

## Estudo de Dimensionamento de Chaminés



## Índice

|       |                                                                             |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Introdução.....                                                             | 2  |
| 1.1   | Identificação e caracterização das fontes em estudo.....                    | 2  |
| 1.2   | Monitorização e caracterização dos efluentes .....                          | 5  |
| 2     | Dimensionamento – Cálculo da altura das chaminés.....                       | 5  |
| 2.1   | Enquadramento legal.....                                                    | 5  |
| 2.2   | Determinação de $H_p$ .....                                                 | 6  |
| 2.2.1 | Determinação de $H_p$ nas condições de emissão do efluente gasoso.....      | 6  |
| 2.2.2 | Correção de $H_p$ devido à influência de outras chaminés .....              | 7  |
| 2.3   | Determinação de $H_c$ (devido à presença de obstáculos próximos) .....      | 8  |
| 2.3.1 | Identificação das estruturas próximas.....                                  | 9  |
| 2.3.2 | Identificação dos obstáculos próximos.....                                  | 11 |
| 2.4   | Determinação de $H$ .....                                                   | 12 |
| 3     | Conclusão.....                                                              | 12 |
| 4     | Anexos.....                                                                 | 13 |
| 4.1   | Delimitação da vizinhança e localização das infraestruturas analisadas..... | 14 |
| 4.2   | Cálculos efetuados nas várias etapas do dimensionamento.....                | 23 |

## **1 Introdução**

O presente documento pretende verificar a adequabilidade das características das chaminés instaladas na INTERECYLING, com vista à emissão do TEAR (Título de Emissões para o Ar).

A INTERECYLING é um operador de gestão de resíduos especializado na reciclagem de REEE, localizado na Zona Industrial do Lajedo 3465-157 Santiago de Besteiros, no concelho de Tondela.

### **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 – Identificação e características das fontes fixas em estudo

| Código | N.º cadastro (CCDR) | Equipamento/ Processo associado                                                                                         | Caudal Volúmico máximo (m³/h) | Velocidade escoamento (m/s) | Características das chaminés e tomas de amostragem                                                                                       | Poluentes característicos            | Método tratamento/ redução - descrição STEG | Observações                                                                     |
|--------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| FF1    | 1555                | L5 - Linha de reciclagem de outros REEEs, Cabos e Metais                                                                | 21.804                        | 21,8                        | Diâmetro chaminé: 0,595 m<br>Altura chaminé: 12 m<br>N.º tomas:2<br>Segmentos livres de perturbações: 4 m (montante); 4 m (jusante)      | Partículas, COVNM, Metais I,II e III | Ciclone e filtros de mangas                 | Fonte instalada, monitorizada de acordo com a LA n.º 394/2011                   |
| FF2    | 1556                | L5 - Linha de reciclagem de outros REEEs, Cabos e Metais                                                                | 12.448                        | 12,4                        | Diâmetro chaminé: 0,595 m<br>Altura chaminé: 12 m<br>N.º tomas:2<br>Segmentos livres de perturbações: 4 m (montante); 4 m (jusante)      | Partículas, COVNM, Metais I,II e III | Ciclone e filtros de mangas                 | Fonte instalada monitorizada de acordo com a LA n.º 394/2011                    |
| FF3    | 1557                | L2 - Linha de reciclagem de Cabos elétricos                                                                             | 20.309                        | 12,8                        | Diâmetro chaminé: 0,75 m<br>Altura chaminé: 12 m<br>N.º tomas:2<br>Segmentos livres de perturbações: 3,75 m (montante); 3,75 m (jusante) | Partículas, COVNM, Metais I,II e III | Ciclone e filtros de mangas                 | Fonte instalada, monitorizada de acordo com a LA n.º 394/2011                   |
| FF4    | 1558                | L1 - Linha de reciclagem de Equipamentos de frio                                                                        | 7.620                         | 10,8                        | Diâmetro chaminé: 0,5 m<br>Altura chaminé: 12,5 m<br>N.º tomas:2<br>Segmentos livres de perturbações: 2,5 m (montante); 3 m (jusante)    | Partículas, COVNM, Metais I,II e III | Ciclone e filtros de mangas                 | Fonte instalada, monitorizada de acordo com a LA n.º 394/2011                   |
| FF5    | 9812                | L9a – Linha de reciclagem Vidro – RNP<br>L9b – Linha de reciclagem Vidro – RP                                           | 7.620                         | 8,9                         | Diâmetro chaminé: 0,55 m<br>Altura chaminé: 10 m<br>N.º tomas:2<br>Altura tomas: 5,35 m                                                  | Partículas, COVNM, Metais I,II e III | Ciclone e filtros de mangas                 | Fonte instalada, a aguardar licenciamento para início do funcionamento da linha |
| FF6    | -                   | L6 - Destroçador;<br>L11 – Fragmentador                                                                                 | 45.200                        | 28,4                        | Diâmetro chaminé: 0,75 m<br>Altura chaminé: 15 m<br>N.º tomas:2<br>Altura tomas: 8,5 m                                                   | Partículas, COVNM, Metais I,II e III | Ciclone e filtros de mangas                 | Fonte instalada, a aguardar monitorização                                       |
| FF7    | -                   | L12a – Linha de Preparação e trituração de plásticos – RNP<br>L12b - Linha de Preparação e trituração de plásticos – RP | 43.596                        | 24,1                        | Diâmetro chaminé: 0,80 m<br>Altura chaminé: 16,7 m<br>N.º tomas:2<br>Altura tomas: 11 m                                                  | Partículas, COVNM                    | Ciclone                                     | Fonte instalada, a aguardar monitorização                                       |

| Código | N.º cadastro (CCDR) | Equipamento/<br>Processo associado                                                                                                  | Caudal<br>Volúmico<br>máximo<br>(m³/h) | Velocidade<br>escoamento<br>(m/s) | Características das chaminés e tomas<br>de amostragem                                | Poluentes<br>característicos               | Método<br>tratamento/<br>redução -<br>descrição STEG | Observações         |
|--------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|
| FF8    | -                   | L8a – Linha de trituração<br>de plásticos I e II – RNP<br>L8b - Linha de trituração de<br>plásticos – RP                            | 61.200                                 | 26,7                              | Diâmetro chaminé: 0,90 m<br>Altura chaminé: 13 m<br>N.º tomas:2<br>Altura tomas: 5 m | Partículas,<br>COVNM                       | Ciclone                                              | Fonte em instalação |
| FF9    | -                   | L12a – Linha de Preparação<br>e trituração de plásticos –<br>RNP<br>L12b - Linha de Preparação<br>e trituração de plásticos –<br>RP | 18.000                                 | 39,8                              | Diâmetro chaminé: 0,40 m<br>Altura chaminé: 13 m<br>N.º tomas:1<br>Altura tomas: 3 m | Partículas,<br>COVNM,<br>Metais I,II e III | Ciclone                                              | Fonte em instalação |

Na figura 1 pode verificar-se a localização de cada uma das fontes identificadas.



Figura 1 – Localização das fontes fixas em estudo.

## 1.2 Monitorização e caracterização dos efluentes

As fontes pontuais FF1, FF2, FF3 e FF4 enquadram-se no regime geral da Prevenção e Controlo das Emissões de Poluentes para a Atmosfera, estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 39/2018, de 11 de junho, e são monitorizadas segundo o estabelecido na Licença Ambiental n.º 394/2011. A fonte FF5 está instalada, contudo, está associada à linha de tratamento de vidro, que aguarda o licenciamento para começar a funcionar. As fontes FF6 e FF7 já estão instaladas e aguardam a emissão do TEAR para iniciar a respetiva monitorização. As fontes FF8 e FF9 encontram-se em fase de instalação.

## 2 Dimensionamento – Cálculo 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 a considerar para uma chaminé ( $H$ ) – distância, expressa em metros, entre o seu topo e o solo – é determinada em função dos obstáculos próximos e do nível de emissão dos poluentes atmosféricos, considerando-se o maior valor entre  $H_c$  – altura mínima da chaminé corrigida devido à presença de obstáculos próximos

– e  $H_p$  – altura mínima da chaminé calculada com base nas condições de emissão dos efluentes gasosos.

## 2.2 Determinação de $H_p$

### 2.2.1 Determinação de $H_p$ nas condições de emissão do efluente gasoso

O valor de  $H_p$  expresso em metros, deve ser, pelo menos, igual ao valor numérico calculado das seguintes expressões:

$$H_p = S^{(1/2)} \times (1/(Q \times \Delta T))^{(1/6)}$$

$$S = (F \times q)/C$$

$$C = C_R - C_F$$

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,  $NO_x$  e  $SO_2$  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 10 m.

- 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) Verificação de dependência – sendo a altura das duas chaminés (i) e (j), respetivamente  $h_i$  e  $h_j$ , serão consideradas dependentes se se verificar em simultâneo as três 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), obtém-se a matriz apresentada no Quadro 3, onde se verifica a dependência das chaminés mais próximas.

Quadro 2 – Distâncias entre chaminés

|     | FF1 | FF2 | FF3 | FF4 | FF5 | FF6 | FF7 | FF8 | FF9 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| FF1 | 0   | 4   | 71  | 65  | 153 | 111 | 188 | 175 | 30  |
| FF2 | 4   | 0   | 69  | 66  | 151 | 106 | 183 | 175 | 25  |
| FF3 | 71  | 69  | 0   | 46  | 83  | 103 | 138 | 131 | 90  |
| FF4 | 65  | 66  | 46  | 0   | 99  | 142 | 185 | 110 | 92  |
| FF5 | 153 | 151 | 83  | 99  | 0   | 167 | 146 | 86  | 176 |
| FF6 | 111 | 106 | 103 | 142 | 167 | 0   | 107 | 230 | 94  |
| FF7 | 188 | 183 | 138 | 185 | 146 | 107 | 0   | 237 | 185 |
| FF8 | 175 | 175 | 131 | 110 | 86  | 230 | 237 |     | 201 |
| FF9 | 30  | 25  | 90  | 92  | 176 | 94  | 185 | 201 |     |

Quadro 3 – Dependências entre chaminés

| Altura chaminés (m) |      | FF1 | FF2 | FF3  | FF4 | FF5 | FF6  | FF7 | FF8 | FF9 |
|---------------------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
|                     | 12   | 12  | 12  | 12,5 | 10  | 15  | 16,7 | 13  | 13  |     |
| FF1                 | 12   | -   | Sim | Não  | Não | Não | Não  | Não | Não | Sim |
| FF2                 | 12   | Sim | -   | Não  | Não | Não | Não  | Não | Não | Sim |
| FF3                 | 12   | Não | Não | -    | Não | Não | Não  | Não | Não | Não |
| FF4                 | 12,5 | Não | Não | Não  | -   | Não | Não  | Não | Não | Não |
| FF5                 | 10   | Não | Não | Não  | Não | -   | Não  | Não | Não | Não |
| FF6                 | 15   | Não | Não | Não  | Não | Não | -    | Não | Não | Não |
| FF7                 | 16,7 | Não | Não | Não  | Não | Não | Não  | -   | Não | Não |
| FF8                 | 13   | Não | Não | Não  | Não | Não | Não  | Não | -   | Não |
| FF9                 | 13   | Sim | Sim | Não  | Não | Não | Não  | Não | Não | -   |

Os cálculos efetuados que deram origem aos resultados apresentados no quadro 3 encontram-se no ponto 4.2 do ponto 4 – *Anexos* do presente documento.

Verifica-se que apenas as chaminés F1, F2 e F9 são dependentes entre si.

Assim, será necessário considerar um caudal corrigido, baseado na soma dos caudais de cada uma das dependências verificadas.

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

Apresentam-se, no quadro seguinte, os valores considerados para o cálculo da correção de  $H_p$  para cada uma das fontes, considerando os valores fornecidos pelo fabricante.

Quadro 4 – Valores considerados para o cálculo de  $H_p$

| Fontes | Q - Caudal volúmico (m³/h) | q – caudal mássico (partículas) (kg/h) | $\Delta T$ (°C) | S         |
|--------|----------------------------|----------------------------------------|-----------------|-----------|
| FF1    | 32400                      | 4,8600                                 | 50              | 33048     |
| FF2    | 32400                      | 4,8600                                 | 50              | 33048     |
| FF3    | 28800                      | 4,3200                                 | 50              | 29376     |
| FF4    | 25200                      | 3,7800                                 | 50              | 25704     |
| FF5    | 25200                      | 3,7800                                 | 50              | 25704     |
| FF6    | 45200                      | 6,7800                                 | 50              | 46104     |
| FF7    | 43596                      | 6,5394                                 | 50              | 44.467,92 |
| FF8    | 61200                      | 9,1800                                 | 50              | 62.424    |
| FF9    | 18000                      | 2,7000                                 | 50              | 18.360    |

Importa referir que, tratando-se de emissões onde não há combustão, apenas é de considerar o cálculo de  $H_p$  referente ao poluente “partículas”. Para os restantes poluentes, para os quais não estão definidas concentrações de referência, considera-se  $H_p=10$ .

No Quadro 5 é apresentado o valor de  $H_p$  e  $H_p$  corrigido para as chaminés em estudo.

Quadro 5 – Valores de  $H_p$  obtidos com base nas condições de emissão do efluente e nas dependências

| Fontes | Maior valor de $H_p$ (m) | HP corrigido (m) |
|--------|--------------------------|------------------|
| FF1    | 17                       | 21               |
| FF2    | 17                       | 21               |
| FF3    | 16                       | -                |
| FF4    | 15                       | -                |
| FF5    | 15                       | -                |
| FF6    | 19                       | -                |
| FF7    | 19                       | -                |
| FF8    | 21                       | -                |
| FF9    | 14                       | 19               |

### 2.3 Determinação de $H_c$ (devido à presença de obstáculos próximos)

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

Se na vizinhança de uma determinada chaminé (raio de 300 metros) existirem obstáculos próximos, a altura  $H_c$  deve ser calculada do seguinte modo:

$$H_c = h_0 + 3 - (2 \times D) / (5 \times h_0)$$

Sendo:

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.

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

### 2.3.1 Identificação das estruturas próximas

Para o cálculo de  $H_c$  consideraram-se os obstáculos existentes numa área circundante de 300m, para cada fonte pontual em estudo.

Na figura 2 apresenta-se uma imagem de satélite com a identificação dos raios de 300 metros definidos a partir das fontes pontuais em estudo.

No ponto 4. *Anexo* encontram-se, para cada fonte pontual, as imagens de satélite com a delimitação da vizinhança e os obstáculos analisados.

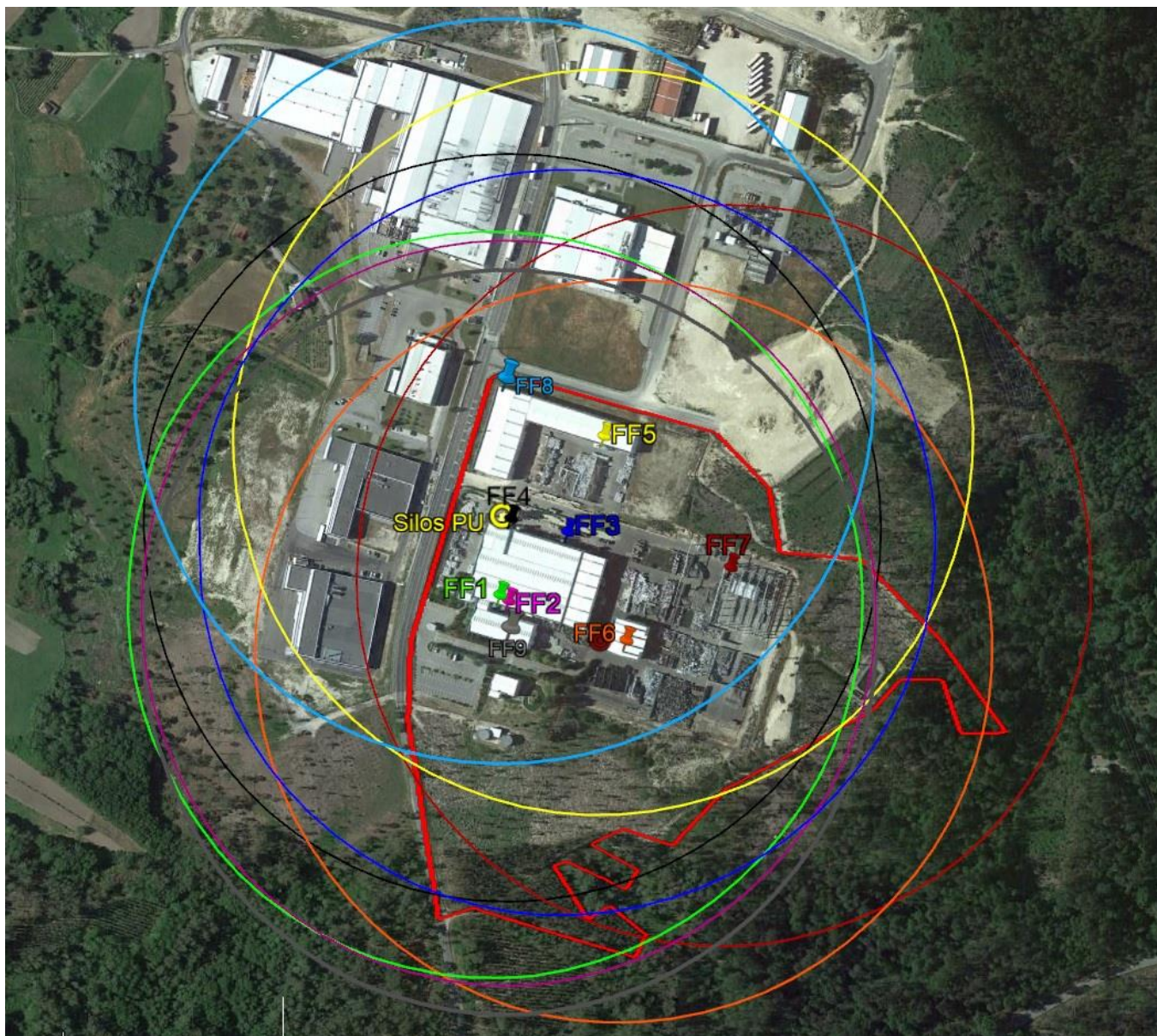


Figura 2 - Delimitação das áreas circundantes das fontes pontuais em estudo (raio 300 metros).

#### 2.3.1.1 Própria instalação INTERECYLING

Dentro da própria instalação, são de considerar, para verificar se se tratam de estruturas que possam impedir a natural dispersão dos poluentes, todos os edifícios e também os silos de armazenagem de poliuretano.

#### 2.3.1.2 Outras estruturas na vizinhança

Foram tidas em consideração as infraestruturas existentes na zona industrial, dentro do alcance dos raios de 300 metros para todas as fontes. As árvores existentes na vizinhança da instalação não impedem a normal dispersão dos gases provenientes das fontes pontuais mais próximas, por se tratar de árvores cujas copas são muito pouco densas.

### 2.3.2 Identificação dos obstáculos próximos

Face à definição de *obstáculo mais próximo* patente na Parte 1 do Anexo I da Portaria n.º 190-A/2018, de 2 de julho, consideraram-se, para verificação de H<sub>c</sub>, os obstáculos indicados nas figuras do ponto 4. Anexo:

Estruturas dentro do perímetro da Interrecycling:

- PAV. "Nave principal"
- PAV. "IntLogistics"
- "Pavilhão"
- "Pavilhão Centro TM"
- "Pavilhão IntPolymers/IntGlass"
- "Silos PU"
- "Edifício administrativo"
- "Sistema de Extinção de incêndio"

Estruturas fora do perímetro da Interrecycling:

- Edifício "Fresenius Kabi" 1 (de Sul para Norte)
- Edifício "Fresenius Kabi" 2 (de Sul para Norte)
- Edifício "Fresenius Kabi" 3 (de Sul para Norte)
- Edifício "Brose"
- Edifício "Labesfal"
- "AutoOficina"
- "Empresa de camionagem"
- "Armazém"

Para validar os obstáculos considerados foi necessário verificar o cumprimento das condições *i)* e *ii)* definidas na portaria. Quando não se verificou a simultaneidade das 2 condições, o obstáculo não foi considerado.

Quadro 6 – Valores obtidos para  $H_c$ , para cada obstáculo definido, para cada uma das fontes.

| Fontes | $H_c$ (m) |
|--------|-----------|
| FF1    | 16        |
| FF2    | 16        |
| FF3    | 17        |
| FF4    | 18        |
| FF5    | 12        |
| FF6    | 13        |
| FF7    | 15        |
| FF8    | 13        |
| FF9    | 13        |

## 2.4 Determinação de H

O valor de H é obtido considerando o maior valor entre  $H_p$  e  $H_c$ .

No Quadro 7 apresentam-se os valores de  $H_p$  e  $H_c$  calculados, bem como as alturas reais das chaminés ( $H_{atual}$ ).

Quadro 7 – Resumo dos valores de  $H_p$  e  $H_c$  calculados, com verificação do cumprimento das alturas atuais das chaminés.

| Fontes | $H_p$ | $H_p$ corrigido | $H_c$ | $H_{atual}$ | $H_{mín} = H$ |
|--------|-------|-----------------|-------|-------------|---------------|
| FF1    | 17    | 21              | 16    | 12          | <b>21</b>     |
| FF2    | 17    | 21              | 16    | 12          | <b>21</b>     |
| FF3    | 16    | -               | 17    | 12          | <b>17</b>     |
| FF4    | 15    | -               | 18    | 12,5        | <b>18</b>     |
| FF5    | 15    | -               | 12    | 10          | <b>15</b>     |
| FF6    | 19    | -               | 13    | 15          | <b>19</b>     |
| FF7    | 19    | -               | 15    | 16,7        | <b>19</b>     |
| FF8    | 21    | -               | 13    | 13          | <b>21</b>     |
| FF9    | 14    | 19              | 13    | 13          | <b>19</b>     |

## 3 Conclusão

Face ao resultado do cálculo da altura das chaminés, a INTERECYLING 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 metros (após adequação das chaminés para as alturas dimensionadas)
- Altura mínima de 3 metros acima dos obstáculos validados para cada uma das fontes (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.

#### 4 Anexos

4.1 Delimitação da vizinhança e localização das infraestruturas analisadas

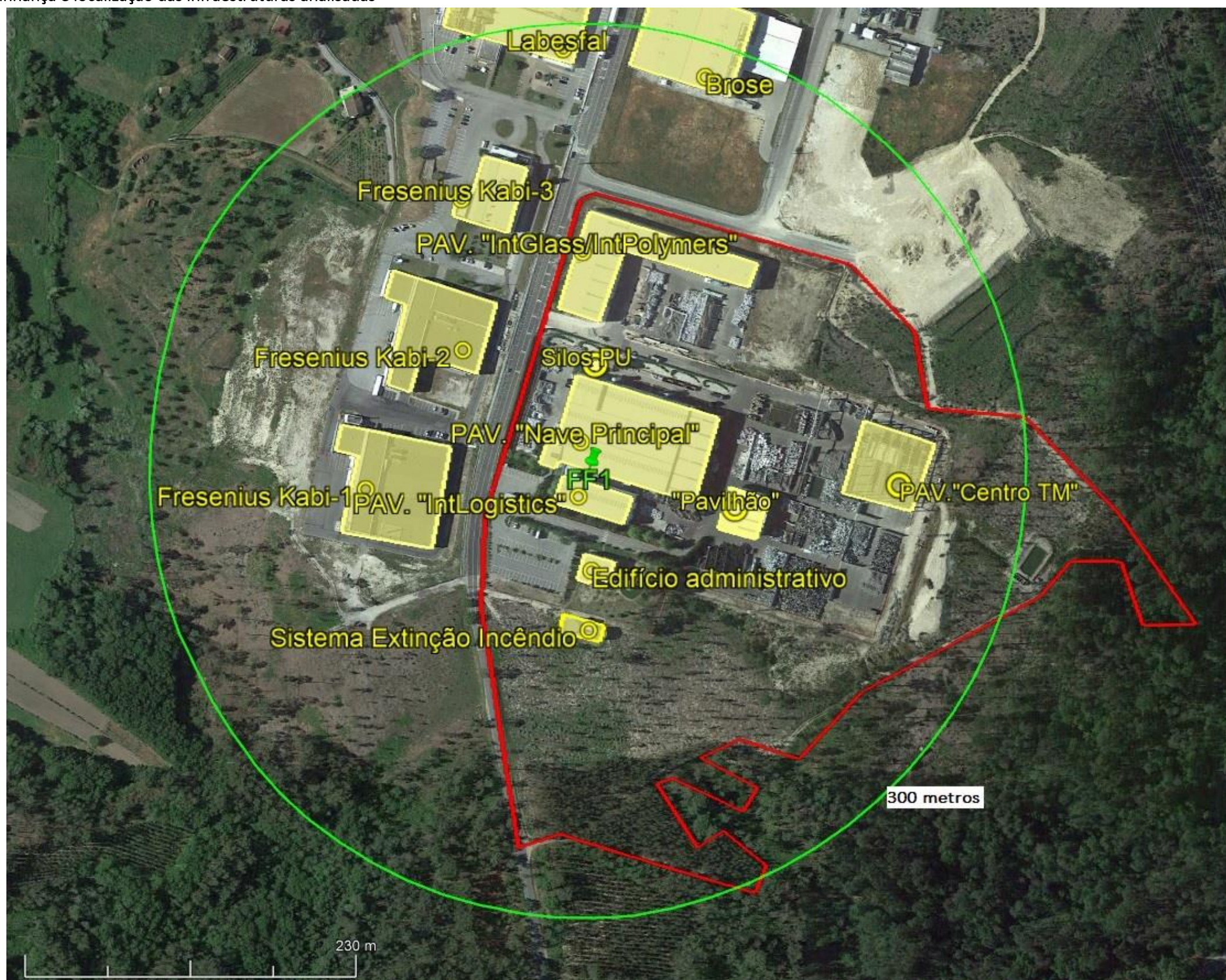


Figura 3 - Delimitação de vizinhança da Fonte FF1 e obstáculos analisados.



Figura 4 - Delimitação de vizinhança da Fonte FF2 e obstáculos analisados.



Figura 5 - Delimitação de vizinhança da Fonte FF3 e obstáculos analisados.

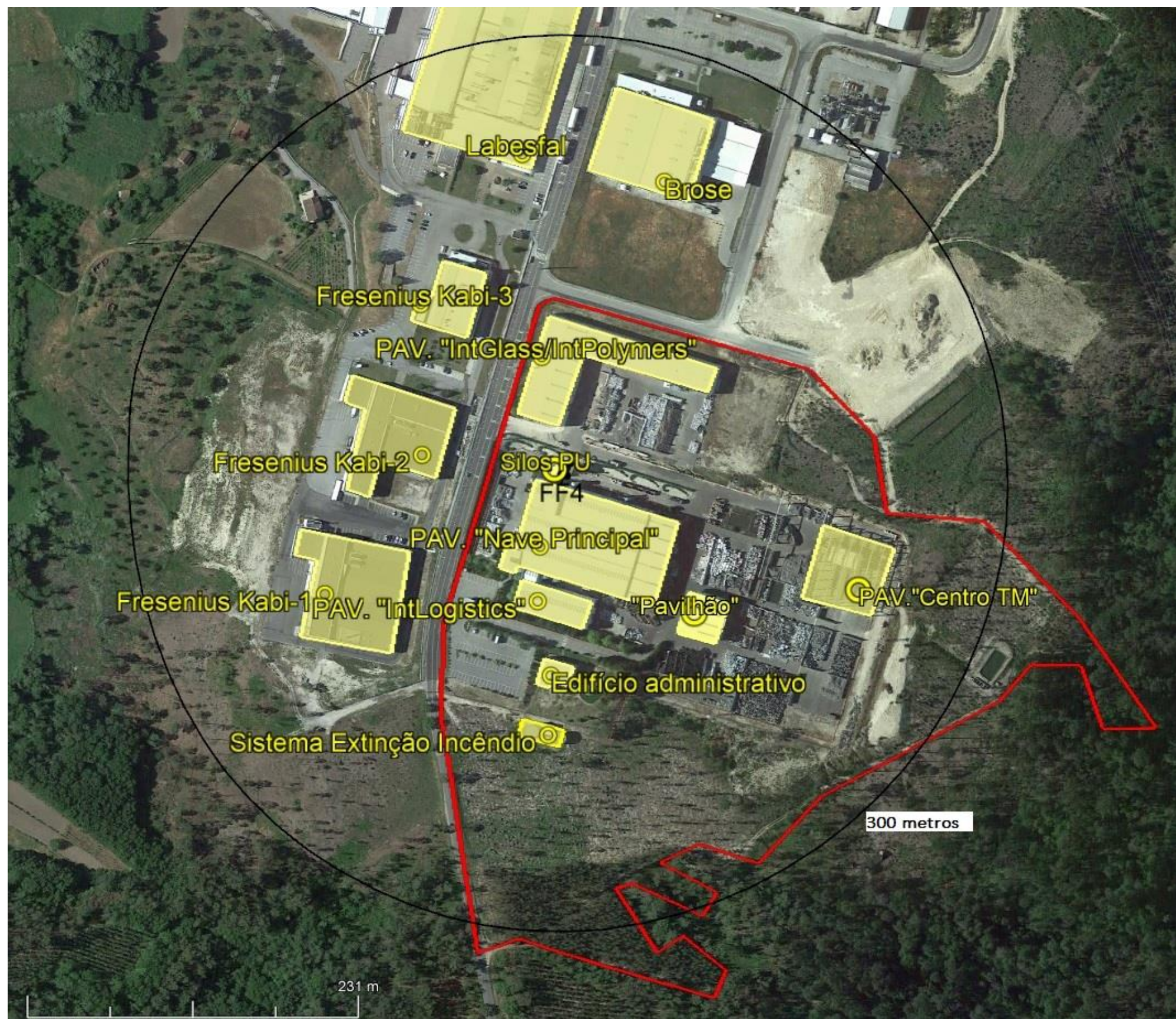


Figura 6 - Delimitação de vizinhança da Fonte FF4 e obstáculos analisados.



Figura 7 - Delimitação de vizinhança da Fonte FF5 e obstáculos analisados.



Figura 8 - Delimitação de vizinhança da Fonte FF6 e obstáculos analisados.

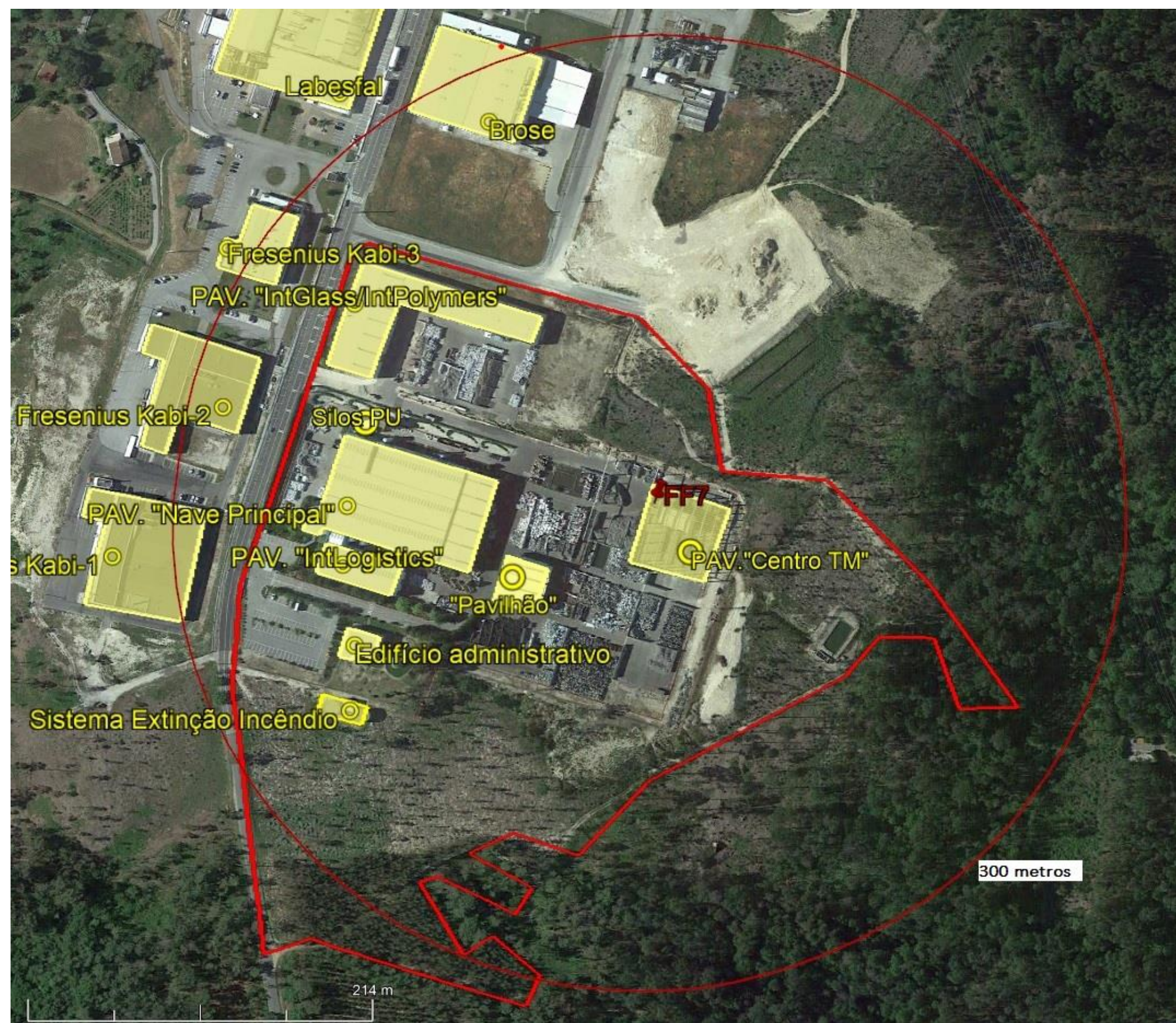


Figura 9 - Delimitação de vizinhança da Fonte FF7 e obstáculos analisados.



Figura 10 - Delimitação de vizinhança da Fonte FF8 e obstáculos analisados.

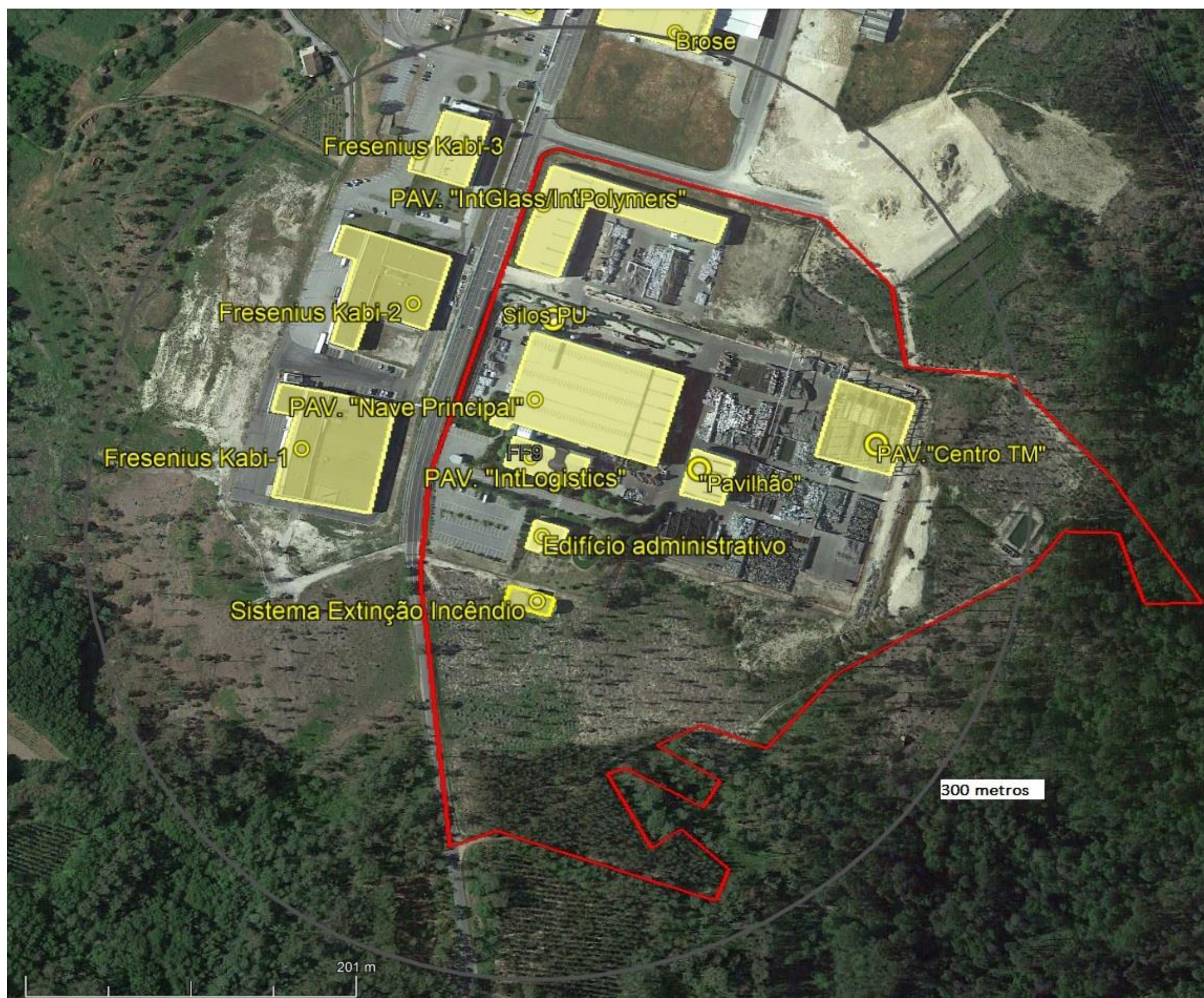


Figura 11- Delimitação de vizinhança da Fonte FF9 e obstáculos analisados.

#### 4.2 Cálculos efetuados nas várias etapas do dimensionamento

De acordo com o documento “Diretrizes relativas à descarga de poluentes na atmosfera” (Agência Portuguesa do Ambiente, 2020)

##### ETAPA 1 - Determinação do $H_p$ , em função das características do efluente

###### Determinação de C

$$C = C_R - C_F = 0,15 - 0,05 = 0,1 \text{ mg/Nm}^3$$

###### Determinação de S máximo

$$S = (F \times q) / C$$

$$F = 680;$$

###### Determinação de $H_p$

$$H_p = S^{(1/2)} \times (1 / (Q \times \Delta T))^{(1/6)}$$

$\Delta T = 50$  (a diferença entre a temperatura efluente à saída das chaminés e a temperatura média anual típica da região:  $14^\circ\text{C} = 287\text{ K}$  é inferior a 50)

| Fonte | Q<br>(Nm³/h) | q (kg/h) | S <sub>partículas</sub>                 | H <sub>p</sub><br>(partículas)                                      | H <sub>p</sub><br>(outros poluentes) | H <sub>p</sub><br>(maior valor) |
|-------|--------------|----------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| FF1   | 32400        | 4,8600   | $(680 \times 4,8600) / 0,1 = 33048$     | $(33048^{(1/2)}) \times (1 / (32400 \times 50))^{(1/6)} = 16,8$     | 10                                   | <b>17</b>                       |
| FF2   | 32400        | 4,8600   | $(680 \times 4,8600) / 0,1 = 33048$     | $(33048^{(1/2)}) \times (1 / (32400 \times 50))^{(1/6)} = 16,8$     | 10                                   | <b>17</b>                       |
| FF3   | 28800        | 4,3200   | $(680 \times 4,3200) / 0,1 = 29376$     | $(29376^{(1/2)}) \times (1 / (28800 \times 50))^{(1/6)} = 16,1$     | 10                                   | <b>16</b>                       |
| FF4   | 25200        | 3,7800   | $(680 \times 3,7800) / 0,1 = 25704$     | $(25704^{(1/2)}) \times (1 / (25200 \times 50))^{(1/6)} = 15,4$     | 10                                   | <b>15</b>                       |
| FF5   | 25200        | 3,7800   | $(680 \times 3,7800) / 0,1 = 25704$     | $(25704^{(1/2)}) \times (1 / (25200 \times 50))^{(1/6)} = 15,4$     | 10                                   | <b>15</b>                       |
| FF6   | 45200        | 6,7800   | $(680 \times 6,7800) / 0,1 = 46104$     | $(46104^{(1/2)}) \times (1 / (45200 \times 50))^{(1/6)} = 18,7$     | 10                                   | <b>19</b>                       |
| FF7   | 43596        | 6,5394   | $(680 \times 6,5394) / 0,1 = 44.467,92$ | $(44.467,92^{(1/2)}) \times (1 / (43596 \times 50))^{(1/6)} = 18,5$ | 10                                   | <b>19</b>                       |
| FF8   | 61200        | 9,1800   | $(680 \times 9,1800) / 0,1 = 62.424$    | $(62.424^{(1/2)}) \times (1 / (61200 \times 50))^{(1/6)} = 20,7$    | 10                                   | <b>21</b>                       |
| FF9   | 18000        | 2,7000   | $(680 \times 2,7000) / 0,1 = 18.360$    | $(18.360^{(1/2)}) \times (1 / (18000 \times 50))^{(1/6)} = 13,8$    | 10                                   | <b>14</b>                       |

##### ETAPA 2 - Correção do $H_p$ , devido à influência de outras chaminés existentes na mesma instalação

###### Verificação da dependência das chaminés

$h_j$  e  $h_i$  – altura das chaminés (m)

D – distância entre chaminés (m)

$$H_{p \text{ corrigido}} = S^{(1/2)} \times (1 / ((Q_i + Q_j) \times \Delta T))^{(1/6)} ; S = (F \times (q_i + q_j)) / C$$

| Verificação de dependência de fontes, relativamente à FF1 |                 |       |                  |                        |           |                   |           |                   |             |                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------------|------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           | FF1 – $h_j$ (m) |       | 12               |                        |           |                   |           |                   |             |                                                                                                                 |
|                                                           | $h_i$ (m)       | D (m) | $h_i + h_j + 10$ | D < $h_i + h_j + 10$ ? | $h_j / 2$ | $h_i > h_j / 2$ ? | $h_i / 2$ | $h_j > h_i / 2$ ? | Dependente? | H <sub>p</sub> corrigido                                                                                        |
| FF2                                                       | 12              | 4     | 34               | sim                    | 6         | sim               | 6         | sim               | Sim         | $((680 \times (4,86 + 4,86)) / 0,1)^{(1/2)} \times (1 / ((32400 + 32400) \times 50))^{(1/6)} = \mathbf{21,135}$ |
| FF3                                                       | 12              | 71    | 34               | não                    | 6         | sim               | 6         | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF4                                                       | 12,5            | 65    | 34,5             | não                    | 6         | sim               | 6,25      | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF5                                                       | 10              | 153   | 32               | não                    | 6         | sim               | 5         | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF6                                                       | 15              | 111   | 37               | não                    | 6         | sim               | 7,5       | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF7                                                       | 16,7            | 188   | 38,7             | não                    | 6         | sim               | 8,35      | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF8                                                       | 12              | 175   | 34               | não                    | 6         | sim               | 6         | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF9                                                       | 13              | 30    | 35               | sim                    | 6         | sim               | 6,5       | sim               | Sim         | $((680 \times (4,86 + 2,7)) / 0,1)^{(1/2)} \times (1 / ((32400 + 18000) \times 50))^{(1/6)} = \mathbf{19,436}$  |

| Verificação de dependência de fontes, relativamente à FF2 |                 |       |                  |                        |           |                   |           |                   |             |                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|-------|------------------|------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           | FF2 – $h_j$ (m) |       | 12               |                        |           |                   |           |                   |             |                                                                                                                 |
|                                                           | $h_i$ (m)       | D (m) | $h_i + h_j + 10$ | D < $h_i + h_j + 10$ ? | $h_j / 2$ | $h_i > h_j / 2$ ? | $h_i / 2$ | $h_j > h_i / 2$ ? | Dependente? | H <sub>p</sub> corrigido                                                                                        |
| FF1                                                       | 12              | 4     | 34               | sim                    | 6         | sim               | 6         | sim               | Sim         | $((680 \times (4,86 + 4,86)) / 0,1)^{(1/2)} \times (1 / ((32400 + 32400) \times 50))^{(1/6)} = \mathbf{21,135}$ |
| FF3                                                       | 12              | 69    | 34               | não                    | 6         | sim               | 6         | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF4                                                       | 12,5            | 66    | 34,5             | não                    | 6         | sim               | 6,25      | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF5                                                       | 10              | 151   | 32               | não                    | 6         | sim               | 5         | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF6                                                       | 15              | 106   | 37               | não                    | 6         | sim               | 7,5       | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF7                                                       | 16,7            | 183   | 38,7             | não                    | 6         | sim               | 8,35      | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF8                                                       | 12              | 175   | 34               | não                    | 6         | sim               | 6         | sim               | Não         | -                                                                                                               |
| FF9                                                       | 13              | 25    | 35               | sim                    | 6         | sim               | 6,5       | sim               | Sim         | $((680 \times (4,86 + 2,7)) / 0,1)^{(1/2)} \times (1 / ((32400 + 18000) \times 50))^{(1/6)} = \mathbf{19,436}$  |

| Verificação de dependência de fontes, relativamente à FF3 |              |       |          |              |      |           |      |           |             |              |
|-----------------------------------------------------------|--------------|-------|----------|--------------|------|-----------|------|-----------|-------------|--------------|
|                                                           | FF3 – hj (m) | 12    |          |              |      |           |      |           |             |              |
|                                                           | hi (m)       | D (m) | hi+hj+10 | D<hi+hj+10 ? | hj/2 | hi>hj/2 ? | hi/2 | hj>hi/2 ? | Dependente? | Hp corrigido |
| FF1                                                       | 12           | 71    | 34       | não          | 6    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF2                                                       | 12           | 69    | 34       | não          | 6    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF4                                                       | 12,5         | 46    | 34,5     | não          | 6    | sim       | 6,25 | sim       | Não         | -            |
| FF5                                                       | 10           | 83    | 32       | não          | 6    | sim       | 5    | sim       | Não         | -            |
| FF6                                                       | 15           | 103   | 37       | não          | 6    | sim       | 7,5  | sim       | Não         | -            |
| FF7                                                       | 16,7         | 138   | 38,7     | não          | 6    | sim       | 8,35 | sim       | Não         | -            |
| FF8                                                       | 12           | 131   | 34       | não          | 6    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF9                                                       | 13           | 90    | 35       | não          | 6    | sim       | 6,5  | sim       | Não         | -            |

| Verificação de dependência de fontes, relativamente à FF4 |              |       |          |              |      |           |      |           |             |              |
|-----------------------------------------------------------|--------------|-------|----------|--------------|------|-----------|------|-----------|-------------|--------------|
|                                                           | FF4 – hj (m) | 12,5  |          |              |      |           |      |           |             |              |
|                                                           | hi (m)       | D (m) | hi+hj+10 | D<hi+hj+10 ? | hj/2 | hi>hj/2 ? | hi/2 | hj>hi/2 ? | Dependente? | Hp corrigido |
| FF1                                                       | 12           | 65    | 34,5     | não          | 6,25 | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF2                                                       | 12           | 66    | 34,5     | não          | 6,25 | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF3                                                       | 12           | 46    | 34,5     | não          | 6,25 | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF5                                                       | 10           | 99    | 32,5     | não          | 6,25 | sim       | 5    | sim       | Não         | -            |
| FF6                                                       | 15           | 142   | 37,5     | não          | 6,25 | sim       | 7,5  | sim       | Não         | -            |
| FF7                                                       | 16,7         | 185   | 39,2     | não          | 6,25 | sim       | 8,35 | sim       | Não         | -            |
| FF8                                                       | 12           | 110   | 34,5     | não          | 6,25 | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF9                                                       | 13           | 92    | 35,5     | não          | 6,25 | sim       | 6,5  | sim       | Não         | -            |

| Verificação de dependência de fontes, relativamente à FF5 |              |       |          |              |      |           |      |           |             |              |
|-----------------------------------------------------------|--------------|-------|----------|--------------|------|-----------|------|-----------|-------------|--------------|
|                                                           | FF5 – hj (m) | 10    |          |              |      |           |      |           |             |              |
|                                                           | hi (m)       | D (m) | hi+hj+10 | D<hi+hj+10 ? | hj/2 | hi>hj/2 ? | hi/2 | hj>hi/2 ? | Dependente? | Hp corrigido |
| FF1                                                       | 12           | 153   | 32       | não          | 5    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF2                                                       | 12           | 151   | 32       | não          | 5    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF3                                                       | 12           | 83    | 32       | não          | 5    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF4                                                       | 12,5         | 99    | 32,5     | não          | 5    | sim       | 6,25 | sim       | Não         | -            |
| FF6                                                       | 15           | 167   | 35       | não          | 5    | sim       | 7,5  | sim       | Não         | -            |
| FF7                                                       | 16,7         | 146   | 36,7     | não          | 5    | sim       | 8,35 | sim       | Não         | -            |
| FF8                                                       | 12           | 86    | 32       | não          | 5    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF9                                                       | 13           | 176   | 33       | não          | 5    | sim       | 6,5  | sim       | Não         | -            |

| Verificação de dependência de fontes, relativamente à FF6 |              |       |          |              |      |           |      |           |             |              |
|-----------------------------------------------------------|--------------|-------|----------|--------------|------|-----------|------|-----------|-------------|--------------|
|                                                           | FF6 – hj (m) | 15    |          |              |      |           |      |           |             |              |
|                                                           | hi (m)       | D (m) | hi+hj+10 | D<hi+hj+10 ? | hj/2 | hi>hj/2 ? | hi/2 | hj>hi/2 ? | Dependente? | Hp corrigido |
| FF1                                                       | 12           | 111   | 37       | não          | 7,5  | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF2                                                       | 12           | 106   | 37       | não          | 7,5  | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF3                                                       | 12           | 103   | 37       | não          | 7,5  | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF4                                                       | 12,5         | 142   | 37,5     | não          | 7,5  | sim       | 6,25 | sim       | Não         | -            |
| FF5                                                       | 10           | 167   | 35       | não          | 7,5  | sim       | 5    | sim       | Não         | -            |
| FF7                                                       | 16,7         | 107   | 41,7     | não          | 7,5  | sim       | 8,35 | sim       | Não         | -            |
| FF8                                                       | 12           | 230   | 37       | não          | 7,5  | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF9                                                       | 13           | 94    | 38       | não          | 7,5  | sim       | 6,5  | sim       | Não         | -            |

| Verificação de dependência de fontes, relativamente à FF7 |              |       |          |              |      |           |      |           |             |              |
|-----------------------------------------------------------|--------------|-------|----------|--------------|------|-----------|------|-----------|-------------|--------------|
|                                                           | FF7 – hj (m) | 16,7  |          |              |      |           |      |           |             |              |
|                                                           | hi (m)       | D (m) | hi+hj+10 | D<hi+hj+10 ? | hj/2 | hi>hj/2 ? | hi/2 | hj>hi/2 ? | Dependente? | Hp corrigido |
| FF1                                                       | 12           | 188   | 38,7     | não          | 8,35 | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF2                                                       | 12           | 183   | 38,7     | não          | 8,35 | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF3                                                       | 12           | 138   | 38,7     | não          | 8,35 | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF4                                                       | 12,5         | 185   | 39,2     | não          | 8,35 | sim       | 6,25 | sim       | Não         | -            |
| FF5                                                       | 10           | 146   | 36,7     | não          | 8,35 | sim       | 5    | sim       | Não         | -            |
| FF6                                                       | 15           | 107   | 41,7     | não          | 8,35 | sim       | 7,5  | sim       | Não         | -            |
| FF8                                                       | 12           | 230   | 37       | não          | 7,5  | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF9                                                       | 13           | 94    | 38       | não          | 7,5  | sim       | 6,5  | sim       | Não         | -            |

| Verificação de dependência de fontes, relativamente à FF8 |              |       |          |              |      |           |      |           |             |              |
|-----------------------------------------------------------|--------------|-------|----------|--------------|------|-----------|------|-----------|-------------|--------------|
|                                                           | FF8 – hj (m) | 12    |          |              |      |           |      |           |             |              |
|                                                           | hi (m)       | D (m) | hi+hj+10 | D<hi+hj+10 ? | hj/2 | hi>hj/2 ? | hi/2 | hj>hi/2 ? | Dependente? | Hp corrigido |
| FF1                                                       | 12           | 175   | 34       | não          | 6    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF2                                                       | 12           | 175   | 34       | não          | 6    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF3                                                       | 12           | 131   | 34       | não          | 6    | sim       | 6    | sim       | Não         | -            |
| FF4                                                       | 12,5         | 110   | 34,5     | não          | 6    | sim       | 6,25 | sim       | Não         | -            |
| FF5                                                       | 10           | 86    | 32       | não          | 6    | sim       | 5    | sim       | Não         | -            |
| FF6                                                       | 15           | 230   | 37       | não          | 6    | sim       | 7,5  | sim       | Não         | -            |
| FF7                                                       | 16,7         | 237   | 38,7     | não          | 6    | sim       | 8,35 | sim       | Não         | -            |
| FF9                                                       | 13           | 201   | 35       | não          | 6    | sim       | 6,5  | sim       | Não         | -            |

| Verificação de dependência de fontes, relativamente à FF9 |              |       |          |              |      |           |      |           |             |                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------|--------------|-------|----------|--------------|------|-----------|------|-----------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           | FF9 – hj (m) | 13    |          |              |      |           |      |           |             |                                                                                                            |
|                                                           | hi (m)       | D (m) | hi+hj+10 | D<hi+hj+10 ? | hj/2 | hi>hj/2 ? | hi/2 | hj>hi/2 ? | Dependente? | Hp corrigido                                                                                               |
| FF1                                                       | 12           | 30    | 35       | sim          | 6,5  | sim       | 6    | sim       | Sim         | $\frac{((680 \times (2,7+4,86)) / 0,1))^{(1/2)}}{(1/((18000+32400) \times 50))^{(1/6)}} = \mathbf{19,436}$ |
| FF2                                                       | 12           | 25    | 35       | sim          | 6,5  | sim       | 6    | sim       | Sim         | $\frac{((680 \times (2,7+4,86)) / 0,1))^{(1/2)}}{(1/((18000+32400) \times 50))^{(1/6)}} = \mathbf{19,436}$ |
| FF3                                                       | 12           | 90    | 35       | não          | 6,5  | sim       | 6    | sim       | Não         | -                                                                                                          |
| FF4                                                       | 12,5         | 92    | 35,5     | não          | 6,5  | sim       | 6,25 | sim       | Não         | -                                                                                                          |
| FF5                                                       | 10           | 176   | 33       | não          | 6,5  | sim       | 5    | sim       | Não         | -                                                                                                          |
| FF6                                                       | 15           | 94    | 38       | não          | 6,5  | sim       | 7,5  | sim       | Não         | -                                                                                                          |
| FF7                                                       | 16,7         | 185   | 39,7     | não          | 6,5  | sim       | 8,35 | sim       | Não         | -                                                                                                          |
| FF8                                                       | 12           | 201   | 35       | não          | 6,5  | sim       | 6    | sim       | Não         | -                                                                                                          |

ETAPA 3 - Determinação do Hc, em função das características da envolvente

$H_c = h_0 + 3 - (2 \times D) / (5 \times h_0)$

Condições a cumprir, simultaneamente:

- iii      $h_0 \geq D/5$
- iv      $L \geq 1 + (14D)/300$

| Obstáculo em análise  | Fonte | D   | ho | L   | Cumpre condição i)? | Cumpre condição ii)? | É obstáculo próximo? | Hc                                          |
|-----------------------|-------|-----|----|-----|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------------------|
| PAV. "Nave principal" | FF1   | 0   | 10 | 100 | sim                 | sim                  | sim                  | $10+3-(2 \times 0) / (5 \times 10) = 13$    |
|                       | FF2   | 0   | 10 | 100 | sim                 | sim                  | sim                  | $10+3-(2 \times 0) / (5 \times 10) = 13$    |
|                       | FF3   | 0   | 10 | 100 | sim                 | sim                  | sim                  | $10+3-(2 \times 0) / (5 \times 10) = 13$    |
|                       | FF4   | 0   | 10 | 100 | sim                 | sim                  | sim                  | $10+3-(2 \times 0) / (5 \times 10) = 13$    |
|                       | FF5   | 85  | 10 | 100 | não                 | sim                  | não                  | -                                           |
|                       | FF6   | 36  | 10 | 50  | sim                 | sim                  | sim                  | $10+3-(2 \times 36) / (5 \times 10) = 11,6$ |
|                       | FF7   | 100 | 10 | 100 | não                 | sim                  | não                  | -                                           |
|                       | FF8   | 108 | 10 | 100 | não                 | sim                  | não                  | -                                           |
|                       | FF9   | 27  | 10 | 100 | sim                 | sim                  | sim                  | $10+3-(2 \times 27) / (5 \times 10) = 11,9$ |
| PAV. "IntLogistics"   | FF1   | 6   | 10 | 50  | sim                 | sim                  | sim                  | 13                                          |
|                       | FF2   | 6   | 10 | 50  | sim                 | sim                  | sim                  | 13                                          |
|                       | FF3   | 70  | 10 | 50  | não                 | sim                  | não                  | -                                           |
|                       | FF4   | 68  | 10 | 50  | não                 | sim                  | não                  | -                                           |
|                       | FF5   | 155 | 10 | 50  | não                 | sim                  | não                  | -                                           |
|                       | FF6   | 77  | 10 | 20  | não                 | sim                  | não                  | -                                           |
|                       | FF7   | 164 | 10 | 20  | não                 | sim                  | não                  | -                                           |
|                       | FF8   | 108 | 10 | 50  | não                 | sim                  | não                  | -                                           |

| Obstáculo em análise            | Fonte | D   | ho | L   | Cumpre condição i)? | Cumpre condição ii)? | É obstáculo próximo? | Hc |
|---------------------------------|-------|-----|----|-----|---------------------|----------------------|----------------------|----|
|                                 | FF9   | 0   | 10 | 50  | sim                 | sim                  | sim                  | 13 |
| "Pavilhão"                      | FF1   | 95  | 10 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF2   | 90  | 10 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF3   | 75  | 10 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF4   | 111 | 10 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF5   | 138 | 10 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF6   | 0   | 10 | 0   | sim                 | não                  | sim                  | 13 |
|                                 | FF7   | 75  | 10 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF8   | 203 | 10 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF9   | 79  | 10 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Pavilhão Centro TM"            | FF1   | 173 | 12 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF2   | 168 | 12 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF3   | 130 | 12 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF4   | 176 | 12 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF5   | 138 | 12 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF6   | 73  | 12 | 0   | não                 | não                  | não                  | -  |
|                                 | FF7   | 0   | 12 | 0   | sim                 | não                  | sim                  | 15 |
|                                 | FF8   | 226 | 12 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF9   | 165 | 12 | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Pavilhão IntPolymers/IntGlass" | FF1   | 101 | 9  | 128 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF2   | 106 | 9  | 128 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF3   | 70  | 9  | 128 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF4   | 40  | 9  | 128 | sim                 | sim                  | sim                  | 10 |
|                                 | FF5   | 0   | 9  | 120 | sim                 | sim                  | sim                  | 12 |
|                                 | FF6   | 73  | 9  | 0   | não                 | não                  | não                  | -  |
|                                 | FF7   | 129 | 9  | 128 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                                 | FF8   | 0   | 9  | 120 | sim                 | sim                  | sim                  | 12 |
|                                 | FF9   | 131 | 9  | 128 | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Silos PU"                      | FF1   | 70  | 15 | 3,5 | sim                 | não                  | sim                  | 16 |
|                                 | FF2   | 71  | 15 | 3,5 | sim                 | não                  | sim                  | 16 |
|                                 | FF3   | 46  | 15 | 3,5 | sim                 | sim                  | sim                  | 17 |
|                                 | FF4   | 4   | 15 | 3,5 | sim                 | sim                  | sim                  | 18 |
|                                 | FF5   | 90  | 15 | 3,5 | não                 | não                  | não                  | -  |
|                                 | FF6   | 138 | 15 | 3,5 | não                 | não                  | não                  | -  |
|                                 | FF7   | 186 | 15 | 3,5 | não                 | não                  | não                  | -  |
|                                 | FF8   | 97  | 15 | 3,5 | não                 | não                  | não                  | -  |
|                                 | FF9   | 98  | 15 | 3,5 | não                 | não                  | não                  | -  |

| Obstáculo em análise         | Fonte | D   | ho | L   | Cumpre condição i)? | Cumpre condição ii)? | É obstáculo próximo? | Hc |
|------------------------------|-------|-----|----|-----|---------------------|----------------------|----------------------|----|
| "Edifício administrativo"    | FF1   | 53  | 8  | 20  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF2   | 51  | 8  | 20  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF3   | 117 | 8  | 20  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF4   | 119 | 8  | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF5   | 200 | 8  | 20  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF6   | 101 | 8  | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF7   | 188 | 8  | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF8   | 227 | 8  | 27  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF9   | 25  | 8  | 27  | sim                 | sim                  | sim                  | 10 |
| Sistema de extinção incêndio | FF1   | 94  | 10 | 30  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF2   | 92  | 10 | 30  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF3   | 156 | 10 | 30  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF4   | 160 | 10 | 30  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF5   | 244 | 10 | 30  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF6   | 118 | 10 | 30  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF7   | 214 | 10 | 30  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF8   | 272 | 10 | 30  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF9   | 70  | 10 | 30  | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Fresenius Kabi" 1           | FF1   | 90  | 13 | 67  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF2   | 103 | 13 | 67  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF3   | 153 | 13 | 105 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF4   | 108 | 13 | 105 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF5   | 204 | 13 | 105 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF6   | 200 | 13 | 67  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF7   | 275 | 13 | 105 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF8   | 182 | 13 | 105 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF9   | 104 | 13 | 67  | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Fresenius Kabi" 2           | FF1   | 96  | 13 | 95  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF2   | 96  | 13 | 95  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF3   | 127 | 13 | 81  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF4   | 79  | 13 | 81  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF5   | 146 | 13 | 95  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF6   | 202 | 13 | 95  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF7   | 262 | 13 | 81  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF8   | 116 | 13 | 95  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                              | FF9   | 120 | 13 | 95  | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Fresenius Kabi" 3           | FF1   | 167 | 12 | 60  | não                 | sim                  | não                  | -  |

| Obstáculo em análise | Fonte | D   | ho | L   | Cumpre condição i)? | Cumpre condição ii)? | É obstáculo próximo? | Hc |
|----------------------|-------|-----|----|-----|---------------------|----------------------|----------------------|----|
|                      | FF2   | 175 | 12 | 60  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF3   | 154 | 12 | 60  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF4   | 116 | 12 | 60  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF5   | 142 | 12 | 45  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF6   | 252 | 12 | 60  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF7   | 276 | 12 | 60  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF8   | 49  | 12 | 45  | sim                 | sim                  | sim                  | 13 |
|                      | FF9   | 221 | 12 | 60  | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Brose"              | FF1   | 268 | 13 | 72  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF2   | 268 | 13 | 72  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF3   | 205 | 13 | 72  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF4   | 205 | 13 | 91  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF5   | 123 | 13 | 91  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF6   | 287 | 13 | 91  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF7   | 246 | 13 | 91  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF8   | 101 | 13 | 72  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF9   | 293 | 13 | 72  | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Labesfal"           | FF1   | 270 | 13 | 163 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF2   | 274 | 13 | 163 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF3   | 230 | 13 | 163 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF4   | 207 | 13 | 163 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF5   | 170 | 13 | 163 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF6   | 327 | 13 | 163 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF7   | 314 | 13 | 163 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF8   | 98  | 13 | 163 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF9   | 301 | 13 | 163 | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "AutoOficina"        | FF1   | 421 | 18 | 44  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF2   | 424 | 18 | 44  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF3   | 376 | 18 | 44  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF4   | 361 | 18 | 44  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF5   | 288 | 18 | 44  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF6   | 434 | 18 | 44  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF7   | 407 | 18 | 44  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF8   | 250 | 18 | 44  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF9   | 451 | 18 | 44  | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Empresa camionagem" | FF1   | 412 | 18 | 47  | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF2   | 414 | 18 | 47  | não                 | sim                  | não                  | -  |

| Obstáculo em análise | Fonte | D   | ho | L  | Cumpre condição i)? | Cumpre condição ii)? | É obstáculo próximo? | Hc |
|----------------------|-------|-----|----|----|---------------------|----------------------|----------------------|----|
|                      | FF3   | 351 | 18 | 47 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF4   | 349 | 18 | 47 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF5   | 265 | 18 | 47 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF6   | 415 | 18 | 47 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF7   | 368 | 18 | 47 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF8   | 251 | 18 | 47 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF9   | 437 | 18 | 47 | não                 | sim                  | não                  | -  |
| "Armazém"            | FF1   | 428 | 19 | 44 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF2   | 421 | 19 | 44 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF3   | 358 | 19 | 44 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF4   | 371 | 19 | 44 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF5   | 271 | 19 | 44 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF6   | 411 | 19 | 44 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF7   | 340 | 19 | 44 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF8   | 290 | 19 | 44 | não                 | sim                  | não                  | -  |
|                      | FF9   | 447 | 19 | 44 | não                 | sim                  | não                  | -  |

ETAPA 4 - Determinação de H, que corresponde ao maior valor entre Hp e Hc

| Fontes | Hp | Hp corrigido | Hc | Hatual | Hmín = H  |
|--------|----|--------------|----|--------|-----------|
| FF1    | 17 | 21           | 16 | 12     | <b>21</b> |
| FF2    | 17 | 21           | 16 | 12     | <b>21</b> |
| FF3    | 16 | -            | 17 | 12     | <b>17</b> |
| FF4    | 15 | -            | 18 | 12,5   | <b>18</b> |
| FF5    | 15 | -            | 12 | 10     | <b>15</b> |
| FF6    | 19 | -            | 13 | 15     | <b>19</b> |
| FF7    | 19 | -            | 15 | 16,7   | <b>19</b> |
| FF8    | 21 | -            | 13 | 13     | <b>21</b> |
| FF9    | 14 | 19           | 13 | 13     | <b>19</b> |