

## APÊNDICE G

### RELATÓRIO TÉCNICO - RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES CENÁRIO FUTURO

#### CENÁRIO FUTURO

Neste cenário de simulação matemática da dispersão dos poluentes atmosféricos são consideradas as fontes Fase C, Fase BIII e BIV adequadas, Fase A substituída, Fase D, UTE Sul, UTE Seival, UTE Pampa Sul I e II, e os dados meteorológicos dos anos 2011 a 2013. Os resultados detalhados em formato de relatório são apresentados no Anexo VII.

#### 1. CONCENTRAÇÕES DE SO<sub>2</sub>

São apresentados os resultados das simulações do modelo matemático subdividindo em valores ranqueados para médias horárias, diárias e anuais, sejam em máximos registrados na grade – resumidamente apresentados nas Tabelas e Gráficos a seguir - sejam em máximos registrados nos receptores.

**Tabela 1 - Concentrações ranqueadas de SO<sub>2</sub> - 2011**

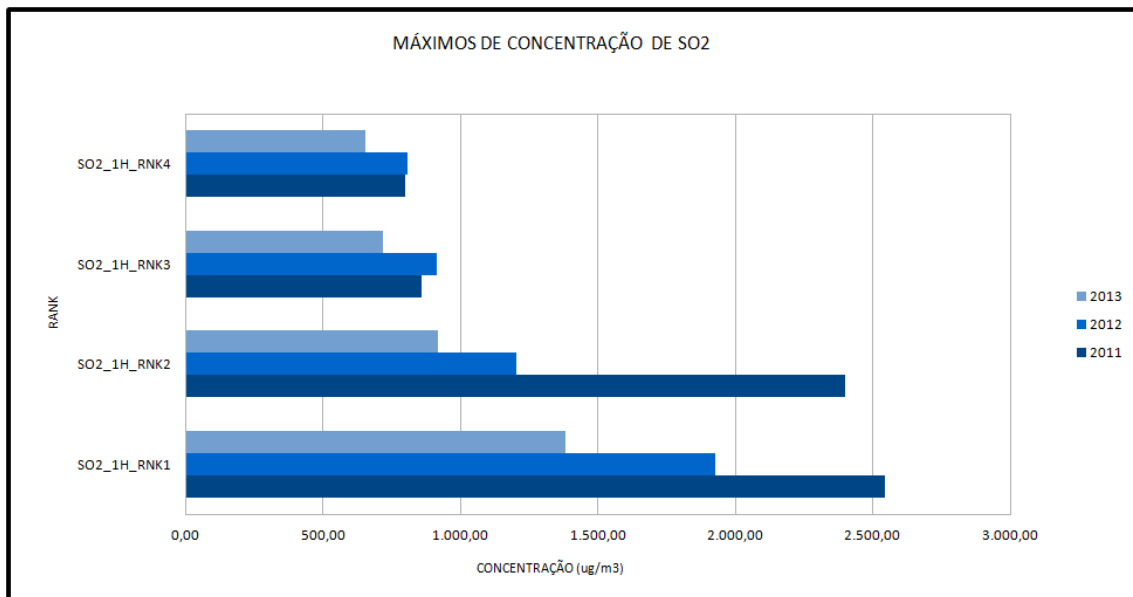
	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	DATA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X (km)	Y (km)	
2011	SO2_1H_RNK1	2.542,00	21/12/2011	09:00	244.295	6.506.000	1,06
	SO2_1H_RNK2	2.397,00	25/11/2012	10:00	244.295	6.506.000	1,06
	SO2_1H_RNK3	858,95	21/12/2011	10:00	244.295	6.505.000	1,78
	SO2_1H_RNK4	798,77	24/11/2011	10:00	244.295	6.505.000	1,78
	SO2_24H_RNK1	215,92	25/01/2011	01:00	246.295	6.507.000	1,18
	SO2_24H_RNK2	167,48	15/12/2011	01:00	246.295	6.507.000	1,18
	SO2_24H_RNK3	99,20	04/11/2011	01:00	244.295	6.503.000	3,65
	SO2_24H_RNK4	98,76	28/04/2011	01:00	244.295	6.503.000	3,65
	SO2_1ANO	8,40			242.295	6.507.000	2,95

**Tabela 2 - Concentrações ranqueadas de SO<sub>2</sub> - 2012**

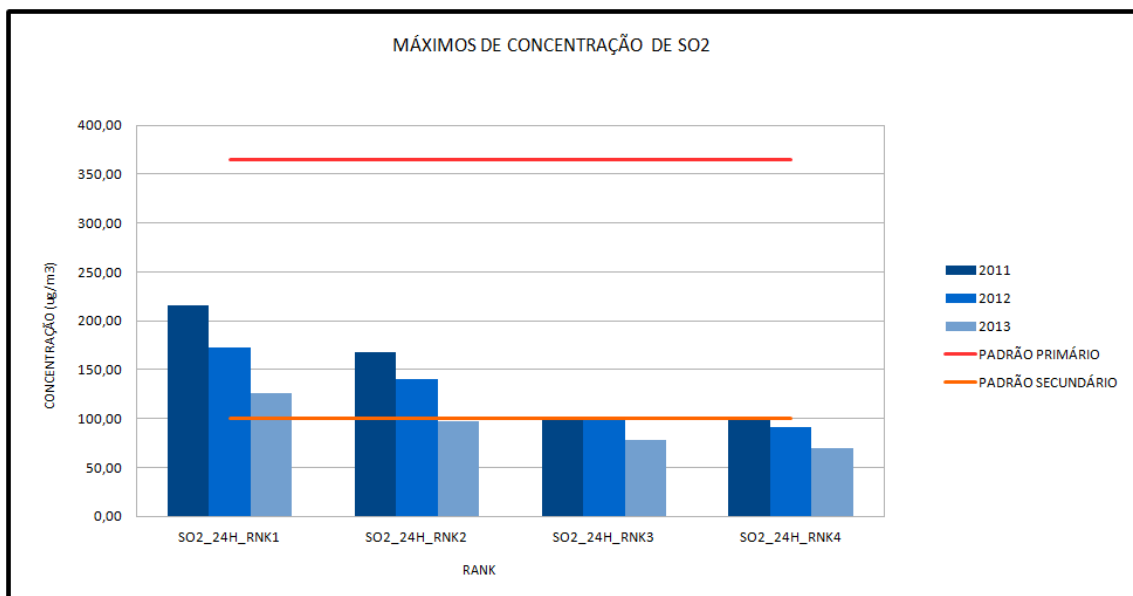
	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X (km)	Y (km)	
2012	SO2_1H_RNK1	1.925,00	18/04/2012	10:00	246.806	6.502.673	4,17
	SO2_1H_RNK2	1.204,50	04/10/2012	11:00	243.806	6.506.673	1,41
	SO2_1H_RNK3	915,09	01/02/2012	10:00	243.806	6.507.673	1,81
	SO2_1H_RNK4	807,17	24/02/2012	11:00	243.806	6.507.673	1,81
	SO2_24H_RNK1	172,19	04/10/2012		243.806	6.507.673	1,81
	SO2_24H_RNK2	140,09	14/02/2012		242.806	6.507.673	2,66
	SO2_24H_RNK3	98,85	09/11/2012		244.806	6.506.673	0,43
	SO2_24H_RNK4	91,75	15/12/2012		244.806	6.504.673	1,90
	SO2_1ANO	6,36			242.806	6.505.673	2,55

**Tabela 3 - Concentrações ranqueadas de SO<sub>2</sub> - 2013**

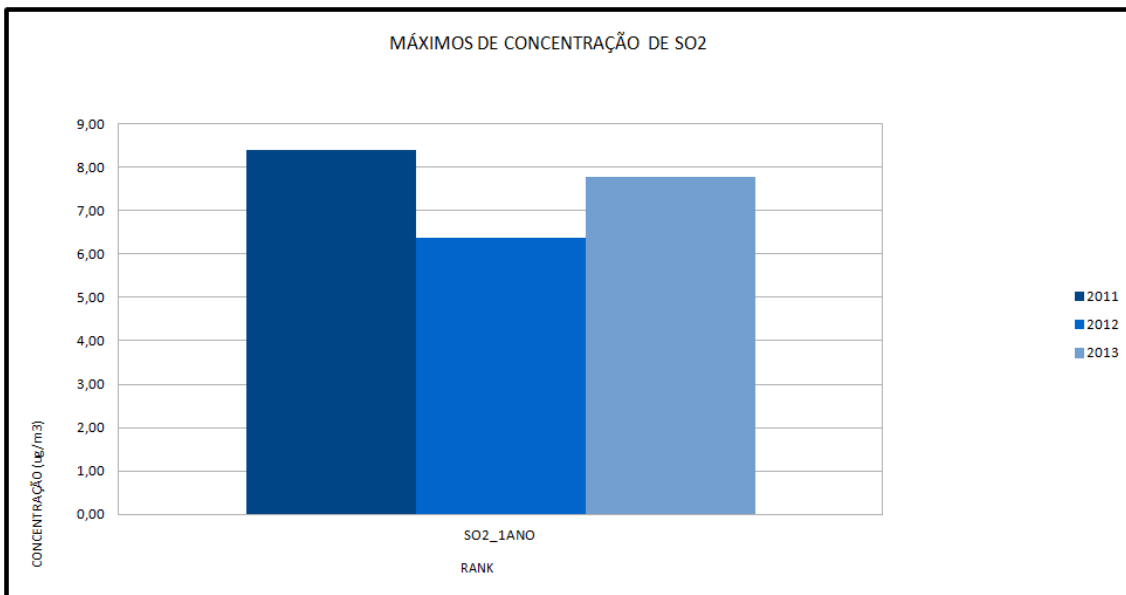
	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X	Y	
					(km)	(km)	
2013	SO2_1H_RNK1	1.382,60	11/06/2013	11:00	242.295	6.503.000	4,58
	SO2_1H_RNK2	915,94	27/01/2013	11:00	244.295	6.506.000	1,06
	SO2_1H_RNK3	716,79	29/12/2013	08:00	245.295	6.505.000	1,53
	SO2_1H_RNK4	654,08	19/05/2013	12:00	245.295	6.505.000	1,53
	SO2_24H_RNK1	126,22	11/06/2013		242.295	6.503.000	4,58
	SO2_24H_RNK2	97,06	08/01/2013		245.295	6.509.000	2,47
	SO2_24H_RNK3	78,04	06/12/2013		245.295	6.508.000	1,47
	SO2_24H_RNK4	69,92	08/12/2013		245.295	6.503.000	3,53
	SO2_1ANO	7,78			242.295	6.506.000	2,96



**Gráfico 1 - Máximos valores ranqueados de SO<sub>2</sub> para as médias horárias**



**Gráfico 2 - Máximos valores ranqueados de SO<sub>2</sub> para as médias diárias**



**Gráfico 3 - Máximos valores ranqueados de SO<sub>2</sub> para s médias anuais**

## 1.

### VALORES RANQUEADOS PARA MÉDIAS HORÁRIAS

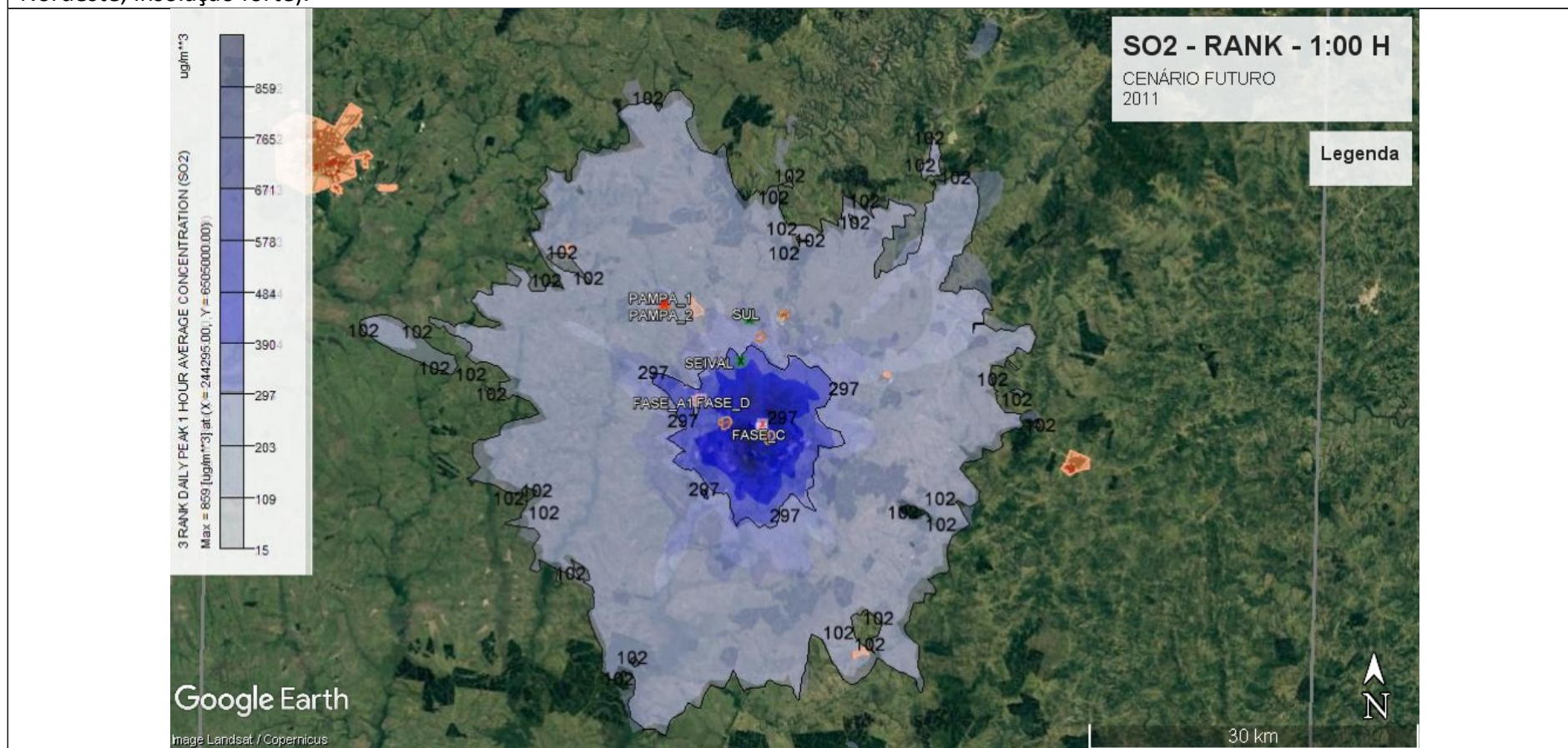
Os Gráficos a seguir apresentam para cada ano o agrupamento das isolinhas de concentração dos 4 valores máximos da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de SO<sub>2</sub>, seguido dos gráficos Rosa dos Ventos, Altura da Camada Limite Atmosférica e a distribuição das classes de Pasquill-Gifford-Turner (PGT).

Dos resultados constata-se que há predomínio de ocorrência de máximos no 4º trimestre, seguido do 1º e 2º trimestres. Nenhum registro ocorreu no 3º trimestre.

Os valores máximos ranqueados tendem à ocorrência em período diurno (principalmente entre 08:00 e 12:00); em situações de ventos fracos, entre 0,5 a 3,0 m/s; nas condições as quais a altura da CLA é superior à altura máxima de emissão, considerando-se a chaminé da Fase C como referencial (200 m de altura); e cujas classes de estabilidade atmosférica são predominantemente instáveis (sobretudo com ocorrência em Classes A e B).

Tais parâmetros e a incidência de ocorrência dos valores máximos no raio não superior à 5,0 km indica que as plumas obedecem comportamentos típicos de *Looping* (diurno, no início da tarde; dias quentes com insolação e ventos fracos) e *Fumigation* (diurno, início da manhã; dias quentes com insolação e ventos fracos); eventualmente em condições *Trapped* (inversão acima, ou inversão frontal ou subsidência).

A máxima concentração registrada foi de 2.542,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à distância de 1,06 km da fonte, no sentido Sudoeste; às 09:00 h do dia 21/12/2011, com altura da CLA em 521,44 m e inversão às 19:00; classe A de estabilidade PGT (muito instável; ventos < 2,0 m/s predominantes de Nordeste; insolação forte).



**Gráfico 4 - Concentração de SO2 – Rank – Média Horária - 2011**

A máxima concentração registrada foi de 1.925,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 4,17 km da fonte, no sentido Sudeste; às 10:00 h do dia 18/04/2012,



com altura da CLA em 473,72 m e inversão às 17:00; classe B de estabilidade PGT (instável; ventos < 2,0 m/s predominantes de Sudeste; insolação de fraca a moderada).

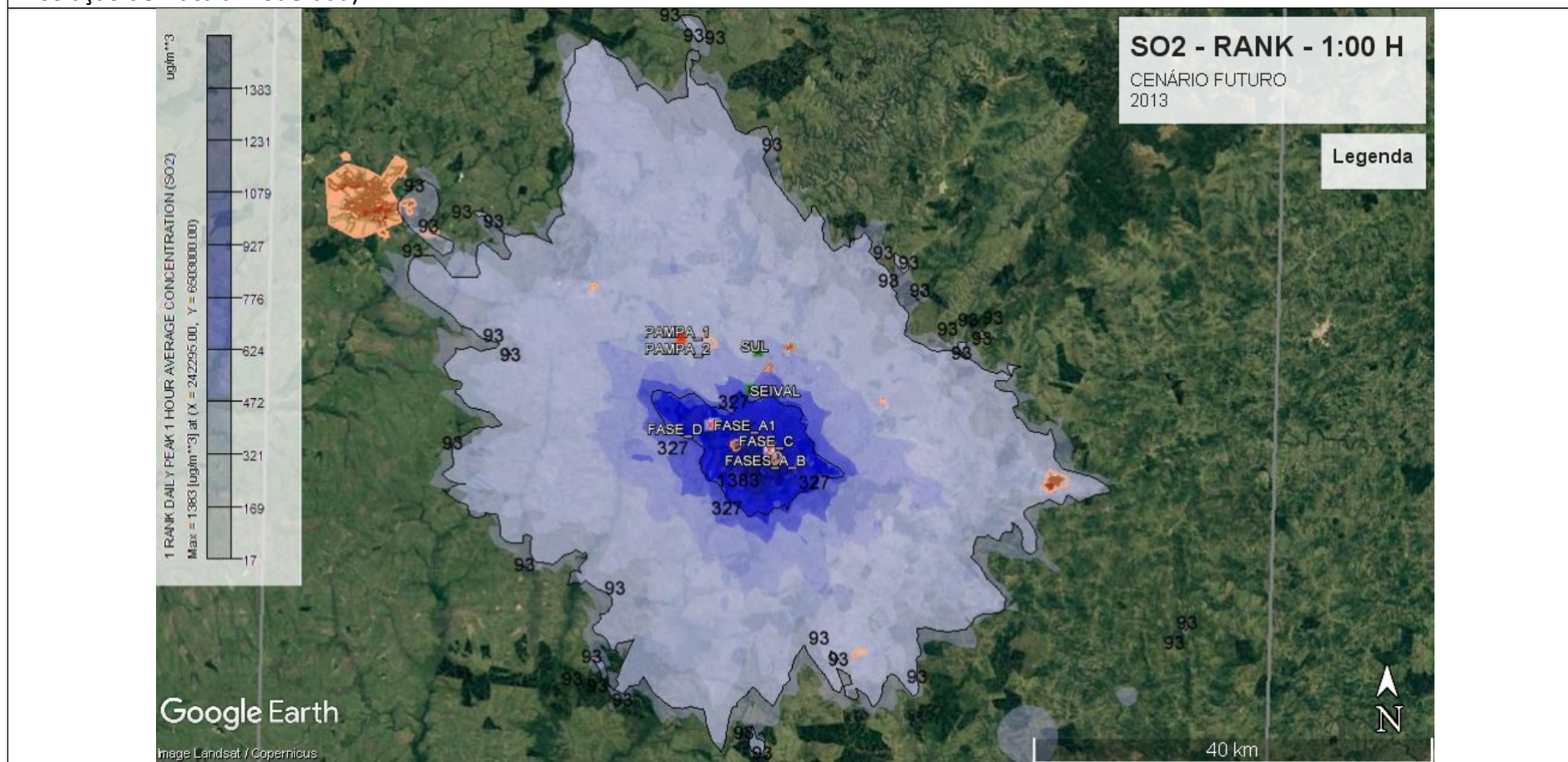
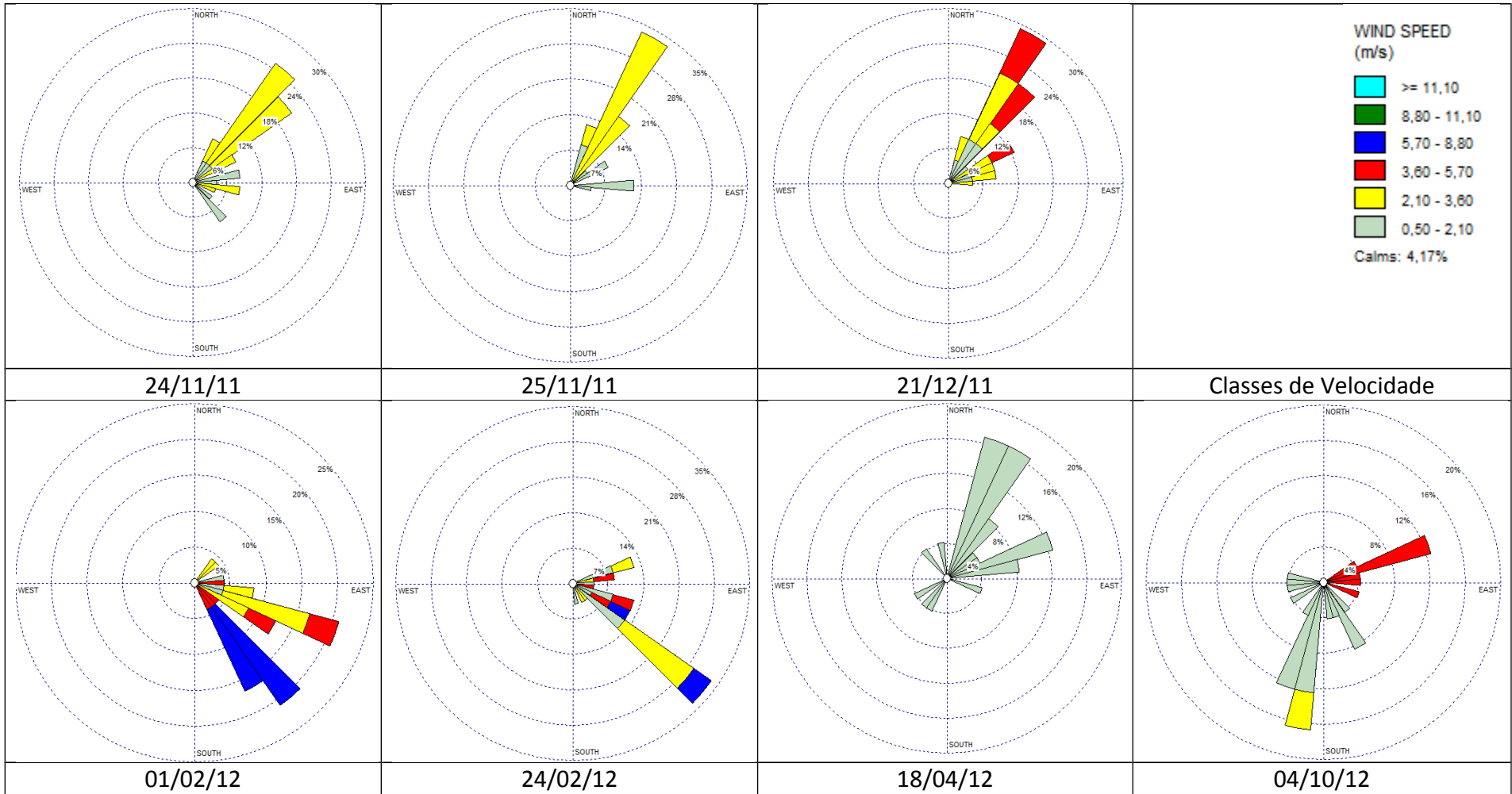


Gráfico 6 - Concentração de SO2 – Rank – Média Horária - 2013



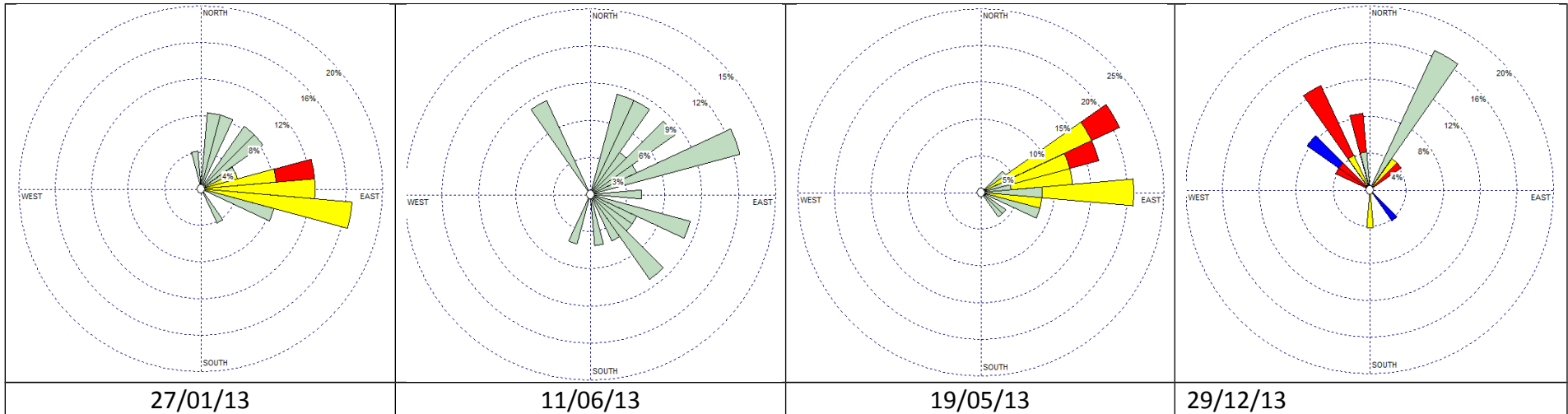
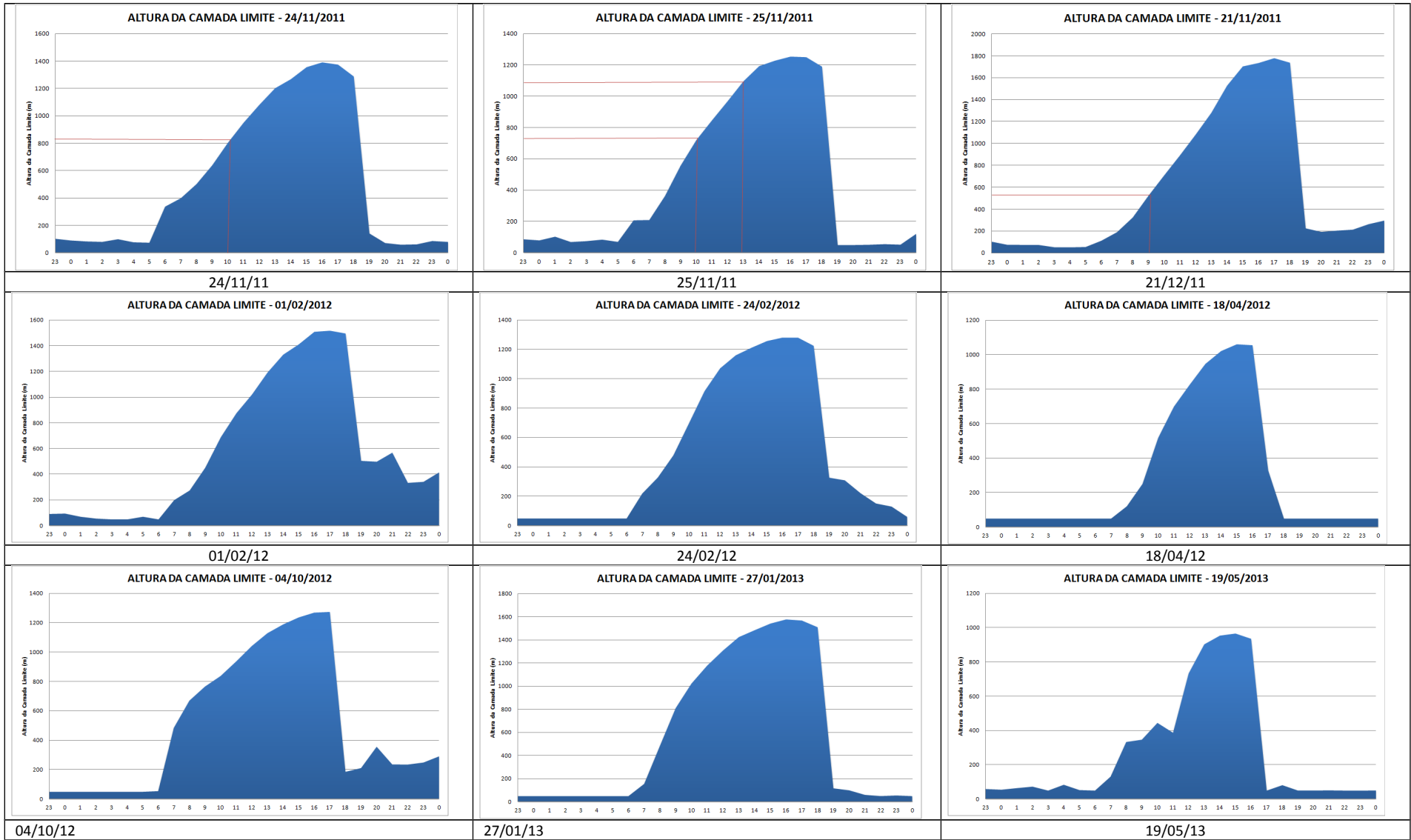


Gráfico 7 – Rosa dos Ventos dos dias de registro de concentrações ranqueadas (2011 a 2015)





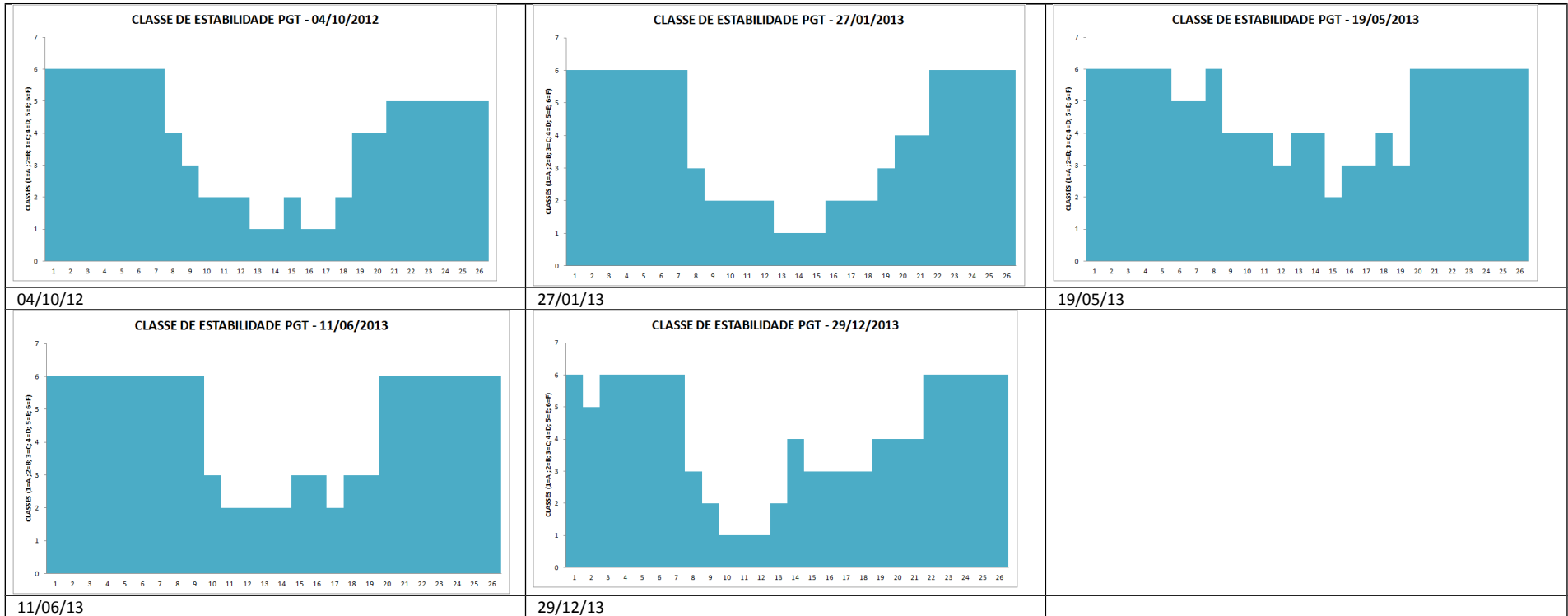


Gráfico 8 – Altura da Camada Limite Atmosférica e Classes de Estabilidade PGT dos dias de registro de concentrações ranqueadas (2011 a 2015)

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das 50 concentrações máximas da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de SO<sub>2</sub>.

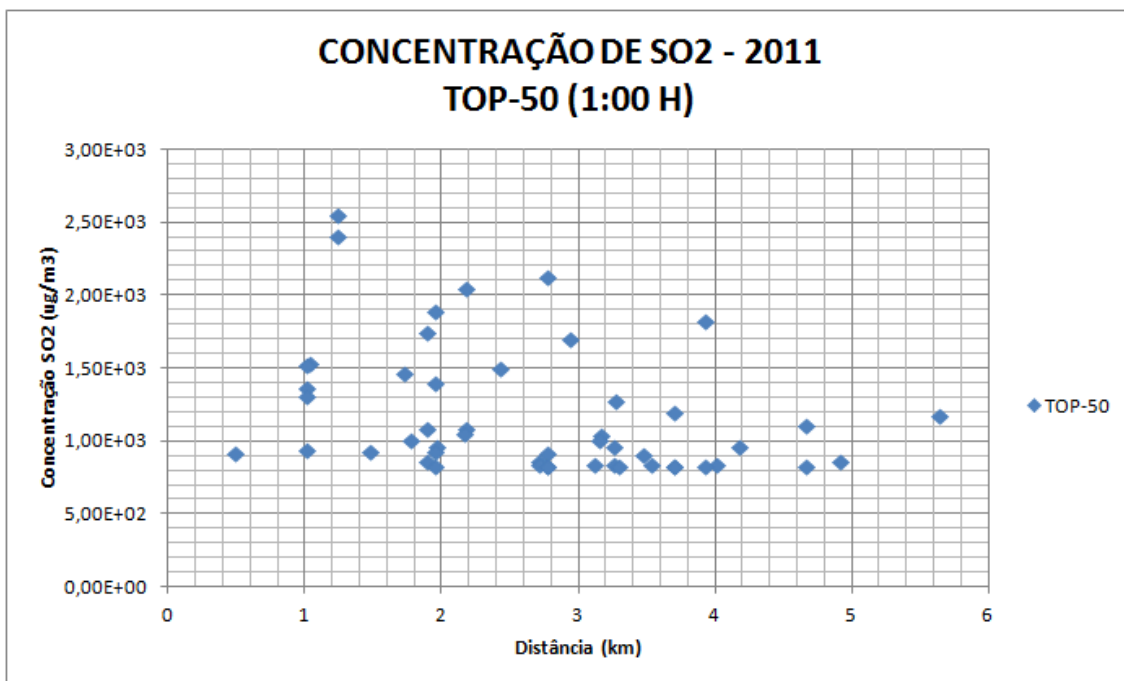


Gráfico 9 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Top 50 – Média Horária – 2011

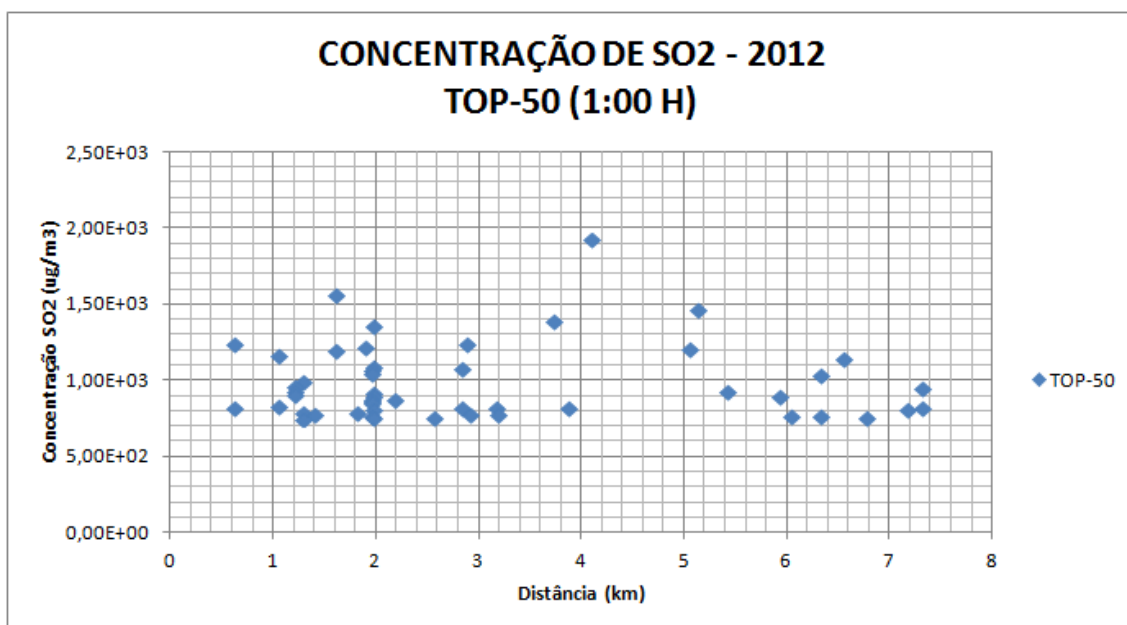
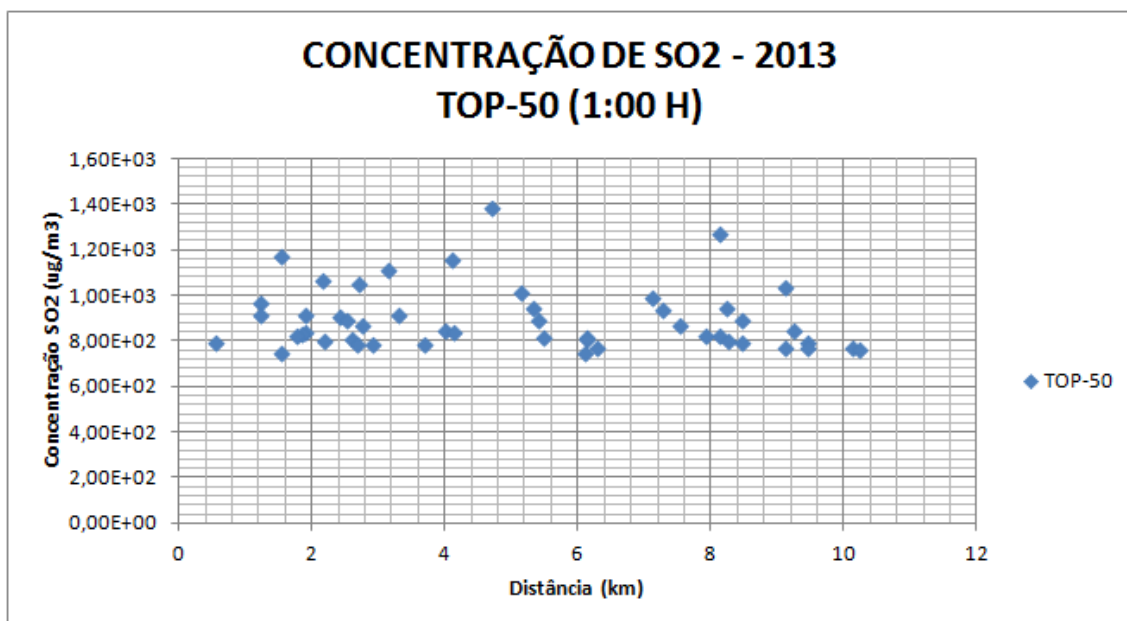
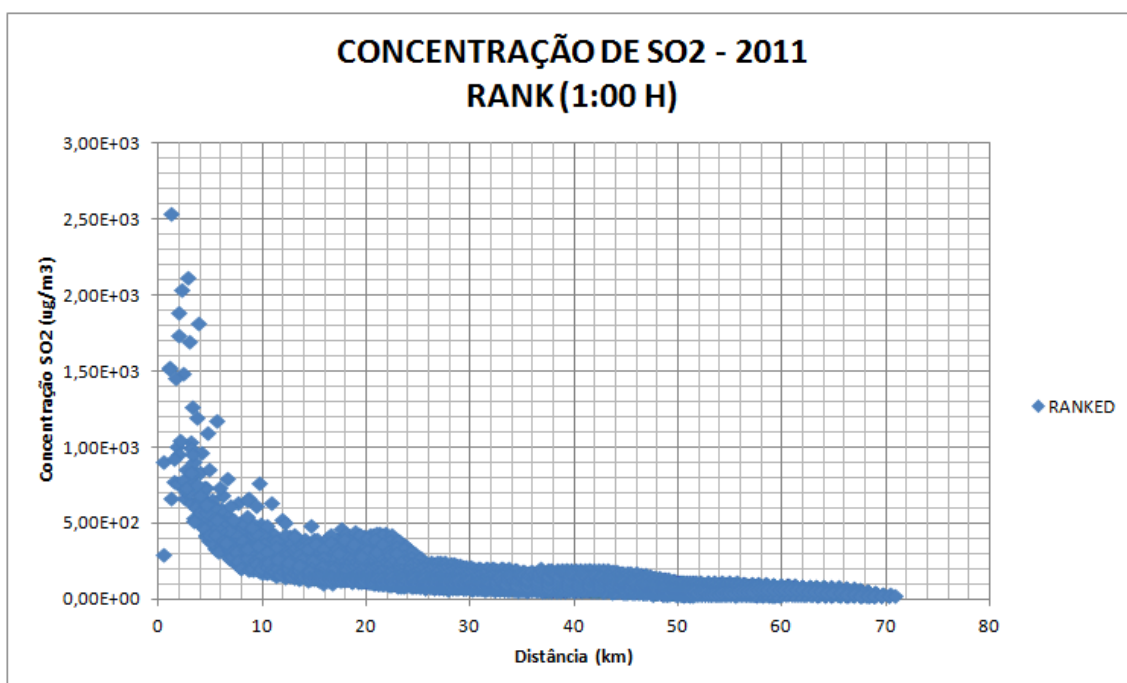


Gráfico 10 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Top 50 – Média Horária - 2012



**Gráfico 11 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Top 50 – Média Horária – 2013**

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das concentrações máximas em cada um dos 10.000 receptores da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de SO<sub>2</sub>.



**Gráfico 12 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Máximos nos receptores da Grade – Média Horária - 2011**

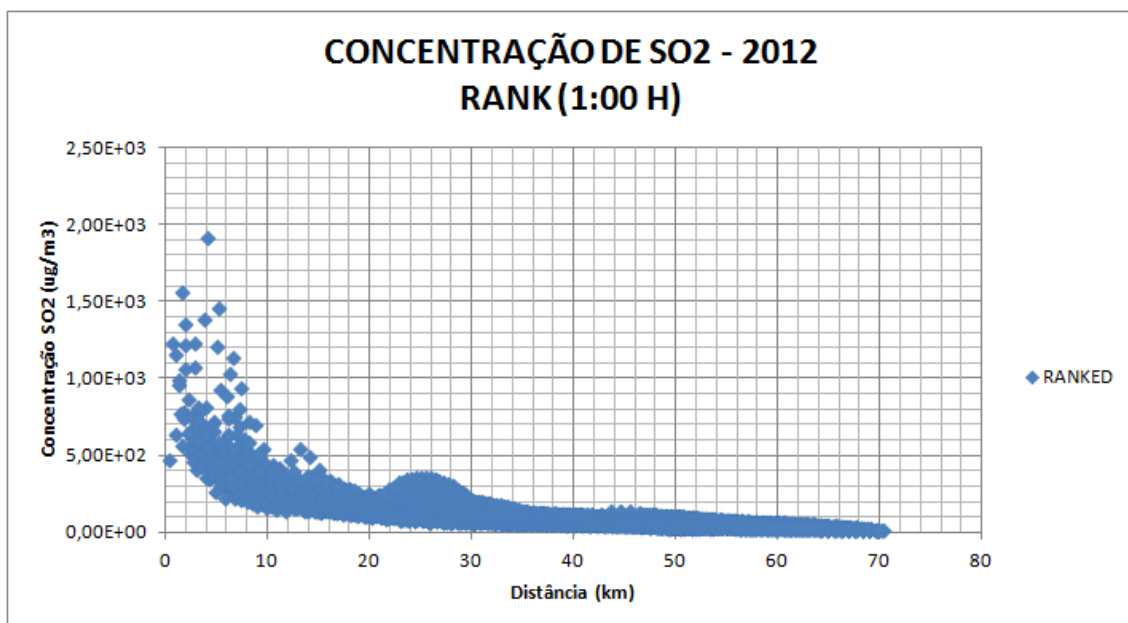


Gráfico 13 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Máximos nos receptores da Grade – Média Horária - 2012

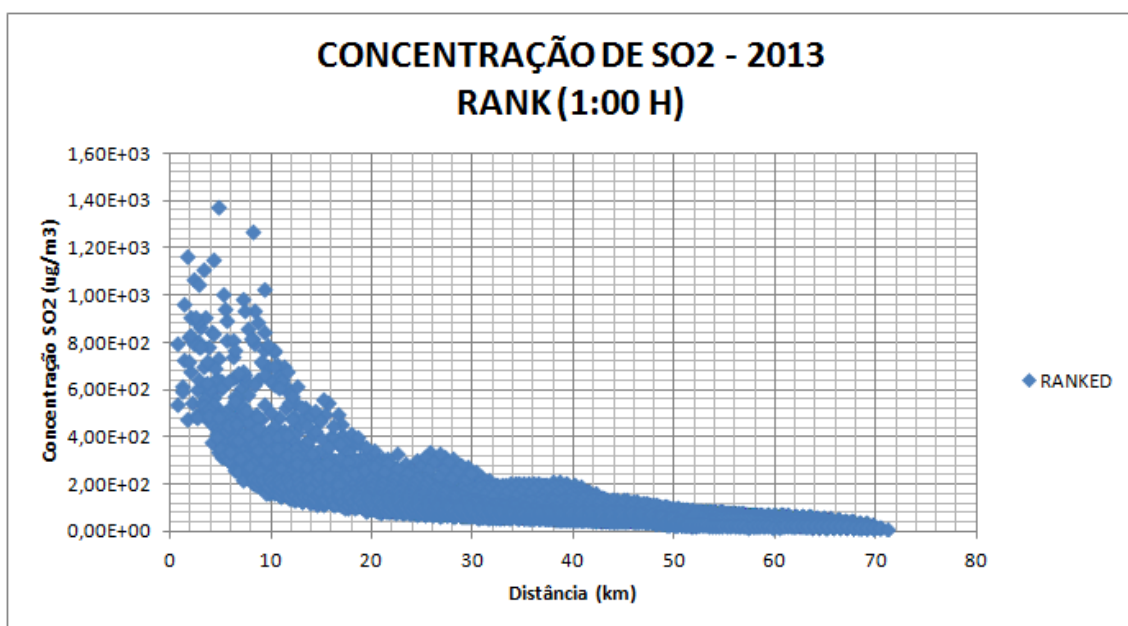


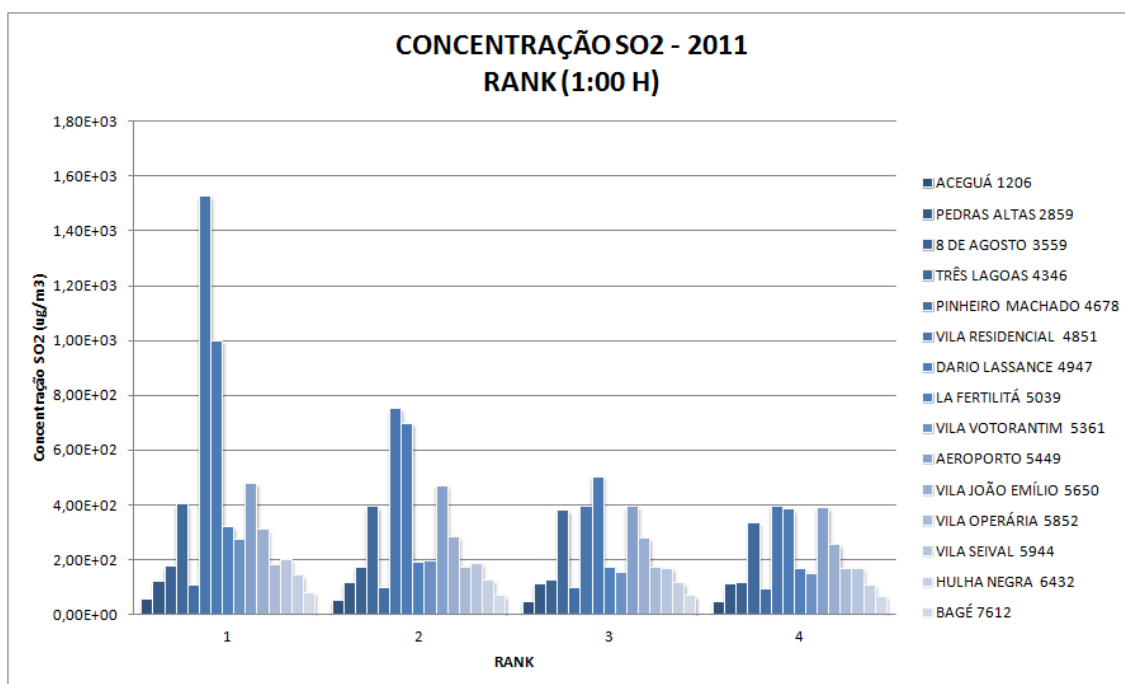
Gráfico 14 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Máximos nos receptores da Grade – Média Horária - 2013

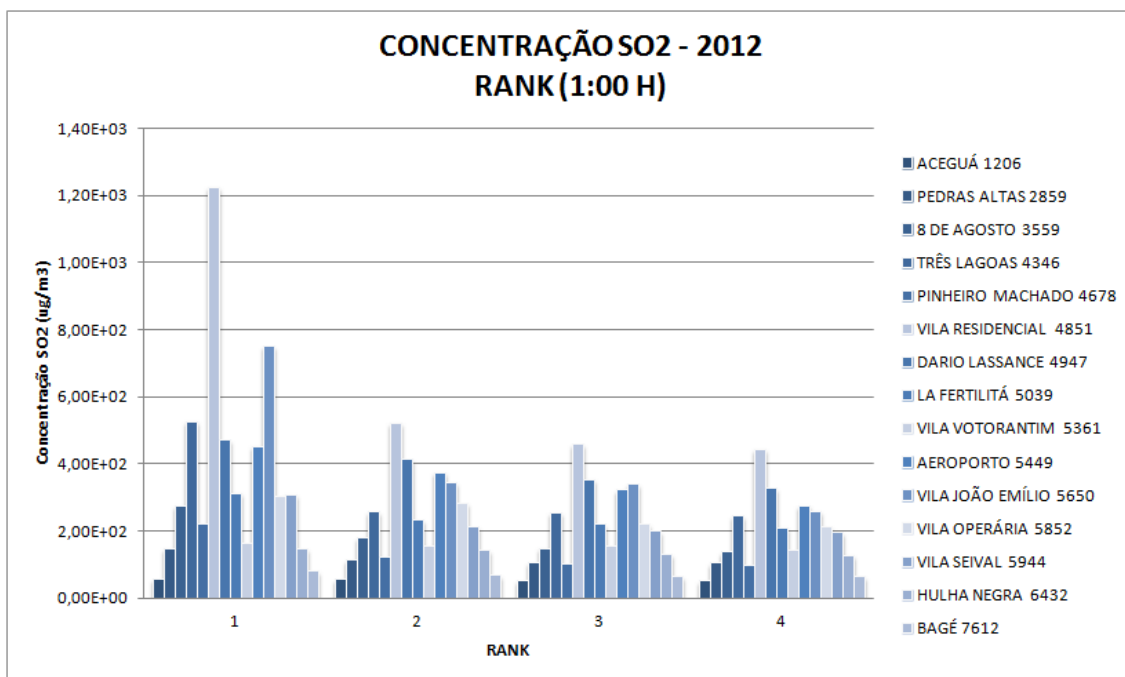
A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de perímetro de influência de faixas de concentração, tendo como centro da grade a fonte da Fase C:

Tabela 4 – Perímetro de influência da média horária de concentração de SO<sub>2</sub> – Cenário Futuro

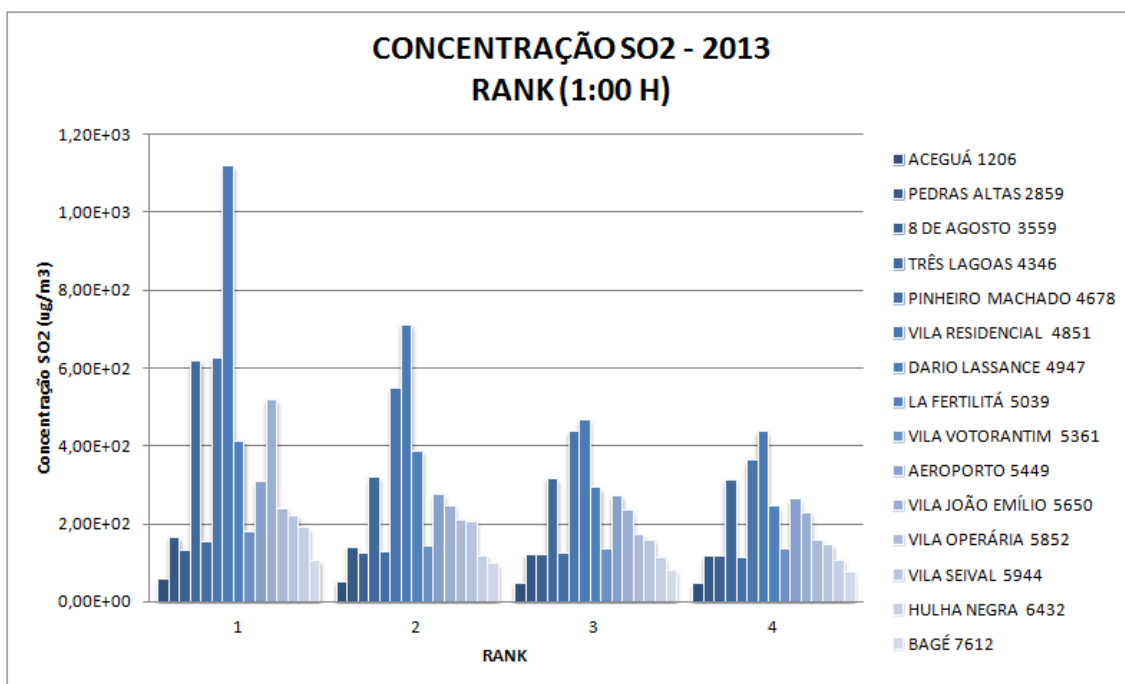
FAIXA DE CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	RAIO MÁXIMO DE INFLUÊNCIA (km)
500 – 1.000	< 16,0
1.000 – 2.000	< 10,0
2.000 – 2.542	< 2,8

Os gráficos a seguir apresentam os 4 valores máximos de concentração registrados em receptores selecionados (núcleos urbanos e pontos de monitoramento). Dos gráficos, identifica-se que as máximas concentrações são registradas nos receptores selecionados mais próximos às fontes emissoras, sendo mais expressivos nas Vilas Residencial, onde registrou-se concentração superior à  $1.400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e Dario Lassance (estação Candiota), onde registrou-se concentrações de até  $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; e nos pontos de monitoramento Três Lagoas e Aeroporto, onde registrouse concentrações superiores à  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Gráfico 15 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank em receptores selecionados – Média Horária - 2011



**Gráfico 16 – Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank em receptores selecionados – Média Horária - 2012**



**Gráfico 17 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank em receptores selecionados – Média Horária - 2013**

## 2. VALORES RANQUEADOS PARA MÉDIAS DIÁRIAS

Os Gráficos a seguir apresentam as isolinhas de concentração dos 4 valores máximos da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de SO<sub>2</sub> seguido dos gráficos Rosa dos Ventos, Altura da Camada Limite Atmosférica e a distribuição das classes de Pasquill-Gifford-Turner (PGT).

Dos resultados constata-se que há predomínio de ocorrência de máximos no 4º trimestre, seguido do 1º e 2º trimestres. Nenhum registro ocorreu no 3º trimestre..

Os valores máximos ranqueados tendem à ocorrência em situações de ventos fracos, entre 0,5 a 3,0 m/s cujas classes de estabilidade atmosférica são predominantemente de levemente estáveis (classe E) à instáveis (sobretudo com ocorrência em Classe B) e eventualmente neutras (classe D).

Tais parâmetros e a incidência de ocorrência dos valores máximos no raio não superior à 5,0 km indica que as plumas obedecem comportamentos típicos de *Looping* (diurno, no início da tarde; dias quentes com insolação e ventos fracos) e *Fumigation* (diurno, início da manhã; dias quentes com insolação e ventos fracos); eventualmente em condições *Trapped* (inversão acima, ou inversão frontal ou subsidência).

A máxima concentração registrada foi de 215,92  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,18 km da fonte, no sentido Sudeste; dia 25/01/2011, com altura da CLA oscilando entre 50,0 e 1.456,45 m e inversão às 19:00; classes de estabilidade predominante de levemente estável com variações entre instáveis e neutra; abundância de ventos fracos < 2,0 m/s predominantes de Nordeste.

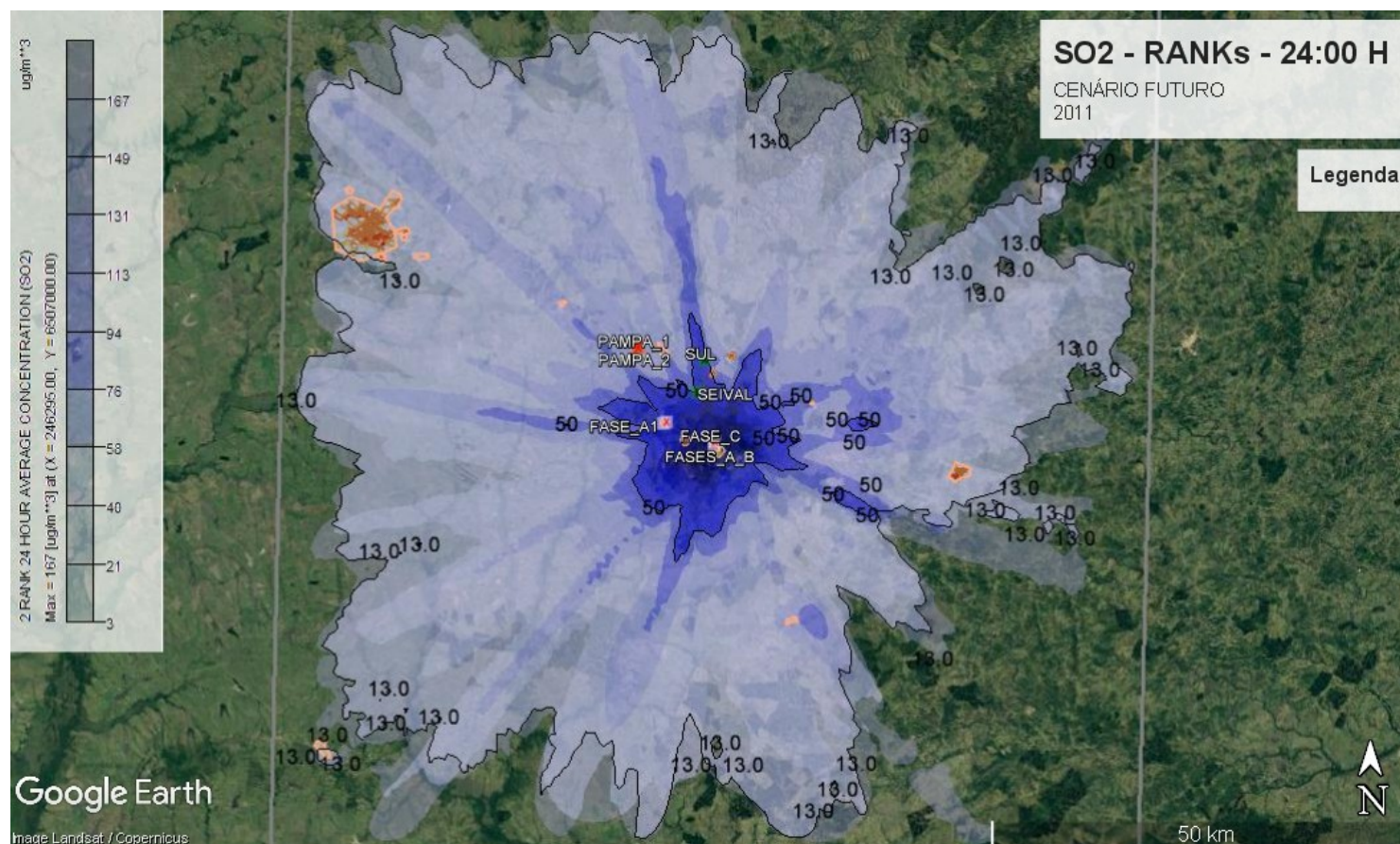


Gráfico 18 - Concentração de SO2 – Rank – Média Diária - 2011

A máxima concentração registrada foi de 172,19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,81 km da fonte, no sentido Noroeste; dia 04/10/12, com altura da CLA oscilando entre 50,0 e 1.273,02 m e inversão às 18:00; classes de estabilidade predominante de levemente estável com variações entre instáveis; abundância de ventos fracos 2,0 a 3,0 m/s predominantes de Sudeste.

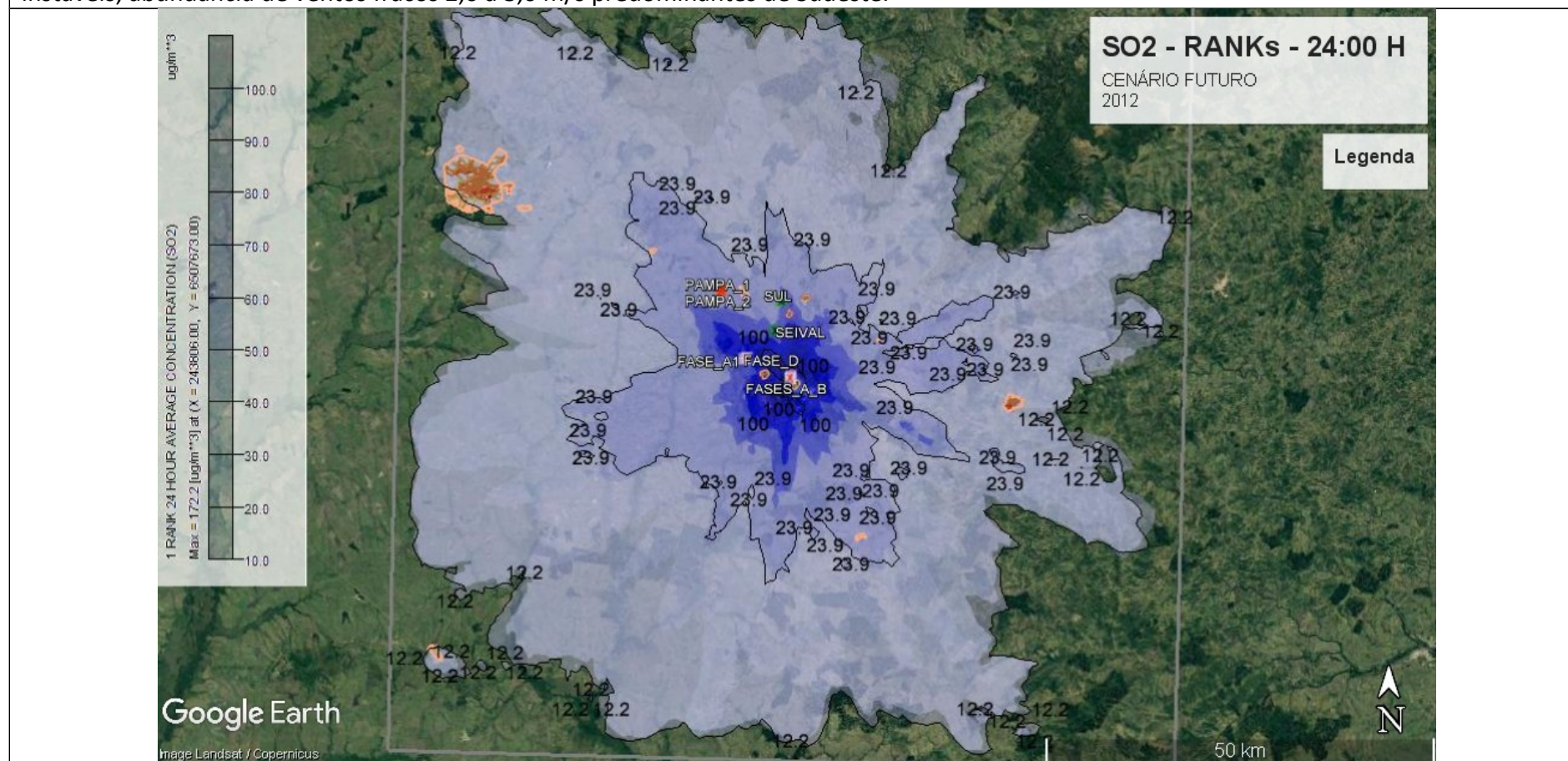


Gráfico 19 - Concentração de SO2 – Rank – Média Diária - 2012

A máxima concentração registrada foi de 126,22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 4,58 km da fonte, no sentido Noroeste; dia 11/06/13, com altura da CLA oscilando entre 50,0 e 766,23 m e inversão às 17:00; classes de estabilidade predominante de levemente estável com variações entre classes instáveis B e C instáveis; abundância de ventos fracos < 2,0 m/s predominantes de Sudeste.

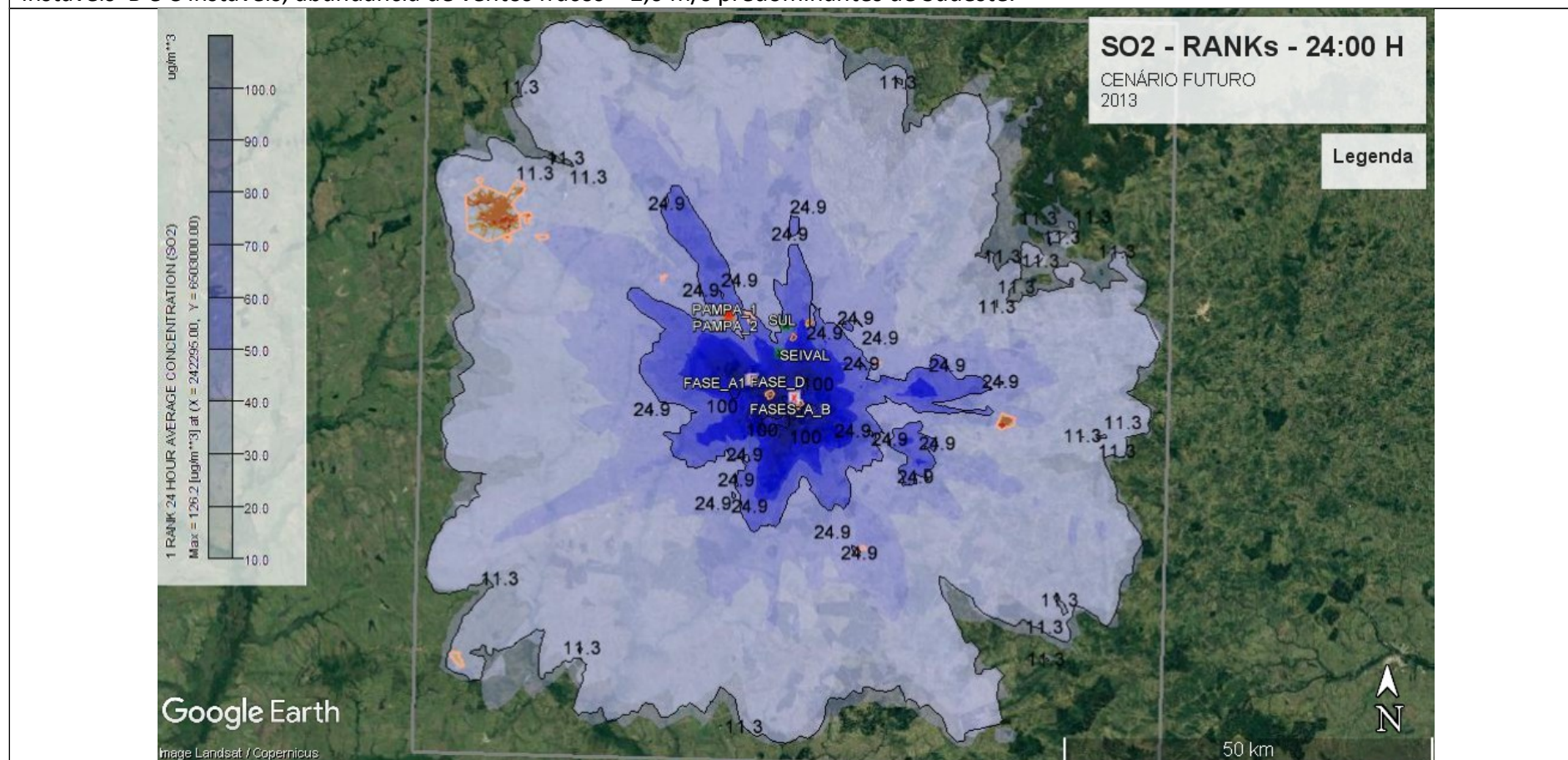
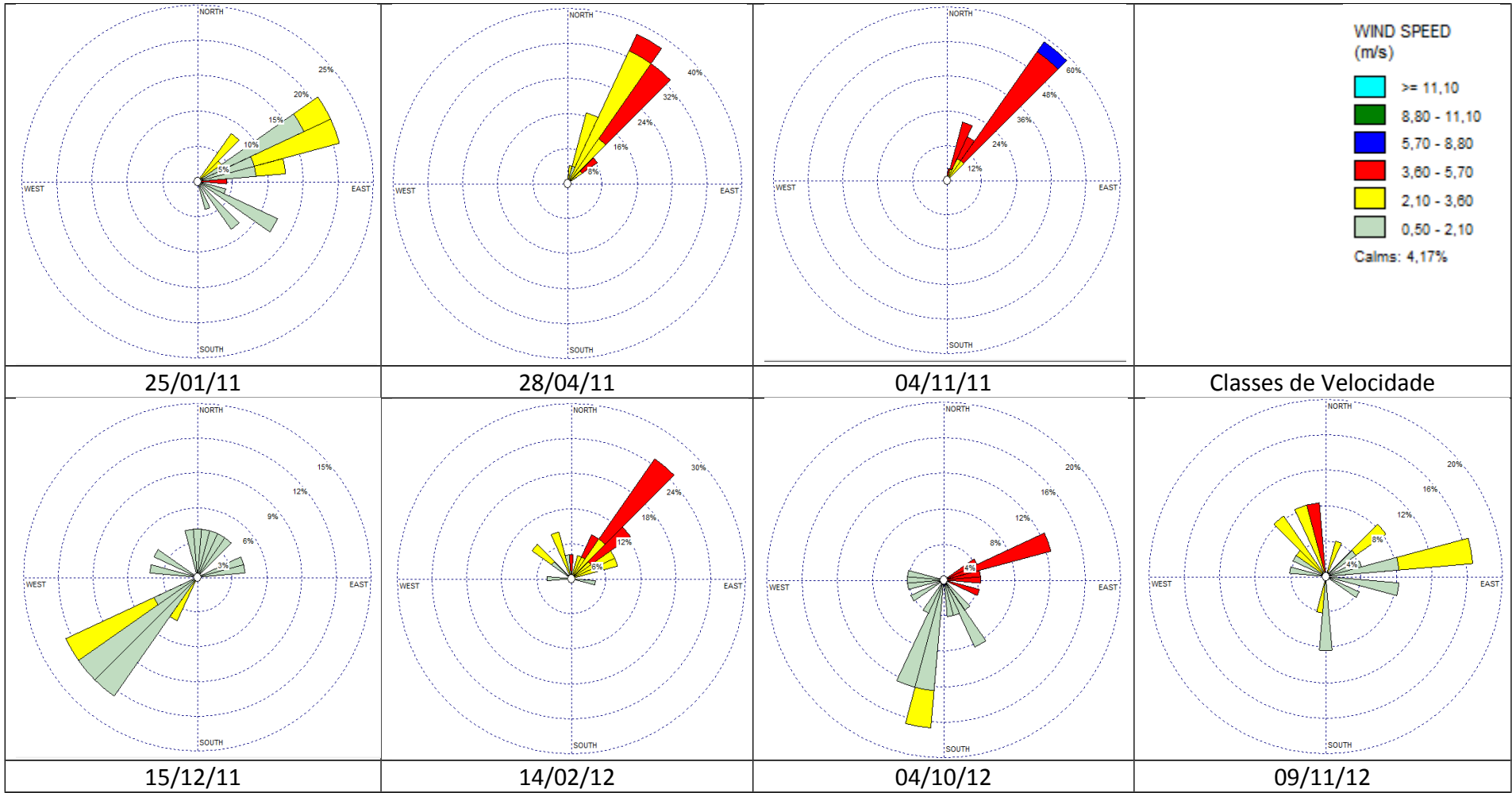


Gráfico 20 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank – Média Diária - 2013



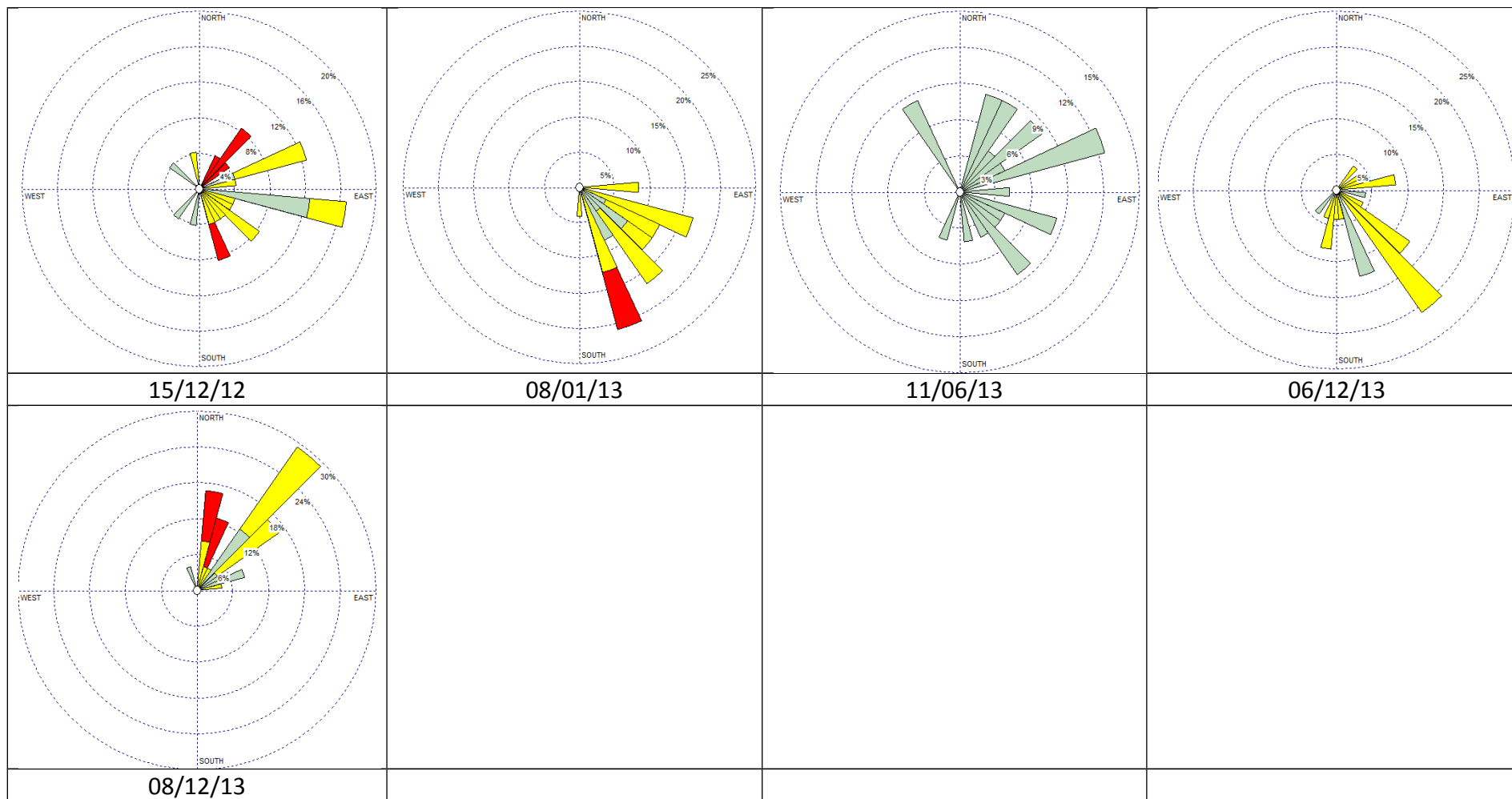
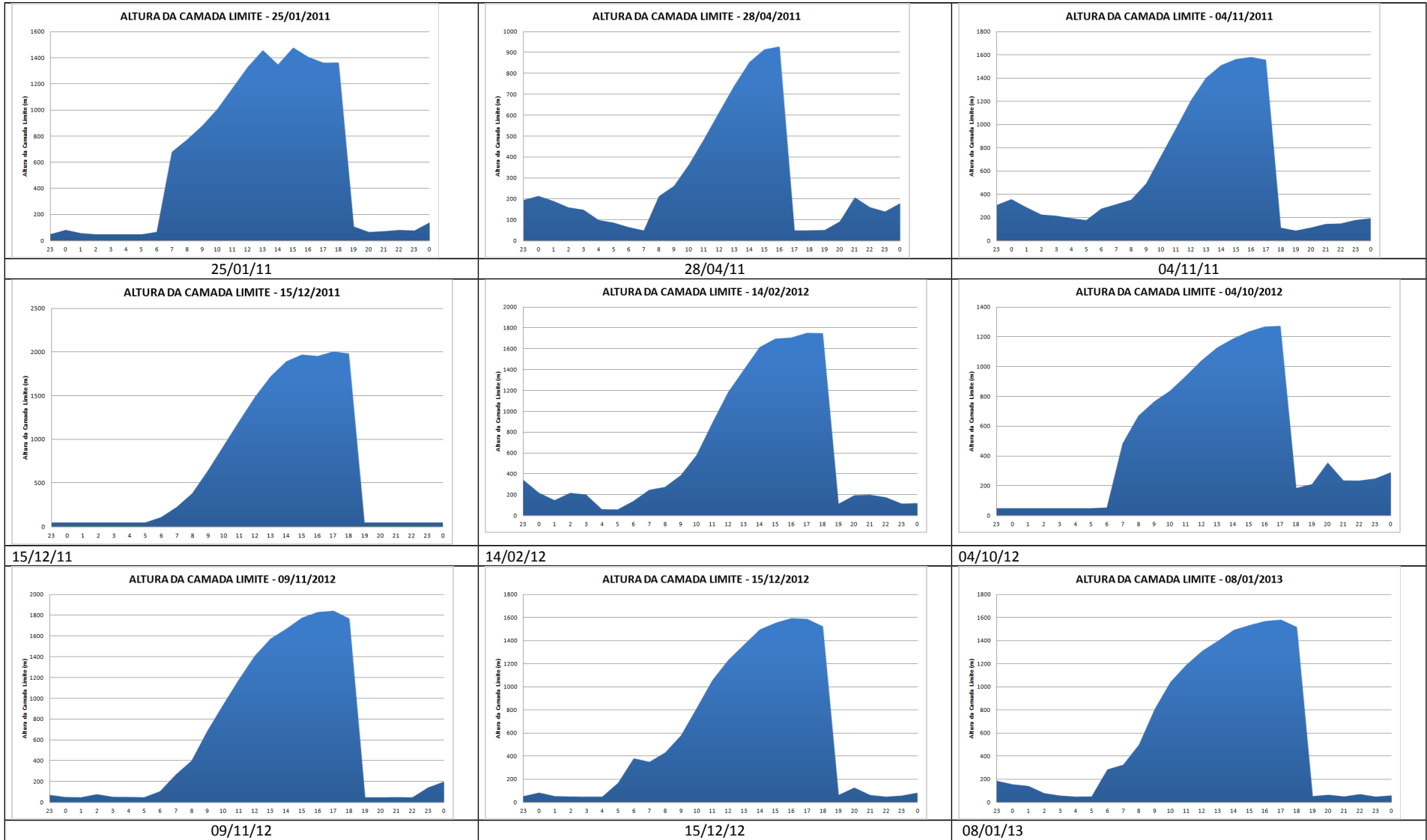
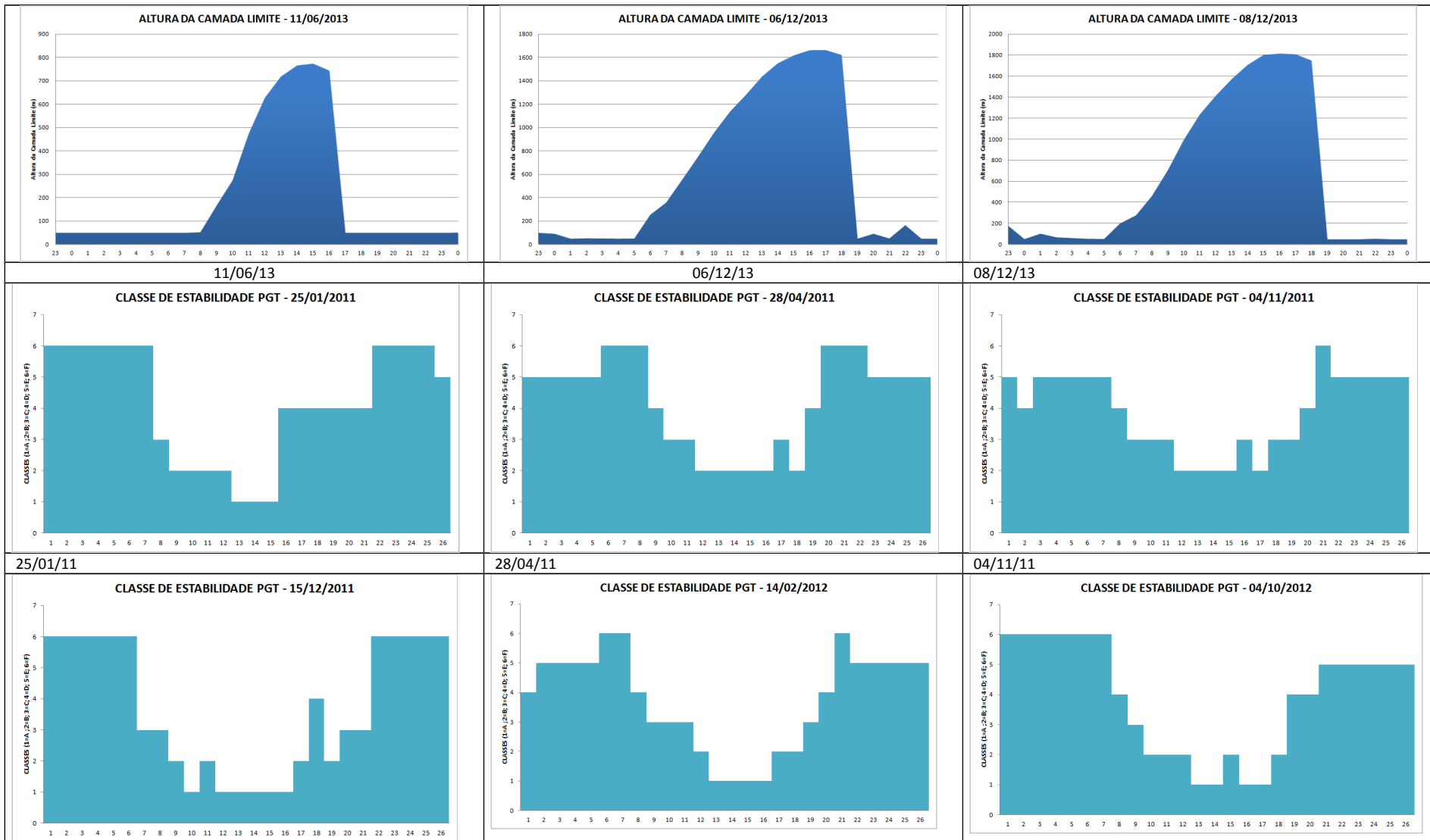


Gráfico 21 - Rosa dos Ventos dos dias de registro de concentrações ranqueadas (2011 a 2015)





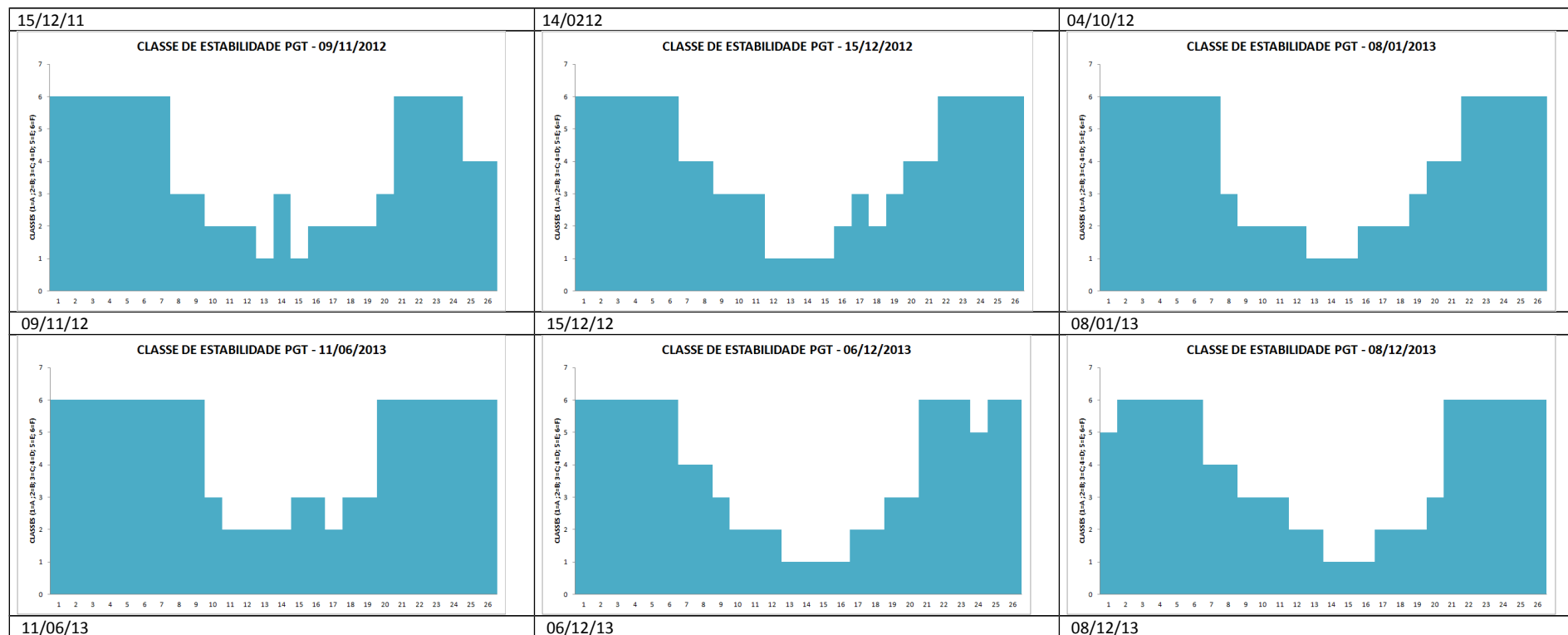


Gráfico 22 - Altura da Camada Limite Atmosférica e Classes de Estabilidade PGT dos dias de registro de concentrações ranqueadas (2011 a 2015)

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das 50 concentrações máximas da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de SO<sub>2</sub>.

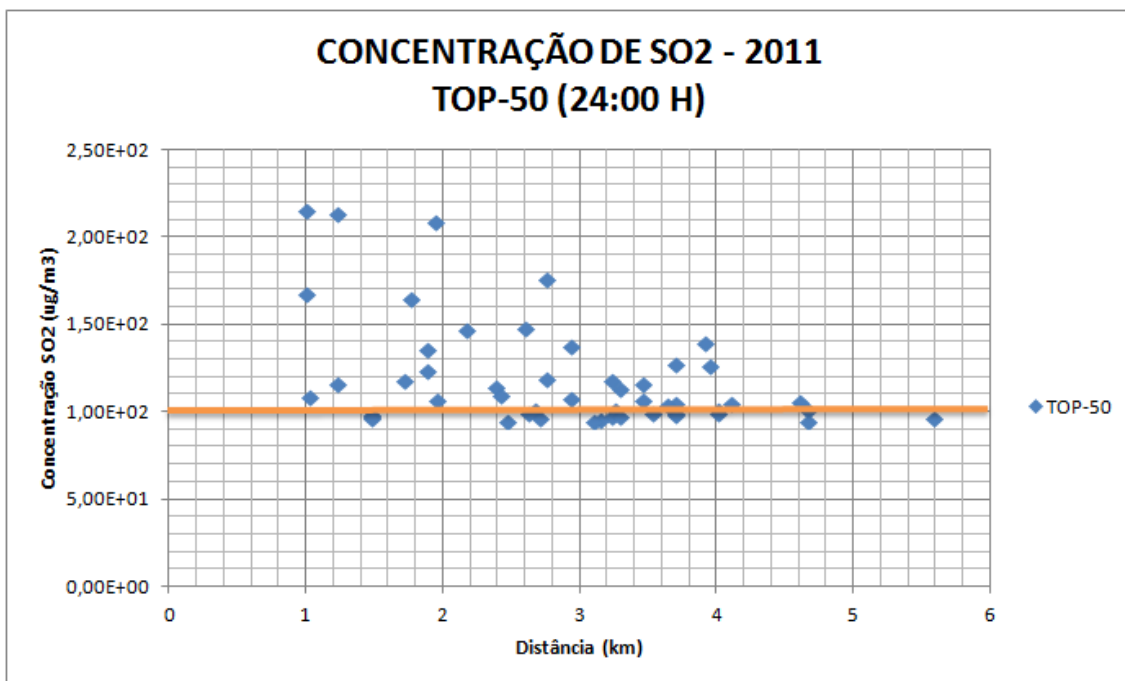


Gráfico 23 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Top 50 – Média Diária - 2011

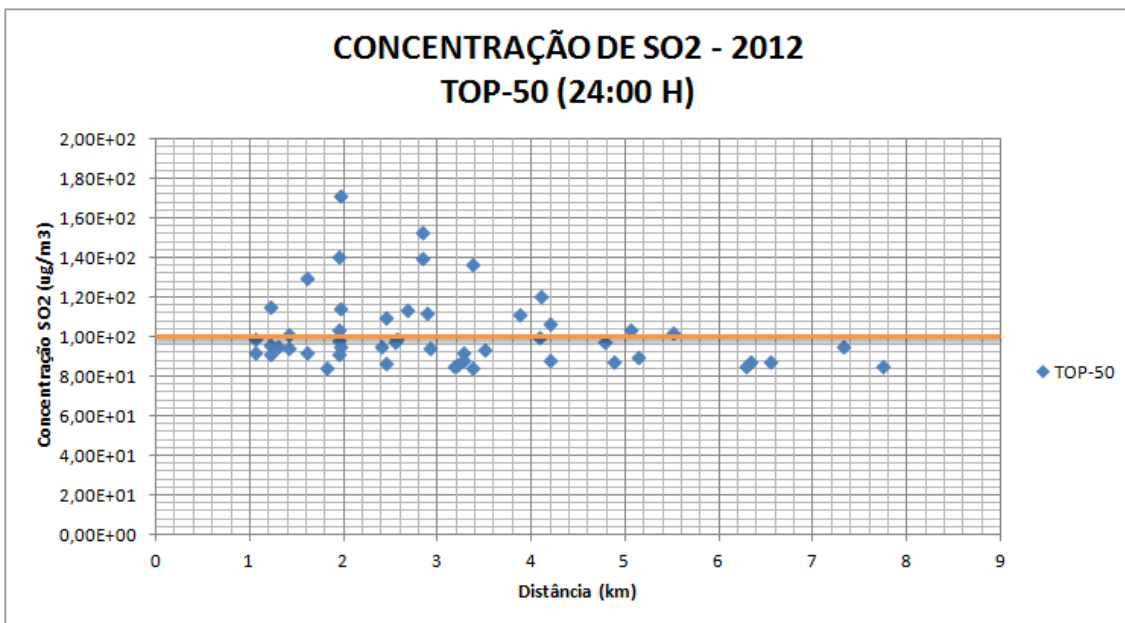


Gráfico 24 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Top 50 – Média Diária - 2012

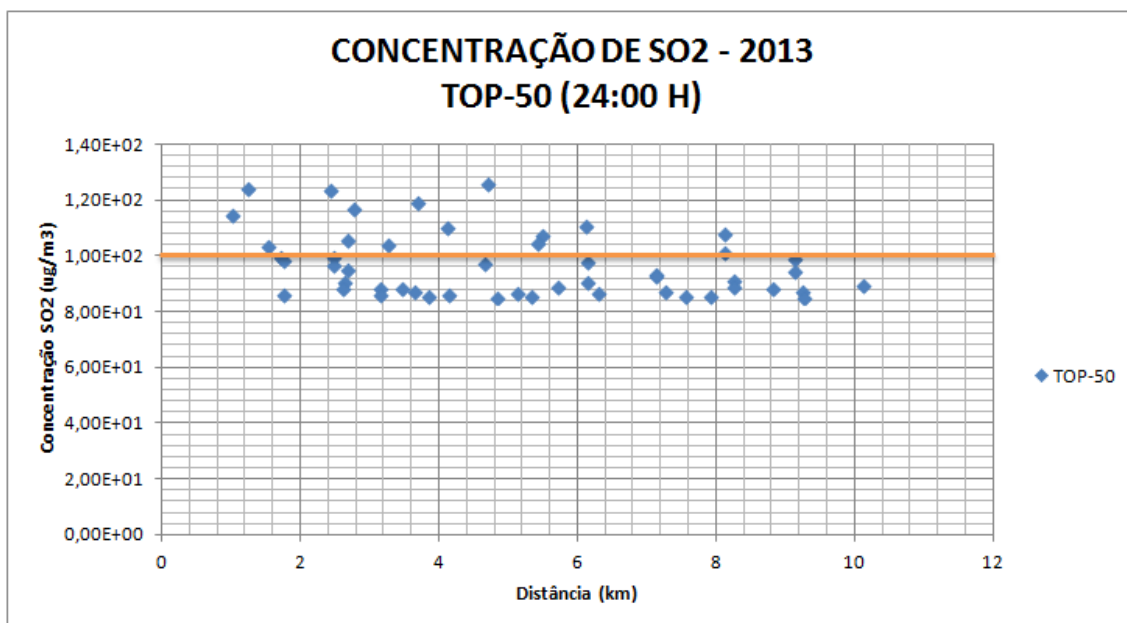


Gráfico 25 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Top 50 – Média Diária - 2013

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das concentrações máximas em cada um dos 10.000 receptores da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de SO<sub>2</sub>.

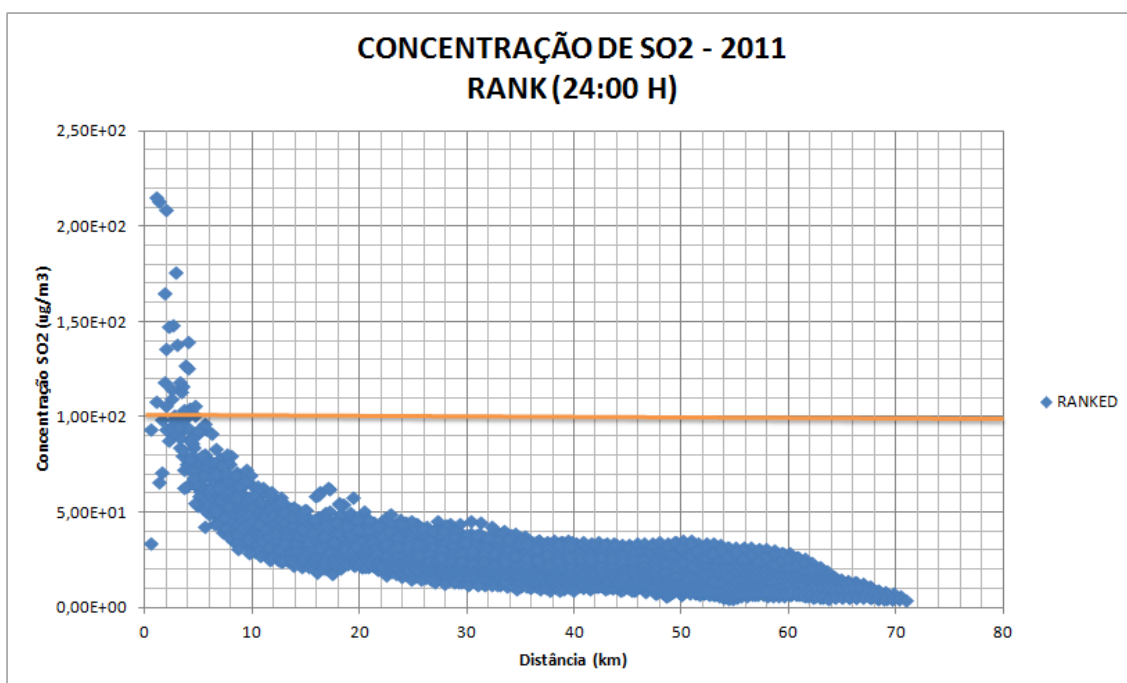


Gráfico 26 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Máximos em receptores da Grade – Média Diária - 2011

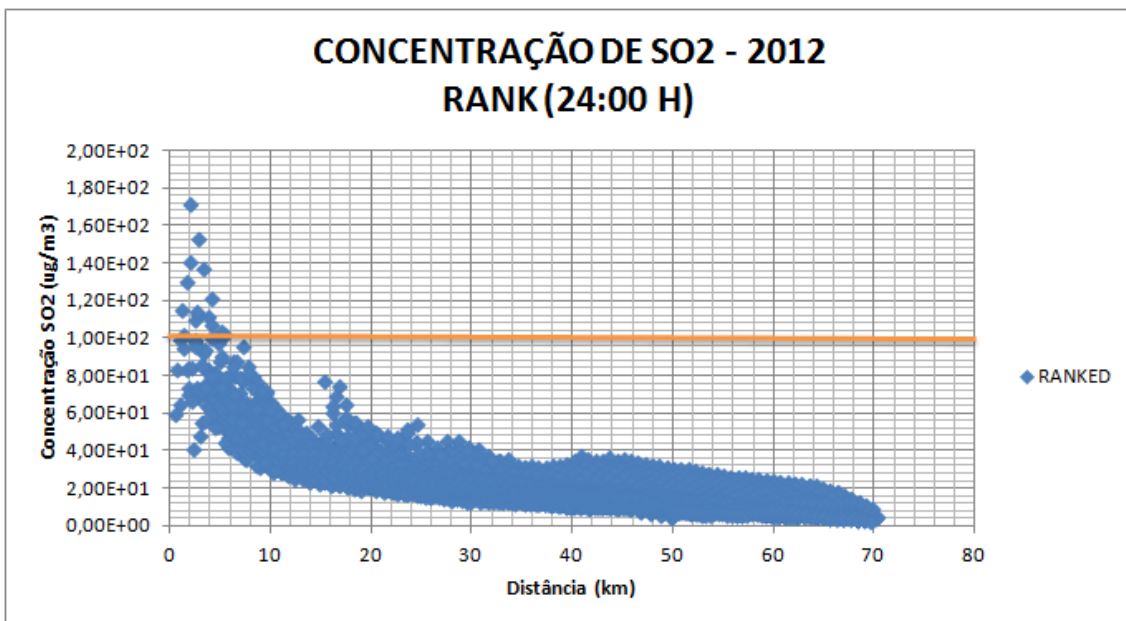


Gráfico 27 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Máximos em receptores da Grade – Média Diária - 2012

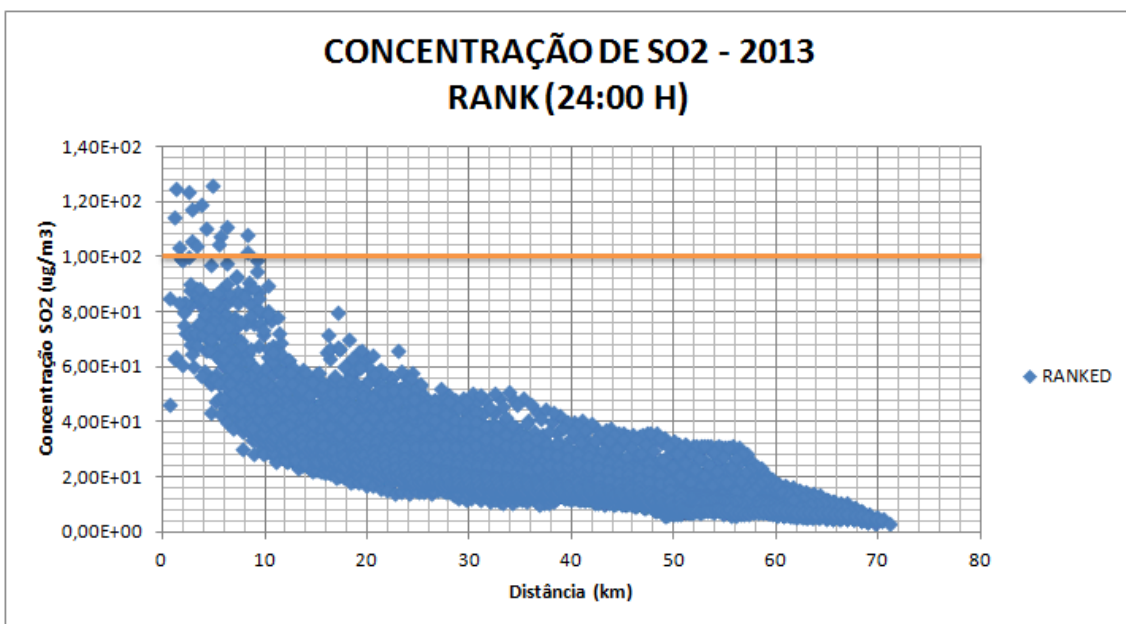


Gráfico 28 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Máximos em receptores da Grade – Média Diária - 2013

O gráfico a seguir apresenta a distribuição de registros de excedências de violações do padrão secundário da qualidade do ar ao longo do ano.



Gráfico 29 – Concentração de SO<sub>2</sub> – Registros de excedências do padrão secundário da qualidade do ar – 2011



Gráfico 30 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Registros de excedências do padrão secundário da qualidade do ar – 2012

**Gráfico 31 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Registros de excedências do padrão secundário da qualidade do ar – 2013**

A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de perímetro de influência de faixas de concentração, tendo como centro da grade a fonte Fase C:

**Tabela 5 - Perímetro de influência da média diária de concentração de SO<sub>2</sub> – Cenário Futuro**

FAIXA DE CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	RAIO MÁXIMO DE INFLUÊNCIA (km)
50 – 100	< 26,0
<b>100 – 200</b>	< 8,1
200 – 215	< 1,9

Identifica-se que não há registros de concentrações máximas que são superiores ao padrão primário da qualidade do ar. Concentrações máximas superiores ao padrão secundário da qualidade do ar (linha em laranja) estão contidos no raio de 8,1 km a partir da UTPM. Entretanto, excedências (número de registros maiores do que 1 no mesmo ponto de grade) estão concentrados no perímetro imediato de influência da UTPM, em raio de aproximadamente 4,0 km. O maior número de excedências registrado em um único ponto de grade foi 2 vezes, em 2011 e 2012, à cerca de 3,0 km de distância da UTPM. As Vilas Dario Lassance e Residencial são aquelas mais impactadas por violações do padrão secundário da qualidade do ar, sendo a população mais vulnerável aos impactos de curto termo.

Os gráficos a seguir apresentam os 4 valores máximos de concentração registrados em receptores selecionados (núcleos urbanos e pontos de monitoramento). Dos gráficos, identifica-se que as máximas concentrações são registradas nos receptores selecionados mais próximos às fontes emissoras, sendo mais expressivos nas Vilas Residencial, Dario Lassance (estação Candiota) e João Emílio, e nos pontos de monitoramento Três Lagoas, Aeroporto e La Fertilidá. Apenas na Vila Residencial registrou-se violação do padrão secundário, uma única vez em 2011 (i.e. 100,0 µg/m<sup>3</sup>).

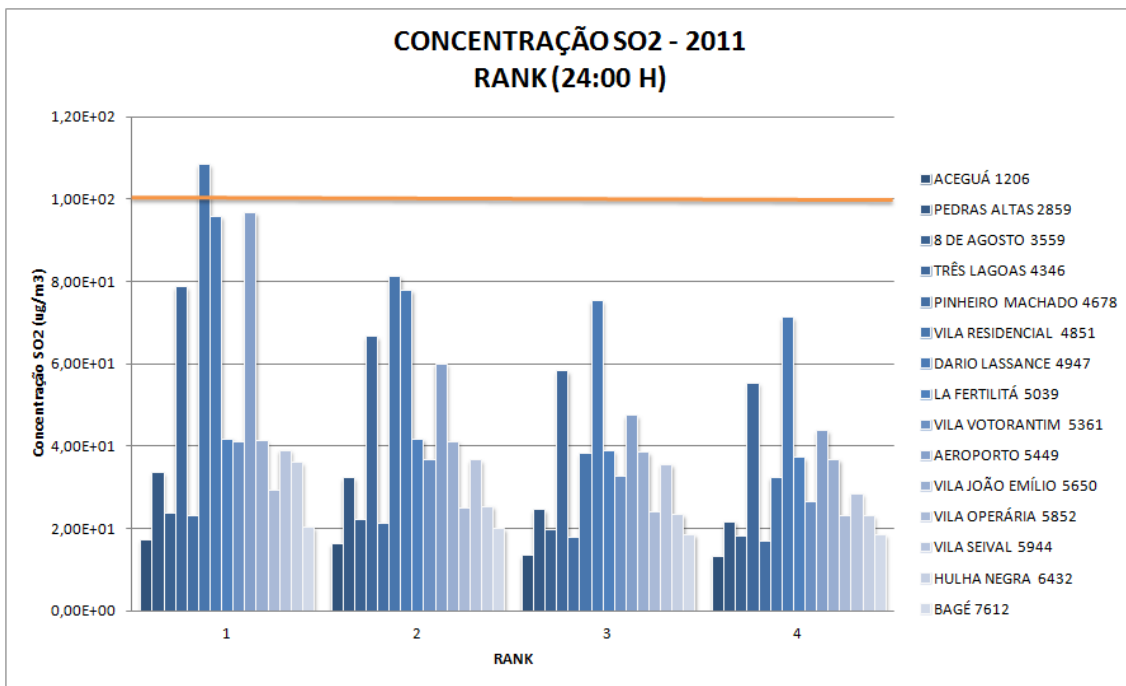


Gráfico 32 - Concentração de SO2 – Rank em receptores selecionados – Média Diária - 2011

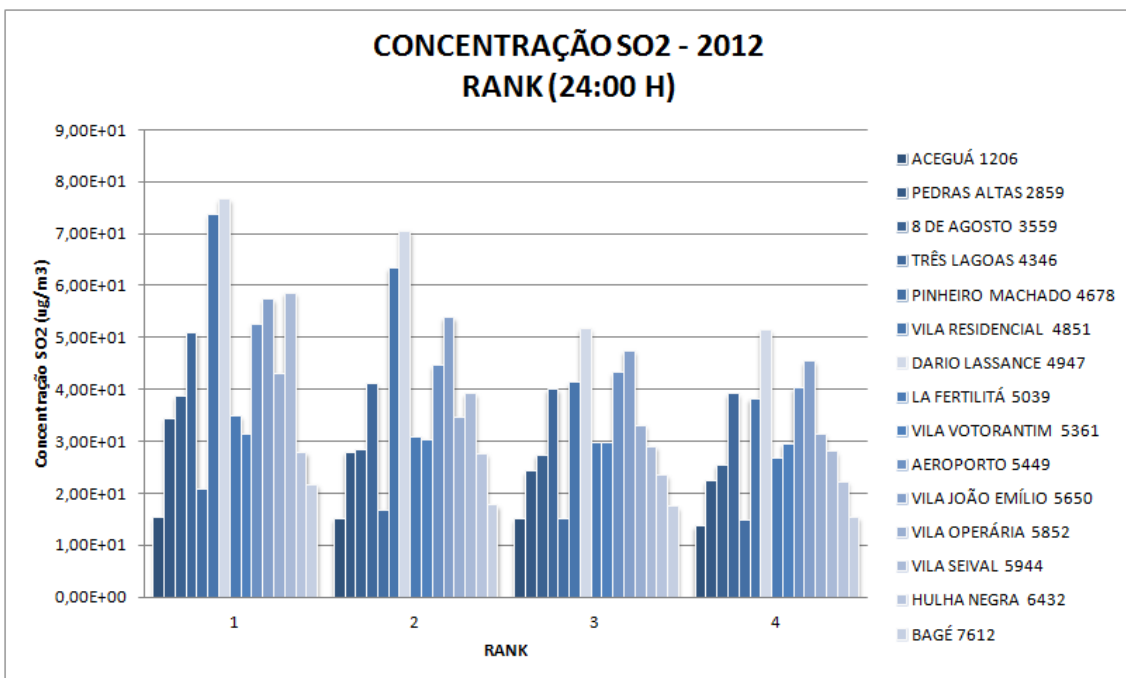


Gráfico 33 - Concentração de SO2 – Rank em receptores selecionados – Média Diária - 2012

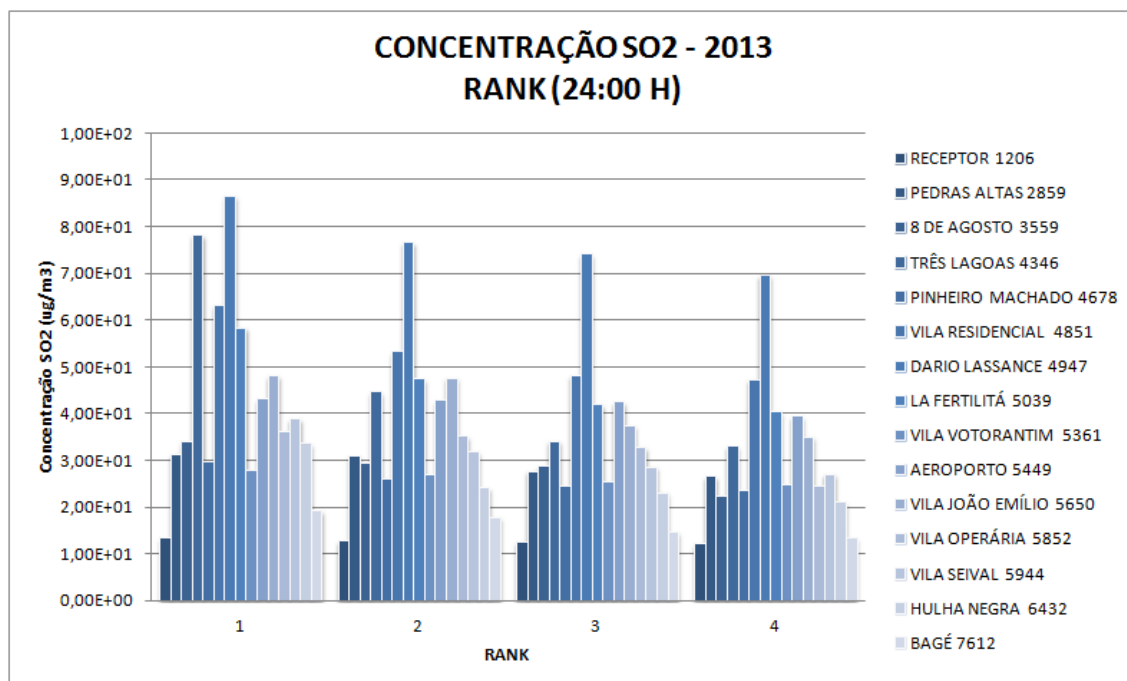


Gráfico 34 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank em receptores selecionados – Média Diária - 2013

### 3. VALORES RANQUEADOS PARA MÉDIA ANUAL

Os Gráficos a seguir apresentam as isolinhas de concentração dos 4 valores máximos da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de SO<sub>2</sub>, devendo-se consultar os gráficos Rosas dos Ventos, Altura da Camada Limite Atmosférica e a distribuição das classes de Pasquill-Gifford-Turner (PGT) no tópico 6.1.



A máxima concentração registrada foi de  $6,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 2,55 km da fonte, no sentido Sudeste; a CLA oscilou entre 50,0 e 2.497,17; classes de estabilidade predominantemente neutras e estáveis; predominância de ventos de Nordeste.

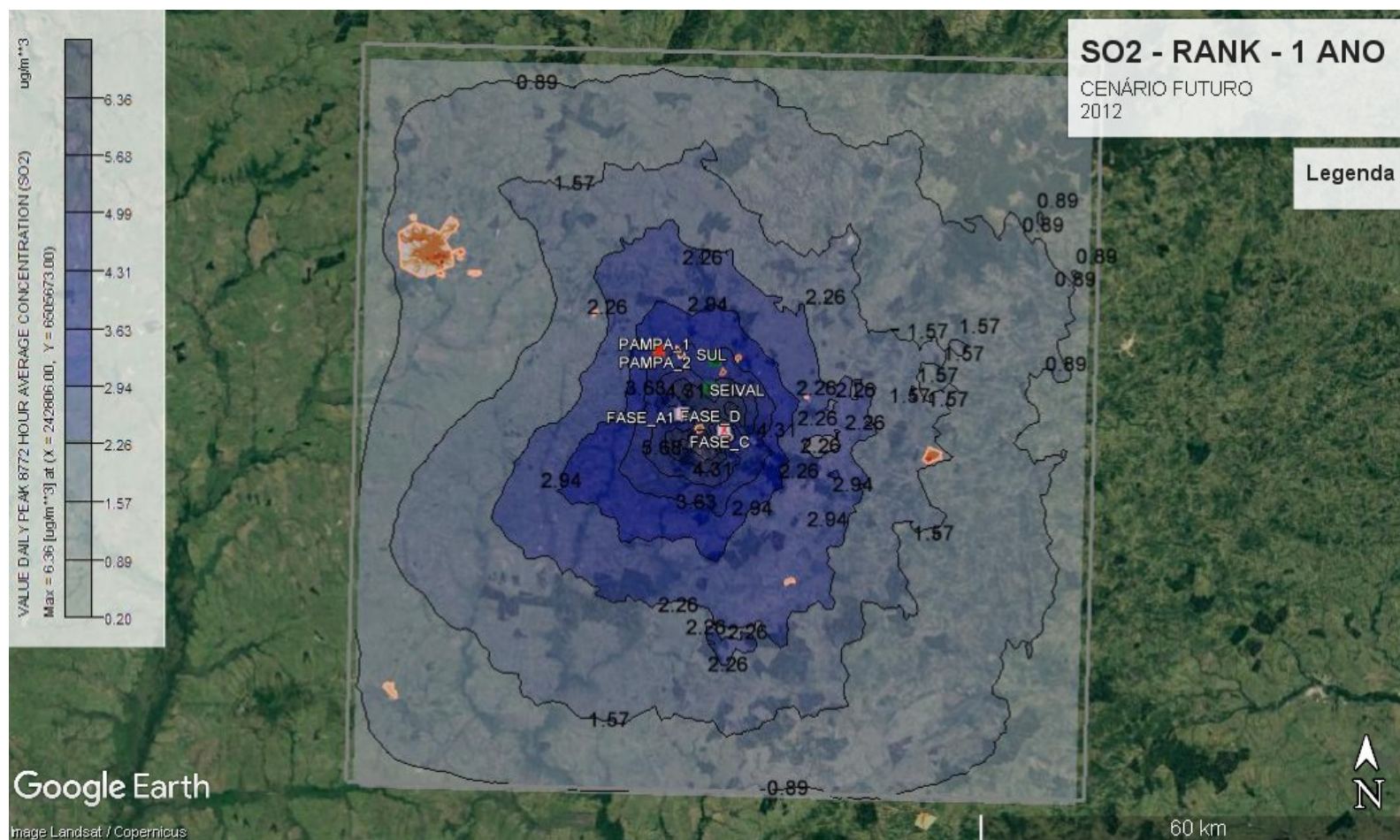


Gráfico 36 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Média Anual - 2012

A máxima concentração registrada foi de  $7,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 2,96 km da fonte, no sentido Sudeste; a CLA oscilou entre 50,0 e 2.140,93; classes de estabilidade predominantemente neutras e estáveis; predominância de ventos de Nordeste.

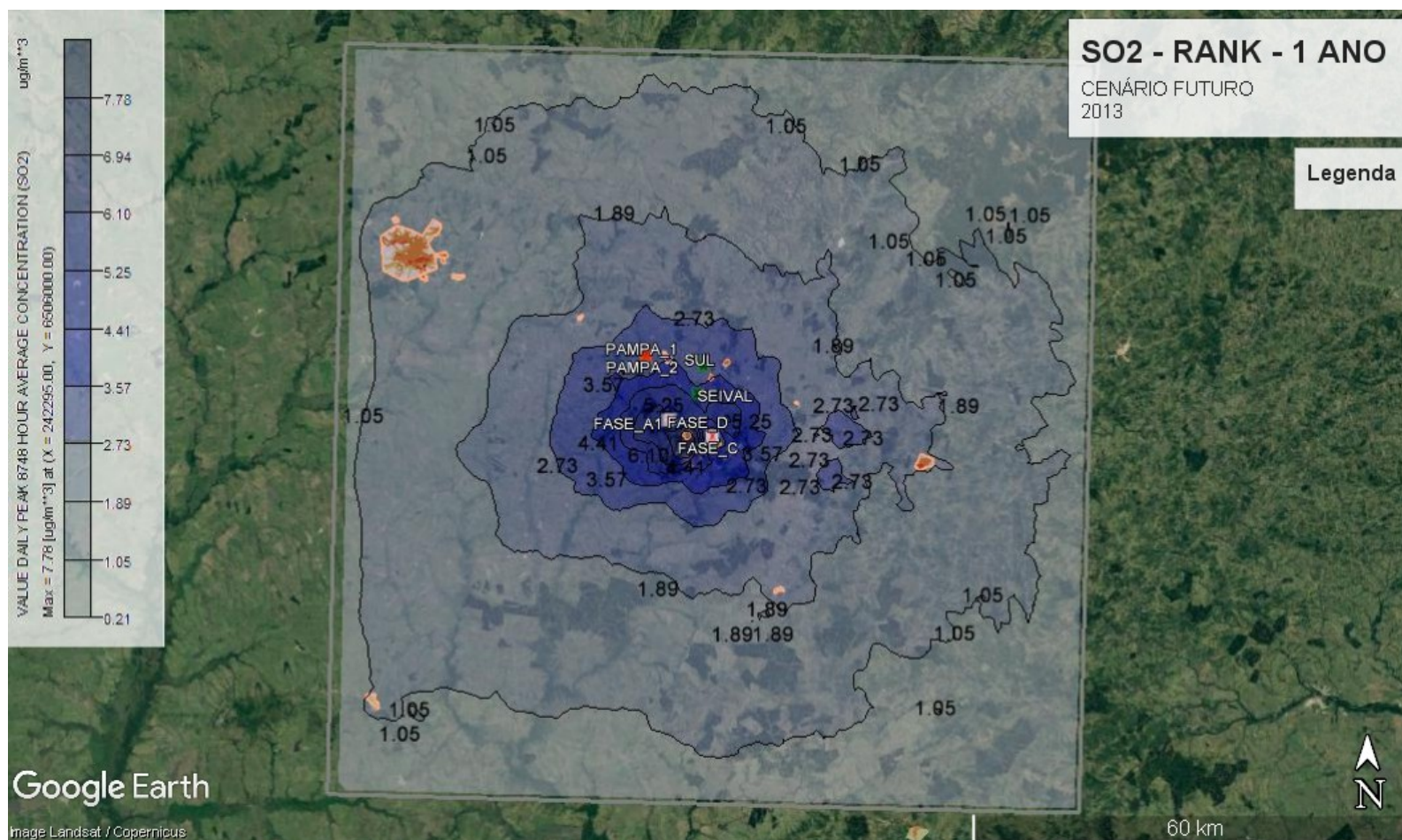


Gráfico 37 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Média Anual - 2013

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das 50 concentrações máximas da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de SO<sub>2</sub>.

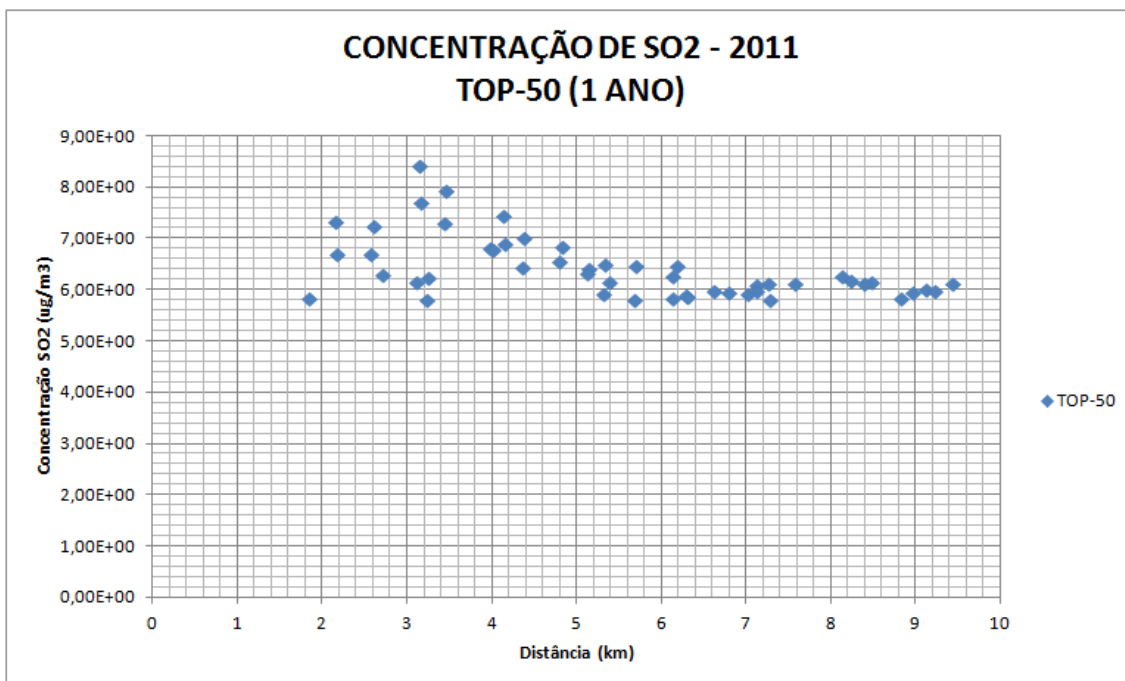


Gráfico 38 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Top 50 – Média Anual – 2011

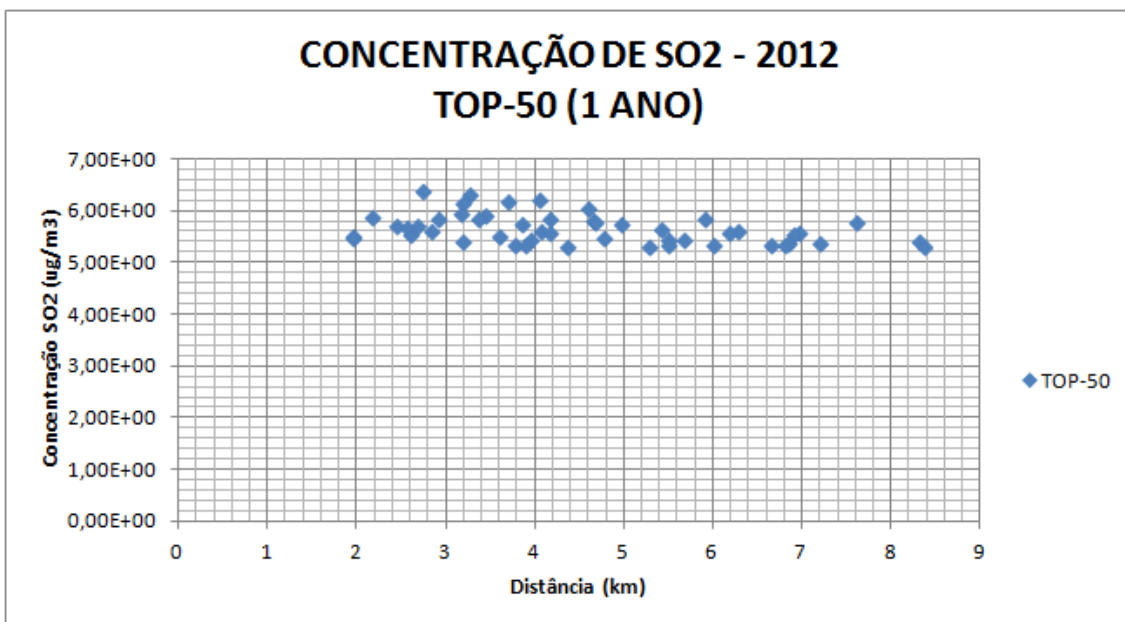


Gráfico 39 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Top 50 – Média Anual - 2012

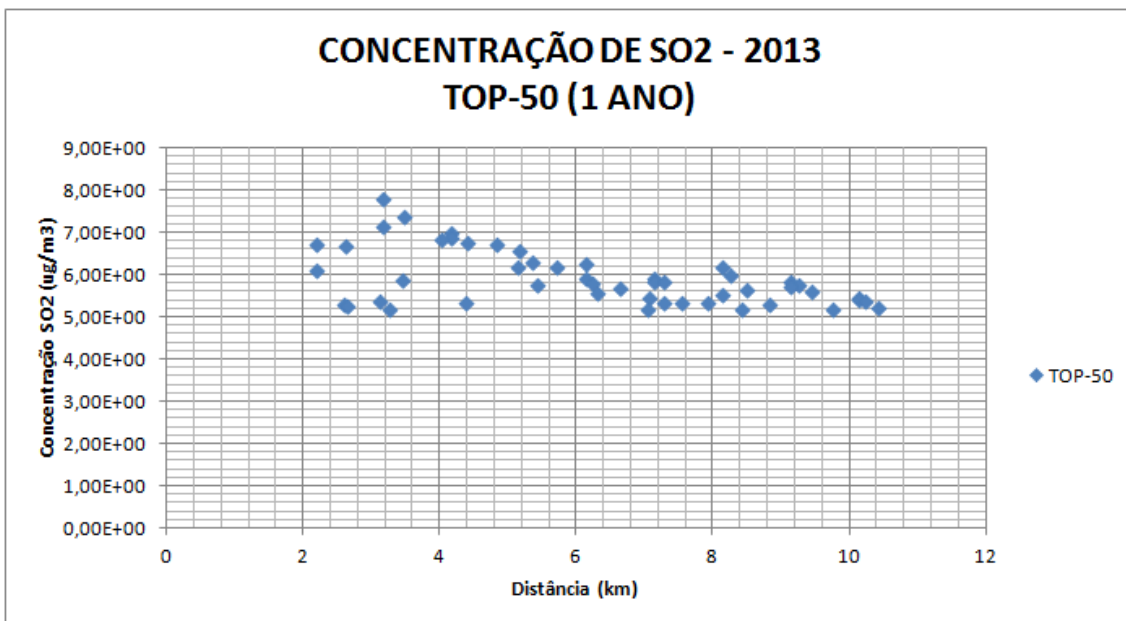


Gráfico 40 - Concentração de SO2 – Top 50 – Média Anual - 2013

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das concentrações máximas em cada um dos 10.000 receptores da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de SO<sub>2</sub>.

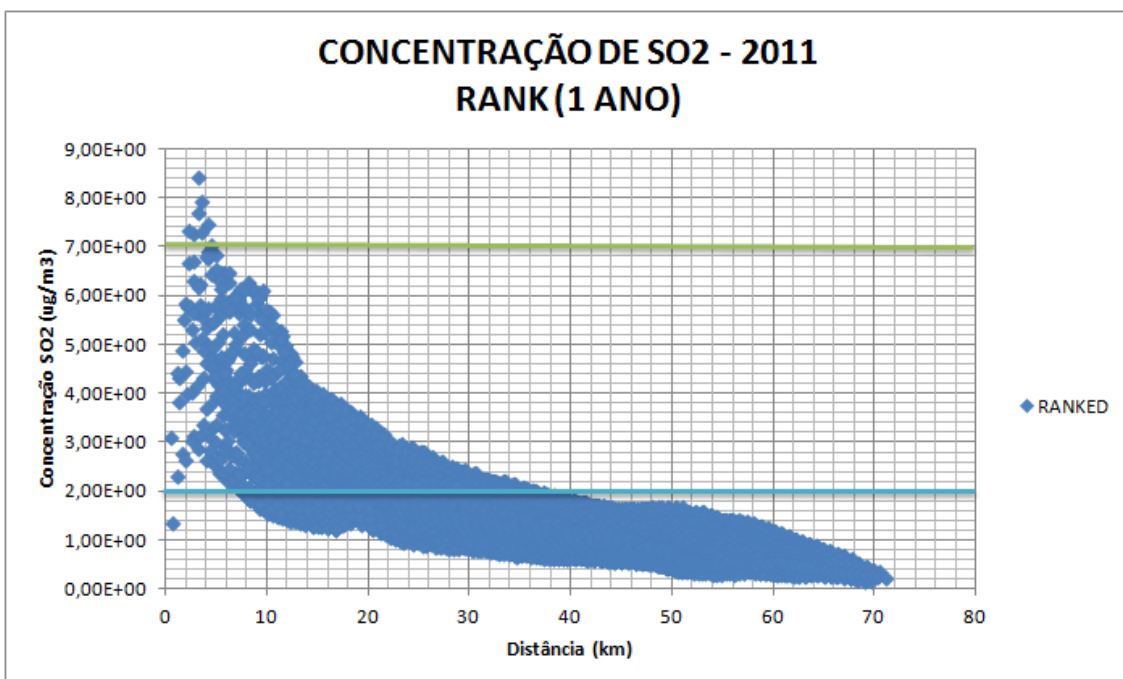
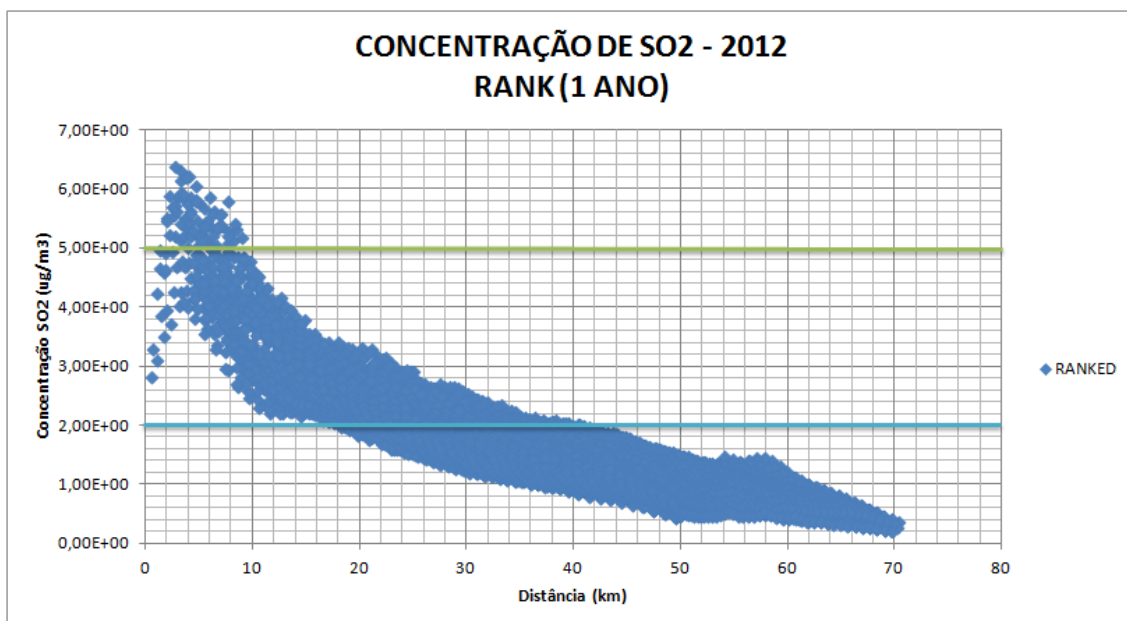
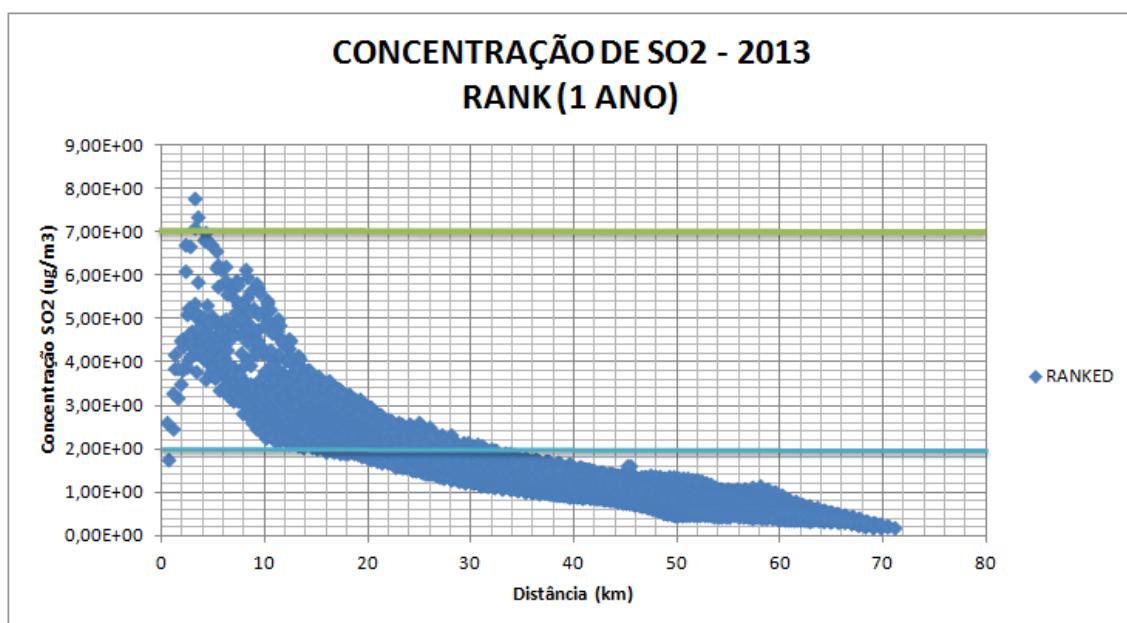


Gráfico 41 - Concentração de SO2 – Máximos em receptores da Grade – Média Anual - 2011



**Gráfico 42 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Máximos em receptores da Grade – Média Anual - 2012**



**Gráfico 43 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Máximos em receptores da Grade – Média Anual - 2013**

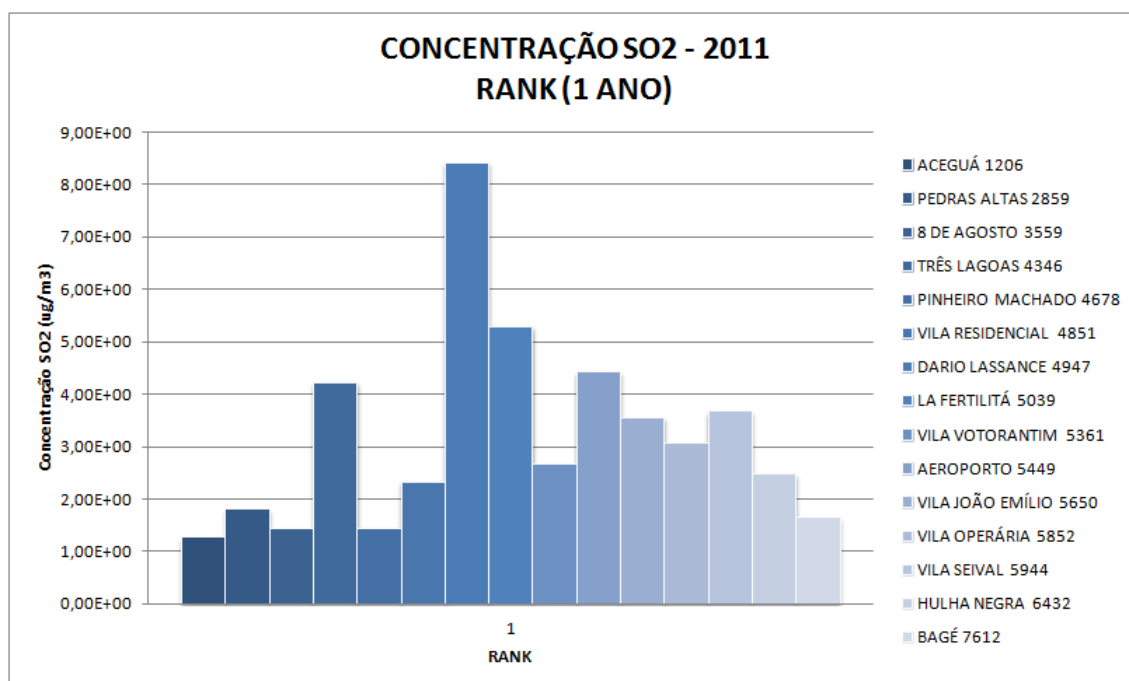
A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de perímetro de influência de faixas de concentração, tendo como centro da grade a fonte Fase C:

Tabela 6 - Perímetro de influência da média anual de concentração de SO<sub>2</sub> – Cenário Futuro

FAIXA DE CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	RAIO MÁXIMO DE INFLUÊNCIA (km)
2 – 4	< 41
4 – 6	< 16
6 – 8,4	< 9,6

Dos gráficos, identifica-se que os registros de concentrações máximas que são superiores à 21% (i.e 8,4 µg/m<sup>3</sup>) do padrão secundário da qualidade do ar (i.e 40 µg/m<sup>3</sup>) ou à 10% do padrão primário (i.e. 8,0 µg/m<sup>3</sup>) estão contidas no raio de 9,6 km a partir da UTPM. Concentrações inferiores à 10% (i.e. 4,0 µg/m<sup>3</sup>) do padrão secundário de qualidade do ar estão contidas no raio de 41,0 km de distância.

Os gráficos a seguir apresentam os valores máximos de concentração registrados em receptores (núcleos urbanos e pontos de monitoramento):

Gráfico 44 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank em receptores selecionados – Média Anual - 2011

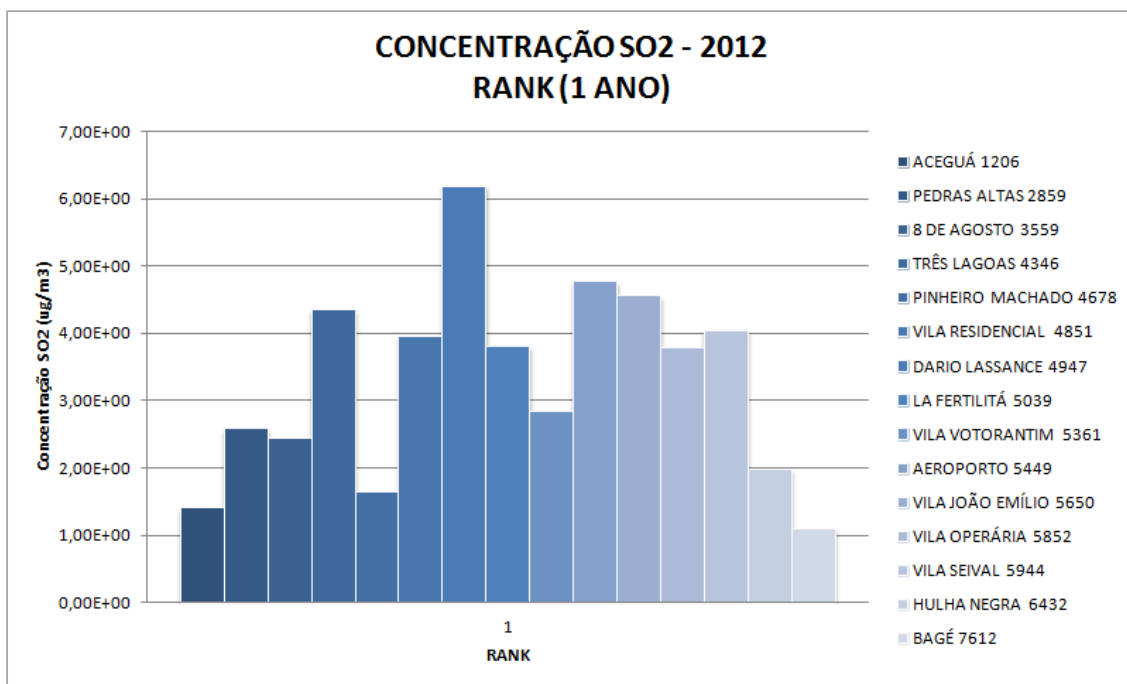


Gráfico 45 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank em receptores selecionados – Média Anual - 2012

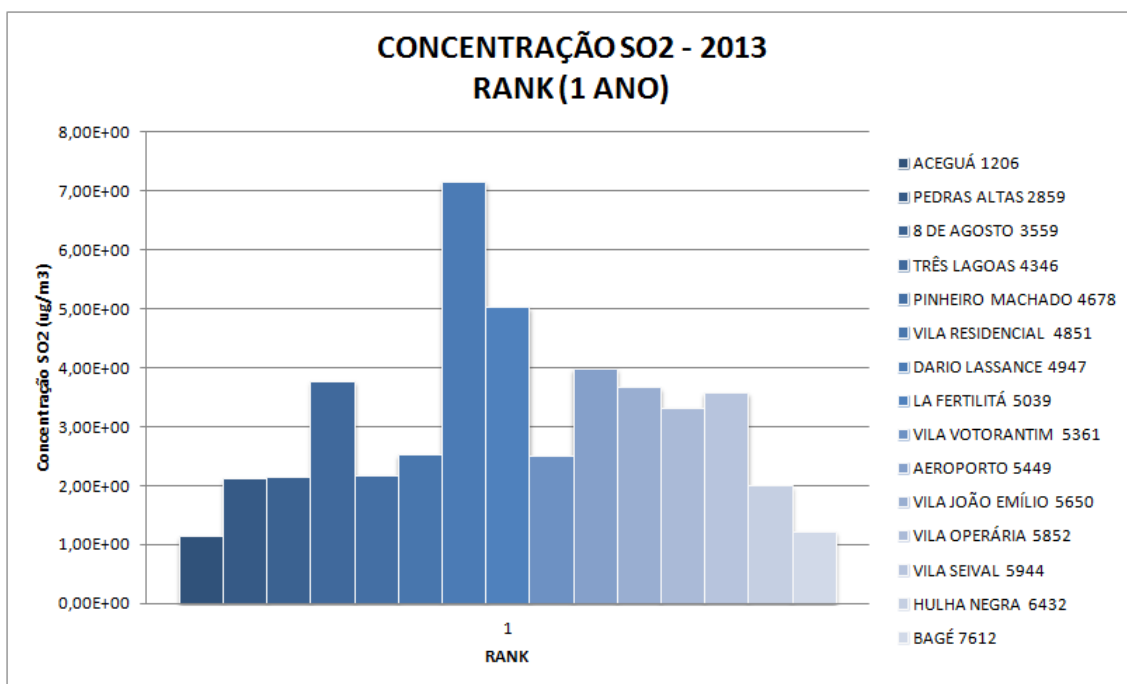


Gráfico 46 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank em receptores selecionados – Média Anual – 2013

A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de saturação da média anual de concentração nos receptores selecionados na bacia atmosférica estudada:

Tabela 7 – Registros da média anual de SO<sub>2</sub> por faixa de concentração em receptores selecionados ao longo do período estudado, comparados ao padrão secundário.

RECEPTOR	NÚMERO DE REGISTROS DA MÉDIA ANUAL POR FAIXA DE CONCENTRAÇÃO NO PERÍODO ESTUDADO		
	0 – 5%	5 – 10%	10 – 21%
	0,0 – 2,0 µg/m <sup>3</sup>	2,0 – 4,0 µg/m <sup>3</sup>	4,0 – 8,4 µg/m <sup>3</sup>
Aceguá	3	-	-
Pedras Altas	1	2	-
8 de Agosto	1	2	-
Três Lagoas	-	1	2
Pinheiro Machado	2	1	-
V. Residencial	-	3	-
Dario Lassance	-	-	3
La Fertilidá	-	1	2
V. Votorantim	-	3	-
Aeroporto	-	1	2
João Emílio	-	2	1
V. Operária	-	3	-
V. Seival	-	2	1
Hulha Negra	1	2	-
Bagé	3	-	-

Os gráficos a seguir apresentam a fração de ingestão correspondente à exposição da população à máxima concentração nos receptores selecionados (núcleos urbanos):

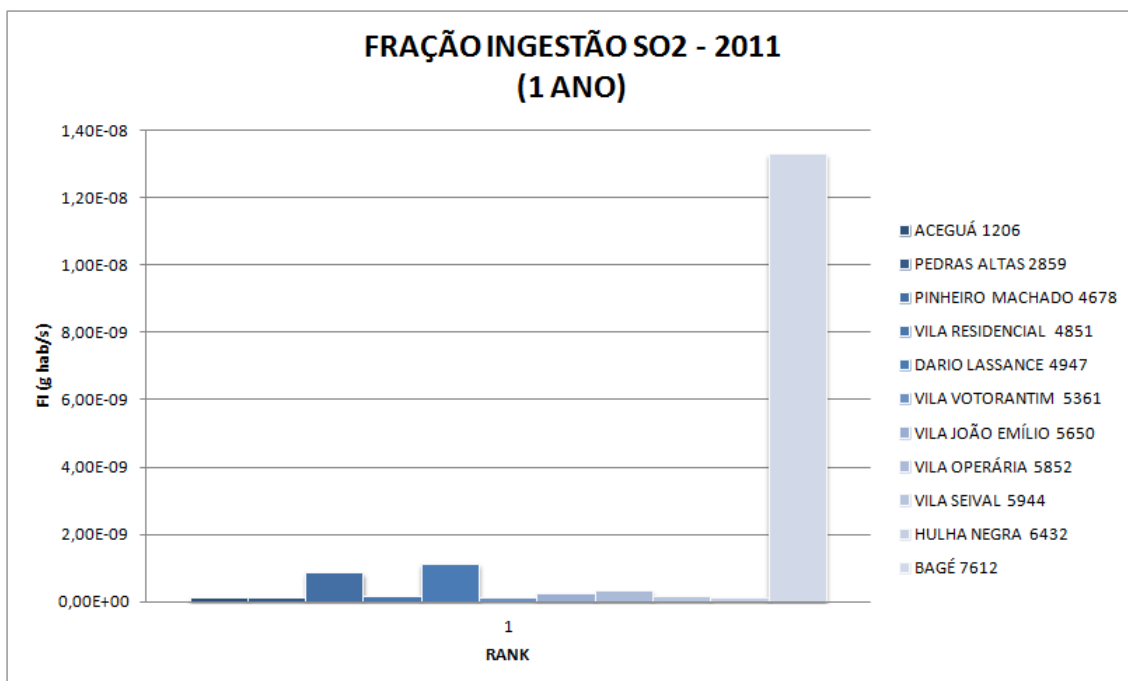


Gráfico 47 - Fração de Ingestão da Máxima Concentração de SO2 em receptores selecionados – Média Anual - 2011

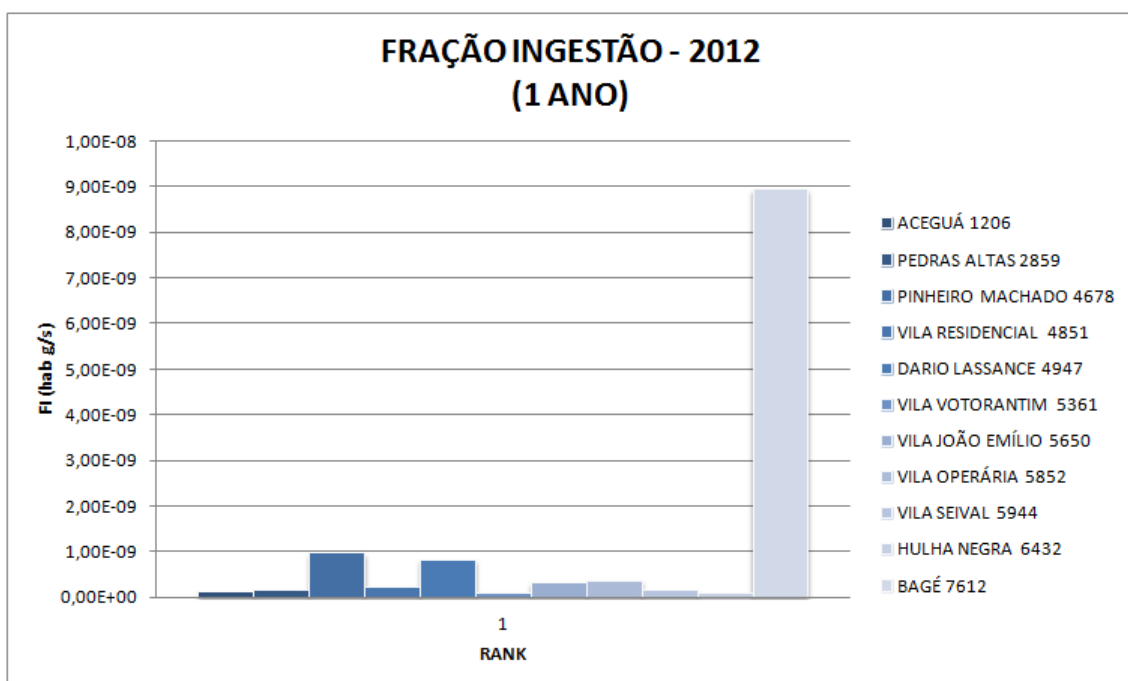
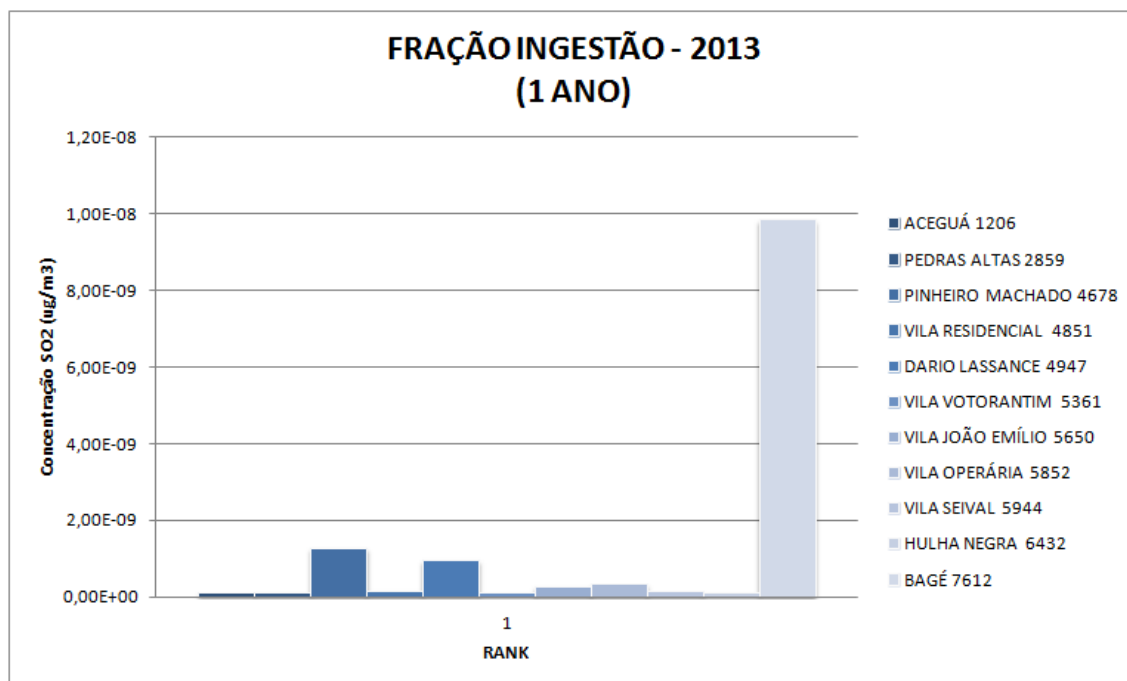


Gráfico 48 - Fração de Ingestão da Máxima Concentração de SO2 em receptores selecionados – Média Anual - 2012



**Gráfico 49 - Fração de Ingestão da Máxima Concentração de SO<sub>2</sub>  
em receptores selecionados – Média Anual - 2013**

Dos gráficos, identifica-se que as máximas concentrações são registradas nos receptores selecionados mais próximos à fonte emissora, sendo mais expressivos na Vila Dario Lassance, onde registrou-se concentração superior à 21% de fração do padrão secundário da qualidade do ar. Nas João Emílio e Seival e nos pontos de monitoramento Três Lagoas, La Fertilitá e Aeroporto registrou-se concentrações máximas que são superiores a 10% de fração do padrão secundário da qualidade do ar.

A maior fração de ingestão populacional é registrada no núcleo urbano de Bagé. Mesmo sendo uma concentração de poluente inferior em cerca de 5,25 vezes daquela registrada na Vila Dario Lassance, a população em exposição à esta concentração é cerca de 61 vezes superior, majorando o fator de exposição.

A estimada fração de ingestão de SO<sub>2</sub> pelos habitantes dos núcleos urbanos selecionados foi de  $1,636 \times 10^{-8}$  para o ano de 2011,  $1,211 \times 10^{-8}$  para o ano de 2012;  $1,318 \times 10^{-8}$  para o ano de 2013. Isto representa que para as emissões consideradas, combinadas com os efeitos da dispersão e remoção, o padrão de exposição ao longo do ano para a população afetada resulta em eventual inalação de 0,001636 g; 0,001211 g; 0,001318 g; para cada tonelada métrica emitida para cada ano. Portanto, considerando-se emissões contínuas ao longo do ano, a população dos núcleos

urbanos estaria exposta à eventual inalação de 1.685 g; 1.247 g; 1.358 g; de SO<sub>2</sub> para cada ano.

## 2. CONCENTRAÇÕES DE MP

São apresentados os resultados das simulações do modelo matemático subdividindo em valores ranqueados para médias horárias, diárias e anuais, sejam em máximos registrados na grade – resumidamente apresentados na Tabela e Gráficos a seguir - seja em máximos registrados nos receptores.

**Tabela 8 - Concentrações ranqueadas de MP - 2011**

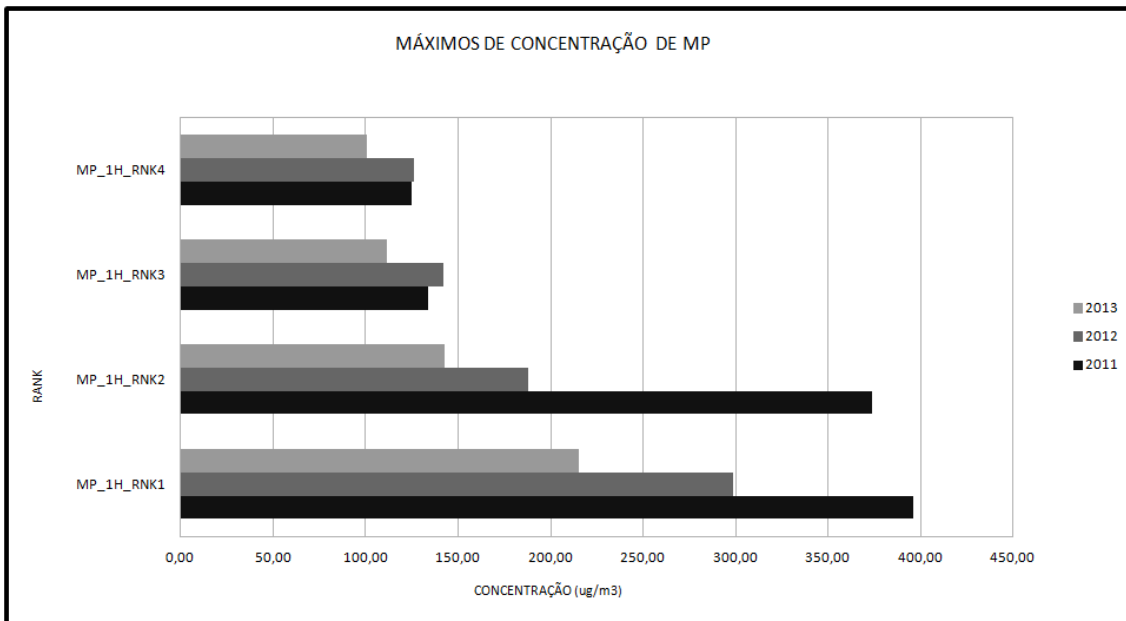
	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X (km)	Y (km)	
2011	MP_1H_RNK1	396,23	21/12/2011	09:00	244.295	6.506.000	1,06
	MP_1H_RNK2	373,77	25/11/2011	10:00	244.295	6.506.000	1,06
	MP_1H_RNK3	133,82	21/12/2011	10:00	244.295	6.505.000	1,78
	MP_1H_RNK4	124,54	24/11/2011	10:00	244.295	6.505.000	1,78
	MP_24H_RNK1	33,53	25/01/2011		246.295	6.507.000	1,18
	MP_24H_RNK2	26,02	15/12/2011		246.295	6.507.000	1,18
	MP_24H_RNK3	15,25	04/11/2011		244.295	6.503.000	3,65
	MP_24H_RNK4	15,37	28/04/2011		244.295	6.503.000	3,65
	MP_1ANO	1,27			242.295	6.507.000	2,95

**Tabela 9 - Concentrações ranqueadas de MP - 2012**

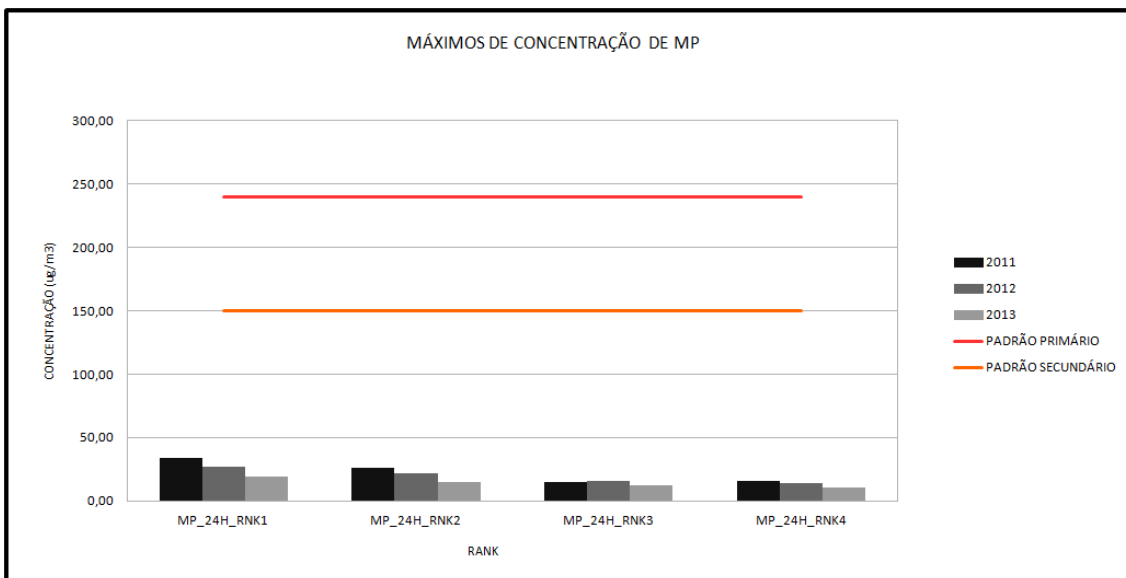
	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X (km)	Y (km)	
2012	MP_1H_RNK1	298,70	18/04/2012	10:00	246.816	6.502.673	4,18
	MP_1H_RNK2	187,79	04/10/2012	11:00	243.806	6.506.673	1,41
	MP_1H_RNK3	141,88	01/02/2012	10:00	243.806	6.507.673	1,81
	MP_1H_RNK4	125,84	04/02/2012	11:00	243.806	6.507.673	1,81
	MP_24H_RNK1	26,85	04/10/2012		243.806	6.507.673	1,81
	MP_24H_RNK2	21,72	14/02/2012		242.806	6.507.673	2,66
	MP_24H_RNK3	15,41	09/11/2012		244.806	6.504.673	1,90
	MP_24H_RNK4	14,24	15/12/2012		244.806	6.504.673	1,90
	MP_1ANO	0,94			243.806	6.503.673	3,18

**Tabela 10 - Concentrações ranqueadas de MP - 2013**

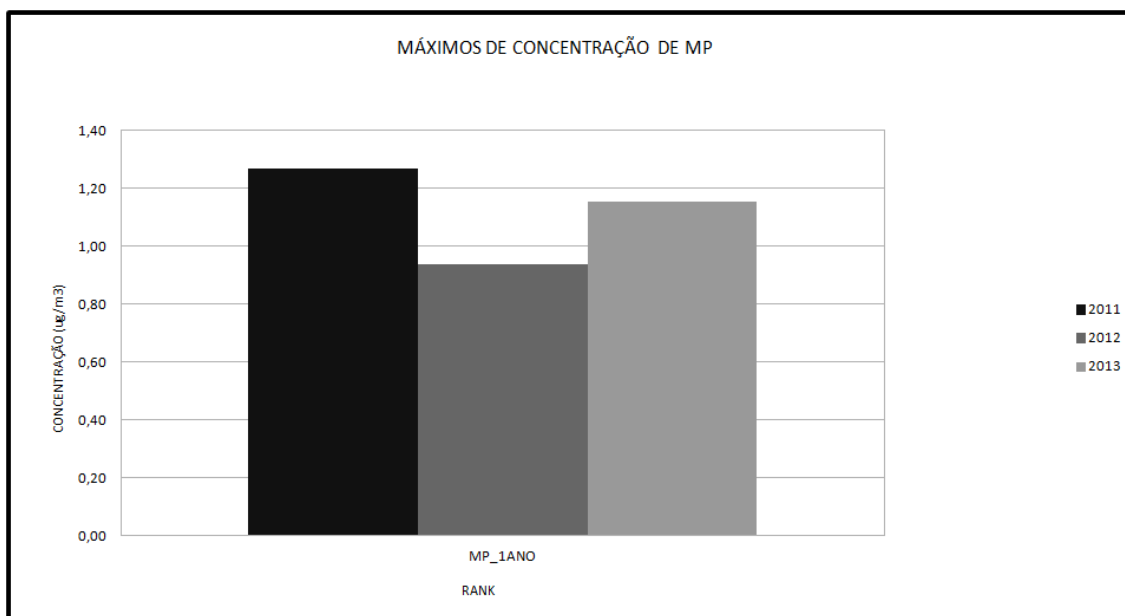
	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X (km)	Y (km)	
2013	MP_1H_RNK1	215,56	11/06/2013	11:00	242.295	6.503.000	4,58
	MP_1H_RNK2	142,77	27/01/2013	11:00	244.295	6.506.000	1,06
	MP_1H_RNK3	111,76	29/12/2013	08:00	245.295	6.505.000	1,53
	MP_1H_RNK4	100,41	19/05/2013	12:00	245.295	6.505.000	1,53
	MP_24H_RNK1	19,41	28/12/2013		244.295	6.506.000	1,06
	MP_24H_RNK2	15,13	08/01/2013		245.295	6.509.000	2,47
	MP_24H_RNK3	12,16	06/12/2013		245.295	6.508.000	1,47
	MP_24H_RNK4	10,77	08/12/2013		245.295	6.503.000	3,53
	MP_1ANO	1,16			242.295	6.506.000	2,96



Gráfico 50 - Máximos valores ranqueados de MP para s médias horárias



Gráfico 51 - Máximos valores ranqueados de SO<sub>2</sub> para s médias diárias



**Gráfico 52 - Máximos valores ranqueados de SO<sub>2</sub> para s médias anuais**

## 1. VALORES RANQUEADOS PARA MÉDIAS HORÁRIAS

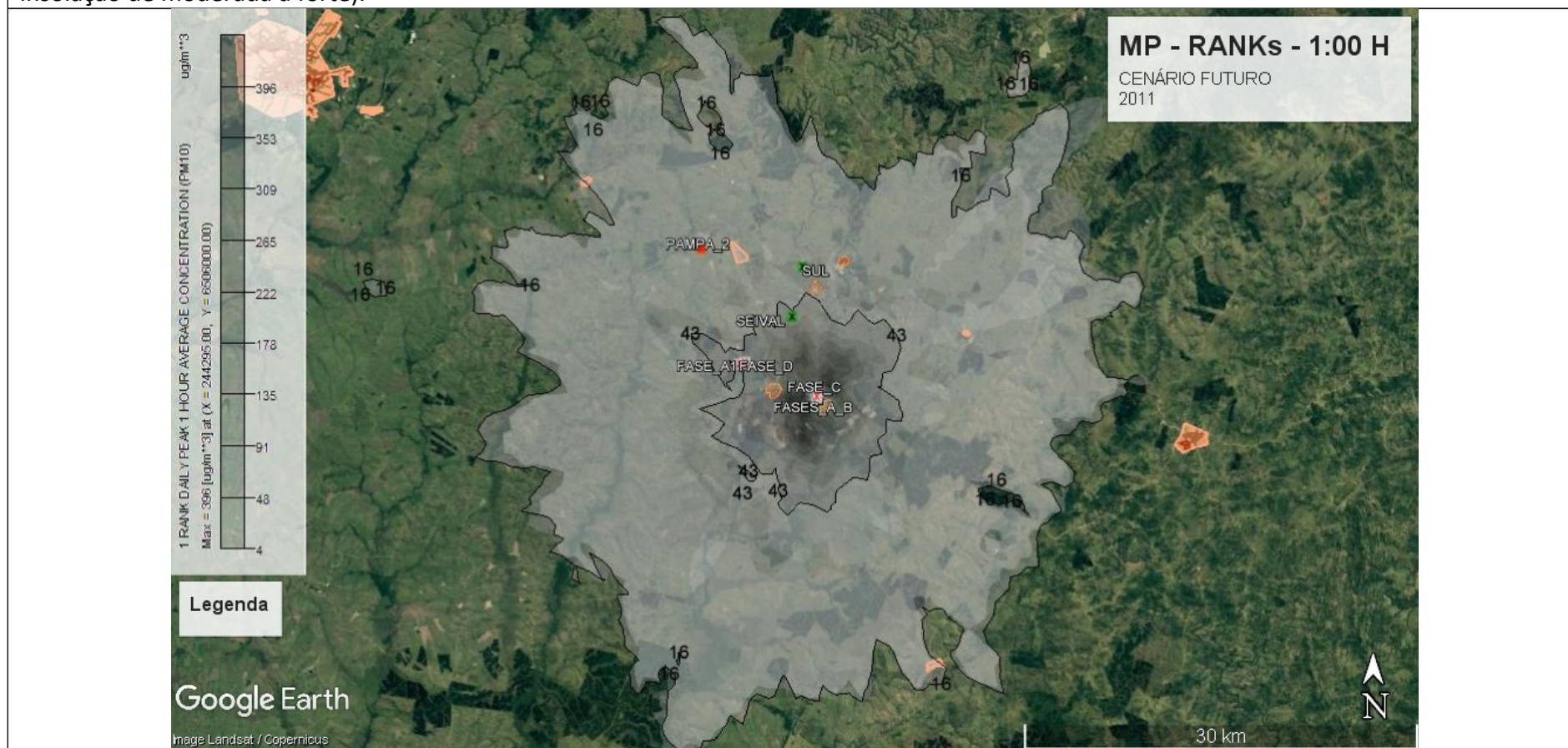
Os Gráficos a seguir apresentam para cada ano o agrupamento das isolinhas de concentração dos 4 valores máximos da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de MP, seguido dos gráficos Rosa dos Ventos, Altura da Camada Limite Atmosférica e a distribuição das classes de Pasquill-Gifford-Turner (PGT).

Dos resultados constata-se que há predomínio de ocorrência de máximos no 4º trimestre, seguido do 2º trimestre e poucas ocorrências no 1º E 3º trimestre.

Os valores máximos ranqueados tendem à ocorrência em período diurno (principalmente entre 07:00 e 13:00); em situações de ventos fracos, entre 0,5 a 3,0 m/s; nas condições as quais a altura da CLA é superior à altura máxima de emissão, considerando-se a chaminé da Fase C como referencial (200 m de altura); e cujas classes de estabilidade atmosférica são predominantemente instáveis (sobretudo com ocorrência em Classe B) e eventualmente neutras (classe D).

Tais parâmetros e a incidência de ocorrência dos valores máximos no raio inferior à 5,0 km indica que as plumas obedecem comportamentos típicos de *Looping* (diurno, no início da tarde; dias quentes com insolação e ventos fracos) e *Fumigation* (diurno, início da manhã; dias quentes com insolação e ventos fracos); eventualmente em condições *Trapped* (inversão acima, ou inversão frontal ou subsidência).

A máxima concentração registrada foi de  $396,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,06 km da fonte, no sentido Sudeste; às 09:00 h do dia 25/11/2011, com altura da CLA em 557,98 m e inversão às 19:00; classe B de estabilidade PGT (instável; ventos 2,0 a 3,0 m/s predominantes de Nordeste; insolação de moderada a forte).



**Gráfico 53 - Concentração de MP – Rank – Média Horária - 2011**

A máxima concentração registrada foi de  $298,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 4,18 km da fonte, no sentido Nordeste; às 10:00 h do dia 18/04/2012,

com altura da CLA em 518,53 m e inversão às 18:00; classe B de estabilidade PGT (instável; ventos < 2,0 m/s predominantes de Sudoeste; insolação de fraca a moderada).

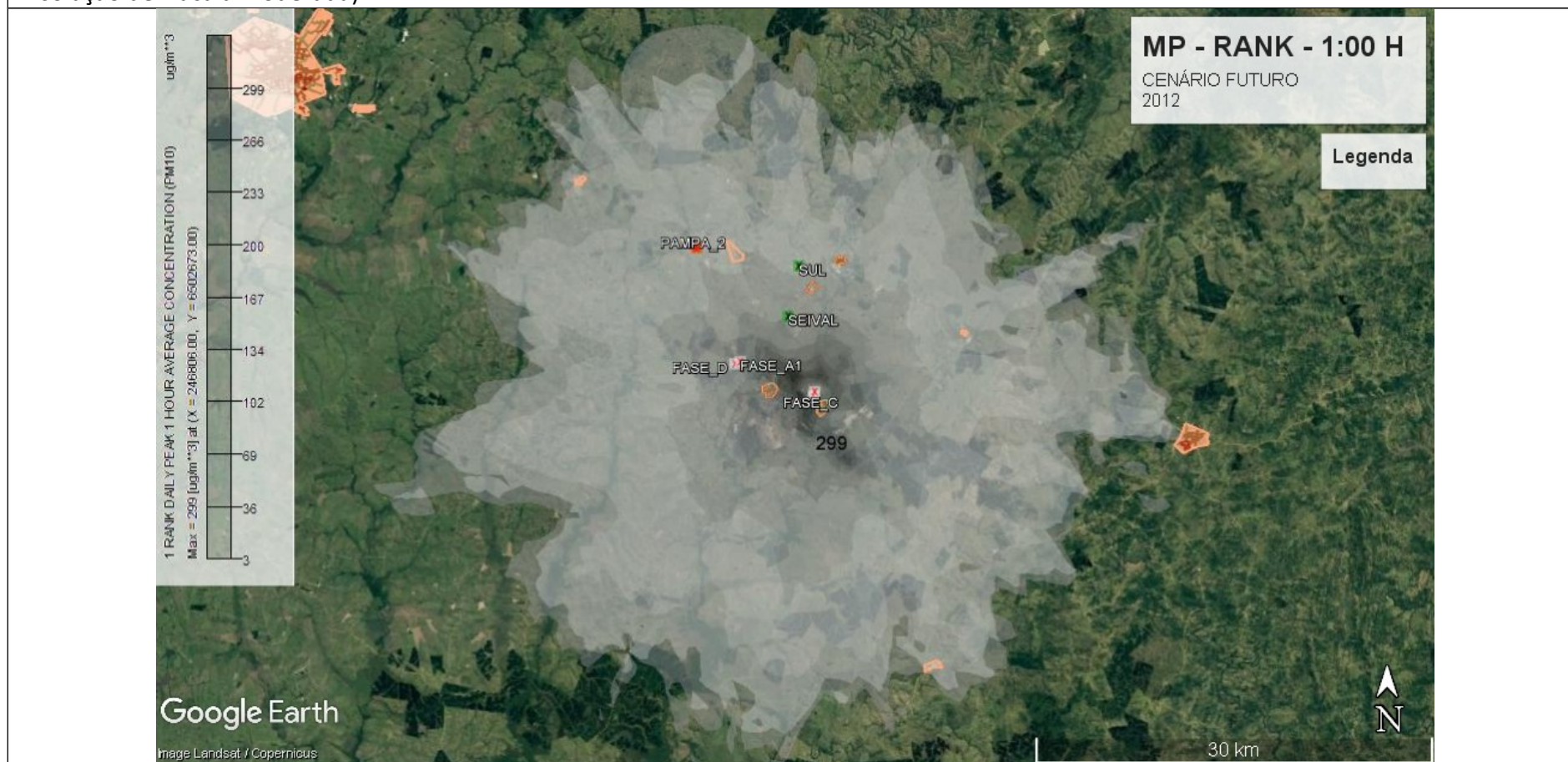


Gráfico 54 - Concentração de MP – Rank – Média Horária – 2012

A máxima concentração registrada foi de 215,56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 4,58 km da fonte, no sentido Noroeste; às 11:00 h do dia 11/06/2013, com altura da CLA em 473,72 m e inversão às 17:00; classe B de estabilidade PGT (instável; ventos < 2,0 m/s predominantes de Sudeste; insolação de fraca a moderada).

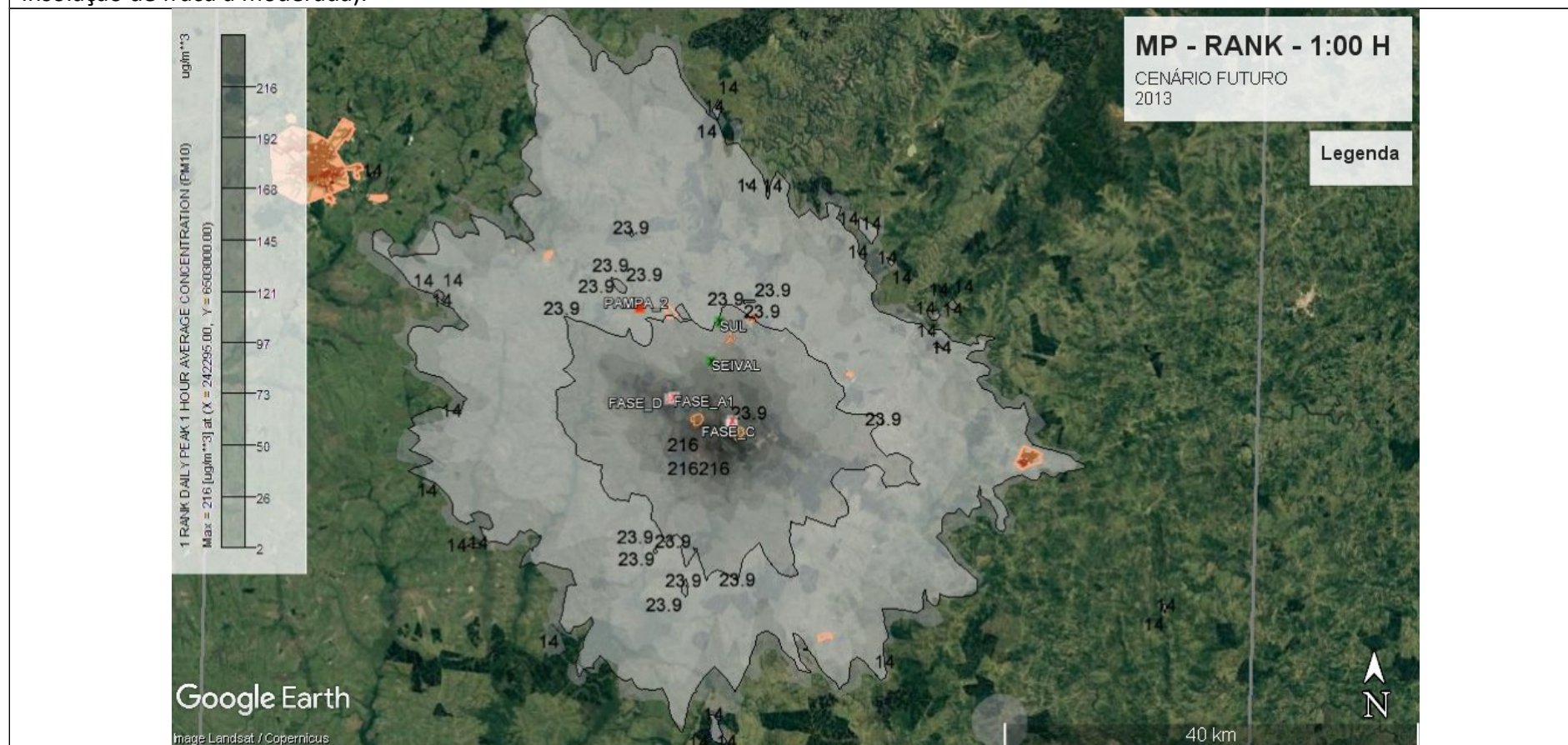
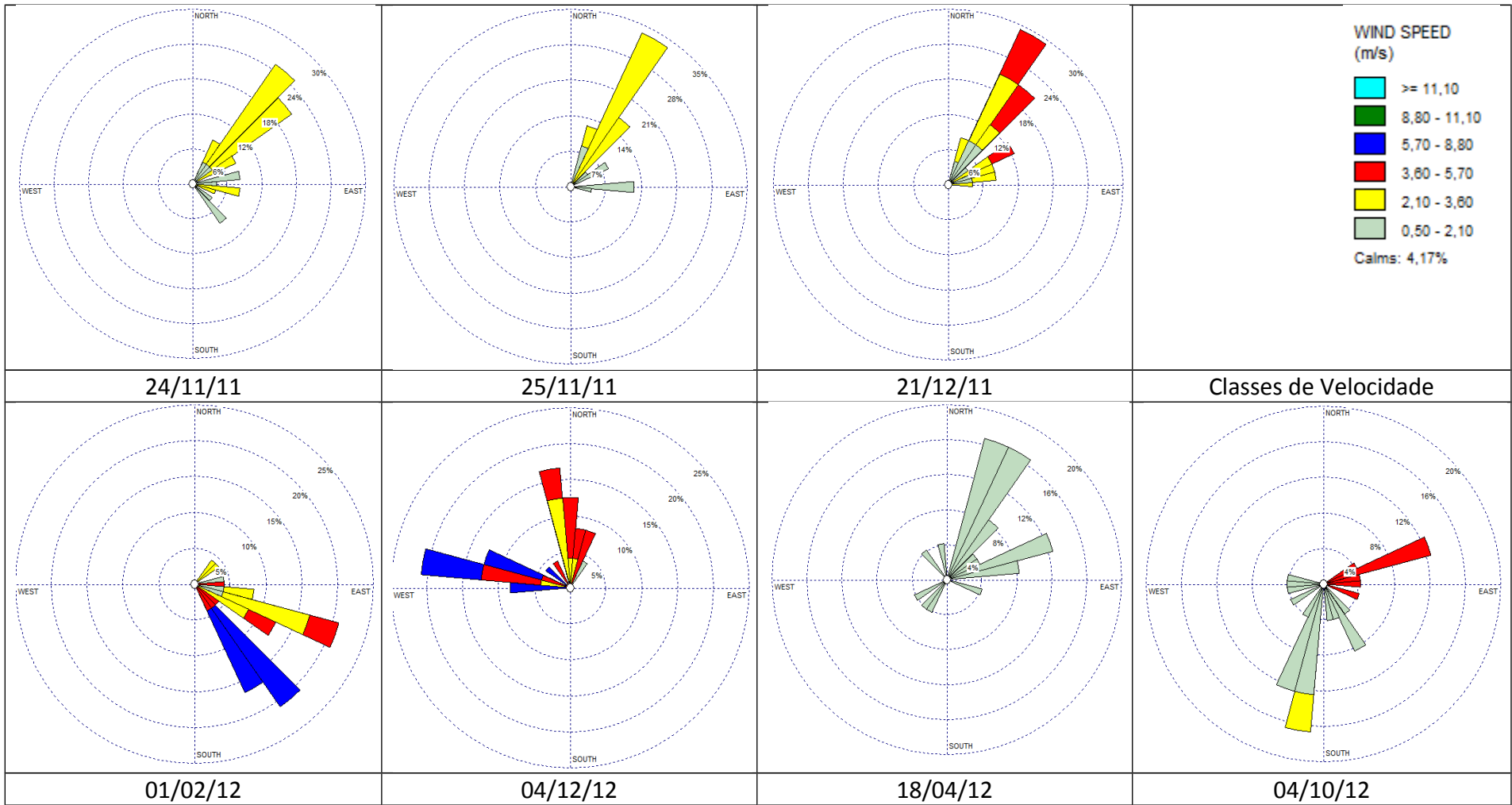


Gráfico 55 - Concentração de MP – Rank – Média Horária - 2013



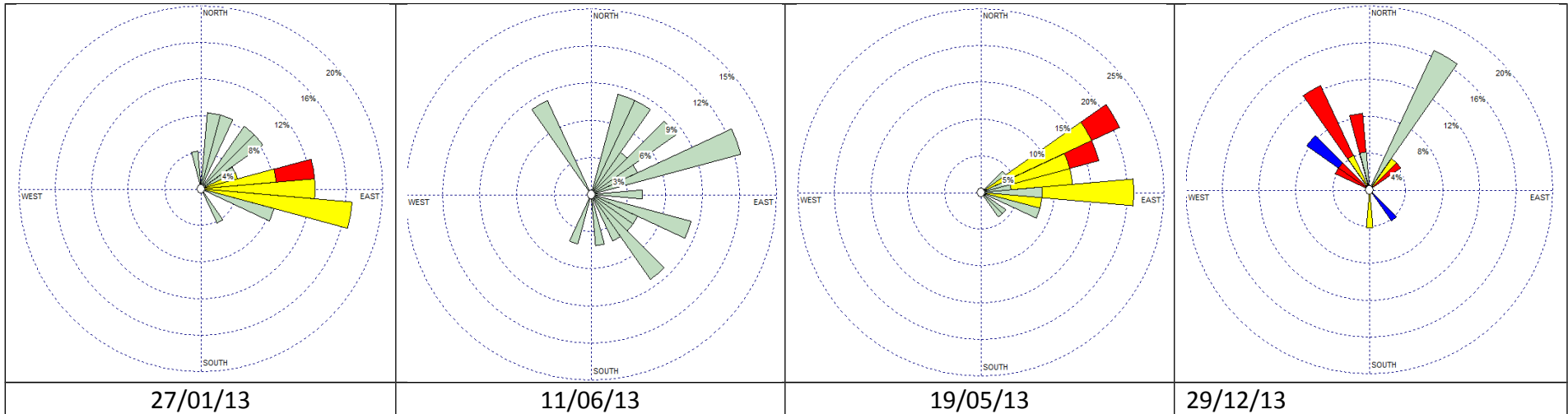
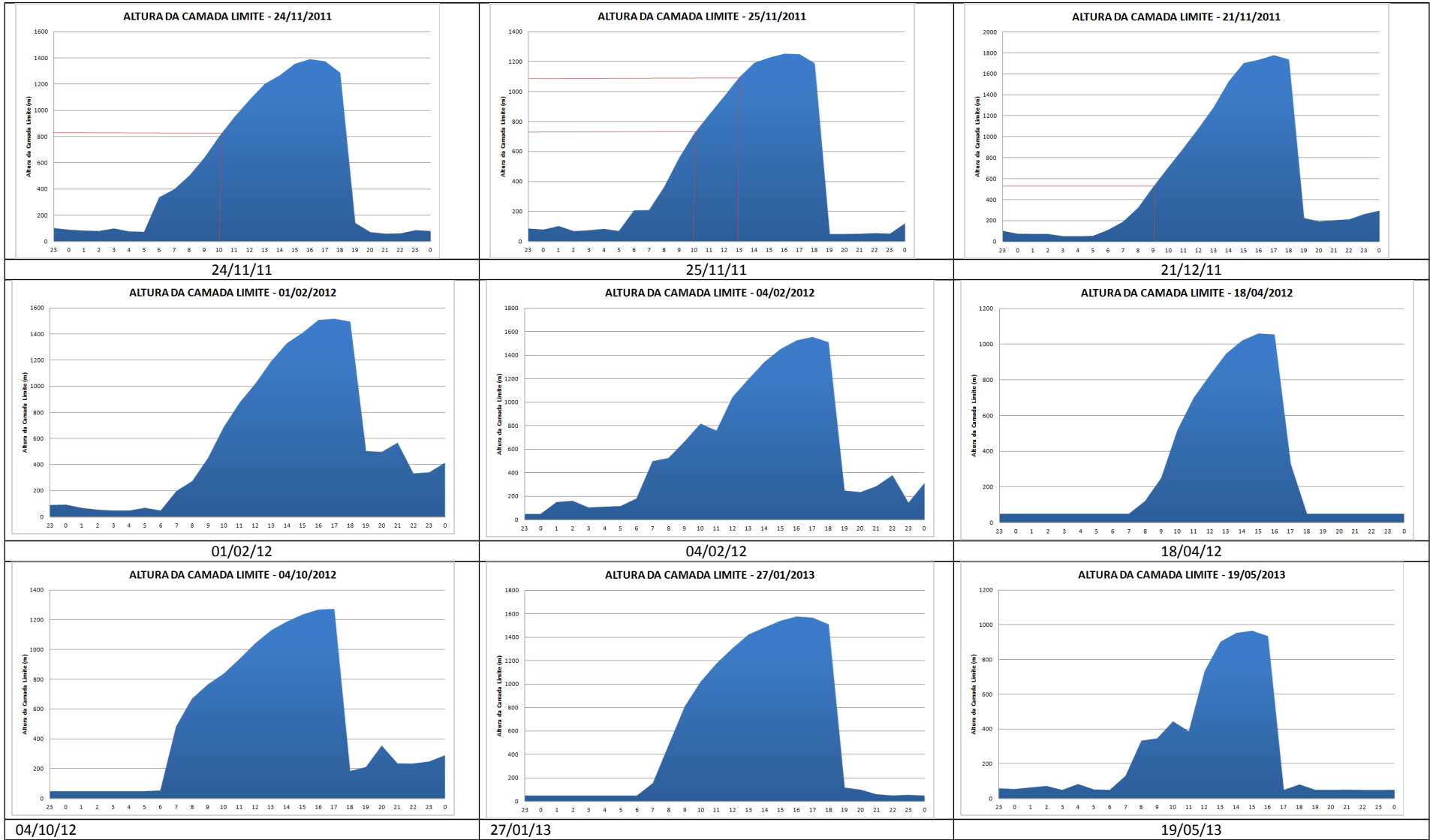


Gráfico 56 – Rosa dos Ventos dos dias de registro de concentrações ranqueadas (2011 a 2015)





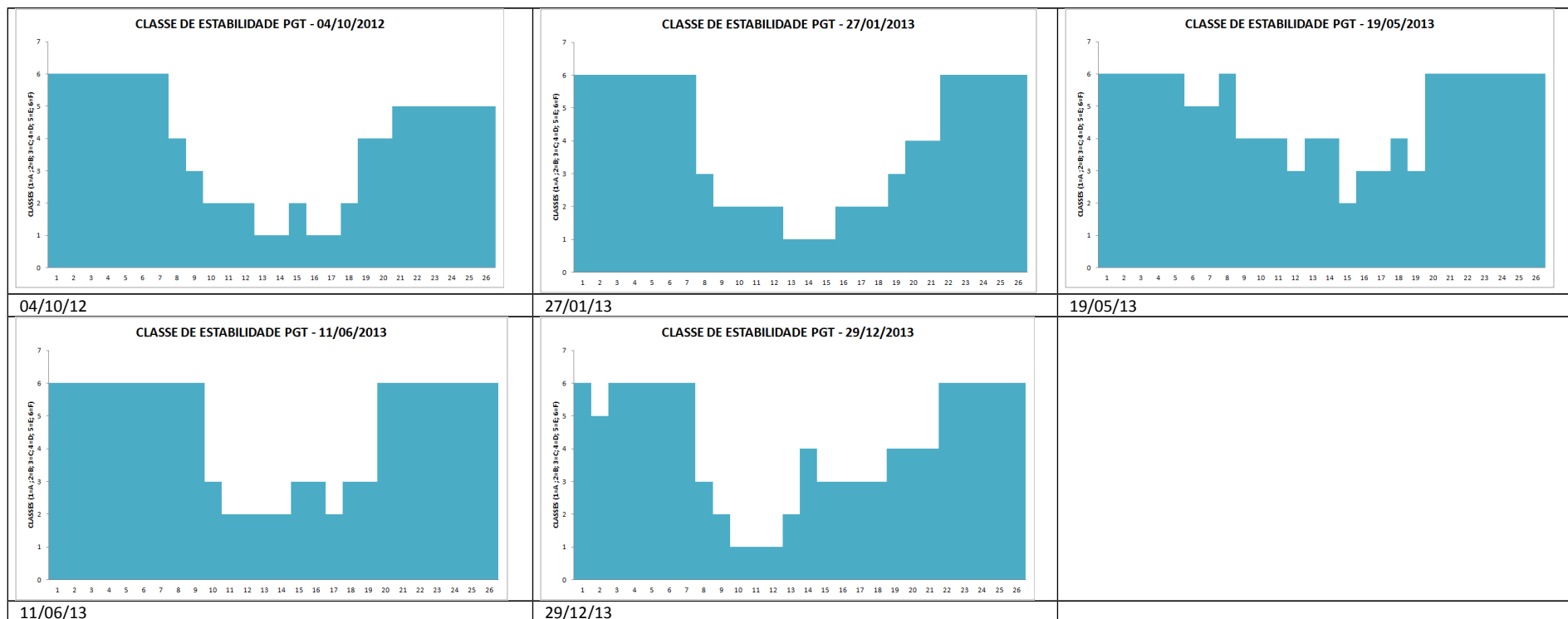


Gráfico 57 – Altura da Camada Limite Atmosférica e Classes de Estabilidade PGT dos dias de registro de concentrações ranqueadas (2011 a 2013)

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das 50 concentrações máximas da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de MP.

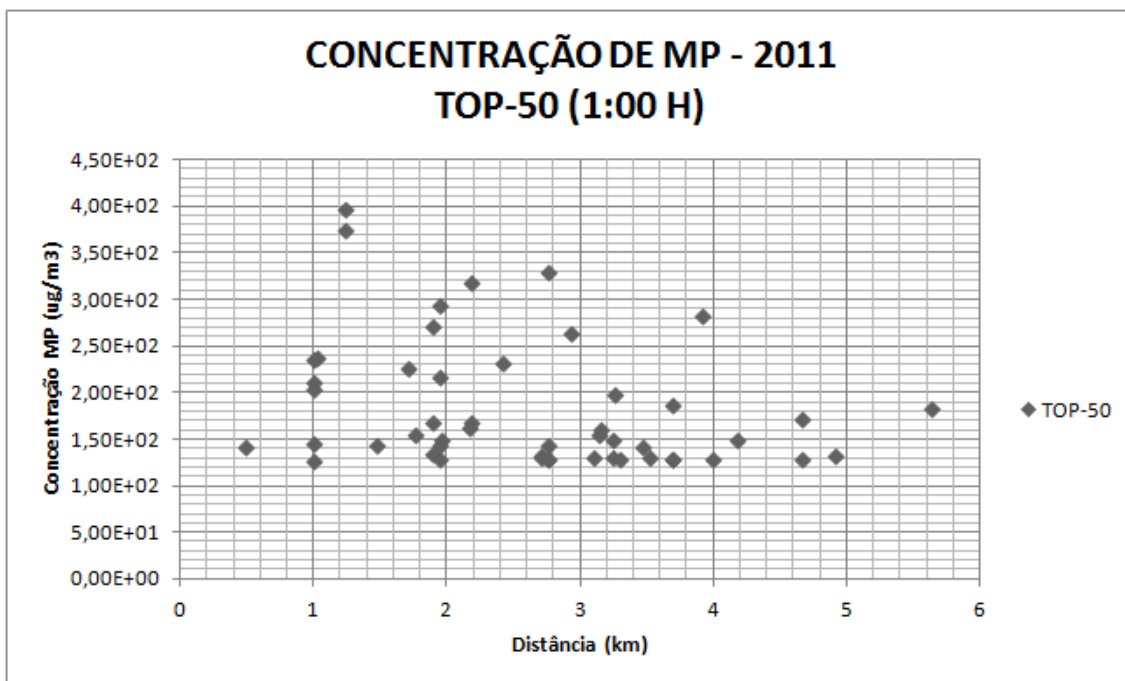


Gráfico 58 - Concentração de MP – Top 50 – Média Horária - 2011

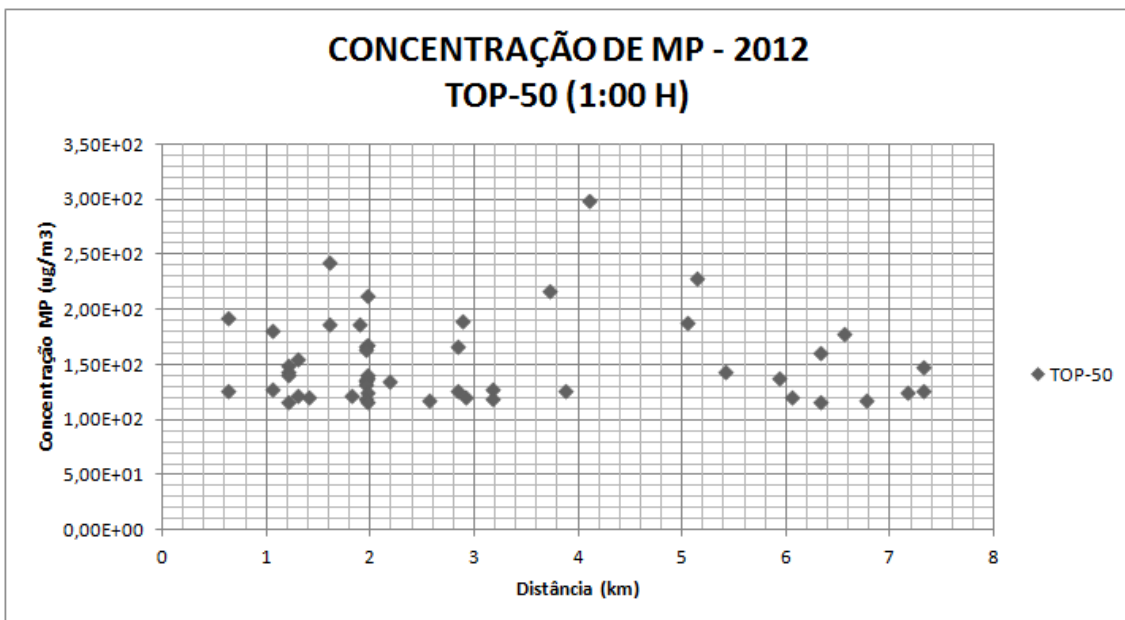


Gráfico 59 - Concentração de MP – Top 50 – Média Horária - 2012

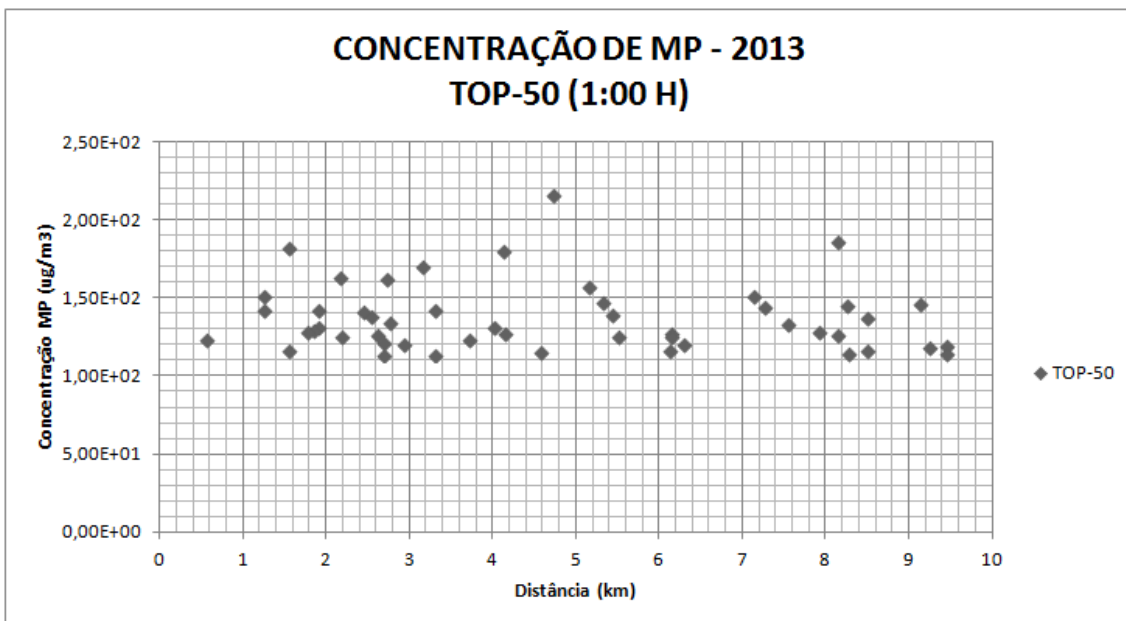


Gráfico 60 - Concentração de MP – Top 50 – Média Horária - 2013

O Gráfico a seguir apresenta a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das concentrações máximas em cada um dos 10.000 receptores da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de MP.

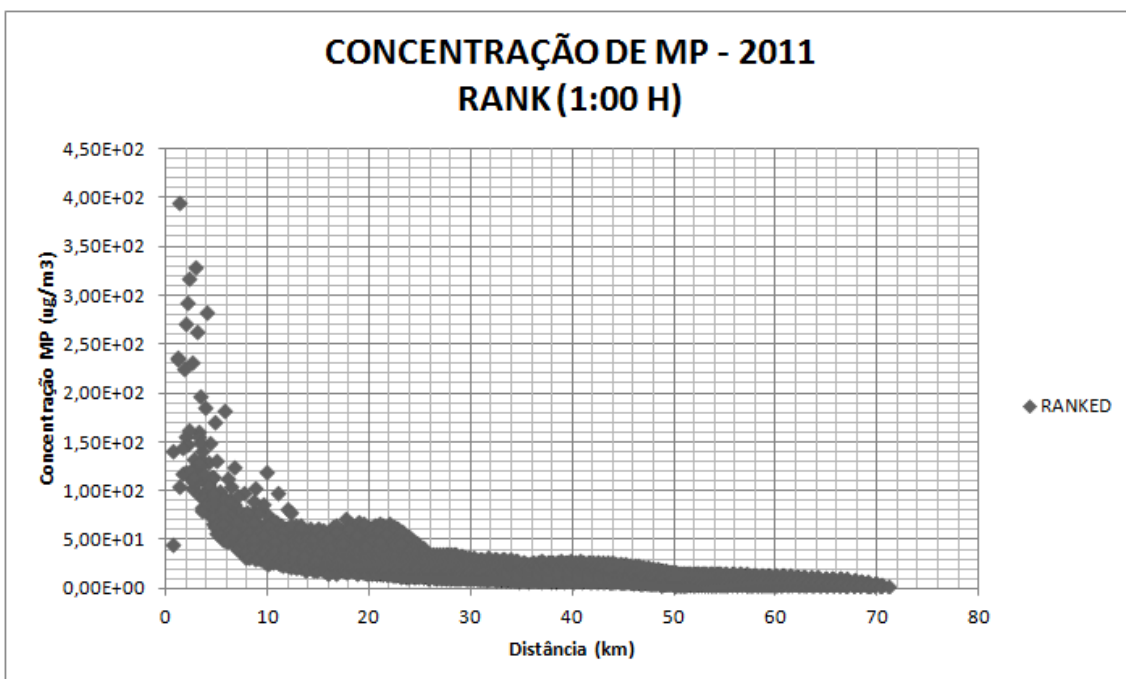


Gráfico 61 - Concentração de MP – Máximos em receptores discretos da Grade – Média Horária-2011

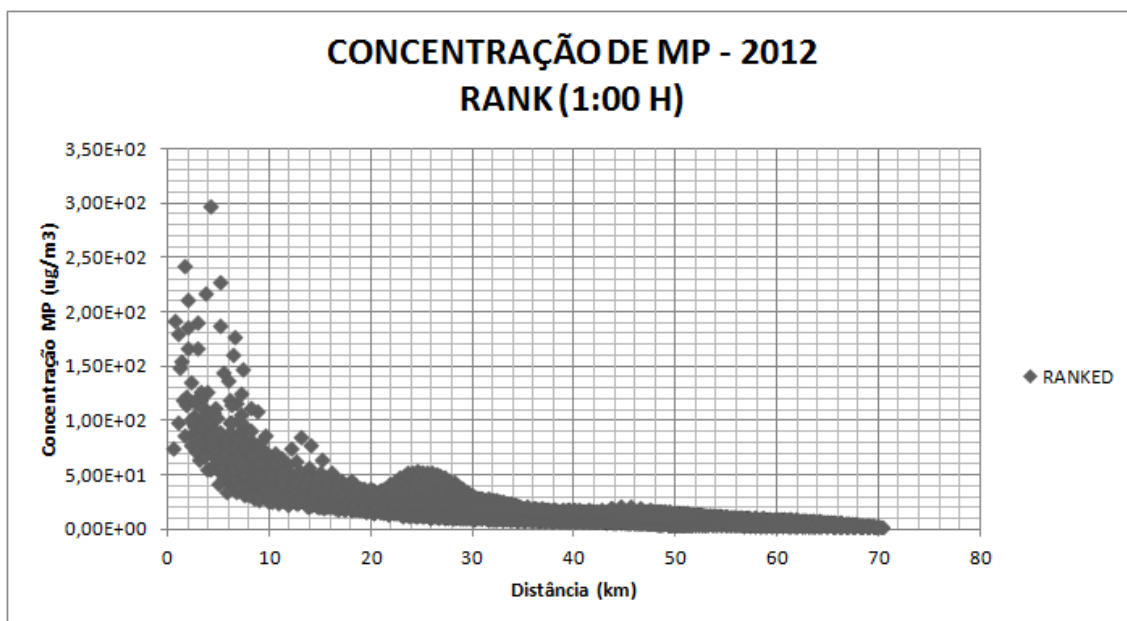


Gráfico 62 - Concentração de MP – Máximos em receptores discretos da Grade–Média Horária-2012

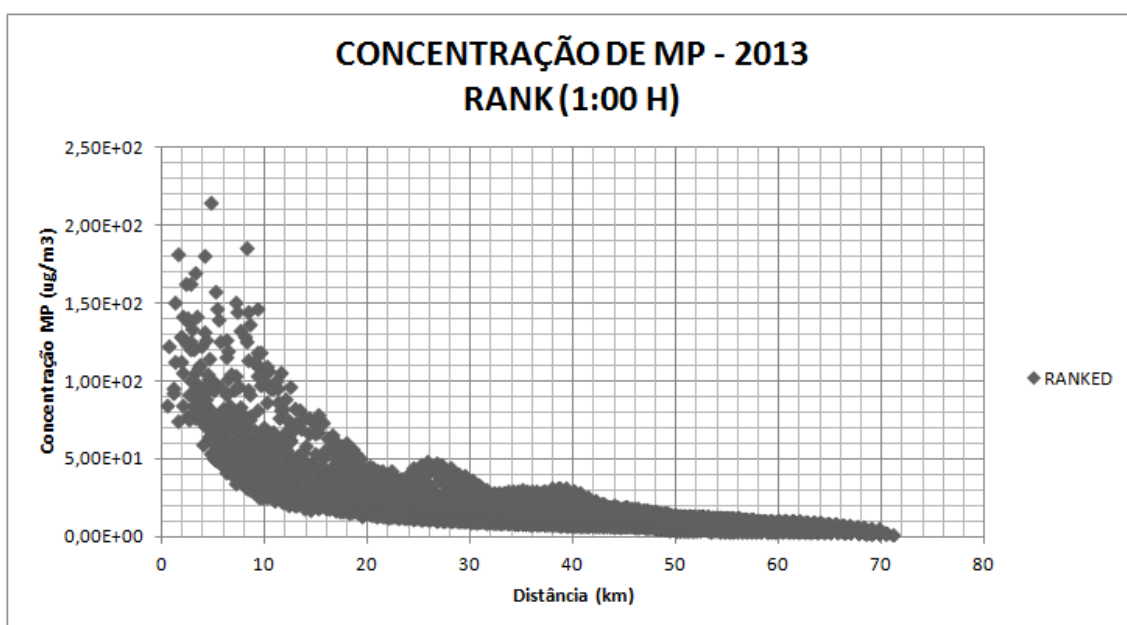


Gráfico 63 - Concentração de MP – Máximos em receptores discretos da Grade–Média Horária-2013

A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de perímetro de influência de faixas de concentração, tendo como centro da grade a fonte da Fase C:

Tabela 11 – Perímetro de influência da média horária de concentração de MP – Cenário Futuro

FAIXA DE CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	RAIO MÁXIMO DE INFLUÊNCIA (km)
50 - 100	< 25
100 - 200	< 12
200 – 396	< 5

Os gráficos a seguir apresentam os 4 valores máximos de concentração registrados em receptores selecionados (núcleos urbanos e pontos de monitoramento). Dos gráficos, identifica-se que as máximas concentrações são registradas nos receptores selecionados mais próximos às fontes emissoras, sendo mais expressivos nas Vilas Residencial e Dario Lassance (estação Candiota), onde registrou-se concentrações entre 100 e 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e nos pontos de monitoramento Três Lagoas e Aeroporto, onde registrou-se concentrações entre 80 e 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

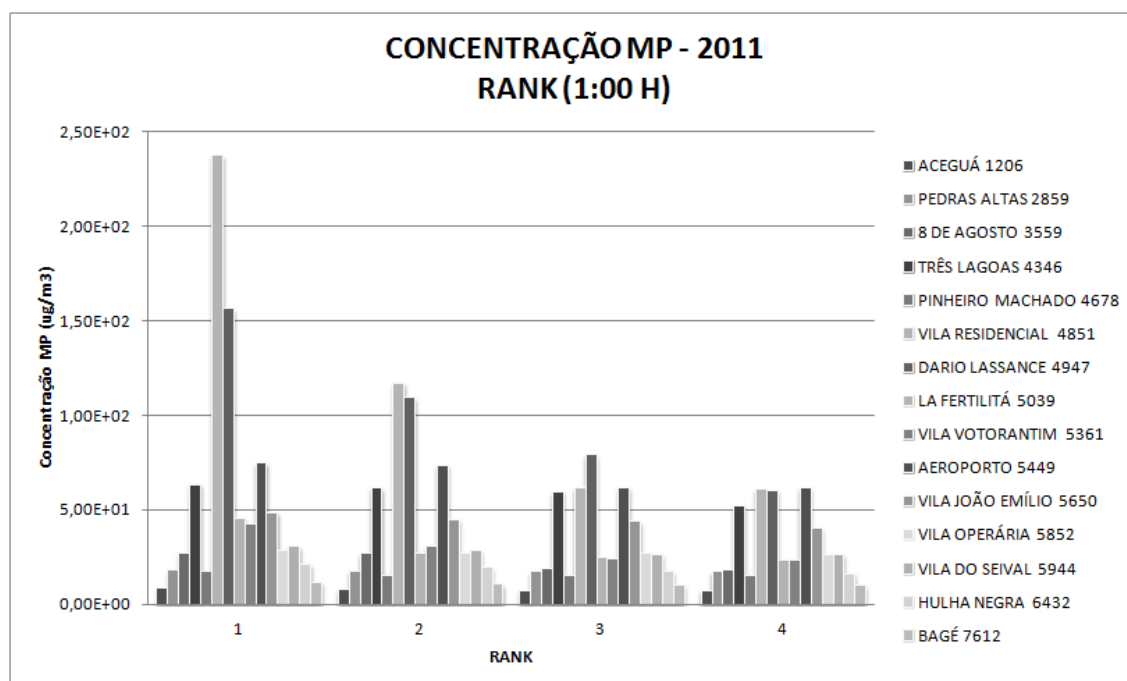


Gráfico 64 - Concentração de MP – Rank em receptores discretos selecionados – Média Horária-2011

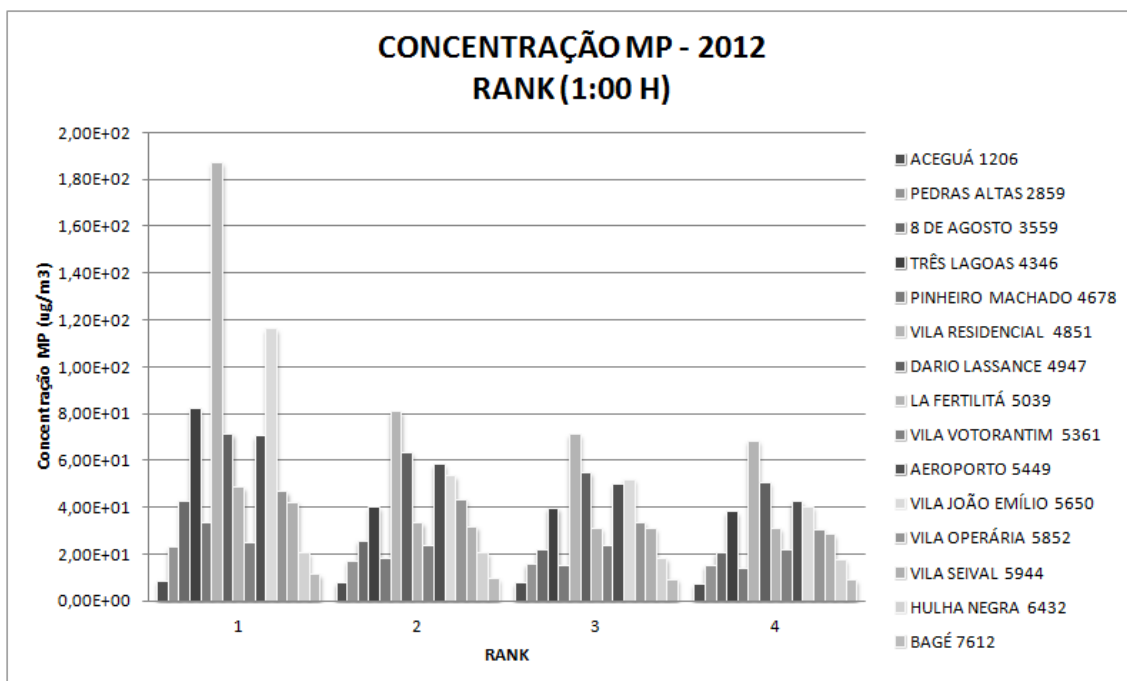


Gráfico 65 - Concentração de MP – Rank em receptores discretos selecionados–Média Horária-2012

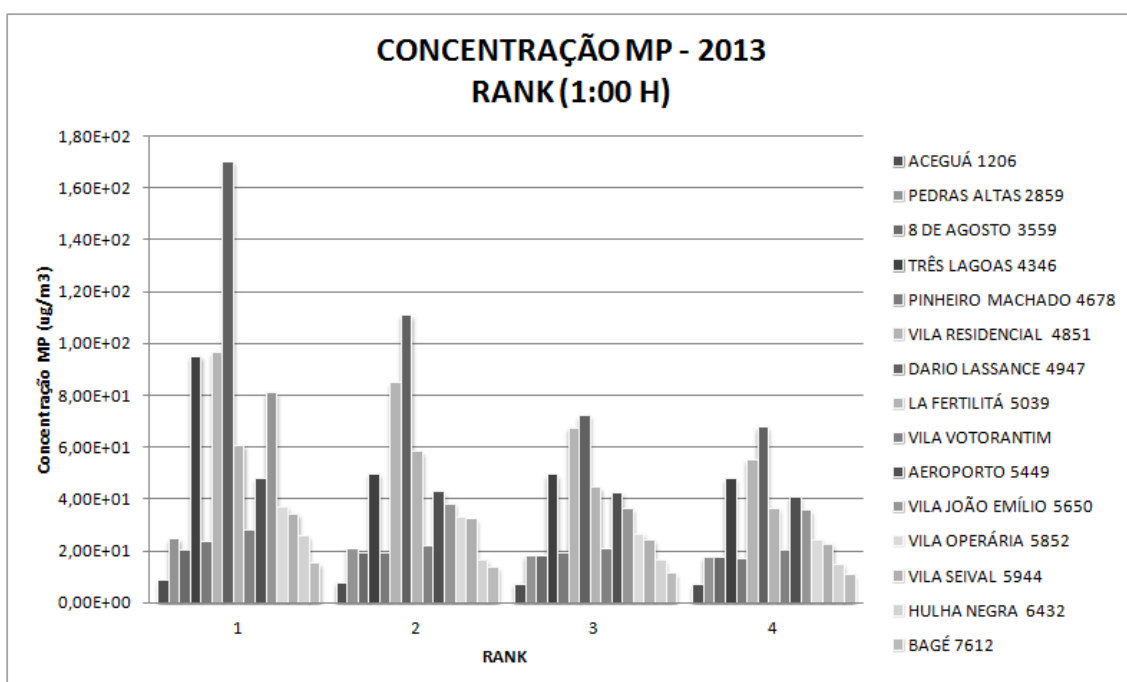


Gráfico 66 - Concentração de MP – Rank em receptores discretos selecionados–Média Horária-2013

## 2. VALORES RANQUEADOS PARA MÉDIAS DIÁRIAS

Os Gráficos a seguir apresentam as isolinhas de concentração dos 4 valores máximos da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de MP. Os gráficos Rosa dos Ventos, Altura da Camada Limite Atmosférica e a distribuição das

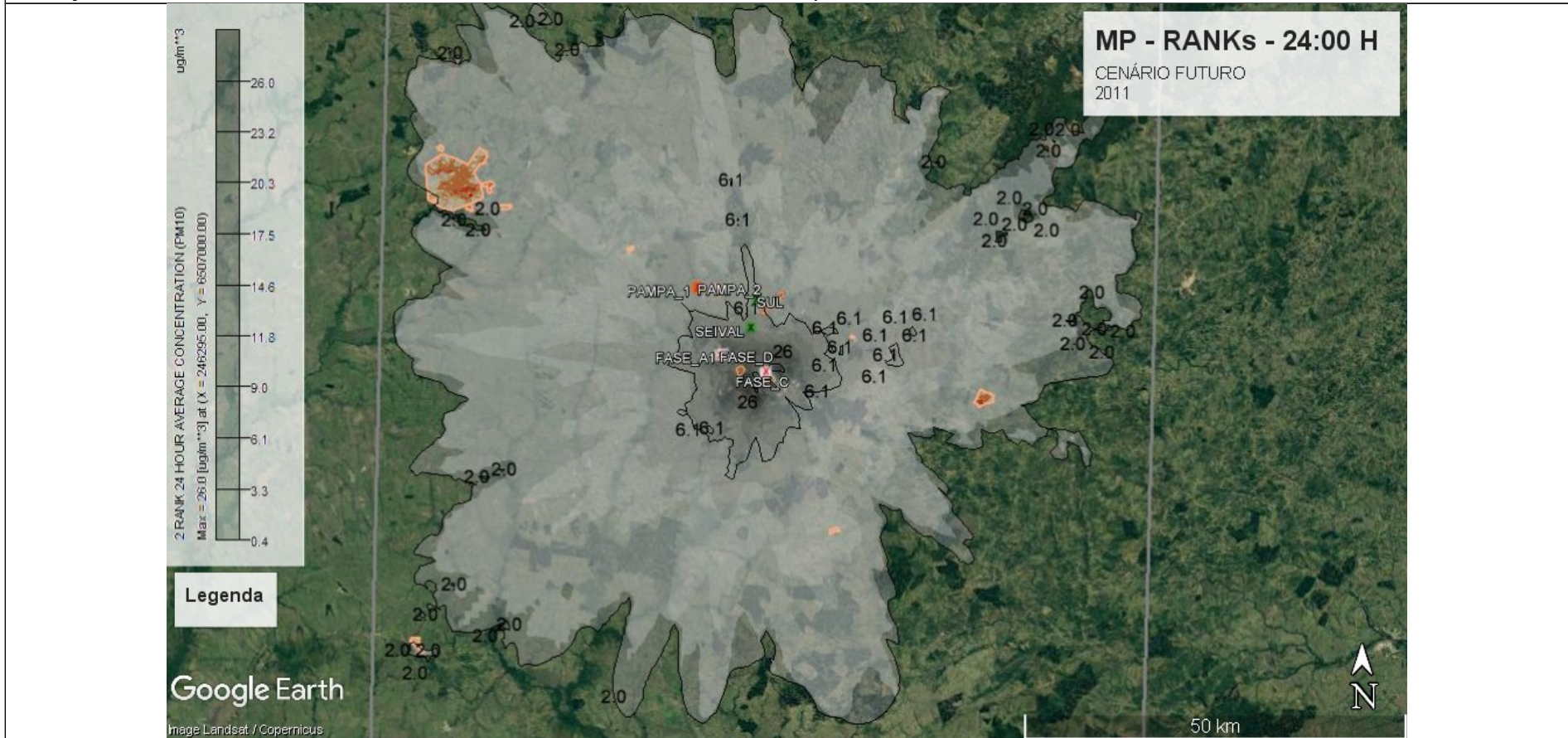
classes de Pasquill-Gifford-Turner (PGT) são coincidentes áqueles apresentados no tópico 6.2.2.1.2.

Dos resultados constata-se que há predomínio de ocorrência de máximos no 4º trimestre, seguido do 1º e 2º trimestres. Nenhum registro ocorreu no 3º trimestre.

Os valores máximos ranqueados tendem à ocorrência em situações de ventos fracos, entre 0,5 a 3,0 m/s cujas classes de estabilidade atmosférica são predominantemente de levemente estáveis (classe E) à instáveis (sobretudo com ocorrência em Classe B).

Tais parâmetros e a incidência de ocorrência dos valores máximos no raio não superior à 5,0 km indica que as plumas obedecem comportamentos típicos de *Looping* (diurno, no início da tarde; dias quentes com insolação e ventos fracos) e *Fumigation* (diurno, início da manhã; dias quentes com insolação e ventos fracos); eventualmente em condições *Trapped* (inversão acima, ou inversão frontal ou subsidência).

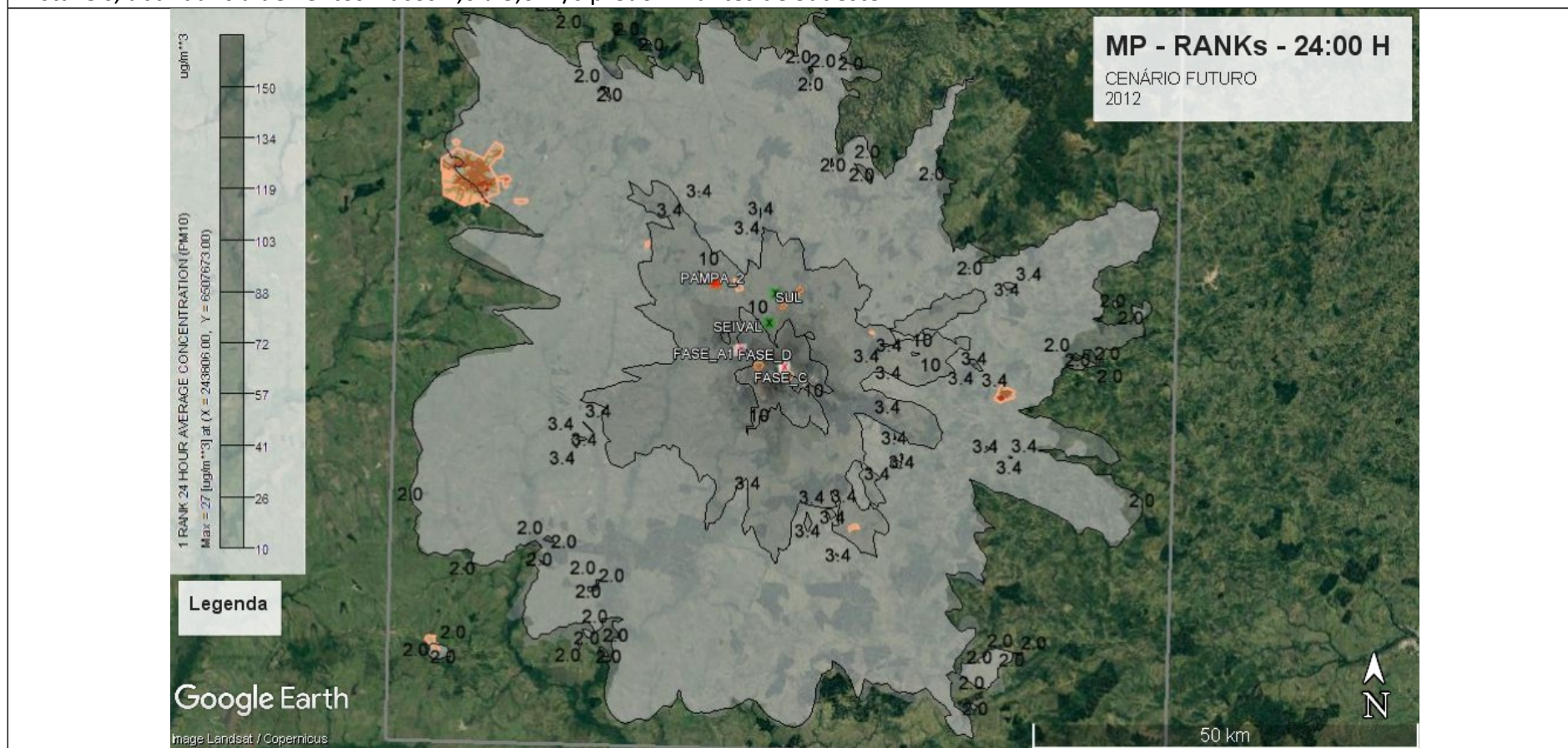
A máxima concentração registrada foi de  $33,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,18 km da fonte, no sentido Nordeste; dia 25/01/2011, dia 25/01/2011, com altura da CLA oscilando entre 50,0 e 1.456,45 m e inversão às 19:00; classes de estabilidade predominante de levemente estável com variações entre instáveis e neutra; abundância de ventos fracos  $< 2,0 \text{ m/s}$  predominantes de Nordeste.



**Gráfico 67 - Concentração de MP – Rank – Média Diária - 2011**

A máxima concentração registrada foi de  $26,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,81 km da fonte, no sentido Nordeste; dia 04/10/12, com altura da CLA

oscilando entre 50,0 e 1.273,02 m e inversão às 18:00; classes de estabilidade predominante de levemente estável com variações entre instáveis; abundância de ventos fracos 2,0 a 3,0 m/s predominantes de Sudeste.



**Gráfico 68 - Concentração de MP – Rank – Média Diária - 2012**

A máxima concentração registrada foi de 19,41 µg/m<sup>3</sup> a distância de 1,06 km da fonte, no sentido Noroeste; dia 28/12/13, com altura da CLA oscilando entre 50,0 e 1.923,50 m e inversão às 19:00; classes de estabilidade predominante de levemente estável fortemente instáveis;



Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das 50 concentrações máximas da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de MP.

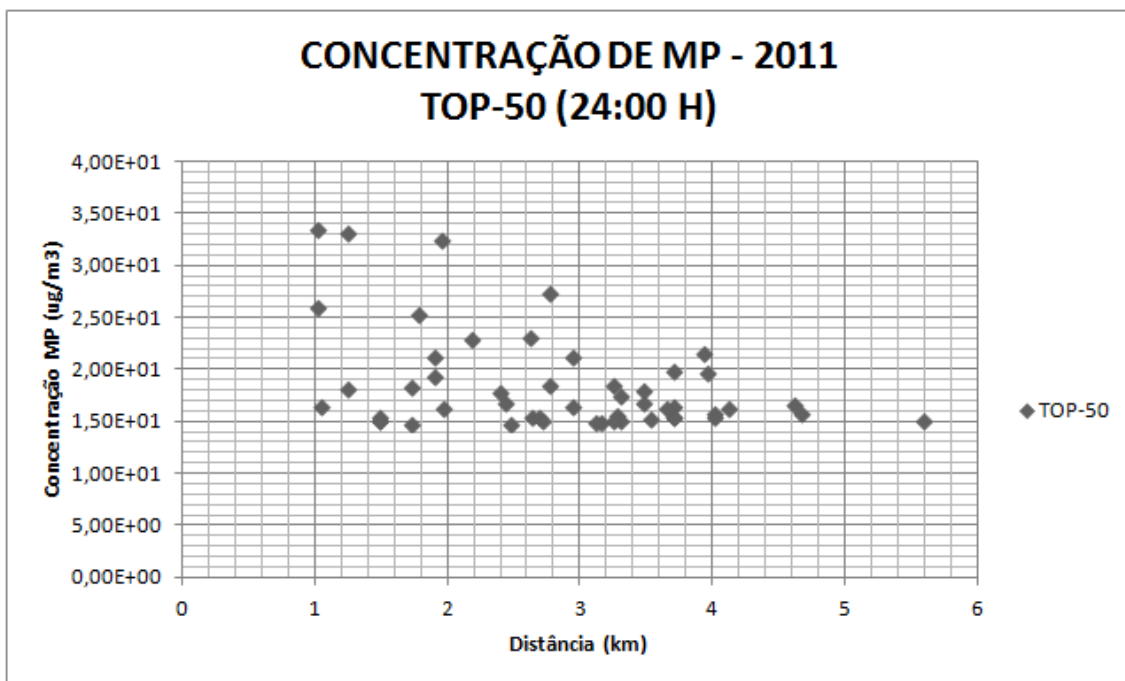


Gráfico 70 - Concentração de MP – Top 50 – Média Diária - 2011

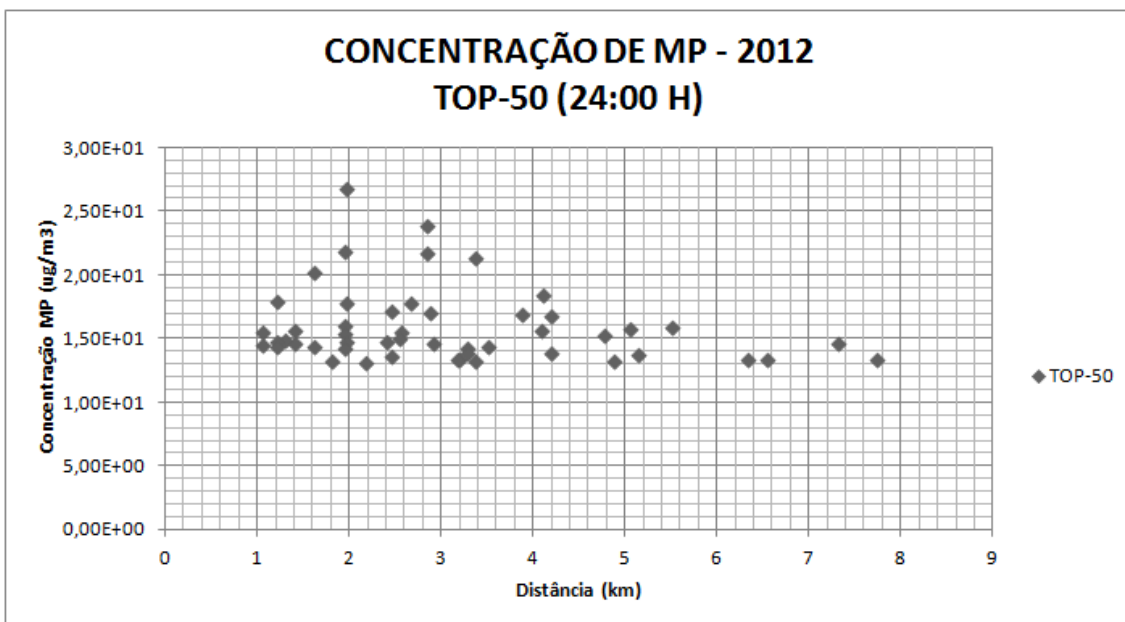
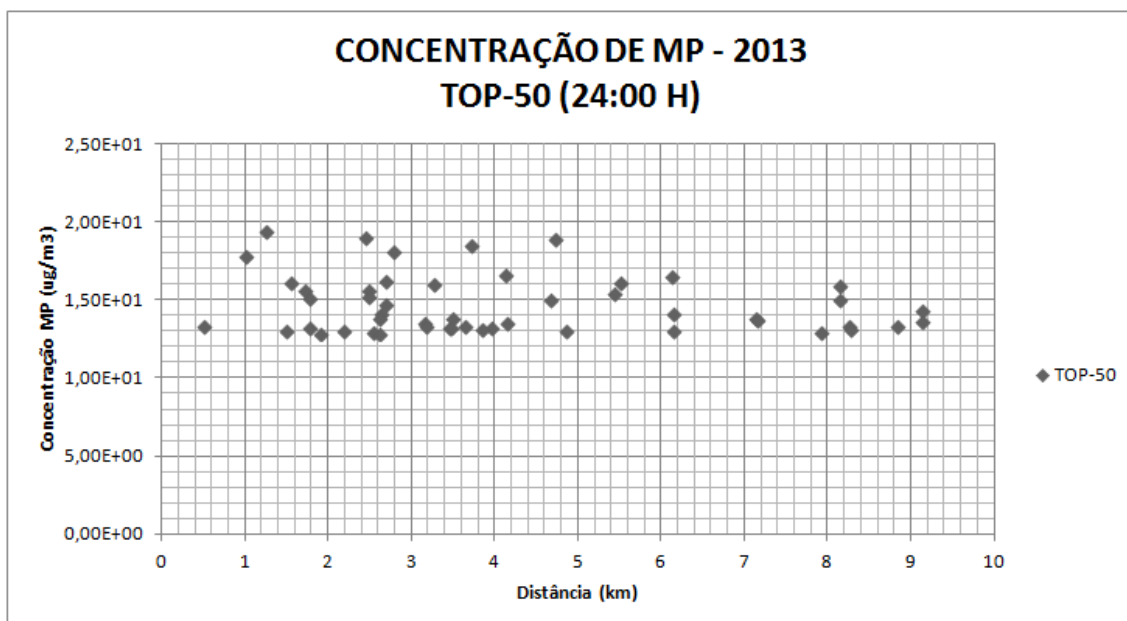
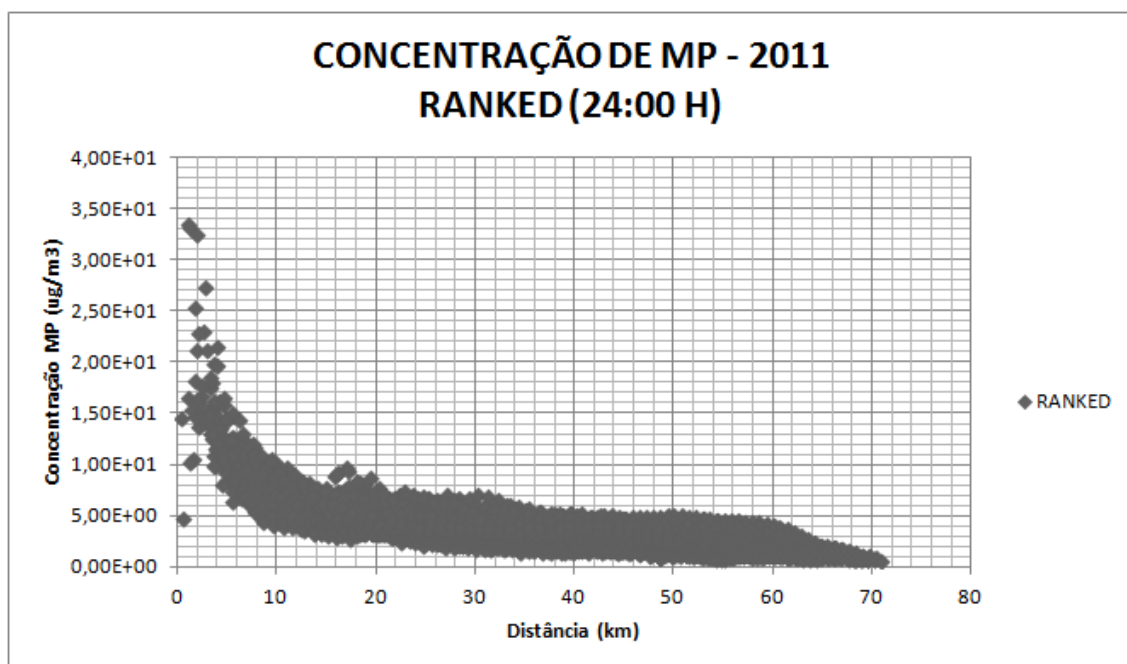


Gráfico 71 - Concentração de MP – Top 50 – Média Diária - 2012



**Gráfico 72 - Concentração de MP – Top 50 – Média Diária - 2013**

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das concentrações máximas em cada um dos 10.000 receptores da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de MP.



**Gráfico 73 - Concentração de MP – Máximos em receptores discretos da Grade – Média Horária-2011**

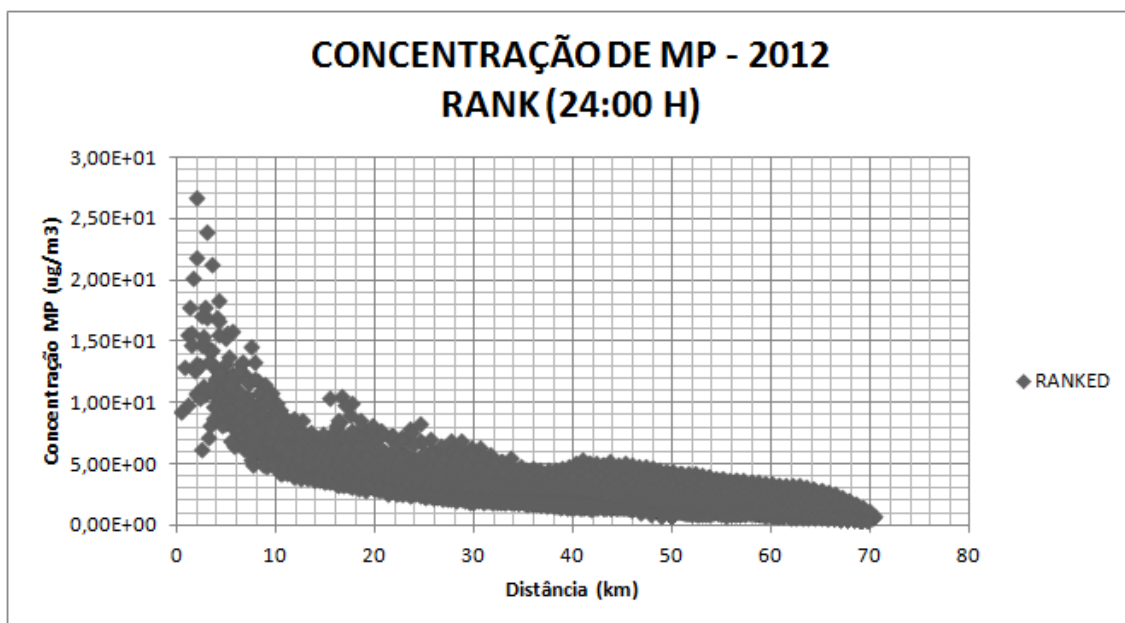


Gráfico 74 - Concentração de MP – Máximos em receptores discretos da Grade–Média Horária-2012

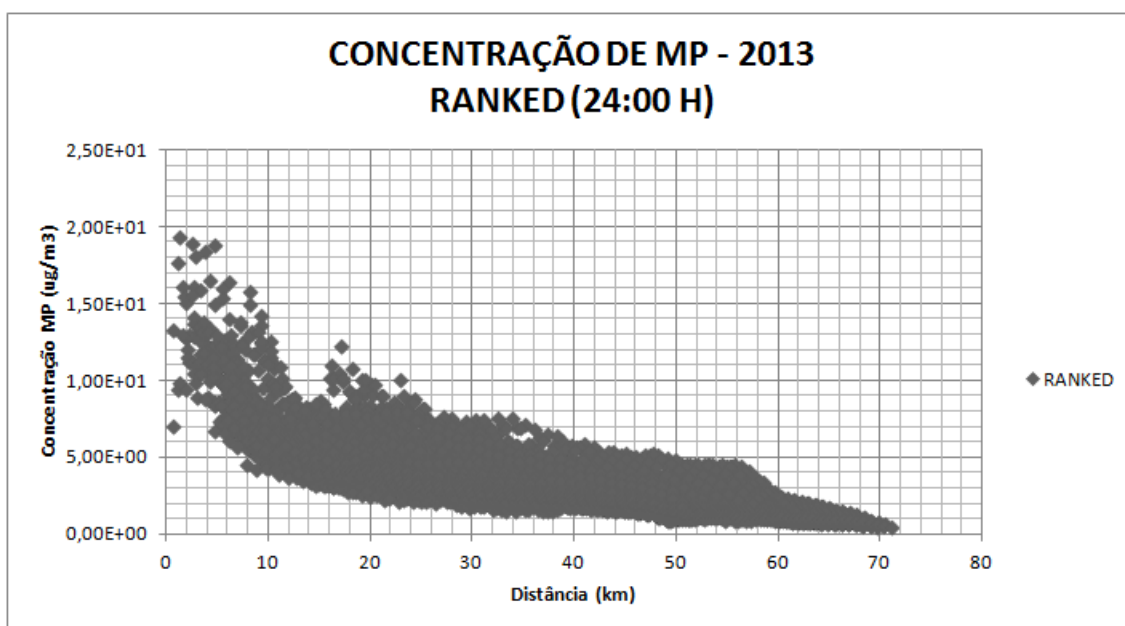


Gráfico 75 - Concentração de MP – Máximos em receptores discretos da Grade–Média Horária-2013

Dos gráficos, não se identifica registros de concentrações máximas que são superiores aos padrões primários e secundários da qualidade do ar.

A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de perímetro de influência de faixas de concentração, tendo como centro da grade a fonte Fase C:

Tabela 12 - Perímetro de influência da média diária de concentração de MP – Cenário Futuro

FAIXA DE CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	RAIO MÁXIMO DE INFLUÊNCIA (km)
10 – 15	< 24,0
15 – 25	< 8,0
25 – 34	< 2,8

Os gráficos a seguir apresentam os 4 valores máximos de concentração registrados em receptores selecionados (núcleos urbanos e pontos de monitoramento). Destes, identifica-se que as máximas concentrações são registradas nos receptores selecionados mais próximos às fontes emissoras, sendo mais expressivos nas Vilas Residencial e Dario Lassance (estação Candiota), e nos pontos de monitoramento Três Lagoas e Aeroporto. Nestes receptores registraram-se concentrações entre 12 e 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

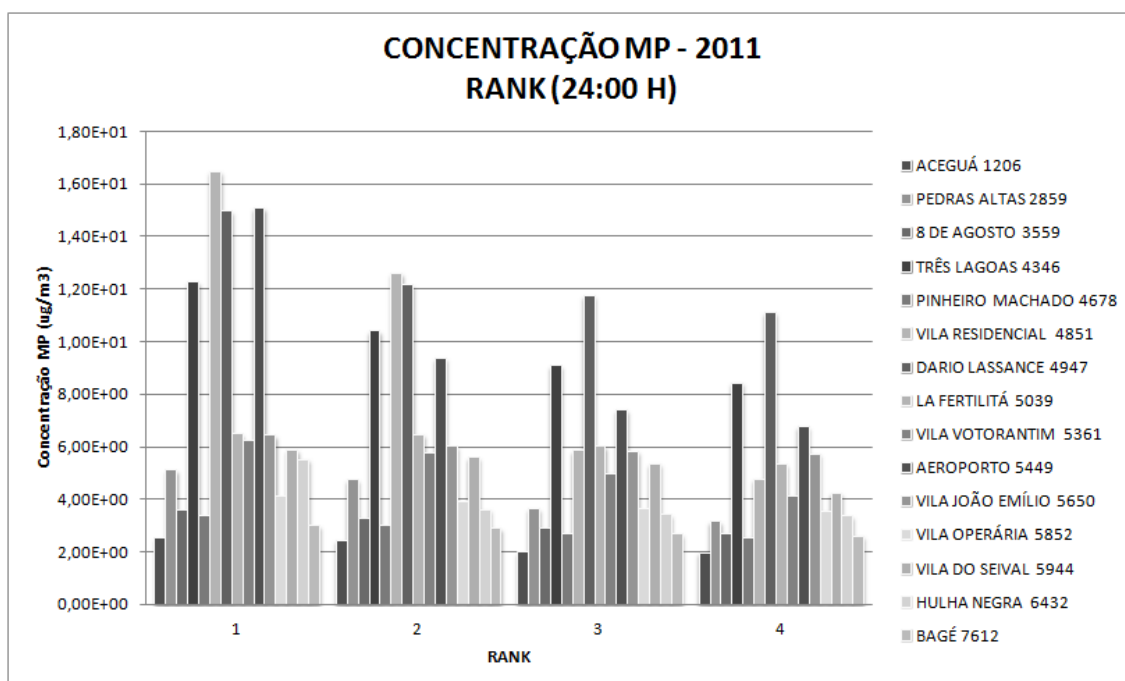


Gráfico 76 - Concentração de MP – Rank em receptores discretos selecionados – Média Diária-2011

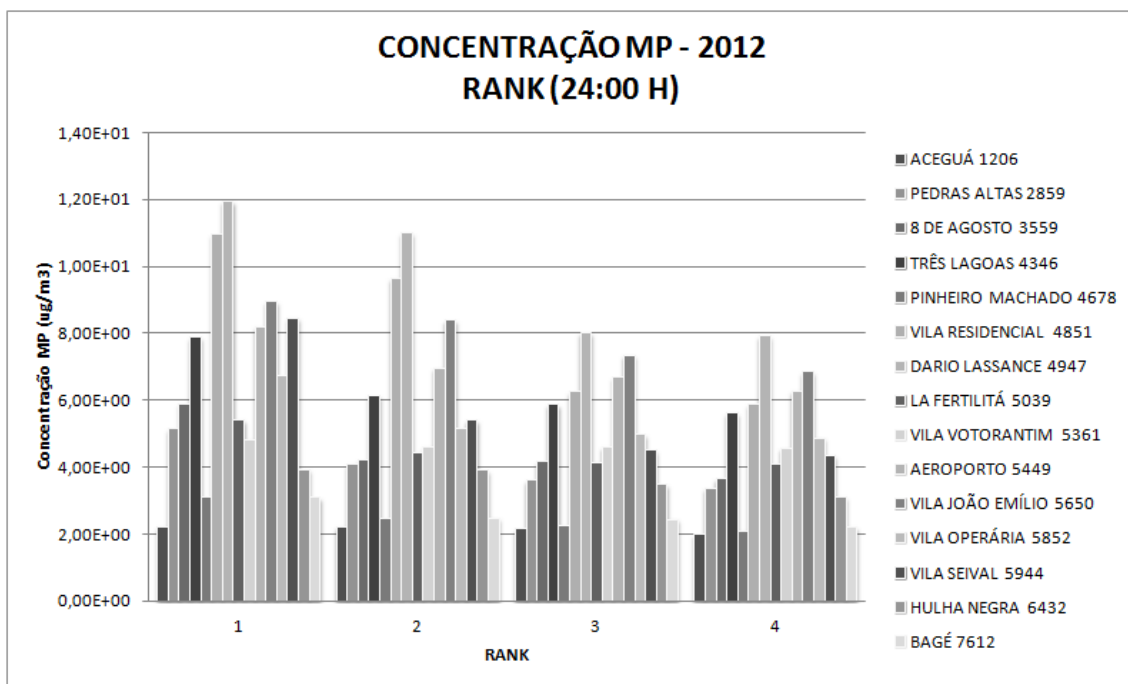


Gráfico 77 - Concentração de MP – Rank em receptores discretos selecionados – Média Diária-2012

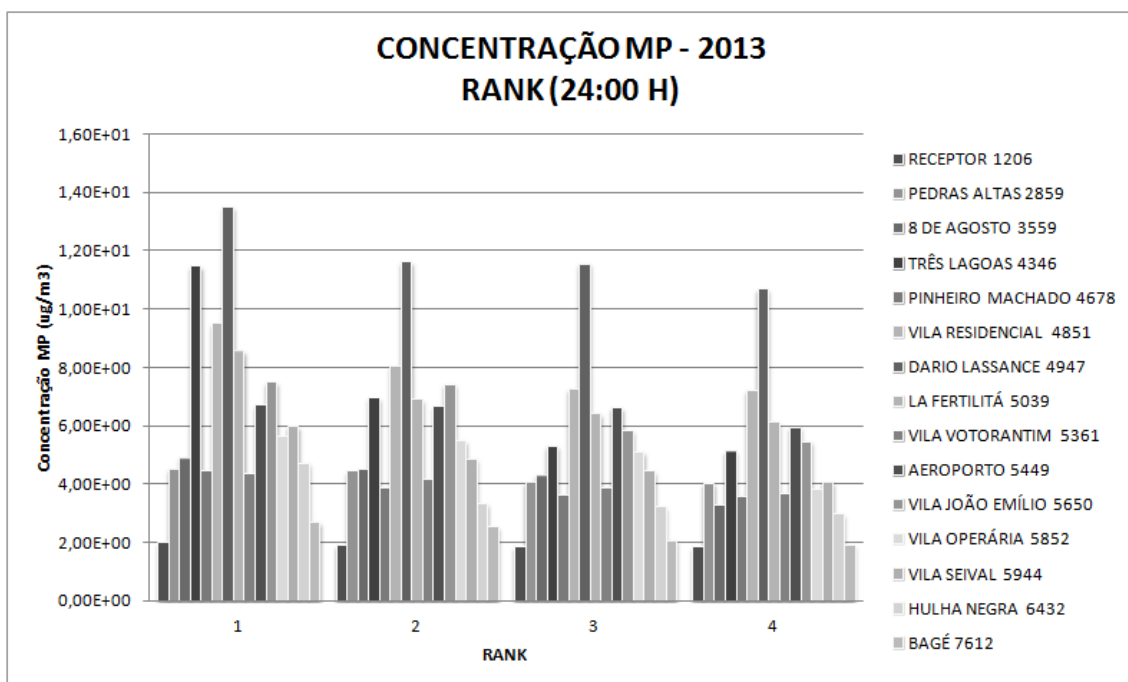


Gráfico 78 - Concentração de MP – Rank em receptores discretos selecionados – Média Diária-2013

### **3. VALORES RANQUEADOS PARA MÉDIA ANUAL**

Os Gráficos a seguir apresentam as isolinhas de concentração dos 4 valores máximos da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de MP, devendo-se consultar os gráficos Rosas dos Ventos, Altura da Camada Limite Atmosférica e a distribuição das classes de Pasquill-Gifford-Turner (PGT) no tópico 6.1.

A máxima concentração registrada foi de  $1,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a 2,95 km da fonte, no sentido Oeste, Sudoeste e Noroeste; a CLA oscilou entre 50,0 e 2.466,7; classes de estabilidade predominantemente neutras e estáveis; predominância de ventos de Nordeste.

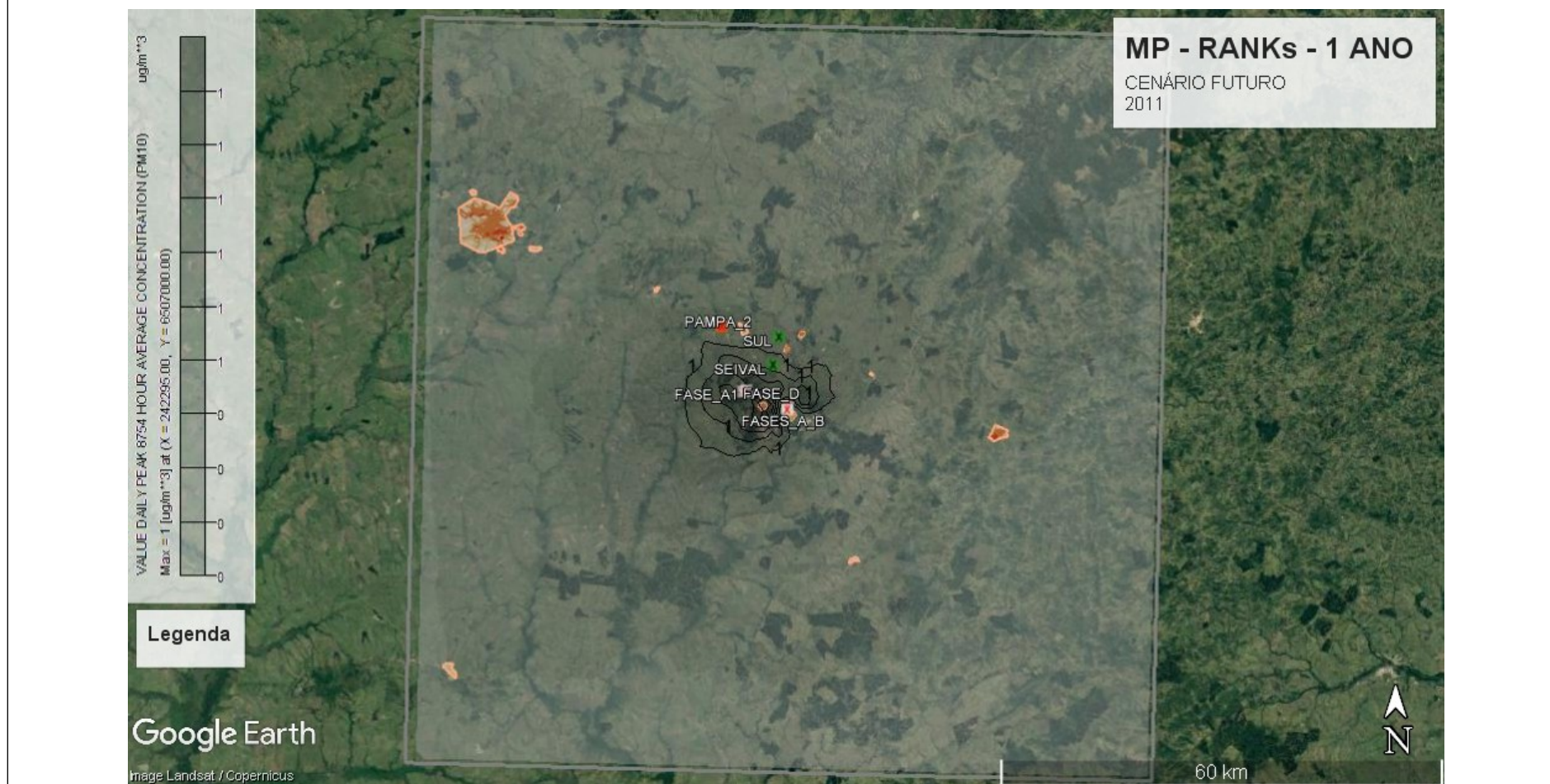


Gráfico 79 - Concentração de MP – Média Anual - 2011



A máxima concentração registrada foi de 1,16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 2,96 km da fonte, no sentido Sudeste; a CLA oscilou entre 50,0 e 2.140,93; classes de estabilidade predominantemente neutras e estáveis; predominância de ventos de Nordeste.

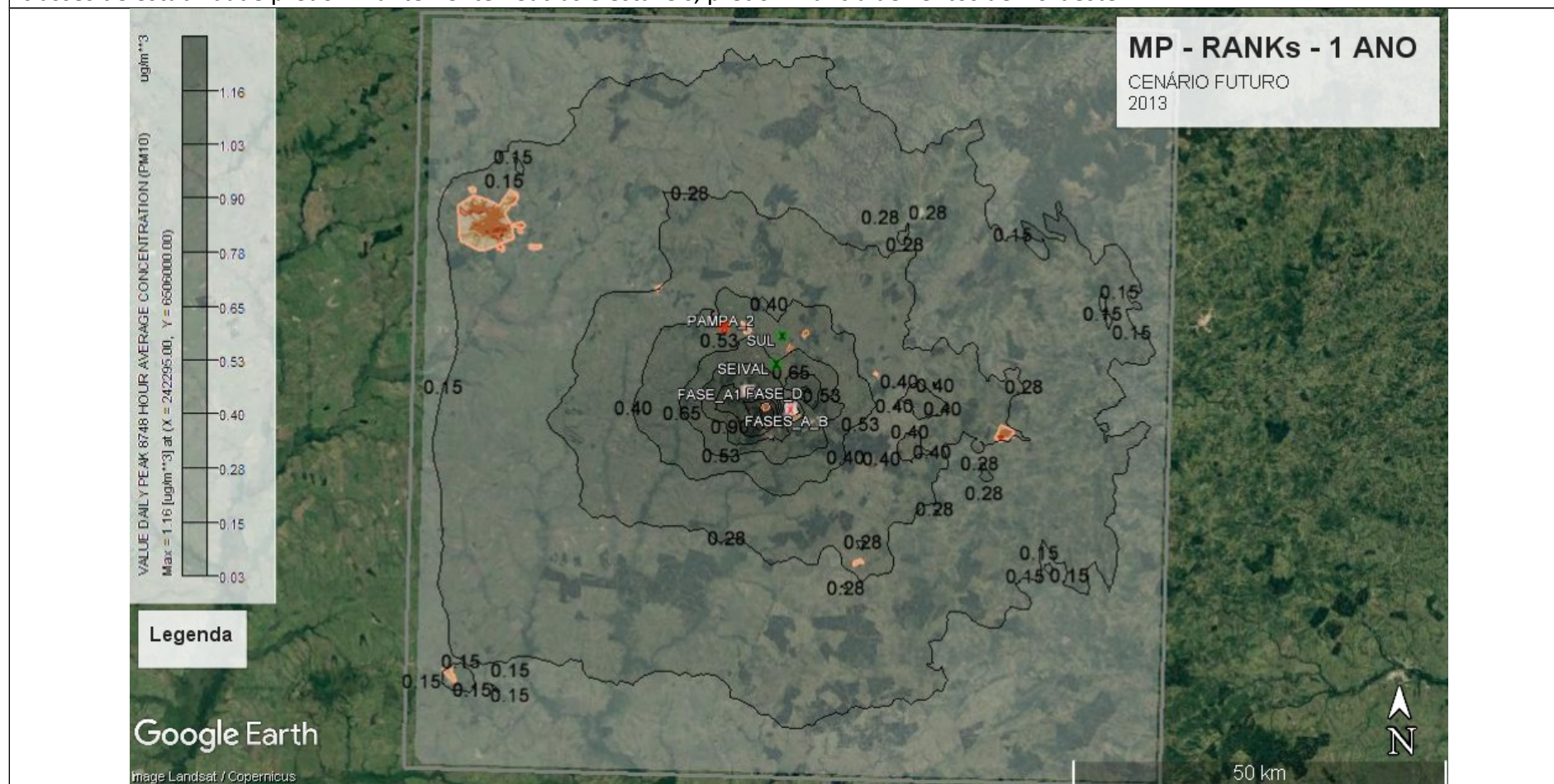


Gráfico 81 - Concentração de MP – Média Anual - 2013

O Gráfico a seguir apresenta a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das 50 concentrações máximas da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de MP.

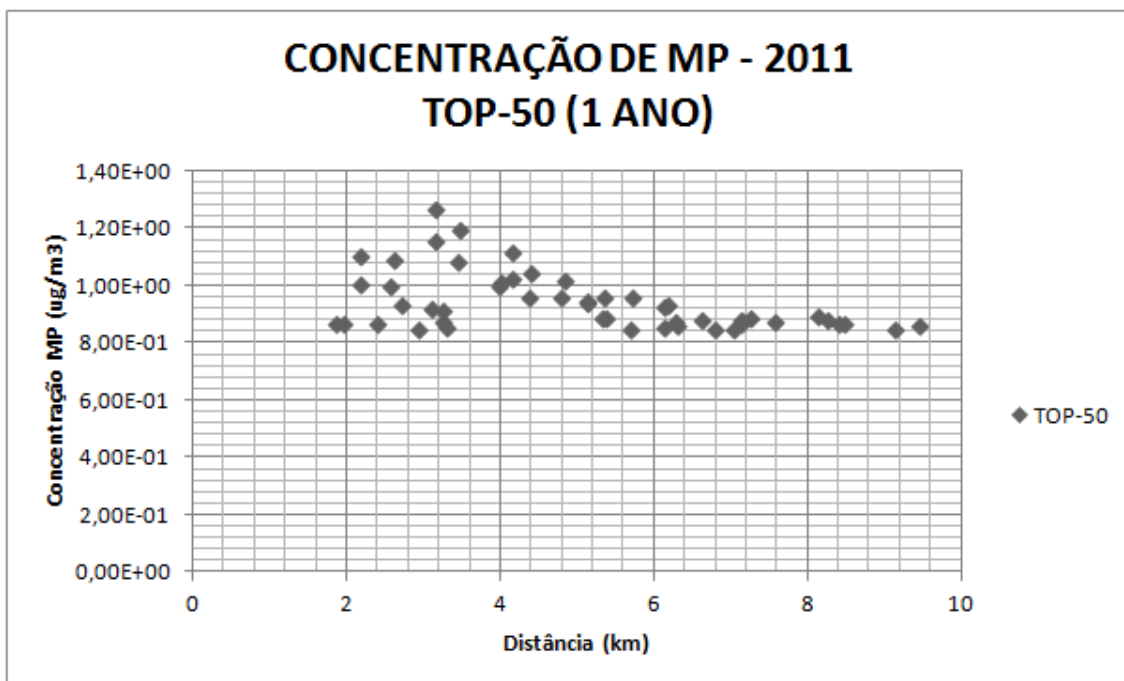


Gráfico 82 - Concentração de MP – Top 50 – Média Anual - 2011

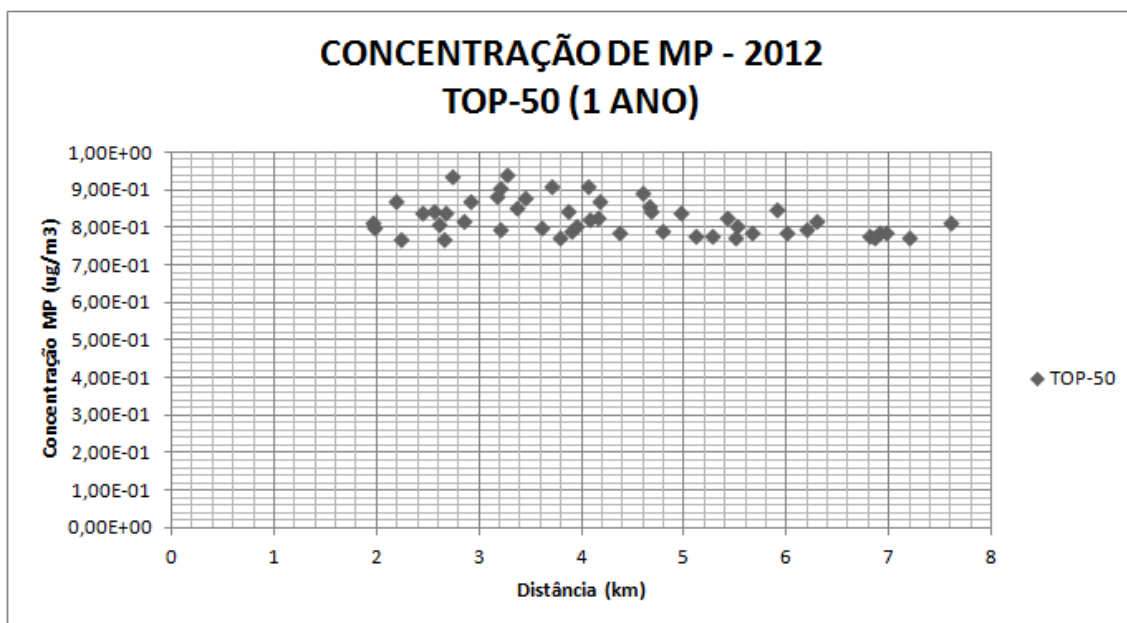
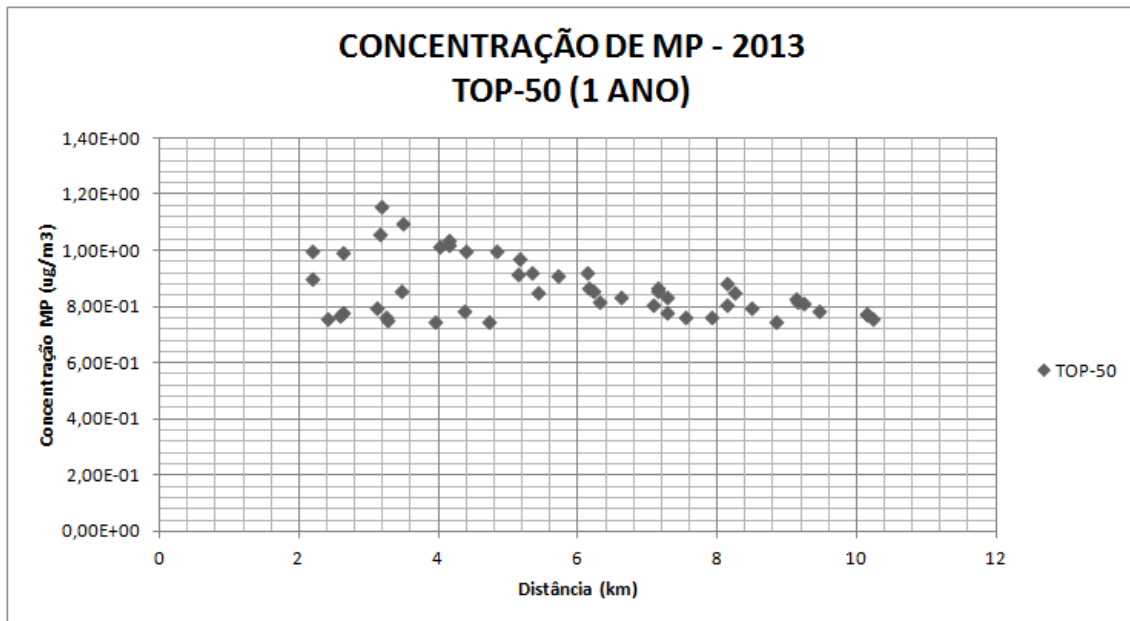
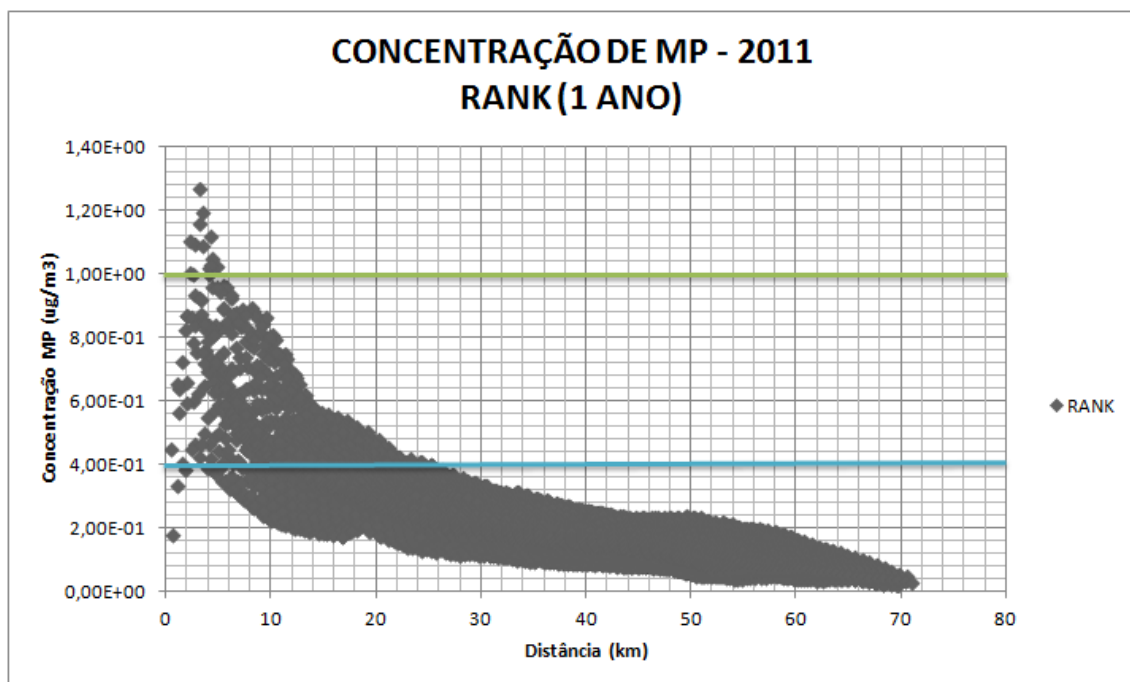


Gráfico 83 - Concentração de MP – Top 50 – Média Anual - 2012



**Gráfico 84 - Concentração de MP – Top 50 – Média Anual - 2013**

O Gráfico a seguir apresenta a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das concentrações máximas em cada um dos 10.000 receptores da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de MP.



**Gráfico 85 - Concentração de MP – Máximos em receptores discretos da Grade – Média Diária-2011**

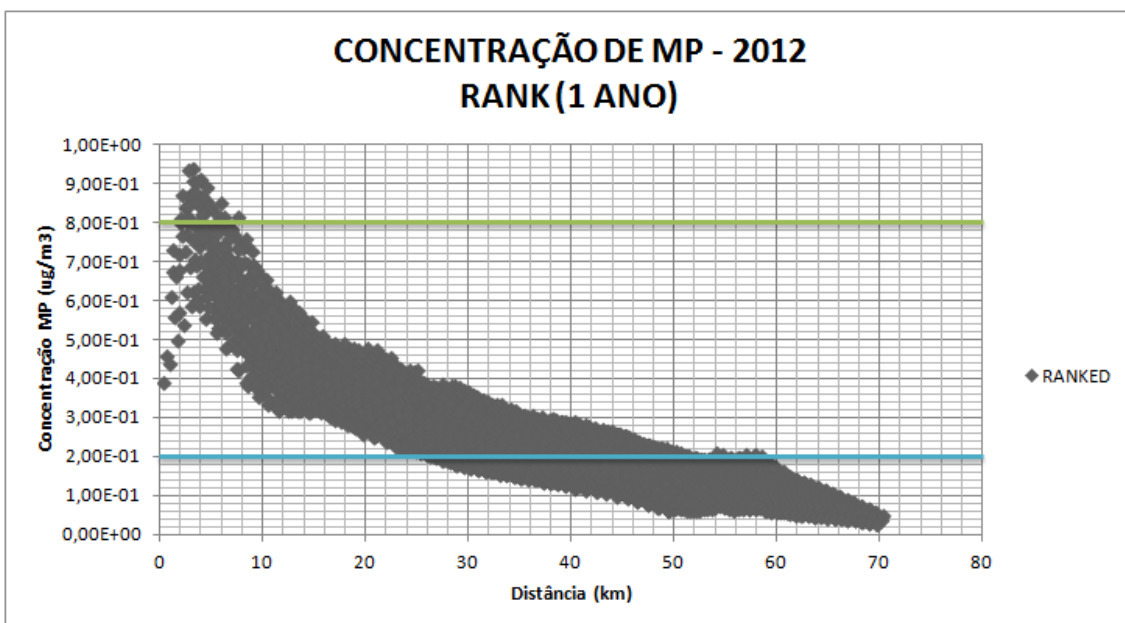


Gráfico 86 - Concentração de MP – Máximos em receptores discretos da Grade – Média Diária-2012

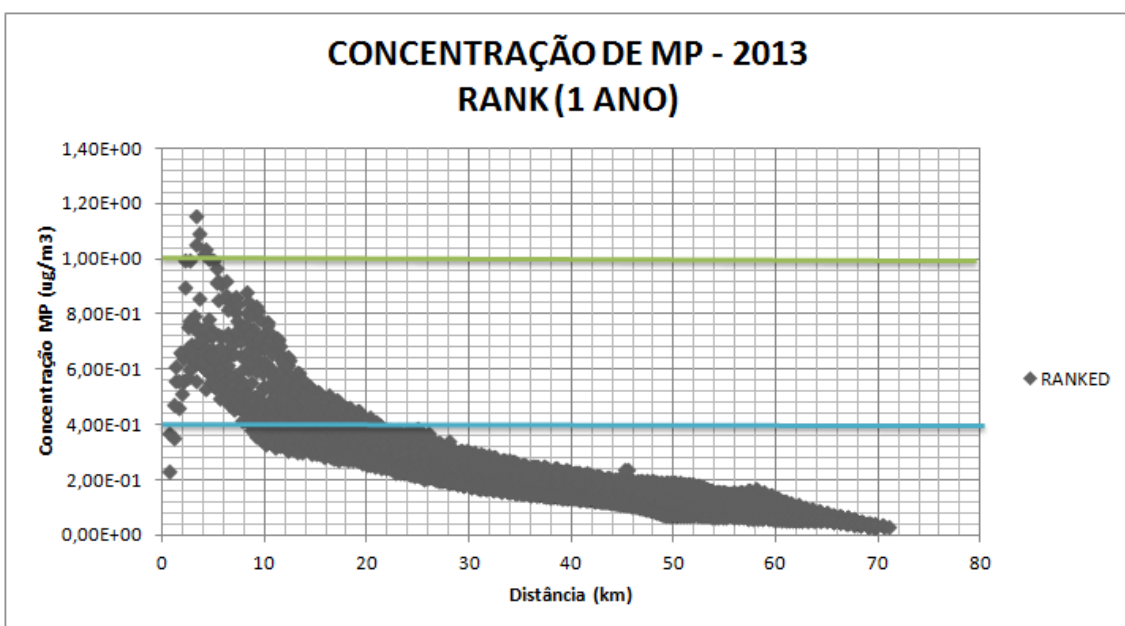


Gráfico 87 - Concentração de MP – Máximos em receptores discretos da Grade – Média Diária-2013

A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de perímetro de influência de faixas de concentração, tendo como centro da grade a fonte Fase C:

Tabela 13 - Perímetro de influência da média anual de concentração de MP – Cenário Futuro

FAIXA DE CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	RAIO MÁXIMO DE INFLUÊNCIA (km)
0,4 – 0,8	< 26
0,8 – 1,27	< 8,8

Dos gráficos, identifica-se que os registros de concentrações máximas que são superiores à 2% (i.e  $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do padrão primário e secundário da qualidade do ar para partículas inaláveis (i.e  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) estão contidas no raio de 6,0 km a partir da UTPM. Concentrações inferiores à 2,5% (i.e.  $1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do padrão primário e secundário de qualidade do ar estão contidas no raio de 8,8 km de distância.

Os gráficos a seguir apresentam os valores máximos de concentração registrados em receptores (núcleos urbanos e pontos de monitoramento):

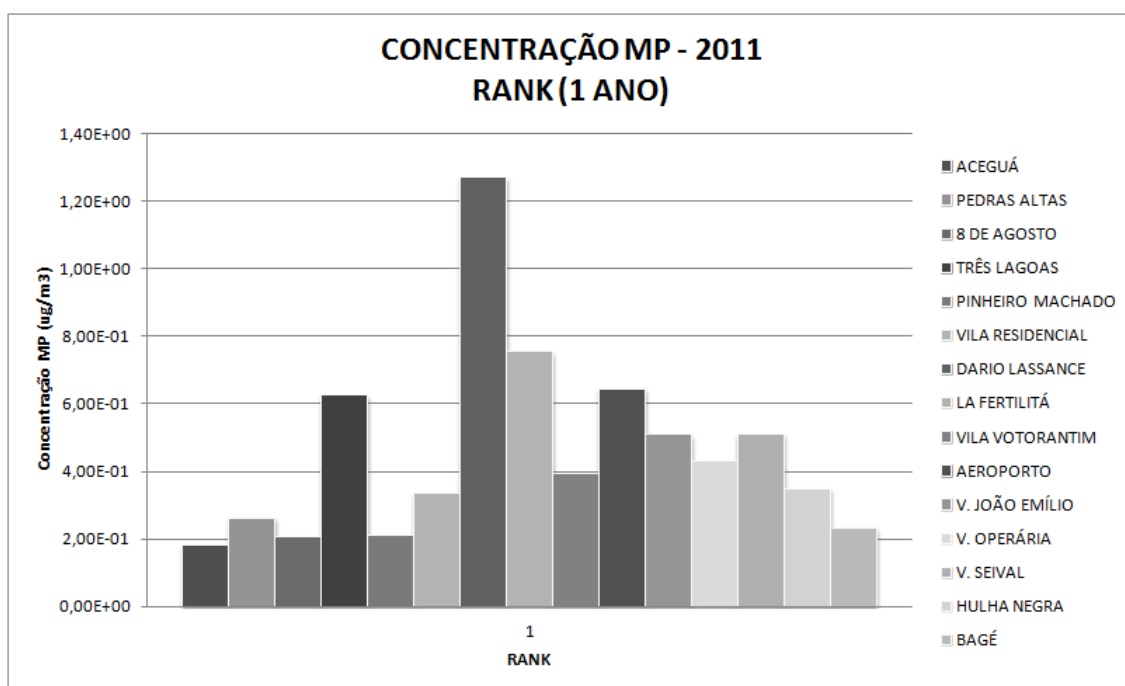


Gráfico 88 - Concentração de MP – Rank em receptores discretos selecionados – Média Anual-2011

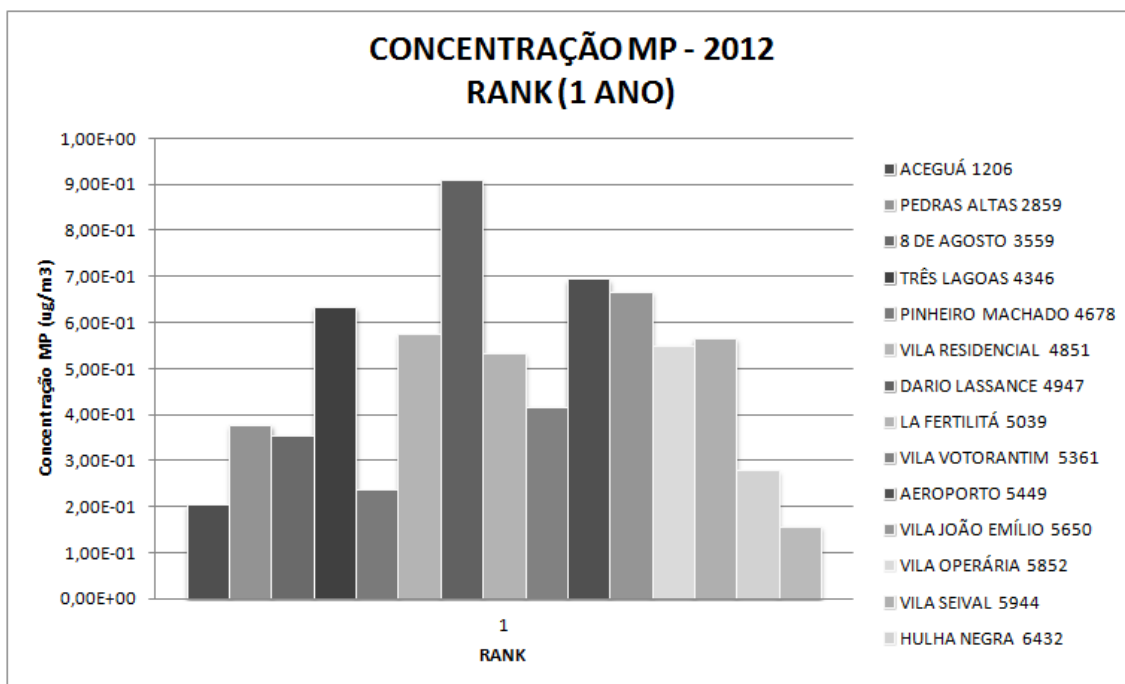


Gráfico 89 - Concentração de MP – Rank em receptores discretos selecionados – Média Anual-2012

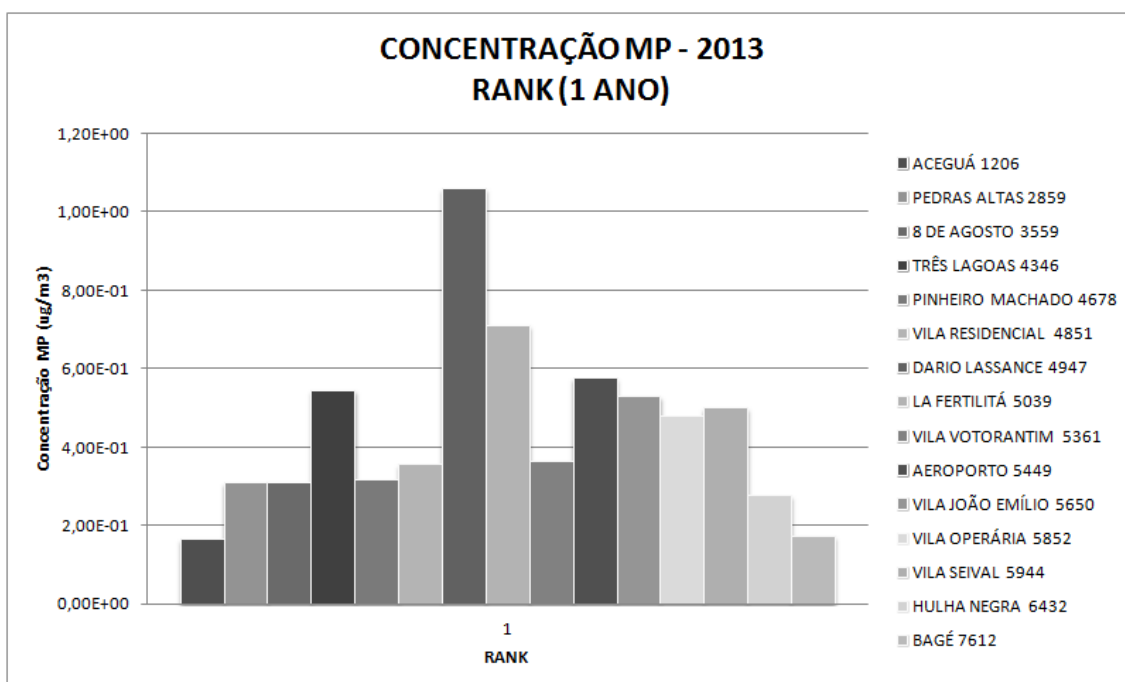


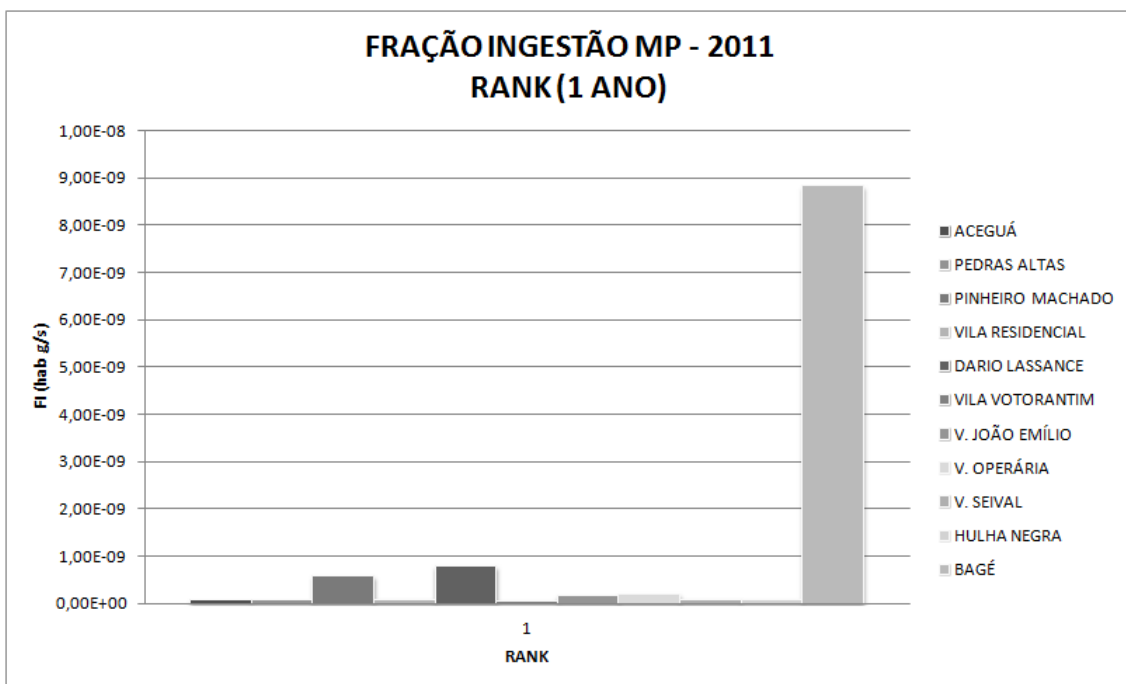
Gráfico 90 - Concentração de MP – Rank em receptores discretos selecionados – Média Anual-2013

A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de saturação da média anual de concentração nos receptores selecionados na bacia atmosférica estudada:

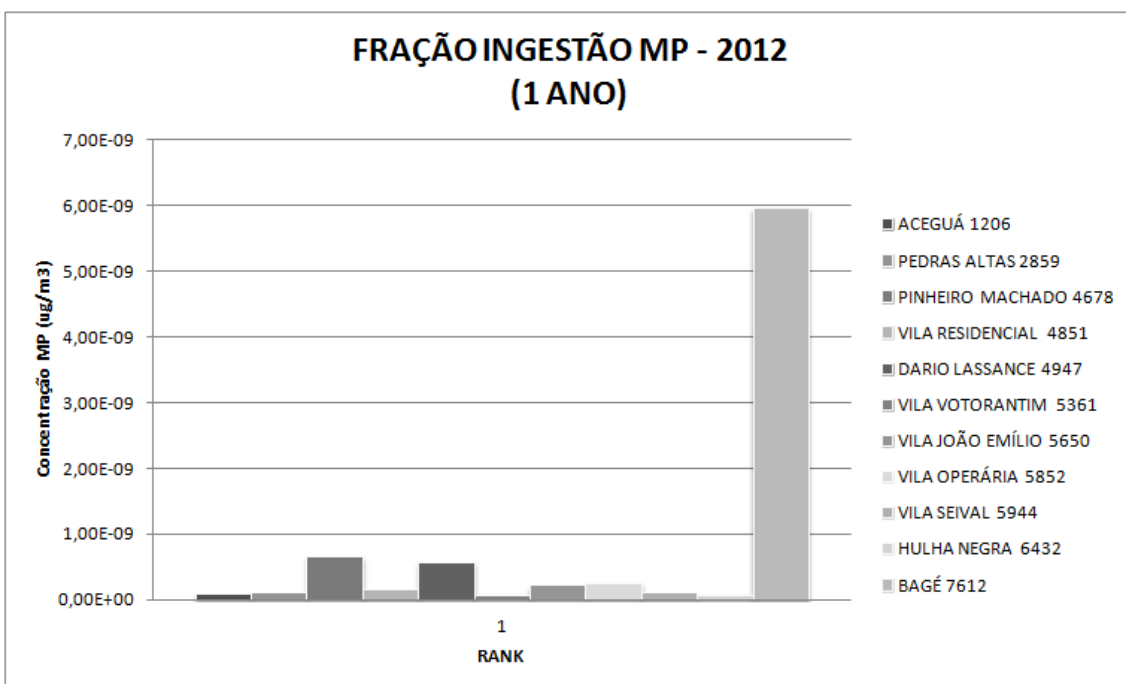
Tabela 14 – Registros da média anual de MP por faixa de concentração em receptores selecionados ao longo do período estudado, comparados ao padrão primário e secundário.

RECEPTOR	NÚMERO DE REGISTROS DA MÉDIA ANUAL POR FAIXA DE CONCENTRAÇÃO NO PERÍODO ESTUDADO		
	0 – 1,0%	1,0 – 2,0%	2,0 – 2,5 %
	0,0 – 0,5 µg/m <sup>3</sup>	0,5 – 1,0 µg/m <sup>3</sup>	1,0 – 1,25 µg/m <sup>3</sup>
Aceguá	3	-	-
Pedras Altas	3	-	-
8 de Agosto	3	-	-
Três Lagoas	-	3	-
Pinheiro Machado	3	-	-
V. Residencial	2	1	-
Dario Lassance	-	2	1
La Fertilidá	-	3	-
V. Votorantim	3	-	-
Aeroporto	-	3	-
João Emílio	1	2	-
V. Operária	1	2	-
V. Seival	2	1	-
Hulha Negra	3	-	-
Bagé	3	-	-

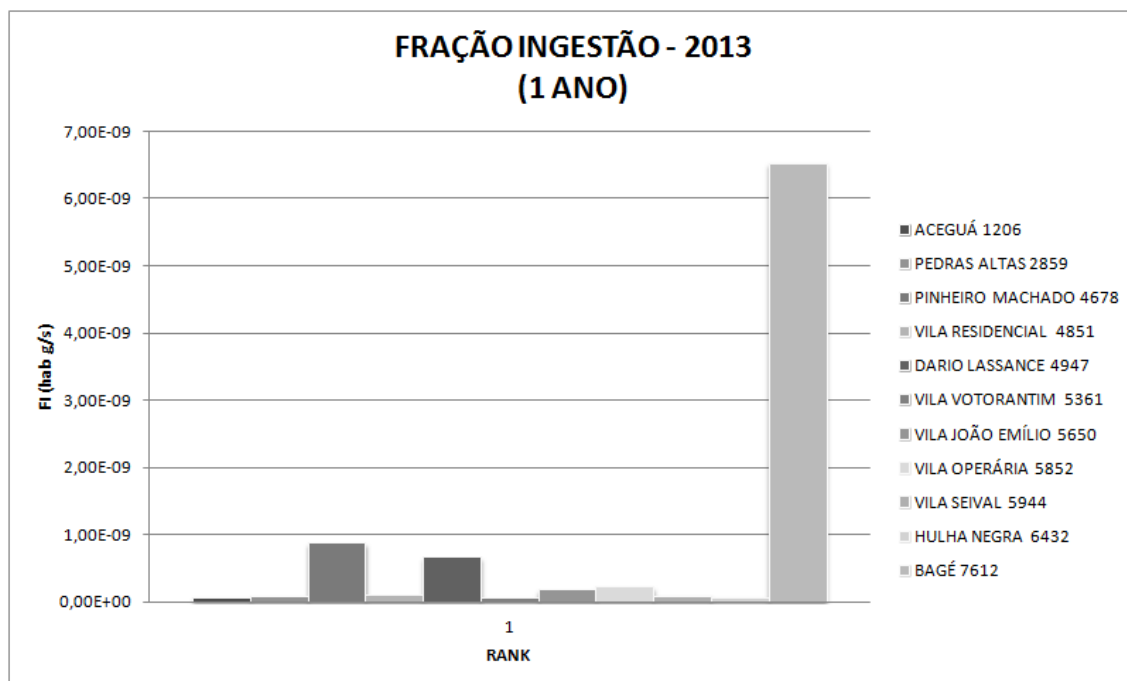
Os gráficos a seguir apresentam a fração de ingestão correspondente à exposição da população à máxima concentração nos receptores selecionados (núcleos urbanos):



**Gráfico 91 - Fração de Ingestão da Máxima Concentração de MP em receptores discretos selecionados – Média Anual - 2011**



**Gráfico 92 - Fração de Ingestão da Máxima Concentração de MP em receptores discretos selecionados – Média Anual - 2012**



**Gráfico 93 - Fração de Ingestão da Máxima Concentração de MP  
em receptores discretos selecionados – Média Anual - 2013**

Dos gráficos, identifica-se que as máximas concentrações são registradas nos receptores selecionados mais próximos à fonte emissora, sendo mais expressivos na Vila Dario Lassance, onde registrou-se concentração superior à 2,5% de fração do padrão primário e secundário da qualidade do ar. Na Vila Residencial, João Emílio, Operária e Seival e nos pontos de monitoramento Três Lagoas, La Fertilitá e Aeroporto registrou-se concentrações máximas entre 1 e 2% de fração do padrão primário e secundário da qualidade do ar.

A maior fração de ingestão populacional é registrada no núcleo urbano de Bagé. Mesmo sendo uma concentração de poluente inferior em cerca de 6 vezes daquela registrada na Vila Dario Lassance, a população em exposição à esta concentração é cerca de 61 vezes superior, majorando o fator de exposição.

A estimada fração de ingestão de MP pelos habitantes dos núcleos urbanos selecionados foi de  $1,094 \times 10^{-8}$  para o ano de 2011;  $8,108 \times 10^{-9}$  para o ano de 2012;  $8,816 \times 10^{-9}$  para o ano de 2013;. Isto representa que para as emissões consideradas, combinadas com os efeitos da dispersão e remoção, o padrão de exposição ao longo do ano para a população afetada resulta em eventual inalação de 0,001094 g; 0,0008108 g; 0,0008816 g para cada tonelada métrica emitida. Portanto,

considerando-se emissões contínuas ao longo do ano, a população dos núcleos urbanos estaria exposta à eventual inalação de 240,3 g; 178 g; 193,6g; de MP ao ano.

### 3. CONCENTRAÇÕES DE NOx

São apresentados os resultados das simulações do modelo matemático subdividindo em valores ranqueados para médias horárias, diárias e anuais, sejam em máximos registrados na grade – resumidamente apresentados nas Tabelas e Gráficos a seguir, seja utilizando o método de conversão de NOx em NO<sub>2</sub> denominado ARM2, conforme discutido no item 5.2.4, seja considerando conversão total de NOx em NO<sub>2</sub> - seja em máximos registrados nos receptores.

**Tabela 15 - Concentrações ranqueadas de NO<sub>2</sub> (Método ARM2) - 2011**

	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X (km)	Y (km)	
2011	NOX_1H_RNK1	141,12	12/07/2011	14:00	245.806	6.504.673	1,95
	NOX_1H_RNK2	140,78	02/08/2011	11:00	245.806	6.504.673	1,95
	NOX_1H_RNK3	138,98	08/07/2011	12:00	245.806	6.504.673	1,95
	NOX_1H_RNK4	135,26	24/02/2011	10:00	245.806	6.504.673	1,95
	NOX_1ANO	0,03			242.806	6.507.673	2,66

**Tabela 16 - Concentrações ranqueadas de NOx (Conversão Total) - 2011**

	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X (km)	Y (km)	
2011	NOX_1H_RNK1	268,00	12/07/2011	14:00	245.806	6.504.673	1,95
	NOX_1H_RNK2	262,00	02/08/2011	11:00	245.806	6.504.673	1,95
	NOX_1H_RNK3	238,00	08/07/2011	12:00	245.806	6.504.673	1,95
	NOX_1H_RNK4	209,00	24/02/2011	10:00	245.806	6.504.673	1,95
	NOX_1ANO	5,84			242.806	6.507.673	2,66

**Tabela 17 - Concentrações ranqueadas de NO<sub>2</sub> (Método ARM2) - 2012**

	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO (µg/m <sup>3</sup> )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X (km)	Y (km)	
2012	NOX_1H_RNK1	140,39	19/04/2012	12:00	247.806	6.505.673	2,73
	NOX_1H_RNK2	137,95	04/10/2012	12:00	247.806	6.505.673	2,73
	NOX_1H_RNK3	132,70	20/06/2012	13:00	235.806	6.509.673	9,91
	NOX_1H_RNK4	131,32	23/01/2012	10:00	246.806	6.505.673	1,81
	NOX_1ANO	0,003			243.806	6.506.673	1,41

Tabela 18 - Concentrações ranqueadas de NOx (Conversão Total) - 2012

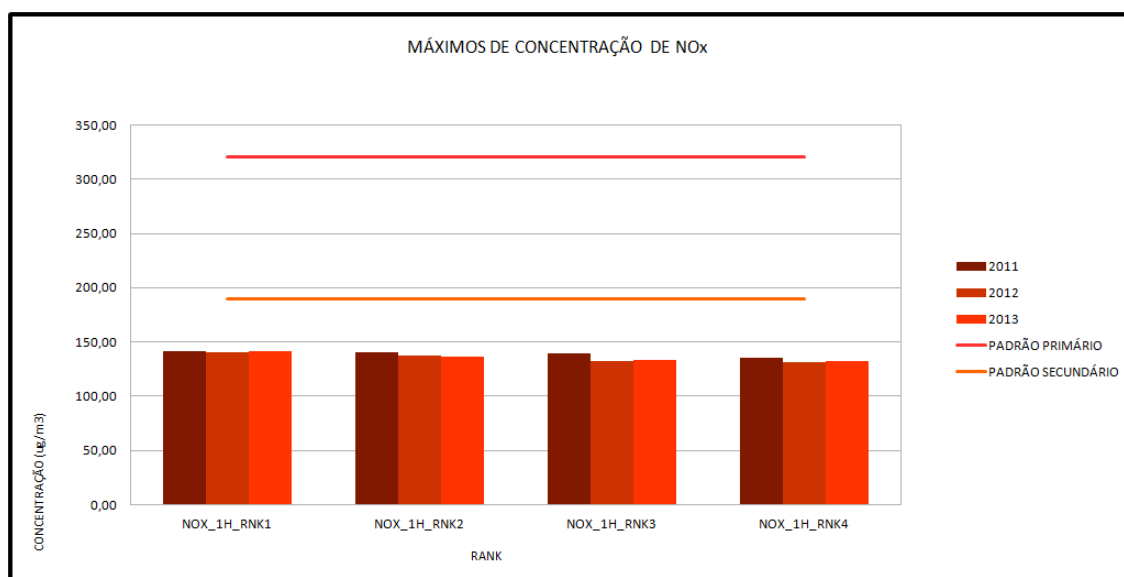
	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X	Y	
					(km)	(km)	
2012	NOX_1H_RNK1	255,00	19/04/2012	12:00	247.806	6.505.673	2,73
	NOX_1H_RNK2	228,00	04/10/2012	12:00	247.806	6.505.673	2,73
	NOX_1H_RNK3	195,00	20/06/2012	13:00	235.806	6.509.673	9,91
	NOX_1H_RNK4	189,00	23/01/2012	10:00	246.806	6.505.673	1,81
	NOX_1ANO	5,480			243.806	6.506.673	1,41

Tabela 19 - Concentrações ranqueadas de NO<sub>2</sub> (Método ARM2) - 2013

	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO MÁX ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X	Y	
					(km)	(km)	
2013	NOX_1H_RNK1	141,15	10/06/2013	11:00	246.806	6.505.673	1,81
	NOX_1H_RNK2	136,35	10/06/2013	11:00	247.806	6.505.673	2,73
	NOX_1H_RNK3	133,77	01/02/2013	09:00	245.806	6.505.673	1,04
	NOX_1H_RNK4	132,20	11/06/2013	12:00	236.806	6.509.673	8,97
	NOX_1ANO	0,02			243.806	6.507.673	1,81

Tabela 20 - Concentrações ranqueadas de NOx (Conversão Total) - 2013

	PARÂMETRO	CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DATA/HORA (DD/MM/AAAA)	HORA 00:00	COORDENADAS		DISTÂNCIA DA FONTE (km)
					X	Y	
					(km)	(km)	
2013	NOX_1H_RNK1	269,00	10/06/2013	11:00	246.806	6.505.673	1,81
	NOX_1H_RNK2	216,00	10/06/2013	11:00	247.806	6.505.673	2,73
	NOX_1H_RNK3	201,00	01/02/2013	09:00	245.806	6.505.673	1,04
	NOX_1H_RNK4	193,00	11/06/2013	12:00	236.806	6.509.673	8,97
	NOX_1ANO	5,21			243.806	6.507.673	1,81

Gráfico 94 - Máximos valores ranqueados de NO<sub>2</sub> (Método ARM2) para médias horárias

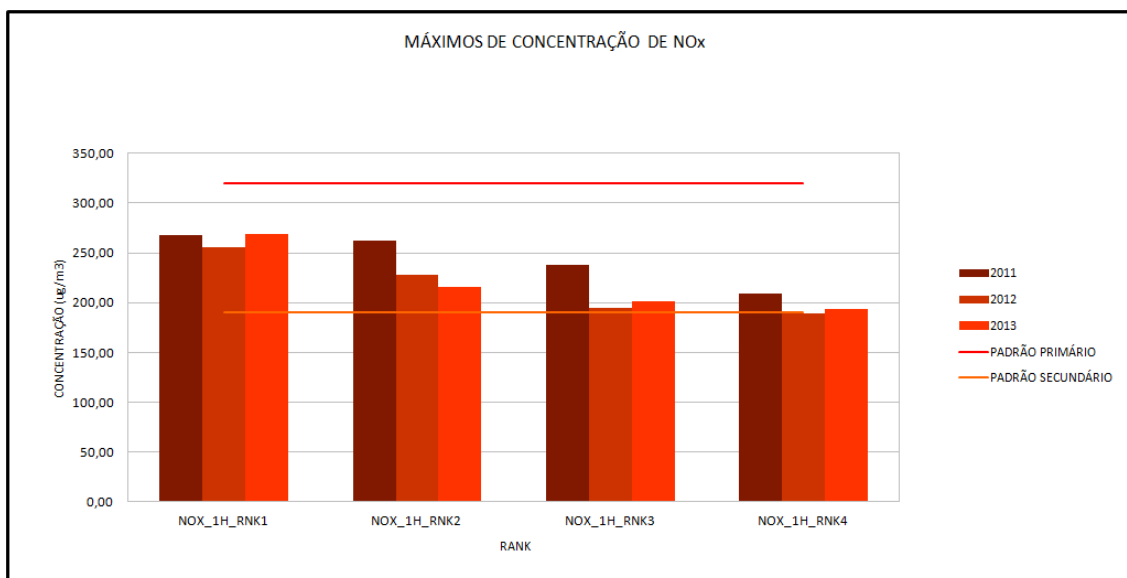


Figura 1 - Máximos valores ranqueados de NO<sub>2</sub> (Conversão Total) para médias horárias

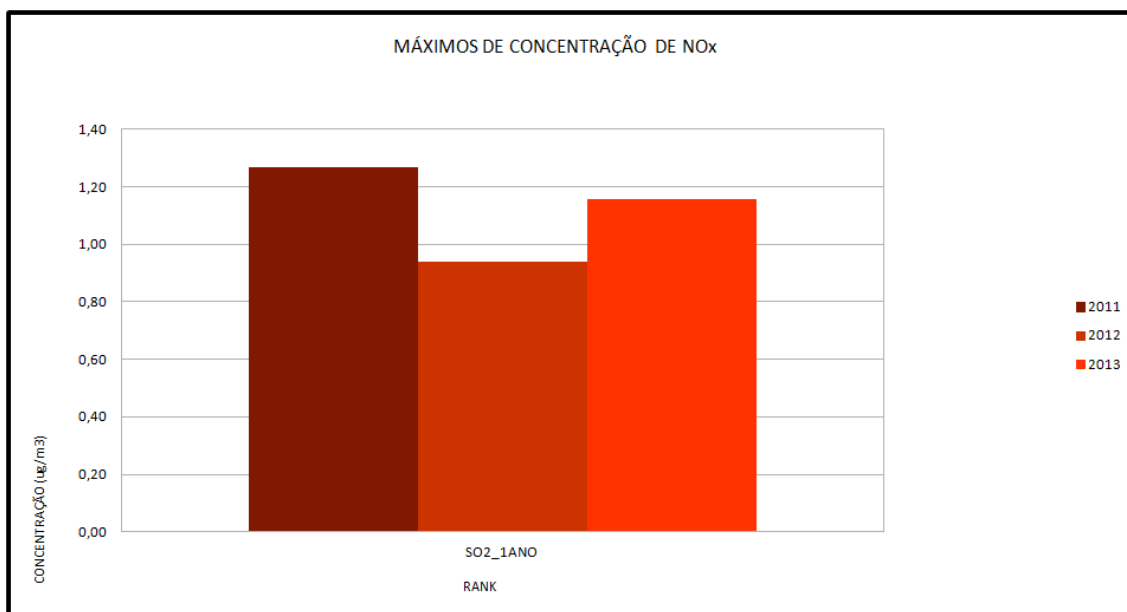


Gráfico 95 - Máximos valores ranqueados de NO<sub>2</sub> (Método ARM2) para médias anuais

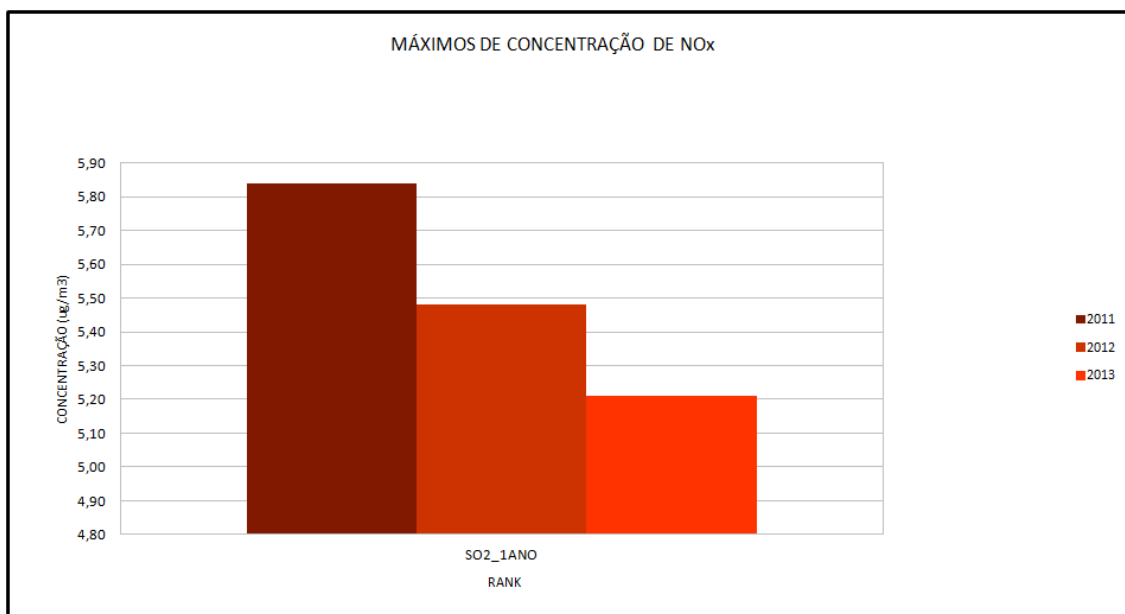


Figura 2 - Máximos valores ranqueados de NO<sub>2</sub> (Conversão Total) para médias anuais

## 1. VALORES RANQUEADOS PARA MÉDIAS HORÁRIAS

Os Gráficos a seguir apresentam para cada ano o agrupamento das isolinhas de concentração dos 4 valores máximos da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de NO<sub>x</sub>, seguido dos gráficos Rosa dos Ventos, Altura da Camada Limite Atmosférica e a distribuição das classes de Pasquill-Gifford-Turner (PGT).

Neste cenário de análise da média horária optou-se por utilizar o método ARM2 de conversão de NO<sub>x</sub> em NO<sub>2</sub>, conforme discutido no item 5.2.4. Alguns dados considerando conversão total de NO<sub>x</sub> em NO<sub>2</sub> também são apresentados, para fins comparativos.

Dos resultados constata-se que há predomínio de ocorrência de máximos no 2º trimestre, seguido dos 1º e 3º trimestres e poucas ocorrências no 4º trimestre.

Os valores máximos ranqueados tendem à ocorrência em período diurno (principalmente entre 09:00 às 14:00); em situações de ventos fracos, entre 0,5 a 3,0 m/s; nas condições as quais a altura da CLA é superior à altura máxima de emissão, considerando-se a chaminé da Fase C como referencial (200 m de altura); e cujas classes de estabilidade atmosférica são predominantemente instáveis (sobretudo com ocorrência em Classe B).

Tais parâmetros e a incidência de ocorrência dos valores máximos no raio inferior à 5,0 km indica que as plumas obedecem comportamentos típicos de *Looping* (diurno, no início da tarde; dias quentes com insolação e ventos fracos) e *Fumigation*

(diurno, início da manhã; dias quentes com insolação e ventos fracos); eventualmente em condições *Trapped* (inversão acima, ou inversão frontal ou subsidência).

A máxima concentração registrada foi de  $141,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,95 km da fonte, no sentido Sudeste; às 14:00 h do dia 12/07/2011, com altura da CLA em 632,03 m e inversão às 17:00; classe B de estabilidade PGT (instável; ventos  $< 2,0 \text{ m/s}$  predominantes de Noroeste; insolação de fraca a moderada).

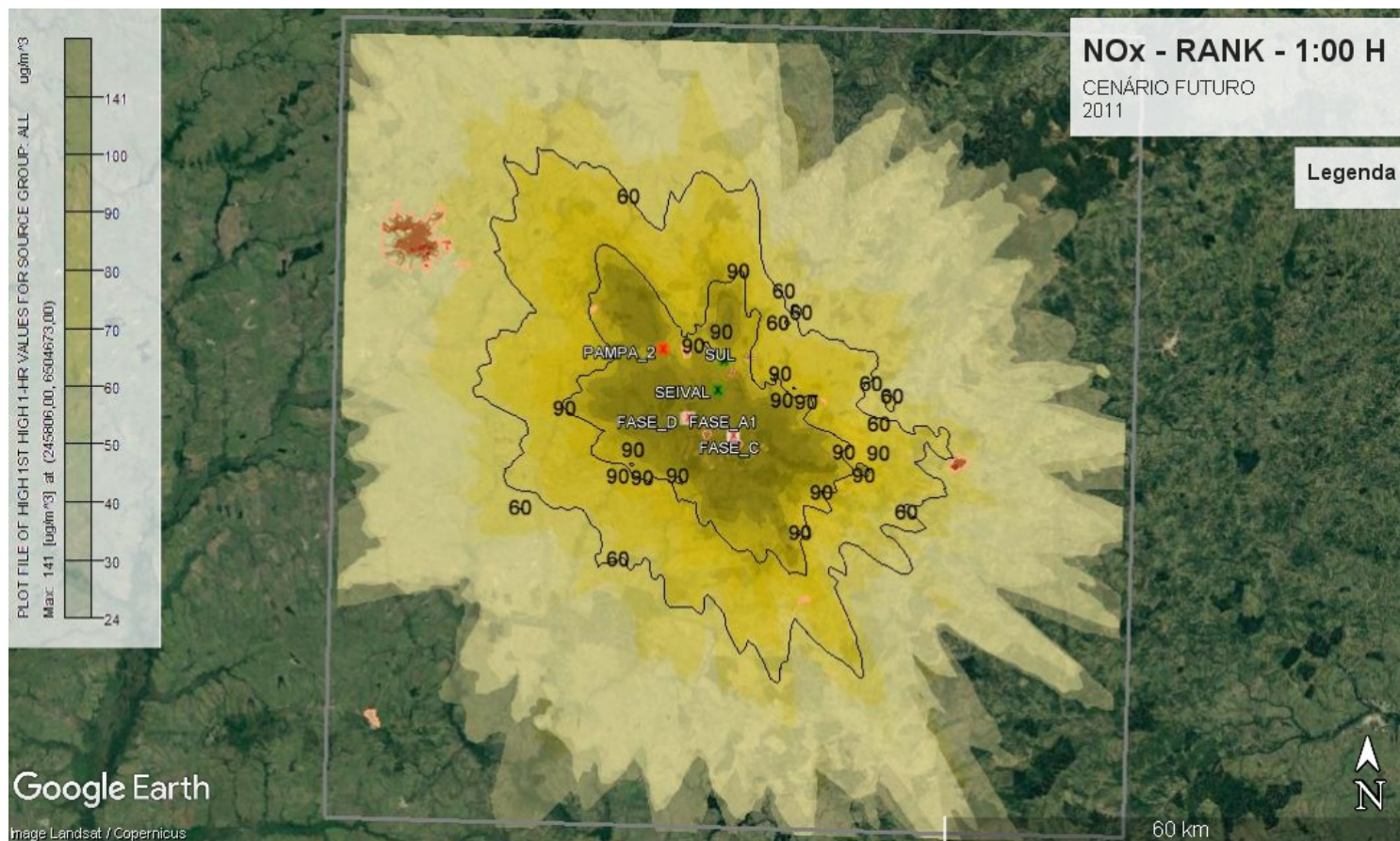


Gráfico 96 - Concentração de  $\text{NO}_2$  (Método ARM2) – Rank – Média Horária – 2011

Utilizando-se a conversão total a máxima concentração registrada foi de 268,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,95 km da fonte, no sentido Sudeste

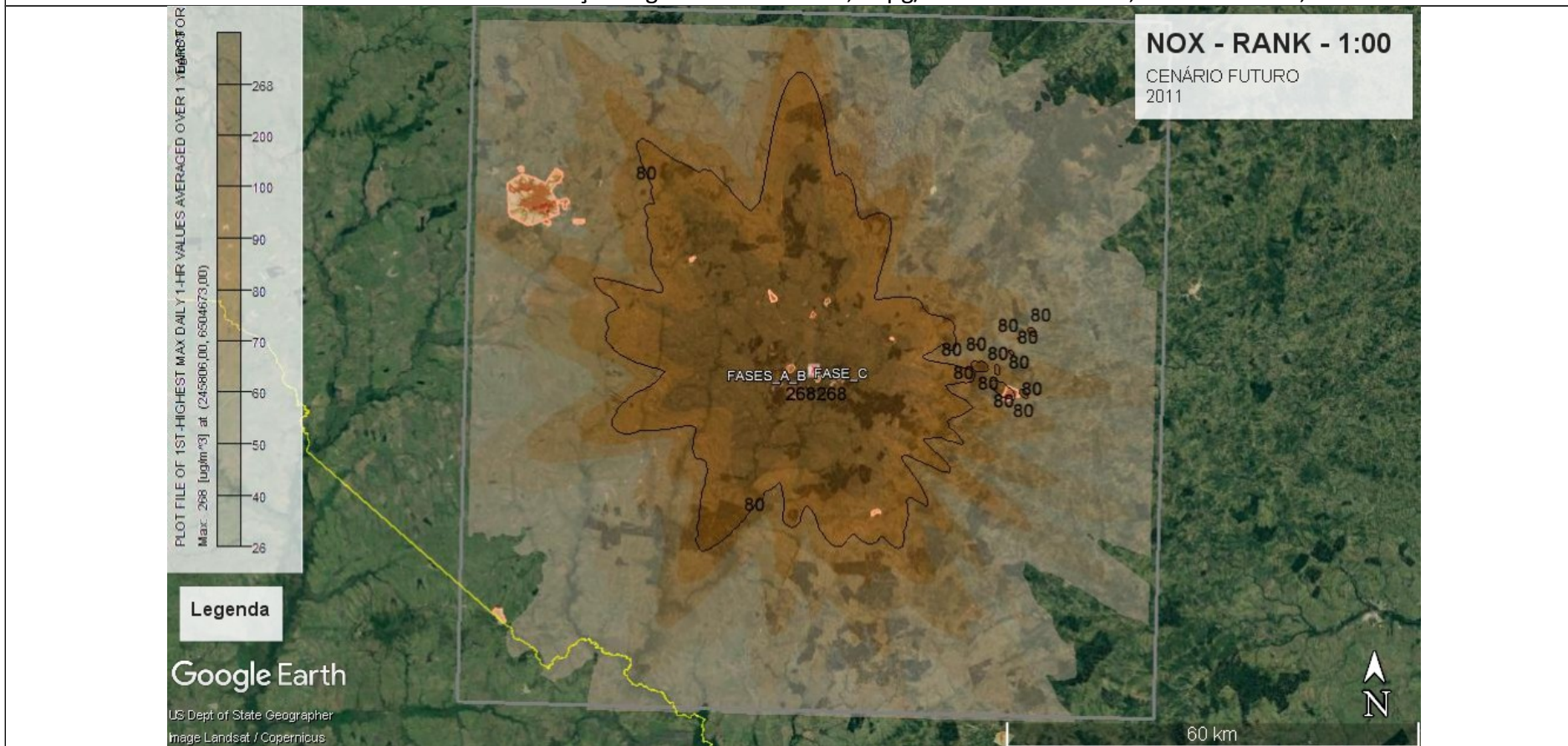
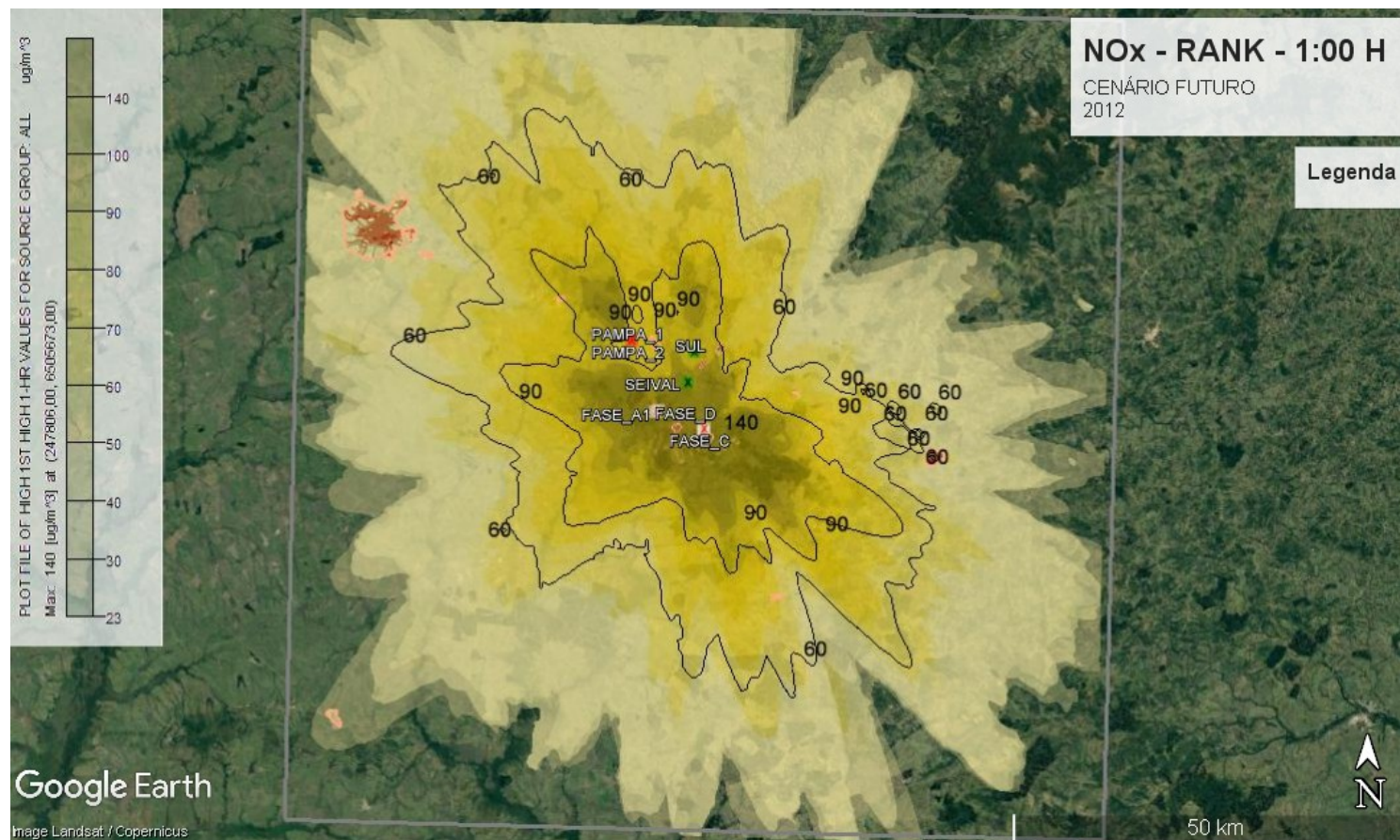


Figura 3 - Concentração de NO<sub>2</sub> (Conversão Total) – Rank – Média Horária – 2011

A máxima concentração registrada foi de 140,39  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 2,73 km da fonte, no sentido Sudeste; às 11:00 h do dia 19/04/2012,

com altura da CLA em 836,53 m e inversão às 18:00; classe B de estabilidade PGT (instável; ventos entre 2,0 e 3,0 m/s predominantes de Noroeste; insolação de moderada a forte).



**Gráfico 97 - Concentração de NOx – Rank 2 – Média Horária – 2012**

Utilizando-se a conversão total a máxima concentração registrada foi de 255,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 2,73 km da fonte, no sentido Sudeste

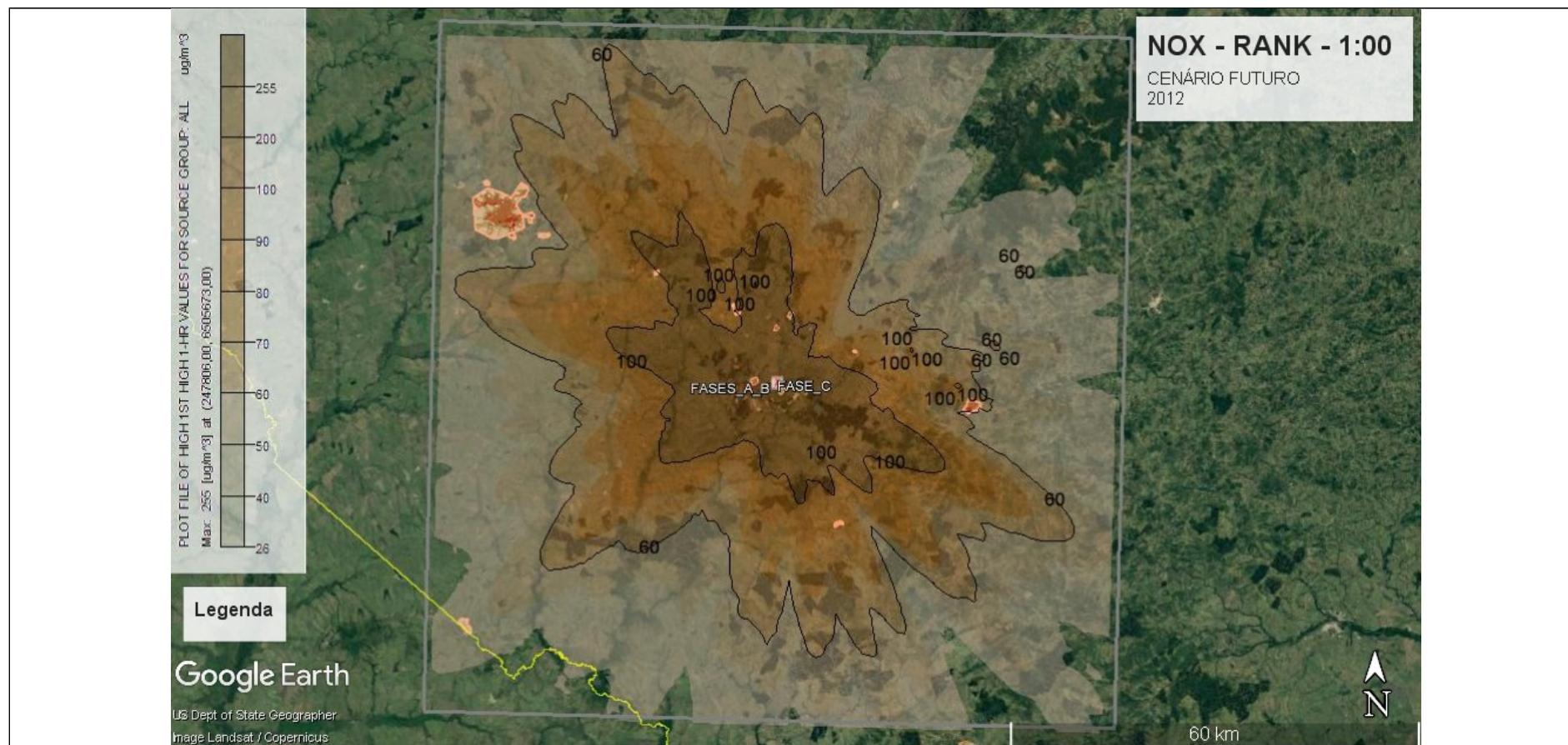
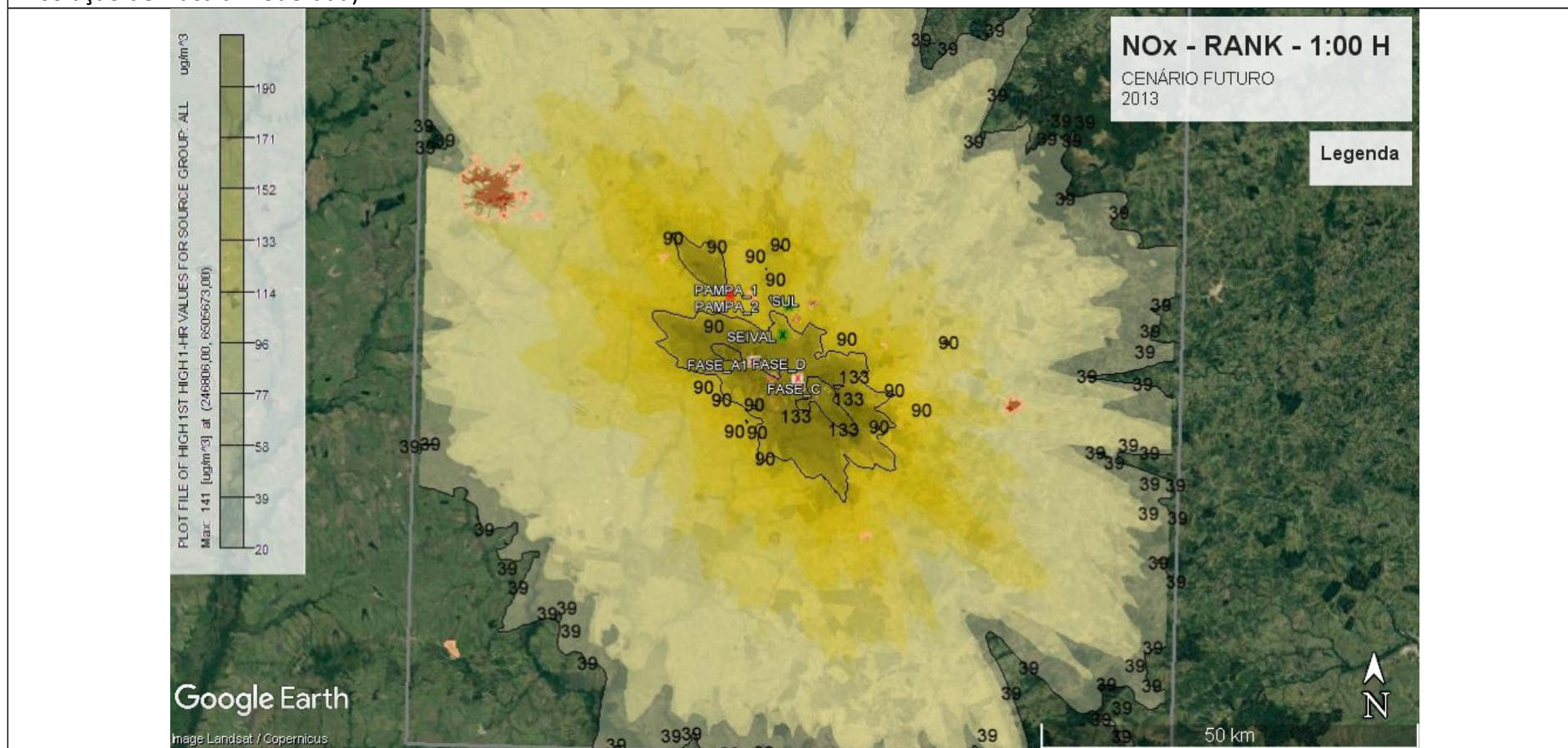


Figura 4 - Concentração de NO<sub>2</sub> (Conversão Total) – Rank – Média Horária – 2012

A máxima concentração registrada foi de 141,15 µg/m<sup>3</sup> a distância de 1,81 km da fonte, no sentido Leste; às 11:00 h do dia 10/06/2013, com

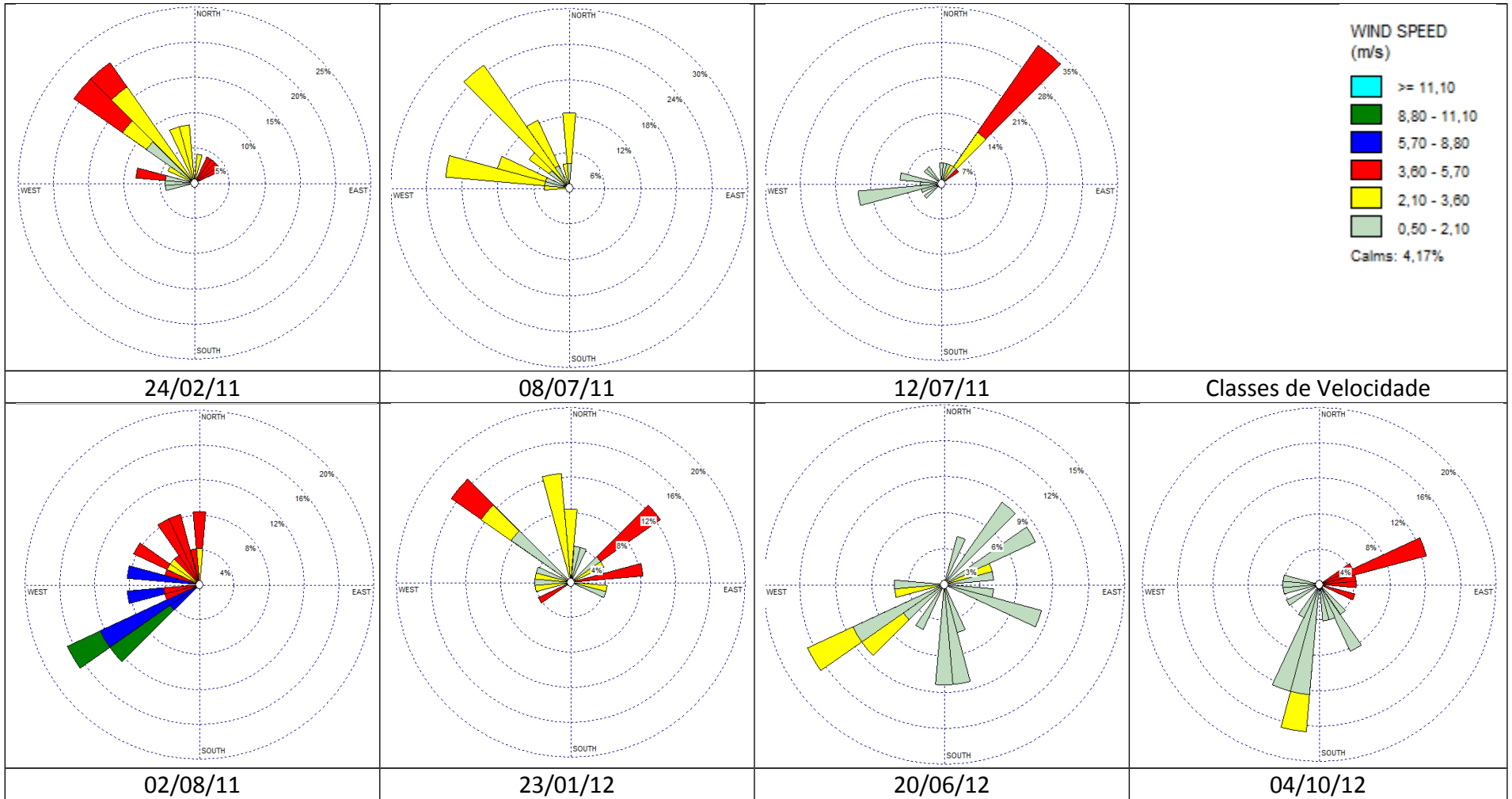
altura da CLA em 517,97 m e inversão às 17:00; classe B de estabilidade PGT (muito instável; ventos < 2,0 m/s predominantes de Noroeste; insolação de fraca a moderada).



**Gráfico 98 - Concentração de NOx – Rank – Média Horária – 2013**

Utilizando-se a conversão total a máxima concentração registrada foi de 269,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,81 km da fonte, no sentido Leste





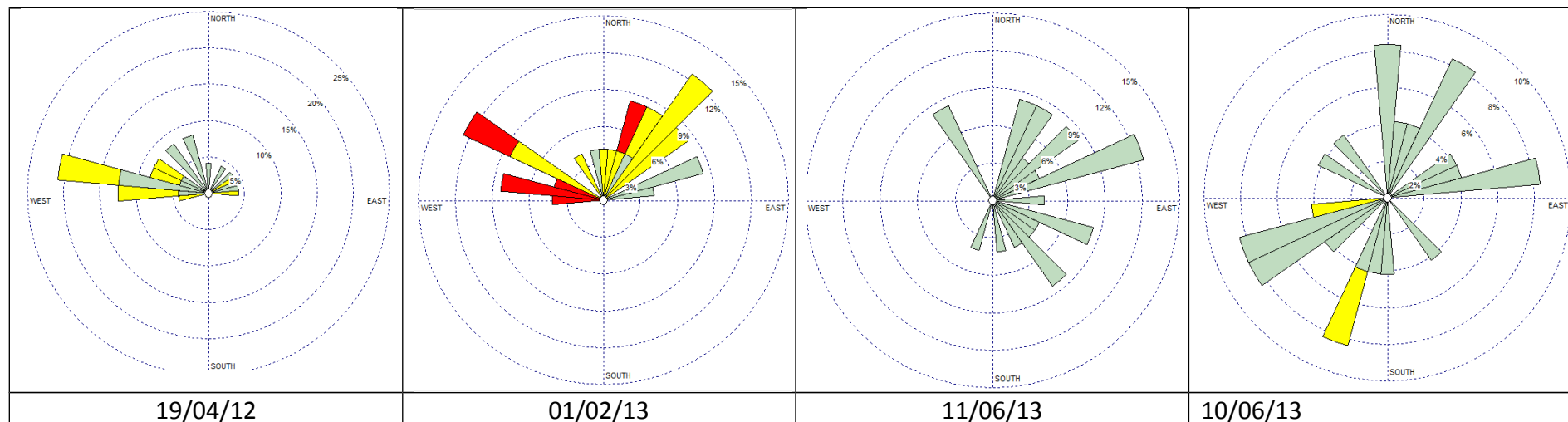
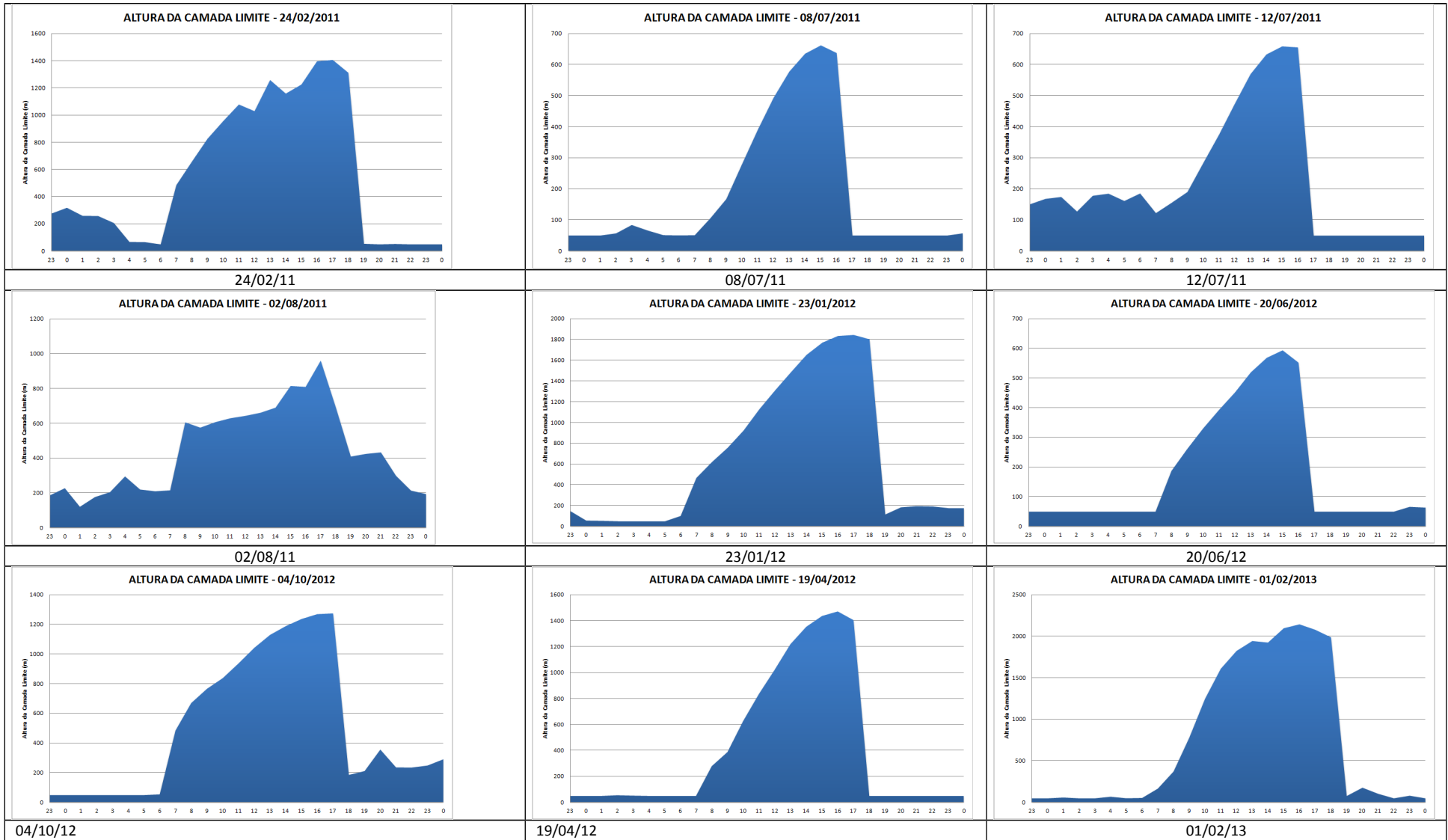


Gráfico 99 – Rosa dos Ventos dos dias de registro de concentrações ranqueadas (2011 a 2015)





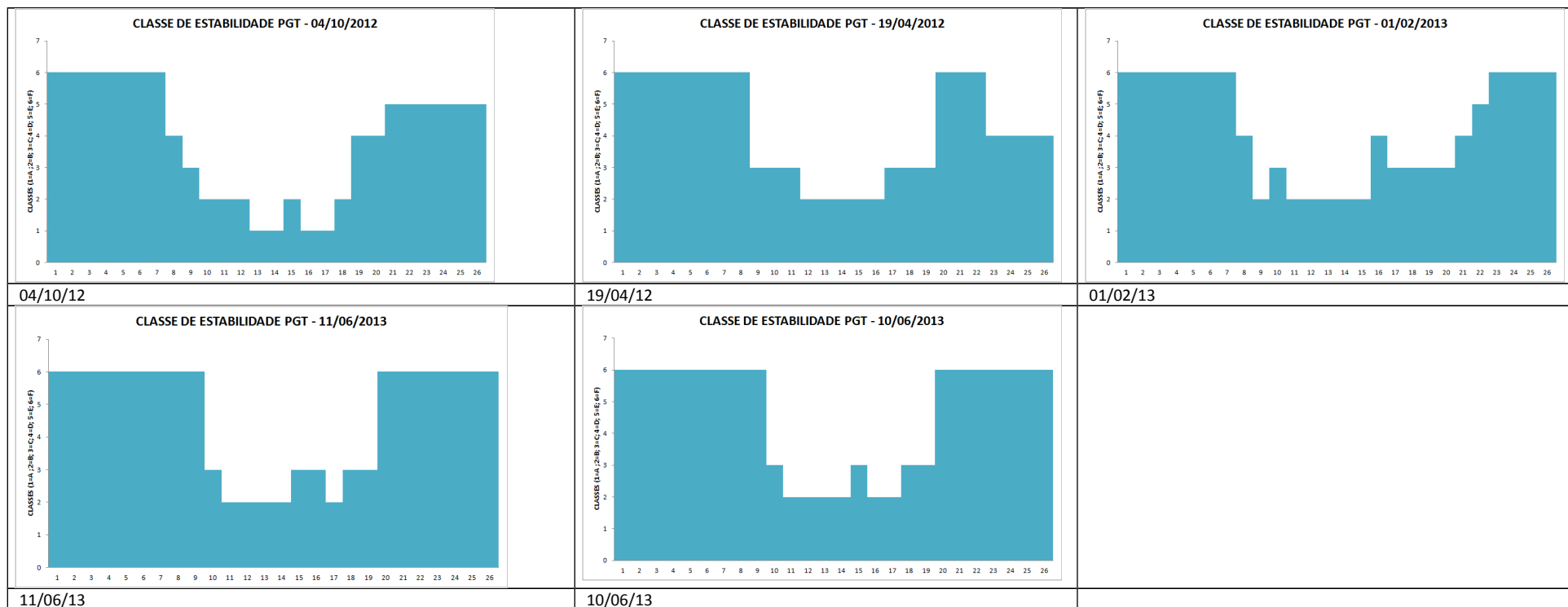


Gráfico 100 – Altura da Camada Limite Atmosférica e Classes de Estabilidade PGT dos dias de registro de concentrações ranqueadas (2011 a 2015)

Os Gráficos a seguir apresentam a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das 50 concentrações máximas da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de NO<sub>x</sub> convertido em NO<sub>2</sub> utilizando-se o método ARM2.

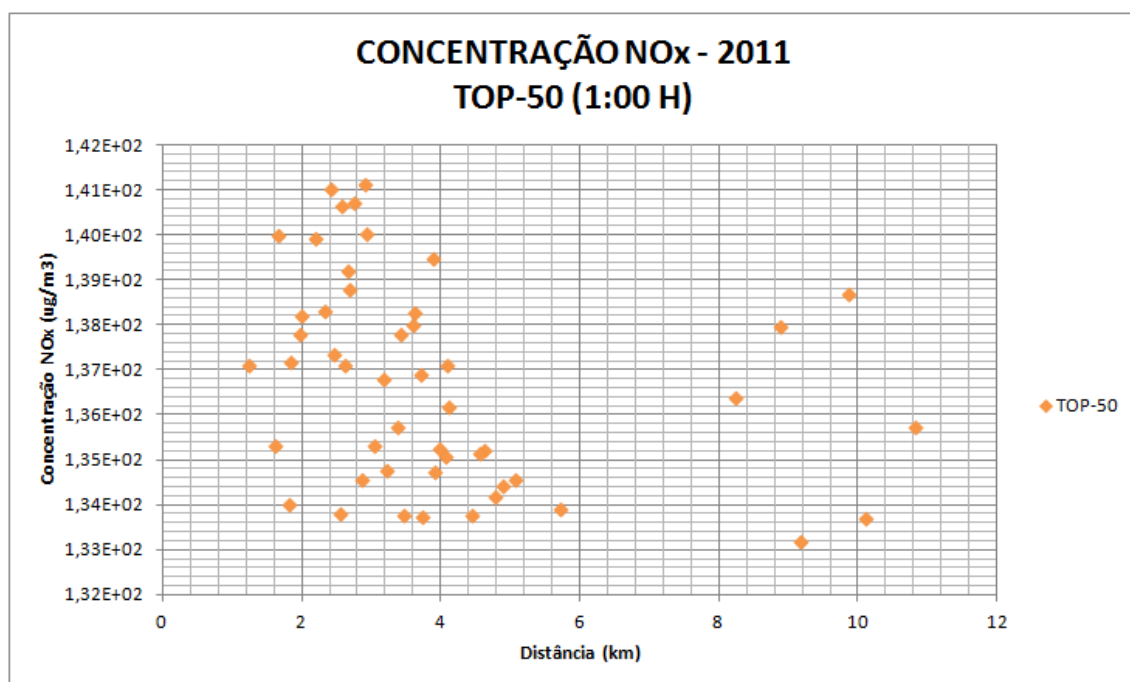


Gráfico 101 - Concentração de NO<sub>x</sub> – Top 50 – Média Horária – 2011

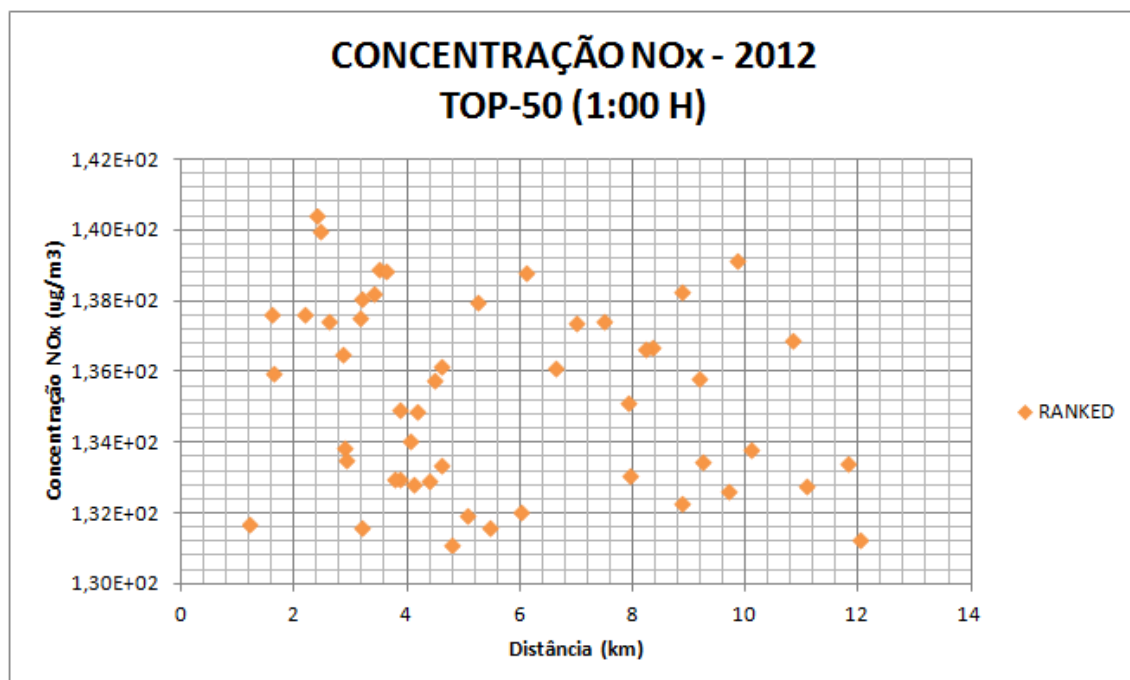
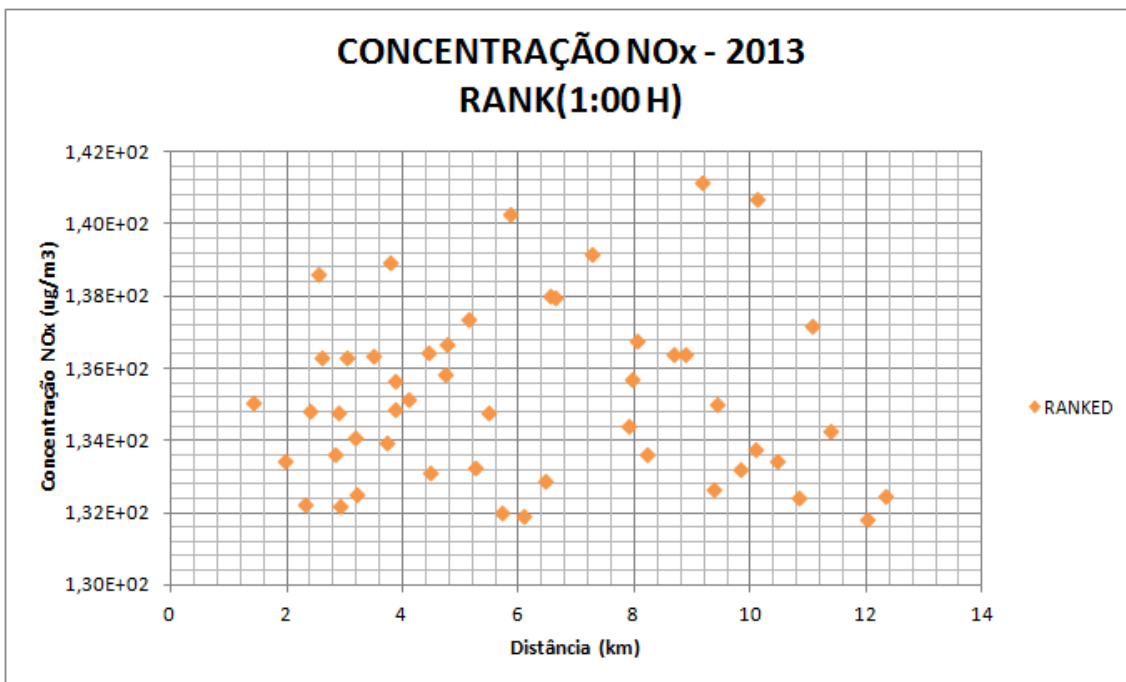
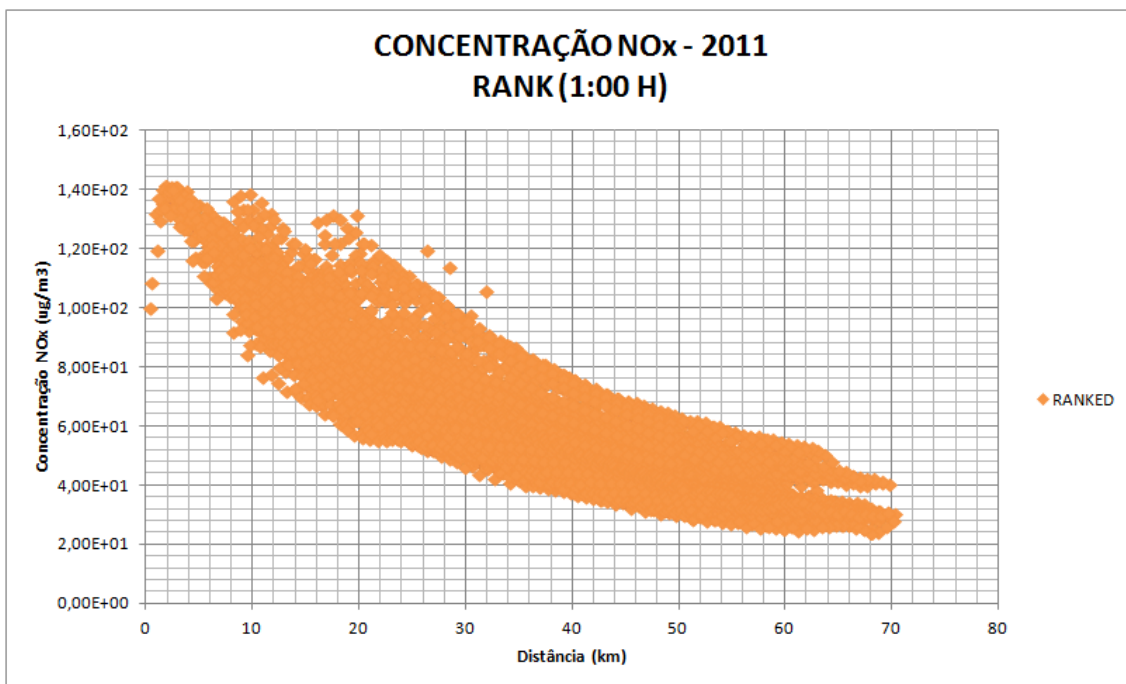


Gráfico 102 - Concentração de NO<sub>x</sub> – Top 50 – Média Horária - 2012



**Gráfico 103 - Concentração de NO<sub>x</sub> – Top 50 – Média Horária - 2013**

O Gráfico a seguir apresenta a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das concentrações máximas em cada um dos 10.000 receptores da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de NO<sub>x</sub>.



**Gráfico 104 - Concentração de NO<sub>x</sub> – Máximos em receptores discretos da Grade–Média Horária-2011**

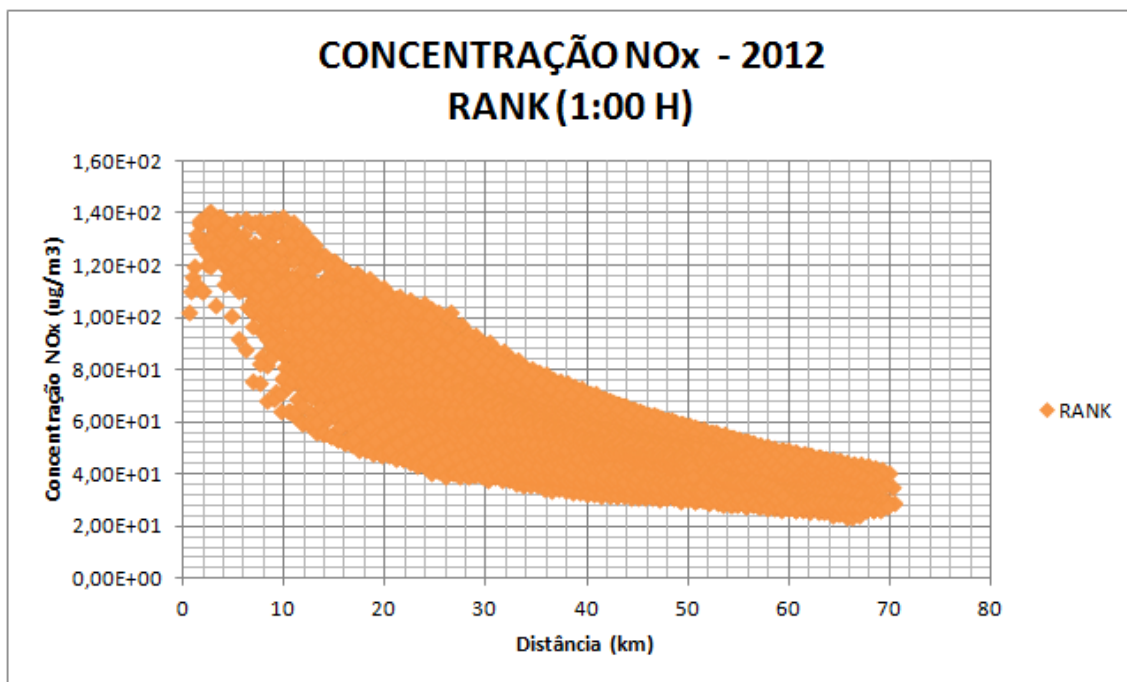


Gráfico 105 - Concentração de NO<sub>x</sub>–Máximos em receptores discretos da Grade–Média Horária-2012

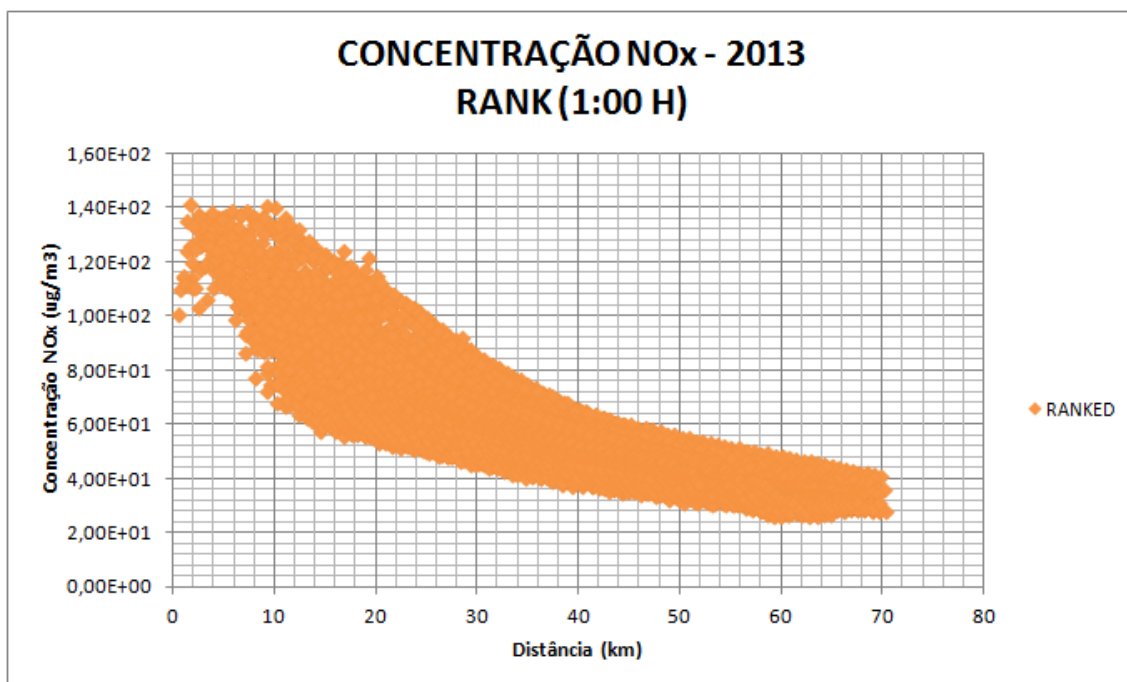


Gráfico 106 - Concentração de NO<sub>x</sub>–Máximos em receptores discretos da Grade–Média Horária-2013

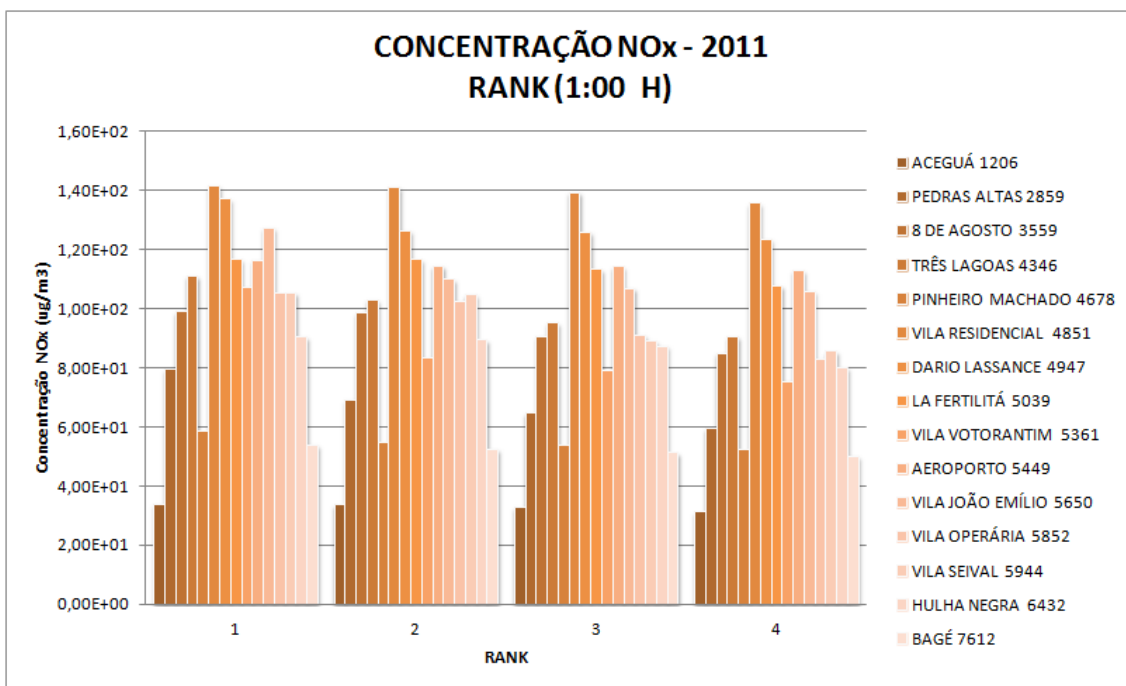
A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de perímetro de influência de faixas de concentração, tendo como centro da grade a fonte da Fase C:

**Tabela 21 – Perímetro de influência da média horária de concentração de NO<sub>x</sub> – Cenário Atual**

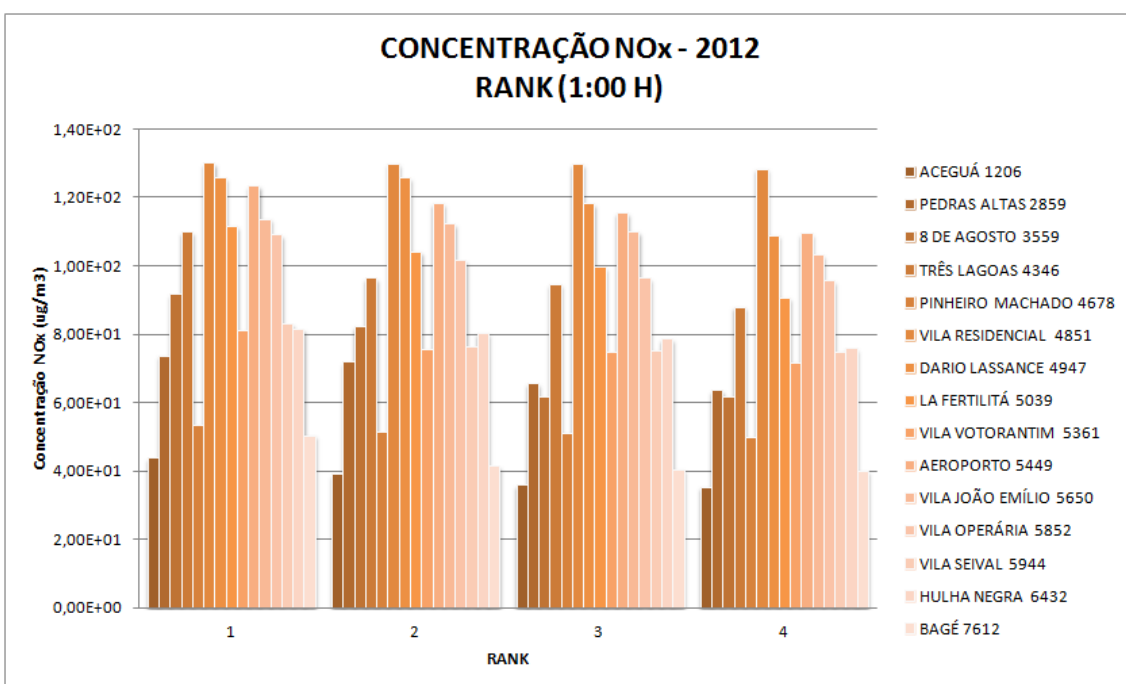
<b>FAIXA DE CONCENTRAÇÃO</b> <b>(µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>RAIO MÁXIMO DE INFLUÊNCIA</b> <b>(km)</b>
<b>60 – 80</b>	<b>&lt; 54</b>
<b>80 – 100</b>	<b>&lt; 38</b>
<b>100 – 120</b>	<b>&lt; 32</b>
<b>120 - 142</b>	<b>&lt; 21</b>

Identifica-se dos registros de concentrações máximas que não ocorrem violações dos padrões primário ou secundário da qualidade do ar. Concentrações máximas entre 120 e 142 µg/m<sup>3</sup> estão contidos no raio de 21,0 km a partir da UTPM. Cabe destacar que as simulações consideram conversão de NO<sub>x</sub> em NO<sub>2</sub> utilizando-se o método ARM2. Para conversão total, identificou-se que todos os 4 valores máximos ranqueados foram superiores ao padrão secundário da qualidade do ar.

Os gráficos a seguir apresentam os 4 valores máximos de concentração registrados em receptores selecionados (núcleos urbanos e pontos de monitoramento). Dos gráficos, identifica-se que as máximas concentrações são registradas nos receptores selecionados mais próximos às fontes emissoras, sendo mais expressivos nas Vilas Residencial, Dario Lassance (estação Candiota), João Emílio, Operária e Seival e nos pontos de monitoramento Três Lagoas, Aeroporto e La Fertilitá. Nas Vilas Residencial, Dario Lassance, João Emílio e Operária registrou-se coesntações entre 100 e 140 µg/m<sup>3</sup>.



**Gráfico 107 - Concentração de NO<sub>x</sub> – Rank em receptores discretos selecionados–Média Horária-2011**



**Gráfico 108 - Concentração de NO<sub>x</sub> – Rank em receptores discretos selecionados–Média Horária-2012**

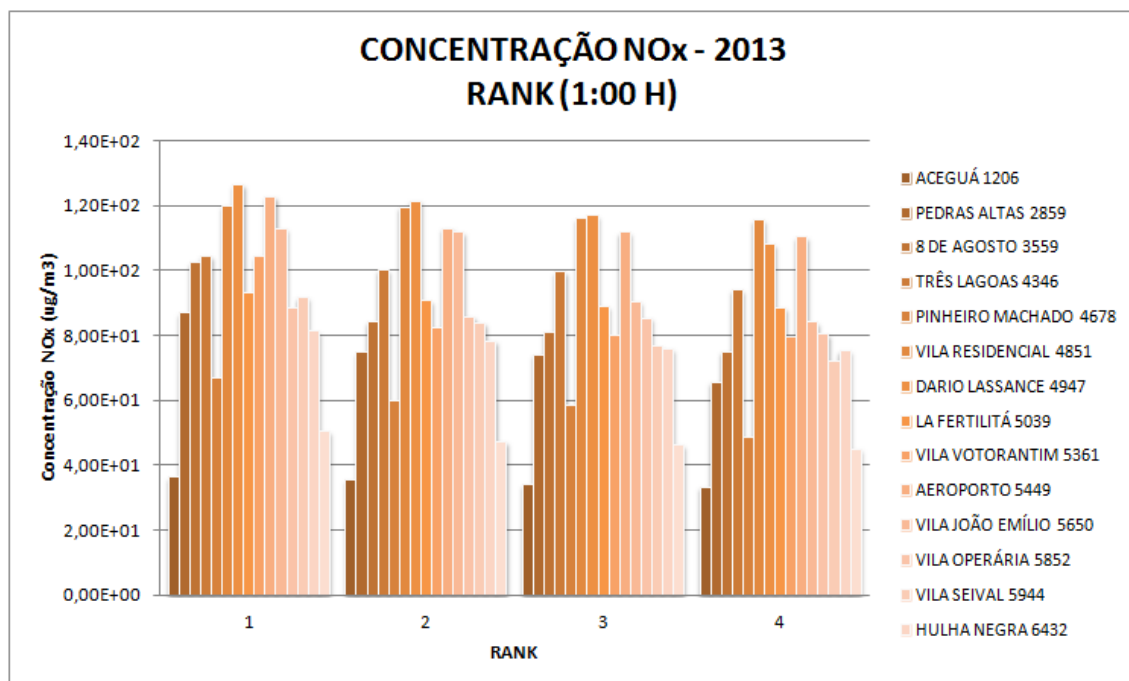


Gráfico 109 - Concentração de NO<sub>x</sub> – Rank em receptores discretos selecionados–Média Horária-2013

## 2. VALORES RANQUEADOS PARA MÉDIA ANUAL

Os Gráficos a seguir apresentam as isolinhas de concentração dos 4 valores máximos da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de NO<sub>x</sub>, devendo-se consultar os gráficos Rosas dos Ventos, Altura da Camada Limite Atmosférica e a distribuição das classes de Pasquill-Gifford-Turner (PGT) no tópico 6.1.

Neste cenário de análise da média anual optou-se por utilizar a conversão total de NO<sub>x</sub> em NO<sub>2</sub>, conforme discutido no item 5.2.4.

A máxima concentração registrada foi de  $5,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 2,66 km da fonte, no sentido Noroeste; a CLA oscilou entre 50,0 e 2.466,7; classes de estabilidade predominantemente neutras e estáveis; predominância de ventos de Nordeste.

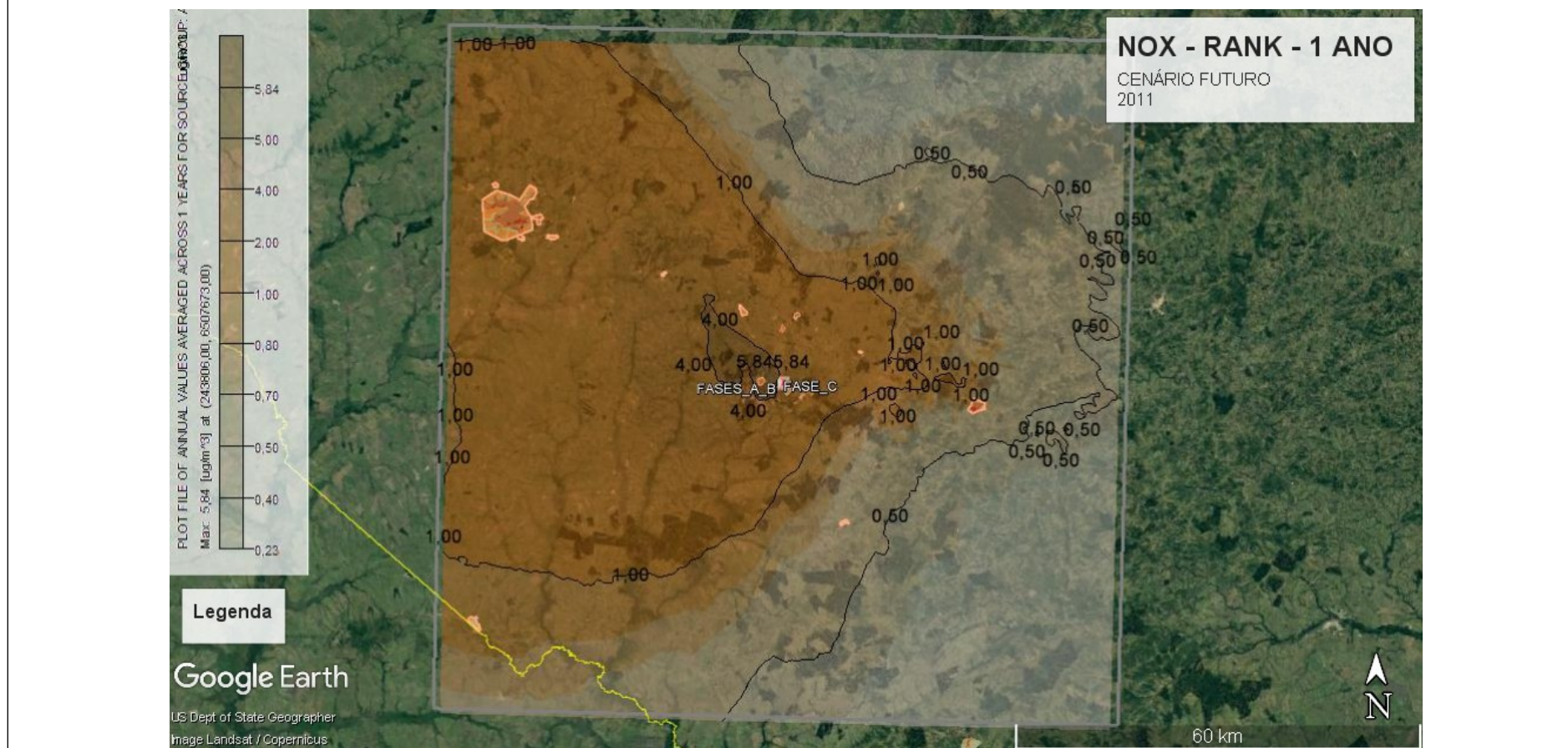


Gráfico 110 - Concentração de NOx – Média Anual – 2011

A máxima concentração registrada foi de  $5,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,41 km da fonte, no sentido Sudoeste; a CLA oscilou entre 50,0 e 2.497,17;

classes de estabilidade predominantemente neutras e estáveis; predominância de ventos de Nordeste.

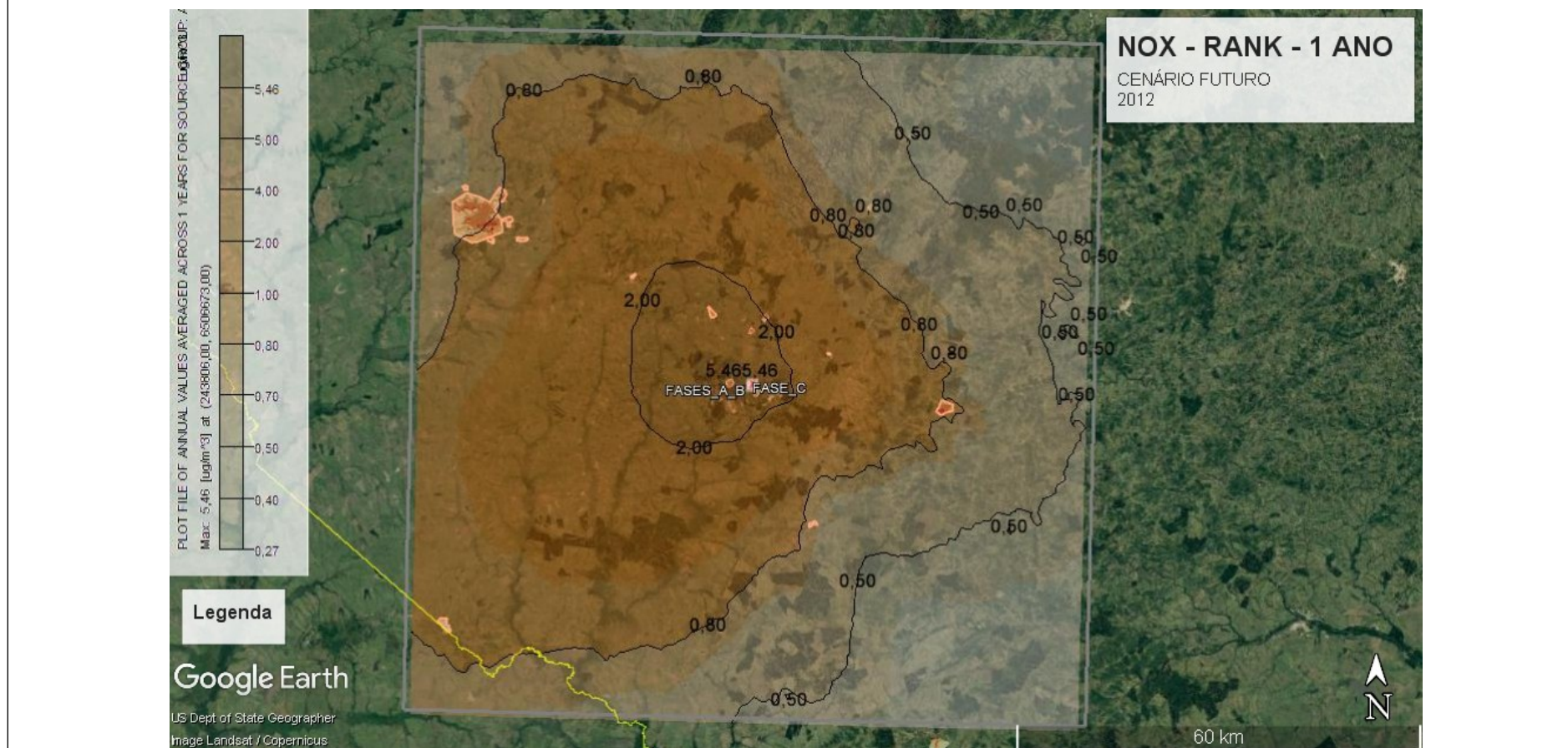


Gráfico 111 - Concentração de NOx – Média Anual – 2012

A máxima concentração registrada foi de  $5,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a distância de 1,81 km da fonte, no sentido Sudeste; a CLA oscilou entre 50,0 e 2.140,93; classes de estabilidade predominantemente neutras e estáveis; predominância de ventos de Nordeste.



O Gráfico a seguir apresenta a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das 50 concentrações máximas da grade resultantes das simulações matemáticas de dispersão de NOx, considerando conversão total.

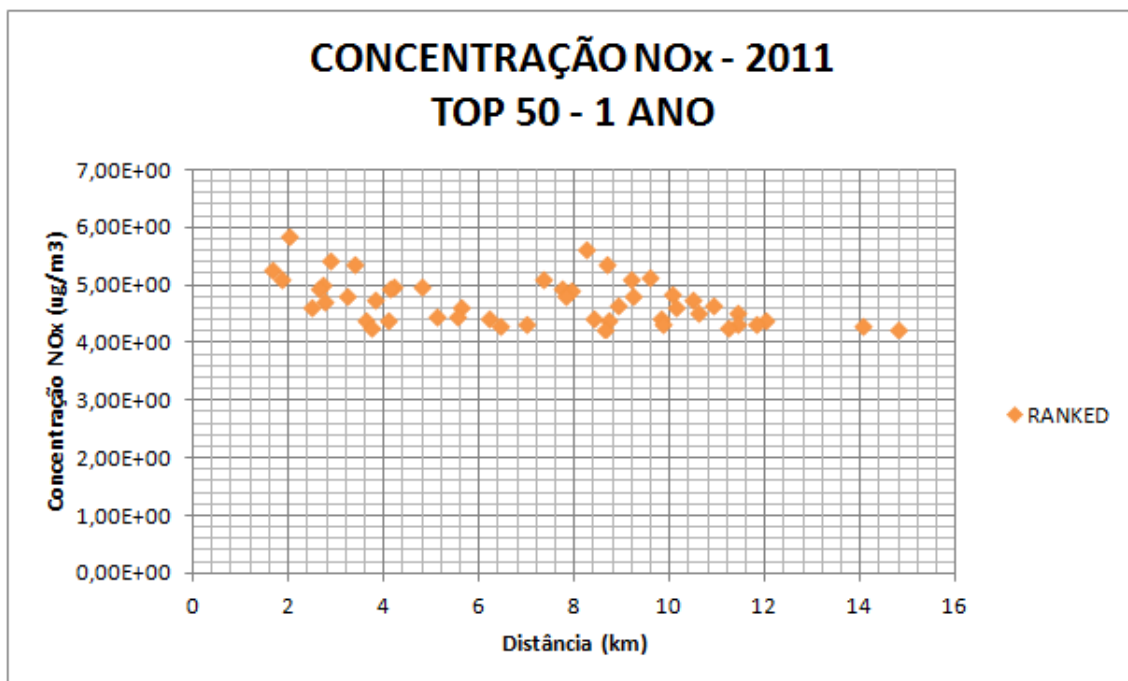


Gráfico 113 - Concentração de NOx – Top 50 – Média Anual – 2011

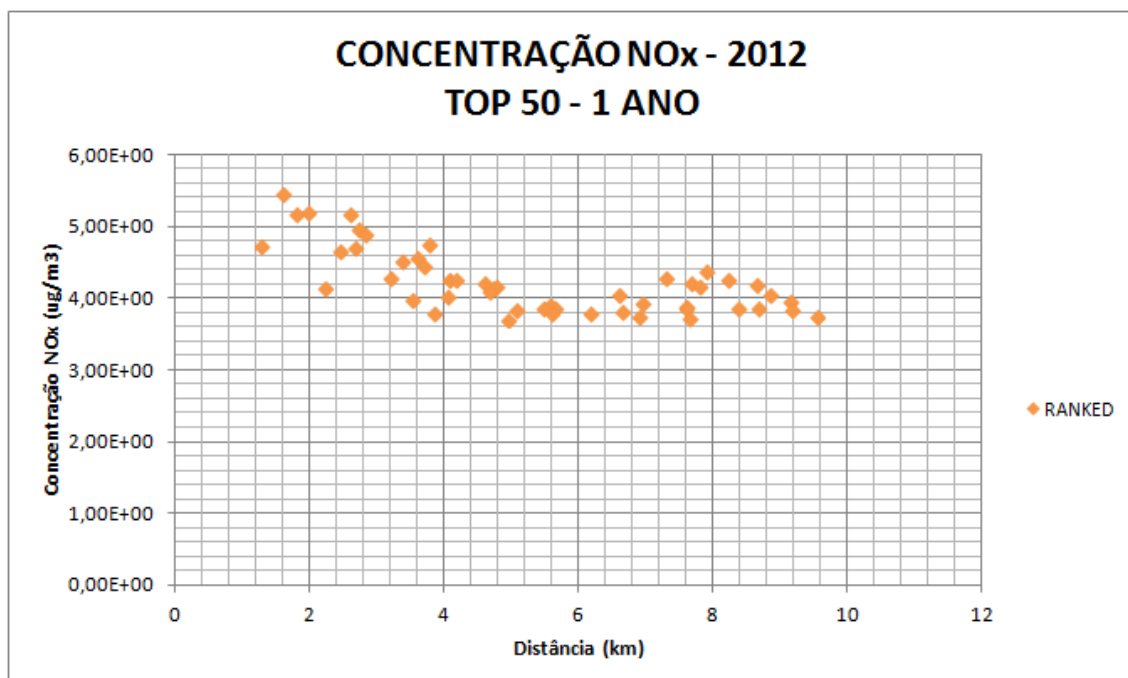


Gráfico 114 - Concentração de NOx – Top 50 – Média Anual – 2012

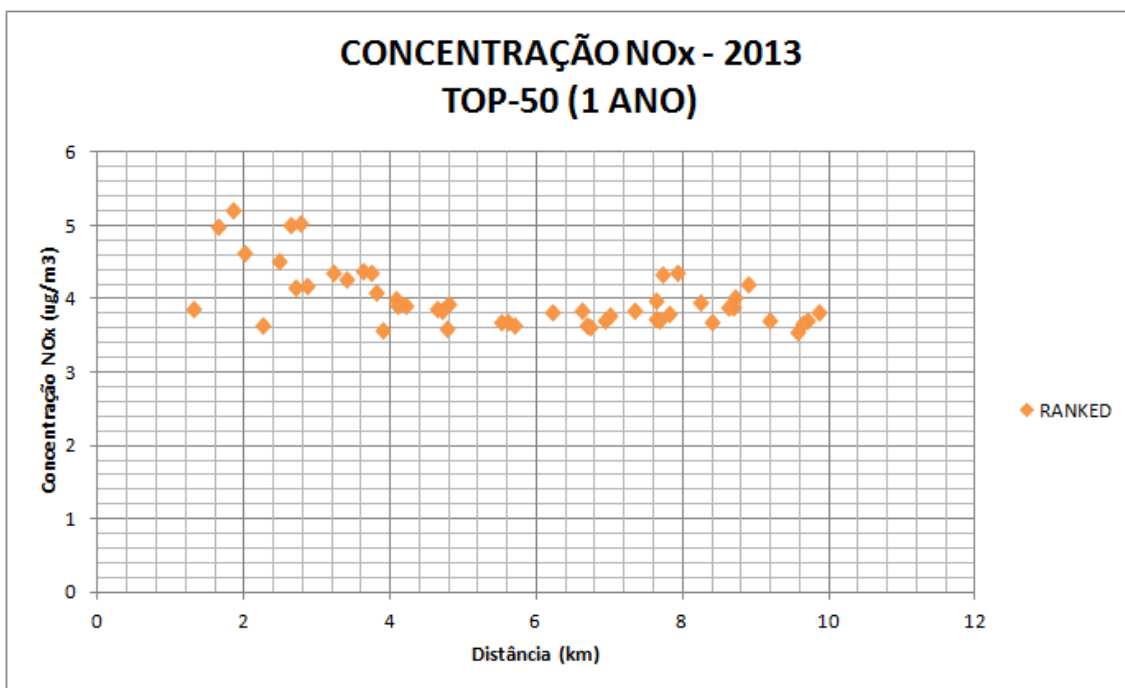


Gráfico 115 - Concentração de NOx – Top 50 – Média Anual – 2013

O Gráfico a seguir apresenta a distribuição espacial (distanciamento da fonte) das concentrações máximas em cada um dos 10.000 receptores da grade resultantes das simulações matemática.

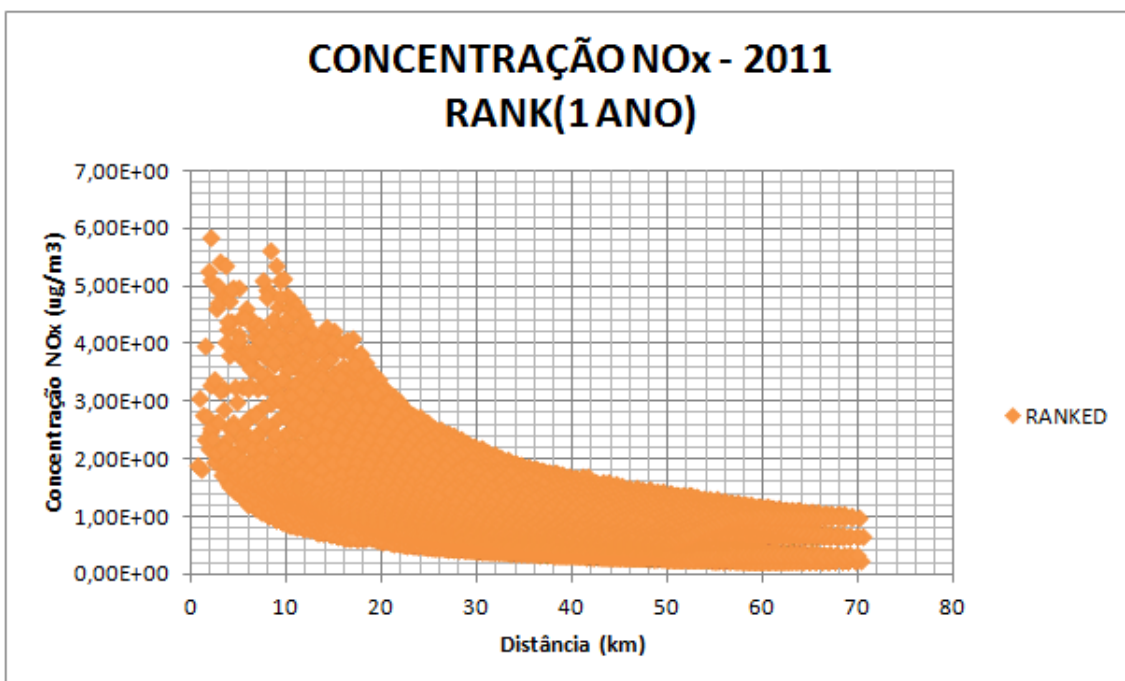


Gráfico 116 - Concentração de NOx – Máximos em receptores discretos da Grade – Média Diária-2011

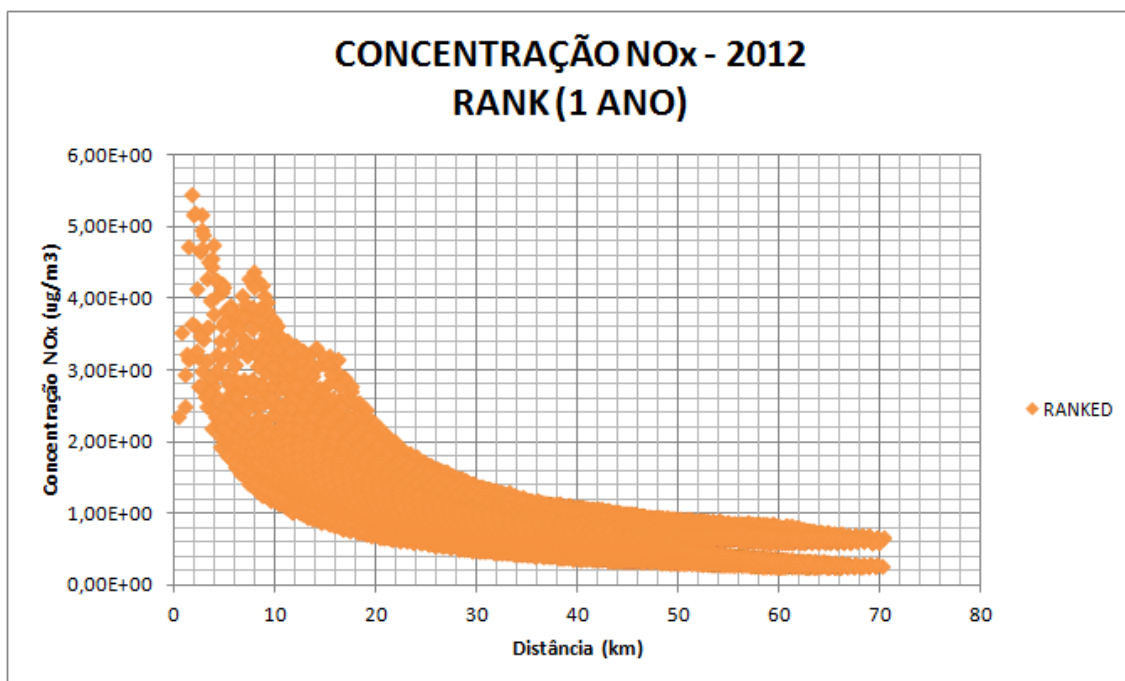


Gráfico 117 - Concentração de NO<sub>x</sub> – Máximos em receptores discretos da Grade – Média Diária-2012

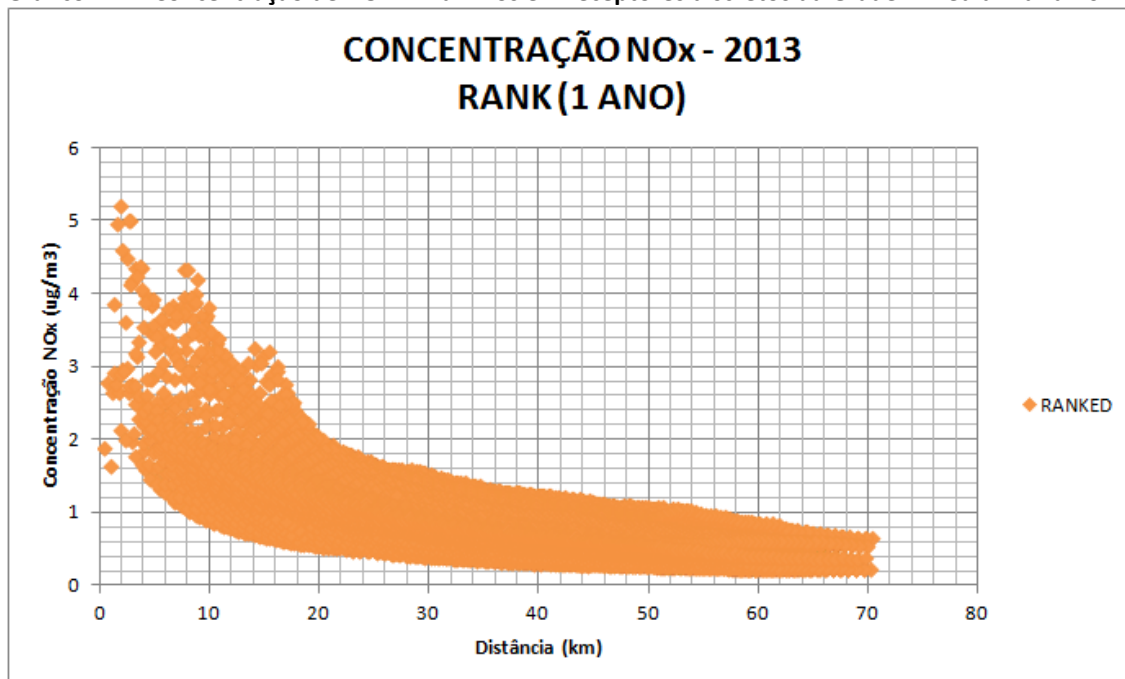


Gráfico 118- Concentração de NO<sub>x</sub> – Máximos em receptores discretos da Grade – Média Diária-2013

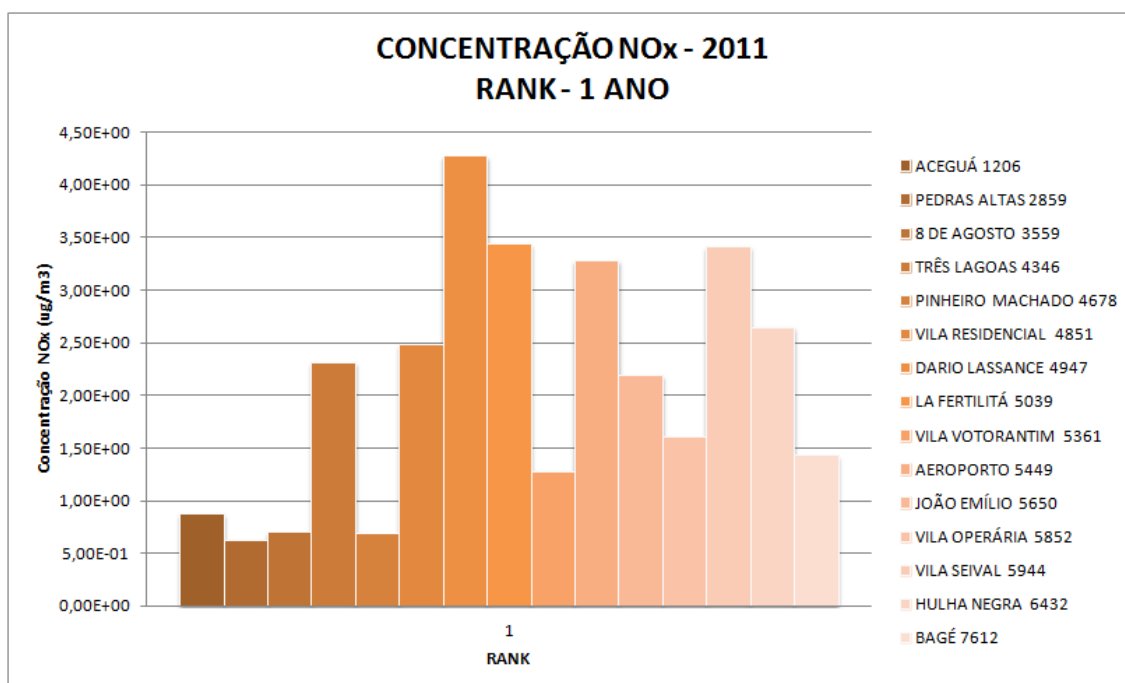
A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de perímetro de influência de faixas de concentração, tendo como centro da grade a fonte Fase C:

**Tabela 22 - Perímetro de influência da média anual de concentração de NOx – Cenário Atual**

FAIXA DE CONCENTRAÇÃO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	RAIO MÁXIMO DE INFLUÊNCIA (km)
2,0 – 4,0	< 20
4,0 – 5,84	< 16

Concentrações na faixa de  $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  estão inseridos no raio de 20 km. Concentrações que atingem raio de concentração máxima que são superiores a 5% (i.e  $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) do padrão primário e secundário da qualidade do ar (i.e  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) estão contidas no raio de 2,66 km a partir da UTPM.

Os gráficos a seguir apresentam os valores máximos de concentração registrados em receptores (núcleos urbanos e pontos de monitoramento):

**Gráfico 119 - Concentração de SO2 – Rank em receptores discretos selecionados – Média Anual-2011**

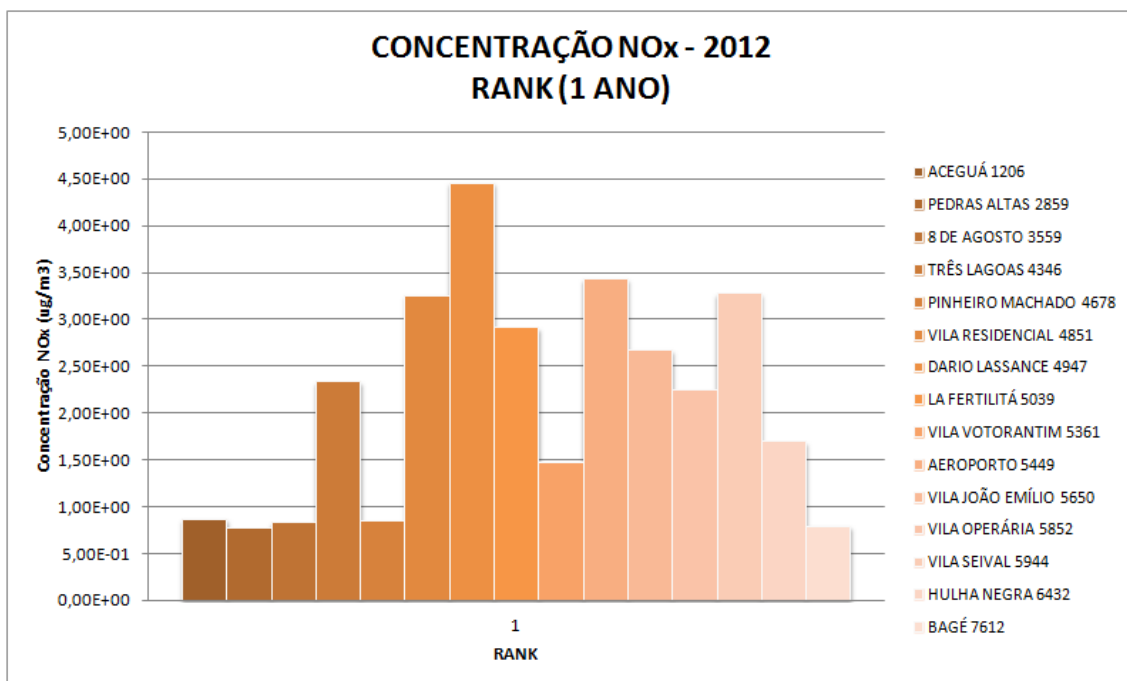


Gráfico 120 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank em receptores discretos selecionados – Média Anual-2012

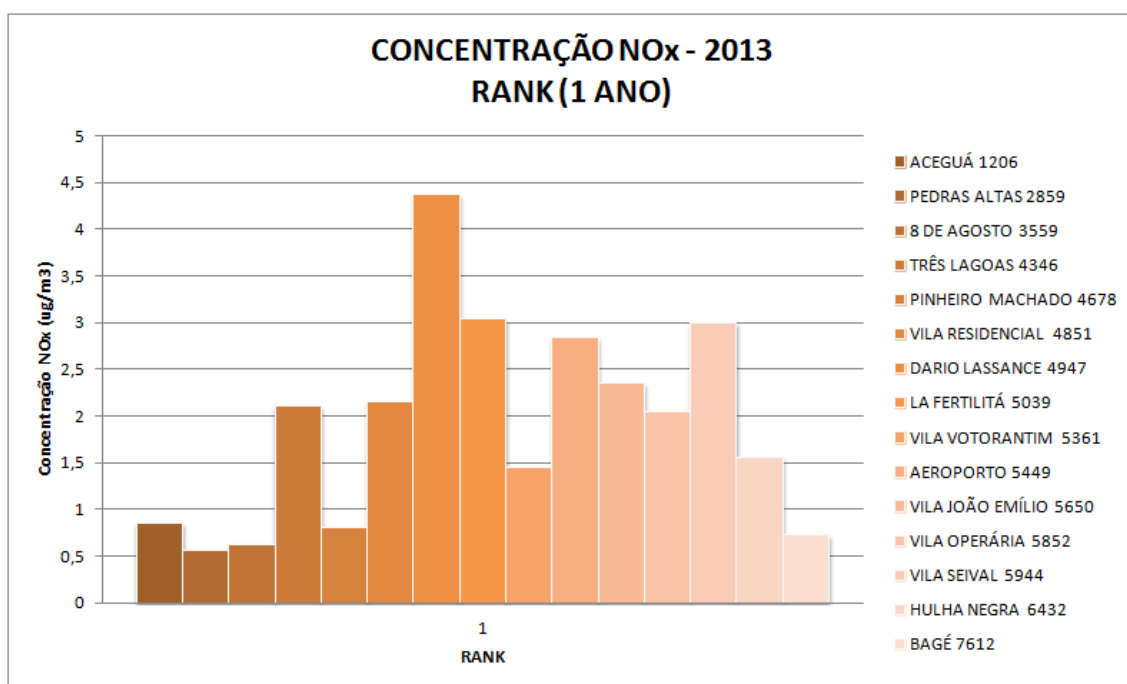


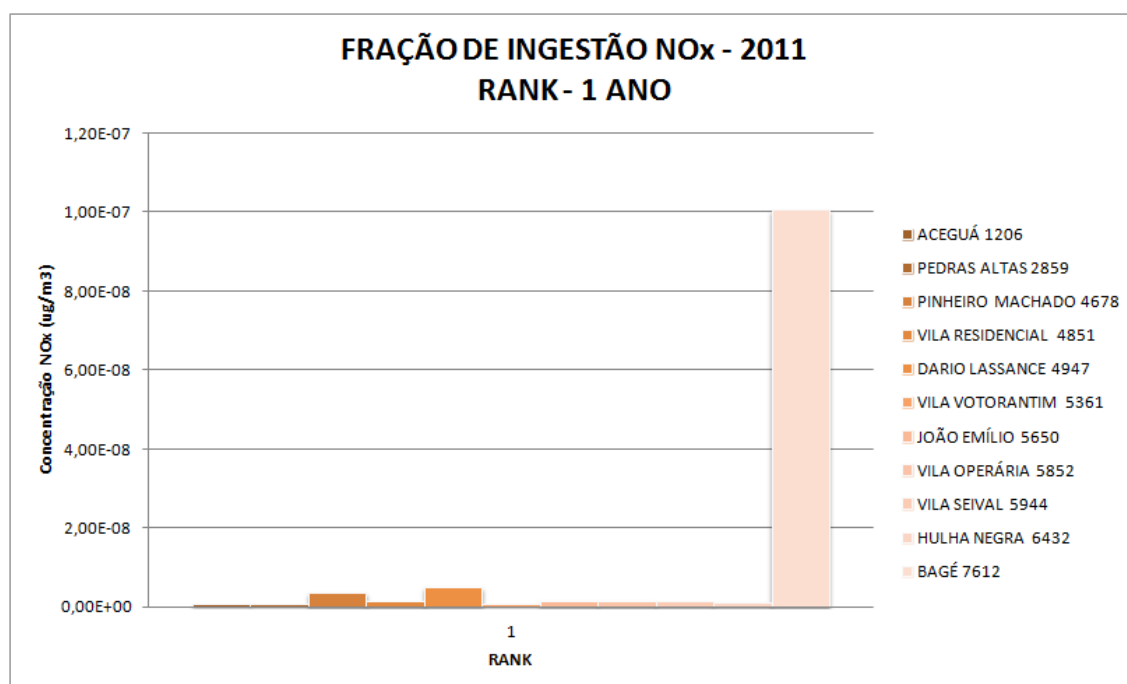
Gráfico 121 - Concentração de SO<sub>2</sub> – Rank em receptores discretos selecionados – Média Anual-2013

A Tabela a seguir resume a interpretação dos gráficos em termos de saturação da média anual de concentração nos receptores selecionados na bacia atmosférica estudada:

**Tabela 23 – Registos da média anual de NOx por faixa de concentração em receptores seleccionados ao longo do período estudado, comparados ao padrão secundário.**

RECEPTOR	NÚMERO DE REGISTROS DA MÉDIA ANUAL POR FAIXA DE CONCENTRAÇÃO NO PERÍODO ESTUDADO		
	0 – 2,0%	2,0 – 4,0%	4,0 – 4,5%
	0,0 – 2,0 µg/m <sup>3</sup>	2,0 – 4,0 µg/m <sup>3</sup>	4,0 – 4,5 µg/m <sup>3</sup>
Aceguá	3	-	-
Pedras Altas	3	-	-
8 de Agosto	3	-	-
Três Lagoas	-	3	-
Pinheiro Machado	3	-	-
V. Residencial	-	3	-
Dario Lassance	-	-	3
La Fertilitá	1	3	-
V. Votorantim	3	-	-
Aeroporto	-	3	-
João Emílio	-	3	-
V. Operária	1	2	-
V. Seival	-	3	-
Hulha Negra	2	1	-
Bagé	3	-	-

Os gráficos a seguir apresentam a fração de ingestão correspondente à exposição da população à máxima concentração nos receptores seleccionados (núcleos urbanos):



**Gráfico 122 - Fração de Ingestão da Máxima Concentração de NOx**

em receptores discretos seleccionados – Média Anual - 2011

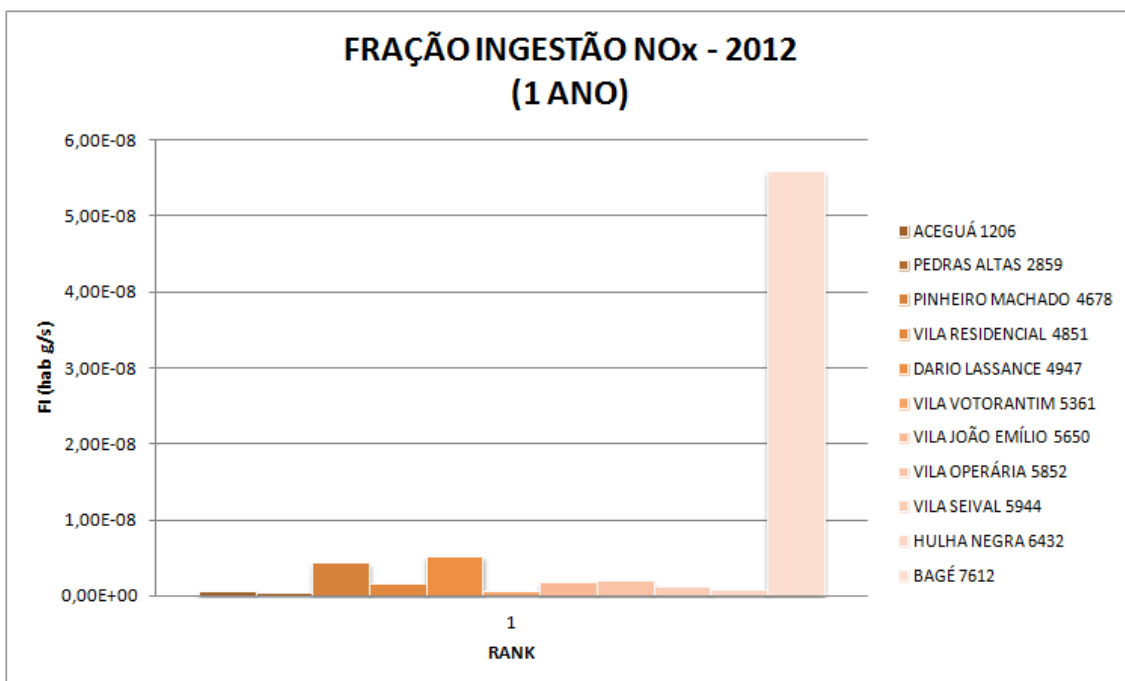


Gráfico 123 - Fração de Ingestão da Máxima Concentração de NO<sub>x</sub> em receptores discretos seleccionados – Média Anual - 2012

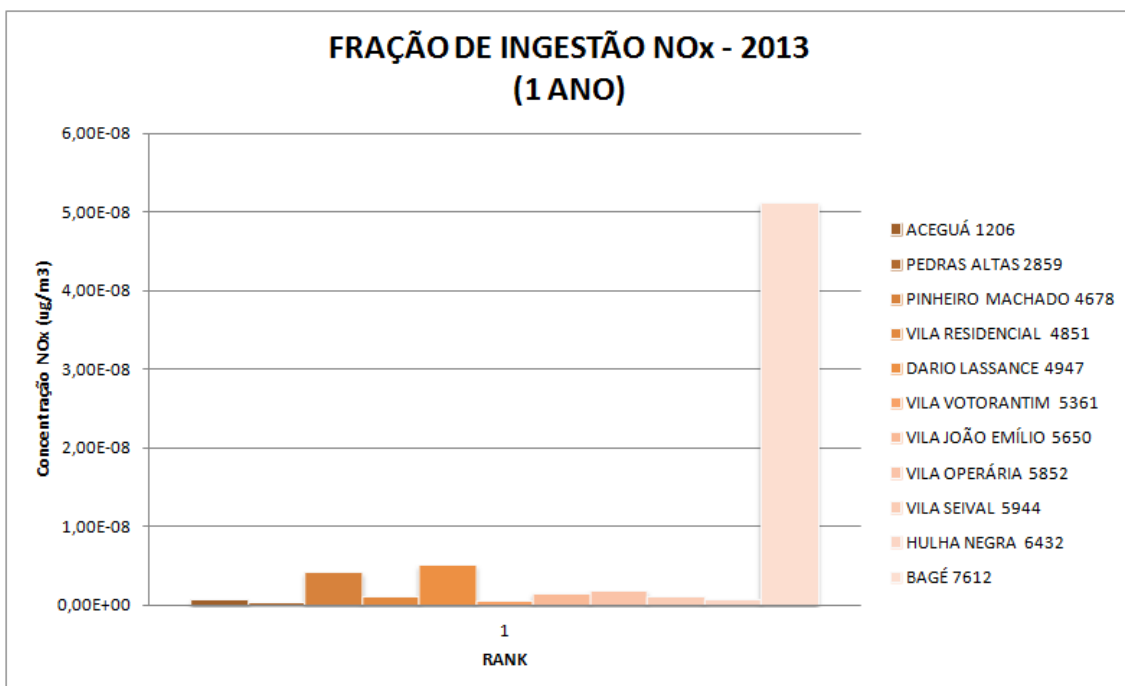


Gráfico 124 - Fração de Ingestão da Máxima Concentração de NO<sub>x</sub> em receptores discretos seleccionados – Média Anual - 2013

Dos gráficos, identifica-se que as máximas concentrações são registradas de forma mais espacializada, chegando a serem maiores em receptores distantes das fontes de emissão nos anos de 2011 e 2013.

A maior fração de ingestão populacional é registrada no núcleo urbano de Bagé, considerando que tanto a maior população residente se concentra neste município, assim como nos anos de 2011 e 2013 as concentrações registradas foram maiores daquelas registradas em núcleos populacionais mais próximos às fontes.

A estimada fração de ingestão de NOx pelos habitantes dos núcleos urbanos selecionados foi de  $1,156 \times 10^{-7}$  para o ano de 2011;  $7,282 \times 10^{-8}$  para o ano de 2012;  $6,695 \times 10^{-8}$  para o ano de 2013. Isto representa que para as emissões consideradas, combinadas com os efeitos da dispersão e remoção, o padrão de exposição ao longo do ano para a população afetada resulta em eventual inalação de 0,01156 g; 0,007282 g; 0,006695 g para cada tonelada métrica emitida. Portanto, considerando-se emissões contínuas ao longo do ano, a população dos núcleos urbanos estaria exposta à eventual inalação de 1.371 g; 863 g; 793,6 g; de NOx ao ano.