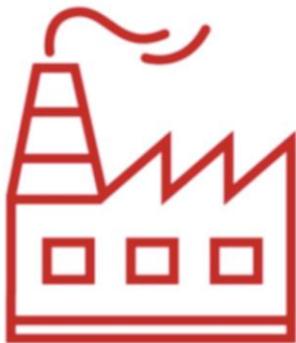




Aveiro Coated Solutions, Lda.

Relatório n.º 1295.23/STM de 22-09-2023

Proposta n.º P0820/19_rev1



Dimensionamento de chaminés

RELATÓRIO N.º 1295.23/STM

Nº revisão	Data	Descrição	Execução Técnica	Aprovação
0	21-09-2023	Elaboração do dimensionamento de chaminés	 (Cláudia Jacinto)	 (Carla Ferreira)

RELATÓRIO N.º 1295.23/STM

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>8</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>18</i>
5.5.	<i>Determinação de H</i>	<i>20</i>
5.6.	<i>Determinação da velocidade de escoamento</i>	<i>21</i>
5.7.	<i>Determinação da localização da secção de amostragem.....</i>	<i>21</i>
5.8.	<i>Características das tomas de amostragem</i>	<i>22</i>
5.9.	<i>Outras características das chaminés</i>	<i>22</i>
5.10.	<i>Esquema das chaminés</i>	<i>23</i>
6.	CONCLUSÕES	26

1. Introdução

Este relatório tem como objetivo a apresentação do valor da altura mínima que as chaminés existentes e a chaminé a instalar nas instalações da empresa Aveiro Coated Solutions, Lda., devem satisfazer, de acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho 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 da chaminé 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, direta ou indireta, para a atmosfera dos poluentes atmosféricos presentes no efluente gasoso;

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 fixa ou amovível na qual são desenvolvidas uma ou mais atividades suscetíveis de produzir emissões para a atmosfera;

Instalação de combustão - qualquer equipamento técnico onde um ou mais combustíveis sejam sujeitos a um processo de combustão;

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;

Poluentes atmosféricos - as substâncias introduzidas, direta ou indiretamente, pelo homem no ar ambiente, que exercem uma ação nociva sobre a saúde humana e ou o meio 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:

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

ii. $h_i > h_j / 2$; (5)

iii. $h_j > h_i / 2$ (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 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.

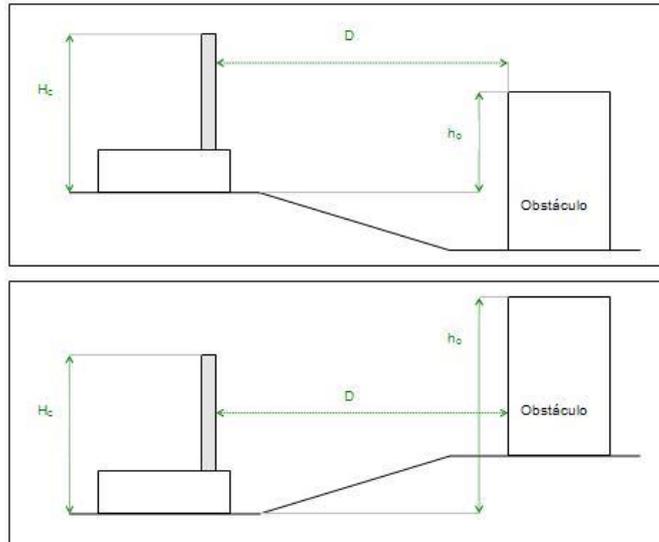


Figura 1 – Esquema ilustrativo do modo como devem ser consideradas as variáveis H_c , D e h_0 .

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).

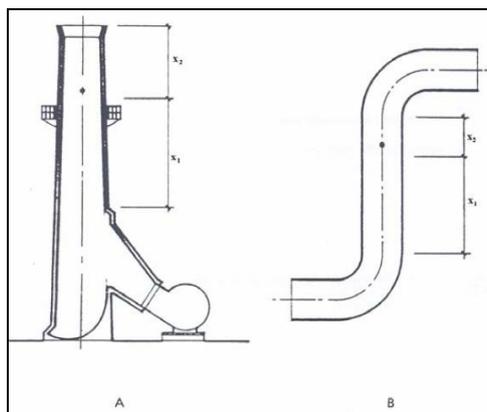


Figura 2 - Localização da secção de amostragem (x_1 = distância a montante e x_2 = distância a jusante da secção de amostragem), conforme NP 2167:2007

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 selecionados 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 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 intercepar perpendicularmente o eixo da chaminé.

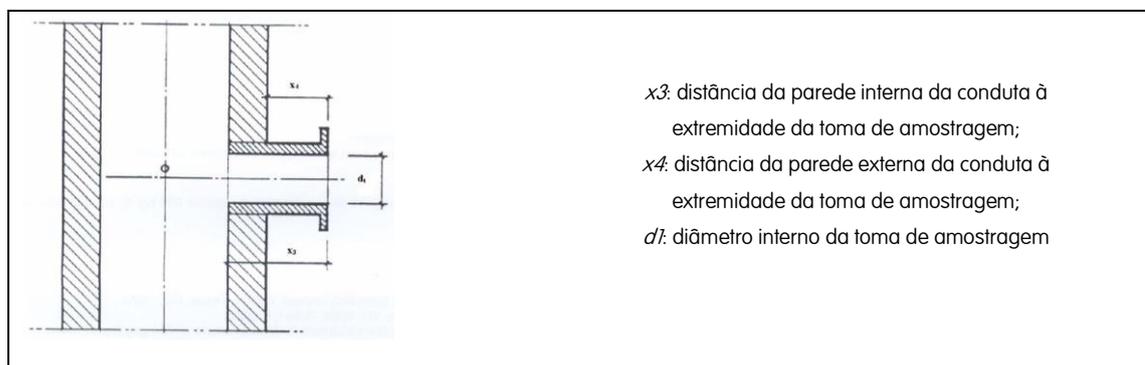


Figura 3 - Localização da secção de amostragem.

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 + x3) $\geq 3,00$ m, desfasadas de 90° .

5. Resultados

5.1. Caracterização das fontes de emissão

Atualmente, a Aveiro Coated Solutions, Lda., possui 5 fontes de emissão.

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

Tabela 2 - Descrição das fontes de efluentes gasosos.

Fonte	Descrição da Fonte
RTO (CH3) (fonte nova)	N.º Cadastro: -- Função: Exaustão do RTO Combustível: gás natural Funcionamento: Contínuo Sistema de tratamento: Oxidação térmica regenerativa - RTO Altura da chaminé associada: 20 m Poluentes expectáveis: COV, PTS
Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	N.º Cadastro: 12887 Função: Exaustão da Hotte Combustível: -- Funcionamento: Contínuo Sistema de tratamento: -- Altura da chaminé associada: 20 m Poluentes expectáveis: COV, H ₂ S
Exaustão dos banhos de desengorduramento/lavagem (CH1)	N.º Cadastro: 12882 Função: Exaustão dos banhos de desengorduramento/lavagem Combustível: -- Funcionamento: Contínuo Sistema de tratamento: -- Altura da chaminé associada: 20 m Poluentes expectáveis: PTS, HCl
Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	N.º Cadastro: 12885 Função: Exaustão do túnel de arrefecimento Combustível: -- Funcionamento: Contínuo Sistema de tratamento: -- Altura da chaminé associada: 20 m Poluentes expectáveis: PTS, COV
Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2) (fonte nova)	N.º Cadastro: -- Função: Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa com este mesmo tratamento. Esta secagem aproveita o calor proveniente do RTO aquecido por gás natural. Combustível: -- Funcionamento: Contínuo Sistema de tratamento: -- Altura da chaminé associada: 20 m Poluentes expectáveis: COV, PTS

A localização das fontes (representadas a verde) é apresentada na figura seguinte.



Figura 4 – Localização das fontes de emissão

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.

Os valores de q referem-se aos caudais mássicos máximos passíveis de emissão ou seja, os caudais correspondentes a concentrações iguais às dos Valores Limite de Emissão aplicáveis e à capacidade de funcionamento nominal da fonte.

Os valores de Q (caudais máximos) das fontes foram obtidos nos manuais e/ ou foram cedidos pelos fornecedores dos equipamentos.

Os valores de $T_{emissão}$ foram obtidos nos relatórios de monitorização das fontes fixas, cujas medições foram realizadas em condições de funcionamento nominal.

Para as fontes *RTO (CH3)* e *Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)*, o valor de $T_{emissão}$ foi cedido pela empresa e baseia-se nas características técnicas da fonte de emissão, para a fonte *Exaustão Hotte Laboratório (CH6)*, o valor de $T_{emissão}$ foi identificado no último relatório de caracterização (Relatório de ensaio n.º 1230539 de 8 de maio de 2023).

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

N.º cadastro	Designação	VLE PTS (mg/Nm ³)	q PTS (kg/h)	VLE NOx (mg/Nm ³)	q NOx (kg/h)	VLE SO ₂ (mg/Nm ³)	q SO ₂ (kg/h)	Q (m ³ /h)	Q (Nm ³ /h)	T emissão (°C)
-	RTO (CH3)	150	6,75	500	22,50	-	-	83158	45000	230
12887	Exaustão <i>Hotte</i> Laboratório (CH6)	-	-	-	-	-	-	600	574	12
12882	Exaustão dos banhos de desengorduramento/lavagem (CH1)	150	2,06	-	-	-	-	15655	13707	38
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	150	1,07	-	-	-	-	7728	7121	22
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	150	1,90	-	-	-	-	15000	12640	50

5.2. Determinação de Hp

No caso de fontes em que é expectável a emissão de Partículas, NO_x ou SO₂, o cálculo de Hp é realizado com base nos dados apresentados na tabela seguinte.

Tabela 4 – Dados de entrada utilizados para o cálculo de Hp, no caso de fontes em que é expectável a emissão de Partículas, NO_x ou SO₂.

Nº Cadastro	Designação	Poluente	q (kg/h)	F	CR (mg/m ³)	Zona	CF (mg/m ³)	C (mg/m ³)	S	$S_{máx}$	Q (m ³ /h)	$T_{emissão}$ (°C)	$T_{reação}$ (°C)	ΔT (K)	ΔT_{corria} (K)	Hp (m)
-	RTO (CH3)	PTS	6,75	680	0,150	Urbana / Industrial	0,050	0,100	45900,0	76500,0	83158	230,0	15,4	214,6	214,6	17,1
		NO _x	22,50	340	0,140		0,040	0,100	76500,0							
		SO ₂	0,00	340	0,100		0,030	0,070	0,0							
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	PTS	0,00	680	0,150	Urbana / Industrial	0,050	0,100	0,0	0,0	1100	11,7	15,0	3,3	50,0	10,0
		NO _x	0,00	340	0,140		0,040	0,100	0,0							
		SO ₂	0,00	340	0,100		0,030	0,070	0,0							
12882	Exaustão dos banhos de desengorduramento/lavagem (CH1)	PTS	2,06	680	0,150	Urbana / Industrial	0,050	0,100	13981,3	13981,3	15655	37,9	15,4	22,5	50,0	12,3
		NO _x	0,00	340	0,140		0,040	0,100	0,0							
		SO ₂	0,00	340	0,100		0,030	0,070	0,0							
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	PTS	1,07	680	0,150	Urbana / Industrial	0,050	0,100	7263,3	7263,3	7728	22,4	15,4	7,0	50,0	10,0
		NO _x	0,00	340	0,140		0,040	0,100	0,0							
		SO ₂	0,00	340	0,100		0,030	0,070	0,0							
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	PTS	1,90	680	0,150	Urbana / Industrial	0,050	0,100	12893,3	12893,3	15000	50,0	15,4	34,6	50,0	11,9
		NO _x	0,00	340	0,140		0,040	0,100	0,0							
		SO ₂	0,00	340	0,100		0,030	0,070	0,0							

(*) A temperatura média anual típica da região de implantação da chaminé (15,4°C), necessária para calcular ΔT , foi obtida a partir de normais climatológicas (1971-2000) da região de Aveiro (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 cada 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.

Os resultados finais de H_p são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 5 – Valores de H_p determinados.

N.º cadastro	Fonte de Emissão	H_p (m)
-	RTO (CH3)	17,1
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	10,0
12882	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)	12,3
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	10,0
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	11,9

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 (disponíveis na 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 metros.

N.º cadastro	Fontes de emissão	CH3	CH6	CH1	CH4	CH2
-	RTO (CH3)		97	42	58	34
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)			141	42	133
12882	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)				99	9
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)					89
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)					

Tabela 7 – Dependência entre chaminés.

N.º cadastro	Fontes de emissão	CH3	CH6	CH1	CH4	CH2
-	RTO (CH3)		Não dependente	Não dependente	Não dependente	Dependente
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)			Não dependente	Não dependente	Não dependente
12882	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)				Não dependente	Dependente
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)					Não dependente
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)					

Considerando estes resultados, determinou-se H_p de cada chaminé considerando os caudais mássicos e volúnicos totais, isto é, o somatório dos caudais da chaminé em causa e das chaminés das quais é dependente, quando emitem os mesmos poluentes.

No cálculo foram considerados os dados apresentados na tabela seguinte, com base na tabela 4.

Tabela 8 – Dados de entrada utilizados para o cálculo da correção de H_p

Fontes de emissão	Chaminé com a qual é dependente	Poluente	$q_i + q_j$ (kg/h)	$Q_i + Q_j$ (m ³ /h)	H_p (m)	$H_{p\text{corrigido}}$ (m)
RTO (CH3)	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	PTS	8,65	98158	18,6	18,6
		NO _x	-			
		SO ₂	-			
Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	PTS	3,95	30655	15,3	15,3
		NO _x	-			
		SO ₂	-			
Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	RTO (CH3)	PTS	8,65	98158	14,6	15,3
		NO _x	-			
		SO ₂	-			
Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)	PTS	3,95	30655	15,3	
		NO _x	-			
		SO ₂	-			

Sempre que o valor calculado de $H_{p\text{corrigido}}$ é inferior a 10 m, considera-se um $H_{p\text{corrigido}}$ 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.

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

Tabela 9 – Valores de H_p corrigidos.

N.º cadastro	Fontes de emissão	$H_{p\text{corrigido}}$ (m)
-	RTO (CH3)	18,6
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	10,0
12882	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)	15,3
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	10,0
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	15,3

5.4. Determinação de Hc

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 vermelho, cujas dimensões são apresentadas na tabela seguinte.

As fontes de emissão são apresentadas a verde.

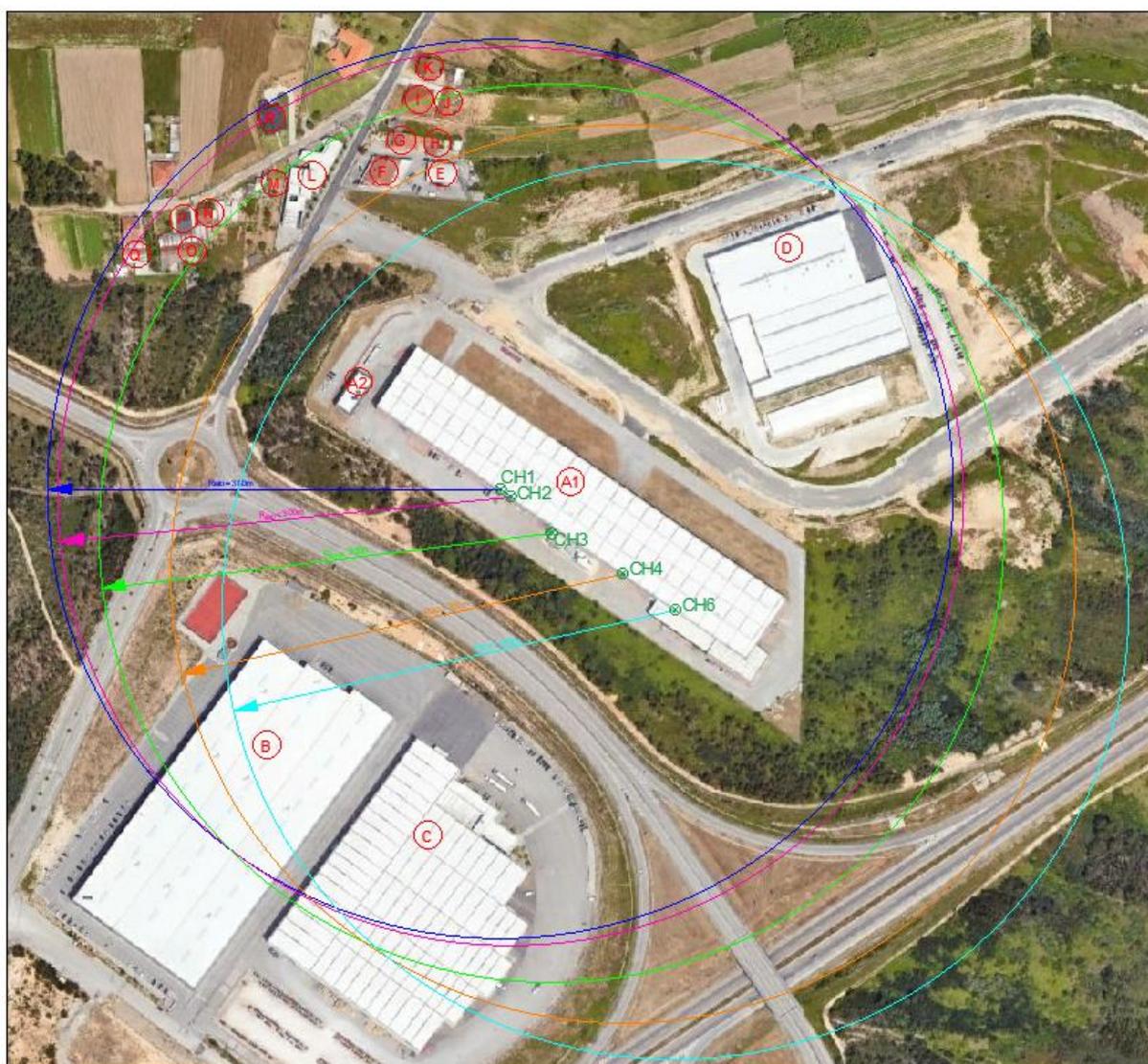


Figura 5 – Vizinhança das fontes de emissão num raio de 300 m (fonte: *Google earth*)

Tabela 10 - Dimensões dos obstáculos na vizinhança das chaminés.

Fonte		Características do obstáculo				Obstáculos situados na vizinhança?		
Cadastro	Designação da fonte	Designação	Largura L (m)	Distância D (m)	Altura h0 (m)	$\frac{h0}{D} \geq \frac{1}{5}$?	$L \geq 1+14D/300$?	Obstáculo próximo?
-	RTO (CH3)	A1 (Aveiro Coated Solutions)	302	4	16	Sim	Sim	Sim
		A2 (Aveiro Coated Solutions)	29	153	12	Não	Sim	Não
		B (Ed. Industrial)	237	166	18	Não	Sim	Não
		C (Ed. Industrial)	173	163	17	Não	Sim	Não
		D (Ed. Industrial)	100	186	7	Não	Sim	Não
		E (Ed. Industrial)	20	242	9	Não	Sim	Não
		F (Ed. Habitacional)	29	253	12	Não	Sim	Não
		G (Ed. Habitacional)	20	271	14	Não	Sim	Não
		H (Ed. Habitacional)	14	263	8	Não	Sim	Não
		I (Ed. Habitacional)	19	293	8	Não	Sim	Não
		J (Ed. Habitacional)	22	287	8	Não	Sim	Não
		L (Ed. Industrial)	40	264	14	Não	Sim	Não
		M (Ed. Habitacional)	10	297	10	Não	Não	Não
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	A1 (Aveiro Coated Solutions)	302	0	16	Sim	Sim	Sim
		A2 (Aveiro Coated Solutions)	29	248	12	Não	Sim	Não
		B (Ed. Industrial)	237	198	18	Não	Sim	Não
		C (Ed. Industrial)	173	177	17	Não	Sim	Não
		D (Ed. Industrial)	100	192	7	Não	Sim	Não
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	A1 (Aveiro Coated Solutions)	302	0	16	Sim	Sim	Sim
		A2 (Aveiro Coated Solutions)	29	121	12	Não	Sim	Não
		B (Ed. Industrial)	237	167	18	Não	Sim	Não
		C (Ed. Industrial)	173	177	17	Não	Sim	Não
		D (Ed. Industrial)	100	192	7	Não	Sim	Não
		E (Ed. Industrial)	20	217	9	Não	Sim	Não
		F (Ed. Habitacional)	29	232	12	Não	Sim	Não
		G (Ed. Habitacional)	20	246	14	Não	Sim	Não
		H (Ed. Habitacional)	14	240	8	Não	Sim	Não
		I (Ed. Habitacional)	19	268	8	Não	Sim	Não
		J (Ed. Habitacional)	22	261	8	Não	Sim	Não
		L (Ed. Industrial)	40	244	14	Não	Sim	Não
		M (Ed. Habitacional)	10	264	10	Não	Não	Não
		N (Ed. Habitacional)	10	278	7	Não	Não	Não
O (Ed. Habitacional)	26	268	10	Não	Sim	Não		
P (Ed. Habitacional)	9	279	9	Não	Não	Não		
Q (Ed. Habitacional)	17	297	8	Não	Sim	Não		
12882	Exaustão dos banhos de desengorduramento/la vagem (CH1)	A1 (Aveiro Coated Solutions)	302	0	16	Sim	Sim	Sim
		A2 (Aveiro Coated Solutions)	29	113	12	Não	Sim	Não
		B (Ed. Industrial)	237	164	18	Não	Sim	Não
		C (Ed. Industrial)	173	177	17	Não	Sim	Não
		D (Ed. Industrial)	100	193	7	Não	Sim	Não
		E (Ed. Industrial)	20	211	9	Não	Sim	Não
		F (Ed. Habitacional)	29	225	12	Não	Sim	Não
G (Ed. Habitacional)	20	240	14	Não	Sim	Não		

Fonte		Características do obstáculo				Obstáculos situados na vizinhança?		
Cadastro	Designação da fonte	Designação	Largura L (m)	Distância D (m)	Altura h0 (m)	$h_0 \geq D/5$?	$L \geq 1+14D/300$?	Obstáculo próximo?
12882	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)	H (Ed. Habitacional)	14	231	8	Não	Sim	Não
		I (Ed. Habitacional)	19	261	8	Não	Sim	Não
		J (Ed. Habitacional)	22	256	8	Não	Sim	Não
		L (Ed. Industrial)	40	227	14	Não	Sim	Não
		M (Ed. Habitacional)	10	255	10	Não	Não	Não
		N (Ed. Habitacional)	10	269	7	Não	Não	Não
		O (Ed. Habitacional)	26	261	10	Não	Sim	Não
		P (Ed. Habitacional)	9	276	9	Não	Não	Não
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	A1 (Aveiro Coated Solutions)	302	0	16	Sim	Sim	Sim
		A2 (Aveiro Coated Solutions)	29	211	18	Não	Sim	Não
		B (Ed. Industrial)	237	186	18	Não	Sim	Não
		C (Ed. Industrial)	173	172	20	Não	Sim	Não
		D (Ed. Industrial)	100	189	7	Não	Sim	Não
		E (Ed. Industrial)	20	286	9	Não	Sim	Não

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

Tabela 11 – Valores de H_c determinados.

N.º Cadastro	Designação da fonte	Obstáculo próximo	Altura corrigida devido à presença de obstáculos (m)	H_c (m)
-	RTO (CH3)	A1 (Aveiro Coated Solutions)	18,9	18,9
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	A1 (Aveiro Coated Solutions) - próprio edifício	19,0	19,0
12882	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)	A1 (Aveiro Coated Solutions) - próprio edifício	19,0	19,0
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	A1 (Aveiro Coated Solutions) - próprio edifício	19,0	19,0
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	A1 (Aveiro Coated Solutions) - próprio edifício	19,0	19,0

5.5. Determinação de H

Os resultados obtidos para H_p , H_p corrigido, H_c e H_s são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 12 – Resultados obtidos para H_p , H_p corrigido, H_c e H_s para as chaminés.

N.º cadastro	Fonte de emissão	H_p (m)	H_p corrigido (m)	H_c (m)	H (m)	Altura da mais elevada cumeeira (m)	H final (m)
-	RTO (CH3)	17,1	-	18,9	18,9	-	18,9
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	10,0	-	19,0	19,0	16,0	19,0
12882	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)	12,3	15,3	19,0	19,0	16,0	19,0

N.º cadastro	Fonte de emissão	Hp (m)	Hp corrigido (m)	Hc (m)	H (m)	Altura da mais elevada cumeeira (m)	H final (m)
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	10,0	-	19,0	19,0	16,0	19,0
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	11,9	15,3	19,0	19,0	16,0	19,0

5.6. Determinação da velocidade de escoamento

Na tabela seguinte, apresentam-se os resultados estimados para a velocidade de escoamento dos gases (v), à capacidade nominal. Verifica-se que todas as fontes possuem uma velocidade superior ou igual à mínima estabelecida no n.º 2 do artigo 26.º do Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho.

Tabela 13 – Condições a que a chaminé deve obedecer para garantir o cumprimento da velocidade mínima de escoamento

N.º cadastro	Chaminé	Diâmetro da conduta (m)	Q (m³/h)	v (m/s)	v mínima (m/s) (DL 39/2018)
-	RTO (CH3)	1,35	83158	16,1	6
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	0,24	1100	6,8	4
12882	Exaustão dos banhos de desengorduramento/lavagem (CH1)	0,6	15655	15,4	6
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	0,4	7728	21,1	6
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	0,6	15000	14,7	6

5.7. Determinação da localização da secção de amostragem

Considerando chaminés circulares, a localização da secção de amostragem de cada chaminé está indicada na tabela seguinte.

Tabela 14 – Localização da secção de amostragem.

N.º cadastro	Fonte de Emissão	Diâmetro da conduta (m)	Tipo de conduta	Distância mínima a montante X1 (m)	Distância mínima a jusante X2 (m)
-	RTO (CH3)	1,35	Reta	6,8	6,8
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	0,24	Reta	1,2	1,2
12882	Exaustão dos banhos de desengorduramento/lavagem (CH1)	0,60	Reta	3,0	3,0
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	0,36	Reta	1,8	1,8
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	0,60	Reta	3,0	3,0

5.8. Características das tomas de amostragem

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

Tabela 15 – Características das tomas de amostragem.

N.º cadastro	Chaminé	Diâmetro da conduta (m)	N.º tomas	Diâmetro da toma (mm)	Distância da parede externa da chaminé à extremidade da toma, x4 (mm)
-	RTO (CH3)	1,35	2	125	100
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	0,24	1	125	100
12882	Exaustão dos banhos de desengorduramento/lavagem (CH1)	0,60	2	125	100
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	0,36	2	125	100
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	0,60	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 resumo das características das chaminés em estudo, 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 x_1 e x_2 determinadas anteriormente). 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°.

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

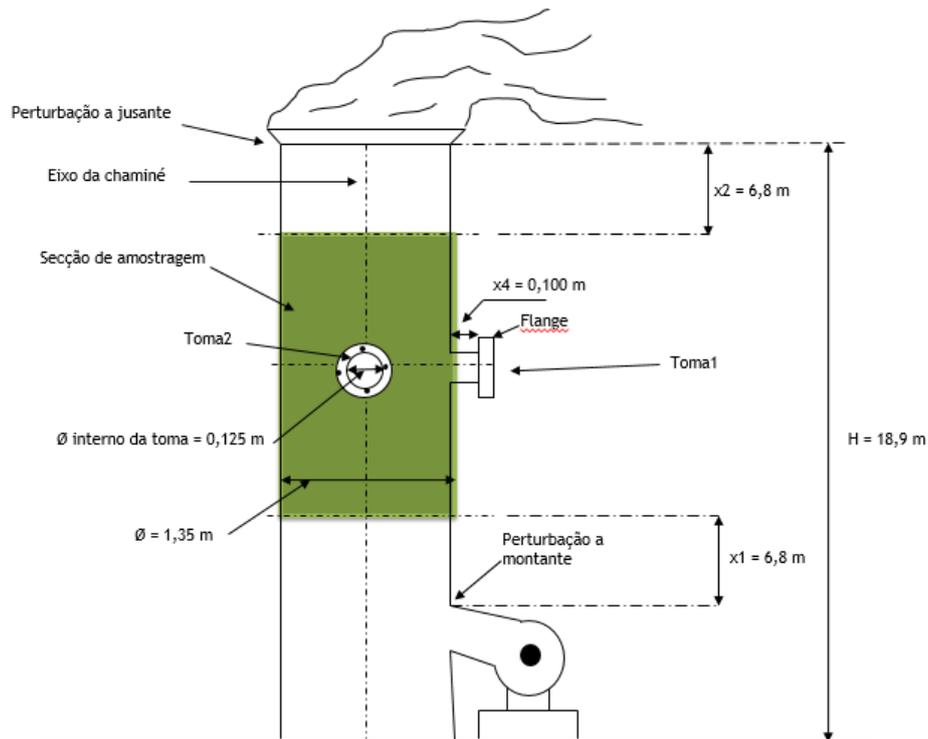


Figura 6 – Esquema da chaminé do RTO (CH3).

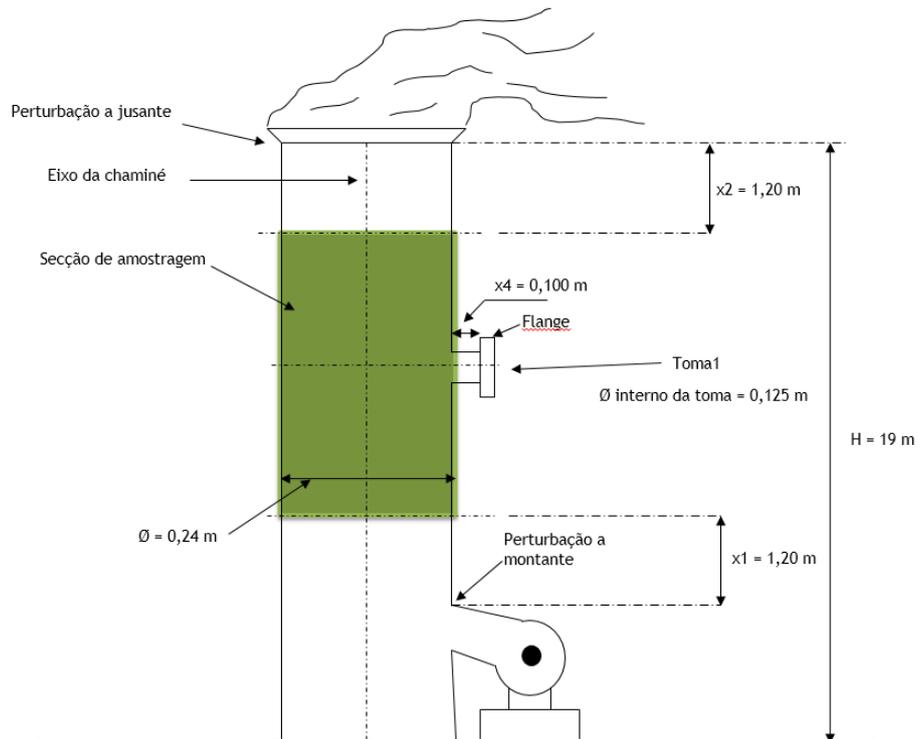


Figura 7 – Esquema da chaminé da Exaustão Hotte Laboratório (CH6).

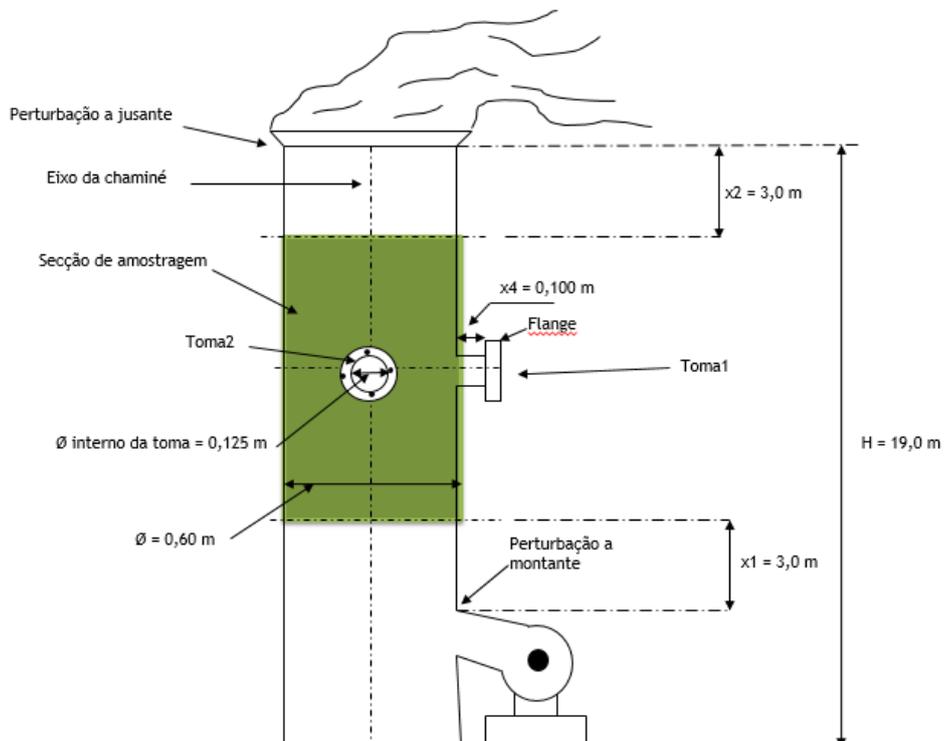


Figura 8 – Esquema da chaminé da Exaustão dos banhos de desengorduramento/lavagem (CH1)

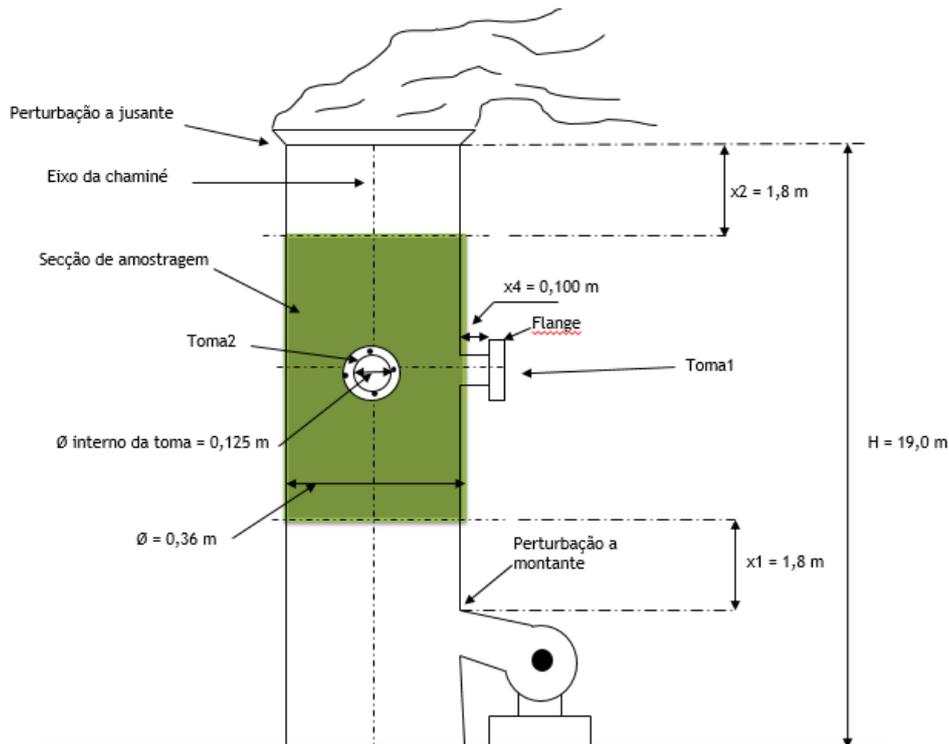


Figura 9 – Esquema da chaminé da *Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)*

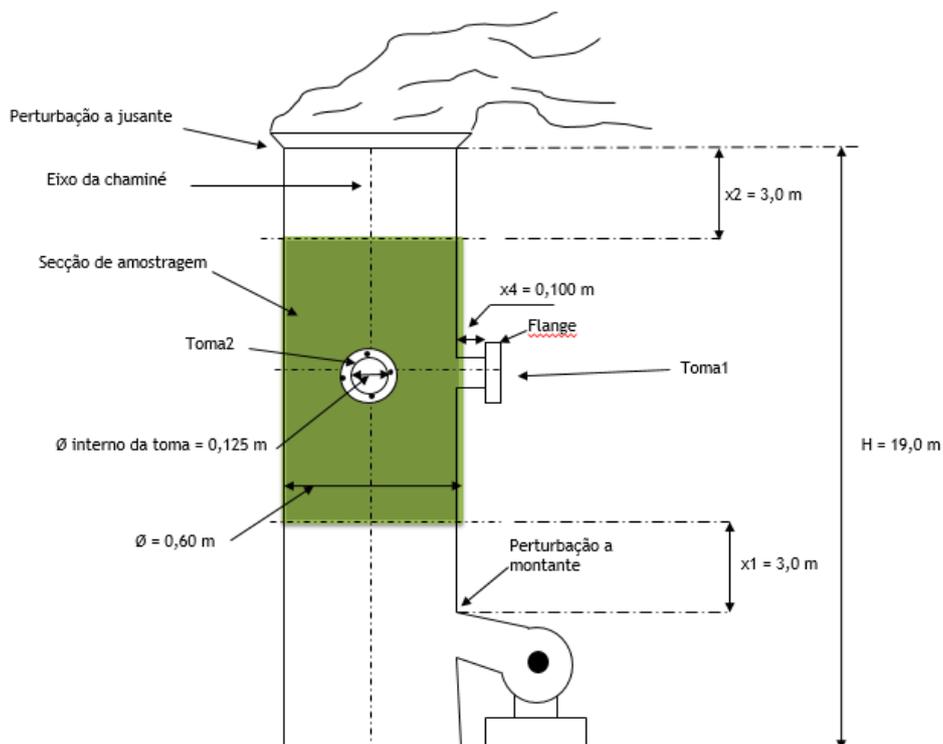


Figura 10 – Esquema da chaminé do *Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)*.

6. Conclusões

Foi realizado o dimensionamento das chaminés da empresa Aveiro Coated Solutions, S.A, 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, as alturas das chaminés instaladas e da chaminé a instalar devem respeitar os valores da tabela seguinte.

Tabela 16 – Alturas finais das chaminés.

N.º cadastro	Chaminé	H _{final} (m)	Altura Atual (m)	Aumento Necessário (m)
-	RTO (CH3)	18,9	-	18,9
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	19,0	20,0	0,0
12882	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)	19,0	20,0	0,0
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	19,0	20,0	0,0
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	19,0	20,0	0,0

Também é possível concluir que todas as fontes cumprem 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 17 – Valores da velocidade de escoamento.

N.º cadastro	Chaminé	V calculada (m/s)	v mínima (m/s) DL 39/2018	Cumpre DL 39/2018?
-	RTO (CH3)	16,1	6	Sim
12887	Exaustão Hotte Laboratório (CH6)	6,8	4	Sim
12882	Exaustão dos banhos de desgorduramento/lavagem (CH1)	15,4	6	Sim
12885	Exaustão do túnel de arrefecimento (CH4)	21,1	6	Sim
-	Exaustão do ar da cabine de tratamento químico e exaustão associada à estufa de secagem da chapa (CH2)	14,7	6	Sim

As características da secção de amostragem/tomas das chaminés 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 as chaminés 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.