

Inventário de Emissões e Estudo de Dispersão para Comparação em duas Fases de Operação do Projeto Peregrino II

AECOM Brasil Ltda

Rio de Janeiro - RJ

Peregrino II – FPSO e Plataformas *Offshore* PGRA, PGRB e PGRC – Rio de Janeiro

Identificação Projeto:

2360-001

Elaborado e Revisado por:

Giovana Rubim

CREA: 5061220943

INDICE

INDICE	2
1.0 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	4
2.0 DESCRITIVO DO PROCESSO	6
3.0 INVENTÁRIO DE EMISSÕES AMOSFÉRICAS	6
3.1 Fontes de Emissão	6
3.1.1 Consumo de Combustível	6
3.1.2 Operação do <i>Flare</i>	8
3.1.3 Carregamento de Petróleo – <i>Flash</i> de CH ₄	10
3.2 Cálculo das Emissões	12
3.2.1 Emissões Geradas pela Queima de Combustíveis	12
3.2.2 Emissões Geradas na Operação do <i>Flare</i>	14
3.2.3 Emissões Geradas no <i>Flash</i> de CH ₄	15
3.3 Resultados das Emissões	16
3.3.1 – Resultados Gases de Efeito Estufa – CO ₂ , CH ₄ e CO _{2eq}	16
3.3.2 – Resultados Poluente Regulados – NO ₂ , SO ₂ , MP (como PTS) e COV.....	19
4.0 ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA	23
4.1 Modelo - AERMOD	23
4.2 Fontes Emissoras	24
4.4 Dados Meteorológicos	27
4.5 Topografia	28
4.6 Área de Domínio do Modelo e Receptores	28
5.0 ASPECTOS LEGAIS ENVOLVIDOS – PADRÕES QUALIDADE DO AR	30
6.0 RESULTADOS DO ESTUDO DE DISPERSÃO	32
6.1 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)	32
6.2 Dióxido de Enxofre (SO₂)	33
6.3 Partículas Totais em Suspensão (PTS)	34
6.4 Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	35
7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
7.1 – Dióxido de Nitrogênio (NO₂)	36
7.2 – Dióxido de Enxofre (SO₂)	36
7.3 – Partículas Totais em Suspensão (PTS)	37
7.4 – Compostos Orgânicos Voláteis (COV)	37
7.5 – Gases de Efeito Estufa (GEE) – Dióxido de Carbono (CO₂) e Metano (CH₄)	37

7.6 – Cenário hipotético sem importação do gás natural da Petrobras	37
Anexo 1 (A1) – Tabelas com Estimativas de Emissões Anuais Detalhadas por fonte e combustível	
Anexo 2 (A2) – Curvas de Isoconcentrações	

1.0 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A **ES4i** foi contratada pela **AECOM** para elaborar o inventário de emissões e o estudo de dispersão de poluentes atmosféricos gerados pela operação do Projeto Peregrino da **EQUINOR**, comparando a Fase I e Fase II de operação.

A **Fase I** considera a operação atual, com a FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*) e as estações de extração de óleo, Peregrino A (PGRA) e Peregrino B (PGRB). Nesta fase da operação utiliza-se o gás natural (GN) gerado e óleo diesel da Petrobrás (MGO - *Marine Gas Oil*) para complementar a demanda energética. Neste estudo considera-se como fonte emissora a operação das caldeiras (02 em operação contínua e 01 em *stand-by*) na FPSO.

A **Fase II** representa o projeto de ampliação, com a entrada da estação de extração de óleo Peregrino C e a importação de GN da Petrobras, de forma a diminuir o consumo de diesel complementar. Nesta fase, além da operação das caldeiras na FPSO há também a operação de 2 turbinas a gás, para geração da energia consumida em Peregrino C.

Os parâmetros contemplados neste estudo são:

- GEE (gás de efeito estufa) – apenas inventário
 - Dióxido de Carbono (CO₂);
 - Metano (CH₄)

- Poluentes Regulados – inventário e estudo de dispersão
 - Dióxido de Enxofre (SO₂);
 - Dióxidos de Nitrogênio (NO₂);
 - Compostos Orgânicos Voláteis (COV); e,
 - Material Particular (MP) como Partículas Totais em Suspensão (PTS).

O projeto Peregrino está localizado no oceano atlântico, a cerca de 80 km ao sudeste do continente em relação ao continente, conforme indicado na Figura 1.1 a seguir. A Figura 1.2 indica a localização das 03 caldeiras da FPSO.

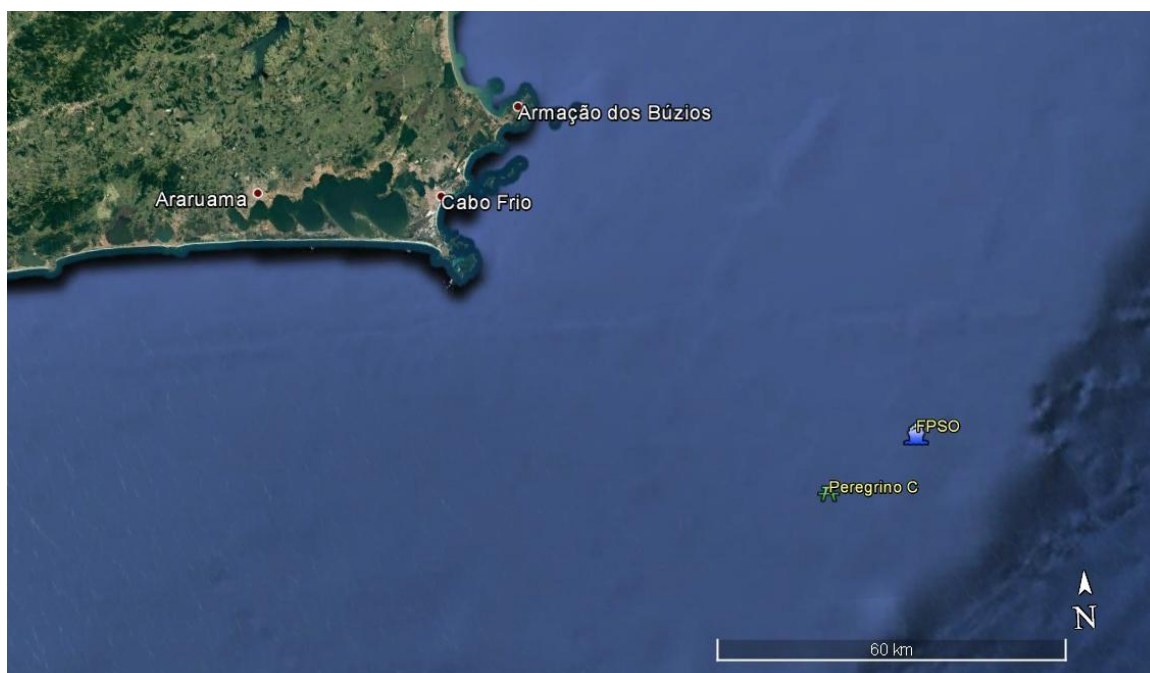


Figura 1.1 Localização da FPSO e da PGRC em relação ao Continente



Figura 1.2 Localização das 03 caldeiras da FPSO

2.0 DESCRITIVO DO PROCESSO

Na FPSO, no processo de separação das fases óleo e gás, é necessário o uso de vapor. Essa energia provem da queima de GN e de diesel nas caldeiras da FPSO. São 03 caldeiras, sempre 02 em operação e 01 em *stand by*.

Na **Fase I** (2017-2019), o GN provém das estações de extração PRGA e PGRB (juntamente com o óleo cru). O diesel da Petrobrás é adquirido para complementar a energia necessária para a operação da FPSO.

Na **Fase II** (2020-2040) será incluída no cenário a operação da PGRC, que fornecerá GN à FPSO, impactando na redução do consumo de diesel nas Caldeiras. Para a operação da PGRC, haverá o consumo de GN e diesel da Petrobrás para alimentar as 02 turbinas (29 MW cada) da PGRC. O condensado de GN das turbinas é injetado na tubulação de óleo cru da PGRC, de forma a aproveitar esse GN excedente como combustível nas caldeiras da FPSO.

A tabela 2.1 a seguir apresenta a caracterização dos combustíveis utilizados.

Tabela 2.1 – Características dos Combustíveis

Combustível	Dado	Valor
Diesel	Teor de S (wt%)	0,0038
	Densidade (kg/m ³)	858,2
	Temperatura (°C)	194
	Barril (kg)	0,1590
GN (PGRA e PGRB)	Densidade (kg/m ³)	1,5216
	Temperatura (°C)	194
GN (PGRC)	Densidade (kg/m ³)	0,9259
	Temperatura (°C)	194
GN (Petrobrás)	Densidade (kg/m ³)	0,9397
	Temperatura (°C)	194

Nota: Adotou-se teor de 0% de enxofre no GN.

3.0 INVENTÁRIO DE EMISSÕES AMOSFÉRICAS

3.1 Fontes de Emissão

3.1.1 Consumo de Combustível

Os cálculos das emissões apresentados foram gerados a partir do consumo de combustíveis anual previsto e informado pela **EQUINOR**, tanto na **Fase I** como na **Fase II**.

As Tabelas 3.1 e 3.2 apresentam os quantitativos anuais de consumo de combustíveis nas caldeiras da FPSO e nas turbinas da PGRC, nas Fases I e II, respectivamente. A Tabela 2.1 apresenta as principais características dos combustíveis.

Tabela 3.1 – Consumo de Combustíveis - Fase I

Ano	Consumo de combustíveis – Fase I					
	FPSO				PRGC	
	GN (PGRA+PGRB) kSm ³ /cd	GN (PRGC) kSm ³ /cd	GN (Petrobrás) kSm ³ /cd	Diesel Sm ³ /cd	Diesel Sm ³ /cd	GN (Petrobrás) kSm ³ /cd
2017	91,61	-	-	296,18	-	-
2018	88,33	-	-	314,16	-	-
2019¹	83,34	-	-	320,14	-	-

¹ Maior consumo de diesel na Fase I e ano usado para o Estudo de Dispersão.

Tabela 3.2 – Consumo de Combustíveis - Fase II

Ano	Consumo de combustíveis Fase II					
	FPSO				PRGC	
	GN (PGRA+PGRB) kSm ³ /cd	GN (PRGC) kSm ³ /cd	GN (Petrobrás) kSm ³ /cd	Diesel Sm ³ /cd	Diesel Sm ³ /cd	GN (Petrobrás) kSm ³ /cd
2020	76,07	9,08	-	200,98	190,02	-
2021	80,20	170,42	0,05	96,82	99,16	112,96
2022	71,33	160,97	3,64	96,78	3,00	219,46
2023	62,59	144,72	38,16	96,78	3,14	229,44
2024	56,45	133,54	65,40	96,78	3,23	235,79
2025	53,96	136,75	74,48	96,78	3,29	240,15
2026¹	48,90	141,75	78,34	96,78	3,31	241,56
2027	43,59	141,48	83,74	96,78	3,19	232,71
2028	39,53	137,29	88,98	96,78	3,21	234,79
2029	35,94	131,73	94,96	96,78	3,23	236,21
2030	32,85	125,59	101,37	96,78	3,25	237,06
2031	30,16	118,43	108,69	96,78	3,25	237,41
2032	27,80	109,94	117,18	96,78	3,25	237,43
2033	25,73	100,95	126,02	96,78	3,25	237,28
2034	23,87	91,90	134,74	96,78	3,25	237,12
2035	22,19	83,25	143,49	96,78	3,24	236,57
2036	20,74	75,45	150,60	96,78	3,24	236,59
2037	19,43	68,33	157,04	96,78	3,24	236,65
2038	18,29	62,00	162,89	96,78	3,24	236,59
2039	17,24	56,42	167,94	96,78	3,24	236,60
2040	16,32	51,41	172,64	96,78	3,24	236,49

¹ Maior consumo de energia na Fase II, sem considerar os 03 primeiros anos de adaptação desta Fase. Ano usado para o Estudo de Dispersão.

Para a determinação das taxas de emissões do estudo a de dispersão apresentados na sequência, considerou-se que 100% do combustível consumido na FPSO ocorre em 2 caldeiras

(Fase I e Fase II) e que o total de combustível consumido em peregrino C acontece nas 2 turbinas.

3.1.2 Operação do Flare

Os cálculos das emissões apresentados foram gerados a partir dos consumos de gás (*flare* e respectivo piloto) anual previsto e informado pela **EQUINOR**. Os dados adotados foram os mesmos na **Fase I** e na **Fase II**. A eficiência adotada foi de 95% (eficiência recomendada para Flare sem uso de vapor).

A Tabela 3.3 apresenta os quantitativos anuais de consumo dos gases dos gases, sendo que para o gás do *flare*, o quantitativo adotado foi a média das operações como o consumo mínimo, máximo e do máximo previsto (para a operação). As Figuras 3.1 e 3.2 apresentam os laudos de análise do gás do *flare* e do gás do piloto, respectivamente.

Tabela 3.3 – Quantidade de Consumo de Gas no Flare e no Piloto – Fases I e II

Gás	Consumo (t/ano)
Flare	19.531
Piloto	3.721

No Amostra:	1.01	Ponto de Coleta:	48-FIT-3012
Data:	19 de Julho de 2018	Pressão:	101.51 kPa
Hora:	09h00	Temperatura:	59.77 °C

Componente	Referência	%mol	Incerteza ⁽¹⁾	MW g/mol
Oxigênio	O ₂	2.424	0.024	32.0
Nitrogênio	N ₂	61.305	0.613	28.0
Metano	C1	26.644	0.266	16.0
Dióxido de Carbono	CO ₂	2.422	0.024	44.0
Etano	C2	1.710	0.017	30.1
Sulfeto de Hidrogênio	H ₂ S	0.000	0.000	34.1
Vapor de Água	H ₂ O	0.708	0.007	18.0
Propano	C3	2.298	0.023	44.1
i-Butano	i-C4	0.516	0.005	58.1
n-Butano	n-C4	0.762	0.008	58.1
i-Pentano	i-C5	0.407	0.004	72.2
n-Pentano	n-C5	0.308	0.003	72.2
Hexanos	C6	0.288	0.003	86.2
Heptanos	C7	0.148	0.001	100.2
Octanos	C8	0.040	0.000	114.2
Nonanos+	C9+	0.020	0.000	128.3
Total		100.000		

			Incerteza ⁽²⁾
Poder Calorífico Superior ⁽²⁾	16.6	MJ/m ³	0.2
Índice de Wobbe ⁽²⁾	17.3	MJ/m ³	0.2
Coefficiente Isentrópico (k = cp/cv)			
Densidade ⁽²⁾	1.129	kg/m ³	0.011

(1) Incerteza relativa de 95%.

(2) Valores reportados à 20°C e 101,325 kPa(a).

Figura 3.1 Laudo de Análise do Gás do Flare

No Amostra:	2.01	Ponto de Coleta:	43-FIT-3012
Data:	19 de Julho de 2018	Pressão:	359.08 kPa
Hora:	09h30	Temperatura:	49.19 °C

Componente	Referência	%mol	Incerteza ⁽¹⁾	MW g/mol
Oxigênio	O ₂	0.331	0.003	32.0
Nitrogênio	N ₂	3.281	0.033	28.0
Metano	C1	72.327	0.723	16.0
Dióxido de Carbono	CO ₂	1.394	0.014	44.0
Etano	C2	5.969	0.060	30.1
Sulfeto de Hidrogênio	H ₂ S	0.001	0.000	34.1
Vapor de Água	H ₂ O	0.691	0.007	18.0
Propano	C3	8.034	0.080	44.1
i-Butano	i-C4	2.092	0.021	58.1
n-Butano	n-C4	2.911	0.029	58.1
i-Pentano	i-C5	1.165	0.012	72.2
n-Pentano	n-C5	0.852	0.009	72.2
Hexanos	C6	0.596	0.006	86.2
Heptanos	C7	0.281	0.003	100.2
Octanos	C8	0.049	0.000	114.2
Nonanos+	C9+	0.026	0.000	128.3
Total		100.000		

			Incerteza ⁽²⁾
Poder Calorífico Superior ⁽²⁾	49.0	MJ/m ³	0.5
Índice de Wobbe ⁽²⁾	53.8	MJ/m ³	0.5
Coeficiente Isentrópico (k = cp/cv)			
Densidade ⁽²⁾	1.017	kg/m ³	0.010

(1) Incerteza relativa de 95%.

(2) Valores reportados à 20°C e 101,325 kPa(a).

Figura 3.2 Laudo de Análise do Gás do Piloto

3.1.3 Carregamento de Petróleo – Flash de CH₄

Os cálculos das emissões apresentados foram gerados a partir do volume anual das características do petróleo armazenado, assim como das condições de operação, previstos e informados pela EQUINOR. Os dados adotados foram os mesmos na Fase I e na Fase II.

As Tabelas 3.4 e 3.5 apresentam as características do petróleo e as condições de operação durante a operação de carregamento, respectivamente.

Ressalta-se que na operação de carregamento, o CO₂ (gás inerte) utilizado no tanque é o gerado nas caldeiras, portanto, essa emissão já está contabilizada nas emissões das caldeiras.

Tabela 3.4 – Características do Petróleo – Fases I e II

Parâmetro	Design Basis Case: Upset Harmonization Case: 1		Design Basis Case: Upset Harmonization Case: 2		Média
	T = First flash	T= 96% CT level	T = First flash	T= 96% CT level	T= Média
	N ₂	81,29	3,67	78,90	1,11
CO ₂	12,89	0,71	12,51	0,31	6,61
CH ₄	0,14	21,21	0,65	26,00	12,00
C ₂ H ₆	0,02	2,88	0,09	2,30	1,32
C ₃ H ₈	0,09	9,85	0,37	9,77	5,02
i-C ₄ H ₁₀	0,05	4,78	0,19	4,72	2,44
n-C ₄ H ₁₀	0,07	8,00	0,33	7,93	4,08
i-C ₅ H ₁₂	0,05	4,67	0,20	4,63	2,39
n-C ₅ H ₁₂	0,03	2,82	0,12	2,79	1,44
C6_1	0,03	2,89	0,13	2,87	1,48
PS1	0,01	0,50	0,02	0,48	0,25
PS2	0,00	0,17	0,01	0,16	0,09
PS3	0,00	0,05	0,00	0,05	0,03
PS4	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
PS5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	0,38	37,57	1,64	36,10	18,92
O ₂	4,96	0,22	4,81	0,06	2,51
MW (g/mol)	30,30	32,80	30,30	32,20	31,40
Densidade (kg/m ³)	1,08	1,16	1,08	1,14	1,12

Tabela 3.5 – Dados Operacionais – Fases I e II

Dado	Valor
Volume armazenado (10 ³ l/ano)	19.548.000
Pressão do gás na linha de alimentação (kPa)	3,5
Pressão atmosférica (kPa)	101,325
Temperatura na linha de alimentação (°C)	80
Grau API do petróleo carregado (°API)	18

Nota: A pressão do gás adotada foi a média dos valores fornecidos (2-5kPa)

3.2 Cálculo das Emissões

3.2.1 Emissões Geradas pela Queima de Combustíveis

Para o cálculo das emissões, considerou-se as seguintes equações:

Para GN:

$$E (t/ano) = C * F * 1000 \quad (\text{Equação 3.1})$$

Na qual:

E: Emissão (t/ano)

C: Consumo de combustível (Sm³/cd) (tabelas 3.1 e 3.2)

F: Fator de emissão (kg/m³) (tabelas 3.4 e 3.5)

1000: conversão de kg para t

Para diesel:

$$E (t/ano) = C * F * D * 1000 \quad (\text{Equação 3.2})$$

Na qual:

E: Emissão calculada (t/ano)

C: Consumo de combustível (Sm³/cd) (tabelas 3.1 e 3.2)

F: Fator de emissão (kg/kg) (tabelas 3.4 e 3.5)

D: Densidade do combustível (kg/m³)

1000: conversão de kg para t

Quanto aos **fatores de emissão**, a Tabela 3.6 apresenta a origem dos fatores de emissões utilizados, e as Tabelas 3.7 e 3.8 os fatores para as caldeiras da FPSO e para as turbinas da PRGC, respectivamente.

Tabela 3.6 – Premissas dos Fatores de Emissão

Fator	GN		Diesel	
	Caldeira	Turbina	Caldeira	Turbina
CO ₂	Calculado a partir do teor de carbono obtido pela análise química do combustível	Calculado a partir do teor de carbono obtido pela análise química do combustível	Calculado a partir do teor de carbono obtido pela análise química do combustível	Calculado a partir do teor de carbono obtido pela análise química do combustível
SO _x	Adotado 0% no teor de enxofre	Adotado 0% no teor de enxofre	Calculado a partir do teor de enxofre obtido pela análise química do combustível	Calculado a partir do teor de enxofre obtido pela análise química do combustível
NO _x	Calculado com base nos dados da produção	Calculado com base nos dados da produção	Calculado com base nos dados da produção	Calculado com base nos dados da produção
CH ₄	Protocolo EPA, AP-42, Volume I, Capítulo 1, Seção 1.4, Tabela 1.4-2	Informado pela EQUINOR	Informado pela EQUINOR	Informado pela EQUINOR
COV	Protocolo EPA, AP-42, Volume I, Capítulo 1, Seção 1.4, Tabela 1.4-2	Informado pela EQUINOR	Informado pela EQUINOR	Informado pela EQUINOR
PTS	Sem emissão de particulado	Sem emissão de particulado	Emissão determinada a partir do teor de cinzas (0,021239%)	Emissão determinada a partir do teor de cinzas (0,021239%)

Tabela 3.7 – Fatores de Emissão Utilizados nas Caldeiras da FPSO

FPSO	GN (PGR+PGRB)	GN (PGR)	GN (Petrobrás)	Diesel
Emissão	kg / m ³ GN	kg / m ³ GN	kg / m ³ GN	kg / kg Diesel
CO ₂	4,454452	2,584290	2,569900	3,199167
SO _x	0,000000	0,000000	0,000000	0,007538
NO _x	0,002723	0,001400	0,001400	0,003600
CH ₄	0,000037	0,000037	0,000037	0,000039
mmCOV	0,000088	0,000088	0,000088	0,000106
MP (%Wt) ¹	-	-	-	0,0212%

¹ Cinzas + metais pesados (V e Na) + sal em água (exceto cloreto)

Tabela 3.8 – Fatores de Emissão Utilizados nas Turbinas da PGRC

PGRC Emissão	Diesel kg / kg Diesel	GN (Petrobrás) kg / m ³ GN
CO ₂	3,199167	2,569900
SO _x	0,007538	-
NO _x	0,025000	0,016000
CH ₄	0,000039	0,000910
nmCOV	0,000030	0,000240
MP (%Wt)*	0,0212%	-

* Cinzas + metais pesados (V e Na) + sal em água (exceto cloreto)

3.2.2 Emissões Geradas na Operação do Flare

Para o cálculo das emissões geradas na queima de gás no *flare* e no respectivo piloto, considerou-se as seguintes equações:

Para CO₂:

$$E (t/ano) = C * t/100 * \varepsilon/100 * 44/12 \quad (\text{Equação 3.3})$$

Na qual:

E: Emissão calculada (t/ano)

C: Consumo de gás no *flare* ou no piloto (t/ano)

t: Teor de carbono no gás (%)

ε : Eficiência do sistema (%)

44/12: Relação das massas moleculares do carbono e do CO₂

Para CH₄:

$$E (t/ano) = C * t/100 * (100 - \varepsilon)/100 \quad (\text{Equação 3.4})$$

Na qual:

E: Emissão calculada (t/ano)

C: Consumo de gás no *flare* ou no piloto (t/ano)

t: Teor de CH₄ no gás (%)

ε : Eficiência do sistema (%)

3.2.3 Emissões Geradas no *Flash* de CH₄

Para o cálculo das emissões geradas no *flash* de CH₄, considerou-se as seguintes equações previstas pelo “Método de Vasquez-Beggs” (VBE) que é utilizado para a estimativa de perdas por *flash*.

$$E \text{ (t/ano)} = EHCT * t/100 \quad \text{(Equação 3.5)}$$

Na qual:

E: Emissão calculada (t/ano)

EHCT: Emissão calculada de hidrocarbonetos totais no petróleo (t/ano)

t: Teor de CH₄ no petróleo (%)

Onde:

$$EHCT \text{ (t/ano)} = ((Rs * 10^3) * (Q * 10^3) * Mol / 24,056 * \frac{1}{10^6}) * 12 \quad \text{(Equação 3.6)}$$

Na qual:

EHCT: Emissão calculada de hidrocarbonetos totais no petróleo (t/ano)

Rs: Relação gás/óleo no petróleo (m³/l)

Q: Volume de petróleo armazenado no tanque (10³l/mês)

Mol: Massa Molecular do Gás no Tanque de Armazenagem (kg/kgmol)

24,056: Volume de 1g-mol de gás nas condições de 101.325kPa e 20°C

12: Meses no ano

Onde:

$$Rs = (C1 * SGx * Pi^{C2} * \exp\left(\frac{C3 * API}{(Ti * 460)}\right)) * 0,02831/158,99 \quad \text{(Equação 3.7)}$$

Na qual:

Rs: Relação gás/óleo no petróleo (m³/l)

C1, C2 e C3: Constantes (adm) (tabela 3.9)

SGx: Densidade relativa do Gás dissolvido na linha de alimentação a 100 psig

Pi: Pressão da Linha de Alimentação + Pressão Atmosférica (psia)

API: Grau API do Petróleo

Ti: Temperatura na linha de alimentação

Tabela 3.9 – Constantes da Equação 3.7 Conforme Grau API do Petróleo

Constante	° API	
	< 30	≥30
C1	0,0362	0,0178
C2	1,0937	1,187
C3	25,724	23,931

Onde:

$$SGx = SGi * (1 + 0,00005912 * API * Ti * \text{Log} \left(\frac{Pi}{114,7} \right)) \quad (\text{Equação 3.8})$$

Na qual:

SGx: Densidade relativa do Gás dissolvido na linha de alimentação a 100 psig

SGi: Densidade relativa do Gás dissolvido na linha de alimentação

API: Grau API do Petróleo (°API)

Ti: Temperatura na linha de alimentação (°F)

Pi: Pressão da Linha de Alimentação + Pressão Atmosférica (psia)

3.3 Resultados das Emissões

3.3.1 – Resultados Gases de Efeito Estufa – CO₂, CH₄ e CO_{2eq}

Os resultados das emissões de CO₂, CH₄ e em CO_{2eq} da Fase I e da Fase II são apresentados nas Tabelas 3.10 e 3.11, respectivamente. As Figuras 3.3 a 3.5 apresentam esses resultados em forma de gráfico, com as emissões anuais e por tipo de fonte de emissão ao longo de toda vida do projeto Peregrino. Para o cálculo das emissões em CO_{2eq}, considerou-se o Potencial de Aquecimento Global (PAG) do CH₄ como 21 vezes ao do CO₂.

Tabela 3.10 – Emissões de CO₂, CH₄ e CO_{2e} – Fase I

Ano	Emissões (FPSO) - t/ano		
	CO ₂	CH ₄	CO _{2e}
2017	471.294,37	253,77	476.623,47
2018	483.987,73	253,92	489.320,06
2019	481.862,18	253,89	487.193,91

*Potencial de Aquecimento Global (PGA) CH₄ = 21 PGA CO₂

Tabela 3.11 – Emissões de CO₂, CH₄ e CO_{2e} – Fase II

Ano	Emissões (FPSO _ PRGC) - t/ano		
	CO ₂	CH ₄	CO _{2eq} *
2021	600.877,26	289,71	606.961,10
2022	578.814,84	321,54	585.567,12
2023	589.800,27	324,71	596.619,20
2024	599.757,49	326,78	606.619,78
2025	610.421,08	328,24	617.314,15
2026	611.229,65	328,69	618.132,11
2027	599.190,21	325,88	606.033,72
2028	595.410,57	326,46	602.266,24
2029	591.248,38	326,84	598.111,95
2030	587.277,14	327,04	594.145,09
2031	583.420,86	327,10	590.290,04
2032	579.660,61	327,06	586.528,92
2033	576.097,49	326,97	582.963,95
2034	572.691,88	326,88	579.556,39
2035	569.633,30	326,68	576.493,56
2036	566.758,73	326,65	573.618,36
2037	564.126,44	326,63	570.985,74
2038	561.836,25	326,58	568.694,52
2039	559.721,38	326,56	566.579,16
2040	557.903,38	326,50	564.759,98

*Potencial de Aquecimento Global (PGA) CH₄ = 21 PGA CO₂

Dióxido de Carbono

Emissões de CO₂

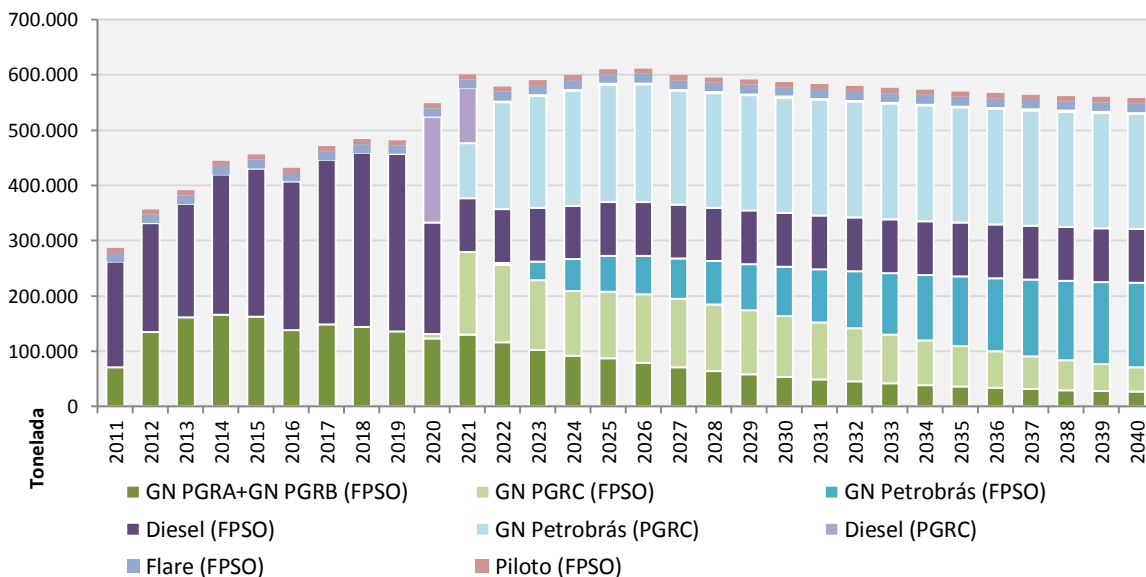


Figura 3.3 Emissões de CO₂

Metano

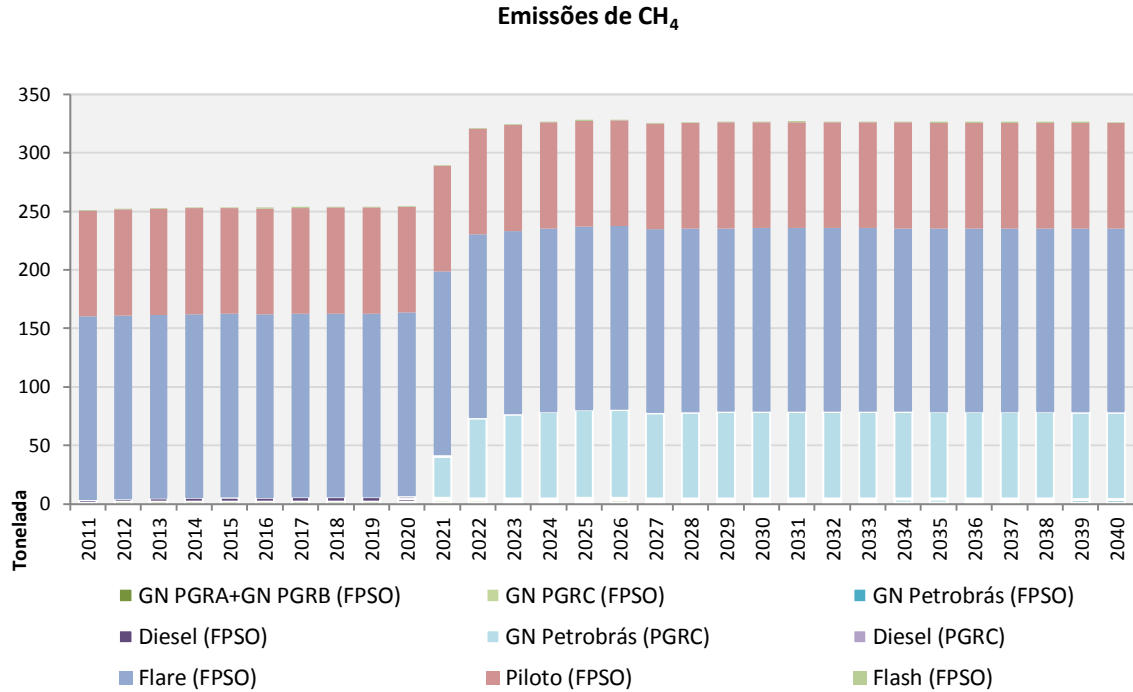


Figura 3.4 Emissões de CH₄

Dióxido de Carbono Equivalente

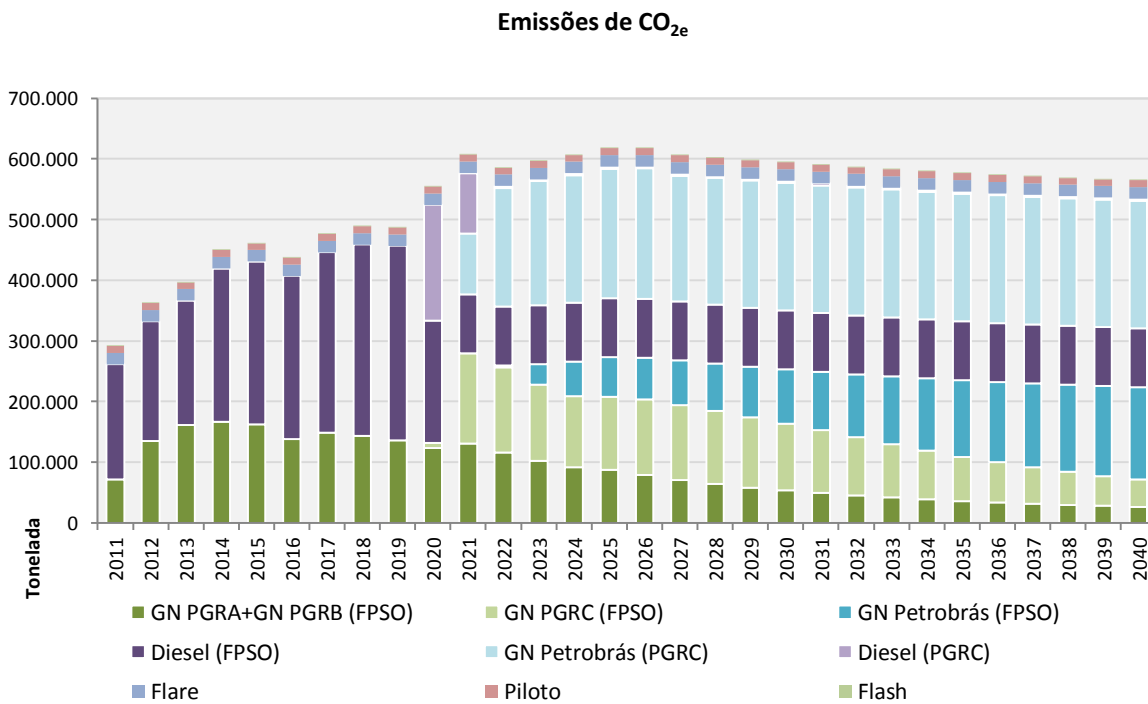


Figura 3.5 Emissões de CO_{2e}

Quanto as emissões de GEE, observa-se que as emissões de CO₂ indicam um aumento a partir de 2021, devido a entrada de operação de Peregrino C. Neste mesmo ano, observa-se um aumento significativo nas emissões de CH₄, devido não apenas ao aumento de produção, mas principalmente ao aumento da utilização de gás natural.

3.3.2 – Resultados Poluente Regulados – NO₂, SO₂, MP (como PTS) e COV

Os resultados das emissões de SO₂, NO_x, PTS e COV da Fase I e da Fase II são apresentados nas Tabelas 3.12 e 3.13, respectivamente. As Figuras 3.6 a 3.9 apresentam esses resultados em forma de gráfico, com as emissões anuais e por tipo de combustível ao longo de toda a vida do projeto Peregrino.

Tabela 3.12 – Emissões de SO₂, NO_x, TPS e COV – Fase I

Ano	Emissões Caldeiras (FPSO) - t/ano			
	SO ₂	NO _x	PTS	COV
2017	699,84	472,86	19,72	14,35
2018	742,31	488,18	20,92	14,78
2019	756,43	487,38	21,31	14,74

Tabela 3.13 – Emissões de SO₂, NO_x, TPS e COV – Fase II

Ano	Emissões Caldeiras (FPSO + PRGC) - t/ano			
	SO ₂	NO _x	PTS	COV
2021	463,06	1.784,96	13,05	22,46
2022	235,77	1.595,88	6,64	29,72
2023	236,09	1.640,17	6,65	30,67
2024	236,31	1.669,24	6,66	31,39
2025	236,44	1.697,20	6,66	32,00
2026	236,48	1.703,87	6,66	32,13
2027	236,20	1.648,67	6,66	31,30
2028	236,28	1.652,80	6,66	31,30
2029	236,31	1.653,05	6,66	31,26
2030	236,34	1.650,59	6,66	31,19
2031	236,35	1.645,43	6,66	31,09
2032	236,37	1.638,21	6,66	30,98
2033	236,34	1.630,22	6,66	30,87
2034	236,34	1.622,32	6,66	30,76
2035	236,32	1.612,96	6,66	30,64
2036	236,34	1.607,13	6,66	30,55
2037	236,32	1.602,01	6,66	30,48
2038	236,32	1.596,89	6,66	30,40

2039	236,32	1.592,66	6,66	30,34
2040	236,34	1.588,30	6,66	30,28

Dióxido de Enxofre

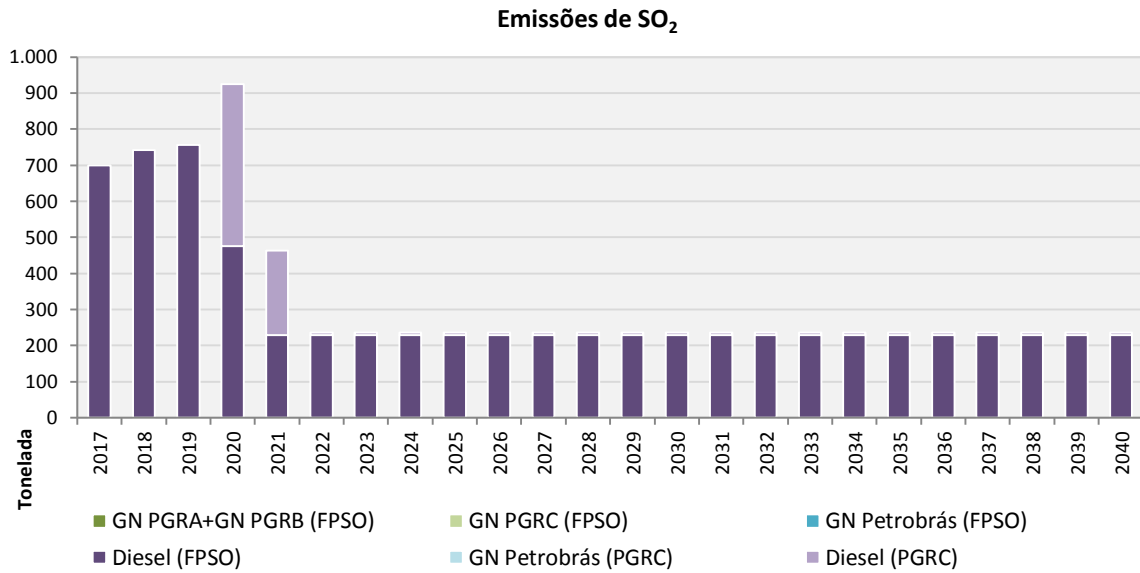


Figura 3.6 Emissões de SO₂

A partir de 2022 observa-se uma redução significativa das emissões de SO₂, devido a substituição do Diesel atualmente utilizado por gás natural, proveniente da Petrobrás.

Dióxido de Nitrogênio

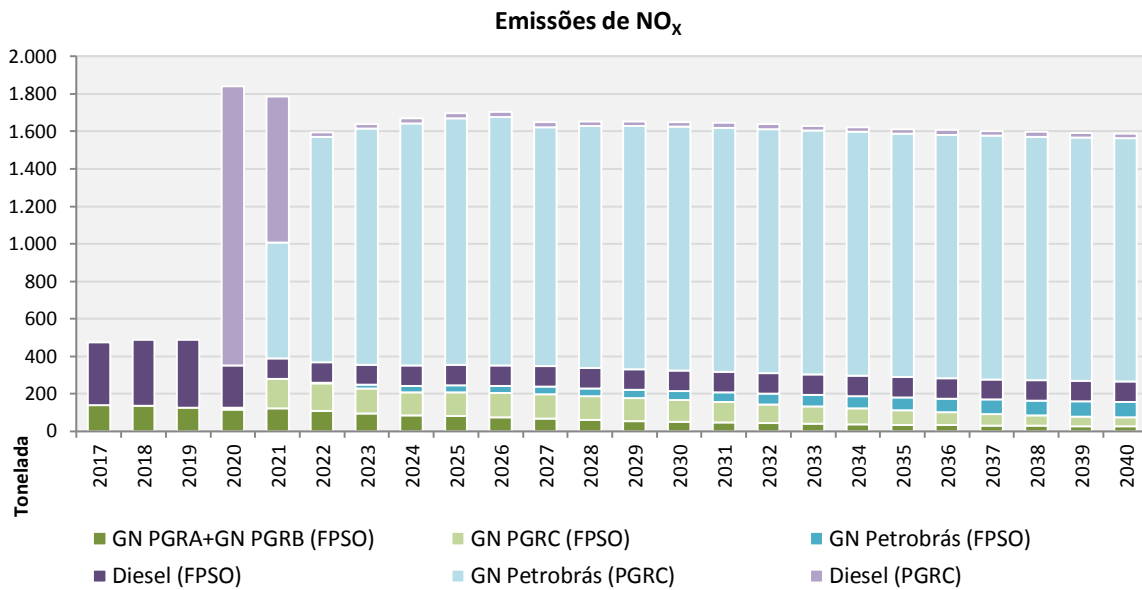


Figura 3.7 Emissões de NO_x

Observa-se um aumento significativo nas emissões a partir de 2020, devido ao início em operação das turbinas em Peregrino C. Num primeiro momento essas emissões são oriundas da queima de diesel nas turbinas, que a partir de 2021 é substituído pelo Gás Natural da Petrobras.

Material Particulado como PTS

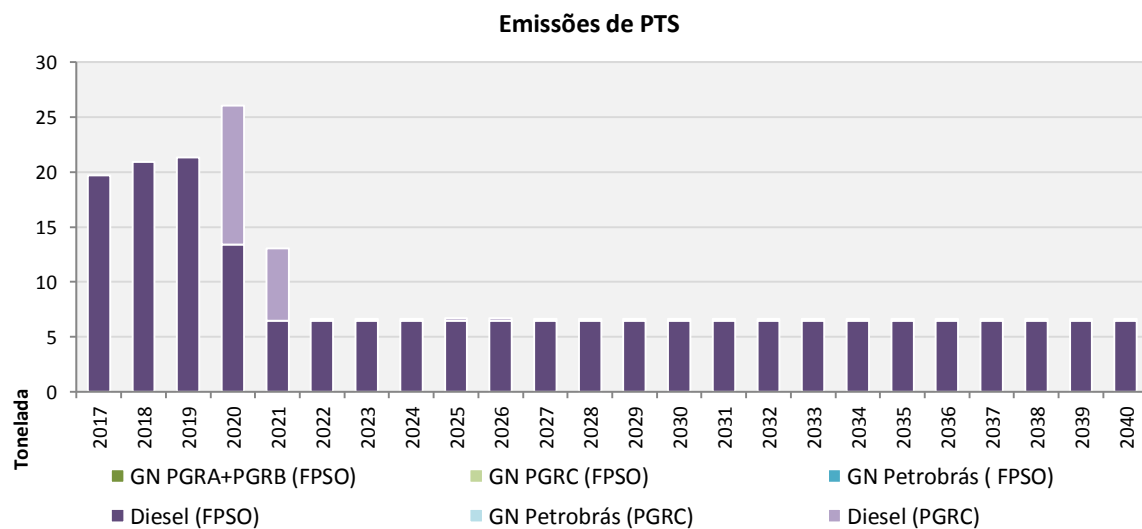


Figura 3.8 Emissões de PTS

Observa-se uma diminuição significativa a partir de 2022 devido à queda no volume de diesel usado.

Compostos Orgânicos Voláteis

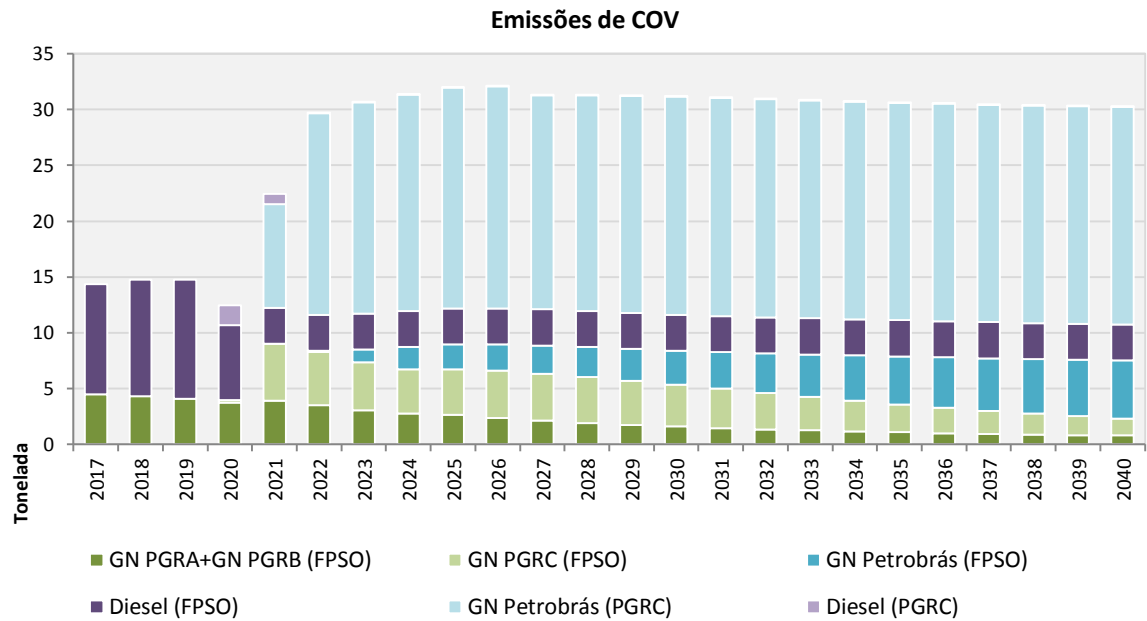


Figura 3.9 Emissões de COV

Em 2021 / 2022 observa-se um aumento significativo nas emissões de COV devido ao aumento de produção da movimentação de gás natural com a entrada em operação de Peregrino C.

As Tabelas com as emissões detalhadas estão apresentadas no Anexo 1.

4.0 ESTUDO DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

Com o objetivo de avaliar o impacto das emissões do projeto Peregrino, e comparar a Fase I e Fase II, realizou-se o estudo de dispersão das emissões.

4.1 Modelo - AERMOD

Este estudo de modelagem de dispersão atmosférica foi realizado com o modelo matemático AERMOD View™, versão 9.5.0, referendado pela U.S. EPA (*United States Environmental Protection Agency*).

O AERMOD possui três componentes:

- AERMOD, o modelo de dispersão;
- AERMAP, que realiza o processamento do terreno; e,
- AERMET, pré-processamento dos dados meteorológicos.

As simulações realizadas pelo modelo matemático de dispersão de poluentes atmosféricos permitem estimar as máximas concentrações, ao nível do solo, dos poluentes emitidos pelas diversas fontes do empreendimento.

A partir dos dados de emissões atmosféricas utilizou-se o modelo baseado na função de distribuição Gaussiana, ou seja, o modelo assume que a pluma de uma determinada fonte de emissão se dispersa na horizontal, na vertical e ao longo do eixo da pluma num perfil gaussiano. As máximas concentrações ocorrem no centro da pluma, decaindo nas três direções cartesianas x, y e z com comportamento gaussiano. A Figura 4.1 ilustra a evolução de uma pluma gaussiana desde o ponto de emissão até instantes posteriores à emissão.

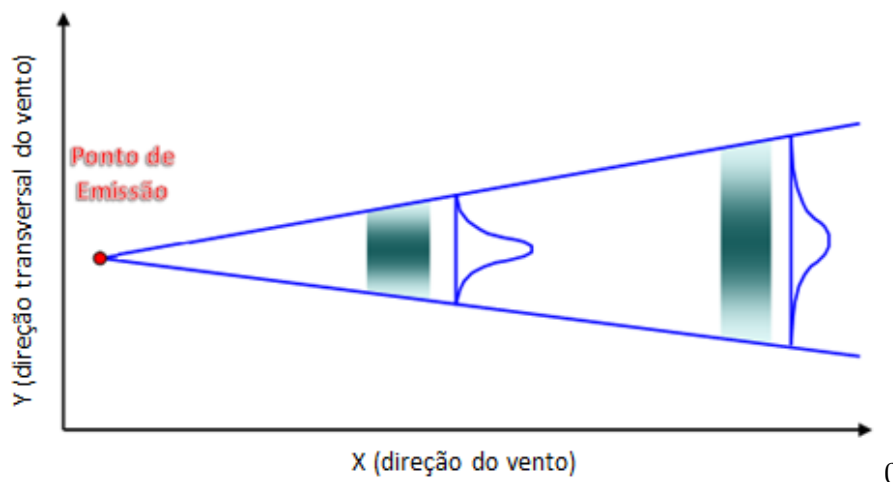


Figura 4.1 Vista Superior de Pluma Gaussiana

Na Figura 4.1, os tons mais escuros salientam as máximas concentrações de um determinado parâmetro no centróide da pluma, enquanto os tons mais claros representam concentrações menores.

De maneira geral, os modelos gaussianos fornecem interpretações adequadas para a maioria das avaliações habitualmente realizadas, razão pela qual têm sido utilizados por agências ambientais de diversas organizações, em âmbito mundial. Os resultados do estudo dependem da qualidade das informações disponibilizadas, que são:

- Dados da fonte emissora (taxa de emissão, características das fontes);
- Topografia; e,
- Dados meteorológicos.

Estas informações serão apresentadas a seguir.

4.2 Fontes Emissoras

Para o estudo foram adotados os dados considerando dois cenários: O cenário 1 (atual correspondente a Fase I do projeto Peregrino) e o cenário 2 (futuro - correspondente a Fase II do projeto Peregrino). Partiu-se das informações de emissão anual (apresentadas no item 3 deste relatório). Para a transformação da emissão de tonelada/ano para gramas/segundo, considerou-se e tempo anual de 31.557.600 segundos/ano, corresponde a 365,25 dias/ano.

A Figura 4.2 apresenta a plotagem das fontes no modelo, as caldeiras da FPSO e as turbinas da PRGC.

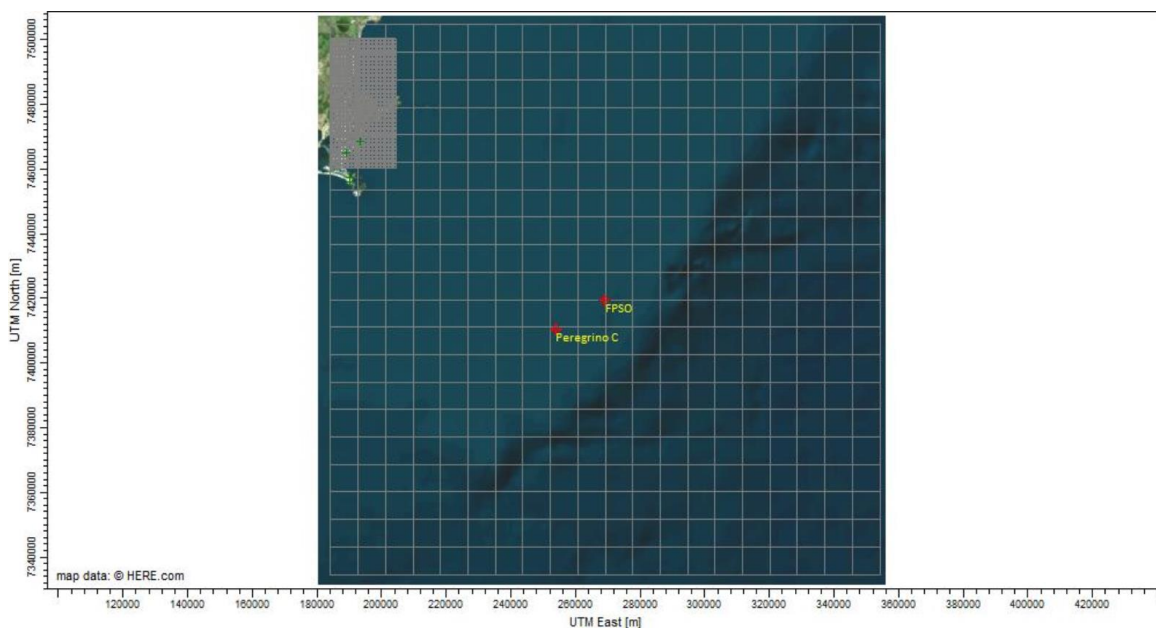


Figura 4.2 – Localização das Fontes Emissoras do Estudo

Cenário 1 Atual:

Nesse cenário as fontes de emissão consideradas foram as 02 caldeiras na FPSO. A tabela 4.1 a seguir apresenta as emissões anuais e a Tabela 4.2, as informações usadas na modelagem matemática. No modelo considerou-se uma chaminé equivalente, ou seja, com a mesma área da soma de das 2 chaminés das Caldeiras A e B.

Tabela 4.1 - Resultado Emissões – Anual (t/ano) – Poluentes Regulados – Cenário 1

Ano	Emissões Caldeiras (FPSO) - t/ano			
	SO ₂	NO _x	MP	COV
2017	699,84	472,86	19,72	14,35
2018	742,31	488,18	20,92	14,78
2019	756,43	487,38	21,31	14,74

As emissões de 2019 foram a base para a determinação das taxas de emissões apresentadas na Tabela 4.2 a seguir.

Tabela 4.2 - Resultado Emissões – Anual (t/ano) – Poluentes Regulados – Cenário 1

		Caldeira A	Caldeira B	Caldeira Equivalente
Taxa de Emissão (g/s)	SO ₂	11,98	11,98	23,96
	NO _x	7,72	7,72	15,44
	MP	0,34	0,34	0,68
	COV	0,23	0,23	0,46
Coordenadas Geográficas				
Altura Chaminé (m)		10,6	10,6	10,6
Diâmetro (m)		1,98	1,98	2,80
Saída chaminé		Horizontal	Horizontal	Horizontal
Temperatura Gases (°C)		185	185	185
Velocidade Gases (m/s)		9,9	9,9	9,9

Cenário 2 Futuro:

Nesse cenário as fontes de emissão consideradas foram as 02 caldeiras na FPSO e as duas turbinas a gás na PGRC. A Tabela 4.3 a seguir apresenta as emissões anuais e a Tabela 4.4, os dados de entrada do modelo no Cenário 2.

Tabela 4.3 - Resultado Emissões – Anual (t/ano) – Poluentes Regulados – Cenário 2

Ano	Emissões Caldeiras (FPSO + PRGC) - t/ano			
	SO ₂	NO _x	MP	COV
2021	463,06	1.784,96	13,05	22,46
2022	235,77	1.595,88	6,64	29,72
2023	236,09	1.640,17	6,65	30,67
2024	236,31	1.669,24	6,66	31,39
2025	236,44	1.697,20	6,66	32,00
2026	236,48	1.703,87	6,66	32,13
2027	236,20	1.648,67	6,66	31,30
2028	236,28	1.652,80	6,66	31,30
2029	236,31	1.653,05	6,66	31,26
2030	236,34	1.650,59	6,66	31,19
2031	236,35	1.645,43	6,66	31,09
2032	236,37	1.638,21	6,66	30,98
2033	236,34	1.630,22	6,66	30,87
2034	236,34	1.622,32	6,66	30,76
2035	236,32	1.612,96	6,66	30,64
2036	236,34	1.607,13	6,66	30,55
2037	236,32	1.602,01	6,66	30,48
2038	236,32	1.596,89	6,66	30,40
2039	236,32	1.592,66	6,66	30,34
2040	236,34	1.588,30	6,66	30,28

As emissões de 2026 foram a base para a determinação das taxas de emissões apresentadas na Tabela 4.4 a seguir.

Tabela 4.4 - Input Modelagem – Cenário 2_Atual

Parâmetros		FPSO			Peregrino C		
		Caldeira A	Caldeira B	Caldeira Equivalente	Turbina A	Turbina B	Turbina Equivalente
Taxa de Emissão (g/s)	SO ₂	3,62	3,62	7,24	0,12	0,12	0,24
	NO _x	5,57	5,57	11,14	21,43	21,43	42,86
	MP	0,10	0,10	0,20	0,003	0,003	0,006
	COV	0,19	0,19	0,38	0,32	0,32	0,64
Coordenadas Geográficas		269.119; 7.419.592			253.825; 7.410.345		
Altura Chaminé (m)		10,6	10,6	10,60	49	49	49
Diâmetro (m)		1,98	1,98	2,80	2,56	2,56	3,62
Saída chaminé		Horizontal	Horizontal	Horizontal	Vertical	Vertical	Vertical
Temperatura Gases (C)		185	185	185	546,2	546,2	546,2
Velocidade Gases (m/s)		9,9	9,9	9,9	30,7	30,7	30,7

4.4 Dados Meteorológicos

Para a realização do estudo de dispersão foi utilizado um arquivo meteorológico de 5 (cinco) anos, do período de 01 de janeiro de 2013 a 31 de dezembro de 2017. Como não foram identificadas estações meteorológicas próximas ao local com as informações necessárias, o arquivo utilizado foi gerado pelo modelo de mesoescala MM5, processado pela *Lakes Environmental Software*.

O Sistema MM5 é um modelo de mesoescala de simulação numérica desenvolvido no final da década de 1970 pela *Penn State University* em conjunto com o *National Center for Atmospheric Research (NCAR)*. Atualmente, encontra-se na 5ª geração e possui como características principais a capacidade de múltiplos alinhamentos de grade, dinâmica não hidrostática e assimilação de dados em quatro dimensões, além de várias parametrizações físicas. O MM5 utiliza um sistema de coordenadas sigma que segue a topografia do terreno e resolve as equações de *Navier-Stokes* em três dimensões, a equação da comunidade, a 1ª Lei da termodinâmica e a equação da transferência radiativa.

Na geração dos arquivos a serem utilizados a partir dos dados enviados pela Lakes, considerou-se uma seção única, como água/oceano, uma vez que empreendimento está localizado a 80 km da costa, em alto mar. Desta forma, os índices utilizados estão apresentados na Tabela 4.5 a seguir.

Tabela 4.5 - Índices Usados no Modelo

Albedo	Bowen Radio	Surface Roughness
0,14	0,45	0,0001

A Figura 4.3 apresenta a rosa dos ventos elaborada a partir do arquivo meteorológico.

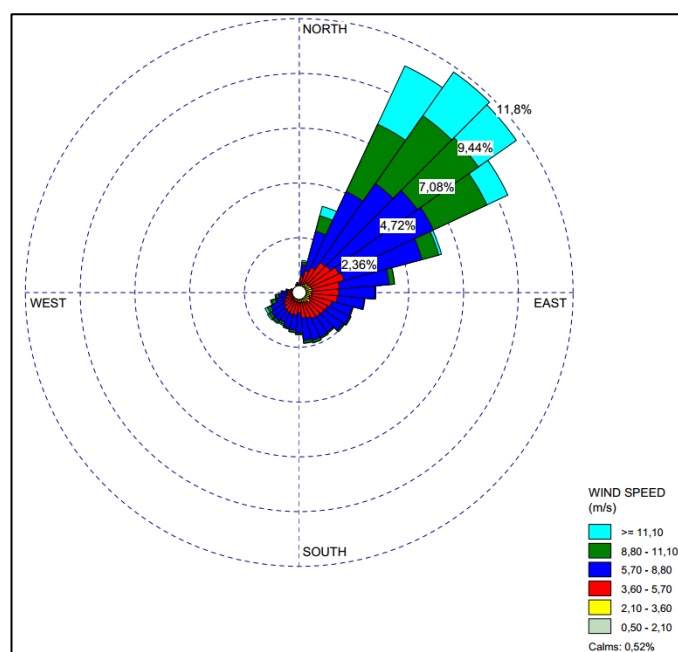


Figura 4.3 Rosa-dos-Ventos da Região do Estudo

4.5 Topografia

A fonte está em alto mar, desta forma a topografia é plana.

4.6 Área de Domínio do Modelo e Receptores

No modelo de dispersão atmosférica são contemplados os seguintes tipos de receptores:

- Grid (Cartesiano e Polar e cada uma delas pode ser Uniforme e Não-Uniforme e Limite da Cerca); Discretos (Cartesiano e Polar);
- Limite da área de interesse (Cartesiano e Polar) e o *Fenceline* grid, definido a partir dos limites da área.

Neste estudo foram criados três grids cartesianos, todos uniformes, sendo um com 170 quilômetros de lado e espaçamento de 8.500 metros, um retângulo de 20 km por 40 km, espaçamento de 500 m sobre a região costeira e um quadrado de 10 km de lado, espaçamento de 500 metros, na região central, tendo a FPSO como centro. A Figura 4.4 apresenta os detalhes.

Também foram definidos 04 (quatro) receptores discretos ao longo da costa, cujas coordenadas estão apresentadas na Tabela 4.6 a seguir.

Tabela 4.6 – Receptores Discretos

Identificação do Ponto	Coordenadas UTM
Ponto 1	190.161 x 7.456.094
Ponto 2	190.003 x 7.457.584
Ponto 3	189.258 x 7.465.081
Ponto 4	193.553 x 7.468.694

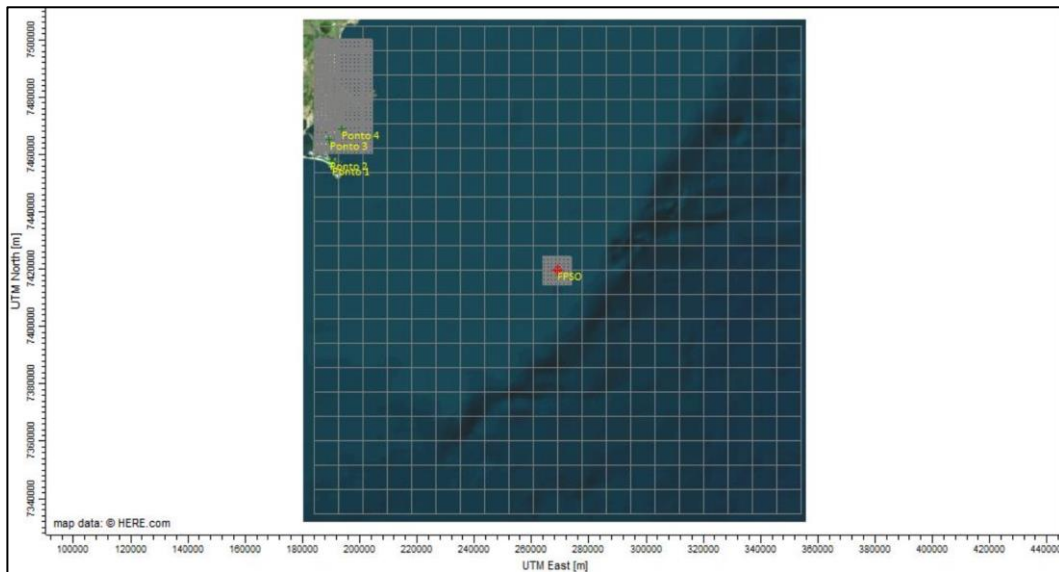


Figura 4.4 Área total do estudo



Figura 4.5 Receptores Discretos

5.0 ASPECTOS LEGAIS ENVOLVIDOS – PADRÕES QUALIDADE DO AR

Os padrões de qualidade do ar para são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03, de 28/06/90 e estão apresentados na **Tabela 5.1**. São estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar: os primários e os secundários.

São padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo em metas de curto e médio prazo.

São padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê um mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como um mínimo de dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejáveis de concentração de poluente, constituindo-se em meta de longo prazo.

O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar. Devem ser aplicados às áreas de preservação (por exemplo: parques nacionais, áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas, etc). Não se aplicam, pelo menos a curto prazo, às áreas de desenvolvimento, onde devem ser aplicados os padrões primários. Como prevê a própria Resolução CONAMA 03/90, a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer que o território nacional seja dividido em classes I, II e III conforme o uso preterido. A mesma resolução prevê ainda que enquanto não for estabelecida a classificação das áreas, os padrões aplicáveis serão os primários.

Tabela 5.1 – Padrões de Qualidade do Ar Federal – Resolução CONAMA 03/90.

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Método de Medição
Partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA ²	80	60	
Partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	Separação inercial / filtração
	MAA ³	50	50	
Monóxido de Carbono	1 hora	40.000 (35 ppm)	40.000 (35 ppm)	Infravermelho Não Dispersivo
	8 horas	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)	
Dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100	Pararonalina.
	MAA ³	80	40	
Dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	Quimioluminescência
	MAA ³	100	100	

¹ – Não deve ser excedido mais que uma vez por ano.

² – Média geométrica anual.

³ – Média aritmética anual.

De acordo com estes padrões primários e secundários, contidos no Art. 3º da referida Resolução, e com os padrões para os Níveis de Atenção, de Alerta e de Emergência, contidos no Art. 6º, é possível classificar a qualidade do ar em índices de concentração (tabelas abaixo). Estes índices são úteis para a qualificação objetiva da qualidade do ar, bem como a determinação dos possíveis efeitos na saúde humana.

Tabela 5.2 – Índices de qualidade do ar: relação do índice com as concentrações dos diversos poluentes.

Qualidade	Índice	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Boa	0-50	0-80	0-50	0-80	0-100
Regular	51-100	> 80 - 240	>50-150	> 80-365	> 100-320
Inadequada	101-199	> 240 e < 375	>150 e < 250	> 365 e < 800	>320 e < 1130
Má	200-299	≥ 375 e < 625	≥ 250 e < 420	≥ 800 e <1600	≥1130 e < 2260
Péssima	≥ 300	≥ 625	≥ 420	≥ 1600	≥ 2260

Tabela 5.3 – Índices de qualidade do ar: efeito na saúde.

Qualidade	Significado
Boa	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	Pessoas de grupo sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupo sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
Péssima	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

6.0 RESULTADOS DO ESTUDO DE DISPERSÃO

A seguir são apresentados os resultados da simulação de dispersão de poluentes no entorno da Projeto Peregrino II. As tabelas apresentam as máximas concentrações obtidas no estudo de dispersão e sua comparação com os padrões legais para a qualidade do ar.

6.1 Dióxido de Nitrogênio (NO₂)

A Tabela 6.1 apresenta os resultados de Óxidos de Nitrogênio (NO_x) como Dióxido de Nitrogênio (NO₂) do Cenário 1 e a Tabela 6.2, Cenário 2.

Tabela 6.1 Resultados das Máximas Concentrações para NO₂ – Cenário 1

Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)		1 hora		Anual	
		Concentração (µg/m ³)	Localização	Concentração (µg/m ³)	Localização
Máximas concentrações	1ª máxima	79,13	269.119; 7.419.092	3,95	268.619; 7.419.092
	2ª máxima	78,11	268.619; 7.419.092	2,48	268.119; 7.419.092
Receptores Discretos	Ponto 1	8,06	-	0,017	-
	Ponto 2	7,28	-	0,017	-
	Ponto 3	7,20	-	0,018	-
	Ponto 4	8,22	-	0,019	-
PNQA_NO₂		320		100	

Tabela 6.2 Resultados das Máximas Concentrações para NO₂ – Cenário 2

Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)		1 hora		Anual	
		Concentração (µg/m ³)	Localização	Concentração (µg/m ³)	Localização
Máximas concentrações	1ª máxima	57,11	269.119; 7.419.092	2,88	268.619; 7.419.092
	2ª máxima	56,36	268.619; 7.419.092	1,84	268.119; 7.419.092
Receptores Discretos	Ponto 1	5,82	-	0,025	-
	Ponto 2	5,25	-	0,024	-
	Ponto 3	5,20	-	0,024	-
	Ponto 4	5,93	-	0,025	-
PNQA_NO₂		320		100	

Em ambos os cenários as máximas concentrações encontram-se abaixo do padrão legal e localizam-se no meio do oceano, próximo à plataforma. Observa-se que as concentrações que chegam à costa são significativamente inferiores aos padrões legais (entre 2 e 3% para 1 hora e abaixo entre 1 e 2% para o período anual, no pior cenário).

As concentrações anuais simuladas estão significativamente abaixo dos padrões estabelecidos em legislação.

As curvas de isoconcentrações serão apresentadas no Anexo 2.

6.2 Dióxido de Enxofre (SO₂)

A Tabela 6.3 apresenta os resultados de Dióxido de Enxofre (SO₂) do Cenário 1 e a Tabela 6.4, Cenário 2.

Tabela 6.3 Resultados das Máximas Concentrações para SO₂ – Cenário 1

Dióxido de Enxofre (SO ₂)		24 horas		Anual	
		Concentração (µg/m ³)	Localização	Concentração (µg/m ³)	Localização
Máximas concentrações	1 ^a máxima	31,89	268.619; 7.419.092	6,13	268.619; 7.419.092
	2 ^a máxima	31,54	268.619; 7.419.092	3,85	268.119; 7.419.092
Receptores Discretos	Ponto 1	0,59	-	0,027	-
	Ponto 2	0,56	-	0,027	-
	Ponto 3	0,62	-	0,028	-
	Ponto 4	0,78	-	0,030	-
PNQA_SO2		365		80	

Tabela 6.4 Resultados das Máximas Concentrações para SO₂ – Cenário 1

Dióxido de Enxofre (SO ₂)		24 horas		Anual	
		Concentração (µg/m ³)	Localização	Concentração (µg/m ³)	Localização
Máximas concentrações	1 ^a máxima	9,65	268.619; 7.419.092	1,86	268.619; 7.419.092
	2 ^a máxima	9,54	268.619; 7.419.092	1,17	268.119; 7.419.092
Receptores Discretos	Ponto 1	0,18	-	0,0084	-
	Ponto 2	0,17	-	0,0084	-
	Ponto 3	0,19	-	0,0086	-
	Ponto 4	0,24	-	0,0091	-
PNQA_SO2		365		80	

Em ambos os cenários as máximas concentrações enxontram-se abaixo do padrão legal e localizam-se no meio do oceano, próximo à plataforma. Observa-se que as concentrações que chegam à costa são significativamente inferiores aos padrões legais (abaixo de 1% para 24 hora e abaixo de 0,5% par ao período anual).

As concentrações anuais simuladas estão significativamente abaixo dos padrões estabelecidos em legislação.

As curvas de isoconcentrações serão apresentadas no Anexo 2.

6.3 Partículas Totais em Suspensão (PTS)

A Tabela 6.5 apresenta os resultados de Partículas Totais em Suspensão (PTS) do Cenário 1 e a Tabela 6.6, Cenário 2.

Tabela 6.5 Resultados das Máximas Concentrações para PTS – Cenário 1

Partículas Totais em Suspensão (PTS)		24 horas		Anual	
		Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Localização	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Localização
Máximas concentrações	1ª máxima	0,90	268.619; 7.419.092	0,17	268.619; 7.419.092
	2ª máxima	0,89	268.619; 7.419.092	0,11	268.119; 7.419.092
Receptores Discretos	Ponto 1	0,017	-	0,0008	-
	Ponto 2	0,016	-	0,0008	-
	Ponto 3	0,018	-	0,0008	-
	Ponto 4	0,022	-	0,0008	-
PNQA_PTS		240		80	

Tabela 6.6 Resultados das Máximas Concentrações para PTS – Cenário 2

Partículas Totais em Suspensão (PTS)		24 horas		Anual	
		Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Localização	Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Localização
Máximas concentrações	1ª máxima	0,27	268.619; 7.419.092	0,05	268.619; 7.419.092
	2ª máxima	0,26	268.619; 7.419.092	0,03	268.119; 7.419.092
Receptores Discretos	Ponto 1	0,0050	-	0,00023	-
	Ponto 2	0,0047	-	0,00023	-
	Ponto 3	0,0052	-	0,00024	-
	Ponto 4	0,0066	-	0,00025	-
PNQA_PTS		240		80	

Em ambos os cenários as máximas concentrações encontram-se abaixo do padrão legal e localizam-se no meio do oceano, próximo à plataforma. Observa-se que as concentrações que chegam à costa são significativamente inferiores aos padrões legais (abaixo de 1% para 24 hora e abaixo de 0,5% para o período anual).

As concentrações anuais simuladas estão significativamente abaixo dos padrões estabelecidos em legislação.

As curvas de isoconcentrações serão apresentadas no Anexo 2.

6.4 Compostos Orgânicos Voláteis (COV)

A Tabela 6.7 apresenta os resultados de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) do Cenário 1 e a Tabela 6.8, Cenário 2.

Tabela 6.7 Resultados das Máximas Concentrações para COV – Cenário 1

Compostos Orgânicos Voláteis (COV)		1 hora	
		Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Localização
Máximas concentrações	1ª máxima	2,40	269.119; 7.419.092
	2ª máxima	2,38	268.619; 7.419.092
Receptores Discretos	Ponto 1	0,26	-
	Ponto 2	0,24	-
	Ponto 3	0,23	-
	Ponto 4	0,26	-
PNQA_COV		-	

Tabela 6.6 Resultados das Máximas Concentrações para COV – Cenário 2

Compostos Orgânicos Voláteis (COV)		1 hora	
		Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Localização
Máximas concentrações	1ª máxima	2,00	269.119; 7.419.092
	2ª máxima	1,97	268.619; 7.419.092
Receptores Discretos	Ponto 1	0,21	-
	Ponto 2	0,20	-
	Ponto 3	0,19	-
	Ponto 4	0,22	-
PNQA_COV		-	

Observa-se que não há padrões de qualidade do ar estabelecidos na legislação nacional para Compostos Orgânicos Voláteis.

7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 – Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

Com relação às emissões de dióxidos de nitrogênio geradas pela operação do projeto, observa-se um aumento significativo nas emissões devido a entrada em operação das turbinas a gás em Peregrino C. Esse aumento está representado nas taxas de emissões modeladas.

Quando se avalia os resultados da dispersão, observa-se uma queda nas máximas concentrações, apesar do aumento da emissão. Isto ocorre devido a geometria das chaminés. A taxa de emissão na FPSO, cujas chaminés são horizontais e, conseqüentemente, piores para a dispersão atmosférica são menores. A emissão de Peregrino C acontece em chaminé vertical e alta, favorecendo assim a dispersão dos poluentes.

7.2 – Dióxido de Enxofre (SO_2)

Conforme esperado, as emissões de SO_2 diminuem com a entrada em operação de Peregrino C devido a substituição de grande parte do diesel consumido por gás natural proveniente da Petrobras.

Essa queda das emissões é observada também nos resultados do estudo de dispersão, que apresentaram uma queda de quase 70% nas máximas concentrações no período de 24 horas e anual.

7.3 – Partículas Totais em Suspensão (PTS)

Conforme esperado, as emissões de material particulado, que neste estudo foi considerado como PTS, também apresentaram uma diminuição com a entrada em operação de Peregrino C devido a substituição de grande parte do diesel consumido por gás natural proveniente da Petrobras.

Essa queda das emissões é observada também nos resultados do estudo de dispersão, cujas concentrações no cenário 1 (com maior queima de Diesel) já eram baixas.

7.4 – Compostos Orgânicos Voláteis (COV)

Assim como acontece com as emissões de NO_x, as emissões de COV também apresentam um aumento com a entrada em operação de Peregrino C, devido a maior movimentação de gás natural. Ressalta-se que não há padrões de qualidade do ar na legislação nacional para este parâmetro.

O estudo de dispersão também mostrou uma queda nas máximas concentrações de COV, apesar do aumento das emissões.

7.5 – Gases de Efeito Estufa (GEE) – Dióxido de Carbono (CO₂) e Metano (CH₄)

No que se refere às emissões de GEE espera-se um aumento da ordem de 20% nas emissões de CO₂ devido ao aumento de produção e consequente aumento de demanda energética.

Quanto as emissões de CH₄, o incremento nas emissões esperadas é maior, na ordem de 12 vezes mais, pois além do aumento de produção, o principal combustível usado será o gás natural.

7.6 – Cenário hipotético sem importação do gás natural da Petrobras

O projeto de aumento de produção pela instalação de Peregrino C está vinculado ao projeto de importação de GN da Petrobras. Porém, realizou-se uma estimativa quanto seriam as emissões sem a importação desse gás e a diferença, para avaliar o ganho obtido pela alteração da matriz energética do campo de Peregrino.

A Tabela 7.1 apresenta as emissões de GEE, e a Tabela 7.2, esse mesmo comparativo para os poluentes regulados.

Tabela 7.1 Comparativo emissões GEE entre Peregrino II com e sem importação de GN

Ano	Peregrino II - com Importação de GN			Peregrino II - SEM Importação de GN			Diferença		
	CO ₂	CH ₄	CO _{2e}	CO ₂	CH ₄	CO _{2e}	CO ₂	CH ₄	CO _{2e}
2021	600.877,26	289,71	606.961,10	633.806,91	255,88	639.180,39	-32.929,65	33,83	-32.219,30
2022	578.814,84	321,54	585.567,12	646.361,26	255,99	651.737,04	-67.546,42	65,55	-66.169,92
2023	589.800,27	324,71	596.619,20	671.366,18	256,25	676.747,50	-81.565,91	68,46	-80.128,29
2024	599.757,49	326,78	606.619,78	691.919,02	256,48	697.305,02	-92.161,53	70,30	-90.685,23
2025	610.421,08	328,24	617.314,15	706.795,78	256,66	712.185,60	-96.374,70	71,58	-94.871,45
2026	611.229,65	328,69	618.132,11	709.275,86	256,69	714.666,41	-98.046,21	72,00	-96.534,31
2027	599.190,21	325,88	606.033,72	696.281,10	256,54	701.668,41	-97.090,90	69,34	-95.634,69
2028	595.410,57	326,46	602.266,24	694.810,52	256,51	700.197,20	-99.399,95	69,95	-97.930,96
2029	591.248,38	326,84	598.111,95	692.989,11	256,47	698.375,05	-101.740,73	70,36	-100.263,10
2030	587.277,14	327,04	594.145,09	691.323,18	256,44	696.708,42	-104.046,04	70,61	-102.563,33
2031	583.420,86	327,10	590.290,04	689.907,13	256,41	695.291,69	-106.486,26	70,70	-105.001,65
2032	579.660,61	327,06	586.528,92	688.855,09	256,38	694.239,05	-109.194,48	70,68	-107.710,13
2033	576.097,49	326,97	582.963,95	688.058,38	256,35	693.441,78	-111.960,89	70,62	-110.477,83
2034	572.691,88	326,88	579.556,39	687.376,53	256,33	692.759,40	-114.684,65	70,55	-113.203,01
2035	569.633,30	326,68	576.493,56	686.935,19	256,31	692.317,62	-117.301,89	70,37	-115.824,06
2036	566.758,73	326,65	573.618,36	686.329,83	256,28	691.711,80	-119.571,10	70,36	-118.093,44
2037	564.126,44	326,63	570.985,74	685.762,42	256,26	691.143,97	-121.635,98	70,37	-120.158,23
2038	561.836,25	326,58	568.694,52	685.313,15	256,25	690.694,34	-123.476,90	70,34	-121.999,82
2039	559.721,38	326,56	566.579,16	684.806,97	256,23	690.187,81	-125.085,59	70,33	-123.608,65
2040	557.903,38	326,50	564.759,98	684.451,06	256,22	689.831,61	-126.547,67	70,29	-125.071,63

Observa-se que a faz com que as emissões de CO₂ sejam significativamente menores, porém as emissões de metano são superiores.

Tabela 7.2 Comparativo emissões de Poluente Regulados entre Peregrino II com e sem importação de GN

Ano	Peregrino II - com Importação de GN				Peregrino II - SEM Importação de GN				Diferença			
	SO ₂	NO _x	MP	COV	SO ₂	NO _x	MP	COV	SO ₂	NO _x	MP	COV
2021	463,06	1.784,96	13,05	22,46	776,18	2.067,45	21,87	14,40	-313,12	-282,49	-8,82	8,06
2022	235,77	1.595,88	6,64	29,72	859,18	2.302,86	24,21	14,12	-623,41	-706,98	-17,57	15,60
2023	236,09	1.640,17	6,65	30,67	984,97	2.428,52	27,75	14,69	-748,88	-788,35	-21,10	15,98
2024	236,31	1.669,24	6,66	31,39	1.079,92	2.514,77	30,43	15,22	-843,61	-845,53	-23,77	16,17
2025	236,44	1.697,20	6,66	32,00	1.117,88	2.567,46	31,50	15,60	-881,44	-870,26	-24,84	16,39
2026	236,48	1.703,87	6,66	32,13	1.132,78	2.584,28	31,92	15,67	-896,29	-880,41	-25,25	16,46
2027	236,20	1.648,67	6,66	31,30	1.123,03	2.504,42	31,64	15,52	-886,83	-855,75	-24,99	15,78
2028	236,28	1.652,80	6,66	31,30	1.143,73	2.525,79	32,23	15,43	-907,45	-872,99	-25,57	15,87
2029	236,31	1.653,05	6,66	31,26	1.164,62	2.541,73	32,81	15,34	-928,31	-888,67	-26,16	15,92
2030	236,34	1.650,59	6,66	31,19	1.185,16	2.553,08	33,39	15,27	-948,82	-902,49	-26,73	15,91
2031	236,35	1.645,43	6,66	31,09	1.206,85	2.560,79	34,00	15,22	-970,50	-915,37	-27,34	15,87
2032	236,37	1.638,21	6,66	30,98	1.230,91	2.566,56	34,68	15,19	-994,54	-928,35	-28,02	15,79
2033	236,34	1.630,22	6,66	30,87	1.255,44	2.571,24	35,37	15,18	-1.019,10	-941,02	-28,71	15,69
2034	236,34	1.622,32	6,66	30,76	1.279,62	2.575,72	36,05	15,16	-1.043,28	-953,39	-29,40	15,60
2035	236,32	1.612,96	6,66	30,64	1.302,81	2.576,99	36,71	15,16	-1.066,48	-964,04	-30,05	15,47
2036	236,34	1.607,13	6,66	30,55	1.322,99	2.581,99	37,28	15,15	-1.086,65	-974,86	-30,62	15,41
2037	236,32	1.602,01	6,66	30,48	1.341,32	2.586,83	37,79	15,13	-1.105,00	-984,82	-31,13	15,35
2038	236,32	1.596,89	6,66	30,40	1.357,67	2.590,22	38,25	15,11	-1.121,35	-993,33	-31,60	15,29
2039	236,32	1.592,66	6,66	30,34	1.371,97	2.593,69	38,66	15,10	-1.135,64	-1.001,03	-32,00	15,24
2040	236,34	1.588,30	6,66	30,28	1.384,96	2.595,92	39,02	15,09	-1.148,62	-1.007,61	-32,36	15,19

Já para as emissões de poluente regulados, observa-se um ganho significativo nas emissões de SO₂ e NO₂ e, também, uma queda nas emissões de material particulado. Apenas as emissões de COV apresentam-se maiores na utilização de GN.

**ANEXO 1 (A1) – TABELAS COM ESTIMATIVAS DE EMISSÕES ANUAIS
DETALHADAS POR FONTE E COMBUSTÍVEL**

Tabela A.1 Consumo anual de combustível por Fonte

Ano		Consumo Combustível					
		FPSO				PRGC	
		GN (PGRA+PGRB) kSm ³ /cd	GN (PRGC) kSm ³ /cd	GN (Petrobrás) kSm ³ /cd	Diesel Sm ³ /cd	Diesel Sm ³ /cd	GN (Petrobrás) kSm ³ /cd
Fase I	2010						
	2011	43,80	-	-	189,74	-	-
	2012	83,00	-	-	196,19	-	-
	2013	99,47	-	-	203,70	-	-
	2014	102,37	-	-	252,04	-	-
	2015	99,96	-	-	267,11	-	-
	2016	84,82	-	-	268,10	-	-
	2017	91,61	-	-	296,18	-	-
	2018	88,33	-	-	314,16	-	-
2019	83,34	-	-	320,14	-	-	
Fase II	2020	76,07	9,08	-	200,98	190,02	-
	2021	80,20	170,42	0,05	96,82	99,16	112,96
	2022	71,33	160,97	3,64	96,78	3,00	219,46
	2023	62,59	144,72	38,16	96,78	3,14	229,44
	2024	56,45	133,54	65,40	96,78	3,23	235,79
	2025	53,96	136,75	74,48	96,78	3,29	240,15
	2026	48,90	141,75	78,34	96,78	3,31	241,56
	2027	43,59	141,48	83,74	96,78	3,19	232,71
	2028	39,53	137,29	88,98	96,78	3,21	234,79
	2029	35,94	131,73	94,96	96,78	3,23	236,21
	2030	32,85	125,59	101,37	96,78	3,25	237,06
	2031	30,16	118,43	108,69	96,78	3,25	237,41
	2032	27,80	109,94	117,18	96,78	3,25	237,43
	2033	25,73	100,95	126,02	96,78	3,25	237,28
	2034	23,87	91,90	134,74	96,78	3,25	237,12
	2035	22,19	83,25	143,49	96,78	3,24	236,57
	2036	20,74	75,45	150,60	96,78	3,24	236,59
2037	19,43	68,33	157,04	96,78	3,24	236,65	
2038	18,29	62,00	162,89	96,78	3,24	236,59	
2039	17,24	56,42	167,94	96,78	3,24	236,60	
2040	16,32	51,41	172,64	96,78	3,24	236,49	

Tabela A.2 Emissões Anuais de CO₂

Ano		Emissões de CO ₂ (Total)									
		FPSO						PRGC		TOTAL	
		GN (PGR+PGRB) t	GN (PRGC) t	GN (Petrobrás) t	Diesel t	Flare t	Piloto t	Flash t	Diesel t		GN (Petrobrás) t
Fase I	2010										
	2011	71.270,10	-	-	190.271,34	15.715,03	9.524,25	-	-	-	286.780,72
	2012	135.032,80	-	-	196.742,46	15.715,03	9.524,25	-	-	-	357.014,54
	2013	161.844,64	-	-	204.274,27	15.715,03	9.524,25	-	-	-	391.358,19
	2014	166.553,35	-	-	252.747,13	15.715,03	9.524,25	-	-	-	444.539,76
	2015	162.634,54	-	-	267.863,00	15.715,03	9.524,25	-	-	-	455.736,82
	2016	138.005,39	-	-	268.854,49	15.715,03	9.524,25	-	-	-	432.099,16
	2017	149.040,48	-	-	297.014,61	15.715,03	9.524,25	-	-	-	471.294,37
	2018	143.707,13	-	-	315.041,33	15.715,03	9.524,25	-	-	-	483.987,73
2019	135.588,30	-	-	321.034,60	15.715,03	9.524,25	-	-	-	481.862,18	
Fase II	2020	123.758,39	7.932,10	-	201.541,61	15.715,03	9.524,25	-	190.557,29	-	549.028,68
	2021	130.489,29	148.942,36	43,71	97.090,97	15.715,03	9.524,25	-	99.435,22	99.636,44	600.877,26
	2022	116.047,93	140.681,01	3.206,79	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.012,81	193.578,51	578.814,84
	2023	101.840,61	126.477,80	33.662,49	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.149,82	202.381,77	589.800,27
	2024	91.843,91	116.707,67	57.688,51	97.055,26	15.715,03	9.524,25	-	3.237,04	207.985,82	599.757,49
	2025	87.795,06	119.515,62	65.694,74	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.296,88	211.830,98	610.421,08
	2026	79.566,03	123.883,74	69.104,76	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.316,18	213.071,14	611.229,65
	2027	70.927,53	123.647,87	73.860,88	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.194,79	205.271,36	599.190,21
	2028	64.321,06	119.982,42	78.489,94	97.055,26	15.715,03	9.524,25	-	3.223,24	207.099,37	595.410,57
	2029	58.480,52	115.123,18	83.763,30	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.242,72	208.350,88	591.248,38
	2030	53.450,16	109.761,00	89.419,31	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.254,45	209.104,45	587.277,14
	2031	49.075,55	103.505,16	95.876,70	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.259,30	209.416,37	583.420,86
	2032	45.223,56	96.085,49	103.365,52	97.055,26	15.715,03	9.524,25	-	3.259,55	209.431,95	579.660,61
	2033	41.864,41	88.227,53	111.157,58	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.257,53	209.302,65	576.097,49
	2034	38.831,06	80.312,10	118.849,59	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.255,25	209.156,10	572.691,88
	2035	36.101,08	72.754,39	126.569,54	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.247,73	208.672,78	569.633,30
2036	33.741,23	65.939,24	132.843,16	97.055,26	15.715,03	9.524,25	-	3.248,04	208.692,53	566.758,73	
2037	31.609,33	59.716,54	138.519,21	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.248,85	208.744,73	564.126,44	
2038	29.751,46	54.182,51	143.680,95	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.247,93	208.685,62	561.836,25	
2039	28.053,62	49.304,10	148.131,39	97.048,51	15.715,03	9.524,25	-	3.248,10	208.696,39	559.721,38	
2040	26.556,52	44.927,70	152.279,27	97.055,26	15.715,03	9.524,25	-	3.246,58	208.598,78	557.903,38	

Tabela A.3 Emissões Anuais de CH₄

Ano		Emissões de CH ₄ (Total)									TOTAL t
		FPSO						PRGC			
		GN (PGRA+PGR) t	GN (PRGC) t	GN (Petrobrás) t	Diesel t	Flare t	Piloto t	Flash t	Diesel t	GN (Petrobrás) t	
Fase I	2010										
	2011	0,90	-	-	2,33	157,00	90,57	0,69	-	-	251,48
	2012	1,70	-	-	2,41	157,00	90,57	0,69	-	-	252,36
	2013	2,03	-	-	2,50	157,00	90,57	0,69	-	-	252,79
	2014	2,09	-	-	3,09	157,00	90,57	0,69	-	-	253,45
	2015	2,04	-	-	3,28	157,00	90,57	0,69	-	-	253,58
	2016	1,73	-	-	3,29	157,00	90,57	0,69	-	-	253,28
	2017	1,87	-	-	3,63	157,00	90,57	0,69	-	-	253,77
	2018	1,81	-	-	3,86	157,00	90,57	0,69	-	-	253,92
2019	1,70	-	-	3,93	157,00	90,57	0,69	-	-	253,89	
Fase II	2020	1,56	0,11	-	2,47	157,00	90,57	0,69	2,33	-	254,73
	2021	1,64	2,12	0,00	1,19	157,00	90,57	0,69	1,22	35,28	289,71
	2022	1,46	2,00	0,05	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	68,55	321,54
	2023	1,28	1,80	0,48	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	71,66	324,71
	2024	1,15	1,66	0,83	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	73,65	326,78
	2025	1,10	1,70	0,94	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	75,01	328,24
	2026	1,00	1,76	0,99	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	75,45	328,69
	2027	0,89	1,76	1,06	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	72,69	325,88
	2028	0,81	1,71	1,12	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	73,33	326,46
	2029	0,74	1,64	1,20	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	73,78	326,84
	2030	0,67	1,56	1,28	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	74,04	327,04
	2031	0,62	1,47	1,37	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	74,15	327,10
	2032	0,57	1,37	1,48	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	74,16	327,06
	2033	0,53	1,26	1,59	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	74,11	326,97
	2034	0,49	1,14	1,70	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	74,06	326,88
	2035	0,45	1,04	1,81	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	73,89	326,68
2036	0,42	0,94	1,90	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	73,90	326,65	
2037	0,40	0,85	1,98	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	73,92	326,63	
2038	0,37	0,77	2,06	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	73,90	326,58	
2039	0,35	0,70	2,12	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	73,90	326,56	
2040	0,33	0,64	2,18	1,19	157,00	90,57	0,69	0,04	73,86	326,50	

Tabela A.4 Emissões Anuais de CO_{2e}

Ano		Emissões de CO _{2e} (Total)									
		FPSO						PRGC		TOTAL	
		GN (PGRA+PGRB) t	GN (PRGC) t	GN (Petrobrás) t	Diesel t	Flare t	Piloto t	Flash t	Diesel t		GN (Petrobrás) t
Fase I	2010	71.288,92	-	-	190.320,24	19.011,97	11.426,17	14,56	-	-	292.061,86
	2011	135.068,44	-	-	196.793,02	19.011,97	11.426,17	14,56	-	-	362.314,17
	2012	161.887,36	-	-	204.326,77	19.011,97	11.426,17	14,56	-	-	396.666,84
	2013	166.597,32	-	-	252.812,09	19.011,97	11.426,17	14,56	-	-	449.862,11
	2014	162.677,47	-	-	267.931,84	19.011,97	11.426,17	14,56	-	-	461.062,01
	2015	138.041,82	-	-	268.923,59	19.011,97	11.426,17	14,56	-	-	437.418,11
	2016	149.079,83	-	-	297.090,94	19.011,97	11.426,17	14,56	-	-	476.623,47
	2017	143.745,06	-	-	315.122,29	19.011,97	11.426,17	14,56	-	-	489.320,06
	2018	135.624,10	-	-	321.117,11	19.011,97	11.426,17	14,56	-	-	487.193,91
	2019	123.791,06	7.934,47	-	201.593,41	19.011,97	11.426,17	14,56	190.606,26	-	554.377,91
Fase II	2020	130.523,73	148.986,90	43,73	97.115,92	19.011,97	11.426,17	14,56	99.460,78	100.377,34	606.961,10
	2021	116.078,57	140.723,08	3.207,75	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.013,58	195.017,98	585.567,12
	2022	101.867,50	126.515,62	33.672,61	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.150,63	203.886,69	596.619,20
	2023	91.868,15	116.742,57	57.705,86	97.080,21	19.011,97	11.426,17	14,56	3.237,87	209.532,42	606.619,78
	2024	87.818,24	119.551,36	65.714,50	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.297,73	213.406,18	617.314,15
	2025	79.587,04	123.920,79	69.125,54	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.317,04	214.655,55	618.132,11
	2026	70.946,25	123.684,84	73.883,09	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.195,61	206.797,77	606.033,72
	2027	64.338,04	120.018,30	78.513,54	97.080,21	19.011,97	11.426,17	14,56	3.224,07	208.639,37	602.266,24
	2028	58.495,96	115.157,61	83.788,49	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.243,55	209.900,20	598.111,95
	2029	53.464,27	109.793,82	89.446,20	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.255,28	210.659,37	594.145,09
	2030	49.088,51	103.536,11	95.905,53	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.260,14	210.973,60	590.290,04
	2031	45.235,50	96.114,22	103.396,60	97.080,21	19.011,97	11.426,17	14,56	3.260,38	210.989,31	586.528,92
	2032	41.875,46	88.253,91	111.191,01	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.258,37	210.859,04	582.963,95
	2033	38.841,31	80.336,11	118.885,33	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.256,09	210.711,40	579.556,39
	2034	36.110,61	72.776,14	126.607,60	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.248,56	210.224,49	576.493,56
	2035	33.750,14	65.958,95	132.883,10	97.080,21	19.011,97	11.426,17	14,56	3.248,87	210.244,38	573.618,36
2036	31.617,67	59.734,40	138.560,86	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.249,68	210.296,97	570.985,74	
2037	29.759,31	54.198,71	143.724,15	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.248,76	210.237,43	568.694,52	
2038	28.061,03	49.318,84	148.175,94	97.073,45	19.011,97	11.426,17	14,56	3.248,93	210.248,27	566.579,16	
2039	26.563,53	44.941,14	152.325,06	97.080,21	19.011,97	11.426,17	14,56	3.247,41	210.149,93	564.759,98	

Tabela A.5 Emissões Anuais de NO₂

Ano		Emissões de NOx						TOTAL t
		FPSO				PRGC		
		GN (PGRA+PGRB) t	GN (PRGC) t	GN (Petrobrás) t	Diesel t	Diesel t	GN (Petrobrás) t	
Fase I	2010							
	2011	66	-	-	214	-	-	280
	2012	126	-	-	221	-	-	347
	2013	151	-	-	230	-	-	380
	2014	155	-	-	284	-	-	439
	2015	151	-	-	301	-	-	453
	2016	128	-	-	303	-	-	431
	2017	139	-	-	334	-	-	473
	2018	134	-	-	355	-	-	488
	2019	126	-	-	361	-	-	487
Fase II	2020	115	8	-	227	1.489	-	1.839
	2021	121	157	0	109	777	620	1.785
	2022	108	148	2	109	24	1.205	1.596
	2023	95	133	18	109	25	1.260	1.640
	2024	85	123	31	109	25	1.295	1.669
	2025	82	126	36	109	26	1.319	1.697
	2026	74	131	38	109	26	1.327	1.704
	2027	66	130	40	109	25	1.278	1.649
	2028	60	126	43	109	25	1.289	1.653
	2029	54	121	46	109	25	1.297	1.653
	2030	50	116	49	109	25	1.302	1.651
	2031	46	109	52	109	25	1.304	1.645
	2032	42	101	56	109	25	1.304	1.638
	2033	39	93	61	109	25	1.303	1.630
	2034	36	85	65	109	25	1.302	1.622
	2035	34	77	69	109	25	1.299	1.613
	2036	31	69	72	109	25	1.299	1.607
2037	29	63	75	109	25	1.300	1.602	
2038	28	57	78	109	25	1.299	1.597	
2039	26	52	81	109	25	1.299	1.593	
2040	25	47	83	109	25	1.299	1.588	

Tabela A.6 Emissões Anuais de SO₂

Ano		Emissões de SO _x						TOTAL t
		FPSO				PRGC		
		GN (PGRA+PGRB) t	GN (PRGC) t	GN (Petrobrás) t	Diesel t	Diesel t	GN (Petrobrás) t	
Fase I	2010	-	-	-	448	-	-	448
	2011	-	-	-	464	-	-	464
	2012	-	-	-	481	-	-	481
	2013	-	-	-	596	-	-	596
	2014	-	-	-	631	-	-	631
	2015	-	-	-	633	-	-	633
	2016	-	-	-	700	-	-	700
	2017	-	-	-	742	-	-	742
	2018	-	-	-	756	-	-	756
	2019	-	-	-	475	449	-	924
Fase II	2020	-	-	-	229	234	0	463
	2021	-	-	-	229	7	0	236
	2022	-	-	-	229	7	0	236
	2023	-	-	-	229	8	0	236
	2024	-	-	-	229	8	0	236
	2025	-	-	-	229	8	0	236
	2026	-	-	-	229	8	0	236
	2027	-	-	-	229	8	0	236
	2028	-	-	-	229	8	0	236
	2029	-	-	-	229	8	0	236
	2030	-	-	-	229	8	0	236
	2031	-	-	-	229	8	0	236
	2032	-	-	-	229	8	0	236
	2033	-	-	-	229	8	0	236
	2034	-	-	-	229	8	0	236
	2035	-	-	-	229	8	0	236
	2036	-	-	-	229	8	0	236
	2037	-	-	-	229	8	0	236
2038	-	-	-	229	8	0	236	
2039	-	-	-	229	8	0	236	
2040	-	-	-	229	8	0	236	

Tabela A.7 Emissões Anuais de MP como PTS

Ano		Emissões de PM						TOTAL t
		FPSO				PRGC		
		Gas (Peregrino t)	Gas (from PRGC) t	Gas (from t)	Diesel t	Diesel t	Gas (from t)	
Fase I	2010							
	2011				12,63	-	-	12,63
	2012				13,06	-	-	13,06
	2013				13,56	-	-	13,56
	2014				16,78	-	-	16,78
	2015				17,78	-	-	17,78
	2016				17,85	-	-	17,85
	2017				19,72	-	-	19,72
	2018				20,92	-	-	20,92
	2019				21,31	-	-	21,31
Fase II	2020				13,38	12,65	-	26,03
	2021				6,45	6,60		13,05
	2022				6,44	0,20		6,64
	2023				6,44	0,21		6,65
	2024				6,44	0,21		6,66
	2025				6,44	0,22		6,66
	2026				6,44	0,22		6,66
	2027				6,44	0,21		6,66
	2028				6,44	0,21		6,66
	2029				6,44	0,22		6,66
	2030				6,44	0,22		6,66
	2031				6,44	0,22		6,66
	2032				6,44	0,22		6,66
	2033				6,44	0,22		6,66
	2034				6,44	0,22		6,66
	2035				6,44	0,22		6,66
	2036				6,44	0,22		6,66
	2037				6,44	0,22		6,66
	2038				6,44	0,22		6,66
	2039				6,44	0,22		6,66
2040				6,44	0,22		6,66	

Tabela A.8 Emissões Anuais de COV

Ano		Emissões de VOC						TOTAL t
		FPSO				PRGC		
		GN (PGRA+PGRB) t	GN (PRGC) t	GN (Petrobrás) t	Diesel t	Diesel t	GN (Petrobrás) t	
Fase I	2010							
	2011	2,14	-	-	6,32	-	-	8,46
	2012	4,06	-	-	6,54	-	-	10,59
	2013	4,87	-	-	6,79	-	-	11,65
	2014	5,01	-	-	8,40	-	-	13,40
	2015	4,89	-	-	8,90	-	-	13,79
	2016	4,15	-	-	8,93	-	-	13,08
	2017	4,48	-	-	9,87	-	-	14,35
	2018	4,32	-	-	10,46	-	-	14,78
	2019	4,08	-	-	10,66	-	-	14,74
Fase II	2020	3,72	0,27	-	6,69	1,79	-	12,47
	2021	3,92	5,07	0,00	3,23	0,93	9,30	22,46
	2022	3,49	4,79	0,11	3,22	0,03	18,08	29,72
	2023	3,06	4,31	1,15	3,22	0,03	18,90	30,67
	2024	2,76	3,97	1,98	3,22	0,03	19,42	31,39
	2025	2,64	4,07	2,25	3,22	0,03	19,78	32,00
	2026	2,39	4,22	2,37	3,22	0,03	19,90	32,13
	2027	2,13	4,21	2,53	3,22	0,03	19,17	31,30
	2028	1,93	4,09	2,69	3,22	0,03	19,34	31,30
	2029	1,76	3,92	2,87	3,22	0,03	19,46	31,26
	2030	1,61	3,74	3,06	3,22	0,03	19,53	31,19
	2031	1,48	3,52	3,28	3,22	0,03	19,56	31,09
	2032	1,36	3,27	3,54	3,22	0,03	19,56	30,98
	2033	1,26	3,00	3,81	3,22	0,03	19,55	30,87
	2034	1,17	2,73	4,07	3,22	0,03	19,53	30,76
	2035	1,09	2,48	4,33	3,22	0,03	19,49	30,64
	2036	1,01	2,25	4,55	3,22	0,03	19,49	30,55
	2037	0,95	2,03	4,74	3,22	0,03	19,49	30,48
2038	0,89	1,85	4,92	3,22	0,03	19,49	30,40	
2039	0,84	1,68	5,07	3,22	0,03	19,49	30,34	
2040	0,80	1,53	5,21	3,22	0,03	19,48	30,28	

ANEXO 2 (A2) – CURVAS DE ISOCENTRAÇÕES

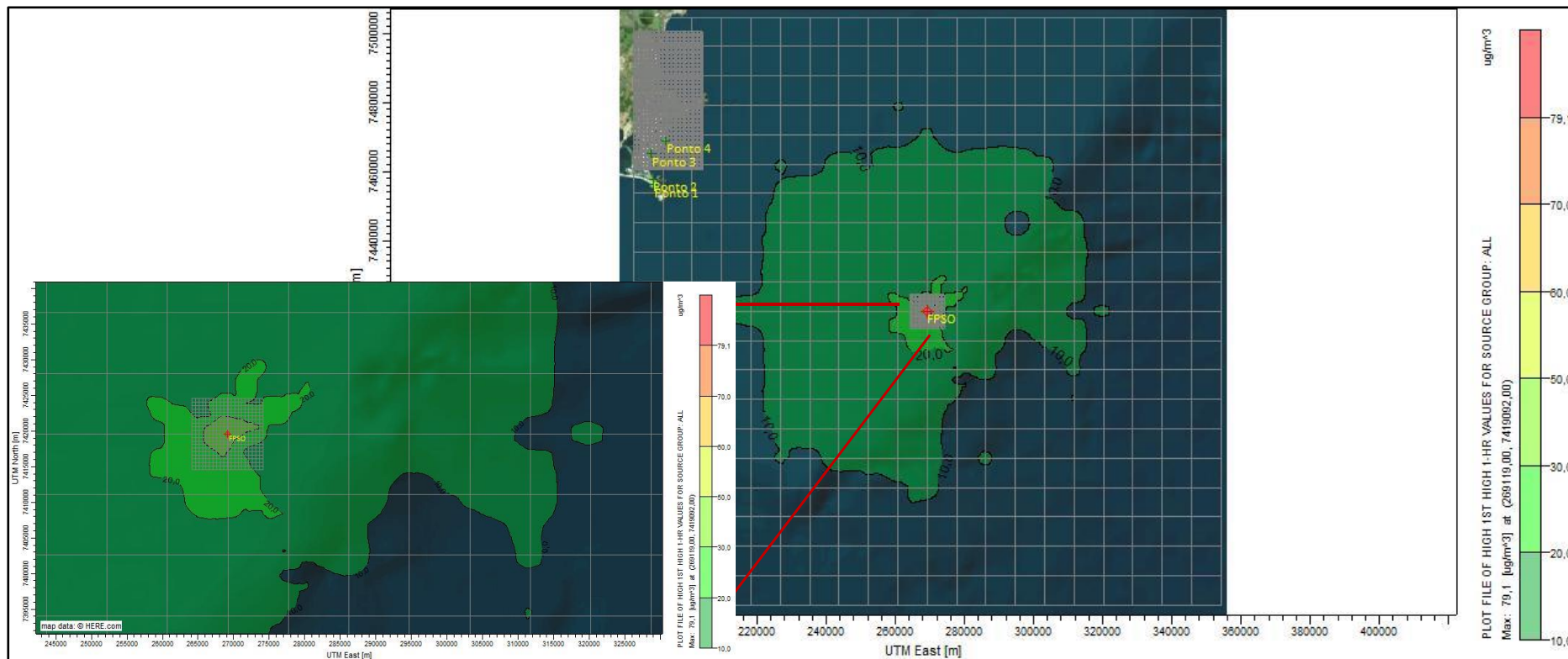


Figura A2.1 –Curvas de Isoconcentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO₂) – 1 hora – Cenário 1

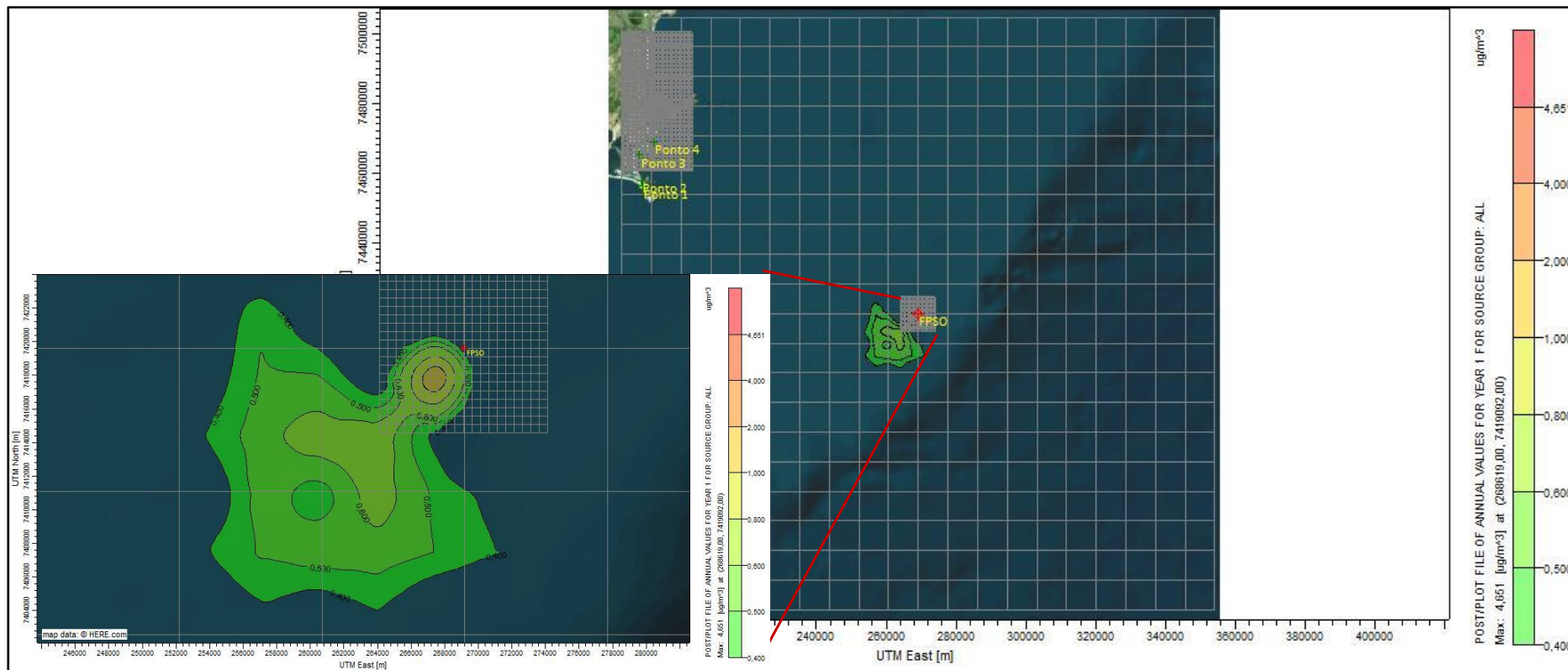


Figura A2.2 –Curvas de Isoconcentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO₂) – Anual – Cenário 1

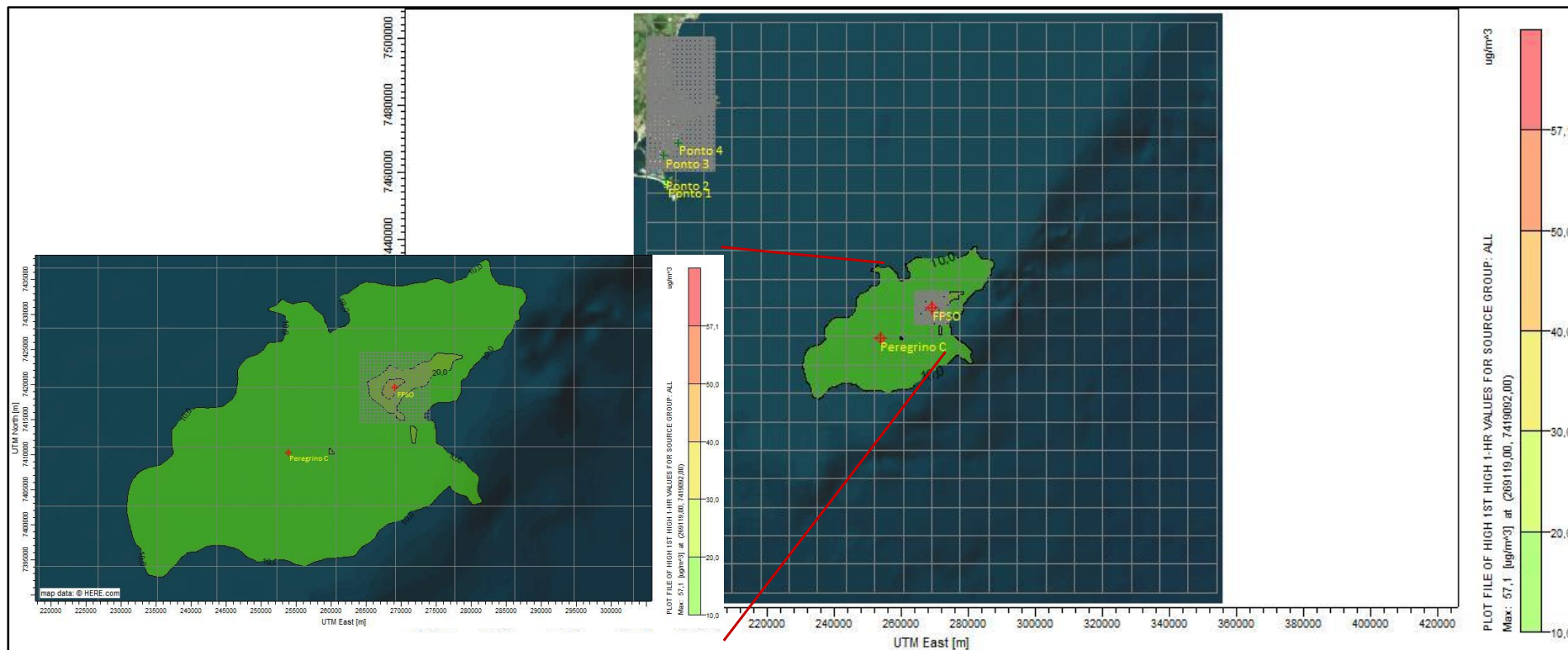


Figura A2.3 –Curvas de Isoconcentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO₂) – 1 hora – Cenário 2

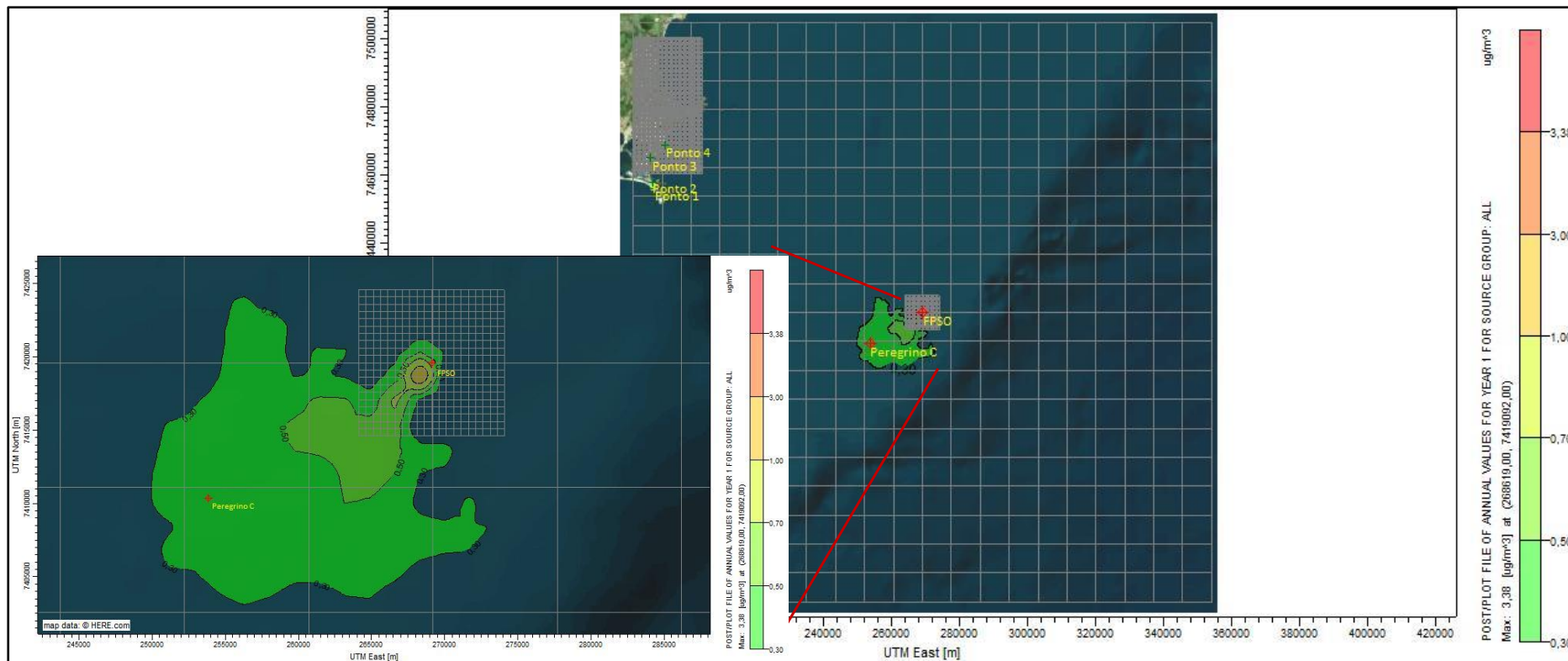


Figura A2.4 –Curvas de Isoconcentrações de Dióxido de Nitrogênio (NO₂) – Anual – Cenário 1

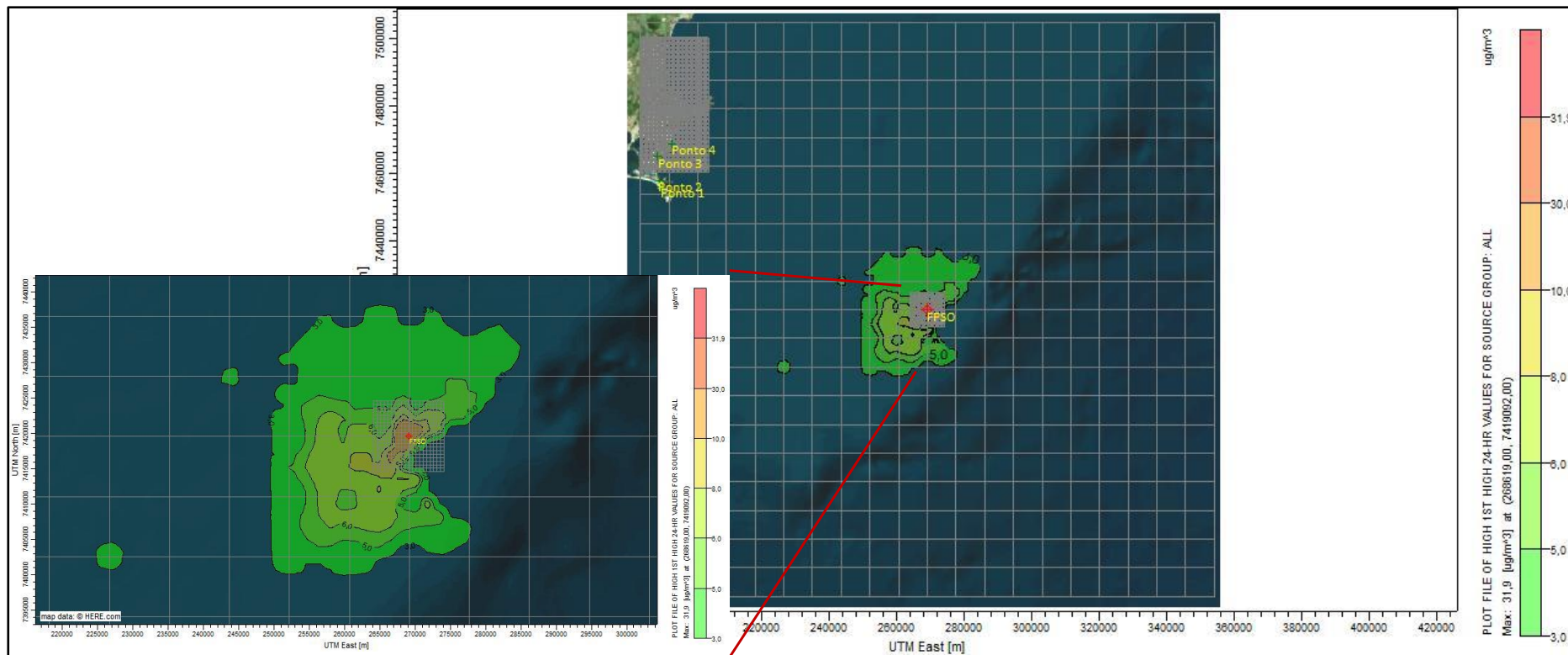


Figura A2.5 –Curvas de Isoconcentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) – 24 horas – Cenário 1

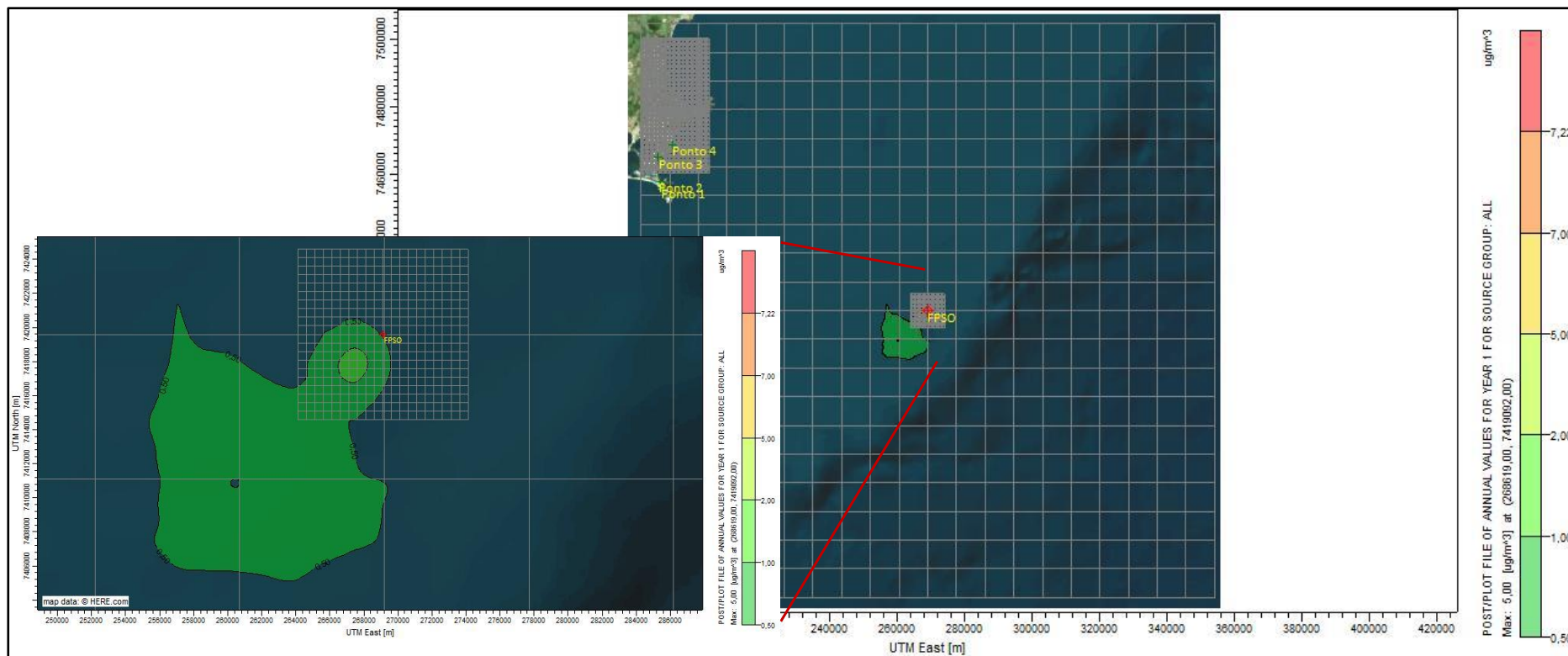


Figura A2.6 –Curvas de Isoconcentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) – Anual – Cenário 1

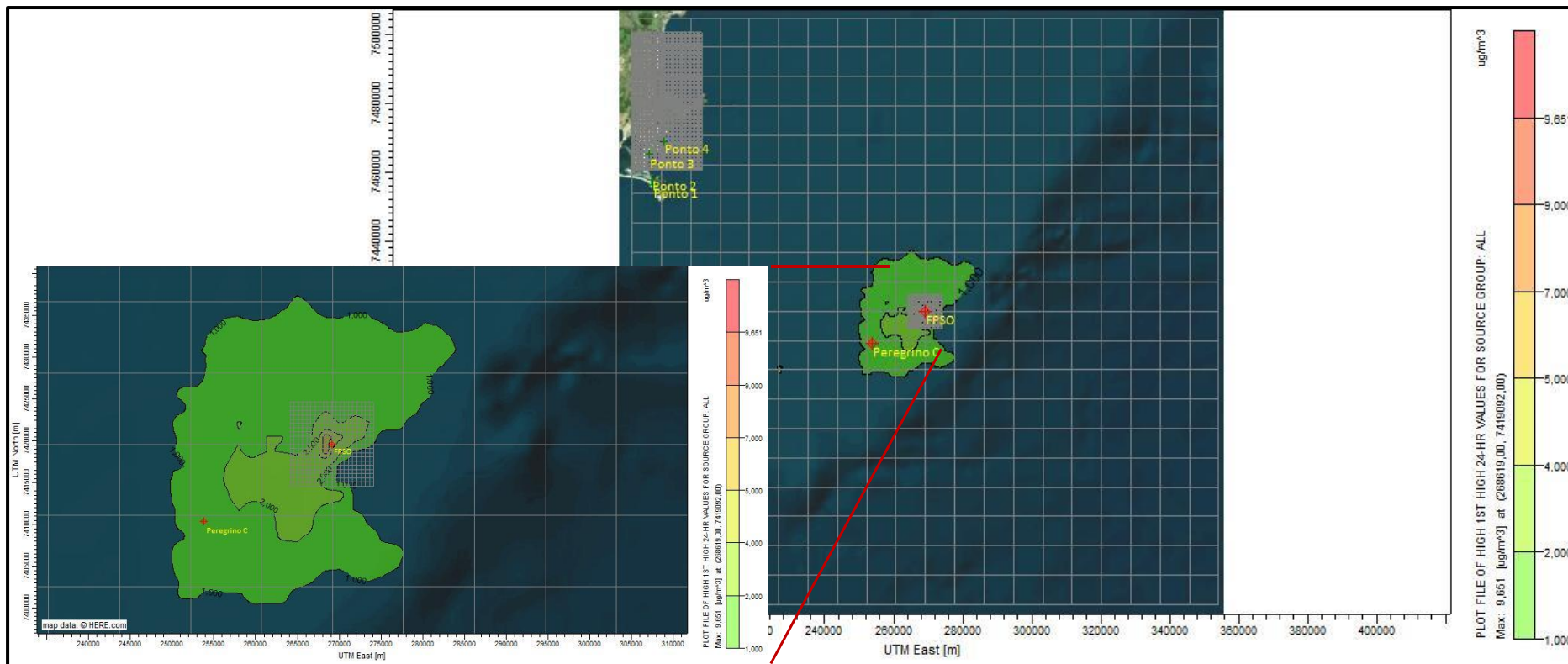


Figura A2.7 –Curvas de Isoconcentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) – 24 horas – Cenário 2

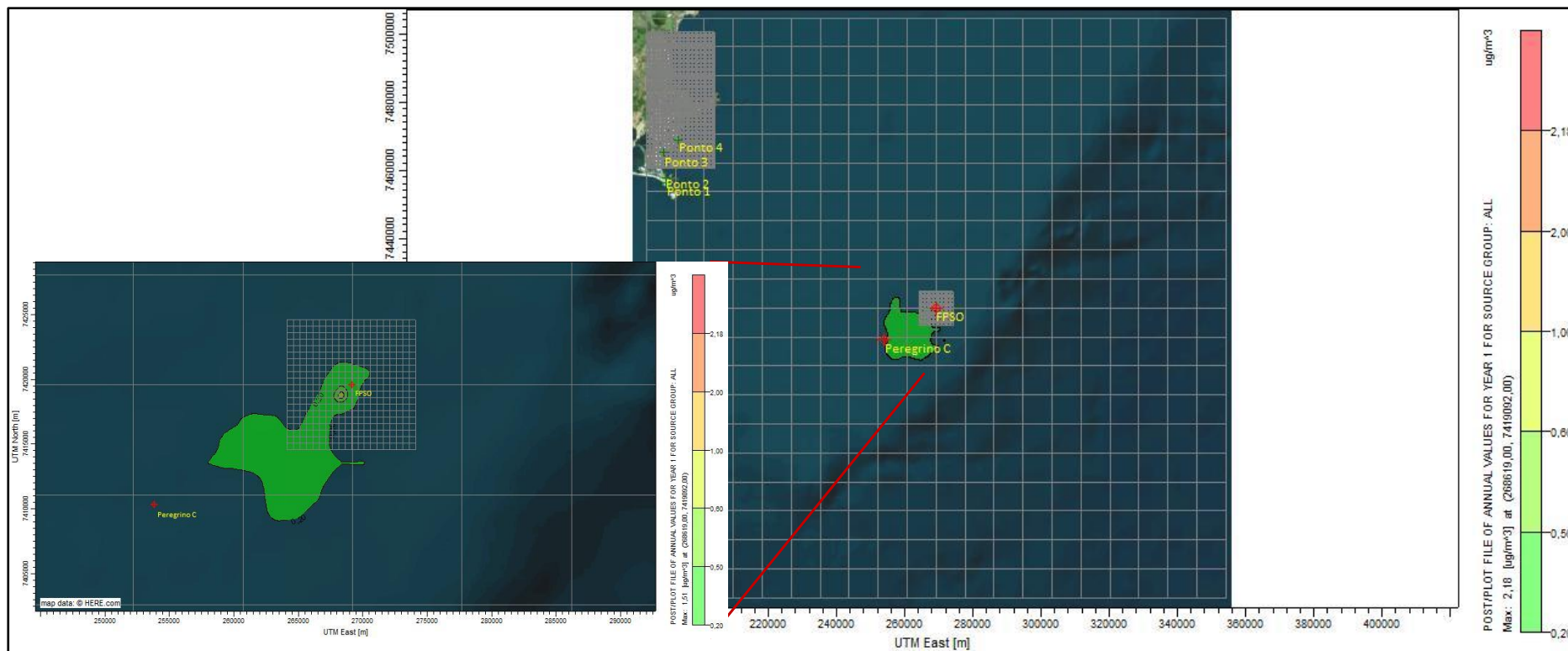


Figura A2.8 –Curvas de Isoconcentrações de Dióxido de Enxofre (SO₂) – Anual – Cenário 2

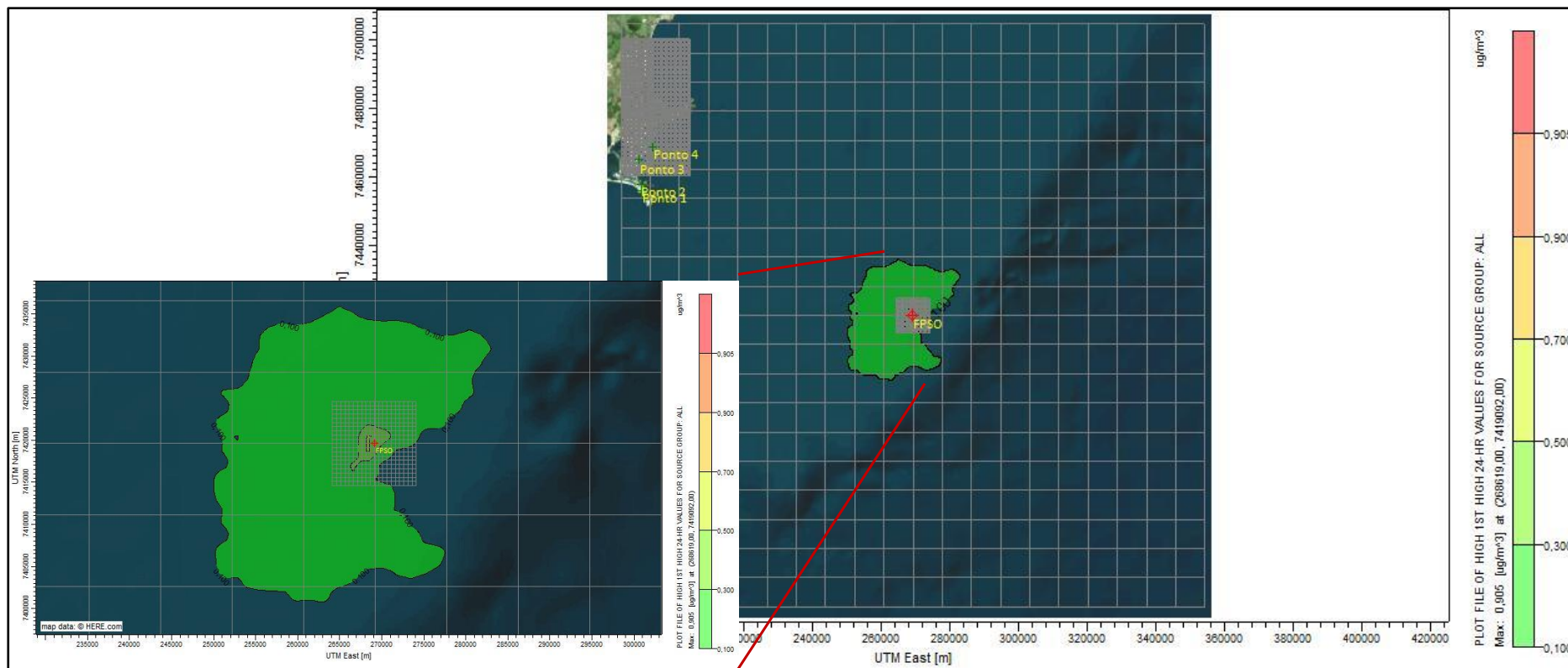


Figura A2.9 –Curvas de Isoconcentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) – 24 horas – Cenário 1

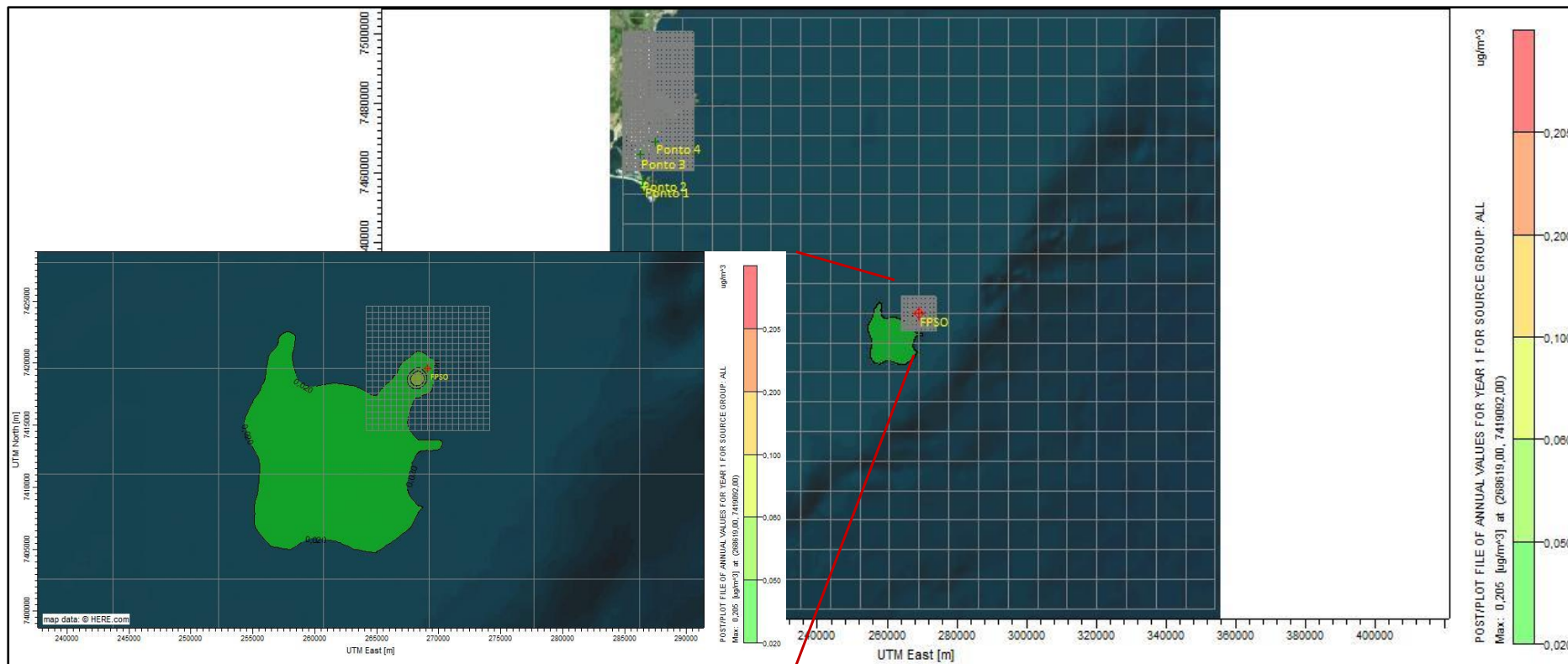


Figura A2.10 –Curvas de Isoconcentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) – Anual – Cenário 1

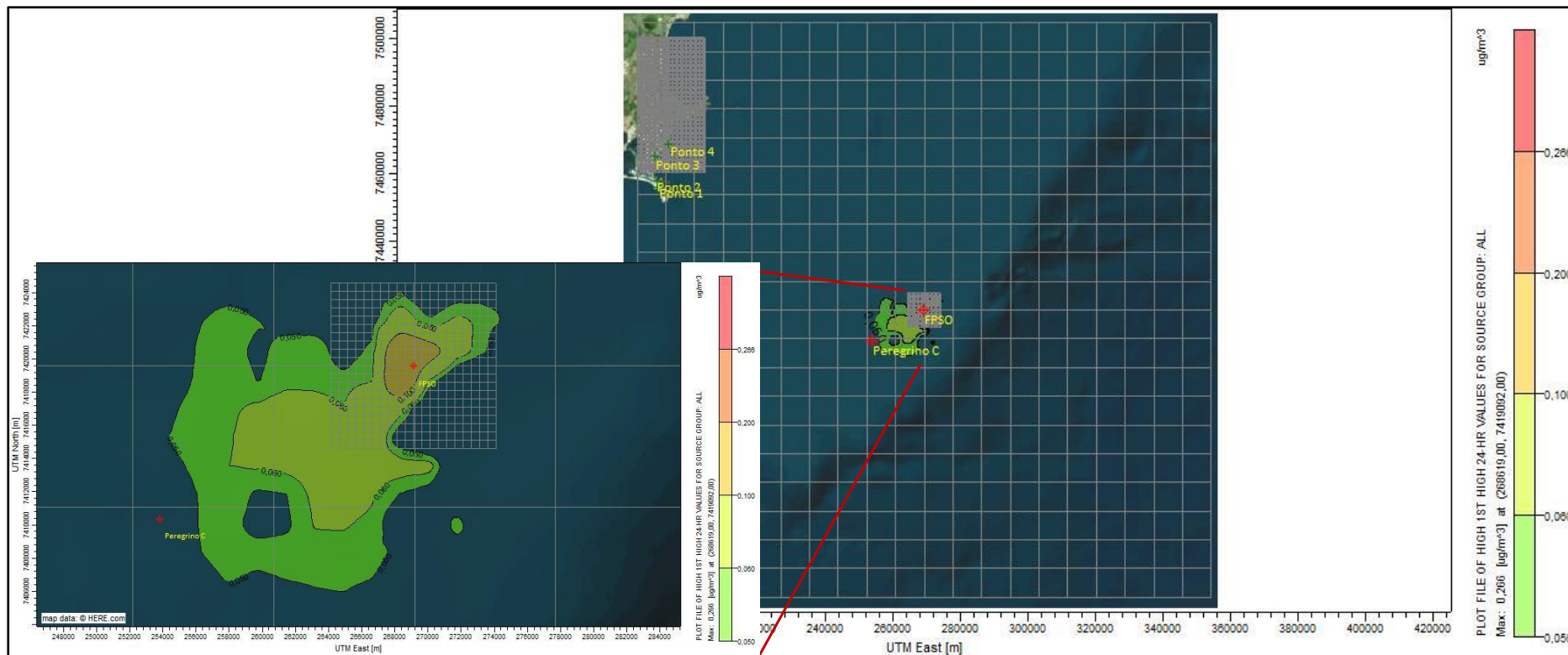


Figura A2.11 –Curvas de Isoconcentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) – 24 horas – Cenário 2

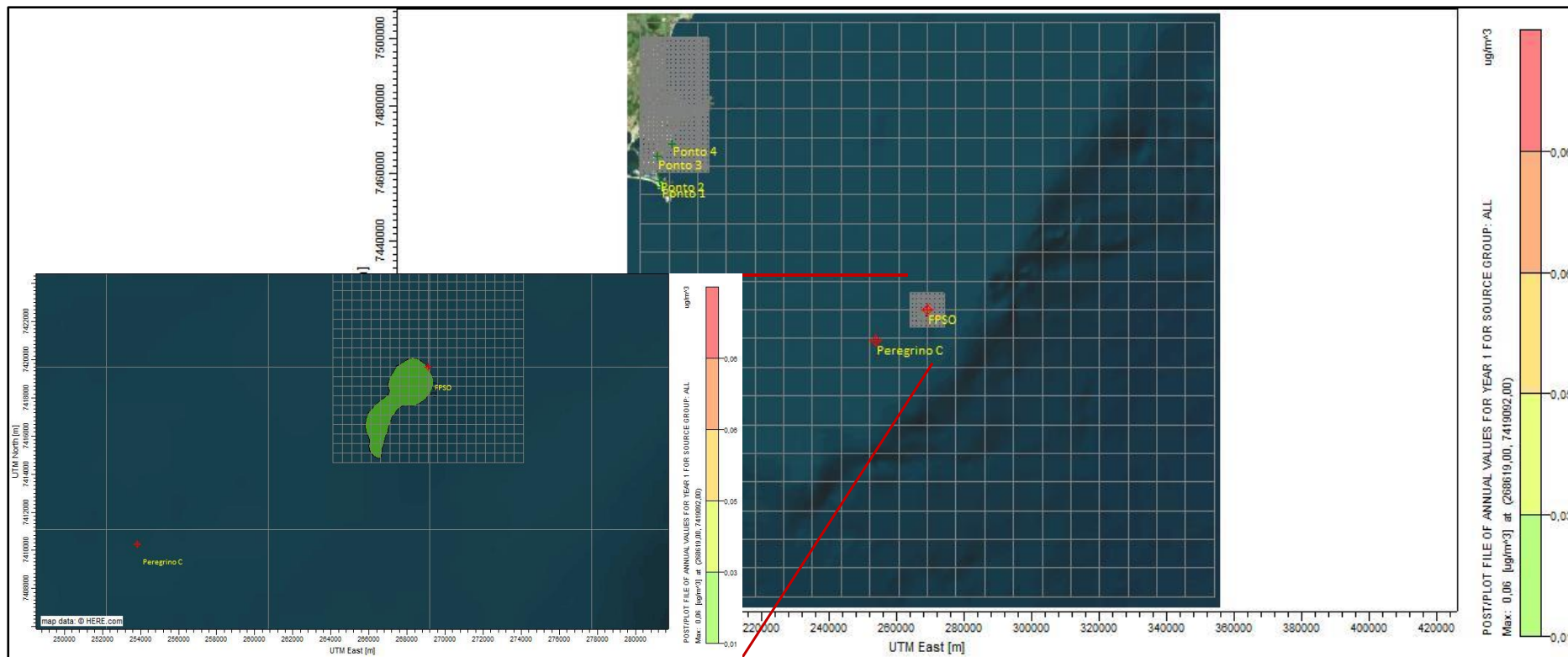


Figura A2.12 –Curvas de Isoconcentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) – Anual – Cenário 2

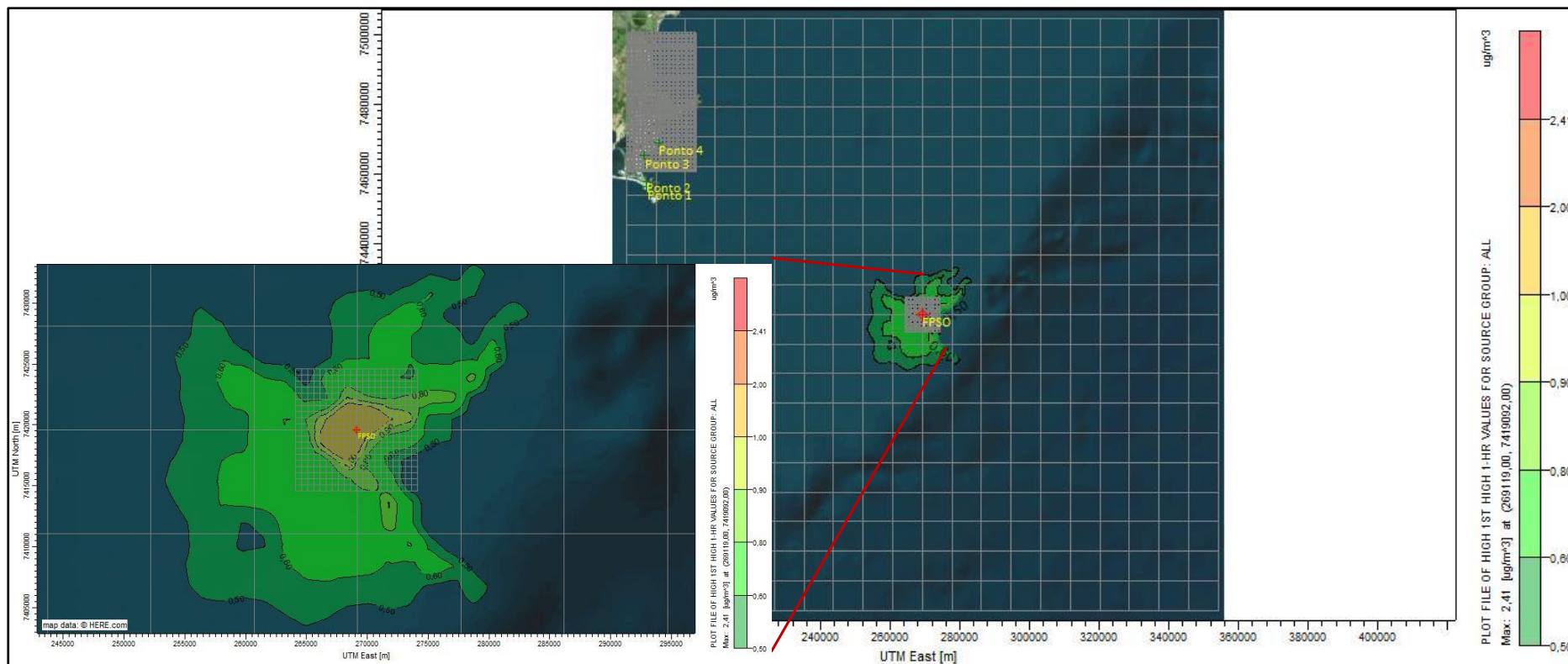


Figura A2.13 –Curvas de Isoconcentrações de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) – 1 hora – Cenário 1

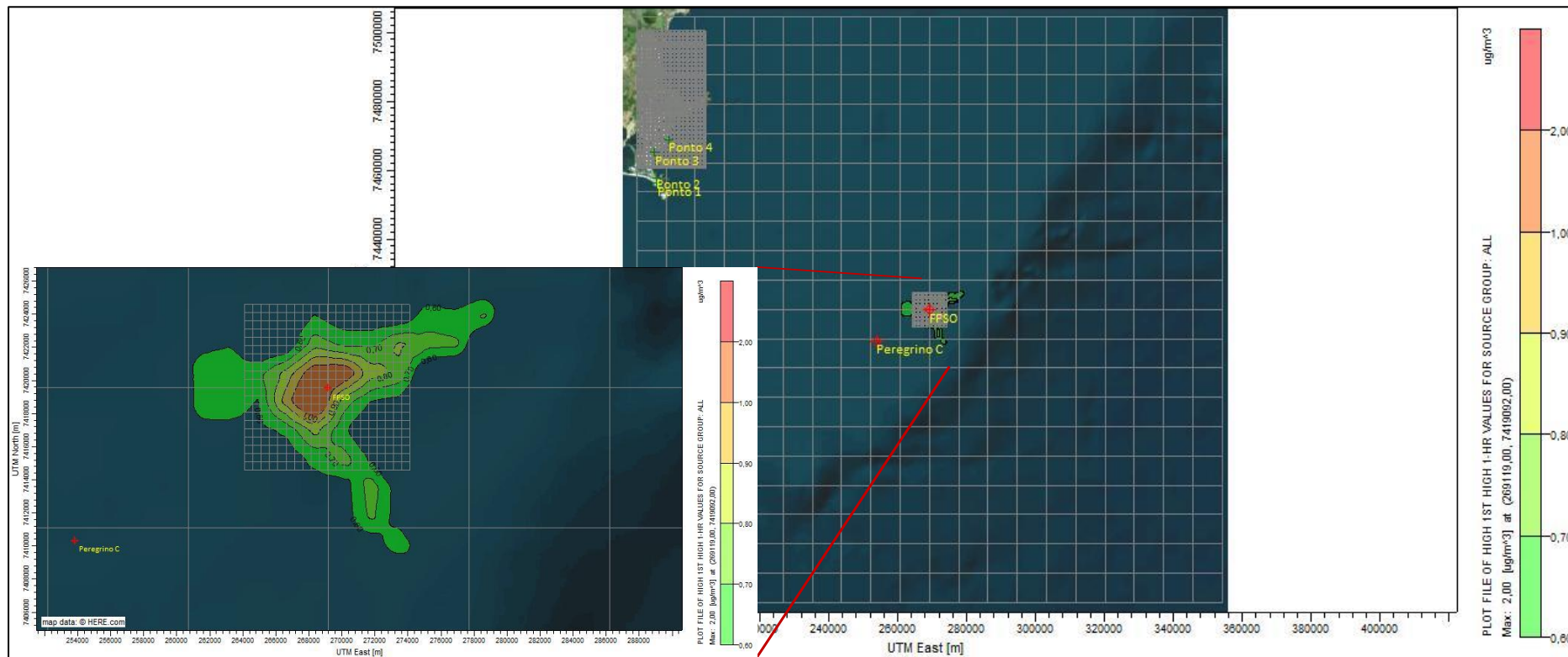


Figura A2.13 –Curvas de Isoconcentrações de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) – 1 hora – Cenário 2