

# CENTRAL DE CICLO COMBINADO DA GALP POWER EM SINES – S. TORPES

## ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

### ANEXO VI.A – QUALIDADE DO AR

#### Índice

|                                                                             | Pág.      |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                  | <b>1</b>  |
| <b>2. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL .....</b>                                        | <b>2</b>  |
| <b>3. METODOLOGIA .....</b>                                                 | <b>5</b>  |
| 3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO ESTUDO .....                                         | 5         |
| 3.2 DOMÍNIO DE ESTUDO .....                                                 | 7         |
| 3.3 POLUENTES EM ESTUDO .....                                               | 9         |
| 3.3.1 Óxidos de Azoto .....                                                 | 9         |
| 3.3.2 Monóxido de Carbono .....                                             | 10        |
| 3.3.3 Partículas em Suspensão .....                                         | 10        |
| 3.3.4 Ozono .....                                                           | 11        |
| 3.4 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS .....                                             | 12        |
| 3.5 DADOS DE QUALIDADE DO AR .....                                          | 14        |
| 3.6 DADOS METEOROLÓGICOS .....                                              | 15        |
| 3.7 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA LOCAL .....                             | 16        |
| 3.7.1 Descrição do Modelo .....                                             | 16        |
| 3.7.2 Topografia e Fontes Emissoras .....                                   | 17        |
| 3.8 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA REGIONAL .....                          | 21        |
| 3.8.1 Descrição do Modelo .....                                             | 21        |
| 3.8.2 Topografia e Fontes Emissoras .....                                   | 21        |
| 3.9 CÁLCULO DA ALTURA DAS CHAMINÉS .....                                    | 24        |
| 3.9.1 Aplicação da Portaria n.º 263/2005, de 17 de Março .....              | 24        |
| 3.9.2 Cálculo da Altura de Colocação da Toma de Amostragem na Chaminé ..... | 25        |
| <b>4. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA .....</b>                    | <b>27</b> |
| 4.1 INVENTÁRIO DE EMISSÕES .....                                            | 27        |
| 4.1.1 Emissões de fontes pontuais .....                                     | 28        |
| 4.1.2 Emissões de fontes em área .....                                      | 31        |
| 4.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA .....                                          | 33        |
| 4.2.1 Temperatura do ar .....                                               | 34        |
| 4.2.2 Precipitação .....                                                    | 34        |

|                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.3 Humidade Relativa .....                                                                                           | 36        |
| 4.2.4 Velocidade e Direcção do Vento .....                                                                              | 36        |
| 4.3 CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA LOCAL .....                                                                            | 36        |
| 4.4 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR .....                                                                             | 40        |
| 4.4.1 Comparação com a Legislação .....                                                                                 | 40        |
| 4.5 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA LOCAL .....                                                                         | 42        |
| 4.5.1 Distribuição espacial dos valores obtidos .....                                                                   | 43        |
| 4.5.2 Comparação dos resultados com a Legislação .....                                                                  | 51        |
| 4.5.3 Comparação dos resultados com os dados de qualidade do ar da rede de monitorização .....                          | 52        |
| 4.6 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA REGIONAL .....                                                                      | 53        |
| 4.6.1 Ozono .....                                                                                                       | 54        |
| 4.6.2 Dióxido de Azoto .....                                                                                            | 55        |
| 4.6.3 Comparação dos resultados com a legislação .....                                                                  | 55        |
| <b>5. AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE CONSTRUÇÃO .....</b>                                                             | <b>57</b> |
| <b>6. AVALIAÇÃO DE IMPACTES À ESCALA LOCAL (FASE DE EXPLORAÇÃO) .....</b>                                               | <b>58</b> |
| 6.1 INVENTÁRIO DE EMISSÕES .....                                                                                        | 59        |
| 6.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES OBTIDOS .....                                                                     | 60        |
| 6.2.1 Dióxido de Azoto .....                                                                                            | 60        |
| 6.2.2 Monóxido de Carbono .....                                                                                         | 70        |
| 6.2.3 Partículas Totais em Suspensão .....                                                                              | 74        |
| 6.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A LEGISLAÇÃO .....                                                                    | 80        |
| <b>7. AVALIAÇÃO DE IMPACTES À ESCALA REGIONAL (FASE DE EXPLORAÇÃO) .....</b>                                            | <b>82</b> |
| 7.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES OBTIDOS .....                                                                     | 83        |
| 7.1.1 Ozono .....                                                                                                       | 83        |
| 7.1.2 Dióxido de Azoto .....                                                                                            | 86        |
| 7.1.3 Comparação dos resultados com a legislação .....                                                                  | 89        |
| <b>8. MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO .....</b>                                                                                  | <b>92</b> |
| <b>9. PLANO DE MONITORIZAÇÃO .....</b>                                                                                  | <b>93</b> |
| 9.1 PARÂMETROS A MONITORIZAR .....                                                                                      | 93        |
| 9.2 LOCAIS E FREQUÊNCIA DA AMOSTRAGEM .....                                                                             | 93        |
| 9.3 TÉCNICAS E MÉTODOS DE ANÁLISE OU REGISTO DE DADOS E EQUIPAMENTOS<br>NECESSÁRIOS .....                               | 94        |
| 9.4 RELAÇÃO ENTRE FACTORES AMBIENTAIS A MONITORIZAR E PARÂMETROS<br>CARACTERIZADORES DO FUNCIONAMENTO DO PROJECTO ..... | 95        |
| 9.5 MÉTODOS DE TRATAMENTO DOS DADOS .....                                                                               | 96        |
| 9.6 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS DADOS .....                                                                              | 96        |
| 9.7 TIPO DE MEDIDAS DE GESTÃO AMBIENTAL A ADOPTAR NA SEQUÊNCIA DOS                                                      |           |

|                                                                                                                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| RESULTADOS DOS PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO .....                                                                                                                     | 96         |
| 9.8 PERIODICIDADE DOS RELATÓRIOS DE MONITORIZAÇÃO, RESPECTIVAS DATAS DE<br>ENTREGA E CRITÉRIOS PARA A DECISÃO SOBRE A REVISÃO DO PROGRAMA DE<br>MONITORIZAÇÃO ..... | 97         |
| <b>10. CONCLUSÕES .....</b>                                                                                                                                         | <b>98</b>  |
| <b>11. BIBLIOGRAFIA.....</b>                                                                                                                                        | <b>100</b> |

## Índice de Figuras

|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 3.1 – Enquadramento espacial do domínio em estudo .....                                                                                                                                                                                                                    | 8  |
| Figura 3.2 – Esquema de Implantação da CCC em Sines – S. Torpes, com Torres de Refrigeração Multicelulares.<br>.....                                                                                                                                                              | 9  |
| Figura 3.3 – Enquadramento espacial das estações de qualidade do ar. ....                                                                                                                                                                                                         | 15 |
| Figura 3.4 – Enquadramento espacial e topográfico do domínio local em estudo (perspectiva 3D com aplicação<br>de um factor de ampliação vertical de 10). ....                                                                                                                     | 18 |
| Figura 3.5 – Topografia do domínio local em estudo. ....                                                                                                                                                                                                                          | 19 |
| Figura 3.6 – Implantação topográfica da nova CCC em Sines – S. Torpes, com uma Torres de Refrigeração de<br>Tiragem Mecânica (com aplicação de um factor de ampliação vertical: 1,5). ....                                                                                        | 19 |
| Figura 3.7 – Enquadramento espacial e topográfico do domínio regional em estudo .....                                                                                                                                                                                             | 22 |
| Figura 4.1 – Metodologias top-down e bottom-up (adaptado de Baldasano, 1998). ....                                                                                                                                                                                                | 28 |
| Figura 4.2 – Distribuição percentual das emissões totais de monóxido de carbono de fontes em área no domínio<br>em estudo (escala regional), por sector de actividade, em 2003. ....                                                                                              | 32 |
| Figura 4.3 – Distribuição percentual das emissões totais de óxidos de azoto de fontes em área no domínio em<br>estudo (escala regional), por sector de actividade, em 2003. ....                                                                                                  | 32 |
| Figura 4.4 – Distribuição percentual das de emissões totais de compostos orgânicos voláteis não metânicos de<br>fontes em área no domínio em estudo (escala regional), por sector de actividade, em 2003. ....                                                                    | 33 |
| Figura 4.5 – Valores médios anuais da temperatura média do ar (1961-1990) (Fonte: IM). ....                                                                                                                                                                                       | 34 |
| Figura 4.6 – Precipitação média anual em Portugal Continental (esq.), precipitação no Inverno (centro) e<br>precipitação no Verão (dir.) (valores médios 1961-90) (Fonte: IM). ....                                                                                               | 35 |
| Figura 4.7 – Variação temporal das médias horárias de temperatura do ar durante o ano de 2004 (estação<br>automática de Sines / Monte Chãos). ....                                                                                                                                | 37 |
| Figura 4.8 – Variação temporal das médias horárias de velocidade do vento durante o ano de 2004 (estação<br>automática de Sines / Monte Chãos). ....                                                                                                                              | 38 |
| Figura 4.9 – Rosa de ventos relativa às observações horárias de velocidade e direcção do vento para o ano de<br>2004. ....                                                                                                                                                        | 39 |
| Figura 4.10 – Classes de altura da camada de mistura e frequência de ocorrência para o ano de 2004. ....                                                                                                                                                                          | 39 |
| Figura 4.11 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) verificadas<br>para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência). ....                                                                | 43 |
| Figura 4.12 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações<br>máximas das médias horárias de NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A -<br>Situação de Referência). .... | 44 |
| Figura 4.13 – Campo estimado das concentrações médias anuais de NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) verificadas para o ano 2004 no<br>domínio em análise (Cenário A - situação de referência). ....                                                                              | 45 |
| Figura 4.14 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração<br>média anual de NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - Situação de<br>Referência). ....                   | 45 |
| Figura 4.15 – Campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO (µg/m <sup>3</sup> ) verificadas<br>para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência). ....                                                                           | 46 |
| Figura 4.16 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado concentrações<br>máximas das médias de oito horas de CO (µg/m <sup>3</sup> ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A                                                |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| -Situação de Referência).....                                                                                                                                                                                                                                          | 47 |
| Figura 4.17 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência). ....                                                             | 48 |
| Figura 4.18 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - Situação de Referência). .... | 49 |
| Figura 4.19 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência). ....                                                                          | 50 |
| Figura 4.20 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - Situação de Referência). ....                  | 51 |
| Figura 4.21 – Campo estimado das concentrações máximas horárias de ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para dia 17 de Junho de 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência). ....                                                        | 54 |
| Figura 4.22 – Campo estimado das concentrações médias anuais de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência). ....                                                                | 55 |
| Figura 6.1 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B). ....                                                                                            | 60 |
| Figura 6.2 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B). ....                                | 61 |
| Figura 6.3 – Campo estimado das concentrações médias anuais de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B). ....                                                                                                          | 62 |
| Figura 6.4 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B). ....                                                  | 63 |
| Figura 6.5 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C – BFG). ....                                                                                      | 64 |
| Figura 6.6 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C – BFG). ....                          | 64 |
| Figura 6.7 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C– OPG). ....                                                                                       | 65 |
| Figura 6.8 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C – OPG). ....                          | 66 |
| Figura 6.9 – Campo estimado das concentrações médias anuais de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C - BFG). ....                                                                                                    | 67 |
| Figura 6.10 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C – BFG). ....                                           | 68 |
| Figura 6.11 – Campo estimado das concentrações médias anuais de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C – OPG). ....                                                                                                   | 68 |
| Figura 6.12 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C – OPG). ....                                           | 69 |
| Figura 6.13 – Campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B). ....                                                                                                    | 71 |
| Figura 6.14 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) no domínio em análise (Cenário B). ....                                                    | 71 |

|                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 6.15 – Campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C).                                                                | 72 |
| Figura 6.16 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias de oito horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C). | 73 |
| Figura 6.17 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B).                                                                  | 74 |
| Figura 6.18 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B2).     | 75 |
| Figura 6.19 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B).                                                                               | 76 |
| Figura 6.20 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B).                       | 76 |
| Figura 6.21 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C2).                                                                 | 77 |
| Figura 6.22 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C).      | 78 |
| Figura 6.23 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C).                                                                               | 79 |
| Figura 6.24 – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C).                       | 79 |
| Figura 7.1 – Campo estimado das concentrações máximas horárias de ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário B).                                                           | 83 |
| Figura 7.2 – Campo estimado das concentrações máximas horárias de ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário C –BFG).                                                      | 84 |
| Figura 7.3 – Campo estimado das concentrações máximas horárias de ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário C – OPG).                                                     | 85 |
| Figura 7.4 – Campo estimado das concentrações máximas de NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário B).                                                          | 86 |
| Figura 7.5 – Campo estimado das concentrações máximo de NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário C – OPG).                                                     | 87 |
| Figura 7.6 – Campo estimado das concentrações máximo de NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário C – BFG).                                                     | 88 |

## Índice de Quadros

|                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 2.1 – Resumo dos Valores Limite para os poluentes em estudo.....                                                                                                                                                                          | 3  |
| Quadro 2.2 – Tectos de Emissão aplicáveis aos Poluentes Atmosféricos .....                                                                                                                                                                       | 4  |
| Quadro 3.1 – Características do domínio em estudo .....                                                                                                                                                                                          | 8  |
| Quadro 3.2 – Informação das correspondências dos valores em graus com os diferentes sectores de direcção do vento, utilizadas na realização da Rosa dos Ventos. ....                                                                             | 16 |
| Quadro 3.3 – Características das fontes em estudo.....                                                                                                                                                                                           | 19 |
| Quadro 3.4 – Características das fontes pontuais consideradas na simulação numérica (escala local).....                                                                                                                                          | 20 |
| Quadro 3.5 – Características das fontes pontuais consideradas a nível regional, além das já consideradas a nível local. ....                                                                                                                     | 23 |
| Quadro 4.1 – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (escala local). ....                                                                                                                                                              | 29 |
| Quadro 4.2 – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (escala regional). ....                                                                                                                                                           | 30 |
| Quadro 4.3 – Comparação dos valores de 2004 com os valores climáticos da área em estudo .....                                                                                                                                                    | 40 |
| Quadro 4.4 – Comparação dos valores de NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub> registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 2002-2004 com a Portaria nº 286/93 de 12 de Março e com o DL 111/2002, de 16 de Abril ..... | 41 |
| Quadro 4.5 – Comparação de valores de O <sub>3</sub> registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 2002-2004 com o DL 320/2003, de 20 de Dezembro .....                                                            | 42 |
| Quadro 4.6 – Resumo dos resultados das simulações (µg/m <sup>3</sup> ) e comparação com os respectivos valores limite                                                                                                                            | 51 |
| Quadro 4.7 – Valores médios anuais obtidos para o NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) nas simulações e comparação com os valores médios do mesmo ano nas Estações de Monitorização de Qualidade do Ar .....                                     | 52 |
| Quadro 4.8 – Resumo dos resultados das simulações (µg/m <sup>3</sup> ) e comparação com os respectivos valores limite do ano de referência (2004) .....                                                                                          | 56 |
| Quadro 6.1 – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (escala local). ....                                                                                                                                                              | 59 |
| Quadro 6.2 – Emissões anuais das fontes da Futura CCC da Galp Power em Sines – S. Torpes .....                                                                                                                                                   | 59 |
| Quadro 6.3 – Resumo dos resultados das simulações para o poluente NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) e comparação entre cenários .....                                                                                                         | 69 |
| Quadro 6.4 – Resumo dos resultados das simulações para o poluente CO (µg/m <sup>3</sup> ) e comparação entre cenários .....                                                                                                                      | 73 |
| Quadro 6.5 – Resumo dos resultados das simulações para o poluente PTS (µg/m <sup>3</sup> ) e comparação entre cenários .....                                                                                                                     | 80 |
| Quadro 6.6 – Resumo dos resultados das simulações (µg/m <sup>3</sup> ) e comparação com os respectivos valores limite                                                                                                                            | 81 |
| Quadro 7.1 – Resumo dos resultados das simulações para o poluente O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) e comparação entre cenários                                                                                                                | 85 |
| Quadro 7.2 – Resumo dos resultados das simulações para o poluente NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) e comparação entre cenários .....                                                                                                         | 88 |
| Quadro 7.3 – Resumo dos resultados das simulações (µg/m <sup>3</sup> ) e comparação com os respectivos valores limite do ano de referência (2004) .....                                                                                          | 89 |
| Quadro 7.4 – Número de excedências, valor máximo estimado e área exposta para o cenário A .....                                                                                                                                                  | 90 |

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 7.5 – Número de excedências, valor máximo estimado e área exposta para o cenário B .....                 | 91 |
| Quadro 7.6 – Número de excedências, valor máximo estimado e área exposta para o cenário C-BFG.....              | 91 |
| Quadro 7.7 – Número de excedências, valor máximo estimado e área exposta para o cenário C-OPG .....             | 91 |
| Quadro 9.1 - Comparação entre os limiares mássicos da Portaria 80/2006 e os caudais mássicos das chaminés ..... | 94 |
| Quadro 9.2 - Norma de referência e metodologia para os diversos ensaios a efectuar .....                        | 95 |



## **1. INTRODUÇÃO**

Neste relatório é apresentado o estudo relativo à avaliação dos impactes decorrente das principais fontes emissoras de poluentes atmosféricos da Central de Ciclo Combinado (CCC) da Galp Power em Sines – S. Torpes, bem como do impacte das torres de refrigeração, recorrendo a modelos numéricos aplicáveis às diferentes situações em análise.

O relatório apresentado está estruturado em onze capítulos principais: Introdução, Legislação aplicável, Metodologia, Caracterização da Situação de Referência, Avaliação de Impactes na fase de construção, Avaliação de Impactes à escala local (fase de exploração), Avaliação de Impactes à escala regional (fase de exploração), Medidas de minimização, Plano de monitorização, Conclusões e Bibliografia.

## **2. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL**

Actualmente, o regime geral para a gestão da qualidade do ar em Portugal é regulado pelo Decreto-Lei nº 276/99, de 23 de Julho, resultante da transposição para a ordem jurídica nacional da Directiva nº 96/62/CE, do Conselho, de 27 de Setembro. A qualidade do ar está regulamentada pelo Decreto-Lei nº 111/2002, de 16 de Abril. Este Decreto-Lei resulta da transposição para o ordenamento jurídico interno da Directiva nº 30/CE/1999, do Conselho, de 22 de Abril, relativa a valores limite para o dióxido de enxofre, dióxido de azoto e óxidos de azoto, partículas em suspensão (PM<sub>10</sub>), e chumbo no ar ambiente, e da Directiva nº 69/CE/2000, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Novembro, relativa a valores limite para o benzeno e monóxido de carbono no ar ambiente.

O ozono troposférico é regulamentado, em termos de objectivos de longo prazo, valores alvo, limiares de alerta e de informação ao público, através do Decreto-Lei nº 320/2003, de 20 de Dezembro. Este documento surgiu da transposição para direito jurídico interno da Directiva 2002/03/CE.

Relativamente ao estudo aqui apresentado, chama-se a atenção para o disposto no artigo 9º do Decreto-Lei nº 111/2002, de 16 de Abril, “Norma de aplicação transitória” onde, no nº 1, alínea b) se estabelece que “(...) mantêm-se em vigor, até 1 de Janeiro de 2010, os valores limite e os métodos de referência de amostragem e análise constantes, respectivamente, dos anexos I e III à Portaria n.º 286/93, de 12 de Março, no que se refere ao dióxido de azoto.”

Relativamente a emissões, o Decreto-Lei n.º 78/2004, de 3 de Abril, estabelece o regime da prevenção e controlo das emissões de poluentes para a atmosfera, fixando os princípios, objectivos e instrumentos apropriados à garantia de protecção do recurso natural ar, bem como as medidas, procedimentos e obrigações dos operadores das instalações abrangidas, com vista a evitar ou reduzir a níveis aceitáveis a poluição atmosférica originada nessas mesmas instalações. Este Decreto-Lei veio revogar o Decreto-Lei nº 352/90, de 9 de Novembro. Para este estudo são ainda relevantes a Portaria nº 263/2005, de 17 de Março, relativa à definição das condições de descarga de poluentes para a atmosfera e a Portaria n.º 80/2006, de 23 de Janeiro, que fixa os limiares mássicos máximos e os limiares mássicos mínimos de poluentes atmosféricos, definidos nos termos do Decreto-Lei n.º 78/2004, que possibilitam a determinação do regime de monitorização aplicável a todas as fontes fixas de emissão.

Ainda relativamente a este estudo, é importante o disposto nos artigos 30º, 31º e 32º, do Decreto-Lei nº 78/2004, de 3 de Abril, relativamente aos aspectos estruturais das chaminés, nomeadamente, entre outros, a sua altura, forma, enquadramento e dispositivos de topo. Por último, é de referir que, em concordância com o n.º 1 do artigo 31º do Decreto-Lei 78/2004, de 3 de Abril, este trabalho dá cumprimento ao fixado no n.º 2 da Portaria 263/2005, de 17 de Março, em particular ao expresso no seu anexo II relativo às instalações que requerem estudos de dispersão para o estabelecimento da altura das suas chaminés.

O Decreto-Lei nº 193/2003, que resulta da transposição da Directiva nº 2001/81/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, fixa os Tectos de Emissão Nacionais para determinados poluentes atmosféricos. Ou seja, estabelece limites máximos de emissão aplicáveis às emissões de dióxido de enxofre, de óxidos de azoto, de compostos orgânicos voláteis e de amoníaco.

Os valores dos diversos parâmetros obtidos permitirão a análise comparativa face às normas de qualidade do ar fixadas na legislação nacional (Portaria nº 286/93, Decreto-Lei nº 111/2002 e Decreto-Lei n.º 320/2003). O Quadro 2.1 resume os valores limite para a qualidade do ar, em vigor para os poluentes em estudo.

**Quadro 2.1 – Resumo dos Valores Limite para os poluentes em estudo**

| Legislação               | Parâmetro        | Designação                                           | Período                             | Valor Limite                                                                                                           |
|--------------------------|------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Decreto-Lei n.º 111/2002 | NO <sub>2</sub>  | Valor limite horário para protecção da saúde humana  | Horário                             | 260 (2004), 230 (2007), 200 (2010) µg.m-3 NO2 <sup>(2)</sup> que não pode ser excedido mais de 18 vezes durante um ano |
|                          |                  | Valor limite anual para protecção da saúde humana    | Anual                               | 52 (2004), 46 (2007), 40 (2010) µg.m-3 NO2 <sup>(3)</sup>                                                              |
|                          |                  | Limiar de alerta                                     | Três horas consecutivas             | 400 µg/m³ NO <sub>2</sub>                                                                                              |
|                          | NO <sub>x</sub>  | Valor limite para protecção da vegetação             | Anual                               | 30 µg/ m³ NO <sub>x</sub>                                                                                              |
|                          | CO               | Valor limite para protecção da saúde humana          | Máximo diário das médias de 8 horas | 10 mg/m³                                                                                                               |
|                          | PM <sub>10</sub> | Valor limite diário para protecção da saúde humana   | Diário                              | 50 µg.m <sup>-3</sup> que não pode ser excedido mais de 35 dias num ano civil                                          |
|                          |                  | Valor limite anual para protecção da saúde humana    | Anual                               | 40 µg/m³                                                                                                               |
| Decreto-Lei n.º 320/2003 | O <sub>3</sub>   | Limiar de Informação                                 | Horário                             | 180 µg/m³                                                                                                              |
|                          |                  | Limiar de alerta                                     | Horário                             | 240 µg/m³                                                                                                              |
|                          |                  | Valor Alvo de 8 Horas para Protecção da Saúde Humana | Máximo diário das médias de 8 horas | 120 µg/m³                                                                                                              |
| Portaria n.º 286/93      | NO <sub>2</sub>  | Valor limite Anual (percentil 98)                    | Anual                               | 200 µg/m³ <sup>(1)</sup>                                                                                               |

Notas:

<sup>(1)</sup> Em vigor até 1 de Janeiro de 2010; calculado a partir dos valores horários ou de períodos inferiores a 1 hora obtidos durante o ano.

<sup>(2)</sup> Margem de Tolerância incluída – 80 µg/m<sup>3</sup> à data de entrada em vigor do diploma, devendo sofrer uma redução, a partir de 1 de Janeiro de 2003 e depois, de 12 em 12 meses, numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.

<sup>(3)</sup> Margem de Tolerância incluída – 16 µg/m<sup>3</sup> à data de entrada em vigor do diploma, devendo sofrer uma redução, a partir de 1 de Janeiro de 2003 e depois, de 12 em 12 meses, numa percentagem anual idêntica, até atingir 0% em 1 de Janeiro de 2010.

O Quadro 2.2 apresenta os valores estabelecidos para os tectos de emissão dos poluentes referidos.

**Quadro 2.2 – Tectos de Emissão aplicáveis aos Poluentes Atmosféricos**

| Legislação     | Parâmetro | Limite máximo de emissão (Kton.ano-1) <sup>[1]</sup> |
|----------------|-----------|------------------------------------------------------|
| DL nº 193/2003 | NOx       | 250                                                  |
|                | COV       | 180                                                  |

<sup>(1)</sup> A cumprir até 2010

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO ESTUDO**

A metodologia de base aplicada na realização do descritor Qualidade do Ar do Estudo de Impacte Ambiental da Central de Ciclo Combinado (CCC) da Galp Power em Sines – S. Torpes, é constituída pelos seguintes pontos principais:

##### **Caracterização da Situação de Referência**

Neste âmbito são analisados os dados de Qualidade do Ar da rede nacional existente no domínio em estudo, com o objectivo de fazer uma caracterização da situação de referência relativamente aos valores limite da legislação em vigor – Portaria n.º 286/93, de 12 de Março, Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril e Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro. São também analisados os dados climatéricos da região, e o enquadramento do ano de dados meteorológico utilizado como referência nas simulações.

É efectuado um levantamento das principais fontes emissoras existentes actualmente na área em estudo, de forma a compreender o impacte das emissões da nova Central de Ciclo Combinado no contexto da sua implantação.

É igualmente efectuada uma avaliação da situação de referência dos valores existentes actualmente no domínio em estudo com recurso à modelação numérica à escala local e regional, tendo em conta as condições actuais ao nível das fontes emissoras.

Nesta fase foi contemplado o seguinte cenário:

**Cenário A – Avaliação da situação de referência, entrando em linha de conta apenas com as fontes emissoras actualmente existentes na zona de Sines.**

##### **Avaliação de Impactes na Qualidade do Ar**

Nesta fase é efectuada uma avaliação de impacte com recurso à modelação numérica à escala local e regional. A avaliação de impacte refere-se à fase de exploração. Para a fase de construção não foram efectuadas simulações neste estudo devido à inexistência de dados.

A simulação à escala local tem por base um ano de dados meteorológicos considerado representativo das condições típicas da região, e reproduz resultados tais que permitirão a

análise comparativa face às normas de qualidade do ar fixadas na legislação nacional, para os poluentes relevantes em termos de emissões da futura Central de Ciclo Combinado, nomeadamente monóxido de carbono, dióxido de azoto, e partículas em suspensão. O dióxido de enxofre não faz parte do grupo de poluentes em estudo pois, de acordo com as informações fornecidas pelo proponente, não ocorrem emissões desse poluente durante a fase de exploração da futura central.

A simulação à escala regional foi efectuada para um dia considerado crítico em termos de poluição fotoquímica. O dia seleccionado (referido na apresentação dos resultados) foi considerado, numa perspectiva conservadora, representativo do pior cenário do ano de 2004, tendo sido este ano considerado representativo das condições climatológicas da zona de Sines.

Esta escala está essencialmente vocacionada para a avaliação do impacte na produção de poluentes fotoquímicos, nomeadamente o ozono e como precursor o NO<sub>2</sub>.

O presente estudo contempla apenas a solução considerada em fase de Projecto de Execução, que corresponde à Central de Ciclo Combinado a funcionar em sistema fechado, com os grupos associados a Torres de Refrigeração de tiragem mecânica (Multicelulares).

Nas simulações efectuadas foram contempladas as seguintes situações:

**Cenário B – Avaliação dos impactes da futura Central de Ciclo Combinado.**

**Cenário C – Avaliação dos impactes cumulativos da futura Central de Ciclo Combinado,** entrando em linha de conta com projectos actualmente previstos para a zona de Sines. Neste caso, apenas a futura Central de Cogeração da Refinaria da Galp Power será considerada, já que está prevista, nesta fase, a instalação de apenas uma CCC com um total de 800 MW em Sines.

- **Alternativa BFG** – A Central de Cogeração a funcionar com alimentação de gás natural e fuel gás do tipo “Blast Furnace Gas”;
- **Alternativa OPG** – A Central de Cogeração a funcionar com alimentação de gás natural e fuel gás do tipo “Other Petroleum Gases”;

A nível local, apenas as emissões de NO<sub>2</sub> são afectadas por esta distinção. Assim, somente este poluente será simulado para estas alternativas.

A nível regional, ambos os poluentes em análise, Ozono e NO<sub>2</sub>, vão ser modelados para

estas duas alternativas de combustível.

Caso venha a ser tomada a opção de queima exclusiva de gás natural na Central de Cogeração na Refinaria de Sines, que parece configurar-se como a mais provável no âmbito do Pedido do Título de Emissão, esta opção terá menos impacto do que as alternativas contempladas neste estudo.

### 3.2 DOMÍNIO DE ESTUDO

A área definida para aplicação do modelo (Figura 3.1) foi desenhada tendo em conta os seguintes critérios:

1. Posicionamento do complexo em zona central do domínio em estudo;
2. Topografia da envolvente;
3. Localização das áreas urbanas e fontes emissoras mais relevantes;

A plataforma a ocupar pela Central de Ciclo Combinado encontra-se inserida num lote de uso industrial, localizado a cerca de 1500 metros da Costa Atlântica, em São Torpes.

O domínio de estudo é constituído por duas escalas: (i) escala local, com uma área de 30km x 30km, com base no qual é efectuada a modelação à escala local; (ii) escala regional, com uma área de 195 km x 255 km, onde é efectuada a modelação à escala regional.

O domínio local inclui dois distritos (Setúbal e Beja) e três concelhos: Santiago do Cacém, Sines e Odemira, dos quais fazem parte dez freguesias: Santo André, Santa Cruz, São Francisco da Serra, São Bartolomeu da Serra, Santiago do Cacém, Sines, Vale de Água, Cercal, Porto Covo e São Domingos. A escala regional abrange 74 concelhos:

|                |                     |                      |                        |
|----------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| Albufeira      | Portel              | Monchique            | Arruda dos Vinhos      |
| Azambuja       | Aljezur             | São Brás de Alportel | Fronteira              |
| Lagoa          | Cascais             | Alter do Chão        | Odivelas               |
| Olhão          | Lourinhã            | Estremoz             | Silves                 |
| Alcácer do Sal | Portimão            | Montemor-o-Novo      | Avis                   |
| Barreiro       | Aljustrel           | Seixal               | Grândola               |
| Lagos          | Castro Verde        | Alvito               | Oeiras                 |
| Ourique        | Mafra               | Évora                | Sines                  |
| Alcochete      | Redondo             | Montijo              | Sintra                 |
| Beja           | Almada              | Serpa                | Sobral de Monte Agraço |
| Lisboa         | Chamusca            | Amadora              | Sousel                 |
| Palmela        | Mértola             | Faro                 | Tavira                 |
| Alcoutim       | Salvaterra de Magos | Mora                 | Torres Vedras          |
| Benavente      | Almeirim            | Sesimbra             | Vendas Novas           |
| Loulé          | Coruche             | Arraiolos            | Viana do Alentejo      |
| Ponte de Sor   | Moita               | Ferreira do Alentejo | Vidigueira             |

Alenquer  
Cartaxo  
Loures

Santiago do Cacém  
Almodôvar  
Cuba

Odemira  
Setúbal

Vila do Bispo  
Vila Franca de Xira



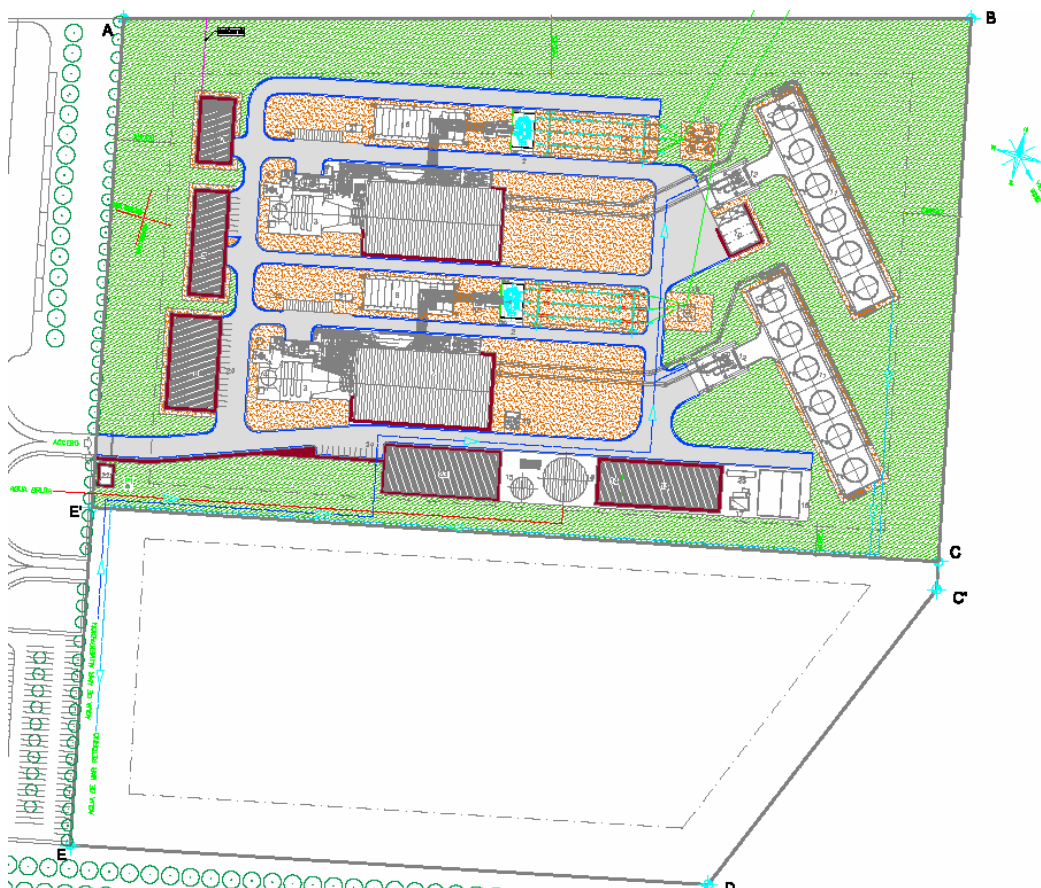
**Figura 3.1** – Enquadramento espacial do domínio em estudo

**Quadro 3.1** – Características do domínio em estudo

| Características                                                                        | Escala Local                 | Escala Regional              |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Coordenadas Militares do Limite Sudoeste (Sistema de Projecção Gauss, Datum de Lisboa) | 43 400 Este<br>-17 100 Norte | 125 900 Este<br>95 400 Norte |
| Extensão a Este (metros)                                                               | 30 000                       | 195 000                      |
| Extensão a Norte (metros)                                                              | 30 000                       | 255 000                      |
| Espaçamento da Malha Cartesiana (metros)                                               | 1 000                        | 5 000                        |
| Número de Receptores (células)                                                         | 900                          | 1989                         |



Na Figura 3.2 é apresentado o esquema de Implantação da nova Central de Ciclo Combinado de Sines – S. Torpes, conforme previsto no Projecto de Execução.



**Figura 3.2** – Esquema de Implantação da CCC em Sines – S. Torpes, com Torres de Refrigeração Multicelulares.

### 3.3 POLUENTES EM ESTUDO

#### 3.3.1 ÓXIDOS DE AZOTO

O monóxido de azoto (NO) é um gás sem cor e sem cheiro que é produzido a altas temperaturas durante a queima de combustíveis em, por exemplo, veículos automóveis, sistemas de aquecimento e cozinhas. Uma vez misturado com o ar, este composto rapidamente se combina com o oxigénio, formando dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>). A maior parte do NO<sub>2</sub> presente na atmosfera é formada pela oxidação do NO por este mecanismo, apesar de algum ter proveniência directa da fonte emissora. É um gás castanho avermelhado, não inflamável e exibe algum cheiro. O NO<sub>2</sub> é um forte agente oxidante que reage na atmosfera para formar ácido nítrico, bem como nitratos orgânicos tóxicos.

Também desempenha um papel importante nas reacções atmosféricas que produzem o

ozono troposférico e que conduzem ao aparecimento de condições de “smog” fotoquímico.

Visto o dióxido de azoto ser um poluente relacionado com o tráfego automóvel, as suas emissões são geralmente mais elevadas nas áreas urbanas em comparação com áreas rurais. As concentrações médias anuais de  $\text{NO}_2$  em áreas urbanas exibem normalmente concentrações na gama de 20 – 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e mais baixas nas zonas rurais. Os níveis de concentração variam significativamente durante todo o dia, com os picos a ocorrerem geralmente duas vezes por dia, coincidentes com os períodos de hora de ponta (início da manhã e final da tarde).

### 3.3.2 MONÓXIDO DE CARBONO

O monóxido de carbono (CO) é um gás sem cor, sem cheiro, venenoso e que é produzido quando os combustíveis que contêm carbono são queimados com défice de oxigénio. É igualmente formado em resultado da queima de combustíveis a elevada temperatura.

Na presença de adequado fornecimento de oxigénio, a maior parte do monóxido de carbono produzido durante a combustão é imediatamente oxidado a dióxido de carbono. No entanto, este não é o caso dos motores de ignição presentes nos carros motorizados, especialmente em condições de paragem e de desaceleração.

Assim, a maior fonte de monóxido de carbono atmosférico é o transporte rodoviário. Pequenas contribuições vêm de processos que envolvem a combustão de matéria orgânica, como por exemplo centrais eléctricas e de incineração de resíduos.

As concentrações de fundo de monóxido de carbono variam entre os 0,06 e os 0,14  $\text{mg}/\text{m}^3$ . As concentrações em ambiente urbano são altamente variáveis, dependendo quer das condições meteorológicas, quer do tráfego automóvel.

Em ambientes de tráfego urbano de grandes cidades europeias, a media de oito horas é geralmente inferior a 20  $\text{mg}/\text{m}^3$ , com picos de curta duração a serem inferiores a 60  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

### 3.3.3 PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO

As partículas em suspensão são uma mistura complexa de substâncias orgânicas e inorgânicas, presentes na atmosfera no estado líquido e sólido. A fracção grosseira das partículas é definida como aquelas com um diâmetro superior a 2,5 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), e a fracção fina inferiores a 2,5 micrómetros. A fracção respirável das partículas é definida como aquelas com um diâmetro inferior a 10  $\mu\text{m}$ . Normalmente a fracção grosseira contém

elementos da crosta terrestre e poeiras provenientes dos veículos automóveis e indústrias. A fracção fina contém aerossóis de formação secundária, partículas provenientes de combustões e vapores orgânicos e metálicos re-condensados. Uma outra definição pode ser aplicada para classificar as partículas em suspensão como sendo primárias ou secundárias de acordo com a sua origem.

As partículas primárias são aquelas que são emitidas directamente para a atmosfera enquanto que as secundárias são formadas através de reacções envolvendo outros poluentes.

As partículas em suspensão são emitidas a partir de uma vasta gama de fontes antropogénicas, sendo as fontes primárias mais significativas o transporte rodoviário (25%), processos de não-combustíveis, processos e centrais industriais de combustão (17%), combustão residencial e comercial (16%) e produção de energia eléctrica (15%). As fontes naturais são menos importantes em termos de emissões; nestas incluem-se os vulcões e tempestades de areia.

As concentrações de  $PM_{10}$  (partículas em suspensão com um diâmetro aerodinâmico inferior a  $10\text{ }\mu\text{m}$ ) no norte da Europa são baixas, com os valores médios de Inverno a não excederem os  $20 - 30\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nos países da Europa Ocidental, os valores são superiores, na ordem dos  $40 - 50\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ , com apenas pequenas diferenças entre áreas urbanas e rurais. Em resultado da variação normal das concentrações diárias de  $PM_{10}$ , as concentrações médias de 24 horas regularmente excedem os  $100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ , especialmente durante as inversões térmicas de Inverno.

#### 3.3.4 OZONO

O ozono é a forma tri-molecular do oxigénio molecular. É um gás azulado, tóxico, instável, com um odor pungente, que se encontra naturalmente na atmosfera, particularmente na estratosfera, 19 a 30 km acima da superfície terrestre, onde forma a camada do ozono. A estas altitudes, o ozono comporta-se como um filtro que impede a passagem da radiação ultra-violeta.

Contudo, a um nível próximo da superfície terrestre, pode debilitar a actividade pulmonar e causar irritação no aparelho respiratório.

A maior fracção do ozono troposférico é formada indirectamente pela acção da radiação

solar de curto comprimento de onda sobre o dióxido de azoto. Em presença de compostos orgânicos voláteis (COV), as condições de equilíbrio favorecem a produção de ozono. Não existem emissões antropogénicas significativas de ozono para a atmosfera.

Cerca de 10 a 15% do ozono troposférico é transportado a partir da estratosfera. Como as concentrações de ozono são particularmente dependentes da radiação solar, condições meteorológicas de vento fraco associadas a céu limpo e temperaturas elevadas conduzem normalmente ao registo de episódios de concentrações mais elevadas. Em ambientes urbanos, com razões COV/NO<sub>x</sub> pequenas, o radical hidroxilo (OH) reage preferencialmente com o NO<sub>2</sub>, retardando a formação de ozono.

Por outro lado, o ozono existente pode ser consumido pela oxidação do NO a NO<sub>2</sub>, o que conduz a níveis de concentração deste poluente relativamente baixas em ambiente urbano, enquanto que em ambiente suburbano a sua concentração é, em geral mais elevada. Consequentemente, as concentrações de ozono exibem valores mais elevados no Verão e nas zonas suburbanas e/ou rurais, e mais reduzidas no Inverno e nas zonas urbanas. Os níveis de fundo de ozono exibem valores de concentração entre os 40-70 µg/m<sup>3</sup>, mas podem exibir valores elevados de 120-140 µg/m<sup>3</sup>. Durante episódios de “smog” fotoquímico, os níveis podem subir acima de 200 µg/m<sup>3</sup>.

### **3.4 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS**

Um inventário de emissões consiste numa compilação das estimativas das emissões de poluentes classificados de acordo com os diferentes tipos de fontes de emissão e actividades associadas. Os inventários de emissões são um instrumento indispensável para todos os estudos de poluição atmosférica, não só por fornecerem uma estimativa das principais fontes de poluição e quantidade de poluentes emitidos, como também por serem essenciais para os estudos de modelação.

Em geral, os inventários de emissões agregam as estimativas em três tipos diferentes de fontes de emissão:

1. Fontes pontuais (instalações industriais que, pela sua dimensão, pelo seu contributo para as emissões totais ou ainda pelo tipo de poluente emitido, justificam um tratamento individual). Estas são, habitualmente, avaliadas por monitorização directa;
2. Fontes em área (emissões difusas, com uma distribuição mais ou menos homogénea, podendo incluir fontes de pequena dimensão e/ou dificilmente identificáveis);

3. Fontes em linha (de um modo geral associadas às fontes móveis, como sejam o tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo, etc.).

A caracterização da situação de referência das emissões na zona de implantação da nova Central de Ciclo Combinado de Sines – S. Torpes e zonas vizinhas directamente afectadas foi efectuada por estimativa das emissões consideradas como pontuais e em área não tendo sido considerado relevante, nesta fase, proceder à inventariação de forma segregada das emissões em linha do domínio em estudo. Estas foram incluídas nas emissões em área.

Por questões associadas à necessidade de modelação à escala regional, a base de dados de emissões foi estendida substancialmente, tendo sido considerada nas simulações efectuadas. No entanto, no estudo relativo à situação de referência, serão apenas apresentadas e comentadas as emissões das fontes relativas ao domínio local, 30km x 30km em redor da CCC da Galp Power em Sines – S. Torpes.

Na situação de referência foram incluídas as fontes fixas relevantes que existem actualmente no domínio local. Na avaliação de impactes cumulativos foram incluídas as futuras fontes da Central de Cogeração da Refinaria da Galp Energia (Sines), já que está prevista, nesta fase, a instalação de apenas uma CCC com um total de 800 MW em Sines.

As emissões de fontes em área referem-se às emissões difusas consideradas com uma distribuição aproximadamente homogénea no domínio de estudo considerado, podendo incluir fontes de pequenas dimensões e dificilmente identificáveis de forma pontual. Deste grupo fazem parte conjuntos de pequenas indústrias, as redes viárias localizadas dentro do perímetro urbano e as fontes naturais. Este tipo de fontes não podem ser avaliadas directamente, devendo antes proceder-se a um trabalho de estimativa.

Assim, para o cálculo das emissões provenientes das fontes em área, no presente estudo foi utilizada uma metodologia de abordagem dita “top-down”, a qual implica a estimativa das emissões duma região ou unidade administrativa a partir das emissões calculadas para um nível de agregação superior (por exemplo de NUT<sup>1</sup> I para NUT V). Estas emissões são distribuídas para um nível espacial inferior de acordo com determinados parâmetros de ponderação.

No presente trabalho, as fontes consideradas em área fora estimadas a partir dos dados do inventário nacional de emissões para o ano 2003, editados em 2005<sup>2</sup>, tendo-se tomado

---

<sup>1</sup> NUT - Nomenclatura de Unidade Territorial.

<sup>2</sup> [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghginventories/national\\_inventoriessubmissions/items/2761.txt.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghginventories/national_inventoriessubmissions/items/2761.txt.php)

como poluentes o monóxido de carbono, os óxidos de azoto e os compostos orgânicos voláteis não metânicos emitidos por quatro sectores de actividade: transportes, energético e industrial, agricultura e comércio e residencial.

Para o cálculo da emissão por freguesia para os diferentes sectores considerados, teve-se em conta dados das emissões nacionais, consumos dos diferentes tipos de combustível por concelho e distribuição populacional por freguesia. Pretendeu-se neste trabalho obter resultados o mais actualizados possível, daí serem utilizados dados de consumos de combustível e de emissões referentes ao ano 2003 e de população de 2001 (Censos 2001) visto serem os mais actuais.

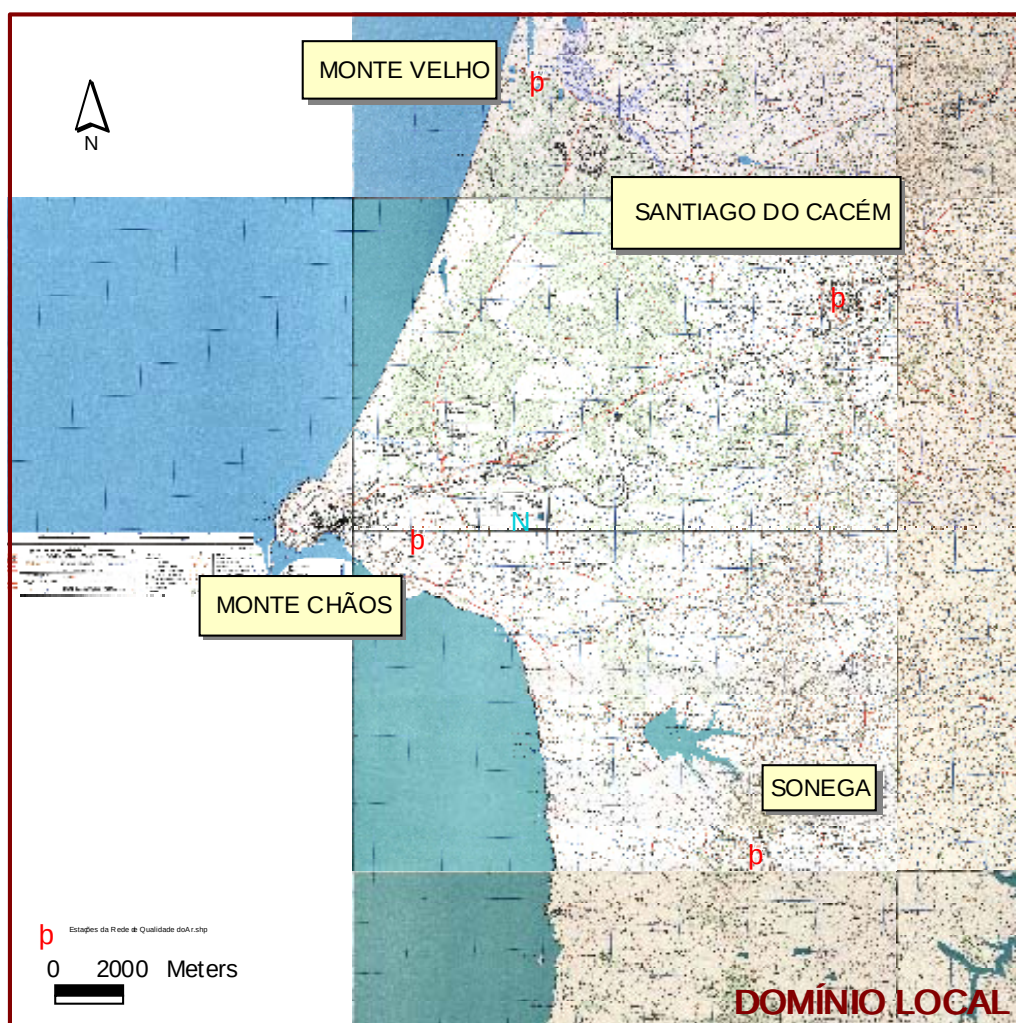
### **3.5 DADOS DE QUALIDADE DO AR**

Para a caracterização da qualidade foi feita uma análise dos dados de qualidade do ar obtidos na rede de monitorização envolvente à área em estudo. Para tal, recorreu-se a dados validados disponíveis no Instituto do Ambiente (base de dados on-line sobre qualidade do ar) das estações que integram a Rede de Monitorização da Qualidade do Ar (RMQA), associada à Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Alentejo (CCDR Alentejo). Os dados de qualidade do ar disponibilizados referem-se aos anos de 2002, 2003 e 2004 das estações de Monte Velho, Monte Chãos, Santiago do Cacém e Sonega.

As quatro estações de qualidade do ar inserem-se na área do domínio de simulação à escala local (Figura 3.3).

A análise da informação de qualidade do ar disponível centrou-se numa comparação entre os valores registados na rede de monitorização da qualidade do ar e os valores limite definidos na legislação nacional sobre qualidade do ar citados no capítulo 2 deste relatório.





**Figura 3.3** – Enquadramento espacial das estações de qualidade do ar.

### 3.6 DADOS METEOROLÓGICOS

Relativamente aos dados meteorológicos, foram utilizados valores observados durante o ano de 2004 na estação climatológica de Sines/Monte Chãos. Esta estação disponibiliza, em base horária, a temperatura e a velocidade e direcção do vento.

Os dados meteorológicos são apresentados através da representação gráfica das médias horárias dos diferentes parâmetros meteorológicos considerados. Os sectores foram divididos em 8 classes distintas. Os valores de direcção do vento expressos em graus foram traduzidos nos diferentes sectores de direcção através das correspondências apresentadas no Quadro 3.2. Optou-se por inserir a classe de ventos calmos (<1,0 km/h) de forma independente da direcção do vento.

**Quadro 3.2** – Informação das correspondências dos valores em graus com os diferentes sectores de direcção do vento, utilizadas na realização da Rosa dos Ventos.

| Sectores de Direcção do Vento | Gama de Valores | Sectores de Direcção do Vento | Gama de Valores |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| Norte (N)                     | 338 - 22        | Sul (S)                       | 158 – 202       |
| Nordeste (NE)                 | 23 – 67         | Sudoeste (SO)                 | 203 – 247       |
| Este (E)                      | 68 – 112        | Oeste (O)                     | 248 – 292       |
| Sudeste (SE)                  | 113 – 157       | Noroeste (NO)                 | 293 – 337       |

Dadas as limitações inerentes à ausência de informação relativa à estrutura vertical da atmosfera, foram efectuadas simulações com o modelo TAPM<sup>3</sup>. Este modelo permitiu gerar um ficheiro de dados relativos à caracterização vertical da atmosfera para o ano de referência (2004) de onde foram inferidas a altura de camada de mistura e as condições de estabilidade no domínio em estudo.

### 3.7 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA LOCAL

Nesta fase efectuaram-se simulações da dispersão para um ano de dados meteorológicos, tendo em conta o relevo do domínio de simulação e as estruturas do complexo industrial próximo. O domínio à escala local considerado ocupa uma área, tal como referido anteriormente, de 900 km<sup>2</sup>.

#### 3.7.1 DESCRIÇÃO DO MODELO

O AERMOD é um sistema de modelos que substitui desde Novembro de 2005 o anterior modelo “regulatório” Americano ISC3 – Industrial Sourcer Complex. Este sistema de modelos é constituído por três módulos: (i) AERMOD (air dispersion model), (ii) AERMET (meteorological data preprocessor) e (iii) AERMAP (terrain preprocessor).

O AERMOD, disponibilizado pela United States Environmental Protection Agency (US EPA) é um modelo capaz de estimar as concentrações de poluentes na atmosfera provenientes

<sup>3</sup> Peter Hurley, “The Air Pollution Model (TAPM) version 3. User Manual”, CSIRO Atmospheric Research



das emissões de uma instalação ou complexo industrial. O modelo é baseado numa aproximação do tipo gaussiano em estado estacionário, para fontes simples ou complexas, incluindo alterações que permitem incorporar os efeitos de rebatimento ao solo do penacho emitido por efeito aerodinâmico das estruturas próximas, *efeito downwash*, bem como a topografia da área envolvente.

O AERMOD aceita dados meteorológicos horários para definir as condições de sobre elevação, transporte e dispersão do penacho. O modelo faz a estimativa das concentrações horários para uma malha de cálculo definida em torno do complexo industrial. Com base nestes dados é efectuado um pós-processamento de forma a encontrar as médias legalmente estabelecidas. São também criados ficheiros com todos os dados calculados para a malha de forma a facilitar a criação de cartas de qualidade do ar no domínio de cálculo.

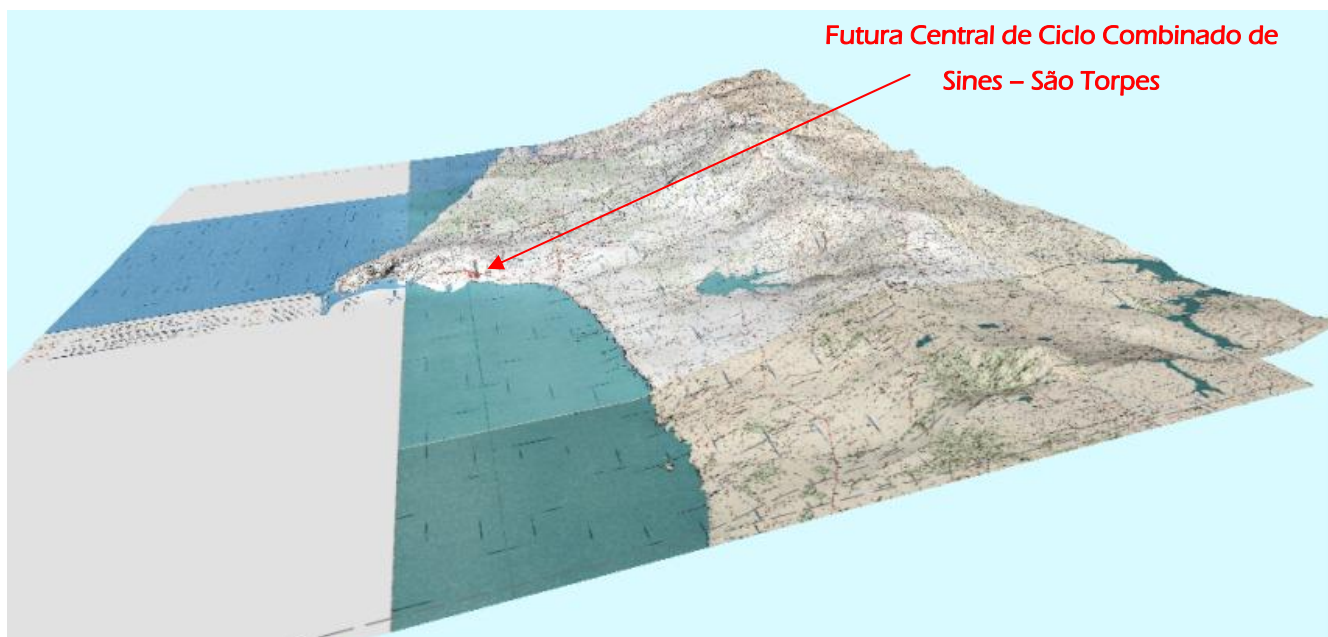
O AERMOD incorpora, para além disso, a dispersão dos poluentes baseada na estrutura turbulenta da camada limite planetária e nos conceitos de escala, incluindo o tratamento de fontes superficiais e elevadas, e terreno simples e complexo.

Este modelo tem sido utilizado pela USEPA como modelo regulatório (recomendado), estando largamente testado e validado.

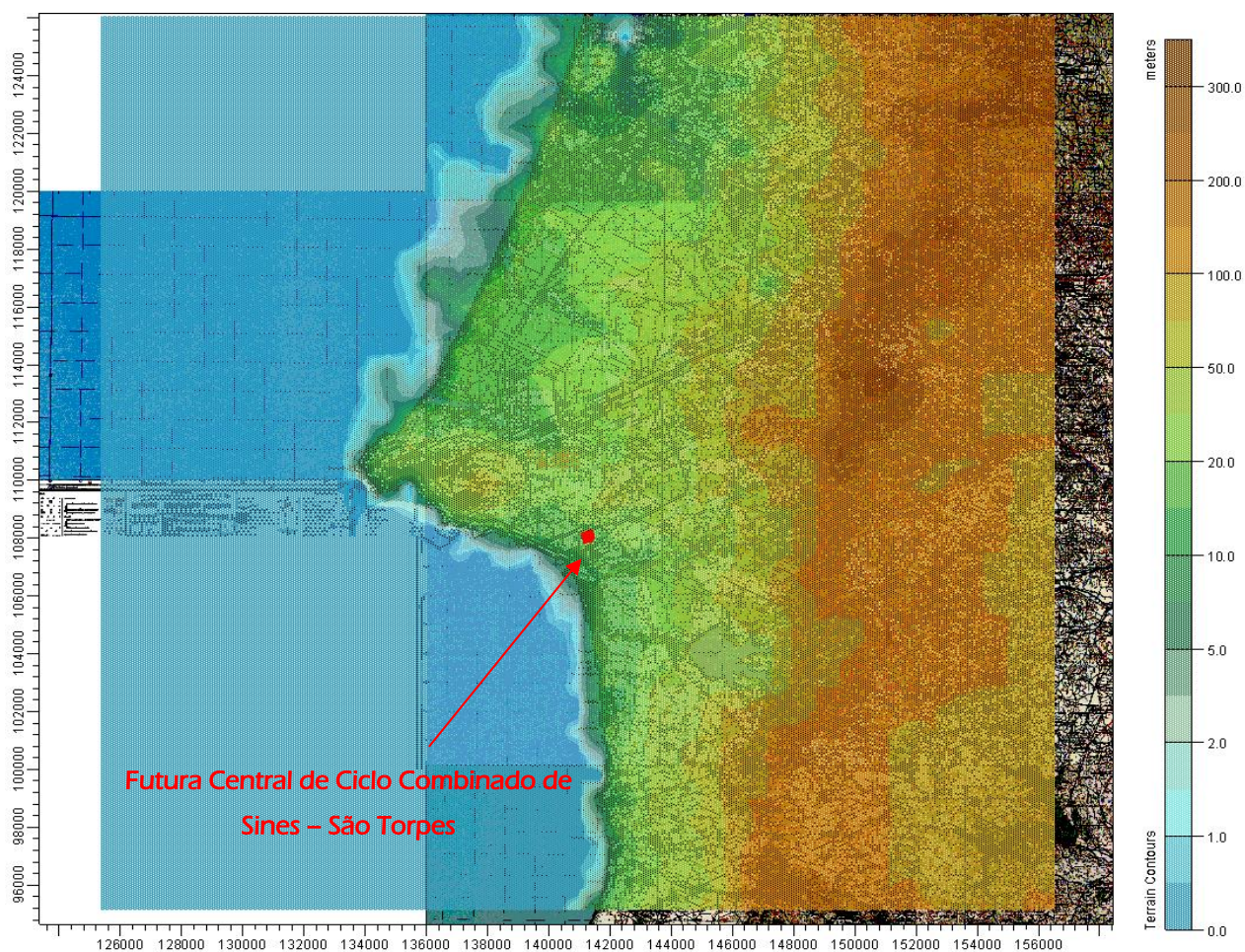
### 3.7.2 TOPOGRAFIA E FONTES EMISSORAS

O ficheiro de base topográfica utilizado na simulação local foi criado em parte com base nas isolinhas de altimetria existentes nas Cartas Militares de Portugal correspondentes ao domínio em estudo, bem como com base no modelo digital de terreno.

Nas Figuras 3.4 a 3.6 é apresentado o enquadramento espacial do domínio local em estudo, bem como a topografia da envolvente e o enquadramento topográfico da nova Central de Ciclo Combinado de Sines – S. Torpes.



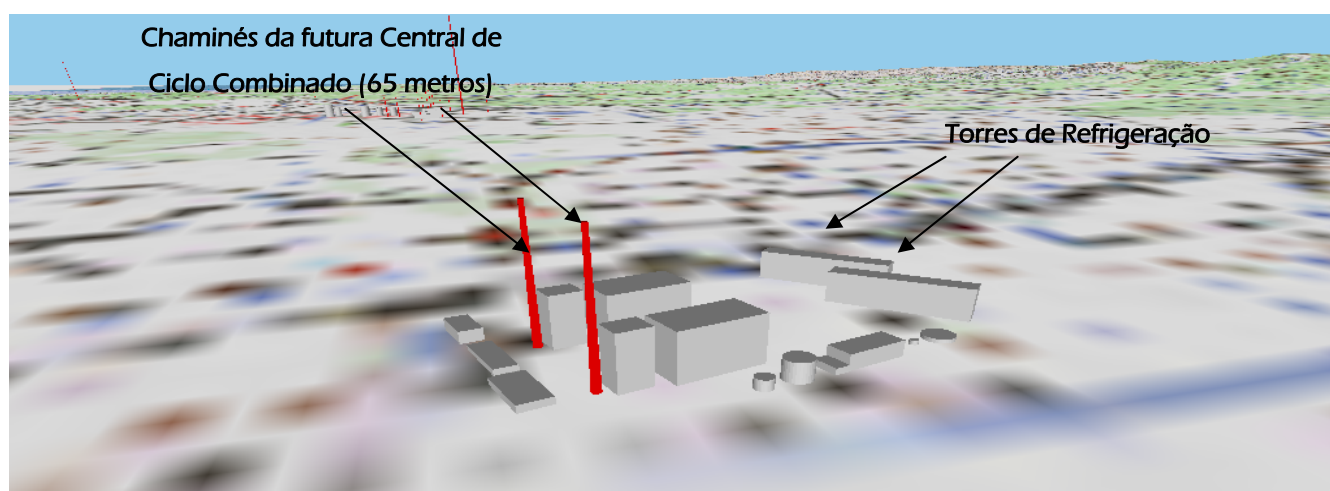
**Figura 3.4** – Enquadramento espacial e topográfico do domínio local em estudo (perspectiva 3D com aplicação de um factor de ampliação vertical de 10).





**Figura 3.5** – Topografia do domínio local em estudo.

Os edifícios e fontes pertencentes à futura Central de Ciclo Combinado foram introduzidos no modelo tendo como base as especificações volumétricas fornecidas pelo proponente. Os edifícios e fontes foram georreferenciados tendo como base as plantas do complexo também fornecidas pelo proponente. O cálculo das alturas mínimas das chaminés da futura Central de Ciclo Combinado foi efectuado, para cada opção, com base nos critérios da Portaria n.º 263/2005.



**Figura 3.6** – Implantação topográfica da nova CCC em Sines – S. Torpes, com uma Torres de Refrigeração de Tiragem Mecânica (com aplicação de um factor de ampliação vertical: 1,5).

Nos Quadros 3.3 e 3.4 estão apresentadas as características das fontes pontuais consideradas na simulação numérica à escala local.

**Quadro 3.3** – Características das fontes em estudo.

| Instalação Industrial                                  | Nome da Fonte     | Altura (m) | Diâmetro (m) | Coordenadas Militares<br>(Gauss, Datum Lisboa) |           |
|--------------------------------------------------------|-------------------|------------|--------------|------------------------------------------------|-----------|
|                                                        |                   |            |              | Este (X)                                       | Norte (Y) |
| Futura Central de Ciclo Combinado de Sines – S. Torpes | Grupo 1/2 (Norte) | 65         | 6,5          | 141153,31                                      | 108113,04 |
|                                                        | Grupo 2/2 (Sul)   | 65         | 6,5          | 141174,94                                      | 108036,35 |

No que diz respeito às fontes da Refinaria da Galp Energia, as fontes FCE-11, conduta horizontal VV/VB e conduta CE BF4 (caldeira 4) encontram-se contabilizadas da seguinte forma:

- O FC-E-11 não é uma fonte emissora, é um permutador pertencente à Unidade de FCC e que se encontra instalado antes da conduta fechada que liga esta Unidade à

Chaminé Principal da Refinaria, que é monitorizada em contínuo. O FC-E-11 não tem chaminé própria. Existem tomas de amostra à saída do FC-E-11 as quais servem para efectuar medições para efeitos de estudos.

- No que diz respeito à Caldeira 4, por decisão da Comissão de Avaliação do EIA da Central de Cogeração, a Galp Energia deverá optar por manter em funcionamento apenas uma das caldeiras antigas (GIC's Existentes) e a caldeira nova (caldeira 4) em reserva.
- As emissões da conduta das fornalhas das Unidades de Visbreaker e Destilação de Vácuo II (conduta VV-H1/VB-H1) são conduzidas à Chaminé Principal.

Os dados relativos à refinaria da Galp Energia referem-se a valores extraídos do EIA da Central de Cogeração, para o qual foi considerado o ano de referência de 2003. Os dados relativos à futura Central de Cogeração foram retirados do respectivo RECAPE.

**Quadro 3.4** – Características das fontes pontuais consideradas na simulação numérica (escala local).

| Instalação Industrial                                    | Nome da Fonte                                                               | Altura (m) | Diâmetro (m) | Coordenadas Militares (Gauss, Datum Lisboa) |           |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|---------------------------------------------|-----------|
|                                                          |                                                                             |            |              | Este (X)                                    | Norte (Y) |
| Refinaria da Galp Energia                                | Chaminé Principal                                                           | 234        | 5,1          | 141186                                      | 110423    |
|                                                          | Unidade de Dessulfuração de Gasóleo de Vácuo (HV-H1)                        | 38         | 1,5          | 141056                                      | 110481    |
|                                                          | Unidade de Reformação Catalítica (Platforming 3A – PP-H3 A)                 | 55         | 1,9          | 141073                                      | 110469    |
|                                                          | Unidade de Reformação Catalítica (Platforming 3B – PP-H3 B)                 | 55         | 2,2          | 141083                                      | 110469    |
|                                                          | Unidade de Reformação Catalítica (Platforming 3C – PP-H3 C)                 | 55         | 2,2          | 141092                                      | 110469    |
|                                                          | Unidade de Reformação Catalítica (Platforming 3D – PP-H3 D)                 | 55         | 2,2          | 141092                                      | 110469    |
|                                                          | Oxidação Asfalto (OP-H1)                                                    | 20         | 0,6          | 141434                                      | 110684    |
|                                                          | Oxidação Asfalto (OP-H2)                                                    | 20         | 0,6          | 141429                                      | 110684    |
|                                                          | Unidade de Alquilação (AL-H1)                                               | 76         | 1,3          | 141053                                      | 110122    |
|                                                          | Unidade de Dessulfuração de Gasóleo (HG-H1)                                 | 35         | 1,6          | 141273                                      | 110480    |
|                                                          | Unidade de Dessulfuração de Gasolina de Cracking (HT-H1)                    | 50         | 1,1          | 141116                                      | 110263    |
|                                                          | Unidade para Produção, Recuperação e Concentração de Hidrogénio PSA (HI-H1) | 35         | 2,5          | 141147                                      | 110719    |
| Futura Central de Cogeração da Refinaria da Galp Energia | Caldeira de Recuperação 1/2                                                 | 40         | 3,8          | 140930                                      | 110432    |
|                                                          | Caldeira de Recuperação 2/2                                                 | 40         | 3,8          | 140900                                      | 110432    |
| Central Termoelectrica do Sul (Sines)                    | Fonte 1/2                                                                   | 225        | 6,8          | 140975                                      | 107525    |
|                                                          | Fonte 2/2                                                                   | 225        | 6,8          | 141100                                      | 107550    |
| Repsol                                                   | Central Térmica (antiga Borealis)                                           | 150        | 3,48         | 139007                                      | 113224    |
| Carbogal                                                 |                                                                             | 60         | 1,5          | 140406                                      | 112683    |

### 3.8 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA REGIONAL

Para a caracterização da situação de referência efectuou-se essencialmente a modelação fotoquímica dos poluentes emitidos pelas grandes fontes pontuais.

Nesta fase efectuaram-se simulações da dispersão utilizando apenas um dia considerado crítico em termos de poluição fotoquímica para o ano de referência (2004). O dia seleccionado (referido na apresentação dos resultados) foi considerado, numa perspectiva conservadora, representativo do pior cenário do ano de 2004, tendo sido este ano considerado representativo das condições climatológicas da zona de Sines. O dia escolhido corresponde ao dia em que se verificou o valor mais alto de ozono, para o ano de referência, na estação de Monte Chãos – 17 de Junho de 2004.

O modelo correu para duas malhas, uma larga de 10 km x 10 km, num domínio alargado de 400 km x 400 km e, uma fina, de 5 km x 5 km, malha esta que serviu efectivamente o domínio de cálculo usado de 49 725 km<sup>2</sup>, tal como referido anteriormente.

#### 3.8.1 DESCRIÇÃO DO MODELO

O Modelo TAPM – *Air Pollution Model* é um modelo desenvolvido pela CSIRO – *Marine and Atmospheric Research*, que inclui um módulo meteorológico de mesoscala e um módulo de dispersão de poluentes, incluindo a formação de poluentes secundários e produção de ozono. Este modelo possui a vantagem de ser aplicável a situações complexas de topografia e campo de ventos, bem como apresentar a possibilidade de simulações de longo termo – um ano – com as vantagens da possibilidade de comparação dos resultados com a legislação aplicável.

Trata-se de um sistema de modelos constituído por um modelo mesometeorológico de prognóstico, a partir da análise sinóptica, e um modelo fotoquímico de transporte e dispersão de poluentes, incluindo a possibilidade de modelação da produção de ozono.

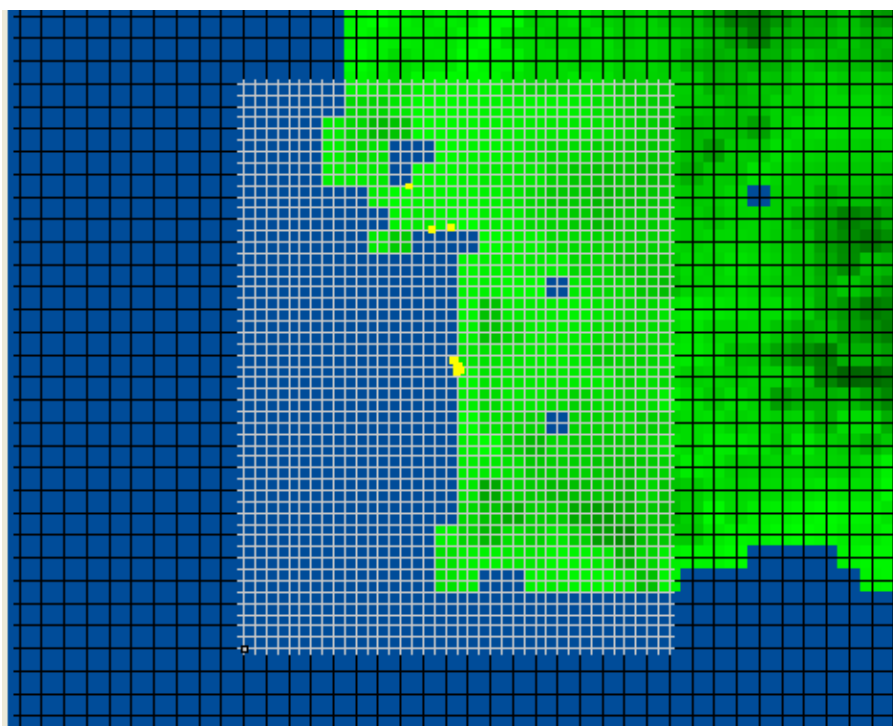
#### 3.8.2 TOPOGRAFIA E FONTES EMISSORAS

Para a simulação regional foi utilizado um modelo digital do terreno, de cobertura global, com uma resolução horizontal de cerca de 1 km, distribuído oficialmente pela USGS (United States Geological Survey), EROS (Earth Resources Observation and Science).<sup>4</sup>

Na Figura 3.5 é apresentado o enquadramento espacial do domínio regional em estudo.

---

<sup>4</sup> <http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/gtopo30.html>



**Figura 3.7** – Enquadramento espacial e topográfico do domínio regional em estudo

Para além das fontes e das condições referidas nas condições de simulação à escala local, foram também contempladas, na simulação à escala regional, as fontes apresentadas no Quadro 3.5. No entanto, algumas fontes referenciadas na base de dados EPER não puderam ser utilizadas por ainda não se encontrarem disponíveis as respectivas condições de emissão. Nesta situação, ficaram as emissões associadas à *Saint-gobain Glass Portugal, SA* e à *Cimpor- CP Alhandra*. Estas fontes, no entanto, encontram-se bastante afastadas do local de implantação do projecto em análise, pelo que a sua não inclusão não terá tido um impacte significativo no desempenho do modelo. Acresce ainda que as fontes usadas ultrapassam, para os poluentes considerados, mais de 90% das emissões pontuais referenciadas no domínio.

Ainda relativamente a esta matéria, nas instalações da Secil-Outão e Portucel de Setúbal, algumas das fontes não foram contempladas por terem valores de emissão pouco significativos ou por emitirem poluentes não relevantes para simulação regional.

**Quadro 3.5** – Características das fontes pontuais consideradas a nível regional, além das já consideradas a nível local.

| Instalação Industrial                        | Nome da Fonte                               | Altura (m) | Diâmetro (m) | Coordenadas Militares (Gauss, Datum Lisboa) |           |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------|------------|--------------|---------------------------------------------|-----------|
|                                              |                                             |            |              | Este (X)                                    | Norte (Y) |
| Portucel de Setúbal                          | Caldeira de biomassa                        | 105,1      | 2,72         | 140942                                      | 169320    |
|                                              | Fornos da cal                               | 60,25      | 1,40         |                                             |           |
|                                              | Caldeira de recuperação                     | 105,1      | 2,72         |                                             |           |
|                                              | Caldeira 4                                  | 36         | 1,40         |                                             |           |
|                                              | Caldeira 6                                  | 36         | 1,60         |                                             |           |
|                                              | Grupo Diesel 2                              | 25         | 1,10         |                                             |           |
|                                              | Grupo Diesel 1                              | 15         | 0,90         |                                             |           |
| Fábrica de Secil-Outão                       | Forno VIII (J8P51A9)                        | 97,8       | 3,00         | 130282                                      | 169583    |
|                                              | Forno IX (J9P51A9)                          | 35,5       | 3,50         |                                             |           |
| Sopac                                        | Caldeira Sul                                |            | 0,40         | 138987                                      | 170467    |
|                                              | Caldeira Norte                              |            | 0,40         |                                             |           |
|                                              | Leito fluilizado norte da granulação - GII  | 21,6       | 1,00         |                                             |           |
|                                              | Leito fluilizado sul da granulação - GII    | 22,7       | 1,00         |                                             |           |
|                                              | Leito fluilizado este da granulação - GII   | 21,8       | 1,00         |                                             |           |
|                                              | Leito fluilizado oeste da granulação - GII  | 22,6       | 1,00         |                                             |           |
|                                              | Arrefecedor e secador da granulação - GIV   | 34,5       | 2,40         |                                             |           |
|                                              | Secador da granulação - GII                 | 22,4       | 1,70         |                                             |           |
|                                              | Lavador da unidade de superfosfatos         | 20,6       | 0,60         |                                             |           |
| ADP                                          | Caldeira                                    | 110        | 1,75         | 120400                                      | 180567    |
| FISIPE                                       | Sala de Reactores e do Peletizador (CP-538) | 4,8        | 1,50/1,50    | 120330                                      | 190160    |
| Saint-gobain Glass Portugal, SA              | forno de vidro                              |            | 3,50         | 117393                                      | 207332    |
| Cimpor- CP Alhandra                          | Moagem de cimento 10                        |            | 1,50         | 124019                                      | 217292    |
|                                              | Moagem de cimento 11                        |            | 2,00         |                                             |           |
|                                              | Moagem de cimento 12                        |            | 2,00         |                                             |           |
|                                              | Moagem de cimento 9                         |            | 1,50         |                                             |           |
|                                              | Moagem de carvão 6                          |            | 1,40         |                                             |           |
|                                              | Moagem de carvão 7                          |            | 1,40         |                                             |           |
|                                              | Forno 6                                     |            | 5,00         |                                             |           |
|                                              | Forno 7                                     |            | 4,65         |                                             |           |
|                                              | Arrefecedor 7                               |            | 2,60         |                                             |           |
| Sociedade de desenvolvimento Agro-Industrial | Caldeira                                    | 40         | 1,80         | 168096                                      | 219733    |
|                                              | Secador de polpa                            | 35         | 2,05         |                                             |           |
|                                              | Saturador (1ª saturação)                    | 28         | 1,40         |                                             |           |
| C, Termoeléctrica de Setúbal                 | -                                           | 200        | 6,00         | 138072                                      | 171740    |
| C, Termoeléctrica do Barreiro                | -                                           | 100        | 6,00         | 120400                                      | 180567    |



### 3.9 CÁLCULO DA ALTURA DAS CHAMINÉS

Para o cálculo efectivo da altura mínima das chaminés foi considerada, a Portaria n.º 263/2005, de 17 de Março. Dado que as fontes em questão terão de ser sujeitas ao auto-controlo das emissões, foi adicionalmente calculada a altura necessária para a colocação da toma de amostragem.

#### 3.9.1 APLICAÇÃO DA PORTARIA N.º 263/2005, DE 17 DE MARÇO

Considerando a definição de obstáculo próximo, tal como apresentada na Portaria n.º 263/2005, como sendo “qualquer obstáculo situado na vizinhança da fonte de emissão (incluindo o edifício de implantação da chaminé) e que obedeça simultaneamente às seguintes condições”:

$$\begin{aligned}h_0 &\geq D/5; \\ L &\geq 1 + (14D)/300;\end{aligned}$$

Sendo,

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

L - largura do obstáculo, expressa em metros

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

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

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

Sendo,

$H_c$  – altura da chaminé

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

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

Obstáculo próximo com mais implicações ao nível da altura das chaminés: Caldeira.

Fonte 1 (Grupo a Norte)       $D = 0 \text{ metros} / h_0 = 27,4 \text{ metros} / H_c (\text{Fonte 1}) = 30 \text{ metros}$

Fonte 2 (Grupo a Sul)       $D = 0 \text{ metros} / h_0 = 27,4 \text{ metros} / H_c (\text{Fonte 2}) = 30 \text{ metros}$

Assim, de acordo com os cálculos anteriores relativos à aplicação da Portaria n.º 263/2005, de 17 de Março, a altura das fontes seria de 30 m.

De todos os edifícios considerados obstáculos próximos, de acordo com a Portaria n.º 263/2005, só a Caldeira entrou no cálculo de  $H_c$  por influenciar em maior escala a altura total de cada chaminé.

### 3.9.2 CÁLCULO DA ALTURA DE COLOCAÇÃO DA TOMA DE AMOSTRAGEM NA CHAMINÉ

#### **Norma Portuguesa 2167**

A NP 2167, denominada por “Qualidade do ar: Secção de amostragem e plataforma para chaminés ou condutas circulares de eixo vertical”, estabelece a altura necessária para a localização da toma de amostragem, relativamente a quaisquer fontes de perturbação do escoamento. De acordo com esta norma, a toma de amostragem deve distar, no mínimo, a (8\*diâmetro interno da secção) a partir da última perturbação a montante e (2\*diâmetro interno da secção) até à perturbação localizada imediatamente a jusante.

Assim, considerando que a última perturbação está à altura da entrada dos gases na chaminé (a 24,3 metros), e considerando um diâmetro interno de 6,5 metros, a chaminé principal teria pelo menos 90 metros. A toma de amostragem, considerando que não há perturbações até ao topo da chaminé, teria de estar a uma altura de cerca de 76,3 metros.

#### **Método 1 da EPA**

O método 1 da EPA, “*Sample and velocity traverses for stationary sources*”, estabelece a localização da toma de amostragem na chaminé. No ponto 11.1.1 do referido método, vem a indicação de uma solução alternativa, em que a toma de amostragem tem de ter, no mínimo, (2\*diâmetro interno) até à última perturbação a montante, e (0,5\*diâmetro interno) da perturbação localizada imediatamente a jusante.

Assim, considerando que a última perturbação está à altura da caldeira (a 24,3 metros), e considerando um diâmetro interno de 6,5 metros, a chaminé principal teria de ter pelo menos 41 metros. A toma de amostragem, considerando que não há perturbações até ao topo da chaminé, teria de estar a uma altura de cerca de 37,3 metros.

### **Síntese Conclusiva**

Face ao anteriormente exposto e tendo em conta as boas práticas industriais aceites para o diâmetro proposto de 6,5 m, **optou-se por uma chaminé de 65 metros para cada uma das fontes.** Desta forma ficam igualmente garantidas as condições de amostragem de acordo com o Método 1 da EPA.

Esta opção ficou ainda fundamentada nos resultados obtidos na simulação numérica da qualidade do ar, a qual não evidenciou qualquer problema com as fontes com esta altura.

## **4. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA**

### **4.1 INVENTÁRIO DE EMISSÕES**

As emissões de origem antropogénica podem ter natureza diversa (pontuais, área ou linha) e, como tal, ser avaliadas de forma distinta.

**Emissões de fontes pontuais:** englobam as instalações industriais que, pela sua dimensão, pelo seu contributo nas emissões totais da área considerada, ou ainda, pelo tipo de poluente emitido, justificam um tratamento individual. Um exemplo típico deste tipo de fontes são as centrais termoeléctricas. Este tipo de fontes é habitualmente avaliado por monitorização directa;

**Emissões de fontes em linha:** estão de um modo geral associadas às fontes móveis, como sejam o tráfego rodoviário, os caminhos-de-ferro, o tráfego aéreo, etc;

**Emissões de fontes em área:** referem-se às emissões difusas e, de certa forma, com uma distribuição mais ou menos homogénea no domínio de estudo considerado, podendo incluir fontes de pequenas dimensões e dificilmente identificáveis. Deste grupo fazem parte conjuntos de pequenas indústrias, as redes viárias localizadas dentro do perímetro urbano e as fontes naturais. Este tipo de fontes não podem ser avaliadas directamente, devendo antes proceder-se a um trabalho de estimativa de emissões constituindo-se uma base de dados de emissões pela aplicação de factores de emissão adequados a cada actividade envolvida.

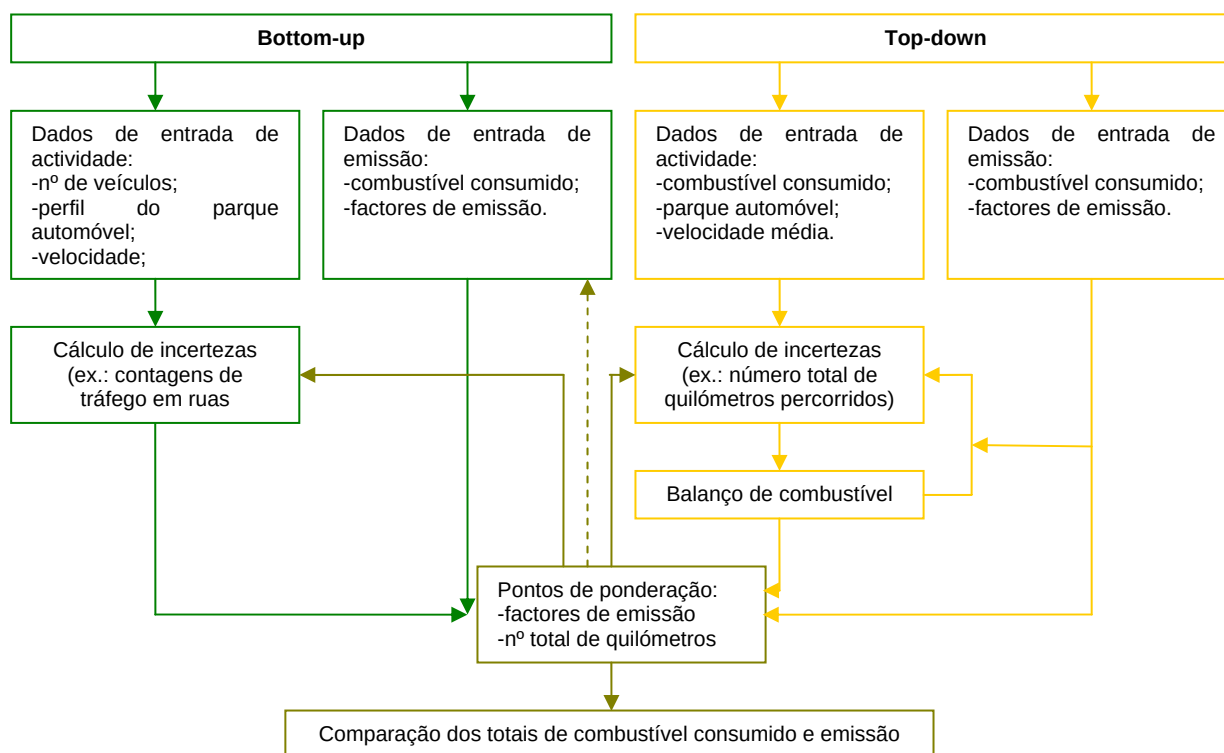
Desta forma foram usadas duas metodologias de abordagem (Figura 4.1):

**“top-down”:** faz a estimativa das emissões numa região ou unidade administrativa a partir das emissões calculadas para um nível de agregação superior (por exemplo de NUT<sup>5</sup> I para NUTV). Estas emissões são distribuídas para um nível espacial inferior de acordo com determinados parâmetros de ponderação como a densidade de tráfego, densidade populacional, industrial, etc.;

**“bottom-up”:** consiste em, partindo de dados de base, estimar a emissão total de um determinado poluente numa região ou unidade administrativa associado a uma determinada actividade.

---

<sup>5</sup> NUT - Nomenclatura de Unidade Territorial.



**Figura 4.1** – Metodologias top-down e bottom-up (adaptado de Baldasano, 1998).

#### 4.1.1 EMISSÕES DE FONTES PONTUAIS

Nas fontes pontuais foram incluídas todas as fontes fixas que existem actualmente no domínio local. Estas assumem um papel preponderante nas emissões de poluentes para a atmosfera.

Os dados de emissão utilizados, na simulação da situação de referência à escala local são os que se apresentam no Quadro 4.1. Foi efectuada uma análise conservadora aos dados das emissões, tendo em conta a obtenção do pior cenário ao nível dos valores obtidos.

Na simulação foram usados igualmente valores de fundo referidos em Barros (1999).

**Quadro 4.1** – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (escala local).

| Instalação Industrial                 | Nome da Fonte                                                               |                              | Emissões / Concentrações                               |                                                        |                                                       | Condições de Emissão     |                                             |                                                                      |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                       |                                                                             |                              | NOx<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | PTS<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | CO<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | Temperatura Gases<br>(K) | Velocidade de saída<br>(m.s <sup>-1</sup> ) | Caudal<br>(m <sup>3</sup> .Nh <sup>-1</sup> gás seco) <sup>(1)</sup> |
| Refinaria da Galp Energia             | Chaminé Principal                                                           | Sem Cogeração <sup>(3)</sup> | 168,0 / 551,6                                          | 66,98 / 219,9                                          | 35,64 / 117                                           | 500,15                   | 27,3                                        | 1096469                                                              |
|                                       |                                                                             | Com Cogeração <sup>(2)</sup> | 116,8 / 484,7                                          | 34,65 / 143,8                                          | 28,19 / 117                                           | 500,15                   | 21,6                                        | 867536                                                               |
|                                       | Unidade de Dessulfuração de Gasóleo de Vácuo (HV-H1)                        |                              | 0,07 / 10                                              | 0,01 / 1                                               | 1,45 / 198                                            | 429,15                   | 6,5                                         | 26320                                                                |
|                                       | Unidade de Reformação Catalítica (Platforming 3A – PP-H3 A)                 |                              | 1,12 / 142                                             | 0,04 / 5                                               | 0,08 / 10                                             | 631,15                   | 6,4                                         | 28271                                                                |
|                                       | Unidade de Reformação Catalítica (Platforming 3B – PP-H3 B)                 |                              | 1,96 / 159                                             | 0,07 / 6                                               | 0,11 / 9                                              | 639,15                   | 7,6                                         | 44448                                                                |
|                                       | Unidade de Reformação Catalítica (Platforming 3C – PP-H3 C)                 |                              | 1,89 / 144                                             | 0,15 / 162                                             | 0,12 / 13                                             | 675,15                   | 7,6                                         | 42078                                                                |
|                                       | Unidade de Reformação Catalítica (Platforming 3D – PP-H3 D)                 |                              | 1,89 / 144                                             | 0,15 / 162                                             | 0,12 / 13                                             | 675,15                   | 7,6                                         | 42078                                                                |
|                                       | Oxidação Asfalto (OP-H1)                                                    |                              | 0,05 / 130                                             | 0,01 / 17                                              | 0,02 / 48                                             | 572,15                   | 2,6                                         | 1263                                                                 |
|                                       | Oxidação Asfalto (OP-H2)                                                    |                              | 0,06 / 150                                             | 0,003 / 8                                              | 0,004 / 11                                            | 581,15                   | 2,9                                         | 1387                                                                 |
|                                       | Unidade de Alquilação (AL-H1)                                               |                              | 0,30 / 39                                              | 0,05 / 7                                               | 0,04 / 5                                              | 583,15                   | 12,5                                        | 27978                                                                |
|                                       | Unidade de Dessulfuração de Gasóleo (HG-H1)                                 |                              | 0,22 / 66                                              | -                                                      | 0,04 / 12                                             | 603,15                   | 3,7                                         | 12129                                                                |
|                                       | Unidade de Dessulfuração de Gasolina de Cracking (HT-H1)                    |                              | 0,08 / 31                                              | 0,01 / 2                                               | 0,03 / 12                                             | 589,15                   | 6,2                                         | 9834                                                                 |
|                                       | Unidade para Produção, Recuperação e Concentração de Hidrogénio PSA (HI-H1) |                              | 3,86 / 200                                             | 0,08 / 4                                               | 2,41 / 125                                            | 431,15                   | 6,2                                         | 69412                                                                |
|                                       |                                                                             |                              |                                                        |                                                        |                                                       |                          |                                             |                                                                      |
| Central Termoelétrica do Sul (Sines)  | Fonte 1/2                                                                   |                              | 243,50 / 406,4                                         | 24,50 / 40,9                                           | 10,00 / 16,7                                          | 429,15                   | 26,0                                        | 2157235                                                              |
|                                       | Fonte 2/2                                                                   |                              | 243,50 / 406,4                                         | 24,50 / 40,9                                           | 10,00 / 16,7                                          | 429,15                   | 26,0                                        | 2457235                                                              |
| Repsol (antiga Borealis)              | Complexo Petroquímico de Sines                                              |                              | 28,00 / 1212,9                                         | 6,00 / 259,9                                           | 3,00 / 130                                            | 405,15                   | 3,6                                         | 83107                                                                |
| Carbogal – Carbonos de Portugal, S.A. | Unidade de Sines                                                            |                              | 6,39 / 528,6                                           | 0,83 / 68,9                                            | 1355,00 / 112111,9                                    | 547,15                   | 13,7                                        | 43510                                                                |

(1) Na ausência de valores de pressão foi utilizado o valor de pressão atmosférica normal para fins de normalização do caudal, nas fontes em que este valor não foi facultado.

(2) Valores considerados apenas no Cenário C

Para a simulação à escala regional, utilizaram-se dados de emissão (Quadro 4.2) que correspondem a valores retirados do EPER, correspondentes ao ano de 2002. Aos valores totais (EPER) por instalação foi aplicada uma ponderação, tendo como base valores de medições reais, para estimar a contribuição unitária de cada fonte nos valores de emissão.



As emissões e as condições de emissão foram consideradas constantes com todas as simulações efectuadas. Na simulação foram usados igualmente valores de fundo referidos em Barros (1999).

**Quadro 4.2** – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (escala regional).

| Instalação Industrial            | Nome da Fonte                               | Emissões / Concentrações                               |                                                        |                                                       | Condições de Emissão        |                                    |                                                                         |
|----------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                                  |                                             | NOx<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | PTS<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | CO<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | Temperatura<br>Gases<br>(K) | Velocidade<br>(m.s <sup>-1</sup> ) | Caudal<br>(m <sup>3</sup> .Nh <sup>-1</sup> gás<br>seco) <sup>(1)</sup> |
| Portucel de Setúbal              | Caldeira de biomassa                        | 8,819 / 75                                             | 4,061                                                  | -                                                     | 423                         | 12                                 | 173202                                                                  |
|                                  | Fornos da cal                               | 1,939 / 75                                             | 0,623                                                  | -                                                     | 493                         | 10,3                               | 32607                                                                   |
|                                  | Caldeira de recuperação                     | 18,099                                                 | 6,766                                                  | -                                                     | 433                         | 31,5                               | 415037                                                                  |
|                                  | Caldeira 4                                  | 3,532                                                  | 2,970                                                  | -                                                     | 502                         | 7,9                                | 25595                                                                   |
|                                  | Caldeira 6                                  | 7,387                                                  | 0,424                                                  | -                                                     | 493                         | 10                                 | 43010                                                                   |
|                                  | Grupo Diesel 2                              | 14,567                                                 | 0,667                                                  | -                                                     | 461                         | 12,3                               | 25805                                                                   |
|                                  | Grupo Diesel 1                              | 6,349                                                  | 0,061                                                  | -                                                     | 582                         | 16,1                               | 17842                                                                   |
| Fábrica de Secil-Outão           | Forno VIII (J8P51A9)                        | 46,047                                                 | 0,431                                                  | 32,099                                                | 403                         | 18,9                               | 329662                                                                  |
|                                  | Forno IX (J9P51A9)                          | 45,536                                                 | 0,096                                                  | 45,567                                                | 419                         | 19,4                               | 448608                                                                  |
| Sopac*                           | Caldeira Sul                                | -                                                      | 0,001                                                  | -                                                     | 467                         | 6,5                                | 1726                                                                    |
|                                  | Caldeira Norte                              | -                                                      | 0,001                                                  | -                                                     | 448                         | 5,1                                | 1410                                                                    |
|                                  | Leito fluilizado norte da granulação - GII  | -                                                      | 0,377                                                  | -                                                     | 309                         | 17,0                               | 42718                                                                   |
|                                  | Leito fluilizado sul da granulação - GII    | -                                                      | 0,059                                                  | -                                                     | 306                         | 12,8                               | 32479                                                                   |
|                                  | Leito fluilizado este da granulação - GII   | -                                                      | 0,082                                                  | -                                                     | 304                         | 11,5                               | 29257                                                                   |
|                                  | Leito fluilizado oeste da granulação - GII  | -                                                      | 0,130                                                  | -                                                     | 305                         | 8,7                                | 22061                                                                   |
|                                  | Arrefecedor e secador da granulação - GIV   | -                                                      | 2,993                                                  | -                                                     | 349                         | 16,9                               | 215297                                                                  |
|                                  | Secador da granulação - GII                 | -                                                      | 0,024                                                  | -                                                     | 338                         | 11,7                               | 77066                                                                   |
|                                  | Lavador da unidade de superfosfatos         | -                                                      | 0,012                                                  | -                                                     | 304                         | 14,2                               | 13031                                                                   |
| ADP                              | Caldeira                                    | 16,584                                                 | 3,298                                                  | -                                                     | 523                         | 12,3                               | 55650                                                                   |
| FISIPE*                          | Sala de Reactores e do Peletizador (CP-538) | -                                                      | 3,932                                                  | -                                                     | 314                         | 8,5                                | 63086                                                                   |
| Saint-gobain Glass Portugal, SA* | forno de vidro                              | 20,58                                                  | 2,724                                                  | -                                                     | 621                         | 10,2                               | 159603                                                                  |
| Cimpor- CP Alhandra*             | Moagem de cimento 10                        | -                                                      | 0,364                                                  | -                                                     | 343,7                       | 14,9                               | 74771                                                                   |
|                                  | Moagem de cimento 11                        | -                                                      | 0,056                                                  | 0,004                                                 | 361,7                       | 7,6                                | 65196                                                                   |
|                                  | Moagem de cimento 12                        | -                                                      | 0,158                                                  | 0,059                                                 | 361,5                       | 9,4                                | 81712                                                                   |
|                                  | Moagem de cimento 9                         | -                                                      | 0,161                                                  | -                                                     | 348,2                       | 20,7                               | 98457                                                                   |
|                                  | Moagem de carvão 6                          | -                                                      | 0,205                                                  | 2,901                                                 | 338,5                       | 5,9                                | 26500                                                                   |

| Instalação Industrial                         | Nome da Fonte            | Emissões / Concentrações                               |                                                        |                                                       | Condições de Emissão     |                                    |                                                                      |
|-----------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                               |                          | NOx<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | PTS<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | CO<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | Temperatura Gases<br>(K) | Velocidade<br>(m.s <sup>-1</sup> ) | Caudal<br>(m <sup>3</sup> .Nh <sup>-1</sup> gás seco) <sup>(1)</sup> |
|                                               | Moagem de carvão 7       | -                                                      | 0,596                                                  | 8,652                                                 | 357,5                    | 6,4                                | 27245                                                                |
|                                               | Forno 6                  | 84,597                                                 | 1,222                                                  | 24,192                                                | 393,82                   | 5,6                                | 278193                                                               |
|                                               | Forno 7                  | 67,293                                                 | 3,729                                                  | 30,429                                                | 362,29                   | 6,8                                | 314812                                                               |
|                                               | Arrefecedor 7            | -                                                      | 0,039                                                  | 0,034                                                 | 354,22                   | 5,5                                | 82699                                                                |
|                                               |                          |                                                        |                                                        |                                                       |                          |                                    |                                                                      |
| Sociedade de desenvolvimento Agro-Industrial* | Caldeira                 | 0,749                                                  | 0,086                                                  | -                                                     | 441                      | 2,4                                | 14040                                                                |
|                                               | Secador de polpa         | 3,575                                                  | 3,293                                                  | -                                                     | 388                      | 13,9                               | 124241                                                               |
|                                               | Saturador (1ª saturação) | 0,053                                                  | 0,014                                                  | -                                                     | 346                      | 1,8                                | 7871                                                                 |
| Central Termoelétrica de Setúbal              | -                        | 443,9                                                  | 241,6                                                  | 27,2                                                  | 423                      | 25                                 | 1642318                                                              |
| Central Termoelétrica do Barreiro             | -                        | 41,9                                                   | -                                                      | 7,4                                                   | 433                      | 25                                 | 1604389                                                              |

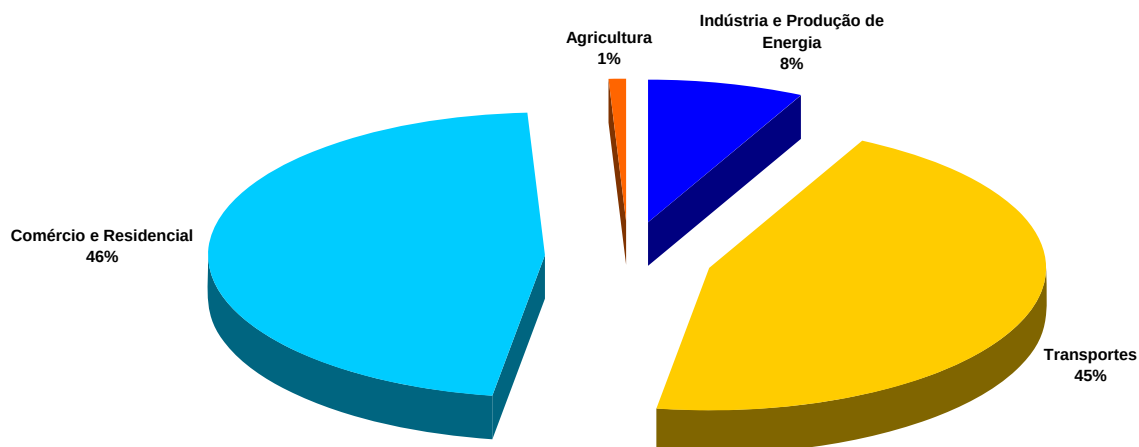
\*Fontes não incluídas por falta de dados de emissão ou por ausência ou emissão não significativa de poluentes relevantes para a simulação regional.

#### 4.1.2 EMISSÕES DE FONTES EM ÁREA

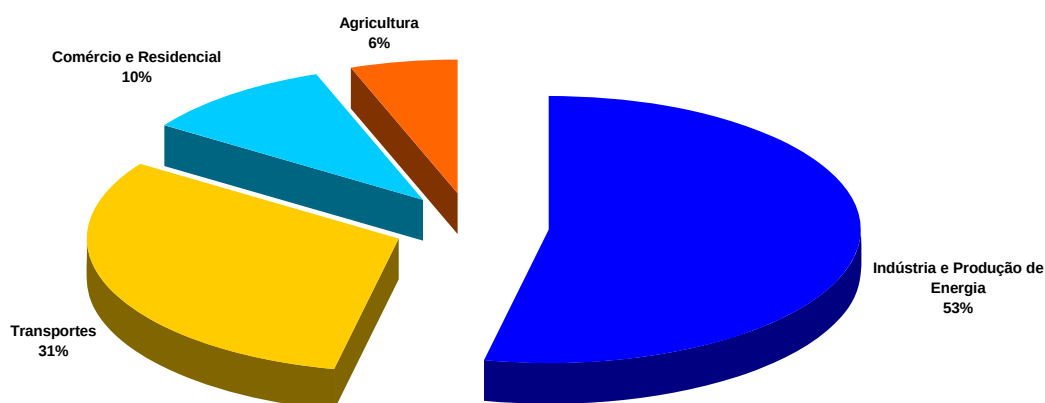
Na análise de emissões em área consideram-se as emissões resultantes de processos de produção, combustão industrial e fontes móveis existentes no domínio em estudo. Foram estimados o monóxido de carbono, os óxidos de azoto e os compostos orgânicos voláteis não metânicos emitidos por quatro sectores: transportes, energético e industrial, agricultura e comércio e residencial.

A distribuição espacial das emissões totais e das emissões por sector de actividade e por poluente, com discretização ao nível da freguesia, pode ser visualizada nos **pontos 1 a 5** do **Anexo** ao presente documento.

No caso das emissões de monóxido de carbono verifica-se que as principais fontes de emissão deste poluente provêm do sector dos transportes, comercial e residencial (Figura 4.2). Em relação às emissões de óxidos de azoto (Figura 4.3), verifica-se que na sua grande maioria são provenientes do sector da Industria e Energia seguida do sector dos transportes.

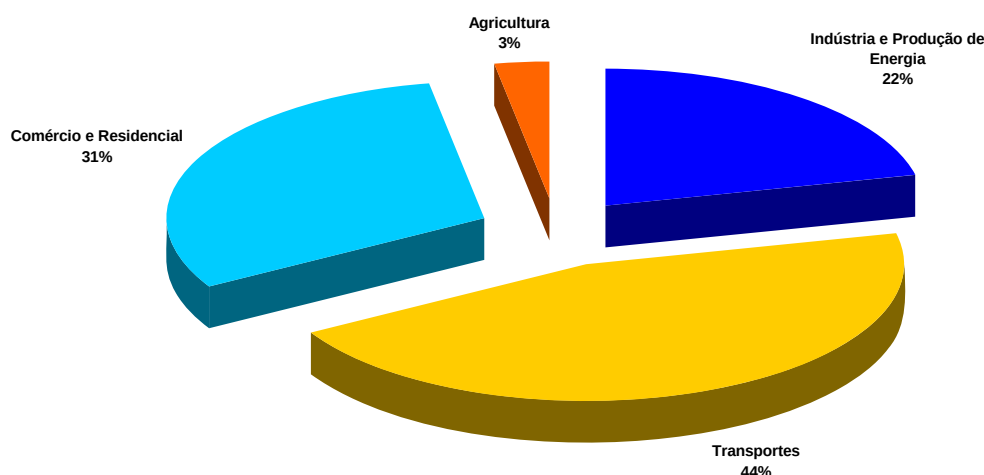


**Figura 4.2** – Distribuição percentual das emissões totais de monóxido de carbono de fontes em área no domínio em estudo (escala regional), por sector de actividade, em 2003.



**Figura 4.3** – Distribuição percentual das emissões totais de óxidos de azoto de fontes em área no domínio em estudo (escala regional), por sector de actividade, em 2003.

Relativamente às emissões de compostos orgânicos voláteis não metânicos a fontes de emissão maioritária é o sector dos transportes (Figura 4.4).



**Figura 4.4** – Distribuição percentual das de emissões totais de compostos orgânicos voláteis não metânicos de fontes em área no domínio em estudo (escala regional), por sector de actividade, em 2003.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

Neste capítulo é feita uma abordagem descritiva do clima da região em estudo, uma vez que este é um parâmetro essencial para a avaliação da qualidade do ar e da dispersão dos poluentes.

Segundo o Instituto de Meteorologia os factores que mais condicionam as condições climáticas em Portugal Continental são, além da latitude e da orografia, a influência do Oceano Atlântico e a continentalidade. A nossa área de estudo está sujeita à influência dos fluxos de ar marítimos provenientes de Oeste estando assim inserida numa região de clima do tipo *marítimo*, sub-tipo *litoral Oeste*. Os Verões são de tipo *fresco*, com temperatura média do mês mais quente (Julho) inferior a 23° C, e os Invernos são do tipo *tépido*, com temperatura media do mês mais frio (Inverno) superior a 6° C.<sup>6</sup>

O clima da área em estudo é caracterizado com base nos registos das variáveis climáticas do período de 1971-1988 da estação climatológica de Sines, publicados pelo Instituto de Meteorologia no Anuário Climatológico de Portugal. São também utilizados valores disponibilizados pelo Instituto de Meteorologia (IM) referentes ao Perfil Climático de Portugal Continental (Clima 1961-1990).<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Daveau e tal. 1985 in Estudo de Impacte Ambiental (EIA) da Central de Ciclo Combinado de Sines, Relatório Síntese

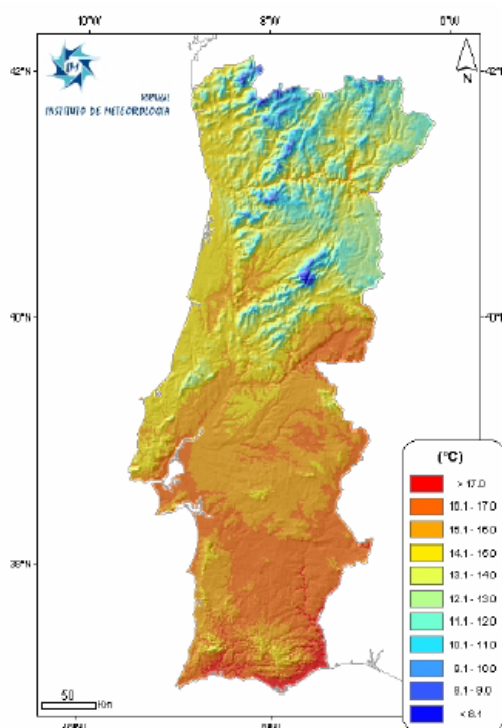
<sup>7</sup> [http://web.meteo.pt/resources/im/pdfs/clim\\_ac\\_00\\_00.pdf](http://web.meteo.pt/resources/im/pdfs/clim_ac_00_00.pdf)

#### 4.2.1 TEMPERATURA DO AR

A temperatura anual média do ar em Sines é de cerca de 15,6 °C. O regime mensal médio apresenta valores máximos nos meses de Verão, destacando-se Agosto e Setembro com 19,1 °C e mínimos no Inverno, atingindo-se 12,0 °C em Janeiro, estabelecendo-se a amplitude térmica de 7,1 °C.

A partir do início da Primavera assiste-se ao aumento progressivo das temperaturas, realçando-se, no Verão, a ocorrência de alguns dias com temperaturas superiores a 25 °C (cerca de dois dias em Setembro) com cerca de seis dias anualmente.<sup>8</sup>

A Figura 4.5 mostra os valores médios anuais da temperatura média do ar em Portugal Continental para o período de 1961 a 1990.



**Figura 4.5** – Valores médios anuais da temperatura média do ar (1961-1990) (Fonte: IM).

#### 4.2.2 PRECIPITAÇÃO

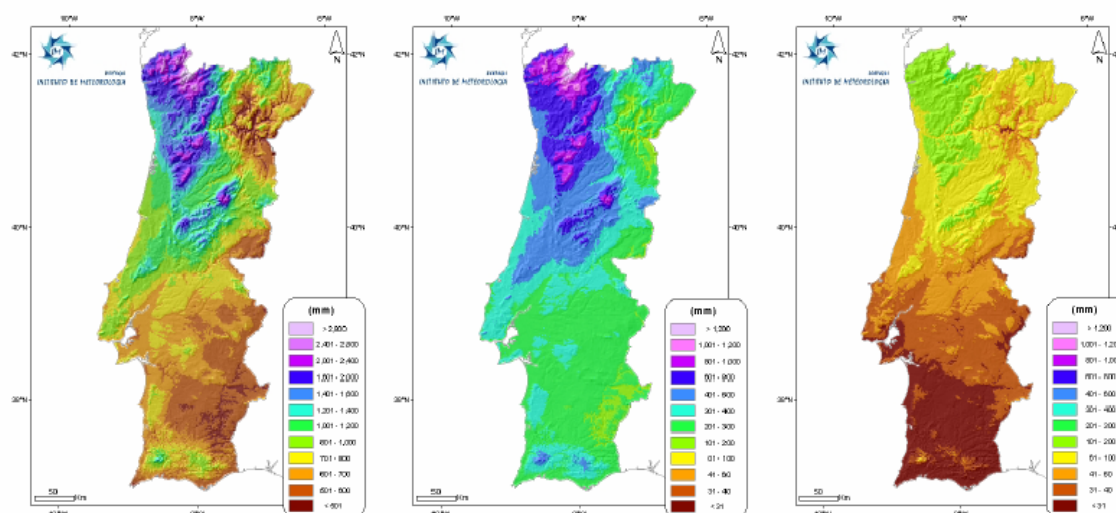
A precipitação média anual em Portugal Continental é de cerca de 900 mm, apresentando grande variabilidade espacial, com os maiores valores observados no Minho (3000 mm), e os menores, inferiores a 400 mm, numa região restrita da Beira Interior (a sul do Douro) e

<sup>8</sup> Estudo de Impacte Ambiental (EIA) da Central de Ciclo Combinado de Sines, Relatório Síntese

mais extensivamente no interior do Alentejo, com valores inferiores a 600 mm.<sup>9</sup>

Em média, cerca de 42% da precipitação anual ocorre durante o Inverno (Dezembro a Fevereiro), enquanto que os valores mais baixos de precipitação ocorrem durante o Verão (Junho a Agosto), correspondendo apenas a 6% do total de precipitação anual.

As estações de transição, Primavera (Março a Maio) e Outono (Setembro a Novembro), apresentam uma distribuição inter anual muito variável. A Figura 4.6 mostra a precipitação anual em Portugal Continental no Verão e no Inverno, para o período de tempo de 1961 a 1990.<sup>10</sup>



**Figura 4.6** – Precipitação média anual em Portugal Continental (esq.), precipitação no Inverno (centro) e precipitação no Verão (dir.) (valores médios 1961-90) (Fonte: IM).

Em Sines, a precipitação média é de 530 mm, repartida por cerca de 97 dias, em média. A precipitação intensa (superior a 10 mm) ocorre em média, anualmente, em cerca de 15 dias.

A análise do regime mensal da precipitação evidencia um período chuvoso que se estende de Outubro a Abril, e outro, seco, de Julho a Setembro. Os meses de Primavera (Maio a Junho) constituem um período de transição. A estação seca é marcada por valores muito reduzidos de precipitação, verificando-se a precipitação mínima no mês de Agosto, com cerca de 2 mm.<sup>11</sup>

<sup>9</sup> Estudo de Impacte Ambiental (EIA) da Central de Ciclo Combinado de Sines, Relatório Síntese

<sup>10</sup> [http://web.meteo.pt/resources/im/pdfs/clim\\_ac\\_00\\_00.pdf](http://web.meteo.pt/resources/im/pdfs/clim_ac_00_00.pdf)

<sup>11</sup> Estudo de Impacte Ambiental (EIA) da Central de Ciclo Combinado de Sines, Relatório Síntese

#### 4.2.3 HUMIDADE RELATIVA

A humidade relativa média anual do ar em Sines é de 83% às 9 horas e de 77% às 18 horas. O valor da humidade do ar às 9 horas é considerado como uma boa aproximação do valor da humidade do ar média diária.

É no Verão que se registam os maiores valores de humidade do ar, com 87% em Agosto às 9 horas e 84%, às 18 horas, nos meses de Junho e Setembro, Isto deve-se ao desenvolvimento das brisas oceânicas, que são mais frequentes nos meses mais quentes.<sup>12</sup>

#### 4.2.4 VELOCIDADE E DIRECÇÃO DO VENTO

Os ventos predominantes em Sines são, em média, anualmente, dos sectores Noroeste e Norte, com frequência de 26,0 % e de 22,8%, respectivamente. Os valores de velocidade de vento calmo (igual ou inferior a 1 km/h) são pouco frequentes (8,8%).

No Inverno os ventos predominantes são provenientes do sector Noroeste, com a frequência de 29,7% em Março e a velocidade média de 22,9 km/h. A velocidade média mais elevada nesta estação do ano é de 28,8 km/h em Fevereiro, também daquele sector. O mês com maior frequência de ventos calmos é Janeiro, com 8,8%, em média.<sup>13</sup>

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA LOCAL

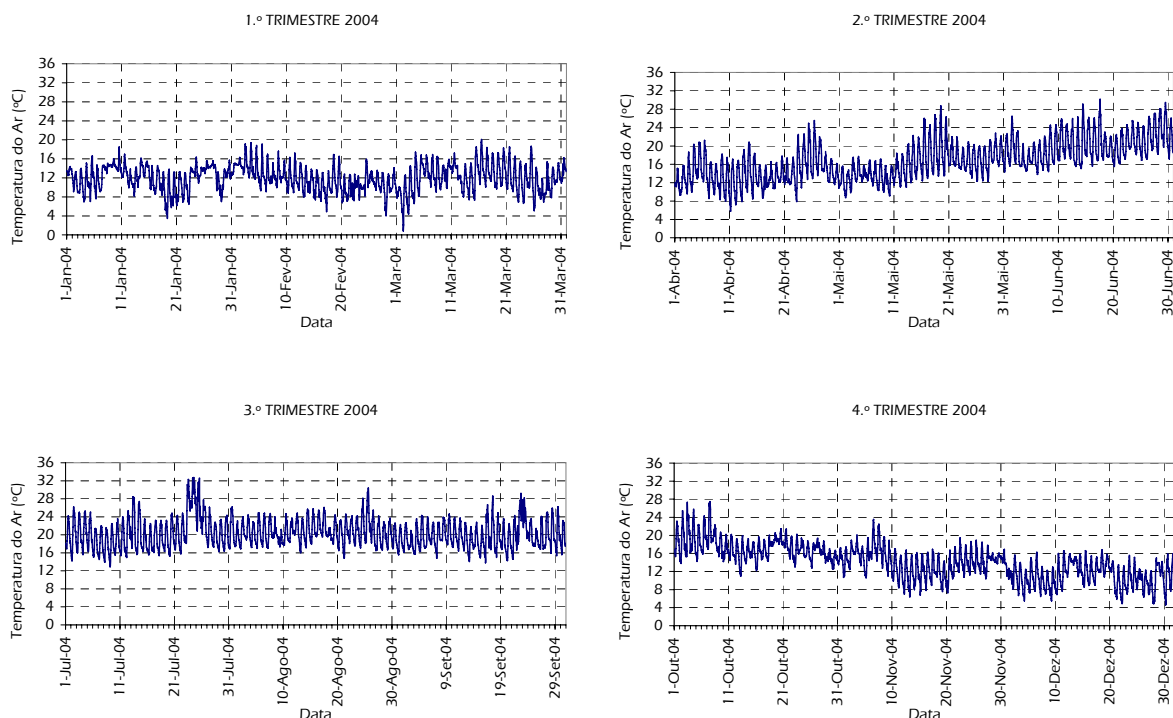
Nas Figuras 4.7 e 4.8 são apresentados, respectivamente, os valores horários de temperatura do ar e de velocidade do vento referentes ao ano de 2004, relativos à estação meteorológica automática de Sines / Monte Chãos.

---

<sup>12</sup> Estudo de Impacte Ambiental (EIA) da Central de Ciclo Combinado de Sines, Relatório Síntese

<sup>13</sup> Estudo de Impacte Ambiental (EIA) da Central de Ciclo Combinado de Sines, Relatório Síntese

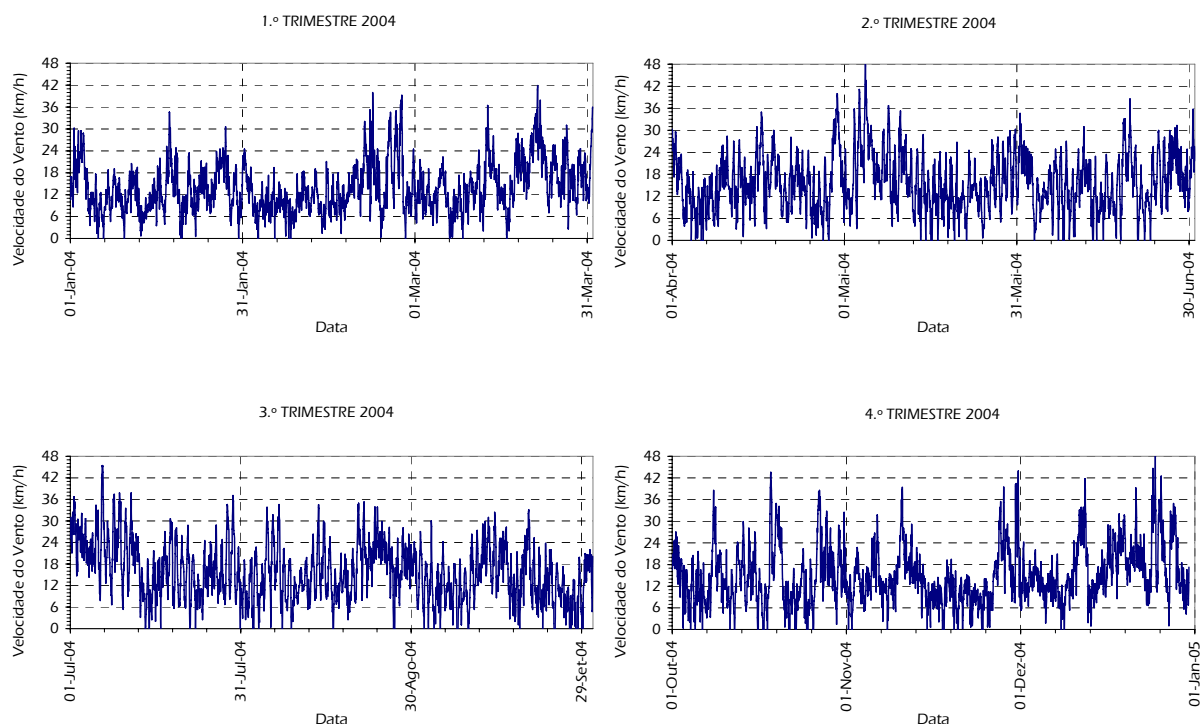




**Figura 4.7** – Variação temporal das médias horárias de temperatura do ar durante o ano de 2004 (estação automática de Sines / Monte Chãos).

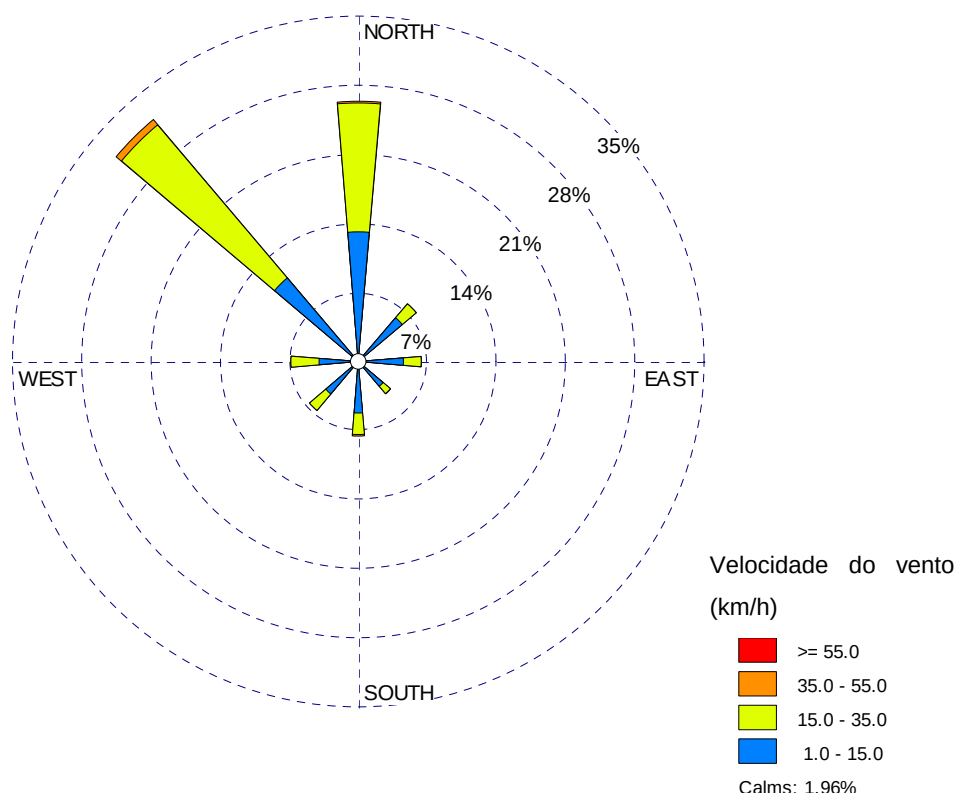
Para além dos dados meteorológicos foram também necessários dados horários da altura da camada de mistura e da classe de estabilidade, provenientes do modelo TAPM.

Este modelo gerou um ficheiro de dados meteorológicos para a zona em questão com uma malha de resolução de 1 x 1 km. Posteriormente, com a informação relativa à estabilidade atmosférica e à altura da camada de mistura é feita a correspondência com os dados meteorológicos medidos em Sines.



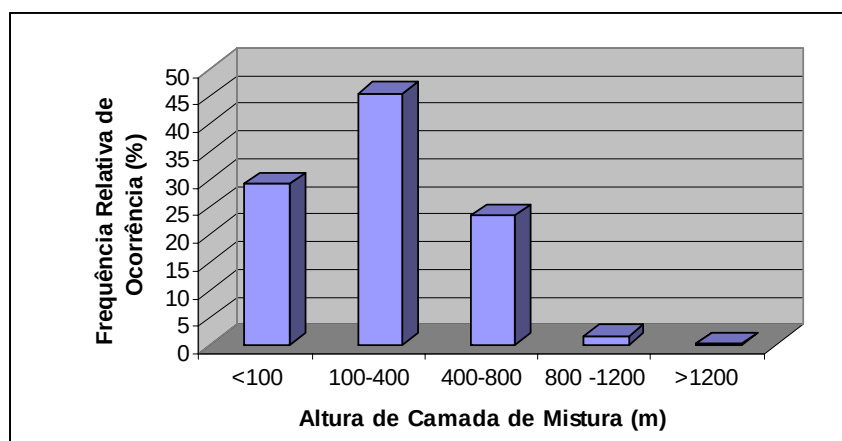
**Figura 4.8** – Variação temporal das médias horárias de velocidade do vento durante o ano de 2004 (estação automática de Sines / Monte Chãos).

Na Figura 4.9 é possível visualizar a Rosa de Ventos relativa aos dados meteorológicos utilizados no estudo. Como pode ser observado, os ventos sopram preferencialmente de Noroeste e Norte (com cerca de 32% e 26% dos registos, respectivamente). A velocidade do vento situou-se em geral entre os 15 e os 35 km/h (ventos moderados), com alguns períodos de ventos moderados. Registaram-se, em 2004, cerca de 2% de ventos fortes.



**Figura 4.9** – Rosa de ventos relativa às observações horárias de velocidade e direcção do vento para o ano de 2004.

Na Figura 4.10 estão representadas as classes de altura da camada de mistura em função da frequência relativa de ocorrência, determinada na simulação da dispersão da pluma atmosférica. Observando a figura referida é possível constatar que a classe de altura da camada de mistura que ocorre com mais frequência (cerca de 45%) é a de 100-400 metros.



**Figura 4.10** – Classes de altura da camada de mistura e frequência de ocorrência para o ano de 2004.

Tal como pode verificar-se no Quadro 4.3, o ano de referência (2004) utilizado neste estudo considera-se enquadrado nos valores típicos climatológicos registados na área de Sines.

**Quadro 4.3** – Comparação dos valores de 2004 com os valores climáticos da área em estudo

| Parâmetro Meteorológico             |                              | Valor Estação Monte Chãos / Sines (2004) | Valor Climático da área em estudo |
|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|
| Temperatura (°C)                    | Valor Médio                  | 15,8                                     | 15,6                              |
|                                     | Valor Máximo                 | 32,7                                     | 40,0                              |
|                                     | Valor Mínimo                 | 0,8                                      | 0,5                               |
| Distribuição da Velocidade do Vento | Calmos                       | Pouco frequentes                         |                                   |
|                                     | Forte                        | Pouco frequentes                         |                                   |
|                                     | Fraco                        | Pouco frequentes                         |                                   |
|                                     | Moderado                     | Valores predominantes                    |                                   |
|                                     | Percentagem de Ventos Calmos | 2%                                       | 8,8%                              |
| Direcção do Vento (%)               | Valor Predominante           | Noroeste (32%) e Norte (26%)             | Noroeste (26%) e Norte (23%)      |

## 4.4 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

A rede de monitorização considerada possui actualmente quatro estações em funcionamento, que, entre outros poluentes, fazem medições de NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e O<sub>3</sub>. De referir que, para as partículas em suspensão, não existem dados disponíveis e, para o CO, não se efectuam essas medições.

Para o ano de 2003 e 2004 não existem dados disponíveis na rede de monitorização de Santiago do Cacém. Os dados foram obtidos através da base de dados *online* do Instituto do Ambiente e foi feita a respectiva análise. Os resultados obtidos foram analisados e comparados com a legislação, tendo-se, contudo, verificado algumas lacunas de dados para alguns meses dos anos considerados.

### 4.4.1 COMPARAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO

#### 4.4.1.1 Dióxido de Azoto (NO<sub>2</sub>)

O Quadro 4.4 resume os resultados das medições de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) e NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>) efectuadas nas estações de qualidade do ar consideradas.

**Quadro 4.4** – Comparação dos valores de NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 2002-2004 com a Portaria nº 286/93 de 12 de Março e com o DL 111/2002, de 16 de Abril

| Diploma                           | Portaria nº 286/93                            |      |      | Decreto-Lei nº 111/2002                                                                                               |      |      |                                                                                    |      |      |                                                                                     |      |      |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| Ano                               | 2002                                          | 2003 | 2004 | 2002                                                                                                                  | 2003 | 2004 | 2002                                                                               | 2003 | 2004 | 2002                                                                                | 2003 | 2004 |
| Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> ) | Excedência ao P98 dos valores médios horários |      |      | Nº de vezes em que é excedido o valor limite horário de NO <sub>2</sub> para protecção da saúde humana <sup>(2)</sup> |      |      | Excedência ao valor limite anual de NO <sub>2</sub> para protecção da saúde humana |      |      | Excedência ao valor limite anual de NO <sub>x</sub> para protecção dos ecossistemas |      |      |
|                                   | 200                                           |      |      | 280                                                                                                                   | 270  | 260  | 56                                                                                 | 54   | 52   | 30                                                                                  |      |      |
| Monte Velho                       | –                                             | –    | –    | 0                                                                                                                     | 0    | 0    | –                                                                                  | –    | –    | (1)                                                                                 | –    | (1)  |
| Monte Chãos                       | –                                             | –    | –    | 0                                                                                                                     | 0    | 0    | –                                                                                  | –    | –    | (1)                                                                                 | –    | –    |
| Santiago do Cacém                 | –                                             | (1)  | (1)  | 0                                                                                                                     | (1)  | (1)  | –                                                                                  | (1)  | (1)  | (1)                                                                                 | (1)  | (1)  |
| Sonega                            | –                                             | –    | –    | 0                                                                                                                     | 0    | 0    | –                                                                                  | –    | –    | (1)                                                                                 | –    | (1)  |

**Nota:** ☑ - Valor Limite excedido

– Valor Limite não excedido

(1) Não existem dados disponíveis

(2) a não exceder mais de 18 vezes em cada ano civil

Para caracterizar a análise dos valores de dióxido de azoto, um dos parâmetros usados é o Percentil 98 (P98) das concentrações médias horárias registadas ao longo de um ano, para o qual se encontra definido o valor-limite de 200 µg.m<sup>-3</sup>. Verifica-se que este nunca é excedido nas quatro estações meteorológicas para os três anos.

Pela análise do quadro verifica-se que os valores encontrados são claramente inferiores ao valor limite para o P98. Relativamente à comparação com os limites descritos no Decreto-Lei nº 111/2002, de 16 de Abril não se observam valores superiores ao valor limite.

Notar que, na estação de Santiago do Cacém, no ano de 2003 e 2004, não existem dados disponíveis para o NO<sub>2</sub>. Relativamente ao NO<sub>x</sub>, no ano de 2004, apenas existem dados na estação de qualidade do ar de Monte Chãos.

Verifica-se que o valor limite anual para protecção dos ecossistemas nunca é ultrapassado.

#### 4.4.1.2 Ozono (O<sub>3</sub>)

O Quadro 4.5 sumaria os resultados das medições de O<sub>3</sub> efectuadas nas estações de qualidade do ar consideradas. No que se refere ao ozono os principais parâmetros utilizados estão descritos no Decreto-Lei nº 320/2003, de 20 de Dezembro.

**Quadro 4.5** – Comparação de valores de O<sub>3</sub> registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 2002-2004 com o DL 320/2003, de 20 de Dezembro

| Diploma                           | Decreto-Lei nº 320/2003                                                                    |      |      |                                                                  |      |      |                                                              |      |      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------------------------------------------------------------------|------|------|--------------------------------------------------------------|------|------|
| Ano                               | 2002                                                                                       | 2003 | 2004 | 2002                                                             | 2003 | 2004 | 2002                                                         | 2003 | 2004 |
| Valor Limite (µg/m <sup>3</sup> ) | Nº de vezes em que é excedido o valor alvo para a protecção da saúde humana <sup>(2)</sup> |      |      | Nº de vezes em que é excedido o limiar de informação à população |      |      | Nº de vezes em que é excedido o limiar de alerta à população |      |      |
|                                   | 120                                                                                        |      |      | 180                                                              |      |      | 240                                                          |      |      |
| Monte Velho                       | 127                                                                                        | 303  | 149  | 5                                                                | 19   | 0    | 0                                                            | 0    | 0    |
| Monte Chãos                       | 61                                                                                         | 207  | 67   | 2                                                                | 10   | 0    | 0                                                            | 0    | 0    |
| Santiago do Cacém                 | 15                                                                                         | (1)  | (1)  | 0                                                                | (1)  | (1)  | 0                                                            | (1)  | (1)  |
| Sonega                            | (3)                                                                                        | 231  | 204  | 0                                                                | 11   | 2    | 0                                                            | 0    | 0    |

**Nota:** ☒ - Valor Limite excedido

– Valor Limite não excedido

(1) Não existem dados disponíveis

(2) Valor a não exceder mais de 25 vezes em cada ano civil

(3) Dados insuficientes

Comparando os dados de qualidade do ar com os limites descritos no Decreto-lei nº 320/2003, de 20 de Dezembro, verifica-se que o valor alvo para a protecção da saúde humana foi excedido mais de 25 vezes algumas vezes nos três anos. Relativamente ao limiar de informação à população verificam-se também algumas ultrapassagens ao valor limite de 180 µg.m<sup>-3</sup>.

Notar que na estação de Santiago do Cacém, no ano de 2003 e 2004, não existem dados na rede de monitorização de qualidade do ar. Dada a descontinuidade dos valores disponíveis, alguns resultados não representam fielmente a caracterização do local para o ano em questão.

#### 4.5 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA LOCAL

Tal como referido anteriormente, a caracterização da situação de referência passou igualmente pela modelação da dispersão dos poluentes à escala local, mediante um único cenário:

**Cenário A** – Avaliação da situação de referência, entrando em linha de conta apenas com as fontes emissoras actualmente existentes na zona de Sines.

Nesta fase não foram consideradas as emissões da futura Central de Ciclo Combinado da Galp Power em Sines – S. Torpes.

O modelo AERMOD foi corrido para o domínio definido como “local”, tomando em

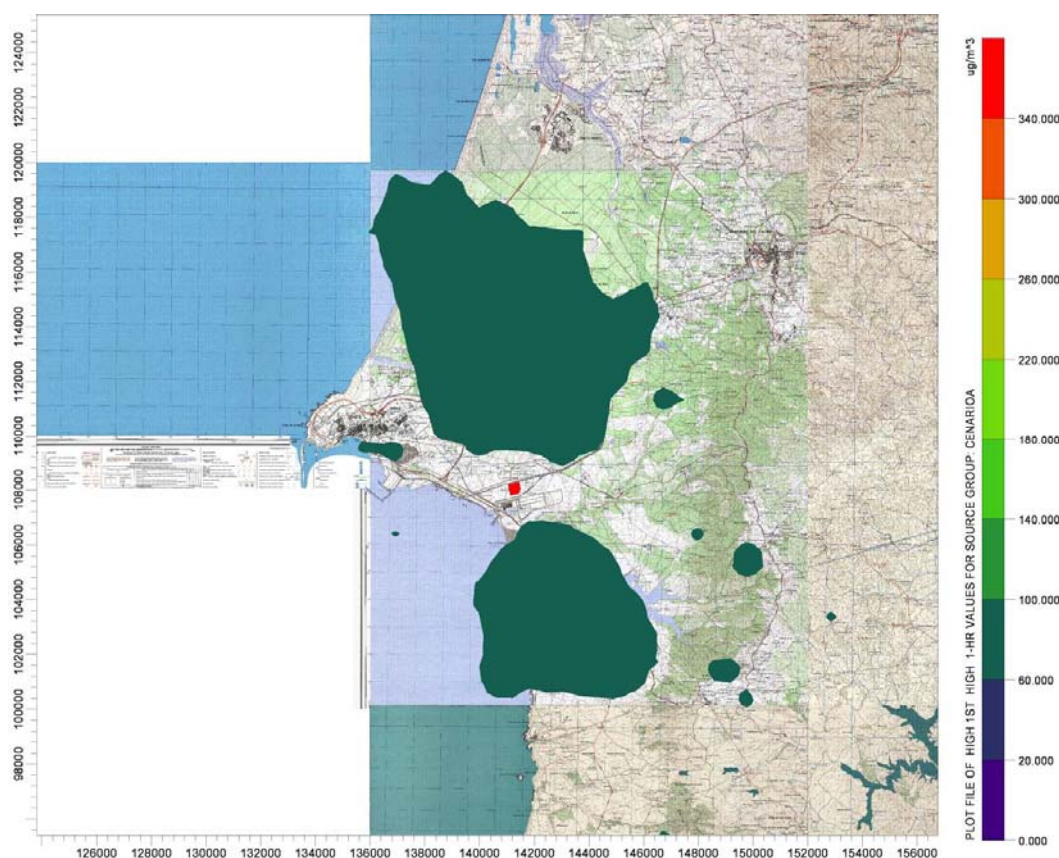
consideração a topografia, o uso do solo e os obstáculos próximos. O modelo foi corrido para um ano, tendo sido utilizado o ano de referência de 2004 com dados recolhidos na estação meteorológica de Sines / Monte Chãos.

#### 4.5.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES OBTIDOS

##### 4.5.1.1 Dióxido de Azoto

Nas Figuras 4.11 a 4.14 são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para o NO<sub>2</sub>, das concentrações máximas das médias horárias e média anual, respectivamente.

Os níveis de concentrações máximas das médias horárias obtidos atingem valores entre os 60 e os 100 µg/m<sup>3</sup>, e situam-se maioritariamente a Sudeste e Nordeste do local de implantação do projecto. De salientar que os valores das médias horárias apresentadas correspondem aos máximos absolutos das médias horárias verificadas em cada receptor ao longo do ano.



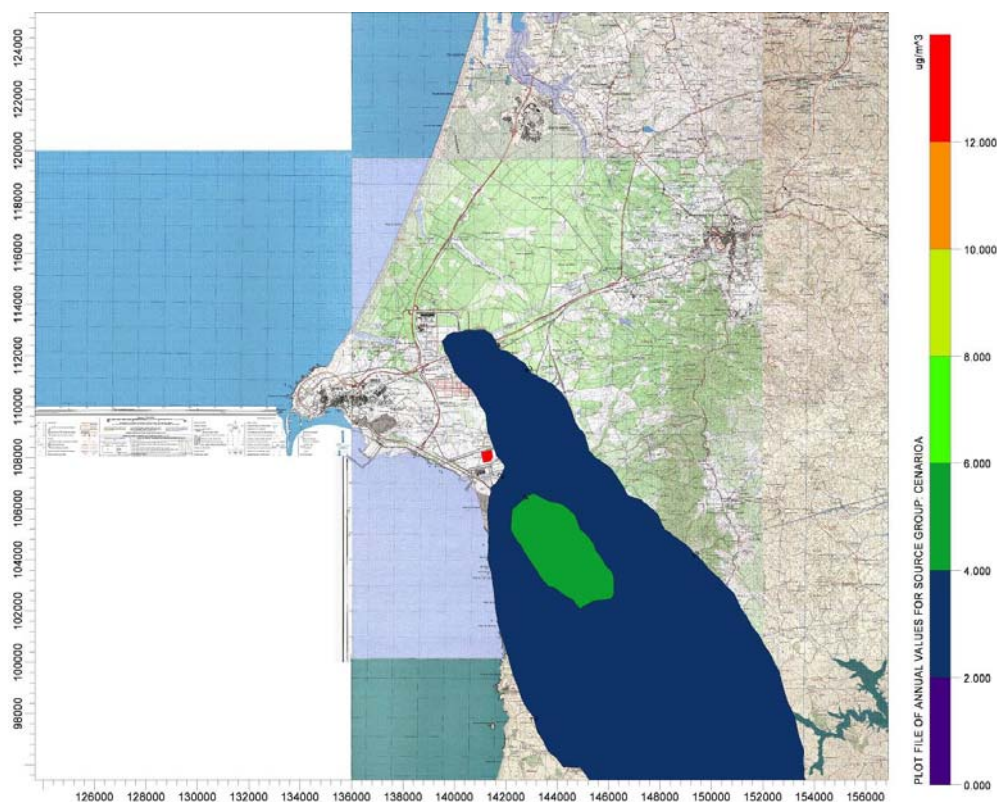
**Figura 4.11** – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência).





**Figura 4.12** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - Situação de Referência).

No que diz respeito aos valores médios anuais, a distribuição das concentrações apresenta-se com uma orientação Sul/Sudeste, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004).



**Figura 4.13** – Campo estimado das concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência).

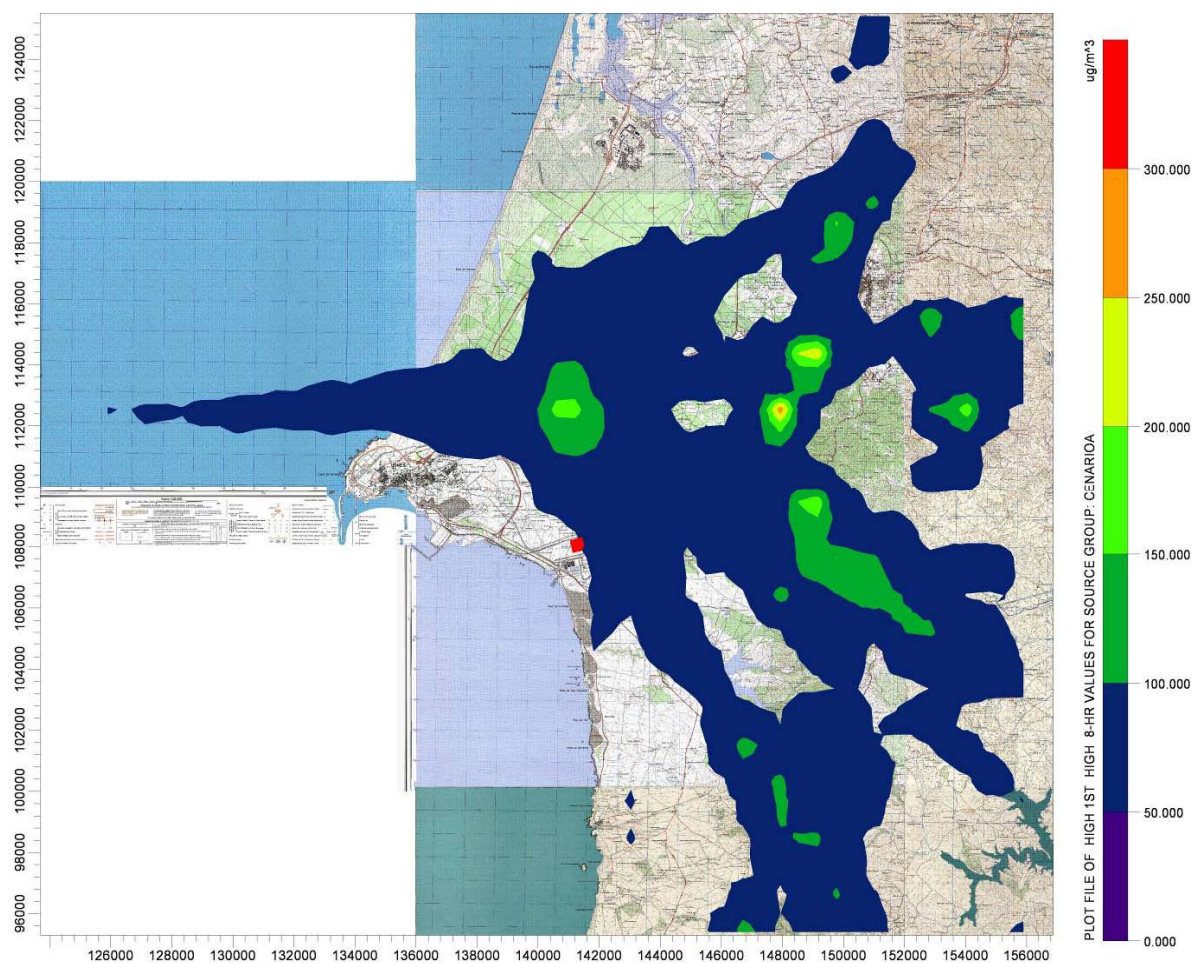


**Figura 4.14** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - Situação de Referência).

#### 4.5.1.2 Monóxido de Carbono

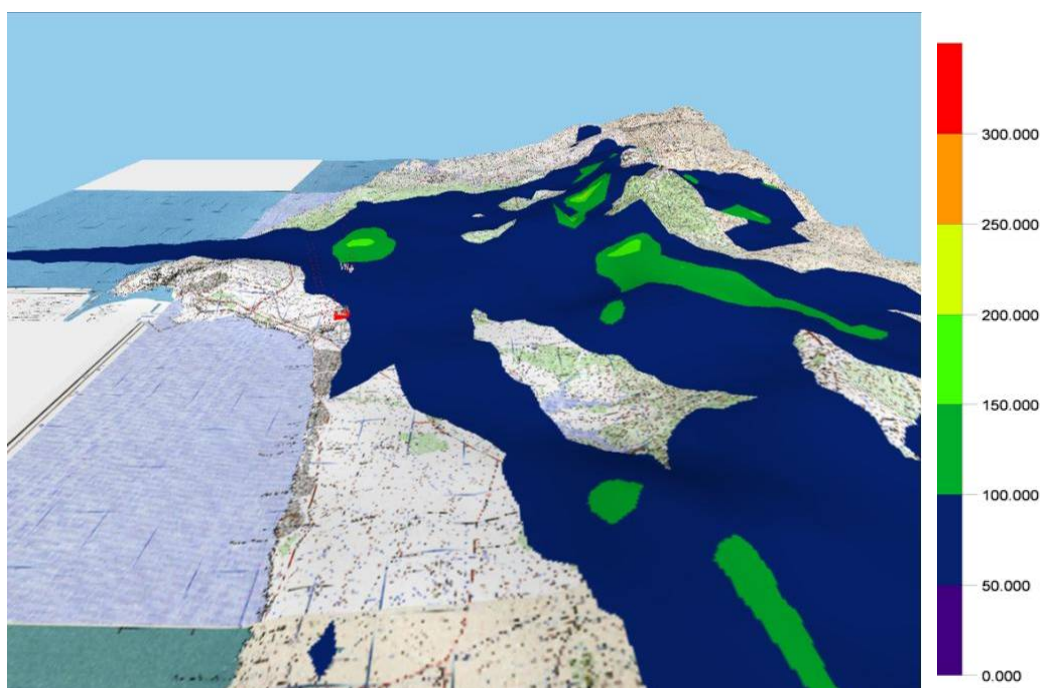
Nas Figuras 4.15 e 4.16 é apresentada a distribuição espacial das concentrações máximas das médias de oito horas para o monóxido de carbono (CO).

Os níveis mais elevados situam-se a Este e a Norte do complexo industrial, coincidindo com a elevação do terreno.



**Figura 4.15** – Campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência).



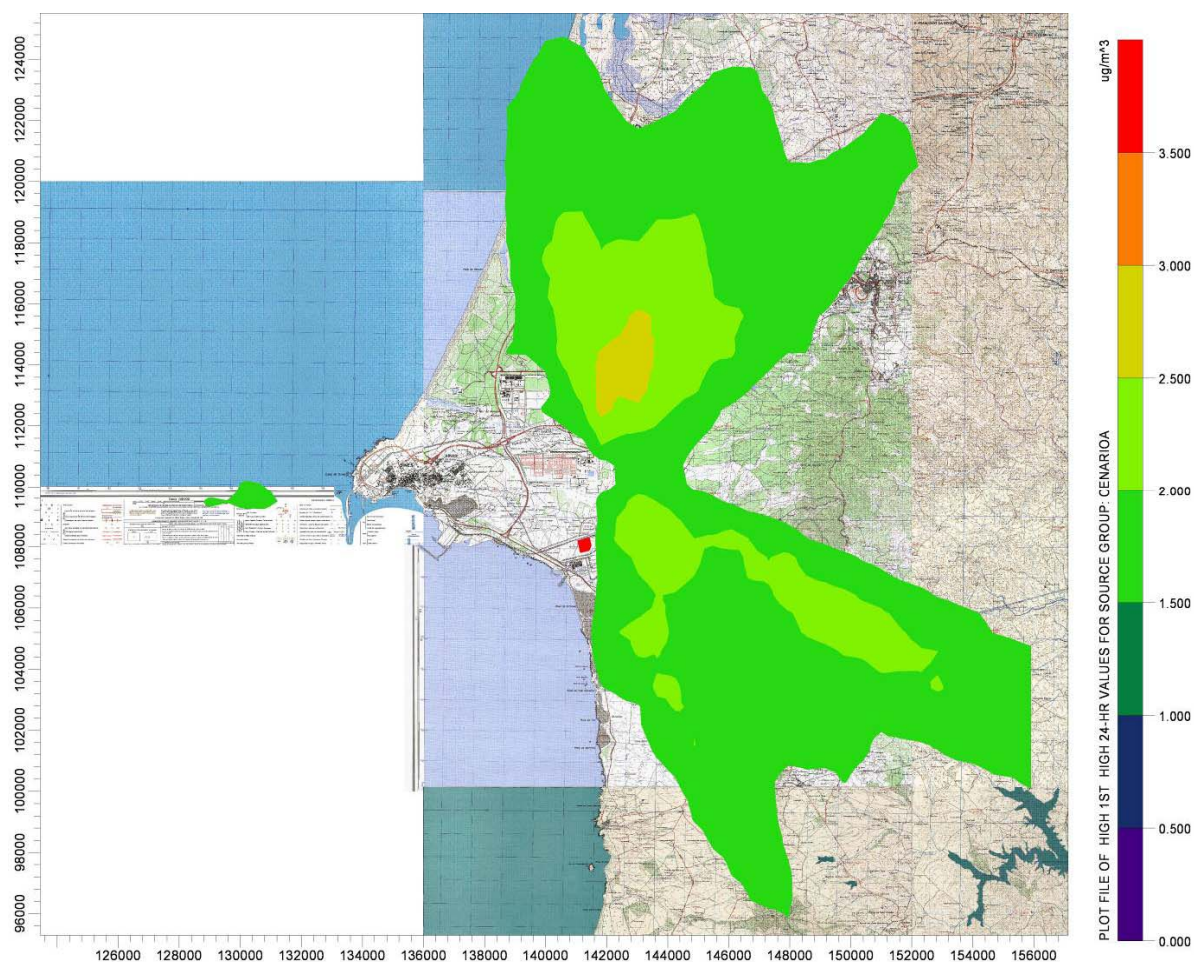


**Figura 4.16** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado concentrações máximas das médias de oito horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - Situação de Referência).

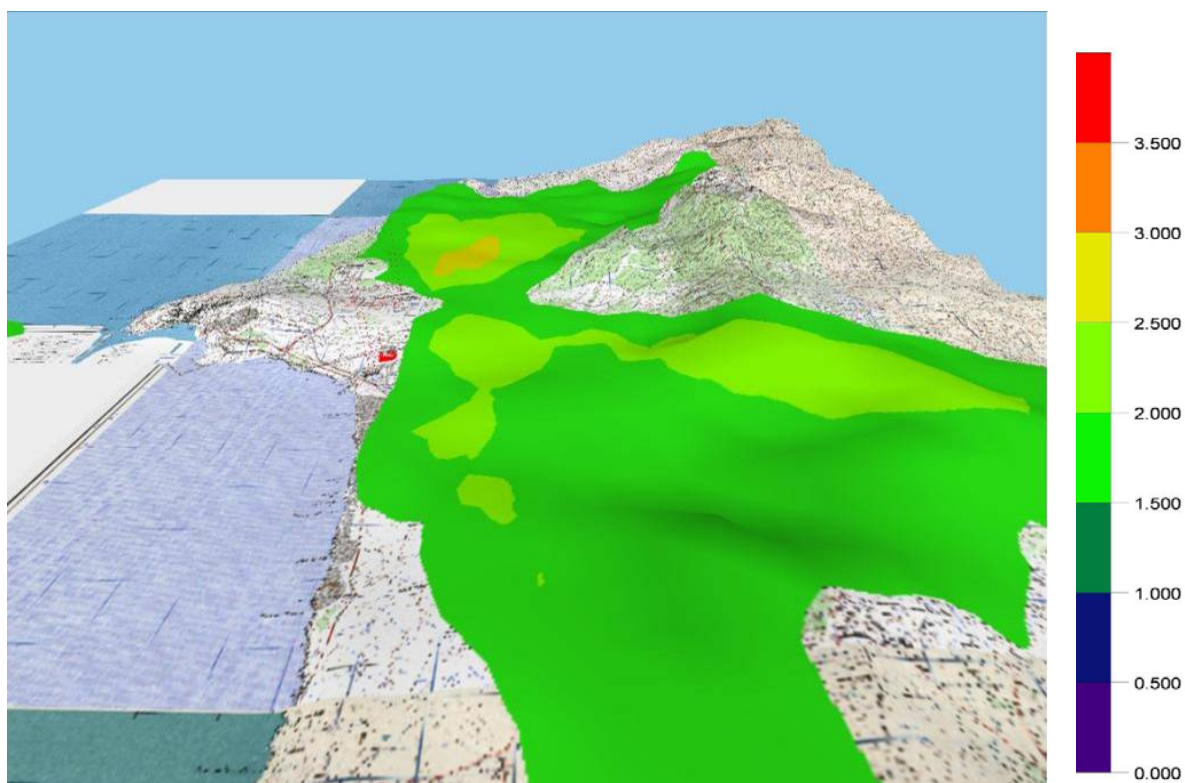
#### 4.5.1.3 Partículas Totais em Suspensão

Nas Figuras 4.17 a 4.20 são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para as partículas totais em suspensão (PTS), das concentrações máximas diárias e anuais, respectivamente.

Em relação às concentrações máximas diárias, pode-se constatar que a dispersão do poluente ocorre preferencialmente na direcção Norte-Nordeste e Sudeste. Os valores mais elevados de concentração apresentam-se a Norte-Nordeste do complexo industrial, podendo estar a sofrer influência das restantes indústrias que aí se encontram. É de notar que os valores máximos obtidos na simulação são inferiores a  $3,5 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ .



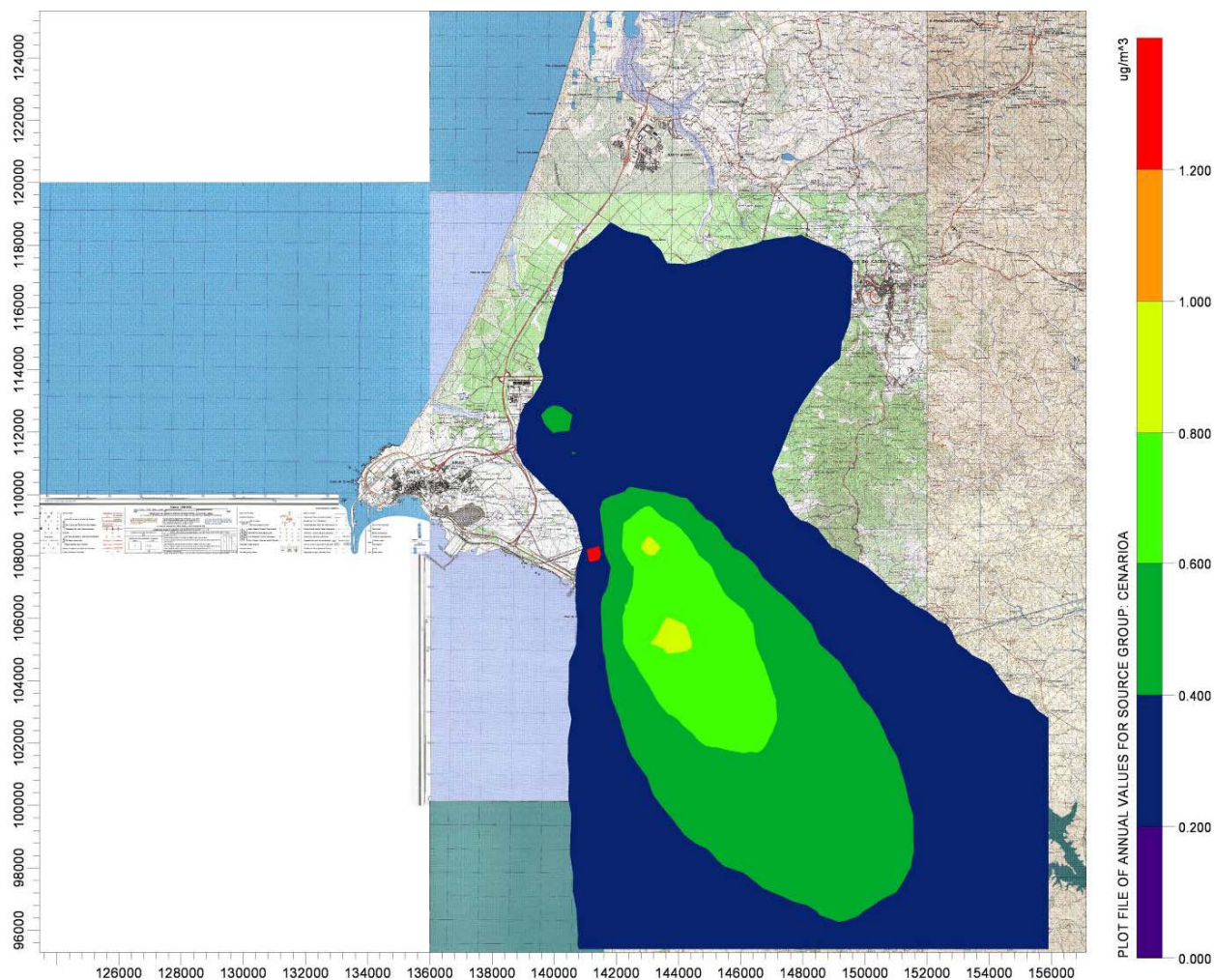
**Figura 4.17** – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência).



**Figura 4.18** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - Situação de Referência).

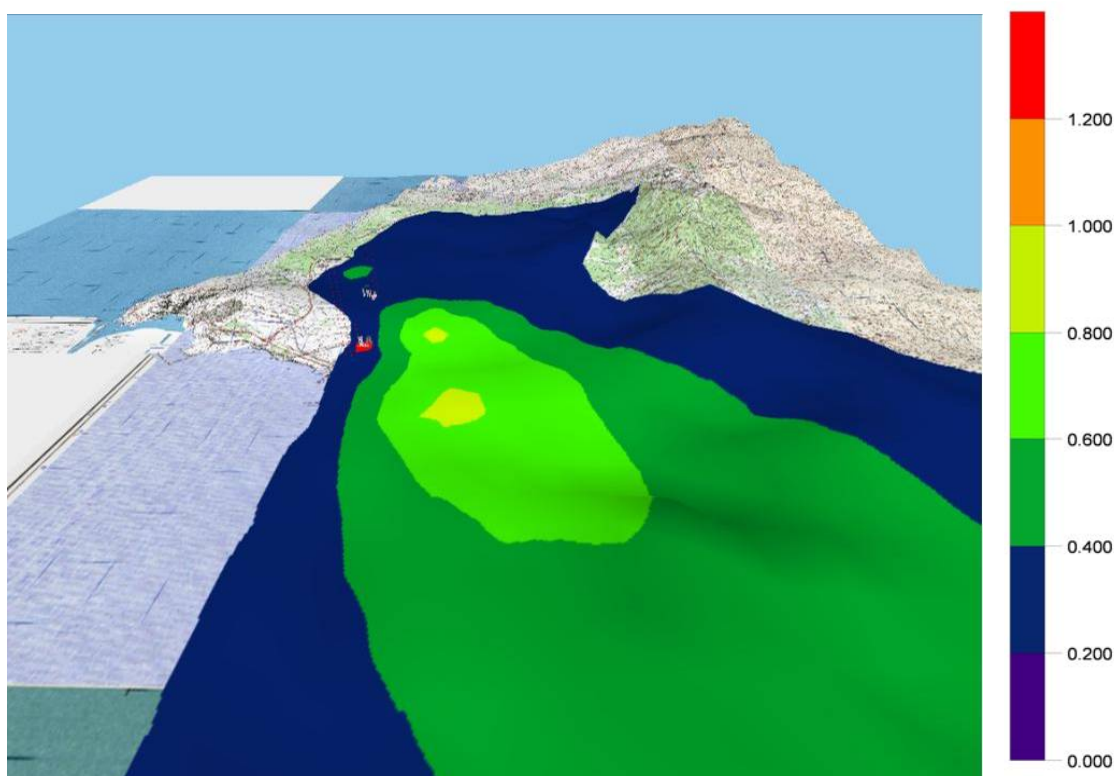
Relativamente aos valores médios anuais de PTS verifica-se que, tal como acontece com o  $\text{NO}_2$ , a distribuição das concentrações apresenta, preferencialmente, uma orientação Sul/Sudeste, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004).





**Figura 4.19** – Campo estimado das concentrações médias anuais de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência).





**Figura 4.20** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - Situação de Referência).

#### 4.5.2 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A LEGISLAÇÃO

No Quadro 4.6 estão resumidas as estimativas efectuadas pelo modelo. Chama-se a atenção para o facto de os valores deste Quadro corresponderem aos valores máximos (VM) estimados para cada poluente em análise, dentro do universo de todos os 900 receptores e para as 8760 horas simuladas (um ano completo). Os valores limite apresentados correspondem a valores do ano de referência deste estudo (2004).

**Quadro 4.6** – Resumo dos resultados das simulações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e comparação com os respectivos valores limite

| Poluente                        | Base Horária                       |                                                        | Base Diária                        |                                                      | Base Anual                         |                                             |
|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                 | VM<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | VL<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                     | VM<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | VL<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                   | VM<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | VL<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )          |
| NO <sub>2</sub>                 | 93,3                               | 260 (2004) <sup>(3)</sup><br>200 (2010) <sup>(3)</sup> | -                                  | -                                                    | 5,9                                | 52 (2004)<br>40 (2010)<br>30 <sup>(5)</sup> |
| CO                              | -                                  | -                                                      | 298,9 <sup>(1)</sup>               | 10000 <sup>(1)</sup>                                 | -                                  | -                                           |
| PM <sub>10</sub> <sup>(2)</sup> | -                                  | -                                                      | 2,3                                | 55 (2004) <sup>(4)</sup><br>50 (2005) <sup>(4)</sup> | 0,8                                | 42 (2004)<br>40 (2005)                      |

**Legenda:** VM – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite

- (1) Relativo a períodos de 8 horas
- (2) Os valores de PM<sub>10</sub> foram calculados a partir dos valores de PTS obtidos, com base no factor de conversão previsto no DL 111/2002 (PTS=1.2\*PM<sub>10</sub>)
- (3) Valor Limite a não exceder mais de 18 vezes durante um ano
- (4) Valor Limite a não exceder mais de 35 dias durante um ano
- (5) NO<sub>x</sub> – valor limite anual para protecção da vegetação

Relativamente ao cumprimento do estipulado no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, as simulações demonstraram que:

No caso do CO, não foram excedidos os valores limite (VL) legalmente estabelecidos, mesmo aplicando um factor de 2 (F2)<sup>14</sup> aos valores estimados; os valores ficam bastante aquém do valor limite estabelecido (10 000 µg/m<sup>3</sup>);

Relativamente aos valores limite horário e anual para o NO<sub>2</sub>, verifica-se que estes também não são excedidos, mesmo após a aplicação de um factor de 2 (F2) aos valores estimados.

No caso das Partículas PM<sub>10</sub>, não existem excedências aos valores limite, quer diário, quer anual. Mesmo aplicando o factor F2 não são verificadas excedências ao valor limite estabelecido por lei.

#### 4.5.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM OS DADOS DE QUALIDADE DO AR DA REDE DE MONITORIZAÇÃO

No Quadro 4.7 é apresentada a comparação dos valores médios anuais obtidos nas simulações com os valores medidos na rede de qualidade do ar.

**Quadro 4.7** – Valores médios anuais obtidos para o NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) nas simulações e comparação com os valores médios do mesmo ano nas Estações de Monitorização de Qualidade do Ar

|                                      | Monte Velho              |        | Monte Chãos |        | Sonega   |        | Santiago do Cacém |                |
|--------------------------------------|--------------------------|--------|-------------|--------|----------|--------|-------------------|----------------|
|                                      | Valor Médio Anual (2004) |        |             |        |          |        |                   |                |
|                                      | Simulado                 | Medido | Simulado    | Medido | Simulado | Medido | Simulado          | Medido         |
| NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | 0,8                      | 3      | 0,7         | 4      | 3,2      | 7      | 1,1               | <sup>(1)</sup> |

(1) Valor Inexistente

Assumindo que os valores medidos estão perfeitamente correctos, e que os equipamentos estão calibrados e a incerteza quantificada no valor apresentado, os valores estimados pelo modelo estão correctamente enquadrados nos valores medidos. Em primeiro lugar porque os valores de um modelo gaussiano podem ser, em teoria, metade ou o dobro dos valores

<sup>14</sup> Factor 2 ou F2: factor de segurança atribuído aos resultados dos modelos Gaussianos; os valores reais, estatisticamente, poderão ser metade ou o dobro dos valores estimados numericamente.

estimados – factor F2. Em segundo lugar porque a diferença de valores é inferior ao limite máximo de incerteza previsto na legislação em vigor (15% do valor limite anual –  $6 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ).

De forma a tornar os resultados mais conservativos, aquando a avaliação de impactes será aplicado esse mesmo factor (F2) aos resultados estimados, antes da comparação com os valores limite legalmente impostos.

É de referir que o valor médio anual mais elevado, associado à estação de Sonega, correspondeu também ao mais elevado obtido na simulação e que as ordens de grandeza são semelhantes.

Deve-se salientar o facto dos valores serem simulados para uma malha de  $1 \times 1 \text{ km}^2$  e as estações mais periféricas poderem estar sob o efeito de outras fontes não consideradas na modelação, pelo que a comparação entre uma observação pontual, de representatividade desconhecida, e a modelação numérica, deverá ser feita com a devida ponderação.

#### **4.6 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA REGIONAL**

A caracterização da situação de referência passou igualmente pela modelação da dispersão dos poluentes à escala regional considerando as emissões das principais fontes pontuais já existentes no domínio.

A simulação foi efectuada para o domínio regional definido e para um dia crítico de produção fotoquímica identificado no ano de referência de 2004. Este dia considerado crítico correspondeu ao dia de valor máximo de ozono registado na estação de Monte Chãos em 2004 – 17 de Junho.

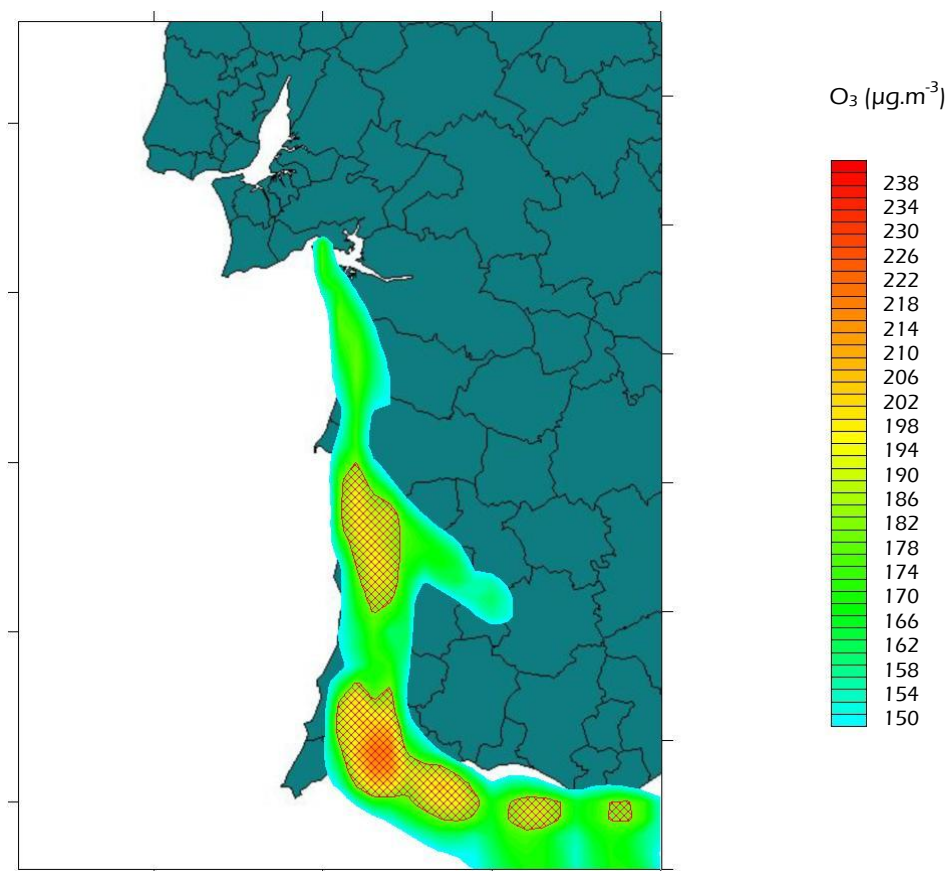
Esta simulação visou essencialmente estabelecer a situação de referência relativamente aos níveis de ozono, numa perspectiva conservadora.

Como foi referido anteriormente, o domínio de cálculo dito “regional” é de  $195 \text{ km} \times 255 \text{ km}$  em redor da Central de Ciclo Combinado de Sines – São Torpes, tendo sido utilizadas duas malhas de cálculo, uma larga de  $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$ , num domínio de  $400 \text{ km} \times 400 \text{ km}$  e, uma malha fina de  $5 \text{ km}$  por  $5 \text{ km}$ , num domínio de  $195 \text{ km} \times 255 \text{ km}$ . Foi esta última malha que foi utilizada para a modelação fotoquímica, num total de 1989 receptores. A simulação estima resultados horários, podendo estes ser tratados de acordo com os descritores estatísticos exigidos por lei (Decreto-Lei 320/2003, de 20 de Dezembro, no caso da simulação para o  $\text{O}_3$  e Decreto-Lei 111/2002, no caso da simulação para o  $\text{NO}_2$ ).

Os valores horários simulados foram analisados considerando o valor máximo horário simulado para as 24h de modelação por malha, isto é, o valor atribuído a cada célula de cálculo para efeitos de análise, corresponde ao valor máximo encontrado durante as 24h de simulação efectuadas para essa célula. Desta forma, obtém-se uma matriz conservadora e consistente que corresponde aos valores máximos encontrados durante as 24h de simulação sobre cada célula da malha de cálculo.

#### 4.6.1 OZONO

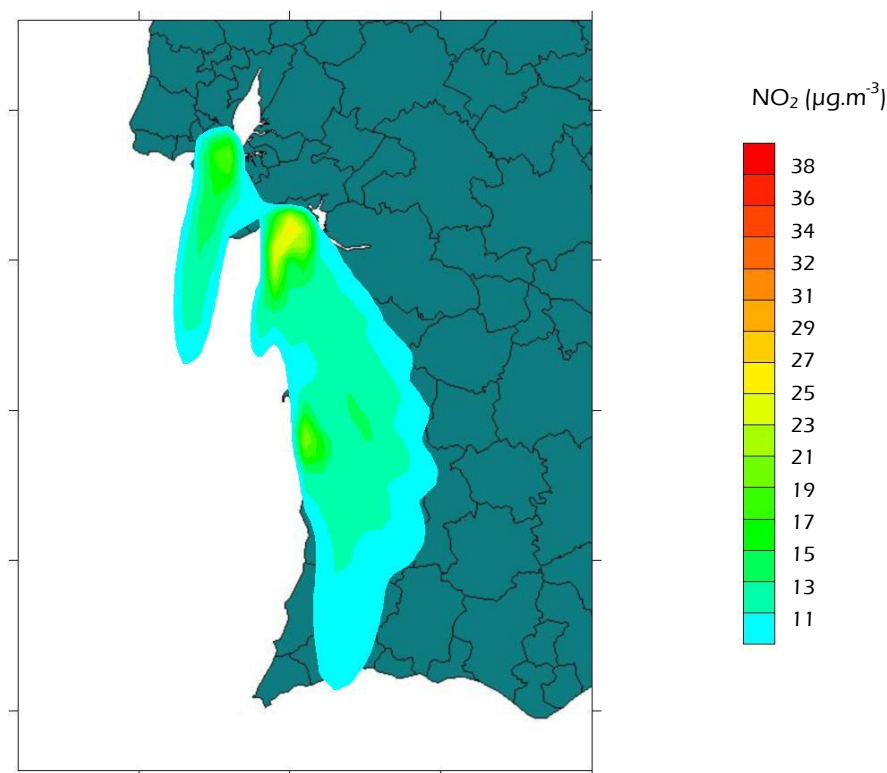
Analisando a Figura 4.21, pode dizer-se que a distribuição de ozono dá-se preferencialmente de Noroeste para Sudeste, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004). Na fase de referência, o máximo horário de ozono em todo o domínio correspondeu a  $218,8 \mu\text{g.m}^{-3}$ . Para a célula correspondente à estação de Monte Chãos, o valor máximo estimado pelo modelo foi de  $156 \mu\text{g.m}^{-3}$ , o que corresponde a um ligeiro desvio face ao valor máximo observado nessa estação nesse mesmo dia, que foi de  $169 \mu\text{g.m}^{-3}$ .



**Figura 4.21** – Campo estimado das concentrações máximas horárias de ozono ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) verificadas para dia 17 de Junho de 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência).

#### 4.6.2 DIÓXIDO DE AZOTO

Analisando a Figura 4.22, pode dizer-se que a distribuição de NO<sub>2</sub> dá-se preferencialmente de Noroeste para Sudeste, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004). Na fase de referência, o máximo horário de NO<sub>2</sub> em todo o domínio, correspondeu a 28,2 µg.m<sup>-3</sup>. Para a célula correspondente à estação de Monte Chãos, o valor máximo estimado foi de 12,9 µg.m<sup>-3</sup>, o que corresponde a um valor conservativo face ao máximo observado nessa estação nesse mesmo dia, que foi de 4 µg.m<sup>-3</sup>.



**Figura 4.22** – Campo estimado das concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário A - situação de referência).

#### 4.6.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A LEGISLAÇÃO

No Quadro 4.8 estão resumidas as estimativas efectuadas pelo modelo. Chama-se a atenção para o facto de os valores deste quadro corresponderem aos valores máximos (VM) estimados no domínio em análise.

**Quadro 4.8** – Resumo dos resultados das simulações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e comparação com os respectivos valores limite do ano de referência (2004)

| Poluente        | Base Horária                          |                                                        | Base Octo-Horária                     |                                       | Base Anual                            |                                             |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|
|                 | VM<br>( $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ ) | VL<br>( $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ )                  | VM<br>( $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ ) | VL<br>( $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ ) | VM<br>( $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ ) | VL<br>( $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ )       |
| NO <sub>2</sub> | 28,2                                  | 260 (2004) <sup>(1)</sup><br>200 (2010) <sup>(1)</sup> | -                                     | -                                     | -                                     | 52 (2004)<br>40 (2010)<br>30 <sup>(2)</sup> |
| O <sub>3</sub>  | 218,8                                 | 180<br>240                                             | 139,2                                 | 120                                   | -                                     | -                                           |

**Legenda:** VM – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite

(1) Valor Limite a não exceder mais de 18 vezes durante um ano

(2) NO<sub>x</sub> – valor limite anual para protecção da vegetação

Relativamente ao cumprimento do estipulado no Decreto-Lei n.º 320/2003, de 20 de Dezembro, as simulações demonstraram que:

- O valor máximo horário de ozono obtido em todo o domínio em estudo excede o limiar de informação (180  $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ ) na situação de referência. O limiar de alerta não é excedido;
- O valor máximo diário das médias octo-horárias de ozono obtido em todo o domínio em estudo excede o valor limite (120  $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ ) na situação de referência;
- O valor horário de NO<sub>2</sub> obtido no domínio em estudo, embora de forma meramente indicativa, não excede o respectivo valor limite.



## **5. AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE CONSTRUÇÃO**

Esta fase envolve trabalhos de escavação/terraplenagem, não muito significativos, atendendo a que se trata de um terreno relativamente plano, assim como trabalhos de montagem de equipamento sobre o terreno, de acordo com o planeamento que integra este EIA.

Nesta fase, para além da normal mobilização para a atmosfera de partículas inertes, serão emitidos poluentes, nomeadamente NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub> e partículas, decorrentes dos motores das máquinas e veículos envolvidos.

As emissões na fase de construção, ao contrário do que se verifica ao nível da fase de exploração, têm um carácter mais localizado no espaço e mais restrito no tempo (por se tratar de uma actividade temporária), abrangendo áreas pertencentes à envolvente próxima da futura Central.

Assim, na fase de construção, existirão impactes negativos, pouco significativos, prováveis, temporários, dado que só se verificarão nesta fase, e de magnitude reduzida, porque far-se-ão sentir sobretudo na qualidade do ar das zonas próximas da construção e podem ser minimizados se se proceder ao humedecimento, por aspersão, do local de intervenção, junto às frentes de obra e acessos utilizados, acção especialmente importante para a redução destes impactes se os trabalhos forem desenvolvidos durante a época seca.

## **6. AVALIAÇÃO DE IMPACTES À ESCALA LOCAL (FASE DE EXPLORAÇÃO)**

A avaliação de impactes na qualidade do ar provenientes do funcionamento da Central de Ciclo Combinado de Sines – S. Torpes foi realizada recorrendo à modelação da dispersão atmosférica à escala local e à escala regional dos principais poluentes emitidos para a atmosfera.

A análise correspondeu à instalação de dois grupos geradores de energia eléctrica, com uma potência unitária de 400 MWe, em que se utilizam turbinas de ciclo combinado a gás natural. Os gases resultantes do processo industrial serão encaminhados por condutas independentes (uma por grupo) e expelidos para a atmosfera por chaminés (uma por grupo).

A solução adoptada em fase de Projecto de Execução corresponde à instalação da CCC com os grupos associados a Torres de Refrigeração de tiragem mecânica (Multicelulares).

Nas simulações efectuadas foram contempladas as seguintes situações:

**Cenário B** – Avaliação dos impactes da futura Central de Ciclo Combinado.

**Cenário C** – Avaliação dos impactes cumulativos da futura Central de Ciclo Combinado, entrando em linha de conta com todos os projectos actualmente previstos para a zona de Sines. Neste caso considerou-se apenas a futura Central de Cogeração da Refinaria da Galp Power, já que está prevista, nesta fase, a instalação de apenas uma CCC com um total de 800 MW em Sines.

- **Alternativa BFG** – A Central de Cogeração a funcionar com alimentação de gás natural e fuel gás do tipo “Blast Furnace Gas”;
- **Alternativa OPG** – A Central de Cogeração a funcionar com alimentação de gás natural e fuel gás do tipo “Other Petroleum Gases”.

De relevar novamente que, a opção de queima exclusiva de gás natural na Central de Cogeração na Refinaria de Sines, parece configurar-se como a mais provável no âmbito do Pedido do Título de Emissão.

A nível local, apenas as emissões de NO<sub>2</sub> são afectadas por esta distinção, assim, somente este poluente será simulado para estas alternativas.

As concentrações máximas estimadas pelo modelo foram comparadas com a legislação em

vigor.

## 6.1 INVENTÁRIO DE EMISSÕES

Uma vez que na caracterização de referência já se procedeu à descrição das fontes actualmente existentes na zona de estudo, nesta fase só se introduzem os elementos relativos aos projectos previstos para o local.

**Quadro 6.1** – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (escala local).

| Instalação Industrial                                    | Nome da Fonte               | Emissões / Concentrações                                           |                                                        |                                                       | Condições de Emissão      |                                          |                                                                            |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                          |                             | NO <sub>x</sub><br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | PTS<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | CO<br>(g.s <sup>-1</sup> ) /<br>(mg.m <sup>-3</sup> ) | Temp. dos<br>Gases<br>(K) | Vel. de<br>saída<br>(m.s <sup>-1</sup> ) | Caudal<br>(m <sup>3</sup> .Nh <sup>-1</sup><br>gás<br>seco) <sup>(1)</sup> |
| Futura Central de Ciclo Combinado de Sines – S.Torpes    | Grupo 1/2 (Norte)           | 39,58 / 75                                                         | 2,64 / 5                                               | 5,28 / 10                                             | 361.45                    | 21,04                                    | 1,9*10 <sup>6</sup>                                                        |
|                                                          | Grupo 2/2 (Sul)             | 39,58 / 75                                                         | 2,64 / 5                                               | 5,28 / 10                                             | 361.45                    | 21,04                                    | 1,9*10 <sup>6</sup>                                                        |
| Futura Central de Cogeração da Refinaria da Galp Energia | Caldeira de Recuperação 1/2 | 4,9 <sup>(1)</sup> / 25,8 <sup>(2)</sup>                           | 0,56                                                   | 3,0                                                   | 419,15                    | 17                                       | 447126                                                                     |
|                                                          | Caldeira de Recuperação 2/2 | 4,9 <sup>(1)</sup> / 25,8 <sup>(2)</sup>                           | 0,56                                                   | 3,0                                                   | 419,15                    | 17                                       | 447126                                                                     |

Legenda:

(1) Factor de emissão para o NO<sub>x</sub> considerando o Fuel Gás do tipo “Blast Furnace Gas” (Fonte: Energy Information Administration : <http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epa/epata1p2.html>)

(2) Factor de emissão para o NO<sub>x</sub> considerando o Fuel Gás do tipo “Other Petroleum Gases”( Fonte: United Kingdom Petroleum Industry Association, in United Kingdom National Air Quality Information Archive)

Tendo em vista o enquadramento do projecto no âmbito do DL nº 193/2003, relativo aos tectos de emissão nacionais, procedeu-se ao cálculo das emissões, em ton/ano, dos poluentes NO<sub>x</sub> e COV's provenientes da instalação em estudo. O quadro seguinte apresenta as emissões calculadas para cada fonte e totais dos poluentes já referidos.

**Quadro 6.2** – Emissões anuais das fontes da Futura CCC da Galp Power em Sines – S. Torpes

|                 | NO <sub>x</sub> (ton/ano) | COV's (ton/ano) |
|-----------------|---------------------------|-----------------|
| Grupo 1/2       | 1248,3                    | 106,5           |
| Grupo 2/2       | 1248,3                    | 106,5           |
| Emissões totais | 2496,6                    | 213,0           |

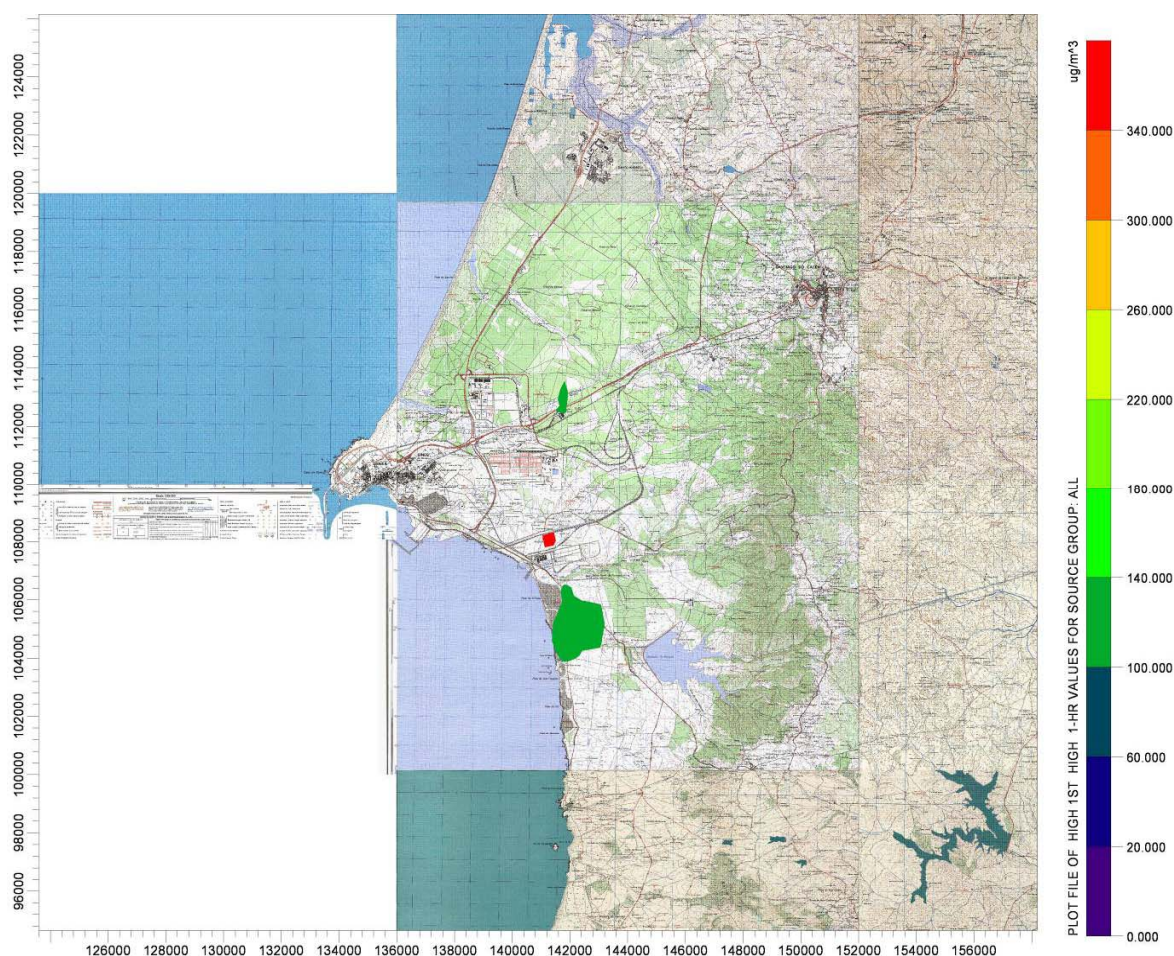
## 6.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES OBTIDOS

### 6.2.1 DIÓXIDO DE AZOTO

#### Cenário B – Avaliação de impactes da futura CCC

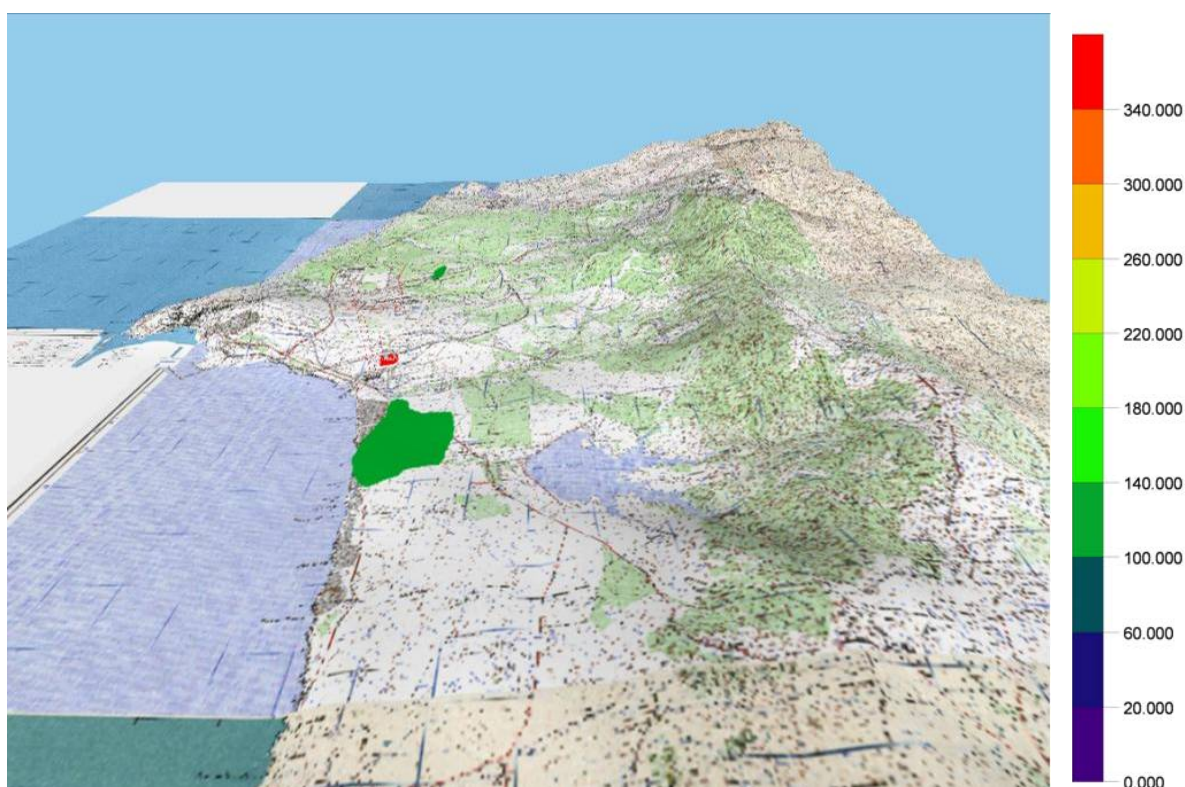
Nas Figuras 6.1 a 6.4 são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para o NO<sub>2</sub>, das concentrações máximas das médias horárias, obtidas para as duas opções consideradas.

É possível constatar que os valores máximos horários registados se situam maioritariamente abaixo dos 100 µg.m<sup>-3</sup>, observando-se, no entanto, duas manchas, representativas de concentrações superiores, a Sul e Norte da implantação do projecto. Estas manchas estão localizadas em zonas de pouco relevo, como se pode verificar pela imagem a 3 dimensões (Figura 6.2). O valor máximo de concentração registado nesta opção foi de 112,8 µg.m<sup>-3</sup>.



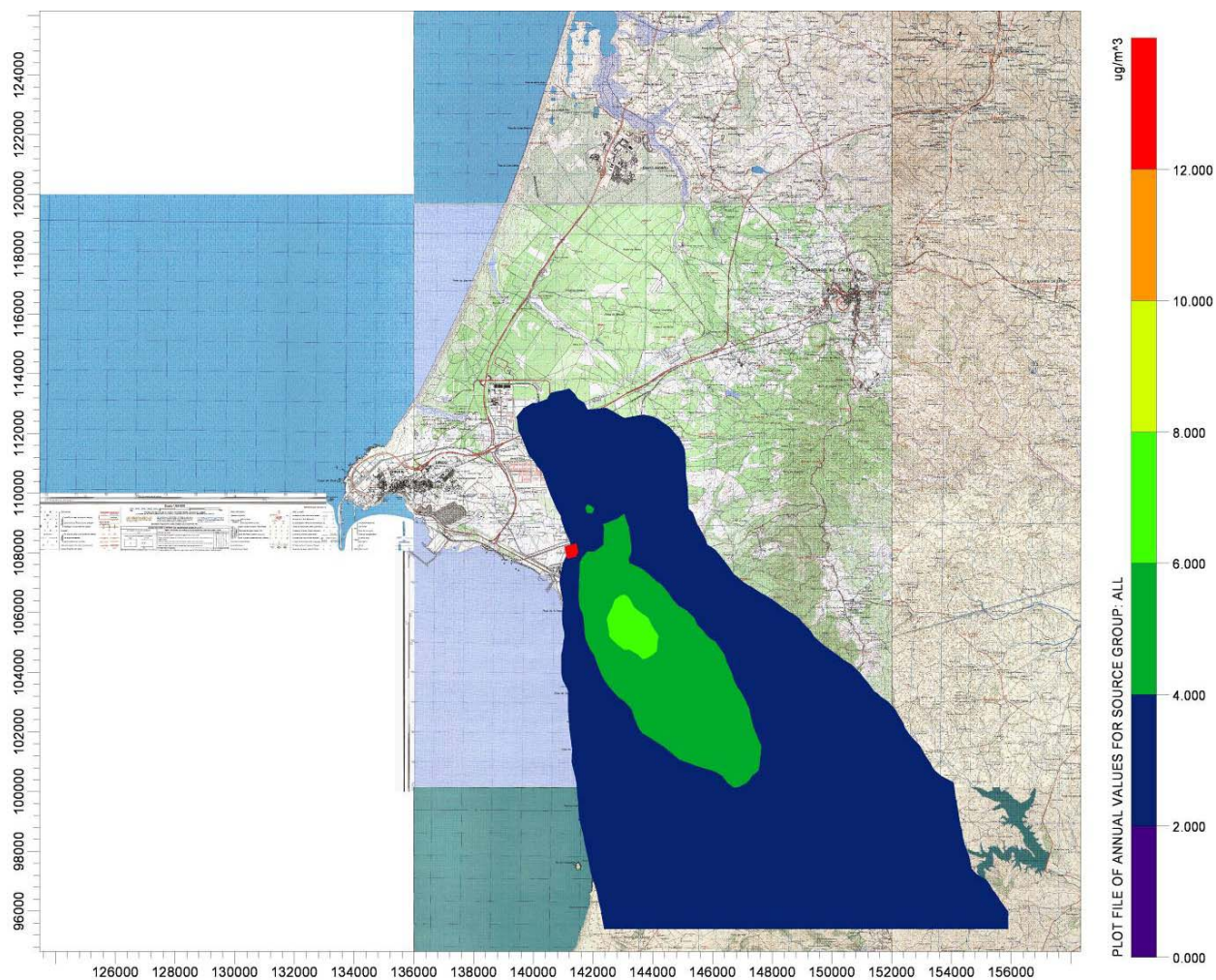
**Figura 6.1** – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas no domínio em análise (Cenário B).





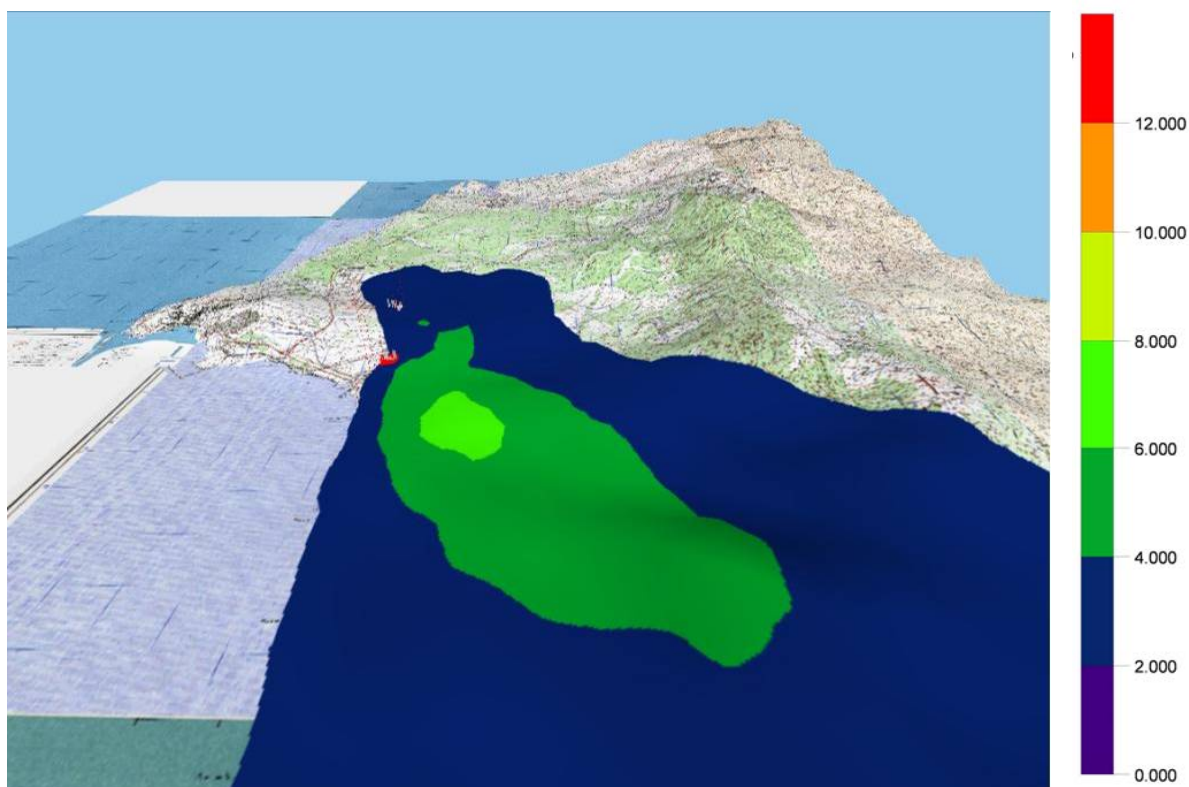
**Figura 6.2** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas no domínio em análise (Cenário B).

Relativamente aos valores anuais de NO<sub>2</sub>, verifica-se claramente que a distribuição das concentrações mais elevadas se apresenta com uma orientação Sul/Sudeste, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004). Os valores mais elevados, registados no Cenário B, foram de 7,45 µg.m<sup>-3</sup>.



**Figura 6.3** – Campo estimado das concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas no domínio em análise (Cenário B).



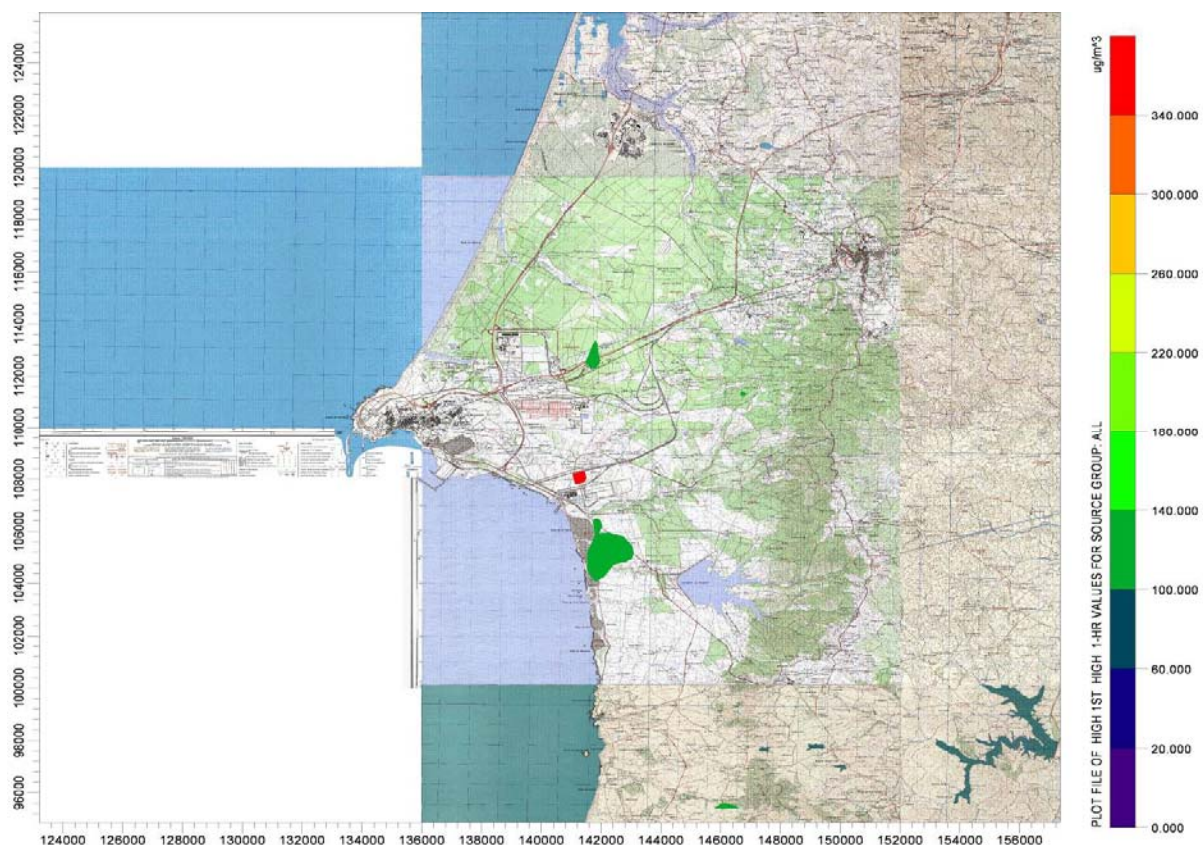


**Figura 6.4** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas no domínio em análise (Cenário B).

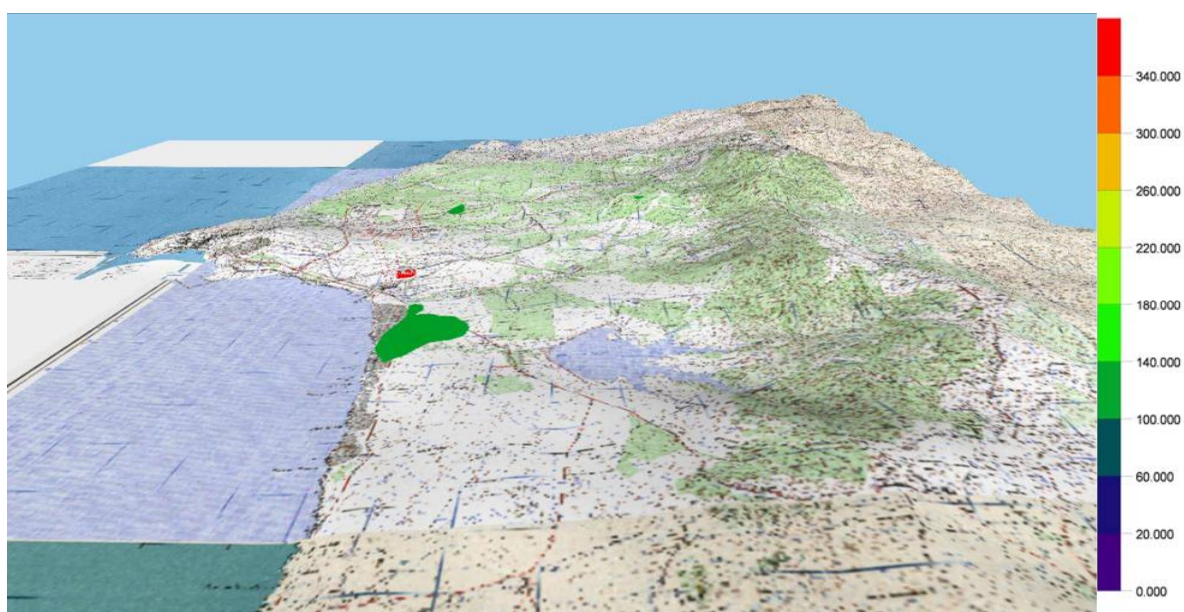
### **Cenário C – Avaliação dos impactes cumulativos da futura CCC**

Os valores de concentração de NO<sub>2</sub> para o Cenário C estão representados nas Figuras 6.5 a 6.12. Nestas, são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para o NO<sub>2</sub> das concentrações máximas das médias horárias e média anual, para todas as opções consideradas neste Cenário.

A análise das Figuras relativas ao Cenário C-BFG permite constatar que o impacte na qualidade do ar local, em termos do poluente NO<sub>2</sub>, resultante da implantação das futuras instalações consideradas nas simulações, não é muito expressivo, quando comparado com o impacte exclusivo da CCC. As zonas representativas de níveis mais elevados encontram-se a Sul e Norte dos projectos em estudo, e a concentração máxima observada é de 119,6 µg.m<sup>-3</sup>. Mais uma vez se observa a dispersão do poluente sobre locais de relevo pouco acentuado.



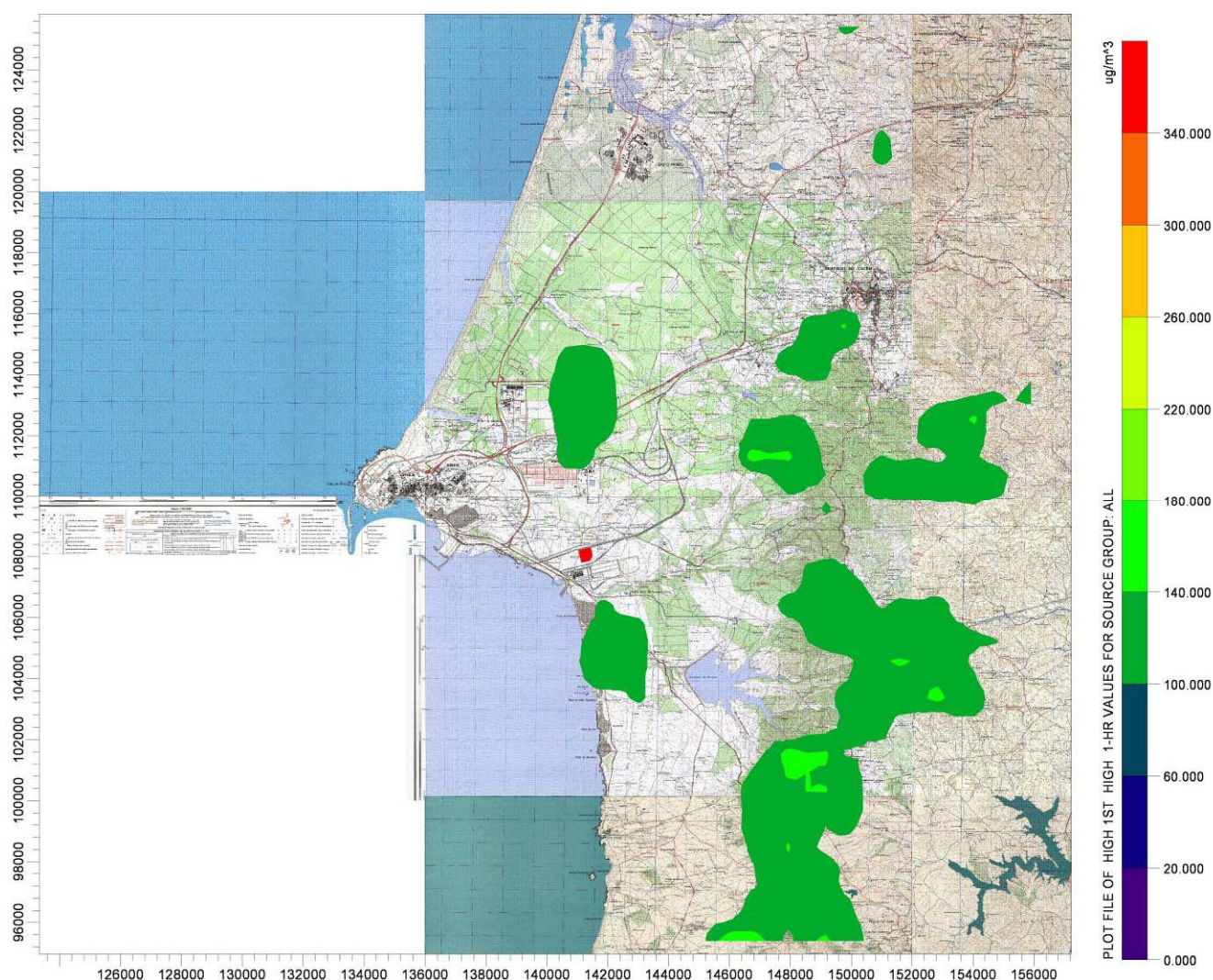
**Figura 6.5** – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas no domínio em análise (Cenário C – BFG).



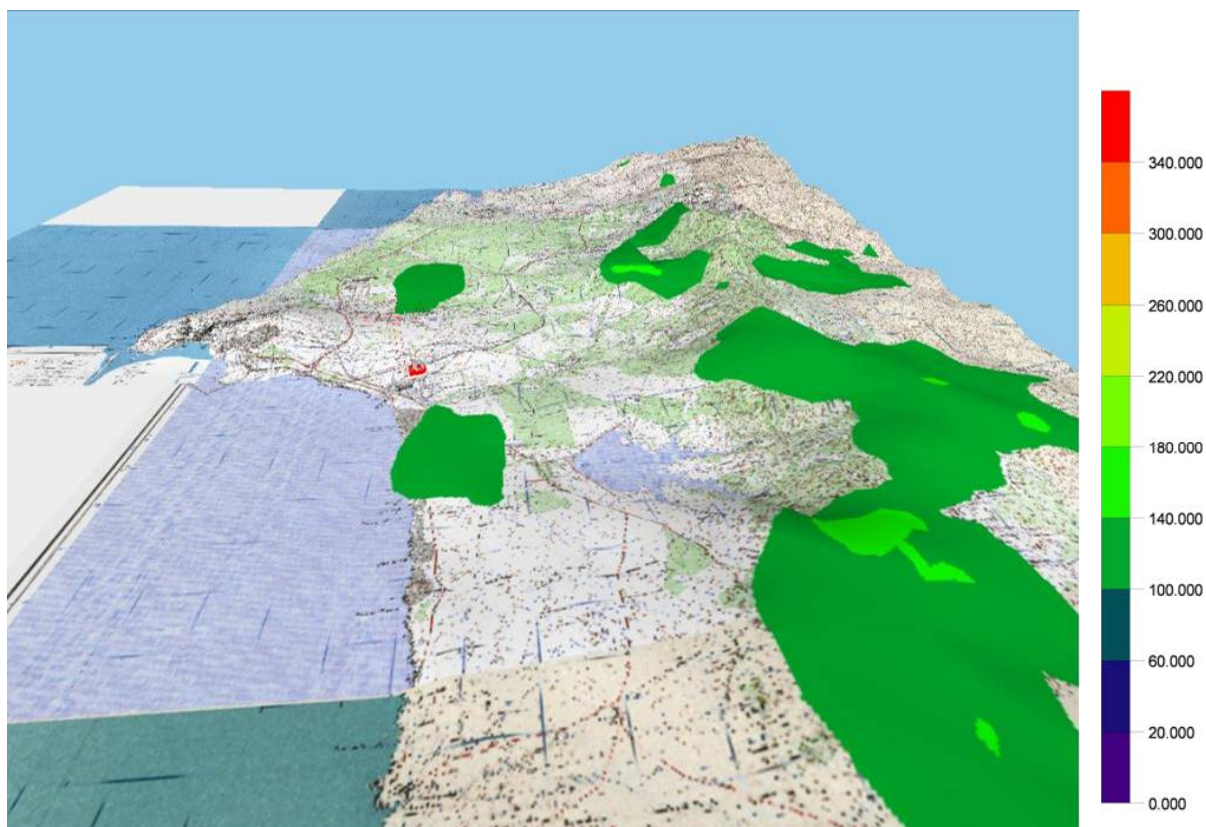
**Figura 6.6** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas no domínio em análise (Cenário C – BFG).



Em análise aos resultados da simulação do Cenário C- OPG, é notório o impacto negativo dos projectos em estudo na qualidade do ar local. As zonas representativas de níveis mais elevados são mais frequentes e atingem-se valores da gama dos 140 aos 180  $\mu\text{g.m}^{-3}$ . O poluente encontra-se disperso maioritariamente a Este/Sudeste do local de implantação, coincidindo com a zona de relevo mais acentuado. O valor máximo registado, nesta opção, foi de 188,3  $\mu\text{g.m}^{-3}$ .



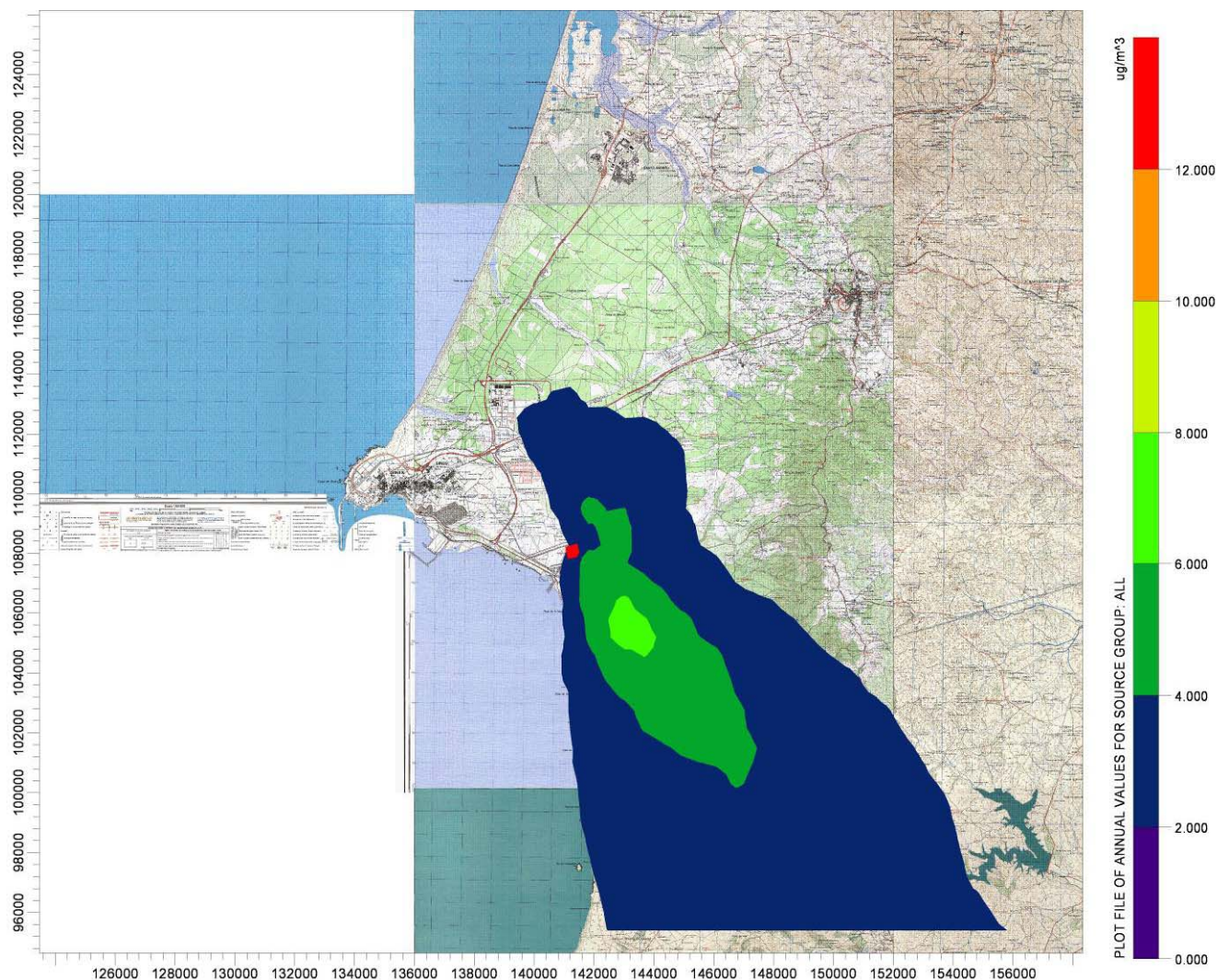
**Figura 6.7** – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C- OPG).



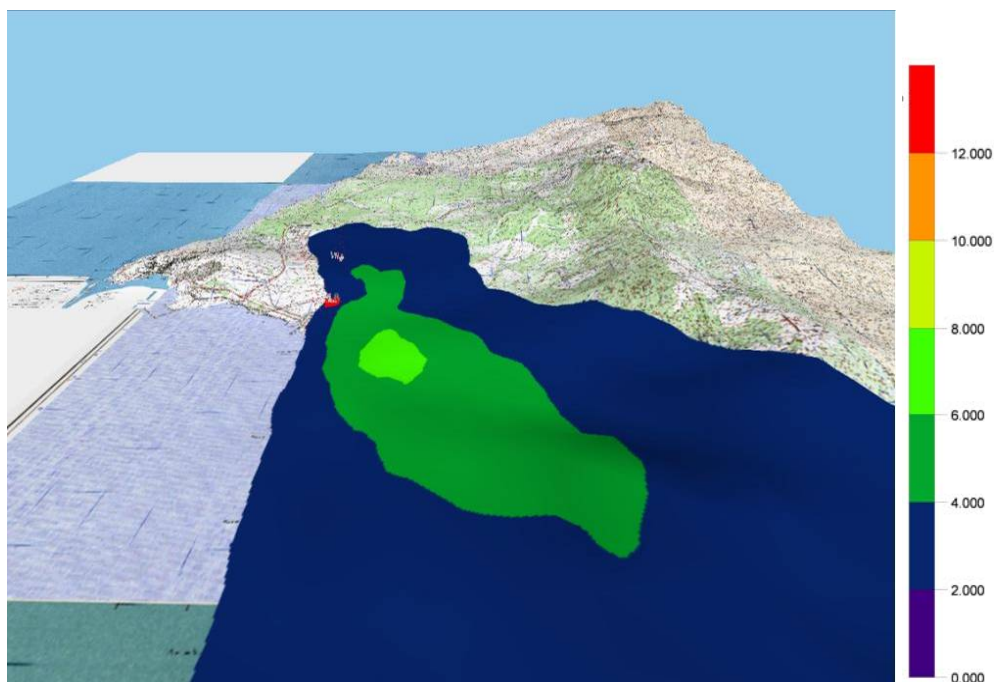
**Figura 6.8** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C – OPG).

No que diz respeito aos valores médios anuais, a distribuição das concentrações apresenta-se com uma orientação Sul/Sudeste, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004). A distribuição espacial das concentrações estimadas é muito semelhante para as opções do cenário C, no entanto, a alternativa OPG, apresenta manchas de concentrações mais elevadas. O valor máximo obtido foi de  $7,4 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$  para o Cenário C, alternativa BFG e de  $9,1 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$  para o Cenário C, alternativa OPG.

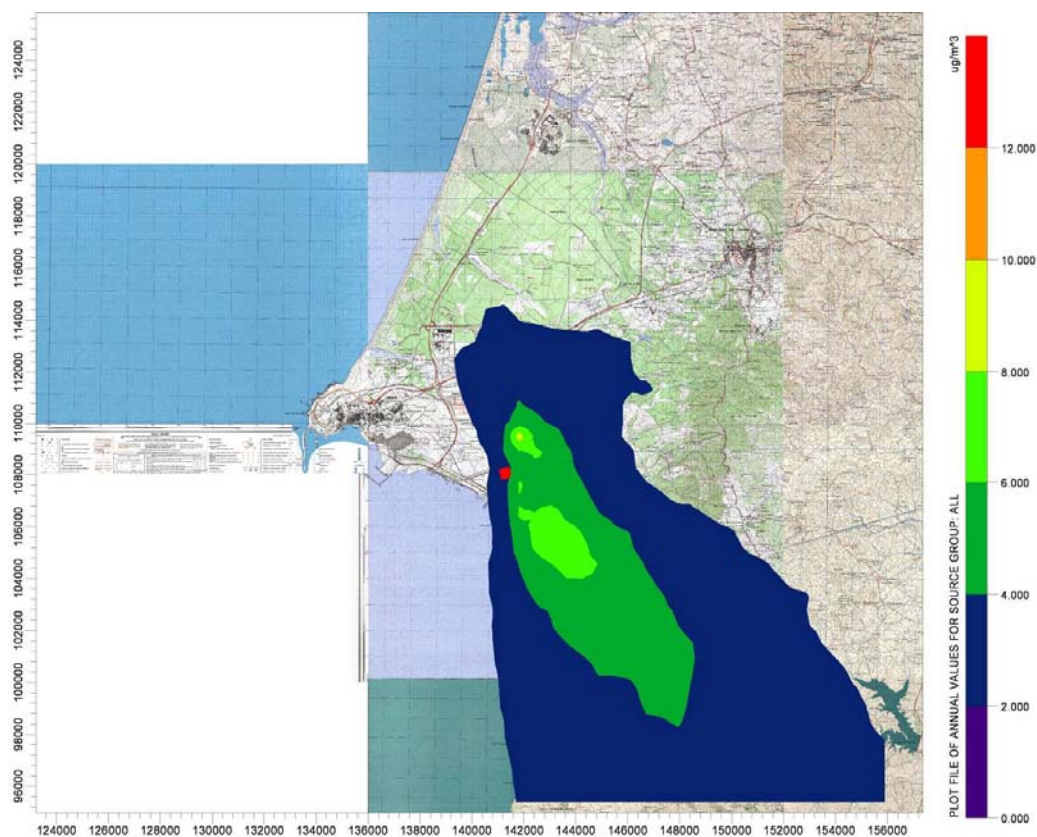




**Figura 6.9** – Campo estimado das concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas no domínio em análise (Cenário C - BFG).

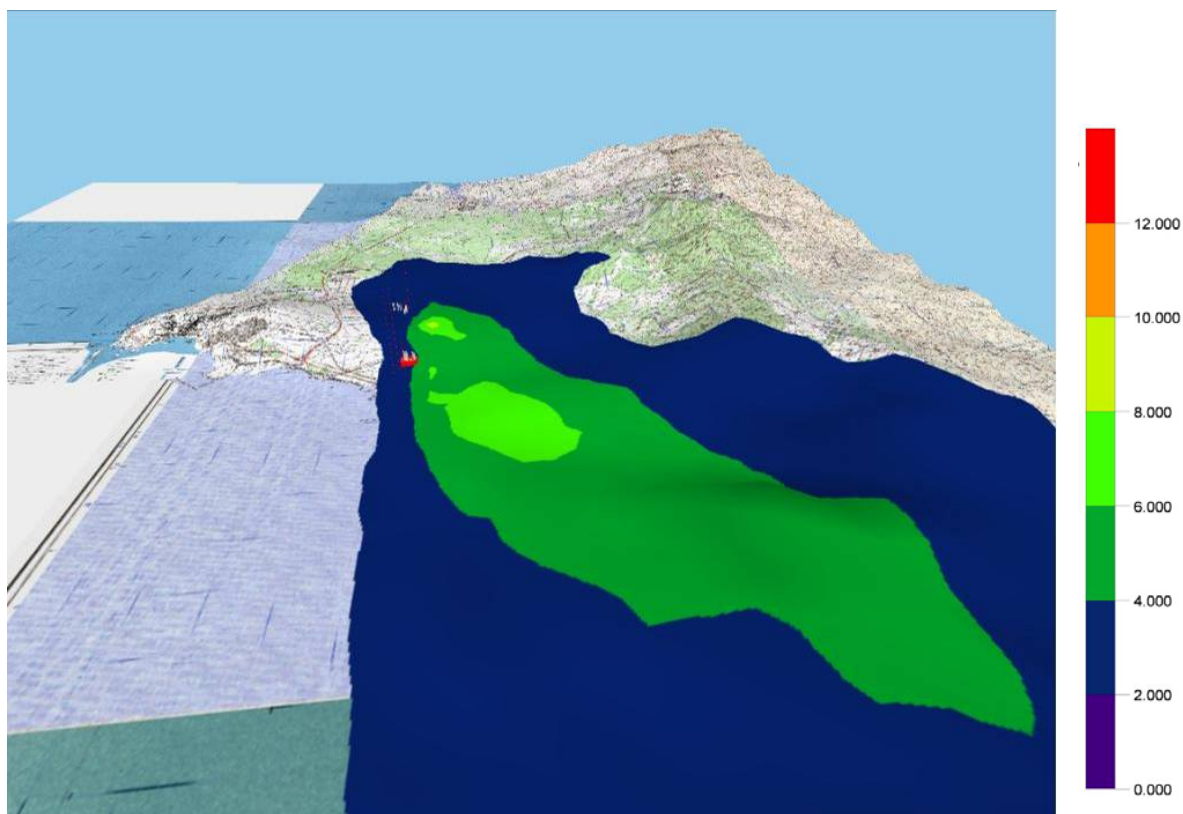


**Figura 6.10** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C – BFG).



**Figura 6.11** – Campo estimado das concentrações médias anuais de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C – OPG).





**Figura 6.12** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas no domínio em análise (Cenário C – OPG).

### Comparação entre Cenários

No Quadro 6.3 são apresentados os resultados obtidos nos diferentes cenários considerados.

**Quadro 6.3** – Resumo dos resultados das simulações para o poluente NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) e comparação entre cenários

| Poluente        |                                               | Cenário A<br>(Situação Referência) | Cenário B<br>(impacte CCC S.<br>Torpes) | Cenário C<br>(impacte cumulativo CCC e<br>restantes projectos) |        |
|-----------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|
|                 |                                               |                                    |                                         | OPG                                                            | BFG    |
| NO <sub>2</sub> | Valor Máximo Horário<br>(µg.m <sup>-3</sup> ) | 93,32                              | 112,76                                  | 188,29                                                         | 119,52 |
|                 | Valor Máximo anual<br>(µg.m <sup>-3</sup> )   | 5,89                               | 7,45                                    | 9,09                                                           | 7,39   |

Comparando os valores obtidos nos diferentes cenários é de salientar que:

- O impacte da instalação da CCC de S. Torpes resulta num acréscimo de cerca de

21% da concentração máxima horária em relação à Situação de Referência. Este desvio não assume proporções muito significativas;

- Relativamente ao Cenário C, em que se entra em linha de conta com os projectos previstos para a zona de estudo, é possível constatar que o desvio relativamente à Situação de Referência varia consoante o tipo de combustível considerado. No caso do OPG o desvio é de 102%, e, no caso, do BFG atinge os 28%. A alternativa OPG é, sem dúvida, a menos favorável, não só em termos dos valores das concentrações máximas obtidas, mas também na dimensão das áreas expostas a esses valores;
- No que diz respeito aos valores anuais, regista-se um ligeiro decréscimo com a inserção da Central de Cogeração, alternativa BFG, relativamente ao Cenário da Avaliação de Impactes;
- Observa-se um acréscimo de 26,5% das concentrações anuais, com a instalação da CCC de S. Torpes comparativamente à Situação de Referência. De referir que este acréscimo, em termos absolutos, é pouco significativo. Em termos dos impactes cumulativos, o Cenário menos favorável (OPG) apresenta um acréscimo de 54,3 %.

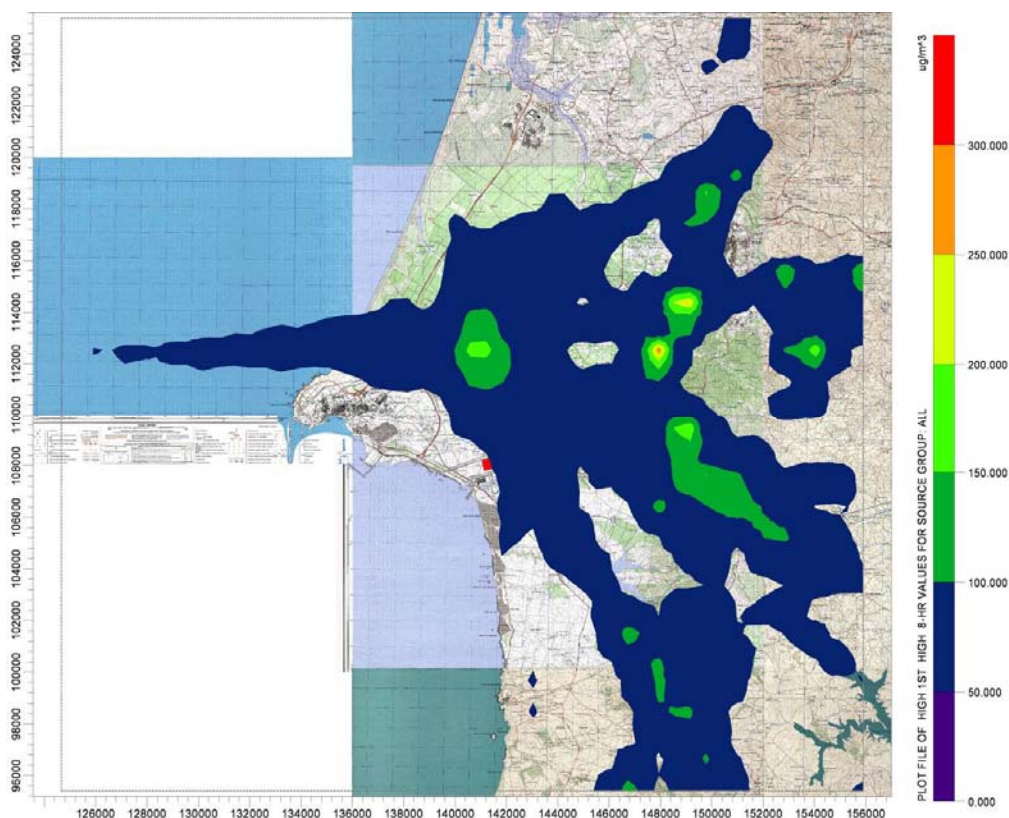
#### 6.2.2 MONÓXIDO DE CARBONO

##### **Cenário B – Avaliação de impactes da futura CCC**

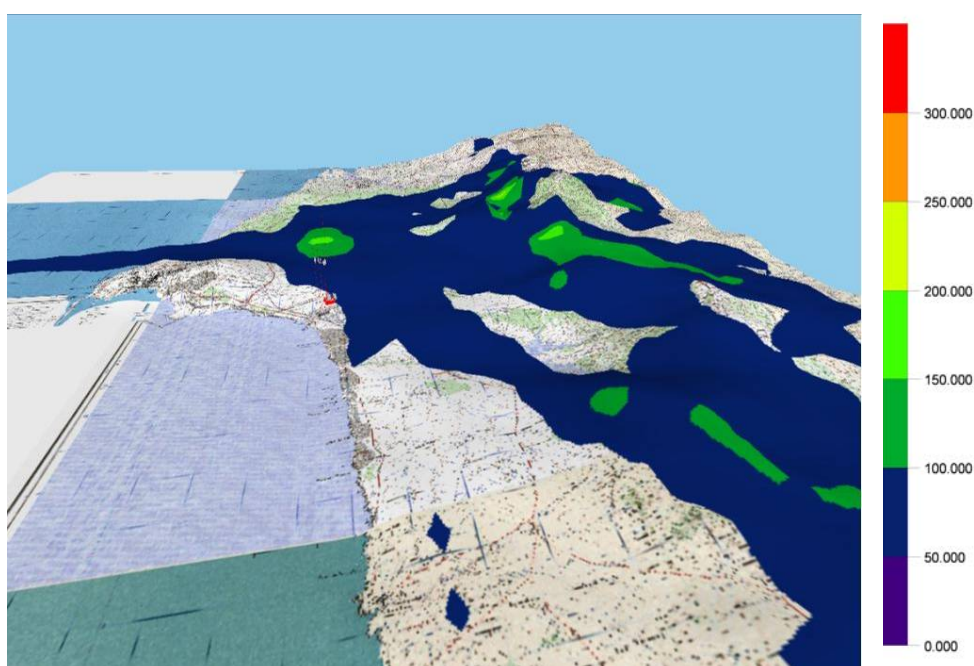
A distribuição espacial das concentrações máximas das médias octo-horárias para o CO está apresentada nas Figuras 6.13 e 6.14.

Visualizando as figuras indicadas verifica-se que a dispersão do poluente ocorre praticamente em redor de toda a área de implantação de projecto, no entanto, os valores mais elevados concentram-se a Este da mesma. O resultado obtido não traz nenhum acrescento significativo ao cenário da Situação de Referência, que inclui todas as fontes existentes actualmente no domínio. A concentração máxima das médias de 8 horas obtida na simulação do Cenário B foi 298,95  $\mu\text{g.m}^{-3}$ .

As imagens a três dimensões permitem ter uma percepção do relevo do terreno existente a Este da futura CCC, que coincide com a localização dos valores de concentração mais elevados.



**Figura 6.13** – Campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B).



**Figura 6.14** – Perspetiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) no domínio em análise (Cenário B).

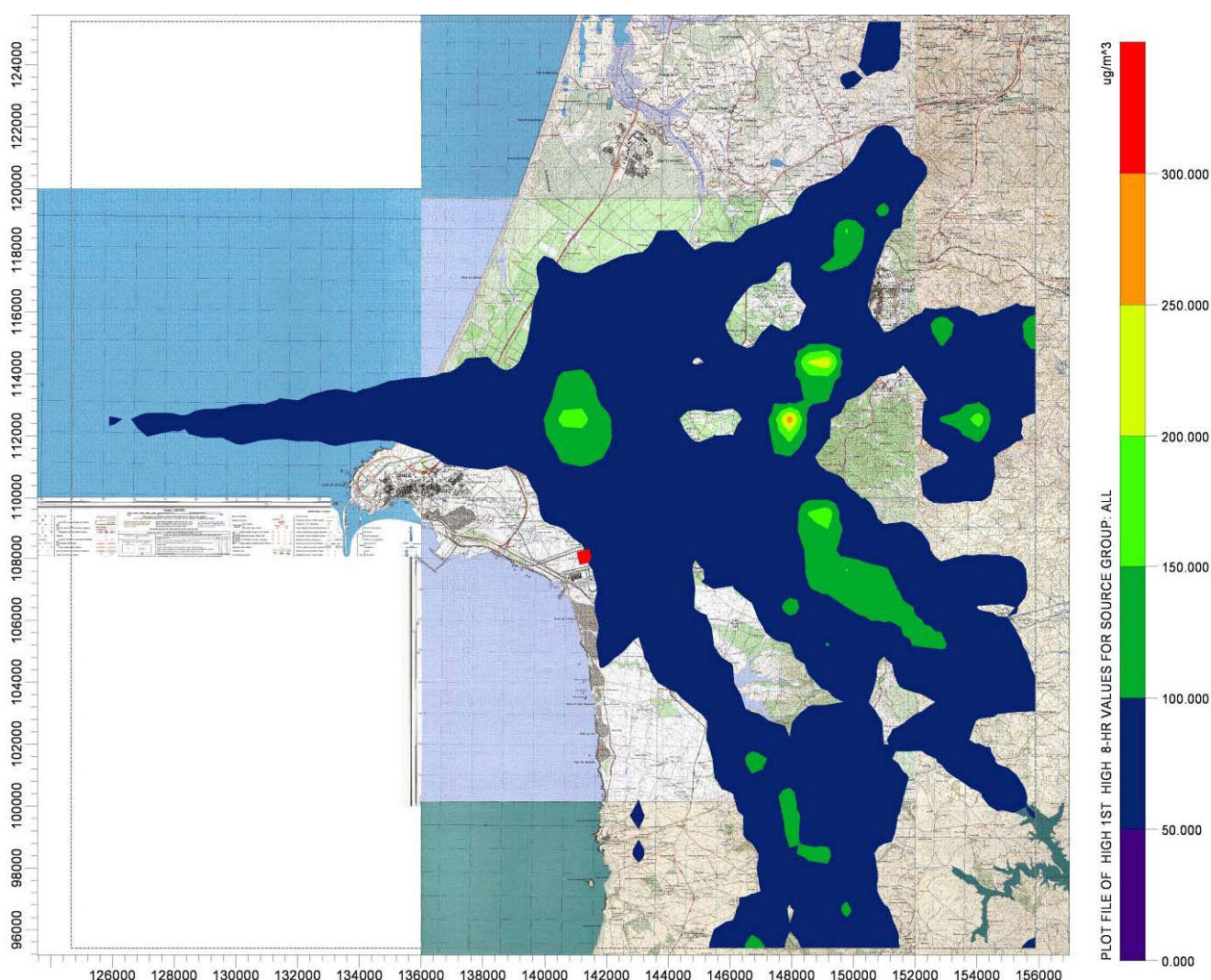


### Cenário C – Avaliação dos impactes cumulativos da futura CCC

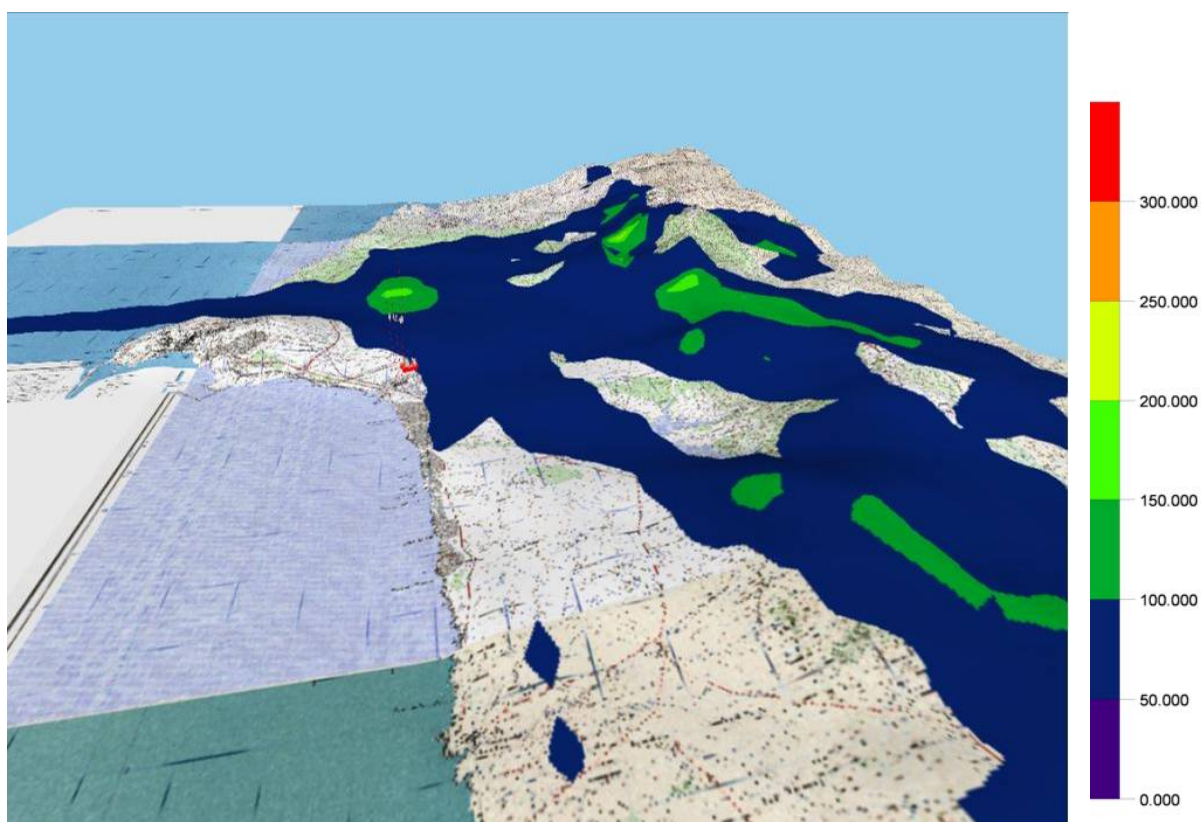
Nas Figuras 6.15 e 6.16 é apresentada a distribuição espacial das concentrações máximas das médias octohorárias para o CO.

Analisando os resultados obtidos na simulação do cenário C, constata-se, mais uma vez, que as concentrações mais elevadas se registam nos locais de relevo acentuado. Este facto pode ser visualizado, de uma forma mais perceptível, nas figuras a três dimensões.

O valor de concentração mais elevado registado para o Cenário C foi de 299,0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ .



**Figura 6.15** – Campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C).



**Figura 6.16** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias de oito horas de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C).

### Comparação entre Cenários

No Quadro 6.4 são apresentados os resultados obtidos nos diferentes cenários considerados.

**Quadro 6.4** – Resumo dos resultados das simulações para o poluente CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e comparação entre cenários

| Poluente |                                                                     | Cenário A<br>(Situação de Referência) | Cenário B<br>(impacte CCC São Torpes) | Cenário C<br>(impacte cumulativo CCC e<br>Central de Cogeração) |
|----------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| CO       | Valor Máximo<br>Octo-Horário<br>( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) | 298,94                                | 298,95                                | 299,0                                                           |

Comparando os valores obtidos nos diferentes cenários é de salientar que as diferenças obtidas em qualquer dos cenários considerados, relativamente à situação de referência, é insignificante.



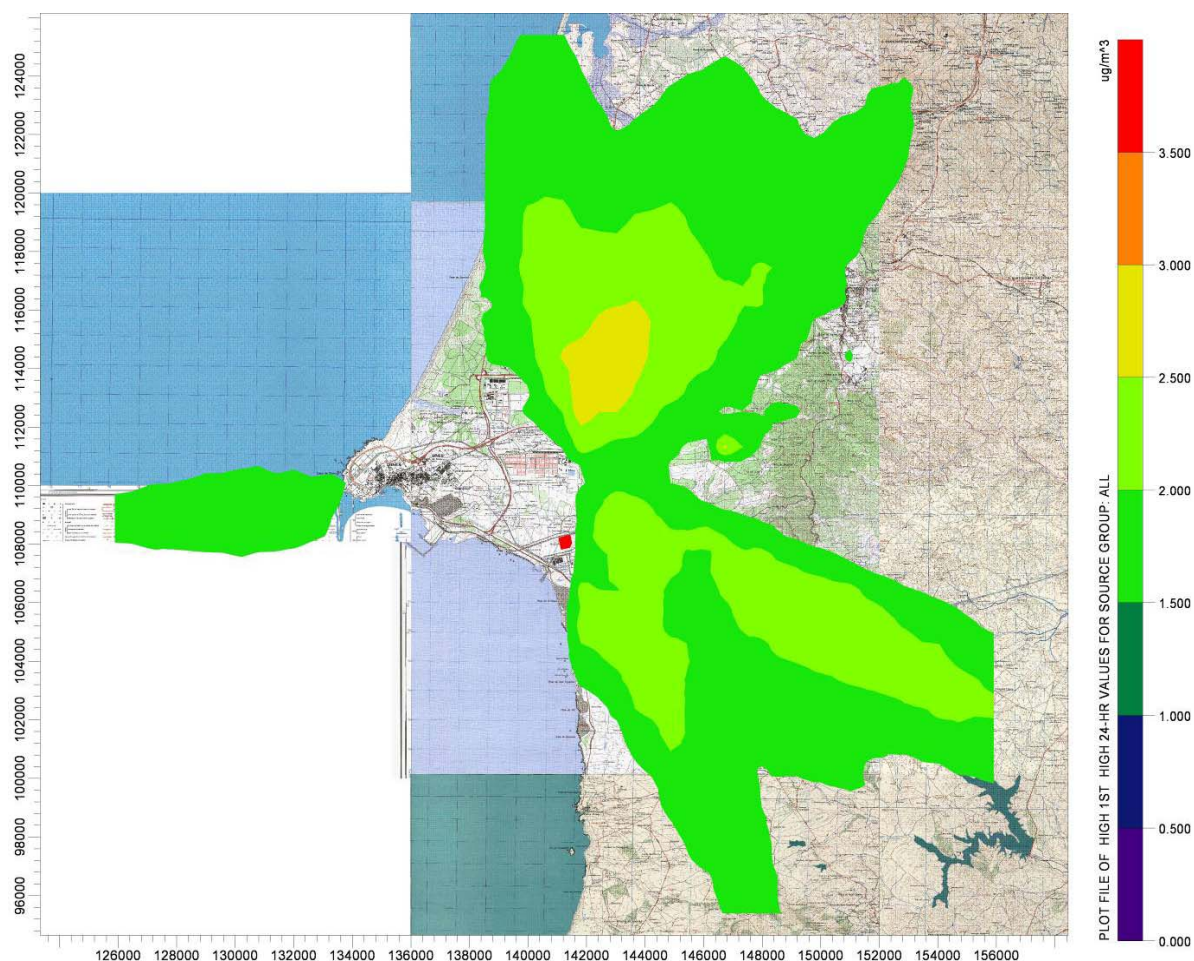
### 6.2.3 PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO

#### Cenário B – Avaliação de impactes da futura CCC

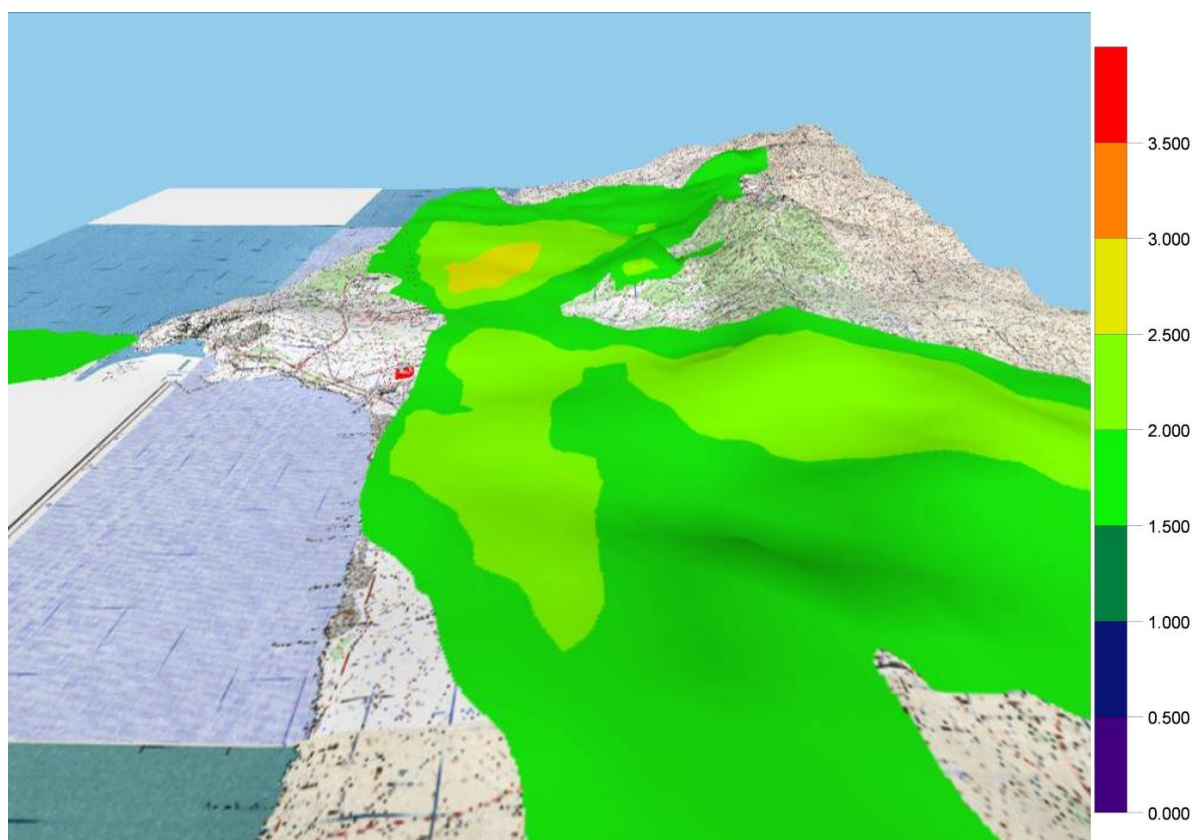
Nas Figuras 6.17 a 6.20 são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para as PTS das concentrações máximas diárias e anuais, para o Cenário B.

Analisando estas figuras, verifica-se que a dispersão do poluente ocorre para Oeste, Sudeste e Nordeste. No entanto, esta dispersão apresenta valores mais elevados de concentração para o último sector referido, o que já acontecia na Situação de Referência, ou seja, os valores são resultado, maioritariamente, das emissões das instalações já existentes. Na restante área as concentrações atingem níveis pouco expressivos.

De salientar que os valores das médias diárias apresentadas correspondem aos máximos das médias diárias verificadas em cada receptor ao longo do ano.

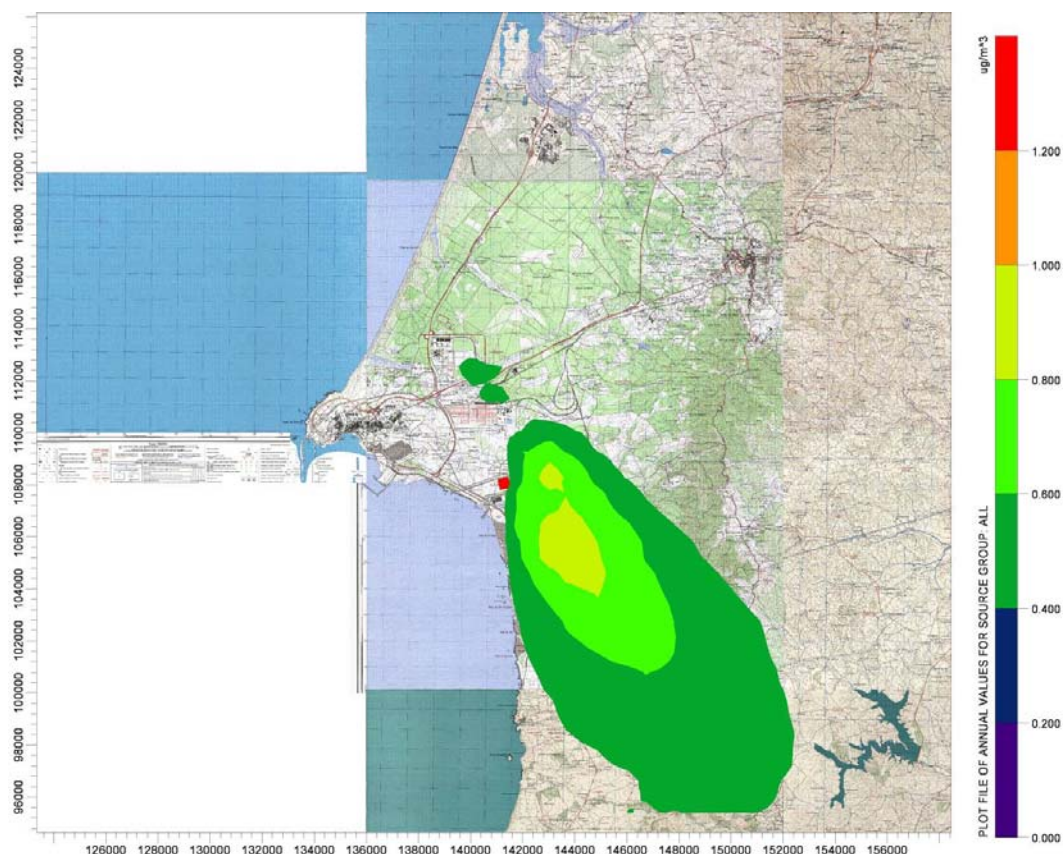


**Figura 6.17** – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B).

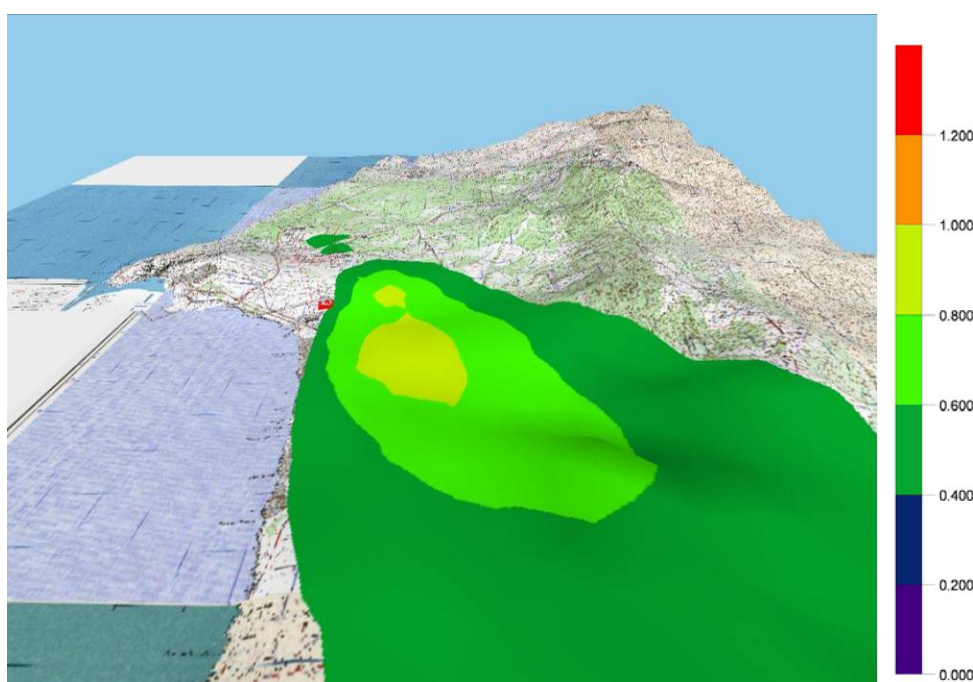


**Figura 6.18** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B2).

Relativamente aos valores médios anuais de PTS verifica-se que as partículas se dispersam preferencialmente com uma orientação Sul/Sudeste, pondo em evidência os ventos dominantes Norte/Nordeste do ano considerado no estudo. Os valores mais elevados são inferiores a  $1,2 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ .



**Figura 6.19** – Campo estimado das concentrações médias anuais de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B).



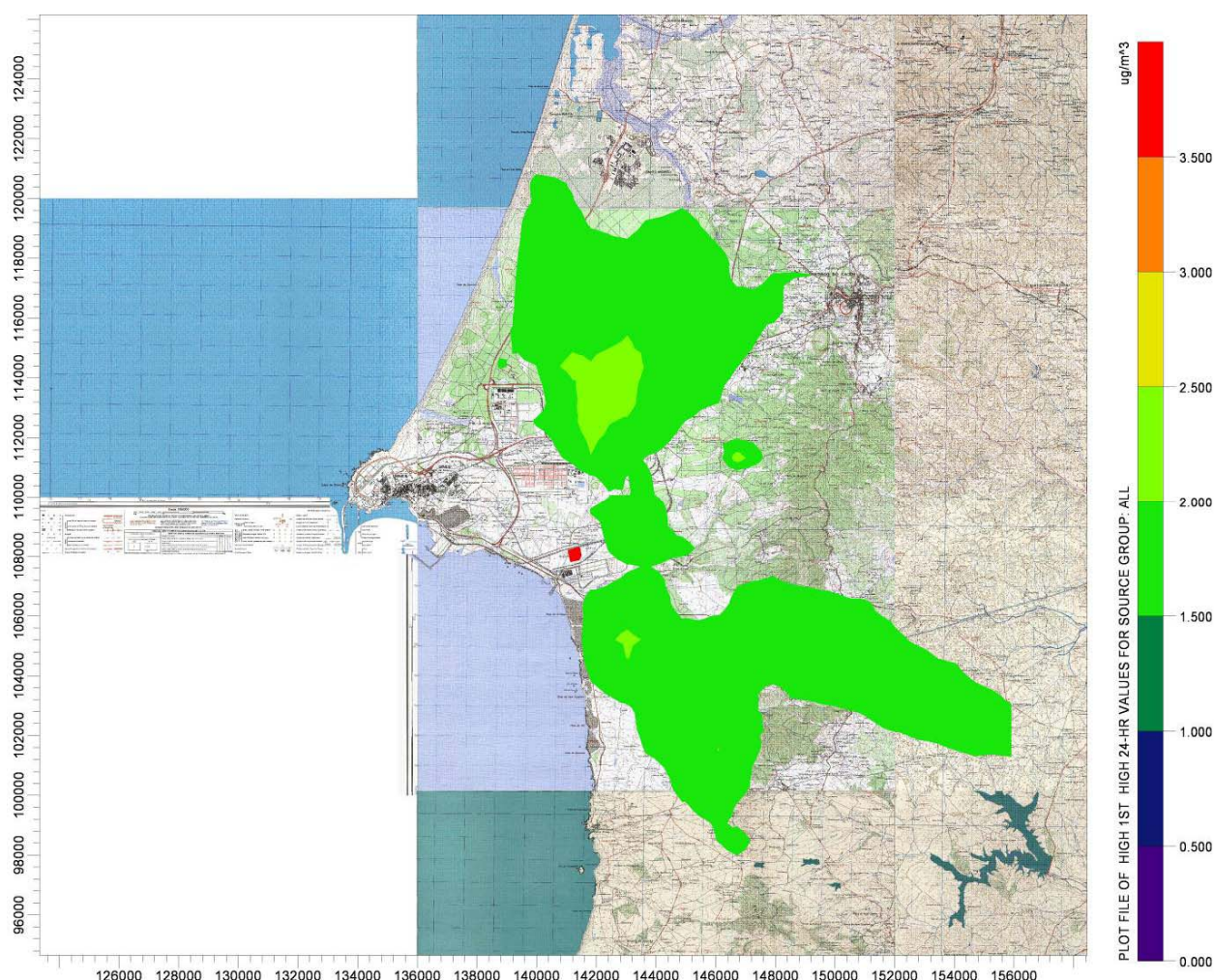
**Figura 6.20** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário B).



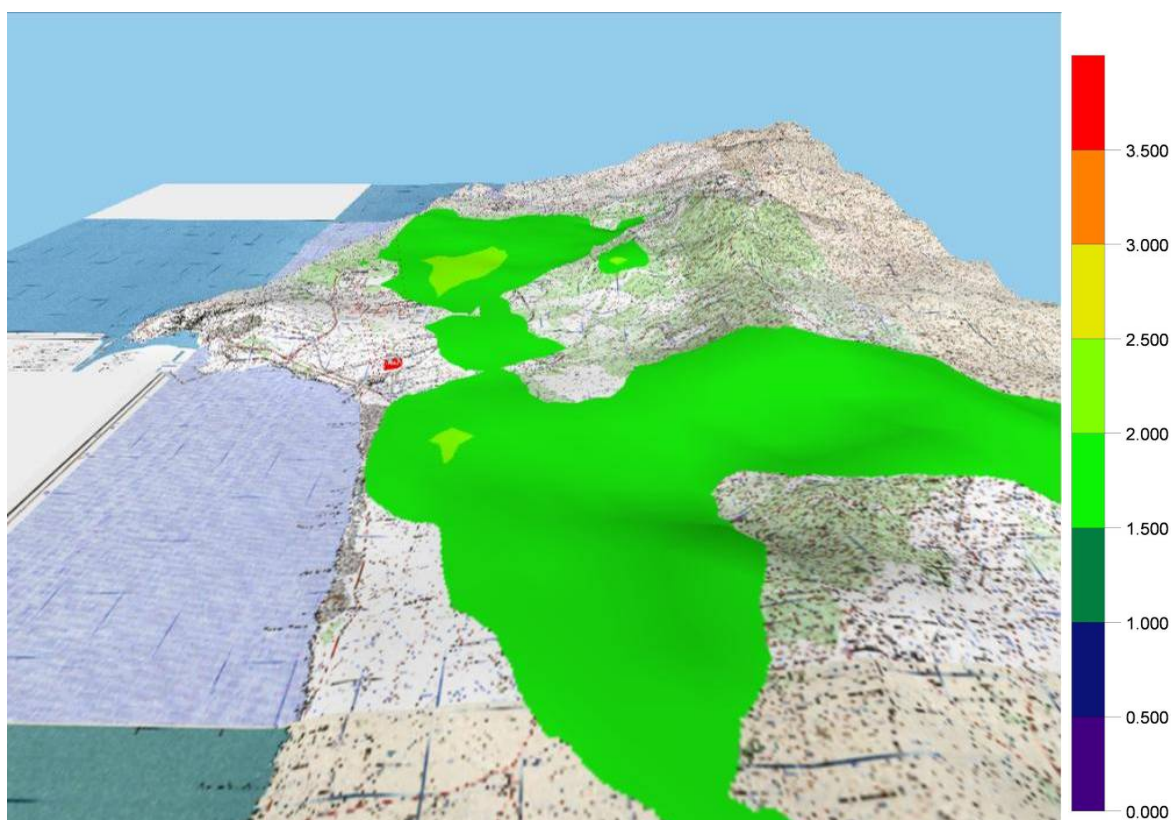
### Cenário C – Avaliação dos impactes cumulativos da futura CCC

Nas Figuras 6.21 a 6.24 são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para as PTS das concentrações máximas diárias e anuais, para o Cenário C. No referido Cenário, a distribuição das PTS ocorre preferencialmente nos sectores Norte e Sudeste, apresentando níveis reduzidos de concentração, sendo até evidente uma diminuição dos valores estimados relativamente à Situação de Referência, como consequência da introdução da Central de Cogeração.

De salientar que os valores das médias diárias apresentadas correspondem aos máximos das médias diárias verificadas em cada receptor ao longo do ano.



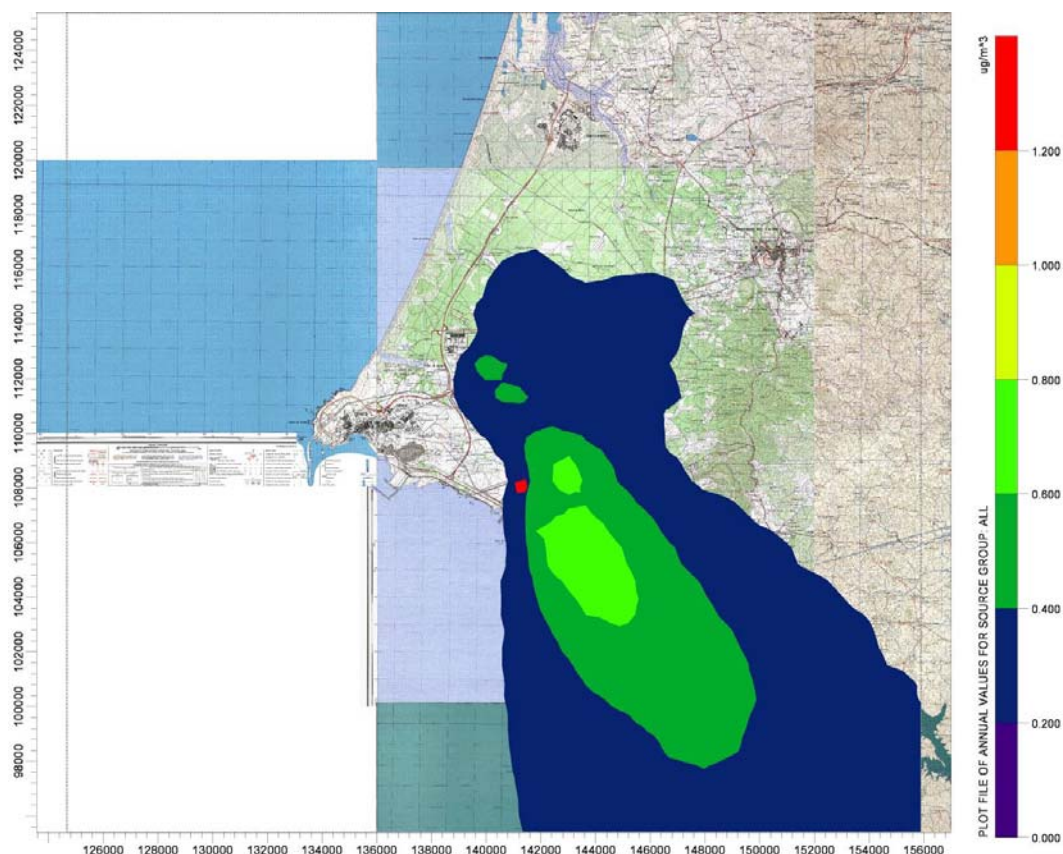
**Figura 6.21** – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C2).



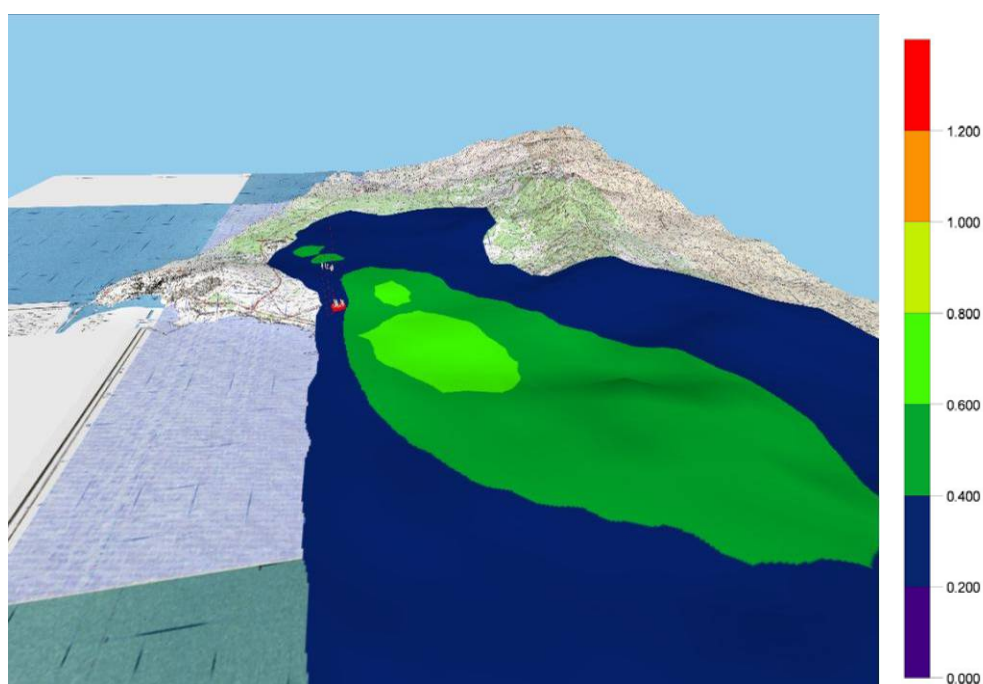
**Figura 6.22** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C).

Relativamente aos valores médios anuais de PTS verifica-se que a dispersão ocorre preferencialmente com uma orientação Sul/Sudeste, pondo em evidência, novamente, os ventos dominantes Norte/Nordeste do ano considerado no estudo. Os valores mais elevados situam-se na gama inferior a  $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Na Situação de Referência, assim como na Avaliação de Impactes, os mesmos encontravam-se numa gama superior.





**Figura 6.23** – Campo estimado das concentrações médias anuais de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C).



**Figura 6.24** – Perspectiva 3D (com factor de ampliação vertical de 10x) do campo estimado da concentração média anual de PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas no domínio em análise (Cenário C).

## Comparação entre Cenários

No Quadro 6.5 são apresentados os resultados obtidos nos diferentes cenários considerados.

**Quadro 6.5** – Resumo dos resultados das simulações para o poluente PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e comparação entre cenários

| Poluente |                                                     | Cenário A<br>(Situação de Referência) | Cenário B<br>(impacte CCC São Torpes) | Cenário C<br>(impacte cumulativo CCC e restantes projectos) |
|----------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| PTS      | Valor Máximo Diário ( $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ ) | 2,83                                  | 2,97                                  | 2,47                                                        |
|          | Valor Máximo Anual ( $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ )  | 0,92                                  | 0,96                                  | 0,83                                                        |

Comparando os valores obtidos nos diferentes cenários é de salientar que:

- O Cenário de avaliação de impactes da CCC apresenta um desvio, face à situação de referência, inferior a 5%,
- Ocorre uma redução de valores de concentração do Cenário A e B para o Cenário C, contrariamente ao que seria de esperar dado que o número de fontes consideradas no Cenário C é superior. Este facto está relacionado com a redução das emissões na Chaminé principal da Refinaria da Galp Energia aquando a implantação da futura Central de Cogeração, que no caso das partículas é muito significativa.

## 6.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A LEGISLAÇÃO

No Quadro 6.6 estão resumidas as estimativas efectuadas pelo modelo. Os valores deste quadro correspondem aos valores máximos (VM) estimados para cada poluente em análise, dentro do universo de todos os 900 receptores e para as 8760 horas simuladas (um ano completo).

**Quadro 6.6** – Resumo dos resultados das simulações ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e comparação com os respectivos valores limite

| Poluente |     | NO <sub>2</sub> |                                 |            |                                   | CO                |       | PM <sub>10</sub> <sup>(1)</sup> |                   |            |    |
|----------|-----|-----------------|---------------------------------|------------|-----------------------------------|-------------------|-------|---------------------------------|-------------------|------------|----|
|          |     | Base Horária    |                                 | Base Anual |                                   | Base octo-horária |       | Base Diária                     |                   | Base Anual |    |
| Cenários |     | VM              | VL                              | VM         | VL                                | VM                | VL    | VM                              | VL                | VM         | VL |
| B        |     | 112,8           | 200<br>(2010)<br><sup>(2)</sup> | 7,45       | 40<br>(2010)<br>30 <sup>(4)</sup> | 299,0             | 10000 | 2,5                             | 50 <sup>(3)</sup> | 0,8        | 40 |
| C        | OPG | 188,3           |                                 | 9,09       |                                   | 299,0             |       | 2,1                             |                   | 0,7        |    |
|          | BFG | 119,5           |                                 | 7,39       |                                   |                   |       |                                 |                   |            |    |

**Legenda:** VM – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite

(1) Os valores de PM<sub>10</sub> foram calculados a partir dos valores de PTS obtidos, com base no factor de conversão previsto no DL 111/2002 (PTS=1.2\*PM<sub>10</sub>)

(2) Valor Limite a não exceder mais de 18 vezes durante um ano

(3) Valor Limite a não exceder mais de 35 dias durante um ano

(4) NO<sub>x</sub> – valor limite anual para protecção da vegetação

Relativamente ao cumprimento do estipulado no Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, as simulações demonstraram que:

- No caso do CO, não foram excedidos os valores limite (VL) legalmente estabelecidos, em nenhum dos Cenários. Mesmo aplicando um factor de 2 (F2) <sup>15</sup> aos valores estimados; os valores ficam bastante aquém do valor limite estabelecido (10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- Relativamente ao NO<sub>2</sub> verifica-se que o valor máximo apenas excede o valor limite quando aplicado um factor de 2 (F2) aos valores estimados, em apenas uma das opções em análise. Considerando a opção OPG (do RECAPE da Central de Cogeração) do Cenário C, observa-se a excedência em mais de 18 vezes, no ano analisado, em um dos receptores, o que corresponde a uma área afectada de 1km<sup>2</sup>, ou seja, 0,11% do domínio de estudo. É de salientar, o facto da área afectada corresponder a uma zona de fraca densidade habitacional. Considerando apenas o Cenário B, com os impactes da CCC em estudo, não são registadas excedências. Relativamente ao valor limite anual previsto no mesmo diploma, este não foi excedido, inclusivamente depois da aplicação do factor F2 aos valores estimados.
- No caso das Partículas PM<sub>10</sub>, não existem excedências aos valores limite, quer diário quer anual. Mesmo aplicando o factor F2 não são verificadas excedências ao valor limite estabelecido por lei.

<sup>15</sup> Factor 2 ou F2: factor de segurança atribuído aos resultados dos modelos Gaussianos; os valores reais, estatisticamente, poderão ser metade ou o dobro dos valores estimados numericamente.

## **7. AVALIAÇÃO DE IMPACTES À ESCALA REGIONAL (FASE DE EXPLORAÇÃO)**

A avaliação de impactes na qualidade do ar provenientes do funcionamento da Central de Ciclo Combinado de Sines foi realizada recorrendo também à modelação da dispersão atmosférica à escala regional. Neste âmbito foram avaliados os impactes ao nível das concentrações de ozono e de dióxido de azoto.

Nas simulações efectuadas foram contempladas as seguintes situações:

**Cenário B** – Avaliação dos impactes da futura Central de Ciclo Combinado.

**Cenário C** – Avaliação dos impactes cumulativos da futura Central de Ciclo Combinado, entrando em linha de conta com projectos actualmente previstos para a zona de Sines. Neste caso, apenas a futura Central de Cogeração da Refinaria da Galp Power será considerada, já que está prevista, nesta fase, a instalação de apenas uma CCC com um total de 800 MW em Sines.

- **Alternativa BFG** – A Central de Cogeração a funcionar com alimentação de gás natural e fuel gás do tipo “Blast Furnace Gas”;
- **Alternativa OPG** – A Central de Cogeração a funcionar com alimentação de gás natural e fuel gás do tipo “Other Petroleum Gases”.

A nível regional, ambos os poluentes em análise, Ozono e NO<sub>2</sub>, foram modelados para estas duas alternativas de combustível.

De relevar novamente que, a opção de queima exclusiva de gás natural na Central de Cogeração na Refinaria de Sines, parece configurar-se como a mais provável no âmbito do Pedido do Título de Emissão.

As fontes consideradas na avaliação de impactes à escala regional foram as que estão referidas na Caracterização da Situação de Referência acrescidas das fontes previstas para o domínio em estudo e que estão caracterizadas no capítulo 6.

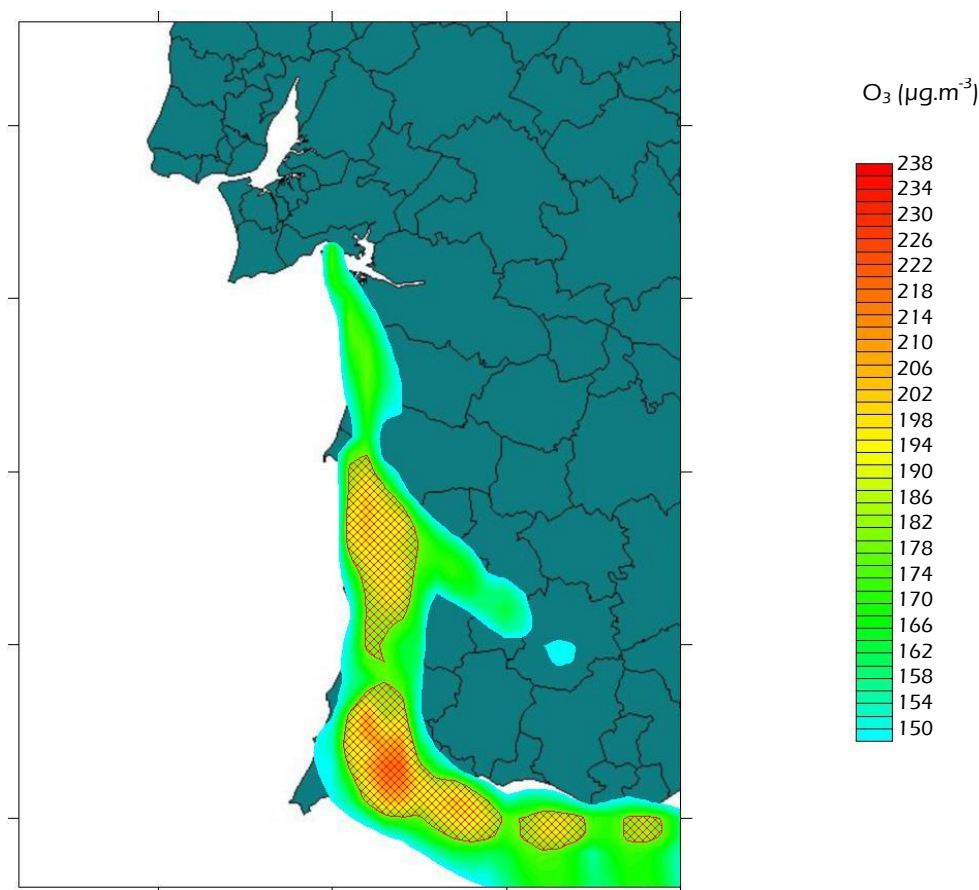
As concentrações estimadas pelo modelo foram comparadas com a legislação em vigor.

## 7.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES OBTIDOS

### 7.1.1 OZONO

#### Cenário B – Avaliação de impactes da futura CCC

Analisando a Figura 7.1, pode dizer-se que a distribuição de ozono dá-se preferencialmente de Noroeste para Sudeste, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004). No Cenário B, o máximo horário de ozono no domínio correspondeu a  $220,8 \mu\text{g.m}^{-3}$ . É de salientar que existe um pequeno acréscimo, inferior a 3%, face aos valores simulados para a situação de referência.



**Figura 7.1** – Campo estimado das concentrações máximas horárias de ozono ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário B).

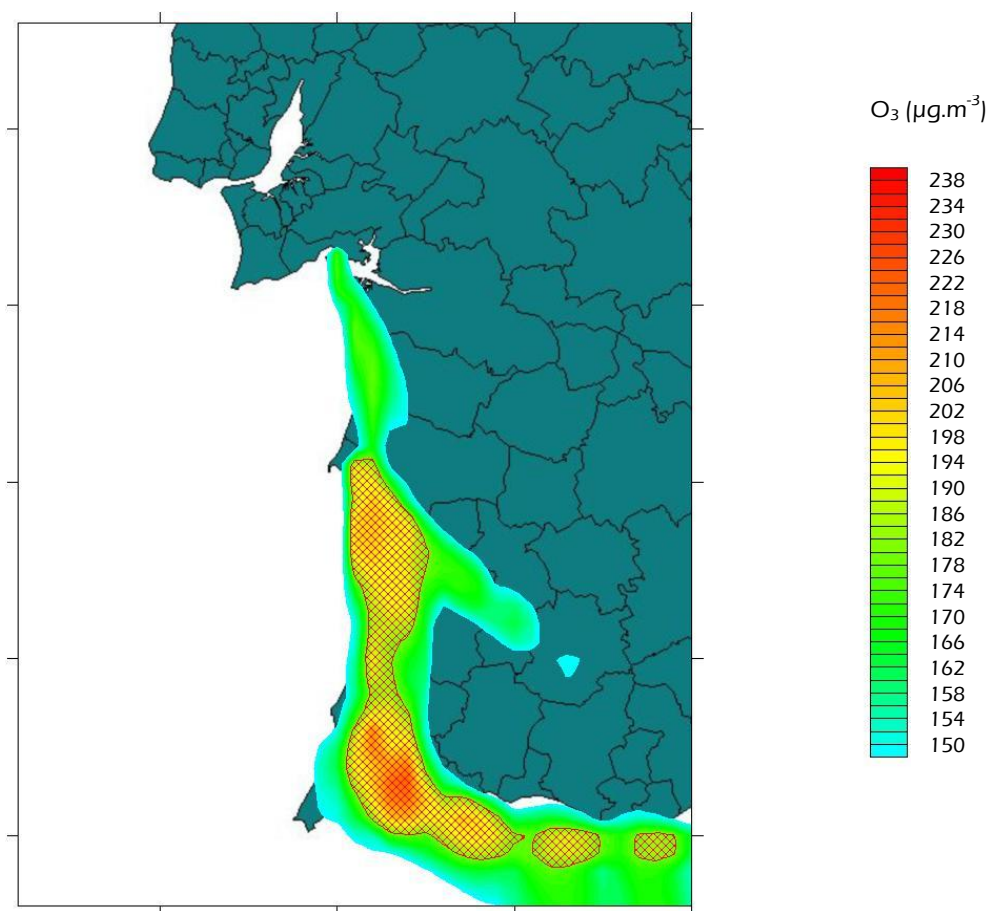
#### Cenário C – Avaliação dos impactes cumulativos da futura CCC

Analisando as Figuras 7.2 e 7.3, pode dizer-se que a distribuição de ozono dá-se preferencialmente de Noroeste para Sudeste, tal como verificado para o Cenário B, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004).

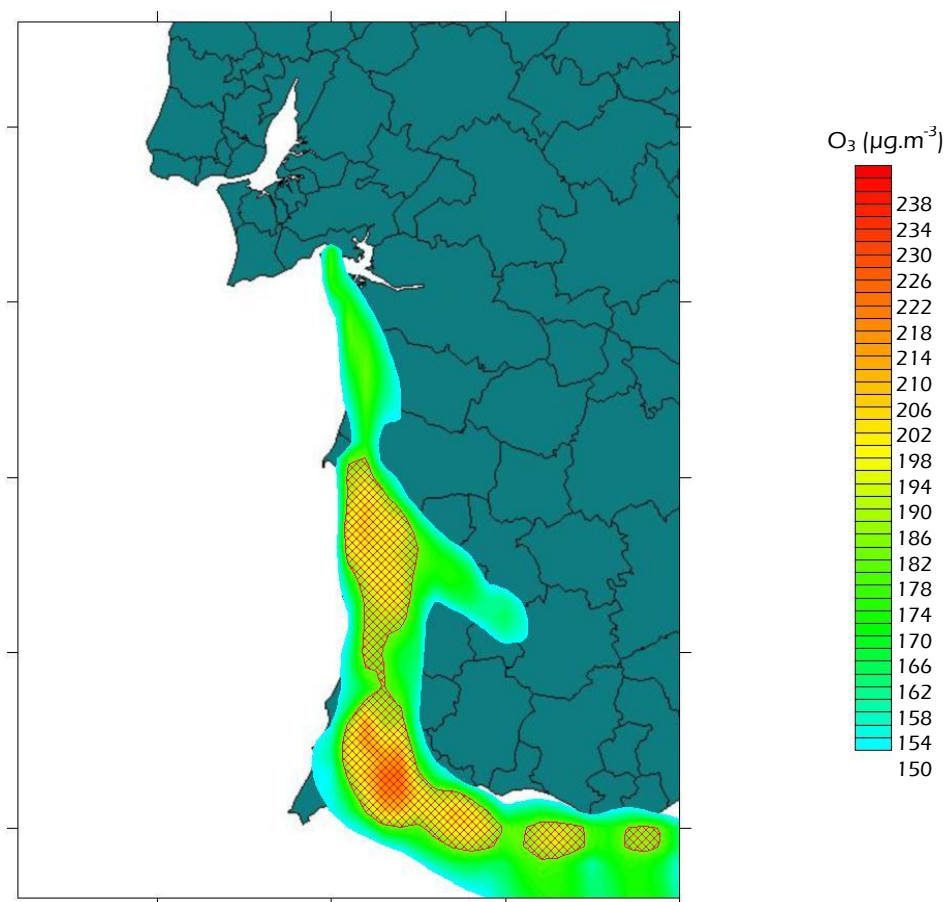


No Cenário C, alternativa BFG, o máximo horário de ozono correspondeu a  $220,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . No Cenário C, alternativa OPG, o máximo horário de ozono correspondeu a  $224,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

É de salientar que, para todas as opções do cenário C, o acréscimo positivo para o cenário A (referência), é igualmente pequeno (inferior a 5%).



**Figura 7.2** – Campo estimado das concentrações máximas horárias de ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário C –BFG).



**Figura 7.3** – Campo estimado das concentrações máximas horárias de ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário C – OPG).

### Comparação entre Cenários

No Quadro 7.1 são apresentados os resultados obtidos nos diferentes cenários considerados.

**Quadro 7.1** – Resumo dos resultados das simulações para o poluente  $\text{O}_3$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e comparação entre cenários

| Poluente     |                                                      | Cenário A<br>(Situação de Referência) | Cenário B<br>(impacte CCC São Torpes) | Cenário C<br>(impacte cumulativo CCC e restantes projectos) |       |
|--------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|
|              |                                                      |                                       |                                       | OPG                                                         | BFG   |
| $\text{O}_3$ | Valor Máximo Horário ( $\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$ ) | 218,8                                 | 220,8                                 | 224,0                                                       | 220,6 |

Comparando os valores obtidos nos diferentes cenários é de salientar que:

- Para o cenário considerado apenas com a presença do projecto em análise (cenário B), as diferenças, face à situação de referência, são pouco significativas (acréscimos

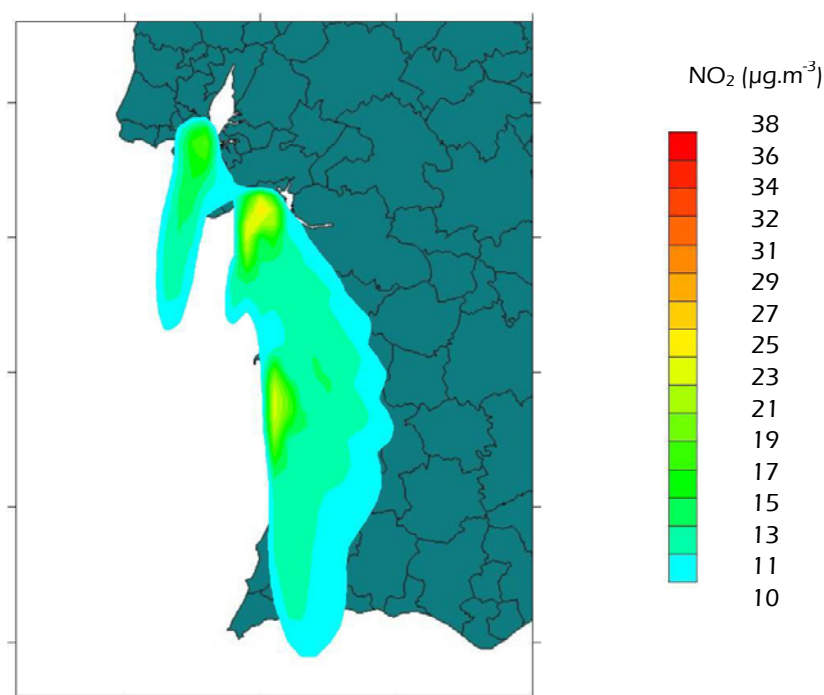
inferiores a 3%);

- A análise ao cenário menos favorável, C-OPG, revela um acréscimo, face à situação de referência, inferior a 5%;
- Para todos os cenários estudados, associados às situações de acréscimo face à situação de referência (cenário A), coexistem situações de decréscimo dos níveis de ozono substancialmente superiores. Para o cenário B o decréscimo máximo atinge cerca de -13% e para os cenários C, BFG e OPG, os decréscimos máximos no domínio são, respectivamente, de -14,9% e -22,2%. Evidentemente estas situações verificam-se preferencialmente junto às novas fontes emissoras de óxidos de azoto que, localmente, tendem a consumir ozono, embora posteriormente contribuam para a sua formação.

#### 7.1.2 DIÓXIDO DE AZOTO

##### Cenário B – Avaliação de impactes da futura CCC

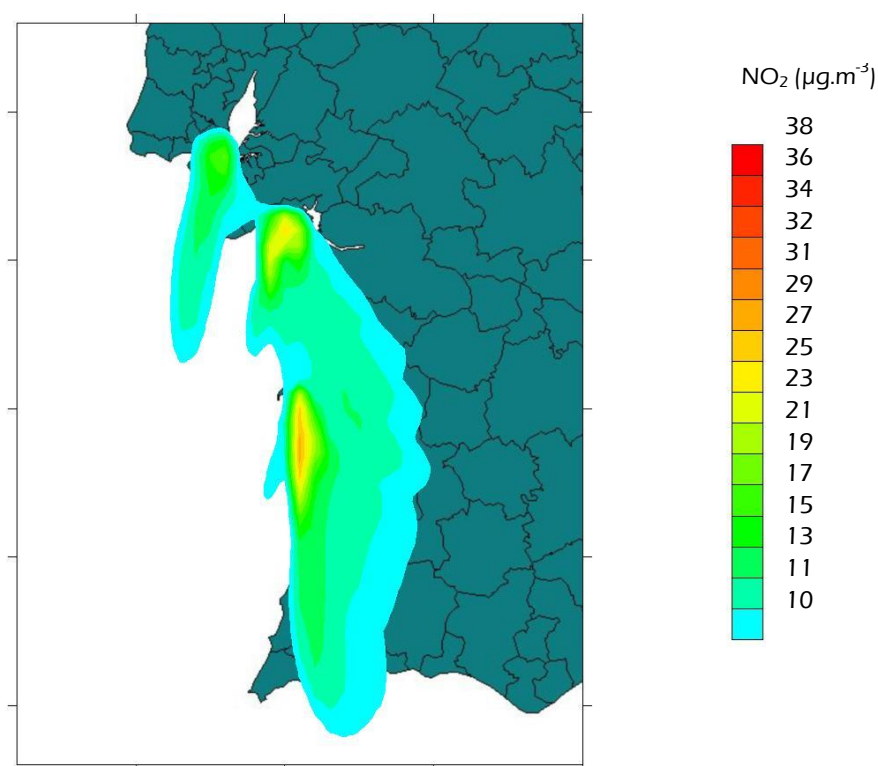
Analisando a Figura 7.4, pode dizer-se que a distribuição de  $\text{NO}_2$  dá-se preferencialmente de Norte para Sul, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004). O valor máximo de  $\text{NO}_2$  correspondeu a  $28,2 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ .



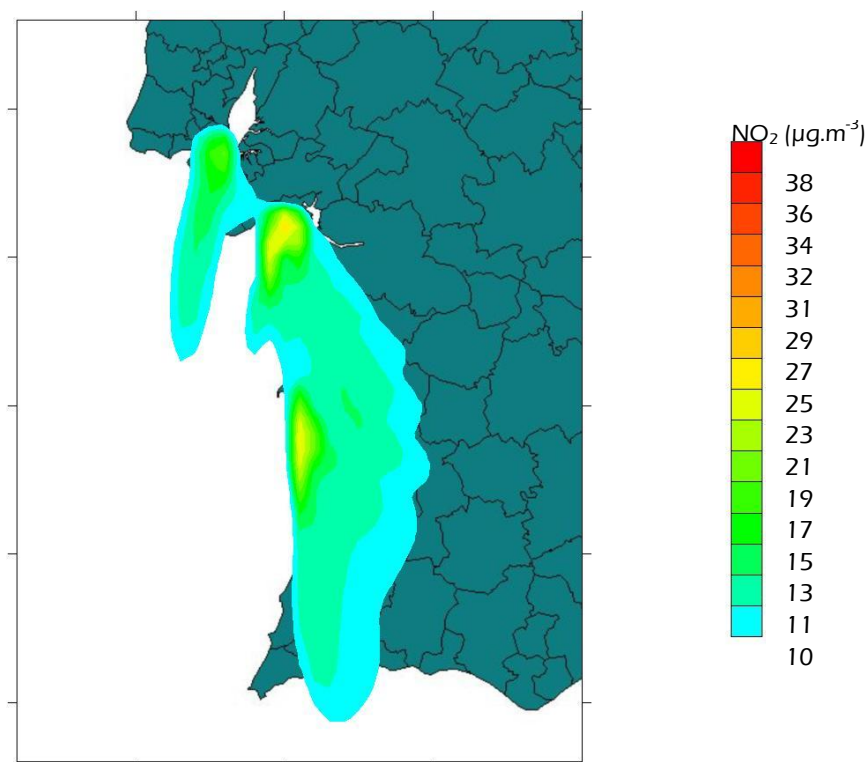
**Figura 7.4** – Campo estimado das concentrações máximas de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário B).

### Cenário C – Avaliação dos impactos cumulativos da futura CCC

Analisando as Figuras 7.5 e 7.6, pode dizer-se que a distribuição de  $\text{NO}_2$  dá-se preferencialmente de Norte para Sul, evidenciando os ventos dominantes de Norte/Noroeste do ano de referência (2004). No Cenário C – BFG, o valor máximo horário de  $\text{NO}_2$  correspondeu a  $28,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e no Cenário C – OPG, o valor máximo horário de  $\text{NO}_2$  correspondeu a  $30,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Figura 7.5** – Campo estimado das concentrações máximo de  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário C – OPG).



**Figura 7.6** – Campo estimado das concentrações máximo de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) verificadas para o ano 2004 no domínio em análise (Cenário C – BFG).

### Comparação entre Cenários

No Quadro 7.2 são apresentados os resultados obtidos nos diferentes cenários considerados.

**Quadro 7.2** – Resumo dos resultados das simulações para o poluente NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) e comparação entre cenários

| Poluente        |                                            | Cenário A<br>(Situação de Referência) | Cenário B<br>(impacte CCC S. Torpes) | Cenário C<br>(impacte cumulativo CCC e restantes projectos) |      |
|-----------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------|
|                 |                                            |                                       |                                      | BFG                                                         | OPG  |
| NO <sub>2</sub> | Valor Máximo horário (µg.m <sup>-3</sup> ) | 28,2                                  | 28,2                                 | 28,2                                                        | 30,8 |

Comparando os valores obtidos nos diferentes cenários é de salientar que:

- Para os cenários considerados apenas com a presença do projecto em análise, as diferenças, face à situação de referência, são nulas, já que os valores máximos obtidos foram equivalentes ao valor máximo da situação de referência;



- A análise para o cenário menos favorável, C-OPG, apresenta um desvio, face à situação de referência, de 9,2%.

### 7.1.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A LEGISLAÇÃO

No Quadro 7.3 estão resumidas as estimativas efectuadas pelo modelo. É de salientar que os valores deste quadro correspondem aos valores máximos (VM) estimados para o ozono e para o NO<sub>2</sub> no domínio em análise.

**Quadro 7.3** – Resumo dos resultados das simulações (µg/m<sup>3</sup>) e comparação com os respectivos valores limite do ano de referência (2004)

| Poluente |     | NO <sub>2</sub> |                                                        | O <sub>3</sub> |                                          |
|----------|-----|-----------------|--------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
|          |     | Base Horária    |                                                        | Base Horária   |                                          |
| Cenários |     | VM              | VL                                                     | VM             | VL                                       |
| B        |     | 28,2            | 260 (2004) <sup>(1)</sup><br>200 (2010) <sup>(1)</sup> | 220,8          | 180 <sup>(2)</sup><br>240 <sup>(3)</sup> |
| C        | OPG | 30,8            |                                                        | 224,0          |                                          |
|          | BFG | 28,2            |                                                        | 220,6          |                                          |

**Legenda:** VM – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite

(1) Valor Limite a não exceder mais de 18 vezes durante um ano

(2) Limiar de informação

(3) Limiar de alerta

Relativamente ao cumprimento do estipulado na legislação em vigor, as simulações demonstraram que:

- No que diz respeito ao ozono, os valores máximos horários, obtidos para os diferentes Cenários considerados, excederam o limiar de informação. Nenhum destes valores excedeu o limiar de alerta;
- Relativamente ao NO<sub>2</sub>, os valores máximos horários dos cenários considerados foram inferiores ao valor limite previsto para 2010 (sem a margem de tolerância incluída).

Uma vez que as concentrações máximas de Ozono observadas na fase de impactes excedem o limiar de informação e se aproximam bastante do limiar de alerta, apresenta-se, nos Quadros 7.4 a 7.7, o número de excedências previstas e as respectivas áreas expostas, para todos os cenários considerados.

Relativamente ao número de excedências, a equipa técnica acha por bem alertar que estes valores devem ser analisados com prudência dado que dependem da resolução espacial

utilizada no modelo, isto é, o número de excedências é contabilizado pelo número de vezes que determinado limiar é excedido numa determinada célula. Este tipo de abordagem, incontornável quando se está a efectuar modelação numérica, pode induzir em erro. Na verdade, quanto maior a resolução (maior número de células) maior seria a probabilidade de encontrar excedências num determinado domínio e vice-versa.

Para tentar contextualizar este parâmetro foi calculada a percentagem do número de células com valores superiores aos limiares legais relativamente ao número de células total usado na modelação (1989 células de 5 km x 5 km).

Porque a área exposta, por si só, pode também ser de difícil contextualização, foi incluída a percentagem a que corresponde essa área relativamente no domínio de estudo (49725 km<sup>2</sup>, 195 km x 255 km) e o respectivo incremento face ao cenário de referência (A).

Assim, como pode ser observado no Quadro 7.4, relativamente ao cenário A, foram estimadas 65 excedências (número de células onde foram estimados valores de concentração máxima de ozono superiores ao limiar de informação ao público) que correspondem a 3,3% do número total de células do domínio de cálculo (1989 células). A área exposta a valores superiores ao limiar de informação ao público é de 1625 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 3,3% do domínio de cálculo. O valor máximo estimado em todo o domínio foi de 218,8 µg.m<sup>-3</sup> pelo que nunca foi ultrapassado o limiar de alerta à população.

**Quadro 7.4** – Número de excedências, valor máximo estimado e área exposta para o cenário A

| Cenário A                                 | Número de excedências e % do total | Valor máximo (µg.m <sup>-3</sup> ) | Área absoluta (km <sup>2</sup> ) | Área relativa (%) | Acréscimo de área exposta (%) |
|-------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Igual ou superior ao limiar de informação | 65 (3,3%)                          | 218,8                              | 1625                             | 3,3               |                               |
| Igual ou superior ao limiar de alerta     | 0                                  |                                    |                                  |                   |                               |

Como pode ser observado no Quadro 7.5, relativamente ao cenário B foram estimadas 86 excedências que correspondem a 4,3% do número total de células do domínio de cálculo e a um incremento de 1% face ao cenário A. A área exposta a valores superiores ao limiar de informação ao público é de 2750 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 4,3 % do domínio de cálculo e a um incremento de 1% da área exposta ao limiar de informação ao público face ao cenário A. No entanto, o valor máximo estimado em todo o domínio foi de 220,8 µg.m<sup>-3</sup>, pelo que nunca foi ultrapassado o limiar de alerta à população.

**Quadro 7.5** – Número de excedências, valor máximo estimado e área exposta para o cenário B

| Cenário B                                 | Número de excedências e % do total | Valor máximo ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) | Área absoluta ( $\text{km}^2$ ) | Área relativa (%) | Acréscimo de área exposta (%) |
|-------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Igual ou superior ao limiar de informação | 86 (4,3 %)                         | 220,8                                 | 2750                            | 4,3               | 1                             |
| Igual ou superior ao limiar de alerta     | 0                                  |                                       |                                 |                   |                               |

Como pode ser observado no Quadro 7.6, relativamente ao cenário C – BFG foram estimadas 84 excedências que correspondem a 4,2% do número total de células do domínio de cálculo e a um incremento de 0,9% face ao cenário A. A área exposta a valores superiores ao limiar de informação ao público é de  $2700 \text{ km}^2$ , o que corresponde a 4,2% do domínio de cálculo e a um incremento de 0,9% da área exposta ao limiar de informação ao público face ao cenário A. No entanto, o valor máximo estimado em todo o domínio foi de  $220,6 \mu\text{g.m}^{-3}$ , pelo que, apesar de próximo, não foi ultrapassado o limiar de alerta à população.

**Quadro 7.6** – Número de excedências, valor máximo estimado e área exposta para o cenário C-BFG

| Cenário C (BFG)                           | Número de excedências e % do total | Valor máximo ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) | Área absoluta ( $\text{km}^2$ ) | Área relativa (%) | Acréscimo de área exposta (%) |
|-------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Igual ou superior ao limiar de informação | 84 (4,2 %)                         | 220,6                                 | 2700                            | 4,2               | 0,9                           |
| Igual ou superior ao limiar de alerta     | 0                                  |                                       |                                 |                   |                               |

Como pode ser observado no Quadro 7.7, relativamente ao cenário C – OPG, foram estimadas 95 excedências que correspondem a 4,8% do número total de células do domínio de cálculo e a um incremento de 1,5% face ao cenário A. A área exposta a valores superiores ao limiar de informação ao público é de  $2375 \text{ km}^2$ , o que corresponde a 4,8% do domínio de cálculo e a um incremento de 1,5% da área exposta ao limiar de informação ao público face ao cenário A. No entanto, o valor máximo estimado em todo o domínio foi de  $224,0 \mu\text{g.m}^{-3}$ , pelo que não foi ultrapassado o limiar de alerta à população.

**Quadro 7.7** – Número de excedências, valor máximo estimado e área exposta para o cenário C-OPG

| Cenário C (OPG)                           | Número de excedências e % do total | Valor máximo ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) | Área absoluta ( $\text{km}^2$ ) | Área relativa (%) | Acréscimo de área exposta (%) |
|-------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Igual ou superior ao limiar de informação | 95 (4,8 %)                         | 224,0                                 | 2375                            | 4,8               | 1,5                           |
| Igual ou superior ao limiar de alerta     | 0                                  |                                       |                                 |                   |                               |

## **8. MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO**

No que diz respeito à Fase de Construção, as recomendações gerais dizem respeito basicamente às operações de transporte de materiais e às operações de escavação/terraplenagem. Assim, o transporte de materiais susceptíveis de provocar emissões de partículas para a atmosfera deve ser, tanto quanto possível, efectuado em contentores fechados. As operações de carga e descarga de produtos a granel deverão ser efectuadas em circuito fechado ou, não sendo tecnicamente possível, em locais devidamente preparados para o efeito no que diz respeito a medidas de contenção (existência de barreiras e localização a jusante dos ventos dominantes, relativamente aos receptores mais próximos). Deverão ser colocados dispositivos de lavagem de rodados sempre que possível e aplicável.

As barreiras de contenção deverão ser tidas em consideração também em outros locais da área de construção, em particular em locais em que se proceda a operações de escavação/terraplenagem. Caso se venha a verificar que estas medidas são insuficientes, dever-se-á recorrer a sistemas de aspersão de água para minimizar a possibilidade de ressuspensão de partículas, não só nas áreas de escavação / terraplenagem mas também nas áreas mais sensíveis no que diz respeito à existência de materiais depositados (com solo a descoberto).

No que diz respeito aos veículos de transporte, bem como às restantes máquinas associadas à fase de construção, relembra-se que estas deverão estar em bom estado de conservação e de manutenção no que diz respeito aos sistemas de exaustão de poluentes para a atmosfera.

## 9. PLANO DE MONITORIZAÇÃO

A monitorização da Central de Ciclo Combinado de Galp Power em Sines – S. Torpes implica necessariamente duas vertentes: (i) qualidade do ar local e, (ii) emissões de poluentes atmosféricos. No caso da qualidade do ar, a monitorização pode ser garantida pela rede de qualidade do ar já instalada, nomeadamente através das estações de Monte Chãos, Monte Velho, Sonega e Santiago do Cacém. Relativamente às emissões de poluentes atmosféricos, para o seu controlo, deverá ser implementado o programa de monitorização a seguir descrito, durante a fase de exploração.

### 9.1 PARÂMETROS A MONITORIZAR

Em termos de emissões pontuais, o programa de monitorização contemplará a medição da concentração dos níveis de Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Azoto (NO<sub>x</sub>), Partículas (PTS) e Compostos Orgânicos Voláteis (COV). Será necessário proceder ainda à medição de parâmetros de escoamento tais como: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, Pressão e Temperatura.

### 9.2 LOCAIS E FREQUÊNCIA DA AMOSTRAGEM

Para o poluente NO<sub>x</sub> deverá ser efectuada monitorização em contínuo, pois, tratando-se de uma Grande Instalação de Combustão, encontra-se abrangida pelo Decreto-Lei nº 178/2003<sup>16</sup>. Este documento refere que os operadores de *“todas as instalações de combustão com potência térmica nominal igual ou superior a 100MW, deverão proceder obrigatoriamente à monitorização em contínuo das concentrações de SO<sub>2</sub>, de partículas e NO<sub>x</sub>”*. No entanto, de acordo com o ponto 2-A, do anexo VIII, a instalação poderá estar dispensada da monitorização em contínuo de SO<sub>2</sub> e partículas, uma vez que os efluentes emitidos provêm de caldeiras e/ou turbinas que queimam unicamente gás natural.

Para os poluentes CO, PTS e COV, a instalação deve reger-se pelo Decreto-Lei nº 78/2004<sup>17</sup>. A frequência de medições dos poluentes deve ser estimada com base nos caudais mássicos de emissão correspondentes aos poluentes referidos. Assim, em relação aos poluentes CO e COV, deve proceder-se à monitorização pontual, duas vezes em cada ano civil, com um intervalo mínimo de 2 meses, dado que os seus caudais mássicos se enquadram entre o limiar mássico mínimo e máximo, estabelecidos na Portaria nº 80/2006<sup>18</sup>.

<sup>16</sup> O Decreto-Lei nº 178/2003, de 5 de Agosto, estabelece limitações às emissões para a atmosfera de certos poluentes provenientes das GICs, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva nº 80/CE/2001, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro.

<sup>17</sup> O Decreto-Lei nº 78/2004, de 3 de Abril, estabelece o regime de prevenção e controlo da poluição atmosférica

<sup>18</sup> A Portaria 80/2006, de 17 de Janeiro, fixa os limiares mássicos máximos e mínimos dos poluentes atmosféricos.



As PTS, por sua vez, terão de ser monitorizadas em modo contínuo, visto o seu caudal mássico ser superior ao limiar mássico máximo considerado na Portaria acima citada.

Será igualmente necessário proceder à monitorização pontual de NO<sub>x</sub> e PTS, com a mesma frequência aplicada aos outros poluentes, pois a monitorização em contínuo não dispensa a monitorização pontual.

O quadro seguinte permite comparar os caudais mássicos com os limiares mássicos correspondentes.

**Quadro 9.1** - Comparação entre os limiares mássicos da Portaria 80/2006 e os caudais mássicos das chaminés

|                 | Caudal mássico<br>(kg.h <sup>-1</sup> ) | Portaria 80/2006                               |                                                |
|-----------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                 |                                         | Limiar mássico<br>mínimo (kg.h <sup>-1</sup> ) | Limiar mássico<br>máximo (kg.h <sup>-1</sup> ) |
| NO <sub>x</sub> | 142,5                                   | 2                                              | 30                                             |
| Partículas      | 9,5                                     | 0,5                                            | 5                                              |
| CO              | 19,01                                   | 5                                              | 100                                            |
| COV             | 12,2                                    | 1,5                                            | 25                                             |

A instalação em análise possui duas chaminés principais, que, mediante parecer favorável pela entidade competente, poderão ser consideradas fontes múltiplas<sup>19</sup>. Após aprovação da entidade, o operador pode optar por proceder à monitorização pontual de apenas uma das chaminés, de acordo com o quadro nº 1, do Anexo I, do Decreto-Lei nº 78/2004. Deve haver rotatividade da chaminé a monitorizar.

A monitorização em contínuo deve ser efectuada em ambas as chaminés principais da instalação.

### 9.3 TÉCNICAS E MÉTODOS DE ANÁLISE OU REGISTO DE DADOS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS

O quadro seguinte resume as normas de referência a seguir e a metodologia a adoptar nos diversos ensaios a efectuar, pontualmente ou em contínuo.

<sup>19</sup> Fontes múltiplas – conjunto de fontes pontuais idênticas, com as mesmas características técnicas, associadas aos mesmos tipo e fase de processo produtivo e à mesma instalação, cujos efluentes gasosos têm a mesma natureza e a mesma composição qualitativa e quantitativa.

**Quadro 9.2** - Norma de referência e metodologia para os diversos ensaios a efectuar

| Ensaio            | Monitorização Pontual |                                 | Monitorização em Contínuo |                                |
|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|                   | Norma de Referência   | Metodologia                     | Norma de Referência       | Metodologia                    |
| Partículas        | EN 13284-1            | Gravimetria                     | --                        | Difracção de Luz               |
| CO                | EN 15058              | Infravermelhos não dispersivos  | --                        | --                             |
| NOx               | EN 14792              | Quimiluminiscência              | EN 14792                  | Quimiluminiscência             |
| COV               | EN 12619              | FID (Flame Ionization Detector) | --                        | --                             |
| O <sub>2</sub>    | EN 14789              | Paramagnético                   | EN 14789                  | Paramagnético                  |
| CO <sub>2</sub>   | ISO 12039             | Infravermelhos não dispersivos  | ISO 12039                 | Infravermelhos não dispersivos |
| H <sub>2</sub> O* | EN 14790              | Gravimetria                     | EN 14790                  | Gravimetria                    |

\*O teor de vapor de água deve ser determinado para posterior tratamento de dados (determinação do Caudal de Gás Seco).

As medições efectuadas, quer seja em regime contínuo, quer em regime pontual, deverão incluir os correspondentes parâmetros de funcionamento de temperatura, de pressão e de teor de vapor de água. É de referir que os sistemas de medição em contínuo, adoptados na CCC, deverão ser sujeitos a verificação com métodos de referência, uma vez por ano.

Os equipamentos de medição em contínuo e pontuais deverão ser periodicamente calibrados de acordo com o artigo 28.º do Decreto-Lei n.º 78/2004, por Laboratórios Acreditados para o efeito, preferencialmente no âmbito do Sistema Português da Qualidade.

Deverá ser efectuada, pelo menos uma vez de três em três anos, uma medição recorrendo a um laboratório externo acreditado.

#### **9.4 RELAÇÃO ENTRE FACTORES AMBIENTAIS A MONITORIZAR E PARÂMETROS CARACTERIZADORES DO FUNCIONAMENTO DO PROJECTO**

As principais fontes de poluentes atmosféricos que poderão verificar-se com o funcionamento da instalação, serão as emissões provenientes da queima de gás natural.

A instalação funcionará com duas linhas com emissões separadas, cada linha constituída por uma turbina a gás natural e uma caldeira de recuperação seguida de uma turbina a vapor.

A realização das campanhas de monitorização permitirá quantificar estas emissões face aos limites legais, bem como o grau de incomodidade que poderá causar nas pessoas que habitam nas proximidades.

## **9.5 MÉTODOS DE TRATAMENTO DOS DADOS**

O tratamento dos dados obtidos através das medições realizadas deve ser efectuado de modo a permitir a sua comparação com os valores limites estipulados. Os resultados são obtidos sobre determinadas condições de temperatura e pressão, devendo por isso ser corrigidos, para as condições normais previstas pelo Decreto-Lei nº 78/2004. São elas:

- Pressão normal: 760 mmHg (101,3 KPa)
- Temperatura normal: 0 °C (273,15 K)
- Percentagem de O<sub>2</sub> de referência (15%)

## **9.6 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS DADOS**

Serão respeitados os valores limite de emissão impostos pela Declaração de Impacte Ambiental, para um teor de oxigénio de 15%.

No caso da monitorização em contínuo, os VLE consideram-se respeitados se a avaliação dos resultados demonstrar que, para as horas de funcionamento da fonte pontual, durante um ano civil, se verificam cumulativamente as seguintes características:

- Nenhum valor médio diário validado exceder os valores limite de emissão (VLE);
- 95% dos valores médios horários validados durante o ano não excederam 200% dos valores limite de emissão.

No caso da monitorização pontual os VLE consideram-se respeitados se nenhum dos resultados das medições efectuadas ultrapassar o VLE respectivo. Para efeitos do disposto a amostragem deve ser representativa das condições de funcionamento normal da instalação.

## **9.7 TIPO DE MEDIDAS DE GESTÃO AMBIENTAL A ADOPTAR NA SEQUÊNCIA DOS RESULTADOS DOS PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO**

Quando o programa de monitorização revela o incumprimento de um VLE, o operador deve:

- Adoptar as melhores técnicas disponíveis para o tratamento do efluente gasoso, de modo a garantir diminuições das quantidades emitidas do poluente atmosférico em causa;

- Adoptar de imediato as medidas correctivas adequadas, incluindo um programa de vigilância apropriado;
- Manutenção e afinação dos equipamentos de queima,
- Reduzir, em caso de necessidade, a capacidade de laboração;
- Deverão igualmente ser efectuadas campanhas de medição mais frequentes até que cesse a situação de incumprimento.

#### **9.8 PERIODICIDADE DOS RELATÓRIOS DE MONITORIZAÇÃO, RESPECTIVAS DATAS DE ENTREGA E CRITÉRIOS PARA A DECISÃO SOBRE A REVISÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO**

Os relatórios das monitorizações pontuais devem cumprir as especificações do anexo II do Decreto-Lei n.º 78/2004. Os relatórios deverão ser enviados ao Instituto do Ambiente no prazo de 60 dias seguidos contados da data da realização da monitorização pontual.

O envio dos resultados do auto controlo (medições em contínuo) deverá ter uma periodicidade trimestral e deverão ser entregues até ao dia 30 do mês seguinte ao do encerramento do trimestre, ou no dia útil imediatamente posterior. Para cada mês de calendário deverão ser comunicadas as variáveis indicadas no Anexo B da Nota Técnica do Despacho 79/95.

Adicionalmente, o operador deve disponibilizar anualmente ao Instituto do Ambiente, até ao dia 31 de Março do ano seguinte àquele a que respeitam as informações, as informações previstas no artigo 17º do Decreto-Lei n.º 178/2003, bem como as emissões anuais totais, resultantes da monitorização em contínuo (NO<sub>x</sub> e PTS), e o consumo anual total de energia, relacionado com o poder calorífico líquido, descriminando a categoria de combustível utilizado.

Caso ocorram alterações nas condições de emissão, ou de funcionamento da instalação (alteração do combustível utilizado, ou ampliação, ...), deverá ser efectuada uma revisão do plano de monitorização, de forma a dar resposta às exigências estabelecidas nos documentos legais em vigor.

A revisão ao plano também deve ser efectuada se surgirem alterações aos diplomas legais que serviram de base ao estabelecimento das directivas apresentadas neste plano de monitorização.

## 10. CONCLUSÕES

Do estudo efectuado ao impacte na qualidade do ar das emissões atmosféricas da futura Central de Ciclo Combinado de Sines – S. Torpes resultaram as seguintes considerações:

- De acordo com as simulações efectuadas a nível local, a Central de Ciclo Combinado cumpre a legislação em vigor, no que diz respeito aos valores obtidos para o NO<sub>2</sub>, CO e PM<sub>10</sub> no ar ambiente da envolvente. Os valores obtidos para os poluentes CO e PM<sub>10</sub> foram bastante reduzidos;
- O NO<sub>2</sub>, aquando a avaliação de impactes cumulativos apresenta excedências ao valor limite, em mais de 18 vezes, numa área de 1 km<sup>2</sup>. No entanto, esta situação só se verifica quando se aplica um factor de 2 (F2) aos valores estimados. É de realçar que as excedências referidas ocorrem apenas quando se considera o combustível OPG (Central de Cogeração), não existindo, na altura de elaboração do presente estudo, confirmação sobre a identificação do fuel gás a utilizar. Contudo, a opção de queima exclusiva de gás natural na Central de Cogeração na Refinaria de Sines, parece configurar-se como a mais provável no âmbito do Pedido do Título de Emissão, pelo que deixa de ser aplicável a conclusão evidenciada nesta alínea.
- A comparação dos valores médios anuais simulados e medidos na rede de qualidade do ar, para o ano de referência, deu resultados semelhantes;
- De uma forma geral, o acréscimo de concentração resultante da entrada em funcionamento da Central de Ciclo Combinado é pouco significativo face aos valores já existentes na área em estudo;
- A topografia é o factor com maior relevância nas concentrações estimadas pelo modelo. De facto, os valores mais elevados coincidiram geralmente com as zonas de terreno mais elevado, a Este da área de implantação da CCC;
- A direcção do vento ao longo do período considerado foi predominantemente de Norte/Noroeste. Este facto também influenciou os resultados, com a obtenção de áreas com valores anuais mais elevados com um desenvolvimento preferencial no sentido Sudeste. Esta será assim, a área que, em média, ao longo do ano, será mais afectada;
- No domínio regional o acréscimo dos níveis de ozono decorrentes da instalação da



Central de Ciclo Combinado é perfeitamente negligenciável face à situação de referência. Também para o NO<sub>2</sub>, os impactes na qualidade do ar são pouco significativos.

## 11. **BIBLIOGRAFIA**

Baldasano, J. M., Power, H. (1998). Air Pollution Emissions Inventory. WIT Press.

Barros, 1999. Poluição atmosférica por foto-oxidantes: o ozono troposférico na região de Lisboa. Tese de Doutoramento em Ciências Aplicadas ao Ambiente. Universidade de Aveiro, Portugal.

Homepage da Direcção Geral de Geologia e Energia do Ministério das Actividades Económicas e do Trabalho. [Em linha]. Disponível em [http://www.dge.pt/arquivo/comb\\_conc2000\\_2003.zip](http://www.dge.pt/arquivo/comb_conc2000_2003.zip), [Consultada em 08/01/2005].

Homepage da EPER – The European Pollutant Emission Register. [Em linha]. <http://www.eper.cec.eu.int/> [Consultada em 18/01/2006].

Homepage da UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change, National Inventory Submissions – Portugal. [Em linha]. Disponível em [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/2761txt.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/2761txt.php) [Consultada em 08/01/2005].

Homepage do INE – Instituto Nacional de Estatística, 2001. Retratos Territoriais por freguesia para os concelhos de Alenquer e Azambuja, [Em linha]. Disponível em <http://www.ine.pt>, [Consultada em 09/01/2005].

Homepage do IA – Instituto do Ambiente. Base de dados On-Line sobre qualidade do ar, [Em linha]. Disponível em <http://www.qualar.org/>, [Consultada em 19/02/2007].