AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Produção de Metanol Renovável - HyMeOH

ANEXO

Mangualde

Maio de 2026

Índice

1 Caracterização do estabelecimento 3
1.1 Informação sobre as substâncias perigosas presentes no estabelecimento 3
1.2 Descrição das atividades 5
1.2.1 Descrição do processo 7
1.3 Medidas de prevenção e mitigação 24
1.3.1 Descrição dos sistemas de instrumentação e controlo 25
1.3.2 Descrição dos sistemas de deteção e alarme 27
1.3.3 Descrição dos sistemas de paragem de emergência 28
1.3.4 Medidas gerais de proteção contra incêndios 28
1.4 Medidas de contenção de derrames 33
1.4.1 Bacias de retenção 33
1.4.2 Armazenagem de metanol 42
1.4.3 Área de carga de cisternas 42
1.4.4 Tubagens de transporte de substâncias perigosas 42
1.4.5 Rede de efluentes 42
1.5 Planta geral do estabelecimento 44
2 Identificação, seleção e análise dos possíveis cenários de acidente 46
2.1 Análise preliminar de perigos 47
2.1.1 Identificação de fontes de perigo internas 47
2.1.2 Análise da perigosidade das substâncias 51
2.2 Identificação dos potenciais cenários de acidente 55
2.3 Estimativa de frequência de ocorrência dos cenários de acidente identificados 58
2.4 Seleção de cenários de acidente 65
2.4.1 Árvores de acontecimentos 65
2.5 Avaliação das consequências 88
2.5.1 Introdução 88
2.5.2 Valores limite – Definição de zonas de implantação 88
2.5.3 Critérios gerais empregues 90
2.5.4 Resultados dos cenários selecionados 92
2.6 Substâncias perigosas para os organismos aquáticos 105
3 Determinação das zonas de perigosidade 106
4 Caracterização da vulnerabilidade da envolvente 116

4.1 Elementos construídos 116
4.1.1 Localização e envolvente 116
4.2 Recetores ambientalmente sensíveis 117
4.3 Usos, classificações e qualificações do solo 118
4.4 Carta da envolvente 119
5 Conclusão 120

Índice de tabelas

Tabela 1 - Inventário de substâncias perigosas 3
Tabela 2 - Descrição das bacias de retenção (incluindo as portáteis) e depósitos de contenção secundária existentes 34
Tabela 3 - Substâncias e misturas perigosas que estarão presentes no estabelecimento 55
Tabela 4 - Número de operações anuais com cisternas e respetivo tempo de duração da atividade de carga/descarga 65
Tabela 5 - Descrição das categorias de inflamabilidade (BEVI) 76
Tabela 6 - Categorias de inflamabilidade (BEVI) e probabilidade de ignição imediata – equipamentos fixos 77
Tabela 7 - Probabilidade de ignição de substâncias inflamáveis em função do caudal de descarga - unidades de transporte 77
Tabela 8 - Categoria de inflamabilidade (BEVI) das substâncias perigosas 78
Tabela 9 - Probabilidade de ocorrência dos fenómenos perigosos 79
Tabela 10 - Frequências finais dos fenómenos perigosos 84
Tabela 11 - Definição dos valores limite de radiação térmica, sobrepressão, inflamabilidade e toxicidade e concentração de O_2 89
Tabela 12 - Valores limite de AEGL (60 min) 90
Tabela 13 – Condições meteorológicas utilizadas nas modelações 91
Tabela 14 -Critérios de definição dos tempos de fuga 91
Tabela 15 - Descrição dos parâmetros dos cenários de acidentes/eventos críticos 93
Tabela 16 - Resultados da modelação no programa PHAST 100
Tabela 17 - Resultados incluídos no Formulário de Proposta de Zonas de Perigosidade 106
Tabela 18 - Cenários de acidentes que definem as zonas de perigosidade 115
Tabela 19 - Elementos de uso dedicado ao socorro da população em caso de acidente grave 117

1 Caracterização do estabelecimento

A presente Avaliação de Compatibilidade de Localização diz respeito ao projeto de um estabelecimento de produção de metanol renovável, da CapWatt Hymethanol West Coast, Unipessoal, Lda., que irá utilizar biomassa residual e hidrogénio renovável como matérias-primas principais, designado como HyMeOH.

Este estabelecimento localizar-se-á no Lugar de Água Levada, freguesia de Espinho, concelho de Mangualde do distrito de Viseu.

A quantidade de substâncias perigosas que estarão presentes no estabelecimento enquadram-no no Nível Superior, no âmbito do Decreto-Lei n.º 150/2015, de 5 de agosto.

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 que estarão presentes no estabelecimento, nomeadamente no processo e/ou armazenadas, movimentadas, onde se encontram descritas todas as suas características relevantes.

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

Tabela 1 - Inventário de substâncias perigosas

Equipamento (tipologia, volume útil e indicação de n.º de equipamentos semelhantes)	**Identificação em planta**	**«Substância perigosa»**	**Condições (Pressão e Temperatura)**	**Estado físico**	**Classificação**	**Categorias de perigo/Substância designada**	**Quantidade (tonelada)**	
2 Reservatórios criogénicos de 150 m^3	65-D-001 65-D-002	Oxigénio líquido	P = 8 bar T = -160ºC	Líquido	Ox. Gas 1 - H270	P4 / 25 - Oxigénio	342	
3 garrafas de 20L	U710	Oxigénio	Pressão atmosférica Temp. ambiente	Gasoso	Ox. Gas 1 - H270	P4 / 25 - Oxigénio	0,0168	
3 Reservatórios atmosféricos de 5364 m^3	01-45-D-001A 01-45-D-001B 01-45-D-001C	Metanol	Pressão atmosférica Temp. ambiente	Líquido	Flam. Liq. 2 - H225, Acute Tox. 3 - H301, Acute Tox. 3 - H331	P5c, H2 / 22 - Metanol	3 x 4184	13947 (Total)
1 reservatório atmosférico de teto fixo com *blanketing* de azoto de 584 m^3	44-D-001						455	
2 reservatórios atmosféricos de tecto flutuante com *blanketing* de azoto de 602 m^3	44-D-002A 44-D-002B						2 x 470	
2 Reservatórios atmosféricos de 96 m^3	01-57-D-001A 01-57-D-001A	Fusel oil	Pressão atmosférica Temp. ambiente	Líquido	Flam. Liq. 3 - H226	P5c / Não	158	
Linhas	Piperack H2 da Eletrólise	Hidrogénio	Pressão 32 bar Temp. ambiente	Gasoso	Flam. Gas 1 - H220	P2 / 15 - Hidrogénio	0,4 (valor aproximado)	

Equipamento (tipologia, volume útil e indicação de n.º de equipamentos semelhantes)	Identificação em planta	«Substância perigosa»	Condições (Pressão e Temperatura)	Estado físico	Classificação	Categorias de perigo/Substância designada	Quantidade (tonelada)
Linhas	Piperack de O2 para U-210	Oxigénio gasoso	Pressão 4 bar Temp. ambiente	Gasoso	Ox. Gas 1 - H270	P4 / 25 - Oxigénio	0,15 (valor aproximado)
	Piperack O2 da Eletrólise		Pressão 30 bar Temp. ambiente				
Linhas	Área de Síntese de Metanol	Metanol	Pressão 5 bar Temp. 48ºC	Líquido	Flam. Liq. 2 - H225, Acute Tox. 3 - H301, Acute Tox. 3 - H331	P5c, H2 / 22 - Metanol	2,1 (valor aproximado)
	Área de Destilação/Refinação de Metanol		Pressão 0,6 bar Temp. 79ºC				
	Piperack da armazenagem de Metanol Bruto para U-430		Pressão 6 bar Temp. 25ºC				
	Piperack da armazenagem de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas		Pressão 8 bar Temp. 25ºC				
	Piperack da armazenagem de Metanol para a alimentação de carga ferroviária		Pressão 8 bar Temp. 25ºC				
Linhas	Piperack da U430 para a Cogeração	Fuel gas	Pressão 2,5 bar Temp. 38ºC	Gasoso	Flam. Gas 1 - H220	P2 / Não	0,0005 (valor aproximado)
Linhas	Piperack da U430 para a Cogeração	Off gas	Pressão 2,5 bar Temp. 38ºC	Gasoso	Flam. Gas 1 - H220	P2 / Não	0,0005 (valor aproximado)
Linhas	Área de Gaseificação	Gás de síntese	Pressão 1,4 bar Temp. 880ºC	Gasoso	Flam. Gas 1 - H220	P2 / Não	3,3 (valor aproximado)
	Piperack de Gás de Síntese para U-300		Pressão 0,4 bar Temp. 40ºC				
	Piperack de Gás de Síntese para a unidade de U-320		Pressão 33 bar Temp. 50ºC				
	Piperack de Gás de Síntese Purificado para a unidade de U-410		Pressão 33 bar Temp. 50ºC				
	Área de Compressão de Gás Síntese		Pressão 32 - 73 bar Temp. 50 - 92ºC				
Linhas	Rede de Gás Natural	Gás natural	Pressão 0,3 bar Temp. ambiente	Gasoso	Flam. Gas 1 - H220	P2 / 18 - Gases inflamáveis liquefeitos, categoria 1 ou 2 (incluindo GPL) e gás natural	2,5 (valor aproximado)

Equipamento (tipologia, volume útil e indicação de n.º de equipamentos semelhantes)	Identificação em planta	«Substância perigosa»	Condições (Pressão e Temperatura)	Estado físico	Classificação	Categorias de perigo/Substância designada	Quantidade (tonelada)
2 Reservatórios atmosférico com 0,5 m^3 cada + 2 depósitos motobombas	TAG:74-V-001 e TAG:11-V-002 e depósitos na área da U630	Gasóleo	Pressão atmosférica Temp. ambiente	Líquido	Flam. Liq. 3 - H226, Aquatic Chronic 2 - H411	P5c e E2 / 34 — Produtos petrolíferos e combustíveis alternativos, c) Gasóleos (incluindo combustíveis para motores diesel, fuelóleos domésticos e gasóleos de mistura)	0,845 + 1,9
1 Tanque de armazenamento de 43m^3 TAG: 58-D-002	U580 – Fornecimento de Químicos para a Unidade de Gaseificação	Ácido fórmico 85%	Pressão atmosférica Temp. ambiente	Líquido	Acute Tox. 3 - H331	H2 / Não	51,6
1 Tambor plástico de 200 L 1 Embalagem de plástico 25 L	U910&U920	Ácido fórmico 30%	Pressão atmosférica Temp. ambiente	Líquido	Acute Tox. 3 - H331	H2 / Não	0,2409
1 Leito de proteção de 8,1 m^3 TAG: 41-R-001	U410 – Compressão de Gás de Síntese (Alta Pressão)	Catalisador Actisorb (ZnO, CuO)	Pressão 72 barg Temp. 233ºC	Sólido	Aquatic Acute 1 - H400 Aquatic Chronic 1 - H410	E1 / Não	13
Conversor de síntese de 21 m^3	U420 – Síntese de Metanol	MEGAMAX® 800 Tab 6x4 – Síntese (ZnO, CuO, Al2O3)	Pressão 72 barg Temp. 233ºC	Sólido	Aquatic Acute 1 - H400 Aquatic Chronic 1 - H410	E1 / Não	22,1
2 Tambores de plástico de 200 L	U910&U920 e U530	Hipoclorito de sódio	Pressão atmosférica Temp. ambiente	Líquido	Aquatic Acute 1 - H400 Aquatic Chronic 1 - H410	E1 / Não	0,504
1 IBC de 1 m3	U540	Aminas	Pressão atmosférica Temp. ambiente	Líquido	Aquatic Chronic 1 - H410	E1 / Não	1
3 garrafas de 20 L	U710	Acetileno	Pressão atmosférica Temp. ambiente	Gasoso	Flam. Gas 1 - H220	P2 / 19 - Acetileno	0,0120

1.2 Descrição das atividades

Conforme referido anteriormente, o Projeto da CapWatt Hymethanol West Coast, Unipessoal, Lda., designado HyMeOH, no âmbito do presente estudo, diz respeita a um estabelecimento de produção de metanol renovável que irá utilizar biomassa residual e hidrogénio renovável como matérias-primas principais.

A unidade HyMeOH terá como atividade principal a fabricação de outros produtos químicos orgânicos n.e. (CAE 20144), com a capacidade instalada de produção de 10,43 t/h de metanol renovável, que corresponde a 91 367 t/ano na base de 24 horas/dia e 365 dias/ano.

Como secundárias, inclui as seguintes atividades:

- CAE 20110 – Fabricação de gases industriais (hidrogénio, oxigénio, azoto e árgon);
- CAE 35123 – Produção de eletricidade de origem solar;
- CAE 35125 – Produção de eletricidade de origem geotérmica e de outra origem renovável;
- CAE 35301 – Produção e distribuição de vapor, água quente e fria e ar frio por conduta.

O estabelecimento irá funcionar em regime de 3 turnos, 24 horas/dia e 7 dias por semana.

O estabelecimento incluirá as seguintes unidades principais de acordo com a Planta de Implantação Geral, incluída no Apêndice 1:

- U110 – Armazenagem de Biomassa;
- U210, U220 e U230 – Gaseificação de Biomassa, Depuração do Gás de Síntese e Recolha e Armazenagem de Cinzas;
- U310, U320, U330, U340, U350, U360 e U370 – Compressão de Média Pressão do Gás de Síntese, Preparação do Gás de Síntese (Adsorção) e Compressão de Co-Alimentação, Filtros de Adsorção de HCl, Filtros de Adsorção de H_2S, Oxidação Catalítica Regenerativa e Compressão de CO_2;
- U410 e U420 – Compressão de Alta Pressão do Gás de Síntese e Síntese de Metanol;
- U430, U440 e U450 – Destilação de Metanol, Armazenagem Intermédia de Metanol, Armazenagem de Produto Final e Estações de Carga;
- U650 – Unidade de Separação de Ar (ASU);
- U810 – Eletrólise da Água;
- U910, U920 e U670– Tratamento e Armazenamento de Águas e Estação de Bombagem de Águas;
- U510 – Abastecimento de Gás Natural;
- U530 – Sistema de Arrefecimento de Água;
- U540 – Sistema de Produção de Vapor e Cogeração;
- U550 e U560 – Abastecimento de Água Potável e Fornecimento de Água de Processo;
- U570 – Armazenamento de Óleo Fusel;
- U580 – Armazenamento de Químicos;
- U590 – Sistema de Aquecimento;
- U610 – Flare;
- U620 – Subestação Elétrica;
- U630 – Sistemas de Combate e Extinção de Incêndios;
- U640 – Sistemas de Controlo Processual;
- U660 – Sistema de Ar Geral e de Instrumentos;
- U740 – Transformação e Distribuição de Energia Elétrica.

1.2.1 Descrição do processo

1.2.1.1 U110 - Armazenagem de Biomassa

A biomassa florestal residual a ser utilizada na unidade HyMeOH será previamente tratada num projeto correlacionado, cuja instalação é denominada "*Unidade de Receção, Preparação e Armazenagem de Biomassa Residual*", a explorar pela Capwatt Forest Ventures, Unipessoal, Lda.

Esta biomassa pré-tratada (destroçada, seca e calibrada) é alimentada à fábrica de metanol por um tapete transportador e armazenada em dois silos. Cada silo está equipado com um parafuso de descarga, que alimentam transportadores de correntes de ligação ao gaseificador de biomassa.

1.2.1.2 U210, U220 e U230 – Gaseificação de Biomassa, Depuração do Gás de Síntese e Recolha e Armazenagem de Cinzas

Tecnologia de Gaseificação

A gaseificação de biomassa é um processo termoquímico de conversão de matéria orgânica em gás de síntese, rico em hidrogénio (H_2) e monóxido de carbono (CO), que pode ser utilizado tanto para a produção de energia como matéria-prima para a indústria química.

Existem múltiplas tecnologias disponíveis, cada uma apresentando características que as tornam mais ou menos adequadas para determinadas aplicações. Entre as tecnologias de gaseificação da biomassa, destacam-se como principais as tecnologias de leito fixo, de leito fluidizado (borbulhante e circulante) e de fluxo arrastado, cada uma com o seu próprio "estado da arte", em termos de desenvolvimento e aplicação industrial.

A tecnologia de gaseificação em leito fluidizado da *Sumitomo Foster Wheeler* (SHI FW) foi escolhida, pois assegura um menor consumo de hidrogénio, bem como um rácio mais elevado de produção de vapor. Estes pontos-chave revelam um maior potencial de integração térmica e elétrica. Além disso, a SHI FW oferece uma pressão de funcionamento mais baixa, bem como um CAPEX numa gama moderada.

Processo (U210 e U220)

A biomassa seca é alimentada ao sistema de gaseificação, juntamente com componentes essenciais como o oxigénio (cerca de 30% é proveniente do sistema de eletrólise da água, enquanto o restante é produzido numa unidade ASU), vapor (produzido com a utilização de água purificada da Estação de Tratamento de Águas), areia (maioritariamente recuperada das cinzas) e calcário (melhora as propriedades do leito fluidizado e ajuda a quebrar os alcatrões no gaseificador) e CO_2 e N_2, que funcionam como elementos de inertização.

O arranque do sistema de gaseificação é efetuado com a utilização de gás natural através dois queimadores de 4,5MW cada perfazendo um total de 9MW.

A mistura de oxigénio e vapor é introduzida no gaseificador através dos bicos da grelha. Se necessário, alguns fluidificantes podem ser alimentados como gás secundário na parte superior do reator. A matéria-prima sólida, bem como os materiais do leito, são alimentados na parte inferior do gaseificador. As cinzas de fundo são removidas do reator através de aberturas na grelha e mediante parafusos de extração são direcionados para um silo de cinzas de fundo. O calcário e a areia são utilizados como materiais do leito. No modo de funcionamento normal, o gás de síntese

sai do gaseificador através de um ciclone, com uma ligeira sobrepressão e a uma temperatura de 850-900°C, para os sistemas de arrefecimento e limpeza a jusante.

No leito fluidizado, a biomassa reage com agentes oxidantes a uma temperatura elevada (850°C), produzindo um gás de síntese composto principalmente por H_2, CO e CO_2, fundamentais para a síntese do metanol.

Este gás de síntese é arrefecido no primeiro permutador de calor, passa depois por filtros para remover as cinzas volantes e segue para o reformador catalítico, onde os alcatrões se decompõem em moléculas mais leves. O arrefecimento adicional ocorre num segundo permutador de calor.

Apesar da energia potencial presente na biomassa ser de 92,6 MWt (massa x PCI), como na Gaseificação apenas se verifica uma oxidação parcial, deve considerar-se que a potência térmica nesta unidade é de 30,2 MWt, correspondente ao vapor de alta pressão aí produzido.

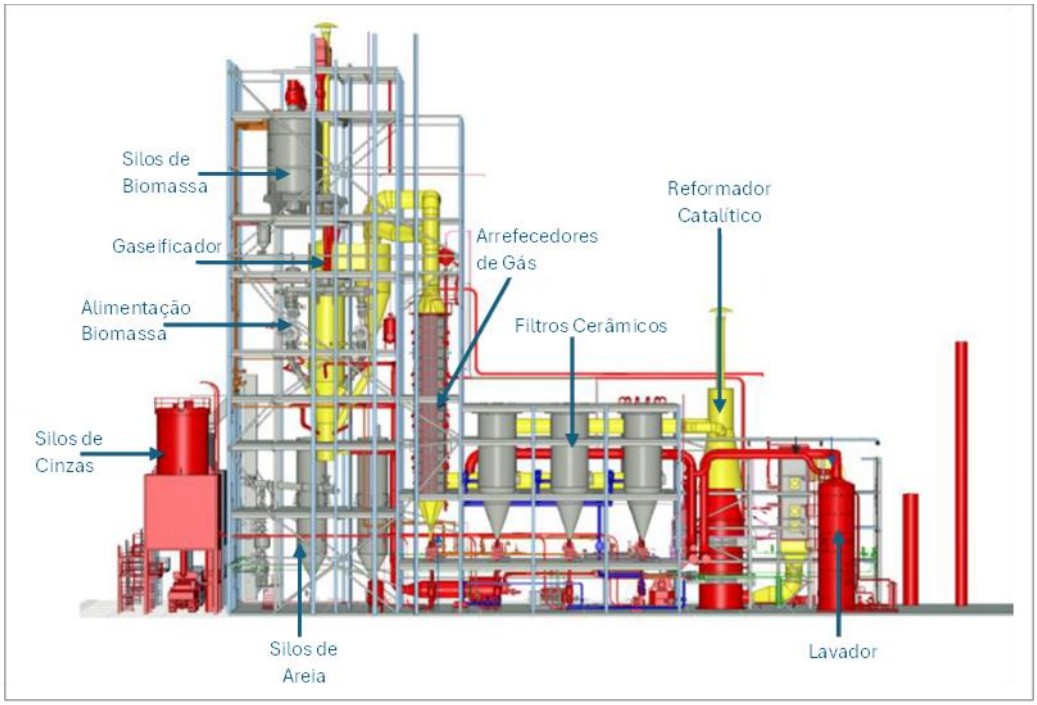


Figura 1 - Desenho esquemático do sistema de gaseificação e depuração do gás de síntese

Finalmente, o gás de síntese entra num sistema de depuração (*scrubber*) com tratamento ácido-base para remover os principais contaminantes. A água gerada durante a lavagem é enviada para a Estação de Tratamento de Águas. As cinzas recuperadas do processo são recolhidas em silo.

Descreve-se a seguir com maior detalhe o sistema de depuração de gás de síntese (U220), que inclui arrefecedores de gás, sistema de remoção de partículas, reformador catalítico de alcatrão e lavador (*scrubber*).

- ***Arrefecedor de gás I:*** O arrefecedor de gás de síntese I é do tipo de passagem lenta com paredes de membrana. Para reduzir as incrustações, o arrefecedor está equipado com martelos de mola, que removem mecanicamente os depósitos das superfícies de transferência de calor do arrefecedor. As cinzas recolhidas são descarregadas do fundo do arrefecedor por um transportador helicoidal, arrefecido a água, para um silo de cinzas.
- ***Filtro de gás quente:*** Antes do sistema catalítico de remoção de alcatrão, as partículas são removidas do gás num sistema de filtros. O sistema de filtragem é constituído por vários

recipientes de filtragem equipados com mangas fabricadas em material cerâmico. Este tipo de filtro é muito eficiente, quase um filtro absoluto de gás, ou seja, que elimina praticamente todas as partículas presentes no gás. As cinzas volantes separadas são extraídas do cone inferior do filtro arrefecido a água para um silo de cinzas.

- ***Sistema reformador catalítico de alcatrão:*** O gás de síntese, filtrado a 550°C, é alimentado ao reformador para reduzir o teor de alcatrão com adição de oxigénio/vapor. O reformador tem vários leitos catalíticos e as reações são controladas através do ajuste da temperatura à saída de cada leito catalítico. As reações do reformador são tanto endotérmicas como exotérmicas e o gás de síntese sai do reformador a cerca de 850-900°C.
- ***Arrefecedor de gás II:*** O segundo arrefecedor foi concebido para gás limpo e não está equipado com nenhum dispositivo de sopro de fuligem, enquanto o conjunto de arrefecimento é muito compacto, permitindo uma transferência de calor muito eficiente.

  A temperatura de entrada do gás, após o reformador, é de cerca de 870°C e a temperatura de saída é da ordem dos 130-150°C. O calor é removido através da produção de vapor de alta pressão (AP) a 60 bar (a).
- ***Depurador (scrubber):*** O gás de síntese é arrefecido, seco e depois é parcialmente limpo de componentes ácidos e alcalinos. A unidade de depuração (lavador ou *scrubber*) é constituída por uma coluna de absorção de leito fixo em contracorrente e um sistema de circulação de água em duas fases. A água do gás de síntese é maioritariamente condensada e o gás é arrefecido até 30-40°C. O sistema de depuração separa os componentes ácidos e alcalinos do fluxo de gás, sem haver libertação de gases para a atmosfera, proveniente da U540 (vapor BP). Se necessário, para melhorar a captura de HCl e H_2S, pode ser adicionada soda cáustica (NaOH) ao lavador. A água condensada da corrente gasosa é enviada para o sistema de tratamento de águas.

Foi considerada a instalação de uma *flare* que será utilizada no arranque do gaseificador e em situações de emergência, em que o gás de síntese tem de ser extraído para evitar situações de sobrepressão.

Recolha e Armazenagem de Cinzas (U230)

Os resíduos gerados nas U210 e U220 são recolhidos separadamente e enviados para valorização no exterior, de acordo com as suas características. Assim, os resíduos gerados no gaseificador podem ser divididos em cinzas de fundo do gaseificador e cinzas volantes dos funis dos permutadores de arrefecimento e da filtragem do gás de síntese.

1.2.1.3 U310, U320 e U330 – Compressão do Gás de Síntese (MP), Preparação do Gás de Síntese (Adsorção - PSA) e Compressão

Tecnologia PSA

Desde há muitos anos, a tecnologia de adsorção (PSA - *Pressure Swing Adsorption*) tem sido utilizada em várias indústrias na purificação de ar (produção de azoto e oxigénio, purificação de hélio, hidrogénio, biogás, ou CO_2, por exemplo), bem como na purificação de gás de síntese.

No presente caso, optou-se pela tecnologia da *Honeywell* UOP, adequada para operar em diferentes condições de pressão e de caudal. Este sistema é constituído constituída por 8 colunas e

especialmente projetada para a separação de CO_2, CO, H_2 e traços de contaminantes na corrente do gás de síntese.

Descrição de Processo

O gás de síntese é inicialmente comprimido a cerca de 33,5 bar pelo compressor de média pressão (MP), antes de entrar na unidade de PSA, devendo-se ao facto de que a tecnologia é mais eficiente quanto maior for a pressão do sistema.

A unidade PSA funciona da seguinte forma:

- **1ª Fase – Adsorção/Purificação:** O gás de síntese que contém um componente indesejado (CO_2) é alimentado a uma coluna com um adsorvente, ou seja, um material esférico ou cilíndrico, com 3-6 mm de diâmetro, que é extremamente poroso e tem afinidade química com o componente que se quer separar. A alimentação à coluna é efetuada pelo fundo, com o fluxo a realizar-se no sentido ascendente. À medida que o gás circula na coluna, o CO_2 vai ficando retido (adsorvido) nos poros do adsorvente, e os restantes componentes permanecem no gás de síntese e vão saindo pelo topo da coluna (gás de síntese puro).

  Ao fim de um determinado tempo (denominado ciclo), a coluna fica saturada, isto é, os poros do adsorvente ficam saturados de CO_2. Nesta altura, corta-se a alimentação e troca-se de coluna, pelo que o processo de adsorção passa a ser efetuado numa coluna que esteja regenerada, com os poros livres de contaminantes.

- **2ª Fase – Despressurização/Regeneração:** Após a coluna estar saturada de CO_2, é necessário efetuar a sua regeneração.

  Como o fenómeno de adsorção dos contaminantes nos poros da coluna se verifica devido à afinidade química e à pressão do sistema, o fenómeno oposto, de dessorção, consegue-se quando se reduz a pressão do sistema, ou seja, quando a pressão desce e os contaminantes que estão nos poros libertam-se e ficam nos interstícios da coluna.

  Portanto, o passo de regeneração começa com a despressurização da coluna. Esta despressurização é efetuada em várias etapas. Primeiro, despressuriza-se parte do gás que está na coluna saturada para outra coluna, que esteja a baixa pressão (esta etapa denomina-se de equalização). A lógica desta etapa é despressurizar a coluna saturada, pressurizar outra coluna que esteja a preparar-se para a fase de adsorção, e recuperar alguma quantidade de gás de síntese depurado (H_2 e CO), que se encontra também nos interstícios da coluna.

  Após uma ou duas etapas de equalização, a coluna passa por uma etapa de purga, em que uma pequena parte do gás depurado é alimentada pelo topo da coluna, de modo a remover o CO_2 presente que sai pelo fundo (também chamado de *blowdown/purge*). Nesta altura, a coluna encontra-se regenerada, livre de gases contaminantes, e irá começar a preparar-se para a fase de adsorção/purificação, através de pressurizações sucessivas até se atingir a pressão de adsorção.

O sistema PSA funciona de forma contínua, embora cada coluna isolada tenha um funcionamento intermitente. A figura seguinte ilustra as etapas a que cada coluna é submetida durante um ciclo completo.

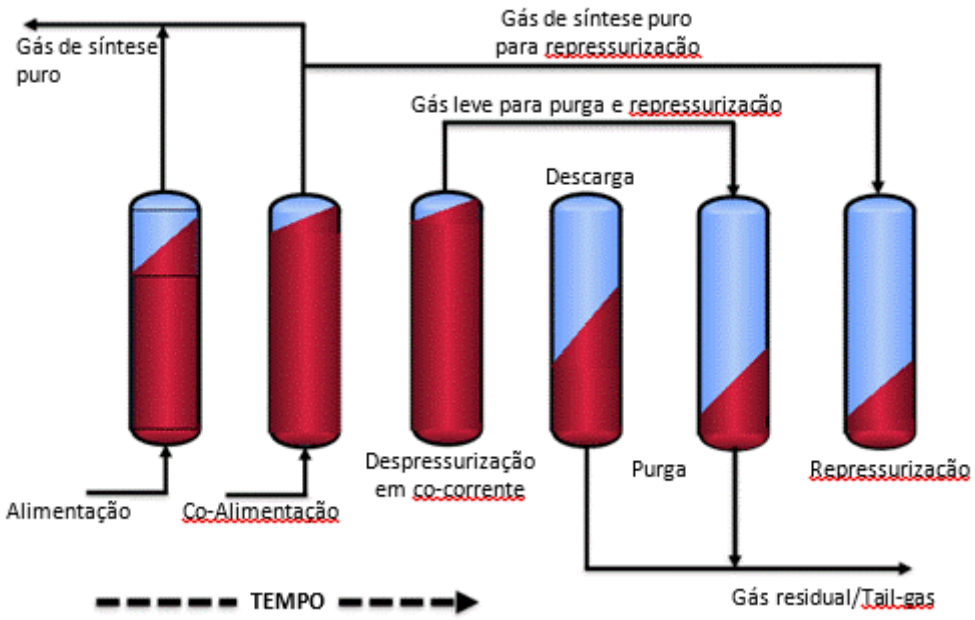


Figura 2 - Etapas de um ciclo completo do sistema PSA

Assim, apesar de cada coluna apenas estar a produzir gás durantes duas etapas (Alimentação e Co-Alimentação), logo que essas etapas terminem numa das colunas, outra estará a iniciar as mesmas etapas, tornando contínuo o processo de purificação do gás de síntese.

Após a unidade de PSA, o gás de síntese depurado do CO_2 (maioritariamente CO e H_2), segue para a unidade de síntese de metanol. A fração retida no PSA é o gás residual (*Tail-gas*), que sai como gás de exaustão, sendo que uma fração desta corrente vai ser pressurizada num compressor.

Este compressor tem como propósito repressurizar parte da corrente que sai por baixo da coluna de adsorção, a pressão quase atmosférica, para voltar a alimentá-la ao PSA.

Esta etapa é denominada por Co-alimentação (*Co-feed)*, e tem como objetivo sobrecarregar a parte inferior da coluna com CO_2 e "empurrar" uma parte dos componentes leves (CO e H_2) que ainda estejam presentes na coluna para sair como gás de síntese puro, aumentando assim a sua recuperação.

1.2.1.4 U340, U350, U360 e U370 – Tratamento do Gás Ácido Residual (Filtros de Adsorção de HCl, Filtros de Adsorção de H_2S, Oxidação Catalítica Regenerativa e Compressão de CO_2)

Tecnologia

A tecnologia de remoção de contaminantes do *Tail-gas* (*AGT – Acid Gas Treatment*) está devidamente comprovada, permitindo obter as seguintes concentrações de contaminantes:

- COV - < 20 mg/Nm^3;
- C_6H_6 - < 1 mg/Nm^3;
- HCl - < 10 mg/Nm^3;
- NOx - < 30 mg/Nm^3;
- H_2S - < 5 mg/Nm^3.

O processo de tratamento incorpora tecnologias de filtração avançada e de oxidação catalítica, incluindo a utilização de óxido de alumínio para remoção do HCl, carvão ativado para a remoção de H_2S e COS e um catalisador com base em Paládio no reator de oxidação.

Descrição de Processo

A primeira fase de tratamento utiliza dois filtros em paralelo de óxido de alumínio ativado para remoção do HCl. A segunda fase dispõe de filtros de carvão ativado (3 pares em paralelo) para adsorver H_2S e COS, cuja filtração é conseguida por adsorção química.

Por último, o reator de oxidação catalítica, com um catalisador à base de Paládio, oxida o CH_4, C_6H_6, CO, H_2, e NH_3 em CO_2, H_2O e NOx, com uma operação próxima da pressão atmosférica e a uma temperatura de cerca de 500 ºC. Como medida de integração de calor, um permutador de calor efetua o pré-aquecimento da corrente de alimentação ao reator, com o arrefecimento da corrente de saída, enquanto um aquecedor elétrico fornece o calor necessário ao arranque do reator. É efetuada a adição de oxigénio para assegurar o processo de oxidação catalítica, e é utilizado também na decomposição do H_2S em enxofre elementar nos filtros de carvão ativado.

A corrente de saída do oxidador catalítico, essencialmente constituída por CO_2, é depois comprimida para ser utilizada como gás inerte na gaseificação da biomassa.

1.2.1.5 U410 e U420 – Compressão do Gás de Síntese e Síntese de Metanol

Tecnologia

A síntese de metanol é uma conversão catalítica de gás de síntese, contendo principalmente hidrogénio (H_2) e monóxido de carbono (CO), num processo em fase gasosa. Os catalisadores são normalmente constituídos por cobre, óxido de zinco, óxidos de alumínio e de magnésio.

O processo comercial convencional em fase gasosa efetua a conversão em reatores de leito fixo a alta pressão. Dependendo do fornecedor do catalisador, a reação de síntese é normalmente realizada a cerca de 40 a 120 bar e de 200 a 300°C. A reciclagem de uma parte importante do gás de processo, rico em H_2, modera o aumento da temperatura no reator adiabático. A concentração de CO à entrada do reator é normalmente limitada a cerca de 10-15%, após diluição com H_2 reciclado.

As reações principais no reator de metanol são as seguintes:

$$2\ H_2 + CO \rightarrow CH_3OH$$

$$CO_2 + 3\ H_2 \rightarrow CH_3OH + H_2O$$

$$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$$

Uma vez que as reações referidas são altamente exotérmicas, a conceção do reator é crucial para determinar a forma como o calor é removido do fluxo de gás.

Dado que a Síntese de Metanol é o "coração" da Unidade de HyMeOH, foi desenvolvido um processo de avaliação rigoroso para se selecionar a tecnologia ideal.

Assim, foi escolhida a tecnologia da *Casale*, que apresenta as seguintes vantagens em relação a outros licenciadores:

- Menor pressão de operação, exigindo menor compressão do gás de síntese, o que significa menor consumo de energia;
- Maior conversão por passagem, exigindo uma proporção menor de gás de reciclagem/gás de reposição, portanto, são necessários compressores e uma unidade de recuperação de hidrogénio de menor capacidade;
- Apresenta maior geração de vapor por tonelada de metanol produzido, cobrindo cerca de 72% do consumo de vapor da unidade, ou seja, menor consumo de vapor de baixa pressão a ser importado da unidade de geração de vapor.

Descrição de Processo

O gás de síntese da PSA, complementado com hidrogénio da Unidade de Eletrólise, são combinados com o hidrogénio da unidade de recuperação de hidrogénio (HRU), antes de serem alimentados ao compressor de gás de síntese (U410).

O gás de alimentação misturado é comprimido até cerca de 63,9 bar(g) num compressor de dois estágios.

A descarga da primeira fase do compressor de gás de síntese passa por um filtro de enxofre (*Sulphur Guard Bed*) para assegurar a remoção de quaisquer compostos de enxofre que possam envenenar o catalisador, sendo depois encaminhada para a segunda fase do compressor + fase de circulação.

Uma vez que a conversão do gás de síntese em metanol é limitada pelo equilíbrio por passagem no reator, a síntese do metanol é organizada como um ciclo, reciclando o gás de síntese que não reagiu. O fluxo total do gás de síntese fresco é misturado com o gás de reciclagem do circulador, antes de ser aquecido no permutador de alimentação/saída do reator.

As reações de síntese do metanol têm lugar sobre um catalisador de cobre-zinco e são as seguintes:

$$CO + 2H_2 \leftrightarrow CH_3OH$$

$$CO_2 + 3H_2 \leftrightarrow CH_3OH + H_2O$$

O principal subproduto é o etanol (C_2H_5OH), mas também se formam álcoois mais pesados, como o propanol (C_3H_7OH) e o butanol (C_4H_9OH). Esta mistura, designada por óleo fúsel, é armazenada em tanques (U570) e posteriormente expedida como resíduo. Existem também vários subprodutos ligeiros, como o éter dimetílico DME (CH_3OCH_3), aldeídos e cetonas obtidos no topo da primeira etapa de destilação primaria. Estes compostos são misturados com os gases residuais da Unidade de Recuperação de Hidrogénio, originando a corrente gasosa designada por fuel gas, que é enviada para a unidade de cogeração (U540).

O gás de alimentação entra no reator e flui diretamente para a zona isotérmica do catalisador, onde tem lugar a reação de síntese do metanol.

À medida que o gás atravessa a zona isotérmica, a reação prossegue enquanto a temperatura é mantida quase constante, libertando o calor da reação para as placas, onde é gerado vapor de média pressão. As placas de permuta de calor no interior do reator de metanol funcionam como uma caldeira. A água de alimentação em ebulição, a 110°C e 56 bar (g), é enviada para o tambor de vapor do reator e a circulação nas placas de permuta (dentro do reator) é assegurada por bombas.

O metanol bruto é separado num reservatório (HP), onde os vapores contendo reagentes não convertidos são reciclados de volta para o circuito de síntese, através de um compressor de recirculação.

Uma corrente de gás de purga é removida do gás de reciclagem para controlar o nível de inertes do circuito e é enviada para o depurador de gás de purga, onde é lavada por uma corrente de água de fundo da destilação para recuperar o metanol produzido. O caudal total do gás de purga, lavado no topo da coluna, depois de aquecido a uma temperatura adequada, é enviado para a U420 - Unidade de Recuperação de Hidrogénio (HRU) para recuperar o hidrogénio, que é reciclado de volta para a aspiração da primeira fase do compressor de gás de síntese. O gás residual da U420 é enviado como combustível para a alimentação da unidade de cogeração (U540), que produz energia elétrica e térmica renovável para o processo.

O metanol bruto que sai do separador HP é filtrado para separar as ceras, se presentes, e é depois descarregado num separador *flash*, onde os vapores são lavados em contracorrente pela mistura de água e metanol do depurador de gás de purga. Os vapores *flash* são enviados para utilização também como combustível na U540 e o metanol bruto segue para a secção de destilação.

1.2.1.6 U430 e U440 – Destilação, Armazenagem Intermédia de Metanol

Descrição de Processo

Para além de água, há outros produtos químicos orgânicos sintetizados em pequenas quantidades, juntamente com o metanol, que são condensados e recolhidos com o metanol bruto. Estes produtos químicos, juntamente com a água, são separados do metanol na secção de destilação para se obter metanol purificado, adequado aos requisitos do grau IMPCA exigido.

Separação dos componentes leves do metanol bruto

Os componentes mais voláteis do que o metanol são separados na coluna de cobertura, alimentada com o metanol bruto proveniente do circuito de síntese.

O metanol bruto é pré-aquecido e doseado com soda cáustica, antes de passar para a coluna de destilação primária. A adição de soda cáustica ao metanol bruto tem dois objetivos principais, ou seja, em primeiro lugar auxilia a separação de alguns dos subprodutos leves na coluna de cobertura e, em segundo lugar, é utilizada para controlar o pH na coluna de refinação, equilibrando a acidez dos ácidos orgânicos formados, permitindo que o sistema de destilação seja fabricado em aço-carbono.

A coluna de destilação primária remove os gases dissolvidos (principalmente CO_2) e alguns produtos leves do metanol bruto. O calor necessário para a coluna de cobertura é fornecido pela rede de vapor de baixa pressão (5 bar) da U540. A pressão de funcionamento no topo da coluna é de cerca de 0,6 bar (g).

Os vapores do reservatório de refluxo da coluna de cobertura, normalmente designados por produtos leves, são aspirados por um ejetor de sucção, que usa como fluido motriz o gás residual proveniente da unidade de recuperação de hidrogénio (HRU), que permite a sua utilização como combustível na U540. O metanol bruto é transferido por bombagem para a coluna de refinação.

Refinação

A coluna de refinação funciona a cerca de 1,2 bar (g). O calor necessário para aquecer o fundo da coluna é fornecido pela rede de vapor de baixa pressão (5 bar (g)) da U540. Assim, o sistema de

aquecimento das colunas de destilação primária e de refinação utilizam vapor da rede de baixa pressão da unidade U540.

Os vapores que saem do topo da coluna de refinação são totalmente condensados por um condensador. O refluxo condensado é recuperado no tambor de refluxo da coluna de refinação e reciclado para a secção superior da coluna pelas bombas de refluxo da coluna de refinação.

O metanol refinado é retirado do segundo tabuleiro a partir do topo, arrefecido e finalmente enviado para os tanques de armazenagem de metanol. O teor de etanol e água nos fluxos de metanol refinado é medido por analisadores adequados. As impurezas mais pesadas (principalmente álcoois de peso molecular superior) são removidas do meio da coluna e encaminhadas para um tambor, onde são purgadas como óleo fúsel e transferidas para dois tanques de armazenagem com a capacidade de 96 m^3 cada (U570).

A água contida no metanol bruto é separada e removida do fundo da coluna e depois parte da água é transferida por bombagem para a Estação de Tratamento de Águas e a outra parte é arrefecida a 50°C e repartida para ser enviada como água de lavagem para a área do gás de purga e para a coluna de recuperação de metanol dos tanques.

Armazenagem de Metanol Bruto e Verificação de Metanol Puro (U440)

O sistema de armazenamento inclui um tanque de armazenagem de metanol bruto com a capacidade de 584 m^3 (cerca de 36 horas de autonomia) e dois tanques de controlo de metanol puro, com a capacidade de 602 m^3 cada (45 horas de autonomia cada) com as respetivas bombas.

Todos os tanques dispõem de manta de selagem com azoto para evitar a saída de metanol dos tanques durante o seu enchimento, ou com o rápido aumento da temperatura ambiente. Além disso, em caso de falha do azoto, os tanques estão protegidos contra condições de vácuo/sobrepressão através da instalação de dispositivos de segurança.

O tanque de metanol bruto irá dispor de teto fixo cónico, enquanto os tanques de controlo de metanol puro são tanques de teto fixo, equipados com tetos flutuantes internos para limitar as perdas de metanol.

Os tanques de metanol vão ser instalados em bacias de contenção devidamente impermeabilizadas com capacidade para conter a totalidade do metanol que pode ser armazenado. As bacias de contenção estão ligadas ao sistema de drenagem de águas oleosas através de uma válvula normalmente fechada para recolha de eventuais derrames. Durante os períodos de chuva, as águas pluviais podem ser drenadas para a rede de águas oleosas por abertura das válvulas.

Durante o funcionamento normal da instalação, o metanol bruto sintetizado é enviado diretamente para a unidade de destilação, onde é refinado com base na especificação de grau IMPCA exigida.

O metanol bruto, que normalmente é encaminhado diretamente para a unidade de destilação, pode ser armazenado no reservatório de metanol bruto e, consequentemente, permite o funcionamento independente da síntese de metanol da unidade de destilação.

O metanol fora de especificação, proveniente dos tanques de controlo de metanol puro, será armazenado no tanque de metanol bruto, antes de ser reprocessado na unidade de destilação. Outras fontes para o tanque de metanol bruto são os fluxos de metanol residual, os quais são recolhidos num tanque específico. Esta medida permite minimizar os resíduos e maximizar a recuperação do metanol.

O metanol bruto contém alguns gases dissolvidos, pelo que, quando o metanol bruto é enviado para o respetivo tanque, os gases são libertados para a atmosfera. Para reduzir tanto quanto possível esta libertação, os gases são lavados em contracorrente com água do fundo da coluna de refinação, encaminhada depois para a coluna de recuperação de metanol e recirculada para o tanque de metanol bruto.

Os dois tanques de controlo de metanol puro, com a capacidade de 602 m^3 cada, foram dimensionados para armazenar o metanol durante 45 horas (por cada tanque) durante o funcionamento normal da fábrica. Foram projetados com um teto cónico, dispondo de um teto interno flutuante e duas bombas de metanol.

Durante o funcionamento normal, o metanol da unidade de destilação é enviado para o tanque disponível de controlo de metanol puro, enquanto o produto é transferido do tanque de armazenamento cheio para os tanques finais de metanol puro (produto final).

Durante o arranque da unidade de destilação, ou em condições de funcionamento anómalas, a qualidade do produto final não consegue cumprir as especificações exigidas.

Neste caso, o metanol fora de especificação é enviado para um dos tanques de controlo de metanol puro e depois, através das bombas de metanol, para o tanque de metanol bruto, para ser enviado de volta para a unidade de destilação.

1.2.1.7 U450 – Armazenagem de Produto Final e Expedição

Descrição de Processo

Tanques de produto final

Dos tanques de controlo, o metanol puro, de acordo com as especificações exigidas, é transferido por bombagem para três tanques de armazenagem de produto final, com a capacidade de 5 364 cada m^3.

Os tanques dispõem de manta de selagem com azoto para evitar a saída de metanol dos tanques durante o seu enchimento, ou o rápido aumento da temperatura ambiente. Além disso, em caso de falha do azoto, os tanques estão protegidos contra condições de vácuo/sobrepressão através da instalação de dispositivos de segurança.

Para minimizar as perdas de metanol, os tanques dispõem de teto flutuante.

Os tanques de produto final vão ser instalados em bacias de contenção devidamente impermeabilizadas com capacidade para conter a totalidade do metanol que pode ser armazenado. As bacias de contenção estão ligadas ao sistema de drenagem de águas oleosas através de uma válvula normalmente fechada para recolha de eventuais derrames. Durante os períodos de chuva, as águas pluviais podem ser drenadas para a rede de águas oleosas por abertura das válvulas.

A expedição de metanol vai ser efetuada por via ferroviária e rodoviária, enquanto a expedição de óleo fúsel apenas por via rodoviária.

Expedição de Metanol e de Óleo Fusel por via rodoviária

Para o transporte por via rodoviária, vão ser instalados duas ilhas de carga de camiões cisterna, junto dos respetivos reservatórios de armazenagem, dispondo de braços de carga, em que uma delas é exclusiva para metanol e a outra para óleo fusel de forma a evitar contaminações.

As linhas de alimentação de metanol e de óleo fusel são, respetivamente de 3" e 4", permitindo caudais de 80 e 50m^3/h, existindo também uma linha de equilíbrio de vapor que estabelece a ligação entre a cisterna de metanol e um sistema de recuperação dos vapores de metanol, de forma a evitar fugas para a atmosfera.

Assim, é possível efetuar a carga de duas cisternas em simultâneo, uma com metanol e a outra com óleo fusel com a capacidade unitária de cerca de 24 t.

As estações de carga irão dispor de sistemas de medição e controlo de caudal, pressão e temperatura, que permitirão efetuar o enchimento das cisternas com segurança.

Para além disso, o pavimento impermeabilizado vai ser construído com um declive invertido, ligado a um depósito subterrâneo de parede dupla, com espaço intersticial para deteção de fugas, com a capacidade de 10 m^3, através de uma válvula normalmente fechada.

No caso de ocorrer uma fuga de metanol, será recolhido no depósito e bombeado para a unidade de síntese de metanol para recuperação. O depósito está igualmente ligado ao sistema de drenagem de águas oleosas, permitindo que as águas pluviais sejam encaminhadas para a rede de águas oleosas através da abertura de válvula.

Expedição de Metanol por via ferroviária

Como a instalação adjacente da Sonae Arauco dispõe de um terminal ferroviário de ligação à linha da Beira Alta, a Capwatt vai instalar três estações de carga de metanol, junto desse terminal para permitir o enchimento de vagões cisterna de uma composição com 9 vagões, dispondo cada vagão de 3 contentores ISO, com capacidade unitária de cerca de 20 t, o que permite o transporte máximo de 540 t por composição.

Assim, existindo três ilhas, cada uma delas com um braço de carga, será possível efetuar o carregamento de 3 contentores ISO em simultâneo.

A linha de alimentação de metanol puro (produto final) é de 8", permitindo um caudal de 160 m^3/h, existindo também uma linha de equilíbrio de vapor que estabelece a ligação entre os contentores ISO e um sistema de recuperação de vapores de metanol, de forma a evitar fugas para a atmosfera.

As estações de carga irão dispor de sistemas de medição e controlo de caudal, pressão e temperatura, que permitirão efetuar o enchimento dos contentores com segurança.

Como os tanques de armazenagem de metanol não podem conter ar em contacto direto com o metanol, as linhas de equilíbrio de vapor de carga das cisternas e contentores ISO com metanol não podem ser ligadas aos tanques de armazenagem.

O processo de recuperação dos vapores de metanol das linhas de equilíbrio do enchimento das cisternas e contentores para transporte de metanol consiste na ligação da mistura de ar e de vapores de metanol da linha de equilíbrio a um filtro de carvão ativado, em que o metanol fica retido por absorção no carvão e o ar depurado é extraído pelo topo para a atmosfera.

Quando o carvão ativado de um dos filtros fica saturado com o metanol, um analisador do ar depurado deteta a presença de metanol e o sistema de controlo substitui o filtro de receção dos vapores de metanol para o modo de regeneração. Neste modo, é aplicado vácuo ao filtro através de uma bomba de vácuo, que liberta os vapores de metanol adsorvidos no filtro e os conduz a uma

coluna de absorção, onde esses vapores são condensados numa corrente de metanol líquido, com a sua recuperação para os tanques de metanol.

Assim, enquanto um dos filtros está em modo de regeneração, o outro filtro recebe a mistura de ar com vapores de metanol.

Os tabuleiros da via férrea serão ligados a um depósito subterrâneo com a capacidade de 25m3 equipado com uma bomba de drenagem, permitindo que as águas pluviais sejam transferidas para o sistema principal de drenagem de águas oleosas. No caso de fuga de metanol, será retido no depósito e bombeado para a unidade de síntese de metanol para recuperação.

Devido à transferência de metanol por tubagem sobre a via férrea entre a unidade HyMeOH e o terminal da Sonae Arauco, será necessário instalar um *pipe-rack*, com passagem pedonal para os trabalhadores.

1.2.1.8 U650 – Unidade de Separação de Ar (ASU)

Tecnologia

A unidade de separação de ar (*ASU – Air Separation Unit*), do tipo criogénico, constitui-se como uma tecnologia comprovada para a produção de gases industriais.

O processo ASU de destilação criogénica selecionado, ao contrário das tecnologias de PSA ou de membranas, para além de ser utilizado em instalações de elevada capacidade produtiva, permite obter gases de elevada qualidade, com níveis de pureza superiores a 99,5%, o que é essencial para otimizar a eficiência das reações na unidade de gaseificação.

A tecnologia selecionada permite reduzir a capacidade produtiva da ASU nos períodos de custo elevado de energia elétrica, com a utilização de parte dos produtos armazenados na unidade de gaseificação e, nos períodos de baixo custo, pode operar à capacidade máxima de produção.

Descrição de Processo

Como a produção de oxigénio na unidade de eletrólise da água (cerca de 3,4 t/h) não é suficiente para as necessidades na Unidade de Produção de Metanol e já que a instalação consome também azoto em diversas operações de inertização (cerca de 23 t/h), foi necessário considerar a instalação de uma unidade de separação de ar (*ASU – Air Separation Unit*)

A ASU terá uma capacidade anual de 51 084 675 Nm^3 e um consumo de energia elétrica de 43 800MWh/ano para produzir 73 000 t/ano de Oxigénio, na forma gasosa (GOX) e líquida (LOX) e 43 485 t/ano de Azoto, também na forma gasosa (GAN) e líquida (LIN), ambos os gases para consumo na unidade HyMeOH e 3 822 t/ano de Árgon para expedição na forma líquida, com as seguintes características de qualidade:

- O_2 (GOX e LOX) – mínimo de 99,6%;
- Azoto líquido – máximo de 10 ppm de O_2;
- Árgon líquido – 99,999% (10 ppm O_2+N_2).

Em termos processuais, o caudal de ar alimentado à ASU é de 42 000 Nm^3/h, o qual é filtrado e comprimido a 9,6 bar (g) num compressor de 3 estágios, isento de óleo, com sistema de arrefecimento do ar. De seguida, é arrefecido numa unidade de refrigeração, onde se condensa a maior parte da humidade presente no ar comprimido, antes da sua alimentação a filtros moleculares de adsorção, que funcionam, alternativamente, em regime de adsorção ou de

regeneração, com a adição de azoto residual das colunas de destilação. Os filtros moleculares removem o CO_2 e outros contaminantes, bem como a humidade residual presente no ar.

Após esta fase de pré-tratamento, o ar é alimentado a um compressor de recirculação e, de seguida, é arrefecido numa turbina de expansão, atingindo a temperatura de liquefação. Parte do ar liquefeito é alimentado pelo fundo à coluna de N_2, onde se acumula, criando uma camada de ar rico em oxigénio. A parte restante do ar liquefeito passa num permutador de calor, onde vaporiza e alimenta o compressor de recirculação.

Do topo da coluna de destilação de N_2, é removida a corrente de azoto líquido purificado e, após passar num permutador de calor, é enviada para o respetivo tanque de armazenagem, com a capacidade de 150 m^3. Obtém-se também uma corrente de N_2 gasoso, que é utilizada diretamente na Unidade de Produção de Metanol.

O azoto líquido armazenado no respetivo tanque tem duas funções na instalação:

- No caso de falha da unidade de separação de ar (ASU), manter o fornecimento de azoto gasoso, situação em que o azoto líquido passa por vaporizadores e é fornecido na forma gasosa aos vários consumidores da instalação;

No caso de necessidade de realizar uma paragem de emergência na instalação (p.e. falha de energia elétrica) com paragem da ASU, o azoto gasoso para inertização em vários equipamentos será proveniente do tanque de azoto líquido após passar nos vaporizadores.

Na parte intermédia da coluna de O_2, é removida uma corrente com Árgon e enviada para uma coluna independente, onde este produto se concentra. Desta coluna, o produto é alimentado a outras colunas, onde são removidos o O_2 e N_2 residuais, obtendo-se o Árgon puro. Com a utilização de um permutador de calor, na 4.ª coluna dedicada à purificação do Árgon, este produto é liquefeito e enviado para o respetivo tanque de armazenagem, com a capacidade de 60 m^3.

O oxigénio líquido, removido do fundo da coluna de O_2, é repartido, ou seja, uma parte passa num permutador de calor, sendo depois enviado para dois tanques de armazenagem com a capacidade de 2 x 150 m^3, mas a maior parte é vaporizado num permutador de calor para ser consumido na fase gasosa, nomeadamente na unidade de gaseificação.

O oxigénio líquido armazenado nos respetivos tanques tem a função de manter a instalação em funcionamento com a paragem da unidade de separação de ar (ASU), através da passagem por vaporizadores, sendo fornecido ao processo na fase gasosa. Neste modo de operação, será possível reparar a falha na ASU e voltar a reiniciá-la sem a necessidade de parar o processo.

O sistema de arrefecimento de alguns equipamentos (compressores, permutadores de calor, etc.) utiliza aeroarrefecedores de água em circuito fechado, não entrando em contacto com os produtos a arrefecer.

1.2.1.9 U810 – Eletrólise da Água

Tecnologia

O fornecedor da unidade de eletrólise da água para produção de hidrogénio renovável é a empresa *Green Hydrogen Systems*, que depois de mais de uma década de investigação e desenvolvimento, concebeu uma solução avançada de eletrólise da água, já com várias instalações à escala industrial.

Existem várias tecnologias disponíveis de eletrólise da água, tais como a Eletrólise Alcalina Pressurizada (PAWE), o Sistema de Membranas de Permuta de Protões (PEM), a Eletrólise Alcalina

(AWE) e a Célula de Eletrólise por Óxidos (SOEC). No entanto, tendo em conta critérios de eficiência, fatores de escala e de confiabilidade, a tecnologia PAWE apresenta elevados benefícios, tornando-se uma escolha convincente para instalações de elevada capacidade de produção de hidrogénio.

Assim, a tecnologia PAWE utiliza eletrolisadores como reservatórios de pressão, em que as reações eletroquímicas pressurizam o sistema. Assim, há vantagens significativas com a utilização desta tecnologia, de forma a obter-se uma redução do consumo de energia elétrica na produção de hidrogénio pressurizado.

O sistema PAWE funciona como a eletrólise alcalina tradicional (AWE), pois utiliza também uma solução alcalina de eletrólise, mas com a utilização de eletrolisadores para pressurização dos gases produzidos (hidrogénio e oxigénio), evitando a sua saída do sistema até se atingir a pressão desejada.

O aumento de pressão no sistema tem duas vantagens, em primeiro lugar, assegura que as bolhas de gás que se formam nos elétrodos ocupem menos espaço na superfície dos elétrodos, libertando assim espaço para uma maior reação, que se traduz numa melhor eficiência. Depois, o volume dos gases produzidos será menor, aumentando a condutividade elétrica do eletrólito, que se traduz também numa maior eficiência do sistema.

Assim, em relação à tecnologia AWE, os sistemas PAWE podem operar com mais elevadas densidades de corrente, ou seja, maior produção de gases para o mesmo consumo de energia elétrica, ou com maior eficiência para a mesma produção.

A instalação de eletrolisadores alcalinos pressurizados tem outros benefícios, designadamente a redução do investimento e dos custos de operação, por minimizarem os custos do equipamento de compressão do hidrogénio a jusante e os respetivos consumos de energia, bem como por ser minimizado o espaço necessário para os eletrolisadores.

Descrição do Processo

Está considerada a instalação de 5 módulos (4 em operação e 1 de reserva) com uma potência total de 30 MW.

O órgão principal da unidade é o módulo de processo, em que a água desmineralizada é convertida em hidrogénio e oxigénio na forma gasosa por via eletrolítica com a aplicação de corrente elétrica contínua.

O processo eletrolítico tem lugar em seis eletrolisadores (*stacks*), que existem em cada módulo de processo, que incluem também reservatórios separadores e *scrubbers*. Dos *scrubbers*, o oxigénio e o hidrogénio são conduzidos aos respetivos *vents* com pressão até 35 bar (g).

Cada eletrolisador inclui um ânodo e um cátodo com um diafragma que separa os gases, mas permite que os iões OH^- passem para o ânodo. As células estão cheias com um eletrólito, neste caso uma solução de hidróxido de potássio. Durante a eletrólise, formam-se bolhas de gás nos eletrolisadores, em que o hidrogénio é produzido no cátodo (pólo negativo) e o oxigénio é produzido no ânodo (pólo positivo).

A mistura de gases e de eletrólito dos eletrolisadores flui para os reservatórios separadores, um para a mistura com hidrogénio e o outro para a mistura com oxigénio, onde os gases se separam do eletrólito. Os gases seguem para os *scrubbers* e o eletrólito retorna para os eletrolisadores através de permutadores de calor e de bombas.

Um sensor de nível envia um sinal que controla o fornecimento de água para manter o balanço do sistema.

Em cada módulo de processo existem dois *scrubbers*, um para o hidrogénio e o outro para o oxigénio. Os *scrubbers* removem o eletrólito residual do hidrogénio e do oxigénio por lavagem com água. Assim, a lavagem com água reduz a concentração do eletrólito, assegurando uma elevada eficiência de remoção do eletrólito nos gases. A água adicionada nos *scrubbers* segue para os separadores, substituindo a água utilizada para produzir os gases, sendo também usada para arrefecer posteriormente os gases formados.

Existem dois tambores de ventilação em cada módulo de processo, um para o hidrogénio e o outro para o oxigénio. Os tambores de ventilação recolhem os drenos e a exaustão das válvulas de segurança. Os gases recolhidos nos tambores de ventilação são descarregados na atmosfera por tubagens.

A fração líquida dos tambores de ventilação (água desmineralizada e eletrólito dos drenos) é pressurizada por uma bomba que alimenta os *scrubbers*.

As bombas de eletrólito asseguram a circulação no sistema. Os permutadores de calor do eletrólito mantêm a temperatura desejada nos eletrolisadores, removendo o excesso de calor por circulação de água de arrefecimento em aeroarrefecedores.

A energia elétrica que alimenta os eletrolisadores é efetuada na forma de corrente contínua, que inclui um transformador de média voltagem, três retificadores e um quadro de baixa tensão para os consumidores auxiliares.

Por sua vez, o sistema de purificação de hidrogénio inclui um módulo de deoxo/secagem e um módulo de arrefecimento, de forma a reduzir a concentração de oxigénio e de água no fluxo de hidrogénio.

O reservatório de deoxo contém peletes catalíticas que promovem uma reação exotérmica entre o hidrogénio e o oxigénio ($2H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$ + calor).

O secador de hidrogénio inclui duas colunas com um material adsorvente para redução do teor de água. O material de adsorção vai ficando saturado com água, pelo que terá de ser regenerado periodicamente e, para manter a operação em contínuo, uma coluna opera em modo de adsorção e a outra coluna em modo de regeneração. Dois arrefecedores de gás removem a água e reciclam-na para o módulo de processo, através de um sistema de condensados.

1.2.1.10 U510 – Abastecimento de Gás Natural

Do PRM, ligado ao ramal da rede de gás natural da Floene, o gás natural segue por tubagem instalada em *pipe racks* para alimentação da caldeira de produção de vapor e dos queimadores de arranque da gaseificação, bem como alimenta em contínuo o piloto da *flare*.

1.2.1.11 U530 – Arrefecimento de Água

A unidade HyMeOH requer a existência de um sistema de arrefecimento de água, necessário para dissipar o calor de vários equipamentos do processo, designadamente da gaseificação, síntese de metanol, compressores de média pressão e de gás residual e eletrólise da água. Prevê-se necessário o arrefecimento de um caudal total de 1 800 m^3/h, de 45 para 35ºC e que depois deverá retomar aos equipamentos do processo de forma a garantir o seu correto funcionamento.

Devido à escassez de água na região, o sistema de arrefecimento de água será constituído por um sistema híbrido, que incorpora aeroarrefecedores secos, com *sprinklers,* seguidos de um aeroarrefecedor evaporativo. Esta solução combinada minimiza as perdas de água por evaporação e em purgas, pois apenas irá consumir água nos dias quentes com temperatura ambiente superior a 29°C.

Os aeroarrefecedores dispõem de um conjunto de permutadores de calor tubulares, em aço ao carbono e alhetas de alumínio, com arranjo horizontal e ventiladores instalados à superfície para promover o arrefecimento indireto com ar da água presente nos tubulares. Estes equipamentos têm, por módulo, 15 m de comprimento e 3,75 m de largura.

Os ventiladores têm sistemas de ajuste de velocidade para minimizar o consumo de energia. Os aeroarrefecedores secos podem funcionar como um sistema híbrido em condições extremas, ou seja, quando a temperatura ambiente for superior a 35°C, são cativados *sprinklers* de água para permitir o arrefecimento da água, obtendo-se uma temperatura na água de cerca de 41°C.

Em relação ao aeroarrefecedor evaporativo, irá funcionar principalmente nos dias de Verão, de forma a obter-se uma temperatura na água de 35°C, para posterior fornecimento aos consumidores de água acima mencionados. Este equipamento utiliza um sistema de arrefecimento evaporativo para dissipar o calor da corrente de água em circuito fechado com um sistema de condensação. A água quente circula nos tubulares, que são arrefecidos indiretamente com água que evapora parcialmente devido à transferência de calor. Os ventiladores, presentes no topo do equipamento, removem o vapor de água formado com a injeção de ar frio sobre os tubulares. A água que não evapora é recolhida numa bacia de 150 m^3 e depois é recirculada. Neste sistema, a quantidade de água evaporada e purgada, com base em 5 ciclos de concentração, é estimada, respetivamente em 80% e 20% do valor de água introduzida no sistema (*make-up*).

Assim, serão instalados seis aeroarrefecedores secos com *sprinklers* e um sistema evaporativo em circuito fechado. Abaixo de 29°C de temperatura ambiente, os aeroarrefecedores secos dissipam 20,68 MWt e a 35°C de temperatura ambiente dissipam 8,27 MWt, sendo que 12,41 MWt são dissipados no sistema evaporativo.

1.2.1.12 U540 – Sistema de Vapor e Cogeração

Como equipamentos auxiliares de produção de energia serão instalados:

- Turbina de vapor que produz 3,5 MWe de energia elétrica, com base na utilização de vapor sobreaquecido AP, proveniente da unidade de gaseificação (30,2 MWt), com a respetiva extração de vapor BP (26,6 MWt), em conjunto com o vapor proveniente da síntese de metanol (9,6 MWt) a utilizar nas unidades de gaseificação (10 MWt), destilação de metanol (14 MWt) e noutros sistemas de aquecimento na instalação (12,2 MWt);
- Dois motores de cogeração (ciclo de Otto), que utilizam gás residual (*off-gas* e *fuel-gas*) da síntese e destilação de metanol e da unidade de recuperação de hidrogénio (4,9 MWt), com a produção de 1,9 MWe de energia eléctrica e 2,2 MWt de água quente, a utilizar no sistema de aquecimento, relativo ao secador de biomassa utilizado no projeto correlacionado da "Unidade de Receção, Preparação e Armazenagem de Biomassa";

- Caldeira de produção de vapor com a utilização de gás natural como combustível, com a potência térmica de 9,58 MWt, para funcionar apenas em situações de arranque da instalação, de forma a fornecer vapor BP à unidade de gaseificação.

1.2.1.13 U550 – Abastecimento de Água Potável;

A água da rede pública será utilizada para consumo humano e fins sanitários e será armazenada num tanque com a capacidade de 20 m^3. As águas residuais domésticas resultantes (corrente S11) serão encaminhadas para a unidade de tratamento de águas residuais.

1.2.1.14 U560 – Fornecimento de Água de Processo

A água de processo é abastecida por ApR proveniente das ETAR de Cubos de Mangualde, complementada com águas residuais industriais e águas pluviais contaminadas e não contaminadas, após tratamento adequado, nas unidades U910 e U920.

1.2.1.15 U570 – Armazenamento de Óleo Fúsel

O óleo fúsel é uma fração pesada de álcoois, obtida na destilação do metanol, prevendo-se a produção de cerca de 200 kg/h (1 752 t/ano na base de 365 dias/ano), cuja armazenagem na instalação é efetuada em dois tanques com a capacidade de 96 m^3 cada. O óleo fúsel será expedido por via rodoviária como um resíduo, cujo equipamento de carga de camiões foi anteriormente descrito na unidade U450.

1.2.1.16 U610 – Flare

Foi considerada a instalação de uma *flare* para utilização em situações de arranque e de emergência para queima de purgas gasosas e descargas de válvulas de segurança das unidades de gaseificação, depuração do gás de síntese e de síntese e destilação de metanol.

A *flare* será do tipo fechada (*enclosed*), com 23 m de altura e 12 m de diâmetro da respetiva câmara.

Em situação normal de operação, o caudal de gás natural do piloto será de 1,39 kg/h, e a flare tem capacidade de tratamento de todas as correntes gasosas processuais, geradas em situações anómalas de 190 127 kg/h. As potências térmicas correspondem, respetivamente, a 19,1 kW e 539MW.

1.2.1.17 U620 – Subestação Elétrica

O fornecimento de energia elétrica será proveniente da rede elétrica nacional e complementada com o fornecimento duma unidade de produção de energia elétrica para auto-consumo (UPAC) e pela produção de energia elétrica proveniente da turbina a vapor e pelos dois cogeradores.

1.2.1.18 U630 e U640 – Sistemas de Combate e Extinção de Incêndios e Sistemas de Controlo Processuais

Os sistemas considerados de combate a incêndio e os sistemas de controlo e segurança estão descritos no ponto 1.3 do presente estudo.

1.2.1.19 U660 – Ar Geral e de Instrumentos

A produção de ar comprimido geral e de instrumentos inclui dois compressores e de dois reservatórios. É também utilizado dois secadores para fornecer a rede de ar de instrumentos com baixo ponto de orvalho (-40ºC).

1.3 Medidas de prevenção e mitigação

A construção das instalações da unidade HyMeOH respeitará os princípios da legislação nacional e com o objetivo de Prevenção de Acidentes Graves e, da limitação das suas repercussões nas pessoas e no meio ambiente, serão adotadas um conjunto de soluções de engenharia e de organização na melhoria dos seus equipamentos e instalações.

Destacam-se as seguintes medidas adotadas a implementar no estabelecimento:

- Armazenagem de substâncias perigosas em tanques instalados e distribuídos em bacias de retenção impermeabilizadas;
- Procedimento de manipulação de produtos químicos;
- Existência de válvulas de segurança em reservatórios e linhas;
- Monotorização das condições de armazenagem (nível, temperatura e pressão) na sala de controlo;
- Monotorização das condições dos reservatórios e de transferências de produto do processo na sala de controlo;
- As estações de carga de cisternas irão dispor de sistemas de medição e controlo de caudal, pressão e temperatura;
- Existência de Sistemas de paragem de emergência de equipamentos;
- Existência em todos os tanques de metanol de manta de selagem com azoto, para evitar a saída de vapores de metanol dos tanques durante o seu enchimento, ou decorrente do aumento da temperatura ambiente;
- Os tanques de metanol serão protegidos contra condições de vácuo/sobrepressão através da instalação de dispositivos de segurança;
- Existência de Plano de manutenção preventiva da instalação e equipamentos;
- Formação de todos os colaboradores envolvidos na manipulação e movimentação de substâncias perigosas, de acordo com o posto designado;
- Autorização de Trabalho para todas as obras de instalação e manutenção;
- Existência de Equipamento de Proteção Individual a utilizar pelos operadores e pelas Equipas de Emergência;
- Existência de Plano de Emergência Interno contendo as instruções de atuação em caso de emergência;
- Vigilância permanente da instalação, via sistema de CCTV;
- Controlo de Acessos.

Em termos das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) a implementar na unidade de produção de metanol renovável, há a referir os seguintes BREF (*Best Available Techniques Reference Documents*):

- Produção de produtos químicos orgânicos – BREF LVOC;
- Tratamento de águas residuais e efluentes gasosos no sector químico – BREF CWW;
- Tratamento de efluentes gasosos no sector químico – BREF WGC;
- Emissões de sistemas de armazenagem – BREF EFS;
- Sistemas de arrefecimento industrial – BREF ICS;
- Eficiência energética – BREF ENE.

1.3.1 Descrição dos sistemas de instrumentação e controlo

A Fábrica de Metanol será equipada com um Sistema Integrado de Controlo e Segurança (ICSS – Unidade 640), concebido para assegurar o funcionamento seguro, fiável e eficiente de toda a instalação. Este sistema centraliza o controlo do processo, a segurança operacional e a deteção de emergências, garantindo resposta automática em situações anómalas e conformidade com normas internacionais de segurança industrial.

O ICSS integra três componentes principais:

- O Sistema de Controlo Distribuído (DCS), responsável pela monitorização e regulação contínua do processo, com redundância total e registo histórico de dados.
- O Sistema de Segurança (SIS), independente do DCS, que executa funções de paragem segura (*shutdown*) em caso de falhas ou condições perigosas, com níveis de integridade de segurança (SIL) definidos.
- O Sistema de Deteção de Incêndio e Gás (F&G), equipado com detetores de chama e gás, alarmes e sinalização luminosa, assegurando deteção rápida e resposta imediata.

O sistema dispõe de funcionalidades avançadas de automação e monitorização, com controladores redundantes e interface SCADA, permitindo operação remota, registo e análise de dados, definição de alarmes e manutenção preventiva.

O ICSS integrará ainda comunicação por fibra ótica, redundante entre painéis de controlo e sistemas F&G, assegurando elevada disponibilidade e redução de falhas de comunicação.

Além disso, o ICSS terá implementado um sistema de alimentação ininterrupta (UPS) dedicado simultaneamente aos sistemas de segurança e controlo, garantindo um mínimo de 72 horas de autonomia de ICSS, painéis F&G e sistema de alarme, garantindo simultaneamente a continuidade da operação em caso de falhas de energia e ainda a redundância total em servidores e redes críticas, e atualização contínua baseada na experiência operacional do grupo CapWatt. Em suma, o ICSS constitui um elemento central para a segurança, eficiência e sustentabilidade da fábrica,

assegurando conformidade legal, proteção ambiental e operação de acordo com as melhores práticas internacionais.

Apresenta-se, ainda, de seguida a descrição relativa à atuação dos sistemas de controlo e automação:

- Os tanques de armazenagem e os equipamentos que contenham substâncias perigosas encontram-se dotados de sistemas de isolamento automático que garantem a segurança da instalação em caso de falhas e alarmes;
- Na sequência de um sinal de alarme na sala de controlo, permanentemente ocupada por equipas especializadas:
    - Os sistemas de isolamento podem ser acionados remotamente ou no local;
    - Sempre que o operador detete uma anomalia ou sempre que uma variável de processo sofra um desvio, é emitido um alarme para que o operador faça o respetivo reconhecimento e haja em conformidade. No caso de não haver ação humano, o sistema ESD atua automaticamente num período definido e/ou quando é atingido níveis críticos.
- As operações de armazenamento e carga de metanol e óleo fúsel encontram-se equipadas com sistemas de medição, controlo e proteção destinados a assegurar a integridade operacional, prevenir perdas de contenção e minimizar riscos ambientais e de segurança:
    - Cada tanque dispõe de medição contínua de nível, sendo o enchimento automaticamente interrompido por fecho da respetiva válvula de admissão quando atingido o nível alto.
    - Como camada adicional de proteção, encontra-se implementado encravamento ligado ao sistema de segurança ESD, que assegura o fecho automático das válvulas de entrada em cenário de risco de sobre enchimento. Esta proteção é independente da operação de enchimento normal.
    - A descarga dos tanques é efetuada individualmente, mediante seleção manual pelo operador, com lógica dedicada que comanda a abertura e fecho das válvulas associadas.
    - As bombas de carga operam em regime serviço/reserva estando sempre uma em funcionamento e outra disponível como redundância. Estas bombas dispõem de

proteção por caudal mínimo e encravamento de nível baixo-baixo ligado ao sistema ESD, que determina a paragem automática da bomba em caso de risco de funcionamento em vazio, prevenindo danos mecânicos e eventual perda de contenção.

Há ainda a referir os seguintes sistemas:

- Compartimentação: permite o isolamento das unidades em caso de libertação de gás ou outra situação de emergência;
- Discos de rotura: permitem o alívio de pressão, com a libertação de gás para um local seguro, no caso de um aumento inesperado de pressão;
- Válvulas de segurança: ajustadas para abrir abaixo da pressão nominal do sistema, numa situação de aumento lento da pressão (por exemplo, fuga na válvula de gás)
- Válvulas duplas com vedação com gás inerte entre as válvulas: permite o isolamento seguro em tubagens de gás;
- Flare: para a purga e queima controlada de gás no arranque, paragem ou situação de emergência.

Em conformidade com os requisitos definidos no documento "*Security/Active Safety Systems – Design Criteria*", o projeto assegura o cumprimento das normas IEC 61508 e IEC 61511 no âmbito da segurança funcional dos sistemas instrumentados de segurança.

1.3.2 Descrição dos sistemas de deteção e alarme

No estabelecimento da HyMeOH existirão vários detetores de hidrogénio, oxigénio, metanol, hidrocarbonetos, monóxido de carbono e dióxido de carbono que indicarão e darão alarme, em caso de ocorrência de uma fuga. Os detetores darão o sinal de deteção/alarme que será visualizado na sala de controlo. O acionamento do alarme, após a deteção, pode ser efetuado de forma manual através de botões de alarme posicionados em zonas estratégicas e de modo automático através dos sistemas de deteção instalados na instalação. No capítulo 4.3.9 estão descritos estes sistemas de deteção.

Os sistemas de deteção e alarme instalados nos edifícios seguirão a configuração 3 do Regulamento técnico de SCIE, conforme definido no "*Fire Detetion and Fire Protection Philosophy*", incluindo os sistemas de deteção automática, os botões manuais de alarme, o sistema de difusão acústica e ainda a central de alarme dedicada.

Será instalada a central de controlo e sinalização de incêndios de cada edifício, exceto quando o sistema de deteção esteja totalmente integrado com o sistema de fogo e gases da unidade (F&G).

Os detetores serão equipados com alarmes visuais e sonoros locais, com intensidade sonora entre 110–115 dB em exterior e 85–90 dB em interior, garantindo aviso imediato ao pessoal operacional.

O sistema de deteção será alimentado por circuito elétrico dedicado, com cablagem resistente ao fogo (30–90 min) e redundância de comunicação, assegurando continuidade de deteção em emergência.

Apresenta-se no anexo 1 a planta de deteção de gases.

1.3.3 Descrição dos sistemas de paragem de emergência

Pela instalação encontram-se simultaneamente um conjunto de válvulas manuais ou automáticas com o objetivo de parar as operações em casos de emergência conforme necessidade.

Os sistemas de paragem de emergência (ESD) serão integrados com o SIS, permitindo acionamento a partir da sala de controlo, pontos remotos e botões manuais de emergência instalados em locais estratégicos.

A arquitetura ESD será concebida em conformidade com a norma IEC 61508, garantindo *fail-safe* e redundância nos circuitos de comando.

O Sistema de Segurança (SIS) implementará funções de paragem segura (*shutdown*) em caso de falhas ou condições perigosas detetadas no processo.

1.3.4 Medidas gerais de proteção contra incêndios

O projeto do estabelecimento de produção de metanol renovável, da CapWatt, integrará um conjunto de equipamentos de intervenção e proteção contra incêndios e de segurança, previstos para fazer face a uma eventual emergência na instalação.

1.3.4.1 Descrição da rede de incêndios armada

A rede de água do serviço de incêndios possui uma reserva de água composta por um tanque de armazenamento de água de incêndio dedicado fornecerá água para o sistema de combate a incêndios. A reserva de água de incêndio foi calculada de acordo com o Despacho n.º 8902/2020 e a NFPA 22, tendo uma capacidade de 3400 m3 e uma capacidade útil de aproximadamente 2855 m^3. A água para o tanque da rede de incêndios é água de categoria 1, do tipo ApR1 e é produzida na ETARI (U910&U920).

A rede do serviço de incêndios está equipada com uma Central de Bombagem constituída por:

- Bombas de água de incêndio principais (motor elétrico):
  - Duas (2) bombas principais de água de incêndio 2x50% acionadas por motores elétricos, cada uma com uma capacidade nominal de 795 m^3/ h e pressão 11.3 bar g;
  - Estas eletrobombas serão capazes de extinguir o maior incêndio potencial no local;
  - Serão previstos controladores elétricos automáticos para o funcionamento bombas elétricas.
- Bombas de água de incêndio principais (motor diesel):

  - Duas (2) bombas principais de água de incêndio 2x50% acionadas por motores diesel, cada uma com uma capacidade nominal de 795 m^3/ h e pressão 11.3 bar g;
  - Estas bombas a gasóleo também serão capazes de extinguir o maior incêndio potencial no local;
  - O depósito de armazenamento de gasóleo para cada bomba será um depósito de contenção secundária, em conformidade com as normas NFPA;
  - Serão previstos controladores elétricos automáticos para o funcionamento das bombas a diesel.
- Bomba Jockey:
  - Duas (2) bombas jockey 2x100% são alimentadas por um motor elétrico, cada uma com uma capacidade nominal de 16 m^3/ h - pressão 12 bar g;
  - Estas bombas incluem um controlador automático de pressão.

A pressão na rede de água de incêndio será mantida automaticamente no anel de distribuição pelas bombas jockey, que arrancam e desligam automaticamente. Se a necessidade de água exceder a capacidade das bombas jockey, a pressão na rede cairá rapidamente, desencadeando o arranque automático da bomba de incêndio com motor elétrico (desencadeada sequencialmente por um aumento da necessidade de caudal). Se as bombas de incêndio elétricas não arrancarem, a pressão continuará a diminuir até que as bombas de incêndio com motor diesel arranquem automaticamente. As bombas de incêndio elétricas principais e as bombas de incêndio a gasóleo serão desligadas manualmente no local.

O anel da rede de água de incêndio será subterrâneo e circundará o perímetro dos edifícios e instalações da unidade HyMeOH. O anel de distribuição será alimentado com água proveniente do sistema de bombagem de incêndio. A partir deste anel, os ramais de distribuição de água transportarão água para bocas de incêndio, estações de mangueiras e sistemas fixos de proteção contra incêndios distribuídos por toda a unidade HyMeOH. Duas conexões de água de incêndio de diferentes pontos da rede principal de água de incêndio estarão disponíveis para a unidade ASU (tamanho da conexão pendente de informações do fornecedor).

As bocas-de-incêndio encontram-se espalhadas por toda a unidade HyMeOH. Todos os edifícios, estruturas e equipamentos devem estar ao alcance dos jatos de mangueira de duas bocas de incêndio, sendo que o espaçamento entre bocas de incêndio não deve ser superior a 60 m. Adicionalmente, as bocas de incêndio estão localizadas a uma distância não superior a 2,5 m da berma da estrada, mas não a menos de 12 m das paredes dos edifícios.

Existem ainda monitores de água/espuma (do tipo fixo e do tipo acionado manualmente) para:

- Área do parque de tanques de metanol/ óleo fúsel;
- estações de carregamento de camiões (os monitores de espuma serão colocados em locais opostos para garantir a cobertura total da área);
- estações de carregamento ferroviário de metanol (os monitores de espuma serão colocados em locais opostos para garantir a cobertura total da área);
- área das bombas de metanol e óleo fúsel;

- Circuito de síntese do metanol e zonas de destilação (devido à localização, os monitores devem ser de tipo fixo, do tipo auto-oscilante);
- Qualquer outra área onde se possam acumular grandes quantidades de líquidos inflamáveis ou combustíveis.

Quando utilizados exclusivamente para água contra incêndios, os monitores destinam-se a controlar os incêndios e, nesses casos, a taxa mínima de aplicação para um controlo eficaz do fogo será de 20,4 lpm/m² com base na área de superfície projetada, de acordo com a norma NFPA 15.

Quando utilizado com soluções de espuma, serão contabilizadas duas situações:

- Cenário de incêndio de derrame não "diqueado" com uma taxa de aplicação de 4,1 lpm/m² para uma duração de descarga de 15 minutos, de acordo com a NFPA 11, Secção 5.8
- Cenário de incêndio de derrame com uma taxa de aplicação de 6,1 lpm/m² para uma duração de descarga de 30 minutos, de acordo com a NFPA 11, Secção 5.7

Serão instalados sistemas automáticos de pulverização de água para a proteção de:

- Zona dos tanques de armazenagem de metanol;
- Colunas de acabamento / refinação;
- Transformadores elétricos a óleo;
- Compressores de gás de síntese.

Os sistemas automáticos de pulverização de água serão projetados de acordo com o Despacho n.º 8953/2020 e os requisitos da NFPA 15.

Os sistemas de pulverização de água para extinção de incêndios são configurados por uma rede de tubos de pequeno diâmetro que interliga bicos de pulverização abertos que cobrem a zona a ser protegida. A válvula de dilúvio atua quando é detetado um incêndio nessa zona e o sistema de deteção comanda a abertura da válvula solenoide para que o fornecimento de água ao sistema seja iniciado.

Estes sistemas de pulverização são concebidos principalmente para arrefecer o equipamento a proteger.

Os sistemas de extinção de incêndios por aspersão são configurados por uma rede de tubos de pequeno diâmetro que interliga aspersores de bolbo fechado que cobrem a zona a proteger. Estes *sprinklers* são acionados quando um incêndio nessa zona é deflagrado e as lâmpadas sensíveis ao calor dos *sprinklers* partem-se, dando início à inundação de água.

Todos os sistemas de *sprinklers* serão calculados hidraulicamente de acordo com os procedimentos e requisitos da NFPA 13. As densidades de projeto e a área de operação serão de acordo com os requisitos estabelecidos na tabela XXXVII da Portaria n.º 1532/2008 (na sua última versão), a menos que uma exigência mais elevada seja especificada pela NFPA.

Estão previstas três estações centrais de espuma, cada uma composta por um tanque de espuma e sistemas de dosagem, alimentarão a rede de espuma para:

1) Tanques de armazenamento de metanol
2) Tanques de armazenagem de metanol puro e bruto

3) Tanques de armazenagem de óleo fúsel

Os sistemas de espuma devem ser projetados de acordo com a norma NFPA 11. A espuma armazenada deve ser AR-AFFF, compatível com metanol (álcool).

Serão fornecidas câmaras de espuma (saídas de descarga de tipo II) para a proteção interna dos tanques de armazenamento de metanol e de óleo fúsel.

1.3.4.2 Descrição dos sistemas de combate a incêndio

O projeto do estabelecimento de produção de metanol renovável, da CapWatt, integrará um conjunto de equipamentos de intervenção e proteção contra incêndios e de segurança, previstos para fazer face a uma eventual emergência na instalação.

O estabelecimento integrará um conjunto de equipamentos de intervenção e proteção contra incêndios adequados ao risco da instalação.

Rede de Incêndio e Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água de combate a incêndio será concebido de acordo com a filosofia definida no documento "Fire Detection and Fire Protection Philosophy (CPT-PEC2502571-FP-BD)", incluindo reserva de água dedicada e rede de incêndio pressurizada.

A estação de bombagem de incêndio será equipada com bomba principal acionada por motor elétrico, bomba principal acionada por motor Diesel e bomba jockey para manutenção da pressão na rede, garantindo redundância operativa.

Sistemas Automáticos de Extinção

Serão instalados sistemas automáticos de extinção por agente limpo ("clean agent") nos edifícios Elétrico, Administrativo e no Edifício de Alimentação de Energia ("Power Supply Building").

Os sistemas de agente limpo serão projetados em conformidade com EN 15004 e NFPA 2001.

A proteção por extinção automática por água será aplicada em função da categoria de risco dos edifícios, incluindo sprinklers e/ou sistemas de dilúvio, de acordo com o definido na filosofia de proteção contra incêndio.

1.3.4.3 Descrição do Sistema Automático de Deteção de fugas de gases

Em geral, o sistema de deteção de gases deve ser capaz de monitorizar todas as áreas onde possa ocorrer o perigo de libertação acidental e acumulação de substâncias tóxicas devido a fugas localizadas do equipamento da instalação ou de linhas de processo específicas.

Alguns exemplos de áreas/equipamentos que possuem monitorização com detetores de gases tóxicos são as seguintes:

- separadores e permutadores
- compressores de gás e edifícios dos compressores de gás
- bombas
- zonas com elevada densidade de flanges e ligações
- depósitos de armazenamento
- entrada de ar dos edifícios da unidade HyMeOH expostos a nuvens tóxicas.

Deteção de Hidrogénio

As libertações de hidrogénio gasoso devem ser prontamente detetadas, uma vez que podem evoluir para cenários de incêndio e explosão.

O hidrogénio encontra-se principalmente na secção de compressão do gás de síntese e no circuito de síntese do metanol e nos eletrolisadores.

Uma vez que o hidrogénio gasoso é muito mais leve do que o ar (densidade em relação ao ar ≤1), os detetores serão instalados apenas em pontos onde o gás se possa acumular devido à falta de condições de ventilação adequadas (por exemplo, estruturas equipadas com telhado, etc.) ou perto da fonte de libertação.

A localização dos detetores de gás hidrogénio é a seguinte:

- Edifício dos compressores de gás de síntese (para controlar a zona do telhado onde pode ocorrer a acumulação de hidrogénio gasoso)
- Compressor de gás de síntese (para uma deteção precoce na fonte de libertação).

Os detetores de gás hidrogénio devem ser do tipo catalítico/*pellistor* e estar equipados com os seguintes limiares de alarme para as zonas da instalação de metanol renovável 240 MTD:

- Nível H 20% LEL
- Nível HH 50% LEL

Deteção de gases tóxicos

Os detetores de gases tóxicos (detetores de metanol e de monóxido de carbono) são do tipo célula eletroquímica ou do tipo estado sólido (semicondutor). Considerando que os gases metanol e monóxido de carbono têm uma densidade em relação ao ar >0,8 mas <1,2 O elemento sensível dos detetores de gás relevantes está normalmente instalado a 1500 mm acima do nível do solo ou do nível da plataforma, em caso de instalação à cota da direção do vento predominante.

Os alarmes são visualizados num ecrã de alarme de gás específico, localizado na sala de controlo. Estão ainda previstos alarmes visuais e sonoros de gás no terreno para avisar o pessoal operacional. Normalmente, na zona monitorizada pelos detetores de gás, existem lâmpadas/faróis intermitentes e buzinas/ campainhas/sirenes. A intensidade sonora dos dispositivos de alarme sonoro no interior dos edifícios deve ser de 85÷90 dB a 1 m e de 110÷115 dB a 1 m para os dispositivos de alarme sonoro nas paredes exteriores dos edifícios e nas zonas das instalações, incluindo os abrigos dos compressores. A elevação dos alarmes sonoros e visuais nas zonas industriais deve ser, no mínimo, de 2,4 m.

Deteção de Chama

Serão instalados detetores de chama UV/IR e/ou IR3 em áreas de maior risco de inflamação rápida, nomeadamente zonas de processo, compressores e áreas com equipamentos pressurizados.

No Apêndice 1 apresenta-se a planta da rede de incêndios.

1.4 Medidas de contenção de derrames

1.4.1 Bacias de retenção

As bacias de retenção da HyMeOH destinam-se a garantir a contenção de eventuais derrames e a proteção ambiental, sendo classificadas como estruturas passivas de segurança. Todos os tanques de metanol bruto, metanol puro e produto final são instalados em bacias de contenção devidamente impermeabilizadas, dimensionadas para conter a totalidade do volume armazenado no respetivo tanque. Estas bacias encontram-se ligadas ao sistema de drenagem de águas oleosas através de válvulas normalmente fechadas, que apenas são abertas para drenagem controlada de águas pluviais após verificação de ausência de contaminação.
Em caso de derrame, as bacias permitem o confinamento do líquido até à sua recolha ou bombeamento controlado para a unidade de síntese de metanol ou para tratamento adequado. Durante períodos de chuva, as águas pluviais acumuladas nas bacias são conduzidas para a rede de águas oleosas mediante abertura das válvulas, garantindo que não há transbordo nem contaminação ambiental.
Além dos parques de tanques, a área de carga de cisternas possui pavimento impermeabilizado com declive invertido, ligado a um depósito subterrâneo de parede dupla com espaço intersticial para deteção de fugas e capacidade de 10 m³. Este sistema atua como bacia secundária, recolhendo derrames e permitindo que o conteúdo seja bombeado para a unidade de síntese ou encaminhado para um gestor de resíduos licenciado.

Na tabela seguinte apresenta-se, de forma sistematizada, as bacias de retenção (incluindo as portáteis) e depósitos de contenção secundária existentes:

Tabela 2 - Descrição das bacias de retenção (incluindo as portáteis) e depósitos de contenção secundária existentes

Descrição das Bacias de Retenção							
Unidade de Processo	**Descrição da Unidade**	**Código da Bacia no desenho BC01 (Substâncias Perigosas-PAG)**	**Produto**	**Categoria de inflamabilidade (Decreto 36270-1947)**	**Capacidade do Tanque / Contentor**	**Dimensões da Bacia de Retenção Características Construtivas e de impermeabilização Sistema de drenagem**	**Premissas de Cálculo / Desenho**
U110	Armazenagem de Biomassa - Parque de máquinas - tanque diesel	B10	Gasóleo	2	Tanque horizontal em aço carbono com bacia integrada (11-V-002) Capacidade: 500 L	Bacia com válvula de macho esférico, normalmente fechada, ligada ao sistema de águas residuais industriais Capacidade: 562 L Largura: 1000 mm Comprimento: 1500 mm Altura: 375 mm	Bacia de retenção integrada ao tanque >110% do volume do tanque
U440	Armazenagem Intermedia de Metanol (controlo de Qualidade)	B06	Metanol Puro (em verificação de qualidade)	1	2 Tanques de controlo de qualidade (44-D-002 A/B) Capacidade: 602 m^3 Capacidade Total: 602 m^3 x 2 = 1204 m^3 1 Tanque de Metanol Bruto (44-D-001) Capacidade: 584 m^3	Bacia de retenção em betão armado revestida a PEAD nas paredes internas e fundo com válvula de macho esférico, normalmente fechada, ligada ao sistema de águas residuais industriais Área: 537,5 m^2 Comprimento: 43 m Largura: 12,5 m Volume de retenção: 2043 m^3 Altura: 3,8 m	Capacidade útil dos tanques calculada como 98% do volume geométrico dos tanques (Decreto 36270, Art 5. Secção 1). Capacidade da bacia calculada como a soma da capacidade útil dos tanques + volume das fundações (291 m^3) Área calculada da bacia de acordo as distâncias de segurança (Decreto 36270, Art. 11 e Art. 12). Altura da bacia calculada como a relação entre o volume de retenção e a área
U450	Armazenagem de Producto Final e Estações de Carga	B06	Metanol Puro	1	3 Tanques de Armazenamento Final de Metanol (45-D-001 A/B/C) Capacidade: 5364 m^3 Capacidade Total: 5364 m^3 x 3 = 16 092 m^3	Bacia de retenção em betão armado revestida a PEAD nas paredes internas e fundo com válvula de macho esférico, normalmente fechada, ligada ao sistema de águas residuais industriais	Capacidade útil dos tanques calculada como 98% do volume geométrico dos tanques (Decreto 36270, Art 5. Secção 1). Capacidade da bacia calculada como a soma da capacidade útil dos tanques + volume das fundações (578 m^3)

Descrição das Bacias de Retenção

Unidade de Processo	Descrição da Unidade	Código da Bacia no desenho BC01 (Substâncias Perigosas-PAG)	Produto	Categoria de inflamabilidade (Decreto 36270-1947)	Capacidade do Tanque / Contentor	Dimensões da Bacia de Retenção Características Construtivas e de impermeabilização Sistema de drenagem	Premissas de Cálculo / Desenho
						Área: 3269 m² Comprimento: 91,3 m Largura: 35,8 m Volume de Retenção: 16348 m³ Altura: 5 m	Área calculada da bacia de acordo as distâncias de segurança (Decreto 36270, Art. 11 e Art. 12). Altura da bacia calculada como a relação entre o volume de retenção e a área
		B05	Metanol Puro e Óleo Fusel	1	1 Depósito Horizontal Subterrâneo de parede dupla para recolha de metanol e óleo fusel – Estação de Carga de Camião (45-V-002) Capacidade: 10 m³	Considera-se o depósito como bacia de retenção com válvula de macho esférico, normalmente fechada, ligada ao sistema de águas residuais industriais	Capacidade para contenção de um compartimento da cisterna de carga de acordo com estimativas de potencias fugas durante o procedimento de carga
		B07	Metanol Puro	1	1 Depósito Horizontal Subterrâneo para recolha de metanol - Estação de Carga Ferroviária (45-V-001) Capacidade: 25 m³	Considera-se o depósito como bacia de retenção com válvula de macho esférico, normalmente fechada, ligada ao sistema de águas residuais industriais	Capacidade para contenção da totalidade de um contentor durante o procedimento de carga
U530	Sistema de Arrefecimento da Água	B13	Hipoclorito de sódio	-	Bidões 200 L	Bacias PE (Polietilenos) Capacidade: 280 L	Contenção direta por recipiente
U540	Sistema de Produção de Vapor	B17	Aminas	-	IBC 1000 L	Bacias PE (Polietileno) Capacidade: 1100 L	Contenção direta por recipiente
U570	Armazenagem de Óleo Fusel	B04	Óleo Fusel (PA27)	1	2 Tanques de Armazenamento Óleo Fusel (57-D-001 A/B) Capacidade: 96 m³ Capacidade Total: 96 m³ x 2 = 192 m³	Bacia de retenção em betão armado revestida a PEAD nas paredes internas e fundo com válvula de macho esférico, normalmente fechada, ligada	Capacidade útil dos tanques calculada como 98% do volume geométrico dos tanques (Decreto 36270, Art 5. Secção 1). Capacidade da bacia calculada

Descrição das Bacias de Retenção

Unidade de Processo	Descrição da Unidade	Código da Bacia no desenho BC01 (Substâncias Perigosas-PAG)	Produto	Categoria de inflamabilidade (Decreto 36270-1947)	Capacidade do Tanque / Contentor	Dimensões da Bacia de Retenção Características Construtivas e de impermeabilização Sistema de drenagem	Premissas de Cálculo / Desenho
						ao sistema de águas residuais industriais Área: 199 m² Cumprimento: 19,40 m Largura: 10,25 m Volume de Retenção: 238 m³ Altura: 1,2 m	como a soma da capacidade util dos tanques + volume das fundações (50 m³) Área calculada da bacia de acordo as distâncias de segurança (Decreto 36270, Art. 11 e Art. 12). Altura da bacia calculada como a relação entre o volume de retenção e a área
U580	Armazenagem de Químicos	-	NaOH 50%	-	1 Tanque de Armazenamento NaOH 50% (58-D-001) Capacidade: 51 m³	Bacia de retenção em betão armado revestida a PEAD nas paredes internas e fundo com válvula de macho esférico, normalmente fechada, ligada ao sistema de águas residuais industriais Área: 36 m² Comprimento: 6 m Largura: 6 m Volume de Retenção: 54 m³ Altura: 1,5 m	110% do volume do tanque
		B03	Ác. Fórmico 85%	2	1 Tanque de Armazenamento Ácido Fórmico 85% (58-D-002) Capacidade: 43 m³	Bacia de retenção em betão armado revestida a PEAD nas paredes internas e fundo com válvula de macho esférico, normalmente fechada, ligada ao sistema de águas residuais industriais Área: 36 m² Comprimento: 6 m Largura: 6 m	>110% do volume do tanque

Descrição das Bacias de Retenção

Unidade de Processo	Descrição da Unidade	Código da Bacia no desenho BC01 (Substâncias Perigosas-PAG)	Produto	Categoria de inflamabilidade (Decreto 36270-1947)	Capacidade do Tanque / Contentor	Dimensões da Bacia de Retenção Características Construtivas e de impermeabilização Sistema de drenagem	Premissas de Cálculo / Desenho
						Volume de Retenção: 54 m^3 Altura: 1,5 m	
U620	Subestação Elétrica	B16	Óleo dos transformadores (PA13)	2	15 m^3/ transformador Quantidade de transformadores: 2	Bacia de retenção em betão armado revestida a PEAD nas paredes internas e fundo. Não possuem válvulas de drenagem, caso seja necessária a substituição do óleo será removido via aspiração direta para camião-cisterna. Capacidade de retenção por bacia: 21,4 m^3 Quantidades de bacias: 2 Total: 42,8 m^3	>110% do maior tanque
U630	Sistema de Combate e Extinção de Incêndios	B14 B15	Gasóleo - Motobomba 1 e 2	2	2 Depósitos de Gasóleo para Motobomba Capacidade: 1102,5 L	2 Bacias Integradas (no Depósito) Capacidade de retenção unitária: 1215 L	Capacidade comercial. 110% do volume do deposito.
U650	Unidade de Separação de Ar (ASU)	B08	Oxigénio Líquido (LO_2)	-	2 reservatórios horizontais criogénicos (65-V-001/2) Capacidade: 150 m^3	Bacia de retenção em betão armado Comprimento: 30 m Largura: 15 m Altura: 0,4 m Capacidade: 165 m^3	110% do maior tanque
		-	Azoto Líquido (LN2)	-	1 reservatório horizontal criogénico (65-V-003) Capacidade: 150 m^3	Bacia de retenção em betão armado Comprimento: 30 m Largura: 10 m	50% da capacidade do tanque

Descrição das Bacias de Retenção

Unidade de Processo	Descrição da Unidade	Código da Bacia no desenho BC01 (Substâncias Perigosas-PAG)	Produto	Categoria de inflamabilidade (Decreto 36270-1947)	Capacidade do Tanque / Contentor	Dimensões da Bacia de Retenção Características Construtivas e de impermeabilização Sistema de drenagem	Premissas de Cálculo / Desenho
						Altura: 0,25 m Capacidade: 75 m³	
U670	Estação de bombagem de águas	-	Águas Residuais Industriais (PA21 e PA26)	-	1 Separador de HT com capacidade de 5000L Caudal máximo de 10L/s	Os separadores de hidrocarbonetos, são eles próprios a armazenagem. PA21 e PA26: Largura: 3,3 m Altura: 1,89 m Capacidade: 5000L	Capacidade comercial Catálogo de produtos Rewatec
		-	Águas Pluviais Contaminadas (PA28 e PA29)	-	1 Separador de HT com a capacidade de 45000L Caudal máximo de 200L/s	Os separadores de hidrocarbonetos, são eles próprios a armazenagem. PA28 e PA29: Largura: 11,76 m Altura: 2,64 m Capacidade: 45000L	Capacidade comercial Catálogo de produtos Rewatec
U710	Oficina de Manutenção	-	Hidróxido de sódio palhetas Hidróxido de potássio Fosfato trissódico Propilenoglicol	-	Sacos de 25 kg Bilhas plásticas (Armazenados em estantes metálicas)	Bacias de Retenção: Comprimento: 2700 mm Capacidade: 1278 L Material com elevada resistência a produtos químicos (ácidos, bases, substâncias tóxicas, etc.)	Capacidade comercial
		B02	Óleos lubrificantes (PA14)	3	3 de bidões 200 L	Bacia movel estanque em PE, para a colocação temporária de óleos lubrificantes usados. Não possui válvula de drenagem. Os resíduos	Capacidade comercial

Descrição das Bacias de Retenção

Unidade de Processo	Descrição da Unidade	Código da Bacia no desenho BC01 (Substâncias Perigosas-PAG)	Produto	Categoria de inflamabilidade (Decreto 36270-1947)	Capacidade do Tanque / Contentor	Dimensões da Bacia de Retenção Características Construtivas e de impermeabilização Sistema de drenagem	Premissas de Cálculo / Desenho
						gerados serão posteriormente transferidos para o PA1. Capacidade de retenção: 1,2 m³	
U720	Laboratório	-	Reagentes / Produtos Químicos (PA16)	-	Armazenamento temporário em Frascos 2,5 L de capacidade. Armazenamento em armário metálico fechado com capacidade máxima de 100 frascos.	Bacia de retenção estanque. Não possui válvula de drenagem. Os resíduos gerados são encaminhados diretamente para um OGR Capacidade de retenção: 0,4 m³	Capacidade comercial
U740	Transformação e Distribuição de Energia Elétrica	B09	Gasóleo para o gerador de emergência	2	Tanque horizontal em aço carbono com bacia integrada (74-V-001) Capacidade 500 L	Bacia com válvula de macho esférico normalmente fechada, ligada ao sistema de águas pluviais contaminadas Capacidade: 562 L Largura: 1000 mm Comprimento: 1500 mm Altura: 375 mm	Bacia de retenção integrada ao tanque >110% do volume do tanque
U760 (PA1)	Parque de Resíduos	B01	Óleos usados gerados nos seguintes pontos: • Cogeração (U540 - PA10): 1,2 ton / ano • Compressor de Gás de síntese (U410 - PA8): 1,0 ton / ano • Compressores de ar de instrumentos (U650 - PA20): 0,2 ton / ano	3	Óleos armazenados em bidões metálicos expedidos mensalmente Capacidade do Bidão: 0,2 m³ Total gerado: Total: 5,2 ton/ano ou 6,1 m³	Capacidade da Bacia: 28,8 m³	Volume anual + frequência expedição

Descrição das Bacias de Retenção

Unidade de Processo	Descrição da Unidade	Código da Bacia no desenho BC01 (Substâncias Perigosas-PAG)	Produto	Categoria de inflamabilidade (Decreto 36270-1947)	Capacidade do Tanque / Contentor	Dimensões da Bacia de Retenção Características Construtivas e de impermeabilização Sistema de drenagem	Premissas de Cálculo / Desenho
			• Compressor de CO2 (U370 - PA19): 0,2 ton / ano • Compressor de Co - Alimentação (U330 - PA12): 0,6 ton / ano • Compressor de MP de gas de síntese (U310 -PA11): 1,2 ton/ ano • Turbina de Vapor (U540 - PA9): 0,8 ton / ano				
			Absorventes, materiais filtrantes (incluindo filtros de óleo), panos de limpeza e vestuário de proteção, etc.	-	Acondicionados em "*big bags*" plásticos, expedidos com frequência mensal. Capacidade do *big bag*: 0,5 m^3 Total gerado: Total: 8,2 ton/ano		
U910 & U920	Tratamento e Armazenamento de Água	B11	Ácido Fórmico 30%	-	Bidões 200 L	Bacias PE (Polietileno) Capacidade: 280 L	Contenção direta por recipiente
		B12	Hipoclorito de Sódio	-			
		-	Anti incrustante	-			
		-	Biocida	-			
		-	Bissulfito de sódio (SBS)	-			
		-	Hidróxido de Sódio (20%)	-			
		-	Ácido Cítrico 46%	-	IBC 1000 L	Bacias PE (Polietileno) Capacidade: 1100 L	Contenção direta por recipiente
		-	Polímero	-			

Descrição das Bacias de Retenção

Unidade de Processo	Descrição da Unidade	Código da Bacia no desenho BC01 (Substâncias Perigosas-PAG)	Produto	Categoria de inflamabilidade (Decreto 36270-1947)	Capacidade do Tanque / Contentor	Dimensões da Bacia de Retenção Características Construtivas e de impermeabilização Sistema de drenagem	Premissas de Cálculo / Desenho
		-	Anti Espuma	-			
		-	Ácido Fosfórico	-	5 IBC 1000 L cada	Bacias PE (Polietileno) Capacidade: 1100 L cada 3 recipientes de bacias de contenção. 1 IBC em uso no local de consumo com 1 bacia de contenção de 1100L. Os restantes 4 IBC estarão no armazém de químicos, empilhados dois a dois em duas bacias de retenção.	Contenção direta por recipiente 110% do volume do maior recipiente
		-	Ácido Acético 50%	2	1 Tanque de Armazenamento: Capacidade: 10 m³	Bacia de retenção em betão armado revestida a PEAD nas paredes internas e fundo, provida de válvula de macho esférico Comprimento: 4 m Largura: 4 m Altura: 0,75 m Capacidade: 12,1 m³	110% do volume do tanque

1.4.2 Armazenagem de metanol

Os tanques de metanol vão ser instalados em bacias de retenção devidamente impermeabilizadas com capacidade para conter a totalidade do metanol a ser armazenado. As bacias de retenção serão ligadas ao sistema de drenagem de águas oleosas através de uma válvula normalmente fechada para recolha de eventuais derrames. Durante os períodos de chuva, as águas pluviais podem ser drenadas para a rede de águas oleosas por abertura das válvulas.

1.4.3 Área de carga de cisternas

As estações de carga irão dispor de pavimento impermeabilizado que terá um declive invertido, ligado a um depósito subterrâneo de parede dupla, com espaço intersticial para deteção de fugas, com a capacidade de 10 m^3, através de uma válvula normalmente fechada.

No caso de ocorrer um derrame nesta área, será recolhido no depósito subterrâneo e bombeado para a unidade de síntese de metanol ou retirado por um gestor de resíduos devidamente licenciado para o efeito. O depósito está igualmente ligado ao sistema de drenagem de águas oleosas, permitindo que as águas pluviais sejam encaminhadas para a rede de águas oleosas através da abertura de válvula.

1.4.4 Tubagens de transporte de substâncias perigosas

As tubagens que transportam substâncias perigosas, que são instaladas em "*pipe racks*" e que atravessam arruamentos, além de testes hidráulicos e outros testes não destrutivos, tem todas as soldaduras radiografadas a 100%, garantindo que todas as juntas soldadas (topo/*butt welds*) sejam inspecionadas, minimizando o risco de vazamentos por defeitos internos como porosidade, inclusões de escória ou falta de fusão. Face ao tipo construtivo das tubagens e aos exames de controlo, a probabilidade de rotura das mesmas é praticamente nula não havendo por isso a necessidade de instalação de outros meios de contenção de derrames, nomeadamente a instalação de tabuleiros. De salientar que nas referidas travessias as tubagens das substâncias perigosas não possuem válvulas, flanges, instrumentos e outros acessórios que possam potenciar fugas / derrames.

1.4.5 Rede de efluentes

O estabelecimento da unidade HyMeOH possuirá os seguintes tipos de efluentes, recolhidos pelas seguintes redes separativas:

- Rede de águas residuais domésticas: recolhe efluentes domésticos provenientes de sanitários;
- Rede de águas pluviais limpas: recolhe as águas pluviais provenientes da cobertura dos edifícios, conduzindo-as até à bacia de pluviais, donde são bombadas para o Tanque de Pluviais da unidade U910&U920 – Tratamento e Armazenamento de Águas.
- Rede de águas pluviais potencialmente contaminadas: recolhe as águas residuais de arruamentos e pavimentos, conduzindo-as até um separador de hidrocarbonetos e deste à bacia de tempestade. Desta bacia, as águas pluviais são bombadas para a unidade U920 para tratamento;
- A rede de águas pluviais desenvolve-se ao longo do estabelecimento não existindo contacto fora da zona produtiva e por esse motivo não há risco de contaminação da rede por esta via.

- Rede de efluentes industriais/águas oleosas: recolhe os efluentes provenientes do processo produtivo, resultantes de lavagens e efluentes potencialmente contaminados, como águas pluviais contaminadas. As águas oleosas são encaminhadas para um tanque de equalização, de onde serão encaminhadas gradualmente para a unidade de tratamento de água.

No Apêndice 1 apresenta-se a "*Planta de drenagem das Águas Residuais e Pluviais*".

1.4.5.1 Tratamento de efluentes

O tratamento de efluentes será efetuado na unidade U910 e U920 – Tratamento e Armazenamento de Águas.

Tecnologia e síntese do processo de tratamento

Foi desenhada uma solução de tratamento e reutilização de água para suprir as necessidades operacionais de água da unidade de metanol renovável, com priorização da recuperação de efluentes e máxima eficiência da gestão de recursos hídricos, a fim de causar o menor impacto possível na região e maximizar a resiliência do sistema a fatores climáticos e ambientais.

A linha de tratamento das águas residuais industriais da unidade HyMeOH é constituída por separação de hidrocarbonetos, pré-tratamento por desarenação, tamisação e equalização, seguido de tratamento biológico em sistema MBR (1) (birreator de membranas), projetado para um caudal máximo de 31 m^3/h. O volume de equalização será de 883 m^3.

A água pluvial contaminada dos pavimentos e arruamentos (ApC), após passar num separador de hidrocarbonetos, junta-se a montante do pré-tratamento da água residual industrial. Por sua vez, a água residual doméstica, com um caudal de 0,5 m^3/h, junta-se separadamente ao tratamento biológico da água residual industrial.

Por outro lado, a ApR proveniente da ETAR de Cubos (ApR0), com um caudal máximo de 30 m^3/h, a que se junta a água pluvial não contaminada da cobertura dos edifícios da instalação, (APnC), passará por um filtro de vidro e juntar-se-á ao caudal de saída do sistema MBR1 e seguirão para a primeira fase do tratamento da unidade de reutilização, composta por um sistema de Osmose Inversa de Ciclo Fechado (CCRO), com capacidade para 65,5 m^3/h, que permite uma elevada eficiência de recuperação de permeado.

Características e descrição do processo

Fontes de abastecimento e correntes de água para o processo

Na figura seguinte apresenta-se um esquema geral com as correntes de água de abastecimento e consideradas nos processos da unidade de metanol renovável.

Como fonte primária de abastecimento de água para utilização industrial, foram consideradas as águas residuais tratadas da ETAR de Cubos (corrente S0.1).

A ETAR de Cubos, construída em 1998, foi recentemente remodelada, passando a contar com um processo MBR na sua linha de tratamento.

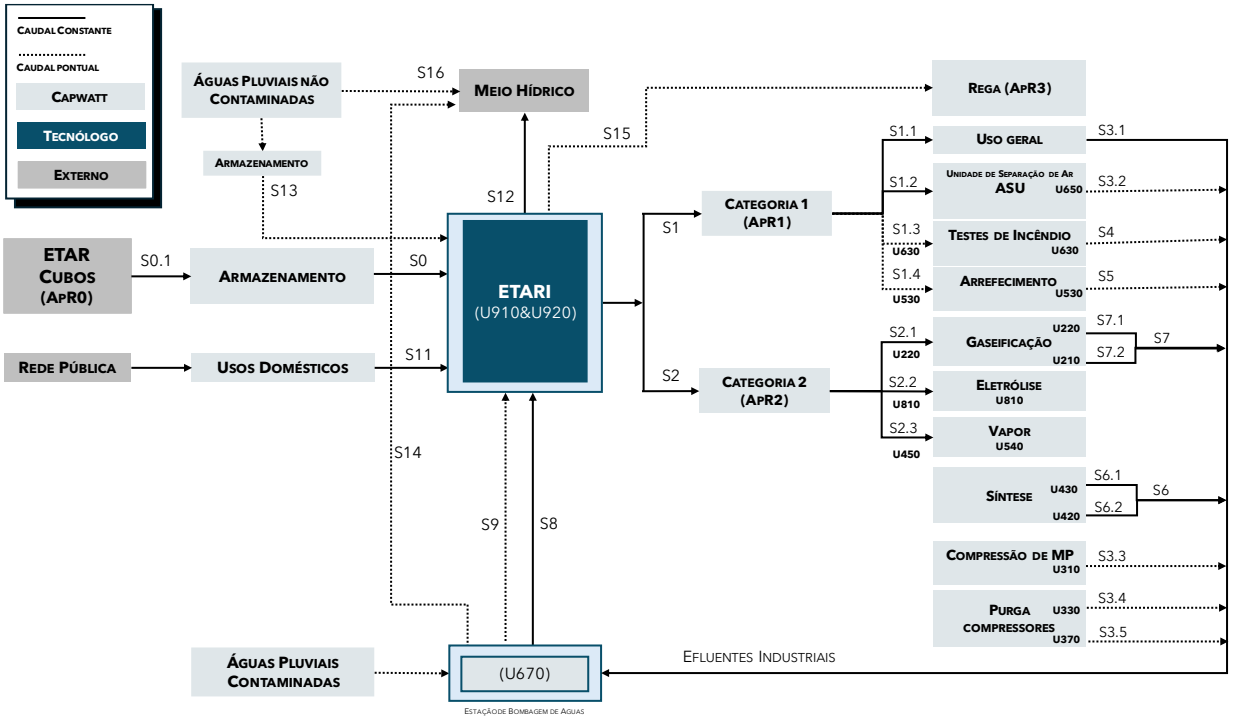


Figura 3 - Esquema geral das correntes de água para o processo

A corrente de Água para Reutilização (ApR) será encaminhada para dois reservatórios na unidade de produção de metanol, com a capacidade de 2 x 6 107 m^3, os quais servirão também para equalizar caudais e abastecer a unidade de tratamento de água residuais (U910), que irá produzir água para os principais blocos industriais e auxiliares da unidade HyMeOH (correntes S1 e S2), cujos requisitos de qualidade se dividem essencialmente em duas categorias: Categoria 1, com qualidade semelhante a água filtrada e Categoria 2, com qualidade para a eletrólise, produção de vapor e gaseificação.

Tendo em conta a escassez de água da região, foi considerada a recolha de águas pluviais não contaminadas dos telhados (corrente S13).

As águas residuais da instalação, provenientes de diferentes processos produtivos e usos gerais (S8), após passar num separador de hidrocarbonetos, bem como as águas pluviais contaminadas (S9), seguirão para uma bacia com a função de equalização, com a capacidade de 500 m^3, de onde serão encaminhadas gradualmente para a unidade de tratamento de água.

1.5 Planta geral do estabelecimento

No Apêndice 1 deste documento apresentam-se as seguintes plantas do estabelecimento:

- Planta de Implantação Geral (CapWatt_ProjectoHyMeOH_PAG, CapWatt_ProjectoHyMeOH_PAG_01.LG01_A0, CapWatt_ProjectoHyMeOH_PAG_01a.LG02_A1)
- Planta das redes processuais (localização das substâncias perigosas) (CapWatt_ProjectoHyMeOH_PAG_02.RP01 e CapWatt_ProjectoHyMeOH_PAG_17.SP01);

- Planta de drenagem de águas residuais e pluviais (CapWatt_ProjectoHyMeOH_PAG_04.RR01);
- Planta da rede de água de incêndio (CapWatt_ProjectoHyMeOH_PAG_05.RI01).

2 Identificação, seleção e análise dos possíveis cenários de acidente

O processo de identificação, seleção e análise dos possíveis cenários de acidente do projeto do estabelecimento de produção de metanol renovável - HyMeOH da CapWatt 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 impacte 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 (*Process Hazard Analysis Software Tools*) de conhecido prestígio internacional, para a simulação de resultados.

2.1 Análise preliminar de perigos

2.1.1 Identificação de fontes de perigo internas

Neste capítulo apresenta-se uma identificação dos perigos relacionados com os equipamentos que se encontram no estabelecimento da CapWatt- Unidade de Produção de Metanol Renovável. Estas causas genéricas foram obtidas a partir de fontes internacionais.

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.

As possíveis causas para a ocorrência de um acidente na Unidade de Produção de Metanol Renovável são:

- a perda de contenção de produtos perigosos, resultando em fuga (gás) ou derrame (líquido). Esta perda de contenção pode resultar em:
    - emissões de vapores tóxicos para a atmosfera;
    - contato do oxigénio (que tem propriedades comburentes) com materiais combustíveis podendo potenciar um incêndio;
    - fuga de metanol renovável; nuvem inflamável incêndio (jet, deflagração) e possível explosão, embora esta última seja menos provável atendendo a que nos possíveis locais de fuga não existirão confinamentos;
    - no caso dos produtos perigosos para o ambiente (gasóleo, catalisador, MEGAMAX 800 e hipoclorito de sódio), quando ocorrer em quantidade suficiente, há possibilidade de atingir a rede de águas pluviais - caleiras de águas pluviais.
- falhas em equipamentos de processo, como causa de risco de incêndio interna.
- perda de contenção/roturas de equipamentos de 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:

- Armazenagens;
- Operações e equipamentos de transporte de produto;
- Operações e equipamentos do processo;
- Utilidades (energia elétrica, ar comprimido);

A seguir, são apresentadas as fontes de perigo identificadas associadas às atividades do estabelecimento.

2.1.1.1 Armazenagem

As substâncias perigosas (classificadas Seveso) na CapWatt- Unidade de Produção de Metanol Renovável são armazenadas em locais dedicados, nomeadamente:

- Oxigénio;
- Metanol;
- Fúsel Oil;
- Gasóleo;
- Ácido fórmico;
- Hipoclorito de sódio;
- Acetileno;
- Aminas.

Os tanques de armazenagem são considerados um dos equipamentos mais perigosos, devido à quantidade de produtos armazenados, embora historicamente, o número de roturas catastróficas seja baixo.

Os tanques dos produtos vão ser instalados em bacias de contenção devidamente impermeabilizadas com capacidade para conter a totalidade do metanol que pode ser armazenado. As bacias de contenção estão ligadas ao sistema de drenagem de águas oleosas através de uma válvula normalmente fechada para recolha de eventuais derrames. Durante os períodos de chuva, as águas pluviais podem ser drenadas para a rede de águas oleosas por abertura das válvulas.

As falhas dos equipamentos que podem desencadear acidentes podem ser provocados pelas seguintes causas:

- Rotura por impacto de um equipamento móvel, ou de um projétil;
- Sabotagens;
- Condições operativas dos tanques;
- Risco de sobreenchimento de produto;
- Falhas de material por defeito mecânico ou metalúrgico seja por corrosão ou por fadiga.

2.1.1.2 Operações e equipamentos do processo

Em termos de acidentes relevantes relativamente em equipamentos de processo, os mesmos estarão essencialmente relacionados com a movimentação de substâncias perigosas no processo e na expedição nas linhas de transporte entre os vários equipamentos.

As linhas de transporte (tubagens) desenvolvem-se no interior da unidade fabril em *racks* que estão protegidos relativamente à circulação de veículos e máquinas, assim como os equipamentos de processo.

2.1.1.2.1 Linhas de transporte

As operações de carga e 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.

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

- Rotura por colisão de equipamentos;
- Fissuras por corrosão;
- Falhas por fadiga do material;
- Rotura pelo efeito de ações da natureza;
- Rotura das uniões soldadas;
- Roturas por sobrepressões;
- Rotura de juntas;
- Fuga de produto;
- Flanges mal apertadas.

2.1.1.2.2 Compressores de gás síntese e ar

Os principais problemas que podem surgir durante o funcionamento dos compressores, e que podem considerar-se como fontes de risco deste tipo de equipamento, são:

- Falta de lubrificação;
- Falha no sistema de arrefecimento;
- Defeito nos instrumentos que indicam mau funcionamento;
- Isolamento deficiente;
- Presença de líquidos na aspiração;
- Deficiente proteção exterior;
- Defeitos no sistema de purga;
- Sistema de fixação inadequado;
- Vibrações.

Os compressores de gás de síntese e de ar possuem sistemas de proteção e alarmes na sala de controlo que podem prevenir e mitigar os problemas acima indicados.

2.1.1.2.3 Grupos de bombagem

Os riscos que representam estes equipamentos são definidos como:

- Falhas/roturas no veio das bombas, chegando a produzir a rotura da mesma;
- Deficiências nas chumaceiras, devido a um desalinhamento, desequilíbrio ou falta de lubrificação;
- Perda de contenção do fecho mecânico (caso a bomba disponha deste mecanismo);
- Sobreaquecimento (válvula de compressão fechada);
- Defeito de operação apresentando-se três casos típicos:
    - Cavitação, provocando a deterioração do impulsor;
    - Válvula de compressão fechada;
    - Perda de fluxo de alimentação, funcionamento em vazio.

2.1.1.2.4 Permutadores de Calor

Os problemas que podem surgir num permutador de calor e que podem provocar acidentes são:

- Deposição de incrustações: reduz a capacidade de transferência de calor dificultando o controlo térmico dos processos regulados pelo permutador; incrementa igualmente a perda de carga e a consequente diminuição do caudal. A deposição pode chegar, inclusivamente, ao bloqueio total do permutador e fugas;
- Fugas devido a fissuras no corpo;
- Rotura dos tubos do permutador, por corrosão, sobrepressão ou tensões térmicas.

As bombas e permutadores possuem sistemas de proteção e alarmes na sala de controlo que podem prevenir e mitigar os problemas acima indicados.

2.1.1.3 Operações de carga de cisternas

Por via rodoviária

No estabelecimento existirá uma área dedicada de carga de veículos cisterna (24 toneladas) de metanol renovável e ainda fusel óleo, que terá pavimento impermeabilizado a ser construído com um declive invertido, ligado a um depósito subterrâneo, com a capacidade de 10m^3, através de uma válvula normalmente fechada.

Por via ferroviária

Devido à existência de um terminal ferroviário ligado à linha da Beira Alta por parte da Sonae Arauco, a CapWatt vai instalar três estações de carga de metanol junto desse mesmo terminal de modo a permitir o enchimento de vagões cisterna (9 vagões) dispondo cada vagão por 3 contentores com capacidade unitária de 20 toneladas até um total máximo de 540 toneladas. Cada ilha terá três braços de carga, carregado os 3 contentores de cada vagão simultaneamente. Os tabuleiros da via férrea serão ligados a um depósito subterrâneo, com a capacidade de 25m^3, equipado com uma bomba de drenagem.

Historicamente, as áreas de carga são zonas da instalação onde se registam uma maior quantidade de acidentes, embora as quantidades manipuladas sejam pequenas em comparação com a armazenagem. Os motivos principais de acidentes são:

- Falha humana em diferentes fases: estacionamento do veículo, ligar e desligar braços de carga, introdução de dados e vigilância;
- Utilização de braços de carga, elementos que sofrem desgastes importantes e que são relativamente frágeis em comparação com tubagens ou outros componentes;
- Processo realizado sobre um equipamento móvel, como são os veículos que podem mover-se facilmente.

As principais causas que podem dar origem a fugas de produtos são as seguintes:

- Deficiências nos braços de carga utilizadas para a carga de produtos devido a causas análogas às indicadas nas linhas de transporte;
- Fugas por falhas na operação (má ligação, abertura de válvulas erradas, etc.);
- Colisão de Veículos Cisterna ou movimento dos mesmos, estando em operações de carga, com rotura dos braços de carga por formação de orifício em cisternas;

- Causa e origem de fonte de ignição, a falta da ligação equipotencial entre o veículo cisterna e o equipamento fixo.

Como medidas de prevenção e mitigação, destacam-se:

- No caso de ocorrer uma fuga de metanol, será recolhido no depósito e bombeado para a unidade de síntese de metanol para recuperação. O depósito está igualmente ligado ao sistema de drenagem de águas oleosas, permitindo que as águas pluviais sejam encaminhadas para a rede de águas oleosas através da abertura de válvula. (Via Rodoviária);
- As estações de carga irão dispor de sistemas de medição e controlo de caudal, pressão e temperatura, que permitirão efetuar o enchimento dos contentores com segurança. (Via Ferroviária e Rodoviária);
- No caso de fuga de metanol, será retido no depósito e removido por gestor de resíduos licenciado ou bombeado para a unidade de síntese de metanol para recuperação. (Via Ferroviária).

2.1.1.4 Utilidades

Energia elétrica

O fornecimento de energia elétrica será proveniente da rede elétrica nacional e complementada com o fornecimento duma unidade de produção de energia elétrica para auto-consumo (UPAC) e pela produção de energia elétrica proveniente da turbina a vapor e pelos dois cogeradores

Estes equipamentos podem ser origens de incêndios. Uma falha no sistema de alimentação elétrica, produz o não funcionamento dos equipamentos (compressores, bombas) necessários para o funcionamento normal das instalações, assim como alarmes, controlo de enchimento, etc.

Os serviços e utilidades não diretamente relacionados com a atividade de armazenagem ou produção, mas que podem ser consideradas como fontes de perigo internas, são:

- Posto de Transformação, relacionados com a instalação de produção de energia elétrica para consumo próprio.

Para além dos riscos inerentes ao seu funcionamento normal, não se prevê que constitua por si só, uma fonte de perigo interna.

Ar Comprimido

Uma falha no sistema de ar comprimido pode provocar falhas e erros nos instrumentos e na atuação sobre os equipamentos pneumáticos. O sistema de Ar Geral e Instrumentos inclui dois compressores e de dois reservatórios, bem como dois secadores de ar.

2.1.2 Análise da perigosidade das substâncias

No estabelecimento da CapWatt entre os diversos tipos de matérias-primas, assim como, dos produtos gerados (gás de síntese e metanol renovável) existem as que apresentam as seguintes características relevantes, na análise de riscos de acidentes graves, de acordo com a classificação de perigosidade do Decreto-Lei nº 150/2015 de 05 de agosto:

- Perigos para a saúde – toxicidade;

- Perigos para o ambiente – organismos aquáticos;
- Perigos físicos – inflamáveis;
- Perigos físicos - comburentes.

Seguidamente, analisa-se a perigosidade das substâncias / produtos químicos presentes nas instalações, sejam as matérias-primas, produto acabado, sub-produtos ou outras que se podem formar a partir de reações não desejáveis, tendo em conta as suas propriedades físico-químicas, a sua classificação de acordo com o Decreto-Lei nº 150/2015 assim como as Fichas de Dados de Segurança.

No Apêndice 2 incluem-se as Fichas de Dados de Segurança (FDS) das substâncias e misturas perigosas (Seveso) armazenadas e movimentadas na CapWatt, onde se encontram descritas todas as suas características relevantes.

2.1.2.1 Perigos para a saúde – Toxicidade

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

Para definir a toxicidade das substâncias determinaram-se diferentes limites de concentração característicos (AEGL, CL50. DL50, etc.).

A classificação das preparações em muito tóxicas, tóxicas ou nocivas efetua-se através do Regulamento nº 1272/2008 (CLP), tal como se indica no Decreto-Lei 150/2015. Assim, como referido no Decreto-Lei nº 150/2015, pertencem a este grupo as que possuem a indicação de risco H300, H310, H330, H331, H301 e H370.

Os dois fatores mais importantes para identificar uma substância ou preparação tóxica que pode gerar acidentes graves são:

- os seus valores de toxicidade por inalação (em princípio uma substância raramente poderá originar um acidente grave por ingestão ou por absorção cutânea, a menos que se derrame numa corrente de água);
- e a sua volatilidade (pressão de vapor). Desta forma, quanto mais baixo for o seu valor de toxicidade e mais alta seja a sua pressão de vapor, mais perigosa será a substância. Assim, as substâncias gasosas ou voláteis são as que formam nuvens tóxicas com maior facilidade.

Portanto, o efeito negativo causado será diretamente proporcional à toxicidade das substâncias, facilidade de dispersão e quantidade em fuga. A priori, os acidentes que se podem esperar pela presença destas substâncias são dispersões de nuvens tóxicas.

As substâncias perigosas presentes nas instalações com características de toxicidade são:

- Metanol – categoria de perigo H2 – H301/H331 - tóxico por inalação categoria 3;
- Ácido Fórmico 85% - categoria de perigo H2 – H331 - tóxico por inalação categoria 3.

Destas duas substâncias perigosas, considera-se que, o metanol, pela quantidade presente, e pelo facto de ser também inflamável (ao contrário do ácido fórmico), será mais representativo do risco do estabelecimento. Assim, considerou-se que o metanol poderá estar na origem de um acidente

grave ou poderá causar um acidente grave noutro local (pela dispersão de vapores tóxicos e inflamáveis).

2.1.2.2 Perigos para o ambiente

Para determinar se uma substância ou preparação é perigosa para ambiente existem diferentes parâmetros. A classificação destas substâncias ou preparações é efetuada de acordo com o Regulamento nº 1272/2008 (CLP) tal como se indica no Decreto-Lei nº 150/2015.

Assim, como referido no Decreto-Lei nº 150/2015, pertencem a este grupo as que possuem a indicação de risco H400 (*Aquatic Acute 1*), H410 (*Aquatic Chronic 1*) e H411 (*Aquatic Chronic 2*).

As vias de contaminação são muito diversas:

- Substâncias que, no caso de derrame sobre zonas vulneráveis (cursos de água principalmente), podem contaminá-las, de forma grave, chegando a provocar a morte de seres vivos aquáticos.
- Contaminação do solo.
- Contaminação do ar.

Também, no caso de infiltrações no solo, se poderá produzir a contaminação de águas dos níveis freáticos.

A armazenagem de substâncias perigosas para o ambiente no estabelecimento da CapWatt é efetuada em local e com pavimento impermeabilizado e, a sua manipulação é efetuada também em locais pavimentados.

Apresentam-se, de seguida, as substâncias classificadas como muito perigosas ou perigosas para o ambiente que podemos encontrar nas instalações:

- Gasóleo (líquido) – categoria de perigo E2 - H411 - Perigoso para o ambiente aquático, toxicidade crónica, categoria 2;
- Catalisador (sólido) – categoria de perigo E1 – H400/H410 - Perigoso para o ambiente aquático, toxicidade aguda, categoria 1, ou toxicidade crónica, categoria 1;
- MEGAMAX® 800 Tab 6x4 - Síntese (sólido) – Categoria de perigo E1 – H400/H410 - Perigoso para o ambiente aquático, toxicidade aguda, categoria 1, ou toxicidade crónica, categoria 1;
- Hipoclorito de sódio (líquido) – Categoria de perigo E1 – H400/H410 - Perigoso para o ambiente aquático, toxicidade aguda, categoria 1, ou toxicidade crónica, categoria 1.

No capítulo 2.6 apresenta-se uma análise relativa à presença das substâncias acima referidas.

2.1.2.3 Perigos físicos- substâncias comburentes

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 uma substância comburente só poderia ocorrer por manipulação imprudente das mesmas junto a substâncias inflamáveis ou reativas, na presença de uma fonte de ignição. Ou mesmo o contato descontrolado com substâncias combustíveis no limite pode provocar um incêndio.

A substância com propriedades comburente presente no estabelecimento da CapWatt é o oxigénio, que se trata de uma substância designada, que se enquadra na categoria de perigo P4 – H270 - Gases comburentes, categoria 1. As substâncias com esta propriedade poderão vir a agravar um incêndio.

Esta substância com estas propriedades poderá a vir a agravar um incêndio.

2.1.2.4 Perigos físicos- substâncias inflamáveis

As substâncias ou preparações inflamáveis são aquelas que em condições ambientais (em mistura com substâncias comburentes como pode ser o ar) são suscetíveis de sofrer combustão na presença de uma fonte de ignição. A ignição só poderá ocorrer quando a mistura comburente-combustível se encontre num intervalo de concentração determinado.

O intervalo de concentração é delimitado pelo Limite Inferior de Inflamabilidade (LII) e pelo Limite Superior de Inflamabilidade (LSI).

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 ou preparações é o ponto de inflamação. Quanto mais baixo for, mais facilmente poderá inflamar-se, sendo, por tanto, mais perigosa a substância. O ponto de inflamação está diretamente relacionado com a geração de vapores (pressão de vapor) por parte das substâncias envolvidas. Assim, os líquidos combustíveis com alta pressão de vapor apresentam ponto de inflamação mais baixos, que os que têm pressões de vapor mais baixas, para a mesma temperatura. Desta forma, os líquidos inflamáveis com alta pressão de vapor geram maior quantidade de vapores podendo alcançar zonas mais afastadas.

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

Substâncias ou preparações com pontos de inflamação superiores às temperaturas ambientes (máximo 60ºC) não pressupõem, à priori, perigo de inflamação a não ser que sejam aquecidas até temperaturas superiores ao respetivo ponto de inflamação (condições de processo ou aquecimentos não esperados devido a, por exemplo, fogos externos).

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

À priori, os acidentes que expectáveis pela presença destas substâncias ou preparações são os seguintes:

- *Pool-fire* ou Incêndio de Charco (confinado ou não, dependendo da presença de bacia de retenção).
- *Jet-fire* ou Jato Incendiado (dependendo da pressão de saída do produto libertado).

- Chamas sem efeito de pressão (*Flash Fire*).
- Explosões ou Sobrepressão (dependendo da quantidade e confinamento da nuvem).

A tabela seguinte apresenta as substâncias que estarão presentes nas instalações quanto à inflamabilidade:

Tabela 3 - Substâncias e misturas perigosas que estarão presentes no estabelecimento

Substância / Mistura	Classificação de inflamabilidade
Metanol	H225 – Líquido Inflamável 2
Óleo fúsel	H226 – Líquido Inflamável 3
Hidrogénio	H220 – Gás Inflamável 1
Fuel Gas	H220 – Gás Inflamável 1
Gás Natural	H220 – Gás Inflamável 1
Gasóleo	H226 – Líquido Inflamável 3

Em termos de análise de risco consideram-se como representativas do risco do estabelecimento todas as substâncias integradas na tabela anterior exceto o gasóleo. Teve-se em conta a quantidade que estará presente, as condições de armazenagem do gasóleo e a sua perigosidade comparativamente, por exemplo, a outro líquido inflamável (metanol). Há a referir que o metanol tem um ponto de inflamação muito inferior e apresenta, adicionalmente, características de toxicidade.

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. Tiveram-se em conta a análise relativa à perigosidade de substâncias e as fontes de perigo internas e consideraram-se acidentes relacionados com as substâncias / misturas com maior perigosidade, pela análise do grau de perigosidade, maior quantidade de substância perigosa passível de estar presente no estabelecimento, capacidade individual dos equipamentos e estado físico das substâncias.

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

Tabela 4 - Eventos iniciadores

Nº Evento	Evento
1	Rotura catastrófica de reservatório 65-D-001
2	Fuga de 100mm de reservatório 65-D-001
3	Fuga de 10mm de reservatório 65-D-001
4	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem
5	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem
6	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise
7	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise
8	Rotura linha de saída de gás de síntese do Gaseificador
9	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Gaseificador
10	Rotura linha de saída de gás de síntese do *Scrubber*
11	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do *Scrubber*
12	Rotura linha de saída de gás de síntese do compressor de MP
13	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do compressor de MP
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol
15	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol
16	Rotura linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol
17	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás
19	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás
20	Rotura linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U-410 a partir da eletrólise
21	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U410 a partir da eletrólise
22	Rotura catastrófica de reator 42-R-001
23	Fuga de 100mm de reator 42-R-001

Nº Evento	Evento
24	Fuga de 10mm de reator 42-R-001
25	Rotura da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol
26	Fuga da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol
27	Rotura Catastrófica do Flash Drum 42-V-003
28	Fuga de 100mm do Flash Drum 42-V-003
29	Fuga de 10 mm do Flash Drum 42-V-003
30	Rotura da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001
31	Fuga da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001
32	Rotura catastrófica de reservatório 44-D-001
33	Fuga de 100mm de reservatório 44-D-001
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001
35	Rotura da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002
36	Fuga da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002
37	Rotura da Linha de topo do Flash Drum 42-V-003
38	Fuga da Linha de fundo de Purga 42-V-004
39	Rotura linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A
40	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A
41	Rotura da linha de envio de fuel gas para a Cogeração
42	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de fuel gas para a Cogeração
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A
46	Rotura catastrófica de reservatório 01-57-D-001A
47	Fuga de 100mm de reservatório 01-57-D-001A
48	Fuga de 10mm de reservatório 01-57-D-001A
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas

Nº Evento	Evento
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas
51	Rotura de braço de carga de Cisternas com Metanol
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol
53	Rotura de Cisterna com Metanol
54	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Metanol
55	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Metanol
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia
58	Rotura da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas
59	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas
60	Rotura de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo
61	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo
62	Rotura de Cisterna com Fusel óleo
63	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Fusel óleo
64	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Fusel óleo
65	Rotura do troço aéreo a jusante da PRM
66	Fuga do troço aéreo a jusante da PRM

2.3 Estimativa de frequência de ocorrência dos cenários de acidente identificados

Para cada um dos acontecimentos identificam-se os diferentes cenários acidentais que poderão ocorrer. A combinação da probabilidade de cada acontecimento iniciador (tendo em conta o número de equipamentos, etc., de cada acontecimento) com a probabilidade de cada cenário acidental que pode ocorrer (charco incendiado, dispersão tóxica, explosão, etc.), resulta na probabilidade total de cada cenário acidental. Os dados e referências empregues na determinação das probabilidades foram obtidos da bibliografia e das bases de dados de referência[1]. As frequências bases adotadas apresentam-se de seguida:

- Guidelines for quantitative risk assessment “Purple Book”, report CPR 18E , Committee for the Prevention of Disasters, 1999, Netherlands;
- Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) – the Netherlands
- ARAMIS D1C APPENDIX 10 – Generic frequencies data for the critical events, Faculté Polytechnique de Mons, Major Risk Research Center, 2004, Belgium

Tabela 5 - Frequências unitárias dos eventos críticos

Evento	Frequência	Unidade base (1)	Referência Bibliográfica
Rotura catastrófica tanque pressurizado	5,00E-07	ano	BEVI, 2009 Tabela 13 – pág. 32
Fuga de 100 mm. de tanque pressurizado	3,00E-06	ano	ARAMIS D1C_APPENDIX 10, Table 5, Note 1
Fuga de 10 mm. de tanque pressurizado	1,00E-05	ano	BEVI, 2009 Tabela 13 – pág. 32
Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	m*ano	BEVI, 2009 Tabela 27 – pág. 42
Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	m*ano	BEVI, 2009 Tabela 27 – pág. 42
Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07	m*ano	BEVI, 2009 Tabela 27 – pág. 42
Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	2,00E-06	m*ano	BEVI, 2009 Tabela 27 – pág. 42
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
Rotura catastrófica reator/vessel	5,00E-06	ano	BEVI, 2009 Tabela 31 – pág. 45
Fuga de 100 mm. de reator/vessel	1,00E-05	ano	ARAMIS D1C_APPENDIX 10, Table 5, Note 1
Fuga de 10 mm. de reator/vessel	1,00E-04	ano	BEVI, 2009 Tabela 31 – pág. 45
Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	ano	BEVI, 2009 Tabela 17 – pág. 37
Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	ano	ARAMIS D1C_APPENDIX 10, Table 9, Note 4
Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	ano	BEVI, 2009 Tabela 17 – pág. 37
Rotura total Braço Carga	3,00E-08	h*ano	BEVI, 2009 Tabela 50 – pág. 59
Fuga Braço Carga	3,00E-07	h*ano	BEVI, 2009 Tabela 50 – pág. 59
Rotura de cisterna	1,00E-05	ano	BEVI, 2009 Tabela 42 – pág. 55
Fuga 100 mm de cisterna atmosférica	1,00E-04	ano	ARAMIS D1C_APPENDIX 10, Table 13, Note 9
Fuga 10 mm de cisterna atmosférica	1,20E-05	ano	ARAMIS D1C_APPENDIX 10, Table 13, Note 9

(1) Legenda:
a. "m*ano" – por metro de tubagem por ano
b. "h*ano" – por horas de operação por ano

De seguida incluem-se para cada cenário, as frequências, os fatores e probabilidades utilizadas:

Tabela 6 - Estimativa da frequência de ocorrência dos eventos críticos

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental/ano
1	Rotura catastrófica de reservatório 65-D-001	Rotura catastrófica tanque pressurizado	5,00E-07	2	ano	1,00E-06
2	Fuga de 100mm de reservatório 65-D-001	Fuga de 100 mm. de tanque pressurizado	3,00E-06	2	ano	6,00E-06
3	Fuga de 10mm de reservatório 65-D-001	Fuga de 10 mm. de tanque pressurizado	1,00E-05	2	ano	2,00E-05
4	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	400	m*ano	4,00E-05
5	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	400	m*ano	2,00E-04
6	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07	250	m*ano	7,50E-05
7	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	2,00E-06	250	m*ano	5,00E-04
8	Rotura linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	20	m*ano	2,00E-06
9	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	20	m*ano	1,00E-05
10	Rotura linha de saída de gás de síntese do *Scrubber*	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	85	m*ano	8,50E-06
11	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do *Scrubber*	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	85	m*ano	4,25E-05
12	Rotura linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	100	m*ano	1,00E-05
13	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	100	m*ano	5,00E-05

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental/ano
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	200	m*ano	2,00E-05
15	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	200	m*ano	1,00E-04
16	Rotura linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	35	m*ano	3,50E-06
17	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	35	m*ano	1,75E-05
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	170	m*ano	1,70E-05
19	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	170	m*ano	8,50E-05
20	Rotura linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U-410 a partir da eletrólise	Rotura tubagem diâmetro < 75mm	1,00E-06	150	m*ano	1,50E-04
21	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U410 a partir da eletrólise	Fuga tubagem diâmetro < 75mm	5,00E-06	150	m*ano	7,50E-04
22	Rotura catastrófica de reator 42-R-001	Rotura catastrófica reator/vessel	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
23	Fuga de 100mm de reator 42-R-001	Fuga de 100 mm. de reator/vessel	1,00E-05	1	ano	1,00E-05
24	Fuga de 10mm de reator 42-R-001	Fuga de 10 mm. de reator/vessel	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
25	Rotura da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07	7	m*ano	2,10E-06

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental/ano
26	Fuga da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	2,00E-06	7	m*ano	1,40E-05
27	Rotura Catastrófica do Flash Drum 42-V-003	Rotura catastrófica reator/vessel	5,00E-06	7	ano	3,50E-05
28	Fuga de 100mm do Flash Drum 42-V-003	Fuga de 100 mm. de reator/vessel	1,00E-05	7	ano	7,00E-05
29	Fuga de 10 mm do Flash Drum 42-V-003	Fuga de 10 mm. de reator/vessel	1,00E-04	7	ano	7,00E-04
30	Rotura da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	3,00E-07	5	m*ano	1,50E-06
31	Fuga da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	2,00E-06	5	m*ano	1,00E-05
32	Rotura catastrófica de reservatório 44-D-001	Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
33	Fuga de 100mm de reservatório 44-D-001	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	1	ano	1,20E-05
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
35	Rotura da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-06	120	m*ano	1,20E-04
36	Fuga da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-06	120	m*ano	6,00E-04
37	Rotura da Linha de topo do Flash Drum 42-V-003	Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07	150	m*ano	4,50E-05
38	Fuga da Linha de fundo de Purga 42-V-004	Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	2,00E-06	150	m*ano	3,00E-04
39	Rotura linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	Rotura tubagem diâmetro < 75mm	1,00E-06	75	m*ano	7,50E-05
40	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	Fuga tubagem diâmetro < 75mm	5,00E-06	75	m*ano	3,75E-04

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental/ano
41	Rotura da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	Rotura tubagem diâmetro < 75mm	1,00E-06	230	m*ano	2,30E-04
42	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	Fuga tubagem diâmetro < 75mm	5,00E-06	230	m*ano	1,15E-03
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A	Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	3	ano	1,50E-05
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	3	ano	3,60E-05
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	3	ano	3,00E-04
46	Rotura catastrófica de reservatório 01-57-D-001A	Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	2	ano	1,00E-05
47	Fuga de 100mm de reservatório 01-57-D-001A	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	2	ano	2,40E-05
48	Fuga de 10mm de reservatório 01-57-D-001A	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	2	ano	2,00E-04
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07	110	m*ano	3,30E-05
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	2,00E-06	110	m*ano	2,20E-04
51	Rotura de braço de carga de Cisternas com Metanol	Rotura total Braço Carga	3,00E-08	175	h*ano	5,25E-06
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol	Fuga Braço Carga	3,00E-07	175	h*ano	5,25E-05
53	Rotura de Cisterna com Metanol	Rotura de cisterna	1,00E-05	0,02	ano	2,00E-07
54	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Metanol	Fuga 100 mm de cisterna atmosférica	1,20E-05	0,02	ano	2,40E-07
55	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Metanol	Fuga 10 mm de cisterna atmosférica	1,00E-04	0,02	ano	2,00E-06

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental/ano
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	50	m*ano	5,00E-06
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	50	m*ano	2,50E-05
58	Rotura da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07	25	m*ano	7,50E-06
59	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	2,00E-06	25	m*ano	5,00E-05
60	Rotura de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	Rotura total Braço Carga	3,00E-08	33,5	h*ano	1,01E-06
61	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	Fuga Braço Carga	3,00E-07	33,5	h*ano	1,01E-05
62	Rotura de Cisterna com Fusel óleo	Rotura de cisterna	1,00E-05	0,004	ano	3,82E-08
63	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Fusel óleo	Fuga 100 mm de cisterna atmosférica	1,20E-05	0,004	ano	4,59E-08
64	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Fusel óleo	Fuga 10 mm de cisterna atmosférica	1,00E-04	0,004	ano	3,82E-07
65	Rotura do troço aéreo a jusante da PRM	Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07	527	m*ano	1,58E-04
66	Fuga do troço aéreo a jusante da PRM	Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	2,00E-06	527	m*ano	1,05E-03

Para cada evento crítico a frequência é calculada em função do número de equipamentos, metros de tubagem ou horas de operação, segundo a sua correspondência. A frequência é multiplicada por estes fatores para atribuir o valor mais real possível a um evento crítico específico.

Para os eventos relativos às cisternas foram tidos em consideração, para os cálculos da frequência, os seguintes dados de número de operações e a duração de cada operação de descarga da cisterna:

Tabela 4 - Número de operações anuais com cisternas e respetivo tempo de duração da atividade de carga/descarga

Substância perigosa	N.º de cisternas	Tempo de carga/descarga (minutos)	Número de unidades (h/ano)
Óleo fúsel	67	30	33,5
Metanol	350	30	175

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 (*fire-ball*, jet fire, pool fire, dispersão, etc.) aplica-se a metodologia de árvore de acontecimentos. Para cada um dos acontecimentos iniciadores (eventos críticos) identificam-se os diferentes cenários acidentais que poderão ocorrer, tendo em conta as respetivas árvores 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 distintos 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, enquanto que na parte inferior se reflete 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 serie 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.).

Comportamento das Fugas

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

A própria natureza das substâncias manuseadas (inflamáveis, explosivas, reativas, tóxicas), as características dos processos realizados (pressões e temperaturas 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 (em armazenagem, processo, etc.) 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 semicontínua, produto da perfuração ou fissura suficientemente pequena para que a duração do processo de descarga seja significativa.

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

Na descarga por rotura 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 pode alcançar os 1100 ºC e altura de 2,5 a 3 vezes o diâmetro. A radiação térmica gerada pode propiciar a afetação de outras áreas.

No caso de fugas com pressão, poderá formar-se um 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, das condições de confinamento junto com outros parâmetros, a inflamação dos gases é de forma explosiva (quando a propagação da frente de chama acelera, alcançando velocidades supersónicas e originando altos níveis de sobrepressão) ou de tipo labareda (flash-fire).

O fenómeno "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 despressurização 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 da Bleve é 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, ocorrendo o fenómeno de UVCE (*Unconfined Vapor Cloud Explosion*). Outro fator importante é o grau de confinamento. Quando este aumenta a probabilidade de explosões também. É mais provável uma explosão em zonas com grande quantidade de equipamentos (unidades de processo), do que em zonas onde não há quase equipamentos (zonas de armazenagem).

Dispersões

Se os gases e os vapores de líquidos voláteis não encontram um ponto de ignição, a nuvem por eles formada dispersar-se-á até níveis de concentração não perigosos. A seguir inclui-se um esquema com os possíveis comportamentos devido a fuga de um produto.

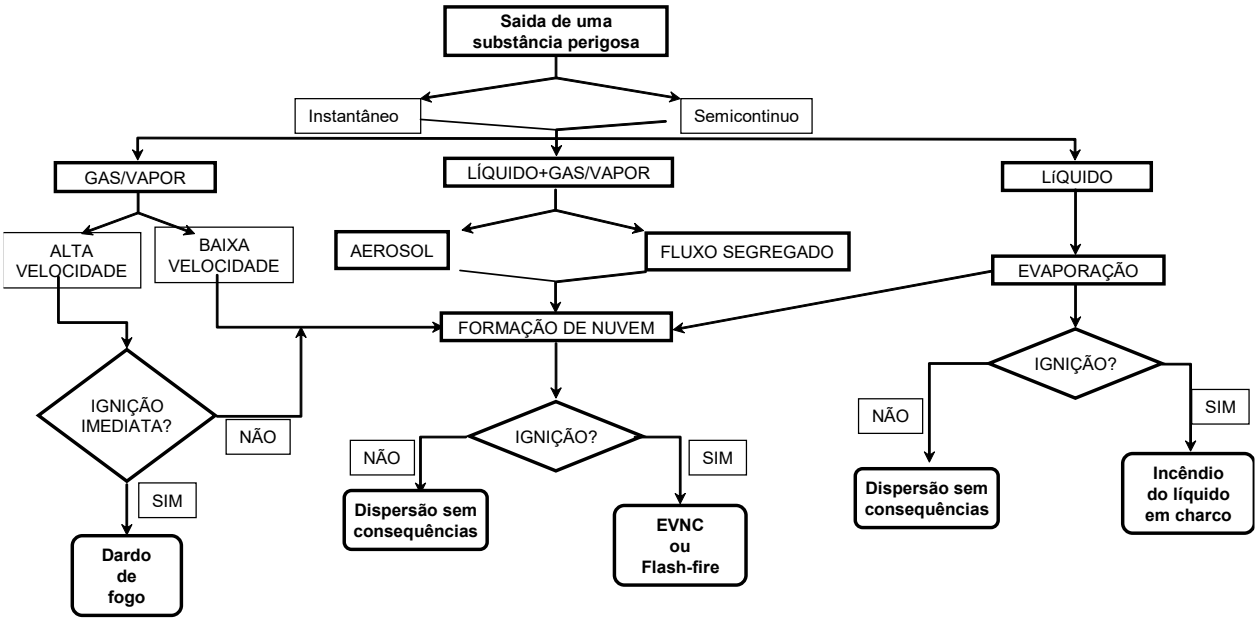


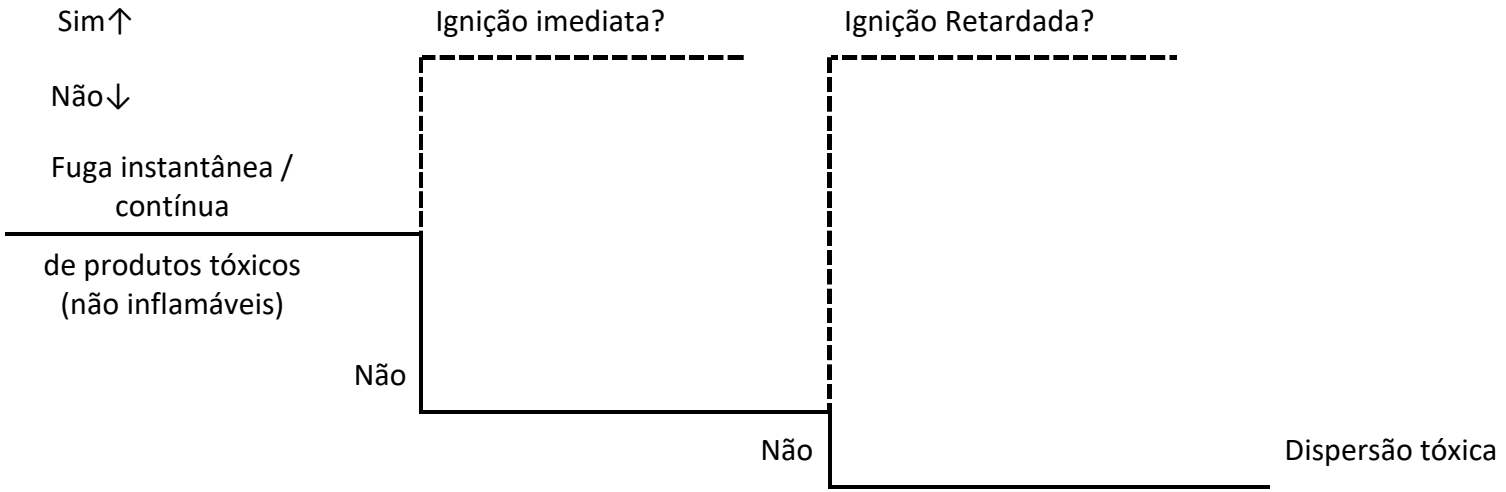
Figura 4 - Esquema representativo dos possíveis comportamentos de uma fuga de uma substância perigosa

2.4.1.1 Descrição das árvores de acontecimentos

A seguir apresentam-se as diferentes árvores de acontecimentos, que conduzem aos acidentes que foram considerados.

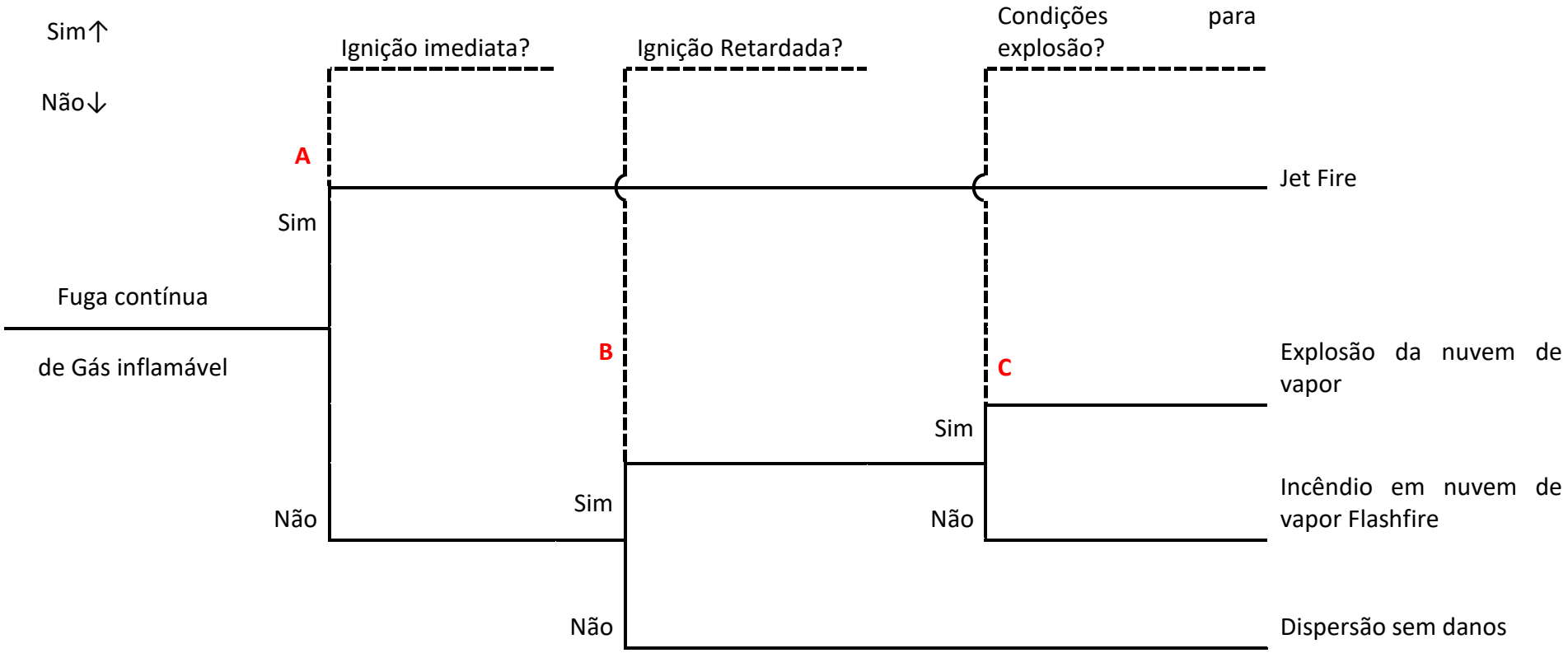
- Árvore de Acontecimentos 1: Fuga instantânea / contínua de produtos tóxicos (não inflamáveis)
- Árvore de Acontecimentos 2: Fuga contínua de gás inflamável
- Árvore de Acontecimentos 3: Fuga instantânea de gás inflamável e tóxico
- Árvore de Acontecimentos 4: Fuga contínua de gás inflamável e tóxico
- Árvore de Acontecimentos 5: Fuga instantânea de Líquido Inflamável
- Árvore de Acontecimentos 6: Fuga contínua de Líquido Inflamável
- Árvore de Acontecimentos 7: Fuga instantânea de Líquido Inflamável e tóxico
- Árvore de Acontecimentos 8: Fuga contínua de Líquido Inflamável e tóxico

ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS 1 TIPO DE ACIDENTE: FUGA INSTANTÂNEA / CONTÍNUA DE PRODUTOS TÓXICOS (NÃO INFLAMÁVEIS)



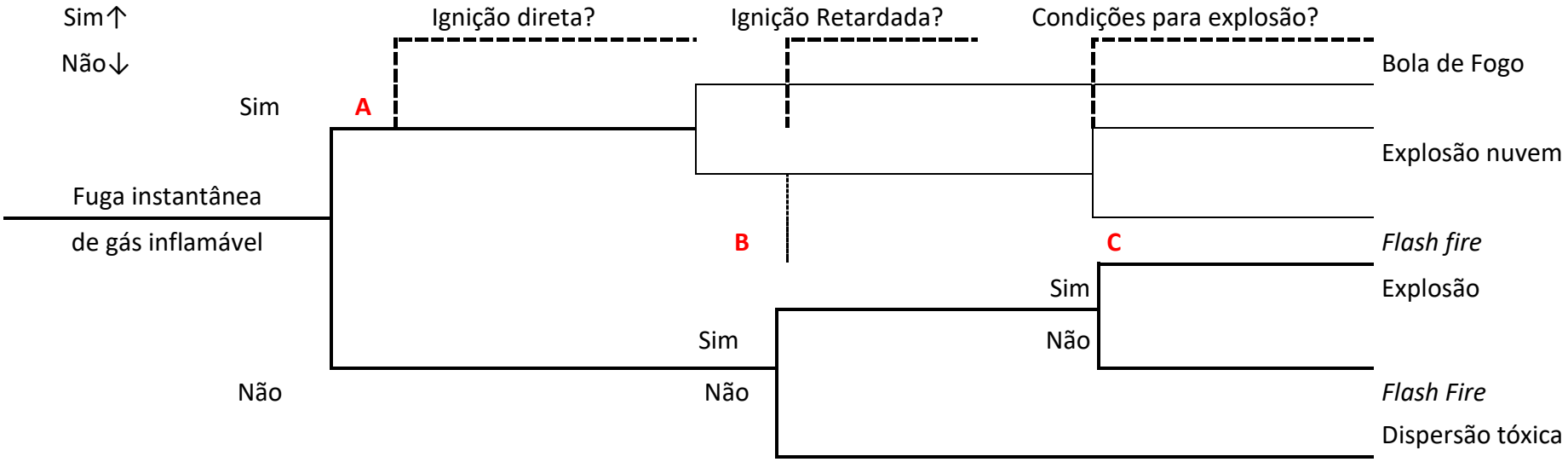
A probabilidade de um cenário com efeitos tóxicos (Ptox) para as substâncias inflamáveis e tóxicas é igual a um (probabilidade total) menos a probabilidade dos cenários com ignição que se possam produzir em cada acidente concreto. Para as substâncias que são tóxicas e não inflamáveis a probabilidade de ocorrência do cenário tóxico (Ptox) é igual a 1

ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS: 2 TIPO DE ACIDENTE: FUGA CONTÍNUA DE GÁS INFLAMÁVEL



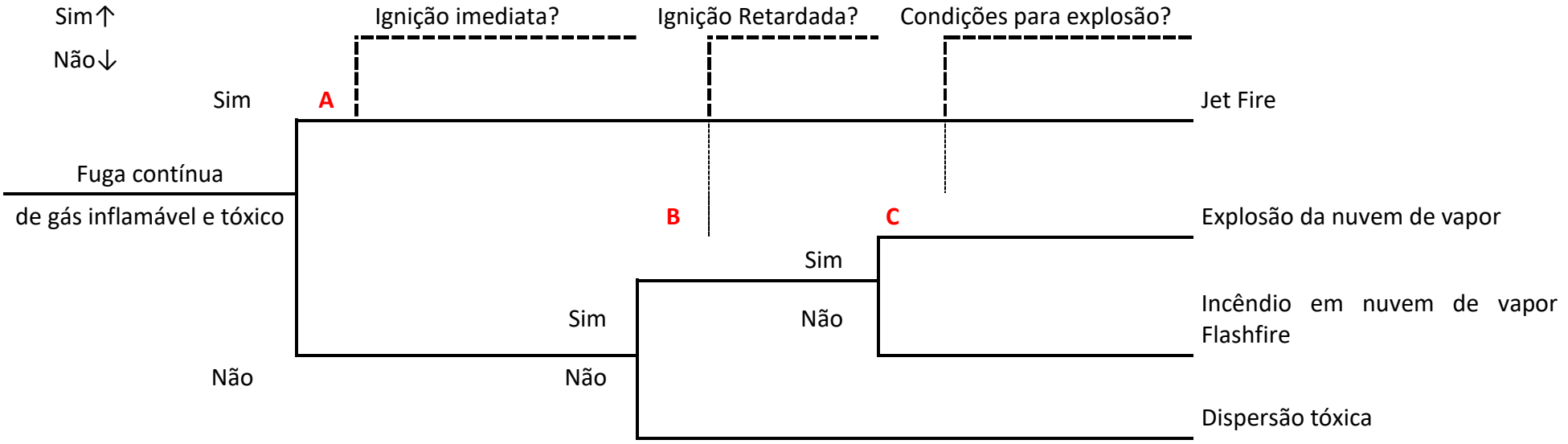
No caso de fuga contínua de gás inflamável, se ocorrer ignição imediata, esta dará lugar a um *jet fire*, cuja probabilidade é P_{II}, ou seja, $P_{jet} = P_{II}$. Se ocorrer ignição retardada, esta terá uma probabilidade de 40% de resultar em explosão, ou seja, $P_{Exp} = P_{IR}*0,4$. Se não ocorrer uma explosão (60% de probabilidade de ocorrência) esta dará lugar a um incêndio de nuvem de vapor (*flashfire*), ou seja, $P_{flashfire} = P_{IR}*0,6$.

ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS: 3 TIPO DE ACIDENTE: FUGA INSTANTÂNEA DE GÁS INFLAMÁVEL E TÓXICO



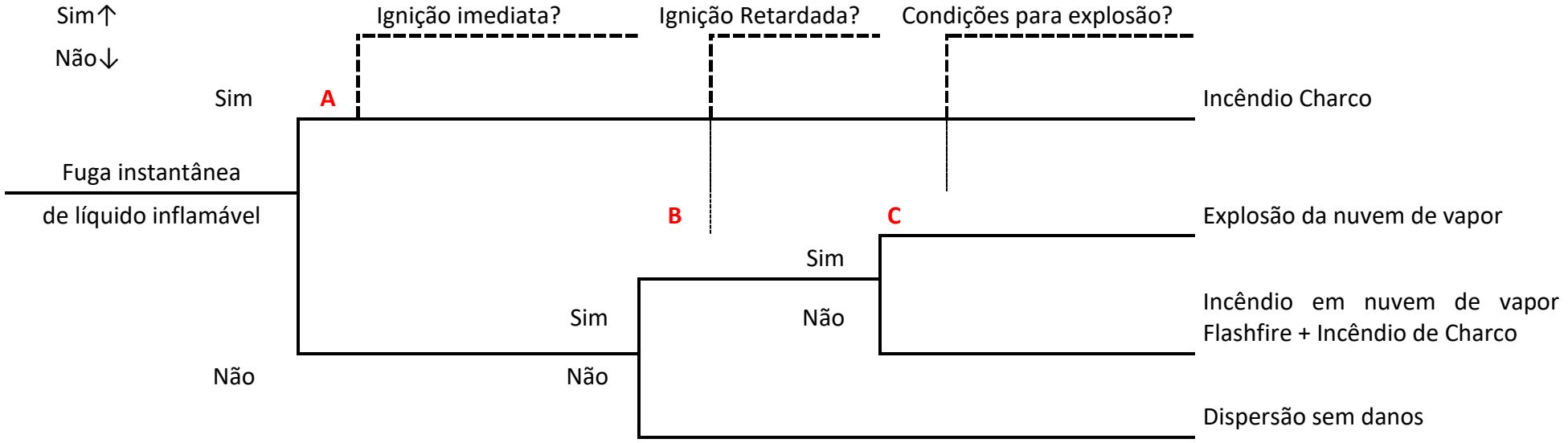
No caso de fuga instantânea de gás inflamável e tóxico, se ocorrer ignição imediata, esta dará lugar a uma bola de fogo (*fireball*), cuja probabilidade está dividida numa fração de 70% para a ocorrência de bola de fogo, ou seja, $P_{BL}=0.7*P_{II}$. Neste caso 30% dará lugar a explosão ou *flashfire*, com as mesmas proporções que a ignição retardada, ou seja, $P_{flashfire} = (0.3*P_{II} + P_{IR}) *0.6$ e $P_{explosão} = (0.3*P_{II} + P_{IR}) *0.4$. Se não ocorrer ignição a fuga dará lugar a uma dispersão tóxica.

ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS: 4 TIPO DE ACIDENTE: FUGA CONTINUA DE GÁS INFLAMÁVEL E TÓXICO



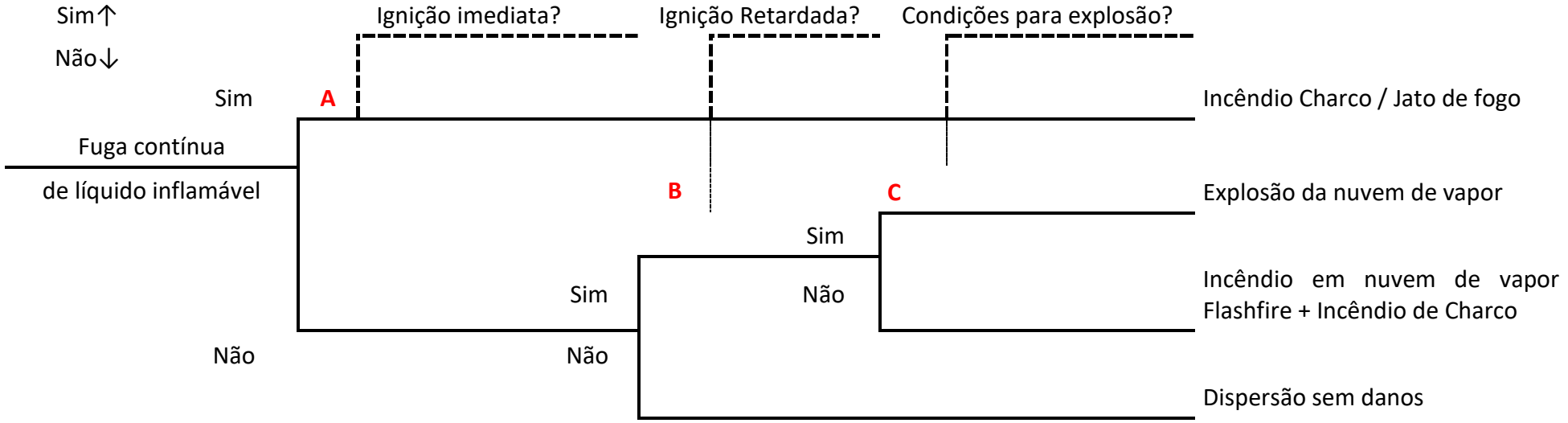
No caso de fuga contínua de gás inflamável, se ocorrer ignição imediata, esta dará lugar a um incêndio de jato, cuja probabilidade é P_{II}, ou seja, $P_{jet} = P_{II.}$ Se ocorrer ignição retardada, esta dará lugar a explosão ou flashfire, ou seja, $P_{flashfire} = P_{IR}*0,6$ e $P_{Exp} = P_{IR}*0,4$.

ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS 5 TIPO DE ACIDENTE: FUGA INSTANTÂNEA DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL



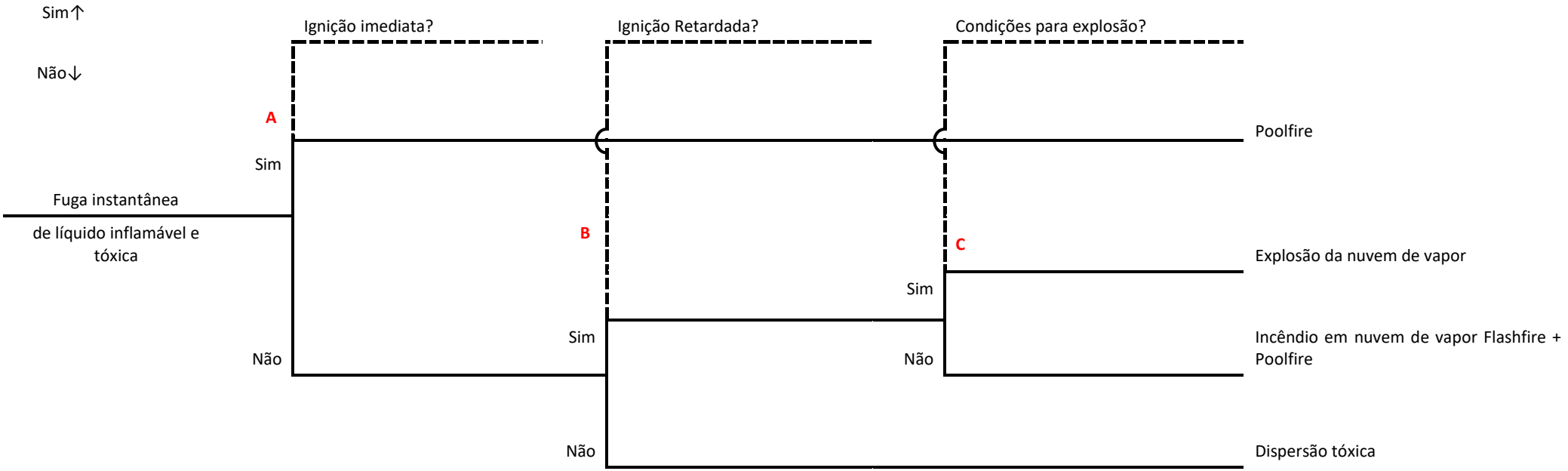
No caso de fuga instantânea de líquido inflamável, se ocorrer ignição imediata, esta dará lugar a um incêndio de charco, cuja probabilidade é P_{II}. Se ocorrer uma ignição retardada terá uma probabilidade de 40% de resultar em explosão, ou seja, $P_{Exp} = P_{IR}*0,4$. Se não ocorrer uma explosão (60% de probabilidade de ocorrência), o resultado da ignição será um *Flashfire*, seguido de incêndio do charco. Assim, $P_{PF} = P_{II} + P_{IR}*0.6 = P_{II} + (1-P_{II})*0.5 *0.6$.

ARVORE DE ACONTECIMENTOS 6 TIPO DE ACIDENTE: FUGA CONTÍNUA DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL



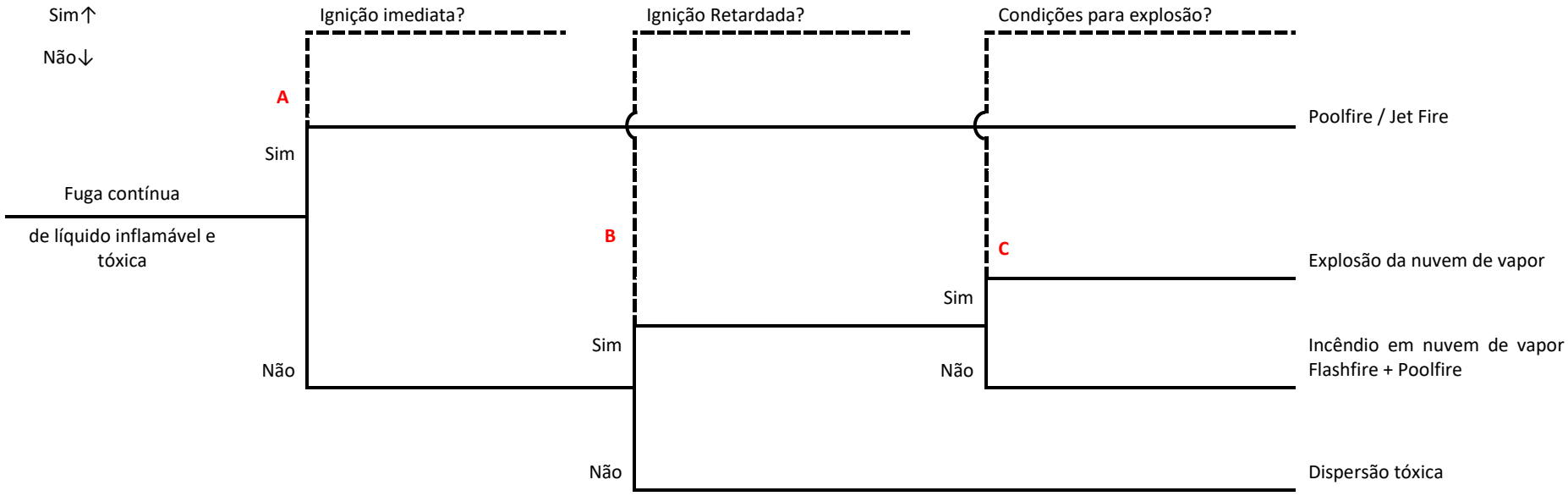
No caso de fuga contínua de líquido inflamável, se ocorrer ignição imediata, esta dará lugar a um incêndio de jato, cuja probabilidade é P_{II}, ou seja, $P_{Jet} = P_{ii}$. Se ocorrer uma ignição retardada terá uma probabilidade de 40% de resultar em explosão, ou seja, $P_{Exp} = P_{IR}*0,4$. Se não ocorrer uma explosão (60% de probabilidade de ocorrência), o resultado da ignição será um Flashfire, seguido de incêndio de charco. Assim, $P_{PF} = P_{IR}*0.6 = (1-P_{II})*0.5 *0.6$;

ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS: 7 TIPO DE ACIDENTE: FUGA INSTANTÂNEA DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL E TÓXICO



No caso de fuga instantânea de líquido inflamável e tóxico, 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, $P_{PF} = P_{II} + P_{IR}*0.6 = P_{II} + (1-P_{II})*0.5*0.6$. Se não ocorrer ignição a fuga dará lugar a uma dispersão tóxica;

ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS: 8 TIPO DE ACIDENTE: FUGA CONTÍNUA DE LÍQUIDO INFLAMÁVEL E TÓXICO



No caso de fuga contínua de líquido inflamável e tóxico, 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, $P_{PF} = P_{IR}*0.6 = (1-P_{II})*0.5*0.6$. Se não ocorrer ignição a fuga dará lugar a uma dispersão tóxica.

2.4.1.2 Probabilidade final dos cenários de acidente

O cálculo da frequência dos cenários acidentais (*jet fire, pool fire, flashfire*, explosão, etc), associados à árvore de acontecimentos é baseado na bibliografia de referência ("*Reference Manual BEVI Risk Assessment- the netherlands*", 2009).

Para aplicar os dados de referência apresentados na bibliografia ao cálculo da frequência dos cenários acidentais é necessário agrupar os produtos usados nas modelizações em categorias de substâncias inflamáveis:

Tabela 5 - Descrição das categorias de inflamabilidade (BEVI)

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

Os valores de probabilidades de ignição imediata (P_{II}), de ignição retardada (P_{ir}), de probabilidade de incêndio de jato ou *Jet fire* (P_{Jet}), probabilidade de incêndio de charco ou *Pool fire* (P_{PF}), probabilidade de *Flashfire* ($P_{Flashfire}$), e probabilidade de explosão (P_{Exp}), têm em consideração as contribuições das árvores de eventos, de acordo com o seguinte:

- A: **Probabilidade de ignição imediata (P_{II})** - teve-se em conta a classificação e os dados obtidos nas referências bibliográficas[2] para líquidos inflamáveis, gases pouco reativos e gases de reatividade média ou alta.
- B: **Probabilidade de ignição retarda (P_{IR})** à teve-se em conta se as nuvens inflamáveis ultrapassam ou não o limite do estabelecimento e, se este dispõe de equipamentos com proteção anti-deflagrante. No primeiro caso, considera-se um valor de probabilidade de presença de fontes de ignição P_{fi} de 0.5 e no segundo P_{fi} com um valor de 0.1, apresentado na referência bibliográfica: ARAMIS Appendix 12. Assim a probabilidade de ignição retardada é igual a $P_{IR} = (1-P_{II})*P_{fi}$.
- C: Segundo as referências, na ignição de uma nuvem de vapor inflamável não confinada, esta pode resultar em explosão ou *Flashfire*. O cálculo de probabilidades destes eventos considera estes dois fenómenos como complementares, sendo a distribuição das

[2] Reference Manual BEVI Risk Assessment- the Netherlands, 2009

probabilidades de 40% para Explosão e de 60% para *Flashfire*[3]. Assim, a probabilidade destes cenários será $P_{Flashfire} = P_{IR}*0.6$ e $P_{Exp} = P_{IR}*0.4$. A probabilidade de Incêndio de Jato ou *Jetfire* (P_{JET}) e de *Pool Fire* ou incêndio de charco (P_{PF}) assumem-se iguais à probabilidade de ignição imediata.

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);
- As categorias de inflamabilidade adotadas para as substâncias inflamáveis definidas nas modelações:

Tabela 6 - Categorias de inflamabilidade (BEVI) e probabilidade de ignição imediata – equipamentos fixos

Categoria de Inflamabilidade		Fuga instantânea(kg)	Fuga contínua (kg/s)	P_{II}
Categoria 0, reatividade média/alta	A	< 1000	< 10	0,2
	B	1000 a 10000	10 a 100	0,5
	C	> 10000	> 100	0,7
Categoria 0, reatividade baixa	A	< 1000	< 10	0,02
	B	1000 a 10000	10 a 100	0,04
	C	> 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 e 4[4]		Todas as quantidades	Todos os caudais	0

Tabela 7 - Probabilidade de ignição de substâncias inflamáveis em função do caudal de descarga - unidades de transporte

Categoria de Inflamabilidade	Unidade de transporte	P_{II}	
		Fuga instantânea	Fuga contínua
Categoria 0	Camião-cisterna	0,4	0,1
Categoria 1	Camião-cisterna	0,065	0,065
Categoria 2	Camião-cisterna	0,01	0,01
Categoria 3 e 4	Camião-cisterna	0	0

[3] Purple Book, Pag. 100

[4] As substâncias ou preparações de Categoria 3 e 4 têm probabilidade de ignição imediata igual a 0.

Tabela 8 - Categoria de inflamabilidade (BEVI) das substâncias perigosas

Produto	Categoria de Inflamabilidade
Oxigénio	Categoria 4
Fusel óleo	Categoria 2
Hidrogénio	Categoria 0, reatividade média/alta
Biometanol	Categoria 1
Gas síntese purificado	Categoria 0, reatividade média/alta
Metanol bruto (condições de processo acima do ponto ebulição) *	Categoria 0, reatividade média/alta
Metanol bruto	Categoria 1
Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta
Fuelgas	Categoria 0, reatividade baixa
Offgas	Categoria 0, reatividade média/alta

* Nota: De acordo com a tabela 9 do *Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2, National Institute of Public Health and the Environment* (RIVM) – *the Netherlands "Gaseous substances and preparations that may ignite at normal temperature and pressure when exposed to air*" enquadra-se na "categoria de inflamabilidade 0". Isto é, de acordo com o BEVI, todas as substâncias e misturas gasosas que possam inflamar quando expostas ao ar a temperatura e pressão normais, enquadram-se na categoria de inflamabilidade 0.

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

As próximas tabelas resumem:

- a árvore de acontecimentos de referência relativa a possível evolução do acidente;
- as frequências iniciais de cada cenário;
- a categoria de inflamabilidade de cada produto;
- a probabilidades de ignição imediata (P_{II}); e ignição retardada (P_{IR});
- a probabilidade de ocorrência de acidentes.

Tabela 9 - Probabilidade de ocorrência dos fenómenos perigosos

Nº Evento	Evento	Produto	Código inflamabilidade	Árvore de Acontecimentos	Estado físico	Frequência acontecimento acidental/ano	P_{II}	P_{Fi}	P_{IR}	$P_{FIREBALL}$	P_{JET}	P_{CHARCO}	$P_{FLASHFIRE}$	$P_{SOBREPRESSÃO}$	Ptoxicidade
1	Rotura catastrófica de reservatório 65-D-001	Oxigénio	Categoria 4 C	1	Líquido	1,00E-06	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,000
2	Fuga de 100mm de reservatório 65-D-001	Oxigénio	Categoria 4 C	1	Líquido	6,00E-06	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,000
3	Fuga de 10mm de reservatório 65-D-001	Oxigénio	Categoria 4 A	1	Líquido	2,00E-05	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,000
4	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	Oxigénio	Categoria 4 B	1	Gas	4,00E-05	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,000
5	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	Oxigénio	Categoria 4 A	1	Gas	2,00E-04	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,000
6	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	Oxigénio	Categoria 4 B	1	Gas	7,50E-05	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,000
7	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	Oxigénio	Categoria 4 A	1	Gas	5,00E-04	0	0,0	0	0	0	0	0	0	1,000
8	Rotura linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta C	2	Gas	2,00E-06	0,500	0,1	0,050	0	0,500	0	0,030	0,020	0
9	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	1,00E-05	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0
10	Rotura linha de saída de gás de síntese do Scrubber	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta B	2	Gas	8,50E-06	0,500	0,1	0,050	0	0,500	0	0,030	0,020	0
11	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Scrubber	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	4,25E-05	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0
12	Rotura linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta B	2	Gas	1,00E-05	0,500	0,1	0,050	0	0,500	0	0,030	0,020	0
13	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	5,00E-05	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0

Nº Evento	Evento	Produto	Código inflamabilidade	Árvore de Acontecimentos	Estado físico	Frequência acontecimento acidental/ano	P_{II}	P_{Fi}	P_{IR}	$P_{FIREBALL}$	P_{JET}	P_{CHARCO}	$P_{FLASHFIRE}$	$P_{SOBREPRESSÃO}$	Ptoxicidade
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	Gas síntese purificado	Categoria 0, reatividade média/alta B	2	Gas	2,00E-05	0,500	0,5	0,250	0	0,500	0	0,150	0,100	0
15	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	Gas síntese purificado	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	1,00E-04	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0
16	Rotura linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta C	2	Gas	3,50E-06	0,700	0,5	0,150	0	0,700	0	0,090	0,060	0
17	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	1,75E-05	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta B	2	Gas	1,70E-05	0,500	0,5	0,250	0	0,500	0	0,150	0,100	0
19	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	Gas síntese	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	8,50E-05	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0
20	Rotura linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U-410 a partir da eletrólise	Hidrogénio	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	1,50E-04	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0
21	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U410 a partir da eletrólise	Hidrogénio	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	7,50E-04	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0
22	Rotura catastrófica de reator 42-R-001	Metanol bruto (*)	Categoria 0, reatividade média/alta B	3	Gas	5,00E-06	0,500	0,5	0,250	0,350	0	0	0,240	0,160	0,250
23	Fuga de 100mm de reator 42-R-001	Metanol bruto (*)	Categoria 0, reatividade média/alta B	4	Gas	1,00E-05	0,500	0,5	0,250	0	0,500	0	0,150	0,100	0,250
24	Fuga de 10mm de reator 42-R-001	Metanol bruto (*)	Categoria 0, reatividade média/alta A	4	Gas	1,00E-04	0,200	0,5	0,400	0	0,200	0	0,240	0,160	0,400
25	Rotura da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	Metanol bruto	Categoria 1	4	Líquido	2,10E-06	0,065	0,5	0,468	0,000	0,065	0,281	0,281	0,187	0,468

Nº Evento	Evento	Produto	Código inflamabilidade	Árvore de Acontecimentos	Estado físico	Frequência acontecimento acidental/ano	P_{II}	P_{Fi}	P_{IR}	$P_{FIREBALL}$	P_{JET}	P_{CHARCO}	$P_{FLASHFIRE}$	$P_{SOBREPRESSÃO}$	Ptoxicidade
26	Fuga da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	Metanol bruto	Categoria 1	4	Líquido	1,40E-05	0,065	0,1	0,094	0,000	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
27	Rotura Catastrófica do Flash Drum 42-V-003	Metanol bruto	Categoria 1	3	Líquido	3,50E-05	0,065	0,5	0,468	0,046	0,000	0,346	0,292	0,195	0,468
28	Fuga de 100mm do Flash Drum 42-V-003	Metanol bruto	Categoria 1	4	Líquido	7,00E-05	0,065	0,5	0,468	0,000	0,065	0,281	0,281	0,187	0,468
29	Fuga de 10 mm do Flash Drum 42-V-003	Metanol bruto	Categoria 1	4	Líquido	7,00E-04	0,065	0,1	0,094	0,000	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
30	Rotura da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	Metanol bruto	Categoria 0, reatividade média/alta A	4	Gas	5,00E-07	0,200	0,5	0,400	0	0,200	0	0,240	0,160	0,400
31	Fuga da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	Metanol bruto	Categoria 0, reatividade média/alta A	4	Gas	2,50E-06	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0,720
32	Rotura catastrófica de reservatório 44-D-001	Metanol	Categoria 1 C	7	Líquido	5,00E-06	0,065	0,1	0,094	0	0	0,121	0,056	0,037	0,842
33	Fuga de 100mm de reservatório 44-D-001	Metanol	Categoria 1 C	8	Líquido	1,20E-05	0,065	0,1	0,094	0	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001	Metanol	Categoria 1 A	8	Líquido	1,00E-04	0,065	0,1	0,094	0	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
35	Rotura da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	Fusel óleo	Categoria 2 A	6	Líquido	1,20E-05	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0
36	Fuga da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	Fusel óleo	Categoria 2 A	6	Líquido	6,00E-05	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0
37	Rotura da Linha de topo do Flash Drum 42-V-003	Off-gas	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	4,50E-05	0,200	0,1	0,080	0,000	0,200	0,000	0,048	0,032	0,000
38	Fuga da Linha de fundo de Purga 42-V-004	Off-gas	Categoria 0, reatividade média/alta A	2	Gas	3,00E-04	0,200	0,1	0,080	0,000	0,200	0,000	0,048	0,032	0,000
39	Rotura linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	Metanol bruto	Categoria 0, reatividade média/alta A	4	Gas	7,50E-05	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0,720
40	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	Metanol bruto	Categoria 0, reatividade média/alta A	4	Gas	3,75E-04	0,200	0,1	0,080	0	0,200	0	0,048	0,032	0,720

Nº Evento	Evento	Produto	Código inflamabilidade	Árvore de Acontecimentos	Estado físico	Frequência acontecimento acidental/ano	P_{II}	P_{Fi}	P_{IR}	$P_{FIREBALL}$	P_{JET}	P_{CHARCO}	$P_{FLASHFIRE}$	$P_{SOBREPRESSÃO}$	Ptoxicidade
41	Rotura da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	Fuelgas	Categoria 0, reatividade baixa A	2	Gas	2,30E-04	0,020	0,1	0,098	0	0,020	0	0,059	0,039	0
42	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	Fuelgas	Categoria 0, reatividade baixa A	2	Gas	1,15E-03	0,020	0,1	0,098	0	0,020	0	0,059	0,039	0
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A	Metanol	Categoria 1 C	7	Líquido	1,50E-05	0,065	0,5	0,468	0	0	0,346	0,281	0,187	0,468
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	Metanol	Categoria 1 B	8	Líquido	3,60E-05	0,065	0,5	0,468	0	0,065	0,281	0,281	0,187	0,468
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A	Metanol	Categoria 1 A	8	Líquido	3,00E-04	0,065	0,1	0,094	0	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
46	Rotura catastrófica de reservatório 01-57-D-001A	Fusel óleo	Categoria 2 C	5	Líquido	1,00E-05	0,010	0,1	0,099	0	0	0,069	0,059	0,040	0
47	Fuga de 100mm de reservatório 01-57-D-001A	Fusel óleo	Categoria 2 B	6	Líquido	2,40E-05	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0
48	Fuga de 10mm de reservatório 01-57-D-001A	Fusel óleo	Categoria 2 A	6	Líquido	2,00E-04	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	Metanol	Categoria 1 B	8	Líquido	3,30E-05	0,065	0,1	0,094	0	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	Metanol	Categoria 1 A	8	Líquido	2,20E-04	0,065	0,1	0,094	0	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
51	Rotura de braço de carga de Cisternas com Metanol	Metanol	Categoria 1 B	8	Líquido	5,25E-06	0,065	0,1	0,094	0	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol	Metanol	Categoria 1 A	8	Líquido	5,25E-05	0,065	0,1	0,094	0	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
53	Rotura de Cisterna com Metanol	Metanol	Categoria 1 C	7	Líquido	2,00E-07	0,065	0,1	0,094	0	0	0,121	0,056	0,037	0,842
54	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Metanol	Metanol	Categoria 1 B	8	Líquido	2,40E-07	0,065	0,1	0,094	0	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
55	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Metanol	Metanol	Categoria 1 A	8	Líquido	2,00E-06	0,065	0,1	0,094	0	0,065	0,056	0,056	0,037	0,842
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	Metanol	Categoria 1 B	8	Líquido	5,00E-06	0,065	0,5	0,468	0	0,065	0,281	0,281	0,187	0,468
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	Metanol	Categoria 1 A	8	Líquido	2,50E-05	0,065	0,5	0,468	0	0,065	0,281	0,281	0,187	0,468
58	Rotura da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	Fusel óleo	Categoria 2 B	6	Líquido	7,50E-06	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0

Nº Evento	Evento	Produto	Código inflamabilidade	Árvore de Acontecimentos	Estado físico	Frequência acontecimento acidental/ano	P_{II}	P_{Fi}	P_{IR}	$P_{FIREBALL}$	P_{JET}	P_{CHARCO}	$P_{FLASHFIRE}$	$P_{SOBREPRESSÃO}$	Ptoxicidade
59	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	Fusel óleo	Categoria 2 A	6	Líquido	5,00E-05	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0
60	Rotura de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	Fusel óleo	Categoria 2 B	6	Líquido	1,01E-06	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0
61	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	Fusel óleo	Categoria 2 A	6	Líquido	1,01E-05	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0
62	Rotura de Cisterna com Fusel óleo	Fusel óleo	Categoria 2 C	5	Líquido	3,82E-08	0,010	0,1	0,099	0	0	0,069	0,059	0,040	0
63	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Fusel óleo	Fusel óleo	Categoria 2 B	6	Líquido	4,59E-08	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0
64	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Fusel óleo	Fusel óleo	Categoria 2 A	6	Líquido	3,82E-07	0,010	0,1	0,099	0	0,010	0,059	0,059	0,040	0
65	Rotura do troço aéreo a jusante da PRM	Metano	Categoria 0, reatividade média/alta B	2	Gas	1,58E-04	0,200	0,5	0,400	0	0,200	0	0,240	0,160	0
66	Fuga do troço aéreo a jusante da PRM	Metano	Categoria 0, reatividade média/alta B	2	Gas	1,05E-03	0,200	0,5	0,400	0	0,200	0	0,240	0,160	0

* condições de processo acima do ponto ebulição

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

- F $_{ambiental}$ (vai corresponder à frequência de ocorrência de acidentes);
- F $_{tox\ final}$ (toxicidade);
- F $_{jet\ final}$; (incêndio de jato ou *jet fire*)
- F $_{pool\ final}$; (incêndio de charco ou *pool fire*)
- F $_{flashfire\ final}$ (inflamabilidade);
- F $_{exp\ final}$ (explosão ou sobrepressão).

A **negrito** encontram-se os cenários de acidente com frequência igual ou superior a 10^{-06}, a considerar para a avaliação de consequências e para as conclusões finais. Os restantes não serão considerados na avaliação de consequências e para as conclusões finais

Tabela 10 - Frequências finais dos fenómenos perigosos

Nº Evento	Evento	$P_{FIREBALL\ final}$	$P_{JET\ FINAL}$	$P_{CHARCO\ FINAL}$	$P_{FLASHFIRE\ FINAL}$	$P_{SOBREPRESSÃO\ FINAL}$	$P_{TOXICIDADE\ FINAL}$
1	Rotura catastrófica de reservatório 65-D-001	0	0	0	0	0	5,00E-08(*NOTA)
2	Fuga de 100mm de reservatório 65-D-001	0	0	0	0	0	3,00E-07(*NOTA)
3	Fuga de 10mm de reservatório 65-D-001	0	0	0	0	0	**1,00E-06**(*NOTA)
4	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	0	0	0	0	0	**4,00E-05**
5	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	0	0	0	0	0	**2,00E-04**
6	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	0	0	0	0	0	**7,50E-05**
7	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	0	0	0	0	0	**5,00E-04**
8	Rotura linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	0	**1,00E-06**	0	6,00E-08	4,00E-08	0
9	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	0	**2,00E-06**	0	4,80E-07	3,20E-07	0
10	Rotura linha de saída de gás de síntese do Scrubber	0	**4,25E-06**	0	2,55E-07	1,70E-07	0
11	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Scrubber	0	**8,50E-06**	0	**2,04E-06**	**1,36E-06**	0

Nº Evento	Evento	$P_{FIREBALL\ final}$	$P_{JET\ FINAL}$	$P_{CHARCO\ FINAL}$	$P_{FLASHFIRE\ FINAL}$	$P_{SOBREPRESSÃO\ FINAL}$	$P_{TOXICIDADE\ FINAL}$
12	Rotura linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	0	**5,00E-06**	0	3,00E-07	2,00E-07	0
13	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	0	**1,00E-05**	0	**2,40E-06**	**1,60E-06**	0
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	0	**1,00E-05**	0	**3,00E-06**	**2,00E-06**	0
15	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	0	**2,00E-05**	0	**4,80E-06**	**3,20E-06**	0
16	Rotura linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	0	**2,45E-06**	0	3,15E-07	2,10E-07	0
17	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	0	**3,50E-06**	0	8,40E-07	5,60E-07	0
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	0	**8,50E-06**	0	**2,55E-06**	**1,70E-06**	0
19	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	0	**1,70E-05**	0	**4,08E-06**	**2,72E-06**	0
20	Rotura linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U-410 a partir da eletrólise	0	**3,00E-05**	0	**7,20E-06**	**4,80E-06**	0
21	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U410 a partir da eletrólise	0	**1,50E-04**	0	**3,60E-05**	**2,40E-05**	0
22	Rotura catastrófica de reator 42-R-001	**1,75E-06**	0	0	**1,20E-06**	8,00E-07	**1,25E-06**
23	Fuga de 100mm de reator 42-R-001	0	**5,00E-06**	0	**1,50E-06**	**1,00E-06**	**2,50E-06**
24	Fuga de 10mm de reator 42-R-001	0	**2,00E-05**	0	**2,40E-05**	**1,60E-05**	**4,00E-05**
25	Rotura da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	0	1,37E-07	5,89E-07	5,89E-07	3,93E-07	9,82E-07
26	Fuga da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	0	9,10E-07	7,85E-07	7,85E-07	5,24E-07	**1,18E-05**

Nº Evento	Evento	$P_{FIREBALL\ final}$	$P_{JET\ FINAL}$	$P_{CHARCO\ FINAL}$	$P_{FLASHFIRE\ FINAL}$	$P_{SOBREPRESSÃO\ FINAL}$	$P_{TOXICIDADE\ FINAL}$
27	Rotura Catastrófica do Flash Drum 42-V-003	**1,59E-06**	0	**1,21E-05**		**6,82E-06**	**1,64E-05**
28	Fuga de 100mm do Flash Drum 42-V-003	0	**4,55E-06**	**1,96E-05**	**1,96E-05**	**1,31E-05**	**3,27E-05**
29	Fuga de 10 mm do Flash Drum 42-V-003	0	**4,55E-05**	**3,93E-05**	**3,93E-05**	**2,62E-05**	**5,89E-04**
30	Rotura da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	0	1,00E-07	0	1,20E-07	8,00E-08	2,00E-07
31	Fuga da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	0	5,00E-07	0	1,20E-07	8,00E-08	**1,80E-06**
32	Rotura catastrófica de reservatório 44-D-001	0	0	6,06E-07	2,81E-07	1,87E-07	**4,21E-06**
33	Fuga de 100mm de reservatório 44-D-001	0	7,80E-07	6,73E-07	6,73E-07	4,49E-07	**1,01E-05**
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001	0	**6,50E-06**	**5,61E-06**	**5,61E-06**	**3,74E-06**	**8,42E-05**
35	Rotura da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	0	1,20E-07	7,13E-07	7,13E-07	4,75E-07	0
36	Fuga da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	0	6,00E-07	**3,56E-06**	**3,56E-06**	**2,38E-06**	0
37	Rotura da Linha de topo do Flash Drum 42-V-003	0	**9,00E-06**	0	**2,16E-06**	**1,44E-06**	0
38	Fuga da Linha de fundo de Purga 42-V-004	0	**6,00E-05**	0	**1,44E-05**	**9,60E-06**	0
39	Rotura linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	0	**4,88E-06**	**4,21E-06**	**4,21E-06**	**2,81E-06**	**6,31E-05**
40	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	0	**2,44E-05**	**2,10E-05**	**2,10E-05**	**1,40E-05**	**3,16E-04**
41	Rotura da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	0	**4,60E-06**	0	**1,35E-05**	**9,02E-06**	0
42	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	0	**2,30E-05**	0	**6,76E-05**	**4,51E-05**	0
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A	0	0	**5,18E-06**	**4,21E-06**	**2,81E-06**	**7,01E-06**
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	0	**2,34E-06**	**1,01E-05**	**1,01E-05**	**6,73E-06**	**1,68E-05**
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A	0	**1,95E-05**	**1,68E-05**	**1,68E-05**	**1,12E-05**	**2,52E-04**
46	Rotura catastrófica de reservatório 01-57-D-001A	0	0	6,94E-07	5,94E-07	3,96E-07	0
47	Fuga de 100mm de reservatório 01-57-D-001A	0	2,40E-07	**1,43E-06**	**1,43E-06**	9,50E-07	0

Nº Evento	Evento	$P_{FIREBALL\ final}$	$P_{JET\ FINAL}$	$P_{CHARCO\ FINAL}$	$P_{FLASHFIRE\ FINAL}$	$P_{SOBREPRESSÃO\ FINAL}$	$P_{TOXICIDADE\ FINAL}$
48	Fuga de 10mm de reservatório 01-57-D-001A	0	**2,00E-06**	**1,19E-05**	**1,19E-05**	**7,92E-06**	0
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	0	**2,15E-06**	**1,85E-06**	**1,85E-06**	**1,23E-06**	**2,78E-05**
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	0	**1,43E-05**	**1,23E-05**	**1,23E-05**	**8,23E-06**	**1,85E-04**
51	Rotura de braço de carga de Cisternas com Metanol	0	3,41E-07	2,95E-07	2,95E-07	1,96E-07	**4,42E-06**
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol	0	**3,41E-06**	**2,95E-06**	**2,95E-06**	**1,96E-06**	**4,42E-05**
53	Rotura de Cisterna com Metanol	0	0	2,42E-08	1,12E-08	7,47E-09	1,68E-07
54	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Metanol	0	1,56E-08	1,34E-08	1,34E-08	8,97E-09	2,02E-07
55	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Metanol	0	1,30E-07	1,12E-07	1,12E-07	7,47E-08	**1,68E-06**
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	0	3,25E-07	**1,40E-06**	**1,40E-06**	9,35E-07	**2,34E-06**
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	0	**1,63E-06**	**7,01E-06**	**7,01E-06**	**4,68E-06**	**1,17E-05**
58	Rotura da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	0	7,50E-08	4,46E-07	4,46E-07	2,97E-07	0
59	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	0	5,00E-07	**2,97E-06**	**2,97E-06**	**1,98E-06**	0
60	Rotura de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	0	1,01E-08	5,97E-08	5,97E-08	3,98E-08	0
61	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	0	1,01E-07	5,97E-07	5,97E-07	3,98E-07	0
62	Rotura de Cisterna com Fusel óleo	0	0	2,65E-09	2,27E-09	1,51E-09	0
63	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Fusel óleo	0	4,59E-10	2,73E-09	2,73E-09	1,82E-09	0
64	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Fusel óleo	0	3,82E-09	2,27E-08	2,27E-08	1,51E-08	0
65	Rotura do troço aéreo a jusante da PRM	0	**3,16E-05**	0	**3,79E-05**	**2,53E-05**	0
66	Fuga do troço aéreo a jusante da PRM	0	**2,11E-04**	0	**2,53E-04**	**1,69E-04**	0

***NOTA:** De acordo com a bibliografia de referência, *AMINAL – Handbook Failure Frequencies for drawing up a Safety Report, 2009, J.P. Heirman, Secretary-General, Enviroment, Nature and Energy*

Department, existindo medidas técnicas de segurança, com impacto direto na prevenção da ocorrência do evento iniciador, poderá ser aplicado um fator de correção (redução) de frequência de ocorrência de 0,05. Desta forma, para os eventos n.º1, 2 e 3, relativos a um reservatório criogénico de oxigénio, foi considerado um fator de redução/correção, à frequência destes eventos, de 0,05, tendo em consideração:

- A existência de válvulas de segurança, nomeadamente de controlo de sobreenchimento do reservatório e PSV, certificadas;
- A existência de discos de rotura associados à parede interna e à parede externa do reservatório;
- Sistema de deteção de fugas;
- Superfícies interior e exterior do reservatório sujeito a tratamento pra proteção contra corrosão (tolerância de 0 mm);
- O grau de vácuo de selagem da camada entre as duas paredes do reservatório será ≤ 8 Pa, e a parede interna será selada com azoto a 0,03-0,05 MPa.

2.5 Avaliação das consequências

2.5.1 Introdução

O controlo e a planificação, perante o risco de um acidente grave para estabelecimentos industriais, 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 (sobrepressão);
- De tipo térmico (radiação);
- 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 valores limite, delimitando as diferentes Zonas de Efeitos para Equipamentos e Pessoas.

A definição de zonas realizou-se seguindo os valores recomendados pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

Estas zonas são definidas para o controlo e planificação face ao risco de acidentes graves, nos quais intervêm substâncias perigosas:

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

Na tabela seguinte apresenta-se a definição das zonas:

Tabela 11 - Definição dos valores limite de radiação térmica, sobrepressão, inflamabilidade e toxicidade e concentração de O_2

Efeitos		Distância 1	Distância 2
Radiação térmica	(kW/m^2)	7	5
Sobrepressão	(bar)	0.14	0.05
Inflamabilidade	(%)	LFL/2	---
Toxicidade[5]	(ppm)	AEGL 3	AEGL 2
Concentração de oxigénio	(%)	35%	30%

Os valores utilizados para toxicidade foram os AEGL (*Acute Exposure Guideline Levels*) da EPA (*Environmental Protection Agency*) dos Estados Unidos. Na falta de registos de valores de AEGL, estes são substituídos por ERPG (*Emergency Response Planning Guidelines*) do SCAPA (*Subcommittee on Consequence Assessment and Protective Actions*) dos Estados Unidos.

Os valores AEGL são função do tempo de exposição. Os valores que se empregaram de AEGL 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.

A definição concreta de cada índice é a seguinte:

- **AEGL 1**: concentração a partir da qual se prevê que a população em geral, incluindo indivíduos suscetíveis, mas excluindo os hipersuscetíveis, pode experimentar uma incomodidade notável. Concentrações inferiores ao AEGL 1 representam níveis de exposição que produzem ligeiro odor, sabor ou outra irritação sensorial ligeira.
- **AEGL-2**: concentração acima da qual se prevê que a população geral, incluindo indivíduos suscetíveis, mas excluindo os hipersuscetíveis, pode experimentar efeitos a longo prazo sérios ou irreversíveis ou ver impedida a sua capacidade para escapar.
- **AEGL 3**: concentração acima da qual se prevê que a população geral, incluindo indivíduos suscetíveis, mas excluindo os hipersuscetíveis, pode experimentar efeitos ameaçadores para a vida ou a morte. Concentrações abaixo de AEGL 3, mas acima de AEGL 2 representam níveis de exposição que podem causar efeitos a longo prazo, sérios ou irreversíveis ou impedir a capacidade de escapar.

[5] AEGL: *Acute Exposure Guideline Levels*, Environment Protection Agency, EUA. No caso de não existir AEGL para a substância em causa, poderá optar-se pelo uso de ERPG (*Emergency Response Planning Guidelines*, American Industrial Hygiene Association, EUA).

Os valores limite para efeitos tóxicos estão representados a seguinte tabela:

Tabela 12 - Valores limite de AEGL (60 min)

	AEGL para 60 min (ppm)
	Metanol
AEGL 1	530
AEGL 2	2100
AEGL 3	7200

2.5.3 Critérios gerais empregues

Para determinar as condições de cálculo dos acidentes, considerámos o seguinte conjunto de critérios e simplificações "conservadores" ou "pessimistas", de forma a que estabeleçam em qualquer caso um limite superior das consequências estimadas. A escolha dos critérios baseou-se na literatura técnica[6]

- Os cálculos realizados para os acidentes considerados foram realizados com o programa informático PHAST v. 9 da DNV GL. O programa PHAST encadeia os modelos em função das características do produto, da descarga e ambientais, dando resultados para as evoluções possíveis.
- Em relação à direção das fugas, considerou-se a direção horizontal;
- Os cálculos efetuados obtiveram-se mediante a utilização dos seguintes modelos:
  - Fuga de gás/vapor;
  - Fuga de líquido;
  - Nuvem tóxica;
  - Nuvem inflamável;
  - Incêndio de charco (*Pool Fire*);
  - Deflagração, UVCE (*Unconfined Vapour Cloud Explosion*);
  - BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion);
- Para a concentração de substância inflamável utilizou-se o L.I.E./2 (50% do limite inferior de explosividade) para efeitos indicativos de alcance, com uma certa margem de segurança, prevendo-se concentrações locais superiores às calculadas, na zona onde possa ocorrer a hipotética ignição.
- No caso de ignição retardada de uma nuvem inflamável, tomar-se-á como ponto de ignição o centro da nuvem, quando alcança o L.I.E/2, com uma certa margem de segurança.

[6] *Purple Book – Commitee for the Prevention of Disasters - The Netherlands. Guidelines for Quantitative Risk Assessement, TNO e Reference Manual Bevi Risk Assessment version 3.2, 2009*

- Para o cálculo das distâncias dos efeitos de toxicidade o critério refere-se à dispersão da nuvem tóxica, determinando-se a distância máxima a que esta atinge o valor limite de concentração de referência.

Com base nos dados mais atuais fornecidos pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), relativos às condições climatológicas mais frequentes da zona do estabelecimento da CapWatt, foram consideradas nas modelações os seguintes dados de estabilidade e velocidade de vento:

Tabela 13 – Condições meteorológicas utilizadas nas modelações

Estabilidade atmosférica (Pasquill)	Velocidade vento (m/s)	Temperatura (ºC)	Humidade relativa (%)
D	5.0	13.9	75
Estação Meteorológica de Viseu (n.º560)			

- Os tempos de fuga de produto, considerados nos cenários de acidentes graves, 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. Os tempos de fuga assumidos nas modelizações são os seguintes:

Tabela 14 -Critérios de definição dos tempos de fuga

Tipo de acidentes	Tempo máximo até isolamento da fuga	Justificação
Acidente de rotura catastrófica de reservatórios atmosféricos/pressurizados e roturas catastróficas de cisterna	até esvaziamento total (rotura instantânea)	Não se considera possível a interrupção do derrame. Uma vez que as consequências alcançam toda a superfície da bacia de retenção, são praticamente independentes da quantidade de produto libertado.
Fugas/Rotura de 100 mm e 10 mm em reservatórios atmosféricos e roturas de 100 mm e 10 mm de cisterna	1 hora (3600 s)	De acordo com o "*Guia de orientação para a elaboração do Relatório de Segurança*" da APA, considerar 3600 s. Sem possibilidade de interrupção do derrame.
Acidentes de fugas em tubagem	10 min (600 s)	Valor estimado segundo referência[7] para intervenções onde se deteta a falha na sala de controlo e o operador atua mediante uma botoneira, contendo a fuga. São exemplos destes equipamentos que se podem isolar mediante válvulas de corte XV.As zonas processuais são permanentemente vigiadas pelos

[7] Critério obtido do capítulo 4.2.2. do *Reference Manual Bevi Risk Assessments version* 3.2 – Module C.

Tipo de acidentes	Tempo máximo até isolamento da fuga	Justificação
		operadores e complementarmente pelo sistema de videovigilância. Durante a operação de movimentação de produtos a sala de controlo é ocupada em permanência e todas as operações são controladas.
Roturas em operações carga de cisterna (rotura de braços de carga)	120 segundos	Presença de operadores do estabelecimento durante a operação de carga, perto das botoneiras de emergência e/ou válvulas de corte[8].
Acidente de Fugas/Rotura de linhas em equipamentos de processo	120 segundos	Valor estimado segundo referência bibliografia1 tendo em consideração o sistema de controlo de alimentação do reator não depende da atuação humana, por detetores de gás que estão ligados ao sistema de paragem de emergência ou válvulas de controlo de pressão que isolam equipamentos.

2.5.4 Resultados dos cenários selecionados

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

- Magnitude e duração da fuga ou derrame;
- Duração e intensidade da radiação térmica, em função da distância;
- Sobrepressão 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^{-06}.

Nos Apêndices incluem-se:

- Apêndice 5 - os resultados das simulações dos acidentes modelizados (outputs do software PHAST).
- Apêndice 4 – a representação gráfica das duas zonas de perigosidade correspondente aos maiores alcances, que tenham frequências >= 10^{-06}.
- Apêndice 3 – a representação gráfica (plantas à escala) dos alcances dos danos provocados pela radiação térmica (*jet fire, poolfire e fireball*), (níveis para 5,0 kW/m^2 e 7,0 kW/m^2), flash-fire (LFL/2)) e toxicidade (AEGL-2 e AEGL-3) e concentração de oxigénio (35% e 30% 0_2). Todos os cenários de acidentes, com probabilidade superior ou igual a 10^{-06} serão representados.

[8] Critério obtido do capítulo 4.2.6. do *Reference Manual Bevi Risk Assessments version* 3.2 – Module C.

Tabela 15 - Descrição dos parâmetros dos cenários de acidentes/eventos críticos

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Estado físico	Pressão rel. (bar)	Temperatura (ºC)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m^2)	Duração (s)
1	Rotura catastrófica de reservatório 65-D-001	Bacia reservatórios Oxigénio	Oxigénio	Líquido	8	-160	-	-	171000	2365,0	3600
2	Fuga de 100mm de reservatório 65-D-001	Bacia reservatórios Oxigénio	Oxigénio	Líquido	8	-160	-	100	171000	2365,0	3600
3	Fuga de 10mm de reservatório 65-D-001	Bacia reservatórios Oxigénio	Oxigénio	Líquido	8	-160	-	10	171000	2365,0	3600
4	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	Piperack de O2 para U-210	Oxigénio	Gas	4	25	203,2	203,2	1020,7	1500,0	600
5	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	Piperack de O2 para U-210	Oxigénio	Gas	4	25	203,2	20,32	1020,7	1500,0	600
6	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	Piperack O2 da Eletrólise	Oxigénio	Gas	30	25	101,6	101,6	564,0	1500,0	600
7	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	Piperack O2 da Eletrólise	Oxigénio	Gas	30	25	101,6	10,16	564,0	1500,0	600
8	Rotura linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	Área de Gaseificação	Gas síntese	Gas	1.4	880	1800	1800	33264	2830,0	3600
9	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	Área de Gaseificação	Gas síntese	Gas	1.4	880	1800	50	33264	2830,0	3600
10	Rotura linha de saída de gás de síntese do Scrubber	Piperack de Gás de Síntese para U-300	Gas síntese	Gas	0,4	40	900	900	33264	1500,0	3600

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Estado físico	Pressão rel. (bar)	Temperatura (ºC)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m^2)	Duração (s)
11	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Scrubber	Piperack de Gás de Síntese para U-300	Gas síntese	Gas	0,4	40	900	50	33264	1500,0	3600
12	Rotura linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	Piperack de Gás de Síntese para a unidade de U-320	Gas síntese	Gas	33	50	152,4	152,4	31713	1500,0	3600
13	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	Piperack de Gás de Síntese para a unidade de U-320	Gas síntese	Gas	33	50	152,4	15,24	31713	1500,0	3600
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	Piperack de Gás de Síntese Purificado para a unidade de U-410	Gas síntese purificado	Gas	33	50	203,2	203,2	11349	1500,0	3600
15	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	Piperack de Gás de Síntese Purificado para a unidade de U-410	Gas síntese purificado	Gas	33	50	203,2	20,32	11349	1500,0	3600
16	Rotura linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	Área de Compressão de Gás Síntese	Gas síntese	Gas	73	92	152,4	152,4	6 973	363,0	600
17	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	Área de Compressão de Gás Síntese	Gas síntese	Gas	73	92	152,4	15,24	6 973	363,0	600
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	Área de Compressão de Gás Síntese	Gas síntese	Gas	32	50	203,2	203,2	393	363,0	120
19	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	Área de Compressão de Gás Síntese	Gas síntese	Gas	32	50	203,2	20,32	393	363,0	120
20	Rotura linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U-410 a partir da eletrólise	Piperack H2 da Eletrólise	Hidrogénio	Gas	32	25	50,8	50,8	72,2	1500,0	600

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Estado físico	Pressão rel. (bar)	Temperatura (ºC)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m^2)	Duração (s)
21	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U410 a partir da eletrólise	Piperack H2 da Eletrólise	Hidrogénio	Gas	32	25	50,8	5,08	72,2	1500,0	600
22	Rotura catastrófica de reator 42-R-001	Área de Síntese de Metanol	Metanol bruto *	Gas	61,4	234	-	-	1 905	310,0	3600
23	Fuga de 100mm de reator 42-R-001	Área de Síntese de Metanol	Metanol bruto *	Gas	61,4	234	-	100	57 161	310,0	3600
24	Fuga de 10mm de reator 42-R-001	Área de Síntese de Metanol	Metanol bruto *	Gas	61,4	234	-	10	57 161	310,0	3600
25	Rotura da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	Área de Síntese de Metanol	Metanol bruto	Líquido	5	48	76,2	76,2	1896	310,0	600
26	Fuga da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	Área de Síntese de Metanol	Metanol bruto	Líquido	5	48	76,2	7,62	1896	310,0	600
27	Rotura Catastrófica do Flash Drum 42-V-003	Área de Síntese de Metanol	Metanol bruto	Líquido	5	60	-	-	2 104	310,0	3600
28	Fuga de 100mm do Flash Drum 42-V-003	Área de Síntese de Metanol	Metanol bruto	Líquido	5	60	-	100	2 104	310,0	3600
29	Fuga de 10 mm do Flash Drum 42-V-003	Área de Síntese de Metanol	Metanol bruto	Líquido	5	60	-	10	2 104	310,0	3600
30	Rotura da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	Área de Destilação/ Refinação de Metanol	Metanol bruto *	Gas	0,6	79	254	254	1 928	465,0	600
31	Fuga da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	Área de Destilação/ Refinação de Metanol	Metanol bruto *	Gas	0,6	79	254	25,4	1 928	465,0	600

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Estado físico	Pressão rel. (bar)	Temperatura (ºC)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m^2)	Duração (s)
32	Rotura catastrófica de reservatório 44-D-001	Bacia de Armazenamento de Metanol Puro	Metanol	Líquido	atm	25	-	-	455000	570,0	3600
33	Fuga de 100mm de reservatório 44-D-001	Bacia de Armazenamento de Metanol Puro	Metanol	Líquido	atm	25	-	100	455000	570,0	3600
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001	Bacia de Armazenamento de Metanol Puro	Metanol	Líquido	atm	25	-	10	455000	570,0	3600
35	Rotura da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	Piperack da U430 para a armazenagem de Fusel óleo	Fusel óleo	Líquido	5	45	254	254	33	1500,0	600
36	Fuga da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	Piperack da U430 para a armazenagem de Fusel óleo	Fusel óleo	Líquido	5	45	254	2,54	33	1500,0	600
37	Rotura da Linha de topo do Flash Drum 42-V-003	Área de Síntese de Metanol	Offgas	Gas	7	170	25,4	25,4	8,17	310,0	120
38	Fuga da Linha de fundo de Purga 42-V-004	Área de Síntese de Metanol	Offgas	Gas	7	170	25,4	2,54	8,17	310,0	120
39	Rotura linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	Piperack da armazenagem de Metanol Bruto para U-430	Metanol bruto	Gas	6	25	50,8	50,8	14760,0	1500,0	600
40	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	Piperack da armazenagem de Metanol Bruto para U-430	Metanol bruto	Gas	6	25	50,8	5,08	14760,0	1500,0	600
41	Rotura da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	Piperack da U430 para a Cogeração	Fuelgas	Gas	2,5	38	50,8	50,8	570,00	1500,0	3600
42	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	Piperack da U430 para a Cogeração	Fuelgas	Gas	2,5	38	50,8	5,08	570,00	1500,0	3600

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Estado físico	Pressão rel. (bar)	Temperatura (ºC)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m^2)	Duração (s)
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A	Bacia reservatórios Metanol	Metanol	Líquido	atm	25	-	-	4184000	2809,0	3600
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	Bacia reservatórios Metanol	Metanol	Líquido	atm	25	-	100	4184000	2809,0	3600
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A	Bacia reservatórios Metanol	Metanol	Líquido	atm	25	-	10	4184000	2809,0	3600
46	Rotura catastrófica de reservatório 01-57-D-001A	Bacia reservatórios Fusel óleo	Fusel óleo	Líquido	atm	25	-	-	79000	172,4	3600
47	Fuga de 100mm de reservatório 01-57-D-001A	Bacia reservatórios Fusel óleo	Fusel óleo	Líquido	atm	25	-	100	79000	172,4	3600
48	Fuga de 10mm de reservatório 01-57-D-001A	Bacia reservatórios Fusel óleo	Fusel óleo	Líquido	atm	25	-	10	79000	172,4	3600
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	Piperack da armazenagem de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	Metanol	Líquido	8,0	25	76,2	76,2	10400	1500,0	600
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	Piperack da armazenagem de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	Metanol	Líquido	8,0	25	76,2	7,62	10400	1500,0	600
51	Rotura de braço de carga de Cisternas com Metanol	Ilha de Carga de Cisternas	Metanol	Líquido	0,3	45	76,2	76,2	2080	100,0	120
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol	Ilha de Carga de Cisternas	Metanol	Líquido	0,3	45	76,2	7,62	2080	100,0	120
53	Rotura de Cisterna com Metanol	Ilha de Carga de Cisternas	Metanol	Líquido	atm	45	-	-	24000	100,0	3600

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Estado físico	Pressão rel. (bar)	Temperatura (ºC)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m^2)	Duração (s)
54	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Metanol	Ilha de Carga de Cisternas	Metanol	Líquido	atm	45	-	100	24000	100,0	3600
55	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Metanol	Ilha de Carga de Cisternas	Metanol	Líquido	atm	45	-	10	24000	100,0	3600
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	Piperack da armazenagem de Metanol para a alimentação de carga ferroviária	Metanol	Líquido	8	25	203,2	203,2	10398	1500,0	600
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	Piperack da armazenagem de Metanol para a alimentação de carga ferroviária	Metanol	Líquido	8	25	203,2	20,32	10398	1500,0	600
58	Rotura da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	Piperack da armazenagem de Fusel óleo para as Ilhas de Carga de Cisternas	Fusel óleo	Líquido	7	25	101,6	101,6	7002	1500,0	600
59	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	Piperack da armazenagem de Fusel óleo para as Ilhas de Carga de Cisternas	Fusel óleo	Líquido	7	25	101,6	10,16	7002	1500,0	600
60	Rotura de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	Ilha de Carga de Cisternas	Fusel óleo	Líquido	5	45	76,2	76,2	1400	100,0	120
61	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	Ilha de Carga de Cisternas	Fusel óleo	Líquido	5	45	76,2	7,62	1400	100,0	120
62	Rotura de Cisterna com Fusel óleo	Ilha de Carga de Cisternas	Fusel óleo	Líquido	atm	45	-	-	24000	100,0	3600
63	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Fusel óleo	Ilha de Carga de Cisternas	Fusel óleo	Líquido	atm	45	-	100	24000	100,0	3600
64	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Fusel óleo	Ilha de Carga de Cisternas	Fusel óleo	Líquido	atm	45	-	10	24000	100,0	3600

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Estado físico	Pressão rel. (bar)	Temperatura (ºC)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m^2)	Duração (s)
65	Rotura do troço aéreo a jusante da PRM	Troço a jusante do PRM	Metano	Gas	0,3	25	100	100	1512	1500,0	3600
66	Fuga do troço aéreo a jusante da PRM	Troço a jusante do PRM	Metano	Gas	0,3	25	100	10	1512	1500,0	3600

Inclui-se a seguir uma Tabela-Resumo com os acidentes postulados e as zonas calculadas para cada fenómeno produzido.

Tabela 16 - Resultados da modelação no programa PHAST

Nº Evento Crítico	Evento Crítico	Jet Fire (m)		Pool Fire (m)		Flash Fire (m)	Explosão (m)		FireBall (m)		Toxicidade (m)		Concentração de oxigénio (m)	
		7 kW/m²	5 kW/m²	7 kW/m²	5 kW/m²	LFL/2	140 mbar	50 mbar	7 kW/m²	5 kW/m²	AEGL-3	AEGL-2	35%	30%
1	Rotura catastrófica de reservatório 65-D-001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.
2	Fuga de 100mm de reservatório 65-D-001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.	N.S.
3	Fuga de 10mm de reservatório 65-D-001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	31
4	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	85
5	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	7
6	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81	91
7	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	10
8	Rotura linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	67	68	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-
9	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	6	6	-	-	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Rotura linha de saída de gás de síntese do Scrubber	115	123	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-
11	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Scrubber	8	8	-	-	13	15	22	-	-	-	-	-	-
12	Rotura linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	82	88	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-

Nº Evento Crítico	Evento Crítico	Jet Fire (m)		Pool Fire (m)		Flash Fire (m)	Explosão (m)		FireBall (m)		Toxicidade (m)		Concentração de oxigénio (m)	
		7 kW/m²	5 kW/m²	7 kW/m²	5 kW/m²	LFL/2	140 mbar	50 mbar	7 kW/m²	5 kW/m²	AEGL-3	AEGL-2	35%	30%
13	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	11	11	-	-	19	28	38	-	-	-	-	-	-
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	101	109	-	-	69	172	299	-	-	-	-	-	-
15	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	14	14	-	-	22	34	55	-	-	-	-	-	-
16	Rotura linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	130	140	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-
17	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	16	16	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	100	108	-	-	78	167	279	102	120	-	-	-	-
19	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	15	15	-	-	23	31	46	-	-	-	-	-	-
20	Rotura linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U-410 a partir da eletrólise	26	28	-	-	23	55	91	-	-	-	-	-	-
21	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U410 a partir da eletrólise	5	6	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Rotura catastrófica de reator 42-R-001	-	-	-	-	36	N.S.	N.S.	217	254	-	-	-	-
23	Fuga de 100mm de reator 42-R-001	81	87	-	-	49	122	213	-	-	-	-	-	-
24	Fuga de 10mm de reator 42-R-001	8	8	-	-	14	17	26	-	-	-	-	-	-
25	Rotura da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-
26	Fuga da linha de fundo do Flash Drum 42-V-003 da síntese de metanol	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Rotura Catastrófica do Flash Drum 42-V-003	-	-	-	-	47	199	444	162	191	-	-	-	-
28	Fuga de 100mm do Flash Drum 42-V-003	30	32	-	-	34	68	110	-	-	-	-	-	-

Nº Evento Crítico	Evento Crítico	Jet Fire (m)		Pool Fire (m)		Flash Fire (m)	Explosão (m)		FireBall (m)		Toxicidade (m)		Concentração de oxigénio (m)	
		7 kW/m²	5 kW/m²	7 kW/m²	5 kW/m²	LFL/2	140 mbar	50 mbar	7 kW/m²	5 kW/m²	AEGL-3	AEGL-2	35%	30%
29	Fuga de 10 mm do Flash Drum 42-V-003	3	3	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
30	Rotura da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-
31	Fuga da Linha de topo da coluna de destilação 43-C-001	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
32	Rotura catastrófica de reservatório 44-D-001	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	23	-	-
33	Fuga de 100mm de reservatório 44-D-001	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	27	48	-	-
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001	7	7	30	33	3	-	-	217	254	11	20	-	-
35	Rotura da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	Fuga da Linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	N.S.	N.S.	11	11	4	-	-	-	-	-	-	-	-
37	Rotura da Linha de topo do Flash Drum 42-V-003	7	8	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
38	Fuga da Linha de fundo de Purga 42-V-004	0	0	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
39	Rotura linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	11	11	-	-	20	22	38	162	191	-	-	-	-
40	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
41	Rotura da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	11	11	-	-	11	14	21	-	-	-	-	-	-
42	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A	-	-	67	75	40	44	79	-	-	-	48	-	-
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	32	35	67	75	20	15	23	-	-	50	82	-	-
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A	8	8	33	36	3	-	-	-	-	12	22	-	-
46	Rotura catastrófica de reservatório 01-57-D-001A	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-

Nº Evento Crítico	Evento Crítico	Jet Fire (m)		Pool Fire (m)		Flash Fire (m)	Explosão (m)		FireBall (m)		Toxicidade (m)		Concentração de oxigénio (m)	
		7 kW/m²	5 kW/m²	7 kW/m²	5 kW/m²	LFL/2	140 mbar	50 mbar	7 kW/m²	5 kW/m²	AEGL-3	AEGL-2	35%	30%
47	Fuga de 100mm de reservatório 01-57-D-001A	N.S.	N.S.	29	33	6	-	-	-	-	-	-	-	-
48	Fuga de 10mm de reservatório 01-57-D-001A	3	3	29	33	3	-	-	-	-	-	-	-	-
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	9	9	50	56	7	-	-	-	-	5	17	-	-
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	15	17	24	26	8	-	-	-	-	8	17	-	-
51	Rotura de braço de carga de Cisternas com Metanol	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	1	4	-	-
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol	4	4	6	6	2	-	-	-	-	1	1	-	-
53	Rotura de Cisterna com Metanol	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	N.S.	-	-
54	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Metanol	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	N.S.	-	-
55	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Metanol	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	7	12	-	-
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	N.S.	N.S.	50	56	6	-	-	-	-	4	15	-	-
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	28	30	46	51	14	18	29	-	-	13	30	-	-
58	Rotura da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
59	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	N.S.	N.S.	38	43	9	-	-	-	-	-	-	-	-
60	Rotura de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
61	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Fusel óleo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
62	Rotura de Cisterna com Fusel óleo	-	-	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
63	Fuga de 100 mm numa Cisterna com Fusel óleo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-

Nº Evento Crítico	Evento Crítico	Jet Fire (m)		Pool Fire (m)		Flash Fire (m)	Explosão (m)		FireBall (m)		Toxicidade (m)		Concentração de oxigénio (m)	
		7 kW/m²	5 kW/m²	7 kW/m²	5 kW/m²	LFL/2	140 mbar	50 mbar	7 kW/m²	5 kW/m²	AEGL-3	AEGL-2	35%	30%
64	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Fusel óleo	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-	-	-	-	-	-	-	-
65	Rotura do troço aéreo a jusante da PRM	12	12	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
66	Fuga do troço aéreo a jusante da PRM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- Notas:
- NS – representa os cenários de acidente Não Significativos, isto é, aqueles cuja frequência de ocorrência é inferior a 10^{-06}
- "-" – Simulação sem resultados
- NA – Não Aplicável

2.6 Substâncias perigosas para os organismos aquáticos

Da análise das substâncias presentes no estabelecimento da CapWatt, verifica-se que aquelas que representam efeitos perigosos para o ambiente, correspondem aos produtos com frase de risco H400, H410 e H411.

Das substâncias perigosas que estarão presentes no Projeto HyMeOH há a referir as seguintes, em termos de classificação com perigosidade para o ambiente: gasóleo, catalisador, MEGAMAX 800, o hipoclorito de sódio e as aminas.

Destas substâncias apenas o catalisador e o MEGAMAX 800 estarão presentes numa quantidade superior a 2% do limiar superior da categoria de perigo E1. Estas duas substâncias perigosas encontram-se no estado sólido, o que dificulta a sua dispersão em caso de derrame acidental. Dado o estado físico destas substâncias, em caso de derrame, estas ficaram depositadas no pavimento, sendo recolhidas e devidamente acondicionadas. Importa ainda referir que estas duas substâncias são insolúveis na água e, em caso de contacto com água, não se dissolvem, podendo ser recolhido o derrame.

Quanto ao gasóleo, o armazenamento (numa quantidade muito inferior a <2% do limiar superior) será efetuado em bacia de retenção devidamente impermeabilizada que terá capacidade para conter um derrame de acordo com as exigências legais estabelecidas.

No que respeita ao hipoclorito de sódio a quantidade presente será muito baixa (2 tambores de 200 L, cerca de 504 kg), sendo armazenado em local dedicado, associado às unidades U910/U920 – Tratamento e Armazenamento de Águas e U530 - Sistema de Arrefecimento de Água, e em caso de derrame será limitado e recolhido.

Relativamente as aminas estarão presentes numa quantidade muito baixa (1 IBC de 1 m^3) e serão armazenadas em local dedicado, na unidade U540 - Sistema de Produção de Vapor e Cogeração e, em caso de derrame este será limitado e recolhido.

Numa situação de cenário de incêndio e combate ao mesmo, ou derrame acidental a rede de drenagem separativa que existirá no estabelecimento impedirá a junção do efluente de combate a incêndio com o efluente pluvial ou transbordo para a via pública. As águas e espumas de combate a incêndio produzidas serão encaminhadas pela rede de efluentes industriais (S8) e retidas no tanque de equalização, com a capacidade de 500 m^3, de onde serão encaminhadas gradualmente para a unidade de tratamento de água.

3 Determinação das zonas de perigosidade

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

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 na Representação Gráfica 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 (Distância 1 - definida pelo efeito radiação de 7 kW/m^2, sobrepressão/explosão de 140 mbar, inflamabilidade, toxicidade pelo AEGL 3 e concentração de oxigénio de 35%) e de ocorrência de efeitos irreversíveis na saúde humana (Distância 2 - definida pelo efeito radiação de 5 kW/m^2, sobrepressão/explosão de 50 mbar, toxicidade pelo AEGL 2 e concentração de oxigénio de 30%).

Na tabela seguinte apresentam-se os resultados incluídos no Formulário de Proposta de Zonas de Perigosidade.

Tabela 17 - Resultados incluídos no Formulário de Proposta de Zonas de Perigosidade

N.º Evento	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
3	Fuga de 10mm de reservatório 65-D-001	1	Toxicidade	Oxigénio	28	31
4	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	2	Toxicidade	Oxigénio	77	85
5	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da armazenagem	3	Toxicidade	Oxigénio	5	7
6	Rotura linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	4	Toxicidade	Oxigénio	81	91
7	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Oxigénio para o Gaseificador a partir da eletrólise	5	Toxicidade	Oxigénio	8	10

N.º Evento	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
8	Rotura linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	6	Incêndio Jato	Gas síntese	67	68
9	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Gaseificador	7	Incêndio Jato	Gas síntese	6	6
10	Rotura linha de saída de gás de síntese do Scrubber	8	Incêndio Jato	Gas síntese	115	123
11	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Scrubber	9	Incêndio Jato	Gas síntese	8	8
11	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Scrubber	10	Inflamabilidade	Gas síntese	13	-
11	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do Scrubber	11	Sobrepressão	Gas síntese	15	22
12	Rotura linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	12	Incêndio Jato	Gas síntese	82	88
13	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	13	Incêndio Jato	Gas síntese	11	11
13	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	14	Inflamabilidade	Gas síntese	19	-
13	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese do compressor de MP	15	Sobrepressão	Gas síntese	28	38
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	16	Incêndio Jato	Gas síntese purificado	101	109
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	17	Inflamabilidade	Gas síntese purificado	69	-
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	18	Sobrepressão	Gas síntese purificado	175	299

N.º Evento	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
15	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	19	Incêndio Jato	Gas síntese purificado	14	14
15	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	20	Inflamabilidade	Gas síntese purificado	22	-
15	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	21	Sobrepressão	Gas síntese purificado	34	55
16	Rotura linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	22	Incêndio Jato	Gas síntese	130	140
17	Fuga 10% do diâmetro da linha de saída do compressor de gás síntese 41-K-001 para a unidade de Síntese de Metanol	23	Incêndio Jato	Gas síntese	16	16
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	24	FIREBALL	Gas síntese	102	120
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	25	Incêndio Jato	Gas síntese	100	108
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	26	Inflamabilidade	Gas síntese	78	-
18	Rotura linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	27	Sobrepressão	Gas síntese	167	279
19	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	28	Incêndio Jato	Gas síntese	15	15

N.º Evento	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
19	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	29	Inflamabilidade	Gas síntese	23	-
19	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de gás de síntese de reciclo para a compressão de gás	30	Sobrepressão	Gas síntese	31	46
20	Rotura linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U-410 a partir da eletrólise	31	Incêndio Jato	Hidrogénio	26	28
20	Rotura linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U-410 a partir da eletrólise	32	Inflamabilidade	Hidrogénio	23	-
20	Rotura linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U-410 a partir da eletrólise	33	Sobrepressão	Hidrogénio	55	91
21	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U410 a partir da eletrólise	34	Incêndio Jato	Hidrogénio	5	6
21	Fuga 10% do diâmetro da linha de alimentação de Hidrogénio para a unidade U410 a partir da eletrólise	35	Inflamabilidade	Hidrogénio	10	-
22	Rotura catastrófica de reator 42-R-001	36	FIREBALL	Metanol bruto (condições de processo acima do ponto ebulição)	217	254
22	Rotura catastrófica de reator 42-R-001	37	Inflamabilidade	Metanol bruto (condições de processo acima do ponto ebulição)	36	-
23	Fuga de 100mm de reator 42-R-001	38	Incêndio Jato	Metanol bruto (condições de processo acima do ponto ebulição)	81	87
23	Fuga de 100mm de reator 42-R-001	39	Inflamabilidade	Metanol bruto (condições de processo acima do ponto ebulição)	49	-
23	Fuga de 100mm de reator 42-R-001	40	Sobrepressão	Metanol bruto (condições de processo acima do ponto ebulição)	122	213

N.º Evento	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
24	Fuga de 10mm de reator 42-R-001	41	Incêndio Jato	Metanol bruto (condições de processo acima do ponto ebulição)	8	8
24	Fuga de 10mm de reator 42-R-001	42	Inflamabilidade	Metanol bruto (condições de processo acima do ponto ebulição)	14	-
24	Fuga de 10mm de reator 42-R-001	43	Sobrepressão	Metanol bruto (condições de processo acima do ponto ebulição)	17	26
27	Rotura catastrófica do Flash Drum 42-V-003	44	FIREBALL	Metanol bruto	162	191
27	Rotura catastrófica do Flash Drum 42-V-003	45	Inflamabilidade	Metanol bruto	47	-
27	Rotura catastrófica do Flash Drum 42-V-003	46	Sobrepressão	Metanol bruto	199	444
28	Fuga de 100mm do Flash Drum 42-V-003	47	Incêndio Jato	Metanol bruto	30	32
28	Fuga de 100mm do Flash Drum 42-V-003	48	Inflamabilidade	Metanol bruto	34	-
28	Fuga de 100mm do Flash Drum 42-V-003	49	Sobrepressão	Metanol bruto	68	110
29	Fuga de 10 mm do Flash Drum 42-V-003	50	Incêndio Jato	Metanol bruto	3	3
29	Fuga de 10 mm do Flash Drum 42-V-003	51	Inflamabilidade	Metanol bruto	6	-
32	Rotura catastrófica de reservatório 44-D-001	52	Toxicidade	Metanol	0	23
33	Fuga de 100mm de reservatório 44-D-001	53	Toxicidade	Metanol	27	48
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001	54	Toxicidade	Metanol	11	20
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001	55	Incêndio Jato	Metanol	7	7
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001	56	Incêndio Charco	Metanol	30	33
34	Fuga de 10mm de reservatório 44-D-001	57	Inflamabilidade	Metanol	3	-
36	Fuga da linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	58	Incêndio Charco	Fusel óleo	16	18
36	Fuga da linha de fundo da coluna de refinação 43-C-002	59	Inflamabilidade	Fusel óleo	4	-
37	Rotura da linha de topo do Flash Drum 42-V-003	60	Incêndio Jato	Off-gas	7	8

N.º Evento	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
37	Rotura da linha de topo do Flash Drum 42-V-003	61	Inflamabilidade	Off-gas	5	-
38	Fuga da linha de topo do Flash Drum 42-V-003	62	Incêndio Jato	Off-gas	0	0
38	Fuga da linha de topo do Flash Drum 42-V-003	63	Inflamabilidade	Off-gas	5	-
39	Rotura linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	64	Incêndio Jato	Metanol bruto	11	11
39	Rotura linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	65	Inflamabilidade	Metanol bruto	20	-
39	Rotura linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	66	Sobrepressão	Metanol bruto	22	38
40	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	67	Incêndio Jato	Metanol bruto	0	0
40	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol bruto à Destilação de Metanol via 44-P-003A	68	Inflamabilidade	Metanol bruto	2	-
41	Rotura da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	69	Incêndio Jato	Fuelgas	11	11
41	Rotura da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	70	Inflamabilidade	Fuelgas	11	-
41	Rotura da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	71	Sobrepressão	Fuelgas	14	21
42	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	72	Incêndio Jato	Fuelgas	0	0
42	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de fuel gas para a Cogeração	73	Inflamabilidade	Fuelgas	0	-
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A	74	Toxicidade	Metanol	0	48
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A	75	Incêndio Charco	Metanol	67	75

N.º Evento	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A	76	Inflamabilidade	Metanol	40	-
43	Rotura catastrófica de reservatório 01-45-D-001A	77	Sobrepressão	Metanol	44	79
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	78	Toxicidade	Metanol	50	82
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	79	Incêndio Jato	Metanol	32	35
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	80	Incêndio Charco	Metanol	67	75
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	81	Inflamabilidade	Metanol	20	-
44	Fuga de 100mm de reservatório 01-45-D-001A	82	Sobrepressão	Metanol	15	23
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A	83	Toxicidade	Metanol	12	22
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A	84	Incêndio Jato	Metanol	8	8
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A	85	Incêndio Charco	Metanol	33	36
45	Fuga de 10mm de reservatório 01-45-D-001A	86	Inflamabilidade	Metanol	3	-
47	Fuga de 100mm de reservatório 01-57-D-001A	87	Incêndio Charco	Fusel óleo	29	33
47	Fuga de 100mm de reservatório 01-57-D-001A	88	Inflamabilidade	Fusel óleo	6	-
48	Fuga de 10mm de reservatório 01-57-D-001A	89	Incêndio Jato	Fusel óleo	3	3
48	Fuga de 10mm de reservatório 01-57-D-001A	90	Incêndio Charco	Fusel óleo	29	33
48	Fuga de 10mm de reservatório 01-57-D-001A	91	Inflamabilidade	Fusel óleo	3	-
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	92	Toxicidade	Metanol	5	17
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	93	Incêndio Jato	Metanol	9	9

N.º Evento	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	94	Incêndio Charco	Metanol	50	56
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	95	Inflamabilidade	Metanol	7	-
49	Rotura da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	96	Sobrepressão	Metanol	45	82
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	97	Toxicidade	Metanol	8	17
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	98	Incêndio Jato	Metanol	15	17
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	99	Incêndio Charco	Metanol	24	26
50	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as Ilhas de Carga de Cisternas	100	Inflamabilidade	Metanol	8	-
51	Rotura de braço de carga de Cisternas com Metanol	101	Toxicidade	Metanol	1	4
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol	102	Toxicidade	Metanol	1	1
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol	103	Incêndio Jato	Metanol	4	4
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol	104	Incêndio Charco	Metanol	6	6
52	Fuga 10% do diâmetro de braço de carga de Cisternas com Metanol	105	Inflamabilidade	Metanol	1	-
55	Fuga de 10 mm numa Cisterna com Metanol	106	Toxicidade	Metanol	7	12

N.º Evento	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	107	Toxicidade	Metanol	4	15
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	108	Incêndio Charco	Metanol	50	56
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	109	Inflamabilidade	Metanol	6	-
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	110	Toxicidade	Metanol	13	30
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	111	Incêndio Jato	Metanol	28	30
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	112	Incêndio Charco	Metanol	46	51
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	113	Inflamabilidade	Metanol	14	-
57	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	114	Sobrepressão	Metanol	28	41
59	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	115	Incêndio Charco	Fusel óleo	38	43
59	Fuga 10% do diâmetro da linha de envio de Fusel óleo para a Ilha de Carga de Cisternas	116	Inflamabilidade	Fusel óleo	9	-
65	Rotura do troço aéreo a jusante da PRM	117	Incêndio Jato	Metano	12	12
65	Rotura do troço aéreo a jusante da PRM	118	Inflamabilidade	Metano	7	-
66	Fuga do troço aéreo a jusante da PRM	119	Incêndio Jato	Metano	0	0
66	Fuga do troço aéreo a jusante da PRM	120	Inflamabilidade	Metano	0	-

Dos 66 eventos críticos identificados e avaliados, resultaram 120 cenários de acidentes (*fireball*, *jet fire*, *pool fire*, *flashfire,* explosão, toxicidade e concentração de O_2) relevantes (com frequência igual ou superior a 10^{-06}), que terão consequências físicas e para a saúde humana.

Analisando a tabela anterior e a planta com a definição das Zonas de Perigosidade, apresentada no apêndice 4, verifica-se que, o alcance máximo das Zonas de Perigosidade, distância 1 (limiar de possibilidade de ocorrência de letalidade) e distância 2 (limiar de possibilidade de efeitos irreversíveis), é de 217 metros e 444 metros, respetivamente. Estas distâncias referem-se ao evento n.º 22: Rotura catastrófica de reator 42-R-001, devido ao efeito de *fireball* e ao evento n.º 27: Rotura Catastrófica do Flash Drum 42-V-003, devido ao efeito de sobrepressão. Contudo, analisando os resultados e a planta com a definição das Zonas de Perigosidade há ainda a referir outros cenários que definem as zonas de perigosidade. Assim, teremos os seguintes cenários de acidente a definir as zonas de perigosidade:

Tabela 18 - Cenários de acidentes que definem as zonas de perigosidade

Nº Evento	Evento Crítico	Tipo de fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)	Equipamento
10	Rotura linha de saída de gás de síntese do Scrubber	Jet Fire	Gas síntese	115	---	APA_E10
14	Rotura linha de saída de gás de síntese purificado para a unidade de Síntese de Metanol	Sobrepressão	Gas síntese purificado	175	---	APA_E12
22	Rotura catastrófica de reator 42-R-001	FIREBALL	Metanol bruto	217	---	APA_E27
27	Rotura Catastrófica do Flash Drum 42-V-003	Sobrepressão	Metanol bruto	---	444	APA_E29
56	Rotura da linha de envio de Metanol para as áreas de carga por ferrovia	Pool Fire	Metanol	50	---	APA_E21
65	Rotura do troço aéreo a jusante da PRM	Jet Fire	Gás Natural	12	12	APA_E22

Analisando a planta com as Zonas de Perigosidade é possível verificar que, o limite do estabelecimento poderá ser ultrapassado, para ambos os limiares, contudo, não afetando qualquer elemento sensível.

4 Caracterização da vulnerabilidade da envolvente

4.1 Elementos construídos

4.1.1 Localização e envolvente

A unidade HyMeOH da CapWatt localiza-se na localidade do Lugar de Água Levada, freguesia de Espinho, concelho de Mangualde do Distrito de Viseu. A ligação ao estabelecimento realiza-se pela estrada Rua das Motas.

A Norte do estabelecimento encontra-se a Sonae Arauco, a cerca de 100 metros, a Este encontra-se uma pequena zona industrial, a uma distância de 570 metros. A Oeste, a cerca de 430 metros inicia-se a zona residencial da localidade do Lugar de Água Levada, a sudeste, a uma distância de 750 metros existe uma pequena zona residencial/industrial.

As vias mais próximas de relevo são o IC12/EN234, a 1200 metros a Oeste, e a EN239 a 2150 metros a Nordeste das instalações do estabelecimento.

As coordenadas geográficas da unidade HyMeOH são as seguintes:

- Latitude: 40º34`54” N ; Longitude: 7º47´16” W

4.1.1.1 Caracterização dos elementos de uso sensível construídos na envolvente

Os edifícios de habitação envolvente mais próxima das instalações da unidade de produção de metanol renovável da CapWatt HyMethanol West Coast Unipessoal são de baixa altura, bem como de baixa densidade populacional. Num raio de 2 km da envolvente do estabelecimento, destacam-se os seguintes elementos sensíveis:

- Associação Cultural e Recreativa de Água-Levada, a 1200 metros a Oeste;
- Capela de Água-Levada, 1200 metros a Oeste;
- Cooperativa Agrícola de Mangualde, a 1900 metros a Sudoeste;
- Junta de Freguesia de Moimenta de Maceira Dão, a 2150 metros a Oeste;
- Um conjunto de escolas em Mangualde, sendo que a mais próxima é Escola Ana de Castro Osório, a 3550 metros a Nordeste;
- USF de Mangualde, a 2600 metros a Nordeste;
- Património de Santa Luzia, a 1100 metros a Nordeste.

4.1.1.2 Vias de comunicação

Infraestruturas rodoviárias

O acesso principal ao estabelecimento da unidade HyMeOH é rodoviário, por uma via de circulação a Este do estabelecimento (rua das Motas).

Na unidade existe uma portaria onde se efetuará o controlo de acessos de entrada de pessoas e veículos.

Ferrovias

A Norte a cerca de 50 metros do estabelecimento encontra-se a Linha da Beira Alta. Esta linha encontra-se em atividade desde setembro de 2025 e, de acordo com a informação da Infraestruturas de Portugal, relativa ao ano de 2019, ter-se-á verificado um tráfego médio diário anual de cerca de 18 comboios por dia (somatório de comboios de passageiros e de mercadorias), entre Fornos de Algozes e Vila Franca das Naves. Considerando que a linha se desenvolve em paralelo à estabelecimento, em cerca de 640 m, e que o comboio segue a uma velocidade máxima de cerca de 100 km/h, estima-se que o tempo representativo de presença do comboio neste troço será de 0,7%/ano.

4.1.1.3 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 da CapWatt são os seguintes:

Tabela 19 - 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 de Mangualde	4.4	11
Associação Humanitária Dos Bombeiros Voluntários de Nelas	8.3	13
GNR - POSTO TERRITORIAL DE MANGUALDE	4	7
GNR - Posto Territorial de Nelas	7.2	12
Hospital São Teotónio	12.3	27
Serviço Municipal de Proteção Civil	4.5	8
Unidade de Saúde Familiar de Mangualde	4.3	6

4.2 Recetores ambientalmente sensíveis

Conforme a carta apresentada no Apêndice 1 a zona de implantação do estabelecimento não ocupa nenhum lugar classificado como sensível.

As áreas classificadas na área envolvente do estabelecimento da CapWatt encontram-se a mais de 10 km de distância, enquadrando-se na Diretiva Habitats, relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens. As áreas apresentadas na figura seguinte são:

- Serra da Estrela (PTC0N0014);
- Carregal do Sal (PTC0N0027);
- Serras da Freita e Arade (PTC0N0047).

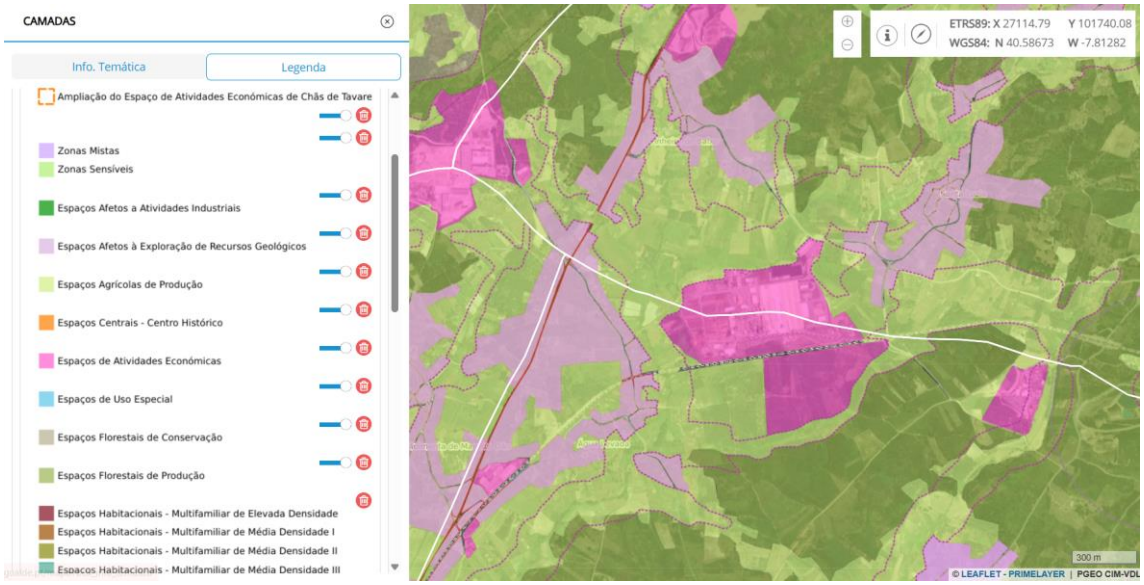
Figura 5 - Localização dos recetores ambientalmente sensíveis – Fonte: Natura 2000 Viewer

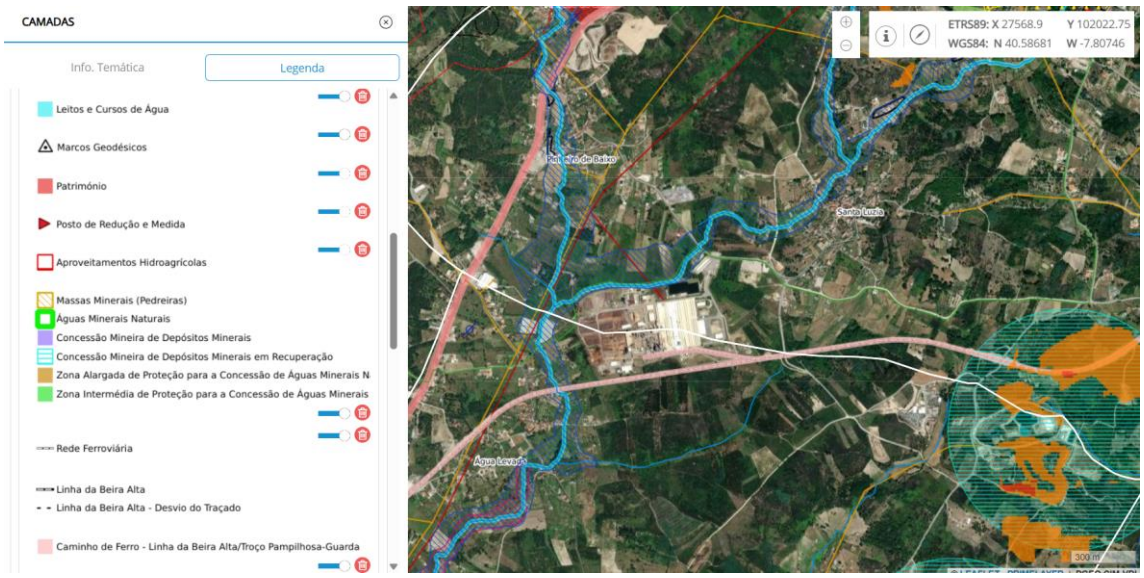
4.3 Usos, classificações e qualificações do solo

De acordo com as plantas de Ordenamento do PDM de Mangualde (Apêndice 1) o estabelecimento localiza-se em solo classificado como "Espaço de Atividades Económicas".

Na planta de Condicionantes verificam-se que nos arredores do estabelecimento existem "Leitos e Cursos de Água" bem como o "Caminho de Ferro- Linha da Beira Alta- Troço Pampilhosa/ Guarda".

A área verde envolvente das instalações da unidade HyMeOH faz parte, segundo o PDM de Mangualde, dos "Espaços Agrícolas de Produção"





4.4 Carta da envolvente

No apêndice 1 encontram-se as seguintes plantas PDM do concelho de Mangualde, com a identificação dos elementos anteriormente indicados:

- Plantas do PDM de Mangualde – Ordenamento e Condicionantes;
- Carta da envolvente à escala 1: 10 000

5 Conclusão

O Projeto da unidade HyMeOH, da CapWatt Hymethanol West Coast, que irá utilizar biomassa residual e hidrogénio renovável como matérias-primas principais, localizar-se-á no Lugar de Água Levada, concelho de Mangualde do distrito de Viseu e terá presente nas suas instalações uma quantidade de substâncias perigosas que enquadram o estabelecimento no Nível Superior, no âmbito do Decreto-Lei n.º150/2015, de 05 de agosto.

No presente estudo foram identificados e analisados 66 eventos críticos, dos quais resultaram 120 cenários que podem afetar as pessoas, instalações e o meio ambiente. As Zonas de Perigosidade (ZP) vão corresponder aos alcances dos cenários com efeitos na saúde humana e os riscos físicos.

De acordo com a avaliação de consequências dos eventos significativos neste estudo ACL, o alcance máximo das Zonas de Perigosidade, distância 1 (limiar de possibilidade de ocorrência de letalidade) e 2 (limiar de possibilidade de efeitos irreversíveis), é de 217 metros e 444 metros, respetivamente. Estas distâncias referem-se ao evento n.º 22: Rotura catastrófica de reator 42-R-001, devido ao efeito de *fireball* e ao evento n.º 27: Rotura Catastrófica do Flash Drum 42-V-003, devido ao efeito de sobrepressão. Além destes cenários existem mais 4 cenários que definem as duas zonas de perigosidade, e verifica-se que o limite do estabelecimento poderá ser ultrapassado, para ambos os limiares, contudo, não afetando qualquer elemento sensível. Salienta-se que os alcances obtidos nas modelizações são lineares, e não tem em consideração a existência de estruturas (muros, edifícios, bacias de retenção), nem do relevo natural. Estes elementos são barreiras que atenuam os efeitos da radiação térmica, da sobrepressão e da dispersão de vapores.

Em termos de efeitos sobre o ambiente, considera-se que a possível ocorrência de um derrame que envolva substâncias perigosas para o ambiente aquático, não terá impactes ambientais significativos, uma vez que, no caso das substâncias no estado líquido o derrame ficará limitado à bacia no caso do gasóleo. No caso do hipoclorito de sódio e das aminas, a quantidade presente será muito baixa o que limitará a dispersão do derrame que poderá ser controlado e posteriormente encaminhado para operador de resíduos autorizado.

No caso de utilização de água de combate a incêndio a rede de drenagem separativa que existirá no estabelecimento impedirá a junção do efluente contaminado com o efluente pluvial. O efluente potencialmente contaminado, proveniente de água de combate a incêndios, poderá ser encaminhado pela rede de efluentes industriais e retido no tanque de equalização, de onde será encaminhado para a unidade de tratamento de água do estabelecimento.

Em forma de conclusão, embora as consequências (alcances) dos cenários de acidente abranjam uma zona exterior ao estabelecimento, não afetam elementos sensíveis.

Assim, face ao exposto, considera-se que pelas medidas preventivas e de mitigação que existirão, o projeto do estabelecimento da HyMeOH da CapWatt, é compatível com os elementos construídos de uso sensível e com os usos do solo definidos no PDM em vigor, para a envolvente.