atm	10	-	-	1 000	515	3600
2	Fuga de 100mm num tambor de 1000 kg	Eletrólito	atm	10	-	100	1 000	515	3600
3	Fuga de 10mm num tambor de 1000 kg	Eletrólito	atm	10	-	10	1 000	515	3600
4	Incêndio no armazém H1 *	Eletrólito	atm	10	-	-	540 000	2 925	3600
5	Libertação CO devido a incêndio no armazém H1	Monóxido de Carbono	atm	500	-	-	1 915	2 925	3600
6	Rotura total da linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção **	Eletrólito	1	10	65	65	651	2711	3600
7	Fuga de 10% do diâmetro na linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção **	Eletrólito	1	10	65	6,5	651	2711	3600
8	Rotura total da linha de transporte 40 mm de eletrólito para a produção **	Eletrólito	1	10	40	40	651	1 973	3600
9	Fuga de 10% do diâmetro na linha 40mm de transporte de eletrólito para a produção **	Eletrólito	1	10	40	4	651	1 973	3600

Notas: \* Incêndio que se propaga a toda a armazenagem do edifício, com um possível incêndio de charco. A radiação é emitida pelo topo do edifício (considera-se a queda da cobertura).

\*\* Incêndio no interior do edifício.

**Tabela 16 - Resultados da modelação no Phast**

Nº Evento	Evento	Jet (m)		Pool (m)		Flash fire (m)	Explosão (m)		Toxicidade (m)	
		7 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	7 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	LFL/2	140 mbar	50 mbar	AEGL-3	AEGL-2
1	Rotura catastrófica de tambor de 1000 kg	-	-	37	42	3	0	0	-	-
2	Fuga de 100mm num tambor de 1000 kg	6	7	38	43	4	0	0	-	-
3	Fuga de 10mm num tambor de 1000 kg	1	1	27	30	1	0	0	-	-
4	Incêndio no armazém H1	-	-	112	126	N.S.	N.S.	N.S.	-	-
5	Libertação CO devido a incêndio no armazém H1	-	-	-	-	-	-	-	0	106
6	Rotura total da linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	N.S.	N.S.	0 *	0 *	0 *	0 *	0 *	-	-
7	Fuga de 10% do diâmetro na linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	N.S.	N.S.	0 *	0 *	0 *	0 *	0 *	-	-
8	Rotura total da linha de transporte 40 mm de eletrólito para a produção	N.S.	N.S.	0 *	0 *	0 *	0 *	0 *	-	-
9	Fuga de 10% do diâmetro na linha 40mm de transporte de eletrólito para a produção	N.S.	N.S.	0 *	0 *	0 *	0 *	0 *	-	-

Notas: N.S. representa os cenários de acidente Não Significativos, isto é, aqueles cuja frequência de ocorrência é inferior a 10<sup>-6</sup>.

\* Incêndio no interior do edifício, sem radiação para o exterior.

## 2.6 SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS PARA OS ORGANISMOS AQUÁTICOS

Neste ponto analisam-se as consequências ambientais dos eventos que envolvem substâncias perigosas para os organismos aquáticos (com as frases de perigo H400 / H410 / H411).

Conforme apresentado no ponto 1.1 do presente estudo das substâncias perigosas que estarão presentes no estabelecimento em projeto, classificam-se como perigosas para o ambiente (enquadradas na categoria de perigo E1 e E2) as seguintes: eletrólito, butadiene-styrene copolymer Latex, acrilonitrilo, ácido acrílico, bromine water 1.3'7, clorato de potássio, cloreto de cobalto hexahidratado (II), cromato de potássio, N-methylaminophenolsulfate (Metol) e nitrato de prata. Entre estas substâncias perigosas, apenas as 2 primeiras (eletrólito, butadiene-styrene copolymer Latex) se encontram em quantidades acima de 2% do limiar superior de perigosidade.

O eletrólito e o butadiene-styrene copolymer Latex são recebidos em tambores (1000 kg e 200 kg) e em IBC, respetivamente e, descarregados e distribuídas para as áreas de armazenagem por empilhador. A área de descarga de veículos de transporte de mercadorias terá um sistema de drenagem próprio para conter um eventual derrame que possa ocorrer. Nas áreas de armazenagem os tambores (eletrólito) e IBC (butadiene-styrene copolymer Latex) serão acondicionados em local com piso com acabamento de impermeabilização em resina epoxy (ou equivalente) e providos de rede de drenagem com ligação a um poço/caixa exterior (de forma gravítica).

O poço exterior de contenção terá um volume de 110% volume de água de combate a incêndio, isto é, 224.4 m<sup>3</sup> (considerando no caso de combate a um incêndio que serão gerados 3400L/min x 60 min, de acordo com o cálculo de descarga dos *sprinklers* instalados no edifício).

Os solos da zona onde se localiza o projeto da CALB (Europe) são solos urbanos ou urbanizáveis, pelo que perderam, na sua maior parte, as propriedades típicas dos solos comuns nesta zona. Os solos serão alterados mediante pavimentação ou modificados substantivamente, com a adição de outros materiais, pelo que a sua impermeabilidade se encontra reforçada.

Se ocorrer um derrame de algumas das substâncias perigosas para o ambiente no solo, poderá haver uma contaminação de níveis freáticos e aquíferos, dificultando a transferência de oxigénio, provocando efeitos ambientais negativos nos organismos aquáticos. No entanto, os pavimentos serão todos impermeabilizados e os caminhos pavimentados com betume asfáltico e as áreas de descarga e armazenagem de substâncias perigosas serão impermeabilizadas e terão ligação ao poço exterior.

No caso de ocorrerem chuvas torrenciais aquando de um derrame no exterior, as águas são encaminhadas pelas caleiras para o poço de recolha de derrames com capacidade de 1m<sup>3</sup>. Notar que no caso de um incêndio no exterior, em concordância com a Ficha de Segurança do Produto do Eletrólito não deve ser empregue o uso direto de água no seu combate, pelo que não se prevê que haja contaminação deste tipo de efluente para essa situação. No caso do incêndio no interior do edifício será usado o agente extintor por espuma usada, sendo este encaminhado para o poço de recolha.

Apresenta-se na tabela seguinte uma avaliação sistematizada das consequências para o ambiente, para os eventos críticos selecionados mais relevantes para a ocorrência de acidentes graves na CALB (Europe). Na avaliação que se apresenta de seguida analisou-se o meio de contenção existente no local de ocorrência dos cenários de acidente, as ligações existentes ao sistema de efluentes do estabelecimento, quais os procedimentos de controlo de uma potencial contaminação da rede de águas pluviais. Com base nesta informação foi analisada a possibilidade de contaminação de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, quer pelo não confinamento de um eventual derrame.

**Tabela 17 - Avaliação sistematizada das consequências para o ambiente, para os eventos críticos selecionados mais relevantes**

Nº	Evento	Tipo de meio de contenção	Ligações ao sistema de águas residuais	Procedimentos de controlo contaminação da rede pública de águas pluviais	Contaminação dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, tendo em conta a vulnerabilidade do meio envolvente	Não confinamento de efluentes contaminados provenientes da utilização em grandes quantidades de água/espuma no combate a incêndios
1	Rotura catastrófica de tambor de 1000 kg		As caleiras que circundam a área de descarga de tambores de Eletrólito possuem ligação do tambor de 1m <sup>3</sup> com uma válvula de ligação ao tambor de 1m <sup>3</sup> encontrará normalmente na posição fechada.	Se o derrame ocorrer fora da área de descarga de tambores de Eletrólito, este será recolhido pelos operadores.	<p>Não se considera credível tendo em consideração que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- em caso de derrame este ocorrerá na área de descarga de tambores de Eletrólito impermeabilizada onde o produto ficará retido, sendo posteriormente efetuada a recolha do produto e a limpeza da área;</li> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>	<p>No caso de produção de grandes quantidades de espuma resultantes do combate a incêndio, que poderá constituir um efluente potencialmente contaminado, será efetuada a sua retenção na área de descarga de tambores de Eletrólito e encaminhado para o tambor de 1m<sup>3</sup>.</p>
2	Fuga de 100mm num tambor de 1000 kg	"Ralos" técnicos específicos normalmente fechados/obturados, interligados (caleiras), que são abertos manualmente quando há confirmação de derrame	As caleiras que circundam a área de descarga de tambores de Eletrólito possuem ligação do tambor de 1m <sup>3</sup> com uma válvula de ligação ao tambor de 1m <sup>3</sup> encontrará normalmente na posição fechada.	Se o derrame ocorrer fora da área de descarga de tambores de Eletrólito, este será recolhido pelos operadores.	<p>Não se considera credível tendo em consideração que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- em caso de derrame este ocorrerá na área de descarga de tambores de Eletrólito impermeabilizada onde o produto ficará retido, sendo posteriormente efetuada a recolha do produto e a limpeza da área;</li> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>	<p>No caso de produção de grandes quantidades de espuma resultantes do combate a incêndio, que poderá constituir um efluente potencialmente contaminado, será efetuada a sua retenção na área de descarga de tambores de Eletrólito e encaminhado para o tambor de 1m<sup>3</sup>.</p>
3	Fuga de 10mm num tambor de 1000 kg					

Nº	Evento	Tipo de meio de contenção	Ligações ao sistema de águas residuais	Procedimentos de controlo contaminação da rede pública de águas pluviais	Contaminação dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, tendo em conta a vulnerabilidade do meio envolvente	Não confinamento de efluentes contaminados provenientes da utilização em grandes quantidades de água/espuma no combate a incêndios
4	Incêndio no armazém H1	Edifício fechado, com chão e paredes (50cm) com um acabamento de impermeabilização em resina epoxy (ou equivalente).	As caleiras na periferia das salas do edifício possuem ligação a um poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio, isto é, 224.4 m <sup>3</sup> (considerando no caso de combate a um incêndio que serão gerados 3400L/min x 60 min, de	Não se considera credível tendo em consideração que o edifício é fechado.	Não se considera credível tendo em consideração que: - o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio	Não se considera credível tendo em consideração que: - o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de

Nº	Evento	Tipo de meio de contenção	Ligações ao sistema de águas residuais	Procedimentos de controlo contaminação da rede pública de águas pluviais	Contaminação dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, tendo em conta a vulnerabilidade do meio envolvente	Não confinamento de efluentes contaminados provenientes da utilização em grandes quantidades de água/espuma no combate a incêndios
5	Libertação CO devido a incêndio no armazém H1		acordo com o cálculo de descarga dos <i>sprinklers</i> instalados no edifício)..		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>	<p>água de combate a incêndio, isto é, 224.4 m<sup>3</sup> (considerando no caso de combate a um incêndio que serão gerados 3400L/min x 60 min, de acordo com o cálculo de descarga dos <i>sprinklers</i> instalados no edifício).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>

Nº	Evento	Tipo de meio de contenção	Ligações ao sistema de águas residuais	Procedimentos de controlo contaminação da rede pública de águas pluviais	Contaminação dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, tendo em conta a vulnerabilidade do meio envolvente	Não confinamento de efluentes contaminados provenientes da utilização em grandes quantidades de água/espuma no combate a incêndios
6	Rotura total da linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção					Não se considera credível tendo em consideração que: - o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio
7	Fuga de 10% do diâmetro na linha 65mm de transporte de eletrólito para a produção	Edifício fechado, com chão e paredes (50cm) com um acabamento de impermeabilização em resina epoxy (ou equivalente)	As caleiras na periferia das salas do edifício possuem ligação a um poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio.	Não se considera credível tendo em consideração que o edifício é fechado.	Não se considera credível tendo em consideração que: - o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio - Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados. - Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.	onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio - Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados. - Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.
8	Rotura total da linha de transporte 40 mm de eletrólito para a produção					
9	Fuga de 10% do diâmetro na linha 40mm de transporte de eletrólito para a produção					

Nº	Evento	Tipo de meio de contenção	Ligações ao sistema de águas residuais	Procedimentos de controlo contaminação da rede pública de águas pluviais	Contaminação dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, tendo em conta a vulnerabilidade do meio envolvente	Não confinamento de efluentes contaminados provenientes da utilização em grandes quantidades de água/espuma no combate a incêndios
10	Rotura total de IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)	Edifício fechado, com chão e paredes (50cm) com um acabamento de impermeabilização em resina epoxy (ou equivalente)	As caleiras na periferia das salas do edifício possuem ligação a um poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio.	Não se considera credível tendo em consideração que o edifício é fechado.	<p>Não se considera credível tendo em consideração que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio</li> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>	<p>Não se considera credível tendo em consideração que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio</li> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>
11	Fuga de 100mm num IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)	Edifício fechado, com chão e paredes (50cm) com um acabamento de impermeabilização em resina epoxy (ou equivalente)	As caleiras na periferia das salas do edifício possuem ligação a um poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio.	Não se considera credível tendo em consideração que o edifício é fechado.	<p>Não se considera credível tendo em consideração que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio</li> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>	<p>Não se considera credível tendo em consideração que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio</li> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>
12	Fuga de 10mm num IBC de Butadiene-styrene copolymer Latex durante o transporte por empilhador (ambiente)	Edifício fechado, com chão e paredes (50cm) com um acabamento de impermeabilização em resina epoxy (ou equivalente)	As caleiras na periferia das salas do edifício possuem ligação a um poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio.	Não se considera credível tendo em consideração que o edifício é fechado.	<p>Não se considera credível tendo em consideração que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio</li> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>	<p>Não se considera credível tendo em consideração que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- o edifício é fechado e o piso e paredes são impermeabilizados onde o produto ficará retido, sendo encaminhado para o poço com capacidade de 110% do volume de água de combate a incêndio</li> <li>- Na zona próxima do estabelecimento não existem aquíferos ou níveis freáticos referenciados.</li> <li>- Os terrenos são impermeabilizados e betumados, pelo que não se prevê igualmente a infiltração de produto no terreno.</li> </ul>

### 3 DETERMINAÇÃO DAS ZONAS DE PERIGOSIDADE

Os cenários de acidente tiveram todos frequência (F) superior a  $10^{-06}$ , pelo que foram considerados para determinação das zonas de perigosidade e também para efeitos da avaliação final das consequências.

Para a definição das zonas de perigosidade foi efetuada uma representação gráfica dos alcances de cada um dos fenómenos perigosos obtidos na modelação dos cenários, nomeadamente para os valores correspondentes ao limiar da possibilidade de ocorrência de letalidade e o limiar da possibilidade de ocorrência de efeitos irreversíveis na saúde humana, apresentadas no Apêndice 3.

De acordo com os resultados da modelação dos cenários selecionados e os limiares definidos pela APA, identificam-se as zonas de perigosidade, obtidas a partir da estimativa dos maiores alcances dos efeitos dos cenários de acidente estudados, apresentadas nas Representações Gráficas do Apêndice 4. 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.

### 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

##### 4.1.1 LOCALIZAÇÃO E ENVOLVENTE

O Projeto da CALB (Europe) localizar-se-á na Freguesia de Sines, que pertence ao concelho de Sines e distrito de Setúbal, deverá utilizar uma área total de 50 hectares situada na ZILS, que é objeto de um contrato de reserva e promessa de direitos de superfície assinado com a AICEP Global Parques.

As coordenadas geográficas do estabelecimento são as seguintes:

- Longitude: 8°47'41.87"W; Latitude: 37°59'25.90"N
- UTM (Zona 29S): 518004.38 m E; 4204784.28 m N

A ligação viária principal ao estabelecimento pode realizar-se através da Autoestrada A26, saída 2, sentido Zona Industrial e Logística de Sines (ZILS) e depois o acesso far-se-á através de ruas locais.

A localização espacial do estabelecimento pode ser visualizada na carta topográfica do Apêndice 1, à escala 1:10 000.

#### 4.1.2 ENVOLVENTE INDUSTRIAL

Na envolvente mais próxima da localização do Projeto da CALB(Europe), S.A. assinalam-se as seguintes indústrias, destacando as que são abrangidas pela Diretiva Seveso (NI – Nível Inferior; NS - Nível Superior):

- EuroResinas - Produção de Formaldeído e de Resinas sintéticas, à base de Formaldeído, a oeste, a 500 m (Seveso NS);
- Air Liquide Sines - Produção de gases industriais, a oeste, a 1060 m (Seveso NI);
- Indorama Ventures Portugal - produção de ácido teraftálico – a oeste, 1260 m (Seveso NS);
- Repsol Portuguesa - Armazenagem de gasóleos, a Sudoeste, a 1620 m (Seveso NS);
- Refinaria de Sines - Petrogal – Produção e armazenagem de combustíveis líquidos e gasosos, a Sul, a 1800 m (Seveso NS);
- Caverna de Armazenamento de Propano - Sigás, a sudoeste, a 6400 m (Seveso NS);
- Ecoslops Portugal S.A - fabricação de produtos petrolíferos a partir de resíduos, a sudoeste, a 7300 m (Seveso NI);
- Armazenagem de Metanol da EuroResinas, numa bacia de retenção comum no interior do estabelecimento da Ecoslops, a sudoeste, a 7500 m (Seveso NS);
- Parque de Bancas – Petrogal, sudoeste, 7700 m (Seveso NS);
- Terminal de Granéis Líquidos - CLT, a sudoeste, a 7100 m (Seveso NS);
- Terminal Petroquímico – Repsol, a sudoeste, a 7500 m (Seveso NS);
- Complexo Petroquímico – Repsol, a oeste, a 730 m (Seveso NS);
- Armazenagem de GNL da REN, a sudoeste, a 5500 m (Seveso NS).

Relativamente a indústrias não Seveso localizam-se na proximidade:

- Enerfuel - Produção e armazenagem de Biodiesel, a noroeste, a 1800 m;
- Recipneu – Empresa Nacional de Reciclagem de pneus, Lda. Esta instalação de reciclagem de pneus fica localizada junto à rede oeste do Complexo Petroquímico da Repsol Polímeros.

Em termos infraestruturas de transporte próximas da área de implantação do Projeto da CALB (Europe), referem-se:

- O ramal ferroviário de ligação à Repsol Polímeros;

- O ramal ferroviário de ligação à Refinaria de Sines;
- O Porto de Sines;
- O Aeródromo de Sines localizado, a cerca de 4200 m, a Sul da área definida para a implantação do projeto da CALB, servido por uma pista com orientação sensivelmente nor-noroeste (NNW) – Su-sudeste (SSE). O aeródromo destina-se a aviões ligeiros e é utilizado para treino de pilotos e para fins comerciais, estando apenas preparado para aproximações diretas.

#### 4.1.3 ELEMENTOS DE USO SENSÍVEL CONSTRUÍDOS NA ENVOLVENTE

A ocupação urbana mais próxima da área do projeto da CALB (Europe) é a cidade de Sines, situada a cerca de 5 quilómetros a sudoeste.

De acordo com os dados dos Censos de 2021, a cidade de Sines possuía 14.200 habitantes, o que correspondia a uma densidade de 69.84 hab/km<sup>2</sup>. Verifica-se que a população do Concelho está concentrada na cidade de Sines.

Para além da cidade de Sines, os centros urbanos mais próximos são:

- Santiago do Cacém, a nordeste, a cerca de 10 quilómetros;
- Vila Nova de Santo André, a norte, a cerca de 12 quilómetros.

Para além destas três áreas urbanas, toda a zona envolvente, apresenta uma muito baixa densidade populacional.

Em termos de edifícios e locais de utilização pública, referem-se os seguintes:

- Escola EB 2, 3 Vasco da Gama
- Creche e Jardim de Infância O Pintainho
- Centro Infantil de Sines "A Conchinha"
- Escola Básica nº2 de Sines
- Escola Secundária/3.ºCEB Poeta Al Berto
- Estádio Municipal
- Pavilhão Multiusos de Sines
- Piscina Municipal
- Restaurante McDonald's de Sines
- Supermercado Continente Modelo de Sines
- Supermercado Intermarché de Sines
- Supermercado Pingo Doce de Sines
- Recheio Cash & Carry
- Bricomarché de Sines
- Roady de Sines

- Lidl de Sines
- ULSLA,EPE – Hospital do Litoral Alentejano;
- Lares da Santa Casa da Misericórdia de Sines — Estrutura Residencial para Pessoas Idosas (3 edifícios: Prats Sénior, Prats e Anexo I)

#### 4.1.3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ELEMENTOS DE USO DEDICADO AO SOCORRO

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

**Tabela 18 - Elementos de uso dedicado ao socorro da população em caso de acidente grave**

Entidade	Distância aproximada ao estabelecimento (km)	Tempo aproximado de chegada ao estabelecimento (min)
Bombeiros Voluntários de Sines	7,0	10
GNR – Posto Territorial de Sines	8,5	10
Serviço Municipal de Proteção Civil de Sines	8,5	10

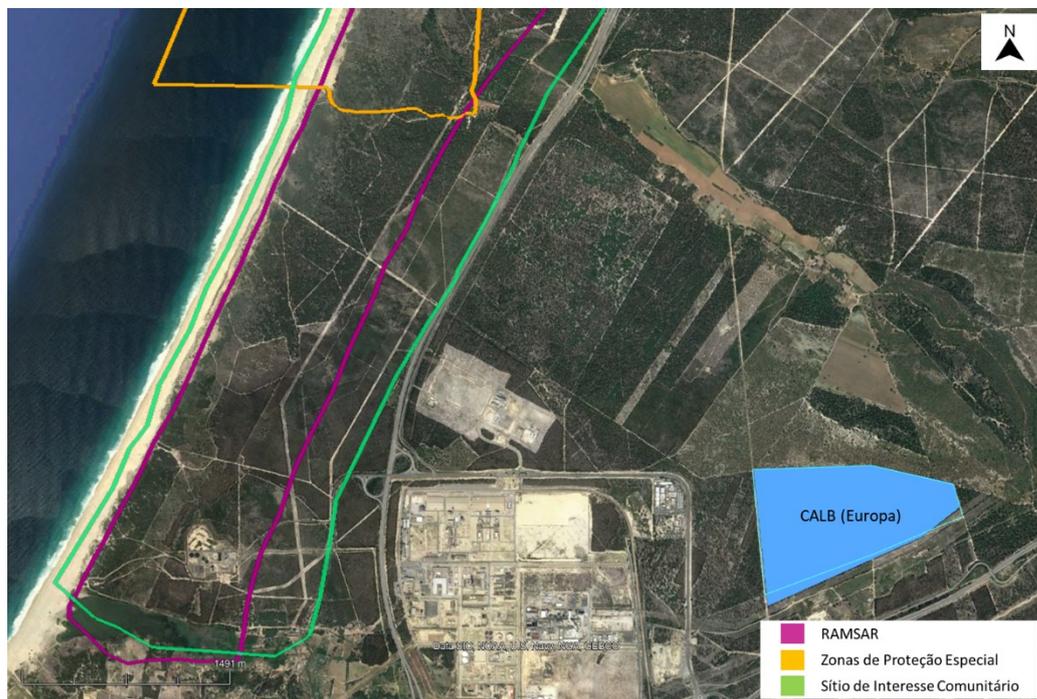
#### 4.2 RECETORES AMBIENTALMENTE SENSÍVEIS

A área de implantação do estabelecimento não se sobrepõe a nenhuma área classificada como Zona de Proteção Especial, de acordo com a Rede Natura 2000, nem a Reserva Ecológica Nacional.

A área classificada mais próxima da área de implantação do projeto da CALB (Europe) é o Sítio Comporta/Galé (PTCON0034), a 2800 m a oeste/noroeste. Esta área é também um biótopo CORINE (Costa da Galé – C14100044) e um sítio RAMSAR (Lagoa de Santo André e Lagoa da Sancha), situado a cerca de 3200 m a oeste.

Apesar da proximidade da área de intervenção a esta área classificada é de salientar que entre elas ocorrem diversas perturbações, nomeadamente devido à existência na envolvente de unidades industriais e da rede viária. Por estes motivos, considera-se que o projeto da CALB (Europe) está fora da área de influência destas áreas classificadas.

Como se pode verificar o local de implantação do estabelecimento não se encontra abrangido não se encontra abrangido pela Rede Nacional de Áreas Protegidas, regulada pelo Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de julho.



**Figura 2 - Localização dos Sítios de Interesse Comunitário, Zonas de Proteção Especial – Rede Natura 2000**

Relativamente a recursos hídricos, a área de implantação do projeto da CALB (Europe) encontra-se na Bacia Hidrográfica do Sado e Mira (RH6) e é caracterizada pela existência de uma linha de água principal, Ribeira dos Moinhos. A Ribeira de Moinhos desenvolve-se a 1200 metros a sul da zona de implantação do projeto numa direção aproximadamente este-oeste e desagua diretamente no Oceano Atlântico. Trata-se de um curso de água de carácter temporário, cujo transporte de água deverá ter pouca relevância em termos de caudais.

#### 4.3 USO, CLASSIFICAÇÕES E QUALIFICAÇÕES DO SOLO

De acordo com a Planta de Ordenamento I – Planta Síntese do PDM de Sines, a área de implantação do projeto da CALB (Europe), a área de estudo insere-se na classe “Áreas urbanas e urbanizáveis”.

#### 4.4 CARTA DA ENVOLVENTE

No Apêndice 1 encontram-se as seguintes plantas, com a identificação dos elementos anteriormente indicados:

- Planta de Ordenamento I – Planta de Síntese
- Planta de Ordenamento II – Área de Intervenção de Planos Especiais no concelho de Sines e faixas de proteção da zona costeira
- Planta da envolvente

## 5 CONCLUSÃO

O Projeto da CALB(Europe), S.A. constitui o desenvolvimento de uma unidade industrial de células de baterias de lítio, localizado a este da Euroresinas, Repsol Polímeros e da Indorama Ventures, assim como, a norte da Refinaria de Sines.

O estabelecimento industrial inclui um conjunto de edifícios associados ao fabrico das células de baterias, edifícios de suporte e infraestruturas associadas, a serem implementados num terreno de aproximadamente 93 ha. A capacidade da instalação é de 15 GWh.

Para a produção de baterias é necessário a utilização de substâncias perigosas, das quais o eletrólito e o butadiene-styrene copolymer Latex, que serão armazenados em locais dedicados em tambores (1000 kg e 200 kg), IBC (1 m<sup>3</sup>), são as substâncias as que estão em maior quantidade e superior a 2% do limite superior de perigosidade.

Nesta Avaliação de Compatibilidade de Localização, foram identificados e analisados 12 eventos críticos, que resultaram em 25 cenários de acidente significativos, dos quais 15 cenários de acidente sem efeitos perigosos.

De acordo com a Avaliação de Consequências dos Eventos Significativos deste projeto, o alcance máximo das Zonas de Perigosidade (distâncias 1 e 2) é de 112 metros e 126 metros, respetivamente. Estas distâncias referem-se ao evento 4: Incêndio no armazém H1 devido à radiação térmica.

De acordo com a planta com a definição das Zonas de Perigosidade, apresentada no Apêndice 4, não existem elementos de uso sensível na envolvente do estabelecimento, que estejam abrangidos pelas distâncias de limiar da possibilidade de ocorrência de letalidade ou de feitos irreversíveis sobre a saúde humana. Estas distâncias abrangem apenas os limites do estabelecimento, afetando apenas infraestruturas internas do estabelecimento.

Na avaliação das substâncias perigosas para o ambiente e seus efeitos analisou-se o meio de contenção existente nos locais de ocorrência dos cenários de acidente, as ligações existentes ao sistema de efluentes do estabelecimento. Com base nesta informação foi analisada a possibilidade de contaminação de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, quer pelo não confinamento de um eventual derrame, quer pela utilização de grandes quantidades de água/espuma no combate a incêndios.

Assim, conclui-se que o projeto da CALB(Europe), S.A. é compatível com a localização do projeto.