



## ESTUDO DE DIMENSIONAMENTO DE CHAMINÉS

Instalação: EN10

## Índice

1	INTRODUÇÃO .....	2
1.1	Identificação e caracterização das fontes em estudo .....	2
1.2	Monitorização e caracterização dos efluentes .....	6
2	DIMENSIONAMENTO DA ALTURA DAS CHAMINÉS.....	6
2.1	Enquadramento legal.....	6
2.2	Determinação de $H_p$ .....	7
2.3	Correção de $H_p$ devido à influência de outras chaminés.....	8
2.4	Determinação de $H_c$ .....	10
2.5	Determinação final da altura $h$ .....	11
3	CONCLUSÃO .....	12

## 1 INTRODUÇÃO

O presente documento pretende verificar a adequabilidade das características das chaminés da BGR Gestão de Resíduos, com vista à emissão do TEAR (Título de Emissões para o Ar).

A BGR Gestão de Resíduos é um operador de gestão de resíduos localizado na Estrada Nacional nº 10 km 139, 2695-718 São João da Talha.

### 1.1 Identificação e caracterização das fontes em estudo

A atividade desenvolvida emite poluentes para a atmosfera, através das suas fontes fixas que se encontram listadas no quadro seguinte, e que serão o objeto do presente estudo.

**Quadro 1** – Características da fonte fixa FF01

Código	FF01
N.º cadastro (CCDR)	CH1/FF01
Equipamento/Processo associado	Linha de trituração 1
Caudal Volúmico (m³/h)	10.800
Velocidade escoamento (m/s)	12,6
Características da chaminé	Diâmetro chaminé: 0,55 m Altura chaminé: 11,2 m N.º tomas: 2 Altura tomas: 10 m
Poluentes característicos	PTS, Metais I, Metais II e Metais III
Método tratamento (descrição STEG)	Filtro
Horário   Tipo de funcionamento	Das 9 às 18 h – Contínuo
Matérias-primas   produtos usados	Cabos, plásticos e outros resíduos que devido à sua tipologia podem ser processados nas diversas linhas
Observações	Seleção e triagem dos diversos componentes com vista à reciclagem e reaproveitamento dos seus materiais

Quadro 2 – Características da fonte fixa FF02

Código	FF02
N.º cadastro (CCDR)	CH2/FF02
Equipamento/Processo associado	Linha de trituração 2
Caudal Volúmico (m³/h)	32.400
Velocidade escoamento (m/s)	45,8
Características da chaminé	Diâmetro chaminé: 0,50 m Altura chaminé: 11,2 m N.º tomas: 2 Altura tomas: 10 m
Poluentes característicos	PTS, Metais I, Metais II e Metais III
Método tratamento (descrição STEG)	Filtro
Horário   Tipo de funcionamento	Das 9 às 18 h – Contínuo
Matérias-primas   produtos usados	Resíduos elétricos e eletrónicos (carregadores e transformadores)
Observações	Seleção e triagem dos diversos componentes com vista à reciclagem e reaproveitamento dos seus materiais

Quadro 3 – Características da fonte fixa FF03

Código	FF03
N.º cadastro (CCDR)	CH3/ FF03
Equipamento/Processo associado	Linha de trituração 3
Caudal Volúmico (m³/h)	11.200
Velocidade escoamento (m/s)	9,4
Características da chaminé	Diâmetro chaminé: 0,65 m Altura chaminé: 11,2 m N.º tomas: 2 Altura tomas: 10 m
Poluentes característicos	PTS, Metais I, Metais II e Metais III
Método tratamento (descrição STEG)	Filtro
Horário   Tipo de funcionamento	Das 9 às 18 h – Contínuo
Matérias-primas   produtos usados	Cabos, plásticos e outros resíduos que devido à sua tipologia podem ser processados nas diversas linhas
Observações	Seleção e triagem dos diversos componentes com vista à reciclagem e reaproveitamento dos seus materiais

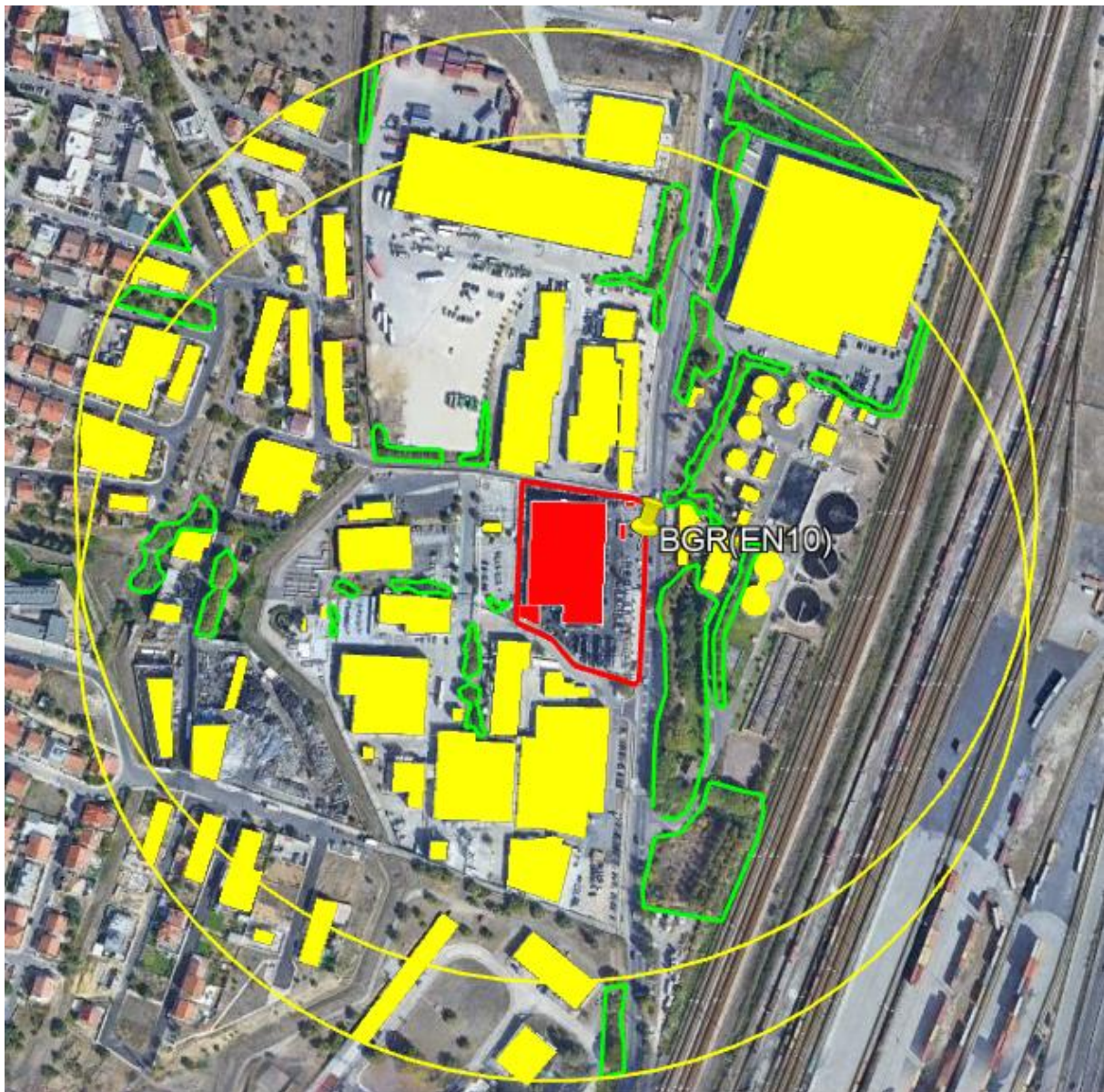
Na figura 1 é possível ver a localização das fontes fixas identificadas.



**Figura 1** – Localização das fontes fixas instaladas

Considerou-se um raio de 300 metros a partir de cada fonte fixa, para o estudo. A figura seguinte mostra a área de influência para cada fonte. Foram destacados 90 potenciais obstáculos para serem analisados no estudo, entre edificações e vegetações densas. Pela proximidade entre as fontes fixas FF02 e FF03, considerou-se um raio único para ambas. Os edifícios próximos foram agrupados em blocos a fim de facilitar a análise.





- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | Área da instalação da BGR, Lda.        |  | Edificação da instalação da BGR, Lda.         |
|  | Raio de 300 metros a partir da chaminé |  | Edificação externa ao perímetro da instalação |
|  | Vegetação densa                        |   |   |

Figura 2 – Área de influência das fontes fixas instaladas

## 1.2 Monitorização e caracterização dos efluentes

As fontes pontuais FF01, FF02 e FF033 enquadram-se no regime geral da Prevenção e Controlo das Emissões de Poluentes para a Atmosfera, estabelecido pelo Decreto-Lei nº 39/2018, de 11 de junho, e são monitorizadas segundo o estabelecido na Licença Ambiental TUA 20180606000430-EA emitida em 14/02/2019. A frequência de monitorização dos poluentes nas três fontes fixas foi alterado para o regime de monitorização quinquenal estabelecido no nº 5 do artigo 15 do referido Decreto-Lei, pois cumprem os VLE estipulados e os caudais mássicos de emissão são consistentemente inferiores ao limiares mássicos mínimos estipulados pela legislação.

## 2 DIMENSIONAMENTO DA ALTURA DAS CHAMINÉS

### 2.1 Enquadramento legal

O Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho 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, 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 a Portaria n.º 190-A/2018, de 2 de julho, a altura “H” (distância expressa em metros, entre o seu topo e o solo) a considerar para uma chaminé, é determinada em função dos obstáculos próximos e do nível de emissão dos poluentes atmosféricos, considerando-se o maior valor entre “Hp” (alturamínima da chaminé calculada com base nas condições de emissão dos efluentes gasosos) e “Hc” (altura mínima da chaminé corrigida devido à presença de obstáculos próximos).

## 2.2 Determinação de $H_p$

O valor de  $H_p$  expresso em metros, deve ser, pelo menos, igual ao valor numérico calculado de acordo com as expressões 1, 2 e 3:

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

$$\text{Onde } S = \frac{(F \times q)}{C} \quad (2) \text{ e } C = C_R - C_F \quad (3)$$

Sendo:

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

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

$F$  – coeficiente de correção ( $F = 680$  para partículas);

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

$C$  – diferença entre  $C_R$  e  $C_F$  : valores definidos para os poluentes Partículas Totais,  $\text{NO}_x$  e  $\text{SO}_2$  na Portaria n.º 190-A/2018, de 2 de julho.

Sempre que se verifique a emissão de mais de um poluente, determinam-se valores de  $S$  para cada um dos poluentes presentes no efluente. A altura  $H_p$  será determinada tomando o maior valor de  $S$  obtido. 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 10m. No quadro seguinte apresenta-se o resultado do cálculo de  $H_p$  para as três fontes fixas.



**Quadro 4** – Cálculo de  $H_p$  para as três fontes fixas

Fonte	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /h)	ΔT	Coef. F	Cr-MP (mg/m <sup>3</sup> )	Cr-MP VLE (kg/m <sup>3</sup> )	q (kg/h)	Cf-MP (mg/m <sup>3</sup> )	C-MP (mg/m <sup>3</sup> )	S	H <sub>p</sub> (m)
FF01	10800	50	680	0,1500	0,00015	1,62	0,05	0,1000	11016	11,6
FF02	32400	50	680	0,1500	0,00015	4,86	0,05	0,1000	33048	16,8
FF03	11200	50	680	0,1500	0,00015	1,68	0,05	0,1000	11424	11,8

### 2.3 Correção de $H_p$ devido à influência de outras chaminés

Se numa instalação existirem outras chaminés, para além daquela que se pretende dimensionar, e que emitam os mesmos poluentes, o cálculo de  $H_p$  é efetuado do seguinte modo:

a) Sendo a altura de duas chaminés (i) e (j), respetivamente  $h_i$  e  $h_j$ , serão consideradas dependentes se se verificar em simultâneo as seguintes condições:

- A distância entre os eixos das duas chaminés for inferior a soma  $h_i + h_j + 10$ ;
- $h_i$  for superior a metade de  $h_j$ ;
- $h_j$  for superior a metade de  $h_i$ .

b) Caso se verifique existência de dependência, de acordo com a alínea anterior, o  $H_p$  da chaminé que se pretende calcular  $h_i$  deverá ser determinado considerando o caudal mássico total  $q_i + q_j$  e um caudal volúmico total  $Q_i + Q_j$  dos gases emitidos pelas fontes dependentes, aplicando-se de novo a expressão para o cálculo de  $H_p$ .

Atendendo às características das chaminés fornecidas pelo instalador e as suas localizações relativas (distâncias entre eixos), é possível verificar se há dependência entre as fontes fixas em estudo (Quadro 5).

Quadro 5 – Avaliação de dependência entre chaminés

<b>FF01 x FF02</b>						
<b>Distância entre eixos:</b>	66	<b>Altura (FF01):</b>	11,2	<b>Altura (FF02):</b>	11,2	<b>S/N</b>
<i>hi</i> é superior à metade de <i>hj</i> ?						S
<i>hj</i> é superior à metade de <i>hi</i> ?						S
A distância entre os eixos das duas chaminés é inferior à soma <i>hi</i> + <i>hj</i> + 10 metros?						N
<b>FF01 x FF03</b>						
<b>Distância entre eixos:</b>	66	<b>Altura (FF01):</b>	11,2	<b>Altura (FF03):</b>	11,2	<b>S/N</b>
<i>hi</i> é superior à metade de <i>hj</i> ?						S
<i>hj</i> é superior à metade de <i>hi</i> ?						S
A distância entre os eixos das duas chaminés é inferior à soma <i>hi</i> + <i>hj</i> + 10 metros?						N
<b>FF02 x FF03</b>						
<b>Distância entre eixos:</b>	11	<b>Altura (FF02):</b>	11,2	<b>Altura (FF03):</b>	11,2	<b>S/N</b>
<i>hi</i> é superior à metade de <i>hj</i> ?						S
<i>hj</i> é superior à metade de <i>hi</i> ?						S
A distância entre os eixos das duas chaminés é inferior à soma <i>hi</i> + <i>hj</i> + 10 metros?						S

A partir destes resultados obtém-se a matriz apresentada no quadro 6, onde se verifica quais as chaminés que possuem dependência entre si, com “D” para dependentes e “ND” para não dependentes.

Quadro 6 – Matriz resultante do cálculo da dependência entre chaminés

FONTES	FF01	FF02	FF03
FF01		ND	ND
FF02	ND		D
FF03	ND	D	

Verifica-se que as chaminés FF02 e FF03 são dependentes entre si. Assim, será necessário considerar um caudal corrigido, baseado na soma dos caudais de cada uma das dependências verificadas.

Apresentam-se, no quadro seguinte (Quadro 7), os valores considerados para o cálculo da correção de  $H_p$  para cada uma das fontes. Para o cálculo da dependência de chaminés existentes, considera-se a altura real das mesmas. No caso das fontes fixas em estudo, todas possuem 11,2 metros de altura.

**Quadro 7** – Resultado do cálculo de  $H_p$  para as fontes fixas dependentes entre si.

Fonte	Q'máx (m <sup>3</sup> /h)	$\Delta T$	Coef. F	Cr-MP (mg/m <sup>3</sup> )	Cr-MP VLE (kg/m <sup>3</sup> )	q' (kg/h)	Cf-MP (mg/m <sup>3</sup> )	C-MP (mg/m <sup>3</sup> )	S	$H_p$ (m)
FF02	43600	50	680	0,1500	0,00015	6,54	0,05	0,1000	44472	18,52
FF03	43600	50	680	0,1500	0,00015	6,54	0,05	0,1000	44472	18,52

## 2.4 Determinação de $H_c$

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

$$H_c = h_0 + 3 - \left( \frac{2D}{5h_0} \right) \quad (4)$$

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

$h_0$  – a altura do obstáculo, em metros, medida a partir da cota do solo na base de implantação da chaminé.

Considera-se obstáculo próximo, qualquer obstáculo situado num raio de 300 metros da fonte de emissão (incluindo o edifício de implantação da chaminé) e que obedeça, simultaneamente, às seguintes condições:

- i)  $h_0 \geq \frac{D}{5}$
- ii)  $L \geq 1 + \frac{14D}{300}$

Após analisar todos os elementos existentes no raio de 300 das fontes fixas em estudo, os que foram destacados na imagem abaixo são considerados obstáculos relevantes. Dentro da própria instalação, a única estrutura que se configura como obstáculo é a edificação principal, onde as chaminés estão instaladas. Na envolvente da instalação são as edificações altas e árvores com copas densas que podem ter influência na dispersão dos efluentes gasosos.

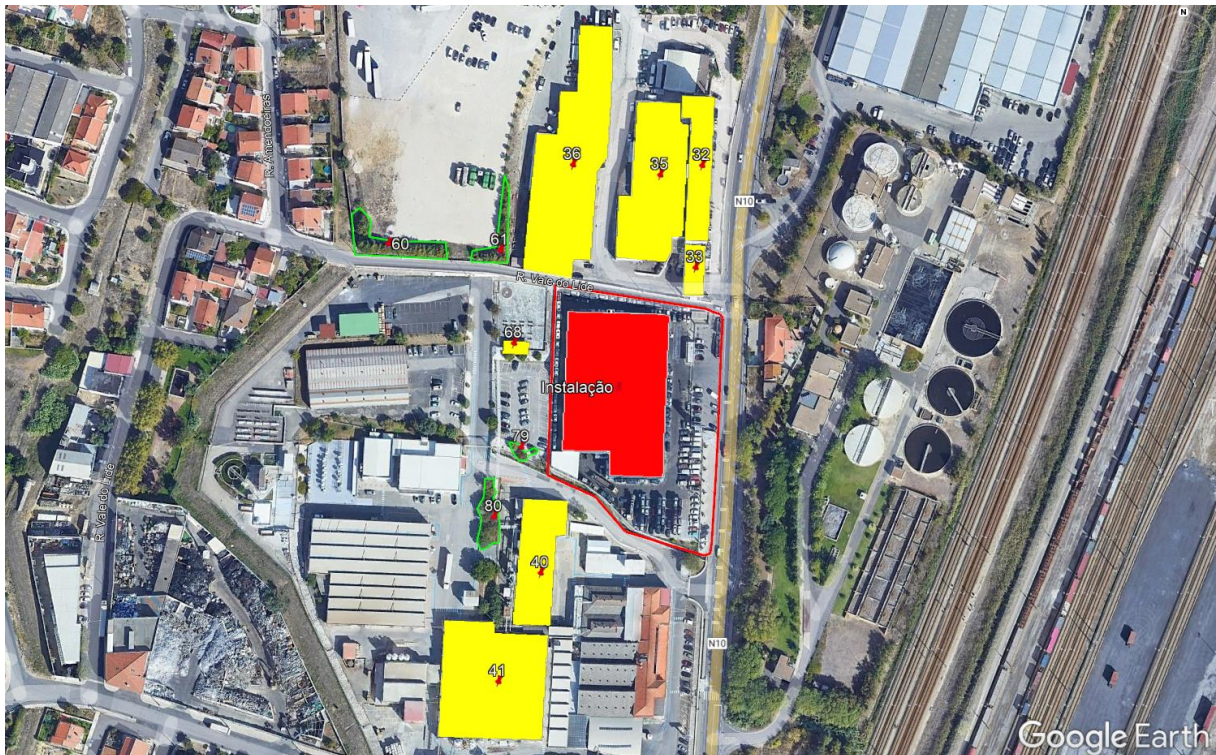


Figura 3 – Localização dos obstáculos relevantes

Após esta análise calculou-se o  $H_c$  para cada obstáculo encontrado. Os resultados encontram-se no quadro seguinte.

Quadro 8 – Resultado do cálculo de  $H_c$  para as três fontes fixas.

Fonte:	FF01	Maior $H_c$ calculado: 15,3 metros					
Obstáculo:	68	79					Instalação
$H_c$ :	15,3	11,7					13,0
Fonte:	FF02	Maior $H_c$ calculado: 19,2 metros					
Obstáculo:	33	35	36	60	61	68	Instalação
$H_c$ :	10,4	16,3	17,3	19,2	18,8	15,8	13,0
Fonte:	FF03	Maior $H_c$ calculado: 19,2 metros					
Obstáculo:	33	35	36	60	61	68	Instalação
$H_c$ :	10,4	16,3	17,3	19,2	18,8	15,8	13,0

## 2.5 Determinação final da altura H

O valor de H é obtido, considerando o maior valor entre  $H_p$  (função das características do efluente e da dependência com outras fontes, caso exista) e  $H_c$  (função das características da envolvente), sendo que, a diferença de cotas, entre o topo de qualquer chaminé e a mais

elevada das cumeeiras dos telhados do edifício em que está implantada não poderá ser inferior a 3 metros, sabendo que a altura mínima resultante nunca poderá ser inferior a 10 metros.

No Quadro 9 apresentam-se os valores calculados.

**Quadro 9** – Resultado do cálculo de  $H_p$  para as três fontes fixas.

Fonte	$H_p$	$H_c$	$H_{min}$	$H_{final}$
FF01	11,63	15,26	13,00	<b>15,3</b>
FF02	18,52	19,22	13,00	<b>19,2</b>
FF03	18,52	19,22	13,00	<b>19,2</b>

### 3 CONCLUSÃO

Face ao resultado do estudo da altura das chaminés, a BGR encontra-se a adequar as chaminés para as alturas dimensionadas.

As fontes fixas em estudo possuem, assim, as seguintes características:

- Diâmetros que garantem a velocidade de saída > 6 m/s;
- Terminais no topo das chaminés do tipo “holandês” / “venturi”,
- Altura mínima de 15,3 metros (após adequação das chaminés para as alturas dimensionadas)
- Diferença de cotas entre o topo de qualquer chaminé e a mais elevada das cumeeiras do telhado do edifício em que está implantada não inferior a 3 metros (após adequação das chaminés para as alturas dimensionadas);
- Conduitas circulares, cada uma com 2 tomas de amostragem dispostas, entre elas, a 90°;
- Tomas localizadas a distâncias superiores, aos valores de:
  - 5 x o diâmetro da chaminé, relativamente à perturbação mais próxima, a montante da toma
  - 2 x o diâmetro da chaminé, relativamente à saída dos gases para o exterior, a jusante da toma

Face ao exposto, conclui-se que as chaminés em estudo, com a respetiva adequação, se encontram em conformidade com a legislação aplicável.