



CENTRO TECNOLÓGICO DA CERÂMICA E DO VIDRO

iParque - Parque Tecnológico de Coimbra - Lotes 6 e 7
3040-540 ANTANHOL | Portugal

Rua Coronel Veiga Simão - Loreto (sede)
3025-307 COIMBRA | Portugal

contr. PT 501 632 174

T +351 239499200
centro@ctcv.pt
www.ctcv.pt

Dimensionamento de Chaminé FF6 (GV5+GV6)

Relatório de trabalho n.º 532.41471-1/20

Cliente: **GALLOVIDRO, S.A.**

Contacto no cliente: **Eng.º Luís Miguel Morna**

Contactos no CTCV: **Eng.ª Marisa Almeida**

Eng.º Pedro Frade

Período de Realização do Trabalho: **Fevereiro - Março de 2019**

ÍNDICE

Objetivo.....	4
1. Introdução	4
1.1. Identificação da fonte fixa em dimensionamento	5
2. Dimensionamento das chaminés.....	6
2.1. Decreto-Lei n.º 39/2018	7
2.2. Portaria n.º 190-A/2018	7
2.2.1. Determinação de H_p	7
2.2.1.1. Determinação de H_p nas condições de emissão do efluente gasoso.....	7
2.2.1.2. Correção de H_p devido à influência de outras chaminés	11
2.2.2. Determinação de H_c (devido à presença de obstáculos próximos) ...	12
2.2.2.1. Identificação de estruturas próximas	13
2.2.2.1.1. Própria unidade (GALLOVIDRO)	13
2.2.2.1.2. Outras estruturas na vizinhança	14
2.2.2.2. Identificação dos “obstáculos próximos”	16
2.2.3. Determinação de H.....	17
2.2.4. Anexo II.....	17
3. Conclusões	18

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Identificação e descrição das fontes fixas	5
Quadro 2 - Valores de C_F a assumir para cada poluente e por tipologia de zona	8
Quadro 3 - Determinação dos valores de H_p	10
Quadro 4 - Identificação dos sub-edifícios (estruturas próximas)	13
Quadro 6 - Distâncias entre a chaminé e cada estrutura.....	16
Quadro 7 - Verificação do cumprimento das condições para “obstáculo próximo”	17
Quadro 8- Valor de H_c determinado para cada conjunto chaminé/“obstáculo próximo”	17
Quadro 9 - Resumo dos resultados obtidos para o dimensionamento da chaminé	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das instalações da GALLOVIDRO (fonte: GoogleEarth)	4
Figura 2 - Implantação dos edifícios e localização da chaminé	6
Figura 3 - Identificação dos sub-edifícios que constituem a GALLOVIDRO	14
Figura 4 - Localização da chaminé e indicação de raio de 300 m em redor da chaminé em dimensionamento	15

Dimensionamento de Chaminé FF6 (GV5+GV6)

GALLOVIDRO, S.A.

Objetivo

Por solicitação da **GALLOVIDRO** pretende-se com o presente trabalho efetuar o dimensionamento da altura da **chaminé FF6 (exaustão comum aos dois fornos GV5 e GV6)**, face à legislação em vigor sobre a matéria, designadamente o **Decreto-Lei n.º 39/2018**, de 11 de junho, e a Portaria 190-A/2018, de 2 de julho.

1. Introdução

A GALLOVIDRO, S.A. (em laboração desde 1898) é uma empresa que se dedica à produção de vidro de embalagem (branco e de cor), estando classificada com o CAE 26131 (rev. 3), estando localizada na Rua Vieira de Leiria, nº 1 – Marinha Grande, distrito de Leiria (ver Figura 1).



Figura 1 - Localização das instalações da GALLOVIDRO (fonte: GoogleEarth)

No prosseguimento da política de investimento na sua Unidade Industrial Gallovidro por parte da Vidrala (entidade proprietária da Gallovidro), encontra-se em curso um projeto de ampliação desta unidade industrial, que consistirá basicamente na introdução de uma nova linha de produção e no consequente desmantelamento de uma linha mais antiga, existindo a necessidade de edificar uma nova nave industrial e respetivas áreas de apoio logístico.

Em particular no que respeita às chaminés da instalação, a alteração em curso traduz-se na instalação de **uma nova chaminé de exaustão (FF6)** comum para os dois fornos da instalação (GV5 já existente e GV6 a instalar). Esta chaminé será dotada de um novo sistema de tratamento das emissões gasosas, designadamente um precipitador eletrostático, de eficiência melhorada face ao atual, e que permitirá reduzir significativamente as emissões de partículas, precedido de um sistema de dessulfurização (DeSOx) para redução das emissões de óxidos de enxofre-

A chaminé atualmente existente (FF1) de exaustão dos fornos (GV4 a desmantelar e GV5), bem como o precipitador eletrostático existente, manter-se-ão na instalação mas serão apenas utilizadas como reserva, em eventuais casos de indisponibilidade da nova chaminé e respetivo precipitador eletrostático.

1.1. Identificação da fonte fixa em dimensionamento

Da atividade desenvolvida na GALLOVIDRO resulta a emissão de poluentes para a atmosfera através de um chaminé, a qual se pretende dimensionar no presente documento (ver Quadro 1).

Quadro 1 - Identificação e descrição das fontes fixas

Código Interno	Cadastro CCDR	Fonte	Combustível utilizado / Potência térmica	Observações
FF6	--	Exaustão comum dos fornos GV5 e GV6	Gás Natural / n.d.	

Na Figura 2 apresenta-se uma planta da instalação, bem como a localização da chaminé em dimensionamento.

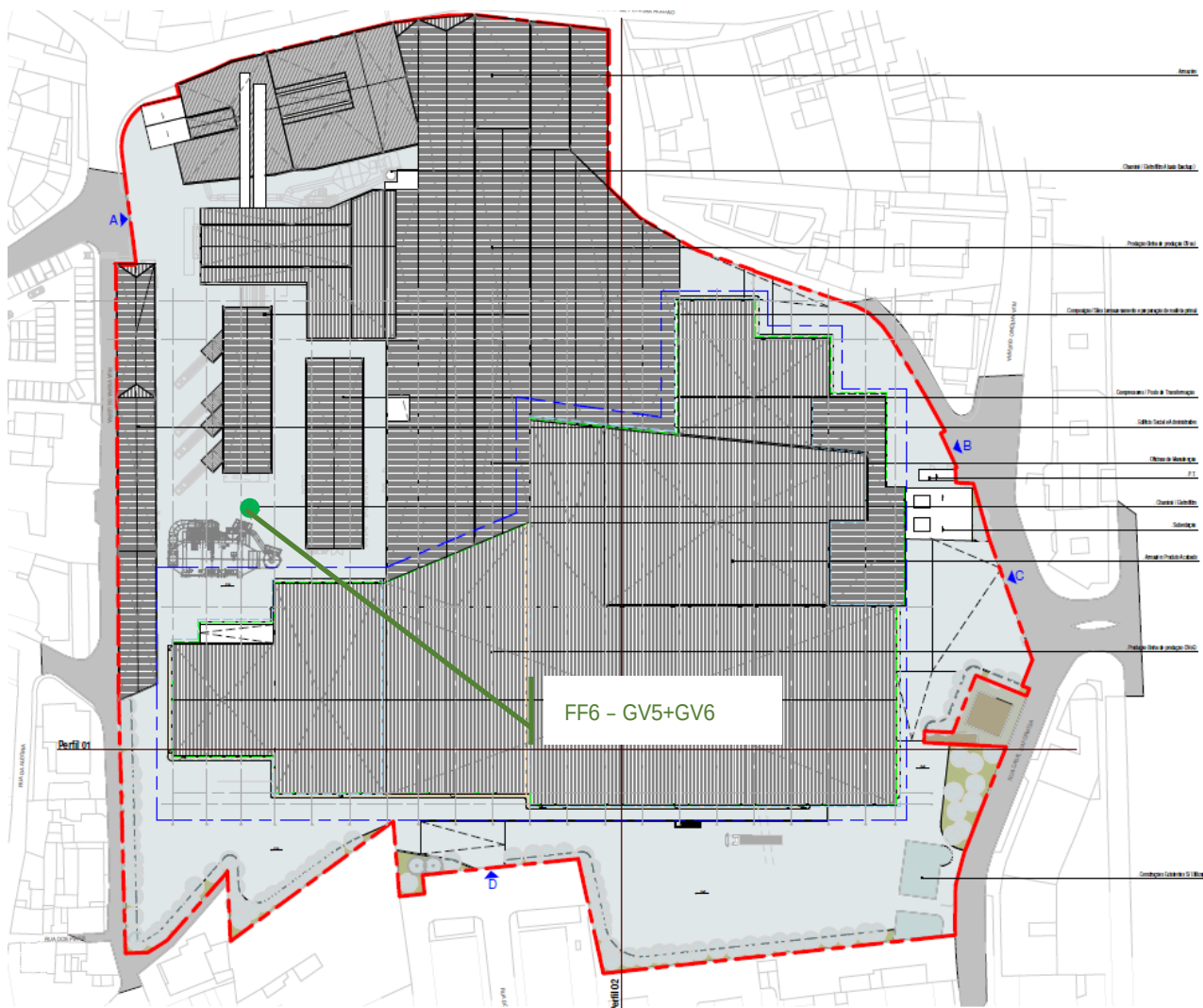


Figura 2 - Implantação dos edifícios e localização da chaminé

2. Dimensionamento das chaminés

Por forma a garantir uma adequada dispersão atmosférica dos diversos poluentes gasosos emitidos, é necessário que a respetiva chaminé de exaustão possua determinadas características dimensionais.

2.1. Decreto-Lei n.º 39/2018

O **Decreto-Lei n.º 39/2018**, de 11 de junho¹, remete no seu art.º 26º para **portaria** do Secretário de Estado do Ambiente, a definição de regras para o cálculo da altura de chaminés, bem como das situações em que é exigível, para esse efeito, a realização de estudos de dispersão de poluentes atmosféricos, a qual será determinada em função do nível de emissões dos poluentes atmosféricos, dos obstáculos próximos, dos parâmetros climatológicos e das condições de descarga dos efluentes gasosos.

De acordo com o ponto 6 do art.º 26º do DL 39/2018, a altura de uma chaminé cujos caudais mássicos de todos os seus poluentes atmosféricos sejam inferiores aos respetivos limiares mássicos médios (definidos no Anexo II) pode ser inferior a 10 m, desde que a sua cota máxima seja superior, em 3 metros, à cota máxima do obstáculo próximo mais desfavorável.

2.2. Portaria n.º 190-A/2018

A portaria de dimensionamento das chaminés referida no DL 39/2018 é a **Portaria 190-A/2018**, de 2 de julho².

2.2.1. Determinação de Hp

Esta etapa do processo de determinação das alturas das chaminés tem em consideração as condições e características do efluente gasoso emitido por cada chaminé.

2.2.1.1. Determinação de Hp nas condições de emissão do efluente gasoso

1º passo: cálculo do parâmetro S para cada poluente e para cada chaminé:

$$S = \frac{F \times q}{C} \quad (\text{eq. 1})$$

¹ Estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para o ar, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º (UE) 2015/2193, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de novembro de 2015, relativa à limitação das emissões para a atmosfera de certos poluentes provenientes de médias instalações de combustão e procede à definição das condições de descarga de poluentes para a atmosfera com vista à preservação da qualidade do ar e à salvaguarda da saúde humana e do ambiente.

² Estabelece as regras para o cálculo da altura de chaminés e para a realização de estudos de dispersão de poluentes atmosféricos.

em que:

F - coeficiente de correção (F=340 para gases, F=680 para partículas);

q - caudal mássico máximo passível de emissão do poluente considerado (kg/h)

C - diferença entre C_R e C_F (mg/m³)

$$C = C_R - C_F$$

em que C_R é a concentração de referência fixada em:

$$C_R \text{ (partículas)} = 0,150 \text{ mg/m}^3$$

$$C_R \text{ (NO}_x\text{)} = 0,140 \text{ mg/m}^3$$

$$C_R \text{ (SO}_2\text{)} = 0,100 \text{ mg/m}^3$$

e C_F é a média anual da concentração do poluente considerado, medida no local.

Na ausência de resultados de medições da qualidade do ar no local, C_F pode assumir os valores do Quadro 2.

Quadro 2 - Valores de C_F a assumir para cada poluente e por tipologia de zona

Zona rural	Zona urbana / industrial
C_F (partículas) = 0,030 mg/m ³	C_F (partículas) = 0,050 mg/m ³
C_F (NO _x) = 0,020 mg/m ³	C_F (NO _x) = 0,040 mg/m ³
C_F (SO ₂) = 0,015 mg/m ³	C_F (SO ₂) = 0,030 mg/m ³

Atendendo à zona na qual se localiza a GALLOVIDRO, considera-se que é enquadrável na tipologia de “Zona urbana / industrial”, pelo que se assumem os valores de C_F correspondentes.

O parâmetro **S** assume então, para cada chaminé, o maior dos valores determinados para cada um dos poluentes principais.

2º passo: a altura da chaminé deverá ser, pelo menos, igual ao valor h_p calculado pela fórmula:

$$H_p = \sqrt{S} \times \left(\frac{1}{Q \times \Delta T} \right)^{\frac{1}{6}} \quad (\text{eq. 2})$$

em que:

Proj. nº 532.41471

Rel. nº 532.41471-1/20

Revisão: 0

Data: 17-03-2020

H_p – altura mínima da chaminé a dimensionar, expressa em metros e medida a partir do solo, calculada com base nas condições de emissão de efluentes gasosos;

S - definido no ponto anterior;

Q – caudal volúmico dos gases emitidos, expresso em m^3/h , à temperatura de saída dos gases para a atmosfera, funcionando a instalação à potência nominal;

ΔT - 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 ³, expressa em Kelvin (se ΔT for inferior a 50 K, adota-se o valor 50 K para o cálculo de H_p).

Nos casos em que não estejam 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 metros.

Pressupostos de cálculo

Parâmetro	FF6 (GV5+GV6)
Poluentes considerados	Partículas, NOx, SO2 e Outros (ex: Metais pesados HF, HCl) (poluentes suscetíveis de estarem presentes no efluente gasoso e para os quais estão definidos VLE na Licença Ambiental da Instalação)
Q, Caudal volúmico de gases emitidos	Dados de projeto
q, caudal mássico máximo de emissão	Determinado multiplicando o caudal volúmico de gases emitidos pelo VLE dos poluentes considerados. Para os poluentes Partículas, SO2 e NOx, consideram-se os limites superiores dos VEA definidos no BREF GLS, refletindo-se desta forma o cenário mais gravoso, no qual os poluentes seriam emitidos nas quantidades máximas permitidas legalmente.

³ Considerou-se um valor médio de temperatura de 15 °C (Fonte: Atlas do Ambiente Digital – Instituto do Ambiente)



CENTRO TECNOLÓGICO DA CERÂMICA E DO VIDRO
Parque - Parque Tecnológico de Coimbra - Lotes 6 e 7
3040-540 ANTANHOL | Portugal
Rua Coronel Veiga Simão - Loreto (sede)
3025-307 COIMBRA | Portugal

cont. PT 501 632 174
T +351 239499200
centro@ctcv.pt
www.ctcv.pt

Quadro 3 - Determinação dos valores de Hp

Código Interno (Cadastro CCDRC)	Designação	Q (Nm3gs/h)	O2 (%)	H2O (%)	Temp. (°C)	Q (m3/h)	C Part. (mg/Nm3)	q Part. (kg/h)	Hp (Part)	C NOx (mg/Nm3)	q NOx (kg/h)	Hp (NOx)	C SO2 (mg/Nm3)	q SO2 (kg/h)	Hp (SO2)	Hp (outros)	Hp max
FF6	GV5+GV6	93 600	4	18,0	530	324 871	20	2,45	5,5	800	97,92	24,6	500	61,20	23,2	10,0	24,6

Da análise do Quadro 5 verifica-se que o valor de H_p determinado para a fonte fixa em dimensionamento, FF1, é de **24,6 metros**, sendo o fator determinante a emissão do **poluente NOx**.

2.2.1.2. Correção de H_p devido à influência de outras chaminés

3º passo: análise da influência de outras chaminés

O ponto 1.2 da Parte 2 do Anexo I da Portaria n.º 190-A/2018 indica que se numa instalação existirem outras chaminés, para além daquela que se pretenda dimensionar, e que emitam os mesmos poluentes, o cálculo H_p deverá ser efetuado do seguinte modo:

Duas chaminés i e j , de alturas, respetivamente h_i e h_j , calculadas de acordo com a metodologia anteriormente descrita (eq.2), são consideradas dependentes se se verificar em simultâneo as três seguintes condições:

Condição 1: a distância entre os eixos das duas chaminés for inferior à soma $h_i + h_j + 10$ (em metros)

Condição 2: h_i for superior à metade de h_j

Condição 3: h_j for superior à metade de h_i

Determina-se assim o conjunto de chaminés dependentes da chaminé considerada, devendo, nesta situação, a altura da chaminé ser igual, pelo menos, ao valor de h_p calculado para o caudal total de poluente e caudal de gases de exaustão emitido pelo conjunto das chaminés em causa.

Neste caso, e conforme acima referido, não existem na instalação outras chaminés que emitam poluentes para a atmosfera, pelo que não é aplicável esta correção devida à influência de outras chaminés.

Conforme referido, a chaminé FF1 (cuja altura está aprovada), manter-se-á como chaminé de reserva à nova chaminé FF6, pelo que as mesmas não funcionarão em simultâneo. Desta forma, não constituem chaminés interferentes entre si.

2.2.2. Determinação de H_c (devido à presença de obstáculos próximos)

4º passo: análise da influência de obstáculos próximos

O ponto 2 da Parte 2 do Anexo I da Portaria n.º 190-A/2018 indica que, caso existam na vizinhança de uma chaminé obstáculos próximos, a altura H_c deve ser calculada do seguinte modo:

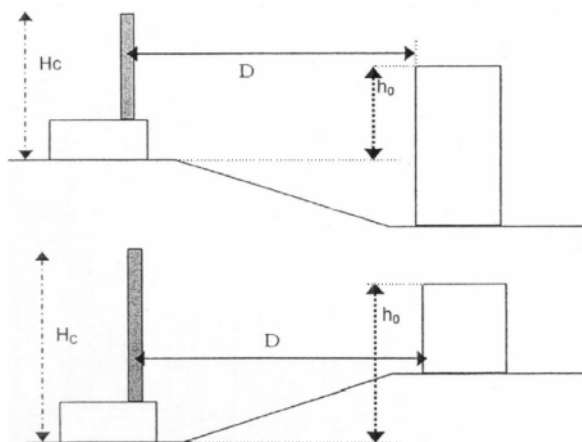
$$H_c = h_0 + 3 - \frac{2D}{5h_0} \quad (\text{eq. 3})$$

em que:

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

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

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 ao lado;



DEFINIÇÃO

Obstáculo próximo - qualquer obstáculo situado na vizinhança da fonte de emissão (incluindo o edifício de implantação da chaminé) e que obedeça, simultaneamente, às seguintes condições:

- i) $h_0 \geq D/5$
- ii) $L \geq 1 + (14D)/300$

em que:

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

L - largura do obstáculo, expressa em metros

2.2.2.1. Identificação de estruturas próximas

2.2.2.1.1. Própria unidade (GALLOVIDRO)

As instalações da GALLOVIDRO são constituídas por um conjunto de naves contíguas. No Quadro 4 e na Figura 3 são indicadas as suas dimensões (comprimento e largura), alturas máximas e respetiva cota de implantação. As naves da unidade GALLOVIDRO (cuja chaminé está em dimensionamento) estão identificadas com “E_##”.

Quadro 4 - Identificação dos sub-edifícios (estruturas próximas)

Sub-Edifício	Cota de implantação (m)	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura do ponto mais elevado do edifício (cumeeira) (m)
E_01	0,0	60	35	23,8
E_02	0,0	53	40	25,1
E_03	0,0	140	76	13,0
E_04	0,0	115	10	10,0
E_05	0,0	45	13	32,0
E_06	0,0	50	15	12,0
E_07	-8,7	57	57	26,9
E_08	0,0	135	50	13,0
E_09	2,5	59	49	15,3
E_10	2,5	70	49	15,3
E_11	0,0	40	38	15,3

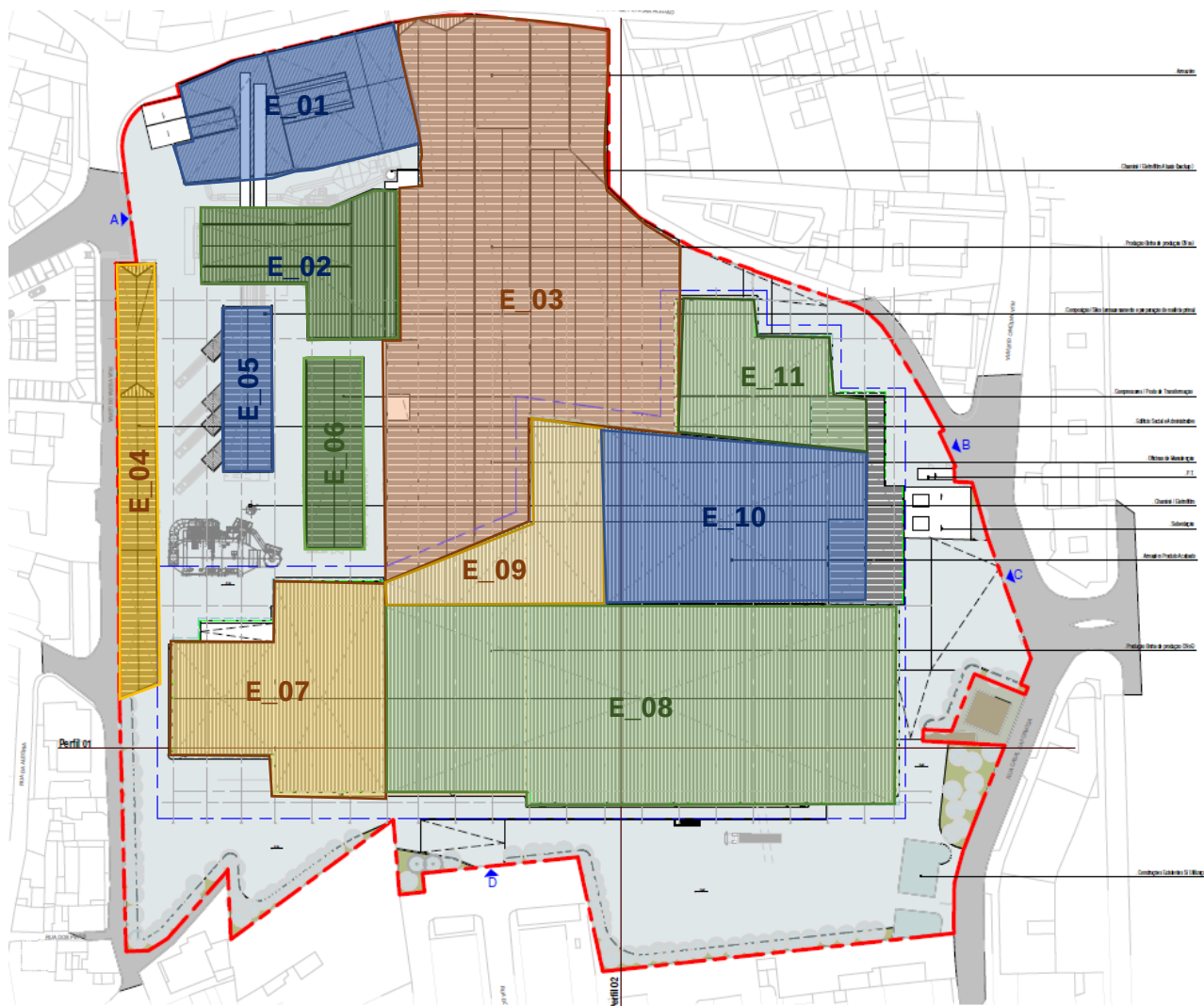


Figura 3 - Identificação dos sub-edifícios que constituem a GALLOVIDRO

2.2.2.1.2. Outras estruturas na vizinhança

Efetuada uma análise da cartografia da zona envolvente, confirmada pela verificação in loco, verifica-se a existência, num raio de 300 m (ver Figura 4), de diversas estruturas em redor da chaminé em dimensionamento,



Figura 4 - Localização da chaminé e indicação de raio de 300 m em redor da chaminé em dimensionamento

No entanto, nenhuma destas estruturas na zona envolvente possui uma altura superior à altura do edifício da composição da GalloVidro (E_05). Assim, e uma vez que nenhuma delas conduziria a uma altura de chaminé superior à determinada pelo edifício E_05, as mesmas não são consideradas no presente estudo.

2.2.2.2. Identificação dos “obstáculos próximos”

Partindo das estruturas identificadas anteriormente, efetua-se uma análise com vista a determinar, de entre elas, quais as que cumprem as condições para serem consideradas “obstáculos próximos” para efeitos de dimensionamento das chaminés em estudo.

Para o efeito foi seguida a seguinte metodologia:

1. Determinação da distância (D) entre cada chaminé em dimensionamento e o ponto mais elevado de cada estrutura (ver Quadro 6);
2. Verificação do cumprimento das condições estabelecidas para que uma estrutura seja considerada “obstáculo próximo” (ver Quadro 7);

É considerado “obstáculo próximo” uma estrutura em que sejam cumpridas simultaneamente as duas condições definidas.

3. Determinação do valor de Hc para cada conjunto chaminé/ “obstáculo próximo” (ver Quadro 8).

Quadro 5 - Distâncias entre a chaminé e cada estrutura

D (m)	FF6
E_01	90,0
E_02	48,0
E_03	36,5
E_04	25,5
E_05	10,0
E_06	15,0
E_07	20,0
E_08	45,0
E_09	41,0
E_10	99,0
E_11	166,5

Quadro 6 - Verificação do cumprimento das condições para “obstáculo próximo”

	FF6		
	Cond.1	Cond. 2	É obst. Próx.?
E_01	sim	sim	sim
E_02	sim	sim	sim
E_03	sim	sim	sim
E_04	sim	não	não
E_05	sim	sim	sim
E_06	sim	sim	sim
E_07	sim	sim	sim
E_08	sim	sim	sim
E_09	sim	sim	sim
E_10	não	sim	não
E_11	não	sim	não

Quadro 7- Valor de Hc determinado para cada conjunto chaminé/“obstáculo próximo”

valores de Hc	FF6
E_01	25,3
E_02	27,3
E_03	14,9
E_04	--
E_05	34,9
E_06	14,5
E_07	20,7
E_08	14,6
E_09	19,9
E_10	--
E_11	--
Valor máximo	34,9

2.2.3. Determinação de H

Conforme definido no ponto 3 da Parte 2 do Anexo I da Portaria n.º 190-A/2018, o valor de H é obtido considerando o maior valor entre Hp e Hc.

2.2.4. Anexo II

De acordo com o ponto 6 do art.º 26º do DL 39/2018, as chaminés não devem ter uma altura inferior a 10 metros, exceto quando os caudais mássicos de todos os seus poluentes atmosféricos sejam inferiores aos respetivos limiares mássicos médios e a sua cota máxima seja superior, em três metros, à cota máxima do obstáculo próximo mais desfavorável.

3. Conclusões

Apresentam-se nos quadros seguintes os resumo da sequência de cálculos efetuados para a determinação da altura da chaminé em dimensionamento, de acordo com a metodologia estabelecida na Portaria n.º 190-A/2018, bem como a alturas atual da chaminé da GALLOVIDRO, atendendo às justificações apresentadas ao longo do presente documento.

Quadro 8 - Resumo dos resultados obtidos para o dimensionamento da chaminé

Código Interno	Cadastro CCDRC	Fonte Fixa	Hp ⁴ (m)	Hp corrigido ⁵ (m)	Hc ⁶ (m)	H ⁷ (m)
FF6	--	GV5+GV6	24,6	Não aplicável	34,9	34,9

A análise do Quadro anterior permite obter as seguintes considerações:

- As condições de emissão de poluentes conduziram a um valor de Hp de 24,6 metros, determinados pela emissão do poluente NOx.
- Contudo, o fator determinante para o dimensionamento da chaminé FF6 (GV5+GV6) é a presença de “obstáculos próximos”, designadamente o edifício da “composição” (E_05) da própria instalação da GALLOVIDRO, daí resultando num valor de H = 34,9 metros, que é o valor mínimo de altura que a chaminé deverá possuir.

Coimbra, 17 de março de 2020

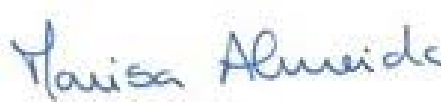
O Técnico



Pedro Frade
(Eng.º do Ambiente)

Unidade de Ambiente e Sustentabilidade

O Responsável



Marisa Almeida
(Eng.ª do Ambiente)

Unidade de Ambiente e Sustentabilidade

⁴ Hp, determinado nas condições de emissão do efluente gasoso

⁵ Hp corrigido, devido à influência de outras chaminés existentes na instalação

⁶ Hc, determinado devido à existência de obstáculos próximos

⁷ H, o maior entre Hp e Hc