

CALB

NEW SINES GIGA-FACTORY

FASE

QUALIDADE DO AR

**DIMENSIONAMENTO DE 45
CHAMINÉS DE UMA UNIDADE
INDUSTRIAL DE BATERIAS DE LÍTIO
FACE A PRINCÍPIOS E REGRAS
RELATIVAS À DESCARGA DE
POLUENTES PARA A ATMOSFERA**

Revisão

Aveiro, 21 de novembro de 2023



REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO
0	01/09/2023	Emissão inicial
1	20-11-2023	Alteração denominação fontes emissoras
2	21-11-2023	Alteração denominação fontes emissoras



CALB

NEW SINES GIGA-FACTORY

FASE

QUALIDADE DO AR

DIMENSIONAMENTO DE 45 CHAMINÉS DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL DE BATERIAS DE LÍTIO FACE A PRINCÍPIOS E REGRAS RELATIVAS À DESCARGA DE POLUENTES PARA A ATMOSFERA

ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO	1
2	APLICAÇÃO PORTARIA Nº 190-A/2018	1
2.1	METODOLOGIA	1
2.2	CARACTERIZAÇÃO CONDIÇÕES OPERAÇÃO/LOCAL IMPLANTAÇÃO CHAMINÉS..	3
2.3	APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	3
3	APLICAÇÃO NORMA PORTUGUESA 2167:2007	20
3.1	METODOLOGIA	20
3.2	APRESENTAÇÃO RESULTADOS	20
4	APLICAÇÃO DECRETO-LEI Nº 39/2018	22
4.1	METODOLOGIA	22
4.2	APRESENTAÇÃO RESULTADOS	22
5	SÍNTESE CONCLUSIVA	24
ANEXOS		
	ANEXO I	26



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Apresentação dos obstáculos inseridos no raio de 300 metros, a partir das fontes em estudo, incluindo os edifícios da própria instalação (Imagem do ano 2023 do *Google Earth*)3

Figura 2.2 – Apresentação dos obstáculos inseridos no raio de 300 metros, a partir das fontes em estudo, com foco nos edifícios da própria instalação (Imagem do ano 2023 do *Google Earth*)3



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Características processuais e estruturais consideradas para as fontes em estudo	1
Tabela 2.2 – Condições de escoamento consideradas para as fontes em estudo, para o cálculo de H_p	1
Tabela 2.3 – Distância (m) entre as chaminés para verificação da dependência	2
Tabela 2.4 – Verificação da dependência entre as chaminés (condições a serem verificadas em simultâneo para se verificar dependência: $h_i > h_j/2$, $h_j > h_i/2$, $Dist_{hi-hj} < h_i + h_j + 10$)	4
Tabela 2.5 – Dimensionamento das 45 chaminés em avaliação – cálculo de H_p	4
Tabela 2.6 – Dimensionamento das 45 chaminés em avaliação – cálculo de H_c	6
Tabela 2.7 – Dimensionamento das 45 chaminés em avaliação	18
Tabela 3.1 – Aplicação dos requisitos da NP 2167:2007	20
Tabela 4.1 – Aplicação dos requisitos do Decreto-Lei nº 39/2018	23
Tabela 5.1 – Dimensões dos obstáculos considerados no presente estudo	27
Tabela 5.2 – Dimensões dos obstáculos considerados no presente estudo (continuação)	30
Tabela 5.3 – Dimensões dos obstáculos considerados no presente estudo (continuação)	34
Tabela 5.4 – Dimensões dos obstáculos considerados no presente estudo	38
Tabela 5.5 – Distâncias entre os obstáculos considerados e as chaminés em estudo (continuação)	41
Tabela 5.6 – Distâncias entre os obstáculos considerados e as chaminés em estudo (continuação)	45



ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 2.1 – Determinação do parâmetro H_p	1
Equação 2.2 – Determinação do parâmetro S	2
Equação 2.3 – Condições para a definição de obstáculo próximo	2
Equação 2.4 – Determinação do parâmetro H_c	3



CALB

NEW SINES GIGA-FACTORY

FASE

QUALIDADE DO AR

DIMENSIONAMENTO DE 45 CHAMINÉS DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL DE BATERIAS DE LÍTIO FACE A PRINCÍPIOS E REGRAS RELATIVAS À DESCARGA DE POLUENTES PARA A ATMOSFERA

1 INTRODUÇÃO

No presente estudo pretendeu-se dimensionar a altura de 45 chaminés da Unidade Industrial de Baterias de Lítio, com base na metodologia indicada na Portaria nº 190-A/2018.

Foi também aplicada a Norma Portuguesa 2167:2007, relativamente às secções de amostragem das 45 chaminés, e o ponto 2 do artigo 26º do Capítulo VI do Decreto-Lei nº 39/2018, relativamente às velocidades de escoamento do efluente gasoso.

O relatório apresentado está estruturado em cinco capítulos principais: Introdução, Aplicação da Portaria nº 190-A/2018, Aplicação da Norma Portuguesa 2167:2007, Aplicação do Decreto-Lei nº 39/2018 e Síntese Conclusiva.

O relatório é válido para as condições e dados fornecidos pelo cliente à data da realização do mesmo.

2 APLICAÇÃO PORTARIA Nº 190-A/2018

2.1 METODOLOGIA

De acordo com a Portaria nº 190-A/2018, a altura a considerar para a chaminé, do solo ao topo desta, é determinada em função do nível de emissão dos poluentes atmosféricos (parâmetro H_p) e dos obstáculos próximos (parâmetro H_c).

Com base nas condições de emissão do efluente gasoso, determina-se H_p , que deve ser, pelo menos, superior ou igual ao valor numérico calculado através da seguinte equação:

Equação 2.1 – Determinação do parâmetro H_p

$$H_p = \sqrt{S} \times \left(\frac{1}{Q \times \Delta T} \right)^{1/6}$$

Onde,

Equação 2.2 – Determinação do parâmetro S

$$S = \frac{F \times q}{C}$$

Sendo,

- Q – caudal volúmico dos gases emitidos, à temperatura de saída ($m^3 \cdot h^{-1}$);
- q – caudal mássico máximo de emissão do poluente ($kg \cdot h^{-1}$);
- ΔT – diferença entre a temperatura dos gases emitidos e a temperatura média anual típica da região de implantação da instalação (K)¹;
- F – coeficiente de correção, para gases e partículas;
- C – diferença entre a concentração de referência – CR – e a concentração média anual do poluente, no local (zona urbana ou rural) – CF ($mg \cdot m^{-3}$).

O parâmetro S é calculado para os poluentes NO_x, Partículas e SO₂, considerando os valores para os parâmetros CR e CF indicados na portaria. Para os restantes poluentes assume-se que H_p = 10 m.

Quando existe mais do que uma chaminé na instalação, com emissão de poluentes comuns, é necessário verificar a sua dependência. Sendo a altura das chaminés i e j, respetivamente, h_i e h_j, as chaminés serão consideradas dependentes se forem verificadas, simultaneamente, as seguintes condições:

- i. A distância entre o eixo das duas chaminés for inferior à soma h_i+h_j+10;
- ii. h_i for superior à metade de h_j;
- iii. h_j for superior à metade de h_i.

Caso se verifique a dependência das chaminés será necessário corrigir o H_p calculado anteriormente. Assim, este deverá ser determinado em função do caudal mássico total (q_i+q_j) e do caudal volúmico total (Q_i+Q_j) das chaminés dependentes.

Considerando a definição de obstáculo próximo, tal como apresentada na Portaria n.º 190-A/2018, como sendo “qualquer obstáculo situado na vizinhança da fonte de emissão (incluindo o edifício de implantação da chaminé) e que obedeça simultaneamente às seguintes condições”:

Equação 2.3 – Condições para a definição de obstáculo próximo

$$h_0 \geq D/5$$

$$L \geq 1 + 14D/300$$

Sendo,

¹ Se a diferença de temperaturas for inferior a 50º deve ser considerado o valor de 50º.



- D – distância, em metros, medida na horizontal, entre a chaminé e o ponto mais elevado do obstáculo;
- L – largura do obstáculo, expressa em metros;
- h_0 – altura do obstáculo, em metros, medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé.

Dado existirem na vizinhança da fonte emissora obstáculos próximos, a fórmula utilizada foi:

Equação 2.4 – Determinação do parâmetro H_c

$$H_c = h_0 + 3 - \frac{2D}{5h_0}$$

Sendo,

- D – distância, em metros, medida na horizontal, entre a chaminé e o ponto mais elevado do obstáculo;
- h_0 – altura do obstáculo, em metros, medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé.

A altura final da chaminé, para uma correta dispersão de poluentes atmosféricos, corresponde ao valor máximo obtido entre os parâmetros H_p e H_c determinados, de acordo com a metodologia anteriormente descrita.

2.2 CARACTERIZAÇÃO CONDIÇÕES OPERAÇÃO/LOCAL IMPLANTAÇÃO CHAMINÉS

A metodologia de cálculo da Portaria nº 190-A/2018 foi aplicada a 45 chaminés previstas para a nova Unidade Industrial de Baterias de Lítio, associadas aos diversos processos industriais, tal como discriminado na



Tabela 2.1. Nesta Tabela encontra-se informação acerca das características processuais e estruturais das 45 fontes emissoras em avaliação.

Na Unidade Industrial de Baterias de Lítio está ainda prevista a instalação de outras 4 chaminés (FF42, FF43, FF44 e FF45) que não foram contempladas no presente estudo pelas razões apresentadas de seguida.

As fontes FF42, FF43 e FF44 dizem respeito a *hottes* laboratoriais onde decorrem atividades associadas a testes físicos e químicos laboratoriais (análise química, teste de volatilização a alta temperatura, teste físico às baterias, testes ao revestimento, entre outros) e testes laboratoriais ao nível da desmontagem dos componentes da bateria. De acordo com o nº 8 do artigo 26º do Decreto-Lei nº 39/2018, é referido que no caso de *hottes* laboratoriais, estas fontes não estão sujeitas a Valor Limite de Emissão (VLE). É ainda referido que a cota máxima das respetivas chaminés deve ser sempre superior, em pelo menos um metro, à cota máxima do edifício onde estão instaladas. Desta forma, as chaminés FF42, FF43 e FF44 devem possuir um metro acima do respetivo edifício de implantação, ou seja, uma altura de 16,0 metros, 15,1 metros e 15,1 metros, respetivamente.

A fonte FF45 diz respeito a um gerador de emergência. De acordo com o Decreto-Lei nº 39/2018, os geradores de emergência, na aceção da alínea z) do artigo 3º, encontram-se excluídos do âmbito da aplicação deste documento legal, ou seja, não existe a obrigatoriedade de cumprimento de VLE. No entanto, de acordo com a alínea h) do artigo 8º do Decreto-Lei nº 39/2018, o operador deve manter e comunicar o registo do número de horas de funcionamento dos geradores de emergência.



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Tabela 2.1 – Características processuais e estruturais consideradas para as fontes em estudo

Fonte	Descrição processo	Potência (MW)	Combustível	Diâmetro (m)	Poluentes previstos emitir
FF1	Caldeira a vapor	9,80	Gás natural	0,80	NO _x , CO COV
FF2	Caldeira a vapor	9,80	Gás natural	0,80	NO _x , CO COV
FF3	Caldeira a vapor	9,80	Gás natural	0,80	NO _x , CO COV
FF4	Caldeira a vapor	9,80	Gás natural	0,80	NO _x , CO COV
FF5	Caldeira a vapor	9,80	Gás natural	0,80	NO _x , CO COV
FF6	Caldeira a vapor	9,80	Gás natural	0,80	NO _x , CO COV
FF7	Caldeira de óleo térmico	11,65	Gás natural	0,90	NO _x , CO COV
FF8	Caldeira de óleo térmico	11,65	Gás natural	0,90	NO _x , CO COV
FF9	Caldeira de óleo térmico	11,65	Gás natural	0,90	NO _x , CO COV
FF10	Caldeira de óleo térmico	11,65	Gás natural	0,90	NO _x , CO COV
FF11	Caldeira de óleo térmico	11,65	Gás natural	0,90	NO _x , CO COV
FF12	Forno de revestimento cátodo	-	-	0,90	COV
FF13	Forno de revestimento cátodo	-	-	0,90	COV
FF14	Forno de revestimento cátodo	-	-	0,90	COV
FF15	Forno de revestimento ânodo	-	-	0,80	COV
FF16	Forno de revestimento ânodo	-	-	0,80	COV
FF17	Forno de revestimento ânodo	-	-	0,80	COV
FF18	Forno / Corte	-	-	0,70	COV
FF19	Extensão rolo positivo	-	-	0,45	COV
FF20	Cátodo/Ânodo Mistura + Gás residual de vácuo para cátodo/ânodo	-	-	0,50	COV
FF21	Primeira injeção	-	-	0,50	COV, HF
FF22	Primeira injeção	-	-	0,50	COV, HF



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Fonte	Descrição processo	Potência (MW)	Combustível	Diâmetro (m)	Poluentes previstos emitir
FF23	Primeira injeção	-	-	0,50	COV, HF
FF24	Primeira injeção	-	-	0,50	COV, HF
FF25	Primeira injeção	-	-	0,50	COV, HF
FF26	Gás residual de vácuo para a primeira injeção	-	-	0,50	COV, HF
FF27	Gás residual de vácuo para secagem	-	-	0,80	COV, HF
FF28	Gás residual de vácuo para secagem	-	-	0,80	COV, HF
FF29	Sala de pressão negativa	-	-	0,70	COV, HF
FF30	Sala de pressão negativa	-	-	0,70	COV, HF
FF31	Sala de pressão negativa	-	-	0,70	COV, HF
FF32	Sala de pressão negativa	-	-	0,70	COV, HF
FF33	Sala de pressão negativa	-	-	0,70	COV, HF
FF34	Formação (sistema de eletrólise A/B) + Gás residual de vácuo para a segunda injeção + Gás residual de vácuo para retorno de hélio a pressões negativas + Gás residual de vácuo para sistema de eletrólise A/B + Gás residual de vácuo para formação	-	-	0,50	COV, HF
FF35	Purificação NMP	-	-	0,60	COV
FF36	Tanque de gás NMP	-	-	0,60	COV
FF37	Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)	-	-	0,80	NH ₃ , H ₂ S
FF38	Oxidação catalítica recuperativa (RCO) Máquina de lavagem de invólucros M5	-	-	0,70	COV
FF39	Oxidação catalítica recuperativa (RCO) Máquina de lavagem de invólucros M5	-	-	0,70	COV
FF40	Oxidação catalítica recuperativa (RCO) (<i>stand-by</i>) Máquina de lavagem de invólucros M5	-	-	0,70	COV
FF41	Armazém de resíduos - H1	-	-	0,40	COV, HCl, H ₂ SO ₄



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Fonte	Descrição processo	Potência (MW)	Combustível	Diâmetro (m)	Poluentes previstos emitir
FF46	Forno/Corte (Ânodo)	-	-	0,70	COV
FF47	Forno/Corte (Ânodo)	-	-	0,70	COV
FF48	Forno/Corte (Ânodo)	-	-	0,70	COV
FF49	Forno/Corte (Ânodo)	-	-	0,70	COV

Neste capítulo pretende-se apresentar as condições de funcionamento das fontes consideradas nos cálculos de H_p (emissões) e H_c (obstáculos).

Para efeitos do cálculo de H_p , os caudais mássicos foram determinados com base na capacidade nominal das fontes em estudo, facultada pelo proponente, e no VLE presente no Decreto-Lei nº 39/2018.

Para as 45 chaminés previstas instalar está associada a emissão de óxidos de azoto (NO_x), monóxido de carbono (CO), compostos orgânicos voláteis (COV), ácido fluorídrico (HF), amoníaco (NH_3), ácido sulfídrico (H_2S), ácido clorídrico (HCl) e ácido sulfúrico (H_2SO_4). Tal como já foi referido anteriormente e de acordo com a Portaria n.º 190-A/2018, o parâmetro S é apenas calculado para os poluentes PTS, NO_x , e SO_2 , assumindo-se um H_p de 10 m para os restantes poluentes. Assim, dos poluentes monitorizados nas fontes em estudo, apenas o NO_x foi tido em consideração para o cálculo do parâmetro S.

Verifica-se que as fontes da unidade industrial de baterias de lítio emitem poluentes em comum e, para estes casos, torna-se necessário verificar a dependência entre as mesmas.

Na Tabela 2.2 são apresentados os dados de escoamento atmosférico considerados neste estudo para o cálculo de H_p , para as fontes FF1 à FF11. Para as restantes fontes emissoras (FF12 à FF49), como referido anteriormente, assume-se um H_p de 10 metros.

Na Tabela 2.3 apresenta-se a distância entre as chaminés para a verificação da dependência entre fontes.

Tabela 2.2 – Condições de escoamento consideradas para as fontes em estudo, para o cálculo de H_p

Fonte	Caudal volúmico ($m^3 \cdot h^{-1}$)	Caudal volúmico normalizado ($Nm^3 \cdot h^{-1}$)	Temperatura (K)	Caudal mássico NO_x ($kg \cdot h^{-1}$)
FF1	11.841,0	7.866,6	411,2	$7,9 \times 10^{-1}$
FF2	11.841,0	7.866,6	411,2	$7,9 \times 10^{-1}$
FF3	11.841,0	7.866,6	411,2	$7,9 \times 10^{-1}$
FF4	11.841,0	7.866,6	411,2	$7,9 \times 10^{-1}$
FF5	11.841,0	7.866,6	411,2	$7,9 \times 10^{-1}$
FF6	11.841,0	7.866,6	411,2	$7,9 \times 10^{-1}$
FF7	26.500,4	15.629,0	463,2	1,5
FF8	26.500,4	15.629,0	463,2	1,5
FF9	26.500,4	15.629,0	463,2	1,5
FF10	26.500,4	15.629,0	463,2	1,5
FF11	26.500,4	15.629,0	463,2	1,5

Tabela 2.3 – Distância (m) entre as chaminés para verificação da dependência

		Chaminé j (m)										
		FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11
Chaminé i (m)	FF1	-	6	12	18	24	30	27	29	31	35	39
	FF2	6	-	6	12	18	24	27	27	29	32	35
	FF3	12	6	-	6	12	18	28	27	27	29	31
	FF4	18	12	6	-	6	12	29	27	27	27	29
	FF5	24	18	12	6	-	6	33	29	27	27	27
	FF6	30	24	18	12	6	-	36	33	30	27	27
	FF7	27	27	28	29	33	36	-	6	12	18	24
	FF8	29	27	27	27	29	33	6	-	6	12	18
	FF9	31	29	27	27	27	30	12	6	-	6	12
	FF10	35	32	29	27	27	27	18	12	6	-	6
	FF11	39	35	31	29	27	27	24	18	12	6	-

Para determinar o valor de H_c , foram considerados os obstáculos que, estando inseridos num raio de 300 metros em redor das fontes emissoras, apresentavam condições de serem considerados obstáculos próximos. Para tal, houve um processo de recolha de dados exaustivo, que resultou na obtenção de informação dos edifícios que representavam maior probabilidade de interferir na dispersão dos efluentes das chaminés.

Na Figura 2.1 é apresentado o enquadramento espacial da instalação, com a localização das fontes emissoras em avaliação e com a identificação dos edifícios da instalação e da envolvente que foram considerados nos cálculos efetuados. A circunferência apresentada abrange os raios de 300 metros individuais de cada uma das chaminés em avaliação. Na Figura 2.2 são apresentados, com maior pormenor, os edifícios da própria instalação.

Desde a Tabela 5.1 à Tabela 5.6 do ANEXO I apresentam-se as dimensões consideradas para os obstáculos avaliados e as respetivas distâncias às fontes emissoras em avaliação, respetivamente.



Figura 2.1 – Apresentação dos obstáculos inseridos no raio de 300 metros, a partir das fontes em estudo, incluindo os edifícios da própria instalação (Imagem do ano 2023 do *Google Earth*)



Figura 2.2 – Apresentação dos obstáculos inseridos no raio de 300 metros, a partir das fontes em estudo, com foco nos edifícios da própria instalação (Imagem do ano 2023 do *Google Earth*)

2.3 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Para efeitos de cálculo da dependência entre as chaminés da instalação, para além das distâncias entre as fontes (Tabela 2.3), foi usado o valor da altura teórica das chaminés em avaliação (H_p) determinada para o NO_x (poluente emitido em comum). As condições para a dependência entre chaminés encontram-se sintetizadas na Tabela 2.4. Verifica-

se, para as fontes em avaliação, que estas são dependentes entre si sendo, por isso, necessário calcular o H_p corrigido.

Da aplicação da metodologia relativa à Portaria nº 190-A/2018 foram obtidos os valores mínimos de altura, correspondentes a H_p e H_c , para uma correta dispersão dos poluentes atmosféricos.

O H_p apresentado (Tabela 2.5) foi calculado para o NO_x e assumido para os restantes poluentes (CO , COV , HF , NH_3 , H_2S , HCl e H_2SO_4), de acordo com a metodologia apresentada na secção 2.1. Os caudais mássicos dos poluentes contemplados no cálculo deste parâmetro tiveram por base a capacidade nominal das fontes e o VLE estabelecido no Decreto-Lei nº 39/2018.

Na Tabela 2.6 apresentam-se os valores calculados para o parâmetro H_c , para as 45 chaminés em avaliação.

A Tabela 2.7 apresenta os resultados do dimensionamento das 45 chaminés em avaliação na unidade industrial de baterias de lítio.

Tabela 2.4 – Verificação da dependência entre as chaminés (condições a serem verificadas em simultâneo para se verificar dependência: $h_i > h_j/2$, $h_j > h_i/2$, $Disthi-hj < h_i+h_j+10$)

		Chaminé j										
		FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11
Chaminé i	FF1	-	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
	FF2	SIM	-	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
	FF3	SIM	SIM	-	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
	FF4	SIM	SIM	SIM	-	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
	FF5	NÃO	SIM	SIM	SIM	-	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
	FF6	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	-	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
	FF7	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	-	SIM	SIM	SIM	NÃO
	FF8	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	-	SIM	SIM	SIM
	FF9	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	-	SIM	SIM
	FF10	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	-	SIM
	FF11	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	-

Tabela 2.5 – Dimensionamento das 45 chaminés em avaliação – cálculo de H_p

Fonte	Poluente	Caudal mássico ($kg \cdot h^{-1}$)	Caudal volúmico ($m^3 \cdot h^{-1}$)	ΔT (K)	S ⁽¹⁾	H_p ⁽¹⁾ (m)	S corrigido ⁽²⁾	H_p corrigido ⁽²⁾ (m)	H_p final (m)
FF1	NO_x	$7,9 \times 10^{-1}$	11.841,0	122	2.675	4,9	10.699	7,7	10,0
	CO , COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF2	NO_x	$7,9 \times 10^{-1}$	11.841,0	122	2.675	4,9	13.373	8,3	10,0
	CO , COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF3	NO_x	$7,9 \times 10^{-1}$	11.841,0	122	2.675	4,9	16.048	8,8	10,0

Fonte	Poluente	Caudal mássico (kg·h ⁻¹)	Caudal volúmico (m ³ ·h ⁻¹)	ΔT (K)	S ⁽¹⁾	H _p ⁽¹⁾ (m)	S corrigido ⁽²⁾	H _p corrigido ⁽²⁾ (m)	H _p final (m)
	CO, COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF4	NO _x	7,9x10 ⁻¹	11.841,0	122	2.675	4,9	16.048	8,8	10,0
	CO, COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF5	NO _x	7,9x10 ⁻¹	11.841,0	122	2.675	4,9	13.373	8,3	10,0
	CO, COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF6	NO _x	7,9x10 ⁻¹	11.841,0	122	2.675	4,9	10.699	7,7	10,0
	CO, COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF7	NO _x	1,5	26.500,4	174	5.166	5,6	20.665	8,8	10,0
	CO, COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF8	NO _x	1,5	26.500,4	174	5.166	5,6	25.831	9,5	10,0
	CO, COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF9	NO _x	1,5	26.500,4	174	5.166	5,6	25.831	9,5	10,0
	CO, COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF10	NO _x	1,5	26.500,4	174	5.166	5,6	25.831	9,5	10,0
	CO, COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF11	NO _x	1,5	26.500,4	174	5.166	5,6	20.665	8,8	10,0
	CO, COV	-	-	-	-	10,0	-	-	
FF12	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF13	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF14	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF15	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF16	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF17	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF18	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF19	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF20	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF21	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF22	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF23	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF24	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF25	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF26	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF27	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0

Fonte	Poluente	Caudal mássico (kg·h ⁻¹)	Caudal volúmico (m ³ ·h ⁻¹)	ΔT (K)	S ⁽¹⁾	H _p ⁽¹⁾ (m)	S corrigido ⁽²⁾	H _p corrigido ⁽²⁾ (m)	H _p final (m)
FF28	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF29	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF30	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF31	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF32	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF33	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF34	COV, HF	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF35	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF36	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF37	NH ₃ , H ₂ S	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF38	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF39	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF40	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF41	COV, HCl, H ₂ SO ₄	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF46	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF47	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF48	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0
FF49	COV	-	-	-	-	10,0	-	-	10,0

⁽¹⁾ Corresponde ao S/H_p sem estar corrigido.

⁽²⁾ Corresponde ao S/H_p corrigido, uma vez que ocorre dependência de fontes entre si.

Tabela 2.6 – Dimensionamento das 45 chaminés em avaliação – cálculo de H_c

Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
FF1	19	23,9	19	23,9
	24	21,4		
	26	21,8		
	28	16,6		
	29	17,9		
	31	18,7		
	32	13,7		
	33	16,4		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
	39	17,1		
FF2	19	23,9	19	23,9
	40	20,8		



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
	24	21,3		
	26	21,7		
	28	16,4		
	29	17,8		
	31	18,6		
	32	13,6		
	33	16,4		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
	39	17,1		
	40	20,8		
	19	23,9		
	26	21,6		
	28	16,3		
	29	17,7		
FF3	31	18,5	19	23,9
	32	13,4		
	33	16,2		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
	39	17,1		
	40	20,8		
	19	23,9		
	26	21,6		
	28	16,1		
	29	17,6		
FF4	31	18,3	19	23,9
	33	16,3		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
	39	17,1		
	40	20,7		
	55	18,4		
	19	23,9		
FF5	26	21,5	19	23,9
	28	16,0		
	31	18,2		



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
FF6	33	16,2		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
	39	17,1		
	40	20,7		
	55	18,5		
	19	23,9		
	26	21,4		
	28	15,8		
	31	18,1		
	33	16,1	19	23,9
38 (ed. Implantação)	15,2			
39	17,1			
40	20,6			
51	13,8			
55	18,6			
FF7	10	14,4		
	19	24,4		
	24	21,8		
	25	16,0		
	26	22,1		
	28	16,5	19	24,4
	29	18,1		
	31	18,6		
	33	17,1		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
40	20,3			
55	18,3			
FF8	10	14,4		
	18	21,8		
	19	24,4		
	24	21,7	19	24,4
	25	15,9		
26	22,0			
28	16,3			



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
	29	17,9		
	31	18,4		
	33	17,0		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
	40	20,3		
	55	18,5		
	10	14,4		
	18	21,8		
	19	24,4		
	24	21,6		
FF9	25	15,7		
	26	21,9		
	28	16,2	19	24,4
	29	17,8		
	31	18,3		
	33	16,9		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
	40	20,2		
	55	18,6		
	10	14,4		
FF10	18	21,9		
	19	24,4		
	24	21,5		
	26	21,8		
	28	16,0	19	24,4
	29	17,6		
	31	18,1		
	33	16,8		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
	55	18,7		
FF11	10	14,4		
	18	21,9		
	19	24,4	19	24,4
	24	21,5		



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
	26	21,7		
	28	15,9		
	31	18,0		
	33	16,7		
	38 (ed. Implantação)	15,2		
	51	13,7		
	55	18,9		
	10	17,4		
	12	24,4		
	15	24,8		
FF12	16	24,4		
	17	25,2		
	18	24,4	17	25,2
	19	25,2		
	20	24,6		
	22	25,1		
	23	18,1		
	24	24,2		
	26	23,6		
	FF13	10	17,4	
15		24,2		
16		24,0		
17		25,2		
18		24,5		
19		25,8		
20		24,0		
22		24,4	19	25,8
23		18,1		
24		24,9		
25	18,6			
26	24,3			
27	24,5			
28	18,1			
29	20,0			



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
FF14	33	17,9		
	10	16,4		
	17	23,7		
	18	23,4		
	19	25,2		
	20	22,3		
	22	22,7		
	23	16,8	19	25,2
	24	24,2		
	25	18,4		
	26	23,9		
	27	23,6		
	28	17,9		
	29	19,7		
FF15	33	17,7		
	22	25,1		
	23	18,1	22	25,1
	24	24,1		
FF16	27	24,6		
	22	24,7		
	23	18,1		
	24	24,6	27	25,1
	25	18,2		
	27	25,1		
FF17	29	19,7		
	22	24,2		
	23	18,0		
	24	25,0		
	25	18,8	27	25,5
	26	23,4		
	27	25,5		
FF18	29	20,2		
	24	21,6	27	23,1
	25	16,1		



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
	27	23,1		
	29	18,7		
	30	11,9		
	31	19,1		
	19	24,2		
	23	15,0		
	24	23,2		
	25	17,8		
	26	23,2		
FF19	27	23,7	19	24,2
	28	17,8		
	29 (ed. Implantação)	20,0		
	30	12,4		
	31	19,4		
	33	17,5		
	15	23,4		
	17	23,3		
	20	22,9		
FF20	22 (ed. Implantação)	24,3	22 (ed. Implantação)	24,3
	23	16,5		
	24	22,5		
	10	16,7		
	11	24,5		
	12	25,1		
	13	18,0		
	14	16,5		
	15	24,8		
FF21	16	24,8	12	25,1
	17	24,6		
	18	24,0		
	50 (ed. Implantação)	13,8		
	51	17,3		
	52	20,7		
	53	20,7		



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
FF22	10	16,5		
	11	24,4		
	12	24,9		
	13	17,9		
	14	16,4		
	15	24,7		
	16	24,7	12	24,9
	17	24,5		
	18	23,9		
	50 (ed. Implantação)	13,8		
	51	17,0		
	52	20,6		
	53	20,6		
	FF23	10	16,2	
11		24,3		
12		24,8		
13		17,7		
14		16,3		
15		24,5		
16		24,5	12	24,8
17		24,3		
18		23,8		
50 (ed. Implantação)		13,8		
51		17,0		
52		20,5		
53		20,5		
FF24		12	24,7	
	15	24,4		
	16	24,4		
	17	24,2	12	24,7
	50 (ed. Implantação)	13,8		
	51	17,0		
	52	20,3		
53	20,4			



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
FF25	12	24,6	12	24,6
	15	24,2		
	16	24,2		
	17	24,1		
	50 (ed. Implantação)	13,8		
	51	17,0		
	52	20,2		
	53	20,3		
FF26	12	24,4	12	24,4
	15	24,1		
	16	24,1		
	17	23,9		
	50 (ed. Implantação)	13,8		
	51	17,0		
	52	20,0		
FF27	11	24,7	12	24,9
	12	24,9		
	13	17,7		
	14	16,7		
	15	24,2		
	16	24,0		
	49	9,7		
	50 (ed. Implantação)	13,8		
	51	16,5		
	52	20,6		
FF28	11	24,5	12	24,6
	12	24,6		
	14	16,3		
	15	24,0		
	49	9,7		
	50 (ed. Implantação)	13,8		
FF29	51	16,1	19	25,3
	52	20,3		
	10	16,1		
	10	16,1		



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
	17	23,8		
	18	24,1		
	19	25,3		
	51	17,1		
	53	20,6		
	54	21,7		
	55	20,7		
	60 (ed. Implantação)	13,8		
	10	15,9		
	17	23,7		
	18	24,0		
	19	25,2		
FF30	51	17,1	19	25,2
	53	20,5		
	54	21,9		
	55	20,6		
	56	22,3		
	60 (ed. Implantação)	13,8		
	17	23,6		
	18	23,9		
	19	25,0		
FF31	51	17,1	19	25,0
	53	20,4		
	54	22,1		
	55	20,5		
	56	22,4		
	60 (ed. Implantação)	13,8		
	17	23,5		
	18	23,7		
	19	24,9		
FF32	21	17,1	19	24,9
	53	20,2		
	54	22,2		
	55	20,4		



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
	56	22,5		
	60 (ed. Implantação)	13,8		
FF33	17	23,4		
	18	23,6		
	19	24,8		
	51	17,1		
	53	20,1	19	24,8
	54	22,4		
	55	20,2		
	56	22,5		
	60 (ed. Implantação)	13,8		
	FF34	10	16,4	
17		24,0		
18		24,3		
19		25,5		
51		17,1	19	25,5
53		20,7		
54		21,5		
55		20,8		
60 (ed. Implantação)	13,8			
FF35	1	13,4		
	2	18,4		
	3 (ed. Implantação)	10,8		
	4	15,1	11	23,4
	5	21,7		
	11	23,4		
FF36	2	18,0		
	11	23,4	11	23,4
FF37	49	9,0		
	1	13,5		
	2	18,0	2	18,0
FF38	3	8,8		
	4	16,1		
	6 (ed. Implantação)	24,1	7	26,8



Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
	7	26,8		
	4	16,3		
FF39	6 (ed. Implantação)	24,1	7	26,8
	7	26,8		
	4	16,5		
FF40	6 (ed. Implantação)	24,1	7	26,8
	7	26,8		
	22	22,8		
	11	25,0		
	12	25,0		
FF41	49 (ed. Implantação)	12,0	11	25,0
	50	13,2		
	51	16,2		
	52	20,4		
	24	21,4		
	25	15,8		
	27	22,8		
FF46	29	18,5	27	22,8
	30	11,6		
	31	19,2		
	32	13,1		
	24	21,2		
	25	15,4		
	27	22,6		
FF47	29	18,2	27	22,6
	30	11,5		
	31	19,3		
	32	13,6		
	24	20,9		
	27	22,4		
FF48	29	18,0	27	22,4
	30	11,1		
	31	19,4		
	32	14,0		

Fonte	Obstáculo próximo ⁽¹⁾	H _c calculado (m)	Obstáculo determinante	H _c final (m)
FF49	27	22,2	27	22,2
	29	17,6		
	30	10,7		
	31	19,3		
	32	14,3		

⁽¹⁾ Dos obstáculos identificados no ANEXO I, estes correspondem aos obstáculos, inseridos num raio de 300 metros, que cumprem ambas as preposições da metodologia ($h_0 \geq D/5$ e $L \geq 1 + (14D)/300$).

Tabela 2.7 – Dimensionamento das 45 chaminés em avaliação

Fonte	H _p (m)	H _c (m)	H final (m)
FF1	10,0	23,9	23,9
FF2	10,0	23,9	23,9
FF3	10,0	23,9	23,9
FF4	10,0	23,9	23,9
FF5	10,0	23,9	23,9
FF6	10,0	23,9	23,9
FF7	10,0	24,4	24,4
FF8	10,0	24,4	24,4
FF9	10,0	24,4	24,4
FF10	10,0	24,4	24,4
FF11	10,0	24,4	24,4
FF12	10,0	25,2	25,2
FF13	10,0	25,8	25,8
FF14	10,0	25,2	25,2
FF15	10,0	25,1	25,1
FF16	10,0	25,1	25,1
FF17	10,0	25,5	25,5
FF18	10,0	23,1	23,1
FF19	10,0	24,2	24,2
FF20	10,0	24,3	24,3
FF21	10,0	25,1	25,1
FF22	10,0	24,9	24,9
FF23	10,0	24,8	24,8
FF24	10,0	24,7	24,7
FF25	10,0	24,6	24,6
FF26	10,0	24,4	24,4
FF27	10,0	24,9	24,9
FF28	10,0	24,6	24,6
FF29	10,0	25,3	25,3
FF30	10,0	25,2	25,2
FF31	10,0	25,0	25,0

Fonte	H _p (m)	H _c (m)	H final (m)
FF32	10,0	24,9	24,9
FF33	10,0	24,8	24,8
FF34	10,0	25,5	25,5
FF35	10,0	23,4	23,4
FF36	10,0	23,4	23,4
FF37	10,0	18,0	18,0
FF38	10,0	26,8	26,8
FF39	10,0	26,8	26,8
FF40	10,0	26,8	26,8
FF41	10,0	25,0	25,0
FF46	10,0	22,8	22,8
FF47	10,0	22,6	22,6
FF48	10,0	22,4	22,4
FF49	10,0	22,2	22,2

Síntese interpretativa:

- Os resultados apresentados na Tabela 2.5 mostram que o valor de H_p é determinado pelos poluentes para o quais não se calcula o parâmetro S, nomeadamente os poluentes CO, COV, HF, NH₃, H₂S, HCl e H₂SO₄, que impõem uma altura de 10 metros às 45 chaminés em avaliação.
- Em relação ao parâmetro H_c (Tabela 2.6), os obstáculos preponderantes para a sua determinação, pertencentes à unidade industrial, correspondem:
 - FF1, FF2, FF3, FF4, FF5, FF6, FF7, FF8, FF9, FF10, FF11, FF13, FF14, FF19, FF29, FF30, FF31, FF32, FF33, FF34: obstáculo 19, que impõe uma altura de 23,9 metros, 23,9 metros, 23,9 metros, 23,9 metros, 23,9 metros, 23,9 metros, 24,4 metros, 24,4 metros, 24,4 metros, 24,4 metros, 24,4 metros, 25,8 metros, 25,2 metros, 24,2 metros, 25,3 metros, 25,2 metros, 25,0 metros, 24,9 metros, 24,8 metros, 25,5 metros, respetivamente.
 - FF12: obstáculo 17, que impõe uma altura de 25,2 metros.
 - FF15, FF20: obstáculo 22, que impõe uma altura de 25,1 metros, 24,3 metros, respetivamente.
 - FF16, FF17, FF18, FF46, FF47, FF48, FF49: obstáculo 27, que impõe uma altura de 25,1 metros, 25,5 metros, 23,1 metros, 22,8 metros, 22,6 metros, 22,4 metros, 22,2 metros, respetivamente.
 - FF21, FF22, FF23, FF24, FF25, FF26, FF27, FF28: obstáculo 12, que impõe uma altura de 25,1 metros, 24,9 metros, 24,8 metros, 24,7 metros, 24,6 metros, 24,4 metros, 24,9 metros, 24,6 metros, respetivamente.
 - FF35, FF36, FF41: obstáculo 11, que impõe uma altura de 23,4 metros, 23,4 metros, 25,0 metros, respetivamente.
 - FF37: obstáculo 2, que impõe uma altura de 18,0 metros.
 - FF38, FF39, FF40: obstáculo 7, que impõe uma altura de 26,8 metros.

- Analisando a Tabela 2.7, verifica-se que a altura final das 45 chaminés em avaliação é determinada pelo parâmetro H_c , pelo que as chaminés devem possuir as alturas indicadas na Tabela.

3 APLICAÇÃO NORMA PORTUGUESA 2167:2007

3.1 METODOLOGIA

A Norma Portuguesa 2167:2007 destina-se a estabelecer e uniformizar as condições que uma secção de amostragem deve cumprir.

A NP 2167:2007 define que a secção de amostragem deverá estar localizada o mais afastada possível de qualquer perturbação que possa produzir mudanças na direção do escoamento. A mesma norma recomenda, no requisito “4.1 – Localização da Secção de Amostragem”, de modo a garantir o cumprimento dos requisitos para a caracterização do escoamento, que a secção de amostragem se localize a uma distância de pelo menos 5 diâmetros hidráulicos², após a última perturbação que exista, e a uma distância de pelo menos 2 diâmetros hidráulicos antes da perturbação seguinte (ou 5 diâmetros hidráulicos, se a perturbação seguinte coincidir com o topo da chaminé).

No requisito técnico da Norma “4.3.2 – Número de tomas de amostragem”, a Norma refere que, em condutas circulares com diâmetro igual ou inferior a 0,35 metros, é necessária apenas uma toma de amostragem, enquanto para condutas circulares com diâmetro interno superior a 0,35 metros devem existir, no mínimo, duas tomas de amostragem, desfasadas de 90°.

3.2 APRESENTAÇÃO RESULTADOS

A Tabela 3.1 apresenta a aplicação da Norma Portuguesa 2167:2007, relativamente à localização e ao número de tomas de amostragem, para as 45 chaminés em avaliação.

Tabela 3.1 – Aplicação dos requisitos da NP 2167:2007

Chaminé	Diâmetro previsto chaminé (m)	Nº tomas de amostragem de acordo com NP 2167:2007 ⁽¹⁾	Localização secção amostragem Dm / Dj (m) de acordo com NP 2167:2007
FF1	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF2	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF3	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF4	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF5	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF6	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF7	0,90	2	4,5 ⁽²⁾ / 1,8 ⁽³⁾ ou 4,5 ⁽⁴⁾

² No caso de chaminés circulares, o diâmetro hidráulico coincide com o diâmetro interno.

Chaminé	Diâmetro previsto chaminé (m)	Nº tomas de amostragem de acordo com NP 2167:2007 ⁽¹⁾	Localização secção amostragem Dm / Dj (m) de acordo com NP 2167:2007
FF8	0,90	2	4,5 ⁽²⁾ / 1,8 ⁽³⁾ ou 4,5 ⁽⁴⁾
FF9	0,90	2	4,5 ⁽²⁾ / 1,8 ⁽³⁾ ou 4,5 ⁽⁴⁾
FF10	0,90	2	4,5 ⁽²⁾ / 1,8 ⁽³⁾ ou 4,5 ⁽⁴⁾
FF11	0,90	2	4,5 ⁽²⁾ / 1,8 ⁽³⁾ ou 4,5 ⁽⁴⁾
FF12	0,90	2	4,5 ⁽²⁾ / 1,8 ⁽³⁾ ou 4,5 ⁽⁴⁾
FF13	0,90	2	4,5 ⁽²⁾ / 1,8 ⁽³⁾ ou 4,5 ⁽⁴⁾
FF14	0,90	2	4,5 ⁽²⁾ / 1,8 ⁽³⁾ ou 4,5 ⁽⁴⁾
FF15	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF16	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF17	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF18	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF19	0,45	2	2,3 ⁽²⁾ / 0,9 ⁽³⁾ ou 2,3 ⁽⁴⁾
FF20	0,50	2	2,5 ⁽²⁾ / 1,0 ⁽³⁾ ou 2,5 ⁽⁴⁾
FF21	0,50	2	2,5 ⁽²⁾ / 1,0 ⁽³⁾ ou 2,5 ⁽⁴⁾
FF22	0,50	2	2,5 ⁽²⁾ / 1,0 ⁽³⁾ ou 2,5 ⁽⁴⁾
FF23	0,50	2	2,5 ⁽²⁾ / 1,0 ⁽³⁾ ou 2,5 ⁽⁴⁾
FF24	0,50	2	2,5 ⁽²⁾ / 1,0 ⁽³⁾ ou 2,5 ⁽⁴⁾
FF25	0,50	2	2,5 ⁽²⁾ / 1,0 ⁽³⁾ ou 2,5 ⁽⁴⁾
FF26	0,50	2	2,5 ⁽²⁾ / 1,0 ⁽³⁾ ou 2,5 ⁽⁴⁾
FF27	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF28	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF29	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF30	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF31	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF32	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF33	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF34	0,50	2	2,5 ⁽²⁾ / 1,0 ⁽³⁾ ou 2,5 ⁽⁴⁾
FF35	0,60	2	3,0 ⁽²⁾ / 1,2 ⁽³⁾ ou 3,0 ⁽⁴⁾
FF36	0,60	2	3,0 ⁽²⁾ / 1,2 ⁽³⁾ ou 3,0 ⁽⁴⁾
FF37	0,80	2	4,0 ⁽²⁾ / 1,6 ⁽³⁾ ou 4,0 ⁽⁴⁾
FF38	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF39	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF40	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF41	0,40	2	2,0 ⁽²⁾ / 0,8 ⁽³⁾ ou 2,0 ⁽⁴⁾
FF46	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF47	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF48	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾
FF49	0,70	2	3,5 ⁽²⁾ / 1,4 ⁽³⁾ ou 3,5 ⁽⁴⁾

Dm – Distância entre a toma de amostragem e a perturbação a montante.

Dj – Distância entre a toma de amostragem e a perturbação a jusante.

⁽¹⁾ Diâmetro superior a 0,35 metros implica duas tomas de amostragem, desfasadas de 90º.

⁽²⁾ Distância de pelo menos 5 diâmetros hidráulicos a montante.

⁽³⁾ Distância de pelo menos 2 diâmetros hidráulicos, antes da perturbação seguinte.

⁽⁴⁾ Distância de pelo menos 5 diâmetros hidráulicos, no caso do topo de uma chaminé.

Síntese interpretativa:

- Pela análise da Tabela 3.1, para que ocorra o cumprimento do requisito técnico “4.3.2 – Número de tomas de amostragem”, verifica-se que as 45 chaminés em avaliação devem possuir duas tomas de amostragem, desfasadas de 90°.
- Para o cumprimento das recomendações da NP 2167:2007, a distância entre a secção de amostragem e a perturbação a montante (D_m) deve ser, no mínimo, os valores apresentados na Tabela 3.1. No que diz respeito à distância entre a secção de amostragem e a perturbação a jusante (D_m), como por exemplo a existência de um dispositivo para proteção das águas da chuva, como o “chapéu holandês”, devem ser respeitadas as distâncias apresentadas na Tabela 3.1, de pelo menos 2 diâmetros hidráulicos. No caso da perturbação seguinte coincidir com o topo de uma chaminé, a distância a jusante (D_j) deve respeitar pelo menos os 5 diâmetros hidráulicos, tal como apresentado na Tabela 3.1.

4 APLICAÇÃO DECRETO-LEI Nº 39/2018

4.1 METODOLOGIA

O Decreto-Lei n 39/2018 estabelece o regime de prevenção e controlo das emissões de poluentes para o ar.

No Artigo 26º do Capítulo VI (descarga de poluentes atmosféricos), do Decreto-Lei n 39/2018, é referido no nº 2 que sempre que tecnicamente viável, a velocidade de saída dos gases, em regime de funcionamento normal da instalação, deve ser, pelo menos, $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ se o caudal ultrapassar $5000 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$, ou $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ se o caudal for inferior ou igual a $5000 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$.

No Artigo 27º (requisitos relativos à construção de chaminés) é referido que a chaminé deve ter uma secção circular, o seu contorno não deve ter pontos angulosos e a variação da secção em altura deve ser contínua e gradual. É ainda referido que no topo das chaminés associadas a processos de combustão não é permitida a colocação de chapéus ou outros dispositivos similares que condicionem a boa dispersão dos poluentes. Para chaminés associadas a processos onde não ocorre combustão, podem ser colocados dispositivos, desde que não diminuam a dispersão vertical ascendente dos gases.

4.2 APRESENTAÇÃO RESULTADOS

A Tabela 4.1 apresenta os resultados da aplicação do Decreto-Lei nº 39/2018, relativamente à velocidade de escoamento de saída dos gases (nº 2 do artigo 26º do Capítulo VI), para as 45 chaminés em avaliação.

Tabela 4.1 – Aplicação dos requisitos do Decreto-Lei nº 39/2018

Fonte	Diâmetro previsto chaminé (m)	Caudal volúmico (m ³ ·h ⁻¹)	Velocidade de escoamento (m·s ⁻¹) ⁽¹⁾	Cumprimento DL 39/2018
FF1	0,80	11.841,0	6,5	Cumpre
FF2	0,80	11.841,0	6,5	Cumpre
FF3	0,80	11.841,0	6,5	Cumpre
FF4	0,80	11.841,0	6,5	Cumpre
FF5	0,80	11.841,0	6,5	Cumpre
FF6	0,80	11.841,0	6,5	Cumpre
FF7	0,90	26.500,4	11,6	Cumpre
FF8	0,90	26.500,4	11,6	Cumpre
FF9	0,90	26.500,4	11,6	Cumpre
FF10	0,90	26.500,4	11,6	Cumpre
FF11	0,90	26.500,4	11,6	Cumpre
FF12	0,90	26583,9	11,6	Cumpre
FF13	0,90	26583,9	11,6	Cumpre
FF14	0,90	26583,9	11,6	Cumpre
FF15	0,80	21941,4	12,1	Cumpre
FF16	0,80	21941,4	12,1	Cumpre
FF17	0,80	21941,4	12,1	Cumpre
FF18	0,70	18120,3	13,1	Cumpre
FF19	0,45	6549,1	11,4	Cumpre
FF20	0,50	9137,2	12,9	Cumpre
FF21	0,50	8841,4	12,5	Cumpre
FF22	0,50	8841,4	12,5	Cumpre
FF23	0,50	8841,4	12,5	Cumpre
FF24	0,50	8841,4	12,5	Cumpre
FF25	0,50	8841,4	12,5	Cumpre
FF26	0,50	6696,5	9,5	Cumpre
FF27	0,80	19647,4	10,9	Cumpre
FF28	0,80	19647,4	10,9	Cumpre
FF29	0,70	15144,9	10,9	Cumpre
FF30	0,70	15144,9	10,9	Cumpre
FF31	0,70	15144,9	10,9	Cumpre
FF32	0,70	15144,9	10,9	Cumpre
FF33	0,70	15144,9	10,9	Cumpre
FF34	0,50	8727,8	12,3	Cumpre
FF35	0,60	13207,5	13,0	Cumpre
FF36	0,60	13207,5	13,0	Cumpre
FF37	0,80	24013,5	13,3	Cumpre
FF38	0,70	24250,8	17,5	Cumpre
FF39	0,70	24250,8	17,5	Cumpre

Fonte	Diâmetro previsto chaminé (m)	Caudal volúmico ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	Velocidade de escoamento ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) ⁽¹⁾	Cumprimento DL 39/2018
FF40	0,70	24250,8	17,5	Cumpre
FF41	0,40	4802,7	10,6	Cumpre
FF46	0,70	18120,3	13,1	Cumpre
FF47	0,70	18120,3	13,1	Cumpre
FF48	0,70	18120,3	13,1	Cumpre
FF49	0,70	18120,3	13,1	Cumpre

⁽¹⁾ A velocidade de escoamento foi determinada tendo em consideração o caudal volúmico e a área de secção da chaminé.

Síntese interpretativa:

- Pela análise da Tabela 4.1, verifica-se para as 45 chaminés em avaliação, o cumprimento dos requisitos do Decreto-Lei nº 39/2018, dado que apresentam uma velocidade teórica superior à mínima definida na legislação (pelo menos $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ para caudais superiores a $5.000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$).
- De acordo com o estipulado no artigo 27º do Decreto-Lei nº 39/2018, recomenda-se que as 45 chaminés em avaliação possuam uma secção circular, o seu contorno não deve ter pontos angulosos e a variação da secção em altura deve ser contínua e gradual. No topo da chaminé podem ser colocados dispositivos, desde que não diminuam a dispersão vertical ascendente dos gases.

5 SÍNTESE CONCLUSIVA

O estudo a que este relatório diz respeito consistiu no dimensionamento das 45 chaminés da Unidade Industrial de Baterias de Lítio, abrangidas pelo Decreto-Lei nº 39/2018, face aos princípios e regras de descarga de poluentes para a atmosfera, de acordo com a aplicação dos documentos legais atualmente em vigor, nomeadamente:

1. Portaria nº 190-A/2018, relativa à altura de chaminés;
2. Norma Portuguesa 2167:2007, relativa ao número e localização de tomas de amostragem;
3. Decreto-Lei nº 39/2018 (artigo 26º - ponto 2 e artigo 27º - pontos 1 a 3), relativa à velocidade de escoamento e forma secção saída).

Da aplicação da metodologia definida na Portaria nº 190-A/2018, para as 45 chaminés previstas na unidade industrial, a altura é determinada pela existência de obstáculos próximos (H_c) da instalação, impondo alturas entre os 22 metros e os 27 metros.

Da aplicação dos requisitos aplicáveis ao número de tomas de amostragem, de acordo com o definido na Norma Portuguesa 2167:2007, observa-se que as 45 chaminés em avaliação devem possuir duas tomas de amostragem, desfasadas de 90º. Para o



cumprimento das recomendações da NP 2167:2007, a distância entre a secção de amostragem e a perturbação a montante e a jusante deve ser, no mínimo, os valores apresentados anteriormente na secção 3.2.

Da aplicação do nº 2 do artigo 26º do Decreto-Lei nº 39/2018, verifica-se o cumprimento dos requisitos legais para as 45 chaminés em avaliação, dado que apresentam uma velocidade teórica superior à mínima definida na legislação (pelo menos $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ para caudais superiores a $5.000 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$). De acordo com o estipulado no artigo 27º do Decreto-Lei nº 39/2018, recomenda-se que as 45 chaminés em avaliação possuam uma secção circular, o seu contorno não deve ter pontos angulosos e a variação da secção em altura deve ser contínua e gradual. No topo da chaminé podem ser colocados dispositivos, desde que não diminuam a dispersão vertical ascendente dos gases.



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Qualidade do ar

ANEXO I

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera



Tabela 5.1 – Dimensões dos obstáculos considerados no presente estudo

Obs.	L (m)	Altura (ho) ⁽¹⁾ (m)														
		FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
1	74	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	11	12
2	34	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	17	16	17
3	31	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	9	8	9
4	233	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	13	14
5	61	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	21	21	20	21
6	83	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	22	21	22
7	15	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	24	24	23	24
8	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	17	16	17
9	26	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	13	14
10	299	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	15	15	14	15
11	41	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
12	57	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
13	11	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	17	16	17
14	29	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	15	15	14	15
15	73	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
16	32	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
17	76	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
18	34	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
19	79	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	24	24	23	24
20	13	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	22	21	22
21	40	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	16	16	15	16

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Obs.	L (m)	Altura (ho) ⁽¹⁾ (m)														
		FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
22	201	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	22	21	22
23	112	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	15	15	14	15
24	89	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	22	21	22
25	87	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	17	16	17
26	11	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	22	21	22
27	11	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
28	98	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	17	16	17
29	80	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19	18	19
30	84	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	11	12
31	86	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19	18	19
32	111	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	13	14
33	40	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	17	16	17
34	106	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	18	18	17	18
35	90	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	16	16	15	16
36	57	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19	18	19
37	18	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	22	21	22
38	115	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	13	14
39	109	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	18	18	17	18
40	20	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	21	21	20	21
41	482	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	18	18	17	18
42	47	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	25	25	24	25
43	48	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	28	28	27	28
44	47	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	28	28	27	28
45	48	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	29	29	28	29

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera



Obs.	L (m)	Altura (ho) ⁽¹⁾ (m)														
		FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
46	53	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	29	29	28	29
47	34	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	20	20	19	20
48	34	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	21	21	20	21
49	94	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	9	8	9
50	117	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	10	11
51	489	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	15	15	14	15
52	11	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19	18	19
53	10	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19	18	19
54	11	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	20	20	19	20
55	11	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19	18	19
56	11	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	22	21	22
57	11	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	21	21	20	21
58	11	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	21	21	20	21
59	11	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	21	21	20	21
60	89	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	10	11
61	101	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	13	14
62	110	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	13	14
63	27	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19	18	19
64	173	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	20	20	19	20
65	12	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
66	12	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
67	12	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	22	21	22
68	59	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27	27	26	27

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera



Obs.	L (m)	Altura (h ₀) ⁽¹⁾ (m)														
		FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
69	59	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	26	26	25	26
70	162	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	21	21	20	21
71	11	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	23	23	22	23
72	10	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	22	22	21	22
73	23	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	13	13	12	13
74	101	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	17	16	17
75	78	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	17	17	16	17
76	80	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	25	25	24	25
77	117	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	3
78	79	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	11	12
79	215	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	16	16	15	16
80	55	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	11	12
81	26	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	11	12

Legenda: Obs. – obstáculo, L – largura.

⁽¹⁾ Medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé.

Tabela 5.2 – Dimensões dos obstáculos considerados no presente estudo (continuação)

Obs.	Altura (h ₀) ⁽¹⁾ (m)														
	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
1	12	12	10	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2	17	17	14	15	16	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16
3	9	9	6	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Altura (h₀) ⁽¹⁾ (m)

Obs.	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
4	14	14	12	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
5	21	21	19	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
6	22	22	19	20	21	22	22	22	22	22	22	22	22	21	21
7	24	24	22	23	23	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
8	17	17	14	15	16	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16
9	14	14	11	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14	13	13
10	15	15	13	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
11	23	23	21	22	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
12	23	23	21	22	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
13	17	17	14	15	16	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16
14	15	15	13	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
15	23	23	20	21	22	23	23	23	23	23	23	23	23	22	22
16	23	23	20	21	22	23	23	23	23	23	23	23	23	22	22
17	23	23	20	21	22	23	23	23	23	23	23	23	23	22	22
18	23	23	20	21	22	23	23	23	23	23	23	23	23	22	22
19	24	24	21	22	23	24	24	24	24	24	24	24	24	23	23
20	22	22	20	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
21	16	16	14	15	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
22	22	22	20	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	15	15	13	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
24	22	22	20	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
25	17	17	14	15	16	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16
26	22	22	20	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
27	23	23	21	22	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Altura (h₀) ⁽¹⁾ (m)

Obs.	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
28	17	17	14	15	16	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16
29	19	19	16	17	18	19	19	19	19	19	19	19	19	18	18
30	12	12	9	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11
31	19	19	17	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
32	14	14	12	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
33	17	17	14	15	16	17	17	17	17	17	17	17	17	16	16
34	18	18	16	17	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
35	16	16	13	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15
36	19	19	16	17	18	19	19	19	19	19	19	19	19	18	18
37	22	22	20	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
38	14	14	12	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
39	18	18	15	16	17	18	18	18	18	18	18	18	18	17	17
40	21	21	19	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
41	18	18	15	16	17	18	18	18	18	18	18	18	18	17	17
42	25	25	23	24	24	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
43	28	28	26	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
44	28	28	26	27	27	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
45	29	29	27	28	28	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
46	29	29	27	28	28	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
47	20	20	18	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
48	21	21	18	19	20	21	21	21	21	21	21	21	21	20	20
49	9	9	6	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9	8	8
50	11	11	8	9	10	11	11	11	11	11	11	11	11	10	10
51	15	15	12	13	14	15	15	15	15	15	15	15	15	14	14



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Altura (h₀) ⁽¹⁾ (m)

Obs.	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
	52	19	19	16	17	18	19	19	19	19	19	19	19	18	18
	53	19	19	17	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	54	20	20	18	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	55	19	19	17	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	56	22	22	19	20	21	22	22	22	22	22	22	22	21	21
	57	21	21	18	19	20	21	21	21	21	21	21	21	20	20
	58	21	21	19	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	59	21	21	19	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	60	11	11	9	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	61	14	14	12	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	62	14	14	12	13	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14
	63	19	19	17	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19
	64	20	20	18	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	65	23	23	21	22	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	66	23	23	21	22	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	67	22	22	20	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	68	27	27	25	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	69	26	26	24	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26
	70	21	21	18	19	20	21	21	21	21	21	21	21	20	20
	71	23	23	21	22	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23
	72	22	22	20	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	73	13	13	10	11	12	13	13	13	13	13	13	13	12	12
	74	17	17	15	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Altura (h_0) ⁽¹⁾ (m)

Obs.	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
75	17	17	15	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
76	25	25	22	23	24	25	25	25	25	25	25	25	25	24	24
77	3	3	0	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
78	12	12	9	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11
79	16	16	13	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15
80	12	12	9	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11
81	12	12	9	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11

Legenda: Obs. – obstáculo, L – largura.

⁽¹⁾ Medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé.

Tabela 5.3 – Dimensões dos obstáculos considerados no presente estudo (continuação)

Obs.	Altura (h_0) ⁽¹⁾ (m)														
	FF31	FF32	FF33	FF34	FF35	FF36	FF37	FF38	FF39	FF40	FF41	FF46	FF47	FF48	FF49
1	12	12	12	12	11	11	11	12	12	12	13	10	10	10	10
2	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	17	14	14	14	14
3	8	8	8	8	8	8	7	8	8	8	9	6	6	6	6
4	14	14	14	14	13	13	13	14	14	14	15	12	12	12	12
5	21	21	21	21	20	20	20	21	21	21	22	19	19	19	19
6	21	21	21	21	21	21	20	21	21	21	22	19	19	19	19
7	24	24	24	24	23	23	23	24	24	24	25	22	22	22	22
8	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	17	14	14	14	14
9	13	13	13	13	13	13	12	13	13	13	14	11	11	11	11
10	15	15	15	15	14	14	14	15	15	15	16	13	13	13	13

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Altura (h₀) ⁽¹⁾ (m)

Obs.	FF31	FF32	FF33	FF34	FF35	FF36	FF37	FF38	FF39	FF40	FF41	FF46	FF47	FF48	FF49
11	23	23	23	23	22	22	22	23	23	23	24	21	21	21	21
12	23	23	23	23	22	22	22	23	23	23	24	21	21	21	21
13	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	17	14	14	14	14
14	15	15	15	15	14	14	14	15	15	15	16	13	13	13	13
15	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	23	20	20	20	20
16	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	23	20	20	20	20
17	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	23	20	20	20	20
18	22	22	22	22	22	22	21	22	22	22	23	20	20	20	20
19	23	23	23	23	23	23	22	23	23	23	24	21	21	21	21
20	22	22	22	22	21	21	21	22	22	22	23	20	20	20	20
21	16	16	16	16	15	15	15	16	16	16	17	14	14	14	14
22	22	22	22	22	21	21	21	22	22	22	23	20	20	20	20
23	15	15	15	15	14	14	14	15	15	15	16	13	13	13	13
24	22	22	22	22	21	21	21	22	22	22	23	20	20	20	20
25	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	17	14	14	14	14
26	22	22	22	22	21	21	21	22	22	22	23	20	20	20	20
27	23	23	23	23	22	22	22	23	23	23	24	21	21	21	21
28	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	17	14	14	14	14
29	18	18	18	18	18	18	17	18	18	18	19	16	16	16	16
30	11	11	11	11	11	11	10	11	11	11	12	9	9	9	9
31	19	19	19	19	18	18	18	19	19	19	20	17	17	17	17
32	14	14	14	14	13	13	13	14	14	14	15	12	12	12	12
33	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	17	14	14	14	14
34	18	18	18	18	17	17	17	18	18	18	19	16	16	16	16

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Altura (h₀) ⁽¹⁾ (m)

Obs.	FF31	FF32	FF33	FF34	FF35	FF36	FF37	FF38	FF39	FF40	FF41	FF46	FF47	FF48	FF49
	35	15	15	15	15	15	14	15	15	15	16	13	13	13	13
	36	18	18	18	18	18	17	18	18	18	19	16	16	16	16
	37	22	22	22	22	21	21	22	22	22	23	20	20	20	20
	38	14	14	14	14	13	13	14	14	14	15	12	12	12	12
	39	17	17	17	17	17	16	17	17	17	18	15	15	15	15
	40	21	21	21	21	20	20	21	21	21	22	19	19	19	19
	41	17	17	17	17	17	16	17	17	17	18	15	15	15	15
	42	25	25	25	25	24	24	25	25	25	26	23	23	23	23
	43	28	28	28	28	27	27	28	28	28	29	26	26	26	26
	44	28	28	28	28	27	27	28	28	28	29	26	26	26	26
	45	29	29	29	29	28	28	29	29	29	30	27	27	27	27
	46	29	29	29	29	28	28	29	29	29	30	27	27	27	27
	47	20	20	20	20	19	19	20	20	20	21	18	18	18	18
	48	20	20	20	20	20	19	20	20	20	21	18	18	18	18
	49	8	8	8	8	8	7	8	8	8	9	6	6	6	6
	50	10	10	10	10	10	9	10	10	10	11	8	8	8	8
	51	14	14	14	14	14	13	14	14	14	15	12	12	12	12
	52	18	18	18	18	18	17	18	18	18	19	16	16	16	16
	53	19	19	19	19	18	18	19	19	19	20	17	17	17	17
	54	20	20	20	20	19	19	20	20	20	21	18	18	18	18
	55	19	19	19	19	18	18	19	19	19	20	17	17	17	17
	56	21	21	21	21	21	20	21	21	21	22	19	19	19	19
	57	20	20	20	20	20	19	20	20	20	21	18	18	18	18
	58	21	21	21	21	20	20	21	21	21	22	19	19	19	19

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Altura (h₀) ⁽¹⁾ (m)

Obs.	FF31	FF32	FF33	FF34	FF35	FF36	FF37	FF38	FF39	FF40	FF41	FF46	FF47	FF48	FF49	
	59	21	21	21	21	20	20	20	21	21	21	22	19	19	19	19
	60	11	11	11	11	10	10	10	11	11	11	12	9	9	9	9
	61	14	14	14	14	13	13	13	14	14	14	15	12	12	12	12
	62	14	14	14	14	13	13	13	14	14	14	15	12	12	12	12
	63	19	19	19	19	18	18	18	19	19	19	20	17	17	17	17
	64	20	20	20	20	19	19	19	20	20	20	21	18	18	18	18
	65	23	23	23	23	22	22	22	23	23	23	24	21	21	21	21
	66	23	23	23	23	22	22	22	23	23	23	24	21	21	21	21
	67	22	22	22	22	21	21	21	22	22	22	23	20	20	20	20
	68	27	27	27	27	26	26	26	27	27	27	28	25	25	25	25
	69	26	26	26	26	25	25	25	26	26	26	27	24	24	24	24
	70	20	20	20	20	20	20	19	20	20	20	21	18	18	18	18
	71	23	23	23	23	22	22	22	23	23	23	24	21	21	21	21
	72	22	22	22	22	21	21	21	22	22	22	23	20	20	20	20
	73	12	12	12	12	12	12	11	12	12	12	13	10	10	10	10
	74	17	17	17	17	16	16	16	17	17	17	18	15	15	15	15
	75	17	17	17	17	16	16	16	17	17	17	18	15	15	15	15
	76	24	24	24	24	24	24	23	24	24	24	25	22	22	22	22
	77	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	0	0	0	0
	78	11	11	11	11	11	11	10	11	11	11	12	9	9	9	9
	79	15	15	15	15	15	15	14	15	15	15	16	13	13	13	13
	80	11	11	11	11	11	11	10	11	11	11	12	9	9	9	9
	81	11	11	11	11	11	11	10	11	11	11	12	9	9	9	9

Legenda: Obs. – obstáculo, L – largura.



QUADRANTE



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera
¹⁾ Medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé.

Tabela 5.4 – Dimensões dos obstáculos considerados no presente estudo

Obs.	Distância (m)														
	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
1	462	460	459	457	456	455	435	433	432	430	429	312	348	378	369
2	441	439	437	435	434	432	414	412	410	408	407	303	336	364	368
3	432	431	429	428	426	425	405	404	402	401	399	287	321	351	348
4	403	403	403	403	403	403	376	376	376	376	376	227	268	301	226
5	413	413	412	412	412	412	386	386	385	385	385	247	286	319	289
6	423	425	427	429	431	433	399	402	404	406	408	245	284	315	225
7	500	502	504	506	507	509	476	478	480	482	484	322	361	393	304
8	482	481	481	481	481	480	455	455	454	454	454	313	353	386	347
9	382	382	381	380	380	379	355	355	354	353	353	223	261	292	276
10	86	86	86	86	86	86	59	59	59	59	60	31	31	30	127
11	315	314	314	313	313	313	288	287	287	286	286	155	192	223	216
12	269	268	268	268	268	268	242	241	241	241	241	110	146	177	180
13	275	274	273	271	271	270	248	247	246	244	244	136	166	194	216
14	288	287	285	285	284	283	261	260	258	257	257	145	177	205	222
15	220	220	220	220	220	220	193	193	193	193	193	55	91	123	136
16	208	207	206	205	205	205	181	180	179	179	178	78	101	126	171
17	149	149	149	149	149	149	122	122	122	122	122	32	37	58	127
18	131	130	129	128	127	127	105	103	102	101	100	80	73	77	173
19	49	49	49	49	49	49	22	22	22	22	22	96	59	37	159
20	201	201	202	202	203	204	175	175	176	176	177	39	73	104	129

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Distância (m)

Obs.	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
21	342	342	342	342	343	343	315	315	316	316	317	166	207	240	188
22	191	192	194	195	197	199	166	168	170	172	174	12	52	85	11
23	121	123	125	128	131	134	98	101	105	108	112	5	5	13	4
24	98	100	103	106	110	113	77	81	85	89	94	62	22	5	65
25	80	84	87	91	95	99	63	67	72	77	82	87	47	14	89
26	79	82	85	88	92	97	60	65	69	74	79	96	56	22	134
27	144	149	155	160	166	171	138	144	150	156	161	132	106	93	98
28	41	47	53	58	64	70	44	50	56	62	68	107	66	33	135
29	65	70	75	80	85	91	59	65	71	77	83	108	68	37	108
30	53	59	65	71	77	83	58	64	70	76	82	140	99	67	140
31	53	59	65	71	77	83	62	68	73	79	85	171	130	97	161
32	48	53	58	63	69	74	70	74	78	83	87	204	163	130	206
33	49	49	51	53	55	59	23	26	30	34	39	115	74	41	148
34	128	130	132	134	136	139	155	156	158	160	163	298	258	224	300
35	214	215	216	218	219	221	241	242	243	245	246	387	346	312	394
36	313	314	315	316	317	318	340	341	342	343	344	487	446	413	493
37	317	318	319	320	322	323	344	345	346	347	349	487	447	413	493
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153	113	81	196
39	64	64	64	64	64	64	91	91	91	91	91	241	201	168	271
40	65	66	68	70	73	76	92	93	95	97	99	241	200	167	269
41	167	167	167	167	167	167	193	193	193	193	193	346	306	273	369
42	219	219	219	219	219	219	246	246	246	246	245	396	356	322	418
43	377	377	377	377	377	377	404	404	404	404	404	554	513	480	571
44	440	440	440	440	440	440	467	467	467	467	467	617	576	543	632



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Obs.	Distância (m)														
	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
45	503	503	503	503	503	503	530	530	530	530	530	680	639	606	694
46	557	557	557	557	557	557	584	584	584	584	584	734	693	660	747
47	368	367	367	366	365	365	394	393	392	392	391	548	507	475	574
48	560	560	559	559	558	558	586	586	585	585	585	739	699	666	759
49	330	328	327	325	324	323	303	301	300	298	297	191	223	251	265
50	223	221	218	216	213	211	198	195	192	189	187	144	155	171	239
51	89	83	77	72	66	60	87	81	75	69	63	126	129	126	222
52	282	280	279	277	276	274	256	254	252	250	249	156	183	208	239
53	167	164	161	159	156	154	143	139	136	133	130	127	125	132	223
54	201	196	191	186	181	176	186	180	175	169	164	224	215	213	317
55	98	93	87	83	77	72	85	79	73	67	62	176	150	134	254
56	176	171	165	159	153	147	174	168	162	156	150	277	253	237	357
57	142	138	135	132	128	125	161	158	155	152	150	312	276	246	363
58	208	203	198	194	189	184	220	215	211	206	202	357	325	301	423
59	261	259	257	256	254	253	285	283	281	280	279	439	400	369	477
60	118	113	107	103	97	92	104	98	93	87	81	162	147	142	251
61	108	102	96	91	85	79	112	106	101	95	90	243	211	188	310
62	227	224	221	219	217	214	248	246	244	242	240	402	364	334	447
63	298	296	294	293	291	290	322	320	319	317	316	476	437	405	512
64	322	320	319	317	316	315	346	345	343	342	341	501	462	430	535
65	329	328	326	325	324	323	354	352	351	350	349	508	469	437	542
66	399	398	397	396	395	394	424	423	422	421	420	579	539	506	608
67	445	444	443	442	441	440	470	469	468	467	466	624	584	552	652
68	353	351	349	348	346	345	377	375	374	372	371	531	492	461	567



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Qualidade do ar

Obs.	Distância (m)														
	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9	FF10	FF11	FF12	FF13	FF14	FF15
69	423	422	420	419	418	416	448	446	445	444	443	602	563	530	634
70	524	523	522	521	520	519	549	548	547	546	546	703	663	630	728
71	544	542	540	538	537	535	568	566	564	562	561	722	683	651	757
72	524	523	522	521	520	519	549	548	547	546	546	703	663	630	728
73	707	705	704	703	701	700	731	730	729	728	726	886	846	814	915
74	697	696	695	694	693	692	722	721	721	720	719	876	836	803	900
75	687	687	687	686	686	686	713	713	713	713	713	865	824	791	880
76	751	751	750	750	749	749	777	777	776	776	775	930	889	856	947
77	1044	1045	1045	1046	1046	1047	1018	1019	1019	1020	1021	867	908	941	866
78	1174	1168	1162	1156	1150	1144	1171	1165	1159	1153	1147	1231	1224	1219	1326
79	1211	1205	1199	1193	1187	1181	1209	1203	1197	1191	1185	1271	1264	1260	1366
80	1147	1141	1135	1129	1123	1118	1148	1142	1136	1130	1124	1227	1216	1207	1320
81	1153	1147	1141	1136	1130	1124	1155	1149	1144	1138	1132	1244	1229	1217	1334

Legenda: Obs. – obstáculo.

Tabela 5.5 – Distâncias entre os obstáculos considerados e as chaminés em estudo (continuação)

Obs.	Distância (m)														
	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
1	388	407	487	434	308	221	221	221	221	221	222	167	167	353	353
2	386	402	478	420	306	192	191	191	191	190	190	136	136	324	323
3	366	384	462	407	286	190	190	190	191	191	191	136	137	322	322
4	251	275	372	348	192	182	184	187	189	192	196	141	148	313	314
5	310	330	417	371	231	202	205	209	213	217	221	169	178	328	330

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Distância (m)

Obs.	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
6	251	275	371	353	199	308	315	322	329	336	343	305	319	400	405
7	330	354	450	432	277	364	371	377	383	389	396	352	364	468	473
8	370	391	481	438	293	267	269	272	275	278	282	227	234	395	397
9	295	314	397	346	216	164	167	171	174	179	183	131	142	291	293
10	129	127	142	71	75	58	66	75	83	92	100	86	101	59	68
11	233	251	330	278	154	105	110	115	121	127	133	93	107	228	230
12	194	210	285	231	117	72	79	86	94	101	109	84	99	185	188
13	228	241	309	250	154	69	76	83	91	98	106	83	98	184	186
14	235	249	319	261	159	63	67	72	78	84	91	57	72	191	192
15	146	159	231	177	75	55	63	72	80	89	97	90	104	140	144
16	177	186	244	182	115	55	64	72	80	89	97	105	117	125	129
17	127	130	177	114	81	70	77	84	92	100	108	127	138	82	88
18	169	169	196	126	134	101	106	111	117	124	130	162	170	65	73
19	146	136	134	62	146	149	152	156	160	164	169	210	216	56	65
20	136	146	213	158	73	125	133	142	150	159	167	166	180	166	173
21	211	233	324	288	136	171	177	183	190	197	204	165	179	279	283
22	35	59	155	131	0	159	168	176	185	193	202	188	203	189	196
23	5	6	82	58	24	167	176	184	192	200	209	213	226	166	174
24	39	16	58	33	98	197	204	211	219	226	233	253	264	164	173
25	64	40	39	14	122	212	219	226	232	239	246	270	281	164	173
26	117	104	101	30	137	216	222	229	235	242	249	274	285	161	170
27	72	48	38	61	140	288	295	302	310	317	325	341	353	250	259
28	115	99	82	14	144	225	231	238	244	251	258	284	294	166	174
29	83	59	10	0	142	234	240	247	254	260	267	292	303	178	186



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Obs.	Distância (m)														
	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
30	114	90	5	18	174	256	262	268	274	281	287	316	326	185	193
31	135	111	17	50	197	280	286	291	297	303	309	341	350	197	204
32	180	156	60	83	239	300	304	309	314	319	324	361	369	202	209
33	129	113	96	26	155	206	211	216	222	228	234	266	275	130	138
34	275	251	155	178	333	381	385	389	393	397	401	442	449	267	273
35	369	345	252	266	422	463	466	469	472	476	479	524	529	343	347
36	468	444	350	366	522	559	561	564	566	569	572	619	623	434	437
37	468	444	350	366	522	565	568	570	573	577	580	625	631	442	446
38	176	160	126	65	198	208	210	213	216	219	223	268	273	90	96
39	249	228	158	133	284	295	297	299	301	303	306	354	358	168	171
40	247	226	155	131	283	317	321	325	329	333	337	379	385	206	211
41	345	323	238	233	388	400	401	403	405	407	409	458	462	271	273
42	394	371	285	282	437	450	452	453	455	457	459	509	512	321	323
43	546	522	431	438	594	607	608	609	610	612	613	664	667	476	478
44	607	583	491	500	656	669	670	671	673	674	675	727	729	538	540
45	668	645	552	562	719	732	733	734	735	736	737	789	791	601	602
46	721	698	604	616	772	786	786	787	788	790	791	843	844	654	655
47	550	527	440	437	591	589	589	590	591	591	592	645	646	457	458
48	734	711	620	625	780	782	783	783	784	784	785	838	839	651	651
49	279	294	365	307	202	92	92	92	92	92	92	38	38	224	224
50	243	248	292	224	185	0	0	0	0	0	0	0	0	104	104
51	224	225	228	158	168	16	24	28	28	28	28	44	59	5	5
52	250	262	326	264	177	52	57	62	69	76	83	57	72	178	179
53	222	222	250	179	178	78	81	85	90	95	101	139	146	58	62

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Distância (m)

Obs.	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
54	313	310	319	248	276	130	126	124	121	119	118	174	172	54	45
55	243	234	224	156	231	175	176	178	181	183	186	234	238	50	56
56	345	335	314	251	333	233	231	230	228	227	227	282	281	109	105
57	343	325	265	228	363	337	337	338	340	341	343	394	396	205	207
58	406	390	343	295	411	340	339	338	337	336	336	390	390	210	208
59	455	434	356	339	486	471	472	472	473	474	476	528	529	340	340
60	245	240	242	173	217	127	127	127	127	127	127	181	181	0	0
61	294	281	247	189	296	246	246	246	246	246	246	300	300	114	114
62	425	406	335	309	451	425	425	425	425	425	425	479	479	293	293
63	489	468	388	374	523	508	508	509	510	510	511	564	565	376	377
64	512	491	409	397	547	533	533	533	533	533	533	587	587	401	401
65	518	497	414	404	554	543	543	544	544	545	546	599	600	411	412
66	584	562	477	471	623	615	615	616	616	617	618	671	672	483	484
67	628	605	518	515	668	661	662	662	663	663	664	717	718	529	530
68	544	523	441	429	578	560	560	560	560	560	560	614	614	428	428
69	610	588	504	496	648	633	633	633	633	633	633	687	687	501	501
70	704	681	592	592	746	740	740	740	740	740	740	794	794	608	608
71	734	712	628	619	769	742	741	741	741	740	740	795	794	610	610
72	704	681	592	592	746	741	741	741	742	742	743	796	797	609	609
73	890	868	779	778	931	912	912	912	911	911	911	966	965	780	780
74	875	852	762	765	919	911	911	912	912	912	912	966	967	779	779
75	855	831	738	748	904	911	911	911	912	912	913	966	967	779	779
76	921	898	804	815	971	973	974	974	975	975	976	1029	1030	841	842



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Qualidade do ar

Obs.	Distância (m)														
	FF16	FF17	FF18	FF19	FF20	FF21	FF22	FF23	FF24	FF25	FF26	FF27	FF28	FF29	FF30
77	892	916	1012	987	831	834	836	837	839	840	842	786	789	965	966
78	1322	1318	1311	1245	1280	1088	1080	1071	1063	1055	1047	1075	1060	1060	1052
79	1362	1359	1349	1284	1319	1126	1118	1110	1102	1093	1085	1113	1098	1101	1092
80	1313	1306	1286	1225	1279	1096	1088	1080	1072	1064	1056	1092	1078	1051	1043
81	1325	1317	1292	1233	1297	1121	1114	1106	1099	1091	1084	1123	1110	1065	1057

Legenda: Obs. – obstáculo.

Tabela 5.6 – Distâncias entre os obstáculos considerados e as chaminés em estudo (continuação)

Obs.	Distância (m)														
	FF31	FF32	FF33	FF34	FF35	FF36	FF37	FF38	FF39	FF40	FF41	FF46	FF47	FF48	FF49
1	353	353	353	353	17	67	1	268	262	257	127	499	508	517	529
2	323	323	323	324	20	36	15	301	295	290	96	489	497	506	518
3	322	323	323	322	0	40	28	274	268	263	100	473	482	491	503
4	315	317	319	312	36	78	79	20	14	8	120	383	396	408	420
5	333	335	338	326	82	124	126	184	179	173	158	429	439	449	462
6	411	416	422	394	257	296	301	0	0	0	315	383	395	408	419
7	477	482	487	462	271	320	311	4	4	4	352	462	474	486	498
8	399	401	404	394	98	157	131	185	179	174	207	493	503	514	526
9	295	298	300	290	69	102	116	219	213	208	125	408	418	427	440
10	76	85	93	49	82	102	127	177	172	167	111	150	153	158	168
11	233	236	239	225	107	108	149	228	224	219	107	341	350	360	372
12	191	194	198	182	138	123	175	243	239	235	108	296	305	314	326
13	189	193	197	181	162	141	197	291	287	283	115	320	328	336	348

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Distância (m)

Obs.	FF31	FF32	FF33	FF34	FF35	FF36	FF37	FF38	FF39	FF40	FF41	FF46	FF47	FF48	FF49
14	194	196	199	189	146	118	177	285	281	277	88	330	338	347	359
15	148	153	158	136	189	164	223	269	266	263	130	242	251	260	272
16	134	138	144	121	224	193	254	322	319	316	151	254	262	269	281
17	95	102	109	75	252	219	282	326	324	322	174	187	194	201	213
18	80	88	96	57	294	258	322	383	380	377	209	205	209	214	224
19	73	82	90	46	348	309	374	418	416	414	257	139	139	141	149
20	179	186	193	159	252	236	290	300	297	295	206	224	233	242	254
21	287	291	296	275	153	171	199	166	162	159	179	336	347	358	371
22	204	212	219	180	180	204	227	110	109	109	213	167	179	191	203
23	182	191	199	156	296	283	336	292	292	291	254	94	106	118	130
24	181	190	198	154	358	337	395	365	365	365	298	70	81	93	105
25	181	190	198	154	380	357	416	390	390	389	316	51	62	74	86
26	178	187	195	151	387	363	422	412	411	410	321	109	113	118	128
27	267	275	284	240	433	419	473	399	398	398	385	50	62	74	86
28	182	191	199	156	398	373	433	420	418	417	331	85	82	80	83
29	195	203	211	168	403	380	439	409	409	409	338	21	31	42	54
30	201	209	217	175	432	406	466	441	440	440	363	11	13	22	32
31	212	220	227	188	461	433	494	462	461	461	388	12	9	6	10
32	216	223	230	194	487	456	519	506	506	506	408	49	37	25	15
33	146	154	163	120	391	361	423	430	429	428	314	101	103	106	115
34	278	283	289	262	575	541	605	601	601	600	489	144	131	119	108
35	351	355	359	338	660	624	688	694	693	692	570	242	229	217	207
36	441	444	448	431	758	720	785	793	793	792	665	339	326	314	303
37	449	453	457	438	763	726	791	793	793	792	672	339	326	314	303



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Distância (m)

Obs.	FF31	FF32	FF33	FF34	FF35	FF36	FF37	FF38	FF39	FF40	FF41	FF46	FF47	FF48	FF49
38	102	108	115	83	409	369	434	473	471	470	314	129	126	123	127
39	175	178	183	165	497	455	521	559	558	557	399	153	145	137	135
40	217	223	229	199	512	477	541	558	557	556	426	150	141	133	131
41	275	278	281	269	603	560	626	663	662	660	503	230	218	207	199
42	326	328	331	319	653	610	676	712	711	710	554	276	264	253	245
43	479	481	483	475	810	766	832	868	867	866	708	421	408	396	386
44	541	543	544	537	873	828	895	930	929	928	770	481	468	456	446
45	603	605	606	600	936	891	957	992	991	990	833	541	529	516	506
46	657	658	659	653	989	944	1011	1046	1045	1044	886	594	581	569	558
47	459	460	461	457	793	747	813	866	865	864	688	431	419	407	398
48	652	652	653	650	987	940	1006	1055	1054	1053	880	610	597	585	575
49	224	224	224	224	78	29	95	272	267	262	0	376	384	392	404
50	104	104	104	104	142	92	158	318	313	309	32	302	307	312	323
51	5	5	5	5	143	110	171	307	302	298	76	229	225	222	225
52	181	184	186	176	155	124	185	310	305	301	91	337	344	351	363
53	68	74	80	53	279	239	304	403	399	396	186	258	262	266	276
54	37	29	20	64	325	273	338	493	489	485	212	324	325	326	333
55	62	68	75	45	378	335	401	487	484	482	279	228	227	226	233
56	101	98	96	114	433	381	447	579	576	573	321	316	312	309	313
57	209	211	213	204	541	496	562	634	632	630	438	262	253	246	244
58	207	205	204	213	542	490	556	672	669	667	430	341	334	327	327
59	341	343	344	339	675	629	696	761	759	758	571	349	338	327	321
60	0	0	0	0	331	282	348	457	454	451	222	246	246	245	252
61	114	114	114	114	450	400	466	560	557	555	340	247	243	239	242





Qualidade do ar

Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Obs.	Distância (m)														
	FF31	FF32	FF33	FF34	FF35	FF36	FF37	FF38	FF39	FF40	FF41	FF46	FF47	FF48	FF49
62	293	293	293	293	629	580	646	724	722	720	520	329	318	309	304
63	377	378	380	376	712	666	732	798	796	794	607	380	369	358	351
64	401	401	401	401	737	688	754	822	820	819	628	401	389	378	371
65	412	413	415	410	747	700	767	829	828	826	642	406	394	383	375
66	484	485	486	483	819	772	839	899	897	896	713	468	456	444	435
67	531	531	532	529	865	819	885	944	942	941	759	509	497	485	476
68	428	428	428	428	764	715	781	853	851	849	655	433	421	410	403
69	501	501	501	501	837	788	854	923	921	920	728	495	483	471	463
70	608	608	608	608	944	895	961	1022	1020	1019	835	582	570	558	549
71	609	609	608	611	945	895	961	1044	1042	1040	835	619	607	595	587
72	610	610	611	608	945	898	964	1022	1020	1019	838	582	570	558	548
73	780	779	779	781	1116	1066	1132	1206	1205	1203	1006	769	757	745	736
74	780	780	780	779	1115	1067	1133	1194	1193	1192	1007	752	739	727	717
75	779	780	780	779	1115	1067	1133	1178	1177	1177	1008	727	715	702	692
76	842	843	844	841	1177	1130	1197	1245	1244	1243	1071	794	781	769	758
77	967	969	970	964	635	692	630	568	568	567	752	1024	1036	1048	1060
78	1043	1035	1027	1070	1141	1089	1107	1418	1412	1407	1062	1313	1310	1307	1310
79	1084	1075	1067	1110	1180	1128	1146	1457	1451	1446	1100	1351	1347	1343	1346
80	1035	1026	1018	1060	1183	1125	1155	1448	1442	1438	1088	1286	1281	1276	1278
81	1049	1041	1033	1074	1224	1165	1199	1481	1476	1472	1123	1291	1286	1280	1281

Legenda: Obs. – obstáculo.



Dimensionamento de 45 chaminés de uma unidade industrial de baterias de lítio face a princípios e regras relativas à descarga de poluentes para a atmosfera

Qualidade do ar