



IBERDROLA

Ingeniería y Consultoría, S.A.U.

**Estudo de Dispersão de Contaminantes
Atmosféricos. C.C.C. Figueira da Foz**

PROJECTO: **C.C.C. FIGUEIRA DA FOZ**

Estudo

UNIDADE: **GESTÃO DE ACTIVOS E MEIO AMBIENTE (GAMA)**

IDENTIFIC.: **SA11F3-ES-04.000381.00041**

REV.: **0**

DATA: **29/10/2004**

ID CLTE:

ID SAP:

FOLHA 1 DE 19

VERIFICAÇÃO DO DOCUMENTO

Nível 1

Nível 2

Não se aplica

C O N T R O L O D E R E V I S Õ E S

<u>REV.</u>	<u>DATA</u>	<u>MOTIVO</u>	<u>FOLHAS REVISTAS</u>
0	29/10/04	Edição inicial	N/A

Preparado
ASU / APT / RSAR

Revisto
ASU / EVG

Aprovado
EPA

*** 0400038100041 ***

ÍNDICE

1. ÂMBITO	3
2. MODELO DE DISPERÇÃO	3
3. DADOS DA INSTALAÇÃO	4
3.1 Processo	4
3.2 Combustíveis	5
3.3 Emissões gasosas	6
3.4 Contaminantes atmosféricos	7
4. DADOS METEOROLÓGICOS	10
5. DADOS TOPOGRÁFICOS	14
6. QUALIDADE DO AR	17
7. MODELAÇÃO DE CENÁRIOS	18
8. CÁLCULO DA ALTURA ÓPTIMA DA CHAMINÉ	18
9. RESULTADOS E CONCLUSÕES	19
9.1 Concentrações estimadas no ar ambiente de NO _x e NO ₂	19
9.2 Concentrações estimadas no ar ambiente de SO ₂	19
9.3 Concentrações estimadas no ar ambiente de CO	19

1. ÂMBITO

O âmbito do estudo da dispersão da contaminação atmosférica, que é parte integrante do Estudo de Impacte Ambiental da Central de Ciclo Combinado da Figueira da Foz, consiste na avaliação da incidência das emissões provenientes dos novos grupos de ciclo combinado, na qualidade do ar da área de envolvência do projecto.

Por outro lado, o presente estudo tem por finalidade determinar a altura óptima da chaminé que permite garantir o cumprimento dos limites estabelecidos na legislação portuguesa relativa à qualidade do ar.

2. MODELO DE DISPERÇÃO

No presente estudo, foi utilizado um modelo de dispersão gaussiano, modelo conhecido por *Industrial Source Complex* versão 3 (doravante designado por ISC3), adequado para o cálculo das concentrações de contaminantes primários do ar ambiente libertados pelas emissões de focos industriais, conforme recomendação do apêndice A.%, do documento “*Appendix W to Part 51 – Guideline on Air Quality Models*” (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2001).

O modelo opera em duas modalidades, designadas de *Short Term* (abreviado ST) e *Long Term* (abreviado LT). Na modalidade ST são calculadas as concentrações no ar ambiente previstas a curto prazo, nas quais o modelo permite trabalhar com grande flexibilidade em períodos horários, diários, mensais e até mesmo anuais. A modalidade LT calcula as concentrações previsíveis a longo prazo, numa base geralmente mensal e anual.

O modelo ISC ST incorpora o algoritmo COMPLEX 1, que permite calcular as concentrações nos receptores que se encontram em terreno complexo, isto é quando a elevação do receptor se encontra acima da altura da chaminé.

Os resultados obtidos, para a situação descrita anteriormente, que se obtêm com esta técnica de *screening* são mais conservadores que os dados obtidos por outras técnicas nomeadamente CTSCREEN, ou que os dados obtidos com modelos refinados tais como CTMDPLUS, de acordo com o apresentado no apêndice A do documento “*User’s Guide to CTDMPLUS: Volume 2. The Screening Mode (CTSCREEN)*” (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1990).

No presente estudo o modelo ISCST 3 é utilizado para estudar a contribuição das concentrações no ar ambiente a curto prazo (base diário ou horária) e a longo prazo (base anual), devidas ao funcionamento da instalação projectada.

As concentrações no ar ambiente estimadas, obtidas pela aplicação do modelo, são função dos parâmetros de emissões da instalação, dos dados meteorológicos e da topografia da zona onde será localizada a referida instalação.

3. DADOS DA INSTALAÇÃO

3.1 Processo

A CCC da Figueira da Foz terá uma potência eléctrica de cerca de 850 MW, com dois grupos de ciclo combinado com uma configuração d mono-eixo. Presentemente existem cerca de 5 locais alternativos para a localização da CCC da Figueira da Foz, os quais são analisados no presente estudo.

O funcionamento dos grupos de ciclo combinado baseia-se na combustão do gás natural na turbina de gás e, o posterior aproveitamento do calor residual num ciclo de vapor, integrando dois tipos de ciclo a várias temperaturas, um aberto de ar-gás e outro fechado de água-vapor, com o fim de gerar potência eléctrica mediante a transformação da energia termodinâmica dos fluídos em energia mecânica (em turbinas) e esta em energia eléctrica (em geradores).

Cada um dos grupos de ciclo combinado da CCC da Figueira da Foz tem uma turbina de gás e uma caldeira de recuperação de calor e produção de vapor associada a esta. Cada uma das caldeiras possui a sua própria chaminé para a libertação dos gases de combustão.

A CCC da Figueira da Foz irá utilizar como principal combustível o gás natural, contudo em condições excepcionais (no caso de emergência no sistema eléctrico por interrupção do fornecimento de gás natural) está prevista a utilização de gasóleo como combustível alternativo.

Os dados das emissões para os grupos de ciclo combinado são apresentados nos capítulos 3.2 e 3.3, do presente anexo e estão calculados com base nas prestações de um modelo tipo de turbina a gás (em condições ISO, na carga de base).

As prestações de ambos os grupos, trabalhado a gás natural e trabalhado a gasóleo como combustível alternativo, estão apresentadas no quadro 3.1-1.

A rápida evolução associada à tecnologia das turbinas a gás permite o aparecimento, no mercado, de modelos com prestações mais elevadas. A turbina que se tomou como base para a realização deste estudo é uma das que, presentemente, está no limite superior do intervalo das potências consideradas. Evidentemente, a selecção final da máquina está aberta aos vários fornecedores de turbinas a gás bem como ao aparecimento de novos modelos, que venham a apresentar uma potência maior do que os actualmente existentes.

QUADRO 3.1-1.- PRESTAÇÕES DOS GRUPOS DA CCC DA FIGUEIRA DA FOZ

PRESTAÇÕES DOS GRUPOS DA C.C.C. FIGUEIRA DA FOZ				
	2 Grupos		1 Grupo	
	Gás Natural	Gasóleo	Gás Natural	Gasóleo
Potencia eléctrica bruta (MW)	865,6	871,6	432,8	435,8
Potencia eléctrica bruta (MW)	850,0	853,3	425,0	426,7

PRESTAÇÕES DOS GRUPOS DA C.C.C. FIGUEIRA DA FOZ				
	2 Grupos		1 Grupo	
	Gás Natural	Gasóleo	Gás Natural	Gasóleo
Rendimento bruto (%)	56,5	51,0	56,5	51,0
Consumo de combustível	142.968 Nm ³ /h	140.922 kg/h	71.484 Nm ³ /h	70.461 kg/h

3.2 Combustíveis

Tal como anteriormente referido, a CCC da Figueira da Foz irá utilizar como principal combustível o gás natural, ainda que, em condições excepcionais de corte de fornecimento de gás natural, esteja concebida para utilizar o gasóleo como combustível alternativo.

Apresenta-se seguidamente, em termos médios, quer a composição dos combustíveis a utilizar quer o respectivo consumo.

3.2.1 Composição dos combustíveis

A composição do gás natural considerada para efeitos do modelo é a que se apresenta no quadro que se segue.

QUADRO 3.2.1-1.- CARACTERÍSTICAS DO GÁS NATURAL

CARACTERÍSTICAS DO GÁS NATURAL	
Composição (% vol.):	
Metano	83,55
Etano	7,65
Propano	1,90
C ₄	0,71
C ₅	0,19
C ₆	0,09
CO ₂	0,37
N ₂	5,54
Azoto (mg/Nm ³)	10,9 ¹
PCS (kcal/Nm ³)	10.011
PCI (kcal/Nm ³)	9.048
Índice de WOBBE (kcal/Nm ³)	11.763
Peso específico (kg/Nm ³)	0,8414

¹ Corresponde a uma concentração de mercaptano de 30 mg/Nm³ de gás natural.

No quadro 3.2.1-2 são apresentadas as características médias bem como os valores especificados pela legislação, relativas ao gasóleo que poderá ser utilizado como combustível de emergência no ciclo combinado, em situações excepcionais de interrupção do fornecimento de gás natural.

QUADRO 3.2.1-2.- CARACTERÍSTICAS DO GASÓLEO.

CARACTERÍSTICAS DO GASÓLEO		
	Especificado	Média
Densidade a 15°C (ton/m ³)	<0,9	0,849
Azoto (%)	< 0,20	
Resíduo de carbono MCRT (% em peso)	< 0,35	0,09
Água e sedimentos (% v/v)	< 0,1	0,07
Água (mg/kg)		0,07
PCS (kcal/kg)		10.860
PCI (kcal/kg)		10.209

3.2.2 Consumo de combustíveis

Relativamente aos consumos de combustíveis, no quadro 3.1-1 é apresentada quer os seus valores, quer as prestações dos grupos do ciclo combinado em função da utilização do tipo de combustível.

3.3 Emissões gasosas

Neste capítulo são apresentados os dados relativos às emissões gasosas da CCC da Figueira da Foz. Foram consideradas as várias possibilidades de operação de cada grupo em função do tipo de combustíveis que podem ser utilizados. Todos os dados são para condições de plena carga.

O quadro 3.3-1 reúne os dados da velocidade de saída e da temperatura dos gases de combustão emitidos por cada grupo de ciclo combinado em função do tipo de combustível utilizado.

QUADRO 3.3-1.- CARACTERÍSTICAS DE AS EMISSÕES.

CARACTERÍSTICAS DAS EMISSÕES	
Combustíveis	Gas Natural
Velocidade de saída de gases (m/s)	18,70
Temperatura (°C)	79,1
Combustível	Gasoi
Velocidade de saída de gases (m/s)	22,65
Temperatura (°C)	130,1

No quadro 3.3-2 são apresentadas as características geométricas das chaminés de ambos os grupos da CCC da Figueira da Foz.

Doravante, no presente estudo o termo “Altura da Chaminé (m)”, refere-se à altura geométrica e não à cota do coroamento.

No quadro referida, o valor da altura das chaminés de ambos os grupos de ciclo combinado corresponde ao intervalo de alturas de chaminé modelizadas para determinar a altura óptima da chaminé para o projecto, tal como se descreve nos capítulos posteriores deste estudo.

QUADRO 3.3-2.- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DAS CHAMINÉS.

DIMENSÕES DAS CHAMINÉS	
Altura geométrica das chaminés (m)	60 – 120
Diâmetro interno no coroamento (m)	7,0

Por último, para os focos de emissão contemplados no presente estudo assumiu-se uma localização com as seguintes coordenadas UTM (em m):

QUADRO 3.3-3. COORDENADAS UTM DOS FOCOS EMISSORES.

Localização	Grupo	Coordenada	
		UTM X (m)	UTM Y (m)
1	Grupo 1	510.565	4.434.857
	Grupo 2	510.602	4.434.947
1 bis	Grupo 1	510.885	4.434.431
	Grupo 2	510.912	4.434.524
2	Grupo 1	511.137	4.436.097
	Grupo 2	511.177	4.436.185
3	Grupo 1	512.148	4.437.801
	Grupo 2	512.157	4.437.867
4	Grupo 1	512.271	4.436.083
	Grupo 2	512.367	4.436.066

3.4 Contaminantes atmosféricos

O gás natural é considerado o mais limpo dos combustíveis fósseis habitualmente utilizados. As emissões das centrais térmicas de ciclo combinado que utilizam gás natural como combustível, produzem vários tipos de contaminantes, nomeadamente Óxidos de azoto (NO_x), dióxido de carbono (CO_2), e monóxido de carbono (CO), bem como percentagens residuais de dióxido de enxofre (SO_2), compostos orgânicos voláteis (COV), e partículas.

Destas emissões, o NO_x é o considerado o contaminante característico deste tipo de focos. Por esse facto, o NO_x juntamente com o SO_2 (que assume especial relevância quando a central funciona a gasóleo), foram os contaminantes modelados no presente estudo. Também foram modeladas as emissões de CO , ainda que estas apresentem uma menor importância sobre os níveis de qualidade do ar relativamente às emissões dos contaminantes referidos anteriormente.

Outros contaminantes, nomeadamente, as partículas não foram modeladas dados que as suas emissões são muito baixas independentemente do tipo de combustível utilizado.

Todos os valores de emissão de NO_x , SO_2 e CO , apresentados neste estudo, são expressos em condições normais de pressão e temperatura, sobre gás seco a 15% vol. de O_2 , sempre que não se especifique o contrário.

3.4.1 Emissões de óxidos de azoto

Todas as concentrações de NO_x que se apresentam no presente estudo são expressas em dióxido de azoto (NO_2) em $\text{mg NO}_2/\text{Nm}^3$, sempre que não se especifique o contrário.

A concentração de NO_x nas emissões esperadas para os grupos de ciclo combinado é de $50 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ (gás seco de 15% O_2 , expressado como NO_2) funcionando a plena carga com gás natural.

Este valor cumpre os limites de emissão estabelecidos pelo Decreto Lei 178/2003, de 5 de Agosto, que estabelece limites para a atmosfera de certos poluentes provenientes das grandes instalações de combustão.

Este Decreto-Lei estabelece $50 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ (gás seco a 15% O_2) como valor limite de emissão de NO_x para turbinas de gás de potência superior a 50 MWth. Por outro lado, para turbinas de gás de ciclo combinado cujo rendimento global médio anual supere os 55%, o limite de emissão de NO_x é de $75 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ (gás seco a 15% de O_2)

No caso da CCC da Figueira da Foz, o rendimento do grupo de ciclo combinado é superior a 55%, pelo que o limite de emissão aplicável será de $75 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ (gás seco a 15% de O_2). Assim sendo, a emissão indicada pelos fabricantes, de $50 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ (gás seco a 15% de O_2), está abaixo dos valores estabelecidos pela legislação.

Tendo em conta a concentração de NO_x , corrigida em função da humidade e da percentagem real de O_2 nos gases emitidos, e o caudal dos gases emitidos pelo grupo de ciclo combinado funcionando a plena carga com gás natural, obtém-se uma taxa de emissão de 32,45 g/s.

Quando os grupos de ciclo combinado utilizarem esporadicamente o gasóleo como combustível, a concentração de NO_x , nos gases de combustão, indicada pelos fabricantes é de $120 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ (seco a 15% de O_2) a plena carga, que também cumpre o valor limite de emissão estabelecido no Decreto Lei 17872003. Assim sendo, nas condições de emissão dos gases e tendo em conta o caudal de gases emitidos pelo grupo de ciclo combinado funcionando a plena carga com gasóleo, é obtida uma taxa total de emissão de 93,78 g/s.

3.4.2 Emissões de dióxido de enxofre.

As emissões de dióxido de enxofre (SO₂) por parte dos grupos de ciclo combinado devem-se à combustão do enxofre presente no gás natural.

A concentração de enxofre no gás natural é zero em condições normais. No entanto, em caso de paragem de uma das unidades de dessulfuração instaladas, o fornecedor garante que a concentração de enxofre presente no gás natural não será superior a 150 ng/Nm³, concentração que ocorreria de forma pontual e durante um curto período de tempo.

Por outro lado, por motivos de segurança, deverá adicionar-se ao gás natural um indicador para detectar a sua deteção. Trata-se de um mercaptano que conte enxofre, o Tetrametileno sulfito (C₄H₈S), com uma concentração de 15-30 mg/Nm³ no gás natural.

Em situação normal de fornecimento de gás, as emissões de SO₂ dos grupos de ciclo combinado serão devidas à combustão do Tetrametileno sulfito (THT), sendo consideradas desprezáveis.

Quando os grupos de ciclo combinado utilizam gasóleo como combustível, a concentração de SO₂ nos gases de combustão é de 110 mg/Nm³ (gás seco a 15% de O₂) para uma concentração de azoto no gasóleo de 0,2% em peso.

Tendo em conta a concentração de SO₂ nas condições reais de emissão e o caudal de gases emitidos a pela central a funcionar em plena carga com gasóleo, obtém-se uma taxa de emissão total de 85,97 g/s por grupo de ciclo combinado.

3.4.3 Emissões de monóxido de carbono.

A concentração de CO nas emissões esperada para os grupos de ciclo combinado é de 19 mg/Nm³ (gás seco a 15% de O₂) funcionando a plena carga com gás natural, enquanto que se se utilizar o gasóleo como combustível a concentração de CO nas emissões, com a central a plena carga, será de 25 mg/Nm³ (gás seco a 15% de O₂).

Tendo em conta as concentrações de CO, corrigidas em função da humidade e da percentagem real dos gases emitidos e o caudal de gases emitidos pelo grupo de ciclo combinado funcionando a plena carga, obtém-se uma taxa de emissão de 12,3 g/s, funcionando com gás natural e 19,54 g/s funcionando com gasóleo.

O quadro que se segue, apresenta um resumo com todas as taxas de emissão consideradas no presente estudo, para cada contaminante e para o funcionamento de 1 e 2 grupos de ciclo combinado trabalhando a plena carga, em função do combustível utilizado.

QUADRO 3.4-1.- TAXAS DE EMISSÃO DE CONTAMINANTES (em g/s).

TAXAS DE EMISSÃO DE CONTAMINANTES (em g/s)			
Combustível	Contaminante	1 Grupo	2 Grupos
GÁS NATURAL	NO _x ⁽¹⁾	32,45	64,90
	SO ₂	0,45	0,91

TAXAS DE EMISSÃO DE CONTAMINANTES (em g/s)			
Combustível	Contaminante	1 Grupo	2 Grupos
	CO	12,3	24,7
GASÓLEO	NO _x ⁽¹⁾	93,78	187,56
	SO ₂ ⁽²⁾	85,97	171,93
	CO	19,54	39,08

⁽¹⁾ Expressos em NO₂.

⁽²⁾ Para um gasóleo com um conteúdo em enxofre de 0,2 %.

4. DADOS METEOROLÓGICOS

Entende-se por dado meteorológico o resultado da observação local, sistemática e regular de uma variável meteorológica, durante um tempo suficiente para que as médias e índices estatísticos tenham uma garantia apreciável de estabilidade.

Para realizar os cálculos de dispersão e de difusão dos contaminantes pelos grupos de ciclo combinado, o modelo matemático necessita de certos parâmetros meteorológicos que serão representativos da zona em estudo, pelo que terão de ser obtidos nas estações meteorológicas mais próximas da área em estudo.

Por outro lado, os dados utilizados terão de cobrir um período de tempo suficiente, cerca de um ano, de modo a que as condições meteorológicas mais adversas para a difusão, se encontrem adequadamente representadas nos resultados do modelo.

O modelo ISCST3 utilizado neste estudo, requer um arquivo completo de dados meteorológicos horários com valores dos seguintes parâmetros meteorológicos:

- Direcção do vento.
- Velocidade do vento.
- Temperatura ambiente.
- Classe de estabilidade atmosférica, segundo a escala de Pasquill-Gifford.
- Altura da zona de turbulência.

Com o objectivo de seleccionar os dados meteorológicos mais representativos das situações que se registam na proximidade da instalação, foi analisada a informação disponível sobre a zona em estudo.

Finalmente, foram utilizados os dados meteorológicos relativos a 2003, provenientes da estação meteorológica de Dunas de Mira (estação mais próxima do local em estudo). De forma a estimar a classe de estabilidade, esta informação foi completada com os dados de

insolação, relativos ao mesmo ano, provenientes da estação de Coimbra/Cerenache, ambos fornecidos pelo Instituto de Meteorologia.

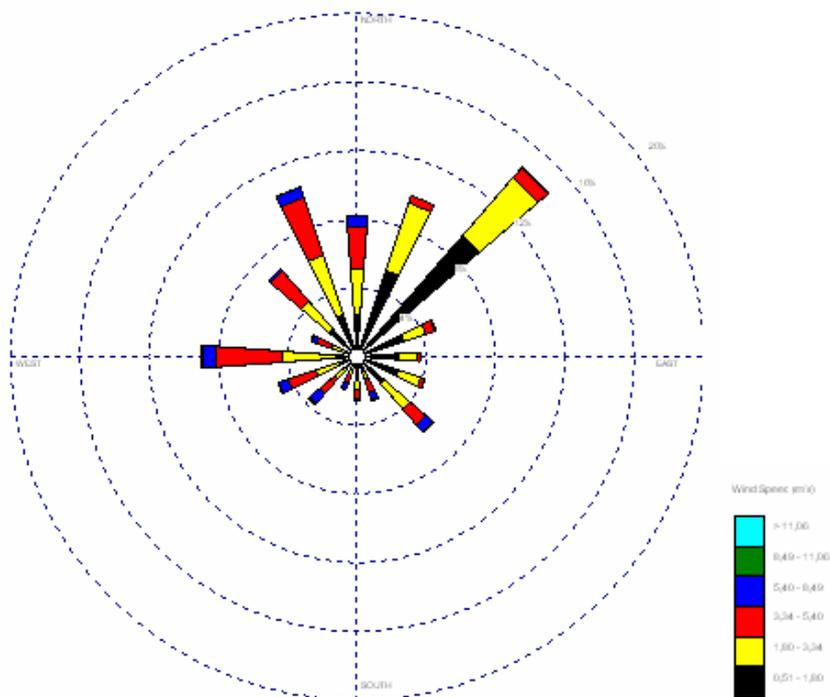
A disponibilidade dos dados meteorológicos utilizados neste estudo foi superior a 93%, existindo unicamente uma fracção de 6,6 % de informação que foi perdida.

Seguidamente apresenta-se um breve resumo das variáveis meteorológicas utilizadas nas simulações realizadas com o modelo ISCST3.

4.1.1 Direcção e Velocidade do Vento

Em 2003, a velocidade média do vento na estação de Dunas de Mira foi de 2,6 m/s, tendo-se registado 0,7 % de calmas (velocidades inferiores a 0,3 m/s) e cerca 13,9% de velocidades inferiores a 1m/s, consideradas como calma pelo modelo ISCST3. A velocidade máxima horária registada nesta estação, para o período considerado foi de 13,6 m/s.

Na figura seguinte apresenta-se a rosa de ventos correspondente aos dados registados na estação de Dunas de Mira, para o ano de 2003.



Estação: DUNAS DE MIRA. Ano: 2003

FIGURA 4.1.1-1.- ROSA DE VENTO.

A análise da figura evidencia que, a direcção predominante do vento é de NE, com uma frequência de 15,4%, seguida de NNE e NNW, com frequências de 10,6% e finalmente de W com frequência de 9%.

Esta distribuição mostra uma predominância dos ventos com componente N, frente à ocorrência de ventos de Sul, de forma a que os ventos do 2º e 3º quadrante ocorrem com uma frequência mínima.

4.1.2 Temperatura

A temperatura média relativa a 2003, foi de 15,3, tendo-se registado uma temperatura máxima de 39,1°C (designadamente a 19 de Junho de 2003, pelas 15 h) e uma temperatura mínima de -2,7°C (durante o dia 13 de Janeiro pelas 8h).

A figura que se segue mostra a evolução anual dos valores médios mensais da temperatura.

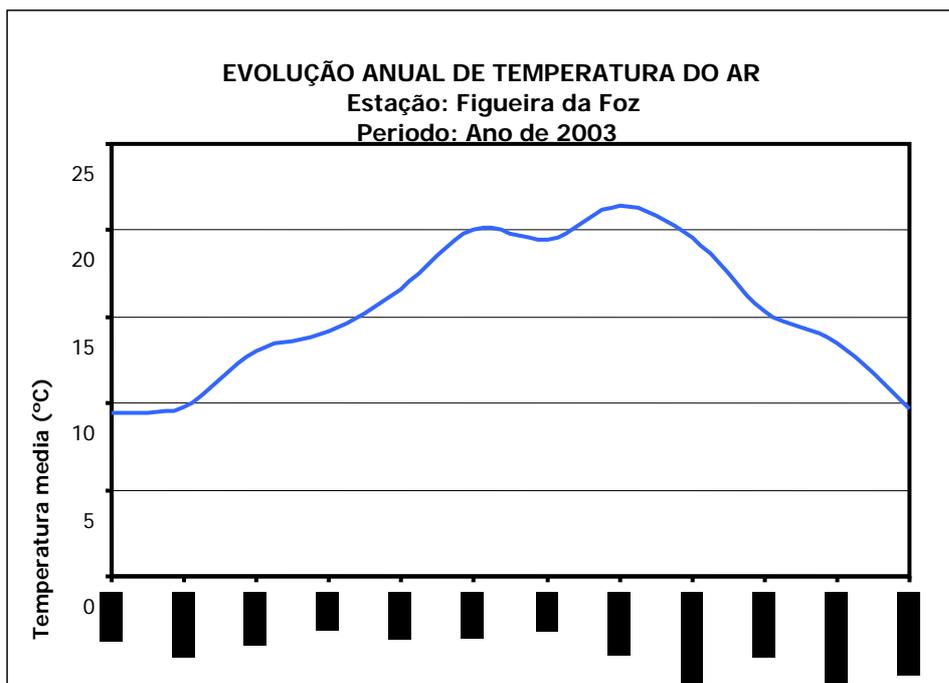


FIGURA 4.1.2-1.- EVOLUÇÃO ANUAL DA TEMPERATURA MÉDIA.

4.1.3 Classe de estabilidade e altura da zona de turbulência.

Para poder simular as condições de dispersão atmosférica dos contaminantes, o modelo ISCST3 utiliza parametrizações baseadas nos conceitos de estabilidade e altura da zona de turbulência.

A estabilidade atmosférica é uma medição da turbulência atmosférica que pode ser estimada a partir de várias variáveis, existindo numerosas classificações e métodos para a poder estimar.

Para o presente caso, optou-se por utilizar a classificação de Pasquill-Gifford, que assume valores numa escala de 1 a 6 (de A a F), 1(A) para situações muito instáveis e 6(F) para as mais estáveis, correspondendo a classe 4 a (D) à estabilidade neutra.

As classes de estabilidade proporcionadas pelo modelo, foram estimadas a partir dos dados de insolação obtidas na estação de Coimbra/Cerenache e dos dados do vento da estação de Dunas de Mira, de acordo com um dos métodos recomendados pela U.S. EPA.

A figura seguinte representa a distribuição das frequências das classes de estabilidade calculadas com os dados meteorológicos da estação de Dunas de Mira para o ano de 2003.

A análise da figura evidencia uma clara predominância da classe 4 (ou D), que corresponde a uma situação de neutralidade, para a dispersão de contaminantes, ou seja a dispersão não será favorecida mas também não será dificultada.

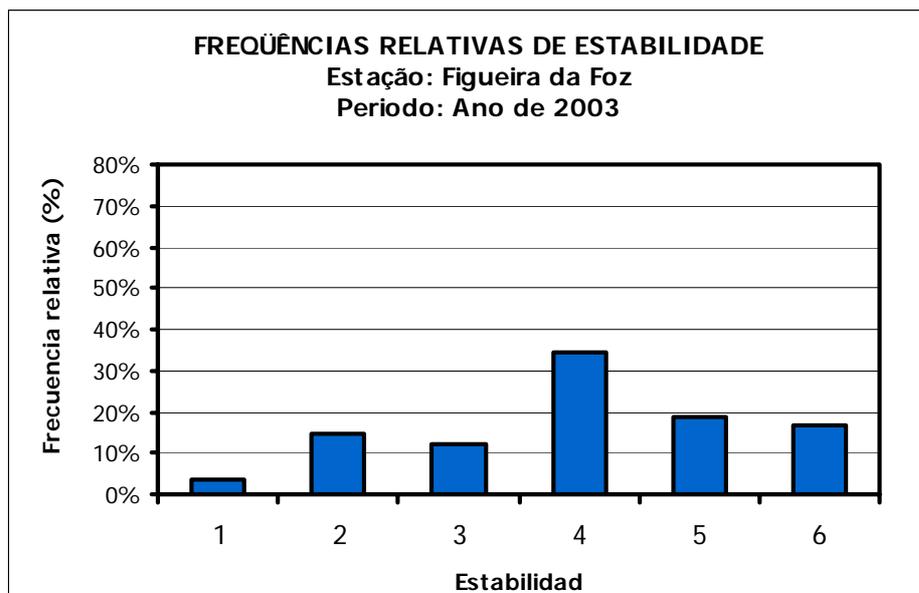


FIGURA 4.1.3-1.- FREQUÊNCIAS RELATIVAS DE CLASSE DE ESTABILIDADE.

As frequências obtidas para cada classe foram as seguintes:

- Classes instáveis: Classe 1 (A) 3,8%; Classe 2 (B) 14,7%; Classe 3 (C) 12,2%.
- Classe neutra (4 ó D): 34,3%
- Classes estáveis: Classe 5 (E) 18,5%; Classe 6 (F) 16,6%.

A zona de turbulência é um dos parâmetros atmosféricos cujo cálculo se encontra associado a um maior grau de incerteza. Representa a espessura da capa de ar desde a superfície na qual, devido à turbulência induzida tanto térmica como mecanicamente, a mistura de ar e por consequência dos contaminantes que são emitidos dentro dela, se vê favorecida.

A espessura da zona de turbulência varia com a estratificação da atmosfera e por consequência em função da classe de estabilidade. Para o seu cálculo, existem vários algoritmos e parametrizações, que podem ser utilizadas, em função da informação meteorológica disponível.

Como é prática habitual neste tipo de estudo, a cada classe de estabilidade atmosférica está associado uma altura de zona de turbulência constante, assim sendo as alturas consideradas foram as propostas por Klug (*"Impacte atmosfèric de focus contaminants"* (MANTERO, 1987)): Os seus valores encontram-se representados no quadro 4.1.3-2.

QUADRO 4.1.3-2.- ALTURA DA ZONA DE TURBULÊNCIA EM FUNÇÃO DA CLASSE DE ESTABILIDADE

CLASSE DE ESTABILIDADE	ZONA DE TURBULÊNCIA (M)
A	1.500
B	1.500
C	1.000
D	500
E	200
F	200

5. DADOS TOPOGRÁFICOS

Outro dos factores importantes no estudo de dispersão atmosférica consiste na topografia das imediações dos locais do foco emissor.

A topografia do terreno foi obtida a partir de um Modelo Digital do Terreno da Península Ibérica, com uma resolução de 100x100 m, a partir da qual se gerou uma malha regular de receptores de entrada no modelo ISCST3, com uma resolução de 1000x1000 m.

Esta malha cobre um área de 40x40 km, delimitando uma a área total de 1600 km², que cobre a totalidade da área em estudo, bem como a sua envolvente imediata.

Para cada uma das possíveis alternativas de localização, foi utilizada uma rede cartesiana de pontos específica. As coordenadas dos vértices da área em estudo, para cada uma das alternativas são as seguintes.

QUADRO 5-1.- VÉRTICES DA ÁREA DE ESTUDO PARA OS DIFERENTES
LOCAIS AVALIADOS (Coordenadas UTM)

Vértice	Coord. UTM-X (m)	Coord. UTM-Y (m)
LOCAIS 1 E 1BIS		
NW	-20.850	4.471.500
NE	19.150	4.471.500
SE	19.150	4.431.500
SW	-20.850	4.431.500
LOCAL 2		
NW	-20.800	4.472.500
NE	19.200	4.472.500
SE	19.200	4.432.500
SW	-20.800	4.432.500
LOCAL 3		
NW	-19.650	4.474.500
NE	20.350	4.474.500
SE	20.350	4.434.500
SW	-19.650	4.434.500
LOCAL 4		
NW	-19.800	4.472.500
NE	20.200	4.472.500
SE	20.200	4.432.500
SW	-19.800	4.432.500

Na figura que se segue, a título de exemplo, aparecem curvas de nível do modelo digital da zona de estudo, para o local 3, que foi utilizado no modelo de dispersão enquanto que a figura 5-2, representa o referido modelo, mas de forma tridimensional.

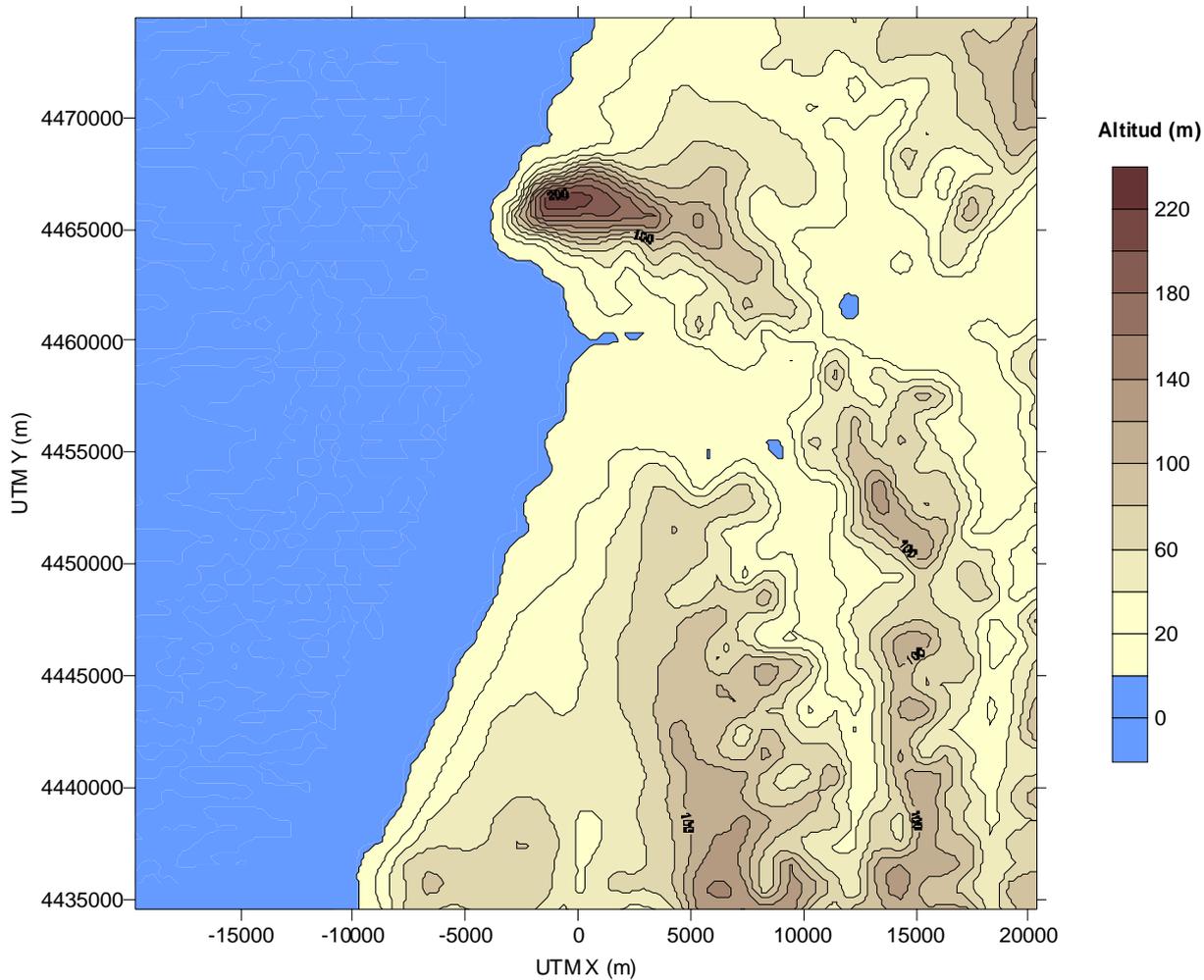


FIGURA 5-1.- CURVAS DE NIVEL DO MODELO DIGITAL DA ZONA DE ESTUDO.

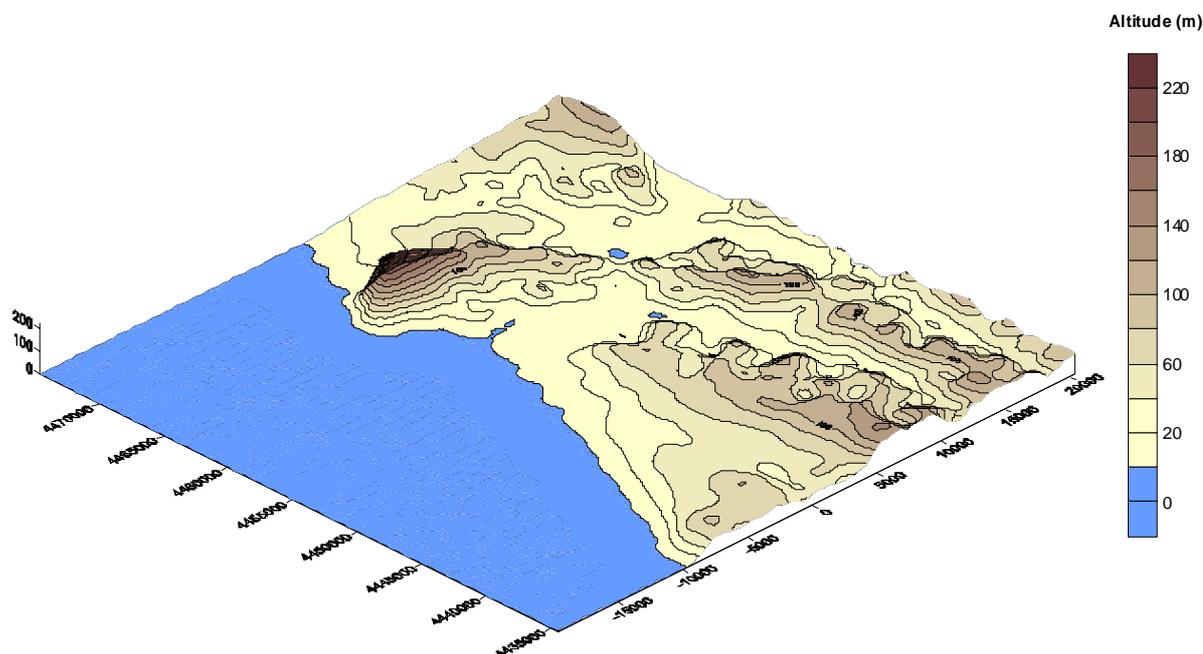


FIGURA 5-2.- REPRESENTAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO MODELO DIGITAL DA ZONA DE ESTUDO

Para além da rede cartesiana, utilizou-se um receptor discreto que representa o local da única estação de medição de qualidade do ar, localizada dentro da área em estudo, designadamente a estação de Ervedeira.

Este receptor discreto é utilizado, para se poder efectuar a comparação directa entre os níveis de concentração estimados pelo modelo de dispersão e os níveis de contaminação de fundo.

O quadro que se segue, identifica o código, a direcção, o município, as coordenadas UTM (em m) da estação automática considerada no presente estudo.

TABELA 5-2. ESTACÃO DE MEDIÇÃO DA QUALIDADE DO AR DE ERVEDEIRA

Estação	Contaminantes medidos	Coord. X	Coord. Y
Lagoa da Ervedeira/Leiria	SO ₂ / SH ₂ , NO _x , O ₃ , PM ₁₀ y PM _{2,5}	509.351 m ⁽¹⁾	4.419.431 m ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Coordenadas UTM - Fuso 29.

6. QUALIDADE DO AR

Na memória do Estudo de Impacte Ambiental, foi efectuada uma caracterização da qualidade do ar da zona de influência do projecto, onde está a compilação da legislação aplicável bem como as concentrações dos contaminantes do ar ambiente registadas durante o período de 2001 a 2003, nas estações localizadas quer na área de influência do projecto que as estações localizadas na envolvente da área em estudo.

7. MODELAÇÃO DE CENÁRIOS

Este capítulo reúne a informação relativa à modelação da dispersão dos contaminantes emitidos pelos dois grupos de ciclo combinado da CCC da Figueira da Foz.

Nos dois cenários modelados, as condições de funcionamento são as dos dois grupos a plena carga, por ser esta a situação mais desfavorável para o meio ambiente, considerando-se a utilização dos dois tipos de combustível com o objectivo de simular as condições mais apropriadas para o cálculo de cada um dos parâmetros de qualidade do ar.

Em cada um dos 5 possíveis locais, foram modelados os dois cenários que se encontram definidos no quadro seguinte.

QUADRO 7-1. CENÁRIOS MODELADOS.

CENÁRIO I	2 Grupos da C.C.C. Figueira da Foz	Combustível:	Gás Natural
	<ul style="list-style-type: none"> Este caso permite quantificar o contributo dos grupos de ciclo combinado projectado a dois níveis de qualidade do ar. Ao considerar-se o gás natural como combustível, cenário de funcionamento em condições normais, os valores obtidos serão representativos das concentrações médias anuais. 		
CENÁRIO II	2 Grupos da C.C.C. Figueira da Foz	Combustível:	Gasóleo
	<ul style="list-style-type: none"> Também neste caso, os valores serão representativos dos contributos dos grupos de ciclo combinado projectados, considerando, no entanto, que as condições de funcionamento em que as taxas de emissão são mais elevadas, já que se tem em conta a utilização do gasóleo como combustível. <p>Este caso pressupõe uma situação de funcionamento excepcional, já que apenas será utilizado o gasóleo apenas em condições anormais de fornecimento de gás natural. Assim sendo os resultados desta simulação não serão utilizados para valorar os níveis médios anuais, mas sim os níveis máximos horários e diários.</p>		

Os cenários anteriormente descritos foram modelados para todas as alternativas de localização e para os parâmetros NO_x, de SO₂, e de CO. Os resultados obtidos forneceram as concentrações no ar ambiente de NO_x, NO₂, SO₂, e CO.

8. CÁLCULO DA ALTURA ÓPTIMA DA CHAMINÉ

Com a finalidade de determinar a altura óptima da chaminé, para os grupos de ciclo combinado, foram efectuadas uma série de modelações variando a altura da chaminé para ambos os grupos, dentro de um intervalo compreendido entre 30 e 120 m de altura, tendo sido realizada posteriormente uma representação gráfica dos resultados obtidos.

As modelações realizadas para o cenário que considera a utilização de gasóleo como combustível (cenário II), consideraram uma maior taxa de emissão de contaminantes comparativamente com o funcionamento da central em condições normais (com gás natural)

Mediante os resultados obtidos, foi estudada a altura da chaminé em função do cumprimento dos limites de qualidade do ar, estabelecidos pelo Decreto Lei 111/2002, para o NO₂ (por ser este o principal contaminante emitido pela instalação), mais concretamente pelo seu valor limite horário para a protecção da saúde humana já que na prática é ser o contaminante que apresenta os níveis mais restritivos.

Foram modeladas 5 alturas das chaminés, nomeadamente, 30, 60, 80, 100, e 120 m. Para todos os resultados obtidos foi considerada uma relação de NO₂/NO_x de 0,75.

A figura 8-1, apresenta os resultados obtido, e nela se representa a variação da máxima concentração horária e do máximo percentil 99,8¹ das concentrações horárias de NO₂ na área de estudo, em função da altura das chaminés dos grupos de ciclo combinado projectados.

Na referida figura é possível observar que quer o valor máximo horário quer o valor máximo para o percentil 99,8 na zona de estudo diminui à medida que aumenta a altura das chaminés. A relação entre estes valores e a altura da chaminé é praticamente linear, mostrando uma ligeira inflexão à volta dos 60 m de altura.

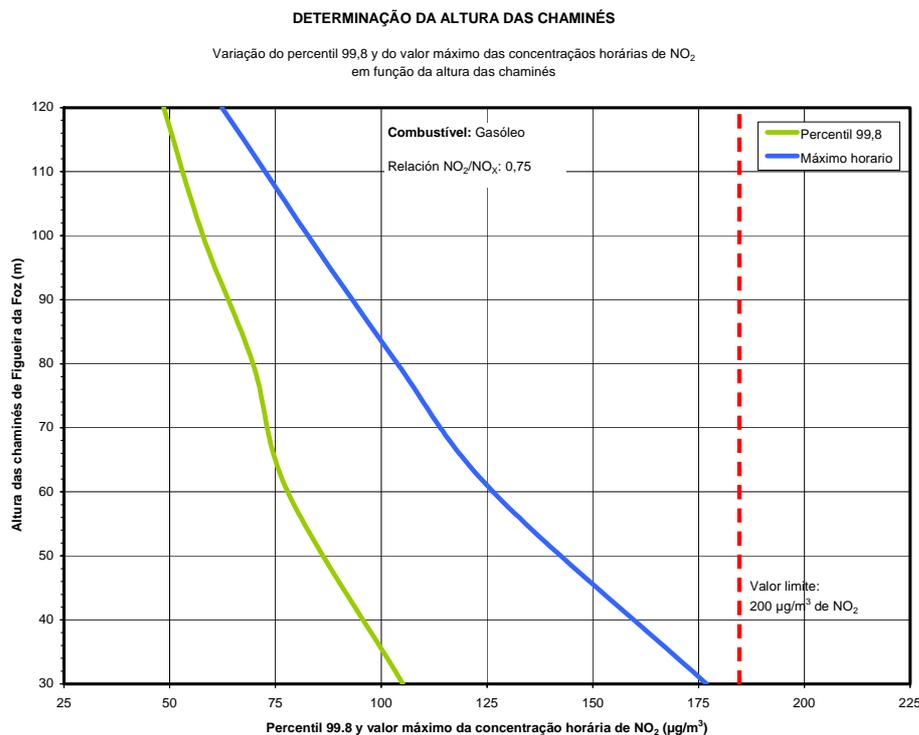


FIGURA 8-1

¹ O percentil 99,8 corresponde à décima nona concentração horária mais alta de NO₂, já que no Decreto-Lei 111/2002 não é possível ultrapassar em mais de 18 vezes durante o ano o valor limite horário para a protecção da saúde humana.

Convém ainda destacar, que tanto a curva do máximo percentil 99,8 das concentrações horárias de NO_2 , como a curva das concentrações máximas horárias de NO_2 , se encontram abaixo da abcissa de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valor do limite horário para a protecção da saúde humana para o horizonte do ano 2010).

Com base nos resultados, da figura anterior, para uma altura de chaminé de 60 m para cada um dos grupos do ciclo combinado projectados, não ocorrerá a violação do limite de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para o percentil 99,8, das concentrações horárias de NO_2 , ainda que a central excepcionalmente tenha que utilizar gasóleo, como combustível. A análise evidencia mesmo, que os valores obtidos estão muito abaixo do valor legalmente imposto.

9. RESULTADOS E CONCLUSÕES

De forma a avaliar a incidência que as emissões dos grupos da CCC da Figueira da Foz terão na qualidade do ar, quer no local de implantação quer na sua envolvente, foram estimadas as concentrações previsíveis dos vários contaminantes no ar ambiente devidas ao funcionamento de ambos os grupos a plena carga, durante um ano inteiro. Para além destas condições foram ainda consideradas, para efeitos de dispersão, a várias condições meteorológicas que podem ocorrer durante o ano.

Relativamente aos contaminantes atmosféricos, foram estimadas as concentrações no ar ambiente, de NO_x e de NO_2 (principal contaminante considerado como o mais característico dos focos emissores), de SO_2 , e de CO .

Para todos os casos as concentrações foram estimadas numa base horária e anual. Adicionalmente, para o caso do SO_2 , estimou-se as concentrações numa base diária, dado que a legislação estabelece valores limites também para este período. No caso do CO , foram calculadas as médias octo-horárias, dado que a legislação considera este período de referência para efeitos do valor limite.

Para a estimativa das concentrações médias anuais, foi considerado o funcionamento dos ciclos combinados a plena carga com gás natural, dado que representa a situação normal de funcionamento, durante o ano.

Por outro lado, de forma a estimar as concentrações horárias, octo-horárias ou diárias, foram considerados os resultados da modelação utilizando o gasóleo como combustível, dado que representa a situação com a maior taxa de emissão de contaminantes, ou seja, a situação mais conservadora. Todavia, não nos podemos esquecer que esta situação se trata de uma excepção do normal funcionamento da central, pelo que a situação normal será sempre mais benéfica para o meio ambiente.

Além disso, nas concentrações previsíveis no ar ambiente, devidas ao funcionamento dos grupos de ciclo combinado, foi tido em consideração os valores de contaminação de fundo registados na estação de medição de qualidade do ar de Ervedeira, dado que a estação se encontra dentro da zona em estudo (ver capítulo 5).

As concentrações resultantes foram comparadas com os valores limites estabelecidos no Decreto-Lei 111/2002.

9.1 Concentrações estimadas no ar ambiente de NO_x e NO₂

Mediante a aplicação do modelo ISCST3, foi calculada a contribuição previsível das concentrações de NO_x no ar ambiente, devidas ao funcionamento dos grupos de ciclo combinado da CCC da Figueira da Foz, a plena carga durante um ano inteiro.

Para o cálculo da contribuição das concentrações de NO₂ no ar ambiente, aplicou-se o método designado por *Ambient Ratio Method*, seguindo as directrizes dadas no documento "Appendix W to Part 51 – Guideline on Air Quality Models" (U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2001), que considera por defeito uma relação de NO₂/NO_x correspondente a 0,75.

Para o referido modelo, as concentrações de NO₂ são obtidas através da multiplicação do valor das concentrações de NO_x estimadas, pelo factor 0,75 (relação NO₂/NO_x).

Seguidamente apresentam-se os resultados obtidos, indicando o cenário modelado (capítulo 7), bem como a alternativa de localização a que corresponde cada resultado.

9.1.1 Concentrações médias anuais de NO_x e NO₂

A utilização de gás natural como combustível corresponde ao cenário de normal funcionamento da instalação, os valores obtidos na modelação, considerando o funcionamento da instalação a plena carga, para este combustível, são representativos das concentrações médias anuais no ar ambiente.

No quadro que se segue apresenta-se um resumo das máximas concentrações médias anuais estimadas de NO_x e NO₂, devidas ao funcionamento dos grupos de ciclo combinado, funcionando a plena carga, usando o gás natural como combustível (Cenário I, dos dois modelados). A contribuição no aumento da concentração média anual de NO_x e NO₂ é muito semelhante nos cinco locais analisados e, como se observa no quadro, é da ordem de 1 µg/m³ de NO_x. As máximas concentrações médias anuais, estima-se que venham a ocorrer, para este cenário, numa zona localizada a cerca de 3 km a Este da Figueira da Foz e a 3 km a Este de Lavos.

No quadro é ainda possível verificar que os valores máximos se encontram muito abaixo dos valores limites anuais estabelecidos pela legislação portuguesa (30 e 40 µg/m³ para NO_x e NO₂, respectivamente).

QUADRO 9.1.1-1. MÁXIMAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS ANUAIS (EM $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ESTIMADAS PARA NO_x E NO_2 (CENÁRIO I)

LOCAL 1	
Máxima concentração média anual de NO_x	1,14
Localização	2,4 km a Este
Máxima concentração média anual de NO_2	0,85
Localização	2,4 km a Este
LOCAL 1 BIS	
Máxima concentração média anual de NO_x	1,08
Localização	5,2 km a Este
Máxima concentração média anual de NO_2	0,81
Localização	5,2 km a Este
LOCAL 2	
Máxima concentração média anual de NO_x	0,96
Localização	4,8 km a Este
Máxima concentração média anual de NO_2	0,72
Localização	4,8 km a Este
LOCAL 3	
Máxima concentração média anual de NO_x	1,21
Localização	2,9 km a Este
Máxima concentração média anual de NO_2	0,91
Localização	2,9 km a a Este E
LOCAL 4	
Máxima concentração média anual de NO_x	1,16
Localização	2,7 km a Este
Máxima concentração média anual de NO_2	0,87
Localização	2,7 km a Este

Nas Figuras 9.1.1-1 e 9.1.1-2, estão representadas as concentrações médias anuais estimadas de NO_x e NO_2 , respectivamente na área em estudo, devidas ao funcionamento dos grupos de ciclo combinado, utilizando gás natural como combustível (Cenário I). As concentrações representadas correspondem à situação em que a central será instalada na alternativa de localização 3, pois dos cinco locais analisados é aquele onde as concentrações estimadas foram mais elevadas.

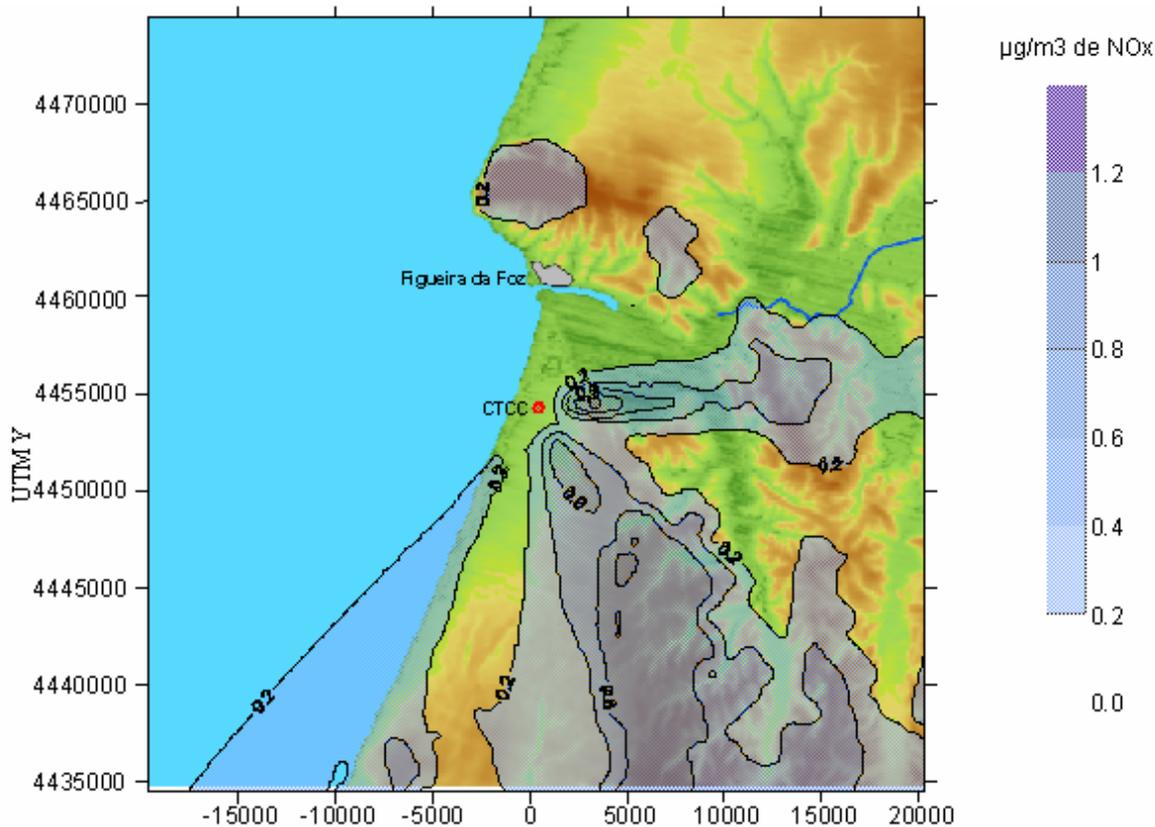


FIGURA 9.1.1-1.- CONCENTRAÇÕES MÉDIAS ANUAIS DE NO_x (CENÁRIO I. LOCAL 3)

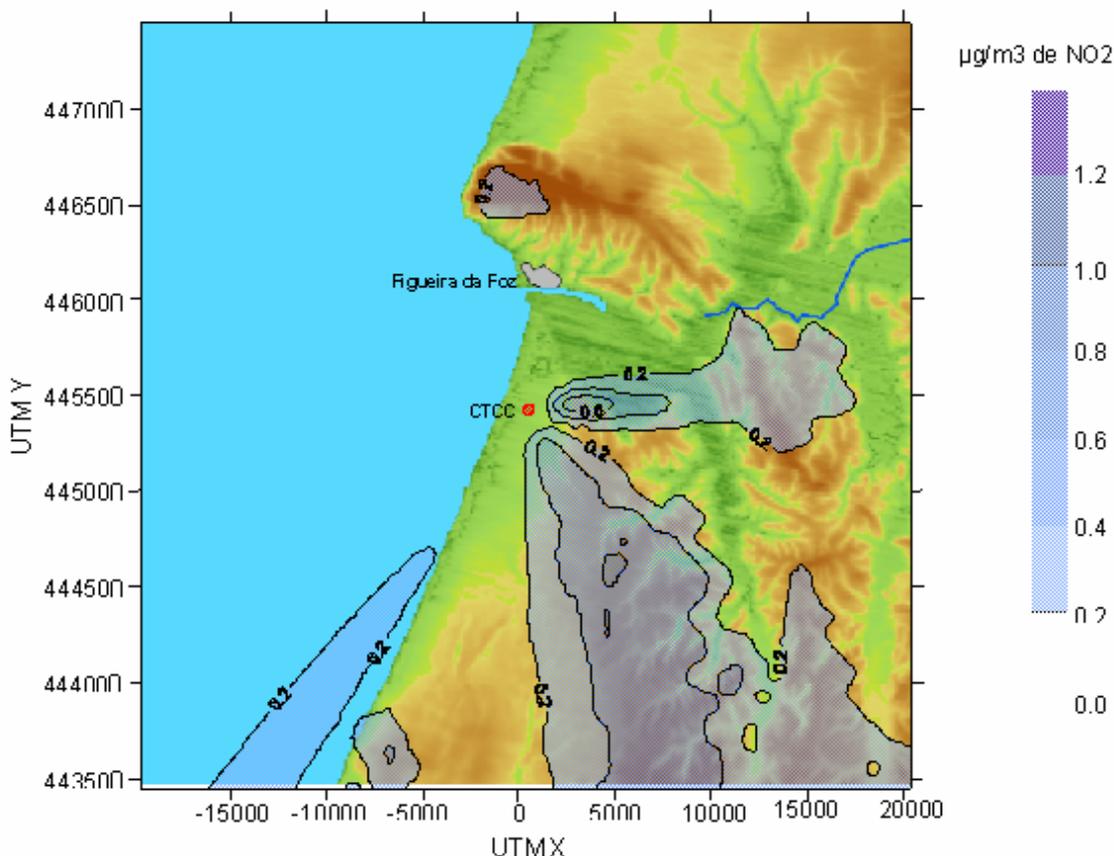


FIGURA 9.1.1-2.- CONCENTRAÇÕES MÉDIAS ANUAIS DE NO₂ (CENÁRIO I. LOCAL 3)

Nas figuras é possível observar que a principal área de influência da CCC da Figueira da Foz se localiza fundamentalmente a Este da Central e a Sul da mesma a Norte de Vieirinhos.

9.1.2 Concentrações horárias de NO₂

Neste capítulo e considerando a relação de NO₂/NO_x no ar ambiente (0,75), foram estimadas as concentrações médias horárias previsíveis de NO₂, devidas ao funcionamento dos grupos de central combinado a operar a plena carga e durante um ano inteiro.

Com base nas concentrações horárias estimadas pelo modelo, foi calculado o percentil 99,8 da série temporal das concentrações de NO₂ em cada ponto, correspondente ao décimo nono valor mais elevado, de acordo com, com o valor limite estabelecido no Decreto Lei 111/2002, o qual estabelece que a concentração horária de NO₂, não pode ultrapassar os 200 µg/m³ mais de 18 vezes durante o ano.

Foram consideradas quer as condições de operação normal utilizando o gás natural, como as condições excepcionais, em que se utiliza o gasóleo como combustível.

Convém salientar que, o caso em que a central irá funcionar com gasóleo, durante um ano inteiro, é uma situação que nunca irá ocorrer pois os ciclos combinados apenas podem utilizar este combustível em situações excepcionais, por falta de fornecimento de gás natural, e por curtos períodos de tempo. No entanto, como o cálculo do percentil 99,8 equivale ao décimo nono valor mais elevado, estas simulações contemplam a situação em que o funcionamento com gasóleo ocorre com as condições meteorológicas mais desfavoráveis, considerando-se pois esta situação como a mais conservadora.

No quadro 9.1.2-1, é apresentada, por um lado a concentração média horária de NO₂, e por outro o máximo valor do percentil 99,8 das concentrações horárias de NO₂, junto às correspondentes localizações, concentrações essas causado funcionamento dos grupos de ciclo combinado projectados para gás natural. Os valores apresentados correspondem aos valores obtidos para cada uma das alternativas de localização.

QUADRO 9.1.2-1.- MÁXIMA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA E MÁXIMO PERCENTIL 99,8 DAS CONCENTRAÇÕES HORÁRIAS (em µg/m³) ESTIMADOS PARA NO₂ (CENÁRIO I).

LOCAL 1	
Máxima concentração média horária de NO ₂	39,0
Localização	13,1 km a Norte
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	30,0
Localização	8,8 km a Noroeste
LOCAL 1 BIS	
Máxima concentração média horária de NO ₂	38,2
Localização	9,1 km a Noroeste
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	31,5
Localização	8,3 km a Noroeste
LOCAL 2	
Máxima concentração média horária de NO ₂	42,7
Localização	12,0 km a Norte
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	30,7
Localização	6,2 km a Noroeste

LOCAL 3	
Máxima concentração média horária de NO ₂	48,7
Localização	11,2 km a Norte
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	32,0
Localização	10,3 km a Norte
LOCAL 4	
Máxima concentração média horária de NO ₂	39,7
Localização	13,0 km a Norte
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	31,6
Localização	6,9 km a Noroeste

Da análise do quadro anterior, nos cinco locais analisados, as concentrações máximas horárias de NO₂ estimadas são muito semelhantes e em todos os casos se encontram abaixo do limite legalmente imposto para a protecção da saúde humana (200 µg/m³).

Tal como referido anteriormente e apesar de que o funcionamento dos grupos de ciclo combinado a gás natural será o cenário de funcionamento normal, foi realizada a simulação das situações excepcionais de funcionamento com gasóleo, de modo a que as concentrações máximas horárias e os percentis 99,8 das concentrações horárias de NO₂ sejam representativos dos valores máximos nas condições de funcionamento mais desfavoráveis para a qualidade do ar.

No quadro 9.1.2-2 apresenta-se a máxima concentração média horária e o máximo valor do percentil 99,8 das concentrações horárias de NO₂ estimada na área em estudo, causadas pelo funcionamento dos grupos de ciclo combinado projectados com gasóleo (Cenário II) para os cinco locais em estudo.

QUADRO 9.1.2-2.- MÁXIMA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA E MÁXIMO PERCENTIL 99,8 DAS CONCENTRAÇÕES HORÁRIAS (e µg/m³) ESTIMADOS PARA NO₂ (CENÁRIO II).

LOCAL 1	
Máxima concentração média horária de NO ₂	96,0
Localização	14,1 km a Norte
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	59,0
Localização	14,1 km a Norte

LOCAL 1 BIS	
Máxima concentração média horária de NO ₂	93,7
Localização	14,5 km a Norte
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	56,3
Localização	14,6 km a Norte
LOCAL 2	
Máxima concentração média horária de NO ₂	109,5
Localização	12,8 km a Norte
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	63,7
Localização	12,9 km a Norte
LOCAL 3	
Máxima concentração média horária de NO ₂	126,7
Localização	11,3 km a Norte
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	77,9
Localização	11,3 km a Norte
LOCAL 4	
Máxima concentração média horária de NO ₂	106,9
Localização	13,0 km a Norte
Máximo percentil 99,8 dos valores médios horários de NO ₂	64,1
Localização	13,0 km a Norte

Tal como ocorria no Cenário I, as concentrações máximas estimadas de NO₂, na área em estudo são muito semelhantes nos cinco locais analisados. A localização onde foram estimados os máximos valores do percentil 99,8 das concentrações horárias de NO₂ localiza-se a cerca de 11 km a Norte da central, a Este do Cabo Mondego. Uma vez mais se destaca que para a situação de funcionamento dos grupos de ciclo combinado a operar com gasóleo como combustível, o valor limite horário para o NO₂ estabelecido pela legislação (200 µg/m³) de NO₂ não é ultrapassado.

Por outro lado, na figura 9.1.2-1, estão representados os valores estimados do percentil 99,8 das concentrações horárias de NO₂ devidas ao funcionamento excepcional dos grupos de ciclo combinado, a plena carga e durante um ano inteiro, a funcionar com gasóleo (Cenário II). As concentrações representadas correspondem à situação em que a central se instala no

local 3, uma vez que dos 5 locais analisados, é aquele em que se verificam as concentrações mais elevadas.

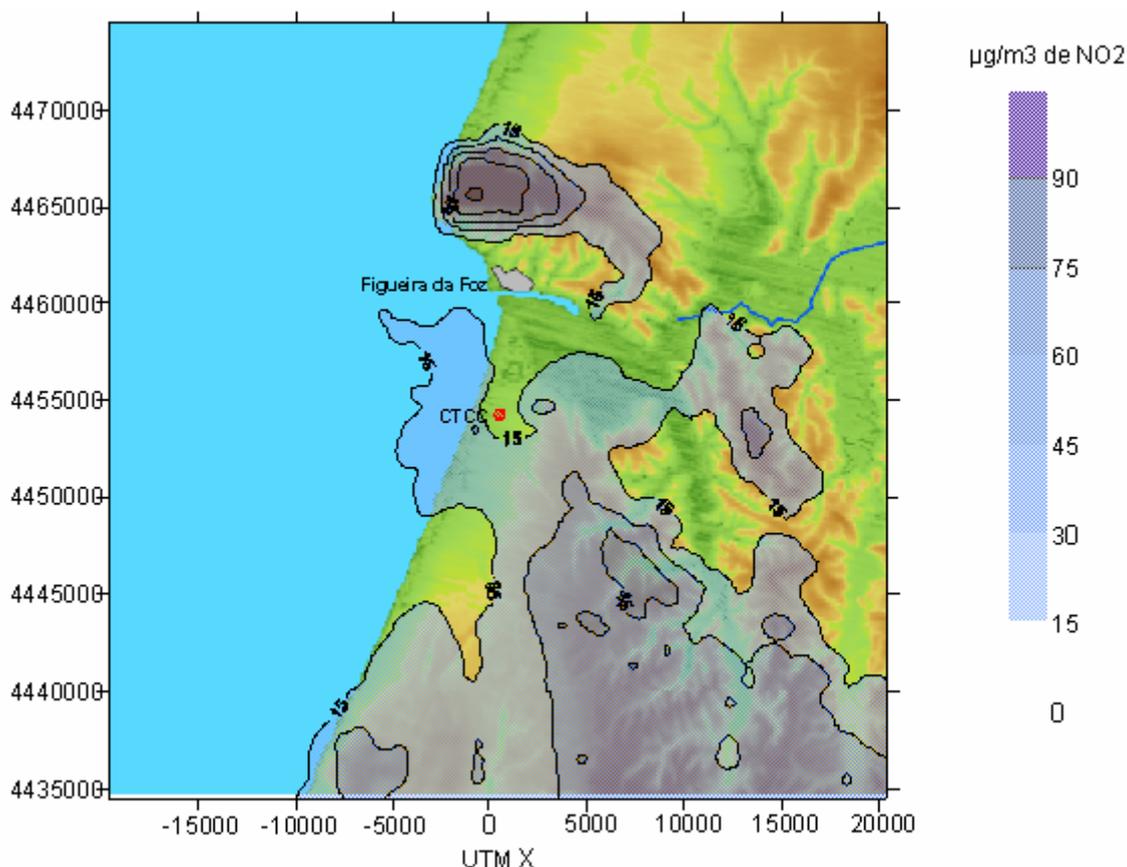


FIGURA 9.1.2-1.- PERCENTIL 99,8 DAS CONCENTRAÇÕES HORÁRIAS DE NO₂ (CENÁRIO II. LOCAL 3).

9.1.3 Contribuição das concentrações de NO₂ nos níveis de fundo

Finalmente, de forma a considerar os níveis de contaminação de fundo existentes na zona em estudo, foi estimada a concentração média anual bem como a máxima concentração horária de NO₂, no local correspondentes à localização da estação de fundo de medição da qualidade do ar, a estação de Ervedeira.

Os valores foram obtidos, através da modelação dos casos mais conservadores, tais como o funcionamento dos grupos de ciclo combinado, a plena carga, durante o ano inteiro, utilizando como combustível o quer gás natural (Cenário I) para o cálculo das médias anuais, quer o gasóleo, por quebra no fornecimento de gás natural (Cenário II) para o cálculo da concentração máxima horária de NO₂.

No quadro 9.1.3-1, estão resumidos os resultados obtidos para os níveis de fundo, registados na estação de Ervedeira, para o período compreendido entre Junho a Outubro de 2003, período para o qual se dispões de dados de NO₂.

A soma das máximas concentrações horárias de NO₂, de fundo com as estimadas pela modelação, foi realizada directamente, o que pressupõe uma hipótese bastante conservadora.

QUADRO 9.1.3-1.- CONCENTRAÇÃO MÉDIA ANUAL E MÁXIMA CONCENTRAÇÃO HORÁRIA DE NO₂ (em µg/m³) DE FUNDO E ESTIMADAS NA ESTAÇÃO DE ERVEDEIRA

Estação de medição da qualidade do ar	Concentração média anual NO ₂			Máxima concentração horária NO ₂		
	N.F.	N.E. ⁽¹⁾	N.F.+N.I.E.	N.F.	N.E. ⁽²⁾	N.F.+N.E.
Ervedeira	7,00	0,08	7,08	35	16	51

N.F.: Nível de Fundo.

⁽¹⁾ Cenário I. Local 1 bis

N.E.: Nível Estimado.

⁽²⁾ Cenário II. Local 1 bis

N.F.+N.E.: Nível de Fundo mais Nível Estimado.

Com base nos resultados dos resultados apresentados no quadro, a contribuição das concentrações de NO₂, no ar ambiente devida às emissões dos grupos de ciclo combinado, incluindo condição de funcionamento excepcional com gasóleo para estimar os níveis horários, não pressupõe a violação de nenhum dos valores limite para a protecção da saúde humana (40 µg/m³ para a concentração média anual, e 200 µg/m³ como máxima concentração horária).

9.2 Concentrações estimadas no ar ambiente de SO₂

A aplicação do modelo ISCST3, permitiu calcular a previsível contribuição das concentrações no ar ambiente de SO₂, originadas pelo funcionamento dos dois grupos de ciclo combinado da CCC da Figueira da Foz, a plena carga e durante um ano inteiro.

Não foi considerado nenhum abaixamento exponencial ou tempo de vida médio, para simular as transformações químicas do SO₂ no ar ambiente, pelo que os resultados obtidos são mais conservadores.

Seguidamente apresenta-se os resultados obtidos, indicando-se quer o cenário modelado (ver capítulo 7) quer o local a que corresponde cada resultado.

9.2.1 Concentrações médias anuais de SO₂

Tal como para o NO_x, para se obter as concentrações médias anuais de SO₂, foi considerada a utilização de gás natural como combustível, uma vez que corresponde ao cenário de funcionamento em condições normais.

O quadro 9.2.1-1 apresenta um resumo para a máxima concentração estimada de SO₂, causada pelo funcionamento a plena carga utilizando o gás natural como combustível (Cenário I). Como se pode observar, a contribuição dos níveis de SO₂ na zona é praticamente nula em qualquer um dos cinco locais considerados. Salienta-se ainda que os referidos valores encontram-se muito abaixo dos valor limite legal anual de SO₂, relativo à protecção da saúde humana (20 µg/m³).

QUADRO 9.2.1-1. MÁXIMA CONCENTRAÇÃO MÉDIA ANUAL (em µg/m³) ESTIMADA PARA SO₂ (CENÁRIO I).

LOCAL 1	
Máxima concentração média anual de SO ₂	0,016
Localização	2,4 km a Este
LOCAL 1 BIS	
Máxima concentração média anual de SO ₂	0,015
Localização	5,2 km a Este
LOCAL 2	
Máxima concentração média anual de SO ₂	0,013
Localização	4,8 km a Este
LOCAL 3	
Máxima concentração média anual de SO ₂	0,017
Localização	2,9 km a Este
LOCAL 4	
Máxima concentração média anual de SO ₂	0,016
Localização	2,7 km a Este

Na figura 9.2.1-1, foram representadas as concentrações médias anuais estimadas de SO₂, na zona em estudo, causadas pelo funcionamento dos grupos de ciclo combinado, utilizando gás natural como combustível (cenário I). As concentrações representadas correspondem ao caso em que a central será localizada no local 3, pois este dos cinco local é aquele onde as concentrações estimadas serão ligeiramente mais elevadas.

Na referida figura é possível observar, tal como no caso do NO_x, que a principal área de influência da CCC da Figueira da Foz se localiza essencialmente a Este da Central, bem como a Sul da mesma, a Norte de Vieirinhos.

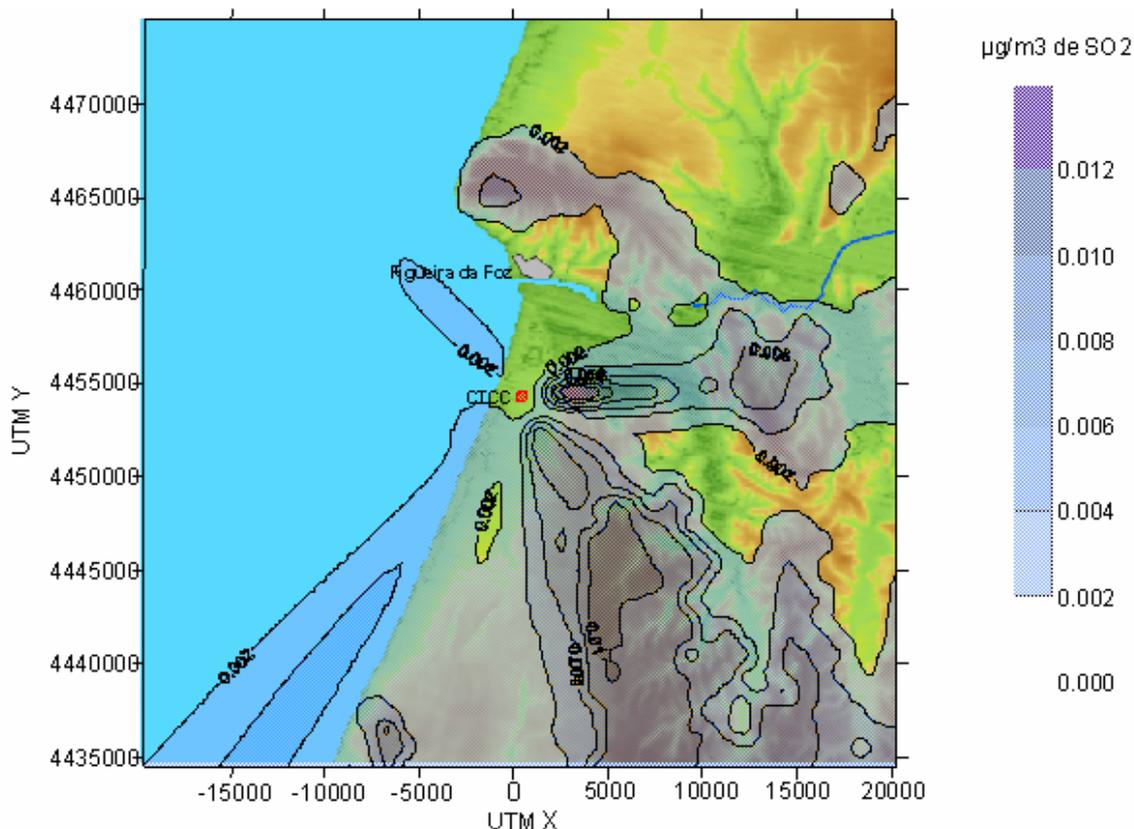


FIGURA 9.2.1-1.- CONCENTRAÇÕES MÉDIAS ANUAIS DE SO₂ (CENÁRIO I. LOCAL 3)

9.2.2 Concentrações médias diárias e médias horárias de SO₂

Quer para a estimativa das médias diárias, quer para a estimativa das concentrações horárias de SO₂, foi considerado o caso mais conservador, ainda que excepcional que corresponde à situação em que os grupos do ciclo combinado utilizam o gasóleo como combustível, a plena carga.

Convém reiterar que o funcionamento com gasóleo é uma situação que ocorrerá em situações excepcionais, por falta de fornecimento de gás natural, sempre associado a

reduzidos períodos de tempo. Não obstante, a estimativa das médias diárias com este combustível contempla o caso em que esta situação ocorre em condições meteorológicas desfavoráveis, condição considerada muito conservadora.

No quadro 9.2.2-1, aparece para cada um dos cinco possíveis locais de instalação da central avaliados, o máximo percentil 98,9 das concentrações médias diárias de SO₂² estimado na zona de estudo. Este valor é apresentado de forma a comparar com o limite de 24h estabelecido na legislação, relativo à protecção da saúde humana (125 µg/m³ de SO₂, cujo valor não pode ser ultrapassado em mais de 3 vezes ao ano).

A referida tabela evidencia, tal como se verificava para as concentrações máximas estimadas de NO₂ na área em estudo, que as concentrações máximas de SO₂ são muito semelhantes nos cinco locais em análise.

QUADRO 9.2.2-1.- MÁXIMO PERCENTIL 98,9 DOS VALORES DIÁRIOS E MÁXIMO PERCENTIL 99,7 DAS CONCENTRAÇÕES HORÁRIAS (e µg/m³) ESTIMADOS DE SO₂ (CENÁRIO II).

LOCAL 1	
Máximo percentil 98,9 dos valores diários de SO ₂	10,8
Localização	9,6 km a Nornordeste
Máximo percentil 99,7 dos valores médios horários de SO ₂	68,0
Localização	14,2 km a Norte
LOCAL 1 BIS	
Máximo percentil 98,9 dos valores diários de SO₂	10,4
Localização	18,0 km a Nornordeste
Máximo percentil 99,7 dos valores médios horários de SO₂	62,7
Localização	14,5 km a Norte
LOCAL 2	
Máximo percentil 98,9 dos valores diários de SO₂	10,3
Localização	4,8 km a Este
Máximo percentil 99,7 dos valores médios horários de SO₂	73,2
Localização	12,9 km a Norte

² O percentil 98,9 da série de valores médios diários dos 365 dias do ano, corresponde ao quarto valor médio diário de SO₂ mais elevado registado durante o ano.

LOCAL 3	
Máximo percentil 98,9 dos valores diários de SO₂	13,5
Localização	11,3 km a Norte
Máximo percentil 99,7 dos valores médios horários de SO₂	83,6
Localização	11,3 km a Norte
LOCAL 4	
Máximo percentil 98,9 dos valores diários de SO₂	11,3
Localização	13,0 km a Norte
Máximo percentil 99,7 dos valores médios horários de SO₂	69,9
Localização	13,0 km a Norte

Com base nos resultados apresentados na tabela anterior, pode-se destacar que, ainda que considerando o funcionamento excepcional com gásóleo em ambos os grupos de ciclo combinado (cenário II), na área em estudo os limites horários ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e limite de 24h ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$), relativos à protecção da saúde humana, não são ultrapassados. Verifica-se mesmo que as concentrações máximas estimadas ficam muito abaixo do limite legalmente estabelecido.

Por outro lado, a figura 9.2.2-1, representa os valores estimados do percentil 98.9 das concentrações médias diárias de SO₂ na zona em estudo causadas pelo funcionamento da central a plena carga durante um ano inteiro, em que os grupos do ciclo combinado utilizam gásóleo como combustível (cenário II).

A figura 9.2.2-2, traduz os valores estimados para o percentil 99.7 das concentrações horárias de SO₂, originadas pelo funcionamento da central a plena carga durante um ano inteiro, em que os grupos do ciclo combinado utilizam gásóleo como combustível (cenário II)

Em ambas as figuras as concentrações representadas correspondem ao local 3, dado que dos cinco locais é aquele onde se verifica que as concentrações estimadas são mais elevadas.

O local onde os máximos valores estimados quer do percentil 98,9 das concentrações médias diária de SO₂ quer do percentil 99,7 das concentrações horárias de SO₂, localiza-se a cerca de 11 km a Norte da central e a Este do Cabo Mondego.

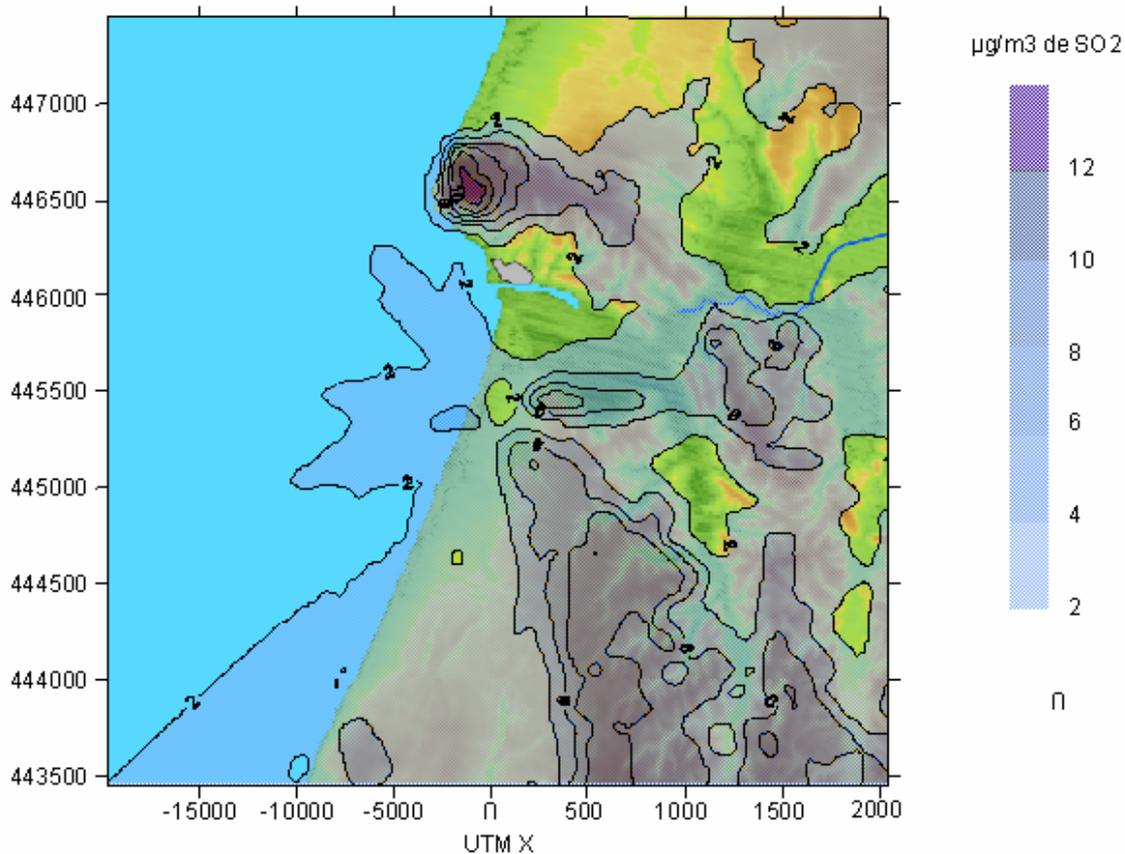


FIGURA 9.2.2-1.- PERCENTIL 98,9 DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DIÁRIAS DE SO₂
(CENÁRIO II. LOCAL 3).

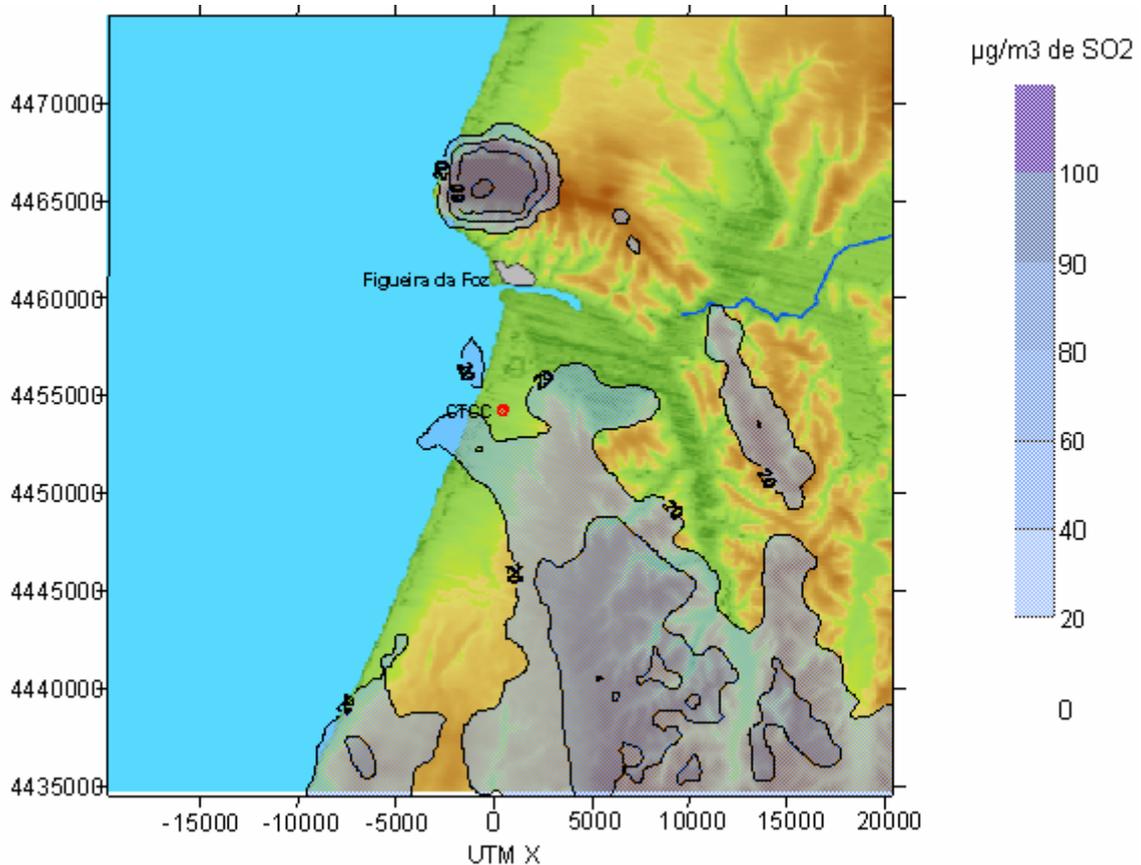


FIGURA 9.2.2-2.- PERCENTIL 99,7 DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂
(CENÁRIO II. LOCAL 3).

9.2.3 Contribuição das concentrações de SO₂ nos níveis de fundo

Finalmente, de foram a considerar os níveis de fundo existentes na zona em estudo, foi estimada a concentração média anual, a concentração máxima diária e a concentração máxima horária de SO₂, no ponto correspondente à localização da estação de medição da qualidade do ar de Ervedeira.

Este valores foram obtidos recorrendo à modelação dos casos mais conservadores, ou seja, o funcionamento da central a plena carga, durante o ano inteiro, utilizando como combustível o gás natural (cenário I) de forma a obter a concentração média anual, bem como considerando a situação excepcional em que o combustível utilizado será o gasóleo (cenário II) para obter as concentrações médias diária e horárias de SO₂.

No quadro 9.2.3-1, apresenta-se um resumo dos resultados obtidos, por comparação com os níveis de fundo registados na estação de Ervedeira, para o período compreendido entre Julho a Dezembro, período para o qual existem dados disponíveis.

A soma das máximas concentrações médias diárias de SO₂ de fundo com os valores das concentrações obtidas pela modelação, foram realizadas directamente, bem como para a soma das máximas concentrações horárias de SO₂, o que pressupõe uma condição muito conservadora.

QUADRO 9.2.3-1.- CONCENTRAÇÃO MÉDIA ANUAL, MÁXIMAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DIÁRIAS, E MÁXIMAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ (em µg/m³) DE FUNDO E ESTIMADAS NA ESTAÇÃO DE ERVEDEIRA.

Estação de medição da qualidade do ar	Concentração média anual SO ₂			Máxima concentração média diária de SO ₂			Máxima concentração média horária de SO ₂		
	N.F.	N.E. ⁽¹⁾	N.F.+N.E.	N.F.	N.E. ⁽²⁾	N.F.+N.E.	N.F.	N.E. ⁽²⁾	N.F.+N.E.
Ervedeira	2,3	0,0	2,3	10	2	12	25	19	44

N.F.: Nível de Fundo.

⁽¹⁾ Cenário I

N.I.E.: Nível Estimado.

⁽²⁾ Cenário II

N.F.+N.I.E.: Nível de Fundo mais Nível Estimado.

Com base nos resultados dos resultados apresentados no quadro, a contribuição das concentrações de SO₂, no ar ambiente devida às emissões dos grupos de ciclo combinado, incluindo condição de funcionamento excepcional com gasóleo para estimar os níveis horários, não pressupõe a violação de nenhum dos valores limite estabelecidos pela legislação.

9.3 Concentrações estimadas no ar ambiente de CO

Por fim, e através da aplicação do modelo ISCST3, foram estimadas as concentrações de CO no ar ambiente causadas pelo funcionamento dos grupos de ciclo combinado da CCC da Figueira da Foz, a plena carga e durante um ano inteiro.

Seguidamente são apresentados os resultados obtidos, indicando o cenário modelado (ver capítulo 7), bem como o local a que corresponde cada resultado.

As concentrações de CO foram estimadas em média octo-horárias, já que a legislação estabelece valores limite para este contaminante, com base neste período de tempo.

No quadro 9.3-1, é apresentado um resumo das máximas concentrações médias octo-horárias de CO estimadas na zona em estudo, causadas pelo funcionamento a plena carga dos grupos de ciclo combinado utilizando o gás natural como combustível (cenário I).

Por outro lado o quadro 9.3-2, apresenta-se um resumo com as máximas concentrações médias octo-horárias de CO estimadas na zona em estudo, devidas ao funcionamento a plena carga dos grupos de ciclo combinado utilizando o gasóleo como combustível (cenário II).

Como se pode observar em ambos os quadros, a contribuição dos níveis de CO, na zona é baixa, independentemente do combustível utilizado, devido ao valor da taxa de emissão

deste contaminante. Salienta-se ainda que os níveis de CO são muito semelhantes em qualquer um das cinco alternativas de localização.

QUADRO 9.3-1. MÁXIMA CONCENTRAÇÃO OCTO-HORÁRIA (e $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ESTIMADA PARA CO (CENÁRIO I).

LOCAL 1	
Máxima concentração octo-horária de CO	9,4
Localização	10,2 km al NE
LOCAL 1 BIS	
Máxima concentração octo-horária de CO	9,5
Localização	10,2 km al NE
LOCAL 2	
Máxima concentração octo-horária de CO	9,1
Localização	10,6 km al NE
LOCAL 3	
Máxima concentração octo-horária de CO	9,9
Localização	11,2 km al N
LOCAL 4	
Máxima concentração octo-horária de CO	8,9
Localização	9,1 km al NE

QUADRO 9.3-1. MÁXIMA CONCENTRAÇÃO OCTO-HORÁRIA (e $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ESTIMADA PARA CO (CENÁRIO II).

LOCAL 1	
Máxima concentração octo-horária de CO	11,1
Localização	14,1 km al N
LOCAL 1 BIS	
Máxima concentração octo-horária de CO	10,6
Localização	14,5 km al N
LOCAL 2	
Máxima concentração octo-horária de CO	12,3
Localização	12,9 km al N
LOCAL 3	
Máxima concentração octo-horária de CO	12,6
Localização	11,2 km al N
LOCAL 4	
Máxima concentração octo-horária de CO	10,7
Localização	14,0 km al N

O contributo máximo das concentrações médias octo-horárias de CO, da ordem dos 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, encontra-se muito abaixo do valor limite para a protecção da saúde humana estabelecido na legislação em 10 mg/m^3 (10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), independentemente do nível de fundo³.

³ No caso do CO não é possível realizar a comparação dos níveis estimados mediante a modelação com os níveis de fundo, uma vez que a estação de Ervedeira não dispõe de medições da concentração de CO no ar ambiente, tal como se descreve no capítulo 5. do Estudo de Impacte Ambiental.

Por outro lado, as figuras 9.3-1 e 9.3-2, mostram as concentrações médias octo-horárias de CO na zona em estudo, para cada um dos cenários considerados. As concentrações representadas referem-se à alternativa de localização 3, pois dos cinco locais analisados foi aquele que registou as concentrações mais elevadas.

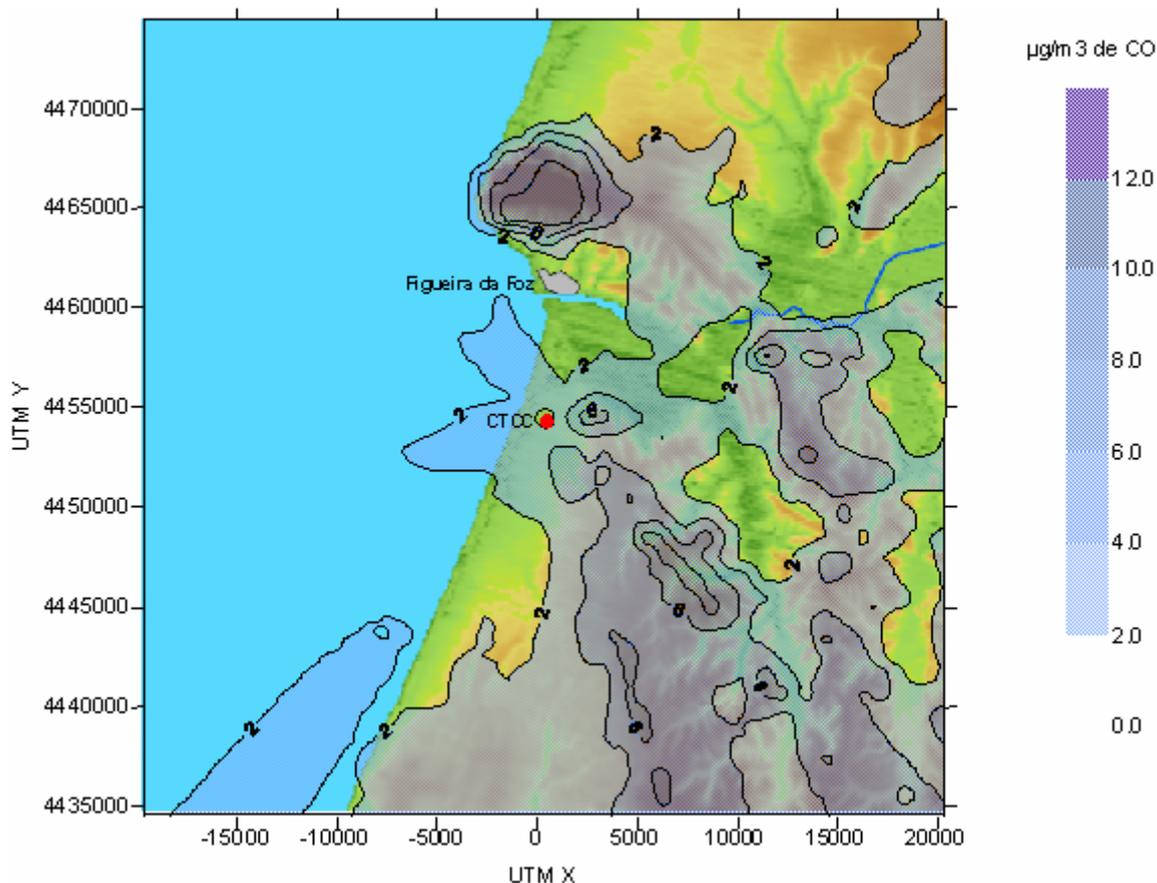


FIGURA 9.3-1.- CONCENTRAÇÕES MÉDIAS OCTO-HORÁRIAS DE CO (CENÁRIO I. LOCAL 3).

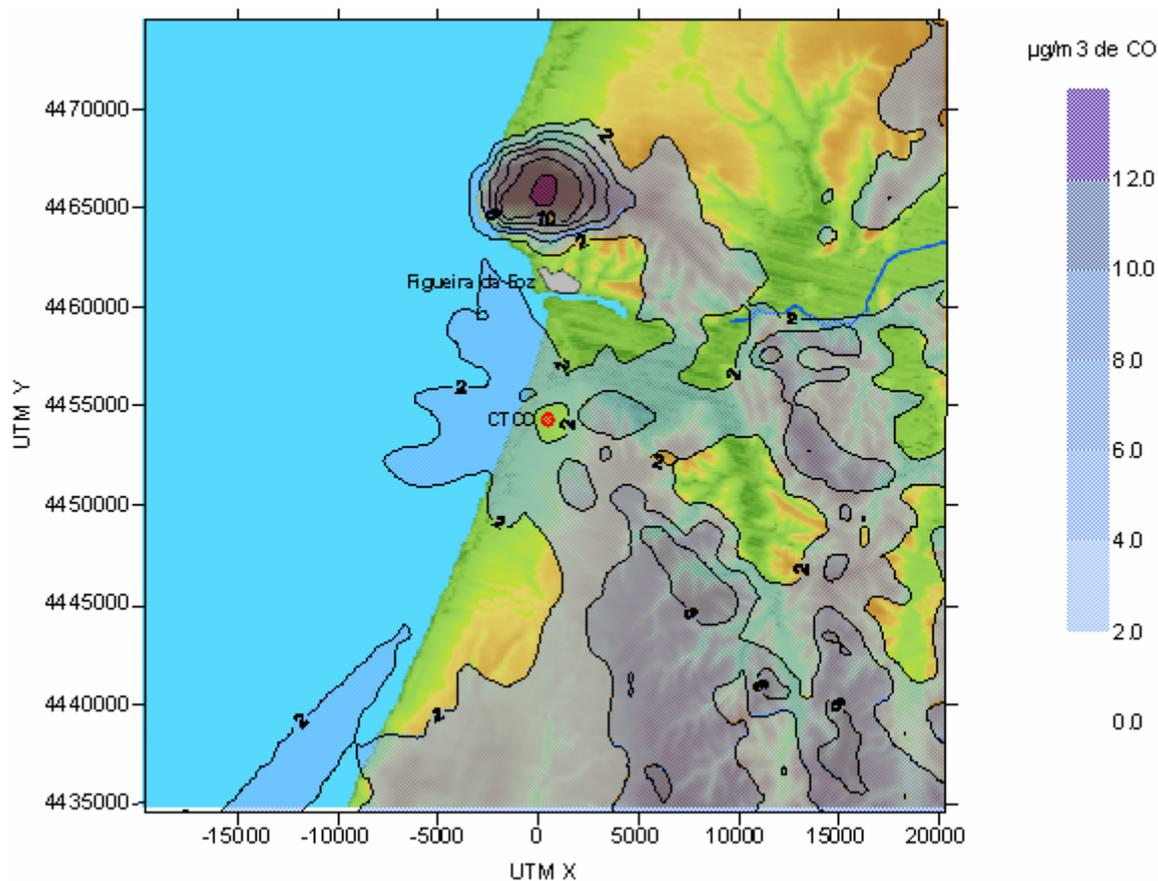


FIGURA 9.3-2.- CONCENTRAÇÕES MÉDIAS OCTO-HORÁRIAS DE CO (CENÁRIO II. LOCAL 3)