



REGA Energy, S.A (REGAALENTEJO UNIPessoal, LDA.)

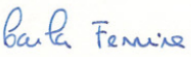
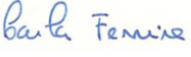
Relatório n.º 0772.25/RGT_rev.2 de 10-07-2025

Proposta n.º P0337/25



Dimensionamento de chaminés

RELATÓRIO N.º 0772.25/RGT_rev.2

Nº revisão	Data	Descrição	Execução Técnica	Aprovação
0	20-05-2025	Elaboração do dimensionamento de chaminés	(Mafalda Mota)	 (Carla Ferreira)
1	30/06/2025	Alteração do n.º interno da FF3 para FF5 e caudais nominais de projeto das FF	(Mafalda Mota)	 (Carla Ferreira)
2	10/07/2025	Revisão tabela 2 a respeito dos poluentes expetáveis das FF	(Mafalda Mota)	 (Carla Ferreira)

RELATÓRIO N.º 0772.25/RGT_rev.2

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	4
2. ENQUADRAMENTO	4
3. DEFINIÇÕES	4
4. METODOLOGIA	5
4.1. <i>Determinação de Hp.....</i>	<i>5</i>
4.2. <i>Determinação de Hc</i>	<i>7</i>
4.2.1. <i>Identificação dos obstáculos próximos</i>	<i>7</i>
4.2.2. <i>Determinação de Hc</i>	<i>8</i>
4.3. <i>Determinação de H.....</i>	<i>9</i>
4.4. <i>Determinação da velocidade de escoamento</i>	<i>9</i>
4.5. <i>Determinação da localização da secção de amostragem.....</i>	<i>9</i>
4.6. <i>Determinação das características das tomas de amostragem</i>	<i>10</i>
5. RESULTADOS.....	12
5.1. <i>Caracterização das fontes de emissão</i>	<i>12</i>
5.2. <i>Determinação de Hp.....</i>	<i>14</i>
5.3. <i>Correção de Hp devido à influência de outras chaminés existentes na mesma instalação</i>	<i>16</i>
5.4. <i>Determinação de Hc</i>	<i>17</i>
5.5. <i>Determinação de H.....</i>	<i>21</i>
5.6. <i>Determinação da velocidade de escoamento</i>	<i>22</i>
5.7. <i>Determinação da localização da secção de amostragem</i>	<i>22</i>
5.8. <i>Características das tomas de amostragem</i>	<i>23</i>
5.9. <i>Outras características das chaminés.....</i>	<i>23</i>
5.10. <i>Esquema das chaminés</i>	<i>24</i>
6. CONCLUSÕES	25

1. Introdução

Este relatório tem como objetivo a apresentação do valor da altura mínima das três (3) chaminés a instalar no projeto Unidade de Biometano de Sousel da empresa REGA Energy, S.A (REGA Alentejo Unipessoal, Lda.) que devem satisfazer, de acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, na sua atual redação e, com base na metodologia descrita no anexo I da Portaria n.º 190-A/2018, de 2 de julho.

Pretende-se também efetuar a determinação das características das tomas/orifícios das referidas chaminés, conforme a NP 2167:2007.

2. Enquadramento

O Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, estabelece o regime de prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera. Desta forma, este diploma define as normas de descarga de poluentes para a atmosfera, a altura mínima das chaminés e os parâmetros que determinam a altura adequada e as normas relativas à construção de chaminés.

Através da Portaria n.º 190-A/2018, de 2 de julho, o referido Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, estipula as regras para o cálculo da altura de chaminés e define as situações em que devem, para esse efeito, ser realizados estudos de dispersão de poluentes atmosféricos.

Por outro lado, a NP 2167:2007 estabelece e uniformiza as condições que uma chaminé deve satisfazer, no que diz respeito à secção de amostragem e respetiva plataforma, quando necessária.

3. Definições

Caudal mássico – a quantidade emitida de um poluente atmosférico, expressa em unidades de massa por unidade de tempo.

Chaminé - o órgão de direcionamento ou controlo da exaustão dos efluentes gasosos através do qual se faz a sua descarga para a atmosfera;

Conduta - o órgão de direcionamento ou controlo de efluentes gasosos de uma fonte de emissão através do qual se faz o seu confinamento e transporte para uma chaminé;

Efluente gasoso - o fluxo de poluentes atmosféricos sob a forma de gases, partículas ou aerossóis;

Emissão - a descarga na atmosfera de substâncias provenientes de fontes pontuais ou difusas com origem numa instalação;

Fonte de emissão - o ponto de origem de uma emissão;

Fonte pontual - o ponto de origem de uma emissão efetuada de forma confinada através de uma chaminé;

Instalação - uma unidade técnica onde são desenvolvidas uma ou mais atividades, bem como quaisquer outras atividades diretamente associadas que tenham uma relação técnica com as atividades exercidas no local e que possam ter efeitos sobre as emissões e a poluição;

Instalação de combustão - um equipamento técnico em que sejam oxidados produtos combustíveis;

Obstáculo - qualquer estrutura física que possa interferir nas condições de dispersão normal dos poluentes atmosféricos;

Plano de amostragem (ou secção de amostragem) – plano normal à linha central da conduta na posição de amostragem;

Poluente - qualquer substância presente no ar ambiente que possa ter efeitos nocivos na saúde humana e ou no ambiente;

Ponto de amostragem – posição específica numa linha de amostragem na qual a amostra é extraída;

Toma (orifício) de amostragem – abertura na conduta através da qual é introduzida a sonda de amostragem.

4. Metodologia

Apresenta-se a seguir a metodologia usada no dimensionamento das chaminés, de acordo com o disposto no Anexo I da Portaria n.º 190-A/2018, de 2 de julho e de acordo com a NP 2167:2007.

4.1. Determinação de H_p

Determinação de H_p nas condições de emissão do efluente gasoso

A altura mínima da chaminé a dimensionar H_p , medida a partir do solo, é calculada com base nas condições de emissão dos efluentes gasosos, de acordo com as equações apresentadas a seguir.

$$h_p = \sqrt{S} \times \left(\frac{1}{Q \times \Delta T} \right)^{\frac{1}{6}} \quad (1) \quad \text{com} \quad S = \frac{F \times q}{C} \quad (2)$$

Sendo:

Q - o caudal volúmico dos gases emitidos, expresso em metros cúbicos por hora e calculado à temperatura de saída para a atmosfera, funcionando a instalação à potência nominal;

ΔT - a diferença entre a temperatura dos gases emitidos, medida à saída da chaminé, e a temperatura média anual típica da região onde se localiza a chaminé, expressa em Kelvin. Quando $\Delta T \leq 50$, considera-se $\Delta T = 50$ para o cálculo de H_p ;

F - o coeficiente de correção ($F = 340$ para gases e $F = 680$ para partículas);

q - o caudal mássico máximo passível de emissão do poluente considerado, expresso em quilograma por hora;

C - a diferença entre C_R e C_F , expressa em miligramas por metro cúbico, normalizada à temperatura de 293 K e à pressão de 101,3 kPa:

$$C = C_R - C_F \quad (3)$$

Sendo:

C_R - a concentração de referência, cujos valores a utilizar são os apresentados na tabela 1;

C_F - a média anual da concentração do poluente considerado, medida no local. Na ausência de dados de avaliação da qualidade do ar para essa região, devem usar-se os valores apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Valores de C_R e C_F .

Poluente	C_R (mg.m ³)	C_F (mg.m ³)	
		Zona rural	Zona urbana/industrial
Partículas	0,150	0,030	0,050
NO _x	0,140	0,020	0,040
SO ₂	0,100	0,015	0,030

Sempre que se verifique a emissão de mais de um poluente determinam-se os valores de S para cada um dos poluentes presentes no efluente. A altura de H_p será determinada tomando o maior valor de S obtido.

Nos casos em que não sejam fixados valores de C_R para algum dos poluentes emitidos pela chaminé, não sendo possível determinar o parâmetro C , considera-se H_p igual a 10 m.

Correção de H_p devido à influência de outras chaminés existentes na mesma instalação

Se numa instalação existirem outras chaminés, para além daquela que se pretende dimensionar, e que emitam os mesmos poluentes, é necessário verificar a dependência entre chaminés.

Portanto, sendo a altura das duas chaminés (i) e (j), respetivamente h_i e h_j , calculadas de acordo com a equação (1), serão consideradas dependentes se se verificar em simultâneo as três seguintes condições:

$$\text{i. } d < h_i + h_j + 10 \text{ (em metros), sendo } d \text{ a distância entre os eixos das duas chaminés} \quad (4)$$

$$\text{ii. } h_i > h_j / 2; \quad (5)$$

$$\text{iii. } h_j > h_i / 2 \quad (6)$$

No caso de haver dependência com chaminés existentes, considera-se a altura real das mesmas.

Posteriormente, caso se verifique dependência, determina-se $H_{p\text{corrigido}}$. Então, o valor de H_p da chaminé que se pretende calcular (h_i) deverá ser determinado considerando o caudal mássico total ($q_i + q_j$) e o caudal volúmico total ($Q_i + Q_j$) dos gases emitidos pelas fontes dependentes, aplicando-se de novo a equação (1).

4.2. Determinação de H_c

4.2.1. Identificação dos obstáculos próximos

É considerado *obstáculo próximo* qualquer obstáculo situado na *vizinhança* da fonte de emissão (considerada como a área circundante à fonte de emissão, num raio de 300 m), incluindo o edifício de implantação da chaminé) e que obedeça, simultaneamente, às seguintes condições:

$$h_o \geq \frac{D}{5} \quad (7) \quad \text{e} \quad L \geq 1 + \frac{14D}{300} \quad (8)$$

Sendo:

H_o - a altura do obstáculo, em metros, medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé, de acordo com os esquemas da figura 1;

D - a distância, expressa em metros, medida na horizontal, entre a fonte de emissão e o ponto mais elevado do obstáculo;

L - a largura do obstáculo, expressa em metros.

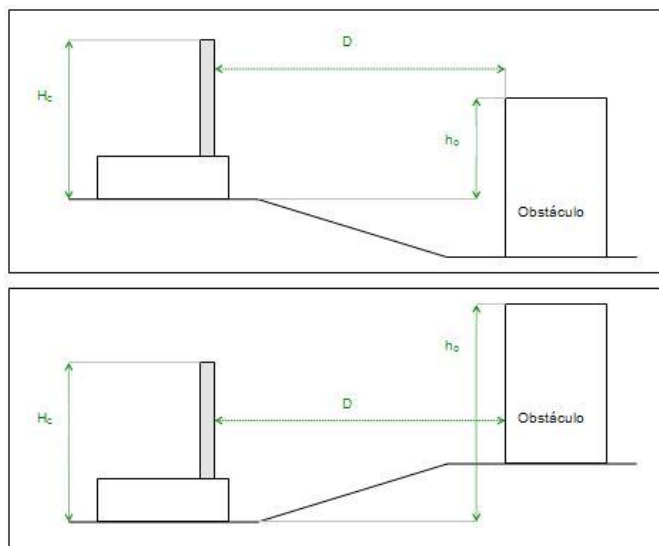


Figura 1 – Esquema ilustrativo do modo como devem ser consideradas as variáveis H_c , D e h_0 .

4.2.2. Determinação de H_c

Se na vizinhança de uma determinada chaminé existirem *obstáculos próximos*, a altura mínima da chaminé a dimensionar, H_c , deve ser calculada do seguinte modo:

$$H_c = h_0 + 3 - \frac{2 \times D}{5 \times h_0} \quad (9)$$

Sendo:

H_c - a altura mínima da chaminé a dimensionar, expressa em metros e medida a partir do solo, corrigida devido à presença de obstáculos próximos;

D - a distância, em metros, medida na horizontal, entre a fonte de emissão e o ponto mais elevado do obstáculo;

h_0 - a altura do obstáculo, em metros, medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé, de acordo com os esquemas da figura 1.

4.3. Determinação de H

O valor de H , altura a considerar para uma chaminé, expressa em metros, é obtido considerando o maior valor entre H_p e H_c .

$$H = \max(H_p; H_c) = \max\left\{\sqrt{\frac{F \times q}{C}} \times \left(\frac{1}{Q \times \Delta T}\right)^{\frac{1}{6}}; h_0 + 3 - \frac{2D}{5h_0}\right\} \quad (10)$$

No entanto, deve-se garantir que a diferença de cotas entre o topo de qualquer chaminé e a mais elevada das cumeeiras dos telhados do edifício em que está implantada não seja inferior a 3 m.

4.4. Determinação da velocidade de escoamento

De acordo com o disposto no n.º 2 do artigo 26.º do Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, sempre que tecnicamente viável, a velocidade de saída dos gases, em regime de funcionamento normal da instalação, deve ser, pelo menos, 6 m/s, se o caudal ultrapassar 5000 m³/h, ou 4m/s, se o caudal for inferior ou igual a 5000 m³/h.

De forma a garantir/verificar o cumprimento dos valores referidos, deve-se determinar o valor da velocidade de escoamento, com base na fórmula seguinte:

$$v = \frac{Q}{\pi r^2} \quad (11)$$

Sendo:

v – a velocidade do escoamento, em regime de funcionamento normal da instalação;

Q - o caudal volúmico dos gases emitidos, em regime de funcionamento normal;

r – raio da chaminé.

4.5. Determinação da localização da secção de amostragem

A localização da secção de amostragem (ver figura 2) é determinada com base nos seguintes requisitos:

- O plano de amostragem deve ser localizado numa extensão longitudinal de uma conduta reta (de preferência vertical) com forma e área de secção transversal constantes;
- Sempre que possível, o plano de amostragem deve ficar, a montante e a jusante, o mais afastado possível de qualquer perturbação ao escoamento (curvas, ventiladores, etc.);

- As secções de conduta devem ter, pelo menos, 5 diâmetros hidráulicos de conduta reta a montante e 2 diâmetros hidráulicos a jusante (5 diâmetros hidráulicos no caso do topo de uma chaminé).

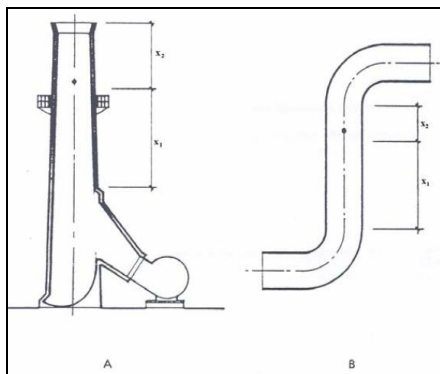


Figura 2 - Localização da secção de amostragem (x_1 = distância a montante e x_2 = distância a jusante da secção de amostragem), conforme NP 2167:2007

4.6. Determinação das características das tomas de amostragem

As tomas/orifícios de amostragem têm como objetivo facilitar o acesso da sonda de recolha de amostras aos pontos de amostragem seleccionados e devem possuir as seguintes características (ver figura 3):

- Ter um diâmetro mínimo (d_1) de 125 mm ou uma área superficial de 100 mm x 250 mm, exceto em pequenas condutas (diâmetro inferior a 0,7 m) para as quais o tamanho da toma pode ser menor;
- Estar equipadas com flanges exteriores, situadas a uma distância (x_4) de 100 mm da parede da chaminé e com o diâmetro interno igual ao da toma respetiva.
- Possuir sistema de fecho, consistindo numa flange cega unida á flange do tubo por meio de parafusos e porcas e possuindo um diâmetro superior ao diâmetro exterior da secção de aberto;
- Os eixos longitudinais das tomas de amostragem devem intercalar perpendicularmente o eixo da chaminé.

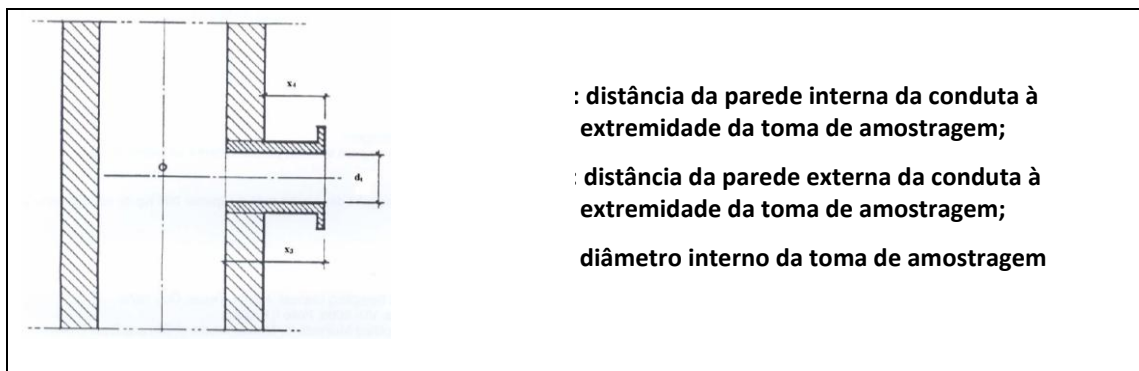


Figura 3 - Localização da secção de amostragem.

No que diz respeito ao número de tomas de amostragem deve-se considerar o seguinte:

- 1 toma para condutas circulares com diâmetro interno $\leq 0,35$ m;
- 2 tomas, no mínimo, para condutas circulares com diâmetro interno $> 0,35$ m, desfasadas de 90°;
- 4 tomas, no mínimo, para condutas circulares com (diâmetro interno + x_3) $\geq 3,00$ m, desfasadas de 90°.

5. Resultados

5.1. Caracterização das fontes de emissão

No presente estudo proceder-se-á ao dimensionamento de três (3) fontes de emissão a instalar no projeto Unidade de Biometano de Sousel da empresa REGA Energy, S.A (REGA Alentejo Unipessoal, Lda.).

Na tabela seguinte apresenta-se a descrição das fontes em estudo.

Tabela 2 - Descrição das fontes de efluentes gasosos.

Fontes de emissão	Descrição da Fonte
FF1 Caldeira	N.º Cadastro: - Função: Extração do efluente gasoso proveniente da caldeira Combustível: Bicombustível (1.º arranque a gasóleo, restante funcionamento a biometano). Funcionamento: Esporádico Sistema de tratamento: - Altura da chaminé associada: - Poluentes expectáveis: NOx, SO ₂ , CO ₂ , N ₂
FF2 Tocha J1	N.º Cadastro: - Função: Efluente gasoso proveniente da queima do gás excedente produzido ou de falha nos consumidores de gás do processo (Scrubber, BUP ou compressor de biometano). Combustível: - Funcionamento: Esporádico Sistema de tratamento: - Altura da chaminé associada: - Poluentes expectáveis: NOx, SO ₂ , CO ₂ , N ₂
FF5 Sistema de Desodorização	N.º Cadastro: - Função: Sistema de tratamento dos odores dos edifícios A e B e, dos tanques T1, T4, T5, T7 e T8. Combustível: Funcionamento: Contínuo Sistema de tratamento: Sistema ColdOx (reatores de ultravioletas e filtros de carvão ativado) Altura da chaminé associada: - Poluentes expectáveis: PTS, NH ₃

A localização das fontes a instalar é apresentada na figura seguinte, a amarelo.

A sua localização teve em conta o layout do projeto disponibilizado pela empresa, correspondente à área delimitada a verde na figura 4.



Figura 4 - Localização das fontes de emissão (fonte: Google earth).

Na tabela 3 apresenta-se a caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes gasosos emitidos pelas referidas fontes e os Valores Limite de Emissão (VLE), previstos na legislação em vigor.

Para as fontes em estudo o valor de q refere-se ao caudal mássico máximo passível de emissão, ou seja, o caudal correspondente a concentrações iguais às dos Valores Limite de Emissão aplicáveis e à capacidade de funcionamento nominal da fonte. O valor de $T_{emissão}$ foi indicado pela empresa atendendo às condições de funcionamento nominal e indicativo pelos fornecedores dos equipamentos.

Tabela 3 – Caracterização dos efluentes gasosos emitidos pelas fontes existentes.

N.º cadastro	Fontes de emissão	VLE PTS (mg/Nm³)	q PTS (kg/h)	VLE NO_x (mg/Nm³)	q NO_x (kg/h)	VLE SO_2 (mg/Nm³)	q SO_2 (kg/h)	Q (m³/h)	Q (Nm³/h)	$T_{emissão}$ (°C)
-	FF1 Caldeira	-	-	200	0,07	100	0,03	4767	2488	250
-	FF2 Tocha J1	-	-	200	0,66	100	0,33	188260	45766	850
-	FF5 Sistema de Desodorização	5	0,28	-	-	-	-	62712	56503	30

5.2. Determinação de H_p

No caso de fontes em que é expectável a emissão de Partículas (PTS), NO_x ou SO_2 , o cálculo de H_p é realizado com base nos dados apresentados na tabela seguinte.

Tabela 4 – Dados de entrada utilizados para o cálculo de H_p , no caso de fontes em que é expectável a emissão de Partículas, NO_x ou SO_2 .

Nº Cadastro	Fontes de emissão	Poluente	q (kg/h)	F	CR (mg/m³)	Zona	CF (mg/m³)	C (mg/m³)	S	Q (m³/h)	$T_{emissão}$ (°C)	$T_{região}^*$ (°C)	ΔT (K)	ΔT corrigido (K)	H_p (m)
-	FF1 Caldeira	NO_x	0,07	340	0,140	Urbana / Industrial	0,040	0,100	227,5	1560	1000	15,2	984,8	984,8	1,4
		SO_2	0,03	340	0,100		0,030	0,070	162,5						1,2
-	FF2 Tocha J1	NO_x	0,66	340	0,140	Urbana / Industrial	0,040	0,100	2243,9	13574	850	15,2	834,8	834,8	3,2
		SO_2	0,33	340	0,100		0,030	0,070	1602,8						2,7
-	FF5 Sistema de Desodorização	PTS	0,28	680	0,150	Urbana / Industrial	0,050	0,100	1921,1	62712	30,0	15,2	14,8	50,0	3,6

(*) A temperatura média anual típica da região de implantação da chaminé (15,2 °C), necessária para calcular ΔT , foi obtida a partir de normais climatológicas (1971-2000) da região de Portalegre (os dados utilizados foram obtidos no *site* do Instituto Português do Mar e da Atmosfera <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/>).

Portanto, com base nos resultados da tabela anterior, determina-se o valor de H_p , que corresponde ao máximo valor de H_p obtido para a fonte de emissão.

Sempre que o valor máximo calculado de H_p é inferior a 10 m, considera-se um H_p de 10 m, de forma a garantir o cumprimento do disposto no n.º 6 do artigo 26.º do Decreto-lei n.º 39/2018.

O resultado final de H_p é apresentado na tabela seguinte.

Tabela 5 - Valores de H_p determinados

N.º cadastro	Fontes de Emissão	H_p (m)
-	FF1 Caldeira	10,0
-	FF2 Tocha J1	10,0
-	FF5 Sistema de Desodorização	10,0

5.3. Correção de H_p devido à influência de outras chaminés existentes na mesma instalação

Considerando os valores de H_p determinados no ponto anterior e sabendo as distâncias d (tabela 6), medidas na horizontal, entre os eixos das chaminés, determinou-se a dependência entre estas (tabela 7).

Tabela 6 - Valores da distância entre chaminés, em metro.

Fontes de emissão	FF1 Caldeira	FF2 Tocha J1	FF5 Sistema de Desodorização
FF1 Caldeira		67	136
FF2 Tocha J1			176
FF5 Sistema de Desodorização			

Tabela 7 - Dependência entre chaminés

Fontes de emissão	FF1 Caldeira	FF2 Tocha J1	FF5 Sistema de Desodorização
FF1 Caldeira		Não Dependente	Não Dependente
FF2 Tocha J1			Não Dependente
FF5 Sistema de Desodorização			

Apesar de se verificar que as fontes de emissão FF1 e FF2 emitem os mesmos poluentes (NO_x , SO_2), estas fontes não apresentam dependência entre si, pelo que não será realizada qualquer correção ao valor de H_p .

Os resultados finais de $H_{p\text{corrigido}}$ são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 8 - Valores de H_p corrigidos

N.º cadastro	Fontes de Emissão	$H_{p\text{corrigido}}$ (m)
-	FF1 Caldeira	0,0
-	FF2 Tocha J1	0,0
-	FF5 Sistema de Desodorização	0,0

5.4. Determinação de H_c

Na figura seguinte foi delimitada a vizinhança das fontes de emissão, correspondente às áreas circundantes num raio de 300 metros. As estruturas que possam ser consideradas obstáculos próximos e que podem influenciar a dispersão dos gases emitidos pelas fontes em estudo estão representadas a lilás (p.ex. edifícios industriais e equipamentos técnicos), cujas dimensões são apresentadas na tabela seguinte.

Igualmente, foram considerados todos os edifícios e equipamentos técnicos a instalar com o projeto (localizados na área representada a verde, figura 5), de acordo com a informação enviada pela empresa (Layout Sousel - ficheiro dwg) e memória descritiva das fontes, pelo documento A01-RE-LPE-

000-000-PRO-DES-0002_A, permitindo determinar a influência destes com as fontes de emissão e, respetivas dimensões e distâncias (tabela 9).

Na determinação dos obstáculos próximos considerou-se o cenário mais gravoso para o cálculo da altura da chaminé, isto é, a distância mais próxima, altura e largura mais elevada (do edifício ou conjunto de edifícios).

As fontes de emissão em estudo são apresentadas a amarelo.

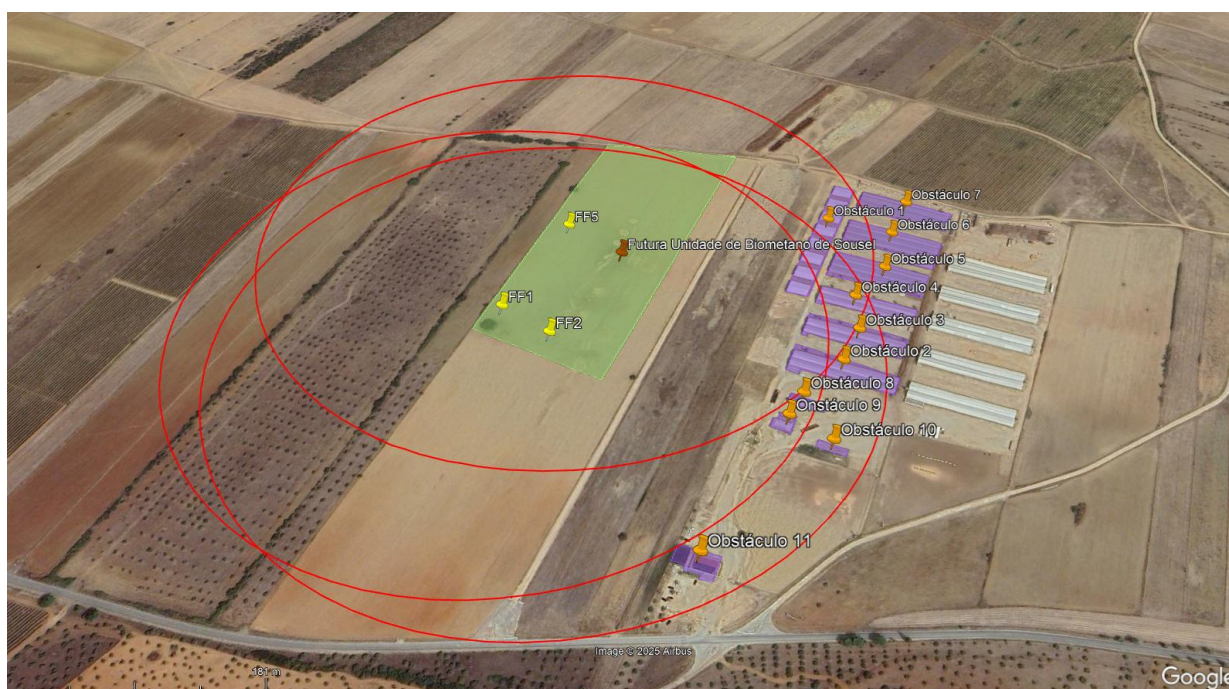


Figura 5 - Vizinhança das fontes de emissão num raio de 300 m (fonte: Google earth)

Tabela 9 - Dimensão dos obstáculos na vizinhança das chaminés.

Fonte de emissão		Caraterísticas do obstáculo				Obstáculos situados na vizinhança?		
N.º cadastro	Designação da fonte	Designação	Largura L (m)	Distância D (m)	Altura (m)	h0 ≥ D/5?	L ≥ 1+14D/300?	Obstáculo próximo?
-	FF1 Caldeira	Obstáculo E	35,3	116,1	15,5	Não	Sim	Não
		Obstáculo F-G-H	66,4	87,6	13,5	Não	Sim	Não
		Obstáculo L	6,0	0,0	2,4	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo N	16,2	80,8	5,3	Não	Sim	Não
		Obstáculo D1 - Depósito	25,2	143,2	21,7	Não	Sim	Não
		Obstáculo D3 - Depósito	25,2	154,7	21,7	Não	Sim	Não
		Obstáculo GH03	32,6	23,2	16,8	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo LP	9,2	44,4	11,6	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo T1-T7-T8	32,2	34,6	3,6	Não	Sim	Não
		Obstáculo T2	25,2	172,8	12,1	Não	Sim	Não
		Obstáculo T3	40,7	199,3	16,1	Não	Sim	Não
		Obstáculo T6	25,2	152,2	15,1	Não	Sim	Não
		Obstáculo T9	40,7	220,6	16,1	Não	Sim	Não
		Obstáculo 1	176	268	6	Não	Sim	Não
		Obstáculo 2	93	266	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 3	91	276	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 4	91	294	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 8	30	275	6	Não	Sim	Não
		Obstáculo 9	19	272	6	Não	Sim	Não
		Obstáculo T10	40,7	267	16	Não	Sim	Não
		Obstáculo T11	40,7	246	16	Não	Sim	Não
		Obstáculo D2 - Depósito	25,2	185	22	Não	Sim	Não
		Obstáculo D4 - Depósito	25,2	181	22	Não	Sim	Não
-	FF2 Tocha J1	Obstáculo B	29,7	65,4	5,5	Não	Sim	Não
		Obstáculo C-D1 - Edifício	37,9	61,4	10,0	Não	Sim	Não
		Obstáculo D2 - Edifício	29,7	66,3	5,5	Não	Sim	Não
		Obstáculo E	35,3	122,7	15,5	Não	Sim	Não
		Obstáculo F-G-H	66,4	121,6	13,5	Não	Sim	Não
		Obstáculo N	16,2	23,8	5,3	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo D1 - Depósito	25,2	165,4	21,7	Não	Sim	Não
		Obstáculo D3 - Depósito	25,2	165,9	21,7	Não	Sim	Não
		Obstáculo GH03	32,6	17,6	16,8	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo LP	9,2	25,4	11,6	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo T1-T7-T8	32,2	68,3	3,6	Não	Sim	Não
		Obstáculo T3	40,7	230,2	16,1	Não	Sim	Não
		Obstáculo T6	25,2	184,5	15,1	Não	Sim	Não
		Obstáculo T9	40,7	241,7	16,1	Não	Sim	Não
		Obstáculo 1	176	232	6	Não	Sim	Não
		Obstáculo 2	93	217	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 3	91	234	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 4	91	256	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 5	91	281	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 8	30	221	6	Não	Sim	Não
		Obstáculo 9	19	217	6	Não	Sim	Não
		Obstáculo 10	25	259	6	Não	Sim	Não
		Obstáculo 11	34	253	8	Não	Sim	Não
		Obstáculo T10	40,7	288	16	Não	Sim	Não
		Obstáculo T11	40,7	277	16	Não	Sim	Não
		Obstáculo D2 - Depósito	25,2	200	22	Não	Sim	Não
		Obstáculo D4 - Depósito	25,2	204	22	Não	Sim	Não

Fonte de emissão		Caraterísticas do obstáculo				Obstáculos situados na vizinhança?		
N.º cadastro	Designação da fonte	Designação	Largura L (m)	Distância D (m)	Altura (m)	$h_0 \geq D/5$?	$L \geq 1+14D/30$?	Obstáculo próximo?
-	FF5 Sistema de Desodorização	Obstáculo GH03	32,6	140,0	16,8	Não	Sim	Não
		Obstáculo LP	9,2	145,5	11,6	Não	Sim	Não
		Obstáculo C-D1 - Edifício	37,9	84,4	10,0	Não	Sim	Não
		Obstáculo E	35,3	68,5	15,5	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo F-G-H	66,4	0,7	13,5	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo T2	25,2	37,5	12,1	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo T6	25,2	24,8	15,1	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo D1 - Depósito	25,2	52,0	21,7	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo D2 - Depósito	25,2	77,3	21,7	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo D4 - Depósito	25,2	57,9	21,7	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo T3	40,7	68,4	16,1	Sim	Sim	Sim
		Obstáculo T9	40,7	99,0	16,1	Não	Sim	Não
		Obstáculo 1	176	226	6	Não	Sim	Não
		Obstáculo 2	93	267	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 3	91	258	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 4	91	255	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 5	91	259	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 6	91	273	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 7	91	298	7	Não	Sim	Não
		Obstáculo 8	30	296	6	Não	Sim	Não
		Obstáculo T10	40,7	138	16	Não	Sim	Não
		Obstáculo T11	40,7	110	16	Não	Sim	Não
		Obstáculo D3 - Depósito	25,2	67	22	Sim	Sim	Sim

Portanto, devido à existência de obstáculos próximos, determinou-se o valor de H_c para as chaminés.

Tabela 10 - Valores de H_c determinados

N.º Cadastro	Fontes de emissão	Obstáculo próximo	Altura corrigida devido à presença de obstáculos (m)	H_c (m)
-	FF1 Caldeira	Obstáculo L	5,4	19,2
		Obstáculo GH03	19,2	
		Obstáculo LP	13,1	
-	FF2 Tocha J1	Obstáculo N	6,5	19,4
		Obstáculo GH03	19,4	
		Obstáculo LP	13,7	
-	FF5 Sistema de Desodorização	Obstáculo E	16,7	23,7
		Obstáculo F-G-H	16,5	
		Obstáculo T2	13,9	
		Obstáculo T6	17,4	
		Obstáculo D1 - Depósito	23,7	
		Obstáculo D2 - Depósito	23,3	
		Obstáculo D4 - Depósito	23,6	
		Obstáculo T3	17,4	
		Obstáculo D3 - Depósito	23,5	

5.5. Determinação de H

Os resultados obtidos para H_p , $H_{p\text{corrigido}}$, H_c e H são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 11 - Resultados obtidos para H_p , $H_{p\text{corrigido}}$, H_c e H para as chaminés

N.º cadastro	Fontes de emissão	H_p (m)	$H_{p\text{corrigido}}$ (m)	H_c (m)	H (m)	Altura da mais elevada cumeeira (m)	H_{final}^* (m)
-	FF1 Caldeira	10,0	0,0	19,2	19,2	2,4	19,2
-	FF2 Tocha J1	10,0	0,0	19,4	19,4	0,0	19,4
-	FF5 Sistema de Desodorização	10,0	0,0	23,7	23,7	0,0	23,7

*O resultado H_{final} garante que a diferença de cotas entre o topo de qualquer chaminé e a mais elevada das cumeeiras dos telhados do edifício em que esta está implantada é superior a 3 m.

5.6. Determinação da velocidade de escoamento

Na tabela seguinte, apresenta-se o resultado estimado para a velocidade de escoamento dos gases (v), à capacidade nominal das fontes a instalar. Verifica-se que as fontes FF1 e FF2 a instalar não cumprem a velocidade mínima estabelecida no n.º 2 do artigo 26.º do Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho.

Tabela 12 - Condições a que as chaminés devem obedecer para garantir o cumprimento da velocidade mínima de escoamento

N.º cadastro	Fontes de emissão	Diâmetro da conduta (m)	Q (m³/h)	v (m/s)	v mínima (m/s) (DL 39/2018)
-	FF1 Caldeira	0,50	4767	6,7	4
-	FF2 Tocha J1	2,10	188260	15,1	6
-	FF5 Sistema de Desodorização	1,25	62712	14,2	6

5.7. Determinação da localização da secção de amostragem

Considerando chaminés circulares, a localização da secção de amostragem das chaminés é indicada na tabela seguinte.

Tabela 13 - Localização da secção de amostragem

N.º cadastro	Fontes de Emissão	Diâmetro da conduta (m)	Tipo de conduta	Distância mínima a montante X1 (m)	Distância mínima a jusante X2 (m)
-	FF1 Caldeira	0,50	Reta	2,5	2,5
-	FF2 Tocha J1	2,10	Reta	10,5	10,5
-	FF5 Sistema de Desodorização	1,25	Reta	6,3	6,3

5.8. Características das tomas de amostragem

As características das tomas de amostragem são apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 14 - Características das tomas de amostragem

N.º cadastro	Fontes de emissão	Diâmetro da conduta (m)	N.º tomas	Diâmetro da toma (mm)	Distância da parede externa da chaminé à extremidade da toma, x4 (mm)
-	FF1 Caldeira	0,50	2	125	100
-	FF2 Tocha J1	2,10	2	125	100
-	FF5 Sistema de Desodorização	1,25	2	125	100

As tomas de amostragem também devem apresentar as seguintes características:

- Estar equipadas com flanges exteriores, situadas à distância (x4) da parede da chaminé e com o diâmetro interno igual ao da toma respetiva;
- Possuir sistema de fecho, consistindo numa flange cega unida à flange do tubo por meio de parafusos e porcas e possuindo um diâmetro superior ao diâmetro exterior da secção de aperto;
- Os eixos longitudinais das tomas de amostragem devem intercalar perpendicularmente o eixo da chaminé.

5.9. Outras características das chaminés

Para além da altura, existem outras condições essenciais que devem ser respeitadas na construção das chaminés. Em síntese, são as seguintes:

- Secção circular, cujo contorno não deve possuir pontos angulosos – as variações de secção terão de ser muito “suaves”;
- Sobre a boca da chaminé associada a processos de combustão não é permitida a colocação de “chapéus”. Nas restantes situações, podem ser colocados quaisquer outros dispositivos, desde que não reduzam a velocidade de saída dos poluentes para a atmosfera;
- Possuir acesso fácil e em segurança dos técnicos de amostragem e das autoridades e respetivos equipamentos às tomas de amostragem.

5.10. Esquema das chaminés

Na figura seguinte apresenta-se o esquema com as características que uma chaminé deve atender, tendo em conta os resultados apresentados nos pontos anteriores.

A área sombreada a verde corresponde à secção de amostragem (que garante o cumprimento das distâncias $x1$ e $x2$ determinadas anteriormente, tabela 14). As tomas de amostragem podem localizar-se em qualquer ponto da área a verde, desde que colocadas no mesmo plano de amostragem e desfasadas em 90°.

Verifica-se que a altura calculada, H_{final} , para a fonte FF2 (tabela 11) não é suficiente para dar cumprimento à localização das tomas no que respeita à secção de amostragem, onde o $x1$ e $x2$ correspondem a 10,5 m cada. Pelo que, esta fonte dará cumprimento ao disposto com uma H_{final} mínima de 24 metros.

A localização das tomas de amostragem deve também garantir o acesso fácil e em segurança dos técnicos que realizam as amostragens dos gases emitidos.

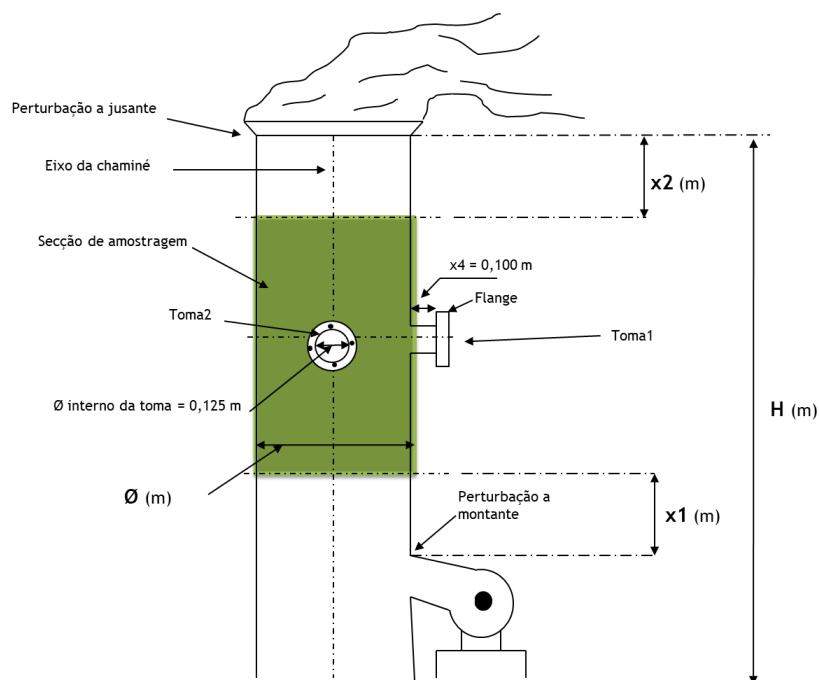


Figura 6 – Esquema de chaminé - 2 tomas de amostragem (FF1, FF2 e FF5).

6. Conclusões

Foi realizado o dimensionamento de três (3) chaminés a instalar no projeto Unidade de Biometano de Sousel da empresa REGA Energy, S.A (REGA Alentejo Unipessoal, Lda.) de forma a dar cumprimento ao disposto no Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho. Para tal, foram seguidas as metodologias descritas no anexo I da Portaria n.º 190-A/2018, de 2 de junho, e na norma NP 2167:2007.

Os resultados obtidos permitem concluir que para dar cumprimento ao estabelecido nos diplomas legais referidos, a altura das chaminés a instalar devem respeitar o valor da tabela seguinte.

Tabela 15 - Alturas finais das chaminés

N.º cadastro	Fontes de emissão	Altura calculada, <i>H</i> (m)	Altura Atual (m)	Aumento Necessário (m)
-	FF1 Caldeira	19,2	0,0	19,2
-	FF2 Tocha J1	19,4	0,0	19,4
-	FF5 Sistema de Desodorização	23,7	0,0	23,7

No sentido de a fonte FF2 dar cumprimento à localização das tomas deve a fonte apresentar um altura mínima de 24 m.

Também é possível concluir que as fontes a instalar cumprirão com a velocidade mínima de escoamento prevista no n.º 2 do artigo 26.º Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, conforme se pode verificar na tabela seguinte.

Tabela 16 - Valores da velocidade de escoamento

N.º cadastro	Fontes de emissão	<i>V calculada</i> (m/s)	<i>v mínima</i> (m/s) DL 39/2018	Cumpr DL 39/2018?
-	FF1 Caldeira	6,7	4	Sim
-	FF2 Tocha J1	15,1	6	Sim
-	FF5 Sistema de Desodorização	14,2	6	Sim

As características da secção de amostragem/tomas da chaminé determinadas, que são apresentadas nos pontos 5.7 a 5.9 deste relatório, garantem o cumprimento dos requisitos legais e normativos.

Os parâmetros determinados para a chaminé em estudo devem ser respeitados. No entanto, em caso de dificuldades do ponto de vista técnico e/ou económico, o operador poderá apresentar um

requerimento à entidade coordenadora do licenciamento, e de acordo com um parecer prévio da CCDR competente, para que seja aprovada uma alternativa.