

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel - REGAALENTEJO

Sousel - Portalegre

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	Medidas gerais de proteção contra incêndios.....	26
1.3.2	Descrição dos Equipamentos e Sistemas de Segurança	28
1.3.3	Sistemas de Segurança Integrada	31
1.4	Medidas de contenção de derrames	32
1.4.1	Armazenagem	32
1.4.2	Estação de enchimento dos <i>trailers</i> de biometano	33
1.4.3	Rede de efluentes	33
1.5	Plantas do estabelecimento.....	35
2	Identificação, seleção e análise dos possíveis cenários de acidente.....	37
2.1	Análise preliminar de perigos	38
2.1.1	Identificação de fontes de perigo internas	38
2.1.2	Análise da perigosidade das substâncias	44
2.2	Identificação dos potenciais cenários de acidente	47
2.3	Estimativa de frequência de ocorrência dos cenários de acidente identificados	49
2.4	Seleção de cenários de acidente.....	53
2.4.1	Árvores de acontecimentos	53
2.5	Avaliação das consequências	65
2.5.1	Introdução.....	65
2.5.2	Valores limite – Definição de zonas de implantação	65
2.5.3	Critérios gerais empregues	66
2.5.4	Resultados dos cenários selecionados.....	68
2.6	Substâncias perigosas para os organismos aquáticos	74
3	Determinação das zonas de perigosidade.....	75
4	Caracterização da vulnerabilidade da envolvente	77
4.1	Elementos construídos.....	77
4.1.1	Localização e envolvente	77
4.2	Recetores ambientalmente sensíveis	78

4.3	Usos, classificações e qualificações do solo.....	78
4.4	Carta da envolvente	78
5.	Conclusão.....	80

Índice de tabelas

Tabela 1 - Inventário de substâncias perigosas	3
Tabela 2 - Principais edifícios e equipamentos da Unidade de Biometano de Sousel	6
Tabela 3 - Dimensão e tempo de retenção do tanque T2	9
Tabela 4 - Dimensão e tempo de retenção dos digestores D1 a D4.....	12
Tabela 5 - Composição esperada do biogás.....	15
Tabela 6. Composição da lama de enxofre.	18
Tabela 7. Composição do biometano	20
Tabela 8 – Substâncias e misturas perigosas que estarão presentes no estabelecimento.....	46
Tabela 9 - Eventos iniciadores	47
Tabela 10 - Frequências unitárias dos eventos críticos	49
Tabela 11 - Estimativa da frequência de ocorrência dos eventos críticos.....	50
Tabela 12 - Descrição das categorias de inflamabilidade (BEVI)	58
Tabela 13 - Categorias de inflamabilidade (BEVI) e probabilidade de ignição imediata – equipamentos fixos.....	59
Tabela 14 - Categoria de inflamabilidade (BEVI) das substâncias perigosas	59
Tabela 15 - Probabilidade de ocorrência dos fenómenos perigosos.....	61
Tabela 16 - Frequências finais dos fenómenos perigosos	63
Tabela 17 - Definição dos valores limite de radiação térmica, sobrepressão, inflamabilidade e toxicidade.....	65
Tabela 18 – Condições meteorológicas utilizadas nas modelações	67
Tabela 19 -Critérios de definição dos tempos de fuga	67
Tabela 20 - Descrição dos parâmetros dos cenários de acidentes/eventos críticos.....	69
Tabela 21 - Resultados da modelação no programa PHAST	72
Tabela 22 - Resultados incluídos no Formulário de Proposta de Zonas de Perigosidade	75
Tabela 23 - Cenários de acidentes que definem as zonas de perigosidade	76
Tabela 24-Vértices da área vedada da Unidade de Biometano de Sousel	77
Tabela 25 - Elementos de uso dedicado ao socorro da população em caso de acidente grave	78

1 Caracterização do estabelecimento

A presente Avaliação de Compatibilidade de Localização diz respeito ao projeto de um estabelecimento de produção de biometano, da REGALENTEJO, para a produção de Biometano que será injetado no gasoduto da rede de transporte de gás permitindo, deste modo, o fornecimento de um gás renovável a todos os consumidores servidos pela Rede Nacional de Gás, nomeadamente às indústrias. O projeto promove, também, um adequado encaminhamento e valorização de efluentes pecuários da região, minimizando os seus impactos ambientais e, neste quadro, ligando uma série de sectores económicos até então desconectados; promove, assim, uma economia circular.

Este estabelecimento localizar-se-á na freguesia e concelho de Sousel do distrito de Portalegre, junto à Estrada Nacional EN372, ocupando uma área vedada de aproximadamente 4,15 ha.

A quantidade de substâncias perigosas que estarão presentes no estabelecimento enquadram-no no Nível Inferior, no âmbito do Decreto-Lei n.º150/2015, de 05 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 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 Unidade de Produção de Biometano de Sousel 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)	Classificação	Categorias de perigo/Substância designada	Quantidade (tonelada)
4 Tanques com 356 m³ cada	D1 (TAG: T2001) D2 (TAG: T2002) D3 (TAG: T2003) D4 (TAG: T2004)	Biogás	P = 25 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	1,5 (4 x 0,375)
1 Tanque com 1660 m³	T2 (TAG: T1004)	Biogás	P = 8 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	1,72
3 Tanques com 3355 m³ cada	T3 (TAG: T3001) T9 (TAG: T4001) T10 (TAG: T4002)	Biogás	P = 3 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	10,38 (3 x 3,460)
1 Tanque com 1678 m³	T6 (TAG: T3301)	Biogás	P = 8 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	1,739
1 Tanque com 14961 m³	T11 (TAG: T4003)	Biogás	P = 3 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	15,429
1 Lavador de Gases com 34 m³	TAG: C5201	Biogás	P = 30 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	0,036

Equipamento (tipologia, volume útil e indicação de n.º de equipamentos semelhantes)	Identificação em planta	«Substância perigosa»	Condições (Pressão e Temperatura)	Classificação	Categorias de perigo/Substância designada	Quantidade (tonelada)
Secador com 9 m³	TAG: D5300	Biogás	P = 30 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	0,01
Filtro de Carvão Ativado com 9 m³	TAG: F5310	Biogás	P = 30 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	0,01
1 Gasómetro com 9000 m³	GH03 (TAG: GT3302)	Biogás	P = 10 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	9,346
Piping – Biogás (56 m³)	---	Biogás	P = 15 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / Não	0,059
Membranas (5 m³)	BUP (<i>Biogas Upgrading Unit</i>)	Biometano	P = 14 000 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / 18 - Gases inflamáveis liquefeitos, categoria 1 ou 2 (incluindo GPL) e gás natural	0,047
Piping – Biometano (0,4 m³)	---	Biometano	P = 250 000 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / 18 - Gases inflamáveis liquefeitos, categoria 1 ou 2 (incluindo GPL) e gás natural	0,060
Compressores (3,0 m³)	BUP (<i>Biogas Upgrading Unit</i>) Compressor de BioGNC (K)	Biometano	P = 250 000 mbarg T = 35°C	Flam. Gas 1, H220	P2 / 18 - Gases inflamáveis liquefeitos, categoria 1 ou 2 (incluindo GPL) e gás natural	0,472
Bomba de calor	HP2301 / HP2302	R717 – Amoníaco anidro	Variável (3°C a 146.6°C)	Acute tox. 3, H331 Flam. Gas 2, H221 Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 2, H411	H2, P2, E1 / 35 — Amoníaco anidro	0,23
1 tanque de 3 m³ (abastecimento de equipamentos) 1 tanque de 4,9 m³ (Geradores de emergência) 2 Grupos de bombagem de incêndios	P – Depósito e bomba de combustível Edifício D – Gerador de emergência N – Grupos de bombagem de incêndio	Gasóleo	P = atm T = amb.	Flam. Liq. 3, H226 Aquatic Chronic 2, H411	P5c, E2 / 34 - Produtos petrolíferos e combustíveis alternativos: c) Gasóleos (incluindo combustíveis para motores diesel, fuelóleos domésticos e gasóleos de mistura))	7,5

Equipamento (tipologia, volume útil e indicação de n.º de equipamentos semelhantes)	Identificação em planta	«Substância perigosa»	Condições (Pressão e Temperatura)	Classificação	Categorias de perigo/Substância designada	Quantidade (tonelada)
Agentes de lavagem (Kersia Force 7 ou equivalente) 200 L	Edifício C	Mistura de substâncias ativas biocidas	P = atm T = amb.	Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 2, H411	E1/ Não	
Desinfetantes (Kersia Virobacter ou equivalente) 200 L	Edifício C, D e E	Mistura de substâncias ativas biocidas	P = atm T = amb.	Aquatic Chronic 2, H411	E2/ Não	1

1.2 Descrição das atividades

Na Unidade de Biometano de Sousel, proceder-se-á à valorização biológica de efluentes pecuários da região (matéria orgânica) através do processo de Digestão Anaeróbia, o qual se traduz na degradação de compostos orgânicos e a sua transformação em biogás (constituído, maioritariamente, por metano e dióxido de carbono), e em digerido higienizado, que é uma matéria fertilizante.

Em termos de capacidade a instalação terá uma capacidade nominal de processamento de 271.500 toneladas por ano de efluentes pecuários de gado bovino, suíno, equino e ovino, provenientes de diversos produtores da região proporcionando aos produtores agropecuários um destino sustentável para a gestão dos seus resíduos. Os efluentes pecuários chegarão à Unidade por transporte rodoviário.

Na Unidade, a operar à capacidade nominal, serão produzidos cerca de 15 milhões de Nm³ por ano de biometano (equivalentes a cerca de 165 GWh/ano), a partir da purificação do biogás gerado no processo de digestão anaeróbia dos efluentes pecuários. Serão igualmente produzidas cerca de 236 mil toneladas por ano de digerido higienizado, que será utilizado como matéria fertilizante para aplicação no solo.

O biogás produzido na Unidade, após purificação será comprimido a 250 bar. O biometano comprimido será expedido por via rodoviária, em veículos especializados, até à estação de válvulas de seccionamento e derivação - JCT 07300 - em Monforte, onde será injetado no gasoduto da rede nacional de transporte de gás (RNTG). O transporte do biometano, a JCT e o gasoduto pertencerão e serão explorados pela REN-Gasodutos. Esta expedição via gasoduto “virtual” encontra-se enquadrada num projeto-piloto submetido à aprovação da ERSE por parte da REN-Gasodutos e da REGALENTEJO.

A Unidade de Biometano será constituída pela unidade processual de tratamento dos efluentes pecuários, pela unidade de purificação do biogás e produção de biometano (BUP), pelas instalações de apoio e instalações sociais, conforme apresentado na tabela seguinte:

Tabela 2 - Principais edifícios e equipamentos da Unidade de Biometano de Sousel

EQUIPAMENTO/EDIFÍCIO		EQUIPAMENTO/EDIFÍCIO	
A	Portaria	BUP	Unidade de Purificação de Biogás
B	Edifício Administrativo e sala de controlo	CW1 – CW3	Poços de Condensados
C	Edifício de Manutenção e Laboratório	D1 – D4	Digestores Anaeróbios
D	Edifício de Receção e Expedição de Líquidos	J1 – J2	Tochas
E	Edifício de Receção de Sólidos	LP	Equipamento de Limpeza Biogás
F	Sala de Máquinas e Permutadores de Calor	T1	Tanque de Receção de Chorume
G	Edifício de armazenamento e expedição de Digerido Sólido	T2 GH01	Tanque de Armazenamento Chorume
H	Edifício de separação sólido-líquido	T3 GH04	Tanque de Armazenamento de Digerido
I	Sistema de Desodorização	T4 – T5	Tanque <i>buffer</i> * ¹
K	Compressor de BioGNC	T6	Tanque de Armazenamento de Digerido Líquido
L	Caldeira	T7	Tanque de Expedição de Digerido Líquido
M	Estação de enchimento de camiões de BioGNC	T8	Tanque de Expedição de Digerido Bruto
N	Reservatórios de água	T9 GH05 – T11 GH07	Tanques de Armazenamento de Digerido
O	Posto de seccionamento	T10 GH06	Tanque de contenção
P	Depósito e bomba de combustível	T20	Tanque de Armazenamento de cloreto de ferro
Q	Reservatórios enterrados de água		

O estabelecimento em projeto terá ainda uma área de armazenamento de água de processo e de armazenamento de água para combate a incêndios, uma zona de instalações elétricas, incluindo a sala de quadros, vias de circulação internas e zonas de estacionamento, bem como um conjunto de sistemas auxiliares do processo.

No Apêndice 1 apresenta-se a planta geral “A01-IN-LPE-000-000-GEN-LAY-0001-02”, onde se identificam os equipamentos e edifícios referidos acima.

¹ Os tanques T4 e T5 encontram-se no interior do edifício H.

1.2.1 Descrição do processo

De forma simplificada a Unidade de Biometano de Sousel receberá efluentes pecuários da região (matéria orgânica) e transformando-os em biometano e fertilizante orgânico.

Os efluentes pecuários (estrumes e chorumes - respetivamente substratos sólidos e líquidos provenientes das explorações agropecuárias) chegam em camiões adequados para o seu transporte, sendo posteriormente armazenados em tanques (no caso dos líquidos) ou em pits/fossas (no caso dos sólidos).

Os substratos sólidos são misturados com material previamente digerido e higienizado, de forma a permitir a sua bombagem, sendo depois encaminhados para a etapa de pré-tratamento por maceração. Os substratos líquidos são também submetidos a um processo de maceração, garantindo-se assim que não são introduzidos nos digestores inertes de grande dimensão.

Existem duas linhas distintas de pré-tratamento, a linha dos substratos líquidos e a linha dos substratos sólidos. No final das respetivas etapas de pré-tratamento, ambos os substratos são alimentados aos digestores.

No interior dos digestores, a Digestão Anaeróbia (DA) processa-se em duas etapas da atividade microbiológica. A DA é o processo através do qual se produz biogás e - como produto secundário - um fertilizante orgânico. Na primeira etapa (hidrólise), os compostos orgânicos insolúveis são biologicamente degradados em compostos orgânicos solúveis. Na segunda etapa, os compostos orgânicos dissolvidos são convertidos em biogás, constituído maioritariamente por metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Ambas as etapas do processo ocorrem simultaneamente.

O digerido resultante da digestão anaeróbia será então tratado através de um processo de higienização, obtendo-se um digerido higienizado. Este digerido higienizado apresenta características físico-químicas semelhantes às de um fertilizante líquido, sendo rico em azoto e fósforo.

O digerido higienizado poderá ser separado por meio de prensas de parafuso e centrífugas, numa etapa de separação sólido-líquido, obtendo-se uma fração sólida e uma fração líquida. A fração sólida será transferida para a zona de armazenamento através de transportadores, enquanto a fração líquida será bombeada para tanques de armazenamento.

O biogás produzido nos digestores será encaminhado para o pré-tratamento do biogás e, de seguida, para a unidade de purificação de biogás, resultando uma corrente de biometano com uma pureza superior a 98%. O biometano será aí comprimido até uma pressão de 250 bar e transportado por via rodoviária, em tanques pressurizados, até à estação de válvulas de seccionamento e derivação - JCT 07300 - em Monforte, onde será injetado no gasoduto da Rede Nacional de Transporte de Gás (RNTG).

Apresenta-se na figura seguinte uma visão geral das diferentes etapas do processo da Unidade de Biometano.

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel

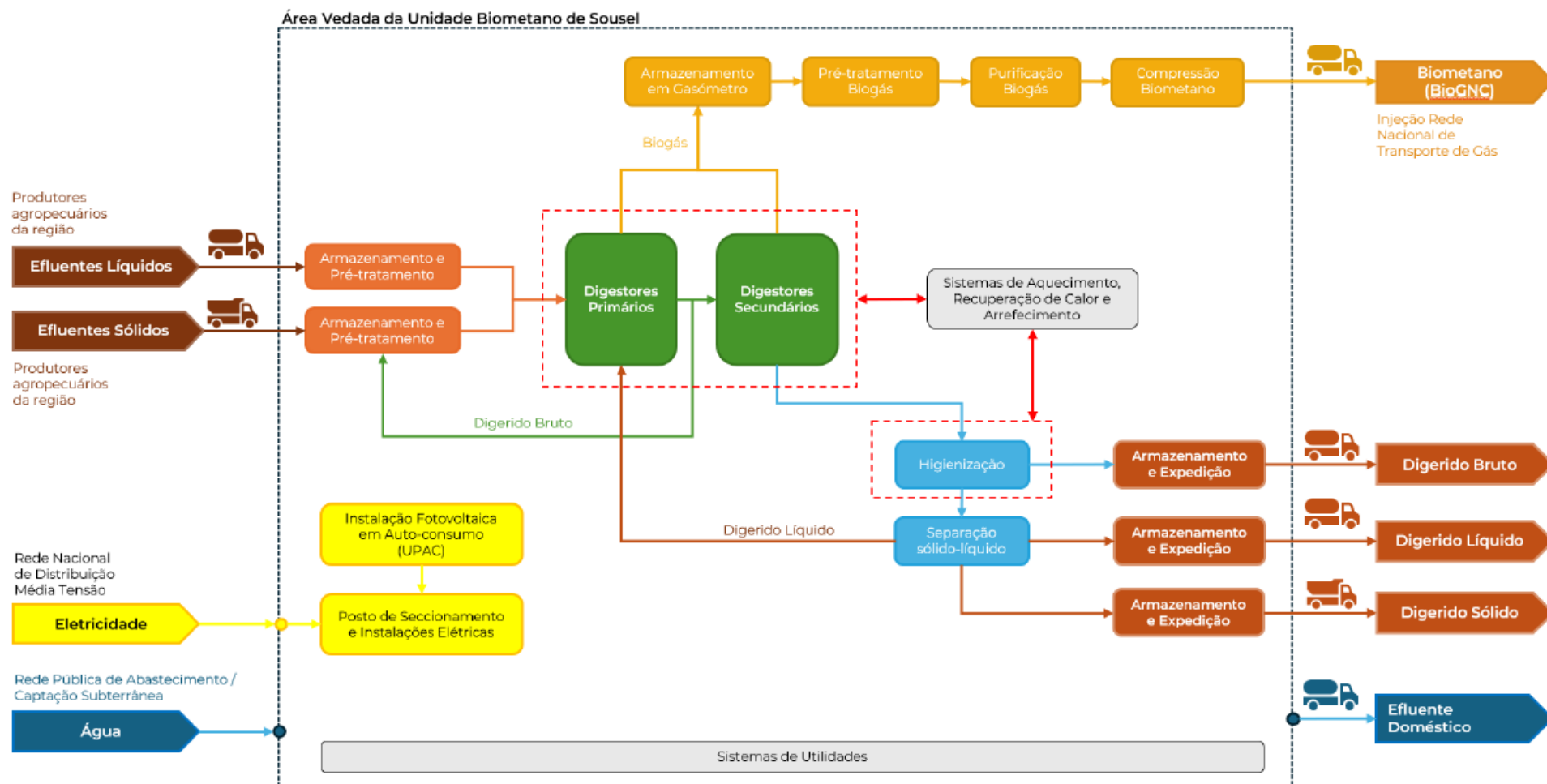


Figura 1 - Fluxograma simplificado do processo da Unidade de Biometano de Sousel

1.2.1.1 Receção e pré-tratamento das matérias-primas

A Unidade de Biometano de Sousel foi dimensionada para receber dois tipos de efluentes pecuários, os chorumes e os estrumes²:

- Chorume é a mistura líquida ou semilíquida de fezes e urinas dos animais das espécies pecuárias, bem como de água de lavagem das instalações pecuárias, das estruturas e equipamentos associados à atividade pecuária, que pode conter desperdícios da alimentação animal ou de camas, as escorrências provenientes de nitreiras ou silos e as águas pluviais não desviadas da área onde se encontram estabulados os animais;
- Estrume é a mistura sólida de fezes e urinas dos animais das espécies pecuárias, podendo conter desperdícios da alimentação animal, as camas de origem vegetal e a fração sólida do chorume.

1.2.1.1.1 Receção e pré-tratamento de chorume

Os camiões de transporte de chorume serão pesados nas básculas instaladas no interior do Edifício D. O Edifício D terá três cais de descarga e carga, sendo que cada um estará equipado com uma báscula e um conjunto de funis.

Os camiões, utilizando um sistema integrado de braço extensível e bomba, descarregarão o chorume no respetivo funil, sendo estes fluxos encaminhados para o Tanque de Receção de Chorume (T1), que será comum aos três cais.

Pré-tratamento do chorume por maceração

O chorume armazenado no tanque T1 será encaminhado para a etapa de pré-tratamento por maceração, em duas linhas de processamento paralelas. As duas linhas de transporte e maceração, funcionarão em paralelo, operarão 12 horas por dia, de forma que, se uma linha estiver em manutenção, a outra possa compensar.

Após a etapa de maceração, o chorume será bombeado para o tanque de armazenamento T2, tanque esse de betão com gasómetro. As dimensões do tanque T2 são apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 3 - Dimensão e tempo de retenção do tanque T2

Tanque T2	
Volume bruto (m ³)	2 714,3
Diâmetro (m)	24,0
Altura (m)	6,0
Volume útil (m ³)	2 488,1
Tempo retenção (dias)	4,0

² Definições conforme Portaria n.º 79/2022, de 3 de fevereiro

O chorume será alimentado aos digestores a partir do tanque T2, durante 24 horas por dia, através de uma linha com capacidade nominal de alimentação de 21 toneladas por hora.

Previamente à alimentação aos digestores, o chorume será aquecido, até 38°C, utilizando um sistema de permutadores de calor.

1.2.1.1.2 Receção e pré-tratamento de estrume

Após a pesagem na báscula os camiões deslocar-se-ão para o Edifício E - Receção de Sólidos, onde o estrume será descarregado numa fossa de armazenamento em betão (fossa B1).

Pré-tratamento do estrume

Entre a fossa de armazenamento (B1) e a entrada nos digestores, o substrato sólido passará por um processo de pré-tratamento no Edifício E, em duas linhas de tratamento com funcionamento paralelo, com regime de operação de 14 horas por dia, 7 dias por semana. No caso de uma linha estar fora de operação devido a uma avaria ou manutenção, a outra linha compensará operando a uma taxa mais rápida para processar em 24 horas o mesmo volume que ambas as linhas processariam.

O estrume será alimentado aos digestores a partir do *premix*, durante 24 horas por dia, tendo cada linha uma capacidade nominal de alimentação de 12,8 toneladas de estrume por hora. A fossa B1 será dotada de uma ponte rolante com garra automática, que transferirá o estrume para cada uma das linhas de pré-tratamento. Em cada uma das linhas, o estrume será transportado pela garra para o respetivo *biomixer*. Será nos *biomixers* que ocorrerá a homogeneização e doseamento dos sólidos que alimentarão o processo de digestão. Após os *biomixers* será instalado um sistema de *premix*, onde serão removidos os objetos estranhos e pedras, e o substrato será macerado e diluído com digerido para alcançar um teor de sólidos totais abaixo de 15%, garantindo-se assim a sua bombeabilidade. Por fim, será utilizado um macerador para reduzir o tamanho das partículas para uma dimensão inferior a 12 mm, essencial para uma digestão eficiente dos substratos.

1.2.1.2 Digestão anaeróbia

A degradação anaeróbia de compostos orgânicos complexos pode ser dividida em quatro etapas de processo distintas:

- Hidrólise
- Acidogénese (formação de ácidos)
- Acetogénese (formação de acetato)
- Metanogénese (produção de metano)

Este processo envolve três grupos diferentes de microrganismos, alguns dos quais operam em várias etapas, enquanto outros são específicos para certos passos, conforme figura seguinte.

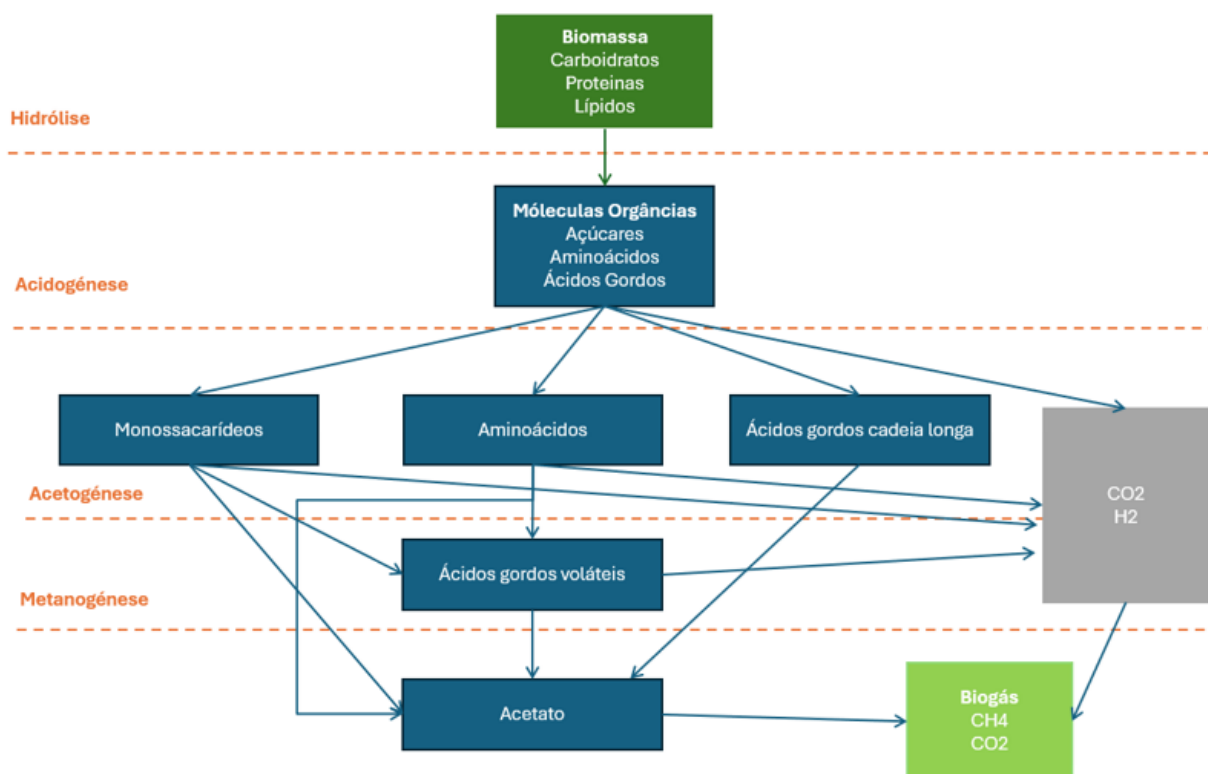


Figura 2 - Diagrama esquemático do processo de digestão anaeróbia

Durante a hidrólise, as substâncias orgânicas de alto peso molecular, como lípidos, proteínas e carboidratos presentes no substrato, são quebradas nos seus componentes de baixo peso molecular, incluindo glicerol, ácidos gordos, monossacarídeos e aminoácidos.

Na segunda etapa, a acidogénese, esses componentes de baixo peso molecular são transformados em substâncias metanogénicas (por exemplo, H₂, CO₂, acetato) e substâncias não metanogénicas (por exemplo, propionato, butirato, succinato, álcoois).

A etapa intermediária, acetogénese, envolve a conversão das substâncias não metanogénicas em substâncias metanogénicas.

Na etapa final, a metanogénese, as substâncias metanogénicas são convertidas em metano e dióxido de carbono (biogás) por bactérias metanogénicas.

Durante a fase inicial da digestão, as substâncias de alto peso molecular passam por um processo de desintegração, que é essencial para a degradação microbiana. Esta fase é principalmente facilitada por bactérias heterotróficas, que utilizam enzimas extracelulares (enzimas hidrolíticas) para decompor as macromoléculas do substrato em componentes de baixo peso molecular que podem ser absorvidos pelos microrganismos. As enzimas hidrolíticas são categorizadas em três grupos principais: esterases (para a clivagem de gorduras), amilases (para a clivagem de amido/açúcar) e proteases (para a clivagem de proteínas). Os microrganismos envolvidos neste processo consistem numa cultura mista de bactérias anaeróbicas facultativas e anaeróbicas obrigatórias. O substrato geralmente contém grandes quantidades desses microrganismos, garantindo sua disponibilidade no início da decomposição.

1.2.1.2.1 Digestores

O processo de digestão anaeróbia da Unidade de Biometano de Sousel será realizado em duas etapas, envolvendo três digestores primários (D1–D3) em paralelo, seguidos por um digestor secundário (D4).

A configuração dos digestores, apresentada na planta “A01-RE-LPE-000-000-PIP-LAY-0009-A” no Apêndice 1, visa otimizar a decomposição da matéria orgânica e maximizar a produção de metano.

- **Fase 1 – Digestores primários:** ocorre a hidrólise, acidogénese e metanogénese convertendo matéria orgânica complexa em compostos simples, como ácidos gordos voláteis.
- **Fase 2 – Digestor secundário:** os compostos intermédios são transformados em metano e dióxido de carbono por bactérias acetogénicas e metanogénicas.

A separação em duas etapas permite ajustar, de forma mais eficaz, as condições ambientais a cada grupo microbiológico, melhorando a eficiência e estabilidade do processo, e evitando inibições por produtos intermédios.

Na tabela resume as dimensões dos digestores e os respetivos tempos de retenção.

Tabela 4 - Dimensão e tempo de retenção dos digestores D1 a D4

Digestores D1-D4	
Volume bruto (m³)	9 794,2
Diâmetro (m)	24,0
Altura (m)	21,7
Volume útil (m³)	9 590,7
Tempo retenção médio (dias)	35

Os digestores serão construídos em aço revestido com epóxi, garantindo resistência à corrosão e durabilidade. Cada unidade estará equipada com um misturador montado no topo, o que implica a utilização de um teto cónico, adequado à instalação e funcionamento deste equipamento.

Dentro dos digestores serão instalados múltiplos sensores de temperatura para manter as condições mesofílicas desejadas, que exigem reduzidas variações de temperatura (temperatura entre 30-40°C). Os digestores serão termicamente isolados para minimizar as perdas de calor através da envolvente e dotados de um sistema de mistura que assegura a homogeneidade térmica e de concentração de substrato uniformes em todo o volume.

Os digestores estarão dimensionados para garantir um tempo de retenção adequado, 35 dias em média, assegurando um processo de digestão estável e eficiente.

O conteúdo dos digestores será recirculado através de um permutador de calor (HE5) para manter uma temperatura constante. Este sistema compensa eventuais perdas de calor e ajusta a temperatura da matéria-prima à entrada do digestor, caso esta seja inferior à temperatura operacional do digestor.

Para manter uma produção consistente de biogás, será importante alimentar cada digestor de forma contínua sempre que possível. O biogás produzido nos digestores será transferido por sobrepressão controlada para o sistema de biogás.

Na produção de biogás, também é produzido H_2S que é um composto corrosivo para os equipamentos. O controlo da concentração de H_2S é feito em primeiro lugar no digestor e em segundo lugar na etapa de tratamento de biogás. Desta forma minimiza-se a corrosão dos equipamentos até ao tratamento de biogás, no digestor, tocha e tubagens, e garante-se que o biogás não tem concentrações de H_2S acima daquilo que o sistema tem capacidade de tratar. Tal será feito através da injeção de cloreto de ferro diretamente no digestor. O cloreto de ferro reage com o sulfeto de hidrogénio como agente oxidante formando ácido clorídrico e sulfureto de ferro. A concentração de H_2S nos digestores é medida e a dosagem de cloreto de ferro é ajustada de modo a garantir que não se ultrapassam os 3000 ppm (0,3%) aproximadamente. Sendo, desta forma a quantidade presente de H_2S muito baixa para o volume de cada digestor.

1.2.1.3 Higienização do digerido

O digerido resultante da digestão anaeróbia será sujeito a um processo de pasteurização/higienização, em equipamentos localizados processualmente entre os digestores e o tanque de armazenamento de digerido (T3).

Existirão três tanques dedicados à etapa de higienização, os tanques HYG01 a HYG03, localizados no edifício E. Estes tanques irão operar de forma descontínua, assegurando que o digerido permanece no tanque durante um período mínimo de uma hora. Os três tanques funcionarão de forma sincronizada e simultânea, isto é, enquanto o primeiro tanque está em enchimento, decorre o processo de higienização no segundo tanque e o terceiro tanque estará em processo de esvaziamento. Para atingir uma temperatura superior a 70°C, o digerido deverá passar por um processo de aquecimento, realizado por meio de um sistema de permutadores de calor, antes de ser encaminhado para os tanques de higienização. Após o processo de higienização, e antes do armazenamento no tanque T3, o digerido será arrefecido utilizando correntes de processo frias e água fria, até atingir aproximadamente 25°C.

1.2.1.4 Tratamento, armazenamento e expedição do digerido

Após a higienização, o digerido será armazenado num tanque de betão com gasómetro (tanque T3), seguindo para três percursos distintos:

- Expedição por camião – o digerido bruto higienizado será bombeado para o tanque T8 de onde será expedido por camião;
- Armazenamento – devido à sazonalidade da aplicação do digerido higienizado, este será armazenado nos tanques T9 e T11. A partir destes tanques de armazenamento intermédio, o digerido poderá ser bombeado para o tanque T8, para expedição, ou poderá retornar ao tanque T3 para ser alvo do processo de separação sólido-líquido;
- Separação sólido-líquido – o digerido bruto higienizado passará por um processo de separação sólido-líquido, obtendo-se uma fase líquida que poderá ser recirculada ao digestor ou expedida, e uma fase sólida para expedição.

1.2.1.5 Armazenamento e tratamento de biogás

O biogás será maioritariamente produzido dentro dos digestores. O biogás gerado será transferido sob uma ligeira e controlada sobrepressão dos digestores para o sistema de biogás, a jusante, onde inicialmente é armazenado num gasómetro de chão (GH03).

O biogás será também produzido de forma residual no tanque de armazenamento de chorume (T2) e no tanque de armazenamento de digerido líquido higienizado (T6), onde fica armazenado nos gasómetros de topo dos tanques, a montante do sistema de tratamento de biogás, para o qual será transferido por sobrepressão.

Além dos tanques T2 e T6, o biogás será ainda produzido de forma residual nos tanques de armazenamento de digerido higienizado (T3, T9 e T11). O biogás gerado nos tanques T9 e T11 terá uma composição variável por via da sazonalidade, pelo que serão realizadas análises à sua composição com vista à determinação do sistema a que se destina. Caso não apresente a composição adequada para a produção de biometano, será direcionado para uma tocha dedicada, a tocha J2.

Apresenta-se na figura seguinte a representação esquemática do sistema de recolha, armazenamento e tratamento de gás.

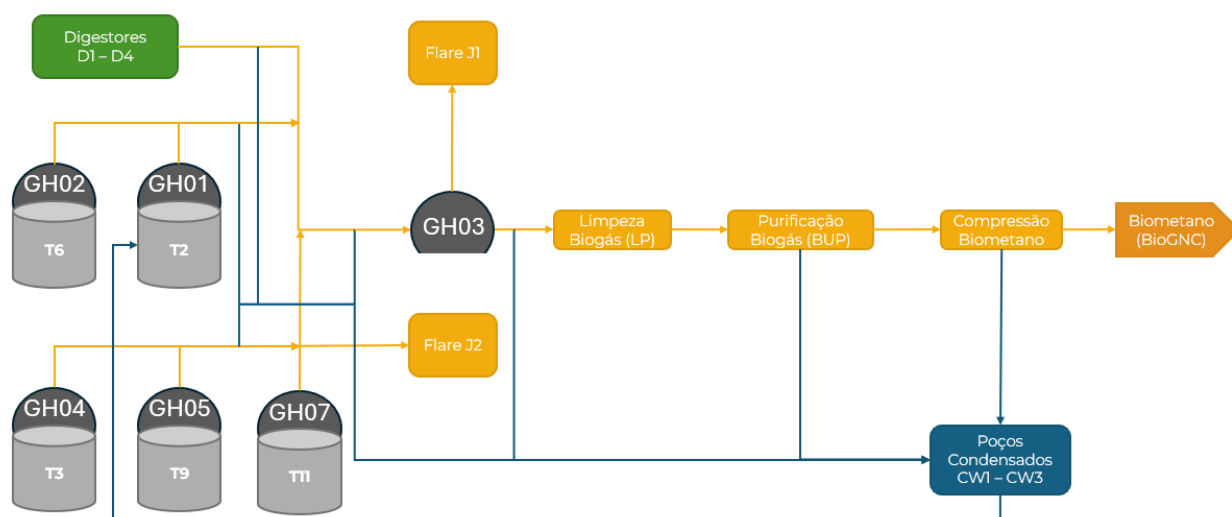


Figura 3 - Representação esquemática do sistema de recolha, armazenamento e tratamento de gás

Na tabela seguinte apresenta-se a composição esperada do biogás.

Tabela 5 - Composição esperada do biogás

Componente	Unidade	Valor
CH ₄	%	50-60
CO ₂	%	39-50
O ₂	%	0,3 – 0,5
N ₂	%	0,0 – 0,8
H ₂ S	ppm	1000 - 3000
	% (v/v)	0,1 – 0,3

O sistema de tratamento de biogás será constituído por uma etapa de pré-tratamento, destinada à remoção de contaminantes, e pela purificação de biogás e produção de biometano, na Unidade de Purificação de Biogás. O biogás será movido por ventiladores que são utilizados para aumentar a pressão dentro do sistema. Esses ventiladores contribuem também para um ligeiro aumento da temperatura do biogás, necessária para que não ocorra condensação nas tubagens até que o biogás chegue ao compressor.

O pré-tratamento de biogás consistirá num *scrubber*, com a função de limpeza do biogás, removendo a maior quantidade de H₂S, após o qual será instalado um conjunto de 2 filtros de carvão ativado, que removerão o H₂S residual e os COV (Compostos Orgânicos Voláteis). O sistema integrará ainda um permutador de calor para a redução da temperatura do biogás e removerá a maior parte da água por condensação.

Após pré-tratamento, o biogás será enviado para a Unidade de Purificação de Biogás (BUP), na qual será produzido biometano ou, caso não tenha características adequadas, será queimado na tocha J1, situação esta que apenas ocorrerá em situações pontuais e em caso de emergência.

De forma a ser expedido por via rodoviária, na forma de gás comprimido, BioGNC, o biometano será direcionado para um sistema de compressores, que o comprimirá para aproximadamente 250 barg.

1.2.1.5.1 Gasómetro

O biogás será armazenado em gasómetros. No topo dos tanques T2, T3, T6, T9, T10 e T11 existirão reservatórios semi-esféricos de dupla membrana, GH01, GH03, GH02, GH05, GH06 e GH07, respetivamente. A Unidade será ainda dotada de um gasómetro de chão, GH03 (figura seguinte), igualmente de dupla membrana. Os gasómetros são compostos por duas membranas: interna e externa. A membrana interna armazena efetivamente o gás, expandindo ou colapsando dependendo da quantidade armazenada. Ao variar o seu volume, a membrana interna permite que a pressão se mantenha constante no sistema.



Figura 4 - Exemplo de um gasómetro de chão

O sistema de dupla membrana mantém a pressão estável, independentemente das variações nos níveis dos tanques e das taxas de produção de biogás. Os gasómetros garantem um fornecimento constante de biogás para os equipamentos a jusante.

O ar é ventilado para o espaço entre as membranas utilizando um soprador de ar. Um sensor mede o nível de preenchimento do armazenamento de gás, detetando a distância entre as duas membranas. Será instalada uma rede na parte inferior da membrana interna para evitar o contato com a fração líquida no tanque, protegendo assim o equipamento, conforme figura seguinte.

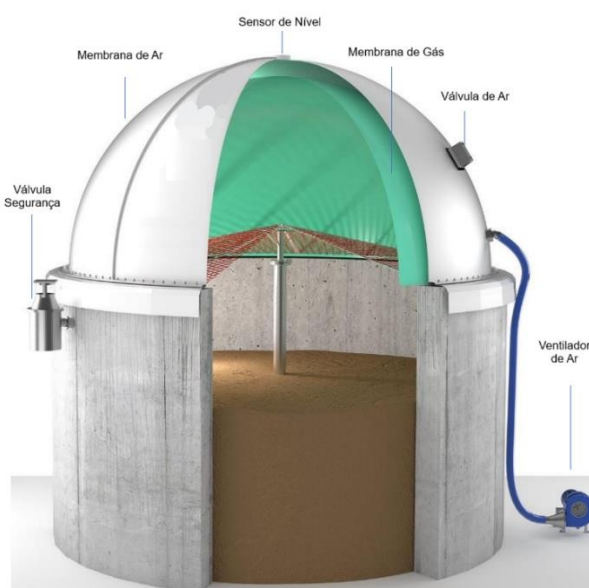


Figura 5 - Esquema típico de um gasómetro no topo de um tanque (adaptado de ecomembrane.com)

A pressão nos gasómetros será ajustada durante o comissionamento por meio de um ajuste do peso da válvula de ar. Esse peso garante a contra-pressão necessária ao ventilador de ar que faz a insuflação no volume entre membranas.

Como primeira medida de segurança para evitar pressões demasiado baixas ou altas, serão instalados transmissores de pressão que podem acionar a tocha. Como segunda medida de segurança em cada gasómetro serão instaladas válvulas de segurança de alta e baixa pressão (figura

seguinte). Estas válvulas funcionam com selo hidráulico: a pressão de atuação é calibrada com o nível de líquido da câmara e atuam em caso de sobrepressão (expelindo biogás para uma zona segura) ou em caso de vácuo (inserindo ar no gasómetro).



Figura 6. Válvula de segurança

1.2.1.5.2 Scrubber

Será utilizada uma tecnologia de dessulfurização de biogás projetada para remover o H_2S , através do *scrubber* ou coluna de lavagem. Este processo é essencial porque o H_2S é um gás corrosivo que pode danificar os equipamentos e, se queimado, contribuir para a poluição atmosférica, produzindo dióxido de enxofre (SO_2). Na figura seguinte apresenta-se de forma esquemática o processo de funcionamento do *scrubber*.

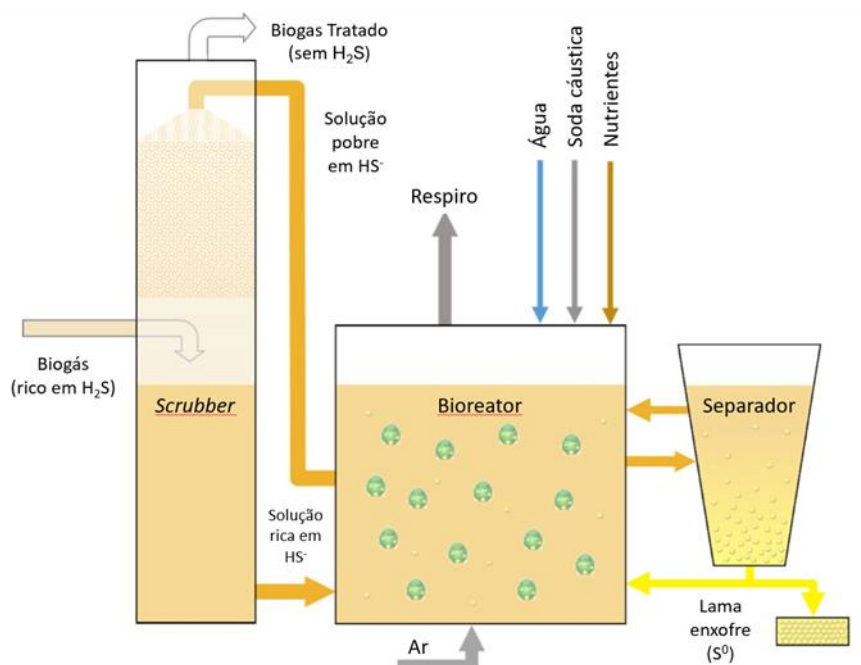


Figura 7 - Representação esquemática do processo do scrubber

O tipo de *scrubber* considerado combina tratamentos físico-químicos e biológicos. O biogás, contendo H_2S , é primeiramente tratado no *scrubber*, onde o H_2S é absorvido por uma solução

alcalina, convertendo-o em iões sulfeto (HS^-). Esta solução é então transferida para um biorreator, onde bactérias oxidam o HS^- em enxofre elementar (S^0), regenerando a alcalinidade da solução.

O enxofre elementar é removido do sistema na forma de uma lama de enxofre, que pode ser processada posteriormente. O biogás tratado, livre de H_2S , sai do *scrubber*, enquanto a solução alcalina regenerada é reciclada de volta para o sistema para continuar o processo de dessulfurização.

Este sistema é projetado para tratar até 3 200 Nm^3/h de biogás com uma concentração limite de 3 000 ppm de H_2S . À capacidade nominal, o sistema consumirá cerca de 0,72 m^3/dia de soda cáustica a 20% de concentração, cerca de 11 litros/dia de nutrientes, cerca de 5,6 m^3/dia de água e ar atmosférico, enquanto gera cerca de 4 m^3/dia de lama de enxofre.

Esta tecnologia é conhecida pela sua robustez, confiabilidade, baixa manutenção e capacidade de alcançar uma remoção profunda de H_2S , tornando-a adequada para uma ampla gama de fontes de biogás, incluindo as provenientes de digestores anaeróbios e aterros sanitários. Outra vantagem desta tecnologia é que não requer a adição de oxigênio ao biogás para a remoção de H_2S , o que dificultaria o processo posterior de purificação.

A lama de enxofre é um subproduto no sistema de *scrubbing*. A composição da lama de enxofre variará dependendo da composição real do biogás. Na tabela seguinte apresentam-se as características da lama de enxofre, assumindo que a entrada de biogás no *scrubber* contenha entre 1000 a 3000 ppm de H_2S . A descarga esperada será de aproximadamente 3,8 m^3 por dia, totalizando cerca de 1.387 m^3 por ano. Esta corrente, por ser rica em enxofre, será adicionada ao tanque T7 e T8, onde será misturada ao digerido higienizado. Isso acrescenta valor ao digerido, pois o enxofre é um componente importante para a fertilização das plantas.

Tabela 6. Composição da lama de enxofre.

Parâmetro	Valor
$\text{SO}_4/\text{S}_2\text{O}_3$ (g/L)	10 – 50
HCO_3/CO_3 (g/l)	30 – 60
S^0 (g/l)	50 – 200
Sódio (g/l)	31
Biomassa (g/l)	1
Condutividade (mS/cm)	45 – 85
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	25 – 40
pH	8,0 – 8,5

1.2.1.5.3 Tocha

A unidade terá duas tochas distintas, a tocha J1, que apenas será utilizada em caso de emergência, e a tocha J2, que será utilizada na gestão de qualidade do gás produzido nos tanques de armazenamento de digerido higienizado, T3, T9 e T11.

Em situações excepcionais, como falhas nos consumidores de gás (*scrubber*, BUP ou compressor de biometano) e/ou quando a capacidade de armazenamento de biogás é excedida, por razões de segurança, o excesso de biogás ou biometano deverá ser queimado na tocha J1 (*flare*) para evitar a libertação de gases nocivos para a atmosfera. A tocha J1 também será utilizada durante a fase de comissionamento até que a qualidade e o volume do biogás sejam adequados para o processamento dentro do BUP.

Para degradar eficazmente substâncias orgânicas prejudiciais no biogás, a tocha J1 foi projetada para operar a uma temperatura superior a 850°C durante toda a sua operação. Essa alta temperatura garante a oxidação completa do metano, resultando numa queima total. A combustão é realizada com um excesso suficiente de ar e a chama da tocha é confinada, impedindo que seja visível do lado de fora do equipamento.

A tocha J1 terá a capacidade de queima de 3200 Nm³/h de biogás e uma potência térmica máxima de 18.000 kW. O dimensionamento deste equipamento foi realizado assumindo o pior cenário, ou seja, admitindo o cenário de queima de todo o gás (biogás e biometano) produzido.

Adicionalmente, estará também instalada a tocha J2, que irá funcionar quando o gás produzido nos tanques de armazenamento de digerido higienizado T3, T9 e T11, não tiver qualidade para ser tratado na unidade de purificação de biogás.

A tocha J2 terá a capacidade de queima de 100 Nm³/h de biogás e uma potência térmica máxima de 625kW, tendo sido projetada para operar a uma temperatura superior a 900°C. O dimensionamento deste equipamento foi realizado assumindo o pior cenário, ou seja, admitindo o cenário de queima de todo o gás (biogás e biometano) produzido nestes tanques.

1.2.1.5.4 Recolha de condensados

Os condensados formam-se no interior das tubagens de biogás e alguns equipamentos (BUP e compressor). Os condensados serão recolhidos através de pequenos tubos de condensados e direcionados para poços de condensados. Estes poços foram projetados com um dispositivo de retenção de água, de forma a evitar a passagem de gases. Quando um nível pré-determinado de preenchimento é atingido, bombas submersíveis descarregam o condensado no tanque T2, onde é misturado com o chorume, o qual será recirculado para o processo ou enviado para a expedição.

Prevê-se uma recolha de aproximadamente 3,6 m³ de condensados por dia. Para facilitar a recolha de forma mais eficiente possível, foram projetados três poços de condensados, localizados juntos aos locais de produção destes condensados, ou seja, juntos às áreas com tubagens de gás, BUP e compressor.

1.2.1.5.5 Purificação de bioqás e produção de biometano (BUP)

A tecnologia de purificação de biogás que será utilizada na unidade, consiste numa limpeza inicial do gás, e posterior purificação utilizando um sistema de membranas para separar o metano (CH₄) do dióxido de carbono (CO₂), azoto (N₂), oxigénio (O₂) e outras impurezas.

Na figura seguinte apresenta-se as operações abaixo:

- Desumidificação;

- Filtração do biogás por carvão ativado (para remoção dos vestígios de H_2S e de COV);
- Separação do CO_2 , N_2 e O_2 por membranas semipermeáveis.

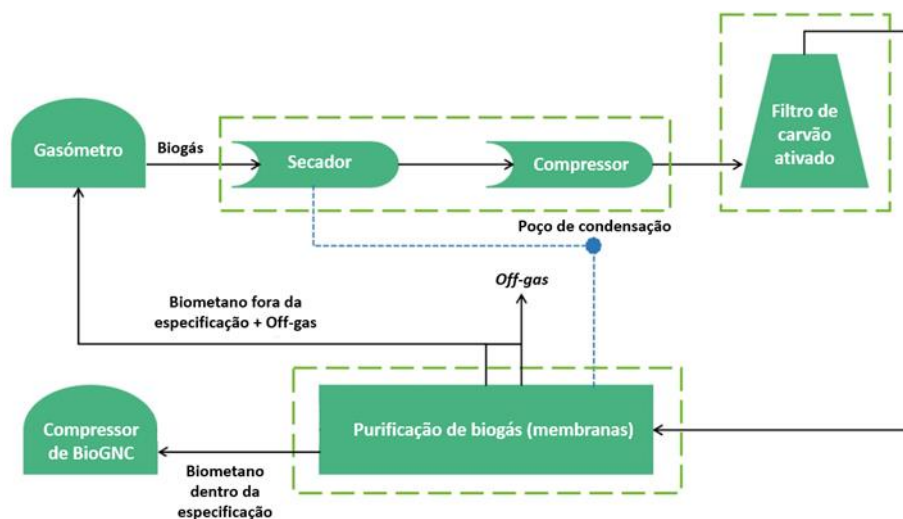


Figura 8 - Representação esquemática do sistema de purificação de biogás (BUP)

No processo de purificação o biogás limpo na etapa de pré-tratamento será pressurizado através de compressores redundantes e conduzido através de membranas de fibras poliméricas, que irão funcionar como um filtro. Estas membranas, altamente porosas e seletivas, permitem a permeação do CH_4 , ao mesmo tempo que retêm o CO_2 , N_2 e O_2 . O resultado deste processo é um biometano de alta pureza, adequado para ser injetado na rede de gás natural e para ser usado como substituto (perfeito) do gás natural.

Previamente às membranas, o biogás é arrefecido e comprimido, de forma a eliminar a água presente no gás, seguido de uma série de filtros de carvão ativado, uma vez que o biogás deve ser tratado para eliminar os componentes corrosivos (H_2S , COV, etc.) que reduzem o tempo de vida das membranas.

Além do biogás purificado, este sistema produz, evidentemente, um escape rico em CO_2 biogénico, N_2 e O_2 que é libertado para a atmosfera de forma contínua. Esta corrente de escape será analisada em contínuo, de forma a garantir que as perdas de metano (*methane slip*) sejam as mais baixas possíveis. Na eventualidade de um excesso de metano nesta corrente, a mesma será recirculada para a entrada do sistema, de forma a que o biometano seja recuperado. Será instalado um sistema, com capacidade para tratar $3200 \text{ Nm}^3/\text{h}$ de biogás.

O biometano obtido na fase de purificação (BUP) deve estar em conformidade com as especificações do RQS (Requisitos de Qualidade do Gás) publicadas pela ERSE, as quais estão resumidas na tabela seguinte.

Tabela 7. Composição do biometano

Propriedade	Unidade	Mínimo	Máximo
IW d	$\text{MJ}/\text{m}^3 \text{ (n)}$	48,17	57,66
		0,5549	0,7001
S total (sem odorante)	$\text{mg}/\text{m}^3 \text{ (n)}$	-	21

Propriedade	Unidade	Mínimo	Máximo
H ₂ S + COS	mg/m ³ (n)	-	5
H ₂ O (ponto de orvalho)	°C à pressão máxima de operação	-	-8
Temperatura de entrega	°C	5	35
Nº de Metano		65	-
O ₂	% mol	-	1
CO ₂	% mol	-	4
CH ₄	% mol	90	-
Si total	mg/m ³ (n)	0,3	1
Óleo do compressor		Tecnicamente isento	
CO	% mol	-	0,1
NH ₃	mg/m ³ (n)	-	10
Aminas	mg/m ³ (n)	-	10
Poeiras		Tecnicamente isento	

1.2.1.6 Expedição de biometano e injeção na RNTG

A expedição de BioGNC (biometano comprimido) será feita por via rodoviária, em *trailer*. A carga/enchimento de biometano funcionará em contínuo, 24h/dia, 7 dias/semana em alinhamento com a produção, uma vez que não existe um *buffer* de armazenagem de biometano na Unidade. O biogás está a ser produzido e em contínuo procede-se à sua purificação na BUP resultando o biometano que será diretamente encaminhado para o sistema de enchimento, sem armazenagem temporária. Após a purificação do biogás, o biometano será comprimido até uma pressão de 250 bar através de um sistema de compressão (figura seguinte). Está prevista a instalação de dois compressores, garantindo-se a redundância completa neste sistema, em caso de falha de um dos equipamentos.

O sistema de compressão terá um sistema de controlo de temperatura que permitirá que o biometano seja fornecido à temperatura especificada pelo sistema nacional de gás. Adicionalmente, esse controlo de temperatura permite o controlo de condensação de eventuais vestígios de humidade que o biometano possa ainda conter. Os condensados desta linha de gás serão encaminhados para o poço de condensados mais próximo CW3 e posteriormente devolvidos ao processo ao serem encaminhados para o tanque T2.



Figura 9. Exemplo de compressor operado pelo operador da rede de transporte de gás francesa

O biometano comprimido será então encaminhado para as estações de enchimento dos tanques pressurizados, instalados em *trailers* (figura seguinte). Cada estação de enchimento permite a ligação a 2 conjuntos de tanques pressurizados através das duas mangueiras de enchimento.



Figura 10. Exemplo de conjunto de estações de enchimento de trailers de BioGNC

Enquanto a primeira mangueira se encontra a encher um tanque, uma segunda mangueira de enchimento é conectada a um segundo tanque, que será cheio na sequência. Este processo de comutação entre os tanques será realizado de forma automática, sem necessidade de intervenção pelo operador. Caso seja necessário, as várias estações de enchimento poderão ser controladas de forma coordenada, garantindo-se assim o escoamento ininterrupto do biometano produzidos para os tanques. Assim que cada trailer é abastecido, este inicia o seu percurso até à estação de injeção de Monforte, não havendo necessidade, nem qualquer vantagem, de o parquear abastecido na Unidade de Produção. A frota está dimensionada para que exista sempre um *trailer* adicional vazio, pronto para enchimento, em permanência na Instalação de forma a salvaguardar qualquer problema que exista com uma unidade de transporte (avaria, atraso) que impossibilite a operação de enchimento.

Considerando o atrelado de cerca de 6 metros, cada conjunto de tanques estará organizado em 8 secções de 12 garrafas de gás. Estas secções podem ser cheias simultânea ou sequencialmente dado que cada secção estará isolada por duas válvulas de corte, o que não compromete o isolamento de cada secção em caso de falha mecânica de uma válvula de corte. Cada secção contará também com

um indicador de pressão para que possa ser conhecida a pressão em todas as secções a cada momento.

O biometano comprimido será transportado em veículos pesados especializados, por via rodoviária, ao longo de um percurso de aproximadamente 42 km, entre a central de biometano em Sousel e o ponto de injeção na Rede Nacional de Transporte de Gás (RNTG), a JCT 7300, localizada em Monforte.

O biometano comprimido a 250 bar e carregado nos camiões é entregue à REN na estação de enchimento de trailers de BioGNC. A gestão da logística do transporte do biometano da Unidade de Biometano até ao ponto de injeção designado pela REN, bem como a sua descarga e injeção na Rede Nacional de Transporte de Gás é da responsabilidade do operador da rede.

A solução de transporte e de injeção do biometano na Rede, também designada por “gasoduto virtual”, foi adotada em articulação com REN no contexto de um projeto-piloto de BioCNG já submetido à ERSE e apresentado à DGEG.

A opção por um “gasoduto virtual”, solução aliás prevista no Plano de Ação para o Biometano (PAB), e à semelhança do transporte de gás natural liquefeito existente em Portugal, resulta da distância entre a localização do projeto e o ponto de injeção na Rede Nacional de Gás mais próximo.

Caso exista alguma situação anormal, a jusante da instalação ou no sistema de enchimento, que limite a expedição de biometano por camião/trailer, o biogás poderá ser armazenado temporariamente (cerca de 4 horas) no *gasholder* (GH003), a montante da purificação para biometano, até que a situação esteja resolvida. Nesta situação, a operação de purificação de biometano será interrompida. Caso este período não seja suficiente para retomar o enchimento e expedição de biometano, a produção de biogás será encaminhada para as tochas J e Y existentes. Note-se que dado o princípio de operação em contínuo de produção de biogás, não é possível interromper o processo biológico, pelo que não haverá alternativa à sua queima em caso de impossibilidade de expedição

Por estas razões e de forma a mitigar o risco de paragem da operação e expedição a REGAALENTEJO implementou no seu projeto redundâncias de equipamentos que minimizem situações anormais de funcionamento, a montante do enchimento de trailers/camiões, bem como incluirá no seu Sistema de Gestão de Segurança, procedimentos de operação, manutenção e emergência que visam diminuir tempos de paragens da Unidade.

1.2.1.7 Tratamento de odores

A Unidade de Biometano de Sousel estará equipada com um sistema de recolha e de tratamento do ar captado no interior dos edifícios onde se formam odores, os edifícios D – Receção e Expedição de Líquidos e E – Receção de Sólidos, de forma a assegurar que não são libertados odores para o exterior da Unidade.

Os edifícios D e E serão pavilhões fechados, em subpressão, garantindo que o ar do interior dos edifícios não sairá para o exterior quando os portões estiverem abertos. Os edifícios D e E estarão ainda equipados com sistemas de recolha de ar que será encaminhado para o sistema de tratamento de odores.

Os tanques sem recolha de gás (T1, T4, T5, T7, T8 e HYG01-03) e as centrífugas, também estarão equipados com um sistema de recolha de ar.

O sistema de recolha de ar estará dividido em duas linhas distintas, a linha de baixa concentração ($< 10.000 \text{ ou}_g/\text{Nm}^3$) que irá recolher o ar do interior dos edifícios D e E, e a linha de média concentração ($< 100.000 \text{ ou}_g/\text{Nm}^3$) que irá recolher o ar dos tanques e equipamentos com maior concentração de odores.

A linha de baixa concentração permitirá 2,5 renovações de ar por hora nos edifícios D e E. A linha de média concentração recolherá um volume equivalente ao caudal de entrada do respetivo tanque.

O ar recolhido na linha de média concentração será sujeito a um pré-tratamento constituído por duas etapas. A primeira etapa será o processo *Sulphared*, que consiste na passagem do caudal de ar a tratar por um meio adsorvente utilizado para adsorver compostos de enxofre, e por uma segunda etapa, um *scrubber* de NH_3 , que irá remover a amónia através de uma reação com ácido sulfúrico, convertendo-a em sulfato de amónia.

Após o pré-tratamento, a linha de média concentração, juntar-se-á à linha de baixa concentração, convergindo na admissão do caudal de ar a tratar ao sistema ColdOx™. Este sistema utiliza reatores ultravioleta (UV) e filtros de carvão ativado para reduzir de forma eficaz as concentrações de odores. O objetivo do sistema é atingir uma emissão inferior a 1.000 unidades de odor por metro cúbico (ou_g/Nm^3).

Na figura seguinte é apresentado de forma esquemática o processo do sistema de tratamento de odores.

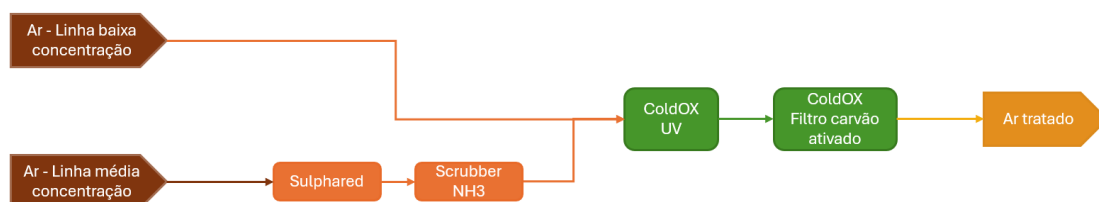


Figura 11. Representação esquemática do processo do sistema de tratamento de odores

1.3 Medidas de prevenção e mitigação

As instalações da REGALENTEJO de Sousel respeitarão os princípios da legislação nacional. Com o objetivo de Prevenção de Acidentes Graves e de modo a evitar/mitigar danos ao meio ambiente, pessoas e ativos, especialmente aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, foram propostas as seguintes medidas de prevenção e mitigação para adoção no estabelecimento:

Avaliação e Gestão de Riscos:

- Realização de avaliações para identificar potenciais perigos relacionados a produtos químicos, processos e operações;
- Avaliação de probabilidades e consequências de acidentes, considerando os piores cenários;

- Realização de atualizações das avaliações de risco conforme a alteração dos processos ou quando novas substâncias são introduzidas.

Gestão de Segurança de Processo:

- Implementação de sistemas de gestão de segurança para garantir a identificação e o controlo sistemático dos riscos;
- Incorporação de requisitos de segurança inerentes ao *design* do processo;
- Realização de manutenção regular e inspeção de equipamentos para prevenir falhas e fugas.

Controlo Operacional:

- Garantia que todos os colaboradores recebam formação adequada em práticas de segurança e resposta a emergências com adaptação da formação a funções específicas garantindo que todos os colaboradores, estejam preparados para as suas responsabilidades específicas na prevenção e mitigação de incidentes. Estas formações devem:
 - Assegurar que os colaboradores compreendam os procedimentos operacionais, os riscos e as medidas de resposta a emergências, reduzindo a probabilidade de erro humano e aumentando a segurança no local de trabalho.
 - Ser realizadas durante a integração, ser periodicamente atualizadas (com regularidade a ser determinada) e revistas sempre que existam alterações nos procedimentos ou equipamentos.
 - Conter informações relativa a procedimentos operacionais seguros, utilização e manutenção de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), protocolos de resposta a emergências e ainda Fichas de Dados de Segurança (FDS) e manuseamento de materiais perigosos.
 - Combinar lições teóricas com exercícios práticos para garantir que os colaboradores possam aplicar os seus conhecimentos em cenários reais.
 - Ser adaptadas às funções específicas, focando-se nos riscos relevantes e nas medidas de controlo.
 - Manter registos das sessões de formação realizadas e avaliar os participantes para confirmar a compreensão. Devem ainda ser realizadas avaliações regulares que ajudam a identificar lacunas e oportunidades de melhoria.
- Implementar um sistema de Autorização de trabalho para atividades de alto risco, garantindo a adoção de medidas de segurança adequadas.

Preparação para Emergências:

- Desenvolvimento e atualização de planos de resposta a emergências, incluindo procedimentos de evacuação;
- Colaboração e coordenação com os serviços e autoridades locais para esforços de resposta coordenada.

Controlos e Barreiras Físicas:

- Instalação equipamentos de segurança, sistema de drenagem para um tanque de contenção e válvulas de alívio de pressão para conter derrames;
- Utilização de sistemas automatizados que possam interromper as operações rapidamente em caso de deteção de perigo;
- Instalação de sistemas de supressão adequados ao risco específico da instalação, já detalhados no plano de combate a incêndios que acompanha este projeto;
- Utilização, em áreas de maior vulnerabilidade, de pavimentos impermeáveis.

Monitorização e vigilância:

- Implementação de sistemas de monitorização contínua de pressão e temperatura, de modo a detetar anomalias antecipadamente;
- Realização de auditorias e inspeções de segurança regulares para garantir o cumprimento dos protocolos de segurança e das regulamentações.

Controlo Ambiental:

- Realização de planos de gestão de resíduos para materiais perigosos, a fim de minimizar o impacto ambiental.

Conformidade Legal:

- Garantir sempre o cumprimento da regulamentação nacional e melhores práticas internacionais.
- Manter registo das medidas de segurança, incidentes e atividades de verificação da conformidade.

1.3.1 Medidas gerais de proteção contra incêndios

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

É importante mencionar ainda que instalações técnicas do local, cujas funções essenciais não estão diretamente relacionadas com a segurança, foram também integradas no conceito global de segurança contra incêndios, sendo projetadas e realizadas de modo a que não constituam causa de incêndio, nem contribuam para a sua propagação. Nestas instalações técnicas incluem-se as instalações de energia elétrica, instalações de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC) e instalações de armazenamento e utilização líquidos combustíveis.

Descrevem-se nos pontos seguintes a rede de incêndio prevista para o estabelecimento.

1.3.1.1 Descrição da Rede de Incêndio Armada

A rede de combate a incêndios tem o seu início no reservatório de apoio ao serviço de incêndios, constituindo-se como uma infraestrutura essencial para a gestão eficaz do risco de incêndio. O elemento R1 encontra-se localizado numa área designada e protegida, contígua à portaria A, dispondo de um sistema de pressurização.

A fim de promover a circulação do ar, é imperativo que a rede seja equipada com purgas de ar, cuja percentagem deve ascender a 0,5% nos pontos mais elevados.

No que diz respeito ao abastecimento de água ao reservatório, é imperativo que se instale uma válvula antipoluição, de modo a ação a desenvolver visa obstar ao retorno de águas contaminadas.

Os marcos de incêndio serão do tipo "*Fucoli Somepa*", cujo modelo e localizações deverão ser aprovadas pelo Regimento de Sapadores Bombeiros.

Os marcos de incêndio serão construídos de modo a não poderem ser derrubados, estando equipados com uma ligação à tubagem DN110 (PEAD). A ligação é efetuada, exceto se o ramal se encontrar instalado na faixa de rodagem. Nesse caso, a ligação é efetuada em FFD.

1.3.1.2 Descrição da Rede de Extinção Automática (Sprinklers)

A rede de *sprinklers*, a executar na zona de bombagem, será abastecida a partir da conduta existente da rede de incêndio que provém da derivação ao contador, e terá o seu posto de controlo na zona dos reservatórios. Os *sprinklers* serão do tipo "Standard" com as características definidas nos pontos seguintes:

- Diâmetro de 20 mm;
- Espaçamento de 3 m;
- $K=115 \text{ l/min.bar}$;
- Tipo fechado;
- Montagem vertical ascendente;
- Dotada de ampola fusível de cor vermelha, para temperatura de funcionamento de 68°C;
- Ligação a saídas DN20

Os sistemas serão do tipo normal húmido (*wet system*), permanentemente pressurizados, e engloba os seguintes componentes:

- Posto de comando com repetição do alarme à distância (interruptor elétrico associado ao indicador de caudal);
- Rede de distribuição;
- Cabeças extintoras;
- Indicador de caudal;
- Equipamento de reserva.

Recomenda-se que as tubagens de traçado horizontal tenham sensivelmente uma inclinação de 0.5%, de modo a favorecer a circulação do ar.

1.3.2 Descrição dos Equipamentos e Sistemas de Segurança

1.3.2.1 Sinalização

Um fator crucial em relação à segurança contra incêndios é a sinalização de emergência, compreendendo o conjunto de sinais que visam direcionar os ocupantes do prédio em situações de crise. A sinalização possibilitará localizar os trajetos de evacuação, as saídas, a posição dos recursos e ferramentas de combate a incêndios e dos alarmes.

1.3.2.2 Iluminação de emergência

A iluminação de emergência de segurança assegura níveis regulamentares de iluminação para a circulação, permitindo a sinalização das vias de evacuação e saídas, além de garantir a iluminação adequada para interação com meios de intervenção. A sinalização será realizada por blocos autónomos, dispostos de maneira que pelo menos um seja visível de qualquer ponto dos caminhos. Em cada lanço de escadas, circulações horizontais existirão no mínimo dois blocos autónomos. O sistema utilizará aparelhos com fluxo luminoso de, no mínimo, 60 lúmenes, assegurando um nível total de iluminação (emergência de segurança e sinalização) não inferior a 10 lux. A autonomia mínima para funcionamento, em caso de falha na rede elétrica, será adequada ao tempo necessário de evacuação dos espaços. Além disso, para identificar obstáculos e mudanças de direção nos percursos de evacuação, um sistema específico de iluminação de emergência e sinalização será implementado, atendendo às exigências regulamentares vigentes.

1.3.2.3 Sistemas de deteção, alarme e alerta

A instalação em causa, será protegida, por um sistema automático de deteção de incêndios destinado a identificar, precocemente, qualquer foco de incêndio, permitindo assegurar:

- A vigilância automática e permanente de todos os locais;
- Uma evacuação rápida do edifício, caso tal se revele necessário, em condições de segurança adequadas;
- A intervenção rápida do pessoal e/ou de vigilantes contratados, com os meios de combate a incêndio previstos, minimizando os prejuízos;
- Um alerta tão rápido quanto possível aos bombeiros.

O sistema será na sua conceção, organizado em grupos lógicos, por compartimento ou zona corta-fogo, da seguinte forma:

- Espaços em geral;
- Zonas específicas com risco médio ou agravado de incêndio;
- Circulações;

- Alarme manual.

Os principais componentes do sistema previsto serão:

- Central de deteção de incêndios/unidade de controlo;
- Detetores;
- Sinalizadores de ação;
- Indicadores de alarme;
- Botões de pressão para alarme manual;
- Sirenes de alarme;
- Módulos de comando;
- Módulos de alarme técnico.

A configuração do SADI é esquematizada nas peças desenhadas, interligando componentes através de circuitos elétricos dimensionados com cabos ou condutores não propagadores de chama, ou protegidos por tubagem adequada. A unidade de controlo é construída com eletrônica específica para o sistema de deteção e alarme de incêndio. O sistema deve ser único, consistindo em módulos e centrais interligados com supervisão em pelo menos um ponto, incluindo um painel de repetição na portaria. A interligação com o sistema de automação é necessária para a recolha de informações. O sistema utiliza detetores óticos de fumaça e/ou térmicos em edifícios, e detetores lineares de feixe em naves industriais devido à altura e espaço aberto.

1.3.2.4 Sistema de controlo de fumo

Os edifícios devem possuir sistemas que possibilitem a liberação do fumo e gases tóxicos para o exterior, visando a redução da contaminação, controle da temperatura dos ambientes e manutenção da visibilidade, especialmente nas rotas de evacuação. O sistema de desenfumagem deve garantir a extração dos fumos e gases de combustão na mesma proporção ou mais do que sua geração, mantendo-os acima da cabeça dos ocupantes durante a evacuação. Nos armazéns e prédios industriais rotulados como locais de risco C+ ou com área acima de 800m², é necessário implementar controle de fumo com desenfumagem passiva quando possível, com exutores de admissão de ar novo baixos e exutores de saída de fumo altos. No edifício G, onde há aberturas, exutores de fumo na cobertura são adequados, enquanto o edifício E requer sistema de controle ativo devido à altura superior a 12m.

1.3.2.5 Sistema fixo de extinção automática de incêndios

Sistema fixo de extinção automática por água

Para a classificação de risco de incêndio desta instalação não há a obrigatoriedade de instalação de um sistema automático de extinção de incêndios fixo.

Contudo, devido à central de bombagem será necessária a proteção por sistema fixo de extinção deste compartimento.

Sistema fixo de extinção automática por agente diferente de água

Está prevista a instalação de um sistema fixo de extinção por agente espumífero, para inundação total da sala do compartimento técnico do reservatório de combustível. O agente espumífero utilizado é adequado para a extinção de hidrocarbonetos, com indução a 3% na água e possibilidade de gerar espuma de baixa, média e alta expansão.

O sistema hidráulico de extinção será composto por um reservatório de agente espumífero, gerador de espuma, válvulas, tubagens e restantes componentes. A sua ativação será feita através de um sistema automático de deteção de incêndio, com detetores de chama ligados a uma central de extinção, permitindo também atuação manual através de botoneiras.

O sistema deverá garantir duas descargas no compartimento protegido, com uma duração de 25 minutos cada.

Relativamente ao volume total de água necessário para o combate automático, este é calculado com base no débito do gerador de espuma e nos tempos de funcionamento:

$$C_{\text{gerador espuma}} = 134 \text{ L/min} \times (25 + 25 \text{ min}) = 6,7 \text{ m}^3$$

1.3.2.6 Reservatório de água de serviço de incêndio

A Unidade será equipada com um sistema de combate a incêndios constituído por um tanque de água privativo com capacidade aproximada de 150,76 m³, um grupo hidropressor e um anel de distribuição que alimentará os hidrantes, garantindo a cobertura total do perímetro da instalação.

1.3.2.7 Grupo hidropressor

O conjunto hidropressor deve ser formado por duas bombas a diesel e/ou elétricas, uma principal e uma de suporte, com características operacionais semelhantes, que fornecem, rede de incêndio de primeira intervenção, a rede de hidrantes externos e o sistema fixo de extinção automática.

Além disso, deve-se também considerar a inclusão de uma bomba *jockey* elétrica, para assegurar a pressão do sistema de combate a incêndio. O fluxo das bombas principais e de reserva para serviço de incêndio deverá ser de 152m³/h.

1.3.2.8 Meios portáteis e moveis de extinção

Nas instalações existirão extintores portáteis de vários tipos e capacidades, consoante os riscos em presença, tendo-se considerado na definição do seu número e localização, os seguintes princípios orientadores:

- Implantação dos extintores em locais estratégicos, bem visíveis e devidamente sinalizados, na proximidade imediata dos compartimentos onde é mais provável a eclosão de um incêndio, preferencialmente nos acessos e caminhos de evacuação;
- Definição do seu número em função da respetiva eficácia e de modo a que a distância máxima a percorrer seja inferior a 15m, em conformidade com as Normas Portuguesas em vigor;

Além disso:

- Os extintores devem ser colocados em locais acessíveis e visíveis em caso de incêndio, sinalizados segundo a legislação vigente, situados nas áreas de trabalho e ao longo dos percursos de evacuação, incluindo as saídas;
- Nos armazéns ou em locais em que a obstrução visual dos extintores não possa ser evitada, devem existir meios suplementares de sinalização que indiquem a sua localização, serão devidamente assinalados com os pictogramas apropriados que deverão ficar instalados sobre o respetivo extintor, a uma altura de 2 m;

De acordo com as regras anteriores, e considerando o tipo de locais e riscos envolvidos os meios de primeira intervenção do tipo extintores portáteis, serão de água aditivada, tipo ABF e do tipo anidrido carbónico, com uma capacidade máxima de 6 kg e de 5 kg, respetivamente, colocados estrategicamente, nos locais indicados nas peças desenhadas.

Existem ainda extintores móveis de pó químico com a capacidade de 50 kg junto da zona de enchimento de cisternas e na saída do reservatório de combustível dos geradores.

1.3.2.9 Detecção automática de gás combustível

Devido à presença de amoníaco, está prevista a instalação central de deteção de gás e detetores para a sala das bombas de calor.

1.3.2.10 Automação

As unidades de produção de biometano de última geração, tal como esta se encontra a ser projetada, operam com um elevado grau de automação, essencial para garantir elevados níveis de eficiência, segurança, disponibilidade e fiabilidade.

No estado da arte, estas instalações estão equipadas com sistemas de controlo avançados que integram continuamente sensores, atuadores, algoritmos de controlo e plataformas SCADA, permitindo uma operação praticamente autónoma, com supervisão remota e apoio à decisão em tempo real.

O sistema de automação abrange todo o processo, incluindo: receção de matérias-primas, digestão anaeróbia, purificação e compressão do biogás, gestão do digerido e sistemas auxiliares (ar comprimido, calor e energia).

Todos os dados do processo são integrados num SCADA central (na sala de controlo já mencionada), permitindo supervisão global e local. Os dados são registados num sistema histórico para análise e integração com software corporativo. Estes dados permitirão também suportar ações de manutenção preventiva e preditiva.

1.3.3 Sistemas de Segurança Integrada

1.3.3.1 Posto de segurança

O posto de segurança destinado a centralizar toda a informação de segurança e os meios principais de receção e difusão de alarmes e transmissão do alerta, coordenar os meios operacionais e

logísticos em caso de emergência, localiza-se junto à entrada do edifício. No posto de segurança deverão estar disponíveis e atualizadas as medidas de autoproteção.

1.3.3.2 Sistema CCTV

Está prevista a instalação de um sistema de videovigilância (CCTV) no edifício, com gravação local em equipamento digital. O sistema incluirá câmaras IP fixas, com lente varifocal, tipo *bullet*, montadas na parede ou sob o teto. As câmaras serão alimentadas via PoE pelo gravador de vídeo ou por um *switch* dedicado. O gravador terá um disco HDD para armazenar imagens, permitindo gravação por trinta dias, com eliminação automática de imagens mais antigas após 48h, conforme a legislação. Nos acessos, deverá ser afixada a indicação do registo de videovigilância, com detalhes da empresa e do alvará, usando simbologia adequada.

1.3.3.3 Sistema automático de deteção de intrusão

Está planeada a implementação de um sistema de deteção de intrusões nos edifícios, com conexão cabeada de todos os dispositivos, sustentado por um painel de deteção de intrusão de classe III. Este sistema será formado por uma central dedicada, com comunicador de alarmes via IP e rede móvel, módulos expandidos e dispositivos para deteção de movimento e abertura de portas por contato magnético. O sistema será acionado, ou seja, programado, ativado e desativado, por meio do painel situado na entrada de serviço do prédio. Todos os dispositivos deste sistema devem ser de classe III. Está programada a instalação de uma sirene de alarme na fachada principal do edifício. Compete ao instalador do sistema de deteção de intrusão comunicar à força de segurança competente a instalação da sirene, conforme estipulado pela legislação em vigor.

1.4 Medidas de contenção de derrames

1.4.1 Armazenagem

À volta dos tanques/ digestores foram colocadas caleiras circulares com o intuito primário de fazer recolha de águas pluviais das coberturas, mas que servem também como contenção de derrames. Para remover esses possíveis derrames, foram instaladas bombas de remoção com um caudal de 44,39 m³/h.

No que aos tanques de gasóleo diz respeito há a referir:

- Tanque dos geradores de emergência de aproximadamente 4,9 m³: trata-se de um tanque aéreo, de parede simples (aço inox AISI304) e será instalado no interior do edifício D, em compartimento distinto, mas adjacente à sala onde serão instalados os geradores. Será dotado de bacia de retenção e o compartimento respeitará os requisitos do RJSCIE no que se refere à prevenção e combate a incêndios.
- Tanque de 3 m³ do posto de abastecimento de equipamentos (pá carregadora): tanque aéreo (aço inox AISI304) instalado ao ar livre. Será colocado numa bacia de retenção com capacidade adequada. A área de abastecimento terá drenagem para o separador de hidrocarbonetos.

1.4.2 Estação de enchimento dos *trailers* de biometano

As águas pluviais potencialmente contaminadas, provenientes da estação de enchimento de caminhões/*trailers* de biometano comprimido (BioGNC), serão encaminhadas para separadores de hidrocarbonetos de Classe I (S1, S2 e S3), localizados junto dessas áreas. Posteriormente, após tratamento serão encaminhadas para os poços de infiltração onde, juntamente com as águas pluviais não contaminadas, serão infiltradas diretamente no solo.

1.4.3 Rede de efluentes

A Unidade adotará o conceito de *Zero Liquid Discharge* (ZLD), o que significa que, em situações normais de operação, todas as águas residuais industriais serão recicladas ou reintegradas no processo, sem descarga para a rede de saneamento de águas residuais. O objetivo do ZLD é maximizar a reutilização da água dentro da Unidade, reduzindo significativamente a necessidade de recurso a fontes externas de água e eliminando a descarga de águas residuais para a rede pública, alinhando-se com as melhores práticas de sustentabilidade e de gestão eficiente de recursos hídricos.

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

- Rede de Drenagem de Águas Residuais Industriais - O Sistema de Drenagem de Águas Residuais Industriais consiste nas águas das Lavagens e de Recirculação, consubstancia todo o processo de reaproveitamento de águas para as lavagens de caminhões. Desta medida, propõe-se um ciclo fechado para garantir o máximo reaproveitamento das águas.
- Rede de Abastecimento de Água e Combate de Incêndio - A rede de abastecimento de água tem a sua gênese no contador totalizador localizado à entrada do empreendimento, o qual tem ligação ao ramal do estabelecimento vizinho. A partir deste, um ramal em PEAD seguirá enterrado até a um nicho de contadores localizados à entrada, junto ao edifício da Portaria (A). Aqui existirão três contadores parciais, um para a rede de incêndio, outro para a rede de processo e um outro para a rede de abastecimento de água potável. Este último será usado para contabilizar o consumo de água para o edifício administrativo (B), para o edifício da portaria (A), para o laboratório (C) e ainda para abastecer os lava-olhos localizados nos edifícios F, I e laboratório no edifício C.
- Rede de Drenagem de Águas Residuais - A rede de drenagem de águas residuais tem como principal função realizar a drenagem de águas negras e cinzentas produzidas ao nível do edifício administrativo (B), portaria (A) e da sala laboratorial (C). Todas as águas negras e cinzentas captadas pela rede serão conduzidas através de coletores enterrados até ao exterior dos edifícios.
- Rede de Drenagem de Águas Pluviais - As águas pluviais das coberturas dos edifícios A, B, C, D, E, F, G e H, recolhidas em caleiras a um nível superior ao do solo, serão conduzidas por ação da gravidade através de tubos de queda até caixas de areia, a partir das quais o efluente será encaminhado através de coletores até ao reservatório subterrâneo (R3) de

reaproveitamento de águas pluviais, com capacidade de 200 m³, para uso na rede de serviço do empreendimento.

1.4.3.1 Drenagem das águas residuais de extinção de incêndio

As águas residuais resultantes da extinção de incêndio na sala do gerador serão contidas na bacia de retenção existente sob o compartimento do reservatório de combustível com capacidade para reter a totalidade do volume de água de incêndio e agente espumífero utilizados na extinção neste compartimento. Como se prevê que esta situação não seja muito frequente, o seu encaminhamento será realizado para operador de gestão de resíduos adequado através de recolha por camião-cisterna.

1.4.3.2 Tratamento de efluentes

O único tratamento de efluentes presente na instalação é para as águas residuais industriais resultantes da lavagem dos rodados dos camiões, que passarão por separadores de hidrocarbonetos, instalados no subsolo junto à área Q, e a água tratada será direcionada para o reservatório de reutilização de águas (R4), para ser reutilizada no sistema de lavagem.

Além da água de lavagens dos rodados recuperada, o reservatório de reutilização de águas (R4) será também alimentado por águas pluviais captadas nas coberturas dos edifícios, o que aumentará a independência de fontes de água externas.

As águas de lavagem das cisternas e das caixas dos camiões, bem como as águas residuais processuais, serão diretamente encaminhadas para o tanque T2 – tanque de receção de chorume, para serem incorporadas no processo produtivo, sem necessidade de tratamento prévio, com exceção das águas de lavagem das centrífugas que serão encaminhadas para o tanque T5.

As águas residuais processuais serão geradas nas seguintes etapas:

- *Scrubber* do tratamento de biogás (3,8 m³/dia)
- CIP (25,4 m³/dia)
- Água da lavagem das centrífugas e outros equipamentos (1,8 m³/dia)
- Desodorização (purga *scrubber* de amónia e filtros UV) (0,1 m³/dia)
- Condensados das tubagens e outros equipamentos de biogás (3,0 m³/dia)

Apresenta-se no diagrama seguinte o sistema de águas residuais industriais:

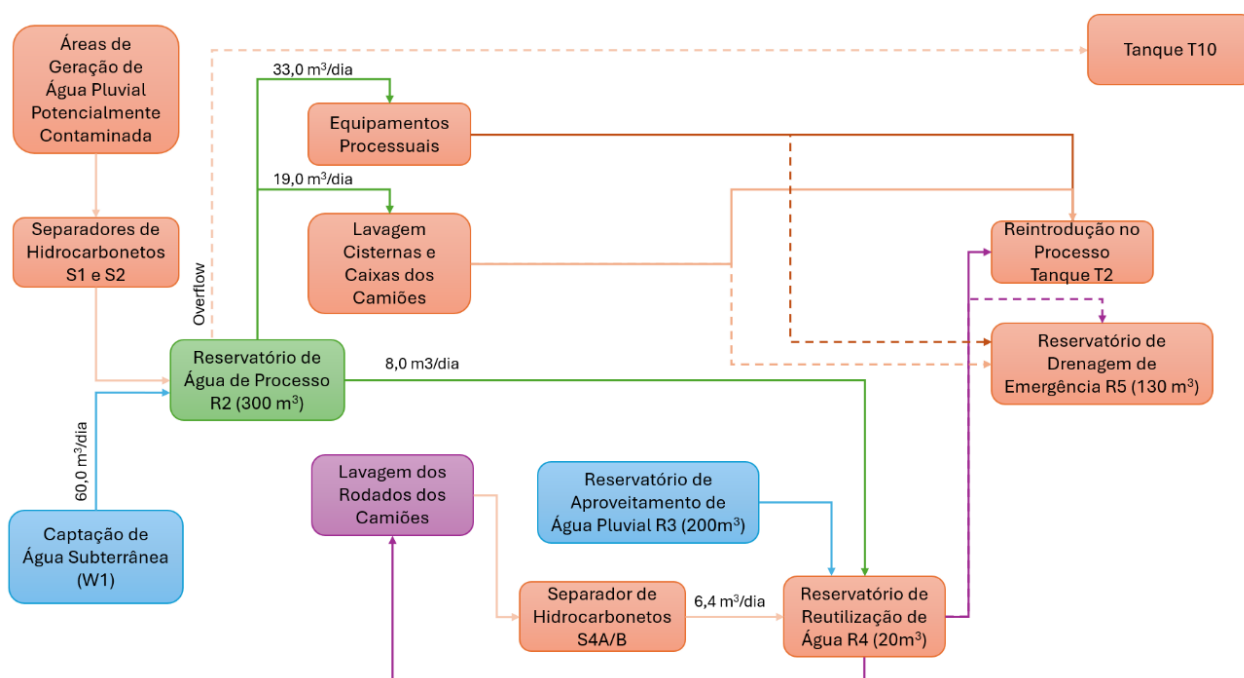


Figura 12 - Diagrama representativo do sistema de águas residuais industriais

1.4.3.2.1 Reservatório de drenagem de emergência

O reservatório de drenagem de emergência (R5) será utilizado exclusivamente em situações excepcionais, quando as águas residuais industriais não puderem ser encaminhadas para o processo. Esta solução destina-se a cenários temporários e não faz parte da operação normal da Unidade.

Este reservatório receberá tanto as águas residuais das lavagens dos rodados, cisternas e caixas dos camiões de transporte de matérias-primas, como os efluentes processuais sempre que, por qualquer motivo, o seu envio para o processo não for possível. O reservatório terá uma capacidade útil de 130 m³, garantindo o armazenamento do efluente por um período máximo de 3 dias.

Caso o reservatório tenha de ser esvaziado, recorrer-se-á a empresa especializada, nomeadamente à Águas do Alto Alentejo, para a recolha, transporte e entrega numa ETAR do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água e de Saneamento do Vale do Tejo.

1.5 Plantas do estabelecimento

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

- A01-IN-LPE-000-000-GEN-LAY-0001-02 – Planta Geral do estabelecimento com a localização das substâncias perigosas;
- A01-EF-LPE-HID-000-00-CIV-DWG-0501-D – Planta da Geral da Rede de Águas Residuais Industriais;
- A01-EF-LPE-HID-000-00-CIV-DWG-0502-A – Planta da Geral da Rede de Serviço de Água não Potável (Rede sobrepressão);
- A01-EF-LPE-HID-000-00-CIV-DWG-0201-G – Planta da Geral da Rede de Águas Residuais;

- A01-EF-LPE-HID-000-00-CIV-DWG-401-H – Planta da Geral da Rede de combate a incêndios.

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 Biometano da REGAALENTEJO 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 accidental, onde se analisa a evolução de uma fuga de produto. Nesta análise estabelecem-se as condições base para a estimativa das consequências dos acidentes. Para além disso, os acidentes são avaliados em termos de probabilidade de ocorrência dos mesmos e das suas possibilidades de evolução. Neste ponto desenvolve-se:
 - **Estimativa da frequência de ocorrência dos cenários de acidente identificados**, de acordo com a frequência esperada e a probabilidade de ocorrência de cada acidente e sua evolução previsível.
 - **Seleção de cenários** mais representativos de ocorrer, face à perigosidade das substâncias perigosas, à quantidade presente e à frequência de ocorrência, analisada anteriormente. Esta fase inclui:
 - Análise dos Cenários com atuação de medidas de prevenção/mitigação, onde se analisam as medidas previstas no estabelecimento para fazer face às ocorrências indesejadas;
 - Árvores de Acontecimentos: Aplicou-se esta técnica para poder determinar as diferentes evoluções que os cenários de acidente iniciais podem, a partir da perda de contenção dos equipamentos com substâncias inflamáveis (jato de fogo, charco incendiado, dispersão, explosão, etc.) para decidir os diferentes cenários de acidentes
 - **Análise de consequências de acidentes.** Cada um dos acidentes é analisado com o objetivo de determinar a gravidade e extensão das suas consequências, para as pessoas e os equipamentos, e realizar uma avaliação do impacto no meio ambiente. Os cenários são descritos quanto ao equipamento onde ocorre a perda de contenção, a quantidade libertada, os acontecimentos críticos passíveis de ocorrer com base na análise e seleção dos acidentes, as condições meteorológicas, etc. Para esta fase é utilizado o programa PHAST (*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 realizar-se-á uma identificação dos perigos relacionados com os equipamentos que se encontram nas instalações de produção Biometano da REGAALENTEJO. Estas causas genéricas foram obtidas a partir de fontes internacionais e bases de dados de acidentes³.

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 Biometano de Sousel:

- a perda de contenção de produtos perigosos, resultando em fuga (gás) ou derrame (líquido). Esta perda de contenção pode resultar em:
 - fuga de biometano ou biogás; 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, amoníaco anidro, Agentes de lavagem e desinfetantes), 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:

- Armazenagem;
- Operações e equipamentos do processo;
- Operação de expedição de biometano;
- Utilidades e sistemas auxiliares;

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

³ Lees, *Loss Prevention in the process industries*.

J.M. Storch de Gracia. *Manual de seguridad industrial en plantas químicas y petroleras*.

2.1.1.1 Armazenagem

As substâncias perigosas (classificadas pela Diretiva Seveso) que estarão presentes nas instalações de produção Biometano da REGALENTEJO são armazenadas em locais dedicados, nomeadamente:

- Biometano;
- Biogás;
- Gasóleo;
- Kersia Force 7 (ou substância equivalente);
- Kersia Virobacter (ou substância equivalente).

Os equipamentos de armazenagem utilizados no estabelecimento, para armazenar produtos em maiores quantidades, serão os digestores de biogás, tanques com gasómetro e os camiões/*trailers* de biometano comprimido (armazenagem temporária).

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.

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;
- Condições operativas dos tanques;
- Risco de sobreenchimento de produto;
- Falhas de material por defeito mecânico ou metalúrgico seja por corrosão ou por fadiga;
- Sabotagens;

2.1.1.2 Operações e equipamentos do processo

Em termos de acidentes relevantes relativamente em operações e equipamentos de processo, os mesmos estarão essencialmente relacionados com a movimentação de substâncias perigosas nas linhas de transporte entre os vários equipamentos e instalações.

As linhas de transporte (tubagens) desenvolvem-se no interior da unidade 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

Nas linhas de transporte serão utilizadas redes de tubagem para o transporte dos produtos entre os equipamentos. Os diâmetros e a construção variam consoante a capacidade e o produto transportado. Historicamente, a probabilidade de rotura das tubagens que transportam uma maior quantidade de produto (maior diâmetro) é menor que as tubagens pequenas.

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

- Rotura por colisão de equipamentos e veículos;
- 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.

Todas as tubagens de transporte de substâncias perigosas serão sujeitas a testes de estanquidade, minimizando a potencial perda de contenção.

2.1.1.2.2 Compressores de biometano, bioqás 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 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 equipamentos de bombagem são elementos críticos numa instalação já que, representam fontes potenciais de perda de produto (através dos empanques, juntas, etc.), além de, poderem causar impactos indesejáveis no resto das instalações devido as variações de pressão ou de caudal.

Os riscos associados a estes equipamentos são:

- 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 impulsão fechada;
 - Perda de alimentação, funcionamento em vazio.

2.1.1.3 Operação de expedição de biometano

As estações de enchimento de tanques pressurizados (garrafas) instalados em *trailers* (camiões) de expedição de biometano são zonas de uma instalação onde se pode registar um maior número de acidentes, embora as quantidades de produto manipuladas sejam pequenas em comparação com a armazenagem.

Os principais riscos que podem ocorrer durante o processo de carga dos *trailers* são:

- Fugas por deficiência nas mangueiras de carga, devido a causas análogas às linhas de transporte ou desgaste de material, nomeadamente, no caso das ligações rápidas às garrafas;
- Fugas por falha na operação;
- Colisão de veículos com as estruturas ou equipamentos da área de carga;
- Fuga das garrafas nos *trailers*.

Estes eventos associados à possibilidade de acumulação de eletricidade estática ou à existência de outras fontes de ignição, podem provocar a inflamação da substância derramada/emitida e os consequentes efeitos negativos.

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

- Intervenção humana em diferentes fases: estacionamento do camião/*trailer*, ligação e desconexão de mangueira de carga, controlo de dados e informações e, vigilância. Enquanto a primeira mangueira se encontra a encher um tanque, uma segunda mangueira de enchimento é conectada a um segundo tanque, que será cheio na sequência. Este processo de comutação entre os tanques será realizado de forma automática, sem necessidade de intervenção pelo operador. Previamente ao início a operação será efetuada a vigilância, nomeadamente o cumprimento dos requisitos relativos à carga de biometano;
- Utilização de mangueiras de carga, elementos que sofrem desgastes importantes e que são relativamente frágeis em comparação com tubagens ou outros componentes. Será efetuada uma verificação prévia às mangueiras;

- Processo realizado sobre um equipamento móvel, como são os veículos que podem mover-se facilmente. No procedimento de carga do camiões/*trailers* fazem-se diversas verificações de segurança, antes de proceder ao início da operação;
- Colisão do camião/*trailer* ou movimento dos mesmos, estando em operações de carga, com rotura das mangueiras de carga ou por formação de orifício nos tanques pressurizados (garrafas) instalados nos *trailers*. A existência de sinalização adequada da zona de carga e a limitação da velocidade no interior do estabelecimento evitará a colisão dos veículos;
- Falta da ligação equipotencial entre o camião/*trailer* e o equipamento fixo. A utilização de pinças para ligação equipotencial entre estruturas de carga e camião/*trailer*, reduz significativamente este risco;
- Falha nas válvulas de corte. Cada uma das várias secções que compõem o *trailer*, estará isolada por duas válvulas de corte o que, em caso de falha mecânica de uma válvula de corte, não compromete o isolamento de cada secção. Cada secção contará também com um indicador de pressão para que possa ser conhecida a pressão em todas as secções a cada momento.

2.1.1.4 Utilidades e sistemas auxiliares

2.1.1.4.1 Ar Comprimido

A Unidade disporá de uma rede de ar comprimido operando a uma pressão de 8 barg para alimentar as válvulas automáticas de atuação pneumática que serão utilizadas para controlar o processo.

A estação de produção de ar comprimido, localizada no edifício E, será constituída por compressores, tanque e secadores. A configuração destes equipamentos garantirá redundância em caso de avaria de qualquer equipamento.

Uma falha no sistema de ar comprimido pode provocar falhas e erros nos instrumentos e na atuação sobre os equipamentos pneumáticos.

2.1.1.4.2 Sistema de aquecimento

A Unidade de Biometano de Sousel terá fornecimento de calor, nomeadamente na etapa da digestão. A temperatura dos efluentes pecuários a receber no estabelecimento variará ao longo do ano, ocorrendo o valor mínimo no Inverno. Para efeitos de dimensionamento, assume-se que, à entrada da Unidade, a temperatura mínima dos efluentes pecuários será de aproximadamente 15 °C. Desta forma, será necessário garantir o aquecimento dos substratos até à temperatura média de 38°C, para que ocorra o processo de digestão mesofílica, privilegiando-se o aquecimento dos substratos a partir da recuperação de calor do digerido higienizado, ou seja, utilizando preferencialmente o calor proveniente de correntes processuais.

Assim, uma falha no sistema de aquecimento pode levar a ineficiência do processo, uma vez que as bactérias que conduzem o processo de produção de biogás, conforme referido acima são mesófilas, o que significa que prosperam a uma temperatura de cerca de 38°C, e o conteúdo do digestor precisa ser aquecido e mantido nessa temperatura. Contudo, não apresenta um perigo no âmbito da prevenção de perigos de acidente grave.

Bombas de calor

As bombas de calor serão utilizadas para fornecer, ao processo, o calor que não é possível obter pela recuperação de calor de correntes processuais. As bombas de calor usam R717 (amoníaco anidro) como refrigerante e são do tipo água/água, ou seja, o evaporador e o condensador funcionam com água. Uma falha poderá levar à fuga de amoníaco, podendo formar-se uma nuvem tóxica. Contudo, as bombas de calor serão instaladas em salas dedicadas, equipadas com detetores de amoníaco. Em caso de deteção de uma concentração de amoníaco, superior ao definido, ativam-se alarmes sonoros e visuais no interior da sala e junto aos respetivos acessos. Ativa-se também a ventilação de emergência que garante a dissipação de amoníaco. Junto aos acessos à sala haverá um kit de respiração para permitir a entrada em segurança para uma operação de salvamento. Caso a concentração de amoníaco seja próxima do limite inferior de inflamabilidade a alimentação elétrica às bombas de calor é cortada.

Caldeira

Como redundância às bombas de calor, para situações excecionais como avarias ou no arranque da Unidade. A caldeira será bi-combustível, localizada no exterior, junto ao compressor de biometano. No primeiro arranque da instalação, utilizar-se-á gasóleo para o aquecimento da caldeira. Durante a operação da Unidade, caso haja uma avaria nas bombas de calor, a caldeira funcionará excecionalmente e durante pouco tempo para evitar perturbações no processo. Nesta situação utilizar-se-á biogás como combustível para o aquecimento da caldeira.

Existem fundamentalmente dois tipos de riscos, inerentes a este equipamento:

- Explosão na caldeira, produzida durante o acendimento, como resultado de uma falha na chama no reacendimento;
- Rotura dos tubos, normalmente produzidas por um sobreaquecimento dos mesmos, para além das causas anteriormente assinaladas para as tubagens dos permutadores de calor.

Para além disso, as caldeiras supõem uma fonte de ignição para fugas de substâncias inflamáveis de outras partes da instalação que alcance a aspiração dos mesmos.

Permutadores de calor

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

- Deposição: 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.

Foi dimensionado um sistema CIP (*Clean-in-Place*) para limpar de forma eficaz os permutadores de calor de digerido e mitigar problemas de entupimento.

Os permutadores possuirão sistemas de proteção e alarmes na sala de controlo que podem prevenir e mitigar os problemas acima indicados.

2.1.2 Análise da perigosidade das substâncias

Na Unidade de Produção de Biometano da REGAALENTEJO entre os diversos tipos de substâncias perigosas que estarão presentes, conforme inventário apresentado no capítulo 1, 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;

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

No Apêndice 2 incluem-se as Fichas de Dados de Segurança (FDS) das substâncias e misturas perigosas (no âmbito Seveso) armazenadas e movimentadas na REGAALENTEJO, 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 no momento de 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).

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.

A única substância perigosa presente nas instalações com características de toxicidade é:

- Amoníaco anidro (R717) – substância designada 35, enquadrada na categoria de perigo H2 decorrente da sua classificação com a advertência de perigo H331 - Toxicidade aguda, categoria 3 por inalação.

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, H410 e H411.

A descarga destas substâncias ou preparações em cursos de água (e em menor grau no solo), pode ser responsável por danos ambientais.

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

Em seguida apresentam-se as substâncias classificadas como muito perigosas ou perigosas para o ambiente que podemos encontrar nas instalações:

- Gasóleo – substância enquadrada na categoria de perigo E2 decorrente da sua classificação com a advertência de perigo H411 - Perigoso para o ambiente aquático, toxicidade crónica, categoria 2;
- Amoníaco anidro (R717) – substância designada 35, enquadrada na categoria de perigo E1 decorrente da sua classificação com a advertência de perigo H400 - Perigoso para o ambiente aquático, toxicidade aguda, categoria 1;
- Agentes de lavagem (Kersia Force 7 ou equivalente) – substância enquadrada na categoria de perigo E1 decorrente da sua classificação com a advertência de perigo H400 - Perigoso para o ambiente aquático, toxicidade aguda, categoria 1;
- Desinfetantes (Kersia Virobacter ou equivalente) substância enquadrada na categoria de perigo E2 decorrente da sua classificação com a advertência de perigo H411 - Perigoso para o ambiente aquático, toxicidade crónica, categoria 2.

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

2.1.2.3 Perigos físicos- substâncias inflamáveis

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

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

Sob determinadas condições (quantidade, velocidade de combustão, grau de confinamento, 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. Desta forma, os líquidos inflamáveis com alta pressão de vapor geram maior quantidade de vapores podendo alcançar zonas mais afastadas.

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

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

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

À priori, os acidentes que são 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).

Na tabela seguinte apresentam-se as substâncias / misturas que estarão presentes nas instalações quanto à inflamabilidade:

Tabela 8 – Substâncias e misturas perigosas que estarão presentes no estabelecimento

Substância / Mistura	Classificação de inflamabilidade
Biometano	H220 – Gases inflamáveis
Biogás	H220 – Gases inflamáveis
Amoníaco anidro (R717)	H221 - Gás inflamável
Gasóleo	H226 – Líquido Inflamável

Em termos de substâncias líquidas inflamáveis há a referir o gasóleo estará presente em quantidade não superior a 2% da quantidade – limiar inferior, do ponto de vista de acidentes graves (Anexo I do Dec. Lei nº 150/2015) (total de 7,5 ton sendo o limiar de 2500 ton). O gasóleo estará presente no

tanque dos geradores de emergência, nos grupos de bombagem de incêndio e num tanque para abastecimento dedicado exclusivamente ao consumo dos equipamentos para operação.

No que respeita à caracterização do estabelecimento em termos de acidentes graves, não se considera o gásóleo, como representativo, tendo em consideração a quantidade que estará presente.

Na categoria P2 (gases inflamáveis) estarão presentes: o biogás, o biometano e o amoníaco anidro. Relativamente ao amoníaco anidro estará presente em quantidade não superior a 2% da quantidade – limiar inferior (total de 0,23 ton sendo o limiar de 50 ton), não sendo desta forma representativo da perigosidade do estabelecimento. No caso do biogás, este será armazenado, estando presente nos digestores (D1, D2, D3 e D4) e tanques com gasómetro (T2, T3, T6, T9, T10e T11) e Gasómetro (GH03), a uma pressão variável entre 3-30 mbarg e a uma temperatura de 35°C, numa quantidade total, destes equipamentos, de 40.2 toneladas (>2% do limiar inferior = 1 ton e às 10 toneladas da quantidade-limiar do nível inferior).

No caso do biometano, este estará presente numa quantidade de 0,6 toneladas (< 2% limiar inferior = 1 ton), sendo produzido e comprimido. O biometano comprimido (até uma pressão de 250 bar) será expedido através de tanques pressurizados (garrafas) instalados em trailers (camiões) até ao ponto de injeção na rede nacional de transporte de gás.

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. Teve-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 apresentadas 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 9 - Eventos iniciadores

Nº Evento	Evento
1	Rotura catastrófica do Digestor Primário D3
2	Fuga de 100 mm no Digestor Primário D3
3	Fuga de 10 mm no Digestor Primário D3
4	Rotura total da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14
5	Fuga 10% do diâmetro da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14

Nº Evento	Evento
6	Rotura catastrófica do Tanque T6
7	Fuga de 100 mm no Tanque T6
8	Fuga de 10 mm no Tanque T6
9	Rotura catastrófica do Tanque T9
10	Fuga de 100 mm no Tanque T9
11	Fuga de 10 mm no Tanque T9
12	Rotura catastrófica do Tanque T11
13	Fuga de 100 mm no Tanque T11
14	Fuga de 10 mm no Tanque T11
15	Rotura total da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010
16	Fuga 10% do diâmetro da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010
17	Rotura total Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302
18	Fuga 10% do diâmetro da Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302
19	Rotura total Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03
20	Fuga 10% do diâmetro da Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03
21	Rotura catastrófica do Gasómetro GH03
22	Fuga de 100 mm no Gasómetro GH03
23	Fuga de 10 mm no Gasómetro GH03
24	Rotura total da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300
25	Fuga 10% do diâmetro da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300
26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano
27	Fuga de 10% do diâmetro da mangueira de expedição de biometano
28a	Rotura total numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição
28b	Fuga numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição

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 referência⁴. As frequências bases adotadas apresentam-se de seguida:

Tabela 10 - Frequências unitárias dos eventos críticos

Evento	Frequência	Unidade base	Referência Bibliográfica
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 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 de mangueira de cisterna	4,00E-06	h*ano	BEVI, 2009 Tabela 50 – pág. 59
Fuga de mangueira de cisterna	4,00E-05	h*ano	BEVI, 2009 Tabela 50 – pág. 59
Rotura em quadro de garrafas	1,10E-06	ano ⁽¹⁾	RISK CALCULATIONS MANUAL - Module 6, Secção 6.3.3

NOTA: ⁽¹⁾ De acordo com a bibliografia, ter-se a rotura instantânea de uma garrafa num quadro/conjunto de garrafas e a fuga N- 1 garrafas de através de furo na linha coletora do conjunto/secção de garrafas.

-
- 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

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

Tabela 11 - Estimativa da frequência de ocorrência dos eventos críticos

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número de unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental/ano
1	Rotura catastrófica do Digestor Primário D3	Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	4	ano	2,00E-05
2	Fuga de 100 mm no Digestor Primário D3	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	4	ano	4,80E-05
3	Fuga de 10 mm no Digestor Primário D3	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	4	ano	4,00E-04
4	Rotura total da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	Rotura tubagem dupla diâmetro > 150 mm	1,00E-07	21,7	m*ano	2,17E-06
5	Fuga 10% do diâmetro da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	Fuga tubagem dupla diâmetro > 150 mm	5,00E-07	21,7	m*ano	1,09E-05
6	Rotura catastrófica do Tanque T6	Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
7	Fuga de 100 mm no Tanque T6	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	1	ano	1,20E-05
8	Fuga de 10 mm no Tanque T6	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
9	Rotura catastrófica do Tanque T9	Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	3	ano	1,50E-05
10	Fuga de 100 mm no Tanque T9	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	3	ano	3,60E-05
11	Fuga de 10 mm no Tanque T9	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	3	ano	3,00E-04
12	Rotura catastrófica do Tanque T11	Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
13	Fuga de 100 mm no Tanque T11	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	1	ano	1,20E-05

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número de unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental/ano
14	Fuga de 10 mm no Tanque T11	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
15	Rotura total da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	Rotura tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	3,00E-07	12	m*ano	3,60E-06
16	Fuga 10% do diâmetro da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	Fuga tubagem diâmetro entre 75mm e 150 mm	2,00E-06	12	m*ano	2,40E-05
17	Rotura total Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	4	m*ano	4,00E-07
18	Fuga 10% do diâmetro da Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	4	m*ano	2,00E-06
19	Rotura total Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	3	m*ano	3,00E-07
20	Fuga 10% do diâmetro da Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	3	m*ano	1,50E-06
21	Rotura catastrófica do Gasómetro GH03	Rotura catastrófica tanque atmosférico	5,00E-06	1	ano	5,00E-06
22	Fuga de 100 mm no Gasómetro GH03	Fuga de 100 mm. de tanque atmosférico	1,20E-05	1	ano	1,20E-05
23	Fuga de 10 mm no Gasómetro GH03	Fuga de 10 mm. de tanque atmosférico	1,00E-04	1	ano	1,00E-04
24	Rotura total da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	Rotura tubagem diâmetro > 150 mm	1,00E-07	22	m*ano	2,20E-06

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel

Nº Evento	Evento	Tipo acidente simulado	Frequência unitária	Número de unidades	Unidade base	Frequência acontecimento acidental/ano
25	Fuga 10% do diâmetro da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	Fuga tubagem diâmetro > 150 mm	5,00E-07	22	m*ano	1,10E-05
26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano	Rotura total mangueira de cisterna	4,00E-06	8760 ⁽¹⁾	h*ano	3,50E-02
27	Fuga de 10% do diâmetro da mangueira de expedição de biometano	Fuga mangueira de cisterna	4,00E-05	8760 ⁽¹⁾	h*ano	3,50E-01
28a	Rotura total numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	Rotura em quadro de garrafas	1,10E-06	8 ⁽²⁾	ano	8,80E-06
28b	Fuga numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	Rotura em quadro de garrafas	1,10E-06	88 ⁽³⁾	ano	9,68E-05

⁽¹⁾ Considerando que a unidade funcionará 24h por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano;

⁽²⁾ Para o evento de rotura do quadro/conjunto/secção de garrafas, teremos a rotura instantânea de uma garrafa da uma secção de garrafas e desta forma o número de unidades corresponderá ao nº secções presentes, no *trailer*/camião;

⁽³⁾ Para o evento de rotura do quadro/conjunto/secção, teremos ainda a considerar, de acordo com a bibliografia, a fuga N- 1 garrafas de através de furo na linha coletora do conjunto/secção de garrafas. Assim, o número de unidades corresponderá nº secções presentes no *trailer*/camião * nº garrafas envolvidas no cenário (N-1 garrafas).

Para cada evento crítico a frequência é calculada e personalizada 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.

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 as 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 série de acidentes em função dos acontecimentos que podem ocorrer a partir desse instante (presença de pontos de ignição, proximidade de equipamentos, corte de fuga, etc.).

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.

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 °C e altura de 2,5 a 3 vezes o diâmetro. A radiação térmica gerada pode propiciar a afetação de outras áreas.

No caso de fugas com pressão, poderá formar-se um 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 depressurização súbita, tendo lugar uma evaporação massiva de líquido fervente que se transforma rapidamente numa nuvem de vapor em expansão. A ignição da massa de gases a alta temperatura é conhecida por “bola de fogo”. O efeito principal 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.

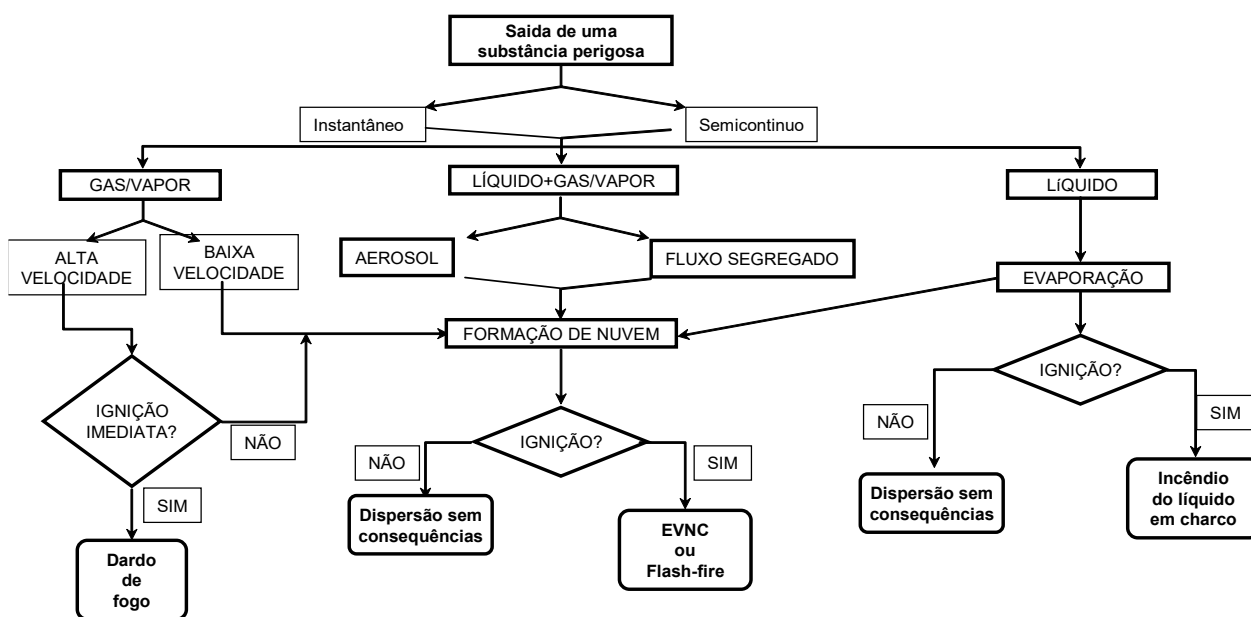


Figura 13 - Esquema representativo dos possíveis comportamentos de uma fuga de uma substância perigosa

2.4.1.1 Descrição das árvores de acontecimentos

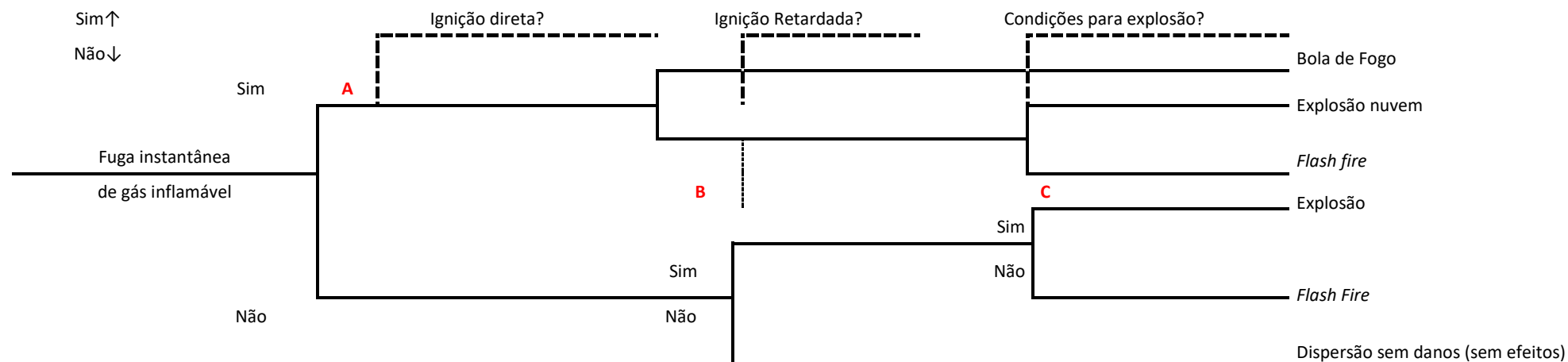
A seguir apresentam-se as diferentes árvores de acontecimentos, que conduzem aos acidentes que foram considerados.

- Árvore de Acontecimentos 1: Fuga instantânea de gás inflamável
- Árvore de Acontecimentos 2: Fuga contínua de gás inflamável

ÁRVORE DE ACONTECIMENTOS: 1

TIPO DE ACIDENTE:

FUGA INSTANTÂNEA DE GÁS INFLAMÁVEL

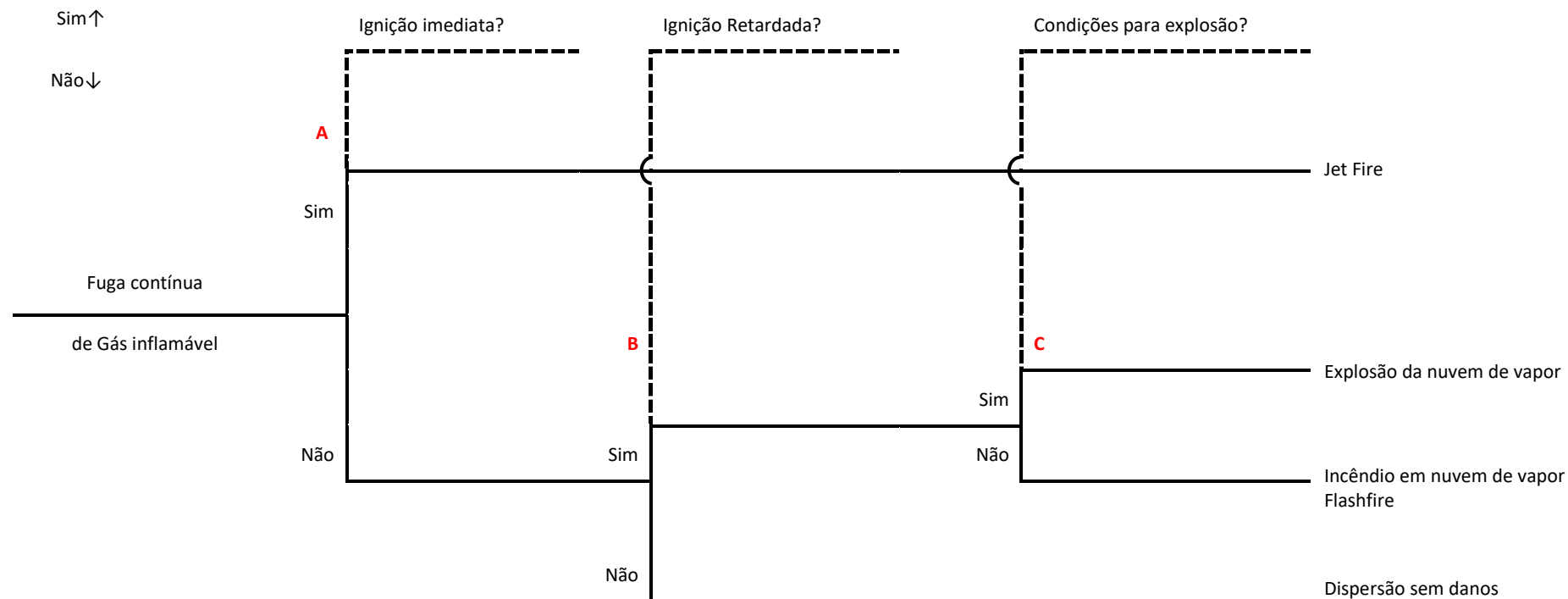


No caso de fuga instantânea de gás inflamável, se ocorrer ignição imediata, esta dará lugar a uma bola de fogo (*fireball*), cuja probabilidade está dividida numa fração de 70% para a ocorrência de bola de fogo, ou seja, $P_{BL}=0.7 \cdot P_{II}$. Neste caso 30% dará lugar a explosão ou *flashfire*,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

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, $P_{flashfire} = P_{IR} * 0,6$.

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 12 - Descrição das categorias de inflamabilidade (BEVI)

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

Os valores de probabilidades de ignição imediata (P_{II}), de ignição retardada (P_{IR}), de probabilidade de incêndio de jato ou *Jet fire* (P_{Jet}), probabilidade de incêndio de charcou 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 bibliográficas⁵ para líquidos inflamáveis, gases pouco reativos e gases de reatividade média ou alta.
- **B: Probabilidade de ignição retarda (P_{IR})** → 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 $P_{IR} = (1-P_{II}) \cdot P_{fi}$.
- **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

⁵ Reference Manual BEVI Risk Assessment- the Netherlands, 2009

probabilidades de 40% para Explosão e de 60% para *Flashfire*⁶. 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 13 - 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 ⁷		Todas as quantidades	Todos os caudais	0

Tabela 14 - Categoria de inflamabilidade (BEVI) das substâncias perigosas

Produto	Categoria de Inflamabilidade
Biogás	Categoria 0, reatividade baixa
Biometano	Categoria 0, reatividade baixa

Para determinar as frequências de cada cenário accidental 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 accidentais / cenários que podem dar origem (ambiental, toxicidade, bleve, *jet*, *pool*, *flash-fire*, explosão).

⁶ Purple Book, Pag. 100

⁷ As substâncias ou preparações de Categoria 3 e 4 têm probabilidade de ignição imediata igual a 0.

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 da ignição retardada (P_{IR});
- a probabilidade de ocorrência de acidentes.

Tabela 15 - Probabilidade de ocorrência dos fenómenos perigosos

Nº Evento	Evento	Produto	Código inflamabilidade	Árvore de Acontecimentos	Frequência acontecimento acidental/ano	P _{II}	P _{FI}	P _{IR}	P _{BLEVE/FI REBALL}	P _{Jet}	P _{charco}	P _{flashfire}	P _{Sobrepressão}
1	Rotura catastrófica do Digestor Primário D3	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	1	2,00E-05	0,020	0,5	0,490	0,014	0	0	0,298	0,198
2	Fuga de 100 mm no Digestor Primário D3	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	4,80E-05	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
3	Fuga de 10 mm no Digestor Primário D3	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	4,00E-04	0,020	0,0	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
4	Rotura total da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	2,17E-06	0,020	0,5	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
5	Fuga 10% do diâmetro da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	1,09E-05	0,020	0,5	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
6	Rotura catastrófica do Tanque T6	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa B	1	5,00E-06	0,040	0,5	0,480	0,028	0	0	0,295	0,197
7	Fuga de 100 mm no Tanque T6	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa B	2	1,20E-05	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
8	Fuga de 10 mm no Tanque T6	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	1,00E-04	0,020	0,0	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
9	Rotura catastrófica do Tanque T9	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa B	1	1,50E-05	0,040	0,5	0,480	0,028	0	0	0,295	0,197
10	Fuga de 100 mm no Tanque T9	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa B	2	3,60E-05	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
11	Fuga de 10 mm no Tanque T9	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	3,00E-04	0,020	0,0	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
12	Rotura catastrófica do Tanque T11	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa C	1	5,00E-06	0,090	0,5	0,455	0,063	0	0	0,289	0,193
13	Fuga de 100 mm no Tanque T11	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa C	2	1,20E-05	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
14	Fuga de 10 mm no Tanque T11	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	1,00E-04	0,020	0,0	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
15	Rotura total da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	3,60E-06	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
16	Fuga 10% do diâmetro da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	2,40E-05	0,020	0,0	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel

Nº Evento	Evento	Produto	Código inflamabilidade	Árvore de Acontecimentos	Frequência acontecimento accidental/ano	P _{II}	P _{FI}	P _{IR}	P _{BLEVE/FI REBALL}	P _{jet}	P _{charco}	P _{flashfire}	P _{Sobrepressão}
17	Rotura total Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	4,00E-07	0,020	0,5	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
18	Fuga 10% do diâmetro da Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	2,00E-06	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
19	Rotura total Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	3,00E-07	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
20	Fuga 10% do diâmetro da Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	1,50E-06	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
21	Rotura catastrófica do Gasómetro GH03	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa B	1	5,00E-06	0,040	0,5	0,480	0,028	0	0	0,295	0,197
22	Fuga de 100 mm no Gasómetro GH03	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa B	2	1,20E-05	0,020	0,5	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
23	Fuga de 10 mm no Gasómetro GH03	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	1,00E-04	0,020	0,0	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
24	Rotura total da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	2,20E-06	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
25	Fuga 10% do diâmetro da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	Biogás	Categoria 0, reatividade baixa A	2	1,10E-05	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196
26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano	Biometano	Categoria 0, reatividade baixa B	2	3,50E-02	0,100	0,1	0,450	0	0,100	0	0,270	0,180
27	Fuga de 10% do diâmetro da mangueira de expedição de biometano	Biometano	Categoria 0, reatividade baixa B	2	3,50E-01	0,100	0,1	0,450	0	0,100	0	0,270	0,180
28a	Rotura total numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	Biometano	Categoria 0, reatividade baixa A	1	8,80E-06	0,020	0,5	0,490	0,014	0	0	0,298	0,198
28b	Fuga numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	Biometano	Categoria 0, reatividade baixa A	2	9,68E-05	0,020	0,1	0,490	0	0,020	0	0,294	0,196

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

- $F_{\text{fireball/bleve final}}$ (bola de fogo/BLEVE);
- $F_{\text{jet final}}$; (incêndio de jato ou *jet fire*);
- $F_{\text{pool final}}$; (incêndio de charco ou *pool fire*);
- $F_{\text{flashfire final}}$ (inflamabilidade);
- $F_{\text{exp final}}$ (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 16 - Frequências finais dos fenómenos perigosos

Nº Evento	Evento	$P_{\text{FIREBALL final}}$	$P_{\text{JET final}}$	$P_{\text{CHARCO final}}$	$P_{\text{FLASHFIRE final}}$	$P_{\text{SOBREPRESSÃO final}}$
1	Rotura catastrófica do Digestor Primário D3	2,80E-08	0	0	5,95E-07	3,97E-07
2	Fuga de 100 mm no Digestor Primário D3	0	2,40E-07	0	3,53E-06	2,35E-06
3	Fuga de 10 mm no Digestor Primário D3	0	8,00E-07	0	1,18E-05	7,84E-06
4	Rotura total da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	0	4,34E-08	0	6,38E-07	4,25E-07
5	Fuga 10% do diâmetro da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	0	2,17E-07	0	3,19E-06	2,13E-06
6	Rotura catastrófica do Tanque T6	1,40E-08	0	0	1,48E-07	9,84E-08
7	Fuga de 100 mm no Tanque T6	0	6,00E-08	0	8,82E-07	5,88E-07
8	Fuga de 10 mm no Tanque T6	0	2,00E-07	0	2,94E-06	1,96E-06
9	Rotura catastrófica do Tanque T9	4,20E-08	0	0	4,43E-07	2,95E-07
10	Fuga de 100 mm no Tanque T9	0	1,80E-07	0	2,65E-06	1,76E-06
11	Fuga de 10 mm no Tanque T9	0	6,00E-07	0	8,82E-06	5,88E-06
12	Rotura catastrófica do Tanque T11	3,15E-08	0	0	1,45E-07	9,64E-08
13	Fuga de 100 mm no Tanque T11	0	6,00E-08	0	8,82E-07	5,88E-07
14	Fuga de 10 mm no Tanque T11	0	2,00E-07	0	2,94E-06	1,96E-06
15	Rotura total da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	0	7,20E-08	0	1,06E-06	7,06E-07
16	Fuga 10% do diâmetro da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	0	4,80E-07	0	7,06E-06	4,70E-06
17	Rotura total Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	0	8,00E-09	0	1,18E-07	7,84E-08
18	Fuga 10% do diâmetro da Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	0	4,00E-08	0	5,88E-07	3,92E-07
19	Rotura total Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	0	6,00E-09	0	8,82E-08	5,88E-08
20	Fuga 10% do diâmetro da Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	0	3,00E-08	0	4,41E-07	2,94E-07

Nº Evento	Evento	P _{FIREBALL} final	P _{JET} final	P _{CHARCO} final	P _{FLASHFIRE} final	P _{SOBREPRESSÃO} final
21	Rotura catastrófica do Gasómetro GH03	1,40E-08	0	0	1,48E-07	9,84E-08
22	Fuga de 100 mm no Gasómetro GH03	0	6,00E-08	0	8,82E-07	5,88E-07
23	Fuga de 10 mm no Gasómetro GH03	0	2,00E-07	0	2,94E-06	1,96E-06
24	Rotura total da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	0	4,40E-08	0	6,47E-07	4,31E-07
25	Fuga 10% do diâmetro da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	0	2,20E-07	0	3,23E-06	2,16E-06
26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano	0	3,50E-03	0	9,46E-03	6,31E-03
27	Fuga de 10% do diâmetro da mangueira de expedição de biometano	0	3,50E-02	0	9,46E-02	6,31E-02
28a	Rotura total numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	1,23E-07	0	0	2,62E-06	1,75E-06
28b	Fuga numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	0	1,94E-06	0	2,85E-05	1,90E-05

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 (sobrepessão);
- 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:

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

Na tabela seguinte apresenta-se a definição das zonas:

Tabela 17 - Definição dos valores limite de radiação térmica, sobrepressão, inflamabilidade e toxicidade

		Distância 1	Distância 2
Radiação Térmica	(kW/m²)	7	5
Sobrepessão	(bar)	0,14	0,05

		Distância 1	Distância 2
Toxicidade ⁸	(ppm)	AEGL-3	AEGL-2
Flash-fire	(%)	LFL/2	---

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 técnica⁹

Os cálculos realizados para os acidentes considerados foram realizados com o programa informático PHAST v. 9.1 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)/Fireball;
- Para a concentração de substância inflamável utilizou-se o LFL/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.
- 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.

⁸ 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)

⁹ *Purple Book – Committee for the Prevention of Disasters - The Netherlands. Guidelines for Quantitative Risk Assessment*, TNO e *Reference Manual Bevi Risk Assessment version 3.2*, 2009

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 REGAALENTEJO, foram consideradas nas modelações os seguintes dados de estabilidade e velocidade de vento:

Tabela 18 – Condições meteorológicas utilizadas nas modelações

CONDIÇÃO	Estabilidade atmosférica (Pasquill)	Velocidade do vento (m/s)	Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)
1	D	3.3	15,7	71
Fonte: Estação Meteorológica de Portalegre (número da estação: 571).				
1998-2024 - Para a caracterização do vento, no que respeita frequência, intensidade de ventos e classes de estabilidade; 1981-2010 - para a temperatura; 1971-2000 - para humidade do ar, uma vez que para o período mais recente não existem estes dados.				

- 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 modelações são os seguintes:

Tabela 19 -Critérios de definição dos tempos de fuga

Tipo de acidentes	Tempo máximo até isolamento da fuga	Justificação
Acidente de rotura catastrófica de reservatórios pressurizados, equipamentos de processo e roturas de quadros/ <i>trailers</i> de garrafas	até esvaziamento total (rotura instantânea)	Não se considera possível a interrupção da fuga. Uma vez que as consequências alcançam toda a superfície, são praticamente independentes da quantidade de produto libertado.
Fugas/Rotura de 100 mm e 10 mm em reservatórios pressurizados, equipamentos de processo	1 hora (3600 s)	De acordo com o “ <i>Formulário para o requerimento de Avaliação de Compatibilidade de Localização</i> ” da APA, considerar 3600 s. Sem possibilidade de interrupção do derrame.
Acidentes de fugas em tubagem	2 min (120 s)	Foi adotado um tempo de 120 segundos, uma vez que será implementado um sistema com elevada automação do processo com plataforma SCADA. O sistema de automação abrangerá todo o processo. As instalações serão equipadas com sistemas de controlo avançados que integram continuamente sensores, atuadores, algoritmos de controlo e plataformas SCADA, permitindo uma operação praticamente autónoma, com supervisão remota e

Tipo de acidentes	Tempo máximo até isolamento da fuga	Justificação
		apoio à decisão em tempo real. Todos os dados do processo são integrados num SCADA central que permitirá supervisão global e local.
Roturas em operações de expedição de biometano (rotura de mangueira flexível de carga)	120 segundos	Presença de operadores durante a operação de carga, perto das botoneiras de emergência e/ou válvulas de corte ¹⁰ .

2.5.4 Resultados dos cenários selecionados

Para avaliar as consequências resultantes 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 $\geq 10^{-06}$.
- Apêndice 3 – a representação gráfica (plantas à escala) dos alcances dos danos provocados pela radiação térmica (*jet fire*, *poolfire* e *fireball*), (níveis para $5,0 \text{ kW/m}^2$ e $7,0 \text{ kW/m}^2$), *flash-fire* (LFL/2) e explosão (níveis para 140 mbar e 50 mbar). Serão representados todos os cenários de acidentes, com probabilidade superior ou igual a 10^{-06} .

¹⁰ Critério obtido do capítulo 4.2.6. do *Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2* – Module C.

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel

Tabela 20 - Descrição dos parâmetros dos cenários de acidentes/eventos críticos

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Pressão rel. (bar)	Temperatura (°C)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m2)	Duração (s)
1	Rotura catastrófica do Digestor Primário D3	Digestor D3	Biogás	0,03	35	-	-	375	0	3600
2	Fuga de 100 mm no Digestor Primário D3	Digestor D3	Biogás	0,03	35	-	100	375	0	3600
3	Fuga de 10 mm no Digestor Primário D3	Digestor D3	Biogás	0,03	35	-	10	375	0	3600
4	Rotura total da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	Linha L12	Biogás	0,03	35	250	250	21,6	0	120
5	Fuga 10% do diâmetro da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	Linha L12	Biogás	0,03	35	250	25	21,6	0	120
6	Rotura catastrófica do Tanque T6	Tanque T6	Biogás	0,008	35	-	-	1739	0	3600
7	Fuga de 100 mm no Tanque T6	Tanque T6	Biogás	0,008	35	-	100	1739	0	3600
8	Fuga de 10 mm no Tanque T6	Tanque T6	Biogás	0,008	35	-	10	1739	0	3600
9	Rotura catastrófica do Tanque T9	Tanque T9	Biogás	0	35	-	-	3460	0	3600
10	Fuga de 100 mm no Tanque T9	Tanque T9	Biogás	0	35	-	100	3460	0	3600
11	Fuga de 10 mm no Tanque T9	Tanque T9	Biogás	0	35	-	10	3460	0	3600
12	Rotura catastrófica do Tanque T11	Tanque T11	Biogás	0	35	-	-	15429	0	3600
13	Fuga de 100 mm no Tanque T11	Tanque T11	Biogás	0	35	-	100	15429	0	3600

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Pressão rel. (bar)	Temperatura (°C)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m2)	Duração (s)
14	Fuga de 10 mm no Tanque T11	Tanque T11	Biogás	0	35	-	10	15429	0	3600
15	Rotura total da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	Linha L06	Biogás	0,003	35	125	125	7,2	0	120
16	Fuga 10% do diâmetro da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	Linha L06	Biogás	0,003	35	125	12,5	7,2	0	120
17	Rotura total Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	Linha L16	Biogás	0,01	35	160	160	12	0	120
18	Fuga 10% do diâmetro da Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	Linha L16	Biogás	0,01	35	160	16	12	0	120
19	Rotura total Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	Linha L17	Biogás	0,01	35	500	500	113	0	120
20	Fuga 10% do diâmetro da Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	Linha L17	Biogás	0,01	35	500	50	113	0	120
21	Rotura catastrófica do Gasómetro GH03	Gasómetro GH03	Biogás	0,01	35	-	-	9346	0	3600
22	Fuga de 100 mm no Gasómetro GH03	Gasómetro GH03	Biogás	0,01	35	-	100	9346	0	3600
23	Fuga de 10 mm no Gasómetro GH03	Gasómetro GH03	Biogás	0,01	35	-	10	9346	0	3600
24	Rotura total da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	Linha L21	Biogás	0,03	35	500	500	115	0	120
25	Fuga 10% do diâmetro da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	Linha L21	Biogás	0,03	35	500	50	115	0	120

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel

Nº Evento	Evento	Localização	Produto	Pressão rel. (bar)	Temperatura (°C)	Diâm. Tubagem (mm)	Diâm. Equiv. Orifício (mm)	Quant. máx. disp. (kg)	Área Bacia (m2)	Duração (s)
26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano	Mangueira Expedição	Biometano	250	15	12,7	12,7	38,4	1 500	120
27	Fuga de 10% do diâmetro da mangueira de expedição de biometano	Mangueira Expedição	Biometano	250	15	12,7	1,27	38,4	1 500	120
28a	Rotura total numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	Ilha de Enchimento Biometano	Biometano	250	15	-	-	58	1500	3600
28b	Fuga numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	Ilha de Enchimento Biometano	Biometano	250	15	15	15	638	1500	3600

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel

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

Tabela 21 - Resultados da modelação no programa PHAST

Nº	Evento Crítico	FireBall (m)		Jet Fire (m)		Pool Fire (m)		Flash Fire (m)	Explosão (m)	
		7 kW/m²	5 kW/m²	7 kW/m²	5 kW/m²	7 kW/m²	5 kW/m²	LFL/2	140 mbar	50 mbar
1	Rotura catastrófica do Digestor Primário D3	N.S.	N.S.	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.
2	Fuga de 100 mm no Digestor Primário D3	-	-	N.S.	N.S.	-	-	10	-	-
3	Fuga de 10 mm no Digestor Primário D3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Rotura total da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	-	-	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	N.S.	N.S.
5	Fuga 10% do diâmetro da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	-	-	-	-	-	-	3	-	-
6	Rotura catastrófica do Tanque T6	N.S.	N.S.	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.
7	Fuga de 100 mm no Tanque T6	-	-	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	-	-
8	Fuga de 10 mm no Tanque T6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Rotura catastrófica do Tanque T9	N.S.	N.S.	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.
10	Fuga de 100 mm no Tanque T9	-	-	N.S.	N.S.	-	-	6	-	-
11	Fuga de 10 mm no Tanque T9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Rotura catastrófica do Tanque T11	N.S.	N.S.	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.
13	Fuga de 100 mm no Tanque T11	-	-	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	-	-
14	Fuga de 10 mm no Tanque T11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Rotura total da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	-	-	N.S.	N.S.	-	-	5	-	-
16	Fuga 10% do diâmetro da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Rotura total Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	-	-	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	-	-

AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE DE LOCALIZAÇÃO

Unidade de Biometano de Sousel

Nº	Evento Crítico	FireBall (m)		Jet Fire (m)		Pool Fire (m)		Flash Fire (m)	Explosão (m)	
		7 kW/m²	5 kW/m²	7 kW/m²	5 kW/m²	7 kW/m²	5 kW/m²	LFL/2	140 mbar	50 mbar
18	Fuga 10% do diâmetro da Linha L16 entre a linha L15 e a caldeira H2302	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Rotura total Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	-	-	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	N.S.	N.S.
20	Fuga 10% do diâmetro da Linha L17 entre a linha L15 e o Gasómetro GH03	-	-	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	-	-
21	Rotura catastrófica do Gasómetro GH03	N.S.	N.S.	-	-	-	-	N.S.	N.S.	N.S.
22	Fuga de 100 mm no Gasómetro GH03	-	-	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	-	-
23	Fuga de 10 mm no Gasómetro GH03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	Rotura total da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	-	-	N.S.	N.S.	-	-	N.S.	N.S.	N.S.
25	Fuga 10% do diâmetro da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	-	-	N.S.	N.S.	-	-	7	-	-
26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano	-	-	10	10	-	-	9	27	37
27	Fuga de 10% do diâmetro da mangueira de expedição de biometano	-	-	3	4	-	-	-	-	-
28a	Rotura total numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	N.S.	N.S.	-	-	5	6	15	24	44
28b	Fuga numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	-	-	-	2	-	-	3	-	-

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 REGAALENTEJO, 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 da Unidade de Produção de Biometano de Sousel da REGAALENTEJO há a referir as seguintes, em termos de classificação com perigosidade para o ambiente:

- gasóleo;
- amoníaco anidro;
- agentes de lavagem (Kersia Force 7 ou equivalente);
- desinfetantes (Kersia Virobacter ou equivalente).

Destas substâncias nenhuma estará presente numa quantidade superior a 2% do limiar superior da categoria de perigo E1 (amoníaco e agentes de lavagem) e da categoria de perigo E2 (gasóleo e desinfetantes).

O armazenamento de gasóleo (numa quantidade muito inferior a <2% do limiar superior) será efetuado em reservatórios colocados em bacias de retenção devidamente impermeabilizadas que terão capacidade para conter um derrame de acordo com as exigências legais estabelecidas.

O amoníaco anidro encontra-se no interior das bombas de calor, com a função de refrigerante, não sendo expectável a ocorrência de fugas. Ainda assim, importa referir que as bombas de calor serão instaladas em salas dedicadas, que limitam a dispersão em caso de derrame, para além de que estas salas serão equipadas com detetores de amoníaco.

No que respeita aos agentes de lavagem e desinfetantes a quantidade presente será baixa. Estes produtos serão armazenados em recipientes de 200 litros e acondicionados em locais dedicados (Edifício C - Kersia Force 7 e Kersia Virobacter e nos edifícios D e E o Kersia Virobacter), o que limitará a dispersão do derrame.

As águas residuais resultantes da extinção de incêndio na sala do gerador serão contidas na bacia de retenção existente. Como se prevê que esta situação não seja muito frequente, o seu encaminhamento será realizado para operador de gestão de resíduos adequado através de recolha por camião-cisterna.

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 nas Representações Gráficas, do Apêndice 4. As distâncias de segurança, identificadas nas representações gráficas, identificam 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/m², sobrepressão/explosão de 140 mbar, inflamabilidade) e de ocorrência de efeitos irreversíveis na saúde humana (Distância 2 - definida pelo efeito radiação de 5 kW/m², sobrepressão/explosão de 50 mbar).

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

Tabela 22 - Resultados incluídos no Formulário de Proposta de Zonas de Perigosidade

N.º	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
1	2	Fuga de 100 mm no Digestor Primário D3	Inflamabilidade	Biogás	10	-
2	5	Fuga 10% do diâmetro da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	Inflamabilidade	Biogás	3	-
3	10	Fuga de 100 mm no Tanque T9	Inflamabilidade	Biogás	6	-
4	15	Rotura total da Linha L06 entre o tanque T11 para o soprador B5010	Inflamabilidade	Biogás	5	-
5	25	Fuga 10% do diâmetro da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	Inflamabilidade	Biogás	7	-
6	26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano	Incêndio Jato	Biometano	10	10
7	26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano	Inflamabilidade	Biometano	9	-
8	26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano	Sobrepessão	Biometano	27	37
9	27	Fuga de 10% do diâmetro da mangueira de expedição de biometano	Incêndio Jato	Biometano	3	4
10	28a	Rotura total numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	Inflamabilidade	Biometano	8	-
11	28b	Fuga numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	Incêndio Jato	Biometano	-	2

N.º	Evento Crítico	Cenário	Tipo de Fenómeno	Substância perigosa	Distância 1 (m)	Distância 2 (m)
12	28b	Fuga numa secção de 12 garrafas de biometano do camião de expedição	Inflamabilidade	Biometano	3	-

Dos 29 eventos críticos identificados e avaliados, resultaram 12 cenários de acidentes (*jet fire*, *flashfire*, explosão) 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 27 metros e 37 metros, respetivamente. Estas distâncias referem-se ao evento nº 26 - Rotura total da mangueira de expedição de biometano referente à sobrepressão. Analisando os resultados e a planta com a definição das Zonas de Perigosidade há ainda a referir que para além deste cenário existem outros cenários que definem as zonas de perigosidade. Assim, teremos os seguintes cenários de acidente a definir as zonas de perigosidade:

Tabela 23 - 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
2	Fuga de 100 mm no Digestor Primário D3	FlashFire	Biogás	10	-	APA_E1
5	Fuga 10% do diâmetro da Linha L12 entre o Digestor D3 para a linha L14	FlashFire	Biogás	3	-	APA_E3
25	Fuga 10% do diâmetro da Linha L21 entre o Scrubber C5201 e secador D5300	FlashFire	Biogás	7	-	APA_E5
26	Rotura total da mangueira de expedição de biometano	Sobrepressão	Biometano	27	37	APA_E6

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

4 Caracterização da vulnerabilidade da envolvente

4.1 Elementos construídos

4.1.1 Localização e envolvente

A Unidade de Biometano de Sousel será implementada no concelho e freguesia de Sousel (a oeste das instalações do Pasto Alentejano e a Norte da EN372), ocupando uma área vedada de aproximadamente 4,15 ha (Figuras 14 e 15 e ainda a Tabela 24). A ligação ao estabelecimento realiza-se por uma estrada perpendicular à estrada nacional 372.

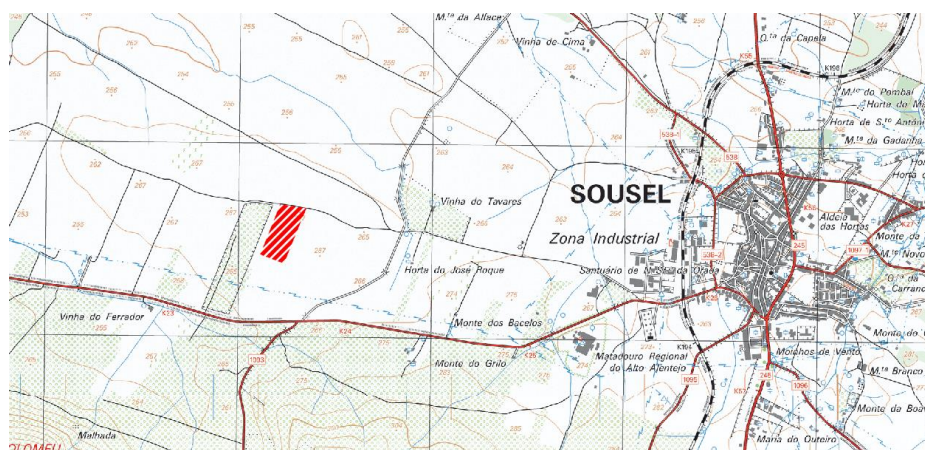


Figura 14 - Localização da área vedada (retângulo vermelho) da Unidade de Biometano de Sousel

As coordenadas geográficas da Fábrica de Biometano são as seguintes:

Tabela 24-Vértices da área vedada da Unidade de Biometano de Sousel

Vértice	Latitude (graus decimais no sistema WGS84)	Longitude (graus decimais no sistema WGS84)
1	38.9559420	-7.7049591
2	38.9557411	-7.7033937
3	38.9536524	-7.7061731
4	38.9531771	-7.7047730

4.1.1.1 Caracterização dos elementos de uso sensível construídos na envolvente

Nas imediações da instalação de Biometano da REGA ALENTEJO encontra-se uma pequena zona industrial. Ainda assim, perto da mesma encontram-se algumas habitações sendo que num raio de 2 km da envolvente do estabelecimento, destacam-se os seguintes elementos construídos:

- Unidades Comerciais das quais se destacam: Turquesomania Unip Lda, AMG Brás, MM Cafés e Forno do Monte Unipessoal Lda;
- Unidades Industriais: Docinhos de Souzel, MATSEL – Matadouro Regional do Alto Alentejo S.A., Pragosa Indústria Extrativa S.A., Rayner Biomaterials, Pasto Alentejano - Distribuição

Lda, Manuel José Velez Carujo & Filhos.Lda, Monte do Ganhão, Lda. (Pasto Alentejano), Retiform;

- Área habitacional, sendo a mesma localizada a cerca de 1500 metros da instalação.

Tal como referido anteriormente, a maior parte dos elementos construídos encontra-se na zona industrial de Sousel, a Oeste da vila.

4.1.1.2 Vias de comunicação

O único acesso do estabelecimento da Biometano da REGAALENTEJO é rodoviário, por uma via de circulação a Sudeste do estabelecimento que irá conectar com a estrada nacional EN372.

À entrada da Unidade de Produção de Biometano da REGAALENTEJO existirá um posto de vigilância e controlo, que condicionará o acesso a viaturas à instalação.

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 REGAALENTEJO são os seguintes:

Tabela 25 - Elementos de uso dedicado ao socorro da população em caso de acidente grave

Entidade	Distância aproximada ao estabelecimento (km)	Tempo aproximado de chegada ao estabelecimento (min)
Bombeiros Voluntários de Sousel	3	5
GNR - Posto Territorial de Veios	17.2	20
Centro de saúde de Sousel	2,8	5
Hospital do Espírito Santo de Évora	46	50

4.2 Recetores ambientalmente sensíveis

Conforme a Planta de Condicionantes do PDM de Sousel apresentada no Apêndice 1 a zona de implantação do estabelecimento não ocupa nenhum lugar classificado como sensível.

4.3 Usos, classificações e qualificações do solo

De acordo com as plantas de Ordenamento do PDM de Sousel (Apêndice 1) o estabelecimento localiza-se em solo classificado como: “Área Agrícola Preferencial” e “Outras Áreas Agrícolas”.

Na planta de Condicionantes verificam-se que nos arredores do estabelecimento existem “Reservas Agrícolas Nacionais”, “Rede Rodoviária”, “Rede Elétrica – MT” e “Montado de Azinho”.

4.4 Carta da envolvente

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

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

5. Conclusão

A nova instalação de Produção de Biometano da REGA ALENTEJO será implantada num terreno perto da zona industrial de Sousel.

De acordo com a avaliação de consequências dos eventos significativos, o alcance das Zonas de Perigosidade deste projeto são 27 metros para o limiar de ocorrência de letalidade e 37 metros para o limiar de possibilidade de efeitos irreversíveis sobre a saúde humana. Ambas as distâncias são referentes ao evento nº 26 - Rotura total da mangueira de expedição de biometano relativas ao efeito de sobrepressão, que poderão ultrapassar o limite oeste do estabelecimento, não afetando, contudo, qualquer elemento sensível na envolvente. Além deste cenário existem outros que definem a primeira zona de perigosidade (efeitos letais), conforme tabela apresentada no capítulo 3, que não ultrapassam o limite do estabelecimento e, por conseguinte, não afetarão qualquer elemento sensível na envolvente.

Em termos ambientais, considera-se que o derrame das substâncias perigosas presentes na instalação (gasóleo, o amoníaco anidro, agentes de lavagem e desinfetantes) não terá um impacto significativo devido às pequenas quantidades presentes na instalação, o que limita a possível dispersão destes produtos, para além de que o amoníaco se encontrará no interior da bomba de calor existente em sala dedicada, e as demais substâncias terão bacias de retenção com capacidade de armazenamento adequada.

Em casos de cenários de incêndio com produção de águas potencialmente contaminada ou derrame accidental, a rede de drenagem irá impedir a junção do efluente de combate a incêndio com o efluente pluvial ou transbordo para a via pública. Existirão ainda as águas e espumas de combate a incêndio produzidas que serão encaminhadas pela rede de águas residuais industriais para o exterior da instalação.

As águas residuais resultantes da extinção de incêndio serão contidas na bacia de retenção existente sob o compartimento do reservatório de combustível e, posteriormente serão recolhidas por camião-cisterna por um operador de gestão de resíduos.

No presente projeto, existe cenários que irão ultrapassar os limites do estabelecimento, contudo, nenhum dos cenários irá afetar populações. Sendo então que, se conclui, que a instalação em projeto, relativa a uma Unidade de Produção de Biometano em Sousel é compatível com a sua localização, nomeadamente com os elementos construídos de uso sensível e com os usos do solo definidos no PDM em vigor, para a envolvente.