

ANEXO I

ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

ÍNDICE DE TEXTO

	PÁG.
1. INTRODUÇÃO	1
2. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	2
3. METODOLOGIA	5
3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO ESTUDO	5
3.2 DOMÍNIO DE ESTUDO	8
3.3 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS	9
3.4 DADOS DE QUALIDADE DO AR	10
3.5 DADOS METEOROLÓGICOS	12
3.6 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA LOCAL	13
3.6.1 Topografia	13
3.6.2 Edifícios	14
3.6.3 Fontes Emissoras.....	15
3.7 DETERMINAÇÃO DA ALTURA DAS CHAMINÉS	17
3.7.1 Aplicação da Portaria nº 263/2005, de 17 de Março.....	17
3.7.2 Cálculo da altura de colocação da toma de amostragem na chaminé	20
3.7.3 Síntese	21
4. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ACTUAL	22
4.1 Inventário de Emissões	22
4.2 Caracterização meteorológica local	25
4.3 Medições de qualidade do ar.....	29
4.3.1 Comparação com a Legislação.....	30
4.4 Modelação da dispersão.....	35
4.4.1 Distribuição espacial dos valores obtidos	36
4.4.1.1 Dióxido de Azoto.....	37
4.4.1.2 Monóxido de Carbono.....	40
4.4.1.3 Partículas em Suspensão	41
4.4.1.4 Dióxido de Enxofre.....	43

4.4.2 Comparação dos resultados com a legislação	46
4.4.3 Comparação dos resultados com os dados de qualidade do ar da rede de monitorização..	48
5. AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE EXPLORAÇÃO.....	52
5.1 Inventário de Emissões	53
5.2 Distribuição espacial dos valores obtidos.....	58
5.2.1 Dióxido de Azoto	58
5.2.2 Monóxido de Carbono	67
5.2.3 Partículas em Suspensão	71
5.2.4 Dióxido de Enxofre	79
5.3 Comparação dos resultados com a legislação	87
5.4 Comparação entre cenários e entre a situação actual	91
6. MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO	95
7. PLANO DE MONITORIZAÇÃO.....	96
7.1 Parâmetros a monitorizar	96
7.2 Locais e frequência das amostragens	96
7.3 Técnicas e métodos de análise ou registo de dados e equipamentos necessários	98
7.4 Relação entre factores ambientais a monitorizar e parâmetros caracterizadores do funcionamento do projecto	99
7.5 Métodos de tratamento dos dados	99
7.6 Critérios de avaliação dos dados.....	99
7.7 Tipo de medidas de gestão ambiental a adoptar na sequência dos resultados dos programas de monitorização.....	100
7.8 Periodicidade dos relatórios de monitorização, respectivas datas de entrega e critérios para a decisão sobre a revisão do programa de monitorização.....	101
8. CONCLUSÕES.....	102
9. LACUNAS DE CONHECIMENTO	104
ANEXO I.1 – DESCRIÇÃO DE POLUENTES	105
ANEXO I.2 – DESCRIÇÃO DOS MODELOS UTILIZADOS	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 – Enquadramento espacial do domínio em estudo e local de implantação da nova Central de Cogeração	8
Figura 3.2 – Enquadramento espacial das estações de qualidade do ar (adaptado de Google Earth).....	11
Figura 3.3 – Topografia do domínio local em estudo	14
Figura 4.1 – Comparação da variação média mensal de temperatura do ar	25
Figura 4.2 – Comparação da variação média mensal de humidade relativa.....	26
Figura 4.3 – Comparação da variação média mensal da velocidade do vento	26
Figura 4.4 – Rosa de ventos estimada para 2006 (TAPM), da normal climatológica relativa à estação de Porto/Pedras Rubras e relativa aos dados recolhidos nas medições realizadas em 2006	27
Figura 4.5 – Alturas de Camada de Mistura previstas pelo TAPM para 2006, com base nos dados de medições locais.....	28
Figura 4.6 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise	38
Figura 4.7 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise	39
Figura 4.8 - Campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO (µg.m ⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise	40
Figura 4.9 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise	41
Figura 4.10 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise	42
Figura 4.11 - Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise	43
Figura 4.12 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise	44
Figura 4.13 – Campo estimado das concentrações médias anuais de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise	45
Figura 5.1 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise.....	59
Figura 5.2 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise.....	60
Figura 5.3 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise.....	61
Figura 5.4 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise.....	62

Figura 5.5 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise	63
Figura 5.6 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise	64
Figura 5.7 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise	65
Figura 5.8 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise	66
Figura 5.9 - Campo estimado das concentrações máximas das médias octo-horárias de CO (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise.....	67
Figura 5.10 - Campo estimado das concentrações máximas das médias octo-horárias de CO (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise.....	68
Figura 5.11 - Campo estimado das concentrações máximas das médias octo-horárias de CO (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise	69
Figura 5.12 - Campo estimado das concentrações máximas das médias de octo-horárias de CO (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise	70
Figura 5.13 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise.....	71
Figura 5.14 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise.....	72
Figura 5.15 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise.....	73
Figura 5.16 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise.....	74
Figura 5.17 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise	75
Figura 5.18 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise	76
Figura 5.19 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise.....	77
Figura 5.20 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM ₁₀ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise.....	78
Figura 5.21 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise.....	79
Figura 5.22 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise.....	80
Figura 5.23 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise.....	81

Figura 5.24 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise.....	82
Figura 5.25 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise.....	83
Figura 5.26 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise.....	84
Figura 5.27 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise.....	85
Figura 5.28 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO ₂ (µg.m ⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise.....	86

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Resumo dos valores limite e de referência considerados para os poluentes em estudo	3
Quadro 2.2 - Objectivos de Qualidade indicados no Decreto-Lei nº 111/2002	4
Quadro 3.1 - Características do domínio em estudo	9
Quadro 3.2 - Informação das correspondências dos valores em graus com os diferentes sectores de direcção do vento, utilizadas na realização da Rosa de Ventos	13
Quadro 3.3 - Características das fontes pontuais consideradas na simulação numérica	15
Quadro 3.4 - Características das fontes em área consideradas na simulação numérica (escala local)	16
Quadro 3.5 - Características das fontes em linha consideradas na simulação numérica (escala local)	16
Quadro 3.6 - Apresentação de resultados para o cálculo da altura das chaminés	19
Quadro 3.7- Apresentação dos resultados para a aplicação da NP2167:2007	20
Quadro 3.8 – Síntese de resultados do cálculo da altura das chaminés	21
Quadro 4.1 – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (situação actual) – Fontes Pontuais Pertencentes à Refinaria do Porto	23
Quadro 4.2 – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (situação actual) – Outras Fontes	24
Quadro 4.3 – Comparação dos valores de NO ₂ registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 1999 -2007 com o DL 111/2002, de 16 de Abril	31
Quadro 4.4 – Comparação dos valores de CO registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 1999 -2007 com o DL 111/2002, de 16 de Abril	32
Quadro 4.5 – Comparação dos valores de PM ₁₀ registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 1999 -2007 com o DL 111/2002, de 16 de Abril	33
Quadro 4.6 – Comparação dos valores de SO ₂ registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 1999 -2007 com o DL 111/2002, de 16 de Abril	34
Quadro 4.7 – Resumo dos resultados das simulações para a situação actual e comparação com os respectivos valores limite	46
Quadro 4.8 – Valores obtidos nas simulações (com valores de fundo) e comparação com os valores do mesmo ano na Estação de Monitorização de Qualidade do Ar de Perafita	49
Quadro 4.9 – Valores obtidos nas simulações (com valores de fundo) e comparação com os valores do mesmo ano na Estação de Monitorização de Qualidade do Ar de Custóias	50
Quadro 4.10 – Valores obtidos nas simulações (com valores de fundo) e comparação com os valores do mesmo ano na Estação de Monitorização de Qualidade do Ar de Vila Nova da Telha	51
Quadro 5.1 - Características das fontes pontuais da Central de Cogeração	53
Quadro 5.2 – Condições de operação consideradas com a Central de Cogeração em funcionamento ⁽⁶⁾	54
Quadro 5.3 – Dados de emissão a considerar na simulação numérica (fase de exploração sem Projecto de Conversão – Cenários A e B) – Fontes pontuais pertencentes à Refinaria do Porto	55
Quadro 5.4 – Dados de emissão a considerar na simulação numérica (fase de exploração com Projecto de Conversão – Cenários C e D) – Fontes pontuais pertencentes à Refinaria do Porto	56

Quadro 5.5 – Estimativa das emissões anuais dos compostos em estudo emitidos pela Central de Cogeração.....	57
Quadro 5.6 – Estimativa das emissões anuais de COVNM e Metano emitidos pela Central de Cogeração aplicando factores de emissão da CONCAWE	58
Quadro 5.7 – Resumo dos resultados das simulações para o cenário A e comparação com os respectivos valores limite.....	87
Quadro 5.8 – Resumo dos resultados das simulações para o cenário B e comparação com os respectivos valores limite.....	88
Quadro 5.9 – Resumo dos resultados das simulações para o cenário C e comparação com os respectivos valores limite.....	89
Quadro 5.10 – Resumo dos resultados das simulações para o cenário D e comparação com os respectivos valores limite.....	90
Quadro 5.11 - Comparação dos resultados máximos das simulações entre a situação actual e os cenários de impacte considerados	92
Quadro 7.1 – Comparação entre os limiares mássicos da Portaria n.º 80/2006 e os caudais mássicos das chaminés.....	97
Quadro 7.2 – Norma de referência e metodologia para os diversos ensaios a efectuar.....	98

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo foi solicitado pela Profico Ambiente e Ordenamento, Lda. e visa contribuir, na vertente qualidade do ar, para o RECAPE da futura Central de Cogeração da Refinaria do Porto.

Neste relatório é apresentado o estudo elaborado pela UVW relativo à avaliação dos impactes decorrentes da implementação da nova Central de Cogeração, recorrendo a modelos numéricos aplicáveis às diferentes situações em análise.

O relatório apresentado está estruturado em nove capítulos principais: Introdução, Legislação Aplicável, Metodologia, Caracterização da Situação Actual, Avaliação de Impactes na Fase de Exploração, Medidas de Minimização, Plano de Monitorização, Conclusões e Lacunas de Conhecimento.

2. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

Para o presente estudo são relevantes os seguintes diplomas:

- Decreto-Lei nº 276/99, de 23 de Julho – Define as linhas de orientação da política de gestão da qualidade do ar e transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva nº 96/62/CE, relativa à avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente.
- Decreto-Lei nº 111/2002, de 16 de Abril – Regula a qualidade do ar no que diz respeito ao dióxido de enxofre, dióxido e óxidos de azoto, partículas em suspensão (PM₁₀), monóxido de carbono, chumbo e benzeno, estabelecendo valores limite no ar ambiente, assim como objectivos de qualidade para a modelização destes poluentes.
- O Decreto-Lei nº 178/2003, de 5 de Agosto – Estabelece limitações às emissões para a atmosfera de certos poluentes provenientes das Grandes Instalações de Combustão, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva nº 80/CE/2001, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro.
- 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.
- Decreto-Lei nº 279/2007 de 6 de Agosto – Altera o Decreto-Lei n.º 276/99, definindo procedimentos que garantam a aprovação, aplicação e acompanhamento dos planos de melhoria da qualidade do ar e respectivos programas de execução.
- Portaria nº 675/2009, de 23 de Junho – Fixa os Valores Limite de Emissão (VLE) de aplicação geral, para instalações abrangidas pelo Decreto-Lei nº 78/2004.
- Portaria nº 677/2009, de 23 de Junho – Fixa os Valores Limite de Emissão (VLE) para instalações de combustão abrangidas pelo Decreto-Lei nº 78/2004.
- Directiva 2008/50/CE, de 21 de Maio – Pretende avaliar, com base em métodos e critérios comuns, a qualidade do ar ambiente nos Estados-Membros. Nesse sentido,

entre outros objectivos, fixa os valores limite e limiares de alerta para a protecção da saúde humana do dióxido de enxofre, dióxido e óxidos de azoto, partículas em suspensão (PM_{10} e $PM_{2,5}$), monóxido de carbono, chumbo, benzeno e ozono. Neste documento são estabelecidos também objectivos de qualidade para a modelização dos poluentes abrangidos pela directiva.

No **Quadro 2.1** é apresentado um resumo dos valores limite considerados para os poluentes em estudo, em termos de qualidade do ar.

Quadro 2.1 - Resumo dos valores limite e de referência considerados para os poluentes em estudo

Referência	Parâmetro	Designação	Período	Valor Limite
Decreto-Lei n.º 111/2002	NO_2	Valor limite horário para protecção da saúde humana	Horário	$200 \mu g.m^{-3} NO_2$ (2010) ⁽¹⁾ que não pode ser excedido mais de 18 vezes durante um ano
		Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual	$40 \mu g.m^{-3} NO_2$ (2010) ⁽²⁾
		Limiar de alerta	Três horas consecutivas	$400 \mu g.m^{-3} NO_2$
	NO_x	Valor limite para protecção da vegetação	Anual	$30 \mu g.m^{-3} NO_x$
	CO	Valor limite para protecção da saúde humana	Máximo diário das médias de 8 horas	$10 mg.m^{-3}$
	PM_{10}	Valor limite diário para protecção da saúde humana	Diário	$50 \mu g.m^{-3}$, que não pode ser excedido mais de 35 dias num ano civil
		Valor limite anual para protecção da saúde humana	Anual	$40 \mu g.m^{-3}$
	SO_2	Valor limite horário para protecção da saúde humana	Horário	$350 \mu g.m^{-3}$, que não pode ser excedido mais de 24 vezes num ano civil
		Valor limite diário para protecção da saúde humana	Diário	$125 \mu g.m^{-3}$, que não pode ser excedido mais de 3 vezes num ano civil
		Valor limite para protecção dos ecossistemas	Anual	$20 \mu g.m^{-3}$
		Limiar de alerta	Três horas consecutivas	$500 \mu g.m^{-3}$

(1) Margem de Tolerância – $80 \mu g.m^{-3}$ 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.

(2) Margem de Tolerância – $16 \mu g.m^{-3}$ 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 Decreto-Lei n.º 111/2002 estipula, no seu Anexo X, Secção I, objectivos de qualidade dos dados e registo dos resultados da avaliação da qualidade do ar ambiente. No **Quadro 2.2** são apresentados os objectivos de qualidade dos dados do referido diploma, relativos à precisão e exactidão do método de avaliação por modelação, como linhas de orientação para os programas de controlo de qualidade.

Quadro 2.2 - Objectivos de Qualidade indicados no Decreto-Lei n.º 111/2002

Decreto-Lei n.º 111/2002	NO ₂ (exactidão)	PM ₁₀ (exactidão)	CO (incerteza)	SO ₂ (exactidão)
Médias 1H	50-60%	--	--	50-60%
Médias 8H	--	--	50%	--
Médias 24H	--	Ainda não definidas	--	50%
Médias Anuais	30%	50%	--	30%

O presente relatório seguirá a estrutura indicada na Portaria n.º 330/2001, de 2 de Abril, em particular no que se refere às normas técnicas para a estrutura do Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução (RECAPE).

3. METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO ESTUDO

A metodologia de base aplicada na realização do descritor Qualidade do Ar do RECAPE da nova Central de Cogeração da Refinaria do Porto é constituída pela caracterização da situação actual, pela avaliação dos impactes da nova Central na qualidade do ar, e dos impactes cumulativos com o Projecto de Conversão previsto para a Refinaria do Porto.

De modo a avaliar o efeito da nova instalação na qualidade do ar na envolvente local realizaram-se simulações da dispersão atmosférica. Estas simulações tiveram por base um ano de dados meteorológicos considerado representativo das condições típicas da região, e reproduziram resultados tais que permitiram uma análise comparativa face à legislação aplicável. O estudo incidiu sobre os poluentes considerados relevantes em termos de emissões da futura Central de Cogeração, nomeadamente monóxido de carbono, dióxido de azoto, partículas em suspensão e o dióxido de enxofre, cujas emissões da Refinaria serão indirectamente influenciadas pela entrada em funcionamento da Central em estudo.

No Estudo realizado em fase de RECAPE foram introduzidas algumas alterações face à fase de EIA, das quais resultaram diferenças nas estimativas efectuadas. Destacam-se os seguintes factores:

- 1) Alterações nas condições de emissão da Central de Cogeração;
- 2) Introdução de dados de medição de velocidade e direcção do vento para o forçamento sinóptico do modelo mesometeorológico utilizado para estimativa dos restantes parâmetros meteorológicos necessários à modelação da dispersão matemática, mantendo-se o ano de 2006 como referência para a situação actual;
- 3) Actualização dos factores de emissão das fontes em linha, mantendo-se o ano de 2006 como referência para a situação actual;
- 4) Actualização dos parâmetros estatísticos das medições de qualidade do ar, com base nos dados validados pela CCDR competente e disponibilizados online, mantendo-se o ano de 2006 como referência para a situação actual; Em fase de EIA foram utilizados estatísticos produzidos a partir de dados em bruto;

- 5) Utilização de dados de emissão medidos em contínuo e medidos nas medições pontuais, mantendo-se o ano de 2006 como referência para a situação actual;
- 6) Criação de dois cenários adicionais para verificação dos impactes cumulativos com o Projecto de Conversão previsto para a Refinaria do Porto;
- 7) Utilização adicional de valores de fundo. Os valores de fundo são considerados para representar as fontes pequenas não contempladas no Estudo, e para melhor aproximação dos dados estimados aos objectivos de qualidade aplicáveis aos modelos de qualidade do ar;
- 8) Actualização/evolução metodológica do processo de modelação e da versão do modelo Aermod utilizada no estudo.

Caracterização da Situação Actual

Neste âmbito, foram analisados os dados de Qualidade do Ar da rede nacional existente no domínio em estudo, com o objectivo de fazer uma caracterização da situação actual relativamente aos valores limite da legislação em vigor – Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril. Foram também analisados os dados climáticos da região, e o enquadramento do ano de dados meteorológico utilizado como referência nas simulações.

Foi 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 Cogeração no contexto da sua implantação.

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

Avaliação de Impacte na Qualidade do Ar

A avaliação dos impactes decorrentes da implantação da nova Central de Cogeração foi realizada com recurso à modelação numérica à escala local. A avaliação de impactes incidiu sobre a fase de exploração.

A análise correspondeu à instalação de dois grupos electroprodutores, cada um constituído por uma turbina de gás natural e uma caldeira de recuperação. A caldeira de recuperação estará

preparada para admitir os gases de queima da turbina mas também para ser alimentada em “regime de ar fresco”, utilizando também gás natural. No caso de o circuito de cogeração estar a funcionar, sistema turbina e caldeira, poderá ser necessário complementar a energia da caldeira com combustível adicional, que será também gás natural.

Os gases resultantes do processo de combustão serão encaminhados por condutas independentes (uma por grupo) e expelidos para a atmosfera pelas chaminés principais (uma por grupo). Devido a constrangimentos técnicos e de segurança serão instaladas duas chaminés de bypass, uma por grupo, que serão utilizadas apenas nas situações de entrada e saída de serviço das turbinas e em situações de emergência.

Não estando ainda definida a inclusão ou não de permutador nos grupos electroprodutores, foi efectuada uma análise de sensibilidade para verificação da opção que corresponderia ao pior cenário em termos de qualidade do ar. Nos testes realizados não foram detectadas diferenças significativas entre opções, pelo que se optou pela consideração no estudo dos dados relativos à opção “com permutador”.

Ao nível da Refinaria, após a entrada em funcionamento da Central de Cogeração, quatro caldeiras deixarão de funcionar (Fábrica de utilidades ST-4001), e as caldeiras G e H (Fábrica de utilidades ST-4002) funcionarão apenas como apoio da Cogeração, em regime descontinuo. Foi também considerado o cenário de entrada em funcionamento das alterações previstas no Projecto de Conversão da Refinaria. Assim, no presente Estudo foram contemplados os seguintes cenários:

- Cenário de avaliação de impactes A - Central de Cogeração da Refinaria do Porto, considerando os 2 grupos da Central de Cogeração em funcionamento e as caldeiras G e H (ST4002) paradas;
- Cenário de avaliação de impactes B - Central de Cogeração da Refinaria do Porto, considerando 1 grupo da Central de Cogeração em funcionamento e as caldeiras G e H (ST4002) em funcionamento.
- Cenário de avaliação de impactes C - Central de Cogeração e Projecto de Conversão da Refinaria do Porto, considerando os 2 grupos da Central de Cogeração em funcionamento e as caldeiras G e H (ST4002) paradas;

- Cenário de avaliação de impactes D - Central de Cogeração e Projecto de Conversão da Refinaria do Porto, considerando 1 grupo da Central de Cogeração em funcionamento e as caldeiras G e H (ST4002) em funcionamento.

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.

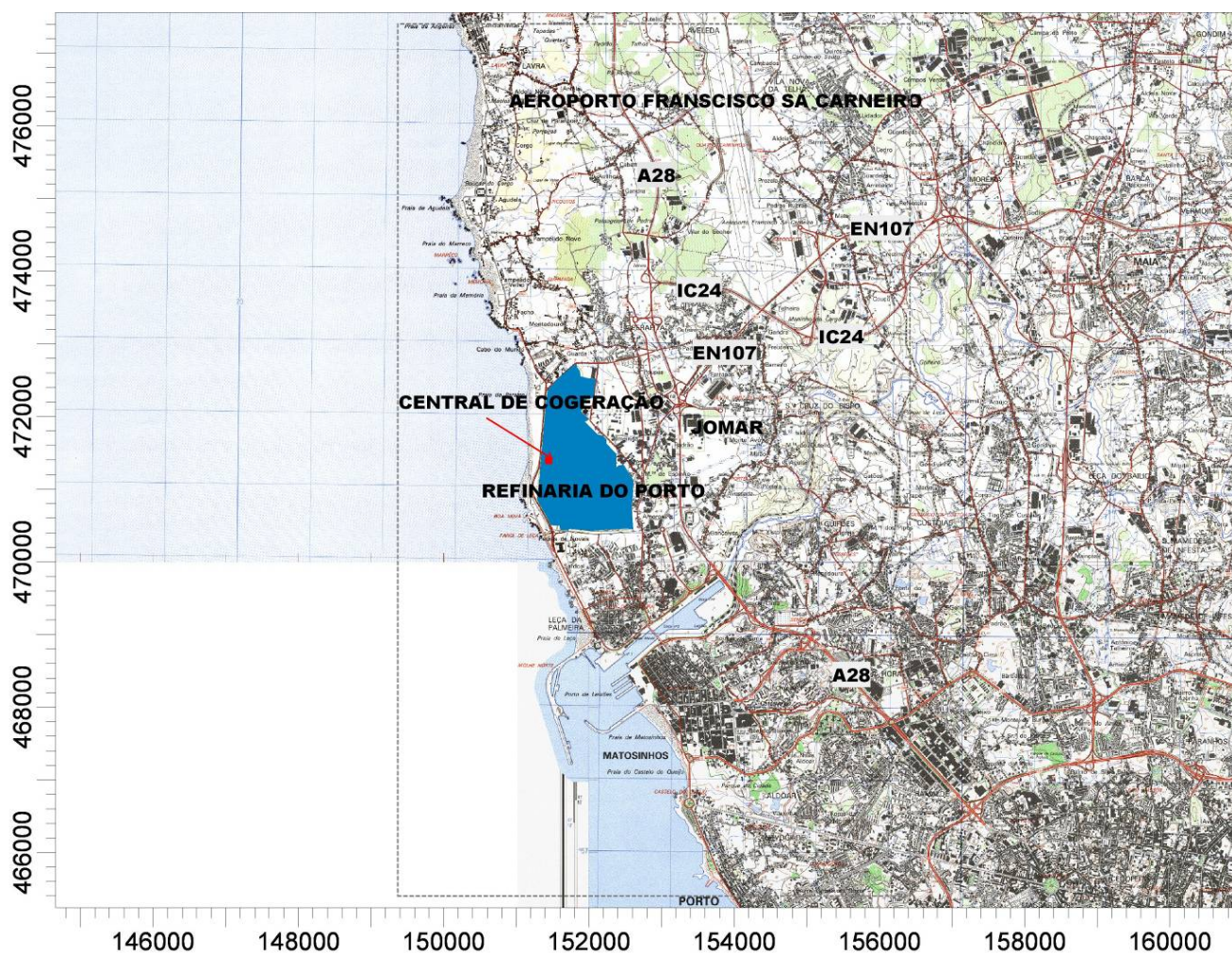


Figura 3.1 – Enquadramento espacial do domínio em estudo e local de implantação da nova Central de Cogeração

O domínio de estudo à escala local apresenta uma área de cerca de 81,6 km², com base no qual é efectuada a modelação. Esta área abrange quatro concelhos: Matosinhos, Maia e Porto na sua totalidade e Vila do Conde, nas freguesias de Aveleda, Vilar do Pinheiro, Mosteiro, Guilhabreu, Vilar, Labruge, Vila Chã, Modivas, Malta e Canidelo.

No **Quadro 3.1** apresenta-se um resumo relativo às características do domínio em estudo.

Quadro 3.1 - Características do domínio em estudo

Características	Escala Local
Coordenadas Militares do Limite Sudoeste (Sistema de Projecção Gauss, Datum de Lisboa)	149370 Este 465400 Norte
Extensão a Este (metros)	6 800
Extensão a Norte (metros)	12 000
Espaçamento da Malha Cartesiana (metros)	400
Número de Receptores (células)	558

3.3 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, caminhos-de-ferro, tráfego aéreo, etc.).

No estudo que aqui se apresenta foram incluídas as fontes de emissão relevantes que existem actualmente no domínio local e sobre as quais foi possível recolher os elementos suficientes para a sua utilização.

Para este estudo foram consideradas as fontes fixas de emissão da Refinaria do Porto bem como as fontes de emissão externas à Refinaria sobre as quais foi possível recolher a informação necessária à sua inclusão neste estudo.

As fontes emissoras dos poluentes em avaliação, não pertencentes à Refinaria do Porto e localizadas no domínio de estudo, foram identificadas com recurso ao registo europeu de emissão de poluentes (PRTR). Foi também consultada a Comissão de Coordenação Regional do Norte (CCDR-N) com vista a conhecer outras fontes locais.

Assim, foi efectuado o Inventário de Emissões do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, com base nos movimentos realizados em 2006, sendo também incluídas as emissões das Unidades Industriais da Jomar e da Lipor, a partir dos dados das monitorizações pontuais aí realizadas em 2006. Foram igualmente consideradas as emissões das Infra-estruturas rodoviárias mais relevantes existentes no domínio em estudo, e para as quais a Estradas de Portugal disponibilizava dados de tráfego para o ano de 2006.

3.4 DADOS DE QUALIDADE DO AR

Para a caracterização da qualidade do ar foi feita uma análise aos dados de medição da rede de monitorização envolvente à área em estudo. Para tal, recorreu-se a dados validados e às estatísticas tratadas e disponibilizadas pela Agência Portuguesa 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 Norte (CCDR-Norte).

Os dados de qualidade do ar disponibilizados referem-se aos anos de medições disponibilizados pela Agência Portuguesa do Ambiente para as estações de Perafita, Vila Nova da Telha e Custóias.

As três estações de qualidade do ar inserem-se na área do domínio de simulação à escala local (**Figura 3.2**).

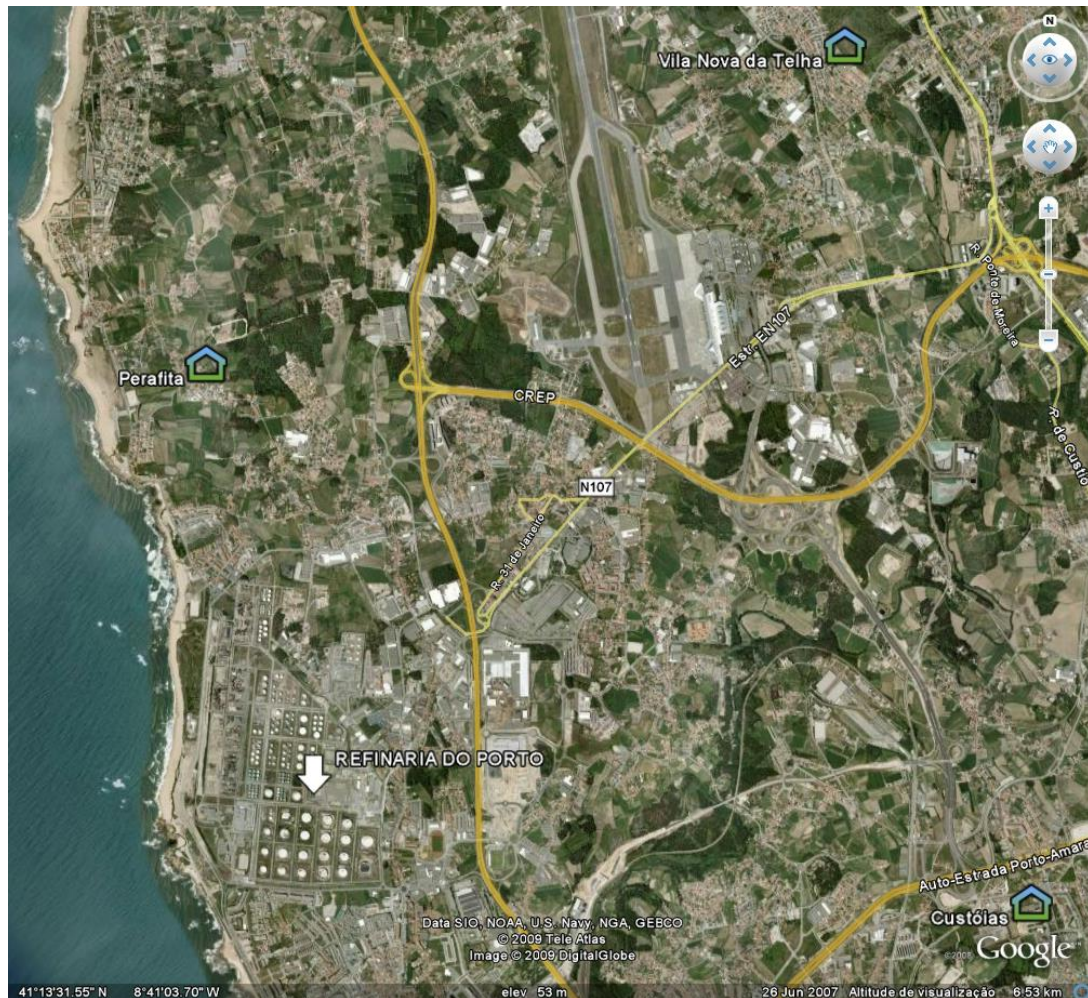


Figura 3.2 – Enquadramento espacial das estações de qualidade do ar (adaptado de Google Earth)

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.

Os dados relativos às medições de qualidade do ar permitiram igualmente obter os valores de fundo a considerar no estudo, de forma a contemplar as fontes existentes no domínio e não consideradas nas simulações efectuadas. No caso específico do SO_2 , não foram consideradas concentrações de fundo, dado que foram consideradas as principais fontes emissoras existentes no domínio em estudo. Assim, foram assumidos valores de fundo para o CO , NO_2 e PM_{10} , segundo os seguintes critérios:

- Não foi considerada a estação de Perafita, por estar demasiado influenciada pela Refinaria do Porto, que se encontra já incluída no estudo, e porque apenas tem, nas direcções contrárias à Refinaria, influência maioritariamente marítima, não caracterizando desta forma as restantes fontes existentes do domínio em estudo;
- Foram assumidas as médias das estações de Vila Nova da Telha e Custóias, para as direcções do vento não influenciadas pelas fontes consideradas nas simulações. Estas estações caracterizam as massas de ar com origem na zona Norte e Sul do domínio.

3.5 DADOS METEOROLÓGICOS

Com vista à caracterização meteorológica da zona de estudo foi disponibilizado o ano meteorológico de 2006 da estação de Porto/Pedras Rubras, a estação meteorológica mais próxima, instalada no Aeroporto de Francisco Sá Carneiro. Esta estação disponibiliza registos de velocidade e direcção do vento e temperatura do ar.

Dada a necessidade de uma série de parâmetros meteorológicos não medidos, e de um ano completo (sem falhas horárias), para o estudo de dispersão utilizaram-se adicionalmente dados meteorológicos também relativos ao ano de 2006, estimados pelo modelo mesometeorológico TAPM¹ com informação do Centro Europeu de Previsão (2006), considerando a localização da instalação, e considerando os dados locais de velocidade e direcção do vento no forçamento sinóptico. De forma a validar a adequação do ano meteorológico utilizado ao clima da região em estudo, foi efectuada a comparação com os dados da *Normal Climatológica* daquela área.

Os dados meteorológicos, juntamente com as emissões/condições de emissão, e a topografia e uso do solo da envolvente, são um dos factores determinantes no que diz respeito aos níveis de qualidade do ar estimados por modelação. De facto, mantendo todos os restantes parâmetros constantes e variando apenas as condições meteorológicas, é possível alcançar níveis de poluentes distintos, pelo que a representatividade dos dados meteorológicos, e a correcta estimativa de parâmetros não medidos com influência significativa nos valores estimados, como a estabilidade atmosférica e a altura da camada de mistura, deverá ser efectuada com base em modelos mesometeorológicos adequados, e sempre que possível com base em valores medidos.

¹ TAPM – The Air Pollution Model (CSIRO Atmospheric Research)

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**. A classe de ventos calmos (< 1 km/h) foi inserida 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 de 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

Como anteriormente referido, a informação meteorológica horária utilizada foi comparada com a *Normal Meteorológica* da estação local, de modo a avaliar a representatividade do ano de medição para o longo termo.

3.6 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO À ESCALA LOCAL

As simulações da dispersão realizadas consideraram um ano de dados meteorológicos, tendo em conta o relevo do domínio de simulação e as estruturas do complexo industrial próximo.

3.6.1 TOPOGRAFIA

O ficheiro de base topográfica utilizado na simulação local foi criado com base nas isolinhas de altimetria existentes nas Cartas Militares de Portugal correspondentes ao domínio em estudo.

Na **Figura 3.3** é apresentado o enquadramento espacial do domínio local em estudo, bem como a topografia da envolvente e o enquadramento da nova Central de Cogeração.

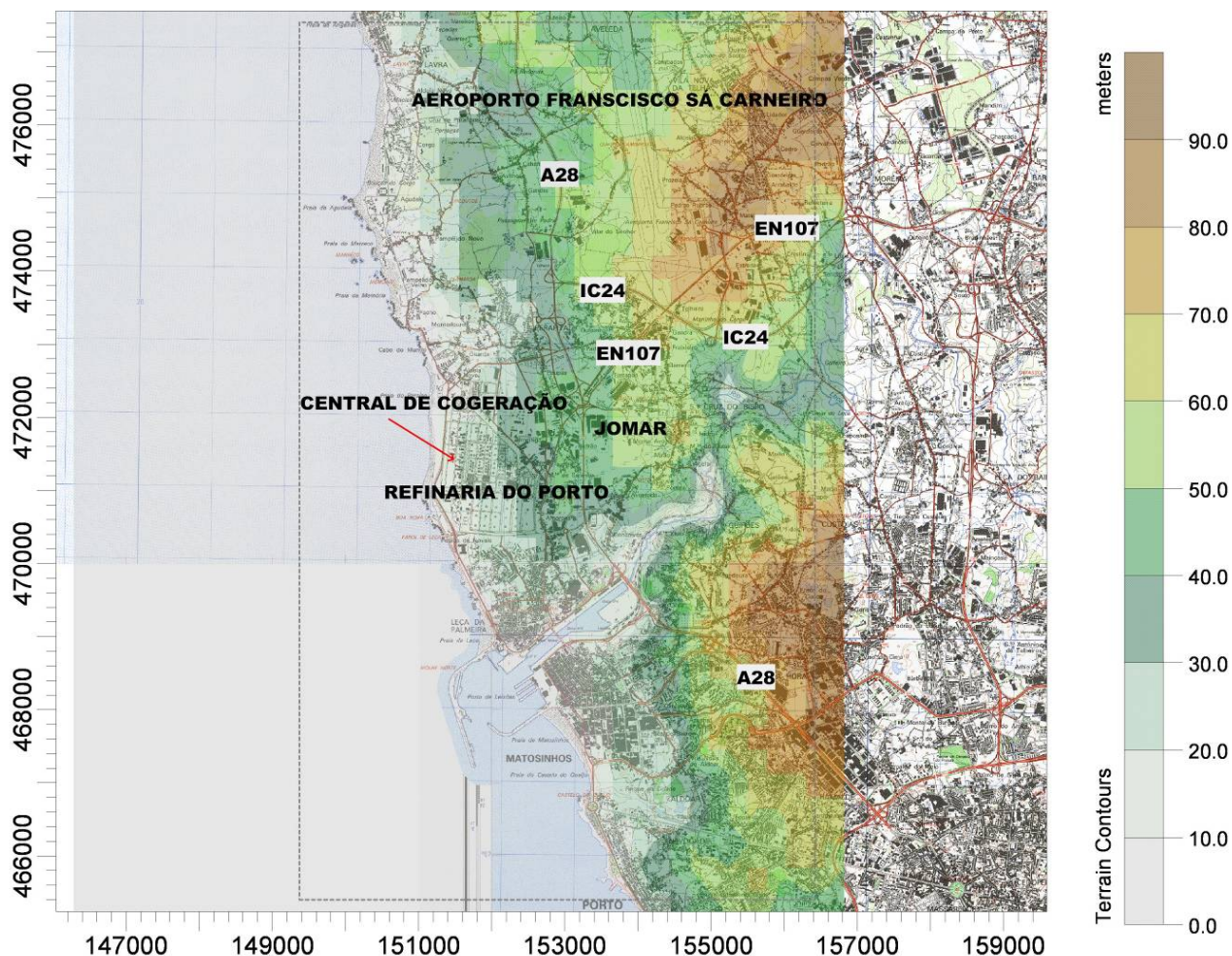


Figura 3.3 – Topografia do domínio local em estudo

3.6.2 EDIFÍCIOS

Os obstáculos de volumetria significativa podem perturbar o escoamento atmosférico, condicionando a dispersão dos poluentes atmosféricos.

Os edifícios e tanques de armazenamento pertencentes à Refinaria do Porto, incluindo a nova Central de Cogeração, foram introduzidos no modelo tendo como base as especificações volumétricas fornecidas pelo proponente. Foram também considerados os novos edifícios introduzidos pelo Projecto de conversão da Refinaria do Porto.

3.6.3 FONTES EMISSORAS

No **Quadro 3.3** estão apresentadas as características das fontes em estudo, nomeadamente código da fonte, altura e respectivo diâmetro.

No **Quadro 3.4** estão apresentadas as características das fontes em área consideradas na simulação numérica à escala local. Na **Quadro 3.5** estão apresentadas as características das fontes em linha consideradas na simulação numérica à escala local.

Quadro 3.3 - Características das fontes pontuais consideradas na simulação numérica

Instalação Industrial	Nome da Fonte	Altura (m)	Diâmetro (m)	Coordenadas Militares	
				Este (X)	Norte (Y)
Refinaria do Porto	Fábrica de Aromáticos – ST0601 (FF1) *	100,0	3,2	151653,5	472366,4
	Fábrica de Combustíveis – ST1302 (FF2) *	50,0	1,4	151617,6	471806,6
	Fábrica de Combustíveis – ST1401 (FF3) *	100,0	4,1	151549,8	471696,6
	Fábrica de Combustíveis – ST1601 (FF4) *	100,0	5,3	151561,5	471831,4
	Fábrica de Óleos Base – ST2001 (FF5) *	100,0	3,1	151573,4	571262,9
	Fábrica de Óleos Base – ST2401 (FF6) *	31,0	1,0	151576,8	471083,8
	Fábrica de Combustíveis – ST3001 (FF7) *	100,0	4,2	151448,4	471742,6
	Fábrica de Combustíveis – ST3701 (FF8) *	45,0	1,5	151565,1	471912,0
	Fábrica de Combustíveis – ST3801 (FF9) *	50,0	0,9	151654,6	471919,5
	Fábrica de Utilidades – ST4001 (FF10) *	100,0	2,5	151584,2	471497,5
	Fábrica de Utilidades – ST4002 (FF11) *	100,0	2,9	151553,5	471501,3
	Fábrica de Lubrificantes – ST5201 (FF12) **	15,0	0,5	152199,2	471001,7
Futura Central de Cogeração da Refinaria do Porto	Chaminé Grupo I (HSRG1)	60,0	3,2	151477,1	471419,1
	Chaminé Grupo II (HSRG2)	60,0	3,2	151474,0	471383,5
Futura Fonte no âmbito do Projecto de Conversão da Refinaria do Porto ²	Unidade de Destilação de Vácuo e <i>Visbreaker</i> – ST10001 (FF17)	50	1,73	151423,2	471520,8
Central de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (LIPOR)	Linha 1	70,0	1,95	Não foram disponibilizadas as localizações destas chaminés, pelo que apenas foi considerada a sua localização aproximada dentro da área da instalação.	
	Linha 2				
Indústrias Jomar ¹	Caldeira Kessel ²	18,0	0,94		
	Caldeira Konus ²	48,0	0,80		
	Secador de Aparas ²	47,0	3,20		
	Caldeira Omnical ³	18,0	0,95		
	Exaustão da Prensa ⁴	25,0	0,48		
	Secador de Fibras ⁵	18,0	0,8		
	Exaustão Filtro 2 ⁶	25,0	0,63		

* Funcionamento contínuo

** Regime de Funcionamento: 2 horas/dia e 5 dias/semana

- 1) Para a Indústria JOMAR apenas foram consideradas as fontes que, de acordo com a informação obtida, apresentavam emissões dos poluentes em estudo.
- 2) EIA do Projecto de Conversão da Refinaria do Porto – Aditamento

Quadro 3.4 - Características das fontes em área consideradas na simulação numérica (escala local)

Instalação			Características de Emissão		Coordenadas Militares (canto Sudoeste)	
			Área de emissão (km ²)	Altura de emissão (m)	Este (Xi)	Norte (Yi)
Aeroporto de Sá Carneiro	Ground Support Equipment (GSE) / Auxiliary Power Units (APU)		0,45	1,8	154428,3	473859,9
	Ciclo LTO	Descolagem / Aterragem (0 a 300 m)	0,14	150	154361,7	473872,0
		Aproximação / Afastamento (300 a 1000 m)	0,14	650	154361,7	473872,0

Quadro 3.5 - Características das fontes em linha consideradas na simulação numérica (escala local)

Infra-estrutura	Nº de veículos	
	TMDA	TMDH ponta ⁽¹⁾
A28 ²	77648	4853
IC24 ³	62500	3906
EN107 ⁴	19000	1188

(1) Considerou-se que o tráfego médio horário de ponta é 1/16 do tráfego médio diário

² Os volumes de tráfego referentes a esta fonte em linha foram obtidos junto da Comissão de Coordenação do Desenvolvimento Regional do Norte, através da consulta do documento “Estudo de Impacto Ambiental do IC1 Porto - Viana do Castelo; Alargamento para 2X3 vias entre Sendim e Freixieiro, km 4+700 a 7+748.181” de Janeiro de 2002.

³ Os volumes de tráfego referentes a esta fonte em linha foram obtidos junto da Comissão de Coordenação do Desenvolvimento Regional do Norte, através da consulta do documento “Estudo de Impacto Ambiental do Centro Logístico de Carga Aérea do Aeroporto Francisco Sá carneiro” de Junho de 2005.

3.7 DETERMINAÇÃO DA ALTURA DAS CHAMINÉS

Foi realizada a verificação da altura de chaminés da nova Central de Cogeração. Para o cálculo efectivo da altura mínima das chaminés foi considerada, nesta fase, a Portaria n.º 263/2005, de 17 de Março, tendo em conta os obstáculos próximos e as distâncias obtidas nas plantas fornecidas pelos proponentes.

Nos cálculos efectuados entrou-se em linha de conta com os obstáculos e fontes que irão ser instalados devido ao projecto de conversão da Refinaria e com todas as alterações processuais que daí advêm.

Dado que as chaminés principais terão de ser sujeitas ao auto-controlo das emissões, é adicionalmente calculada a altura necessária para a colocação da toma de amostragem, de acordo com a Norma Portuguesa 2167:2007.

3.7.1 APLICAÇÃO DA PORTARIA Nº 263/2005, DE 17 DE MARÇO

A altura a considerar para a chaminé (H), do solo ao topo desta, é determinada em função do nível de emissão dos poluentes atmosféricos e dos obstáculos próximos.

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

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

onde,

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

sendo,

Q – Caudal volúmico dos gases emitidos, à Temperatura de saída ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$);

q – Caudal mássico máximo de emissão do poluente ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$);

ΔT – Diferença entre a temperatura dos gases emitidos e a temperatura média anual típica da região de implantação da instalação (K);

F – Coeficiente de correcção, para gases e partículas;

C – Diferença entre a concentração de referência – C_R – e a concentração média anual do poluente, no local (ano 2006, estação de medição da qualidade do ar Perafita) – C_F . (mg.m^{-3})

O parâmetro S é calculado para todos os poluentes emitidos na fonte, e o maior valor obtido determina H_p . Os valores de C_R e C_F são indicados na Portaria, para os poluentes NO_x , e Partículas. Por esta razão não foi determinada a altura de chaminé com base na informação do Monóxido de Carbono.

Quando existe mais do que uma chaminé na instalação, a emitir os mesmos poluentes, é necessário verificar a sua dependência. Sendo a altura das chaminés i e j, respectivamente, h_i e h_j , as chaminés serão consideradas dependentes se verificarem simultaneamente as seguintes condições:

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

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

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,

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

De forma a determinar a altura de chaminé adequada à dispersão dos poluentes atmosféricos, procedeu-se à aplicação da metodologia de cálculo definida na Portaria n.º 263/2005 às chaminés principais da Central de Cogeração. Os resultados obtidos são apresentados na seguinte **Quadro 3.6**.

Não foram verificadas dependências entre as chaminés principais dos grupos Norte e Sul da Cogeração, nem entre cada uma das chaminés e as restantes chaminés da Refinaria.

Quadro 3.6 - Apresentação de resultados para o cálculo da altura das chaminés

Chaminé a dimensionar		Hp (m)	Poluente determinante	Hc (m)	Obstáculo próximo	H calculada (m)
GRUPO NORTE	Principal	7,3	NO _x	38	Coluna de Vácuo (Projecto de Conversão da Refinaria)	38
GRUPO SUL	Principal	7,3	NO _x	40	T2001	40

3.7.2 CÁLCULO DA ALTURA DE COLOCAÇÃO DA TOMA DE AMOSTRAGEM NA CHAMINÉ

A Norma Portuguesa 2167:2007 destina-se a estabelecer e uniformizar as condições que uma secção de amostragem (e a plataforma, quando necessária) deve cumprir.

A NP 2167:2007 define que a secção de amostragem deverá estar localizada o mais afastada possível de qualquer perturbação que possa produzir mudanças na direcção do escoamento. A mesma norma recomenda, de modo a garantir os requisitos para a caracterização do escoamento, que a secção de amostragem se localize a uma distância de 5 diâmetros hidráulicos após a última perturbação e que exista, entre a secção de amostragem e a perturbação seguinte, uma distância de 2 diâmetros hidráulicos, ou, entre a secção de amostragem e o topo da chaminé, uma distância de 5 diâmetros hidráulicos⁴.

O cálculo da altura da toma de amostragem foi efectuado considerando que desde a entrada do efluente até ao topo da chaminé não há perturbações ao escoamento. No **Quadro 3.7** são apresentados os resultados da aplicação da NP2167:2007.

Quadro 3.7- Apresentação dos resultados para a aplicação da NP2167:2007

Nome Fonte a dimensionar		Diâmetro Interno (m)	Altura da última perturbação ao efluente	Altura da perturbação à toma de amostragem (m)	Altura mínima para cumprimento da NP2167:2007	Altura recomendada (15% de margem de segurança)
GRUPO NORTE	Principal	3,2	17,1	16	49,1	56,5
GRUPO SUL	Principal	3,2	17,1	16	49,1	56,5

É de realçar que a colocação da toma de amostragem deve garantir condições de higiene e segurança aos técnicos de amostragem. Assim, à altura mínima da chaminé deverá ser adicionada uma margem de segurança de, pelo menos, 15%, estabelecendo assim uma altura de 56,5m. Desta forma, no momento de instalação da toma de amostragem e plataforma, poderá ser seleccionado, dentro da área adequada (33,1 metros a 40,5 metros), o melhor local para implantação das infra-estruturas referidas, de forma a salvaguardar a higiene, saúde e segurança dos operadores e técnicos de medição que aí irão aceder.

⁴ No caso de chaminés circulares, o diâmetro hidráulico coincide com o diâmetro interno.

3.7.3 SÍNTESE

No **Quadro 3.8** é apresentada a síntese de resultados do cálculo da altura das chaminés.

Quadro 3.8 – Síntese de resultados do cálculo da altura das chaminés

Chaminé a dimensionar		H (m) Portaria 263/2005	H (m) NP 2167	H (m) Projecto
GRUPO NORTE	Principal	38	56,5	60
GRUPO SUL	Principal	40	56,5	60

A altura legal recomendada para as chaminés principais da Central de Cogeração é inferior à altura indicada no Projecto de Execução, o que permite concluir que a altura prevista para as chaminés da instalação em estudo se encontra em cumprimento com os requisitos da legislação aplicável relativa às condições de emissão.

4. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ACTUAL

4.1 INVENTÁRIO DE EMISSÕES

Na envolvente local do projecto em estudo existem diversas fontes de emissão. De acordo com informação recolhida junto da CCDR-Norte, existem várias dezenas de pequenas indústrias na área de estudo com fontes fixas de emissão, no entanto, a informação disponibilizada não permitiu a sua inclusão no modelo de simulação.

No Registo Europeu de Emissão de Poluentes é referenciada a LIPOR II como fonte emissora de NOx existente no domínio de estudo. Esta entidade forneceu a informação necessária relativa às emissões dos poluentes considerados, bem como a estrutura das suas fontes fixas mais relevantes.

Para além das fontes de emissão já referidas, a zona de estudo apresenta duas outras fontes relevantes, a Indústria Jomar e o Aeroporto de Francisco Sá Carneiro.

A indústria Jomar foi incluída neste estudo considerando dados cedidos pela CCDR – Norte para o EIA da Cogeração. Relativamente ao Aeroporto foi necessário estimar as emissões dos poluentes em estudo. Para tal recorreu-se a um modelo de dispersão atmosférica aplicável a aeroportos, EDMS, apoiado em informação disponibilizada pela ANA S.A., para efectuar o cálculo das emissões totais associadas ao tráfego aéreo.

A zona de estudo apresenta também diversas infra-estruturas rodoviárias importantes, no entanto apenas foi possível recolher informação existente na CCDR-N, tendo sido consideradas a Auto-estrada A28, o Itinerário Complementar 24 e a Estrada Nacional 107.

No **Quadro 4.1** são indicadas as emissões e as condições de emissão das fontes pontuais pertencentes à Refinaria do Porto, determinadas com base em informações disponibilizadas pela própria Refinaria.

No **Quadro 4.2** são indicadas as emissões e as condições de emissão consideradas para as restantes fontes consideradas na simulação.

Quadro 4.1 – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (situação actual) – Fontes Pontuais
Pertencentes à Refinaria do Porto

Instalação Industrial	Nome da Fonte	Emissões				Condições de Emissão ⁽¹⁾		
		NOx	CO	PTS	SO ₂	Temp. Gases	Vel. de saída	Caudal
		(g.s ⁻¹)	(g.s ⁻¹)	(g.s ⁻¹)	(g.s ⁻¹)	(K)	(m.s ⁻¹)	(m ³ .Nh ⁻¹ gás seco)
Refinaria do Porto	Fábrica de Aromáticos – ST0601 ⁽²⁾	7,12	0,15	4,75	49,69	614	9,9	136588,5
	Fábrica de Combustíveis – ST1302 ⁽¹⁾	0,96	0,006	0,036	0,17	662	8,7	17175,5
	Fábrica de Combustíveis – ST1401 ⁽²⁾	5,02	0,38	0,79	0,28	339	1,8	116696,0
	Fábrica de Combustíveis – ST1601 ⁽²⁾	3,48	0,04	0,57	0,15	521	1,8	77376,5
	Fábrica de Óleos Base – ST2001 ⁽²⁾	6,07	0,51	1,29	19,61	469	2,3	62138,0
	Fábrica de Óleos Base – ST2401 ⁽¹⁾	0,09	0,01	0,007	0,003	616	2,7	2974,5
	Fábrica de Combustíveis – ST3001 ⁽²⁾	15,7	0,10	5,42	72,89	556	7,4	192354,5
	Fábrica de Combustíveis – ST3701 ⁽²⁾	1,02	0,01	0,01	0,03	645	6,2	15014,0
	Fábrica de Combustíveis – ST3801 ⁽¹⁾	0,08	0,07	0,02	11,48	689	11,1	9052,5
	Fábrica de Utilidades – ST4001 ⁽²⁾	8,57	0,14	4,34	65,85	441	8,9	90500,5
	Fábrica de Utilidades – ST4002 ⁽²⁾	16,08	0,71	6,88	93,73	495	14,0	157467,0
	Fábrica de Lubrificantes – ST5201 ⁽¹⁾	0,02	0,006	0,01	0,01	624	3,0	819,0

(1) Dados relativos à média das duas medições pontuais de 2006

(2) Dados relativos à média das medições em contínuo para o ano civil de 2006, excepto CO, cujos dados são relativos à média das duas medições pontuais de 2006

Quadro 4.2 – Dados de emissão utilizados na simulação numérica (situação actual) – Outras Fontes

Instalação Industrial	Nome da Fonte	Emissões				Condições de Emissão		
		NOx (g.s ⁻¹)	CO (g.s ⁻¹)	PTS (g.s ⁻¹)	SO ₂ (g.s ⁻¹)	Temp. Gases (K)	Veloc. (m.s ⁻¹)	Caudal (Nm ³ . h ⁻¹ gás seco)
LIPOR II ⁵	Linha 1	4,12	0,17	0,09	0,13	428,15	18,0	123570
	Linha 2	4,12	0,17	0,09	0,13	428,15	18,0	123570
Jomar	Caldeira Kessel ⁶	0,14	<0,03	não disponível	<0,03	385,6	4,1	6991
	Caldeira Konus ⁷	0,31	0,03	não disponível	<0,03	582,4	8.7	6671
	Secador de Aparas ⁷	2,58	6,97	<0,03	0,89	318.95	14.7	339560
	Caldeira Omnical ⁸	0.83	0.06	não disponível	<0.03	456.35	16.5	25732
	Exaustão da Prensa ⁸	<0.03	<0.03	0.28	<0.03	310.95	29.6	13981
	Secador de Fibras ⁹	<0.03	<0.03	<0.03	0.08	344.65	12.3	82930
	Exaustão Filtro 2 ¹⁰	não disponível	não disponível	<0.03	não disponível	303.65	23.8	24029
Infra-estrutura	Nome da Fonte	Emissões						
		NOx (g.s ⁻¹)	CO (g.s ⁻¹)	PTS (g.s ⁻¹)	SO ₂ (g.s ⁻¹)			
Aeroporto Francisco Sá Carneiro	Emissões Auxiliares (GSE/APU)	1,3	23,1	0,04	0,0001			
	Aproximação / Afastamento (300-1000 m)	2,7	0,4	0,03	0,2217			
	Descolagem / Aterragem (0-300 m)	2,0	6,5	0,04	0,2665			
Infra-estrutura	Inclinação Média da Via	Emissões (Ponderado para Veículos Ligeiros e Pesados)						
		NOx (g.s ⁻¹ .veículo ⁻¹)	CO (g.s ⁻¹ .veículo ⁻¹)	PM ₁₀ (g.s ⁻¹ .veículo ⁻¹)	SO ₂ (g.s ⁻¹ .veículo ⁻¹)			
Auto-estrada 28	0%	0,795	1,682	0,033	-			
	+2% / -2%	1,026	1,705	0,038	-			
Itinerário Complementar 24	+2% / -2%	1,026	1,705	0,038	-			
Estrada Nacional 107	+2% / -2%	0,803	1,267	0,029	-			

⁵ Os dados de concentração e condições de emissão foram fornecidos pela LIPOR II.

⁶ Relatório de emissões de 16/02/2007

⁷ Relatório de emissões de 27/09/2006

⁸ Relatório de emissões de 21/02/2005

⁹ Relatório de emissões de 16/12/2005

¹⁰ Relatório de emissões de 27/04/2005

4.2 CARACTERIZAÇÃO METEOROLÓGICA LOCAL

Nas **Figura 4.1** a **Figura 4.4** apresenta-se a comparação do ano meteorológico utilizado, referenciado como “Base de Dados Europeia (TAPM)”, com a normal climatológica da estação de Porto/Pedras Rubras, e com os dados de medição relativos a 2006.

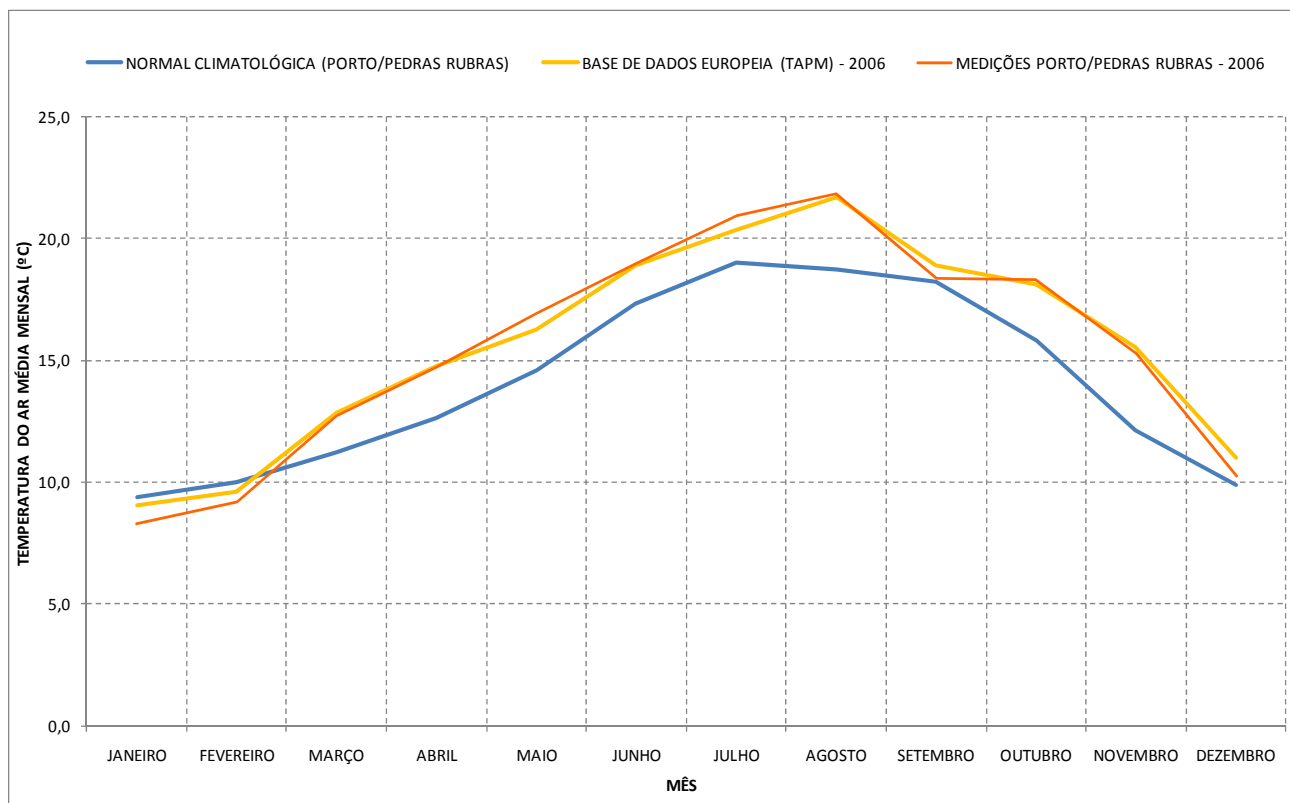


Figura 4.1 – Comparação da variação média mensal de temperatura do ar

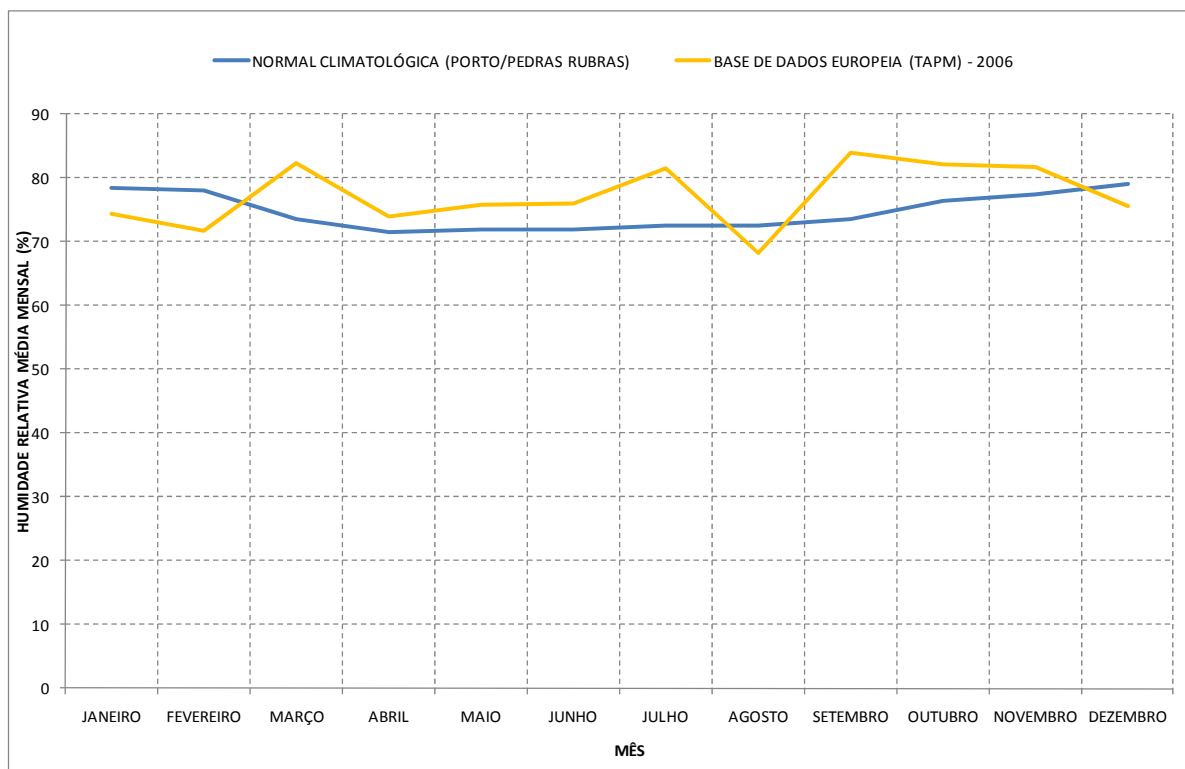


Figura 4.2 – Comparação da variação média mensal de humidade relativa

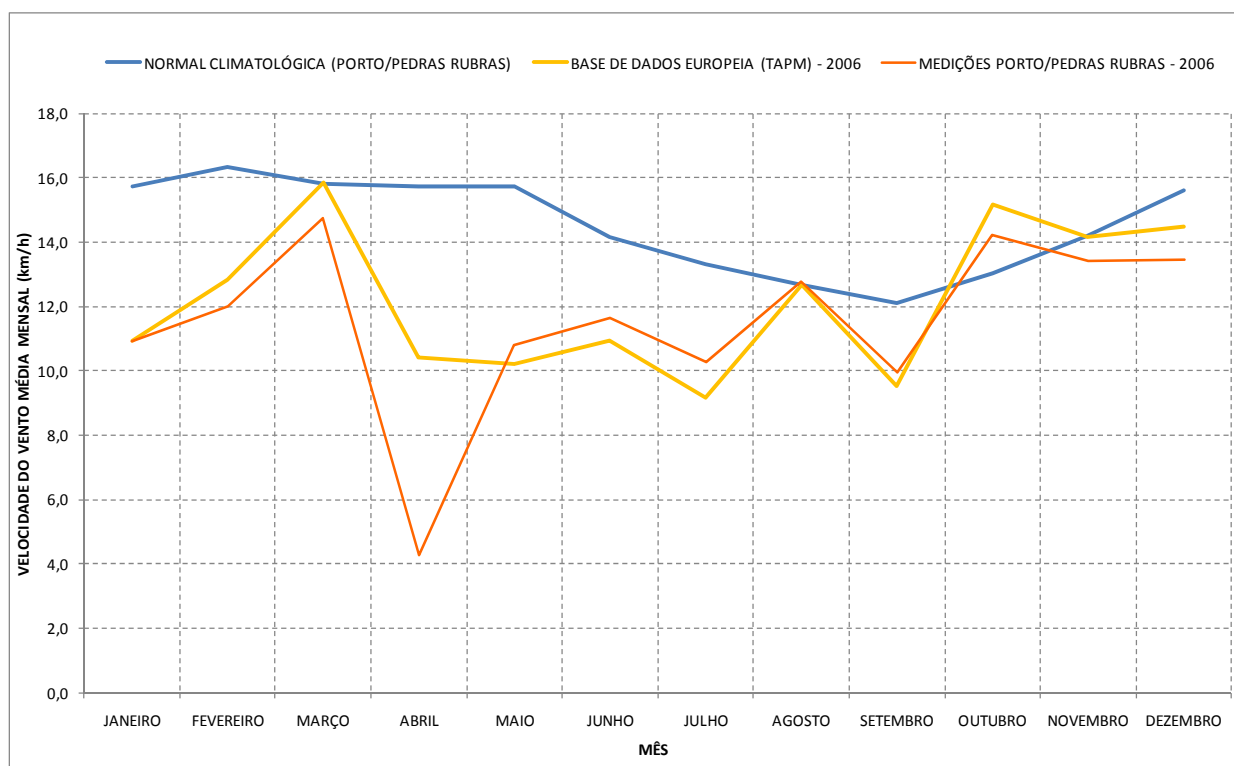


Figura 4.3 – Comparação da variação média mensal da velocidade do vento

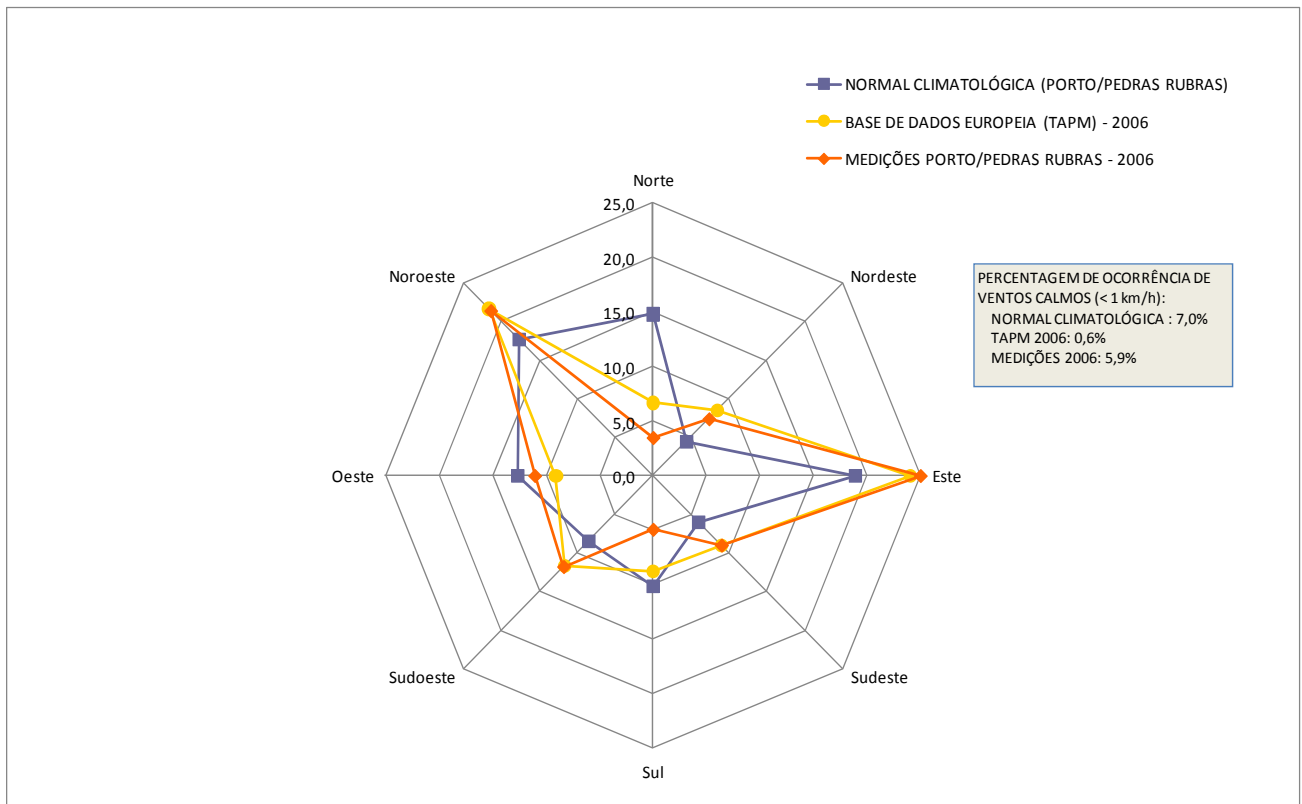


Figura 4.4 – Rosa de ventos estimada para 2006 (TAPM), da normal climatológica relativa à estação de Porto/Pedras Rubras e relativa aos dados recolhidos nas medições realizadas em 2006

A **Figura 4.1** ilustra a variação anual da temperatura média do ar no ano de 2006 e também no período 1961-1990. Da **Figura 4.1** pode concluir-se que, em termos de temperatura média do ar, o ano de 2006 foi muito idêntico à *Normal Climatológica*. Em termos de humidade relativa (**Figura 4.2**) também se verifica que o ano meteorológico considerado é muito idêntico à *Normal Climatológica*.

A análise da **Figura 4.3** mostra que a intensidade de ventos medida em Pedras Rubras e estimada pelo TAPM para 2006 é inferior à *Normal Climatológica* durante a maior parte dos meses do ano. As velocidades medidas em 2006 em Porto Pedras Rubras apresentam um comportamento muito semelhante aos valores do TAPM 2006, à excepção do mês de Abril, para o qual foram registados 63% de valores em falta nas medições, reflectindo-se, eventualmente, estas falhas nas diferenças entre valores estimados e medidos.

Relativamente à direcção mais frequente do vento, informação apresentada na **Figura 4.4** as medições de 2006 em Porto Pedras Rubras apresentam um comportamento muito semelhante aos valores do TAPM 2006, e enquadram-se ambos no Normal comportamento climatológico daquela área, com as direcções dominantes de Este e Noroeste. De notar que as frequências de ocorrência de cada sector apresentam alguns desvios, no entanto, os sectores predominantes estão bem definidos, em particular se se tiver em linha de conta que a comparação efectuada confronta apenas um ano de dados face a uma *Normal Climatológica* resultante da média de 30 anos de dados (Normal Climatológica relativa a 1961-1990).

Na **Figura 4.5** são apresentadas as alturas de camada de mistura previstas pelo TAPM para 2006, com base nos dados de medições locais. Os dados de altura de camada de mistura provenientes do TAPM, considerando as medições locais no forçamento sinóptico, indicam que em cerca de metade dos dias a altura de camada de mistura se situou abaixo dos 300 metros. Esta predominância de altura de valores de camada de mistura relativamente baixos poderá ser explicada pela proximidade do mar do local de implantação do projecto em avaliação.

Não é possível atribuir a classe de estabilidade predominante, uma vez que o modelo utilizado já não usa este tipo de aproximação. A condição de estabilidade da camada limite e a respectiva estrutura vertical da atmosfera é deduzida de forma directa e contínua, não havendo lugar ao cálculo das antigas classes de estabilidade de Turner (Pasquill-Gifford).

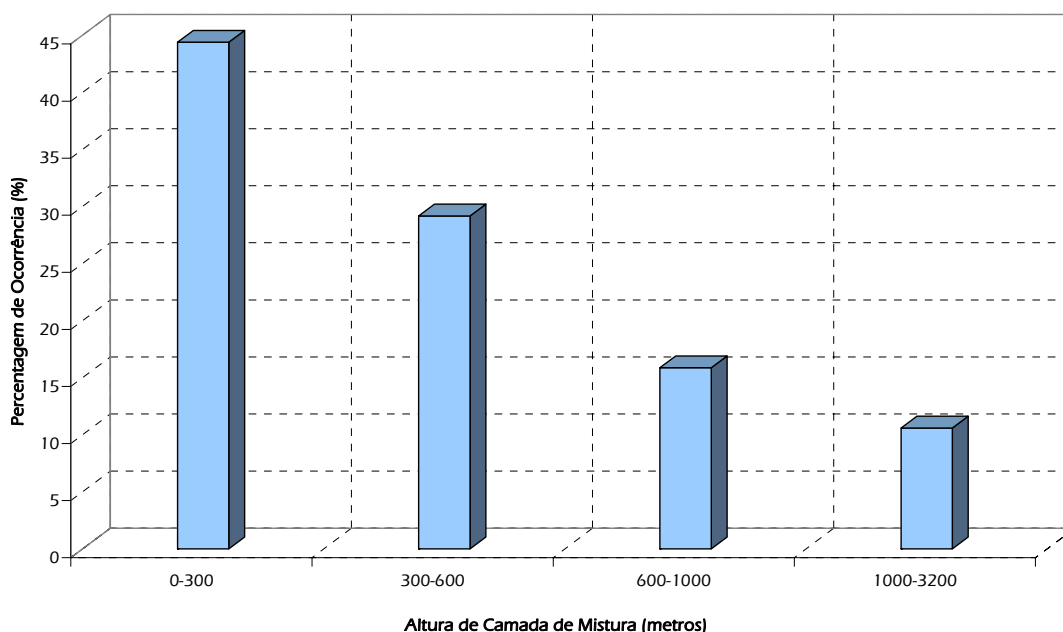


Figura 4.5 – Alturas de Camada de Mistura previstas pelo TAPM para 2006, com base nos dados de medições locais

4.3 MEDIÇÕES DE QUALIDADE DO AR

A rede de monitorização considerada possui diversas estações de qualidade do ar em funcionamento, que, entre outros poluentes, fazem medições de PTS, NO_x, CO, SO₂ e O₃. Em função do domínio de estudo e da representatividade destas estações para o objectivo desta análise foram seleccionadas três estações: Perafita, Vila Nova da Telha e Custóias. Destas, Vila Nova da Telha é considerada estação suburbana de fundo e Perafita e Custóias são consideradas suburbanas industriais.

As estações de qualidade do ar seleccionadas apresentam dados disponíveis desde 2000, à excepção das estações instaladas em Custóias e Vila Nova da Telha que iniciaram a monitorização em 1999, no entanto, com ocorrência de falhas em alguns períodos. Os dados de qualidade do ar foram obtidos junto da Agência Portuguesa do Ambiente e são dados validados pelo mesmo organismo.

Um dos poluentes estudados, o dióxido de azoto, é um poluente fortemente afectado pelas reacções fotoquímicas que ocorrem no ar ambiente, principalmente por via de reacções associadas à formação/ depleção de ozono. O modelo de simulação usado para a realização deste estudo apresenta vias alternativas para a simulação da dispersão atmosférica deste poluente. Nas simulações realizadas foi utilizado o “Ozone Limiting Method”, que faz uso das concentrações medidas de Ozono na atmosfera para estimar a conversão dos óxidos de azoto em dióxido de azoto.

Desta forma, a contabilização da concentração de NO₂ em cada período horário é determinada em função da concentração de ozono existente no ar ambiente. Para este estudo, a informação de ozono no ar ambiente considerada resultou da média horária das concentrações de ozono ao longo dos vários anos de medição em cada uma das duas estações de fundo afectas a este estudo. A estação usada foi Vila Nova da Telha (1999 a 2006).

Os resultados obtidos nas diferentes estações de qualidade do ar foram analisados e comparados com os valores limite indicados na legislação.

4.3.1 COMPARAÇÃO COM A LEGISLAÇÃO

Com a comparação com a legislação pretende-se estudar historicamente o perfil das concentrações na envolvente da Refinaria do Porto, e não verificar se no ano da medição foi ou não cumprido o limite legal. Assim a comparação realizada incidiu na comparação dos valores medidos com os limites legais a verificar no ano de arranque do projecto. No caso do poluente NO₂, o limite de emissão a verificar em 2008 e 2009 diferia do limite de emissão aplicável durante a restante vida útil do projecto, por serem ainda admissíveis margens de tolerância legalmente estabelecidas. No entanto, julgou-se mais conveniente aplicar o limite mais restritivo, legalmente em vigor a partir de 1 de Janeiro de 2010.

Os **Quadro 4.3** a **Quadro 4.6** sumarizam os resultados das medições de NO₂, CO, PM₁₀, e SO₂ efectuadas nas estações de qualidade do ar consideradas.

Quadro 4.3 – Comparação dos valores de NO₂ registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 1999 -2007 com o DL 111/2002, de 16 de Abril

Estação de Qualidade e do Ar	Ano	Base Horária			Base Anual		
		Valor Limite (µg.m ⁻³)	Concentração Registada (µg.m ⁻³)	N.º Excedências ⁽¹⁾	Valor Limite (µg.m ⁻³)	Concentração Registada (µg.m ⁻³)	Excedências
Perafita	2002	200	124	0	40	19	-
	2003		137	0		22	-
	2004		126	0		18	-
	2005		149	0		20	-
	2006		149	0		19	-
	2007		153	0		21	-
Vila Nova da Telha	1999	200	117	0	40	22	-
	2000		116	0		22	-
	2001		223	0		22	-
	2002		145	0		21	-
	2003		122	0		21	-
	2004		128	0		19	-
	2005		159	0		18	-
	2006		133	0		20	-
	2007		136	0		21	-
Custóias	1999	200	203	0	40	33	-
	2000		774	1		22	-
	2001		233	0		27	-
	2002		131	0		25	-
	2003		165	0		27	-
	2004		144	0		28	-
	2005		176	0		29	-
	2006		268	1		26	-
	2007		169	0		42	1

(1) A não exceder mais de 18 vezes em cada ano civil

Quadro 4.4 – Comparação dos valores de CO registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 1999 -2007 com o DL 111/2002, de 16 de Abril

Estação de Qualidade do Ar	Ano	Base Octo-horária		
		Valor Limite (mg.m ⁻³)	Concentração Registada (mg.m ⁻³)	Excedências
Perafita	2002	10,000	1,325	-
	2003		1,744	-
	2004		4,998	-
	2005		1,606	-
	2006		2,036	-
	2007		5,029	-
Vila Nova da Telha	1999	10,000	2,300	-
	2000		1,863	-
	2001		3,153	-
	2002		1,521	-
	2003		1,956	-
	2004		2,638	-
	2005		1,550	-
	2006		11,243	1
	2007		2,024	-
Custóias	1999	10,000	3,938	-
	2000		2,613	-
	2001		3,343	-
	2002		2,418	-
	2003		2,924	-
	2004		3,510	-
	2005		2,762	-
	2006		2,726	-
	2007		2,285	-

Quadro 4.5 – Comparação dos valores de PM10 registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 1999 -2007 com o DL 111/2002, de 16 de Abril

Estação de Qualidade e do Ar	Ano	Base Diária			Base Anual		
		Valor Limite ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Concentração Registada ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	N.º Excedências ⁽¹⁾	Valor Limite ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Concentração Registada ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Excedências
Perafita	2002	50	100	16	40	44	1
	2003		147	75		45	1
	2004		130	62		40	-
	2005		128	77		38	-
	2006		117	62		36	-
	2007		129	64		37	-
Vila Nova da Telha	1999	50	71	9	40	22	-
	2000		108	13		33	-
	2001		169	66		45	1
	2002		123	13		31	-
	2003		105	35		37	-
	2004		129	57		36	-
	2005		159	86		39	-
	2006		179	55		33	-
	2007		81	35		30	-
Custóias	1999	50	71	117	40	22	-
	2000		138	33		44	1
	2001		164	88		51	1
	2002		156	26		28	-
	2003		120	53		37	-
	2004		132	92		41	1
	2005		214	129		48	1
	2006		114	59		38	-
	2007		116	72		35	-

(1) A não exceder mais de 35 vezes em cada ano civil

Quadro 4.6 – Comparação dos valores de SO₂ registados nas estações de monitorização de qualidade do ar para os anos de 1999 -2007 com o DL 111/2002, de 16 de Abril

Estação de Qualidade e do Ar	Ano	Base Horária			Base Diária		
		Valor Limite (µg.m ⁻³)	Concentração Registada (µg.m ⁻³)	N.º Excedências ⁽¹⁾	Valor Limite (µg.m ⁻³)	Concentração Registada (µg.m ⁻³)	N.º Excedências ⁽²⁾
Perafita	2002	350	1088	11	125	296	2
	2003		790	14		153	1
	2004		252	-		76	-
	2005		323	-		91	-
	2006		223	-		95,2	-
	2007		198	-		68	-
Vila Nova da Telha	1999	350	572	1	125	75	-
	2000		269	-		43	-
	2001		716	1		46	-
	2002		363	-		38	-
	2003		219	-		49	-
	2004		475	1		32	-
	2005		341	-		26	-
	2006		157	-		36	-
	2007		234	-		32	-
Custóias	1999	350	528	1	125	171	4
	2000		651	2		123	-
	2001		404	-		66	-
	2002		384	-		80	-
	2003		308	-		40	-
	2004		395	1		41	-
	2005		344	-		55	-
	2006		307	-		37	-
	2007		452	1		59	-

(1) A não exceder mais de 24 vezes em cada ano civil

(2) A não exceder mais de 3 vezes em cada ano civil

n.d. dados não disponíveis

No que diz respeito ao NO_2 (**Quadro 4.3**) apesar de terem ocorrido diversas horas com valores de concentração superior ao valor limite horário para a concentração de dióxido de azoto no ar ambiente, nunca ocorreram ultrapassagens do valor limite legal em mais de 18 vezes num ano. O valor limite legal anual foi ultrapassado no ano 2007 na estação de Custóias.

Em termos da concentração de partículas PM_{10} (**Quadro 4.5**) no ar ambiente, em todas as estações se verificam excedências do limite legal anual e ultrapassagens do limite legal diário. O monóxido de carbono ficou sempre abaixo do limite legal estabelecido excepto no ano de 2006, em Vila Nova da Telha, onde se registou o valor mais elevado, superior a 11 mg.m^{-3} . No entanto no historial desta estação é a primeira vez que se verificam valores superiores ao valor limite, que poderão estar associados a alguma ocorrência específica, quer a nível de fontes emissoras quer de meteorologia, não parecendo ser típicos da área de influência da estação.

No que diz respeito ao dióxido de enxofre, nos últimos anos não se verificam excedências dos limites legais, exceptuando o ano 2007, na estação de Custóias, em que se registou uma ultrapassagem do limite legal horário. Apesar desta ultrapassagem pode-se afirmar que houve uma evidente melhoria nos níveis de concentração deste poluente no ar ambiente na zona de estudo.

As diferenças encontradas ao longo dos anos de medição, para as diferentes estações de qualidade do ar, são consequência de condições meteorológicas distintas, e de alterações nas fontes emissoras com influência naqueles locais, que poderão levar ao registo de valores mais ou menos críticos para os poluentes medidos.

4.4 MODELAÇÃO DA DISPERSÃO

A caracterização da situação actual foi feita com recurso à modelação da dispersão dos poluentes à escala local, mediante um único cenário. As emissões consideradas para as diferentes fontes emissoras pertencentes à Refinaria e fontes externas são relativas às medições realizadas no ano de 2006.

Realizaram-se simulações com o modelo AERMOD para o domínio de estudo, tomando em consideração a topografia, o uso do solo e os obstáculos próximos. A simulação realizada teve por base um ano civil, tendo sido utilizados dados meteorológicos medidos na estação de Pedras Rubras, complementados com dados estimados pelo modelo mesometeorológico TAPM, com informação do Centro Europeu de Previsão, para o ano de 2006.

Os dados estimados foram sujeitos a comparação com os valores medidos na rede de qualidade do ar da área envolvente, também para o ano de 2006.

No que diz respeito às partículas em suspensão, as medições das fontes pontuais referem-se a Partículas Totais em Suspensão (PTS). Contudo, dado que os valores limite, bem como as medições, se referem à fracção PM_{10} , assumiu-se, numa perspectiva conservativa, que as emissões correspondem na totalidade à fracção PM_{10} .

4.4.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES OBTIDOS

Os mapas de distribuição de curto termo (médias horárias, octo-horárias e diárias), referem-se ao valor máximo estimado no ano em estudo para o receptor (área) em análise. O mapa apresentado neste caso é representativo de uma compilação de vários períodos temporais nos quais se registaram valores elevados em determinado local. Trata-se, desta forma, de um cenário máximo criado apenas para avaliação dos máximos registados em cada área.

A distribuição dos valores nestes mapas pode ser referente a períodos temporais distintos, durante os quais, em determinadas áreas (ou receptores), e com determinadas condições meteorológicas, ocorreram os valores máximos (horários, octo-horários e diários). A análise efectuada nesta base de trabalho tem sempre de ter estes factos em consideração, não podendo esta forma de apresentação ser directamente comparável a valores limite ou de referência. Apesar disso, sempre que possível, nas escalas gráficas dos mapas de distribuição dos valores máximos são inseridos os valores limite da legislação, de forma a integrar os valores estimados face a valores de referência.

Os mapas exprimem, para cada um dos receptores (pontos considerados representativos de áreas), a concentração máxima estimada pelo modelo independentemente do dia ou da hora do ano em estudo. No fundo, esta é uma perspectiva virtual onde se condensam todas as piores situações, receptor a receptor, numa imagem única, resultando numa espécie de “fotografia” dos piores casos, ponto a ponto, como se tivessem ocorrido todos em simultâneo.

No caso de poluição atmosférica, o pior cenário poderá ser a conjunção de um período (horário, octo-horário ou diário) ou vários períodos onde simultaneamente teriam ocorrido valores elevados de vários poluentes. Esta análise é de elevada complexidade, dada a infinidade de variáveis em jogo, pelo que está convencionada a apresentação gráfica dos valores máximos, em períodos temporais distintos, tal como é efectuado neste estudo.

A comparação entre as concentrações máximas estimadas pelo modelo de simulação e os valores de referência ou legalmente aplicáveis é efectuada em forma de tabela a seguir aos mapas de distribuição de valores. Chama-se a atenção para o facto de os valores presentes nestas tabelas corresponderem aos valores máximos estimados (VE) para cada poluente em análise, dentro do universo de todos os receptores (áreas) e para as 8760 horas simuladas (um ano completo).

A comparação é efectuada também através da aplicação de um factor de segurança (designado por F2) atribuído aos resultados dos modelos Gaussianos, como o utilizado neste estudo. Por aplicação deste factor entende-se que os valores reais, estatisticamente, poderão ser metade ou o dobro dos valores estimados numericamente pelo modelo.

Ao comparar os resultados das simulações com a legislação portuguesa é possível verificar se, em algum receptor (área), se prevê que haja ultrapassagem do limite legal para a qualidade do ar.

4.4.1.1 Dióxido de Azoto

Nas **Figura 4.6** e **Figura 4.7** são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para o NO₂, respectivamente, das concentrações máximas das médias horárias e média anual. De salientar que os valores das médias horárias apresentados correspondem aos máximos estimados para cada receptor ao longo do ano.

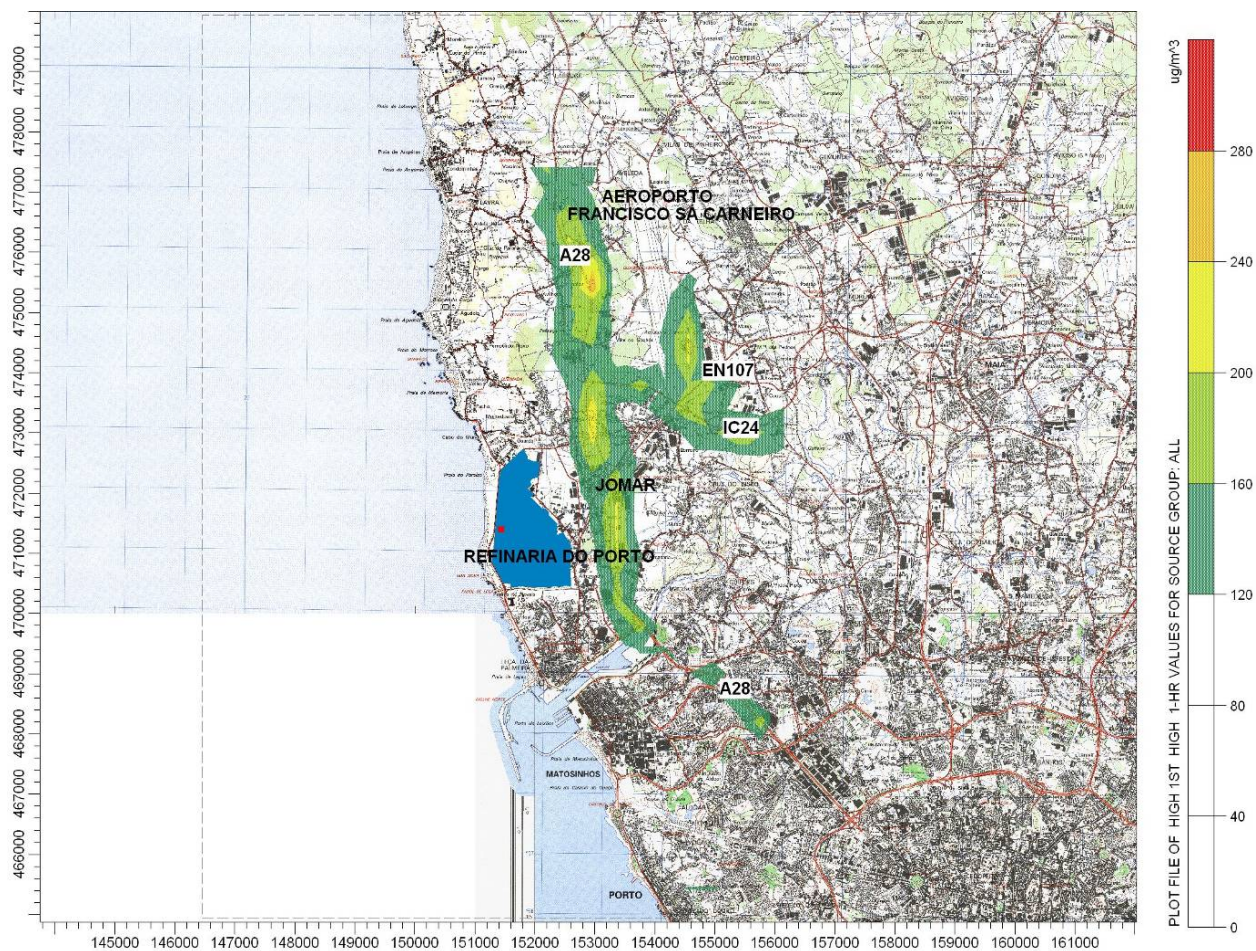


Figura 4.6 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO₂ (µg.m⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise

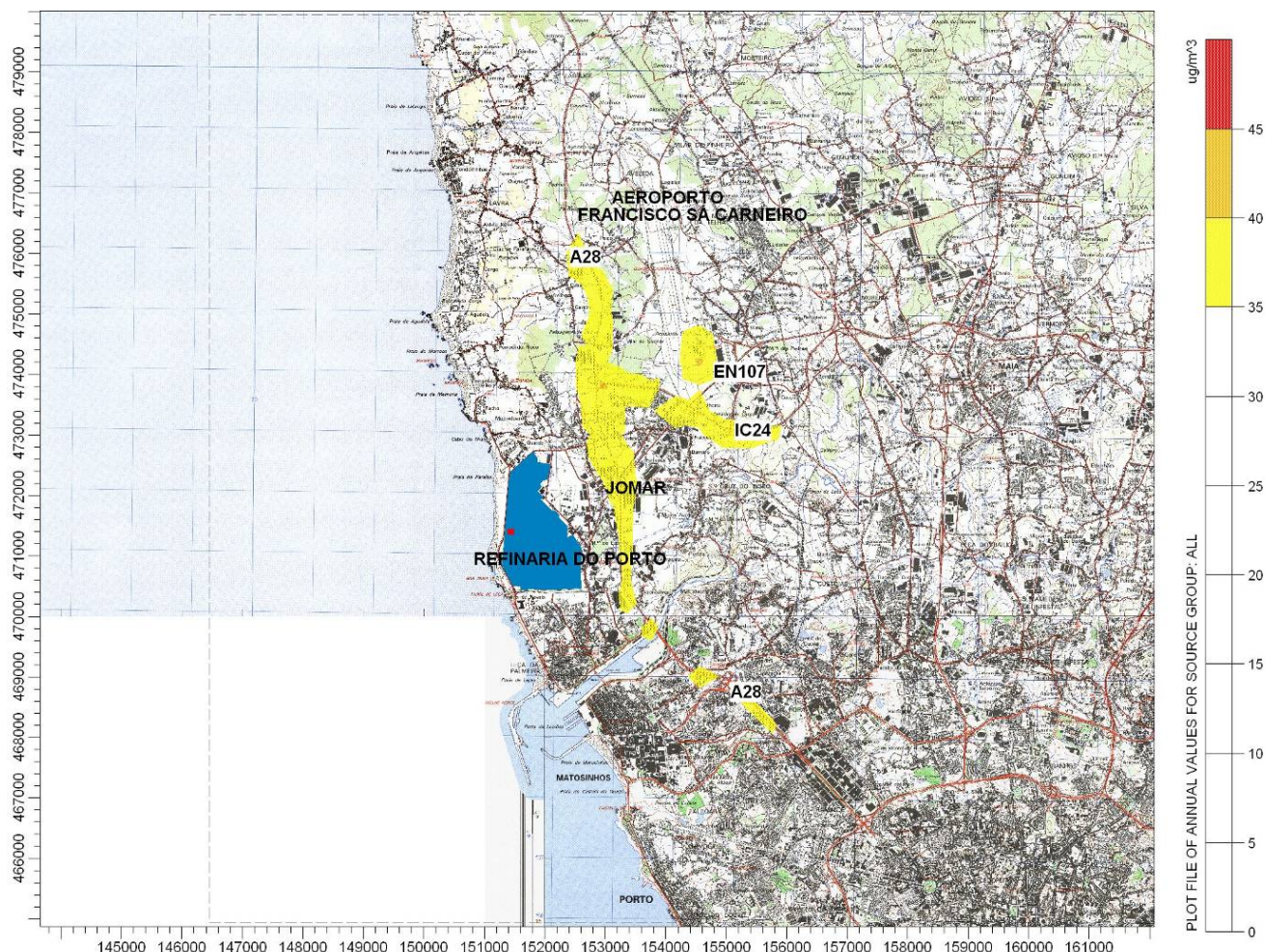


Figura 4.7 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO₂ (µg.m⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise

As concentrações máximas das médias horárias estimadas são mais elevadas a Nordeste do local de implantação do projecto, mais concretamente na faixa que se entende ao longo da Auto-estrada n.º 28 e também a Sul/Sudeste do Aeroporto Francisco Sá Carneiro. Nestas regiões, são estimadas concentrações horárias máximas superiores a 200 µg.m⁻³. No território adjacente ao IC24, os níveis de NO₂ estimados são também elevados, no entanto inferiores ao valor limite legal. O Aeroporto e as infra-estruturas rodoviárias consideradas parecem ser as fontes de dióxido de azoto mais importantes do domínio em estudo.

No que diz respeito aos valores anuais, o campo estimado das concentrações médias anuais de NO₂ (**Figura 4.7**) apresenta as mesmas tendências que o campo de concentrações horárias, evidenciando níveis mais elevados ao longo da A28, do IC24 e a Sul do Aeroporto. Na envolvente do Aeroporto, a distribuição das concentrações apresenta-se com uma orientação Sul/Sudeste face ao mesmo, evidenciando ventos dominantes de Norte/Noroeste.

4.4.1.2 Monóxido de Carbono

Na **Figura 4.8** é apresentada a distribuição espacial das concentrações máximas das médias octo-horárias para o CO. De salientar que os valores das médias octo-horárias apresentados correspondem aos máximos estimados para cada receptor ao longo do ano.

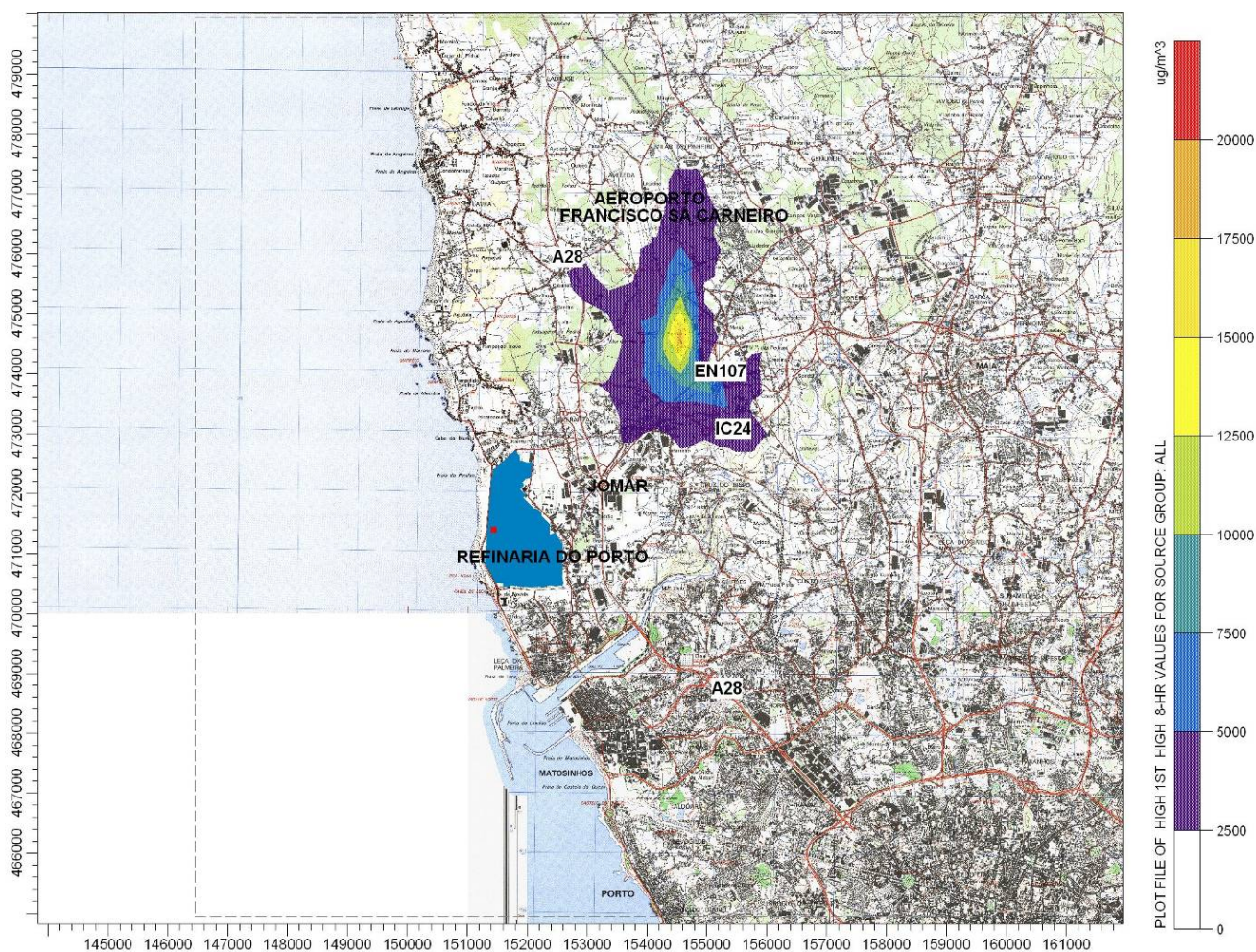


Figura 4.8 - Campo estimado das concentrações máximas das médias de 8 horas de CO ($\mu\text{g}.\text{m}^{-3}$) verificadas para a situação actual no domínio em análise

Os níveis mais elevados deste poluente ocorrem junto ao Aeroporto Francisco Sá Carneiro, na direcção Sudeste (**Figura 4.8**). Nessa área, as estimativas apontam para que o valor limite para protecção da saúde humana ($10000 \mu\text{g.m}^{-3}$) seja excedido. Na envolvente da Refinaria do Porto, estima-se que os valores máximos se situem na gama inferior a $2500 \mu\text{g.m}^{-3}$.

4.4.1.3 Partículas em Suspensão

Nas **Figura 4.9** e **Figura 4.10** são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para as PM_{10} , respectivamente, das concentrações máximas diárias e anuais, para a situação actual. De salientar que os valores das médias diárias apresentados correspondem aos máximos estimados para cada receptor ao longo do ano.

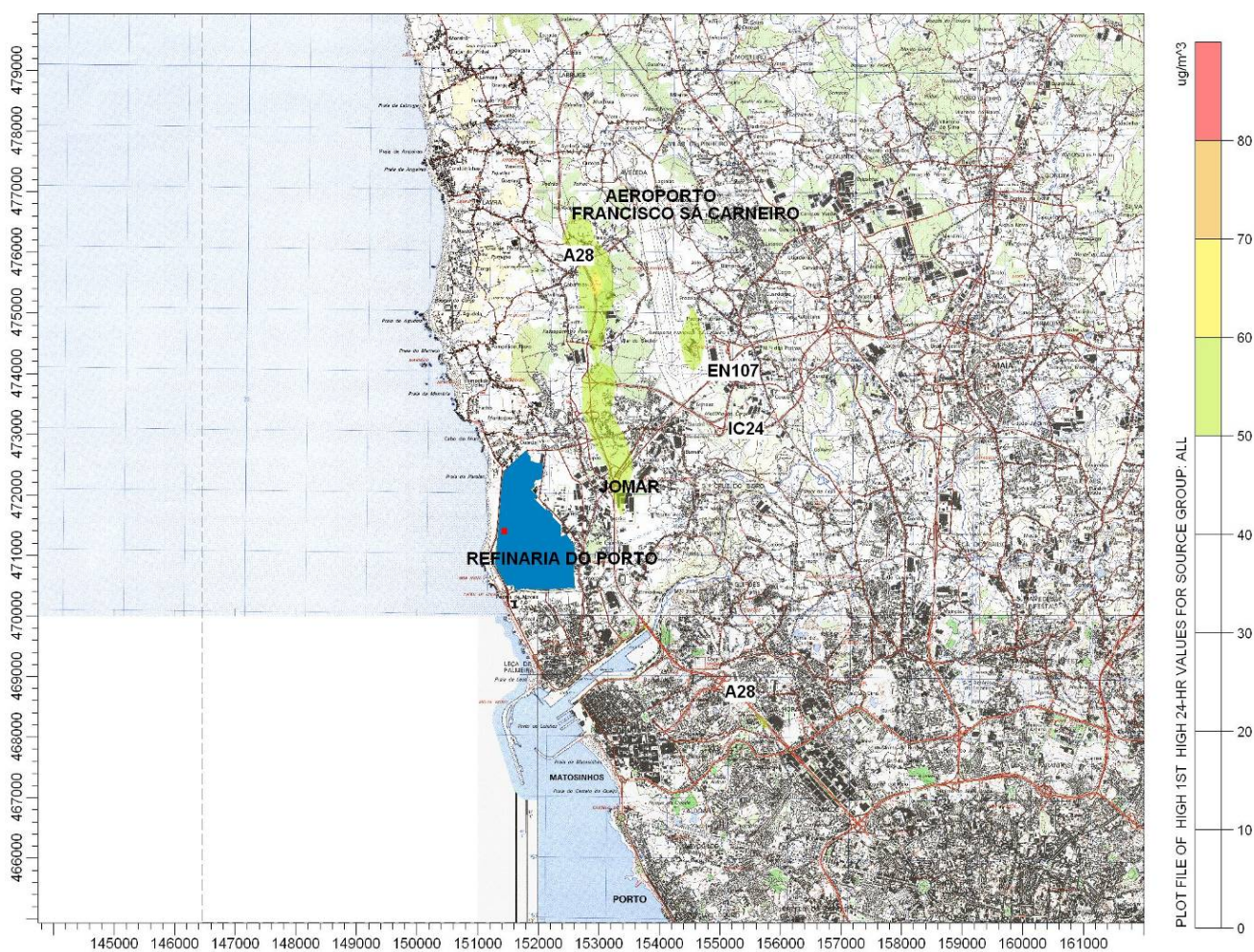


Figura 4.9 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM_{10} ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação actual no domínio em análise

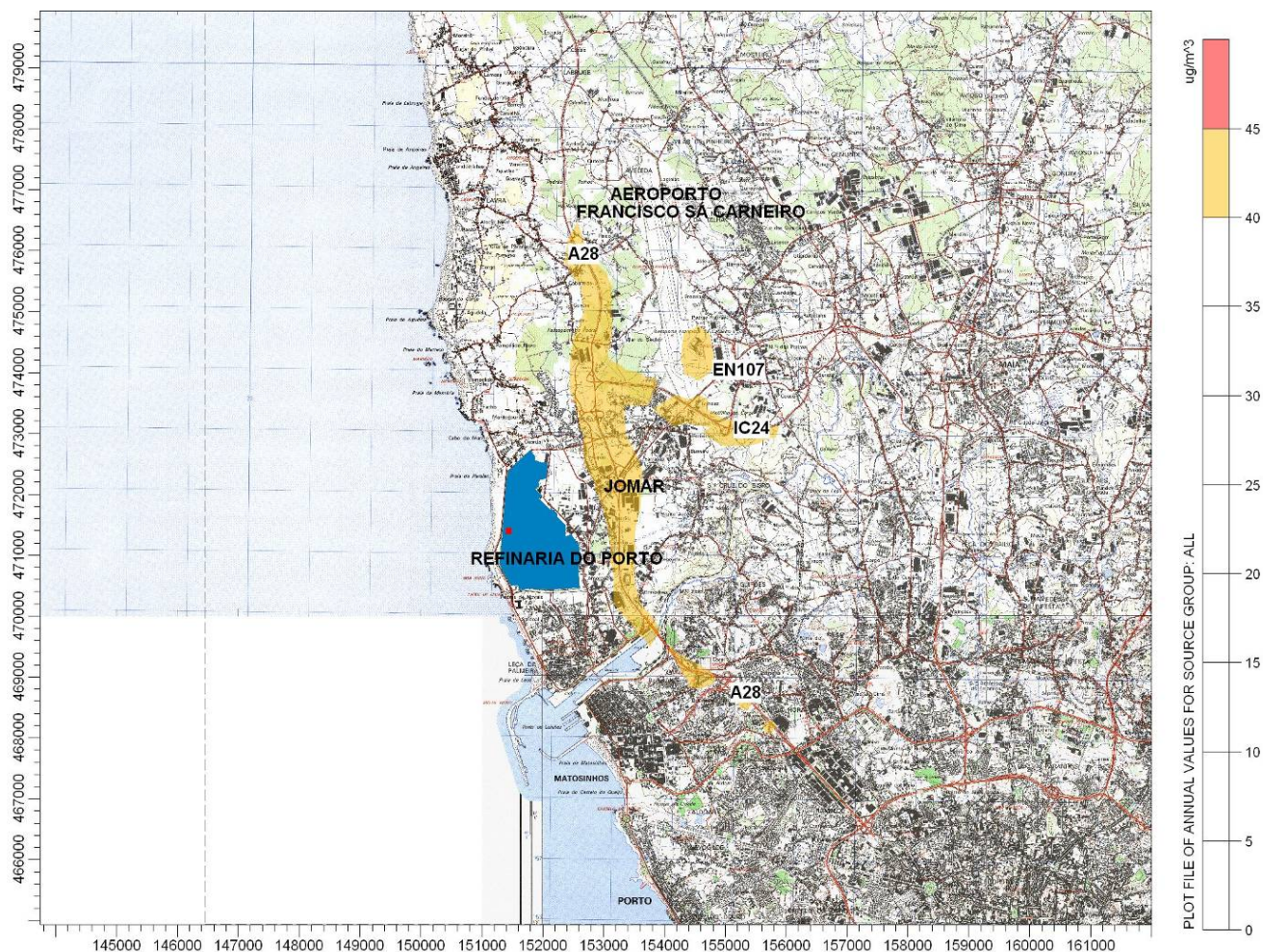


Figura 4.10 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM_{10} ($\mu g \cdot m^{-3}$) verificadas para a situação actual no domínio em análise

As concentrações máximas das médias diárias de PM_{10} estimadas atingem, no domínio em estudo, os valores mais elevados ao longo da A28 e a Sul do Aeroporto Francisco Sá Carneiro. Nestas áreas são estimadas concentrações diárias máximas superiores a $50 \mu g \cdot m^{-3}$, valor que constitui o limite legal para a protecção da saúde humana. Relativamente aos valores médios anuais de PM_{10} , os resultados da simulação (**Figura 4.10**) mostram uma distribuição espacial análoga ao campo de concentrações máximas das médias diárias, apresentando níveis mais elevados ao longo da A28 e do IC24 e a Sul/Sudeste do Aeroporto. Mais uma vez, o valor limite legal é excedido na envolvente destas infra-estruturas. De salientar que aos valores estimados foi adicionado um valor de fundo de $38 \mu g \cdot m^{-3}$, valor que corresponde a 76% do valor limite legal.

4.4.1.4 Dióxido de Enxofre

Nas **Figura 4.11** a **Figura 4.13** são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para o SO₂, respectivamente, das concentrações máximas das médias horárias e das médias diárias, e a média anual. De salientar que os valores das médias diárias apresentados correspondem aos máximos estimados para cada receptor ao longo do ano.

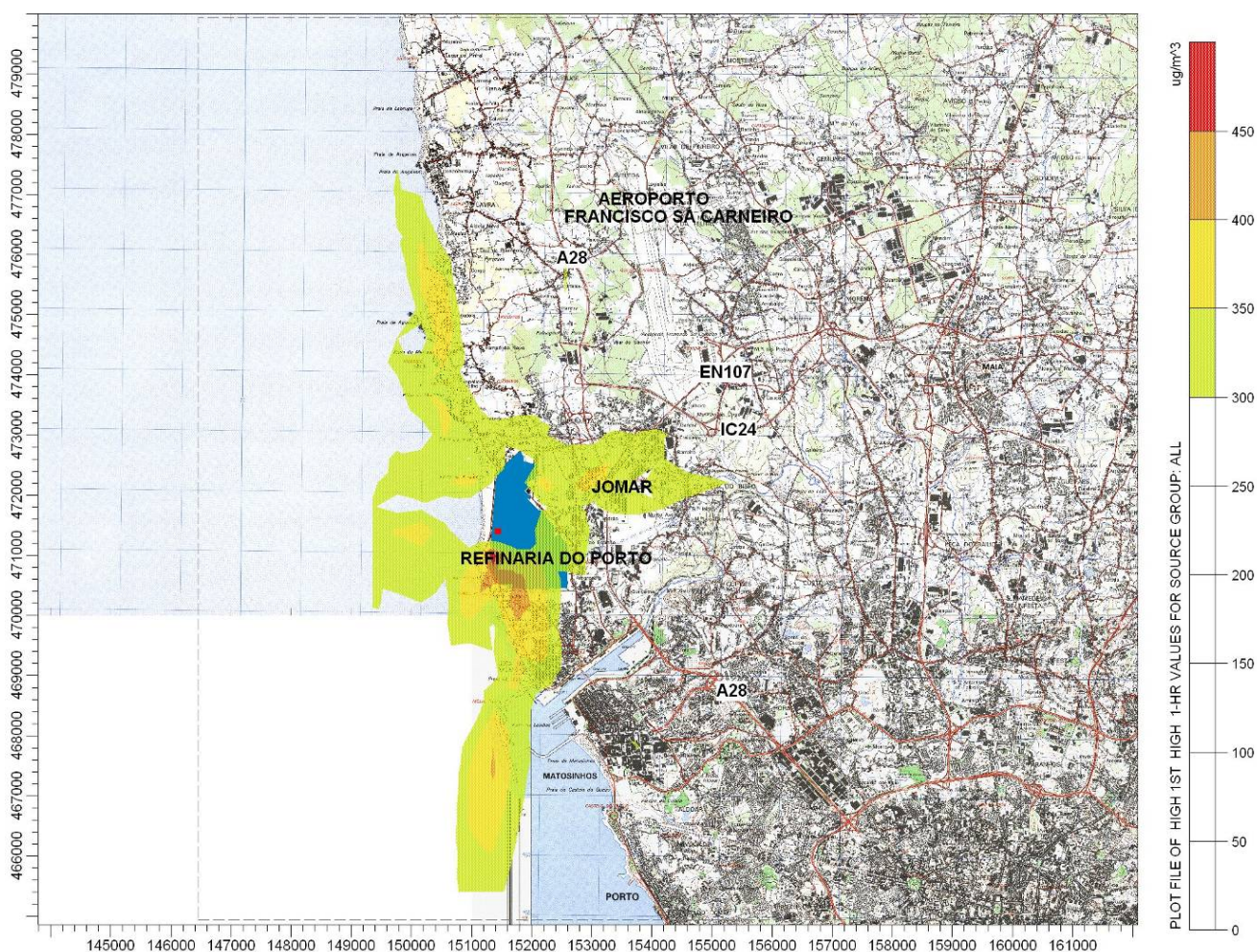


Figura 4.11 - Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) verificadas para a situação actual no domínio em análise

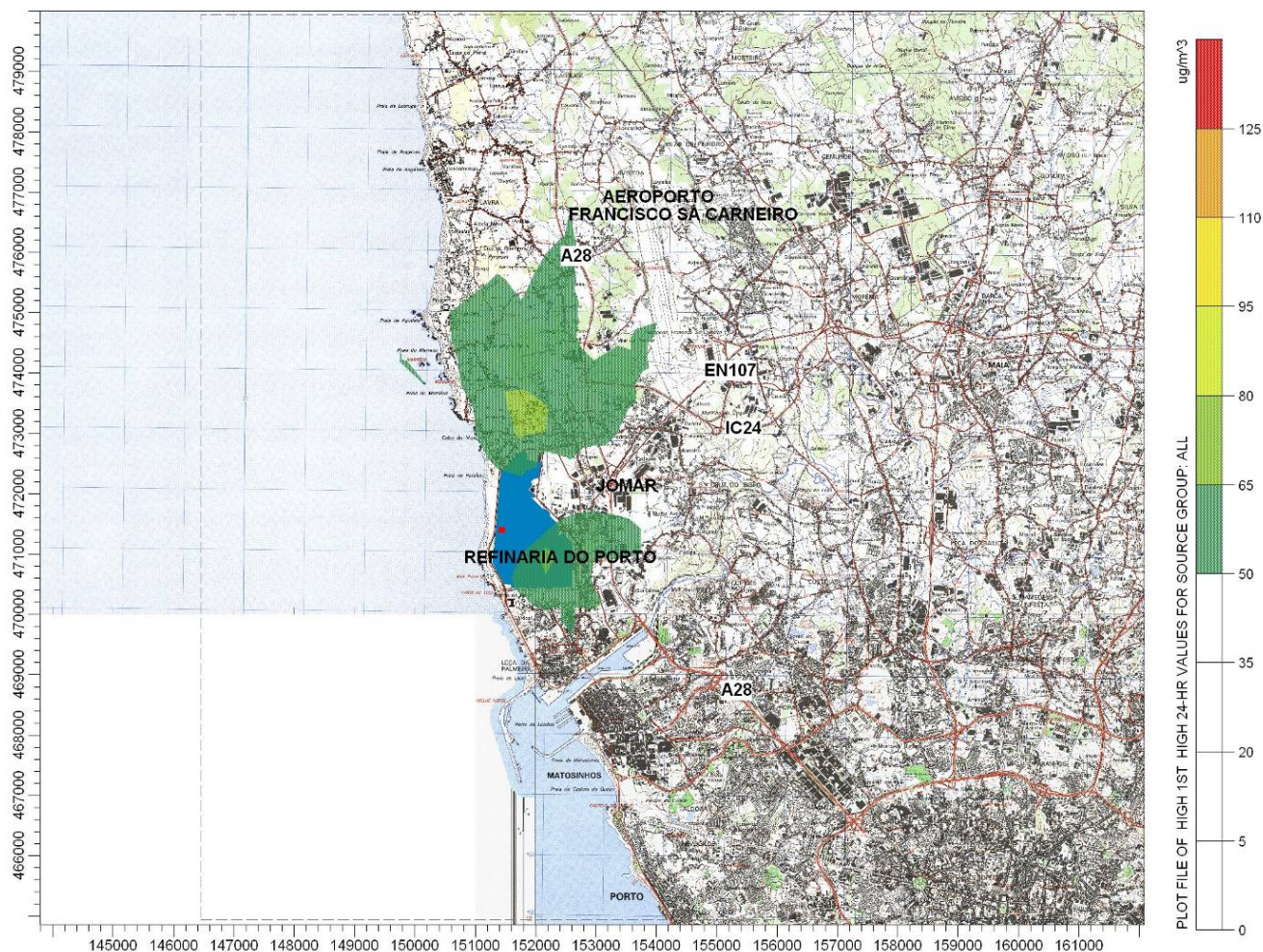


Figura 4.12 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO₂ (µg.m⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise

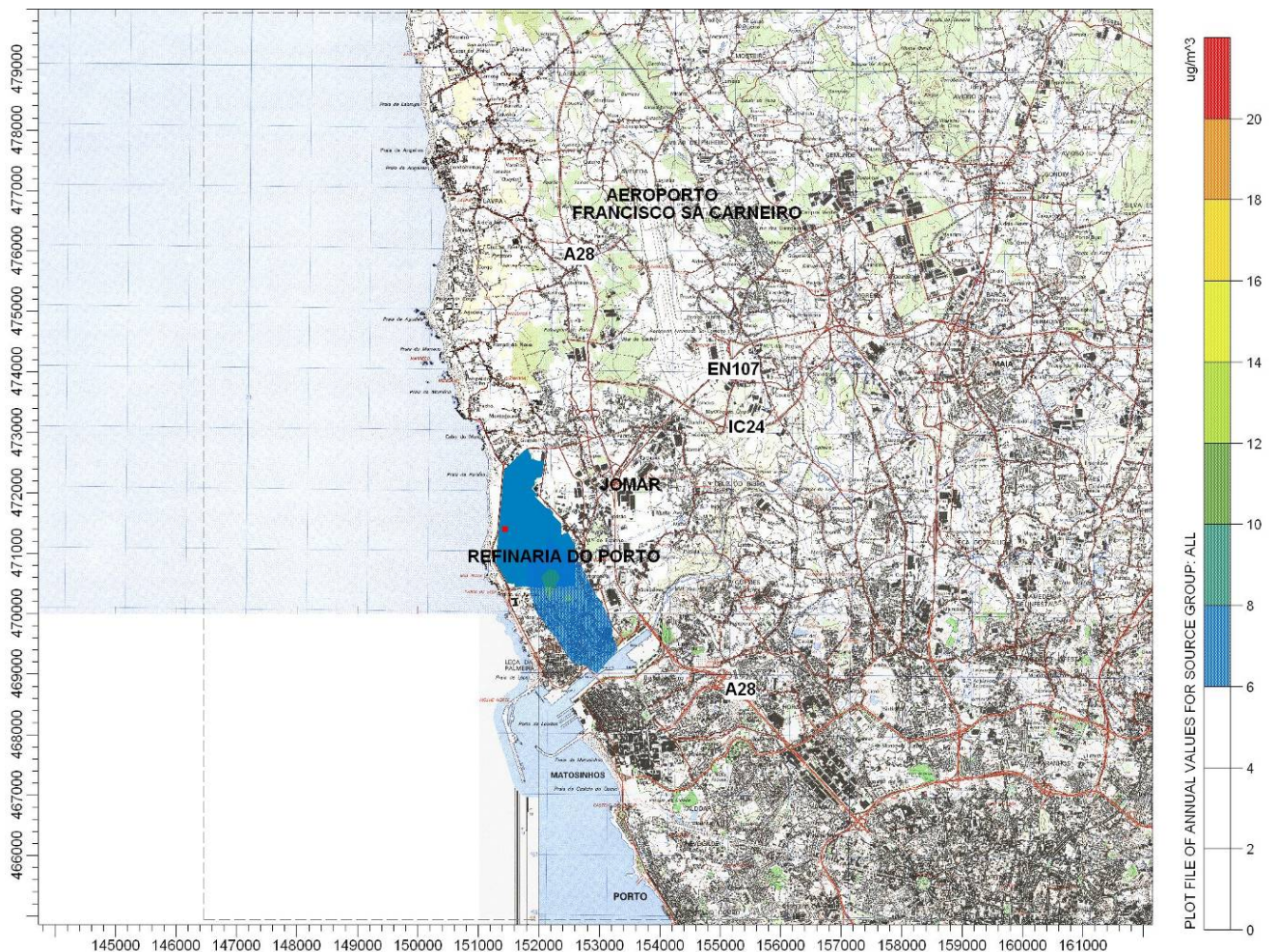


Figura 4.13 – Campo estimado das concentrações médias anuais de SO₂ (µg.m⁻³) verificadas para a situação actual no domínio em análise

Os valores horários de SO₂ no domínio de estudo, ao contrário do que se verificou para os restantes poluentes, são significativamente influenciados pelas emissões da Refinaria do Porto. De facto, os valores mais elevados registam-se na envolvente da mesma, sendo o valor máximo registado a Sul. O campo estimado de concentrações atinge, em vários locais, valores superiores ao valor limite horário (350 µg.m⁻³).

Em relação às concentrações máximas diárias, pode constatar-se que estas se encontram preferencialmente na envolvente da Refinaria, tal como acontecia com as concentrações máximas das médias horárias. No entanto, no que respeita aos máximos das concentrações médias diárias, a extensão do território que regista níveis mais elevados é maior a Norte da Refinaria.

Em termos de médias anuais de SO_2 , representadas na **Figura 4.13**, verifica-se que a mancha de concentrações mais elevadas se estende a Sudeste da Refinaria. A distribuição dos poluentes segundo uma orientação Sul/Sudeste, face às principais fontes emissoras dos vários poluentes, é comum a todos os compostos analisados.

4.4.2 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A LEGISLAÇÃO

No **Quadro 4.7** estão resumidas as estimativas efectuadas pelo modelo. Chama-se a atenção para o facto dos valores apresentados corresponderem aos valores máximos absolutos (VM) estimados para cada poluente em análise, dentro do universo de todos os 558 receptores e para as 8760 horas simuladas (um ano completo). Os valores máximos estimados correspondem a situações meteorológicas adversas (elevada estabilidade atmosférica e reduzida capacidade de dispersão) que potenciaram o aparecimento de valores elevados.

De acordo com o que foi já referido, para as comparações foi considerado o valor limite legal mais restritivo, ou seja, os limites aplicáveis em 2010. Aos valores estimados foi adicionado o valor de fundo de $30 \mu\text{g.m}^{-3}$ de NO_2 (correspondente a 15% do valor limite horário e a 75% do valor limite anual), $38 \mu\text{g.m}^{-3}$ de PM_{10} (correspondente a 76% do valor limite diário e a 95% do valor limite anual), e $507 \mu\text{g.m}^{-3}$ de CO (correspondente a 5% do valor limite octo-horário).

Quadro 4.7 – Resumo dos resultados das simulações para a situação actual e comparação com os respectivos valores limite

Poluente	Base Horária					Base Diária					Base Anual	
	VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (horas)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (dias)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
				Com F2	Sem F2				Com F2	Sem F2		
NO_2	200	269 ⁽²⁾	18	31 (4,96 km^2)	1 (0,16 km^2)	-	-	-	-	-	40	41 ⁽²⁾
CO	-	-	-	-	-	10000 ⁽¹⁾	19056 ^{(1) (2)}	-	-	-	-	-
PM_{10}	-	-	-	-	-	50	65 ⁽²⁾	35	10 (1,60 km^2)	0 (0 km^2)	40	42 ⁽²⁾
SO_2	350	477	24	10 (1,60 km^2)	0 (0 km^2)	125	74	3	0 (0 km^2)	0 (0 km^2)	-	-

Legenda: VE – Valor Máximo Obtido na Simulação

VL – Valor Limite / Valor de Referência

(1) Relativo a períodos de 8 horas.

(2) Aos valores estimados foi adicionado o valor de fundo de $30 \mu\text{g.m}^{-3}$ de NO_2 , $38 \mu\text{g.m}^{-3}$ de PM_{10} , $507 \mu\text{g.m}^{-3}$ de CO.

Na área da Refinaria do Porto, e envolvente mais próxima, não são excedidos os limites legais em número superior ao permitido por lei.

Em outras zonas do domínio em estudo, contudo, os valores de concentração previstos pelo modelo de simulação apontam para a existência de situações de incumprimento do estipulado no Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril. Estima-se que os poluentes NO₂ e PM₁₀ excedam os respectivos valores limite em base anual junto das fontes mais significativas destes poluentes - as infra-estruturas rodoviárias e aeroportuárias consideradas no estudo. Note-se que, para estes dois poluentes, os níveis de fundo considerados são já próximos do valor limite (especialmente no caso das PM₁₀), contribuindo portanto significativamente para as situações de incumprimento descritas.

Os valores de concentração previstos pelo modelo apontam também para incumprimento do valor limite de NO₂ em base horária, devido às fontes rodoviárias e ao Aeroporto Francisco Sá Carneiro. Com a aplicação do factor F2 mais conservativo, estima-se que 31 receptores (o que corresponde a uma área de aproximadamente 5 km²) apresentem maior número de excedências que o permitido por lei. Estes receptores encontram-se na envolvente das infra-estruturas rodoviárias consideradas e do Aeroporto Francisco Sá Carneiro. Sem aplicação do factor F2, ou seja, considerando que os valores estimados pelo modelo são representativos dos valores reais, apenas um receptor apresenta maior número de excedências que o permitido.

Considerando a aplicação do factor F2, mais conservativo, verifica-se também um número de episódios de ultrapassagem aos valores limite tanto das PM₁₀ em base diária como do SO₂ em base horária, embora em número inferior ao salvaguardado pelo diploma legal em causa.

De acordo com as simulações efectuadas, é ainda excedido o valor limite do CO, no interior do perímetro do Aeroporto Francisco Sá Carneiro.. Relembrando o campo estimado das concentrações máximas das médias octo-horárias de CO (**Figura 4.8**), as excedências ocorrem a Sudeste do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, sendo que esta infra-estrutura é a principal fonte de CO no domínio em estudo.

Estima-se que os valores elevados, neste local, ocorram em menos de 1% dos períodos octo-horários ao longo do ano, em determinadas condições meteorológicas de elevada estabilidade atmosférica e de reduzida capacidade de dispersão. No que diz respeito ao NO₂ e PM₁₀, as áreas com excedências são estimadas na faixa que se entende ao longo da Auto-estrada n.º

28 e também a Sul/Sudeste do Aeroporto Francisco Sá Carneiro. Este facto indica que são estas as fontes predominantes destes parâmetros, no domínio em estudo.

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

De acordo com a legislação aplicável, os valores estimados por modelação poderão apresentar níveis de exactidão de acordo com o Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril, Secção I do Anexo X. Na referida legislação, a exactidão e a incerteza para a modelação é definida como o *“desvio máximo dos níveis de concentração medidos e calculados durante o período considerado pelo valor limite, sem ter em conta a sequência dos acontecimentos”*.

A comparação com os valores obtidos na simulação com as medições da rede de qualidade do ar permite verificar a consistência do modelo face aos valores reais. No entanto, esta comparação é efectuada partindo do pressuposto que os valores medidos estão perfeitamente correctos, e que os equipamentos estão calibrados e a incerteza quantificada nos valores apresentados. Deve salientar-se o facto dos valores serem simulados para uma malha de receptores nem sempre coincidentes com o local das estações. Para além disso, as estações de qualidade do ar consideradas apresentam-se 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.

Acresce o facto de os valores de fundo utilizados como aproximação para estimar a contribuição das restantes fontes existentes na área de estudo (naturais, industriais e urbanas), calculados de acordo com os critérios estabelecidos e explicados no capítulo relativo à Metodologia, terão necessariamente de ser analisados tendo em consideração as seguintes limitações inerentes à sua aplicação:

- Os valores de fundo, considerando nestes a contribuição de outras fontes emissoras, variam ao longo de um ano, quer com as condições meteorológicas, quer com a variação das emissões das fontes existentes na envolvente em termos locais e regionais;
- Os valores de fundo variam no espaço, tendo em conta o tipo de ocupação do solo, a altimetria do terreno, a distância e o posicionamento relativo às fontes emissoras e à orla costeira.

Sendo o SO₂ proveniente de fontes específicas, devidamente identificadas e contabilizadas nas simulações efectuadas, foi este o parâmetro utilizado para verificar a resposta do modelo para a área de estudo, não tendo sido considerado para este parâmetro a aplicação de um valor de fundo.

No **Quadro 4.8** é apresentada a comparação dos valores máximos obtidos nas simulações, para os diferentes intervalos de integração considerados, com os valores máximos registados na estação de Perafita no ano de 2006.

Quadro 4.8 – Valores obtidos nas simulações (com valores de fundo) e comparação com os valores do mesmo ano na Estação de Monitorização de Qualidade do Ar de Perafita

Poluente	Período de Integração	Perafita		Variação Estimado face ao Medido (%)	Objectivo de Qualidade (DL 111/2002)
		Estimado	Medido		
NO ₂ (µg.m ⁻³)	1 Hora	73	149	-51	50-60%
	1 Ano	32	19	68	30%
CO (mg.m ⁻³)	8 Horas	1,22	2,04	-40	50%
	1 Ano	0,55	0,32	73	--
PM ₁₀ (µg.m ⁻³)	24 Horas	43	117	-63	--
	1 Ano	39	36	8	50%
SO ₂ (µg.m ⁻³)	1 Hora	277	223	24	50-60%
	24 Horas	65	95	-32	50%
	1 Ano	6	5	20	30%

Na estação de Perafita verifica-se que os valores estimados estão na sua quase totalidade bem enquadrados com os objectivos de qualidade definidos pelo Decreto-Lei nº 111/2002. No caso dos valores médios anuais de NO₂, contudo, os desvios são superiores em cerca de 38% face ao estipulado como valor indicativo, verificando-se desta forma que o valor de fundo considerado de 30 µg.m⁻³ estará sobre estimado para esta estação de medição, no que diz respeito à sua aplicação às médias anuais.

No **Quadro 4.9** é apresentada a comparação dos valores máximos obtidos nas simulações, para os diferentes intervalos de integração considerados, com os valores máximos registados na estação de Custóias no ano de 2006.

Quadro 4.9 – Valores obtidos nas simulações (com valores de fundo) e comparação com os valores do mesmo ano na Estação de Monitorização de Qualidade do Ar de Custóias

Poluente	Período de Integração	Custóias		Variação Estimado face ao Medido (%)	Objectivo de Qualidade (DL 111/2002)
		Estimado	Medido		
NO ₂ (µg.m ⁻³)	1 Hora	47	268	-82	50-60%
	1 Ano	31	26	18	30%
CO (mg.m ⁻³)	8 Horas	0,87	2,70	-68	50%
	1 Ano	0,52	0,39	34	--
PM ₁₀ (µg.m ⁻³)	24 Horas	41	114	-64	--
	1 Ano	38	38	1	50%
SO ₂ (µg.m ⁻³)	1 Hora	183	307	-40	50-60%
	24 Horas	39	37	5	50%
	1 Ano	2	6	-67	30%

Na estação de Custóias, a grande maioria dos valores estimados encontra-se com variações inferiores ao objectivo de qualidade. Salienta-se negativamente, o valor máximo horário de NO₂, o máximo octo-horário de CO, e o médio anual de SO₂. O valor médio anual estimado de SO₂, apesar de apresentar valores máximos horários e diários muito equivalentes (medidos versus simulados), apresenta uma variação percentual de -67%, indicando uma ligeira sub-estimação do modelo neste período de integração, já que em termos absolutos o diferencial de valores ronda os 4 µg.m⁻³. No que diz respeito ao CO e NO₂, o diferencial encontrado indica que o local de medição da estação se encontra sujeito a picos de concentração elevados, não contemplados no valor de fundo considerado, e que deverão ser resultados de fontes na envolvente não consideradas nas simulações.

No **Quadro 4.10** é apresentada a comparação dos valores máximos obtidos nas simulações, para os diferentes intervalos de integração considerados, com os valores máximos registados na estação de Vila Nova da Telha no ano de 2006.

Quadro 4.10 – Valores obtidos nas simulações (com valores de fundo) e comparação com os valores do mesmo ano na Estação de Monitorização de Qualidade do Ar de Vila Nova da Telha

Poluente	Período de Integração	Vila Nova da Telha		Variação %	Objectivo de Qualidade (DL 111/2002)
		Estimado	Medido		
NO ₂ (µg.m ⁻³)	1 Hora	60	133	-55	50-60%
	1 Ano	31	20	53	30%
CO (mg.m ⁻³)	8 Horas	1,12	11,20	-90	50%
	1 Ano	0,52	0,40	30	--
PM ₁₀ (µg.m ⁻³)	24 Horas	41	179	-77	--
	1 Ano	38	33	16	50%
SO ₂ (µg.m ⁻³)	1 Hora	163	157	4	50-60%
	24 Horas	36	36	0	50%
	1 Ano	3	3	0	30%

Na estação de Vila Nova da Telha registou-se uma diferença assinalável para o CO octo-horário e para o NO₂ anual. Os restantes valores encontram-se bem enquadrados nos objectivos de qualidade do Decreto-Lei n.º 111/2002.

O valor máximo octo-horário registado para o CO nesta estação é bastante elevado, excedendo inclusive o valor limite da legislação. Analisando o histórico de dados medidos nesta estação, verifica-se que em média os valores máximos octo-horários rondam os 2,13 mg.m⁻³ desde 1999. Este histórico indica que o valor medido corresponde a um episódio localizado, não sendo por este facto considerado no valor de fundo que representa as condições médias. No caso dos valores médios anuais de NO₂, os desvios são superiores em cerca de 28% face ao estipulado como valor indicativo, verificando-se desta forma que o valor de fundo considerado de 30 µg.m⁻³ estará também sobre estimado para esta estação de medição, no que diz respeito à sua aplicação às médias anuais. Os valores absolutos (medidos e estimados) são, contudo, da mesma ordem de grandeza.

5. AVALIAÇÃO DE IMPACTES NA FASE DE EXPLORAÇÃO

A avaliação de impactes na qualidade do ar provenientes do funcionamento da Central de Cogeração da Refinaria do Porto foi realizada recorrendo à modelação da dispersão atmosférica à escala local dos principais poluentes emitidos para a atmosfera.

A análise correspondeu à instalação de dois grupos electroprodutores, constituído cada um por uma turbina de gás e uma caldeira a gás natural. Os gases de queima resultantes do processo de cogeração serão encaminhados por condutas independentes (uma por grupo) e expelidos para a atmosfera por chaminés (uma por grupo). Esta análise foi realizada com e sem projecto de Conversão da Refinaria.

Com as simulações efectuadas procurou-se avaliar o impacte da implementação destas unidades de produção de vapor e electricidade na Refinaria do Porto ao nível da qualidade do ar. As concentrações máximas estimadas pelo modelo foram comparadas com a legislação em vigor.

Os cenários em análise correspondem às seguintes opções de funcionamento:

- Cenário A - Central de Cogeração da Refinaria do Porto, considerando os 2 grupos da Central de Cogeração em funcionamento e as caldeiras G e H (ST4002) paradas;
- Cenário B - Central de Cogeração da Refinaria do Porto, considerando 1 grupo da Central de Cogeração em funcionamento e as caldeiras G e H (ST4002) em funcionamento.
- Cenário C - Central de Cogeração e Projecto de Conversão da Refinaria do Porto, considerando os 2 grupos da Central de Cogeração em funcionamento e as caldeiras G e H (ST4002) paradas;
- Cenário D - Central de Cogeração e Projecto de Conversão da Refinaria do Porto, considerando 1 grupo da Central de Cogeração em funcionamento e as caldeiras G e H (ST4002) em funcionamento.

5.1 INVENTÁRIO DE EMISSÕES

A alteração em avaliação neste estudo é a implementação de uma Central de Cogeração nas instalações da Refinaria do Porto. Esta unidade será constituída por dois grupos electroprodutores. Cada um dos grupos apresenta uma chaminé de exaustão, idêntica, as quais constituem as novas fontes de emissão. Em virtude da implementação desta nova unidade, produtora de electricidade e vapor, ocorrerão alterações nas emissões de duas outras fontes, ST-4001 e ST-4002, fontes associadas à produção de vapor (Fábrica de Utilidades).

Foi verificada a altura das chaminés principais da Central de Cogeração (ver ponto 3.7). No **Quadro 5.1** apresentam-se, em resumo, as características de projecto.

Quadro 5.1 - Características das fontes pontuais da Central de Cogeração

Instalação Industrial	Nome da Fonte		Altura (m)	Diâmetro (m)
Futura Central de Cogeração da Refinaria do Porto	Grupo Norte	Chaminé Principal	60	3,2
		Chaminé de Bypass	35	2,4
	Grupo Sul	Chaminé Principal	60	3,2
		Chaminé de Bypass	35	2,4

No **Quadro 5.2** mostram-se as condições de operação consideradas para a Central de Cogeração. No **Quadro 5.3** são apresentados os dados de emissão a considerar na simulação numérica (fase de exploração sem Projecto de Conversão – Cenários A e B) para as fontes pontuais pertencentes à Refinaria do Porto. Nos cenários A e B as fontes externas são consideradas constantes face à situação actual. A fonte ST-4002 da Refinaria do Porto estará em funcionamento apenas no Cenário B, quando uma das caldeiras da Central de Cogeração estiver parada.

Quadro 5.2 – Condições de operação consideradas com a Central de Cogeração em funcionamento ⁽⁶⁾

Nome da Fonte	Emissões / Concentrações				Condições de Emissão		
	NO _x	CO	PTS	SO ₂	Temp. Gases ⁽²⁾	Vel. de saída ⁽⁴⁾	Caudal ⁽¹⁾
	(g.s ⁻¹) (mg.Nm ⁻³)	(g.s ⁻¹) (mg.Nm ⁻³)	(g.s ⁻¹) (mg.Nm ⁻³)	(g.s ⁻¹) (mg.Nm ⁻³)	(K)	(m.s ⁻¹)	(m ³ .Nh ⁻¹)
Grupo I (Norte) Chaminé Principal	3,39 ⁽³⁾	2,03 ⁽³⁾	0,56 ⁽³⁾	-	427,15	23	424792
	28,72 ⁽⁵⁾	17,18 ⁽⁵⁾	4,71 ⁽⁵⁾	-			
Grupo II (Sul) Chaminé Principal	3,39 ⁽³⁾	2,03 ⁽³⁾	0,56 ⁽³⁾	-	427,15	23	424792
	28,72 ⁽⁵⁾	17,18 ⁽⁵⁾	4,71 ⁽⁵⁾	-			

- (1) Assumindo 147,97 kg.s⁻¹ de caudal de exaustão (Fonte: Balanços Mássicos GE – Fabricante) e uma densidade média do Gás Natural do Magreb e do LPG Terminal (Fonte: Caderno de Encargos GALP para fornecimento da Central de Cogeração, Páginas 25 e 26);
- (2) Retirado das Prestações de Projecto da Caldeira de Recuperação em Regime “Gases de Exaustão da Turbina” ;
- (3) Retirado do EIA da Central de Cogeração;
- (4) Calculado com base no diâmetro e caudal de exaustão não normalizado;
- (5) Calculado com base nos valores de emissão do EIA da Cogeração, e valores de caudal e temperatura das Prestações de Projecto;
- (6) Assumindo o Regime de Funcionamento MCR com Inclusão do Permutador de Arrefecimento da Água de Alimentação da Caldeira, com a Caldeira em regime “Gases de Exaustão da Turbina”, e Temperatura ambiente média T2=15°C.

Quadro 5.3 – Dados de emissão a considerar na simulação numérica (fase de exploração sem Projecto de Conversão – Cenários A e B) – Fontes pontuais pertencentes à Refinaria do Porto

Instalação Industrial	Nome da Fonte	Emissões				Condições de Emissão ⁽¹⁾		
		NOx	CO	PTS	SO ₂	Temp. Gases	Vel. de saída	Caudal
		(g.s ⁻¹)	(g.s ⁻¹)	(g.s ⁻¹)	(g.s ⁻¹)	(K)	(m.s ⁻¹)	(m ³ .Nh ⁻¹ gás seco)
Refinaria do Porto	Fábrica de Aromáticos – ST0601 ⁽²⁾	7,12	0,15	4,75	49,69	614	9,9	136588,5
	Fábrica de Combustíveis – ST1302 ⁽¹⁾	0,96	0,006	0,036	0,17	662	8,7	17175,5
	Fábrica de Combustíveis – ST1401 ⁽²⁾	5,02	0,38	0,79	0,28	339	1,8	116696,0
	Fábrica de Combustíveis – ST1601 ⁽²⁾	3,48	0,04	0,57	0,15	521	1,8	77376,5
	Fábrica de Óleos Base – ST2001 ⁽²⁾	6,07	0,51	1,29	19,61	469	2,3	62138,0
	Fábrica de Óleos Base – ST2401 ⁽¹⁾	0,09	0,01	0,007	0,003	616	2,7	2974,5
	Fábrica de Combustíveis – ST3001 ⁽²⁾	15,7	0,10	5,42	72,89	556	7,4	192354,5
	Fábrica de Combustíveis – ST3701 ⁽²⁾	1,02	0,01	0,01	0,03	645	6,2	15014,0
	Fábrica de Combustíveis – ST3801 ⁽¹⁾	0,08	0,07	0,02	11,48	689	11,1	9052,5
	Fábrica de Utilidades – ST4001 ⁽²⁾	Desactivada						
	Fábrica de Utilidades – ST4002 ^{(2) (3)}	16,08	0,71	6,88	93,73	495	14,0	157467,0
	Fábrica de Lubrificantes – ST5201 ⁽¹⁾	0,02	0,006	0,01	0,01	624	3,0	819,0

(1) Dados relativos à média das duas medições pontuais de 2006;

(2) Dados relativos à média das medições em contínuo para o ano civil de 2006, excepto CO, cujos dados são relativos à média das duas medições pontuais de 2006;

(3) Em funcionamento apenas no Cenário B.

No **Quadro 5.4** são apresentados os dados de emissão a considerar na simulação numérica (fase de exploração com Projecto de Conversão – Cenários C e D) para as fontes pontuais pertencentes à Refinaria do Porto. Nos cenários C e D as fontes externas são consideradas constantes face à situação actual. A fonte ST-4002 da Refinaria do Porto estará em funcionamento apenas no cenário D, quando uma das caldeiras da Central de Cogeração estiver parada. A fonte ST5201 sofrerá alterações na altura e diâmetro da chaminé, e será introduzida uma nova fonte no âmbito do Projecto de Conversão.

Quadro 5.4 – Dados de emissão a considerar na simulação numérica (fase de exploração com Projecto de Conversão – Cenários C e D) – Fontes pontuais pertencentes à Refinaria do Porto

Instalação Industrial	Nome da Fonte	Emissões				Condições de Emissão ⁽¹⁾		Alterações/Novas Condições Estruturais	
		NOx	CO	PTS	SO ₂	Temp. Gases	Vel. de saída	Altura	Diâmetro
		(g.s ⁻¹)	(g.s ⁻¹)	(g.s ⁻¹)	(g.s ⁻¹)	(K)	(m.s ⁻¹)	(m)	(m)
Refinaria do Porto	Fábrica de Aromáticos – ST0601	9,05	0,19	6,03	63,11	614	12,5	-	-
	Fábrica de Combustíveis – ST1302	1,23	0,01	0,04	0,22	662	11,1	-	-
	Fábrica de Combustíveis – ST1401	5,4	0,58	0,86	0,34	339	2,51	-	-
	Fábrica de Combustíveis – ST1601	4,42	0,05	0,73	0,19	521	2,3	-	-
	Fábrica de Óleos Base – ST2001	6,55	0,55	1,39	21,18	469	2,5	-	-
	Fábrica de Óleos Base – ST2401	0,09	0,01	0,007	0,003	616	2,7	-	-
	Fábrica de Combustíveis – ST3001	23,39	0,14	8,08	108,61	556	11,0	-	-
	Fábrica de Combustíveis – ST3701	1,18	0,01	0,01	0,046	645	7,15	-	-
	Fábrica de Combustíveis – ST3801	0,08	0,07	0,02	5,81	689	11,1	-	-
	Fábrica de Utilidades – ST4001	Desactivada							
	Fábrica de Utilidades – ST4002 ⁽⁴⁾	16,08	0,71	6,88	93,73	495	14,0	-	-
	Fábrica de Lubrificantes – ST5201	0,02	0,006	0,01	0,01	624	7,2 ⁽³⁾	23,1	0,324
Nova Fonte	ST-10001 ⁽²⁾	2,19	1,46	0,29	0,73	403	9,0	50	1,73

(1) Fonte: EIA do Projecto de Conversão da Refinaria do Porto – dados estimados com base nos valores considerados na situação de referência;

(2) Fonte: EIA do Projecto de Conversão da Refinaria do Porto – dados estimados;

(3) Valor calculado tendo em conta a manutenção do caudal com o novo diâmetro;

(4) Em funcionamento apenas no cenário D.

No **Quadro 5.5** são apresentadas as estimativas de emissão anual para os compostos em estudo, e no **Quadro 5.6** para os Compostos Orgânicos emitidos pela Central de Cogeração. Esta estimativa considerou o funcionamento em simultâneo dos dois grupos de turbogeradores (Cenários A e C). Os quantitativos de emissão foram estimados numa perspectiva conservativa, com base nos dados de emissão (caudal e concentração) considerados no estudo e no número de horas de operação previstos para um ano. Dado o combustível previsto ser o gás natural, e este apresentar emissões negligenciáveis de dióxido de enxofre, não há lugar à estimativa das emissões anuais deste poluente para a Central de Cogeração.

Os Compostos Orgânicos Voláteis foram estimados com base em factores de emissão aplicáveis ao sector da Refinação e estabelecidos pela CONCAWE (European Association for Environment, Health and Safety in Refining and Distribution)¹¹, sendo adiante designados por COVNM (Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos). Para além das estimativas de COVNM, foram também estimados os valores para as emissões de Metano e Compostos Orgânicos Voláteis Totais (COVT).

Quadro 5.5 – Estimativa das emissões anuais dos compostos em estudo emitidos pela Central de Cogeração

Unidade	Nome da Fonte	Emissão anual (ton.ano ⁻¹) Horas de Funcionamento - 8760				Emissão anual (ton.ano ⁻¹) Horas de Funcionamento – 8322 (95% do ano)			
		NO _x	CO	PTS	SO ₂	NO _x	CO	PTS	SO ₂
Central de Cogeração da Refinaria do Porto	Grupo I (Norte) Chaminé Principal	213,8	128,0	35,3	-	203,1	121,6	33,6	-
	Grupo II (Sul) Chaminé Principal								

¹¹ European Association for Environment, Health and Safety in Refining and Distribution, Report nº3/07, "Air Pollution emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries."

Quadro 5.6 – Estimativa das emissões anuais de COVNM e Metano emitidos pela Central de Cogeração aplicando factores de emissão da CONCAWE

Unidade	Nome da Fonte	Factor de emissão (g.GJ ⁻¹)				Produção de energia (GJ.h ⁻¹)		Emissão anual (ton.ano ⁻¹)	
		COVT						COVT	
		COVNM		Metano		Caldeira	Turbina	Horas de Funcionamento	
		Caldeira >10MW	Turbina a Gas	Caldeira >10MW	Turbina a Gas			8760	8322 (95% do ano)
Central de Cogeração da Refinaria do Porto	Grupo I (Norte) Chaminé Principal	2,58	1,0	1,08	4,11	143,04	462,13	COVNM: 14,6 Metano: 36,0	COVNM: 13,8 Metano: 34,2
	Grupo II (Sul) Chaminé Principal					143,04	462,13		

A emissão prevista para COVNM é de 0,5 g.s⁻¹ com uma concentração de 1,99 mg.Nm⁻³. As emissões de Metano esperadas apresentarão uma emissão de 1,1 g.s⁻¹ com uma concentração de 4,90 mg.Nm⁻³.

A emissão de COV Totais será de 1,6 g.s⁻¹, com uma concentração de 6,89 mg.Nm⁻³. Estes valores de COV Totais foram estabelecidos pelo somatório entre os COVNM e o Metano.

5.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS VALORES OBTIDOS

5.2.1 DIÓXIDO DE AZOTO

Nas **Figura 5.1** a **Figura 5.8** são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para o NO₂, respectivamente, das concentrações máximas das médias horárias e média anual, nos cenários considerados. De salientar que os valores das médias horárias apresentados correspondem aos máximos estimados para cada receptor ao longo do ano.

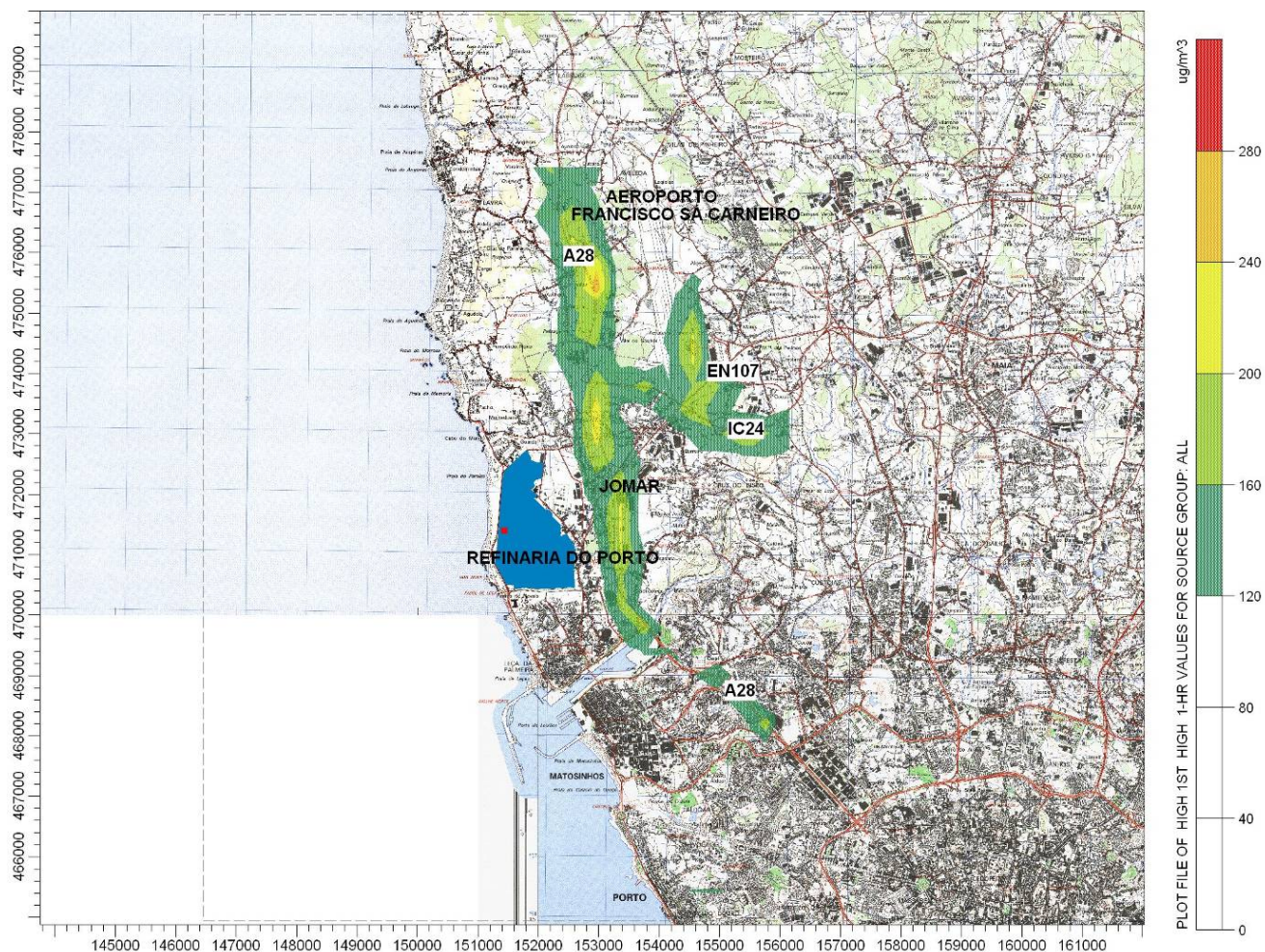


Figura 5.1 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise

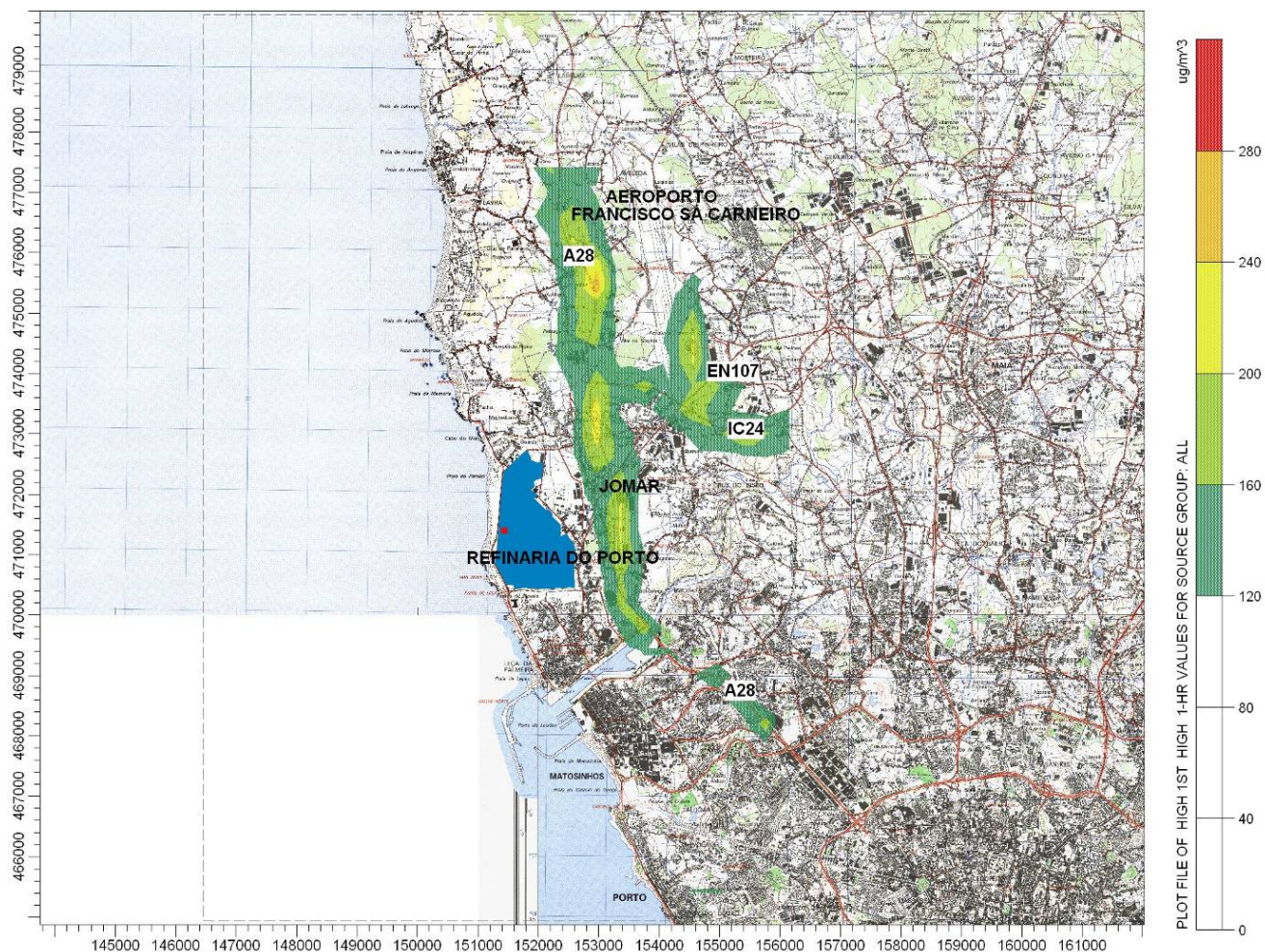


Figura 5.2 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise

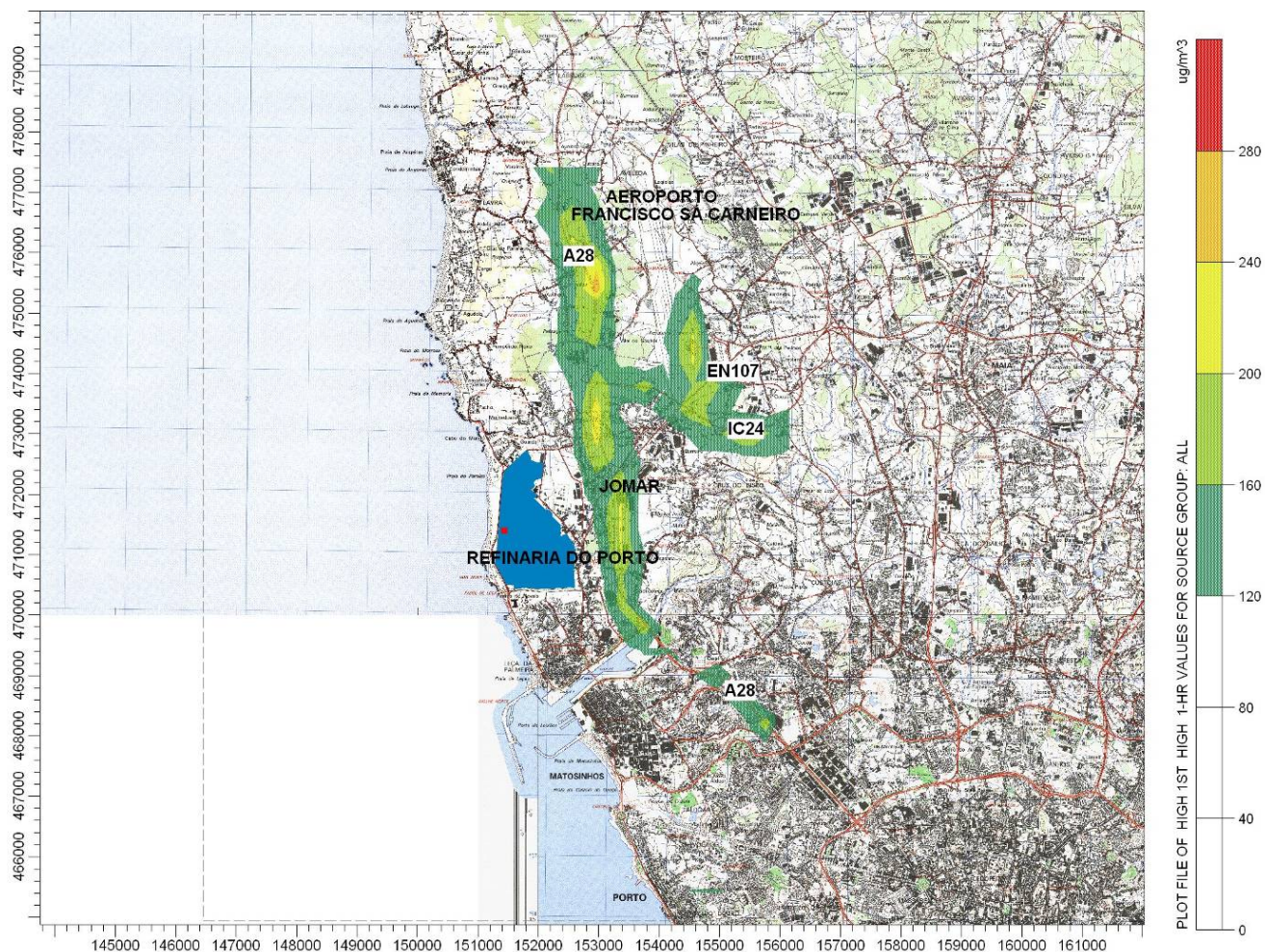


Figura 5.3 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO_2 ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise

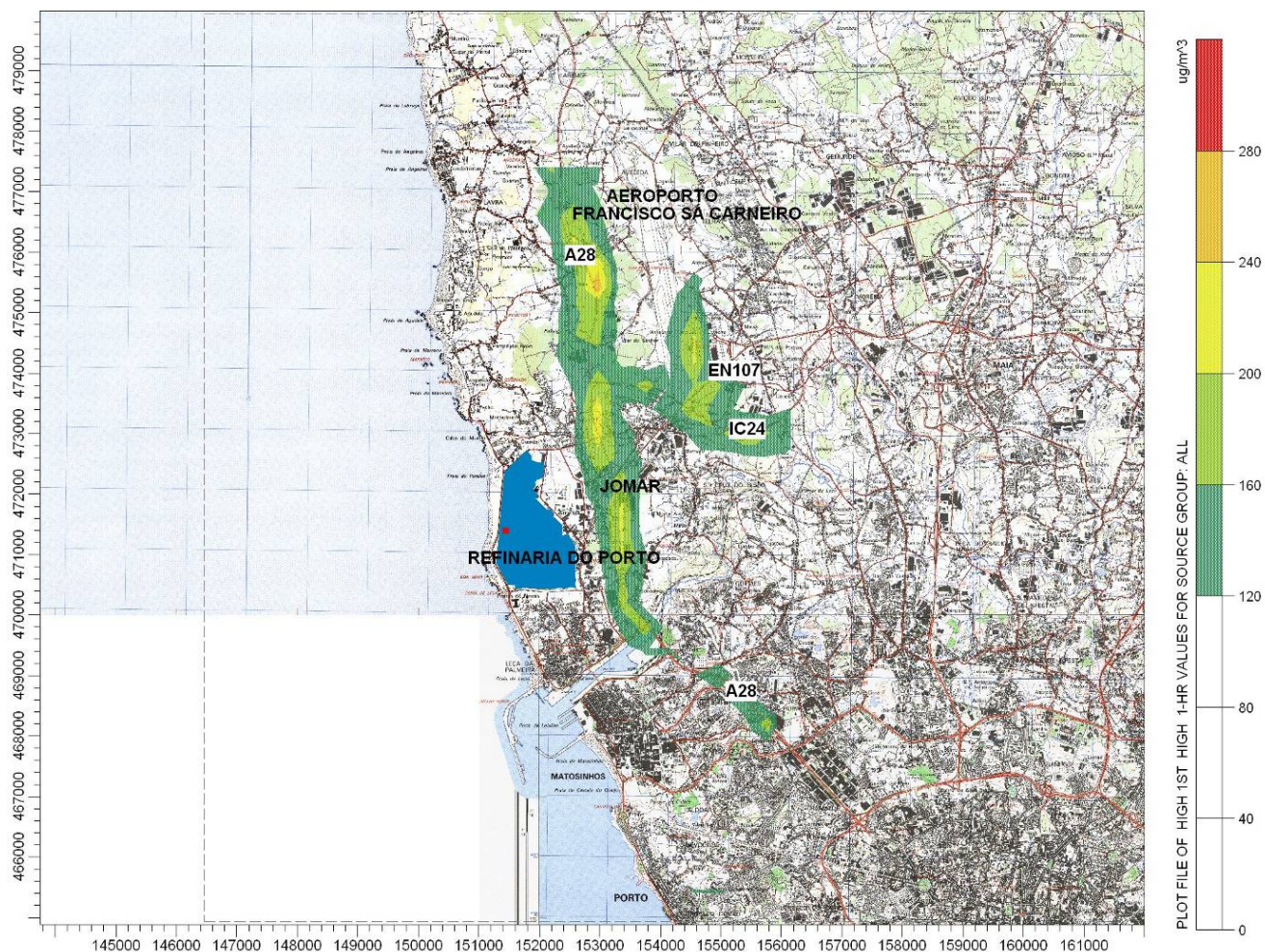


Figura 5.4 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de NO_2 ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise

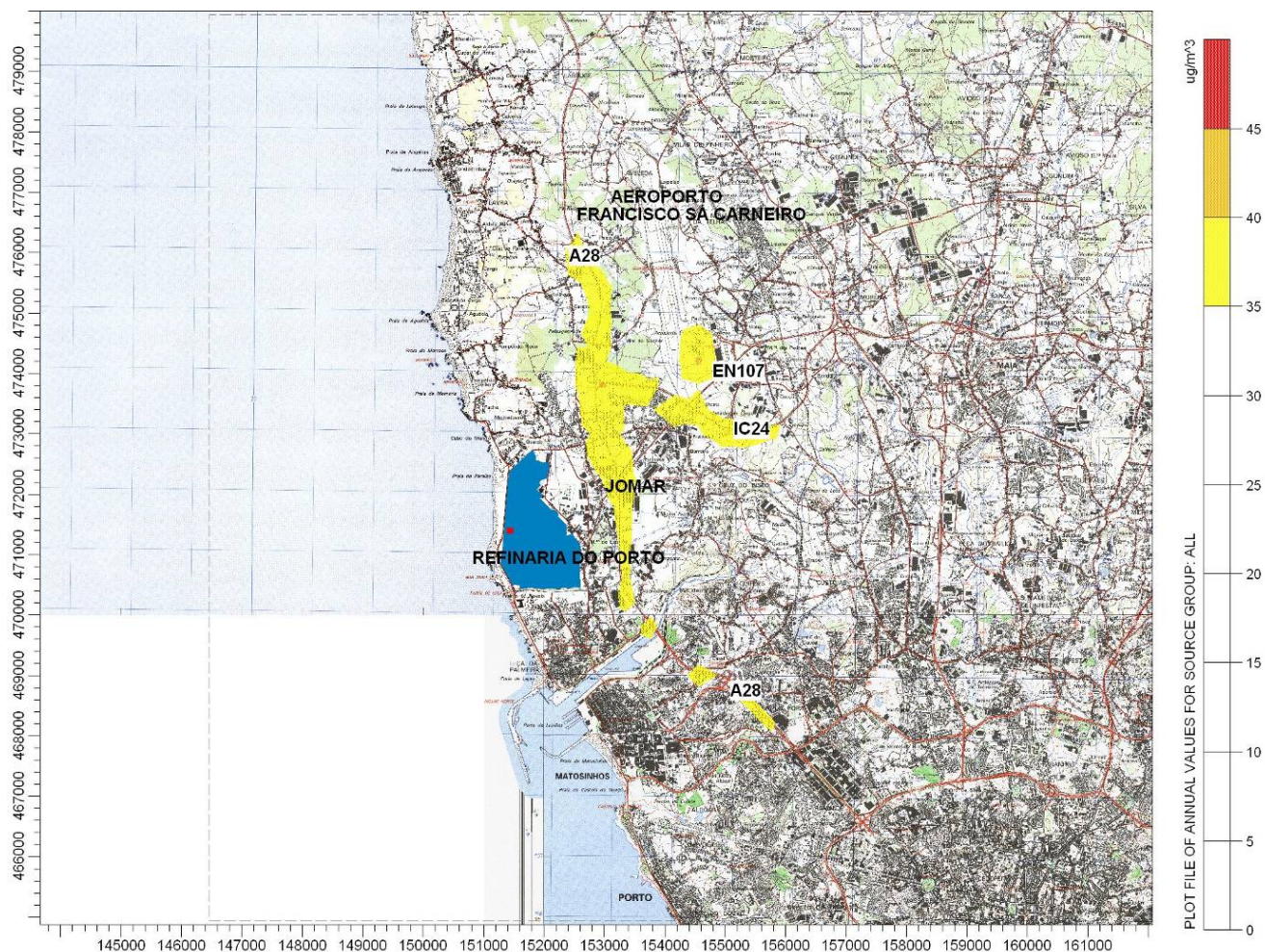


Figura 5.5 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise

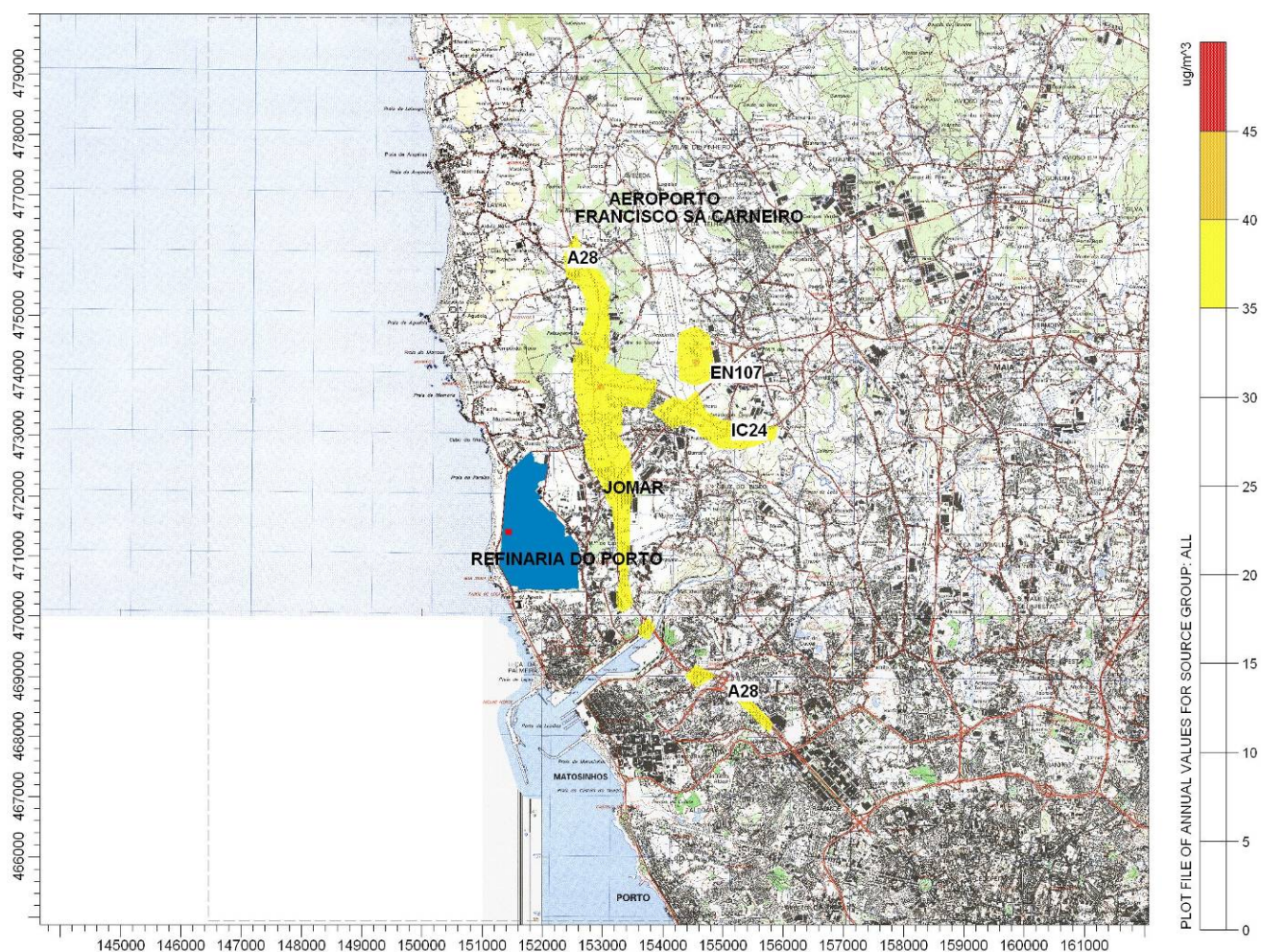


Figura 5.6 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise

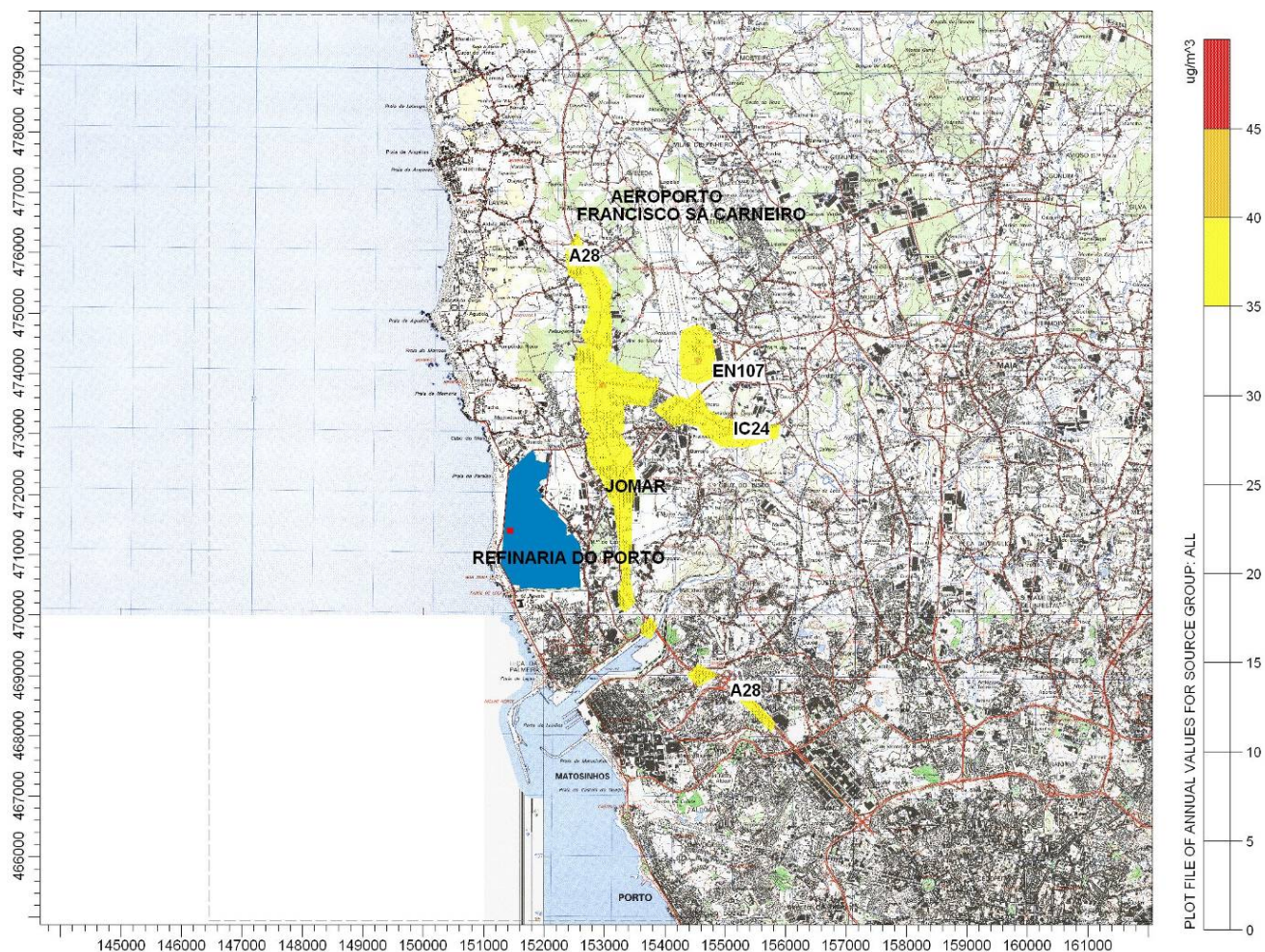


Figura 5.7 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise

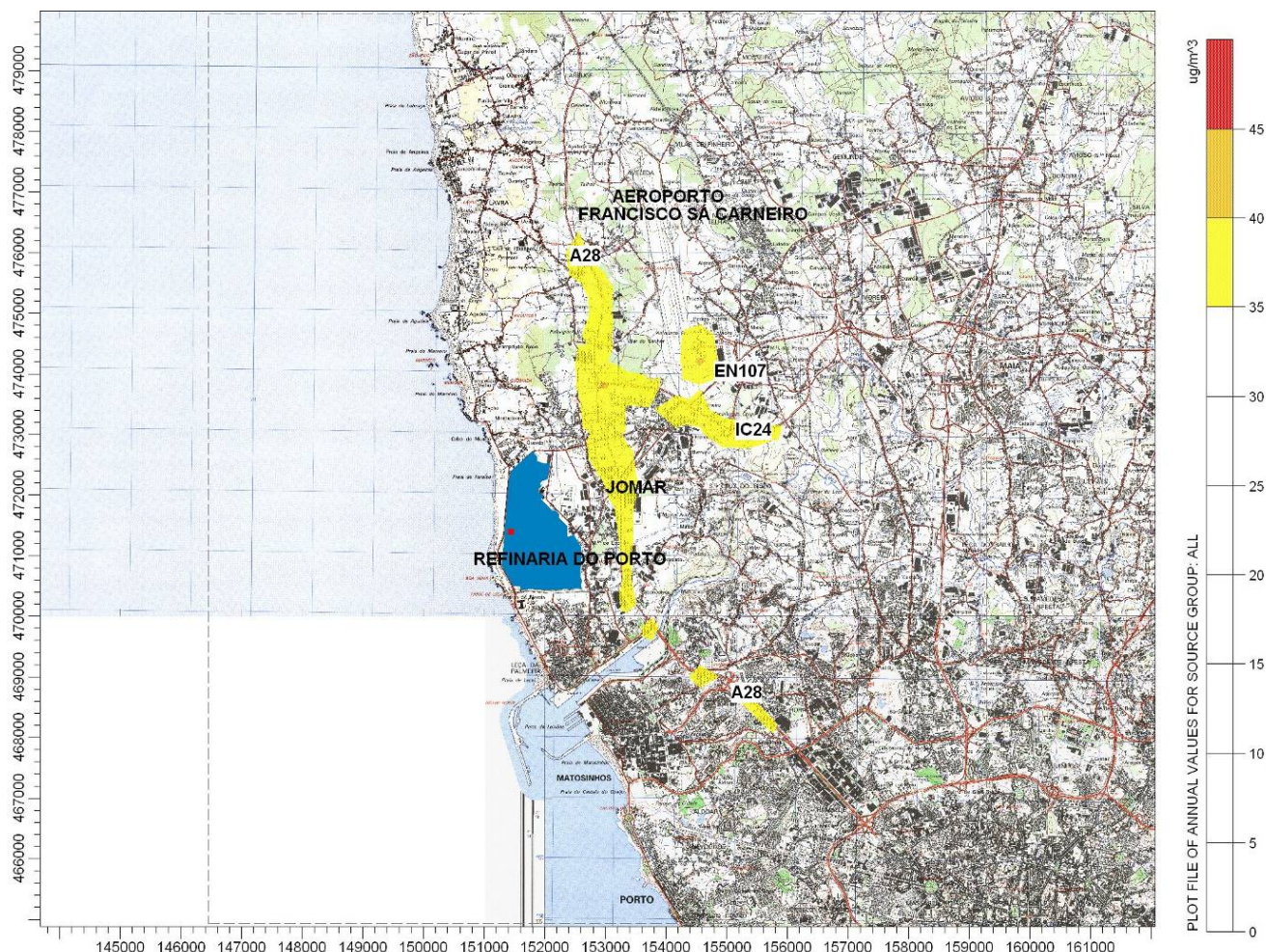


Figura 5.8 - Campo estimado das concentrações médias anuais de NO₂ (µg.m⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise

Os níveis de concentração máximos das médias horárias estimados situam-se maioritariamente a Nordeste do local de implantação do projecto, junto ao Aeroporto e às principais vias de tráfego, tal como registado para a situação actual.

Comparando os diversos Cenários, é possível constatar que não há diferenças significativas entre os mesmos, em termos de distribuição espacial, e também entre a situação futura e a situação actual. De facto, na envolvente mais próxima da Refinaria do Porto os valores mantêm-se sempre inferiores a 120 µg.m⁻³. Este facto é explicado pela reduzida contribuição das emissões da Central de Cogeração para o NO₂ emitido, tendo em conta a globalidade das fontes consideradas no estudo. As mesmas observações podem ser adoptadas para os valores médios anuais.

5.2.2 MONÓXIDO DE CARBONO

Nas **Figura 5.9** e **Figura 5.12** é apresentada a distribuição espacial das concentrações máximas das médias octo-horárias para o CO, nos cenários considerados. De salientar que os valores das médias octo-horárias apresentados correspondem aos máximos estimados para cada receptor ao longo do ano.

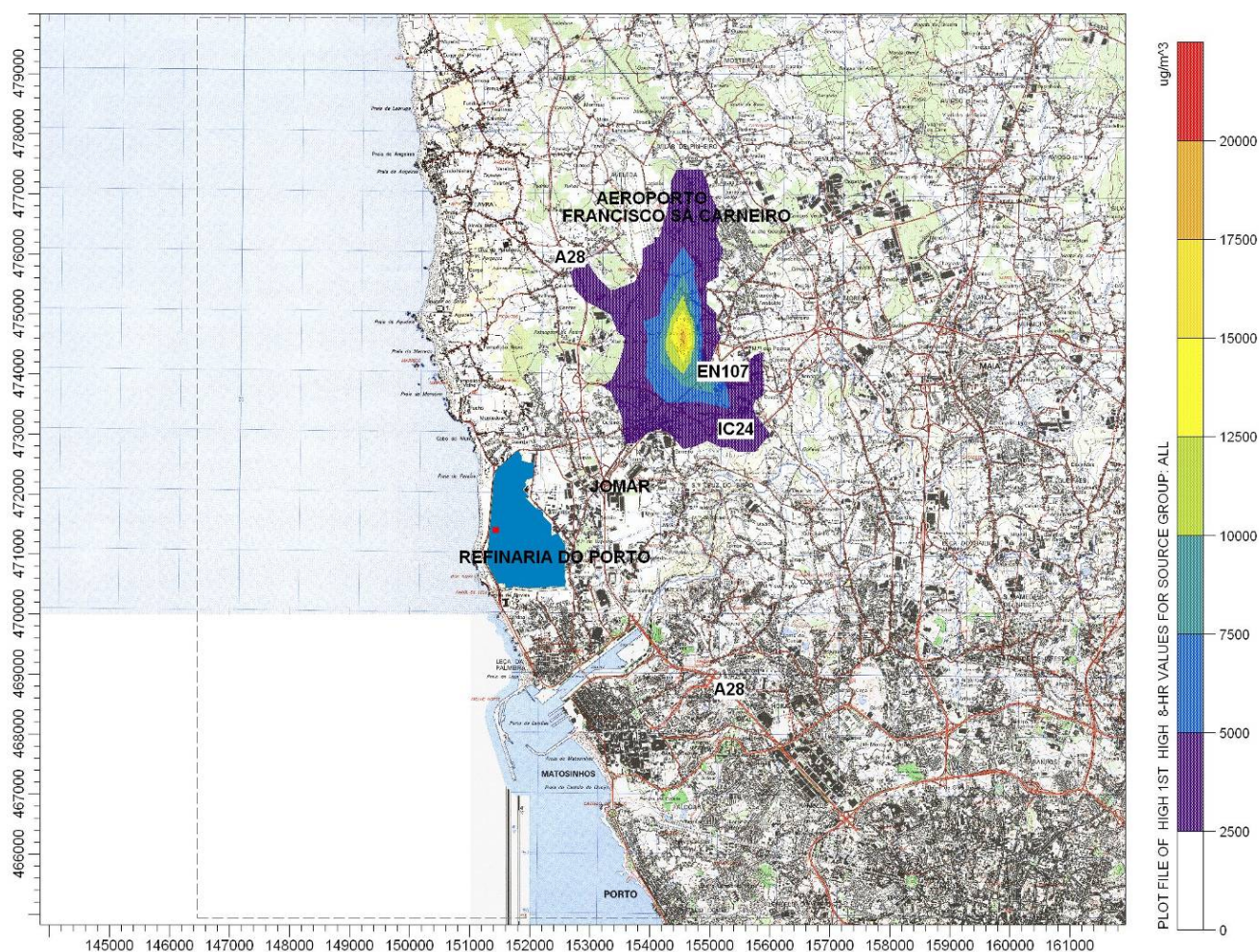


Figura 5.9 - Campo estimado das concentrações máximas das médias octo-horárias de CO ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise

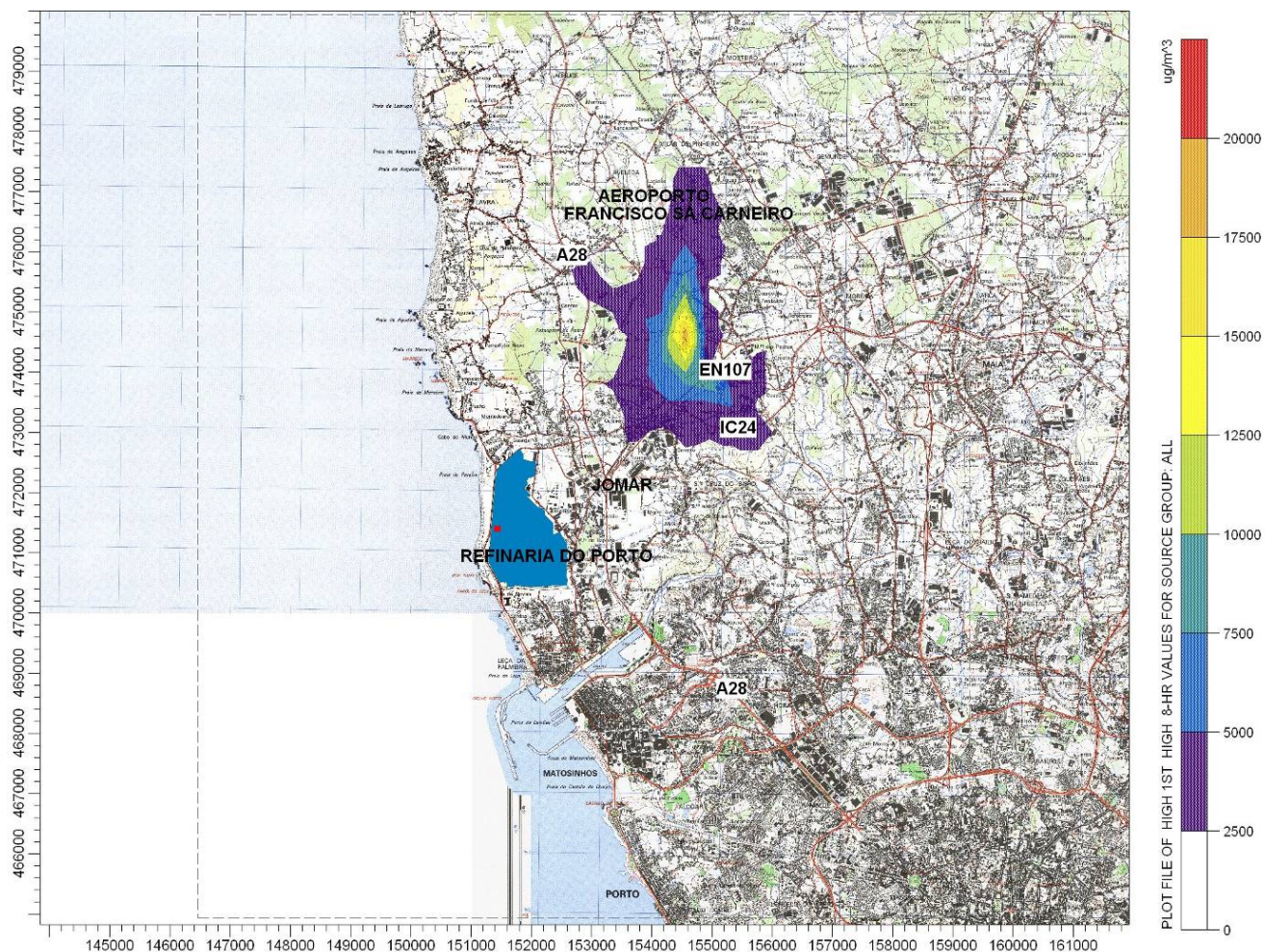


Figura 5.10 - Campo estimado das concentrações máximas das médias octo-horárias de CO ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise

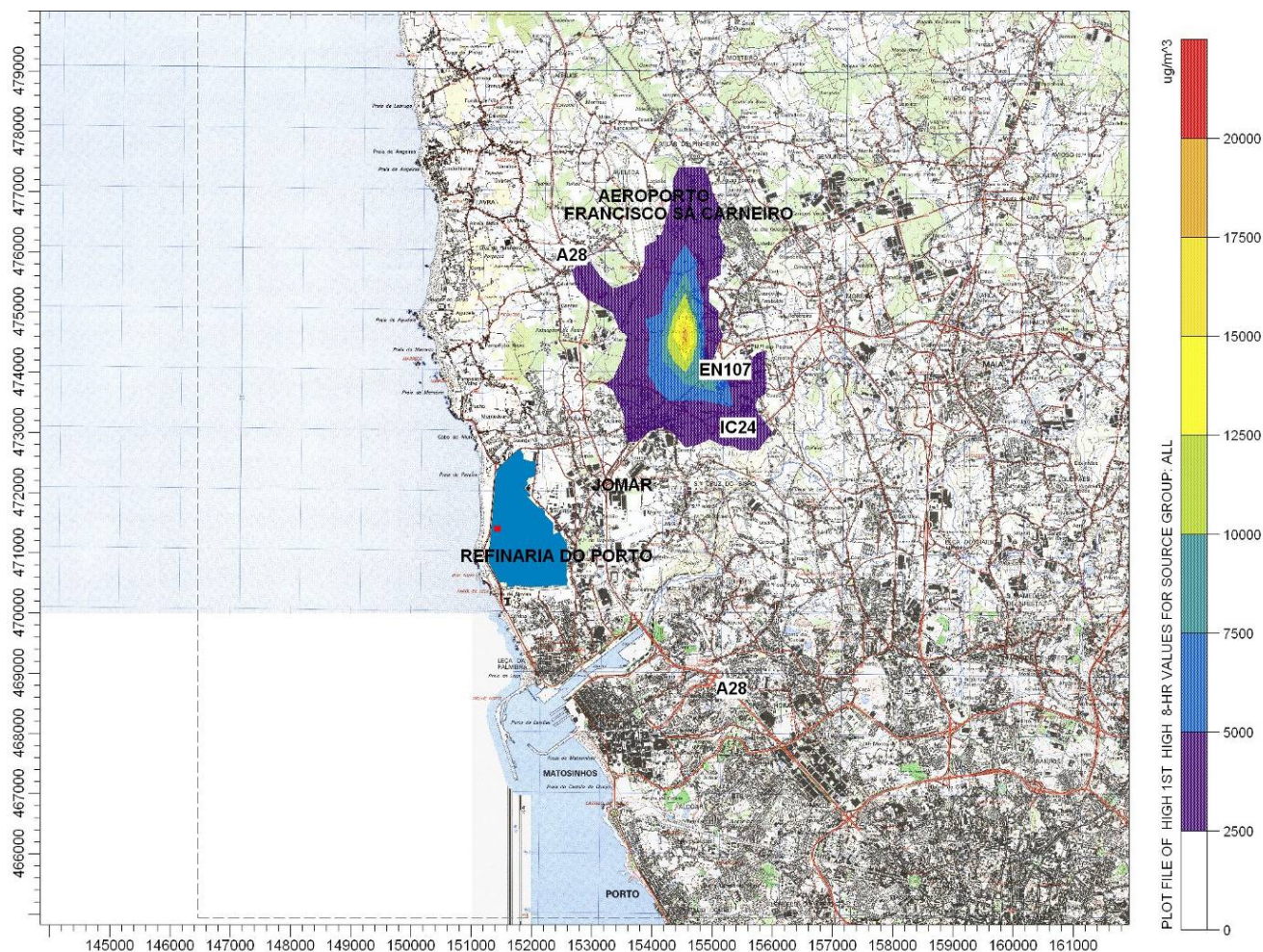


Figura 5.11 - Campo estimado das concentrações máximas das médias octo-horárias de CO ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise

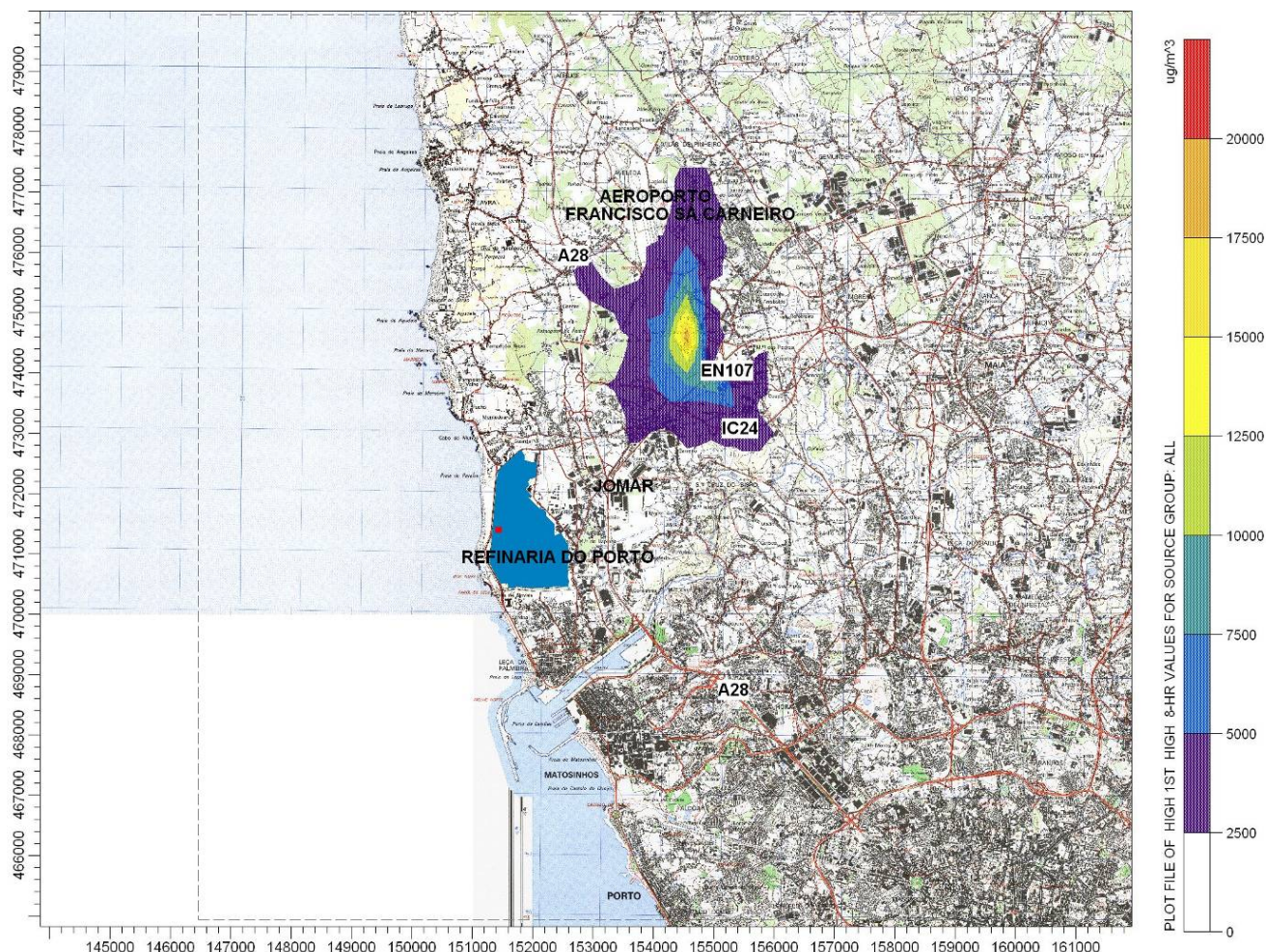


Figura 5.12 - Campo estimado das concentrações máximas das médias de octo-horárias de CO ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise

Os níveis mais elevados situam-se, tal como verificado na situação actual, junto ao Aeroporto Francisco Sá Carneiro, na direcção Sudeste. Na envolvente da Refinaria do Porto os valores mantiveram-se na gama inferior a 2500 $\mu\text{g.m}^{-3}$. As diferenças entre os vários cenários são quase inexistentes, salientando a baixa contribuição da Central de Cogeração no que toca aos valores atmosféricos globais de CO no domínio de estudo.

5.2.3 PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO

Nas **Figura 5.13** a **Figura 5.20** são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para as partículas em suspensão, respectivamente, das concentrações máximas diárias e anuais, para os cenários considerados. De salientar que os valores das médias octo-horárias apresentados correspondem aos máximos estimados para cada receptor ao longo do ano.

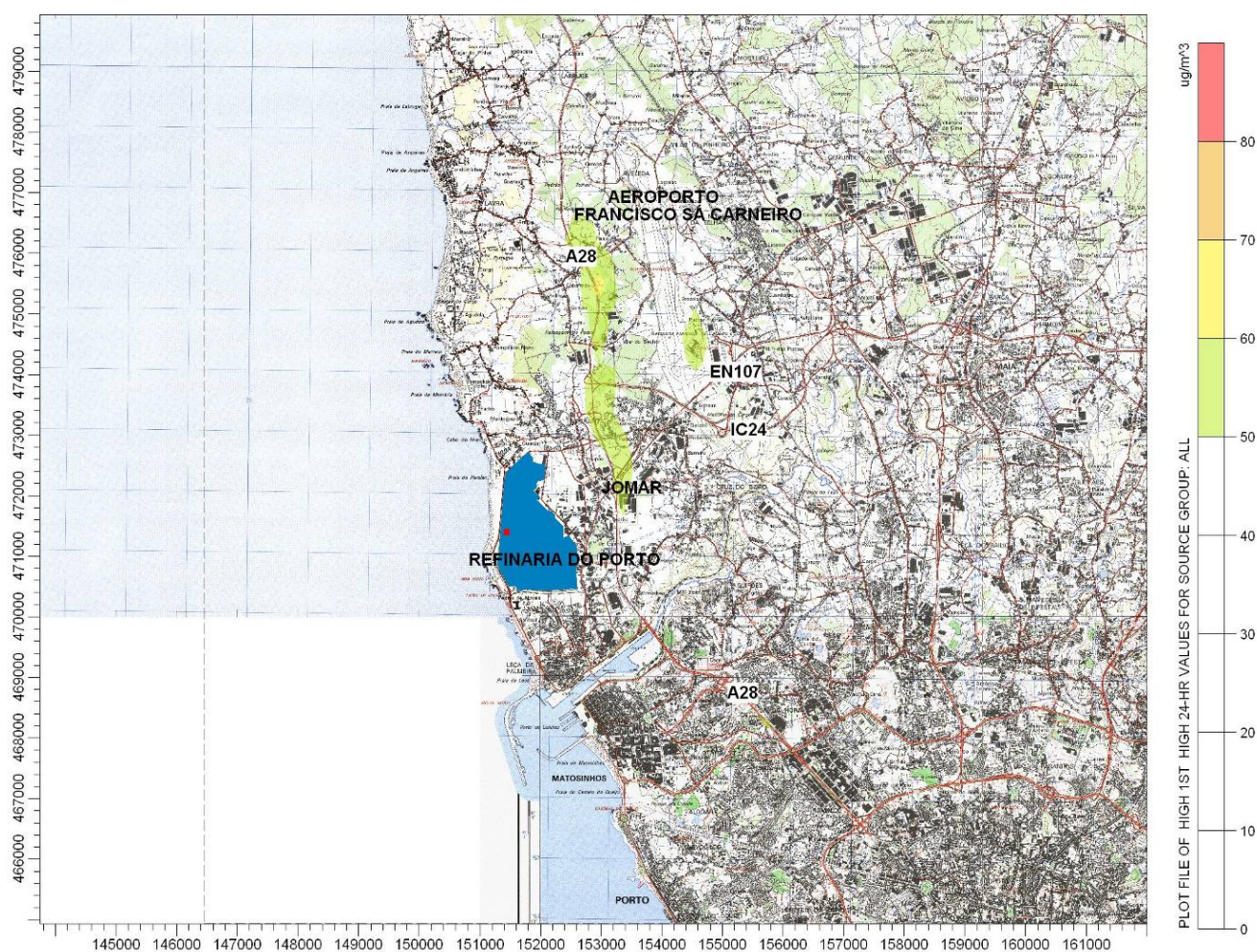


Figura 5.13 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM_{10} ($\mu g \cdot m^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise

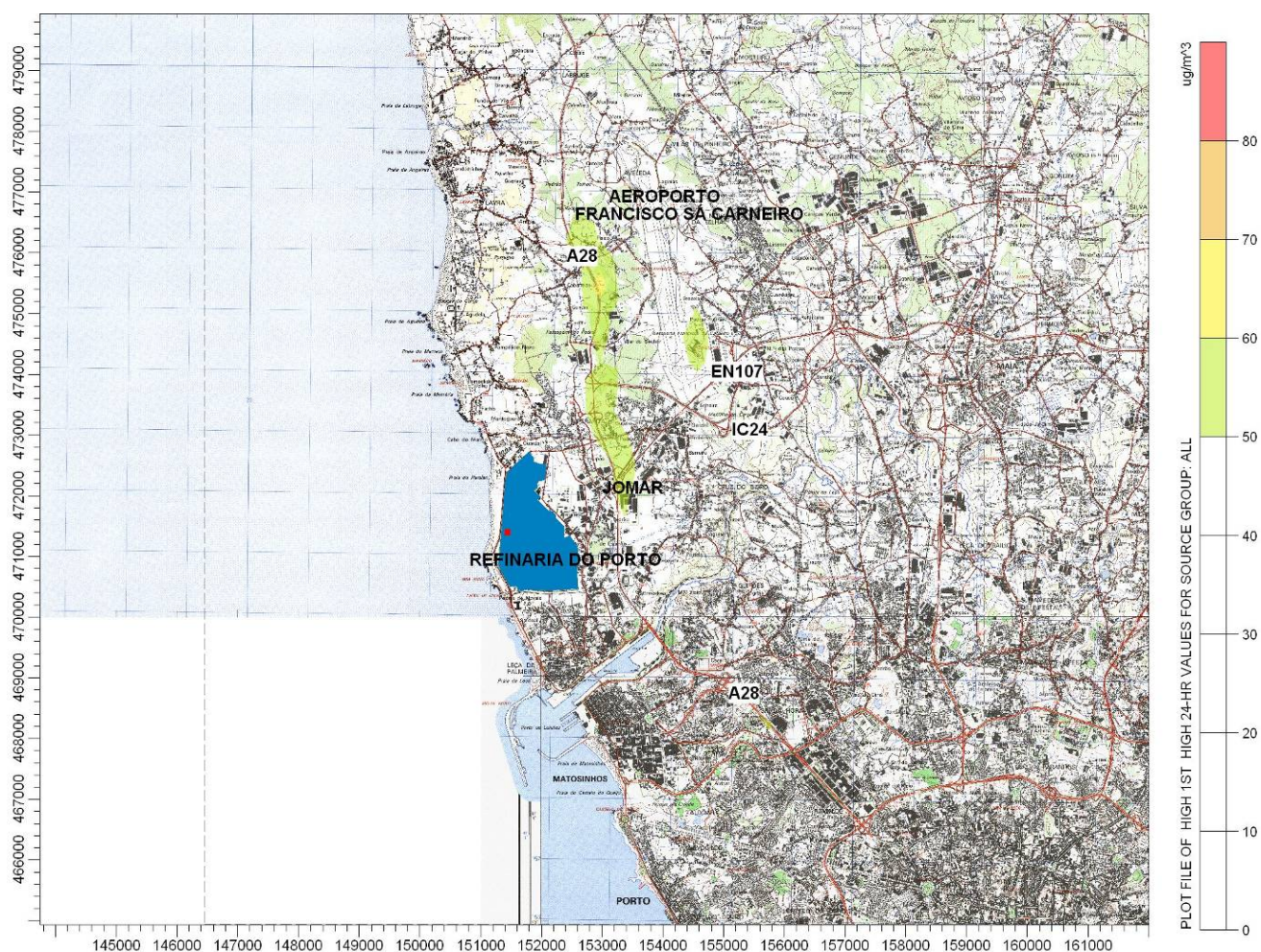


Figura 5.14 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM₁₀ (µg.m⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise

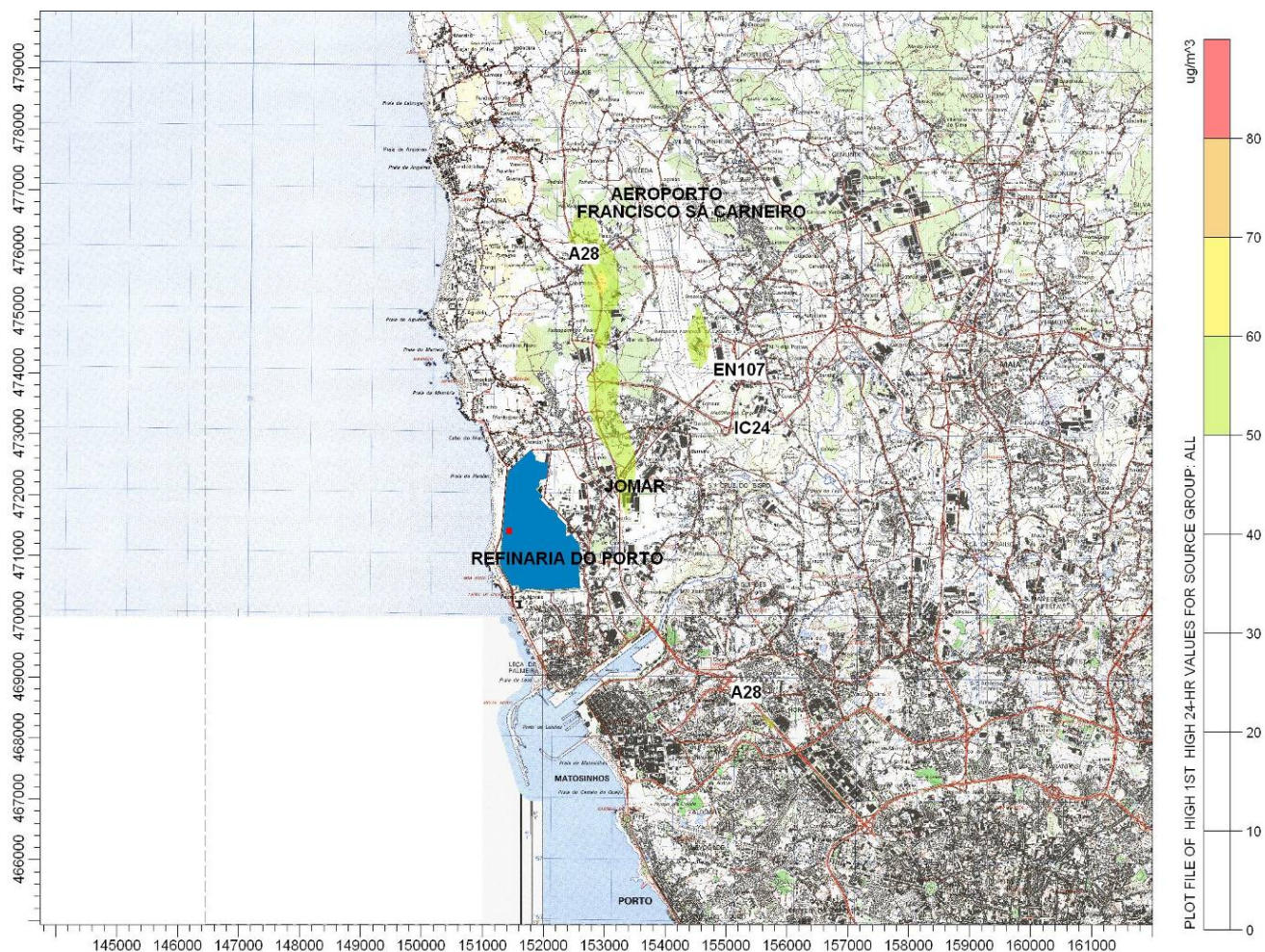


Figura 5.15 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM₁₀ (µg.m⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise

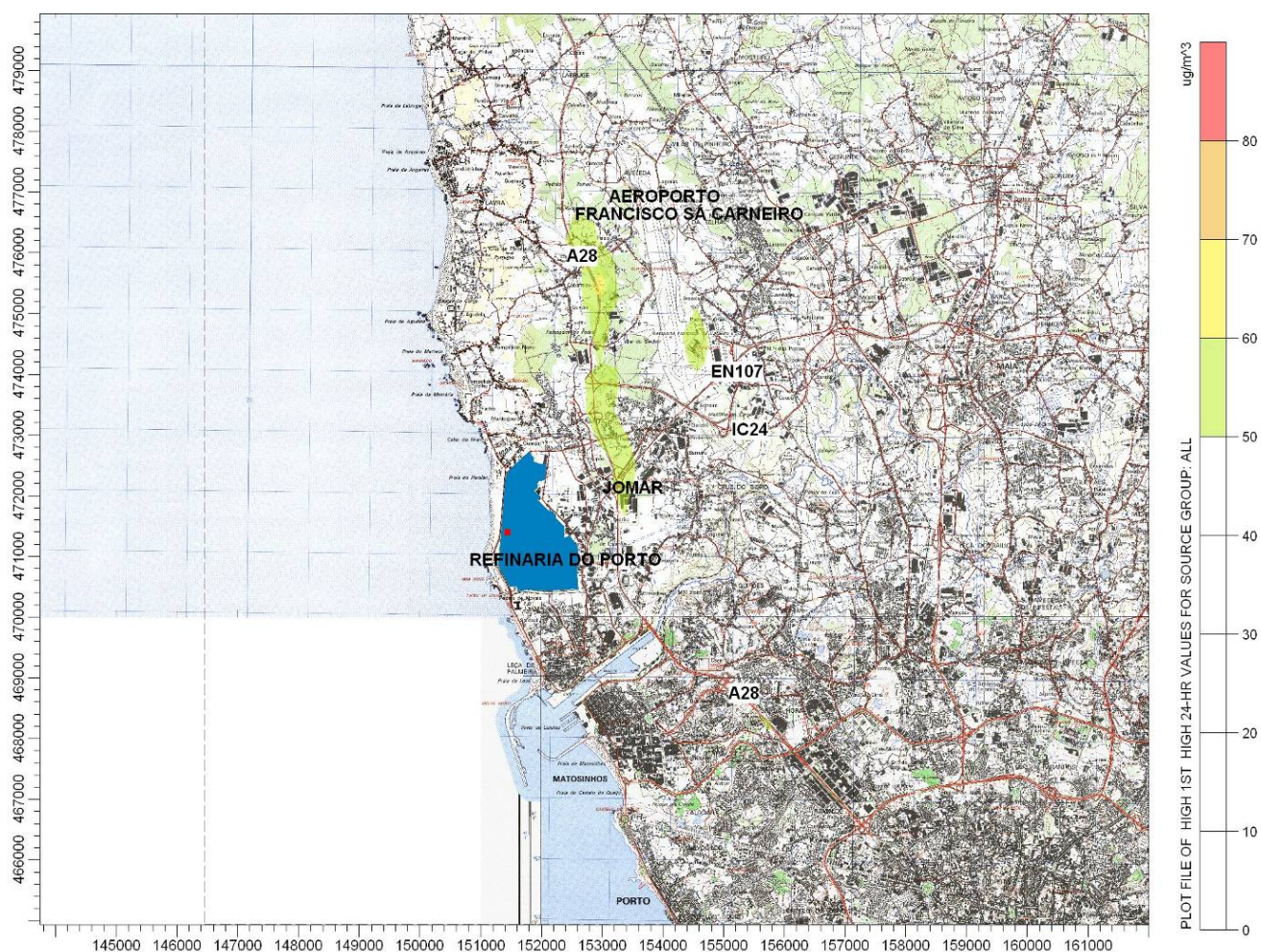


Figura 5.16 - Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de PM₁₀ (µg.m⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise

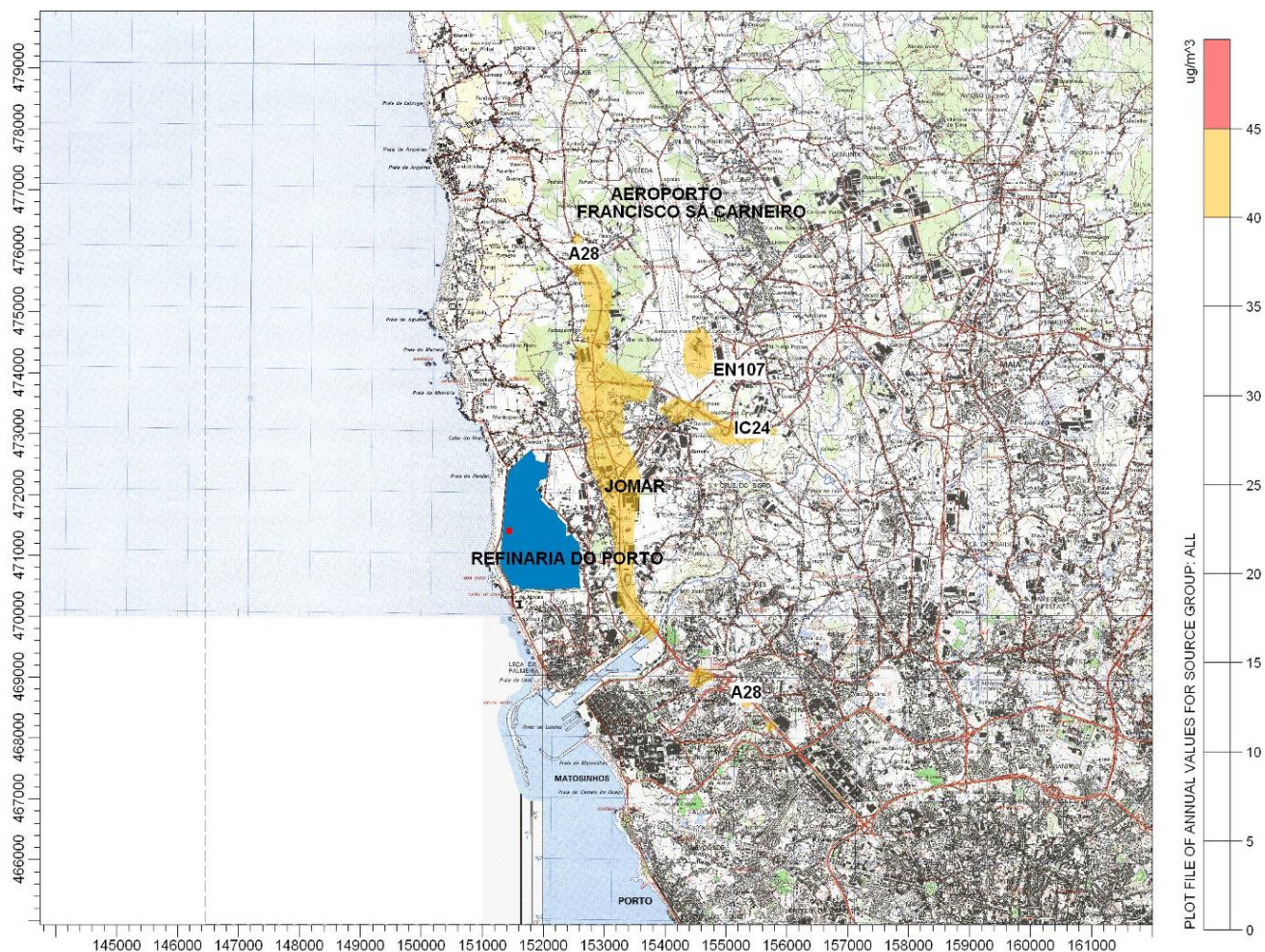


Figura 5.17 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM_{10} ($\mu g \cdot m^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise

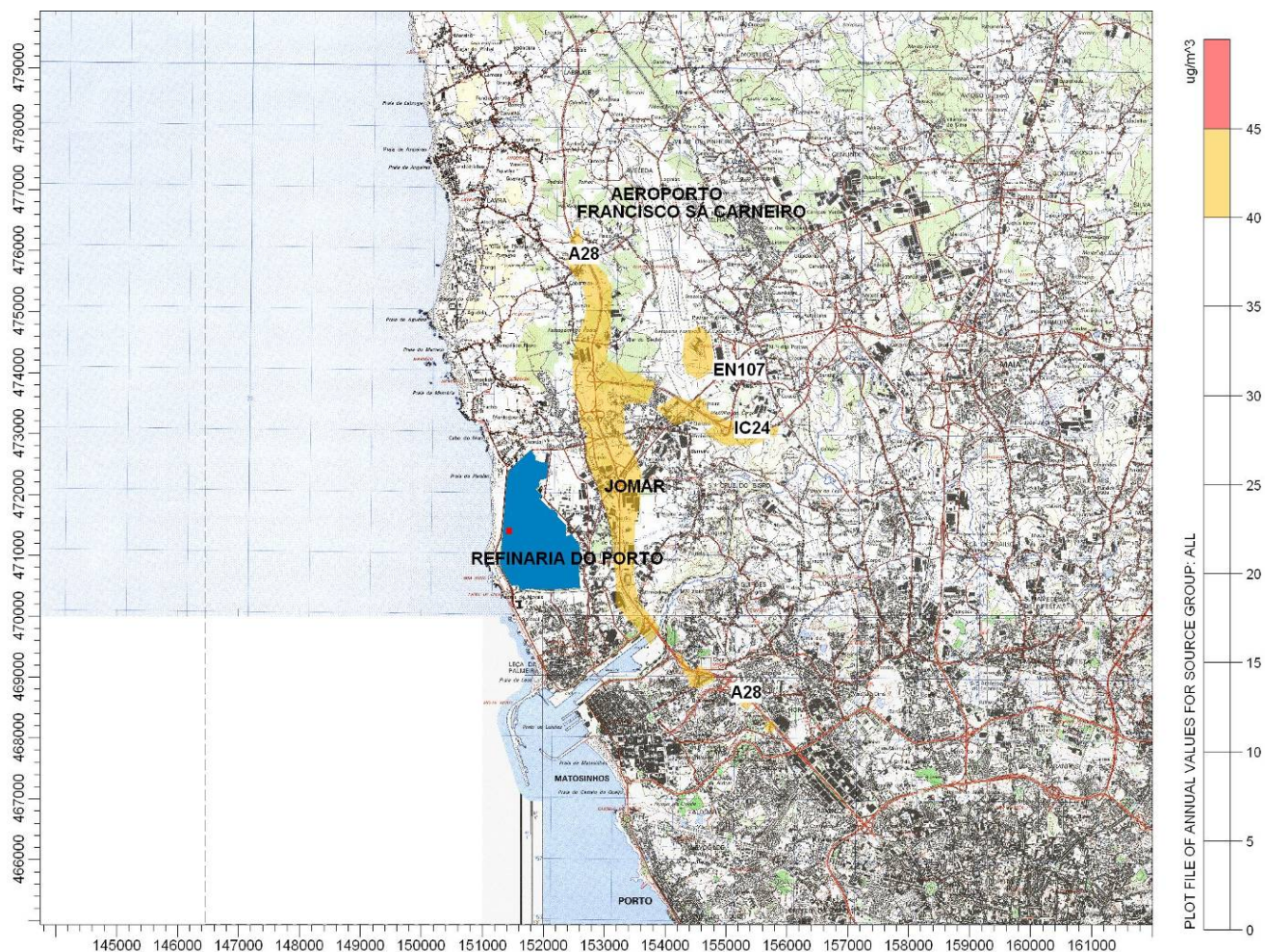


Figura 5.18 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM10 ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise

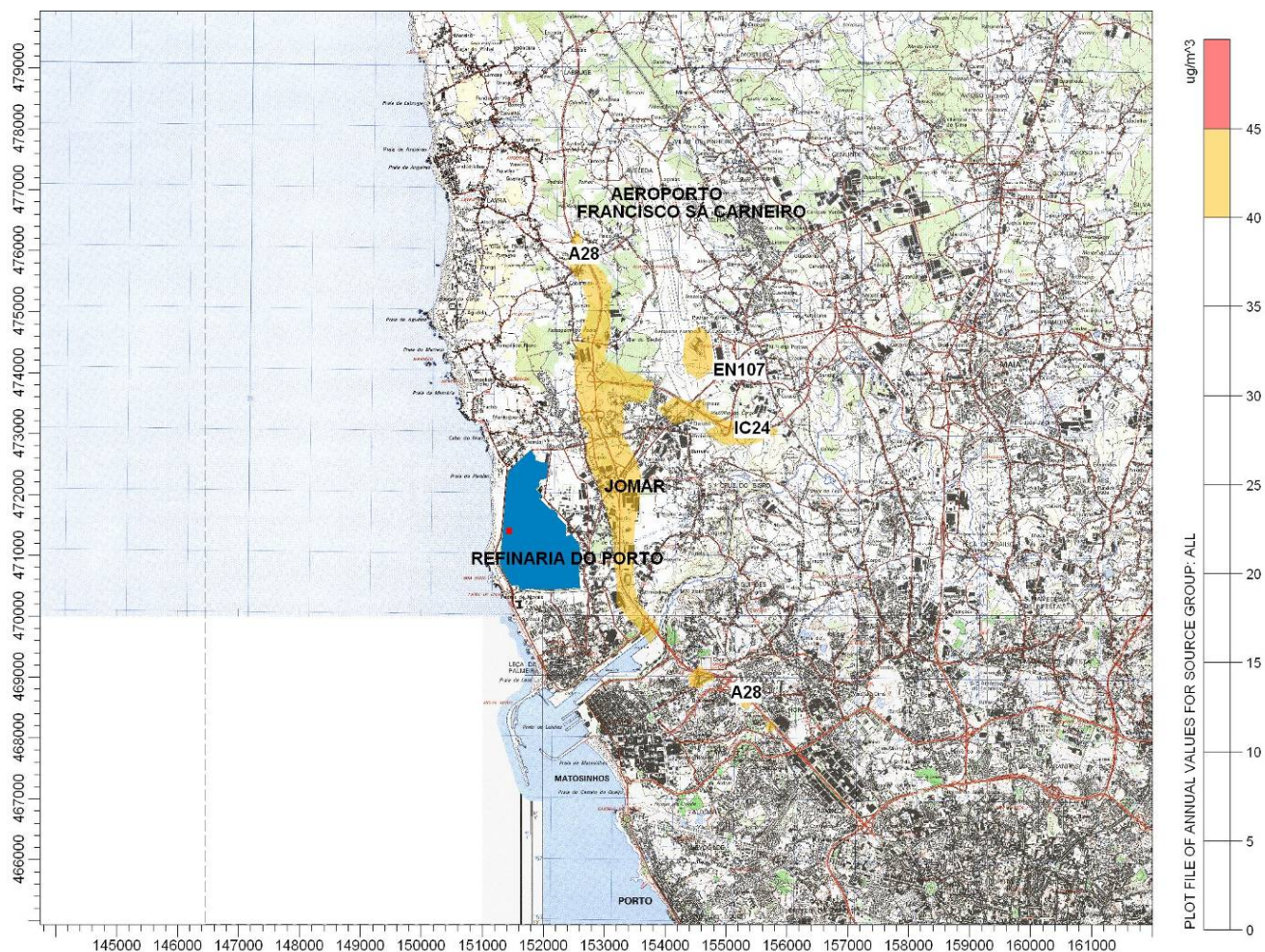


Figura 5.19 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM_{10} ($\mu g.m^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise

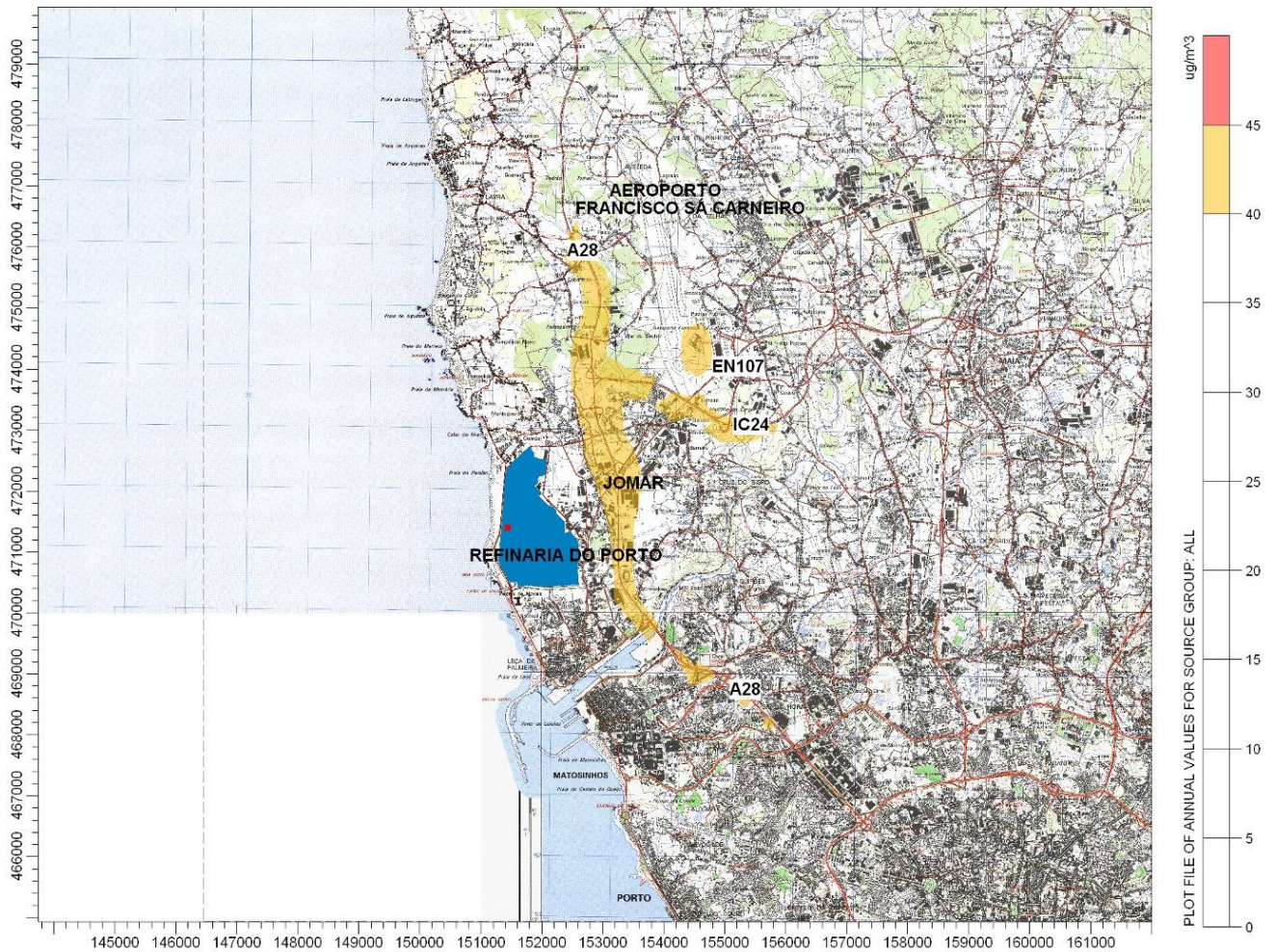


Figura 5.20 – Campo estimado das concentrações médias anuais de PM_{10} ($\mu g \cdot m^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise

Em relação às concentrações máximas diárias de partículas, pode constatar-se não existirem também neste caso diferenças muito patentes quando comparados os cenários futuros com a situação actual. Contudo, salienta-se um ligeiro acréscimo nos Cenários B e D, face aos Cenários A e C, em virtude da paragem de um dos grupos da Central de Cogeração, e da sua substituição pela fonte ST4002 da Refinaria. É de notar, contudo, que os valores máximos obtidos junto à Refinaria do Porto se mantiveram inferiores a $6 \mu g \cdot m^{-3}$, sem valor de fundo, e a $44 \mu g \cdot m^{-3}$, considerando o valor de fundo.

Relativamente aos valores médios anuais de partículas verifica-se que, tal como acontece com o NO₂ e com o CO, a distribuição das concentrações máximas apresenta, preferencialmente, uma orientação Sul/Sudeste em relação ao Aeroporto, e uma concentração preferencial junto às vias rodoviárias consideradas. Esta situação manteve-se face à situação actual.

5.2.4 DIÓXIDO DE ENXOFRE

Nas Figura 5.21 a Figura 5.28 são apresentadas as distribuições espaciais dos valores estimados para o SO₂, respectivamente, das concentrações máximas horárias e diárias, para os cenários considerados. De salientar que os valores das médias octo-horárias apresentados correspondem aos máximos estimados para cada receptor ao longo do ano.

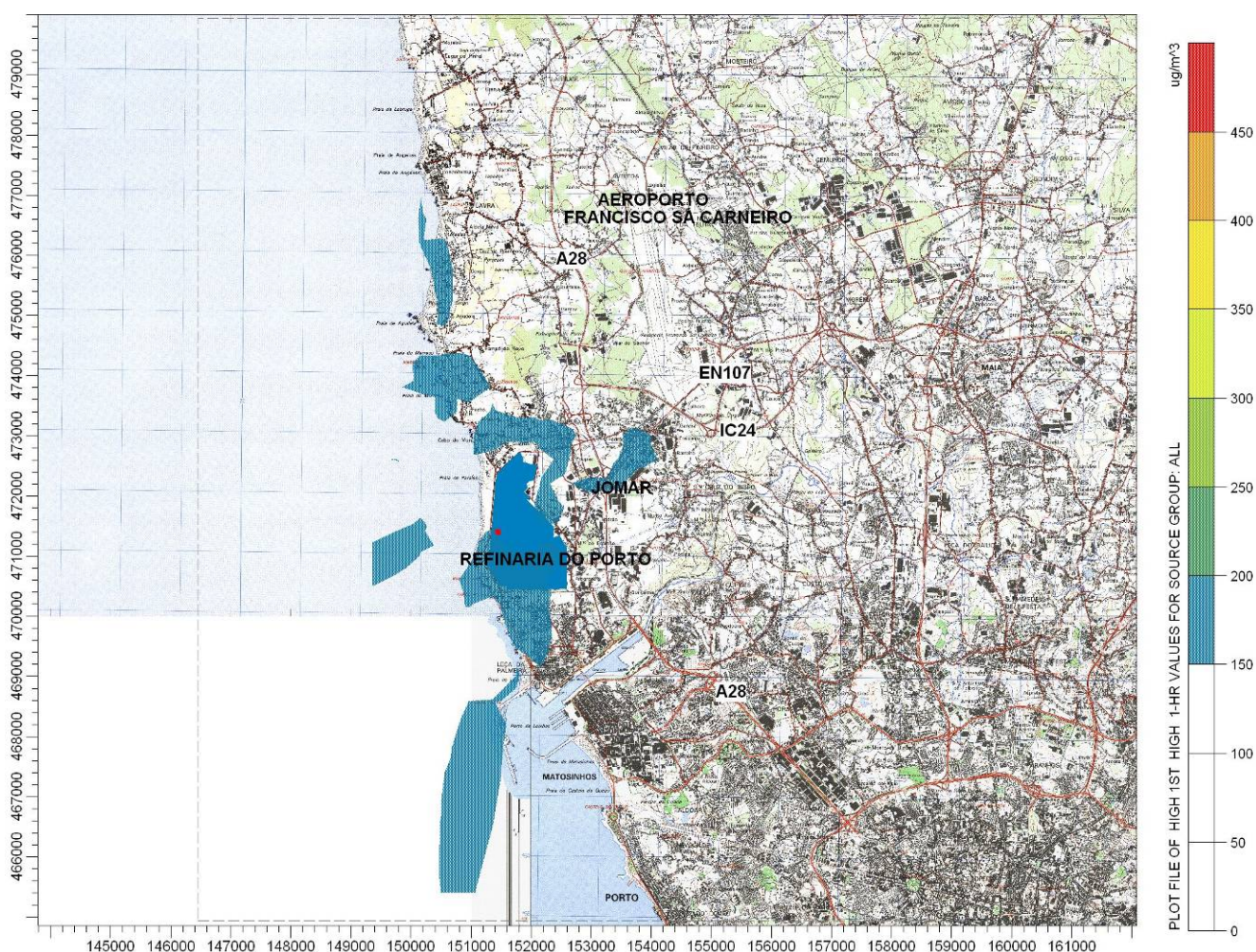


Figura 5.21 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO₂ (µg.m⁻³) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise

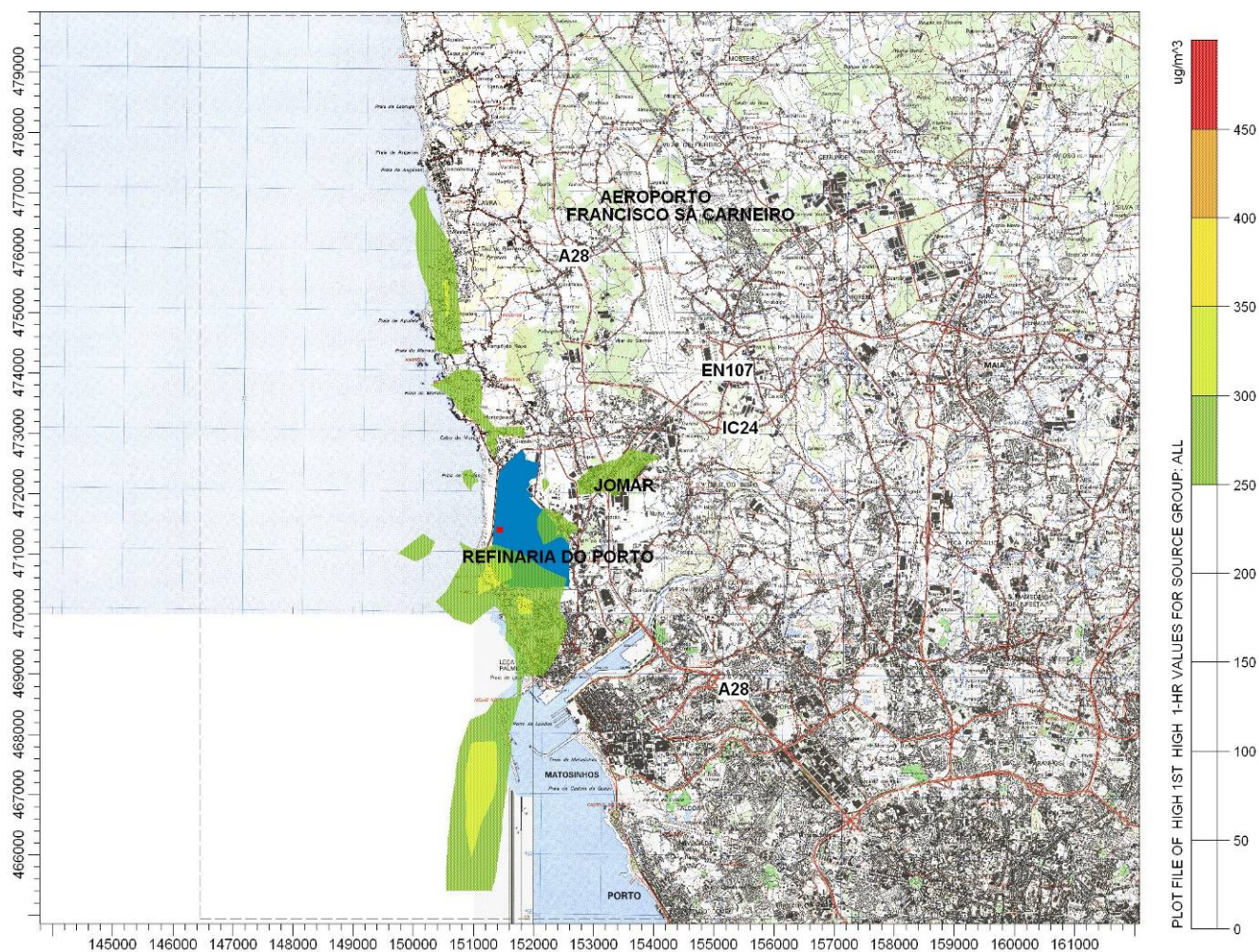


Figura 5.22 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise

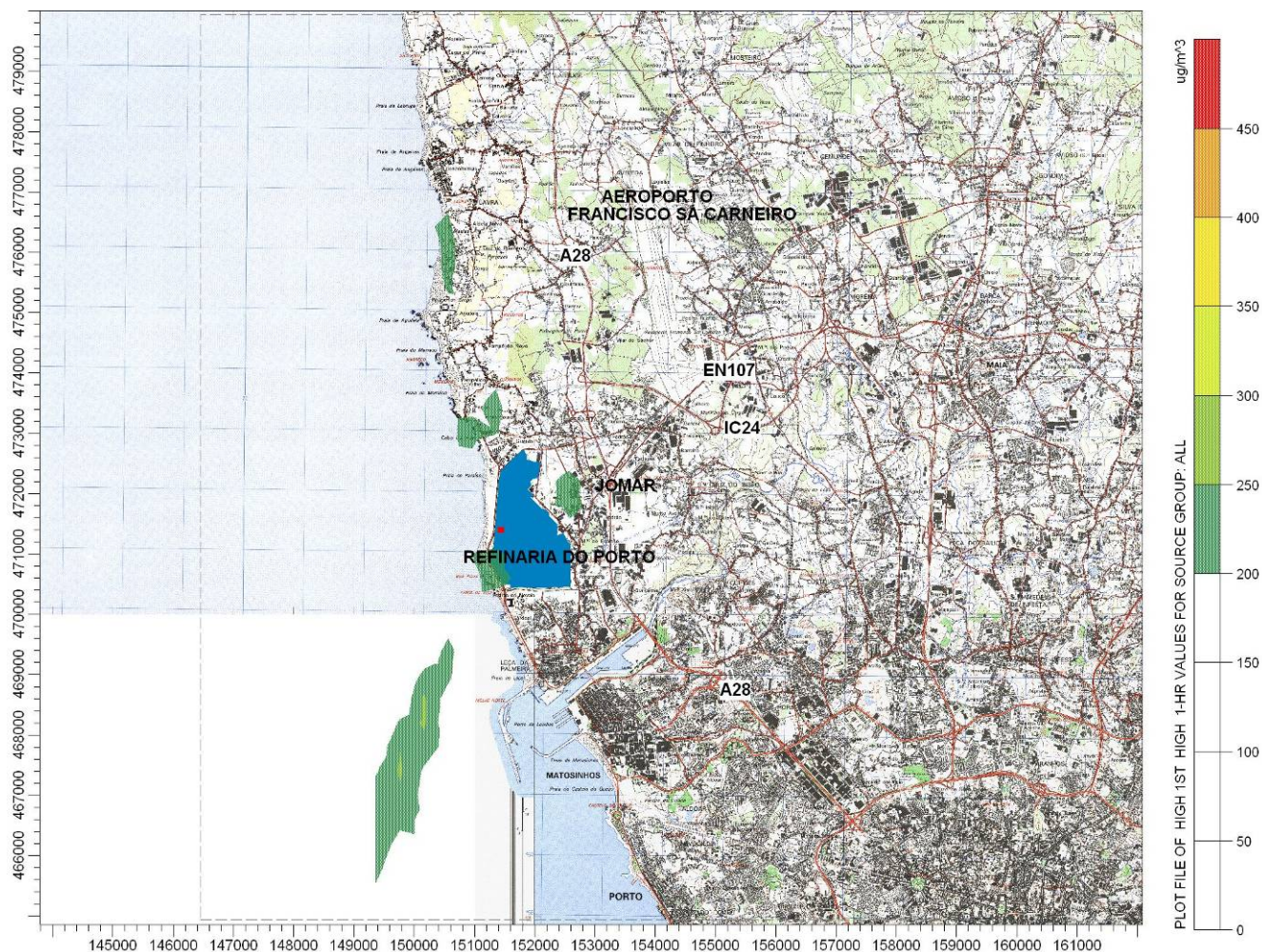


Figura 5.23 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise

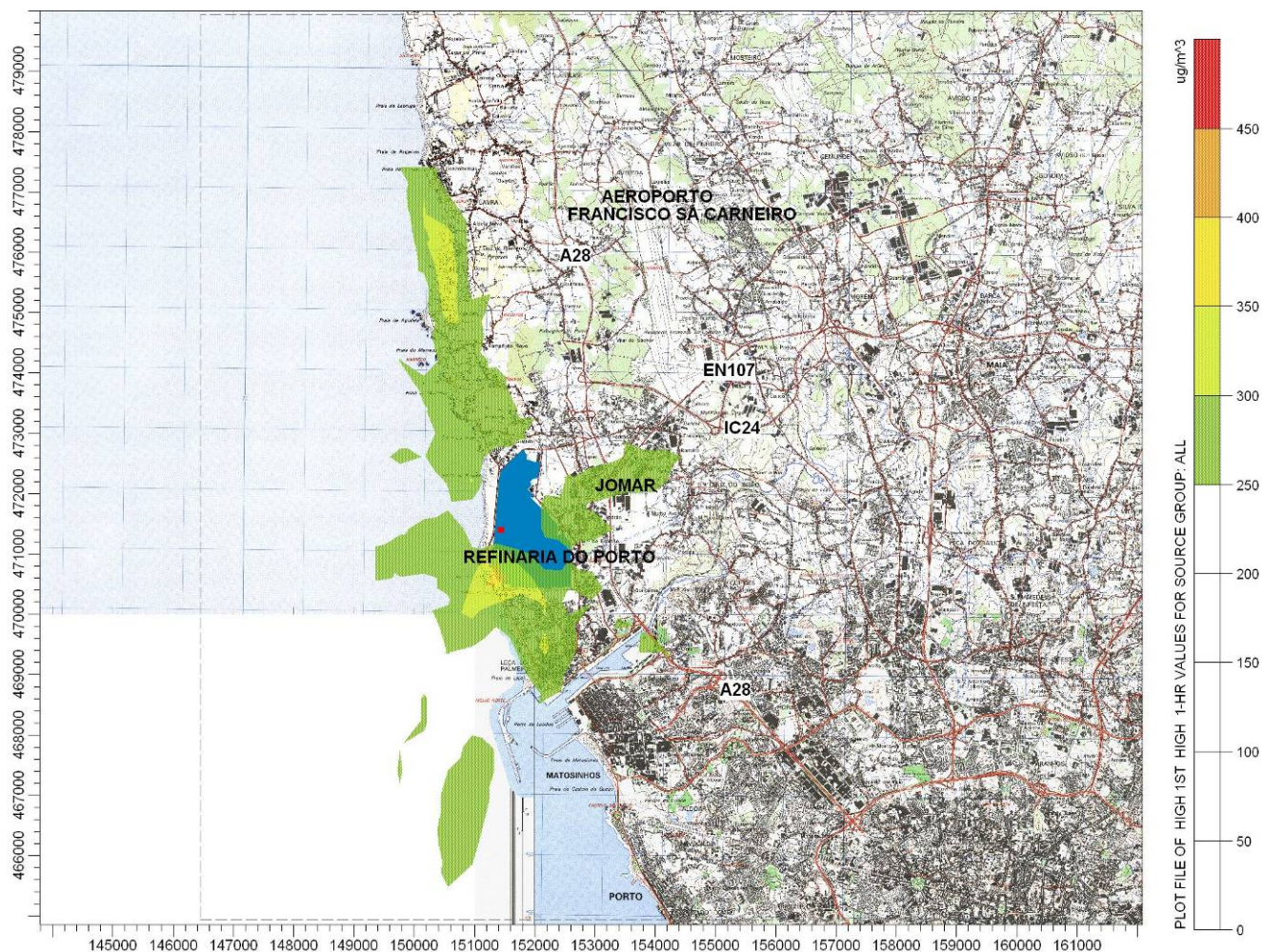


Figura 5.24 – Campo estimado das concentrações máximas das médias horárias de SO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise

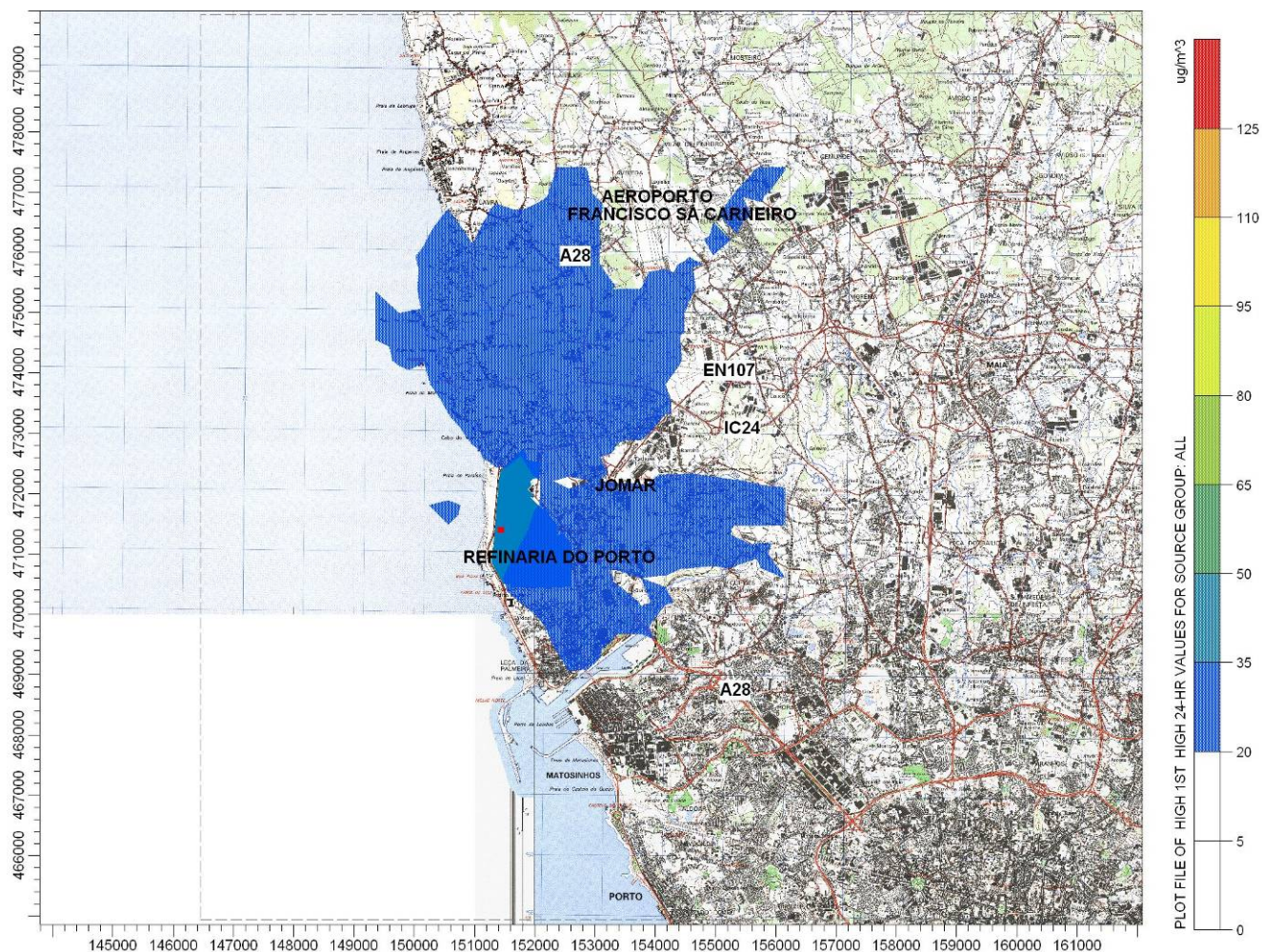


Figura 5.25 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário A – no domínio em análise

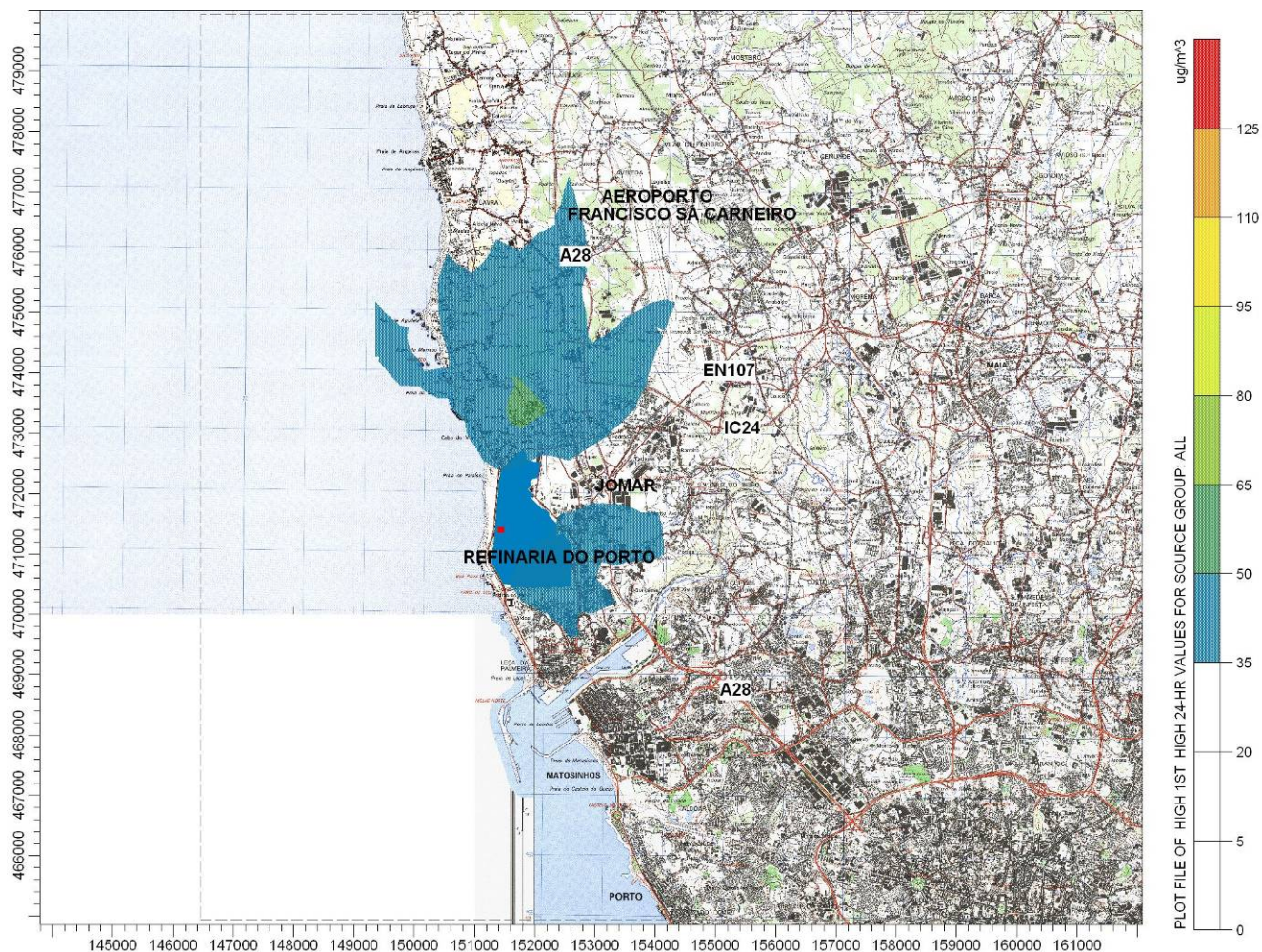


Figura 5.26 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário B – no domínio em análise

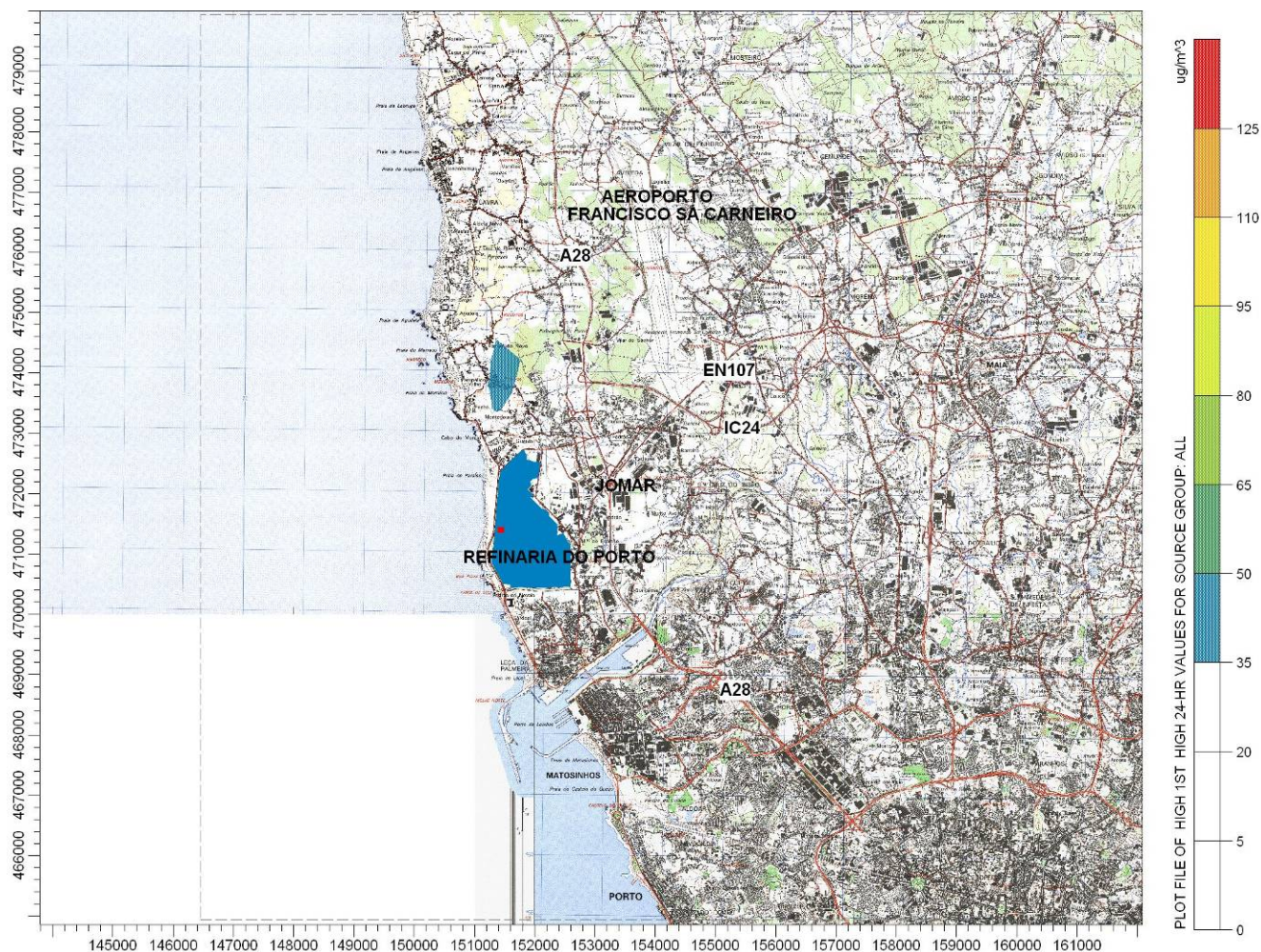


Figura 5.27 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO_2 ($\mu\text{g.m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário C – no domínio em análise

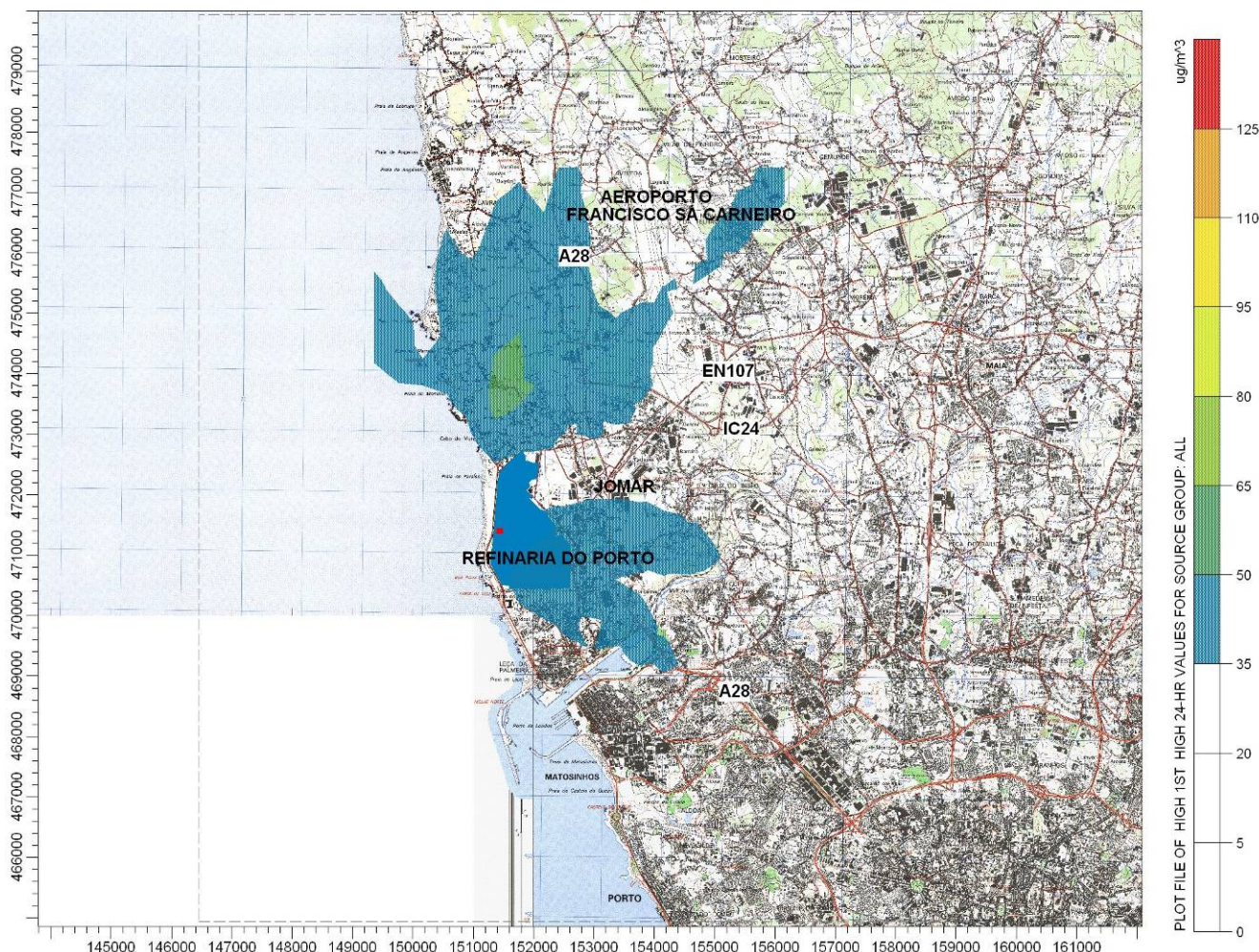


Figura 5.28 – Campo estimado das concentrações máximas das médias diárias de SO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) verificadas para a situação futura – Cenário D – no domínio em análise

Nos quatro cenários da situação futura, observa-se uma redução significativa de valores e de áreas afectadas por concentrações elevadas, com a entrada em funcionamento da Central de Cogeração. Essa redução é ainda mais patente no Cenário A, quando se considera a Central de Cogeração a funcionar em pleno e as Fontes ST-4001 e ST-4002 paradas.

Esta redução da situação actual para os Cenários A, B, C e D está também patente nos valores médios diários.

Dos cenários A e B para os cenários C e D regista-se um aumento nos valores de concentração estimados, função das alterações produzidas pelo Projecto de Conversão da Refinaria do Porto.

5.3 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COM A LEGISLAÇÃO

Nos **Quadro 5.7**, **Quadro 5.8**, **Quadro 5.9** e **Quadro 5.10** estão resumidas as estimativas efectuadas pelo modelo para os Cenários A, B, C e D, respectivamente. Chama-se a atenção para o facto dos valores apresentados corresponderem aos valores máximos absolutos (VM) estimados para cada poluente em análise, dentro do universo de todos os 558 receptores e para as 8760 horas simuladas (um ano completo). Os valores máximos estimados correspondem a situações meteorológicas adversas (elevada estabilidade atmosférica e reduzida capacidade de dispersão) que potenciaram o aparecimento de valores elevados.

Tal como efectuado para a situação actual, para as comparações com a legislação foi considerado o valor limite legal mais restritivo, ou seja, os limites aplicáveis em 2010. Aos valores estimados foi adicionado o valor de fundo de $30 \mu\text{g.m}^{-3}$ de NO_2 (correspondente a 15% do valor limite horário e a 75% do valor limite anual), $38 \mu\text{g.m}^{-3}$ de PM_{10} (correspondente a 76% do valor limite diário e a 95% do valor limite anual), e $507 \mu\text{g.m}^{-3}$ de CO (correspondente a 5% do valor limite octo-horário).

Quadro 5.7 – Resumo dos resultados das simulações para o cenário A e comparação com os respectivos valores limite

Poluente	Base Horária					Base Diária					Base Anual	
	VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (horas)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (dias)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
				Com F2	Sem F2				Com F2	Sem F2		
NO_2	200	269	18	31 (4,96 km^2)	1 (0,16 km^2)	-	-	-	-	-	40	41
CO	-	-	-	-	-	10000 ⁽¹⁾	19056 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-
PM_{10}	-	-	-	-	-	50	65	35	10 (16,0 km^2)	0 (0 km^2)	40	42
SO_2	350	196	24	0 (0 km^2)	0 (0 km^2)	125	33	3	0 (0 km^2)	0 (0 km^2)	-	-

Legenda: VE – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite / Valor de Referência

(1) Relativo a períodos de 8 horas.

(2) Aos valores estimados foi adicionado o valor de fundo de $30 \mu\text{g.m}^{-3}$ de NO_2 , $38 \mu\text{g.m}^{-3}$ de PM_{10} , $507 \mu\text{g.m}^{-3}$ de CO.

Quadro 5.8 – Resumo dos resultados das simulações para o cenário B e comparação com os respectivos valores limite

Poluente	Base Horária					Base Diária					Base Anual	
	VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (horas)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (dias)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
				Com F2	Sem F2				Com F2	Sem F2		
NO ₂	200	269	18	31 (4,96 km^2)	1 (0,16 km^2)	-	-	-	-	-	40	41
CO	-	-	-	-		10000 ⁽¹⁾	19056 ⁽¹⁾	-	-		-	-
PM ₁₀	-	-	-	-		50	65	35	10 (1,60 km^2)	0 (0 km^2)	40	42
SO ₂	350	326	24	0 (0 km^2)	0 (0 km^2)	125	53	3	0 (0 km^2)	0 (0 km^2)	-	-

Legenda: VE – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite / Valor de Referência

(1) Relativo a períodos de 8 horas.

(2) Aos valores estimados foi adicionado o valor de fundo de 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de NO₂, 38 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de PM₁₀, 507 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de CO.

Quadro 5.9 – Resumo dos resultados das simulações para o cenário C e comparação com os respectivos valores limite

Poluente	Base Horária					Base Diária					Base Anual	
	VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (horas)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (dias)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
				Com F2	Sem F2				Com F2	Sem F2		
NO ₂	200	269	18	31 (4,96 km^2)	1 (0,16 km^2)	-	-	-	-	-	40	41
CO	-	-	-	-		10000 ⁽¹⁾	19056 ⁽¹⁾	-	-		-	-
PM ₁₀	-	-	-	-		50	65	35	10 (1,60 km^2)	0 (0 km^2)	40	42
SO ₂	350	259	24	0 (0 km^2)	0 (0 km^2)	125	38	3	0 (0 km^2)	0 (0 km^2)	-	-

Legenda: VE – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite / Valor de Referência

(1) Relativo a períodos de 8 horas.

(2) Aos valores estimados foi adicionado o valor de fundo de 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de NO₂, 38 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de PM₁₀, 507 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de CO.

Quadro 5.10 – Resumo dos resultados das simulações para o cenário D e comparação com os respectivos valores limite

Poluente	Base Horária					Base Diária					Base Anual	
	VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (horas)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Exc. Permitidas (dias)	Nº de receptores onde ocorreram excedências em n.º superior ao permitido (área afectada km^2)		VL ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	VE ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
				Com F2	Sem F2				Com F2	Sem F2		
NO ₂	200	269	18	31 (4,96 km^2)	1 (0,16 km^2)	-	-	-	-	-	40	41
CO	-	-	-	-	-	10000 (1)	19056 (1)	-	-	-	-	-
PM ₁₀	-	-	-	-	-	50	65	35	10 (1,60 km^2)	0 (0 km^2)	40	42
SO ₂	350	372	24	0 (0 km^2)	0 (0 km^2)	125	53	3	0 (0 km^2)	0 (0 km^2)	-	-

Legenda: VE – Valor Máximo Obtido na Simulação VL – Valor Limite / Valor de Referência

(1) Relativo a períodos de 8 horas.

(2) Aos valores estimados foi adicionado o valor de fundo de 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de NO₂, 38 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de PM₁₀, 507 $\mu\text{g.m}^{-3}$ de CO.

Tal como se verificou para a situação actual, na área da Refinaria do Porto, e envolvente mais próxima, não são excedidos os limites legais em número superior ao permitido por lei. De facto, as fontes externas consideradas no estudo acrescidas do valor de fundo considerado e que é sempre adicionado aos valores estimados, apresentam uma influência determinante nos níveis obtidos.

Desta forma, relativamente aos poluentes NO₂, CO e PM₁₀, não se verificam alterações face à situação actual, nem entre os diversos Cenários considerados. Os poluentes NO₂ e PM₁₀ excedem os respectivos valores limite em base anual, junto às fontes emissoras determinantes – as infra-estruturas rodoviárias e o Aeroporto Francisco Sá Carneiro. O valor limite horário do NO₂ é excedido em número superior de vezes do que o permitido por lei junto à A28. Com a aplicação do factor F2 mais conservativo, estima-se que 31 receptores, ou uma área de aproximadamente 5,0 km^2 , estejam em situação de incumprimento também na envolvente da

A28. No que diz respeito às PM_{10} em base diária, não são registadas excedências ao valor limite em número superior ao permitido por lei, ao longo do ano considerado.

As excedências de CO em base octo-horária ocorrem, tal como estimado para a situação actual, a Sudeste do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, sendo que esta infra-estrutura é a principal fonte de CO no domínio em estudo. Estima-se que os valores elevados, neste local, ocorram em menos de 1% dos períodos octo-horários ao longo do ano, em determinadas condições meteorológicas de elevada estabilidade atmosférica e de reduzida capacidade de dispersão.

No que diz respeito ao SO_2 , comparando os resultados obtidos nos Cenários A, B, C e D, observam-se diferenças tanto quanto à distribuição dos campos de concentração, como aos próprios níveis de concentração atingidos. Nos quatro cenários da situação futura, observa-se uma redução significativa de valores e de áreas afectadas por concentrações elevadas relativamente à situação actual, não se verificando situações de incumprimento legal relativamente a nenhum dos parâmetros que envolvam o SO_2 .

5.4 COMPARAÇÃO ENTRE CENÁRIOS E ENTRE A SITUAÇÃO ACTUAL

No **Quadro 5.11** é apresentada a comparação dos resultados máximos das simulações entre a situação actual e os cenários de impacte considerados.

Quadro 5.11 - Comparação dos resultados máximos das simulações entre a situação actual e os cenários de impacte considerados

Cenários			Poluente			
			NO ₂	CO	PM ₁₀	SO ₂
BASE HORÁRIA VM (mg.m ⁻³)	Actual		269,463	-	-	477,483
	CEN A		269,463	-	-	196,179
	CEN B		269,463	-	-	325,797
	CEN C		269,466	-	-	258,730
	CEN D		269,466	-	-	371,724
	Variação dos Cenários Futuros face à situação actual	A-Actual	0,00%	-	-	-58,91%
		B-Actual	0,00%	-	-	-31,77%
		C-Actual	0,00%	-	-	-45,81%
		D-Actual	0,00%	-	-	-22,15%
	Variação entre condições de funcionamento da Central de Cogeração	B-A	0,00%	-	-	66,07%
		D-C	0,00%	-	-	43,67%
	Variação com o funcionamento adicional do Projecto de Conversão	C-A	0,00%	-	-	31,88%
		D-B	0,00%	-	-	14,10%
BASE DIÁRIA VM (mg.m ⁻³)	Actual		-	19056,117 ⁽¹⁾	64,936	73,500
	CEN A		-	19056,117 ⁽¹⁾	64,919	33,251
	CEN B		-	19056,117 ⁽¹⁾	64,926	52,933
	CEN C		-	19056,117 ⁽¹⁾	64,921	37,973
	CEN D		-	19056,117 ⁽¹⁾	64,928	52,871
	Variação dos Cenários Futuros face à situação actual	A-Actual	-	0,00%	-0,03%	-54,76%
		B-Actual	-	0,00%	-0,02%	-27,98%
		C-Actual	-	0,00%	-0,02%	-48,34%
		D-Actual	-	0,00%	-0,01%	-28,07%
	Variação entre condições de funcionamento da Central de Cogeração	B-A	-	0,00%	0,01%	59,19%
		D-C	-	0,00%	0,01%	39,23%
	Variação com o funcionamento adicional do Projecto de Conversão	C-A	-	0,00%	0,00%	14,20%
		D-B	-	0,00%	0,00%	-0,12%

Cenários			Poluente			
			NO ₂	CO	PM ₁₀	SO ₂
BASE ANUAL VM (mg.m ⁻³)	Actual		41,390	2259,969	42,246	9,259
	CEN A		41,361	2259,991	42,090	4,456
	CEN B		41,376	2259,980	42,165	6,324
	CEN C		41,382	2260,024	42,113	3,997
	CEN D		41,398	2260,014	42,188	6,004
	Variação dos Cenários Futuros face à situação actual	A-Actual	-0,07%	0,00%	-0,37%	-51,87%
		B-Actual	-0,03%	0,00%	-0,19%	-31,70%
		C-Actual	-0,02%	0,00%	-0,31%	-56,83%
		D-Actual	0,02%	0,00%	-0,14%	-35,15%
	Variação entre condições de funcionamento da Central de Cogeração	B-A	0,04%	0,00%	0,18%	41,92%
		D-C	0,04%	0,00%	0,18%	50,21%
	Variação com o funcionamento adicional do Projecto de Conversão	C-A	0,05%	0,00%	0,05%	-10,30%
D-B		0,05%	0,00%	0,05%	-5,06%	

Da comparação entre os Cenários considerados, verifica-se que todos os poluentes mantêm os valores, em termos máximos e médios, ou reduzem as concentrações, da situação actual para os cenários futuros. Os decréscimos mais significativos são registados no SO₂, mais acentuados nos Cenários em que a Central de Cogeração se encontra a funcionar com os dois grupos.

Em termos de variação entre condições de funcionamento, registam-se decréscimos ligeiros para o NO₂ e PM₁₀ com os dois grupos da Central de Cogeração em funcionamento. As diferenças são, contudo, muito pouco significativas. Para o CO, os valores elevados estimados junto ao Aeroporto Francisco Sá Carneiro fazem com que as variações entre Cenários, derivados nas alterações da Refinaria, sejam praticamente imperceptíveis.

A diferença mais patente entre cenários de funcionamento é registada para o SO₂. De facto, o funcionamento com os dois grupos da Central de Cogeração potencia a redução das concentrações de SO₂ (Cenários A e C), comparativamente com o funcionamento de uma caldeira da Central de Cogeração em conjunto com as caldeiras G e H da Refinaria actualmente existentes (Cenários B e D). Adicionalmente, os Cenários B e D prevêem-se pouco frequentes, dado só ocorrerem em situações de manutenção programada ou em eventuais situações de emergência.

Comparativamente, registaram-se maiores decréscimos para os Cenários considerando apenas a Central de Cogeração (Cenários A e B) relativamente aos Cenários que consideram a Central com as alterações previstas pelo Projecto de Conversão (Cenários C e D). No entanto, em termos de impacte global, considerando a Central de Cogeração cumulativamente com as alterações previstas pelo Projecto de Conversão, registam-se valores inferiores à situação actual, sendo que o decréscimo é mais expressivo para o SO₂.

6. MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO

Relativamente à Fase de Exploração, tendo como base os resultados das simulações efectuadas, a principal medida a tomar no que diz respeito aos impactes na qualidade do ar é a adopção de uma altura das chaminés de 60 metros. Ressalva-se também a aplicação de um planeamento e manutenção adequados dos equipamentos de forma a reduzir ao mínimo as utilizações das caldeiras G e H, em substituição de um dos grupos da Central de Cogeração.

7. PLANO DE MONITORIZAÇÃO

A monitorização da Central de Cogeração da Refinaria do Porto 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 Vila Nova da Telha, Perafita e Custóias. 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.

7.1 PARÂMETROS A MONITORIZAR

Em termos de emissões das fontes pontuais, o programa de monitorização contemplará a medição da concentração dos níveis de Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Azoto (NO_x), Partículas (PTS) e Compostos Orgânicos Voláteis Não Metânicos (COVNM). Será necessário proceder ainda à medição de parâmetros de escoamento tais como: O₂, CO₂, H₂O, Pressão e Temperatura.

7.2 LOCAIS E FREQUÊNCIA DAS AMOSTRAGENS

Para o poluente NO_x deverá ser efectuada monitorização em contínuo, pois, tratando-se de uma Grande Instalação de Combustão, encontra-se abrangida pelo Decreto-Lei nº 178/2003¹². Este documento refere que os operadores de todas as instalações de combustão com potência térmica nominal igual ou superior a 100 MW, como é o caso da Central de Cogeração, deverão proceder obrigatoriamente à monitorização em contínuo das concentrações de SO₂, de partículas e de NO_x. No entanto, de acordo com o ponto 2-A, do anexo VIII do diploma referido, a instalação poderá estar dispensada da monitorização em contínuo de SO₂ 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 COVNM, a instalação deve reger-se pelo Decreto-Lei nº 78/2004¹³. A frequência de medições dos poluentes deve ser estimada com base nos

¹² 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.

¹³ O Decreto-Lei nº 78/2004, de 3 de Abril, estabelece o regime de prevenção e controlo da poluição atmosférica

caudais mássicos de emissão correspondentes aos poluentes referidos, estabelecidos na Portaria nº 80/2006¹⁴.

Assim, em relação aos poluentes CO, COVNM e PTS, deve proceder-se à monitorização pontual, duas vezes em cada ano civil, com um intervalo mínimo de dois meses, dado que os seus caudais mássicos se enquadram entre o limiar mássico mínimo e máximo, estabelecidos na Portaria nº 80/2006, como se pode verificar no **Quadro 7.1**.

Será igualmente necessário proceder à monitorização pontual de NO_x, com a mesma frequência aplicada aos outros poluentes, pois a monitorização em contínuo não dispensa a monitorização pontual.

O **Quadro 7.1** permite comparar os caudais mássicos da Central com os limiares mássicos correspondentes.

Quadro 7.1 – Comparação entre os limiares mássicos da Portaria n.º 80/2006 e os caudais mássicos das chaminés

Poluente	Caudal mássico (kg.h ⁻¹)	Portaria n.º 80/2006	
		Limiar mássico mínimo (kg.h ⁻¹)	Limiar mássico máximo (kg.h ⁻¹)
NO _x	12,2	2,0	30,0
Partículas	2,0	0,5	5,0
CO	7,3	5,0	100,0
COVNM ⁽¹⁾	1,8	1,5	25,0

(1) Calculado com base nos factores de emissão indicados no CONCAWE

A instalação em análise, apesar de possuir duas chaminés com características comuns, ao nível da estrutura, emissões e condições de emissão, não pode usufruir do regime de rotatividade, aplicado a fontes múltiplas¹⁵, pois pelo menos um dos poluentes emitidos é monitorizado em contínuo.

¹⁴ A Portaria 80/2006, de 17 de Janeiro, fixa os limiares mássicos máximos e mínimos dos poluentes atmosféricos.

¹⁵ 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;

7.3 TÉCNICAS E MÉTODOS DE ANÁLISE OU REGISTO DE DADOS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS

O **Quadro 7.2** resume as normas de referência a seguir e a metodologia a adoptar nos diversos ensaios a efectuar, pontualmente ou em contínuo.

Quadro 7.2 – 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	--	--
CO	EN 15058	Infravermelhos não dispersivos	--	--
NOx	EN 14792	Quimiluminescência	EN 14792	Quimiluminescência
COV	EN 12619	FID (Flame Ionization Detector)	--	--
O ₂	EN 14789	Paramagnético	EN 14789	Paramagnético
CO ₂	ISO 12039	Infravermelhos não dispersivos	ISO 12039	Infravermelhos não dispersivos
H ₂ 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 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 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. No caso específico da medição em contínuo deverão ser adoptados os procedimentos decorrentes da norma EN 14181:2003¹⁶, de modo a garantir a qualidade do sistema de medição.

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

¹⁶ EN14181:2003 – Stationary Source Emissions – Quality Assurance of Automated Measuring Systems)

7.4 RELAÇÃO ENTRE FACTORES AMBIENTAIS A MONITORIZAR E PARÂMETROS CARACTERIZADORES DO FUNCIONAMENTO DO PROJECTO

A principal fonte de poluentes atmosféricos que se poderá verificar com o funcionamento da instalação corresponderá, à partida, 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 seguida de uma caldeira.

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.

7.5 MÉTODOS DE TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento aos 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 estas:

- Pressão normal: 760 mmHg (101,3 KPa);
- Temperatura normal: 0 °C (273,15 K);
- Percentagem de O₂ de referência (15%).

7.6 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS DADOS

Deverão ser respeitados os valores limite de emissão (VLE) impostos na Portaria nº 677/2009¹⁷ para o CO e PTS, na Portaria nº 675/2009¹⁸, para os COVNM e no Decreto-Lei nº 178/2003¹⁹ para o NO_x (expresso em NO₂).

¹⁷ Portaria nº 677/2009, de 23 de Junho, fixa os VLE para instalações de combustão abrangidas pelo DL nº 78/2004;

¹⁸ Portaria nº 675/2009, de 23 de Junho, fixa os VLE de aplicação geral, para instalações abrangidas pelo DL nº 78/2004;

¹⁹ 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.

As emissões deverão respeitar os valores limite da legislação aplicável, sem prejuízo do disposto na futura Licença Ambiental.

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:

- a) Nenhum valor médio diário validado exceder os valores limite de emissão (VLE);
- b) 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.

7.7 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:

- a) Adoptar as melhores técnicas disponíveis para o tratamento do efluente gasoso, de modo a garantir diminuições das quantidades emitidas do poluente atmosférico em causa;
- b) Adoptar de imediato as medidas correctivas adequadas, incluindo um programa de vigilância apropriado;
- c) Manutenção e afinação dos equipamentos de queima;
- d) Reduzir, em caso de necessidade, a capacidade de laboração;
- e) Deverão igualmente ser efectuadas campanhas de medição mais frequentes até que cesse a situação de incumprimento.

7.8 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 à Agência Portuguesa 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 à Agência Portuguesa 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_x, neste caso), 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.

8. CONCLUSÕES

A avaliação de impactes na qualidade do ar provenientes do funcionamento da Central de Cogeração da Refinaria do Porto foi realizada recorrendo à modelação da dispersão atmosférica à escala local dos principais poluentes emitidos para a atmosfera. Foi igualmente efectuada a caracterização da situação actual, com base nas medições de qualidade do ar existentes no domínio em estudo, e com base adicionalmente na modelação da dispersão atmosférica à escala local.

Com o estudo efectuado procurou avaliar-se o impacte do funcionamento de dois grupos da Central de Cogeração na Refinaria do Porto ao nível da qualidade do ar. As concentrações máximas estimadas pelo modelo foram comparadas com a legislação em vigor, e foram avaliadas as variações entre os cenários de funcionamento considerados. Foram igualmente tidas em consideração as alterações inerentes à implantação do Projecto de Conversão previsto para a Refinaria.

No estudo realizado foi considerado o ano de 2006, quer em termos de dados meteorológicos, quer em termos de emissões e de dados de medições de qualidade do ar. Os dados meteorológicos utilizados foram medidos na estação de Pedras Rubras, sendo parte dos parâmetros em falta, e necessários à realização das simulações, estimados pelo modelo mesometeorológico TAPM, cujo forçamento sinóptico foi efectuado também com base nos dados medidos. Os dados considerados foram comparados com a Normal Climatológica da área em estudo, e foram considerados representativos.

As simulações efectuadas para a situação actual foram comparadas com os dados de medição das estações situadas no domínio de estudo, tendo sido obtidos resultados maioritariamente positivos e dentro dos critérios de qualidade estabelecidos na legislação aplicável.

Em termos de comparação com a legislação, do estudo efectuado foi possível concluir que, quer na situação actual, quer nos Cenários futuros estudados, na área da Refinaria do Porto, e envolvente mais próxima, não são excedidos os limites legais em número superior ao permitido por lei de CO, PM₁₀ e NO₂. De facto, o contributo das fontes externas consideradas no estudo, acrescidas do valor de fundo, apresenta uma influência determinante nos níveis obtidos destes poluentes, e nas excedências aos valores limite estimadas para as áreas adjacentes das mesmas. Para o SO₂, as excedências registadas junto da Refinaria do Porto na situação actual

deixam de se verificar nos Cenários futuros, após a entrada em funcionamento da Central de Cogeração.

A entrada em funcionamento da Central de Cogeração apresenta impactes quase imperceptíveis para os poluentes que emite (CO , NO_2 e PM_{10}). O projecto apresenta um impacte positivo significativo no que diz respeito ao SO_2 , já que implica a desactivação de duas fontes (uma delas parcialmente) com elevados níveis de emissão deste poluente. Considerando o funcionamento conjunto com as alterações previstas para o Projecto de Conversão, registaram-se maiores decréscimos para os Cenários considerando apenas a Central de Cogeração relativamente aos Cenários que consideram a Central com as alterações previstas pelo Projecto de Conversão. No entanto, em termos de impacte global, considerando a Central de Cogeração cumulativamente com as alterações previstas pelo Projecto de Conversão, registam-se valores inferiores à situação actual, sendo que o decréscimo é mais expressivo para o SO_2 .

Em suma, o estudo efectuado permitiu concluir que a instalação da Central de Cogeração na Refinaria do Porto tem vantagens visíveis no que diz respeito aos níveis de qualidade do ar de SO_2 , não se registando impactes assinaláveis para os restantes poluentes.

9. LACUNAS DE CONHECIMENTO

No estudo efectuado foram identificadas as seguintes lacunas de conhecimento que poderão retirar rigor aos resultados e conclusões apresentados neste estudo:

- 1) No cálculo da altura das chaminés principais das caldeiras de recuperação não foram considerados os edifícios denominados “Armazéns de Peças” e “ERM”, previstos no layout da Central de Cogeração, mas cujas alturas não se encontravam disponíveis. Esta lacuna apenas terá implicações caso estes edifícios tenham alturas superiores aos obstáculos determinantes identificados no estudo.
- 2) Os dados de emissão considerados para as caldeiras de recuperação foram adoptados dos valores assumidos em fase de EIA, tendo sido actualizados somente os valores de caudal e temperatura, com base nas informações fornecidas pelo fornecedor do equipamento. Estes dados terão de ser verificados no auto controlo das emissões, previsto no plano de monitorização.
- 3) Algumas das fontes consideradas no estudo foram introduzidas sob a forma de valores de fundo, sendo os mesmos iguais para todas as horas e locais do domínio de estudo. Este tipo de aproximação é efectuada quando não é possível caracterizar de forma exaustiva todas as fontes do domínio, quer em termos de emissões, quer em termos de condições, localização e variações temporais.

ANEXO I.1 – DESCRIÇÃO DE POLUENTES

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 no ar ambiente, este composto é oxidado a NO₂ através da reacção com radicais. A maior parte do NO₂ 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 NO₂ 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 NO₂ em áreas urbanas exibem normalmente concentrações na gama de 20 – 90 µg/m³, 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).

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 mg/m³. 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 média de oito horas é geralmente inferior a 20 mg/m³, com picos de curta duração a serem inferiores a 60 mg/m³.

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 (µm), e a fracção fina inferiores a 2,5 micrómetros. 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 PM10 (partículas em suspensão com um diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm) no norte da Europa são baixas, com os valores médios de Inverno a não excederem os 20 – 30 µg/m³. Nos países da Europa Ocidental, os valores são superiores, na ordem dos 40 – 50 µg/m³, com apenas pequenas diferenças entre áreas urbanas e rurais. Em resultado da variação normal das concentrações diárias de PM10, as concentrações médias de 24 horas

regularmente excedem os 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, especialmente durante as inversões térmicas de Inverno.

DIÓXIDO DE ENXOFRE

O Dióxido de Enxofre (SO_2) é um gás incolor, não inflamável e que apresenta um odor intenso, provocando a irritação dos olhos e das vias respiratórias. Este composto reage à superfície duma variedade de partículas sólidas em suspensão na atmosfera, é solúvel em água e pode ser oxidado no interior de gotículas de água em suspensão na atmosfera. As fontes emissoras mais comuns do dióxido de enxofre incluem a combustão de combustíveis fósseis, fundições, produção de ácido sulfúrico, indústria de celulose, incineração de resíduos e produção de enxofre elementar.

A queima de carvão é a maior fonte antropogénica individual de dióxido de enxofre, contribuindo com cerca de 50 % das emissões globais anuais, seguido da combustão dos derivados de petróleo com cerca de 25 a 30%. As fontes naturais de emissões mais comuns deste composto são os vulcões.

Na Europa Ocidental e América do Norte, as concentrações de dióxido de enxofre nas áreas urbanas têm continuado a decrescer nos anos recentes em resultado do controlo das emissões, nomeadamente pela diminuição do teor de enxofre nos combustíveis fósseis. As concentrações médias anuais nas referidas zonas do globo estão maioritariamente na gama de 20 a 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com valores médios diários raramente a exibirem valores superiores a 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Em grandes cidades onde o carvão é ainda largamente utilizado no aquecimento doméstico e nas cozinhas, ou onde existem emissões industriais não controladas, as concentrações atmosféricas podem atingir valores 5 a 10 vezes superiores. Concentrações de pico para períodos médios curtos da ordem dos 10 minutos, podem alcançar 1000-2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em certas circunstâncias, tais como na base de penachos de grandes fontes industriais ou durante condições fracas de dispersão em áreas urbanas com fontes múltiplas.

ANEXO I.2 – DESCRIÇÃO DOS MODELOS UTILIZADOS

MODELO DE DISPERSÃO - AERMOD

O AERMOD é um modelo de dispersão avançado que incorpora tratamentos actuais da teoria da camada limite planetária, conhecimentos de turbulência, dispersão e interações com a superfície. Este modelo foi formalmente proposto pela USEPA (United States Environmental Protection Agency) em Abril de 2000 como substituto do modelo ISCST3. A última versão do modelo (que será utilizada neste estudo) inclui os algoritmos de downwash do penacho do modelo PRIME. Esta versão foi sujeita a avaliações por parte da USEPA (Documentos n.º EPA-454/R-03-002 e n.º EPA-454/R-03-003 de Junho de 2003), com resultados bastante positivos, sendo recomendada a sua utilização como modelo autorizado. O AERMOD substitui desde Novembro de 2005 o anterior modelo “regulatório” Americano ISC3 – Industrial Sourcer Complex.

O AERMOD é um modelo de dispersão de estado estacionário. Na camada limite estável, assume-se que a distribuição das concentrações é gaussiana, quer na vertical quer na horizontal. Na camada de limite convectiva, assume-se que a distribuição horizontal é gaussiana, mas a distribuição vertical é descrita com uma função de probabilidade de densidade bi-gaussiana.

O AERMOD foi concebido para tratar fontes à superfície e elevadas, em topografia simples e complexa. Tal como o modelo ISCST3, o AERMOD tem possibilidade de tratamento de fontes múltiplas (pontuais, em área ou em volume), apresentando relativamente a este último modelo as seguintes vantagens, entre outras:

- Entra em linha de conta com a temperatura e vento acima da fonte emissora, em condições estáveis, e com updrafts e downdrafts convectivos em condições instáveis;
- Relativamente aos dados de entrada meteorológicos, pode adaptar níveis múltiplos de dados a várias altitudes da fonte emissora e do penacho, para além de criar perfis verticais de vento, temperatura e turbulência;
- Utiliza tratamentos gaussianos na dispersão vertical e horizontal do penacho em condições estáveis e uma função não gaussiana de probabilidade de densidade na dispersão vertical em condições instáveis;

- Na formulação da altura da camada de mistura inclui uma componente mecânica e, ao utilizar dados de entrada horários, fornece uma sequência mais realista das alterações diurnas da camada de mistura;
- O AERMOD fornece flexibilidade na selecção das características da superfície do domínio em estudo;
- Nos efeitos de downwash de estruturas próximas, o AERMOD beneficia da tecnologia avançada fornecida pelos algoritmos do modelo PRIME.

O AERMOD é um sistema de modelos constituído por três módulos: (i) AERMOD (air dispersion model), (ii) AERMET (meteorological data preprocessor) e (iii) AERMAP (terrain preprocessor).

O AERMET é o sistema de pré processamento de dados meteorológicos do AERMOD, cujo objectivo consiste na utilização de parâmetros meteorológicos, representativos do domínio em estudo, para calcular parâmetros da camada limite utilizados para estimar perfis verticais de vento, turbulência e temperatura. O AERMET baseia-se num modelo de pré processamento já regulado pela USEPA, o MPRM (Meteorological Processor for Regulatory Models) e processa os dados meteorológicos de entrada no modelo em três fases. Numa primeira fase o programa efectua várias verificações de qualidade dos dados.

Numa segunda fase os dados disponíveis são agrupados em períodos de 24 horas e armazenados num único ficheiro. Numa terceira fase o programa lê os dados provenientes da segunda fase e estima os parâmetros necessários como dados de entrada no AERMOD. Nesta fase são criados dois ficheiros para o AERMOD: 1) um ficheiro para as estimativas horárias da camada limite; 2) um ficheiro de perfis verticais de velocidade e direcção do vento, temperatura e desvio padrão das componentes horizontal e vertical do vento.

O AERMAP é um pré processador da superfície concebido para simplificar e estandardizar os dados de entrada no AERMOD. Os dados de entrada incluem dados de elevação dos receptores. Os outputs incluem, para cada receptor, localização e escalas de altitude, utilizados para o cálculo dos fluxos de ar.

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

MODELO MESOMETEOROLÓGICO - TAPM

O modelo mesometeorológico utilizado para determinação da estrutura vertical da atmosfera designa-se por TAPM – The Air Pollution Model. Trata-se de um modelo desenvolvido pela Csiro, 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.

O TAPM consiste no acoplamento de um modelo de prognóstico meteorológico e de um modelo de dispersão da concentração de poluentes atmosféricos. O modelo integra fluxos importantes para a escala local de poluição de ar, tal como brisas do mar e fluxos induzidos pelo terreno, tendo em conta um fundo de grande escala de meteorologia fornecida por análises sinópticas.

O módulo meteorológico de mesoscala utiliza como dados de entrada o forçamento sinóptico fornecido pelo “European Centre for Medium-Range Weather Forecasts”, e dados de topografia e uso do solo. A componente meteorológica do TAPM é um modelo tridimensional, não-hidrostático. O modelo resolve a equação da conservação da quantidade de movimento para as componentes horizontais do vento, a equação da continuidade de um fluido incompressível para a componente vertical e equações escalares para a temperatura potencial e humidade específica.

A componente de dispersão de poluentes do TAPM utiliza a formulação Euleriana tridimensional desenvolvida para a simulação dos processos físico-químicos associados à produção, transporte, dispersão e deposição de poluentes atmosféricos reactivos e não reactivos. O modelo considera reacções para várias espécies, entre as quais se salientam os óxidos de azoto (NO e NO₂) e o ozono (O₃).