

# FERRAMENTA PARA PLANEJAMENTO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

**SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – SEMAD**

**SUBSECRETARIA DE GESTÃO AMBIENTAL - SUGA**

**SUPERINTENDÊNCIA DE QUALIDADE AMBIENTAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS - SQMC**

**DIRETORIA DE QUALIDADE E MONITORAMENTO AMBIENTAL - DQMA**

**NÚCLEO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR E EMISSÕES ATMOSFÉRICAS – NQA**

**David de Hollanda Vianna – Coordenador NQA**

# COMPETÊNCIAS DA DQMA – NQA/SEMAD

Decreto 48.706 de 2023

## DQMA

PLANEJAR

MONITORAR

EXECUTAR

Programas, projetos, pesquisas, ações e instrumentos relativos a  
qualidade ambiental

## NQA

DESENVOLVER

ANALISAR

DIVULGAR

Pesquisas, estudos e instrumentos para avaliação de impacto ambiental associado  
a emissões industriais e veiculares



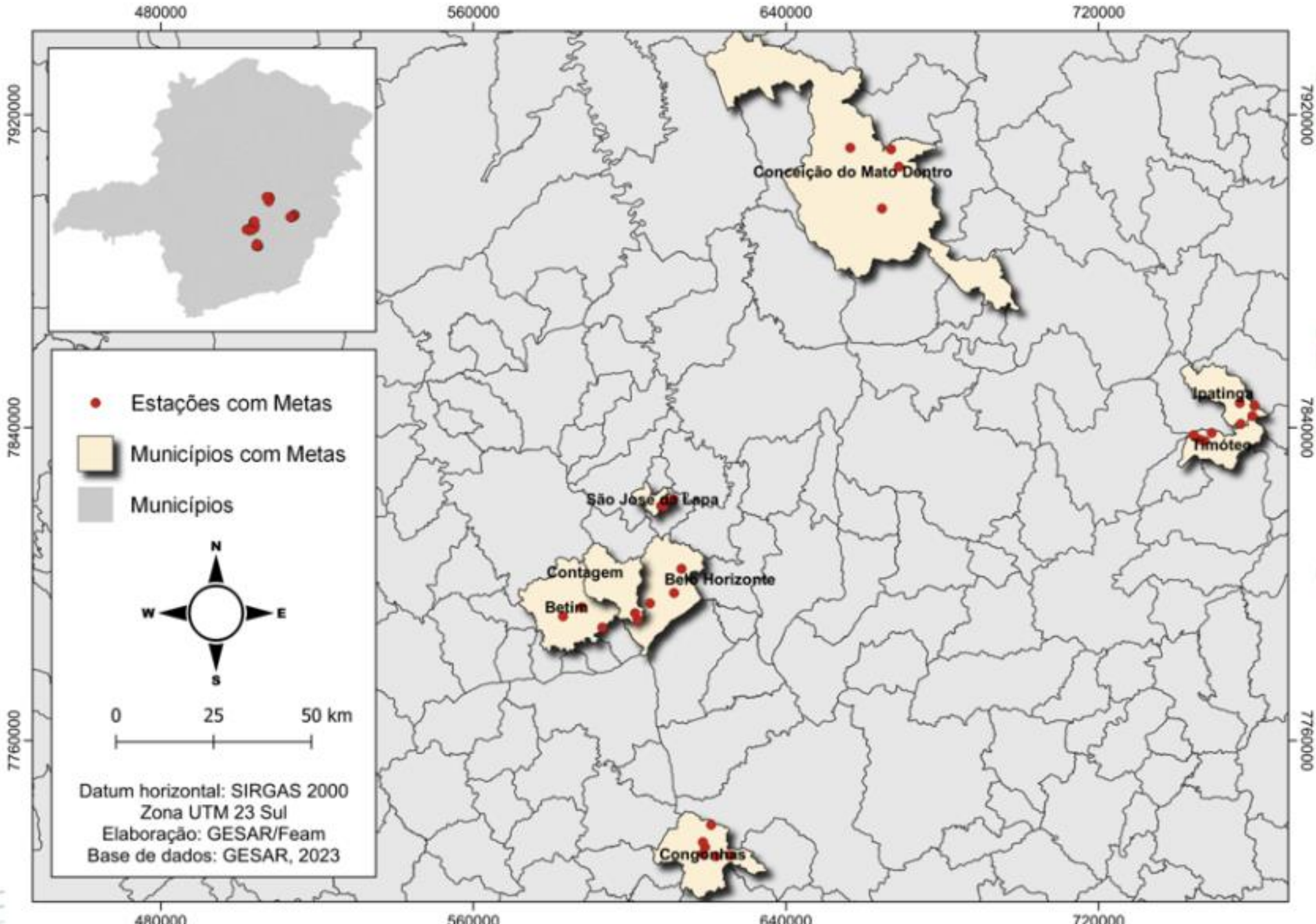
# PLANO DE CONTROLE DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE MG – PCEA/MG

**OBJETIVO:** Ser um instrumento para gestão da qualidade do ar, indicando ações e estratégias para o controle e redução da emissão de poluentes de fontes estacionárias, veiculares e queimadas em convergência com planos, programas, ações e metas definidos por outros órgãos com atuação pertinente ao tema.



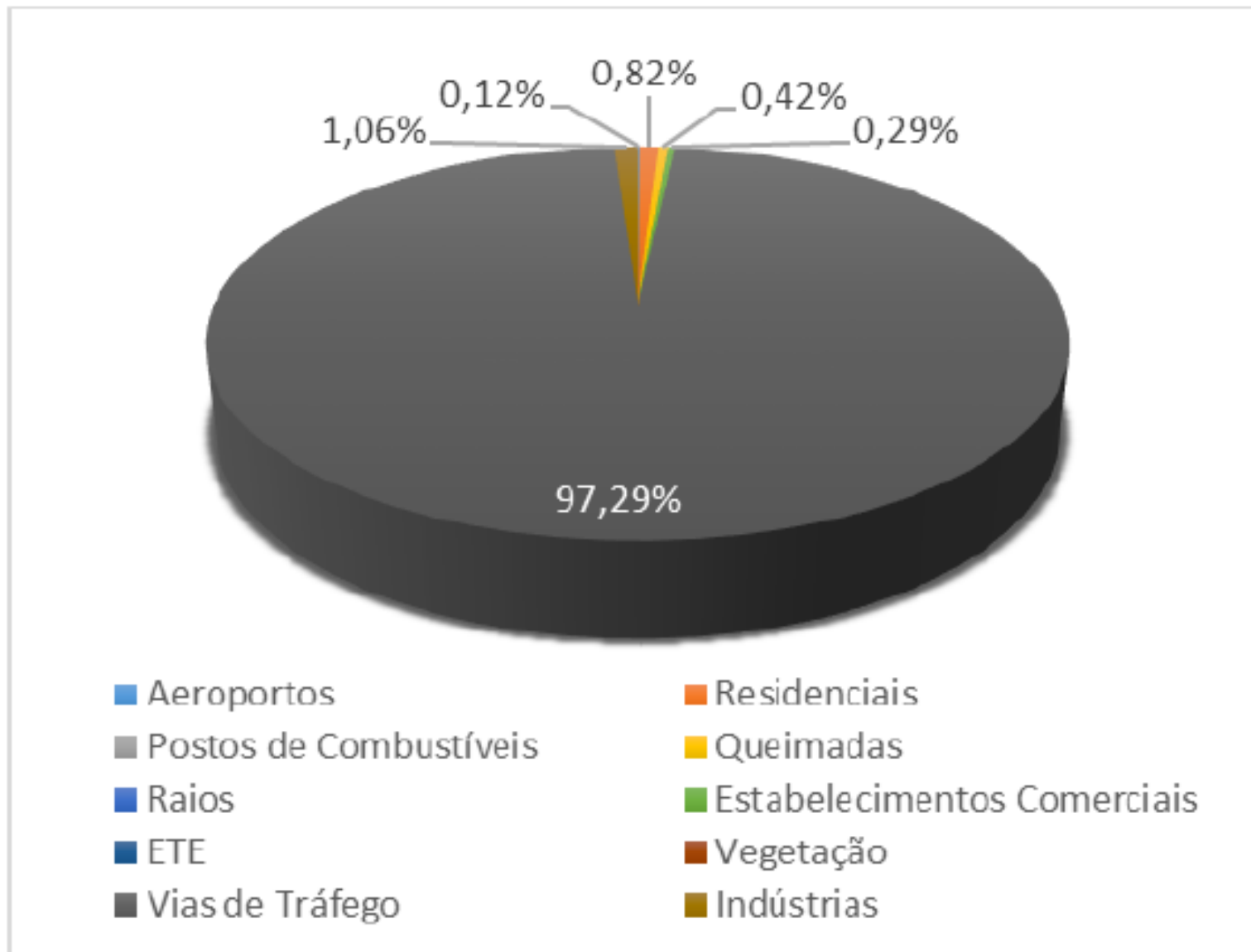
# PCEA/MG -

# Contribuição das fontes para as emissões

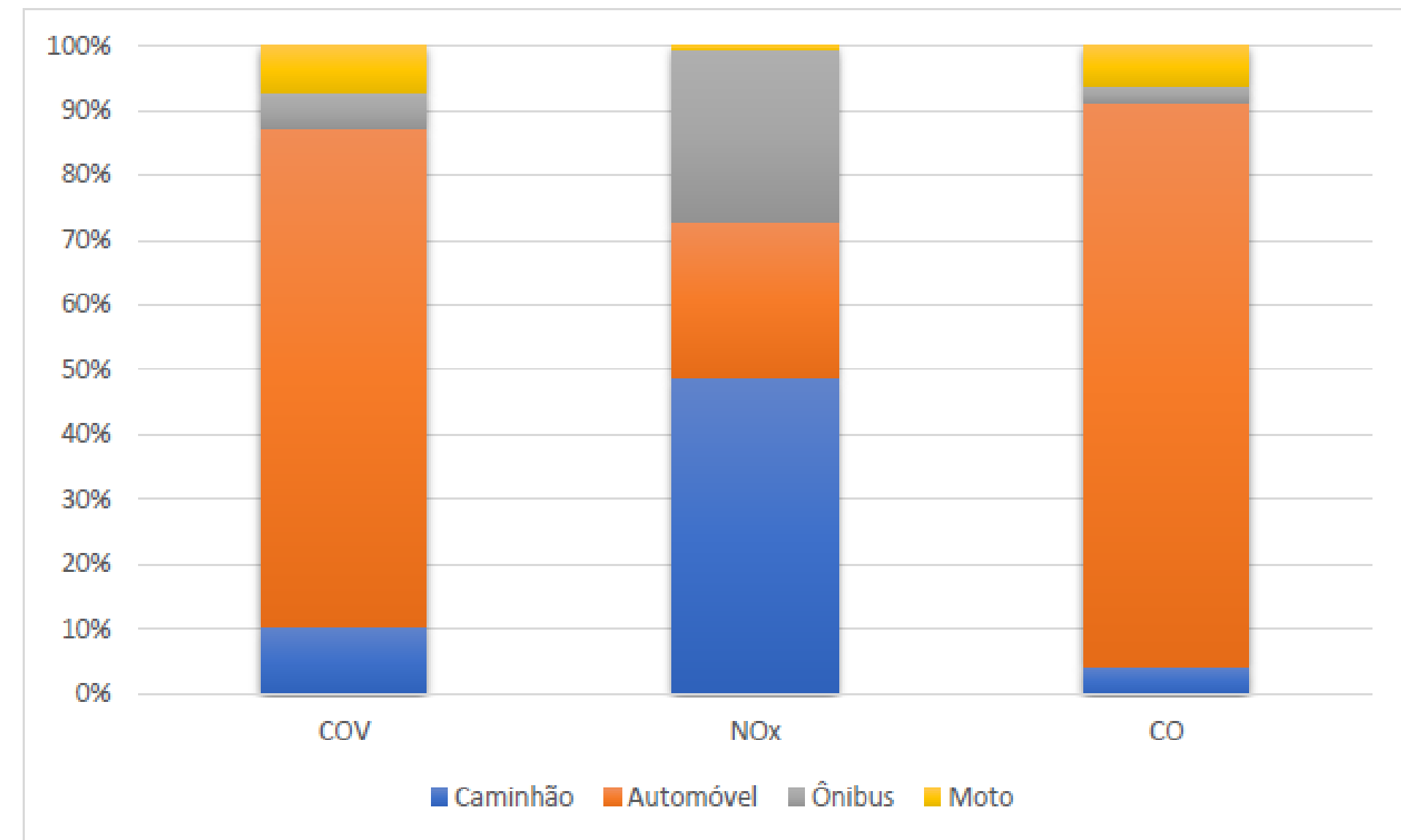


# PCEA/MG – Contribuição das emissões veiculares em BH

Contribuição de cada fonte para as emissões de NOx



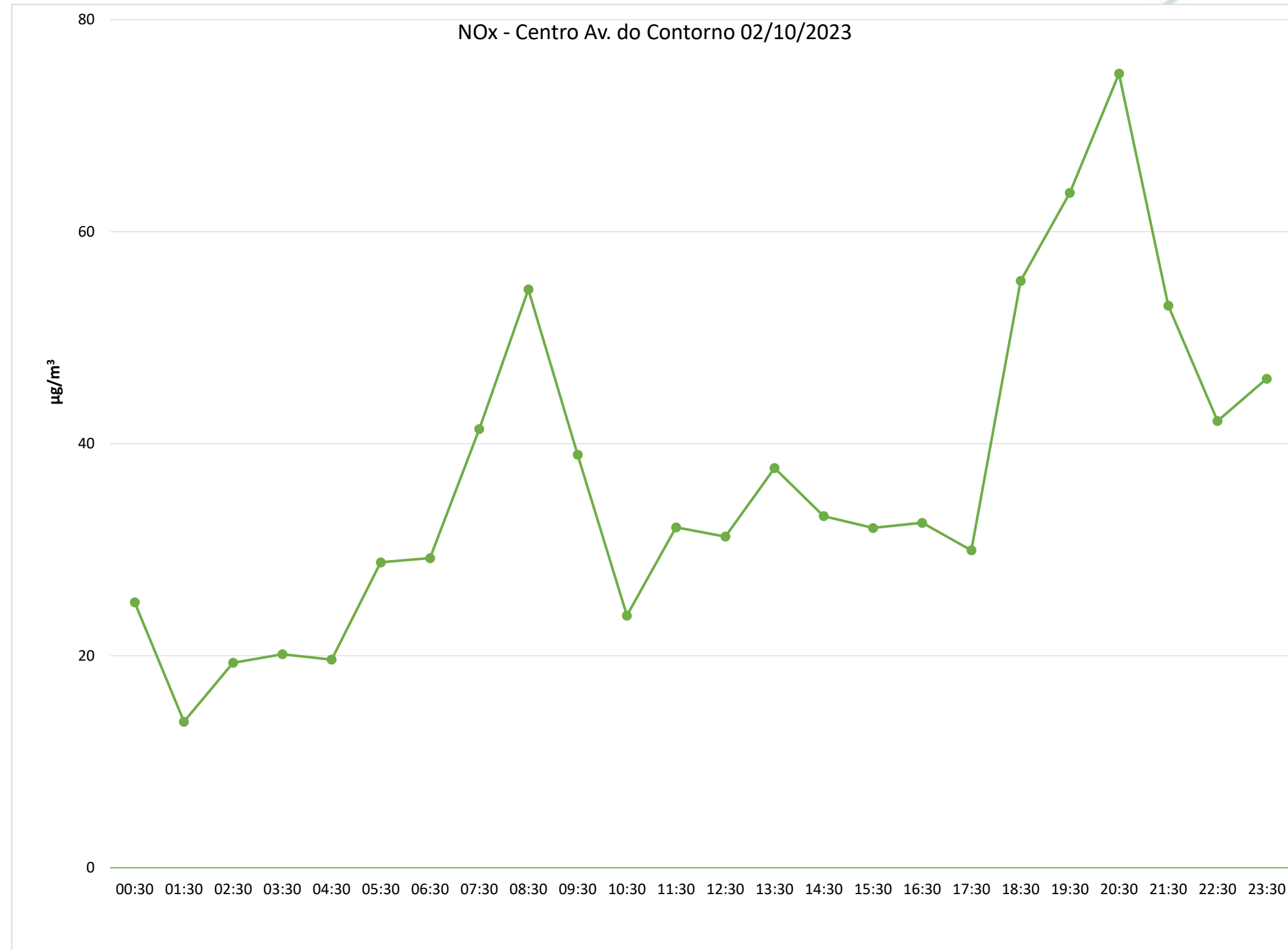
Contribuição de cada categoria veicular para as emissões de COV, NOx e CO



# PCEA/MG – Metas de redução das emissões

**Tabela 5.** Metas de Redução O<sub>3</sub> – Belo Horizonte

Estação	4° Máxima 8 horas (µg/m <sup>3</sup> )			M4V8H (µg/m <sup>3</sup> )	Metas de Redução (%)	
	2017	2018	2019		LP	CP
Estação Centro Av. Contorno	108,2	102,9	115,2	108,8	-	8,1
Estação Delegacia Amazonas	110,2	129,1	134,6	124,6	-	19,7
Estação PUC Barreiro	-	160,3	176,0	168,2	-	40,5
Estação PUC São Gabriel	-	-	146,5	146,5	-	31,7



# INVENTÁRIOS DE EMISSÕES VEICULARES

Art. 5º da Lei 14.850 de 02/05/2024

Instrumentos da PNQAR

Dados de entrada para o cálculo

$$E_{ij} = \sum_i \sum_j N_j * d * F_{ij}$$

Equação 2.1

Em que:

i: poluente atmosférico;

j: combustível;

E: emissão por período definido (g.tempo<sup>-1</sup>);

N: número de veículos circulantes por período (u.tempo<sup>-1</sup>);

d: distância percorrida (km);

F: fator de emissão (g km<sup>-1</sup>).

❑ Fatores médios de emissão

❑ Fluxo veicular

Fator de emissão de veículos leves novos

Ano	Combustível (1)	Fase Proconve	CO (g/km)	HC				ETOH (g/km)	NOx (g/km)	CH <sub>3</sub> CHO (g/km)	HCOH (g/km)	RCHO (g/km)	MP (g/km)	CO <sub>2</sub> (g/km)
				Total (g/km)	NMHC (g/km)	CH <sub>4</sub> (2) (g/km)	NMHC-ETOH (g/km)							
Até 1982	Gasolina C	PP	33,000	3,000	2,550	0,450	nd	nd	1,400	nd	nd	0,0500	0,002	nd
	Etanol		18,000	1,600	1,360	0,240	nd	nd	1,000	nd	nd	0,1600	nd	nd
1983	Gasolina C	PP	33,000	3,000	2,550	0,450	nd	nd	1,400	nd	nd	0,0500	0,002	nd
	Etanol		18,000	1,600	1,360	0,240	nd	nd	1,000	nd	nd	0,1600	nd	nd
1984	Gasolina C	PP	28,000	2,400	2,040	0,360	nd	nd	1,600	nd	nd	0,0500	0,002	nd
	Etanol		16,900	1,600	1,360	0,240	nd	nd	1,200	nd	nd	0,1800	nd	nd
1985	Gasolina C	PP	28,000	2,400	2,040	0,360	nd	nd	1,600	nd	nd	0,0500	0,002	nd
	Etanol		16,900	1,600	1,360	0,240	nd	nd	1,200	nd	nd	0,1800	nd	nd

Intervalos	Faixa 01 - Esquerda				Faixa 02 - Central				Total (todas as faixas)	Total (Infrações)	(%)
	Automóveis	Ônibus/Caminhão	Motos	Infrações	Automóveis	Ônibus/Caminhão	Motos	Infrações			
00:00:00 - 00:14:59	53	1	10	0	35	3	10	0	112	0	
00:15:00 - 00:29:59	45	3	5	0	24	5	5	0	87	0	
00:30:00 - 00:44:59	61	2	9	0	28	3	3	0	106	0	
00:45:00 - 00:59:59	49	0	4	0	25	1	6	0	85	0	
01:00:00 - 01:14:59	36	1	6	0	25	0	7	0	75	0	
01:15:00 - 01:29:59	36	1	5	0	25	2	5	0	74	0	
01:30:00 - 01:44:59	40	0	2	0	15	1	7	0	65	0	
01:45:00 - 01:59:59	37	0	1	0	30	1	1	0	70	0	
02:00:00 - 02:14:59	30	0	2	0	14	0	2	0	48	0	
02:15:00 - 02:29:59	27	1	1	0	16	1	3	0	49	0	
02:30:00 - 02:44:59	19	0	0	0	12	1	5	0	37	0	
02:45:00 - 02:59:59	29	0	3	1	12	1	3	0	48	1	
03:00:00 - 03:14:59	27	0	0	0	9	1	2	0	39	0	
03:15:00 - 03:29:59	14	0	0	0	4	1	4	0	23	0	
03:30:00 - 03:44:59	15	0	1	0	8	1	3	0	28	0	

	Distribuição da idade da frota							
	Ônibus	Ônibus-Elétrico	Microônibus	Caminhão	Moto-Gasolina	Moto-Flex	Automóvel-Gasolina	Automóvel-Elétrico
1983	26		0	147	969	0	2057	2
1984	27		1	159	633	0	849	3
1985	30		1	248	473	0	816	3
1986	58		4	444	765	0	1406	5
1987	57		3	378	883	0	808	3
1988	67		3	302	922	0	1012	4
1989	81		0	332	702	0	3130	4
1990	54		6	316	881	0	5837	9
1991	50		3	273	631	0	6655	8

# PCEA-MG x MOBILIDADE URBANA

Lei Nº 12.587, DE 3 DE JANEIRO DE 2012 – Política nacional de mobilidade urbana

Art. 5º - está fundamentada no desenvolvimento sustentável das cidades

Art. 6º - é orientada pelas seguintes diretrizes: (...) IV - mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade; V - incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis e menos poluentes;

Art. 7º - objetivos : (...) mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades;

Lei Nº 10,257, DE 10 DE JULHO DE 2001 – Política nacional urbana

Art. 2º - diretrizes : (...) VI – ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar: g) a poluição e a degradação ambiental;

# INVENTÁRIO VEICULAR

Informação espacializada

Possibilidade de identificar a distribuição das taxas de emissão no espaço urbano

Identificação dos pontos maiores taxas

Identificação dos contribuintes em cada ponto

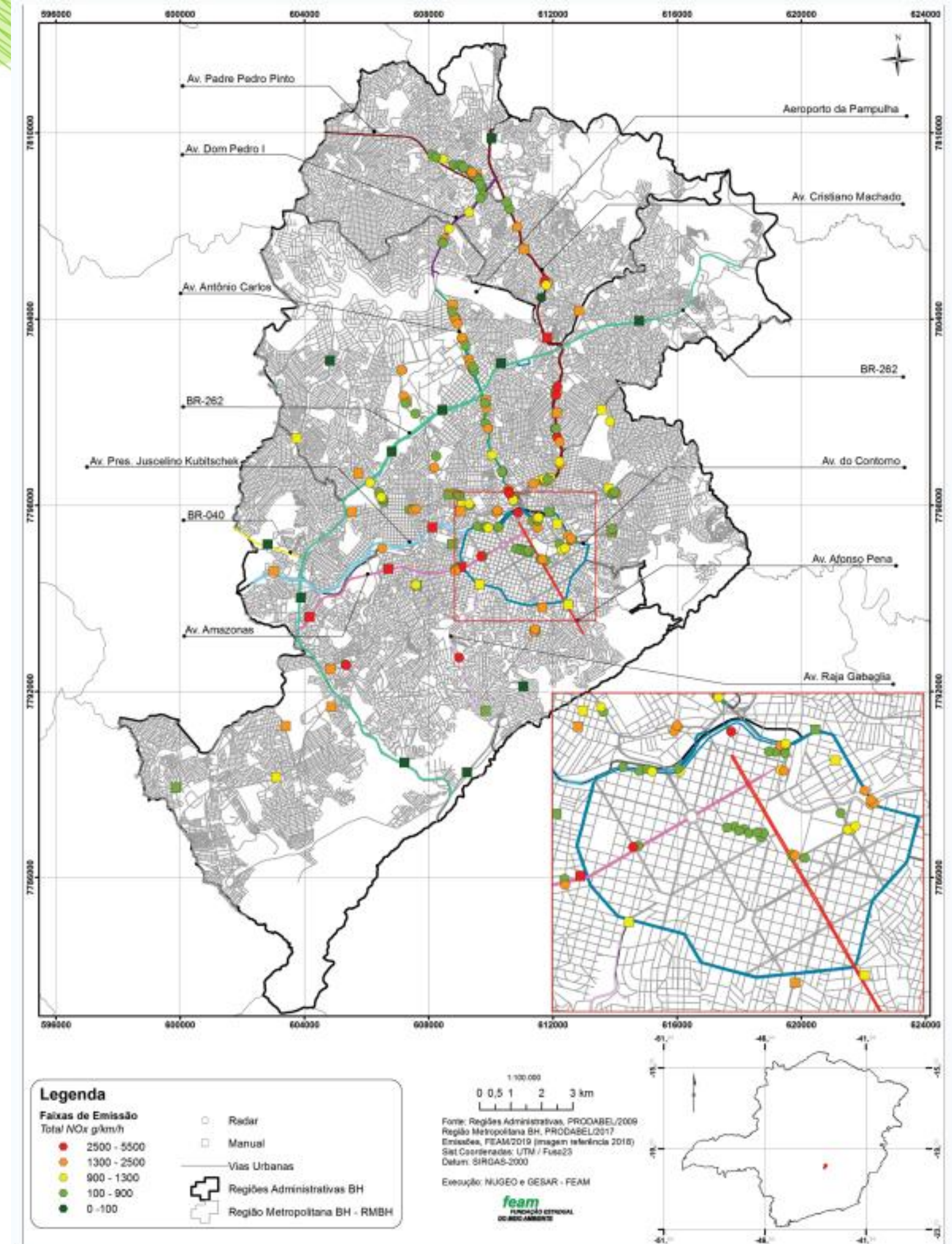
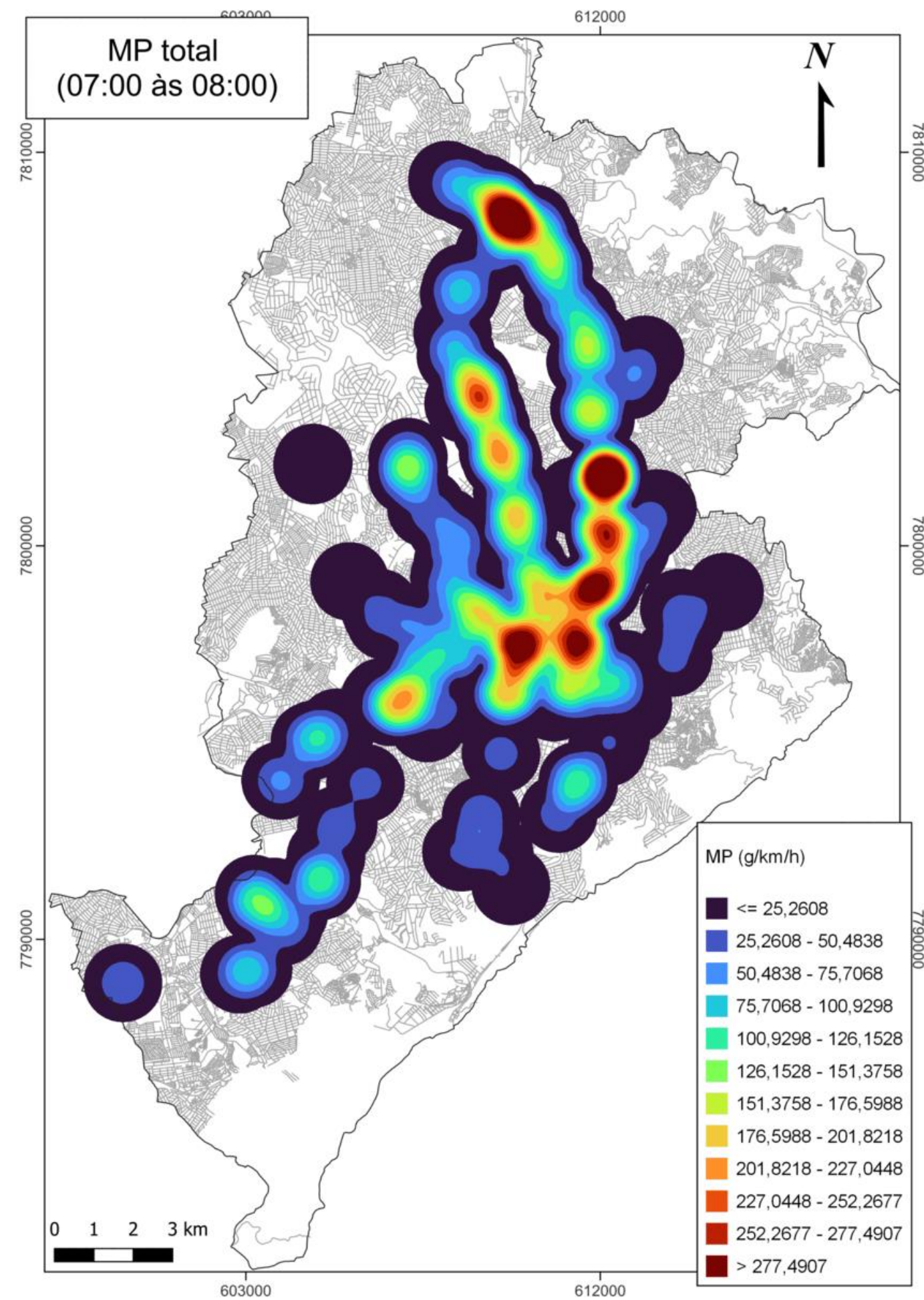
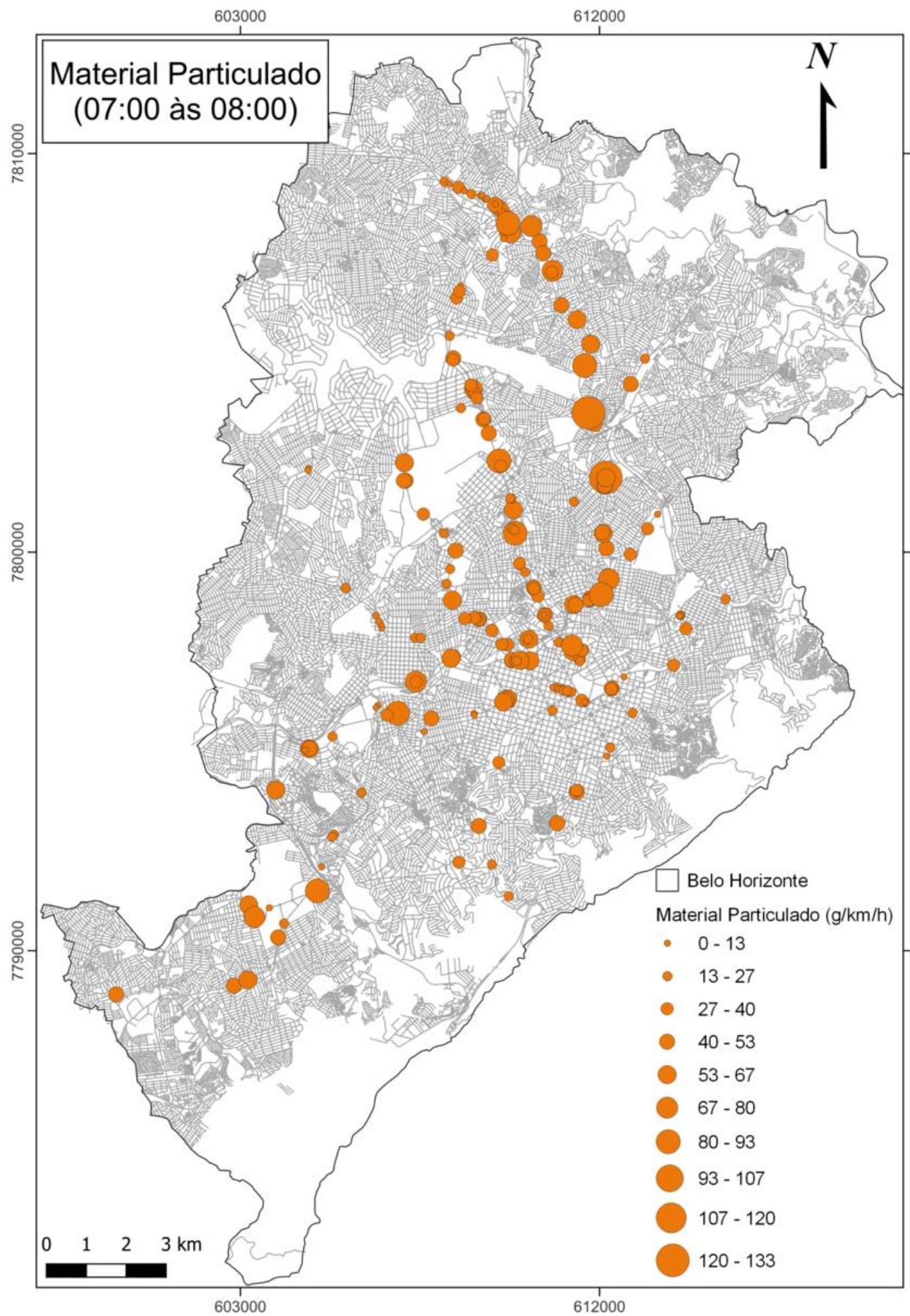
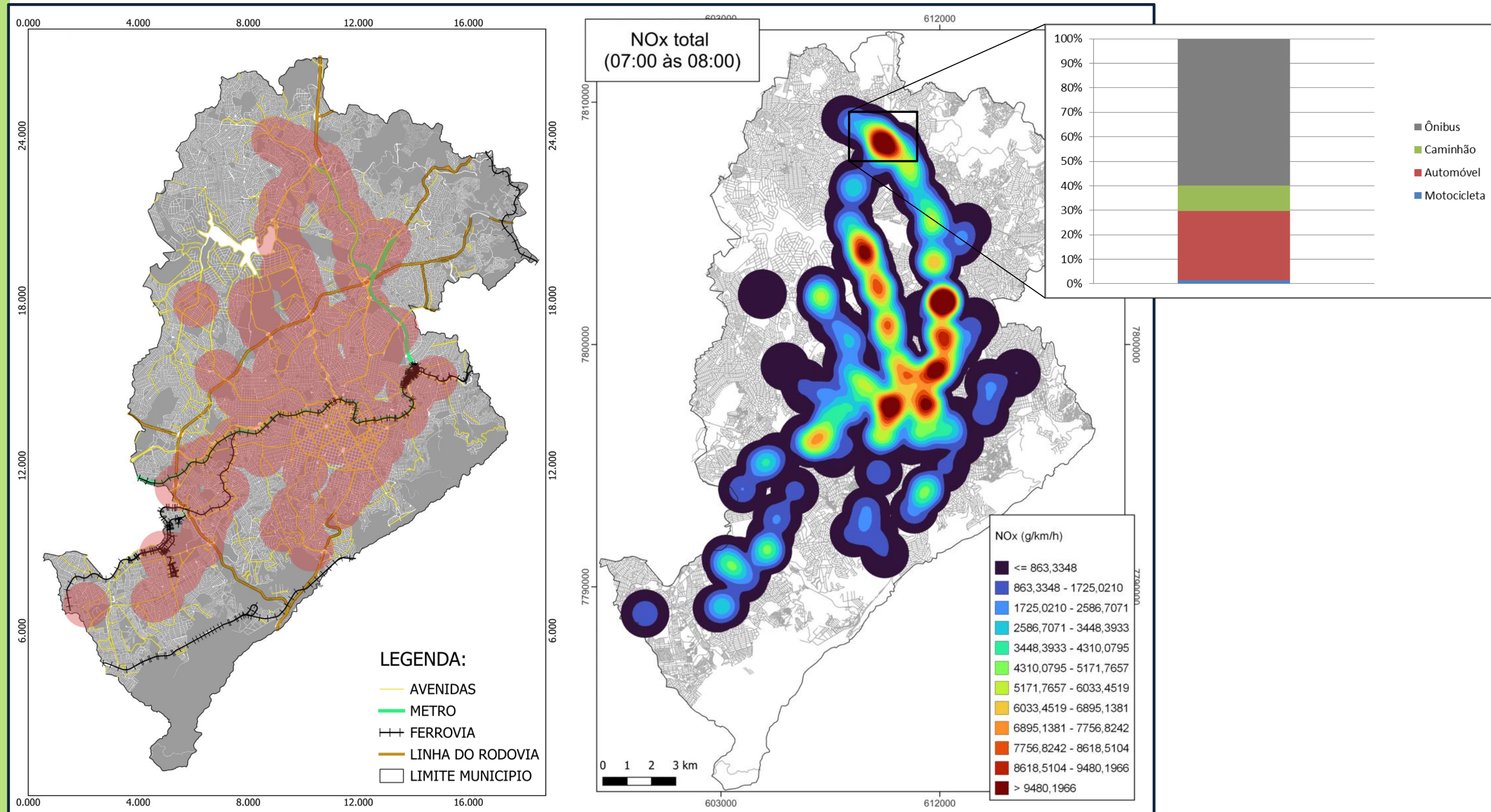


FIGURA 9 - Emissões de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) entre 07h e 08h.

# INVENTÁRIO DE EMISSÕES VEICULARES - IDE SISEMA



# INVENTÁRIO DE EMISSÕES VEICULARES - IDE SISEMA



# A FERRAMENTA

Permite a simulação dos efeitos de políticas públicas nas emissões de poluentes atmosféricos.

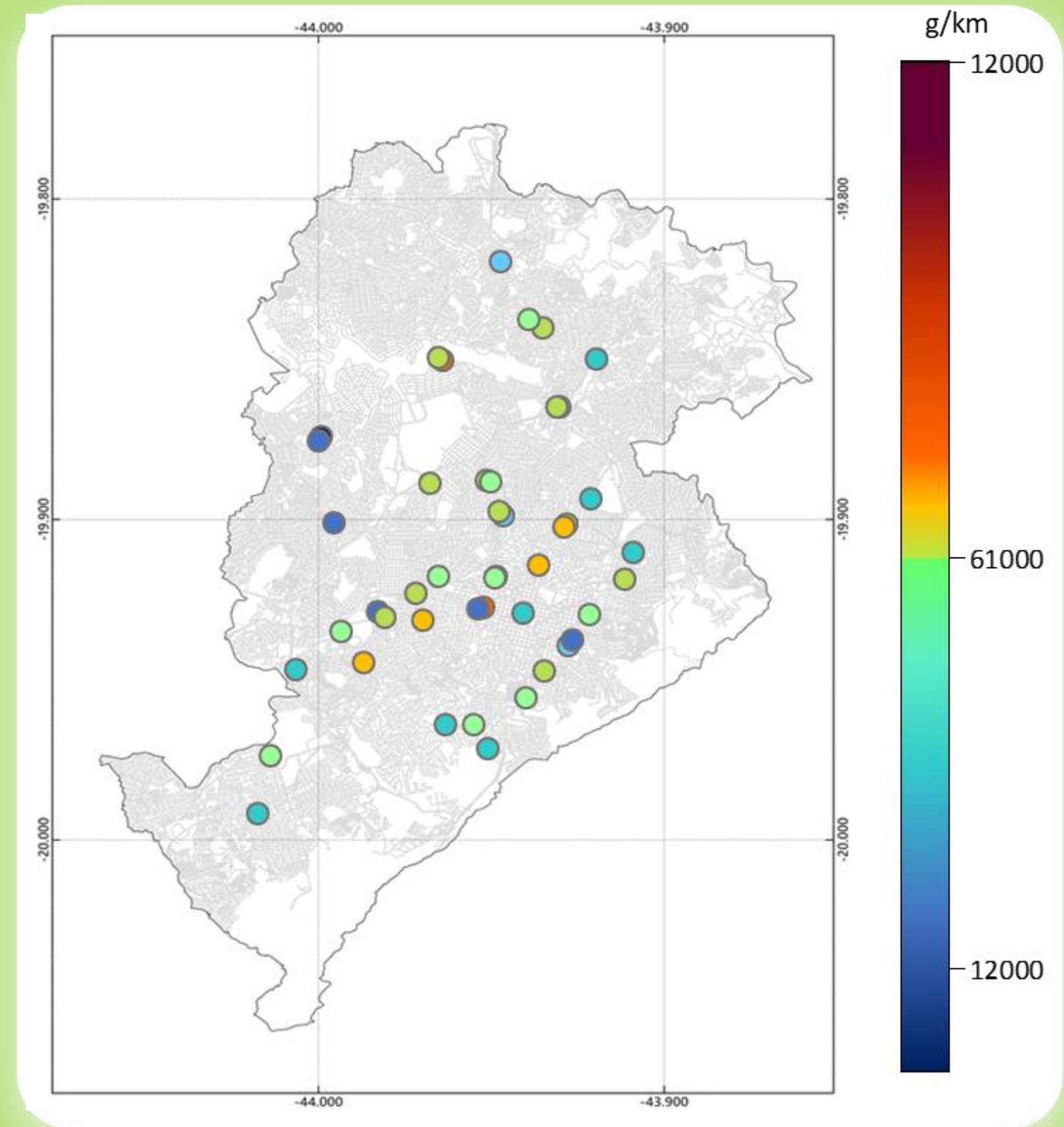
## Variáveis manipuladas



Fluxo veicular



Idade da frota



# PARÂMETROS DE ENTRADA

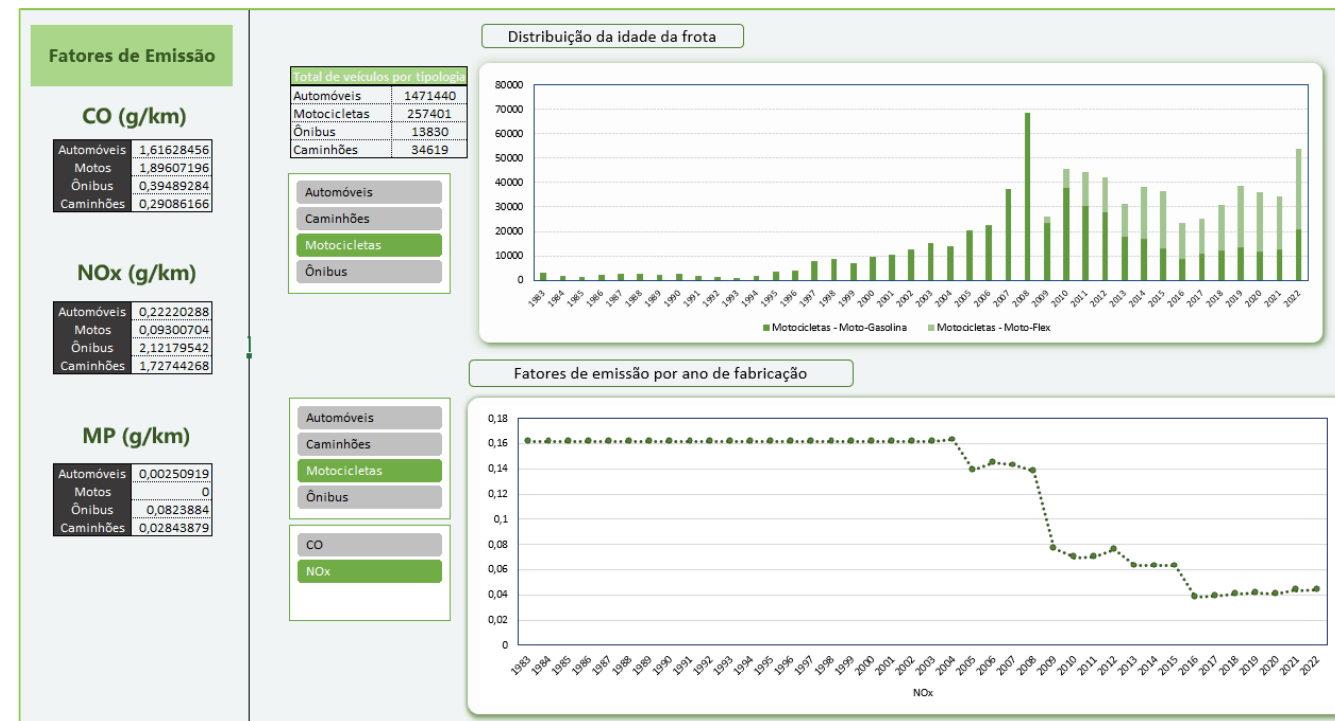
1

Dados de fluxo veicular por ponto de monitoramento

Fluxo veicular por ponto							
Cód	Endereço	Coordenadas		Cotagem de veículos			
		X	Y	Automóveis	Motos	Ônibus	Caminhão
SPL0023		-43,9956372	-19,900705	5954	2274	384	147
SPL2411		-43,9352582	-19,947264	36168	5253	1694	294
SPL2430		-43,972056	-19,922921	33103	4650	4027	700
SPL3253		-44,017565	-19,991669	16620	5710	2522	438
SPL3254		-43,9870478	-19,944542	38687	7939	2812	489
SPL3255		-43,9830623	-19,928611	6152	2412	199	235
SPL3256		-43,9679105	-19,888415	35734	6767	1741	303
SPL3257		-43,951402	-19,971216	23956	4337	1262	484
SPL3258		-43,921536	-19,893325	20558	5008	1013	388
SPL3259		-43,951562	-19,887463	28222	7880	1204	209
SPL3260		-43,9505311	-19,888291	30954	4677	1350	235
SPL3261		-43,946917	-19,898799	9100	5128	1389	241
SPL3262		-43,9403075	-19,955696	27355	2780	1715	602
SPL3264		-43,949056	-19,917737	37175	7989	2538	683
SPL3265		-43,9493971	-19,91789	32845	3026	983	346
SPL3266		-43,928484	-19,901449	40519	13865	2003	704
SPL3268		-43,9282598	-19,939373	16392	4257	359	126
SPL3269		-43,999321	-19,873925	5092	970	201	71
SPL3271		-43,952757	-19,927254	38652	21369	3264	1147
SPL3272		-43,993488	-19,934742	27866	5207	1501	292
SPL3273		-43,9306517	-19,864603	33760	8627	3564	694
SPL3274		-43,980853	-19,930297	35697	6711	1758	618
SPL3275		-43,9701519	-19,931111	39707	8335	1957	687
SPL3276		-43,9313474	-19,86454	28578	7543	1370	368
SPL3277		-43,9553699	-19,963863	27562	4445	1173	450
SPL3278		-44,013794	-19,97356	22589	6890	2804	985
SPL3279		-43,948174	-19,897164	31134	5624	896	282
SPL3280		-43,9643543	-19,850286	46153	11459	2492	671
SPL3281		-43,919865	-19,84968	21396	4289	1999	702
SPL3282		-43,9653983	-19,91777	30662	5089	2517	677
SPL3283		-43,9270843	-19,93757	8669	1227	402	141
SPL3284		-43,935591	-19,840201	33800	7056	3475	1221
SPL3285		-43,9541203	-19,927655	8039	2121	3500	1230
SPL3286		-43,965559	-19,84949	31092	7570	1803	633
SPL3290		-43,9395953	-19,837234	27546	6447	2933	789
SPL3292		-43,947625	-19,819562	10126	7610	4824	940
SPL3295		-43,929243	-19,902055	44798	9859	1364	367
SPL3296		-43,9633381	-19,963696	22408	5418	1141	222
SPL3299		-43,9411036	-19,929055	18150	4737	881	172

2

Idade da frota do município



3

Emissões de poluentes em cada ponto

Emissões totais por ponto		
CO (g/km)	NOx (g/km)	MP (g/km)
14128,61327	2603,086363	50,75610484
69172,5017	12627,41593	238,6796036
64114,56831	17541,76243	434,7471239
38811,85857	10331,77666	261,9414019
78835,14163	16146,00272	342,6562966
14663,56352	2419,500299	38,51481342
71362,60626	12787,02836	241,718418
47581,70473	9240,19621	177,848041
43235,66386	7853,40811	146,0771066
61092,10326	9919,58676	175,9537236
59500,10107	10583,46799	195,5772692
25049,10682	5862,371615	144,1237015
50337,40132	11015,79005	227,0559272
76433,9131	15568,37426	321,8044299
59312,69685	10263,04401	173,2411551
92774,41071	15758,97471	286,7137763
34744,08144	5017,656218	74,29127475
10170,09507	1770,90763	31,35719247
104611,6622	19482,87681	398,5191516
55590,59298	10365,5168	201,8912555
72532,41942	17064,86279	398,0789738
71294,53807	13353,75565	251,9837484
80954,21419	14937,33235	280,4039425
61140,97004	10594,31792	195,046241
53569,96182	9803,958368	178,5969913
50968,41852	13311,26695	315,7100563
61420,71065	9829,396868	159,9607617
97502,69481	17767,72312	340,2008976
43708,09518	10607,32712	238,3454278
60398,06575	13796,47747	303,5607656
16538,50456	3137,023113	58,88324506
69735,97934	17649,09046	405,8332402
18755,16905	11534,6509	343,5111106
65502,64903	12531,83022	244,5633691
58133,32757	14306,52179	333,2006758
32973,67097	14817,10495	449,5816743
91744,84292	14399,27026	235,2211129
47005,50769	8287,459538	156,544082
38714,65305	6639,905171	123,0166051

# Análise de Cenários

## Análise de Cenários

Seleção de cenários

Cenário Base

Combo

Cenário 2

Cenário 3

Cenário 4

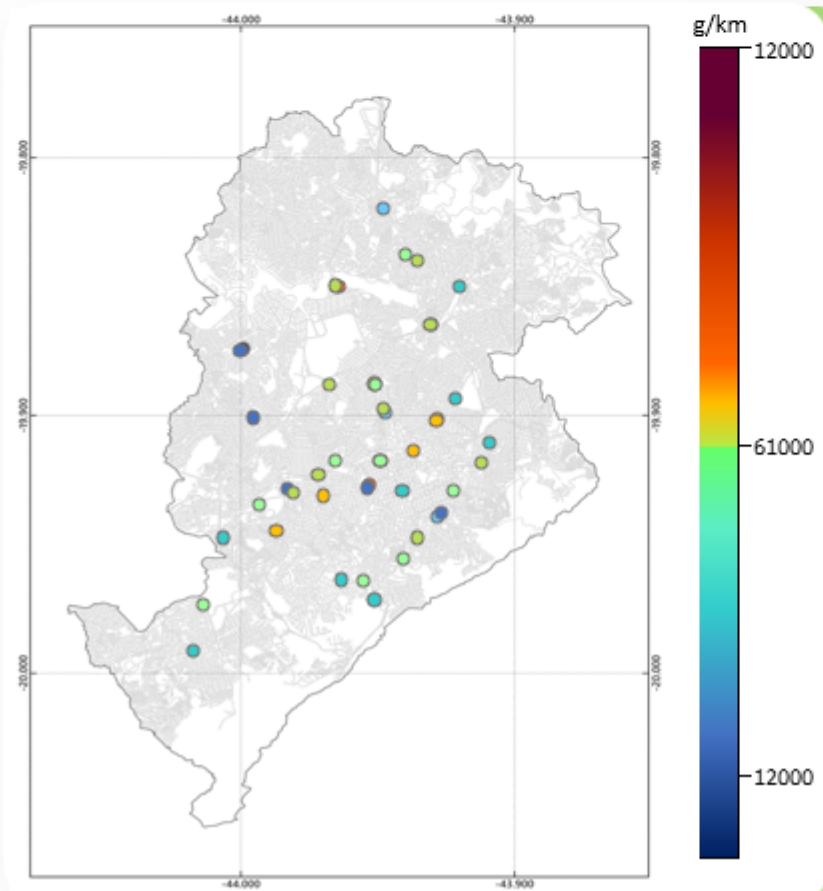
Cenário 5

Descrição do cenário:

Eletrificação de ônibus, eliminação de 10% de veículos leves e renovação de frota de caminhões anteriores a 2000.

Tipologia agrupada	CO (g/km)	NOx (g/km)	MP (g/km)
Automóveis	1898204,461	260960,5412	2946,853514
Motos	525420,5003	25773,18152	0
Ônibus	32896,94281	176758,2895	6863,447968
Caminhões	6526,93566	38763,81378	638,166527

### Resultados - CO



Redução de emissão total estimada

**-17%**

Emissão total no Cenário Base

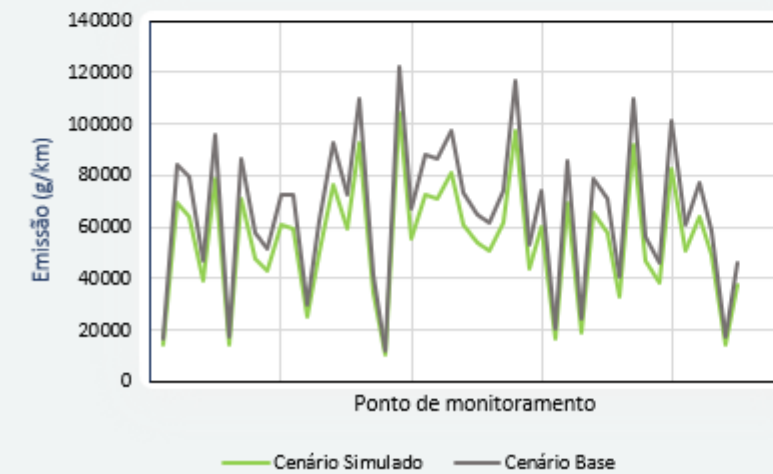
2975507,385 g/km

Emissão total

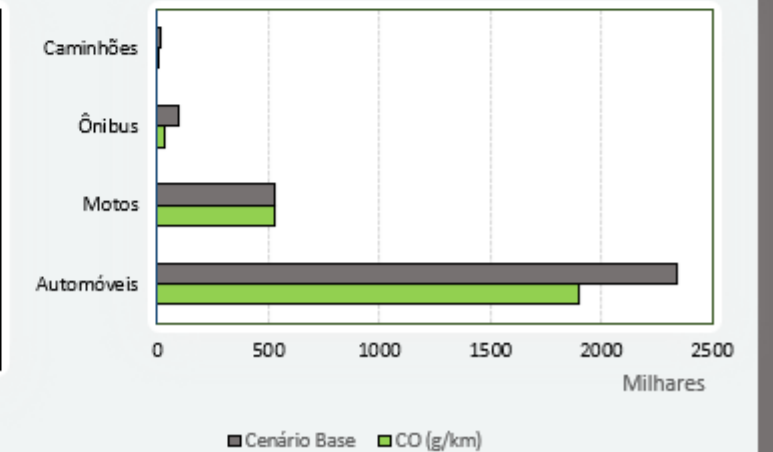
2463048,8 g/km

### Comparação com o cenário base

#### Comparação ponto a ponto



#### Emissões por tipologia veicular



Resultados do cenário simulado

Comparação com o cenário base