



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Carolina de Souza Maués

**ESTUDO DA DISPERSÃO ATMOSFÉRICA DE MATERIAL PARTICULADO
INALÁVEL DE UMA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA UTILIZANDO UM MODELO
DESENVOLVIDO EM MATLAB E RSTUDIO**

Rio de Janeiro

2019



UFRJ

**ESTUDO DA DISPERSÃO ATMOSFÉRICA DE MATERIAL
PARTICULADO INALÁVEL DE UMA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA
UTILIZANDO UM MODELO DESENVOLVIDO EM MATLAB E
RSTUDIO**

Carolina de Souza Maués

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Claudinei de Souza Guimarães, D. Sc.

Rio de Janeiro

2019

MAUÉS, Carolina de Souza.

Estudo da dispersão atmosférica de material particulado inalável utilizando um modelo desenvolvido em MatLab e RStudio / Carolina de Souza Maués. – 2019.

224f. il. 30 cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2019.

Orientador: Claudinei de Souza Guimarães

1. Modelagem. 2. Poluição Atmosférica. 3. Material Particulado. 4. Qualidade do Ar. I. Guimarães, Claudinei de Souza. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica e Escola de Química. III. Título.



UFRJ

**ESTUDO DA DISPERSÃO ATMOSFÉRICA DE MATERIAL
PARTICULADO INALÁVEL DE UMA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA
UTILIZANDO UM MODELO DESENVOLVIDO EM MATLAB E RSTUDIO**

Carolina de Souza Maués

Orientador: Claudinei de Souza Guimarães, D. Sc.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

Rio de Janeiro

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Adelaide e Adilson, que me deram a vida e me educaram para que eu sempre me esforçasse e pudesse chegar onde estou.

Agradeço às minhas irmãs Luiza e Anna Beatriz por sempre me apoiarem e serem as melhores amigas que eu poderia ter.

Agradeço aos meus tios e padrinhos Fátima e Herculano, que ajudaram a me criar e sempre me incentivaram a estudar e conquistar tudo que desejasse.

Agradeço ao meu namorado Thiago pela compreensão, apoio e paciência nos momentos de aflição e ausência para dedicação a este trabalho.

Agradeço às minhas amigas Ana e Amanda, pelos momentos de conversas e aconselhamento, que mesmo nos momentos de dificuldades, me mostraram que eu era capaz de superá-las e deveria seguir em frente.

Agradeço ao meu orientador, prof. Claudinei Guimarães, por ter aceitado me orientar neste projeto, contribuindo e incentivando meu aprimoramento com seus conhecimentos.

Agradeço aos colegas da Perícia Criminal Pedro Salim e Cíntia Sales, moradores de Volta Redonda, que contribuíram com materiais e suas experiências para este trabalho.

Agradeço aos meus Diretores Felipe Peres e Thiago Ventura e chefes de setor Daniel Pimenta e Leandro Catão, pela compreensão e ajuda nas escalas de plantões para que eu pudesse conciliar com as aulas e o desenvolvimento da dissertação.

“Nesses tempos de céus de cinzas e chumbos, nós precisamos de árvores desesperadamente verdes.”

(Mário Quintana)

RESUMO

MAUÉS, Carolina de Souza. **Estudo da dispersão atmosférica de material particulado inalável de uma indústria siderúrgica utilizando um modelo desenvolvido em MatLab e RStudio**. Rio de Janeiro, 2019. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

A dispersão de poluentes atmosféricos pode ser estimada através de modelos matemáticos ou de qualidade do ar. Estes modelos permitem avaliar os efeitos dos poluentes sob diversas condições, tornando-se ferramentas importantes e de baixo custo para o planejamento e propósitos regulatórios. Estudos recentes mostram os efeitos do material particulado no meio ambiente e na saúde humana, especialmente no desenvolvimento de doenças respiratórias e cardiovasculares. Este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos na qualidade do ar de emissões de material particulado inalável (MP_{10}) provenientes de fontes estacionárias de uma indústria siderúrgica da cidade de Volta Redonda, Brasil, utilizando dados meteorológicos (velocidade e direção do vento, cobertura de nuvens e insolação) e de estações de monitoramento instaladas ao redor do complexo industrial. Um modelo matemático foi desenvolvido combinando as plataformas MATLAB® e RSTUDIO®, utilizando a equação Gaussiana de Dispersão para realizar as simulações e a interface do Google Maps API para a visualização dos resultados. Foram observados ventos predominantes de E, SE, NO e N que foram utilizados para simular condições estáveis e instáveis da atmosfera, de acordo com a Classificação de Pasquill-Guifford. Os resultados mostraram concentrações elevadas de MP_{10} na região sob diferentes condições de vento, revelando uma contribuição considerável das emissões da indústria para a qualidade do ar da cidade. Os padrões de qualidade do ar nacionais recentemente atualizados foram parcialmente atendidos nas simulações, porém um número relevante de violações foram constatadas: na estação de Santa Cecília com o maior índice de violação (16,88%), seguida pelas de Belmonte (7,55%) e Retiro (2,84%) do total de valores das séries. Os ventos de quadrante N mostraram-se os mais eficientes para a dispersão de poluentes na região de Retiro, enquanto que em Belmonte, ventos de NO revelaram-se os mais propícios e em Santa Cecília, ventos de E e SE foram mais favoráveis ou menos favoráveis em função da altura efetiva de emissão dos poluentes utilizada em cada simulação.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem, modelos de dispersão, poluição atmosférica, material particulado, qualidade de ar.

ABSTRACT

MAUÉS, Carolina de Souza. **Atmospheric dispersion of inhalable particulate matter from a steel industry using a model developed in MatLab RStudio.** Rio de Janeiro, 2019. Master - Environmental Engineering Program, Polytechnic School and the School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, in 2019.

The dispersion of air pollution emissions can be estimated through mathematical or air quality models. These models allow evaluating the air pollutants effects to the environment under several conditions, becoming a relevant and low-cost tool for planning and regulatory purposes. Recent studies have shown the effects of particulate matter on environment and human health, specially cardiovascular and respiratory diseases. This study aims to assess the effect on air quality of particulate matter (PM₁₀) emissions from stationary sources of a steel industry located in the city of Volta Redonda, Brazil, using meteorological data (wind speed, wind direction, cloud covering and insolation) from monitoring stations set at the complex nearby. A mathematical model was developed linking MATLAB® and RSTUDIO® platforms, using the Gaussian Dispersion equation to perform the simulations and Google Maps API to visualize the results. Observed data revealed E, SE, NW and N prevailing winds that were used to simulate stable and unstable atmosphere conditions according Pasquill-Guifford classification. The results have exposed elevated concentrations of PM₁₀ at the complex surrounding area using different input wind data, showing high contribution of steel industry emissions to the air quality of Volta Redonda city. The recently updated national air quality standards were partially met, but a relevant number of violations were found: Santa Cecília station with the highest violation rate (16.88%), followed by Belmonte (7.55%) and Retiro station (2.84%). N-quadrant winds were the most efficient for the dispersion of pollutants in the region of Retiro, while in Belmonte, NO winds proved to be the most favorable, and in Santa Cecília, E and SE winds were more or less favorable depending on the pollutant emission effective height used in each simulation.

KEYWORDS: modeling, dispersion models, atmospheric pollution, particulate matter, air quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação do perfil vertical de temperatura na atmosfera.	6
Figura 2. Processos físicos das partículas na atmosfera.	8
Figura 3. Esquema da variação diurna da estrutura da CLA.	10
Figura 4. Poluentes primários e secundários.	12
Figura 5. Reações do O ₃ estratosférico na atmosfera.	16
Figura 6. Os movimentos físicos e a acumulação de contaminates após a emissão.	18
Figura 7. Estágios da modelagem de dispersão de poluentes.	28
Figura 8. Eixos de uma pluma gaussiana de uma fonte de altura geométrica de 20 m e altura efetiva de 40 m.	30
Figura 9. Esquema teórico de categorias de estabilidades baseadas no gradiente de temperatura virtual.	35
Figura 10. Curvas de Pasquill-Guifford para os coeficientes σ_y e σ_z	36
Figura 11. Fotografia registrada momentos após uma explosão ocorrida em 15/05/2019.	46
Figura 12. Fotografia compartilhada em 15/05/2019 por Leila Torres Avila, moradora do Bairro Rústico, em Volta Redonda.	46
Figura 13. Fotografia registrada pelo Perito Criminal Pedro Salim, morador do bairro Jardim Amália, na cidade de Volta Redonda.	47
Figura 14. Imagem retirada de vídeo compartilhado acompanhado de título “pó de minério da CSN, varrem 3 a 4 kg por dia”.	47
Figura 15. Fluxograma do modelo desenvolvido neste estudo usando o Matlab e o RStudio.	51
Figura 16. Localização dos processos industriais do complexo siderúrgico.	53
Figura 17. Rosas dos ventos para o período de 2007 a 2016 separadas por estações de monitoramento e por estação do ano utilizando a função <i>windRose</i> do pacote <i>Openair</i> do programa R.	59
Figura 18. Rosas dos ventos para o período de 2007 a 2016 separadas por estações e por ano utilizando a função <i>windRose</i> do pacote <i>Openair</i> do programa R.	60
Figura 19. Gráfico de concentração de MP ₁₀ e vento para a estação de Retiro utilizando a função <i>polarPlot</i> do pacote <i>Openair</i> do programa R.	62
Figura 20. Gráfico de concentração de MP ₁₀ e vento para a estação de Belmonte utilizando a função <i>polarPlot</i> do pacote <i>Openair</i> do programa R.	63
Figura 21. Gráfico de concentração de MP ₁₀ e vento para a estação de Santa Cecília utilizando a função <i>polarPlot</i> do pacote <i>Openair</i> do programa R.	64
Figura 22. Isolinhas de concentração de MP ₁₀ para simulações de ventos de NO de 1,0 ms ⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	65
Figura 23. Isolinhas de concentração de MP ₁₀ para simulações de ventos de NO de 2,5 ms ⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	66
Figura 24. Isolinhas de concentração de MP ₁₀ para ventos de NO de 2,5 ms ⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	67
Figura 25. Isolinhas de concentração de MP ₁₀ para simulações de ventos de NO de 3,5 ms ⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	67

Figura 26. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	68
Figura 27. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de NO de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.....	69
Figura 28. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	69
Figura 29. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de NO de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.....	70
Figura 30. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	71
Figura 31. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	72
Figura 32. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.....	73
Figura 33. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	73
Figura 34. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	74
Figura 35. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.....	75
Figura 36. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	75
Figura 37. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	76
Figura 38. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	77

Figura 39. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	78
Figura 40. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	78
Figura 41. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	79
Figura 42. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	80
Figura 43. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	81
Figura 44. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	81
Figura 45. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	82
Figura 46. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	83
Figura 47. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	84
Figura 48. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	84
Figura 49. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de SE de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	85
Figura 50. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de SE de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	86
Figura 51. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	86

Figura 52. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.....	87
Figura 53. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de SE de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.....	87
Figura 54. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de noroeste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	90
Figura 55. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de noroeste de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	91
Figura 56. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de noroeste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	92
Figura 57. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de sudeste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	93
Figura 58. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de sudeste de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	94
Figura 59. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de sudeste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	95
Figura 60. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Retiro para simulações de ventos de noroeste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	96
Figura 61. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Retiro para simulações de ventos de noroeste de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	97
Figura 62. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Retiro para simulações de ventos de noroeste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	98
Figura 63. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Retiro para simulações de ventos de leste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	99
Figura 64. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Retiro para simulações de ventos de leste de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	100

Figura 65. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Retiro para simulações de ventos de leste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	101
Figura 66. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de leste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	102
Figura 67. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de leste de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	103
Figura 68. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de leste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	104
Figura 69. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de sudeste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	105
Figura 70. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de sudeste de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	106
Figura 71. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de sudeste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.	107

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Fenômenos e escalas de fenômenos atuantes na CLA.9
- Tabela 2.** Classificação dos poluentes atmosféricos.13
- Tabela 3.** Padrões de qualidade do ar estipulados pela U.S. EPA.21
- Tabela 4.** Padrões de qualidade do ar estipulados pela União Européia.22
- Tabela 5.** Padrões de qualidade do ar estipulados pela OMS.23
- Tabela 6.** Padrões de qualidade do ar segundo a Resolução CONAMA 491/18.25
- Tabela 7.** Categorias de Estabilidade de Pasquill.35
- Tabela 8.** Coeficientes de dispersão para ambiente urbano por Briggs (para distâncias entre 100 e 10.000 m).36
- Tabela 9.** Coeficientes de dispersão para ambiente rural por Briggs (para distâncias entre 100 e 10.000 m).36
- Tabela 10.** Ajuste de McElroy-Pooler para os coeficientes de dispersão usando as fórmulas de Briggs.37
- Tabela 11.** Configurações dos parâmetros do modelo utilizadas neste estudo.54
- Tabela 12.** Fontes de emissões de poluentes atmosféricos do complexo industrial numeradas em grupos de 01 a 08.55
- Tabela 13.** Fontes de emissões de poluentes atmosféricos do complexo industrial numeradas em grupos de 09 a 18.56
- Tabela 14.** Dados meteorológicos das três estações de monitoramento.58
- Tabela 15.** Classificação dos dados por estação do ano e período do dia para a região do complexo.61
- Tabela 16.** Síntese dos principais parâmetros estatísticos da série de concentrações de MP_{10} de janeiro de 2007 a dezembro de 2016..62
- Tabela 17.** Valores de concentrações máximas, mínimas e as médias para as simulações de ventos predominantes de NO realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.70
- Tabela 18.** Valores de concentrações máximas, mínimas e as médias para as simulações de ventos predominantes de N realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.76
- Tabela 19.** Valores de concentrações máximas, mínimas e as médias para as simulações de ventos predominantes de E realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.82
- Tabela 20.** Valores de concentrações máximas, mínimas e as médias para as simulações de ventos predominantes de SE realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.88
- Tabela 21.** Números de violações dos padrões PI-1 e PF da resolução CONAMA 491/2018 nas estações de Belmonte, Retiro e Santa Cecília nas simulações realizadas.108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADMS – *Atmospheric Dispersion Modeling System*
ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico
ASAS – Alta Subtropical do Atlântico Sul
BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno
CLA – Camada Limite Atmosférica
CLC – Camada Limite Convectiva
CLE – Camada Limite Estável Noturna
CLP – Camada Limite Planetária
CM – Camada de Mistura
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
COV – Compostos Orgânicos Voláteis
CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CR – Camada Residual
CSN – Companhia Siderúrgica Nacional
CTDMPLUS – *Complex Terrain Dispersion*
DCV – Doenças ardiovasculares
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
INEA – Instituto Estadual do Ambiente
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*
IPPS – *Industrial Pollution Projection System*
ISC3 – *Industrial Source Complex*
MM5 – *PSU/NCAR Mesoscale Model 5*
MP – Material Particulado
MPE-RJ – Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro
MPF – Ministério Público Federal
NAAQS – *National Ambient Air Quality Standards*
OMS – Organização Mundial da Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
PF – Padrão Final
PI – Partículas Inaláveis
PI-1 – Padrão Inicial 1
PIB – Produto Interno Bruto
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PTS – Particulado Total em Suspensão
RIMA - Relatório de Impacto Ambiental
U.S. EPA – *United States Environmental Protection Agency*
UE – União Européia

UTM – *Universal Transverse Mercator*
UV-B – Raios ultravioletas biologicamente prejudiciais

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURASvii

LISTA DE TABELASxii

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLASxiii

1 INTRODUÇÃO1

2 OBJETIVOS4

2.1. OBJETIVO GERAL4

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS4

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA5

3.1. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA5

3.1.1. **Processos físicos e químicos na atmosfera**5

3.1.2. **Camada limite e processos turbulentos**8

3.1.3. **Classificação dos Poluentes Atmosféricos**10

3.1.4. **Poluentes Regulados**14

3.2. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR20

3.3. MODELOS MATEMÁTICOS25

3.4. MODELOS DE QUALIDADE DO AR26

3.4.1. **Modelo matemático da Pluma Gaussiana**29

3.5. CLASSES DE ESTABILIDADE E COEFICIENTES DE DISPERSÃO
ATMOSFÉRICA33

3.6. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS SIDERÚRGICOS37

3.6.1. **Produção de Ferro e Aço**37

3.7. **Fatores de Emissão**39

4 ÁREA DE ESTUDO42

4.1. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA42

4.2. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL43

5 DESENVOLVIMENTO DO MODELO49

5.1. ESTRUTURA DO MODELO49

5.2. CONFIGURAÇÕES E APLICAÇÃO DO MODELO51

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES57

6.1. ANÁLISE DOS DADOS METEOROLÓGICOS57

6.2. ANÁLISE DOS DADOS DE MONITORAMENTO DE MP₁₀61

6.3. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES64

6.3.1. Curvas de Isoconcentração de MP₁₀65

6.3.2. Atendimento dos padrões de qualidade do ar89

7 CONCLUSÃO109

REFERÊNCIAS112

APÊNDICE A – RESULTADOS DA MODELAGEM DE DISPERSÃO DE MATERIAL PARTICULADO119

ANEXO A - Tabelas de emissões da indústria siderúrgica por área produtiva170

(CH2MHILL, 2011)170

1 INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é um dos temas ambientais mais debatidos no mundo nas últimas décadas. Os principais fatores são o crescimento industrial, o aumento da frota de veículos e significativa correlação de doenças respiratórias, cardiovasculares e neurológicas à inalação desses poluentes (WHO, 2000).

Um estudo realizado por pesquisadores do Instituto Max Planck de Química estima que 8,79 milhões de pessoas morram por ano em decorrência de doenças cardiovasculares (DCV), com uma incerteza de $\pm 50\%$, causando uma redução da expectativa de vida em 2,2 anos na Europa (LELIEVELD *et al.*, 2019) Os autores afirmam que a concentração máxima permitida de material particulado inalável deveria ser abaixo de $10 \mu\text{g m}^{-3}$, o que reduziria em aproximadamente 95% das taxas de mortalidade. Especialistas europeus em DCV também alertam para o crescimento da utilização de partículas ultrafinas (nanopartículas) e a ausência de parâmetros para a emissão desse tipo de material e para a composição química do particulado.

Estima-se que um terço da população europeia vive em zonas urbanas expostas a níveis de poluentes atmosféricos que excedem os padrões de qualidade do ar da União Europeia (EU) e cerca de 90% está exposta a níveis considerados prejudiciais à saúde de acordo com os critérios mais rigorosos baseados nas recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) (NEWBY *et al.*, 2015). As taxas de perdas em saúde e mortalidade precoce são ainda maiores em regiões demograficamente mais densas e com altas concentrações de material particulado e ozônio troposférico, como na China e Índia (OECD, 2016).

Gouveia e colaboradores (2006, p. 2642 et seq.) em seu estudo na cidade de São Paulo (SP), identificaram a associação de material particulado inalável ao incremento de 4,6% nas internações por asma em crianças, de 4,3% por doença pulmonar obstrutiva crônica em idosos e de 1,5% por doença isquêmica do coração também em idosos.

Além das perdas em saúde humana, o impacto ambiental da poluição atmosférica também é relevante. O acúmulo desses poluentes na atmosfera e consequente deposição causa a acidificação dos meios no solo e nos corpos

hídricos e afeta a capacidade de fotossíntese, provocando a queda da produtividade agrícola, além da alteração do equilíbrio da ciclagem de nutrientes (EVANS, 1982) e são responsáveis por fenômenos como *smog* fotoquímico¹, deposição ácida, depleção de ozônio estratosférico e o aquecimento global. (SEINFELD e PANDIS, 2006).

Os impactos ambientais e na saúde humana do aumento de material particulado também trazem efeitos econômicos preocupantes. Estima-se que o valor líquido médio dos custos do aquecimento global como um todo são de US\$ 69 trilhões, respectivamente, em relação a 1961-1990 (HOEGH-GULDBERG *et al.*, 2018). Em relação à poluição material particulado, somente os custos de saúde pública foram estimados em US\$ 21 bilhões em 2015², passando para US\$ 176 bilhões em 2060. Os impactos no mercado, que incluem redução da capacidade produtiva, despesas com saúde pública e redução da produção agrícola, são projetados para aumentar gradualmente os custos econômicos globais da poluição para 1% do Produto Interno Bruto (PIB) global até 2060 (OECD, 2016).

Entre as principais fontes antropogênicas (não naturais) do aumento do material particulado na atmosfera podemos destacar a queima de combustíveis fósseis, as emissões originadas por queimas em incineradores, ressuspensão pelo tráfego urbano e nas atividades da construção civil e metalúrgica.

Em 2008, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divulgou um projeto piloto com a aplicação da metodologia IPPS (*Industrial Pollution Projection System*) do Banco Mundial ao Estado do Rio de Janeiro, que apresentou uma estimativa de emissão de partículas inaláveis (PI) de 19191 t ao ano, sendo a produção de minerais não-metálicos responsável por 59% e a metalurgia por 25% das emissões. As indústrias metalúrgicas dos municípios de Volta Redonda, Barra Mansa e Barra do Piraí – todos localizados no médio Paraíba do Sul - contribuem com mais de 50% do potencial poluidor de material particulado inalável do estado (IBGE, 2008).

1 Do inglês, “smoke and fog”, fumaça e nevoeiro. Trata-se de um fenômeno atmosférico propiciado pela estabilidade atmosférica, comumente na presença de inversão térmica, no qual poluentes atmosféricos se acumulam próximo à superfície, misturando-se à névoa úmida e reduzindo a visibilidade.

2 Taxas de câmbio constantes de dólar americano e PPP (paridade de poder de compra) em 2010.

Entre os processos da indústria metalúrgica que mais produzem emissões de material particulado são os processos de produção do coque, aciaria e a geração de energia através das centrais termelétricas. O material particulado proveniente das emissões contém usualmente alumínio, ferro, cálcio, silício e oxigênio, na forma tanto de óxidos como de silicatos (CH2MHILL, 2011).

Os instrumentos da gestão ambiental, como o licenciamento ambiental, previstos na legislação brasileira, atuam para minimizar ou cessar os feitos nocivos das atividades humanas potencialmente poluidoras, como as atividades siderúrgicas. Entre essas ferramentas, uma das mais importantes é o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), cuja principal função é descrever as atividades a serem desenvolvidas, as alternativas tecnológicas, os impactos positivos e negativos da implantação do empreendimento e as medidas mitigadoras ou compensatórias.

O EIA/RIMA necessariamente deve apresentar o diagnóstico ambiental da região e também um prognóstico para a situação futura após as atividades iniciadas. Nesse contexto, a modelagem ambiental é um recurso valioso para a elaboração deste prognóstico, pois permite a quantificação de parâmetros, a composição de cenários e hipóteses e o auxílio à decisão de uma alternativa construtiva ou tecnológica em detrimento de outras (IAIA, 2015).

Apesar das limitações inerentes a uma aproximação simplificada dos processos reais, a modelagem é um recurso muito útil e de custo baixo, principalmente quando consideramos às sanções financeiras impostas às indústrias que violam os padrões estipulados na legislação brasileira.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é apresentar um ferramenta computacional para realizar simulações de dispersão de poluentes atmosféricos de múltiplas fontes pontuais.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) avaliar a qualidade do ar da cidade de Volta Redonda (RJ), utilizando dados experimentais de monitoramento de três estações localizadas no entorno de um complexo siderúrgico localizado no município;
- b) criar uma ferramenta para simulações de dispersão de poluentes atmosféricos provenientes de fontes fixas pontuais utilizando o modelo de pluma gaussiana, construída em combinação de duas plataformas, o MATLAB® e o Rstudio®;
- c) aplicar a ferramenta construída e simular a dispersão de material particulado inalável (MP_{10}) provenientes do complexo siderúrgico sobre a região, avaliando diferentes combinações de direção e velocidade do vento, estabilidade atmosférica e alturas efetivas de emissão;
- d) verificar o atendimento aos padrões de qualidade do ar estipulados pela legislação brasileira.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

3.1.1. Processos físicos e químicos na atmosfera

A atmosfera terrestre é dividida em camadas verticais, conforme apresentado na Figura 1, determinadas pelo perfil de temperatura absoluta média nela encontrada, sendo elas:

- a) troposfera: a camada inferior da atmosfera mais próxima à superfície. Sua espessura varia de 9 a 16 km aproximadamente, menor nos pólos e maior próximo ao Equador. Nesta camada a temperatura diminui com a altura, a uma taxa aproximada de $6,5 \text{ }^{\circ}\text{C km}^{-1}$. Processos de convecção e de advecção são os maiores responsáveis pela mistura do ar nessa camada. Como grande parte as emissões ocorrem próximo à superfície, a maioria dos processos físicos e químicos que envolvem os poluentes atmosféricos ocorrem na troposfera. O topo desta camada apresenta uma temperatura constante e é chamada de tropopausa;
- b) estratosfera: camada localizada após a tropopausa, variando de 10 km a aproximadamente a 50 km de altitude. Na estratosfera, a temperatura aumenta com a altura, propiciando uma inversão térmica, mantendo a camada estável por este motivo. Além disso, pela ausência de nuvens e precipitação, os poluentes que atingem a estratosfera são mais difíceis de serem removidos, ocorrendo mais reações químicas devido à alta disponibilidade de radiação solar. A parte inferior desta região contém o camada de ozônio estratosférico, que absorve os raios ultravioletas biologicamente nocivos (UV-B). O topo desta camada apresenta uma temperatura constante e é chamada de estratopausa;
- c) mesosfera: estende-se desde o final da estratopausa (cerca de 50 km) até aproximadamente 90 km, onde a temperatura decai novamente com a altura. Abarca grande parte da chamada quimiosfera, região da alta atmosfera onde se produzem reações fotoquímicas e parte da ionosfera, camada composta de íons e plasma, e que, devido à sua

composição, reflete ondas de rádio, sendo de interesse para as comunicações;

- d) termosfera: a camada mais exterior da atmosfera (90-120km), onde a gradiente de temperatura volta a ser positivo, e compreende parte da ionosfera (até 100 km) (SEINFELD, 2012;VALLERO, 2014).

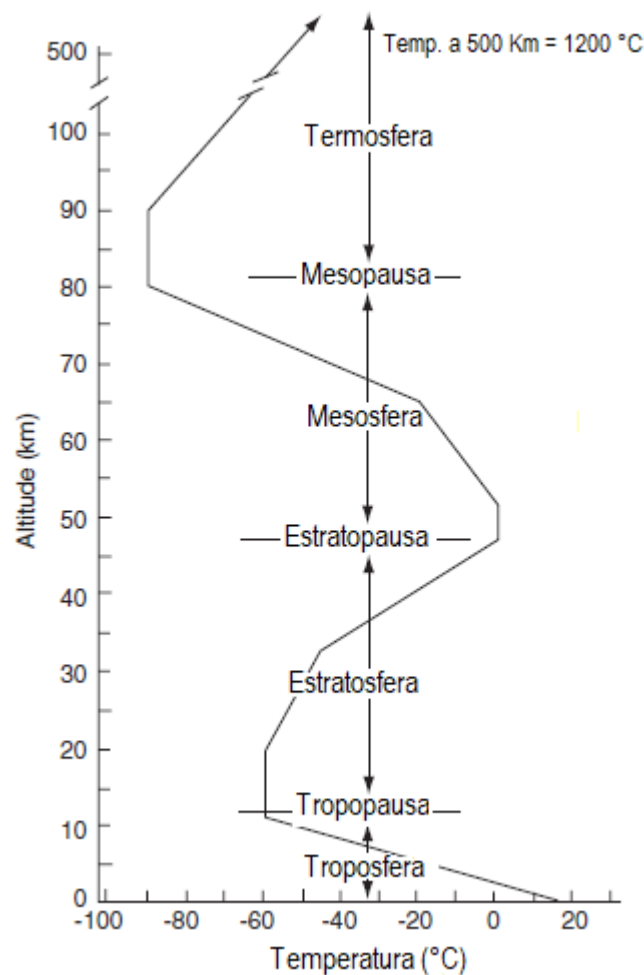


Figura 1. Variação do perfil vertical de temperatura na atmosfera.
Fonte: Adaptado de GODISH, 2003.

As concentrações de poluentes na atmosfera são, portanto, resultados de interações químicas e movimentos constantes, principalmente na troposfera e estratosfera, e são determinadas majoritariamente pelo processos de transporte, difusão, transformação química e deposição no solo (SEINFELD, 2012).

O transporte é o processo no qual o deslocamento de massas de ar carregam espécies de gás e partículas de uma região da atmosfera para outra. O transporte aumenta a dispersão dos poluentes, chegando a ordem de

centenas a milhares de quilômetros e facilita a interação entre poluentes de diferentes fontes. A difusão consiste no espalhamento do poluente por mistura turbulenta e quando a velocidade do vento é baixa, predominando pequenos deslocamentos moleculares, de caráter aleatório, das substâncias em fase gasosa e partículas muito pequenas, das áreas de maiores concentrações para as de menores (BOUBEL *et al.*, 1994; GODISH, 2003; VALLERO, 2014).

A deposição consiste na remoção das partículas da atmosfera, usualmente por deposição seca ou sedimentação, nas quais o peso da partícula força o movimento vertical para baixo, acumulando sobre a superfície terrestre, ou deposição úmida, na qual moléculas de água agregam-se a estrutura da partícula e em dado momento, precipitando em forma de chuva ou neve. (GODISH, 2003). As transformações químicas dos poluentes atmosféricos de maior interesse neste estudo serão tratadas no item 3.2.4.

A Figura 02 apresenta os processos que ocorrem com as partículas presentes na atmosfera em função do seu tamanho. Partículas coloidais pequenas estão mais sujeitas a sofrerem processos de difusão enquanto as menores tendem a cogular e formar partículas maiores. As que já atingiram um tamanho maior, tendem a sedimentarem ou serem removidas como núcleos de condensação (VALLERO, 2014).

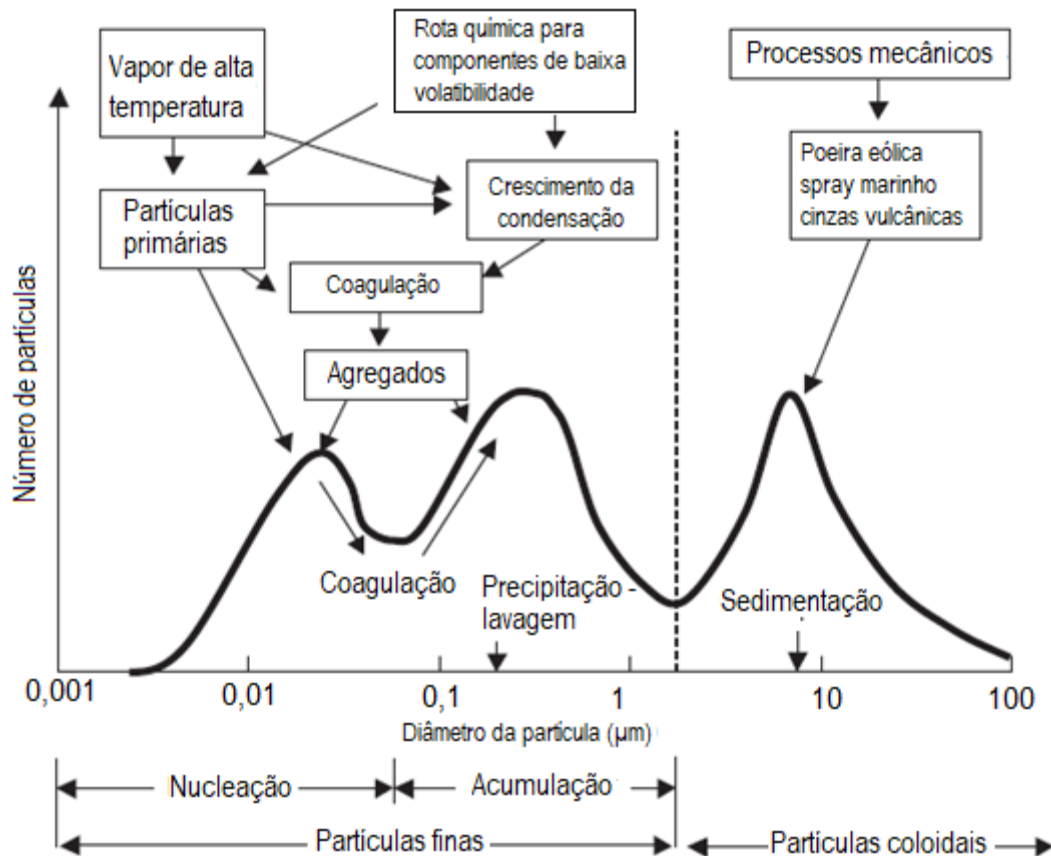


Figura 2. Processos físicos das partículas na atmosfera.
 Fonte: Adaptado de VALLERO, 2014.

3.1.2. Camada limite e processos turbulentos

A camada limite atmosférica (CLA) ou camada limite planetária (CLP) é a região da atmosfera diretamente influenciada pela superfície terrestre. Na CLA ocorrem as transformações de momentum, energia e massa e corresponde a uma camada de 1 a 2 km acima do nível do solo (GODISH, 2003).

Nesta camada, os deslocamentos de massas de ar são afetados pelo aquecimento do ar em contato com a superfície e pela forma que ela apresenta. Esses efeitos, que causam movimentos aleatórios e desordenados do escoamento atmosférico, são chamados turbulentos, e ocorrem numa escala temporal de minutos a algumas horas. Força que induzem estas trocas entre a atmosfera e a superfície incluem atrito, a evaporação, a evapotranspiração, a transferência de calor, inversões térmicas e as circulações influenciadas pelas características topográficas do local (VALLERO, 2014).

Na CLA, os fenômenos atmosféricos de várias escalas espaciais e temporais atuam simultaneamente, o que, sob certas combinações, pode facilitar o acúmulo ou a dispersão de poluentes atmosféricos próximo ao solo, expondo o meio ambiente e seres humanos a concentrações insalubres (GODISH, 2003). A Tabela 1 apresenta alguns dos fenômenos que atuam na CLA e suas respectivas escalas temporais e espaciais.

Tabela 1. Fenômenos e escalas atuantes na CLA.
Fonte: Adaptado de GODISH, 2003.

Escala	Área Geográfica (km ²)	Período	Fenômenos
Microescala	2-15	Minutos	Movimento de dispersão da pluma Turbulências
Mesoescala	15-160+	Horas a dias	Brisas marítimas, lacustres e de vale-montanhas
Sinótica	>10 ⁶	Dias	Sistemas permanentes, semipermanentes e transientes de alta e baixa pressão Frentes frias e quentes
Planetária		Semanas a meses	Células de circulação de Hadley Tempestades Tropicais Jatos de altos níveis Frentes frias e quentes

A espessura da CLA pode variar conforme a latitude, a estação do ano e o horário do dia. Por ser função da temperatura, a variação ocorre mais sobre os continentes que os oceanos. A Figura 3 mostra a variação da espessura e estrutura da CLA para um ciclo de 24 horas.

A estrutura da CLA em um dia quente e claro é formada basicamente por uma camada limite convectiva (CLC) ou camada de mistura (CM). Nessa camada, a superfície aquece o ar por baixo, transferindo calor por convecção para as camadas superiores. O perfil do vento médio é aproximadamente logarítmico permanecendo constante quando o atrito com a superfície torna-se desprezível. Este gradiente de velocidade cria um *cisalhamento*³ que, associado ao movimento convectivo, é responsável pela presença de turbulência na camada de mistura diurna. No topo, ocorre uma inversão do

³ Define-se cisalhamento do vento mudanças na direção e/ou velocidade que ocasionam a formação de vórtices e de turbulência em vários níveis da atmosfera.

perfil de temperatura, chamada zona de entranhamento, que funciona como um tamponamento para as massas de ar quente ascendentes (GODISH, 2003).

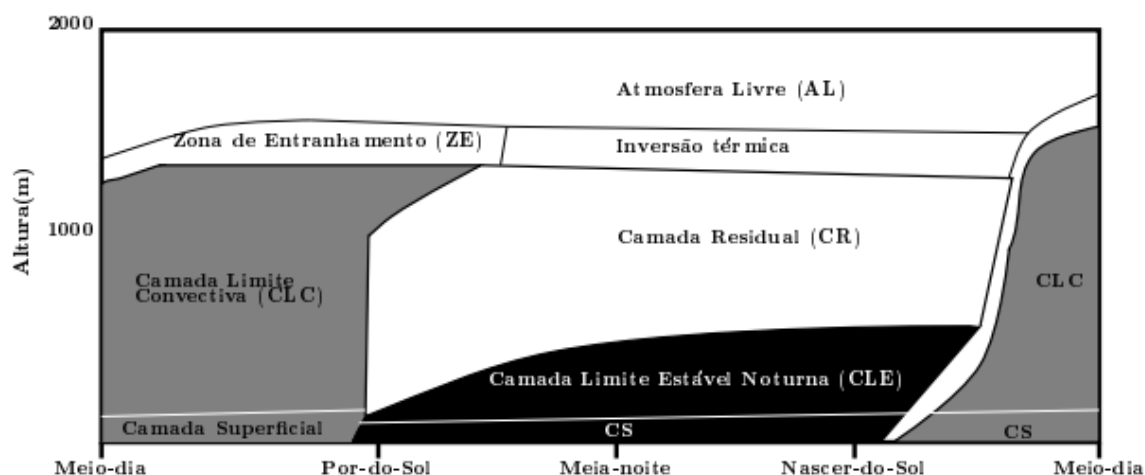


Figura 3. Esquema da variação diurna da estrutura da CLA.

Fonte: SILVA, 2014.

Quando a radiação solar enfraquece, o fluxo vertical de calor que ocorria naquela camada convectiva enfraquece, gerando um fluxo oposto, enquanto o perfil de temperatura vai lentamente se invertendo e o movimento convectivo cessa. Esta camada limite estável noturna (CLE) é bem mais baixa que a CLC e apresenta pouca turbulência, possuindo eventualmente mais em uma camada residual (CR) transitória acima da CLE. No dia seguinte, com o nascer do sol e dependendo das condições de tempo, o mesmo ciclo se reinicia. (STULL, 1988). A influência da estabilidade atmosférica da CLA será abordada no item 3.6 (Classes de Estabilidade Atmosférica e Coeficientes de Dispersão).

3.1.3. Classificação dos Poluentes Atmosféricos

Grande parte dos compostos emitidos pelas atividades antropogênicas apresentam estrutura molecular relativamente simples, como o dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO_2) e dióxido de nitrogênio (NO_2) provenientes da combustão, sulfeto de hidrogênio (H_2S), amônia (NH_3), cloreto de hidrogênio (HCl), e fluoreto de hidrogênio (HF), a partir de diversos processos industriais (BOUBEL *et al.*, 1994). Esses poluentes emitidos diretamente das fontes são chamados poluentes primários, e por sua vez, os poluentes secundários são as substâncias formadas a partir de reações

químicas entre os poluentes primários e os constituintes da atmosfera não poluída (Figura 4).

Em relação à sua composição química, os poluentes são classificados como orgânicos, quando contêm, necessariamente, carbono e hidrogênio em sua estrutura, ou inorgânicos, quando compostos por substâncias não orgânicas, como minerais e metais. Como exemplo de poluentes orgânicos pode-se citar hidrocarbonetos (metano), cetonas e aldeídos; como exemplo dos inorgânicos tem-se os óxidos de enxofre (SO_x) e nitrogênio (NO_x) e ainda CO_2 e CO. Alguns autores ainda classificam em espécies orgânicas oxidadas (carbonilas, nitratos orgânicos), espécies fotoquimicamente ativas (NO_2 , formaldeído), ácidos (H_2SO_4), bases (NH_3), sais (NH_4HSO_4) e espécies reativas instáveis (NO_2 eletricamente excitado, $\text{HO}\cdot$ radical) (MANAHAN, 2001). Exemplos de classificação dos poluentes atmosféricos são apresentados na Tabela 02.

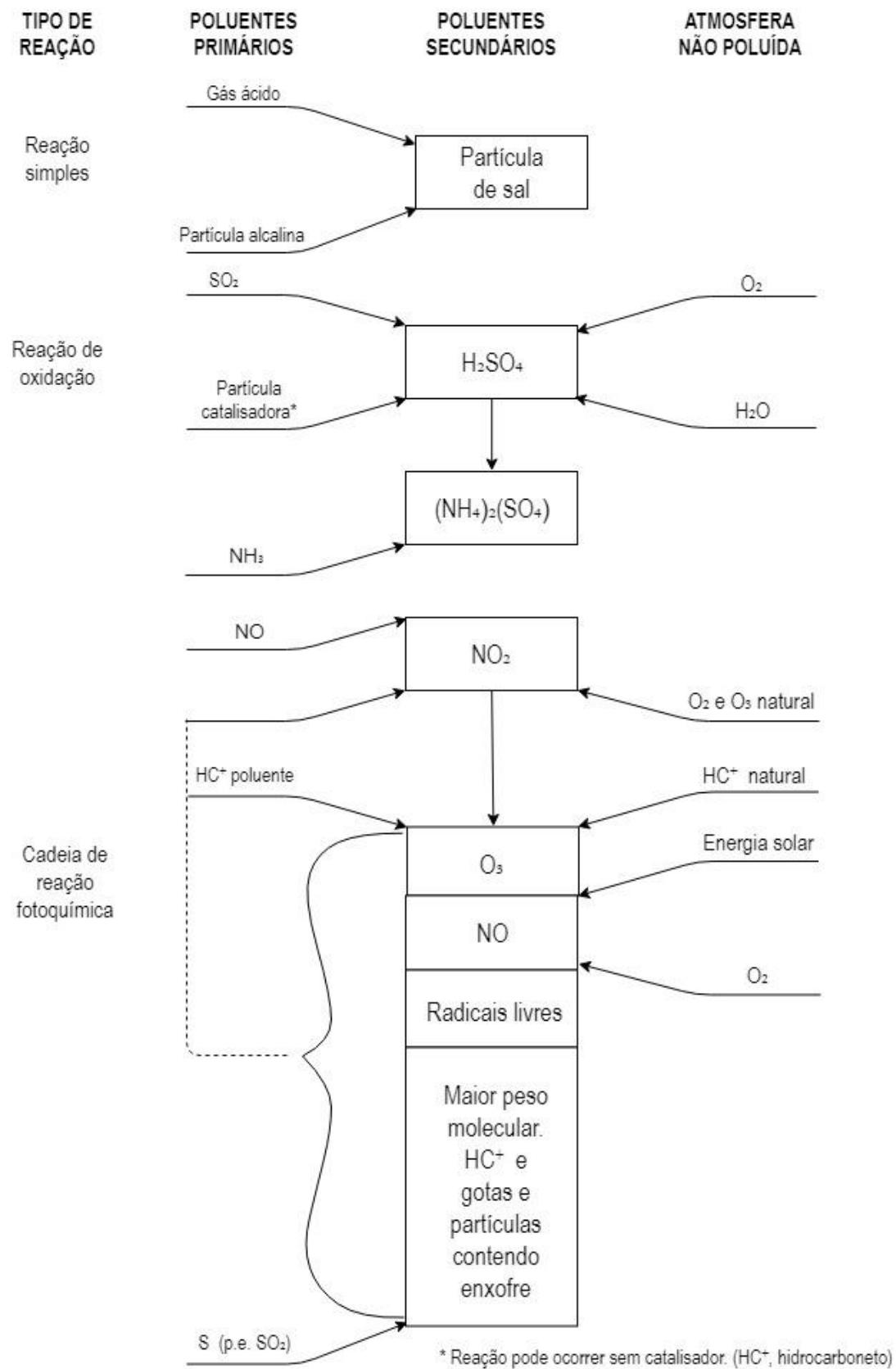


Figura 4. Poluentes primários e secundários.
 Fonte: Adaptado de BOUBEL *et al.*, 1994.

Tabela 2. Classificação dos poluentes atmosféricos.Fonte: BOUBEL *et al* (1994); SEINFELD (2012); VALLERO (2014).

Classificações	Poluentes	Classificações	Poluentes
Material Particulado	Poeiras Fumos Fumaça Névoas	Gases e Vapores	CO, CO ₂ SO ₂ , O ₃ HC, NH ₃ , H ₂ S
Poluentes primários	CO, SO ₂ , NH ₃ H ₂ S, CH ₄	Compostos de enxofre	SO ₂ , SO ₃ H ₂ S, Sulfatos
Poluentes secundários	O ₃ Aldeídos Sulfatos Nitratos orgânicos	Compostos Nitrogenados	NO, NO ₂ , HNO ₃ NH ₃ Nitratos
Poluentes orgânicos	HC Aldeídos Partículas orgânicas Nitratos orgânicos	Compostos orgânicos	HC Aldeídos Álcoois
Poluentes inorgânicos	CO, CO ₂ , NO _x Poeira Mineral Névoas Ácidas e Alcalinas	Compostos halogenados	HCL, HF, CFC Cloretos Sulfetos

Os poluentes também podem ser classificados quanto estado físico (gases, vapores e partículas). As partículas são compostas por materiais líquidos e sólidos como poeiras, neblina e fumaça. Os gases e vapores são formados por moléculas mais energéticas, sem forma e volume definidos. Os poluentes gasosos mais comuns são CO e vapores de hidrocarbonetos (PEAVY, 1985 apud MERIGUE, 2016).

Os poluentes que são comumente encontrados na atmosfera e que possuem um interesse científico especial, seja devido aos prejuízos à saúde, ao meio ambiente e ou por causarem perdas materiais, são chamados de poluentes regulados (ou no inglês *criteria air pollutants*) (VALLERO, 2014). No Brasil, tais poluentes são controlados pela Resolução CONAMA 491 de 19 de novembro de 2018 (CONAMA, 2018) e serão abordados a seguir.

3.1.4. Poluentes Regulados

3.1.4.1. Dióxido de Enxofre (SO₂)

O dióxido de enxofre (SO₂) é um gás incolor, não inflamável e não explosivo, mas com um odor azedo. É um gás relativamente estável e pode permanecer na atmosfera por dias e é o principal composto presente entre os óxidos de enxofre (SO_x) (SEINFELD, 2012).

O SO₂, juntamente com sais ácidos (como o NH₄HSO₄), são importantes fatores da deposição úmida, através da chamada precipitação (ou chuva) ácida (quando apresenta pH inferior a 5,6), que causa diversos problemas ambientais a níveis continentais, podendo se espalhar por áreas de várias centenas a vários milhares de quilômetros em poucos dias (MANAHAN, 2001), causando danos às estruturas superiores da vegetação, acidificação dos solos com a lixiviação dos nutrientes, acidificação das águas superficiais e subterrâneas afetando a produtividade primária, e conseqüentemente o consumo humano e a população marinha, e corrosão de monumentos históricos e obras civis (BRAGA *et al.*, 2005 apud MERIGUE, 2016).

O dióxido de enxofre encontrado na atmosfera é majoritariamente proveniente da combustão de elementos fósseis, como carvão e petróleo, e têm como fontes principais os automóveis e centrais termelétricas e oxidação de minerais sulfurosos ou refino de petróleo.

Os principais efeitos na saúde humana estão associados a problemas respiratórios em pessoas saudáveis, devido principalmente a atividades físicas intensas levando a um aumento da ventilação, com conseqüente aumento da absorção nas regiões mais distais do pulmão (BRAGA *et al.*, 2001), e o agravamento para pessoas com bronquite e asma (LORA, 2002 apud MOREIRA e TIRABASSI, 2004).

3.1.4.2. Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

O dióxido, bem como outros óxidos de nitrogênio, possuem como principal fonte antropogênica a combustão de elementos fósseis. A formação do NO_2 pode ocorrer devido à presença de nitrogênio nos combustíveis utilizados ou a própria presença do ar atmosférico no processo de combustão pode acarretar na formação do poluente (BRAGA *et al.*, 2005 apud MERIGUE, 2016), sendo o principal composto presente entre os óxidos de nitrogênio (NO_x). Os NO_x , em especial o NO_2 , na atmosfera na presença de luz solar e dos compostos orgânicos voláteis são os precursores da formação do *smog* fotoquímico.

Os efeitos nocivos do *smog* fotoquímico ocorrem principalmente nas áreas de saúde e conforto humanos, danos aos materiais, efeitos na atmosfera e toxicidade para as plantas. O grau exato em que a exposição ao *smog* afeta a saúde humana não é conhecido, embora se suspeite de efeitos adversos substanciais principalmente às vias respiratórias, devido a toxicidade do ozônio presente no *smog* fotoquímico, como tosse, chiado, constrição brônquica e irritação no sistema respiratório mucoso em pessoas saudáveis com hábitos de exercícios (MANAHAN, 2001).

3.1.4.3. Monóxido de Carbono (CO)

O monóxido de carbono (CO) é um constituinte natural da atmosfera e considerado um poluente quando está presente em concentrações acima do normal. Quando em altas concentrações, é letal devido às suas características organolépticas (inodoro e incolor) e sua toxicidade, causando episódios relativamente comuns de mortes por asfixia em locais como garagens e ambientes conectados a exaustores de motores por combustão (MANAHAN, 2001).

A concentração atmosférica total de CO é estimada em aproximadamente 0,1 partes por milhão (ppm), correspondendo a 500 milhões de toneladas métricas de CO e apresentando um tempo médio de permanência de 30 a 90 dias (SEINFELD, 2012). As contribuições antropogênicas diretas de CO

para a atmosfera são calculadas em 500 a 600 Tg (teragramas ou milhões de toneladas) por ano e são relativamente constantes ano a ano. Em torno de 300 a 600 Tg/ano são produzidos pela queima de biomassa, um fonte irregular de CO dependendo de condições como a ocorrência de incêndios florestais (MANAHAN, 2001).

3.1.4.4. Ozônio (O_3)

O ozônio presente naturalmente em níveis estratosféricos, a aproximadamente 30 km de altitude, tem como função principal atuar como um “filtro” de radiação ultravioleta, absorvendo a maior parte da luz UV solar de comprimentos de onda entre 240 e 290 nm e de 290 a 320 nm UV-B, sendo chamado por este motivo de “bom ozônio” (BOUBEL *et al.*, 1994; SEINFELD, 2012; VALLERO, 2014). A Figura 05 apresenta um esquema simplificado das reações de O_3 estratosférico na atmosfera.

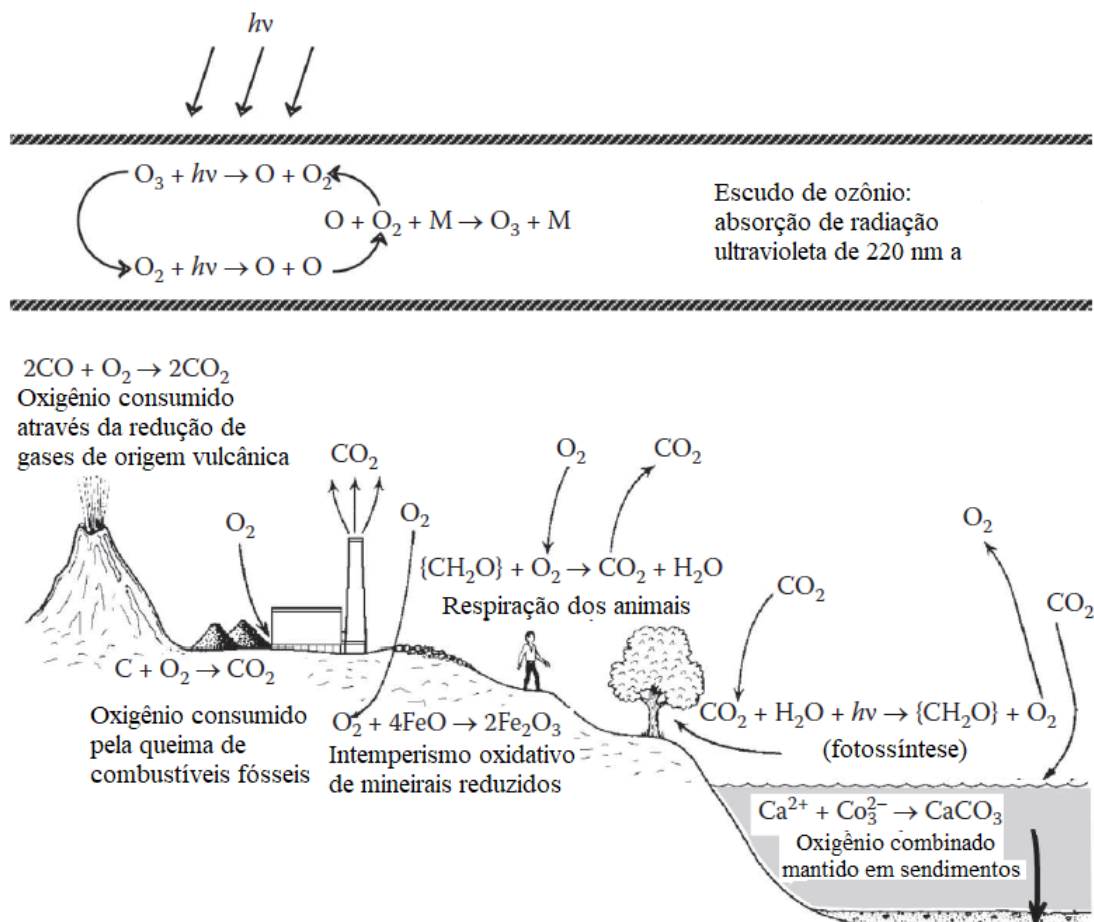


Figura 5. Reações do O₃estratosférico na atmosfera.

Fonte: Adaptado de MANAHAN, 2001.

O O₃ troposférico – o “mau ozônio” - é altamente reativo aos tecidos, causando danos florestais, redução da produção agrícola, e efeitos na saúde humana, especialmente doenças cardiopulmonares. Além disso, efeitos como degradação de borrachas e desbotamento de produtos químicos de acabamento foram observados a partir da combinação química de corantes e dióxido de nitrogênio e ozônio absorvido (BOUBEL *et al.*, 1994).

O ozônio é um potente oxidante, provoca lesão das células e atinge as porções mais distais das vias aéreas. Pessoas com asma, bronquite crônica e enfisema geralmente sentem efeitos mais graves em níveis de ozônio mais altos (BRAGA *et al.*, 2001). Estudos indicam que a exposição a concentrações de ozônio na faixa de 160 a 360 µgm⁻³ por um período de 1 a 8 horas reduz vários parâmetros da função pulmonar e a incidência de sintomas respiratórios (incluindo tosse, irritação da garganta, opressão torácica) também foram relatados na mesma faixa de exposições (EEA, 1998).

3.1.4.5. Material Particulado (MP)

O material particulado presente na atmosfera surge de fontes naturais, como poeira transportada pelo vento, spray marinho e partículas lançadas por erupções vulcânicas, e de atividades antrópicas, como resíduo da queima de combustíveis, atividades industriais diversas, como a mineração e a metalurgia, e construção civil. Elas podem ainda ser de origem biológica, como vírus, bactérias, fungos, protozoários, pólenes e metabólitos de microorganismos, e são chamados de bioaerossóis (MENETREZ *et al.*, 2009).

A definição técnica de aerossol é a suspensão de partículas finas sólidas ou líquidas em um gás, porém o uso comum refere-se ao aerossol como o componente sólido somente (SEINFELD, 2012). Emitido diretamente como partículas (aerossol primário) ou formado na atmosfera a partir de reações de poluentes primários (aerossol secundário), os aerossóis variam em tamanho de alguns nanômetros (nm) a dezenas de micrômetros (µm) de diâmetro. Quando em suspensão no ar, as partículas podem mudar de tamanho e composição por condensação de espécies de vapor ou por evaporação, coagulando com

outras partículas, por reação química ou por ativação na presença de supersaturação da água, tornando-se gotas de névoa ou de nuvem (núcleos de condensação), conforme apresentado na Figura 6 (SEINFELD, 2012).

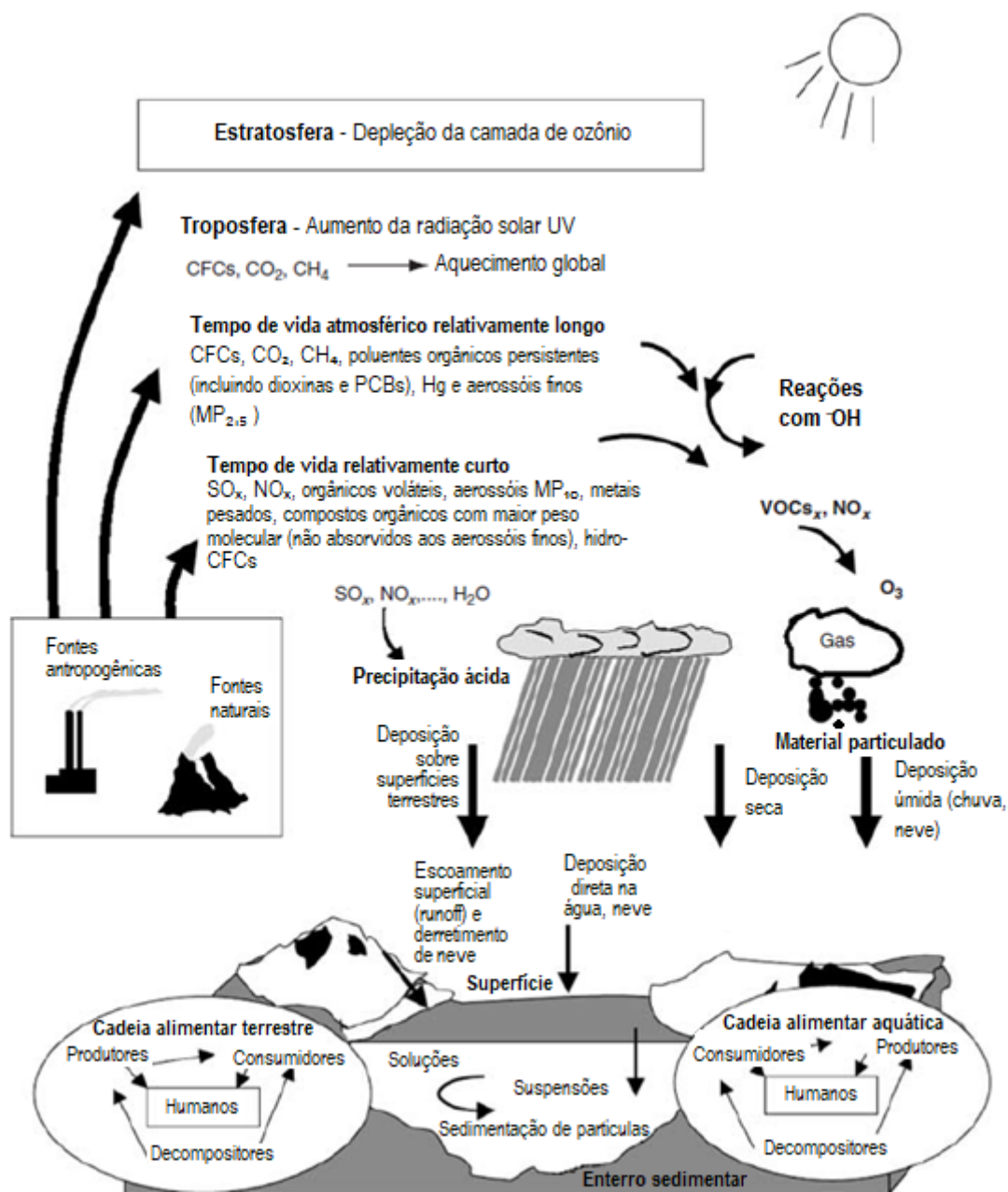


Figura 6. Os movimentos físicos e a acumulação de contaminantes após a emissão.
Fonte: Adaptado de VALLERO, 2008.

Como sua composição é altamente variável, para fins de monitoramento, a medida de controle para partículas mais comum é o índice MP, que representa a quantidade de material particulado de determinada granulometria presente em um volume de referência. As unidades utilizadas geralmente são microgramas de material particulado por metro cúbico de ar (μgm^{-3}), sendo

medido em sua base seca, descartando gotículas de água, flocos de neve, vapores aquosos e orgânicos, que são eliminados no processo de secagem (VALLERO, 2014),

A classificação mais utilizada divide o material particulado em suspensão em três grupos conforme o tamanho máximo das partículas. São eles:

- a) PTS (TPM, no inglês): partículas totais em suspensão, contabilizando todas as partículas com até 100 μm de diâmetro;
- b) MP_{10} (PM_{10} ou *coarse particles*): partículas com até 10 μm de diâmetro, também chamadas partículas Inaláveis (PI). Este grupo pode ser dividido em duas parcelas, uma que fica retida na parte superior do sistema respiratório, principalmente na boca e nas fossas nasais (inaláveis) e outra, mais fina, que atinge as vias respiratórias (torácica) (VALLERO, 2014);
- c) $\text{MP}_{2,5}$ ($\text{PM}_{2,5}$ ou *fine particles*): partículas com até 2,5 μm de diâmetro. Essencialmente o material particulado muito fino é produzido como poluente secundário de reações de gás precursores da formação de *smog* como nitrato, sulfato e amônio, metais, como zinco, cobre e chumbo e compostos orgânicos voláteis. Por serem muito finos, são altamente respiráveis, podendo atingir os alvéolos pulmonares e permanecer na atmosfera por alguns dias até semanas, sendo removidas da atmosfera pela chuva ou por deposição sobre superfícies como o solo ou a vegetação (MANAHAN, 2001; VALLERO, 2014).

O tamanho ou diâmetro da partícula é utilizado também para avaliar o potencial de sedimentação do material. Quanto maior o diâmetro maior será o seu potencial de sedimentação quando comparado às partículas de menores diâmetros (VALLERO, 2014). Em função de seu potencial de sedimentação, o material particulado pode ser classificado como suspenso ou sedimentável. Normalmente, as partículas enquadradas como sedimentáveis são aquelas que possuem diâmetro maior que 10 μm (VALLERO, 2014).

A dificuldade de caracterizar os componentes presentes no MP e de correlacionar com precisão a sua origem torna complexa a associação dos efeitos nocivos da presença de material particulado. Os componentes variam de substâncias quase neutras a altamente solúveis como o sulfato de amônio, o nitrato de amônio e o cloreto de sódio, partículas de fuligem compostas em

grande parte de carbono elementar revestido em compostos orgânicos, e essencialmente minerais insolúveis, como partículas de argila (HARRISON e YIN, 2000).

3.2. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

A preocupação com a poluição do ar nos grandes centros urbanos começou a ganhar projeção ao redor do mundo com outros episódios de *smog*, como o ocorrido em Donora, Pensilvânia, em 1948 (VALLERO, 2014), em um centro industrial na Alemanha, que vitimou 156 pessoas, no ano de 1962 e na cidade de Nova Iorque, nos Estados Unidos da América, ocorridos em 1953, 1963 e 1966.

O *smog* ocorrido em dezembro de 1952 na cidade de Londres, na Inglaterra, causou aproximadamente 12 mil mortes e deixou mais de 100 mil pessoas doentes em apenas alguns dias. O episódio conhecido como “*Big Smoke*”, traduzido para o português como “o Grande Nevoeiro”, consistiu numa mistura de fumaça e névoa, causadas pelas emissões da queima de carvão nos centros industriais e nos sistemas de aquecimento residenciais. Em 1954, Sir Hugh Beaver, presidente do Comitê de Poluição do Ar inglês, apresentou um relatório de investigação recomendando o controle de emissões industriais e poluição de aquecimento doméstico para eliminar o fumo negro, que resultou, em 5 de julho de 1956 na Lei do Ar Limpo válida em toda Grã-Bretanha (BEREND, 2006).

Nos EUA, o *Clean Air Act* (“Lei do Ar Limpo”), assinado originalmente em 1963, mas com emendas importantes em 1970, 1977 e 1990, estabeleceu os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar Ambiente (em inglês *NAAQS*) para controlar seis substâncias que passaram a ser denominadas “poluentes atmosféricos”, sendo eles o dióxido de enxofre, material particulado, dióxido de nitrogênio, monóxido de carbono, ozônio e chumbo. A lei também previa que os estados americanos deveriam implementar os padrões e aplicar controles para alcançá-los, sendo a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (U.S. EPA) responsável por desenvolver os padrões a partir do conhecimento científico de seus efeitos prejudiciais, assim como de gestão da qualidade do ar, acompanhamento das políticas estaduais, assim como a elaboração de

estudos, coleta e sistematização de dados, definição de diretrizes e regras de atendimento mínimo, e etc (SEINFELD, 2012; IEMA, 2012).

Segundo a U.S. EPA, os padrões são as concentrações limiares, portanto não são esperados efeitos adversos para os seres humanos e o meio ambiente expostos à concentrações com valores inferiores ao estipulado. A Tabela 3 apresenta os atuais valores estipulados como NAAQS.

Tabela 3. Padrões de qualidade do ar estipulados pela U.S. EPA.

Fonte: U.S. EPA, 2011.

Poluente	Primário e secundário (*)	Tempo de Amostragem	Concentração	Observação
CO (2011)	Primário	8h	9 ppm	Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano
		1h	35 ppm	
CHUMBO (2008)	Primário e secundário	Média móvel trimestral	0,15 $\mu\text{g m}^{-3}$	Não deve ser ultrapassado
NO ₂ (2010)	Primário	1h	100 ppb	Percentil 98 sobre médias de 3 anos
	Primário e secundário	Anual	53 ppb	Média anual
O ₃ (OZÔNIO - 2008)	Primário e secundário	8h	0,070 ppm	Quarta maior máxima média diária de 8 horas anual sobre médias de 3 anos
MP _{2,5} (2006)	Primário	Anual	12 $\mu\text{g m}^{-3}$	Média anual sobre médias de 3 anos
	Secundário	Anual	15 $\mu\text{g m}^{-3}$	Média anual sobre médias de 3 anos
	Primário e secundário	24h	35 $\mu\text{g m}^{-3}$	Percentil 98 sobre médias de 3 anos
MP ₁₀ (2006)	Primário e secundário	24h	150 $\mu\text{g m}^{-3}$	Não deve ser excedido mais de uma vez por ano sobre médias de 3 anos
SO ₂ (2010)	Primário	1h	75 ppb	Percentil 99 das máximas de 1h diária(s), média de 3 anos
	Secundário	3h	0,5 ppm	Não deve ser excedido mais de uma vez por ano

(*) Os padrões primários devem permitir uma margem adequada de segurança para proteção da saúde pública. Os padrões secundários devem ser adequados à proteção do bem-estar público, compreendendo, entre estes, os efeitos sobre a vegetação, colheitas, solos, águas, fauna, materiais sintéticos e a visibilidade.

Na União Europeia, os padrões de poluentes atmosféricos são chamados de “valores-limite” e “valores-alvo”. Ambos são definidos como a concentração limite para um dado poluente, estabelecida com base nos estudos científicos mais recentes visando evitar, prevenir ou reduzir efeitos prejudiciais sobre a saúde humana e sobre o meio ambiente como um todo (EC, 2008). A diferença entre os valores é o nível de exigência, pois os valores-limite são de atendimento obrigatório, a partir da data que começam a vigorar e os valores-alvo são metas que deverão ser atendidas a longo prazo, não impondo sanções em casos de descumprimento (IEMA, 2012).

Atualmente, são estabelecidos valores limites para material particulado (MP₁₀ e MP_{2,5}), SO₂, NO₂, CO, chumbo e benzeno. Valores-alvos também são estipulados para o também para o MP_{2,5}, para o ozônio, arsênio (As), cádmio

(Cd), níquel (Ni) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), conforme apresentando na Tabela 4.

Tabela 4. Padrões de qualidade do ar estipulados pela União Européia.

Fonte: Adaptado de EC, 2008 e IEMA, 2012.

Poluente	Valor-Limite		Valor-Alvo		Período de Amostragem	Ultrapassagens permitidas	Margem de Tolerância
	Concentração	Data de Atendimento	Concentração	Data de Atendimento			
MP _{2,5}	25 µgm ⁻³	01/01/2015	25 µgm ⁻³	01/01/2010	1 ano	-	20% até 11/06/2008, a reduzir gradativamente até atingir 0% em 1/1/2015.
	20 µgm ⁻³ (a)	01/01/2020	-	-	-	-	-
MP ₁₀	50 µgm ⁻³	01/01/2005	-	-	24 horas	35	50%
	40 µgm ⁻³	01/01/2005	-	-	1 ano	-	20%
SO ₂ (2010)	350 µgm ⁻³	01/01/2005	-	-	1 ano	24	150 µgm ⁻³ (43%)
	125 µgm ⁻³	01/01/2005	-	-	24 horas	3	-
NO ₂ (2010)	200 µgm ⁻³	01/01/2010	-	-	1 hora	18	50% em 19/07/1999, a reduzir gradativamente até atingir 0% em 1/1/2010.
	40 µgm ⁻³ 1	01/01/2010	-	-	1 ano	-	50% em 19/07/1999, a reduzir gradativamente até atingir 0% em 1/1/2010.
CO	10 µgm ⁻³	01/01/2005	120 µgm ⁻³	-	Média máxima diária por períodos de 8 h	-	60%
O ₃	-	-	120 µgm ⁻³	01/01/2010	Média máxima diária por períodos de 8 horas	25 dias em média por ano, num período de 3 anos (c)	-
	-	-	18.000 µgm ⁻³ .h (b)	01/01/2010	Maior a julho, num período de 5 anos	-	-
Benzeno (d)	5 µgm ⁻³	01/01/2010	-	-	1 ano	-	5 mgm ⁻³ (100 %) em 13/12/2000, a reduzir gradativamente, até atingir 0% em 1/1/2010
Chumbo	0,5 µgm ⁻³	01/01/2005	-	-	-	-	100%
Arsênio	-	-	6 µgm ⁻³	31/12/2012	1 ano	-	-
Cádmio	-	-	5 µgm ⁻³	31/12/2012	1 ano	-	-
Níquel	-	-	6 µgm ⁻³	31/12/2012	1 ano	-	-
HPA	-	-	5 µgm ⁻³	31/12/2012	1 ano	-	-

(a) O valor-limite do MP_{2,5} de 20 µgm⁻³ é indicativo e deve ser revisto em 2013 à luz de novas informações sobre os efeitos sobre a saúde humana e o meio ambiente, a viabilidade técnica e a experiência obtida com o valor-alvo nos Estados-Membros.

(b) Este valor-alvo tem como objetivo a proteção da vegetação. Este parâmetro, conhecido como "AOT40", é a soma da diferença entre as concentrações horárias maiores que 80 µgm⁻³ e 80 µgm⁻³ (40 ppb), obtidas entre 8 e 20h diariamente. Também foi estabelecido um objetivo de longo prazo, segundo o qual os Estados devem buscar atingir concentração "AOT40" de 6.000 µgm⁻³.h baseada nas médias horárias dos meses de maio a julho, entre 8h e 20h, com vistas à proteção da vegetação. Não foi definida data para a consecução deste objetivo.

(c) Se não for possível determinar as médias por períodos de três ou cinco anos com base num conjunto completo de dados relativos a anos consecutivos, os dados anuais mínimos necessários à verificação da observância dos valores-alvo serão os seguintes: a. valor-alvo para a proteção da saúde humana: dados válidos respeitantes a um ano, b. valor-alvo para a proteção da vegetação: dados válidos respeitantes a três anos.

(d) Os HPA são expressos em concentração de benzo(a)pireno.

A OMS, membro da Organização das Nações Unidas (ONU), também estabelece recomendações quanto padrões de qualidade do ar, visto que há suficiente comprovação científica dos problemas de saúde pública com a emissão de poluentes atmosféricos.

As diretrizes de qualidade do ar da OMS são projetadas para oferecer orientação na redução dos impactos da poluição do ar sobre a saúde humana a níveis globais, principalmente dado o caráter transfronteiriço da poluição atmosférica (WHO, 2005, 2006). No caso da saúde humana, os valores de referência indicam concentrações ambientais abaixo das quais não se esperam

efeitos adversos, nenhum distúrbio ou efeito indireto significativo à saúde, contudo isto não garante a exclusão absoluta de algum efeito em concentrações inferiores ao valor de referência (WHO, 2000). A Tabela 5 apresenta os valores de referência recomendados pela OMS para material particulado (MP_{10} e $MP_{2,5}$), O_3 , NO_2 e SO_2 .

Tabela 5. Padrões de qualidade do ar estipulados pela OMS.

Fonte: Adaptado de WHO, 2005.

Poluente	Período de Amostragem	Limite
Material Particulado - $MP_{2,5}$	Média anual	$10 \mu\text{gm}^{-3}$
	média de 24h (percentil 99%)	$25 \mu\text{gm}^{-3}$
Material Particulado - MP_{10}	Média anual	$20 \mu\text{gm}^{-3}$
	média de 24h (percentil 99%)	$50 \mu\text{gm}^{-3}$
Ozônio - O_3	Média diária máxima de 8 horas	$100 \mu\text{gm}^{-3}$
Dióxido de Nitrogênio - NO_2	Média anual	$40 \mu\text{gm}^{-3}$
	Média de 1 hora	$200 \mu\text{gm}^{-3}$
Dióxido de Enxofre - SO_2	média de 24h	$20 \mu\text{gm}^{-3}$
	média de 10 min	$500 \mu\text{gm}^{-3}$

No Brasil, a cidade de Cubatão, no litoral do estado de São Paulo, ficou nacionalmente conhecida pela intensa poluição atmosférica em meados da década de 1980. Um incêndio de grandes proporções ocorrido na Vila Socó por vazamento de combustível (1984) e o vazamento de amônia com evacuação da Vila Parisi (1985) obrigaram as autoridades locais a adotar políticas mais restritivas para emissão de poluentes.

O excesso de poluentes no ar da região foram correlacionados a sintomas como vermelhidão nos olhos, irritação nas vias respiratórias, inclusive graves malformações e anencefalia. Um estudo realizado por (JASINSKI *et al.*, 2011) apresentou que o aumento da concentração de MP_{10} e ozônio foram associados com as internações por doenças respiratórias de crianças e adolescentes na cidade. No grupo de crianças, aumentos nas médias móveis de sete dias do MP_{10} ($56,5 \mu\text{gm}^{-3}$) e de cinco dias do ozônio ($46,7 \mu\text{gm}^{-3}$) levaram a aumentos nas internações hospitalares de 9,6% (IC95%: 3,0%-16,1%) e 2,4% (IC95%: 0,1%-4,7%), respectivamente entre os anos de 1997 e 2004 (JASINSKI *et al.*, 2011).

Diante do aumento da preocupação ambiental entre as décadas de 70 e 80, os órgãos ambientais brasileiros iniciaram a criação de instrumentos de gestão ambiental com a regulamentação da primeira resolução do Conselho

Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em 1986, na qual estabelece que o EIA deverá caracterizar “o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima” e analisar os possíveis impactos nos meios, indicando formas de mitigação e controle, abrangendo portanto as questões relativas à poluição do ar (CONAMA,1986).

Porém, só quatro anos depois, com a adoção da Resolução CONAMA n° 03, foram estipulados os valores máximos de concentração de determinados poluentes, criando-se assim os padrões nacionais de qualidade do ar (CONAMA, 1990). A Resolução CONAMA n° 03 ficou vigente por 28 anos, sendo alvo de duras críticas por este motivo, até que foi finalmente revisada com a publicação da Resolução CONAMA n° 491, em 19 de novembro de 2018.

Neste interim, o CONAMA regulamentou a Resolução n° 382 (em 2006) e a Resolução n° 436 (em 2011), que definem valores máximos de emissões de poluentes atmosféricos para fontes fixas de alguns processos industriais como queima de combustíveis. O principal objetivo dessas resoluções complementares foi exigir que tecnologias de redução de emissões fossem adotadas nos processos existentes e novos empreendimentos já disponham de alternativas tecnológicas para reduzirem a poluição do ar.

As principais mudanças da Resolução CONAMA 491 em relação a sua antecessora foi a adoção dos valores de referência presentes nas recomendações da OMS, a inclusão do parâmetro $MP_{2,5}$ e a definição de “valores-meta”, similarmente ao procedimento adotado na União Europeia. Segundo a Resolução CONAMA 491, os padrões serão adotados sequencialmente, em quatro etapas, iniciando com o padrão PI-1, a partir de publicação da Resolução e de forma progressiva até o PF – equivalentes aos padrões da OMS – de acordo com os Planos de Controle de Emissões Atmosféricas e os Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar, elaborados pelos órgãos estaduais e distritais de meio ambiente (CONAMA, 2018). O documento também estipula um prazo de três anos para cada ente federativo elaborar um Plano Controle de Emissões Atmosféricas, que deverá conter identificação das principais fontes de emissão e respectivos poluentes atmosféricos e diretrizes e ações com respectivos objetivos, metas e prazos de

implementação (CONAMA 2018). A Tabela 6 sintetiza os novos padrões estipulados pela Resolução 491 constantes no Anexo I da publicação.

Tabela 6. Padrões de qualidade do ar segundo a Resolução CONAMA 491/18.
Fonte. CONAMA (2018)

Poluente Atmosférico.	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF	ppm
		μgm^{-3}	μgm^{-3}	μgm^{-3}	μgm^{-3}	
Material Particulado - MP ₁₀	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Material Particulado - MP _{2,5}	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual ¹	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre - SO ₂	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual ¹	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio - NO ₂	1 hora ²	260	240	220	200	-
	Anual ¹	60	50	45	40	-
Ozônio - O ₃	8 horas ³	140	130	120	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono - CO	8 horas ³	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	240	-
	Anual ⁴	-	-	-	80	-
Chumbo - Pb5	Anual ¹	-	-	-	0,5	-

¹ média aritmética anual

² média horária

³ máxima média móvel obtida no dia

⁴ média geométrica anual

⁵ medido nas partículas totais em suspensão

3.3. MODELOS MATEMÁTICOS

Segundo Zeidan (2015, p. 5) um modelo pode ser definido como “uma representação da construção e funcionamento de algum sistema de interesse”, sendo a modelagem, portanto, o processo de tentar reproduzir esse sistema. Vallero (2014, p. 683) afirma que “modelos fornecem um meio para representar um sistema de uma forma compreensível”. Por serem representações, os modelos podem ser mais vantajosos em termos de custo-benefício sempre que for mais viável trabalhar com uma réplica ou substituto do que com o sistema real (ZEIDAN, 2015).

A modelagem matemática, em essência, compreende a transformação do sistema alvo do estudo e seus fenômenos para o ambiente matemático, em termos de símbolos e equações, cujos significados são previamente definidos e podem ser manipulados seguindo um conjunto de regras ou cálculos matemáticos. Ao fornecer dados do sistema chamadas de “variáveis de entrada”, essas equações (ou modelos) podem ser resolvidas para determinar ou estimar um resultado desconhecido.

Os modelos matemáticos podem ser classificados em vários tipos, como:

- a) Determinístico ou probabilístico – em função do tipo de certeza associada às variáveis;
- b) Contínuo ou discreto – em função da continuidade das variáveis no domínio do tempo;
- c) Estático ou dinâmico – quando as variáveis não dependem do tempo, ou variam em função $f(t)$, respectivamente;
- d) Linear ou não-linear - em função da potência das variáveis das equações governantes;
- e) Analítico ou numérico – caso seja possível uma solução da equação de forma fechada⁴ ou necessita de uma abordagem numérica.

As classificações se sobrepõe e não são esgotadas, dependendo da finalidade para a qual o modelo se destina. Há ainda os modelos híbridos, que usam tanto abordagens estatísticas quanto determinísticas, quando parte dos fenômenos do sistema tendem a ser aleatórios, enquanto a outra parte possui princípios físicos bastante definidos (VALLERO, 2014).

Um ponto importante no processo de modelagem é a validação. As técnicas de validação de modelos incluem simulações sob condições de entrada conhecidas e comparando a saída do modelo com a saída observada (real) do sistema (ZEIDAN, 2015).

Os modelos matemáticos computacionais começaram a ser utilizados com propósitos ambientais por Lynn, Logan e Charnes em 1962, que desenvolveram um modelo linear para a construção de uma planta de tratamento de águas residuárias. Outros modelos computacionais começaram a surgir para controle de problemas ambientais relacionados à qualidade do ar (por exemplo Teller em 1968), uso do solo (Edwards, Langham e Headley em 1970) e qualidade de águas (Thomann e Sobel em 1964) (GREENBERG, 1995).

3.4. MODELOS DE QUALIDADE DO AR

⁴ Uma equação é dita de solução analítica quando pode ser expressa em termos de um número delimitado de certas funções bem conhecidas, como constantes, operações aritméticas, exponenciais e logarítmicas.

Segundo Daly e Zanetti (2007, p. 15) a modelagem de poluição do ar é “uma ferramenta numérica usada para descrever a relação causal entre emissões, meteorologia, concentrações atmosféricas, deposição e outros fatores”. As medições dos poluentes atmosféricos fornecem informações quantitativas importantes sobre as concentrações e a deposição no ambiente, mas só permitem a determinação dos índices de qualidade do ar nos locais e horários onde as medidas foram feitas, sem prover informações sobre suas causas e origens.

A modelagem da poluição do ar, por sua vez, possibilita uma análise mais completa do problema, incluindo a influência da localização das fontes de emissão, dos processos meteorológicos e mudanças físicas químicas nos componentes da atmosfera, fornecendo a influência da dinâmica de circulação atmosférica local sobre a concentração dos poluentes na atmosfera e averiguando a necessidade de medidas de controle para que os padrões legais de qualidade do ar sejam atendidos (NIWAR, 2004; SEINFELD, 2012). Uma visão geral genérica de como essa informação é usada em um modelo de poluição do ar baseado em computador é mostrada na Figura 7. Quatro estágios ou módulos podem ser identificados: inserção de dados, processamento dos dados, saída dos dados e análise dos resultados. Na etapa inicial, são consideradas as características da região do estudo, das fontes emissores, das condições meteorológicas e climáticas e das opções disponíveis no modelo. A etapa seguinte é responsável pelo processamento dessas informações, e os resultados são fornecidos na terceira fase e por sua vez, analisados posteriormente.

No contexto do licenciamento ambiental, a modelagem da dispersão de poluentes é uma importante ferramenta matemática para fins de planejamento, como:

- a) para projetos de plantas industriais, de modo a minimizar os impactos da descarga, determinando adequadamente altura e posição das chaminés, favorecendo a dispersão;
- b) criação de programas de redução das emissões, escolhendo alternativas tecnológicas que favoreçam o controle;

c) definição de medidas de prevenção e diminuição de danos para minimizar as consequências de descargas acidentais (BOCON, 1998).

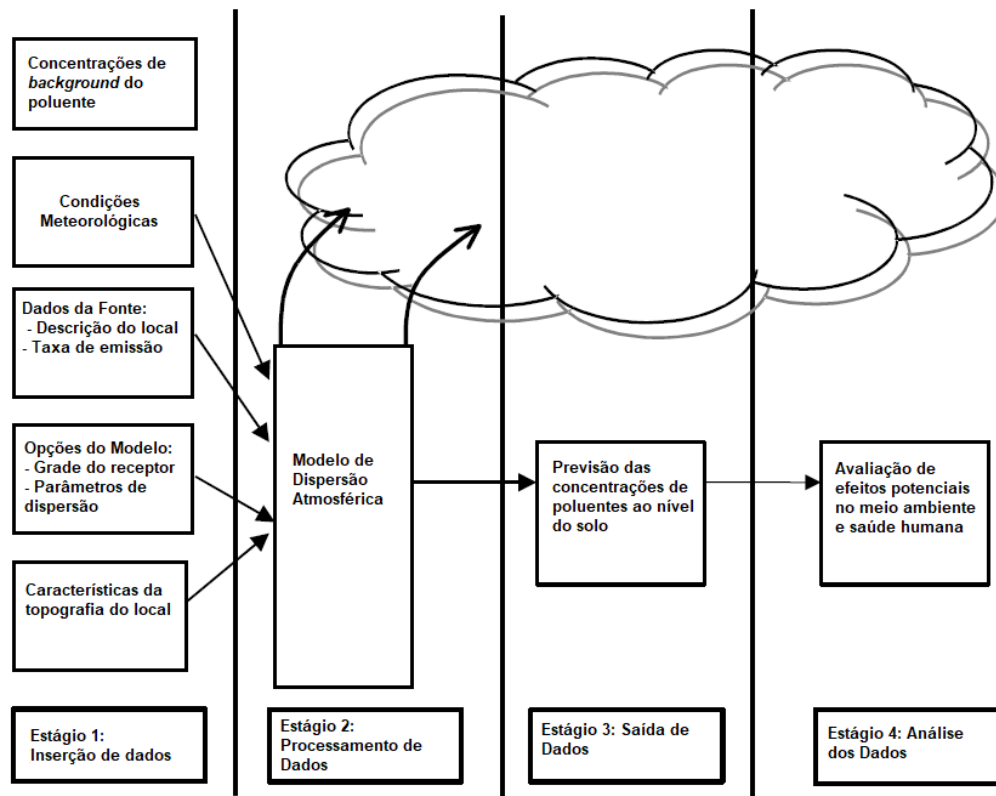


Figura 7. Estágios da modelagem de dispersão de poluentes.
Fonte: Adaptado de NIWAR, 2004.

Os modelos de qualidade podem seguir duas abordagens, a Lagrangeana e a Euleriana. Na primeira, uma parcela de ar (ou emissão de poluente) é seguida ao longo de uma trajetória e assume-se que mantenha suas características durante seu deslocamento. São inclusos nessa categoria os modelos que acompanham a nuvem de poluentes em partículas fictícias (computacionais), cujas trajetórias permitem calcular o campo de concentração da substância imersa. Os movimentos destas partículas podem ser reproduzidos de modo determinístico e em modo estocástico (MOREIRA e TIRABASSI, 2004). Na abordagem Euleriana, há um sistema de referência fixo, sendo a área sob estudo dividida em células horizontais e verticais, em grade espaço-temporal, e os cálculos matemáticos são realizados para cada ponto do domínio do modelo, considerando a equação difusão-advectão (conservação de massa) de uma espécie química poluente (MOREIRA e TIRABASSI, 2004; NIWAR, 2004)

A abordagem Lagrangeana é comumente utilizada para descargas atmosféricas em um curto espaço de tempo (ou no inglês, *puff*), com domínios de longas distâncias, e a euleriana se concentra em áreas menores, porém permite uma melhor caracterização dos processos físicos e químicos da atmosfera. Portanto, a maioria dos modelos de qualidade do ar fotoquímico em operação usam uma grade matemática tridimensional euleriana. (VALLERO, 2014).

Atualmente, os avanços computacionais, em termos de capacidade e velocidade de processamento, vem proporcionando melhorias na qualidade dos modelos matemáticos, permitindo a incorporação de novas rotinas, variáveis e parametrizações, que, por serem mais complexas, não eram suportadas nos equipamentos mais antigos. Entre os softwares atualmente utilizados, temos os recomendados pelo Banco Mundial (WORLD BANK GROUP, 1998) como o *Industrial Source Complex* (ISC), para fontes pontuais (chaminés), emissões de várias fontes e áreas para terrenos planos e para complexos, desenvolvido pela USEPA, o *Complex Terrain Dispersion* (CTDMPLUS), modelo usado para terrenos complexos, o *Atmospheric Dispersion Modeling System* (ADMS) desenvolvido pelo *MetOffice* do Reino Unido, o PARADE desenvolvido pela Electricite de France, o PLUME 5, criado pela Pacific Gas & Electric Co., utilizado para áreas urbanas e rurais e terrenos complexos, e outros modelos como o *Air Quality Dispersion Model* (AERMOD), substituto do ISC, que já possui módulos processadores, o CALPUFF, para emissões do tipo *puff* e o *Offshore and Coastal Dispersion Model* (OCD), modelo voltado para emissões em regiões costeiras e *off-shore*. Alguns desses modelos atualmente são considerados de domínio público e são disponibilizados nas páginas de seus desenvolvedores para instalação, porém nem sempre um módulo ou programa para pós-processamento é também fornecido, requerendo a utilização de outra ferramenta para uma visualização mais fácil dos dados de saída.

3.4.1. Modelo matemático da Pluma Gaussiana

O principal grupo de equações empíricas utilizadas para estimar concentrações de fontes pontuais é chamado comumente como Modelo de Pluma Gaussiana. O modelo se baseia na premissa de que as concentrações

de uma pluma contínua são proporcionais à taxa de emissão, são diluídas pelo vento incidente sobre a fonte e inversamente proporcionais à sua velocidade. Também assume que as concentrações médias em um período de uma hora se aproximam, horizontalmente e verticalmente ao formato de uma distribuição normal ou gaussiana (SEINFELD, 2012), conforme mostrado na Figura 8.

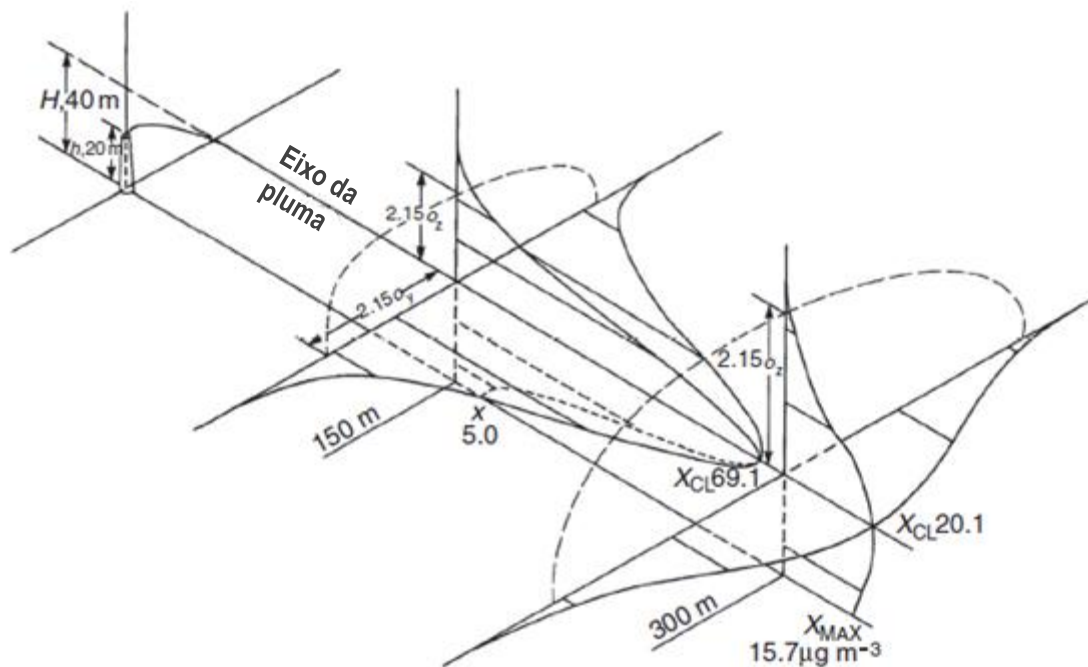


Figura 8. Eixos de uma pluma gaussiana de uma fonte de altura geométrica de 20 m e altura efetiva de 40 m.
Fonte: Adaptado de VALLERO, 2014.

Partindo-se da equação da continuidade, sendo c a concentração local, e admitindo o fluido incompressível (neste caso o ar atmosférico), a equação da continuidade pode ser descrita na forma (SEINFELD, 2012).

$$\frac{dc}{dt} = 0 \quad (2.1)$$

onde :

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x}(c) + v \frac{\partial c}{\partial y}(c) + w \frac{\partial c}{\partial z}(c) = 0 \quad (2.2)$$

então:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = - \left[\frac{\partial}{\partial x}(uc) + \frac{\partial}{\partial y}(vc) + \frac{\partial}{\partial z}(wc) \right] \quad (2.3)$$

onde:

c = concentração de poluentes

u = velocidade horizontal do vento

v = velocidade meridional do vento

w = velocidade vertical do vento

t = tempo

x, y, z = coordenadas do ponto

Assume-se, devido ao efeito da turbulência, que as variáveis possuem um termo médio e um termo perturbado (2.4) (decomposição de Reynolds), isto é:

$$u = \bar{u} + u'v = \bar{v} + v'w = \bar{w} + w'c = \bar{c} + c' \quad (2.4)$$

Aplicando na equação (2.1):

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} \bar{u} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + \bar{v} \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} + \bar{w} \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} = \left[\frac{\partial}{\partial x}(\bar{u}'c') + \frac{\partial}{\partial y}(\bar{v}'c') + \frac{\partial}{\partial z}(\bar{w}'c') \right] \quad (2.5)$$

Os fluxos turbulentos podem ser definidos em função dos coeficientes de difusão K_{xx} , K_{yy} e K_{zz} :

$$x'c' = -k_{xx} \frac{\partial C}{\partial x} v'c' = -k_{yy} \frac{\partial C}{\partial y} w'c' = -k_{zz} \frac{\partial C}{\partial z} \quad (2.6)$$

Substituindo na equação (2.5), chega-se à equação de difusão-advectação:

$$\frac{dc}{dt} = - \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial c}{\partial z} \right) \right] \quad (2.7)$$

O modelo de pluma gaussiana considera que $K_{xx} = K_{yy} = K_{zz}$ e independentes de x , y e z , portanto:

$$\frac{dc}{dt} = -K \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad (2.8)$$

Considerando que a concentração tende a zero em todos os pontos, quando o tempo da saída da partícula poluente aproxima-se do infinito e que há conservação da massa de poluentes emitidos, chega-se a:

$$c = \frac{Q}{((4kt)^{1/2})} e^{(-x^2/4kt)} \quad (2.9)$$

Aplicando-se a uma atmosfera de u constante e $v = w = 0$, não isotrópica ($K_{xx} \neq K_{yy} \neq K_{zz}$), obtém-se a equação de concentração do modelo de pluma gaussiana, uma equação diferencial que possui solução analítica:

$$C(x, y, z, H_e) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} * e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{y}{\sigma_y} \right)^2} \quad (2.10)$$

Sendo C a concentração do poluente (gm^{-3}), Q a taxa de emissão do poluente na fonte (gs^{-1}), H_e a altura efetiva do ponto de emissão, u é a velocidade média horizontal do vento na altura H_e , σ_y e σ_z os coeficientes de dispersão horizontal e vertical, respectivamente, x a distância do receptor até a fonte em direção paralela ao vento e y a distância do receptor até a fonte em direção ortogonal ao vento e z a distância vertical do receptor até a fonte.

Os desvios-padrão de concentração (coeficientes de dispersão σ_y e σ_z) da equação 2.10 estão empiricamente relacionados com os níveis de turbulência na atmosfera e aumentam com a distância do fonte.

Frequentemente o cálculo desses coeficientes expressos em função de classes de estabilidade atmosférica, conforme explicitado no item 3.5.

3.5. CLASSES DE ESTABILIDADE E COEFICIENTES DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA

Um processo dito adiabático é aquele que ocorre sem perda ou ganho de calor para um volume de ar (VALLERO, 2014). Por outro lado, se o calor é fornecido ou retirado, o processo é chamado diabático ou não-adiabático.

Perto da superfície terrestre, onde há troca de calor entre o solo, corpos hídricos e o ar, apesar deste último ser um mau condutor, o calor é trocado e os processos são diabáticos. No entanto, ao aumentar a altitude a partir da superfície, os processos frequentemente são adiabáticos.

A taxa do decréscimo da temperatura do ar em função do aumento da altitude é denominada taxa de declínio atmosférica (*atmospheric ou environmental lapse rate*), representada pela letra grega lambda (Λ), engloba um somatório e uma média de condições que variam de forma negativa (diminuindo a taxa) para valores positivos (GODISH, 2003). As taxas de decréscimo locais são determinadas de medições verticais do perfil de temperatura e por este motivo, são usadas como indicadores de estabilidade atmosférica e potencial de dispersão de poluentes (GODISH, 2003).

No caso de processos adiabáticos, denomina-se taxa de declínio adiabática, representada por (Γ) cujo valor é de $0,0098 \text{ K.m}^{-1}$. (SEINFELD e PANDIS, 2006; VALLERO, 2014) descrevem que a estabilidade atmosférica é função das relações entre a taxa de declínio atmosférica e a taxa de declínio adiabática, sendo a atmosfera:

- a) instável, quando $\Lambda > \Gamma$, isto é, o gradiente de temperatura é maior que o adiabático seco e a variação da temperatura com a altitude excede $10 \text{ }^\circ\text{C km}^{-1}$;
- b) neutra, quando $\Lambda = \Gamma$, isto é, o gradiente de temperatura é corresponde ao adiabático seco e a variação da temperatura com a altitude é aproximadamente $10 \text{ }^\circ\text{C km}^{-1}$;

c) estável, quando $\Lambda < \Gamma$, isto é, o gradiente de temperatura é menor que o adiabático seco e a variação da temperatura com a altitude é menor que $10 \text{ }^\circ\text{C km}^{-1}$.

Quando $\Lambda > \Gamma$, a parcela de ar está mais aquecida do que o ar circundante, o que a torna menos densa e induz seu deslocamento para maiores altitudes. Nessa condição, os poluentes são rapidamente misturados, devido ao movimento vertical das massas de ar. No caso estável ($\Gamma > \Lambda$), a parcela de ar está mais fria, e conseqüentemente mais densa, sendo mais resistente a deslocamentos verticais e tendendo a espalhar-se mais lateralmente (SEINFELD e PANDIS, 2006). Quando Γ é igual a Λ , tem-se um equilíbrio entre a parcela e o ar em seu entorno, condição que ocorre em dias de nebulosidade, que impede a entrada de radiação solar mais intensa e a perda radiativa, e ocorrência de ventos, que misturam o ar quente e frio rapidamente próximo à superfície, sendo a dispersão relativamente boa nessas condições (GODISH, 2003).

Em termos de gradiente de temperatura virtual⁵ e na taxa de declínio adiabática, a estabilidade também pode ser caracterizada como:

- a) Superadiabático, quando $\partial T_v/\partial z \leftarrow \Gamma$;
- b) Adiabático, quando $\partial T_v/\partial z = -\Gamma$;
- c) Subadiabática, quando $0 > \partial T_v/\partial z > -\Gamma$;
- d) Isotérmica, quando $\partial T_v/\partial z = 0$;
- e) Inversão térmica, quando $\partial T_v/\partial z = -\Gamma$.

A Figura 9 apresenta um esquema teórico das categorias de estabilidade nos níveis mais baixos da atmosfera (ARYA, 1988). Conforme avançaram os estudos das condições de estabilidade atmosférica, diferenciações como "extremamente", "moderadamente" e "levemente" foram surgindo para indicar o grau de estabilidade (ou instabilidade), criando-se assim classificações com seis categorias, baseadas em observações de parâmetros atmosféricos, que foram designadas na literatura por letras (classes A a F, de Pasquill), conforme mostrado na Tabela 7 (SEINFELD, 2012).

⁵ Temperatura virtual é definida como a temperatura do ar seco que apresenta igual densidade a de uma parcela saturada (úmida).

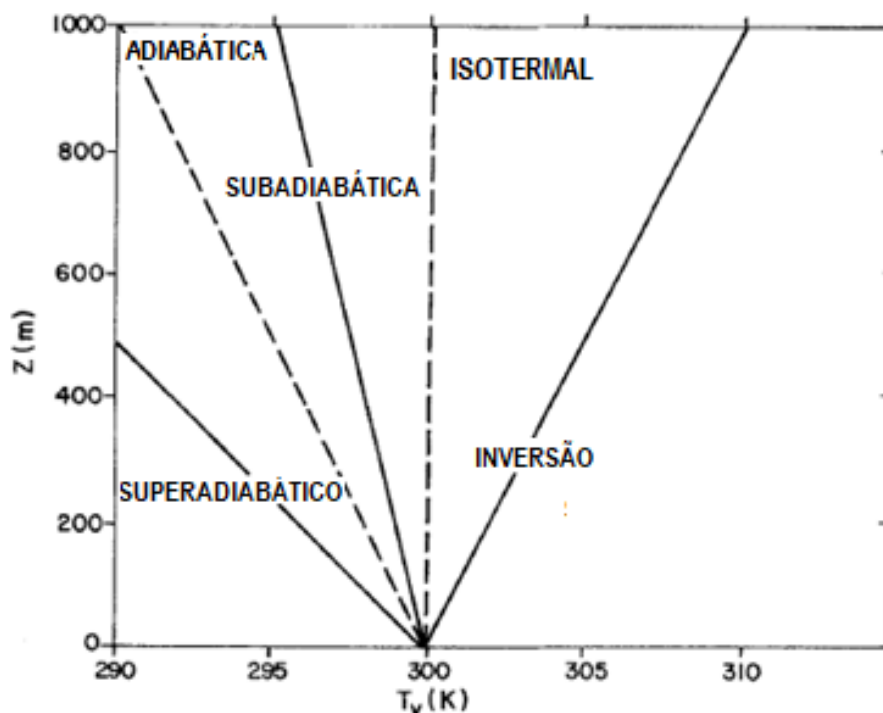


Figura 9. Esquema teórico de categorias de estabilidades baseadas no gradiente de temperatura virtual.

Fonte: Adaptado de ARYA, 1988.

Tabela 7. Categorias de Estabilidade de Pasquill.

Fonte: Adaptado de VALLERO, 2014.

Velocidade do Vento (m/s)	Período Diurno Irradiância Solar (W/m ²)			Período Noturno Nebulosidade (oitavas)	
	Alta (>600)	Moderada (300-600)	Leve (<300)	Encoberto ou ≥ 4/8 nuvens baixas	≤ 3/8
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

(para A-B, considerar a média dos valores para A e B, etc.)

Guifford (1960 apud VALLERO, 2014) reescreveu os parâmetros de dispersão de Pasquill em termos de σ_y e σ_z para permitir seu uso nas equações da pluma gaussiana, dando origem a Classificação de Pasquill-Guifford (PG), cujas estimativas dos coeficientes de dispersão são dadas por curvas funções das distâncias entre a fonte e receptor (x) (Figura 10). Briggs (1969 apud VALLERO, 2014) também desenvolveu fórmulas para o cálculo dos coeficientes σ_y e σ_z em situações urbanas e rurais para cada classe de estabilidade, conforme Tabelas 8 e 9.

Tabela 8. Coeficientes de dispersão para ambiente urbano por Briggs (para distâncias entre 100 e 10.000 m).

Fonte: Adaptado de VALLERO, 2014.

Classe de Pasquill	σ_y (m)	σ_z (m)
A-B	$0,32x(1+0,0004x)^{-5}$	$0,24x(1+0,001x)^{-5}$
C	$0,22x(1+0,0004x)^{-5}$	$0,20x$
D	$0,16x(1+0,0004x)^{-5}$	$0,14x(1+0,0003x)^{-5}$
E-F	$0,11x(1+0,0004x)^{-5}$	$0,08x(1+0,0015x)^{-5}$

Tabela 9. Coeficientes de dispersão para ambiente rural por Briggs (para distâncias entre 100 e 10.000 m).

Fonte: Adaptado de VALLERO, 2014.

Classe de Pasquill	σ_y (m)	σ_z (m)
A-B	$0,32x(1+0,0004x)^{-5}$	$0,24x(1+0,001x)^{-5}$
C	$0,22x(1+0,0004x)^{-5}$	$0,20x$
D	$0,16x(1+0,0004x)^{-5}$	$0,14x(1+0,0003x)^{-5}$
E-F	$0,11x(1+0,0004x)^{-5}$	$0,08x(1+0,0015x)^{-5}$

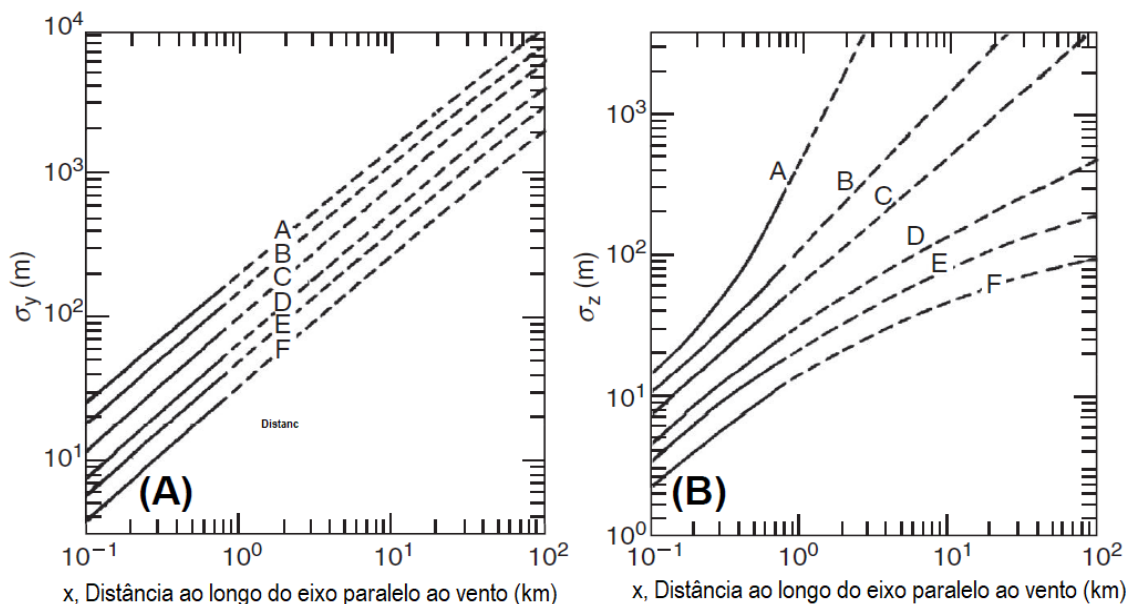


Figura 10. Curvas de Pasquill-Guifford para os coeficientes σ_y e σ_z .

Fonte: Adaptado de VALLERO, 2014.

McElroy and Pooler (1968) aplicaram as fórmulas de Briggs na cidade de St. Louis, no estado americano do Missouri e ajustaram as fórmulas para o ambiente urbano, sendo utilizado nos modelos ISCT3 e CALPUFF, da U.S. EPA (U.S. EPA, 1995, 2000), conforme apresentado na Tabela 10.

Tabela 10. Ajuste de McElroy-Pooler para os coeficientes de dispersão usando as fórmulas de Briggs.

Fonte: Adaptado de U.S. EPA, 1995.

Classe de Pasquill	σ_y (m)	σ_z (m)
A	$0,32x(1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,24x(1+0,001x)^{1/2}$
B	$0,32x(1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,24x(1+0,001x)^{1/2}$
C	$0,22x(1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,20x$
D	$0,16x(1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,14x(1+0,0003x)^{-1/2}$
E	$0,11x(1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,08x(1+0,0015x)^{-1/2}$
F	$0,11x(1+0,0004x)^{-1/2}$	$0,08x(1+0,0015x)^{-1/2}$

3.6. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS SIDERÚRGICOS

As usinas siderúrgicas são divididas em dois grupos: usinas integradas e semi-integradas. As integradas são aquelas em que o aço é obtido a partir do minério de ferro em forma de sinter ou pelotas e de um agente redutor, podendo ser coque ou carvão vegetal. Nas usinas semi-integradas, para obtenção do aço é utilizado o processo de refino, em fornos elétricos a arco, através da sucata ou ferro gusa, não havendo a etapa de redução do minério de ferro.

A usina siderúrgica utilizada neste estudo é do tipo integrada e apresenta vários sub-processos inter-relacionados. As principais áreas de produção envolvidas são: baterias de fornos da coqueria, planta de recuperação de subprodutos (carboquímica), altos fornos, sinterização, aciaria, corrida contínua e laminações (a quente e a frio).

Outros processos secundários são relacionados à produção de aço como a dessulfuração do ferro gusa, manuseio de sucata, unidade de recuperação de ácido, pátio de carvão, pátio de matérias primas, processamento e recuperação de escória, limpeza do carro torpedo, recozimento contínuo e revestimento do aço.

3.6.1. Produção de Ferro e Aço

O coque da indústria metalúrgica é gerado pelo aquecimento do carvão nos fornos de redução (baixo oxigênio). Este processo visa à remoção da maioria dos componentes voláteis do carvão, remanescendo praticamente carbono puro. O gás de coqueria gerado representa de 20 a 35 por cento do peso da carga de carvão inicial, sendo composto por vapor de água, alcatrão, óleos leves, que incluem o benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX), hidrocarbonetos pesados e etc. O gás é então direcionado através de tubulações para uma unidade de refinaria onde há a separação dos compostos, para venda ou reúso. As principais emissões de material particulado desta área são provenientes das torres de resfriamento e as correias transportadores de manuseio de coque.

A carboquímica é responsável pela separação, sendo o alcatrão, a amônia, o óleo benzóico, o óleo BTEX, naftaleno, óleo desinfetante, antrafem e creosote os principais produtos. Na carboquímica, as emissões fugitivas são a principal fonte de poluentes atmosféricos, provenientes de tubulações, flanges, válvulas e bombas (CH2MHILL, 2011).

O processo de sinterização é uma etapa de pré-tratamento na produção de ferro, no qual finas partículas de minérios de ferro e resíduos secundários de óxidos de ferro são aglomerados pela combustão para depois serem empregados na produção de ferro gusa.

Os altos fornos são reservatórios refratários responsáveis pela produção de ferro gusa através da redução do ferro fundido com inserção de ar quente. Minério de ferro, pellets de sinter, calcário, dolomita e coque são transportados por correias até o alto forno e carvão pulverizado é injetado no forno através de ventaneiras, reduzindo a quantidade necessária para o processo.

As reações dessas matérias primas no forno produzem uma fusão de ferro reduzido, monóxido de carbono e escória. A fusão do ferro e escória são coletados através de um orifício na base do forno e o gás é coletado na parte superior para então ser reaproveitado como combustível. A fusão de ferro segue para a Aciaria através do carro torpedo e a escória granulada é encaminhada para reaproveitamento em cimenteiras.

O processo mais empregado para a fabricação do aço é Processo Siemens-Martin, o qual permite o emprego de sucata de ferro e aço, agregada aos lingotes de ferro, lingote ou gusa (CH2MHILL, 2011). Os fornos Siemens-

Martin, também chamado de “*open hearth*” são montados em linha, com portas de um lado para carga do material e no lado oposto há aberturas vedadas por material refratário.

Neste processo, o ferro fundido proveniente do alto forno e sucata metálica são carregados para o interior do forno quando então oxigênio é injetado com o objetivo de refinar o material. O oxigênio reage exotermicamente com o carbono e outras impurezas, que são removidas e convertendo o restante do material em aço. Esta reação produz um grande quantidade de gás rico em monóxido de carbono, sendo coletado por uma coifa, ventilado para um lavador de gases para ser limpo e armazenado, e posteriormente a maior parte é utilizado como combustível na Central Termelétrica.

Os processos de laminação a quente e a frio são responsáveis por conformar as placas de aço em tiras (lâminas) longas que serão vendidas aos consumidores ou destinadas ao processo de galvanização (zincagem).

3.7. Fatores de Emissão

Os fatores de emissão são valores representativos que correlacionam a quantidade liberada de um determinado poluente para a atmosfera com a atividade geradora (U.S. EPA, 1995). O cálculo dos fatores de emissão se apresenta como ferramenta para a gestão ambiental, auxiliando a elaboração de políticas para a redução das emissões, monitoramento da qualidade do ar e na produção de inventários de emissão (U.S. EPA, 2018).

Essas taxas podem ser expressas por números, como relações entre pesos, volumes, distâncias ou por valores que relacionam atividades para o processo. Os fatores de emissão podem ser definidos para uma fonte, para um processo ou até mesmo para uma planta industrial completa (ZANNETTI, 2008).

A equação 1.1 indica a fórmula de cálculo das emissões utilizando o fator de emissão.

$$E_i = A * E_{Fi} * \left(1 - \frac{ER_i}{100}\right) \quad (1.1)$$

Onde:

E_i = taxa de emissão;

A = taxa de execução da atividade;

$E F_i$ = Fator de emissão da atividade;

$E R_i$ = Eficiência do equipamento de controle de poluição utilizado, %

Para fatores de emissão que já possuem controle em seu cálculo o termo $(1-ER/100)$ já é incorporado ao valor de $E F_i$, sendo portanto a equação (1.1) simplificada para:

$$E_i = A * E F \quad (1.2)$$

Agências ambientais e órgãos internacionais ao redor do mundo possuem publicações indicando fatores de emissão para determinadas atividades industriais e em alguns casos, até para fontes naturais. Geralmente são disponibilizadas mais de uma metodologia para cálculo, de acordo com os tipos de dados de entrada necessários e a precisão final obtida.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. EPA) é atualmente referência no assunto. A sua publicação “Compilação de Fatores de Emissões Atmosféricas” (*AP-42 -Compilation of Air Pollutant Emission Factors*, no inglês) possui sua primeira edição datada de 1968, porém constantemente a U.S. EPA disponibiliza atualizações de seus 15 capítulos e apêndices. Os fatores de emissão apresentados no AP-42 foram obtidos através de medições diretas, análises do balanço material de determinadas atividades e correlações com processos similares ou modelos elaborados a partir de dados experimentais. Os fatores são classificados em relação ao método utilizado, isto é, da representatividade do fator frente a determinada atividade, da quantidade de amostras realizadas, entre outros, sendo as classes indicadas pelas letras A a E, da maior para menor qualidade (U.S. EPA, 1986-2009).

No caso da indústria em questão, o inventário de emissões atmosféricas foi realizado principalmente a partir da utilização de fatores de emissão do AP-

42, para estimativas de MP, MP₁₀, BTEX, CO, NO_x, COV e SO_x, utilizando as equações 1.1 e 1.2. A opção por utilizar fatores de emissão foi devido à dificuldade em realizar medições diretas, uma vez que boa parte das emissões geradas pela indústria são fugitivas. Além disso, mesmo sendo possível empregar equipamentos de coleta de material particulado, há uma relativa dificuldade em correlacionar com a fonte de origem, o que tornaria o dados menos relevante que uma estimativa por fatores de emissão.

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

Este estudo foi realizado na região de Volta Redonda, no sul do Estado do Rio de Janeiro. A cidade está localizada na região sul-fluminense, a aproximadamente 130 km da capital do estado, e possui população de aproximadamente 271998 pessoas, estando 99,9% localizadas na zona urbana e 0,1% na zona rural. Segundo o último Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), avaliado no ano de 2010, o município atingiu o índice 0,771, sendo o quarto maior do Estado (IBGE, 2017).

Em 2016, o salário médio mensal era de 2,4 salários mínimos, com taxa de ocupação de 29,5%. Na comparação com os outros municípios do estado, Volta Redonda ocupava as posições 16° de 92 municípios do Estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2017).

A principal atividade econômica da cidade é a indústria siderúrgica. Até o início da década de 1940, Volta Redonda consistia em um pequeno povoado, com uma população aproximadamente de 3000 pessoas. À época das obras iniciais da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), sua população saltou para mais de 9000 pessoas, sendo quase 70% composta pelos empregados da empresa. Em 1954, emancipou-se de Barra Mansa, ao qual pertencia como distrito, chegando a uma população de aproximadamente 89000 habitantes em 1960 (PORTALVR, 2018).

A CSN é considerada a maior usina siderúrgica da América Latina, sendo responsável por 63,7% das receitas do município e este motivo é conhecida como a “Cidade do Aço”. A produção atingiu 912.000 toneladas no terceiro trimestre de 2018, obtendo um lucro acumulado de aproximadamente US\$ 1,2 bilhões ao final do mesmo ano (CSN, 2018).

Além da CSN, o município também abriga fábricas de cimento (CSN, Votorantim e Tupi), uma usina de oxigênio e nitrogênio da empresa White Martins, a Indústria Nacional de Aços Laminados (INAL), além da Companhia Estanífera Brasileira (CESBRA) e da Tubonal S.A (antiga FORNASA).

4.2. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Volta Redonda é cortada por um dos principais rios de abastecimento da região Sudeste do Brasil, o Rio Paraíba do Sul, cuja curva acentuada deu nome à cidade. Possui área territorial de 182105 km², o que a torna a maior cidade da região Sul Fluminense e a terceira maior do interior do estado (IBGE, 2017).

A cidade possui relevo levemente ondulado, apresentando uma área de planície aluvial e a área de “mar de morros”. A área da planície aluvial tem aproximadamente 20 km² e encontra-se em meio ao conjunto de elevações que formam a área mais rugosa. As altitudes variam de 350 metros, às margens do Rio Paraíba do Sul, a 707 metros, na ponta nordeste (PORTALVR, 2018), sendo as declividades as mais acentuadas próximas à Serra do Mar, ao sul, e à Serra da Mantiqueira, ao norte.

Em Volta Redonda observa-se a presença de solos argilosos profundos, ácidos e com baixa porosidade, comuns nas áreas de relevo fortemente ondulado. Já nas áreas de baixada, às margens dos rios, o solo é fértil, devido à encharcamentos e acumulação de matéria orgânica (ECOLOGUS, 2015).

A hidrografia da região caracteriza-se pela presença de riachos e córregos perpendiculares ao rio Paraíba do Sul, conformando pequenas bacias ao longo de seu curso. Para o abastecimento de água da população, são captados, em média, quase 1000 litros por segundo, ou 86,4 milhões de litros por dia. Esta captação é feita no rio Paraíba, na altura do bairro Belmonte (ECOLOGUS, 2015).

O bioma Mata Atlântica abrange a região, que possuía originalmente uma densa cobertura vegetal de floresta tropical. Atualmente a cobertura é de pastagens principalmente cobertas por capim “gordura” (ECOLOGUS, 2015). As duas unidades de conservação próximas são o Parque Natural Municipal Fazenda Santa Cecília do Ingá e a Floresta da Cicuta classificada como Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE).

O clima da região é considerado mesotérmico, com precipitação anual média de 1377 mm e umidade relativa em torno do 75%. Os verões são

quentes e chuvosos e invernos secos, sendo os meses de janeiro e fevereiro de maior precipitação (INMET, 2018)

A localização do município, em fundo de vale, faz com que na maior parte do tempo haja vento fraco ou calmaria, propiciando no inverno a formação do fenômeno de inversão térmica na CLA, no qual o ar mais frio e denso fica próximo à superfície e o ar quente e menos denso nas camadas superiores, atuando como um tamponamento e impedindo o movimento vertical de massas de ar. Além das indústrias já citadas, Volta Redonda possui uma das maiores frotas veiculares do estado (DETRAN-RJ, 2019), e os poluentes emitidos nessas condições ficam aprisionados próximo à superfície, causando sérios problemas de saúde à população do município, principalmente crianças e idosos (REIS, 2009).

Empresas da indústria siderúrgica de Volta Redonda já foram alvo de ações cíveis e criminais do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (MPE-RJ) e Ministério Público Federal (MPF) devido a episódios de poluição do ar (MPF, 2015), descarte irregular de resíduos, contaminação de solos e de águas (MPF, 2017) e pelo acúmulo de escória em pátios às margens do Rio Paraíba do Sul, provocando o transporte de material particulado e trazendo riscos de rompimento das pilhas com conseqüente contaminação do rio (MPF e MPE-RJ, 2018).

Nos Inquéritos Cíveis Públicos n. 08120.001452/97-04 e 1.30.010.000159/2000-29, o MPF e MPE-RJ afirmam sobre o pátio de escória:

Enfim, o Pátio de Beneficiamento é, na verdade, um bota-fora que a CSN alimenta com detritos siderúrgicos cuja composição, ao menos em parte, é incerta e mantém desde a década de 70 a céu aberto, sobre solo nu, na área de preservação permanente do rio Paraíba do Sul, e ao lado de uma unidade de conservação de proteção integral e de vários bairros residenciais. (MPF e MPE-RJ, 2018, fls. 4)

Sobre os aspectos da poluição do ar causadas pelo acúmulo de pilhas de escória, o documento ressalta que:

É provável que a escória da base das pilhas esteja compactada pelo peso que suporta. Mas também é provável que a escória superficial, especialmente no topo das pilhas, sofra arraste eólico. Trata-se de exposição ininterrupta por quase 50 anos. A

população sente os efeitos da poluição. E a escória é irritante ao toque, e mais o será para as vias aéreas, depois de inalada.” (MPF e MPE-RJ, 2018, fls. 6)

Ainda em relação à qualidade do ar no entorno da indústria, o documento cita pelo menos três documentos emitidos pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), um em 2010 (Auto de Constatação SUPMEPCON/01002097), 2016 (relatório INEA 888.11.16) e em 2018 (SUPMEPNOT/01094251) trataram da necessidade de controle e monitoramento mais efetivo em relação aos poluentes emitidos, notadamente o material particulado.

A poluição do ar tem sido a principal reclamação da população de bairros adjacentes ao complexo e ao pátio de escória. O “Movimento dos Atingidos pelo Pó da CSN” divulga através das redes sociais imagens e vídeos de moradores em meio ao acúmulo de pós metálicos nas suas casas e em vias públicas, principalmente em dias de ventos forte. Outras entidades como a ONG Associação Homens do Mar (Ahomar), Comissão Ambiental Sul (CAS) e ONG Baía Viva também são responsáveis pelas denúncias junto ao MPF e INEA. Um das críticas feitas pelas entidades é que a aferição e manutenção das estações de monitoramento de qualidade do ar são atualmente de responsabilidade da empresa, e não do INEA, fato também ressaltado pelos promotores do inquérito (MPF; MPE-RJ, 2018, fls. 22).

Por este motivo o MPE-RJ e MPF-RJ requerem à Autoridade Judiciária a concessão de tutela provisória de urgência⁶ para:

[...] e) determinar à **CSN e HARSCO, solidariamente, custear e, ao INEA e ao MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA, planejar e estruturar serviços para o monitoramento da qualidade do ar** em Volta Redonda, submetendo a debate e **audiência pública** o plano de controle, que deverá levar em conta o efeito sinérgico dos diversos poluentes atmosféricos gerados pela **CSN** e outras fontes na cidade e contemplar a instalação de ao menos doze novas estações de monitoramento pelo **INEA e MUNICÍPIO DE VOLTA REDONDA**, com apresentação trimestral das medidas implementadas e gastos correspondentes pelos entes públicos, bem como a divulgação — simultânea, para as estações automáticas de

6 Tutela provisória de urgência é a antecipação de um direito provavelmente julgado procedente no futuro, dados os riscos de aguardar o trânsito em julgado da ação. Neste caso, os riscos da poluição atmosférica comprometem o direito coletivo da população da cidade, por isso a solicitação de antecipação em caráter de urgência por parte do Ministério Público.

monitoramento, e semanal, para as demais—dos resultados nos respectivos sítios eletrônicos, para acesso público; (MPF e MPE-RJ, 2018, fls. 51, grifo do autor)

Os moradores da região relatam que é frequente o número de incidentes de liberação de gases e fumaças escuras na indústria (Figuras 11 e 12) e que precisam constantemente limpar suas casas em função do acúmulo de um pó fino de cor preta sobre o piso e móveis, conforme as fotos apresentadas nas Figuras 13 e 14.



Figura 11. Fotografia registrada momentos após uma explosão ocorrida em 15/05/2019.
Fonte: SINDMETALSF, 2019.



Figura 12. Fotografia compartilhada em 15/05/2019 por Leila Torres Avila, moradora do Bairro Rústico, em Volta Redonda.
Fonte: Cedida ao autor, 2019



Figura 13. Fotografia registrada pelo Perito Criminal Pedro Salim, morador do bairro Jardim Amália, na cidade de Volta Redonda. Fonte: Cedida ao autor, 2019.



Figura 14. Imagem retirada de vídeo compartilhado acompanhado de título “pó de minério da CSN, varrem 3 a 4 kg por dia”.
Fonte: autor desconhecido.

Desta forma, é notória e reiterada a necessidade da implantação de um sistema de monitoramento de qualidade do ar no entorno do complexo, de forma a verificar o cumprimento das legislações pertinentes e garantir a saúde humana e ambiental da região no qual ele se insere. A modelagem matemática, neste contexto de planejamento, é uma ferramenta de valor no auxílio à decisão de localização das estações e os parâmetros que devem ser prioritariamente monitorados.

5 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

5.1. ESTRUTURA DO MODELO

O modelo computacional empregado neste estudo foi construído em duas diferentes plataformas: o MATLAB e o R. O MATrix LABoratory (MATLAB) é um *software* interativo utilizado para cálculos numéricos. Ele permite análises numéricas, cálculo com matrizes e desenvolvimento de figuras e gráficos em um ambiente mais amigável, através de linhas de comando escritas em seu console. Foi escrito inicialmente em linguagem C, mas atualmente possui funcionalidades desenvolvidas também em Java e Basic (MOLER, 2019)

O software R pode ser definido como um ambiente computacional e uma linguagem de programação especializada em manipulação, análise estatística e visualização gráfica de dados. O R foi originalmente criado a partir da linguagem S por Ross Ihaka e por Robert Gentleman, ambos do departamento de Estatística da Universidade de Auckland, na Nova Zelândia, ganhando o nome “R” em referência às iniciais de seus criadores.

Ao contrário do MATLAB, que é desenvolvido e comercializado pela Mathworks Inc., o R é um aplicativo *free* - do inglês, “livre” – tanto no que tange ao custo quanto a linguagem ser aberta e disponível para customização. Por este motivo, o R é altamente expansível com o uso de pacotes (bibliotecas) com dados e funções para diferentes áreas do conhecimento relacionado a estatística e áreas afins, disponibilizados em diversos repositórios ao redor do mundo, fazendo com que o R tenha ganhado grande popularidade no meio científico nos últimos anos (IHAKA, 1998).

Neste estudo, o MATLAB foi empregado para a etapa de cálculo numérico das concentrações. O programa foi dividido em cinco módulos: definições de variáveis, configurações iniciais e de contorno do modelo, seleção de casos, cálculo da equação gaussiana e saída/pós-processamento. O módulo de definições de variáveis descreve os valores de entradas possíveis, que serão escolhidas no módulo seguinte de configuração. Caso algum valor de entrada escolhido não esteja previsto no módulo de definição, o programa detectará o erro, parará a execução e avisará a linha de comando

onde houve erro. O módulo de seleção de casos define os cálculos necessários para a geração do perfil de estabilidade utilizado, do padrão de distribuição da direção do vento e do tipo de saída desejada. No módulo de pós-processamento é escolhida visualização dos resultados na janela gráfica do próprio MATLAB ou a exportação dos resultados para arquivos de extensão *.mat* (arquivos de dados do MATLAB) ou *.txt* (arquivo de texto).

Considerando as potencialidades já descritas do R, foram utilizados pacotes específicos para a leitura dos arquivos gerados pelo MATLAB, para o tratamento dos dados de qualidade do ar das estações, os cálculos estatísticos e para a criação de gráficos com mapas do *Google Maps*. As funções utilizadas são gravadas em arquivos *.R* (chamados de scripts), isto é, arquivos executáveis do R, e foram criados através do *Rstudio*, uma plataforma integrada ao R com interface mais amigável. A Figura 15 apresenta o fluxograma com as etapas do modelo desenvolvido neste trabalho.

O modelo gaussiano possui uma série de simplificações matemáticas, como a invariabilidade da direção, sentido e intensidade do vento, o terreno considerado não apresenta rugosidades complexas e a turbulência atmosférica encontra-se em aspecto homogêneo e estacionário (BRAGA *et al.*, 2001; VALLERO, 2014). Estas condições são bastante diversas da realidade na maioria dos casos, devido à presença de edificações em torno das indústrias e em relevos rugosos, como a que se localiza a usina em questão, influenciando os padrões de circulação do ar e, conseqüentemente, dos ventos e da turbulência atmosférica.

Além destas considerações, por indisponibilidade de dados dos pontos de emissão como velocidade de saída dos gases, altura geográfica de cada fonte e diâmetro das chaminés, não foram incluídos no modelo os cálculos de levantamento da pluma, as emissões são consideradas simultâneas e constantes em todas as fontes e apresentam a mesma altura efetiva arbitrada H_e a cada simulação.

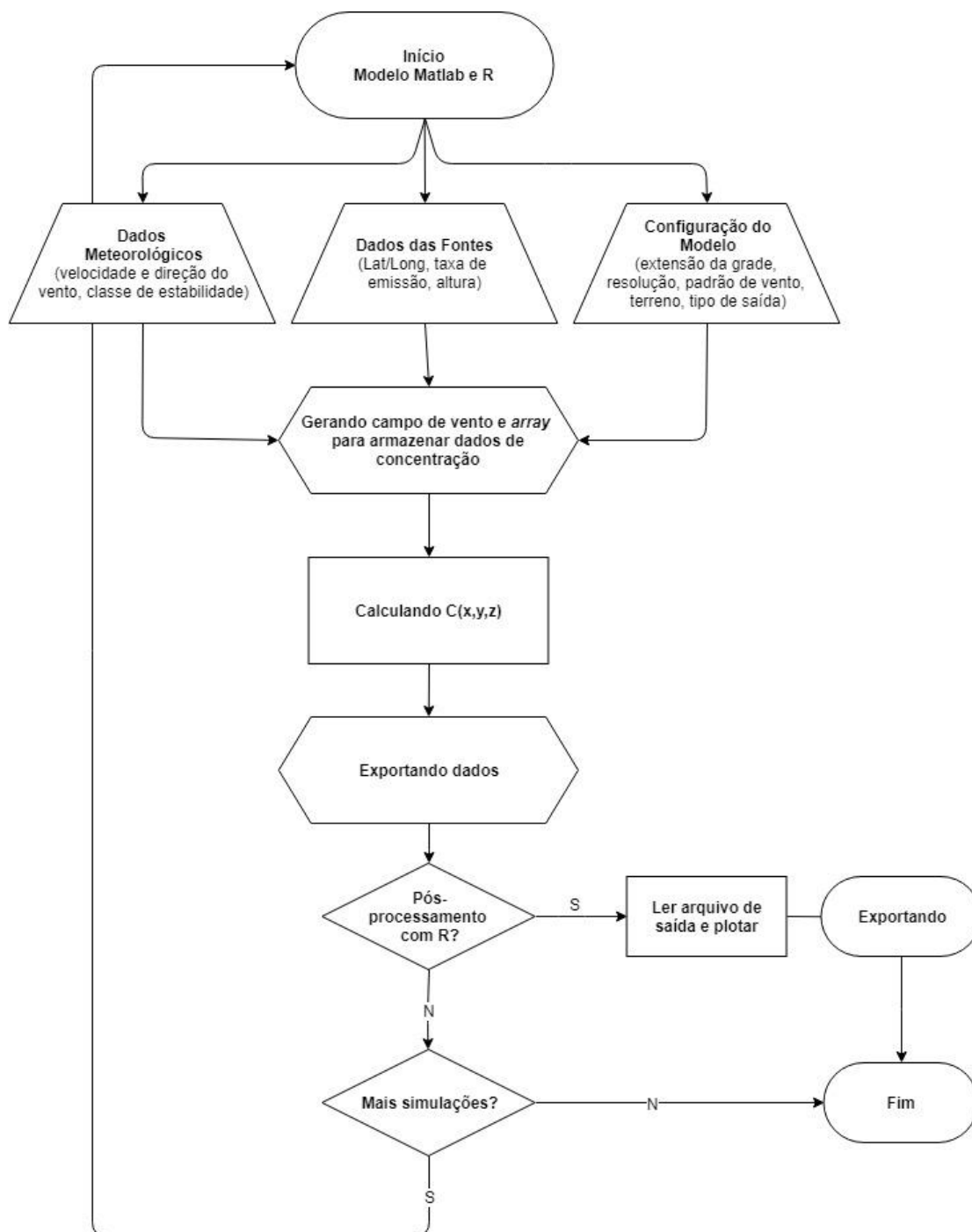


Figura 15. Fluxograma do modelo desenvolvido neste estudo usando o Matlab e o RStudio.

5.2. CONFIGURAÇÕES E APLICAÇÃO DO MODELO

Para a execução do programa, é necessário que o usuário insira dados básicos de entrada referentes à emissão dos poluentes, condições atmosféricas e configure o domínio para o qual a equação gaussiana será

resolvida. Os valores de entrada foram escolhidos a partir dos dados meteorológicos coletados nas estações de monitoramento e pelos dados de emissão disponibilizados pela indústria e serão abordados no próximo capítulo.

Neste estudo, o modelo foi configurado para um ambiente urbano, utilizando-se o ajuste de McElroy-Pooler da equação de Briggs para o cálculo dos coeficientes de dispersão σ_y e σ_z . Foram arbitradas quatro alturas de emissão efetivas H (10, 25, 50 e 100 metros) e realizada uma simulação para cada uma das classes de estabilidade de Pasquill-Guifford (PG) (A/B, C, D e E/F) para cada velocidade de vento utilizada. A grade do modelo foi definida a partir do ponto médio entre as localizações das fontes emissoras, de tal forma que fosse centralizada sobre o complexo industrial, atingindo um domínio de aproximadamente 8,8 km de extensão em cada eixo, possuindo 6400 células de 111,1m x 111,1m (0.001°).

Para a determinação dos dados de emissão de poluentes, foi obtido a partir do Inventário de Emissões Atmosféricas, documento integrante do Estudo de Impacto Ambiental da usina relativo ao ano de 2010. O relatório considerou as fontes fixas e móveis presentes nas instalações do complexo, quantificando as emissões atmosféricas de óxidos de nitrogênio (NO e NO₂ como NO_x); dióxido de enxofre (SO₂); material particulado (total e MP₁₀); compostos orgânicos voláteis (VOC); benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (BTEX) e monóxido de carbono (CO), utilizando os fatores de emissão propostos na publicação AP-42 da EPA (U.S. EPA, 1986-2009). As Tabelas utilizadas para os cálculos das emissões serão apresentadas no Anexo I.

O inventário identificou 25 áreas nas instalações do complexo que contribuem para as emissões totais, das quais 18 foram incluídas na configuração do modelo e 17 apresentaram estimativas não-nulas de emissão de MP₁₀. As áreas identificadas foram separadas em grupos, numerados de 1 a 18, e as emissões de todos os equipamentos, chaminés e processos foram consideradas simultâneas, isto é, todos os grupos apresentando emissões constantes em taxas de massa por segundo (gs⁻¹), de acordo com os totais anuais das tabelas de cálculo. As localizações das áreas emissoras são apresentadas na Figura 16, as configurações utilizadas para cada variável do modelo são especificadas na Tabela 11 e os dados das fontes emissoras nas Tabelas 12 e 13.

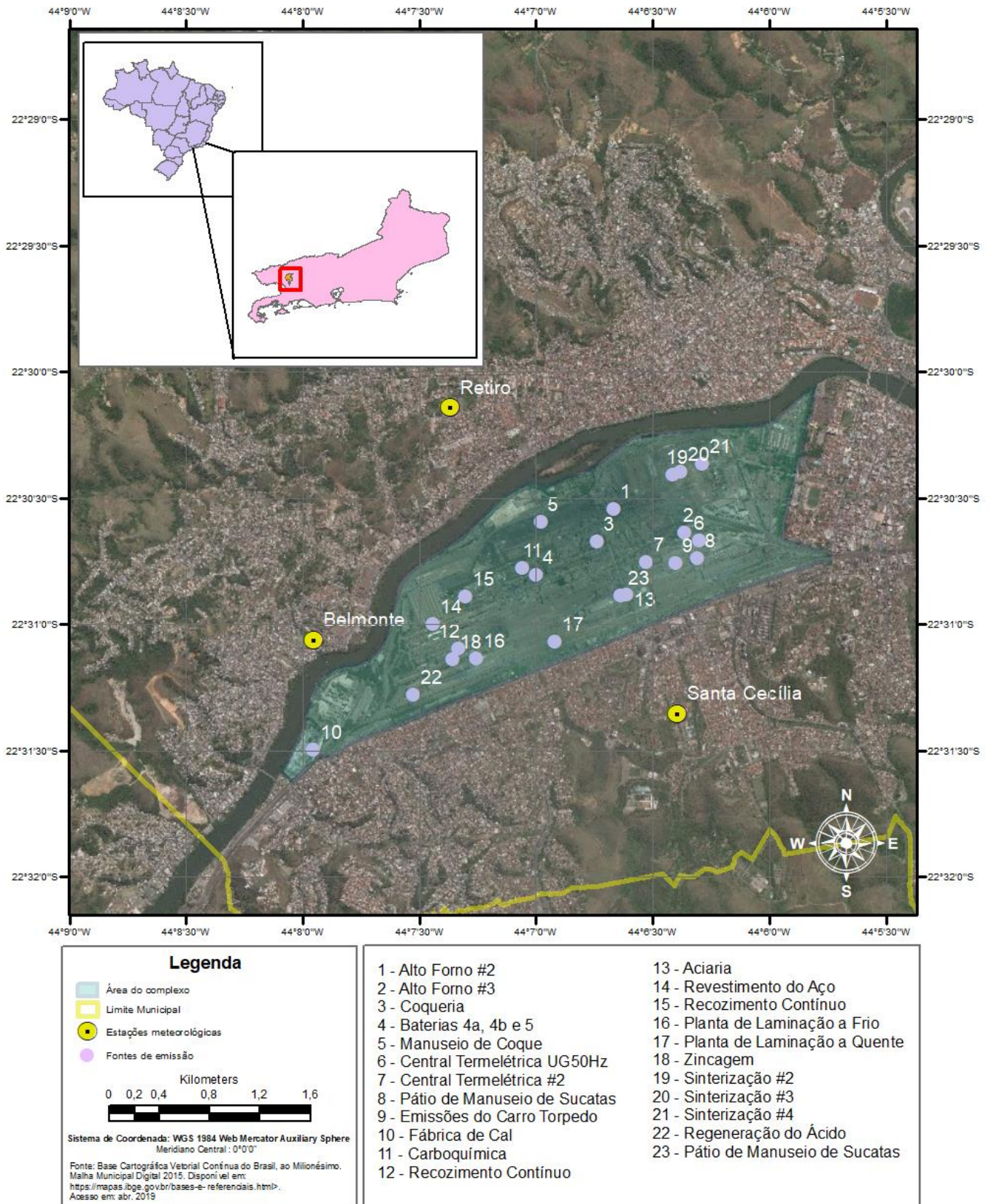


Figura 16. Localização dos processos industriais do complexo siderúrgico.

Tabela 11. Configurações dos parâmetros do modelo utilizadas neste estudo

Conjunto	Direção do Vento (°)	Velocidade do Vento (m/s)	Classes de estabilidade PG	Altura (m)	Q (g/s)	Número de simulações
Urbano 01	315	1,0	A/B a E/F	10	Total de cada grupo	32
				25		
		2,5	A/B a E/F	10		
				25		
				50		
				100		
		3,5	A/B a E/F	50		
				100		
Urbano 02	0	1,0	A/B a E/F	10	Total de cada grupo	32
				25		
		2,5	A/B a E/F	10		
				25		
				50		
				100		
		3,5	A/B a E/F	50		
				100		
Urbano 03	90	1,0	A/B a E/F	10	Total de cada grupo	32
				25		
		2,5	A/B a E/F	10		
				25		
				50		
				100		
		3,5	A/B a E/F	50		
				100		
Urbano 04	135	1,0	A/B a E/F	10	Total de cada grupo	32
				25		
		2,5	A/B a E/F	10		
				25		
				50		
				100		
		3,5	A/B a E/F	50		
				100		

Tabela 12. Fontes de emissões de poluentes atmosféricos do complexo industrial numeradas em grupos de 01 a 08.

Grupo	Áreas/Processos	Sigla	Lat Geog (°)	Long Geog (°)	MP _{total} (gs ⁻¹)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (gs ⁻¹)	BTEX (gs ⁻¹)	CO (gs ⁻¹)	NOx (gs ⁻¹)	COV (gs ⁻¹)	SOx (gs ⁻¹)
01	Sinterização	S#2	-22,5068	-44,1068	21,4615	0,6600	14,1646	0,0204	1283,5663	189,8554	65,1909	81,0620
		S#3	-22,5066	-44,1063	29,1802	0,6600	19,2589	0,0205	1288,9379	190,8493	65,4349	81,9317
		S#4	-22,5061	-44,1047	47,7716	0,6600	31,5292	0,0250	1575,2296	233,3422	80,0041	100,1739
		Total			98,4133	1,9800	64,9528	0,0659	4147,7338	614,0470	210,6300	263,1676
02	Alto Forno 02	AF #2	-22,5090	-44,1111	14,4074	0,3200	4,6104	0,0000	38,1375	25,8660	66,2548	6,9139
03	Central Termelétrica 02	CTE#2	-22,5130	-44,1052	8,4126	1,0000	8,4126	0,0876	26,7402	155,5000	1,4148	1,8443
04	Coqueria 01	BAT #1	-22,5112	-44,1123	24,2999	0,5400	13,1219	0,0905	2,0747	7,6017	2,6678	8,6114
05	Central Termelétrica UG50Hz	UG50Hz	-22,5112	-44,1050	5,7865	1,0000	5,7865	0,0286	7,3024	45,0071	0,4360	0,2626
06	Coquerias 04A, 04B e 05	BAT #4a	-22,5127	-44,1166	17,2447	0 - 0,56	9,3096	0,0609	1,3972	5,1306	1,8218	5,7995
		BAT #4b	-22,5127	-44,1166	16,8312	0 - 0,56	9,0863	0,0609	1,3972	5,1306	1,8218	5,7995
		BAT #5	-22,5127	-44,1166	23,8374	0 - 0,56	12,8683	0,0970	2,1170	7,7736	2,7603	8,7871
		Total			57,9133		31,2641	0,2189	4,9115	18,0348	6,4039	20,3862
07	Recozimento contínuo	LRC	-22,5149	-44,1217	2,3827	0,8500	2,0253	0,0000	0,7039	1,2137	1,2137	0,0121
		LRCC	-22,5149	-44,1217	0,1990	0,5000	0,0657	0,0000	0,0005	0,0012	0,3798	0,0056
		Total			2,5817		2,0910	0,0001	0,7045	1,2149	1,5935	0,0177
08	Revestimento do Aço	LE/LEE	-22,5166	-44,1240	0,1301	1,0000	0,1301	0,0000	0,0000	0,0000	0,1850	0,0000

Tabela 13. Fontes de emissões de poluentes atmosféricos do complexo industrial numeradas em grupos de 09 a 18.

Grupo	Áreas/Processos	Sigla	Lat Geog (°)	Long Geog (°)	MP _{total} (g/s)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (g/s)	BTEX (g/s)	CO (g/s)	NO _x (g/s)	VOC (g/s)	SO _x (g/s)
09	Zincagem	FRC	-22,5183	-44,1222	0,0933	0,8500	0,0793	0,0000	0,1735	0,9326	0,3843	0,0093
		LZC	-22,5190	-44,1226	0,4376	0,85 a 1	0,4369	0,0014	0,1534	17,3431	0,6393	0,0001
		Total			0,5308		0,5162	0,0014	0,3269	18,2757	1,0236	0,0094
10	Laminação a Frio	LTF	-22,5190	-44,1209	1,9285	0,8500	1,6392	0,0000	0,0000	0,0000	3,5372	0,0000
11	Fábrica de Cal	FC	-22,5249	-44,1325	9,9386	0,4623	4,5941	0,0002	4,2220	1,3767	0,1836	0,1101
12	Aciaria	LD	-22,5147	-44,1101	31,9132	0,4740	15,1269	0,0003	912,2375	8,5193	11,5802	4,7821
13	Laminação a Quente	LTQ2	-22,5178	-44,1153	1,7769	0,8500	1,5104	0,0014	46,5044	78,7084	3,6578	15,4187
14	Regeneração do Ácido	URA	-22,5213	-44,1254	0,0150	1,0000	0,0150	0,0000	1,3684	3,0959	0,0898	0,0099
15	Manuseio de Coque	COQ	-22,5099	-44,1163	11,7989	0,5400	6,3714	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
16	Carboquímica	CQ	-22,5130	-44,1176	NA	-	NA	NA	NA	NA	0,4124	NA
17	Alto Forno 03	AF #3	-22,5106	-44,1060	34,2573	0,3200	10,9623	0,0000	94,5558	61,5733	312,2764	31,8042
18	Pátio de Carvão	PC	-22,5104	-44,1130	11,4596	0,5400	6,1882	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. ANÁLISE DOS DADOS METEOROLÓGICOS

Para o estudo das concentrações de MP_{10} , foram coletados os dados horários relativos a janeiro de 2007 a dezembro de 2016 de três estações meteorológicas e de qualidade do ar localizadas nas adjacências do complexo, que são administradas pela própria empresa e disponibilizados na página web do INEA. As estações Retiro, Belmonte e Santa Cecília, nomes referentes aos bairros onde se localizam, monitoram parâmetros meteorológicos como a velocidade (ms^{-1}) e direção escalar do vento ($^{\circ}$), temperatura do bulbo seco ($^{\circ}$) e umidade relativa (%) e a concentração de dióxido de enxofre (SO_2), dióxido de nitrogênio (NO_2), hidrocarbonetos não-metano (HCNM), hidrocarbonetos totais (HCT), metano (CH_4), monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO), orto-xileno (O_x), óxidos de nitrogênio (NO_x), ozônio (O_3), material particulado (MP_{10}) e partículas totais em suspensão (PTS). Outras variáveis como radiação solar, insolação total, precipitação acumulada em 24h e nebulosidade foram obtidas das estações meteorológicas convencional e automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em operação mais próximas ao complexo, ambas localizadas no município de Resende/RJ.

As séries de temperatura do bulbo seco e umidade relativa do ar se mostraram bastante próximas nas três estações, variando aproximadamente entre $7^{\circ}C$ e $40^{\circ}C$ e 10% e 99%, com médias de $22^{\circ}C$ e 75%. Os padrões de circulação de vento nas estações meteorológicas de Retiro, Belmonte e Santa Cecília apresentaram-se, por sua vez, ligeiramente distintos, tanto na variabilidade anual e sazonal quanto às direções de vento predominantes. As velocidades, no entanto, mantiveram-se majoritariamente entre baixas, com médias próximas a $1,0 ms^{-1}$ nas três estações. A Tabela 14 apresenta um sumário dos parâmetros estatísticos dos dados meteorológicos das estações de Belmonte, Retiro e Santa Cecília.

Tabela 14. Dados meteorológicos das três estações de monitoramento.

Estação	Parâmetros Estatísticos	Direção do Vento (°)	Temperatura do Ar (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Vento (ms ⁻¹)
Belmonte	Mínimo	0,0	7,4	9,5	0,0
	Máxima	360,0	40,9	99,6	14,7
	Mediana	158,0	22,0	75,9	0,8
	Média	154,0	19,7	61,8	0,9
	NA's (%)	15,4	13,0	13,3	18,4
	Válidos (%)	84,6	87,0	86,7	81,6
Retiro	Mínimo	0,0	6,7	9,8	0,0
	Máxima	360,0	41,7	99,7	56,4
	Mediana	149,8	22,8	76,1	0,8
	Média	119,9	22,1	79,8	0,7
	NA's	18,4	18,5	14,5	17,5
	Válidos (%)	81,6	81,5	85,5	82,5
Santa Cecília	Mínimo	0,0	7,9	9,6	0,0
	Máxima	360,0	41,3	96,2	8,9
	Mediana	132,4	22,3	75,3	1,4
	Média	134,2	21,7	84,3	1,1
	NA's (%)	13,7	13,3	10,1	13,4
	Válidos (%)	86,3	86,7	89,9	86,6

A estação de Retiro apresentou ligeira variação anual com ventos predominantes fracos variando entre oeste e norte, tendo ocorrido a partir de 2012 um ligeiro aumento de ventos de quadrante sul e uma redução nas velocidades registradas. Na variação sazonal, as direções foram predominantemente de quadrante N-NO nas estações do verão e outono e uma frequência maior de ventos de E-NE no inverno e primavera. Ventos de SE apareceram com frequência de 10% nas quatro estações, podendo indicar a influência das passagens de sistemas frontais e os ventos de quadrante N, a presença de cadeias montanhosas localizadas ao norte da estação, conforme observado por Guimarães (2014, apud Cavalcanti e Kousky, 2009). Na estação do Belmonte, não houve variação anual significativa da direção do vento, porém também foi observado um decréscimo gradual das velocidades. Uma sazonalidade na circulação atmosférica caracterizada pelo giro anti-horário do vento é bem definida em Belmonte, com ventos de quadrante S-SE na primavera e no verão e maior frequência de ventos de N-NO no outono e inverno, sugerindo a atuação continental do sistema de Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que avança sobre o continente neste período, favorecendo movimentos subsidentes do ar, e conseqüentemente, maior estabilidade atmosférica (DERECZYNSKI *et al.*, 2009).

A maior regularidade nos padrões anuais e sazonais foi verificada na região de Santa Cecília, que apresentou ao longo dos 10 anos e em todas as estações ventos predominantes de S-SE, sendo também uma indicação da influência da presença de relevo mais acidentado ao sul da estação. As Figuras 17 e 18 apresentam as rosas dos ventos de cada estação meteorológica, por estação climática e por ano, respectivamente, utilizando a função *windRose*, do pacote *Openair* (CARSLAW e ROPKINS, 2011).

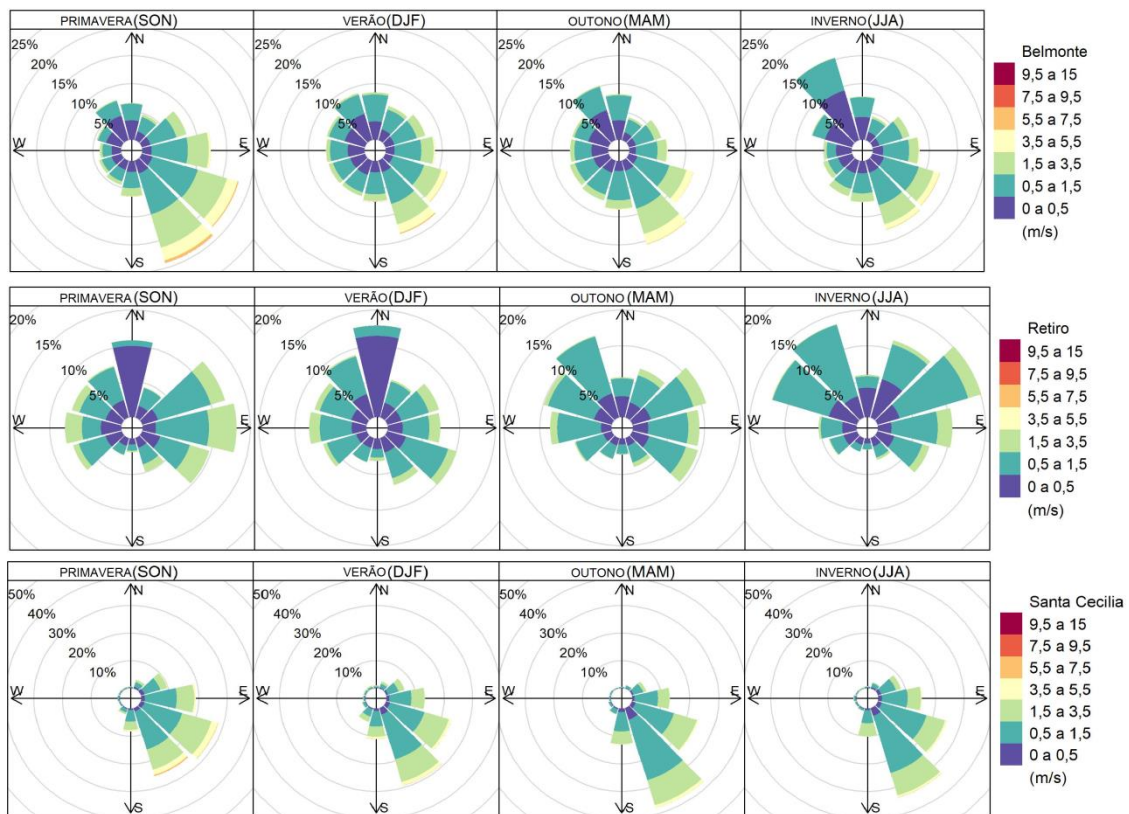


Figura 17. Rosas dos ventos para o período de 2007 a 2016 separadas por estações de monitoramento e por estação do ano utilizando a função *windRose* do pacote *Openair* do programa R.

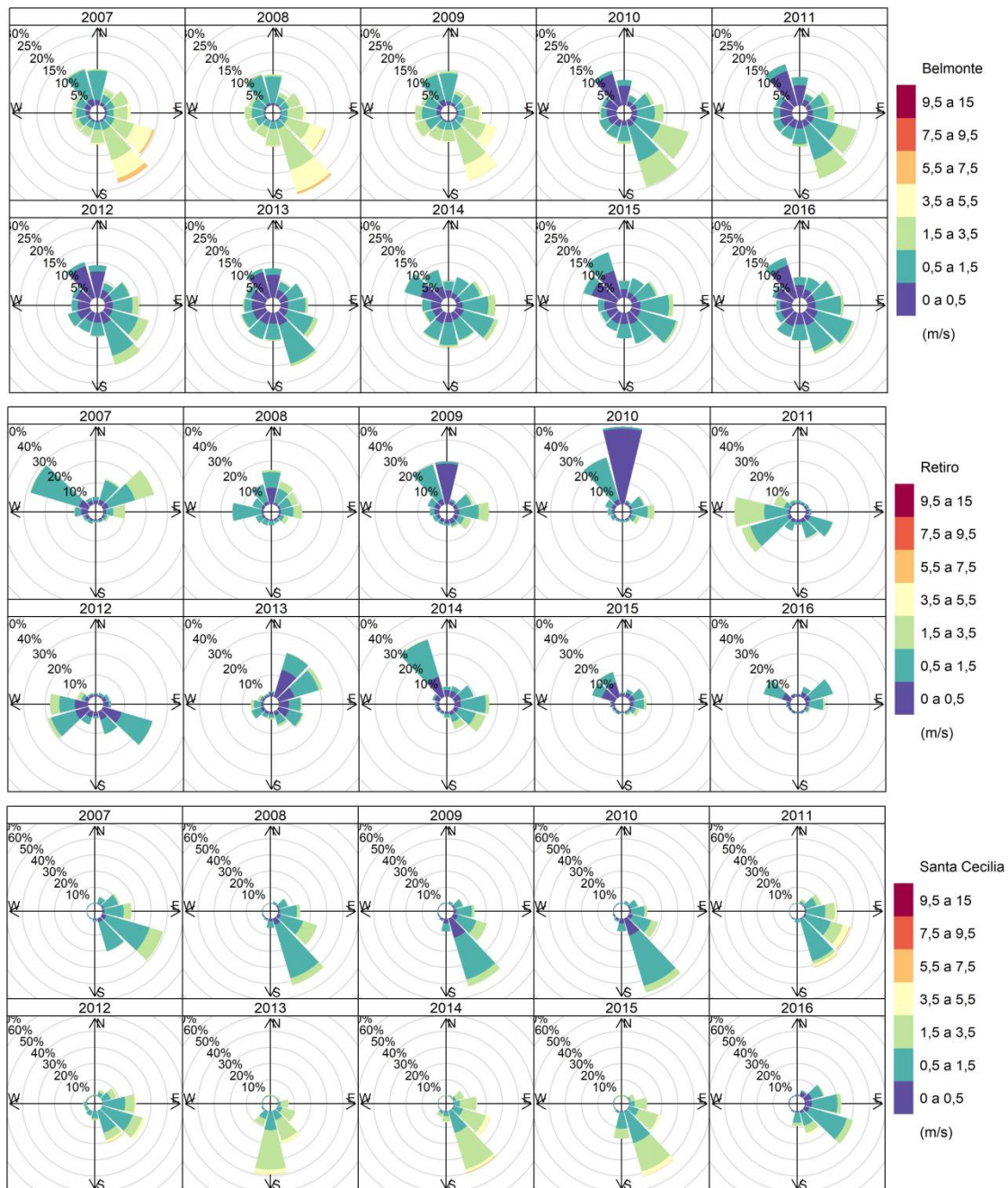


Figura 18. Rosas dos ventos para o período de 2007 a 2016 separadas por estações e por ano utilizando a função *windRose* do pacote *Openair* do programa R.

Para verificar a fluutuabilidade diária da estabilidade atmosférica na região, segundo a classificação da Pasquill-Guifford exposta na Tabela 7, foram analisadas as normais climatológicas de radiação solar e cobertura de nuvens da estação meteorológica convencional de Resende/RJ. Considerando as velocidades do vento em superfície entre $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e $2,5 \text{ ms}^{-1}$, pode ser verificado na Tabela 15 que a variação de estabilidade é pouca, oscilando entre

período diurno de instabilidade (classes A e B) e noturno de estabilidade (E e F).

Tabela 15. Classificação dos dados por estação do ano e período do dia para a região do complexo.

Velocidade do Vento (m/s)	Verão		Outono		Inverno		Primavera	
	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno	Diurno	Noturno
1.0 m/s	A	F	A	F	A	F	A	F
2.5 m/s	A-B	E	A-B	E	A-B	F	A-B	E

Para a configuração da velocidade do vento nas simulações apresentadas no item 6.3, foram consideradas as velocidades medianas das classes mais frequentes ($1,0 \text{ ms}^{-1}$ e $2,5 \text{ ms}^{-1}$) obtidas nas rosas dos ventos à superfície para as alturas efetivas de 10 m, 25 m ($1,0 \text{ ms}^{-1}$) e 10, 25 e 50 m ($2,5 \text{ ms}^{-1}$). Para as alturas de 50 m e 100 m, levando-se em consideração o perfil exponencial da velocidade do vento, que aumenta com a altura em virtude do decréscimo do atrito com a superfície, foi empregada a velocidade de $3,5 \text{ ms}^{-1}$, calculada para a região através de interpolações dos *softwares* *MesoMAP* e *WindMAP*, de acordo com Atlas Eólico do Estado do Rio de Janeiro (SEINPE, 2002).

6.2. ANÁLISE DOS DADOS DE MONITORAMENTO DE MP_{10}

Os dados de material particulado das estações de monitoramento mostraram que as concentrações médias foram de $30,16 \mu\text{gm}^{-3}$, $20,66 \mu\text{gm}^{-3}$ e $20,50 \mu\text{gm}^{-3}$ em Retiro, Belmonte e Santa Cecília, respectivamente. Em Retiro, 50% das concentrações ocorridas ficaram abaixo de $24,84 \mu\text{gm}^{-3}$ e apenas 1% superou padrão atual de $120 \mu\text{gm}^{-3}$. Já em Belmonte, 50% das medições foram abaixo de $31,8 \mu\text{gm}^{-3}$ e 1% acima de $134,5 \mu\text{gm}^{-3}$, sendo a máxima de $558,1 \mu\text{gm}^{-3}$. Santa Cecília, apesar de apresentar a menor média, apresentou o recorde de concentração, atingindo o valor de $575,41 \mu\text{gm}^{-3}$ e o maior número de dados indisponíveis (13,5%) da série. Uma síntese dos parâmetros estatísticos da série de concentrações de MP_{10} de janeiro de 2007 a dezembro de 2016 são apresentados na Tabela 16. Os gráficos das Figuras 19, 20 e 21 correlacionam as velocidades e direções do vento com a concentração de MP_{10} registrada em cada estação.

Em relação à estação de Retiro, verifica-se que valores altos de MP_{10} estão associados a ventos de quadrante leste e oeste, com velocidades maiores, o que condiz com o padrão verificado nos gráficos de sazonalidade, e dada a localização ao norte do complexo, e notadamente as áreas de sinterização e alto fornos, pode-se supor que: 1) ambas as plumas tenham conexão com as emissões da indústria, dependendo do giro do vento e de barreiras físicas que direcionem a poluição para esta configuração; 2) há outra fonte relevante de material particulado a noroeste da estação.

Tabela 16. Síntese dos principais parâmetros estatísticos da série de concentrações de MP_{10} de janeiro de 2007 a dezembro de 2016..

Parâmetros	MP_{10} ($\mu\text{g m}^{-3}$)		
	Retiro	Belmonte	Santa Cecília
Mínimo	0,00	0,00	0,00
1° quartil	15,24	20,66	13,08
Mediana	23,82	31,79	20,50
Média	30,16	38,14	25,55
3° quartil	37,31	47,99	31,40
Máximo	430,03	558,10	575,41
NA's (%)	10,7%	11,7%	13,5%

Retiro - Concentração de Material Particulado < $10\mu\text{m}$ ($\mu\text{g/m}^3$)

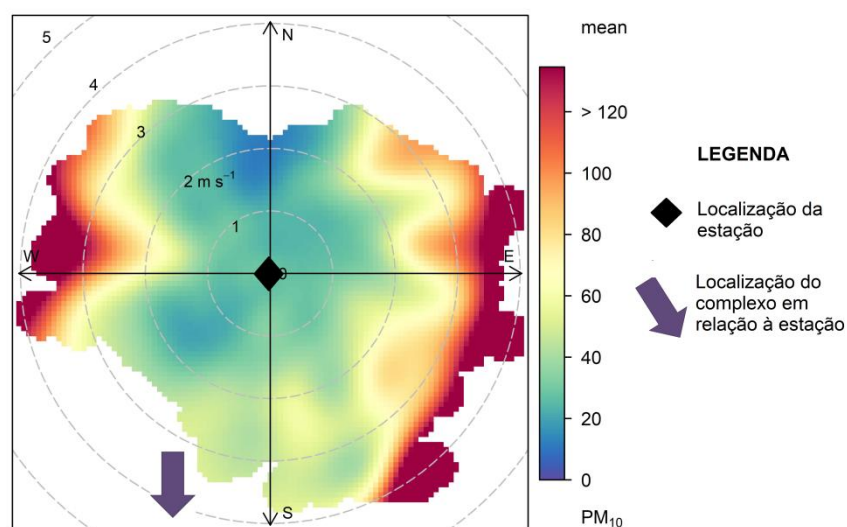


Figura 19. Gráfico de concentração de MP_{10} e vento para a estação de Retiro utilizando a função *polarPlot* do pacote *Openair* do programa R.

Em Belmonte, por outro lado, verifica-se a associação dos maiores valores de concentração com velocidades mais baixas de vento e direção leste e sudeste, também compatível com o posicionamento da estação em relação ao complexo industrial.

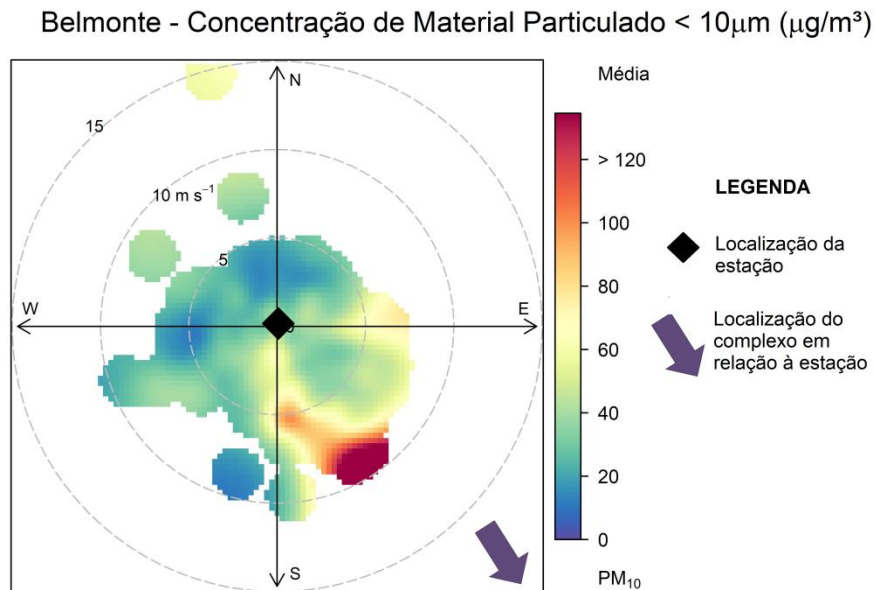


Figura 20. Gráfico de concentração de MP₁₀ e vento para a estação de Belmonte utilizando a função *polarPlot* do pacote *Openair* do programa R.

Em Santa Cecília, apesar do vento predominante ser de SE, há uma influência de concentrações mais altas de MP₁₀ associadas com ventos fracos de NO, que não aparece nas rosas dos ventos como um vento usual. Outra influência aparece associada aos ventos de SE, porém, devido ao posicionamento ao sul do complexo, pode indicar a presença de outra(s) fonte(s) poluidora(s) mais próximas à estação.

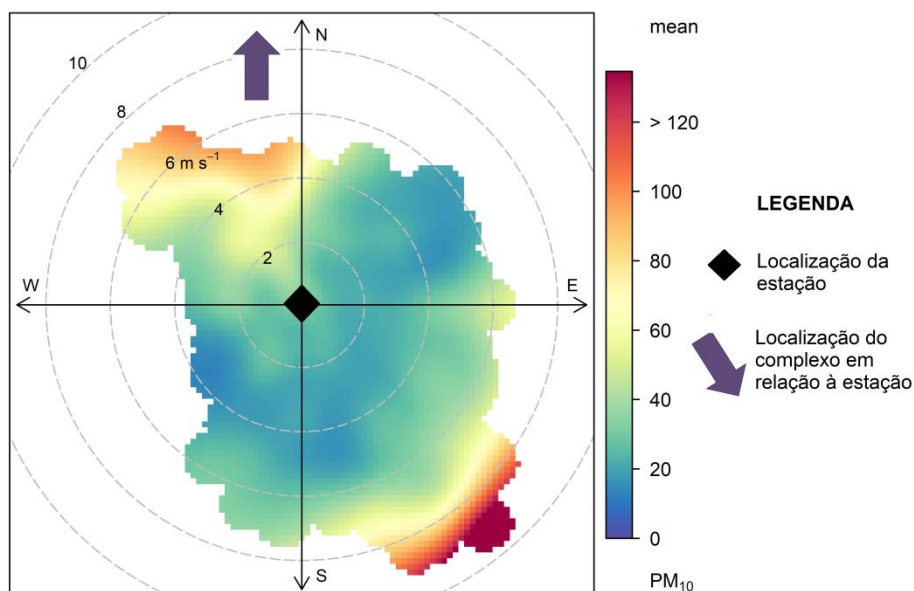
Santa Cecília - Concentração de Material Particulado <math>< 10\mu\text{m}</math> ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Figura 21. Gráfico de concentração de MP_{10} e vento para a estação de Santa Cecília utilizando a função *polarPlot* do pacote *Openair* do programa R.

6.3. RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Neste tópico serão apresentados e discutidos os resultados obtidos com as simulações citadas na Tabela 11. Primeiramente serão apresentadas, no item 6.3.1, as curvas de isoconcentração de material particulado das simulações realizadas, identificando as condições mais críticas em termos de concentração. No item 6.3.2 serão apresentados os gráficos de concentração horária para um período de 90 dias sob condições instáveis e estáveis. Os valores obtidos foram comparados aos valores estabelecidos pela legislação vigente, a CONAMA 491/2018.

Devido ao grande número de simulações, serão apresentados resultados mais relevantes, que representam os extremos da classificação de estabilidade atmosférica (classes A/B e E/F) e ventos predominantes para as velocidades de $1,0 \text{ ms}^{-1}$, $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e $3,5 \text{ ms}^{-1}$. Os resultados não contemplados nos itens 6.3.1 e 6.3.2 serão apresentados no Apêndice A.

6.3.1. Curvas de Isoconcentração de MP_{10}

Nos gráficos das Figuras 22 e 23, são apresentadas as plumas referentes às condições de vento soprando de noroeste, para as velocidades de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e $2,5 \text{ ms}^{-1}$, e alturas efetivas de 10 m e 25 m, respectivamente, em atmosfera sob condições de instabilidade. É possível observar em ambas as figuras regiões de maior concentrações sobre a região do complexo e no bairro de Santa Cecília. Um pequeno núcleo de concentrações superiores a $100 \mu\text{g m}^{-3}$ também foi formado ao norte do Rio Paraíba do Sul, entre as estações de Retiro e Belmonte. Nota-se, de forma geral, que a pluma da Figura 23 estende-se por uma região menor, e os valores máximos ocorridos são inferiores às condições de vento mais brandas.

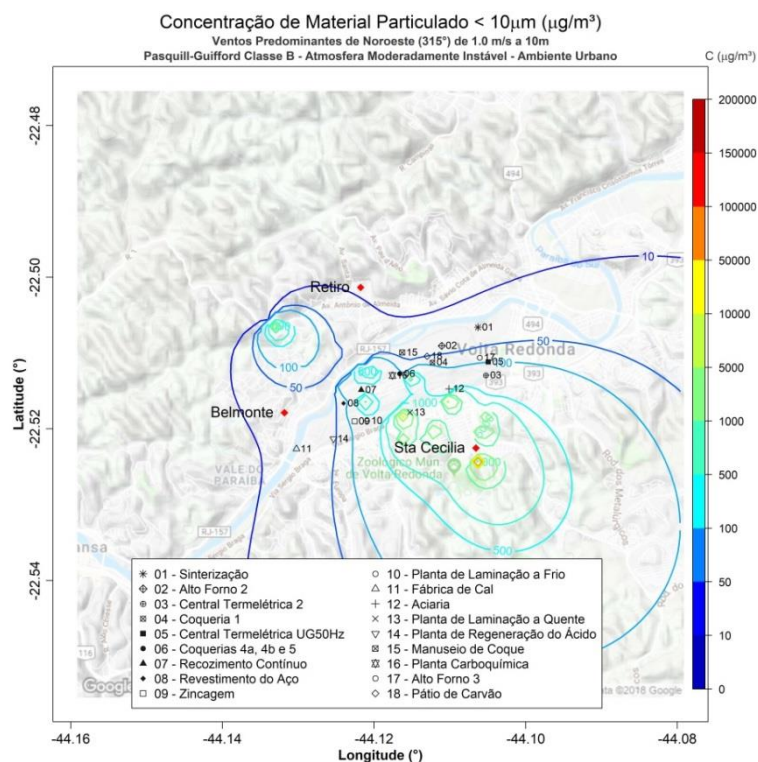


Figura 22. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

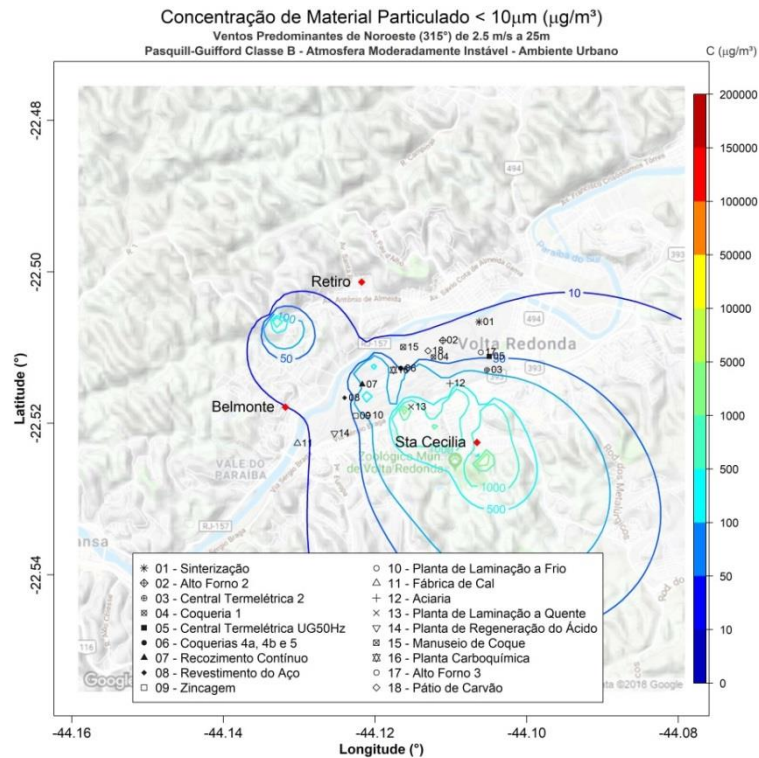


Figura 23. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio

Elevando-se a altura efetiva para 50 m sob uma velocidade de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ (Figura 24), é possível perceber uma diminuição das concentrações de MP_{10} sobre o complexo e as maiores permanecem ocorrendo sobre a região de Santa Cecília. O núcleo mais ao norte também apresenta diminuição, ficando com valores próximos a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Da mesma forma, aumentando-se a velocidade para $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e a altura efetiva para 100 m sob atmosfera instável (Figura 25), as concentrações decrescem, permanecendo apenas pequenas regiões próximas à estação de Santa Cecília com valores superiores à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

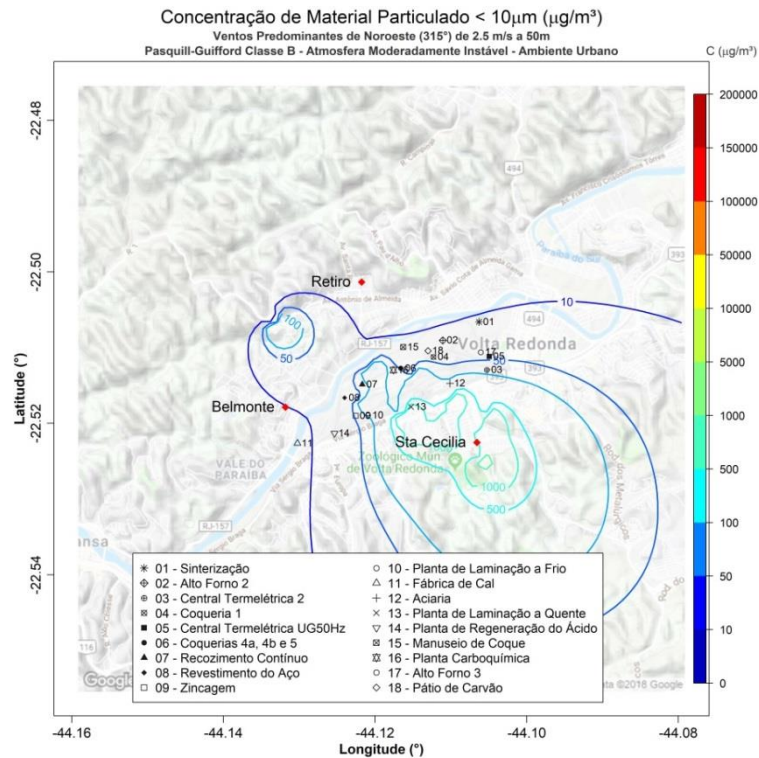


Figura 24. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de NO de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

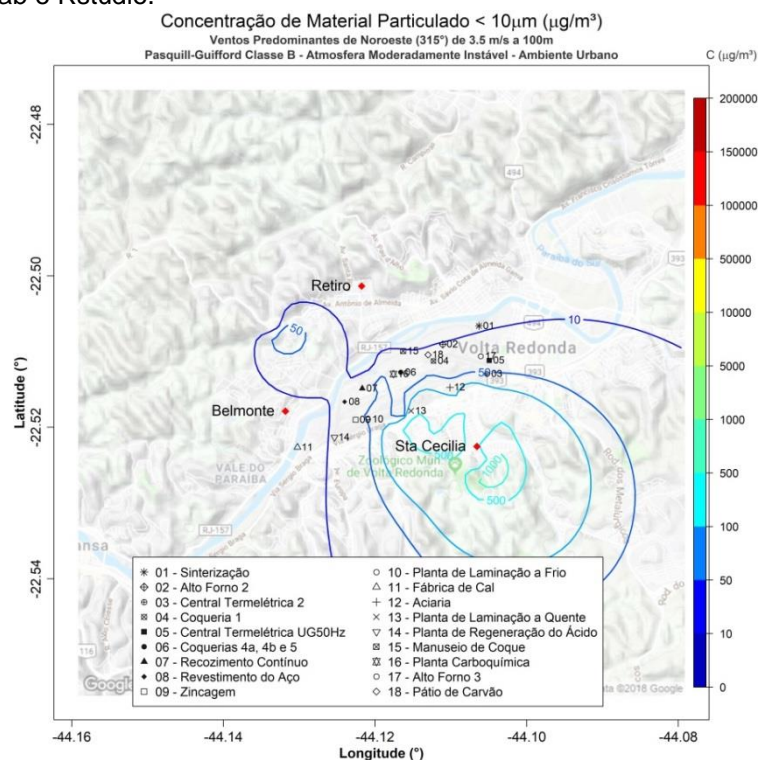


Figura 25. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Analisando os gráficos das plumas de dispersão das Figuras 26 e 27, sob as mesmas condições de vento - NO de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m e 25 m - no entanto em ambiente estável, foi observado um espalhamento considerável da pluma, com grande área abrangendo as regiões de Belmonte e toda região ao sul do complexo apresentando concentrações de MP_{10} superiores a $100 \mu\text{g m}^{-3}$, e em alguns pontos na região de Santa Cecília, valores superiores a $5000 \mu\text{g m}^{-3}$. Para as alturas de 50 m e 100 m, com ventos de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e $3,5 \text{ ms}^{-1}$ respectivamente (Figuras 28 e 29), pode ser observado uma redução na área da isolinha referente a $5000 \mu\text{g m}^{-3}$ na região de Santa Cecília. Retiro e Belmonte, por sua vez, apresentaram valores entre 10 e $50 \mu\text{g m}^{-3}$ e 50 e $100 \mu\text{g m}^{-3}$, respectivamente.

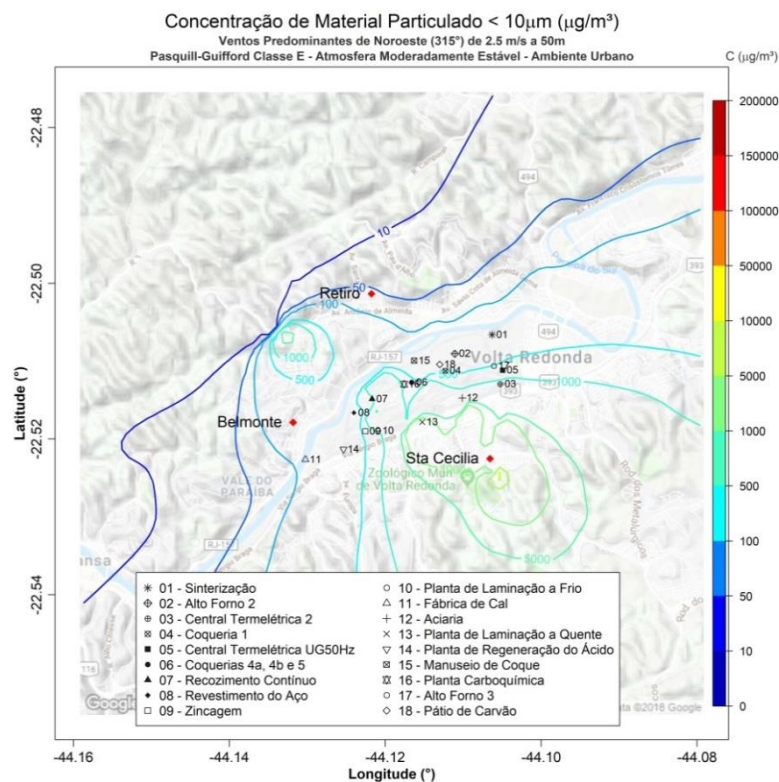


Figura 26. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

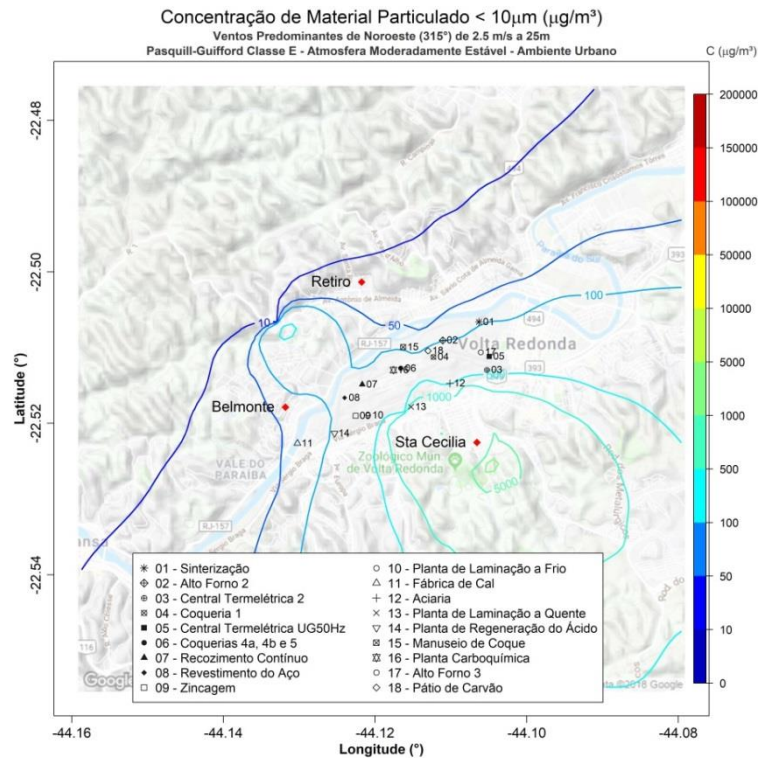


Figura 27. Isolinas de concentração de MP_{10} para ventos de NO de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

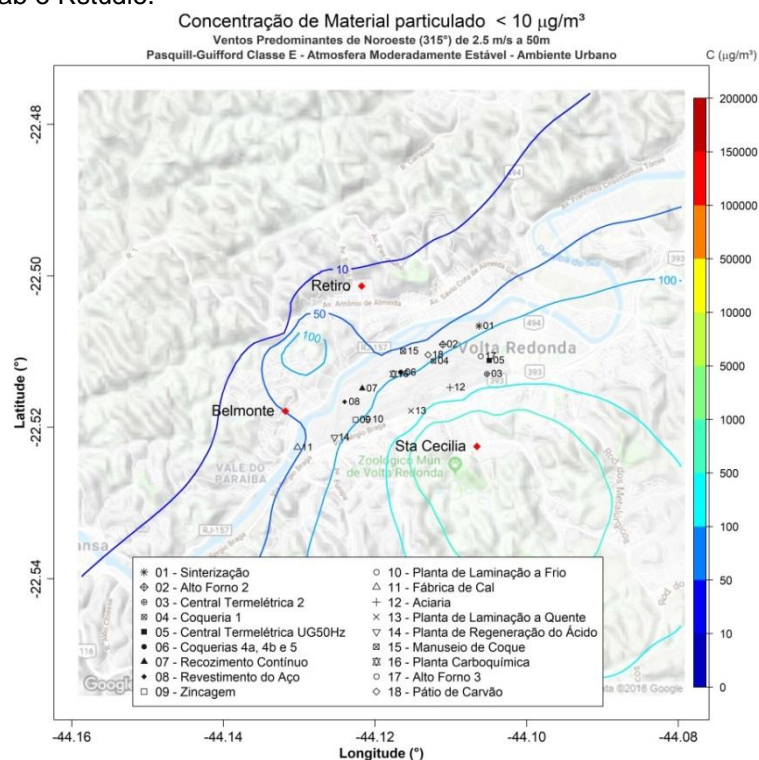


Figura 28. Isolinas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

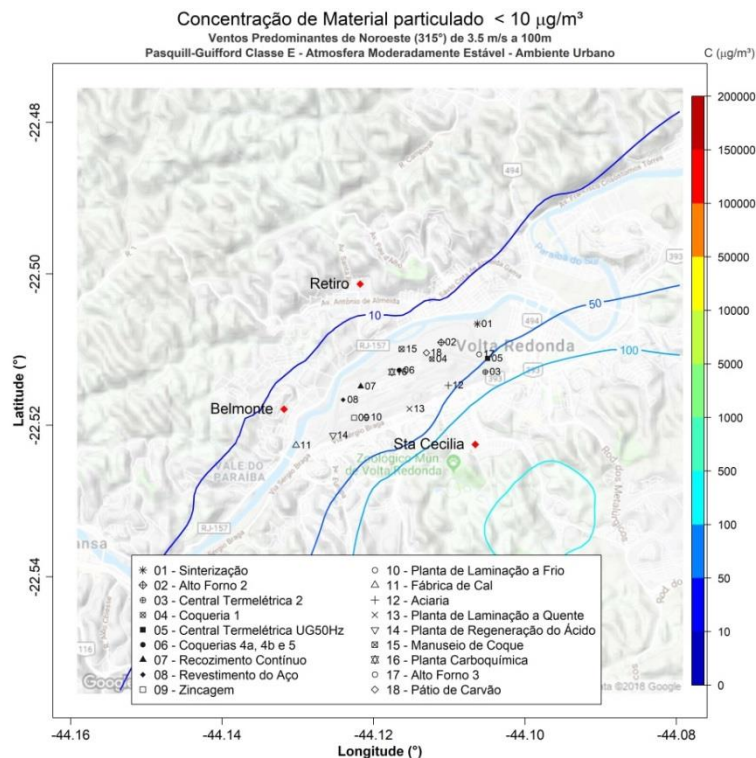


Figura 29. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de NO de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

A Tabela 17 apresenta os valores de concentração máxima, mínima e média para as simulações de ventos de NO para as condições instáveis e estáveis. Pode-se observar pela tabela que a concentração máxima calculada pelo modelo referente aos ventos de NO ocorre sob condições instáveis, com ventos fracos de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m , no valor de $444289,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Também apresentaram altas concentrações as simulações referentes às velocidade de vento $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m ($170945,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) para classes A/B, e velocidade $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m para classes E/F ($102307,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). As menores concentrações médias foram identificadas nas simulações referentes às alturas efetivas de 50 m e 100 m, com ventos de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ sob condições instáveis, apresentando valores de $46,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $35,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Tabela 17. Valores de concentrações máximas, mínimas e as médias para as simulações de ventos predominantes de NO realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Direção do Vento (°)	Velocidade do Vento (ms ⁻¹)	Classe de estabilidade PG	Altura (m)	Concentração máxima (µgm ⁻³)	Concentração mínima (µgm ⁻³)	Concentração Média (µgm ⁻³)
315°	1,0	A/B	10	444289,70	2,54E-05	319,16
		A/B	25	35446,04	1,48E-05	203,97
		E/F	10	102307,80	9,21E-38	1188,93
	2,5	A/B	10	170945,10	3,73E-06	126,62
			25	13409,89	8,92E-06	81,68
		E/F	10	7414,77	1,22E-02	65,54
			25	41367,38	2,49E-28	475,65
		E/F	50	11600,25	1,58E-10	367,13
			50	3283,89	5,22E-70	258,22
	3,5	A/B	50	5399,33	3,69E-07	46,80
			100	1649,46	1,24E-05	35,14
		E/F	50	2483,29	1,09E-10	184,62
100			623,43	1,38E-28	92,03	

As simulações apresentadas nas Figuras 30 e 31 referem-se as condições de vento de origem norte, nas mesmas velocidades e alturas efetivas de emissão dos gráficos de 26 a 29 mostrados anteriormente, isto é, velocidades de 1,0 ms⁻¹ e 2,5 ms⁻¹, a 10 m e 25 m, respectivamente, em ambiente instável. De maneira similar, as maiores concentrações de MP₁₀ ocorrem na área de Santa Cecília, com regiões de acúmulo em uma pequena região entre os bairros de Retiro e Belmonte.

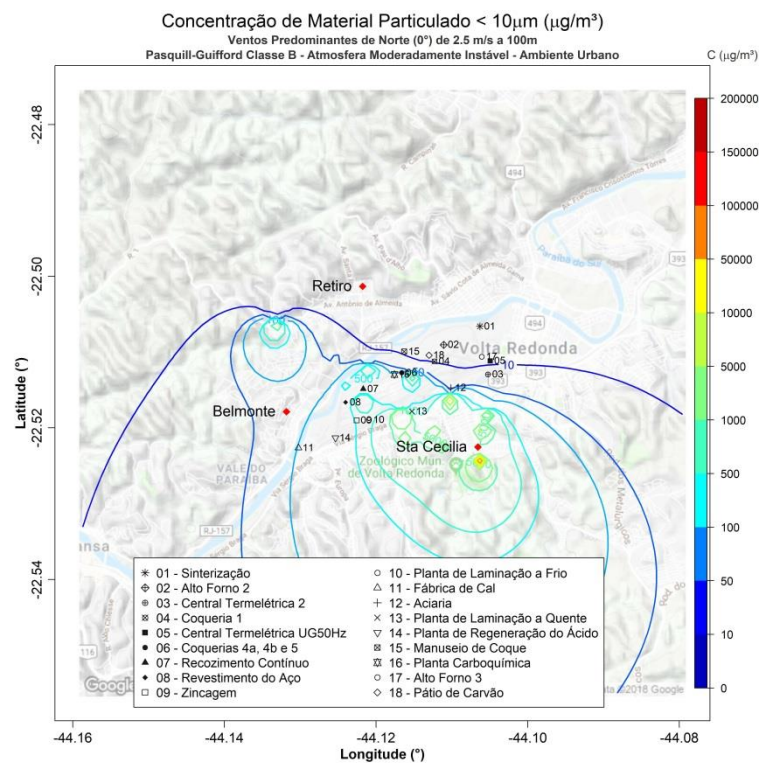


Figura 30. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão

sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

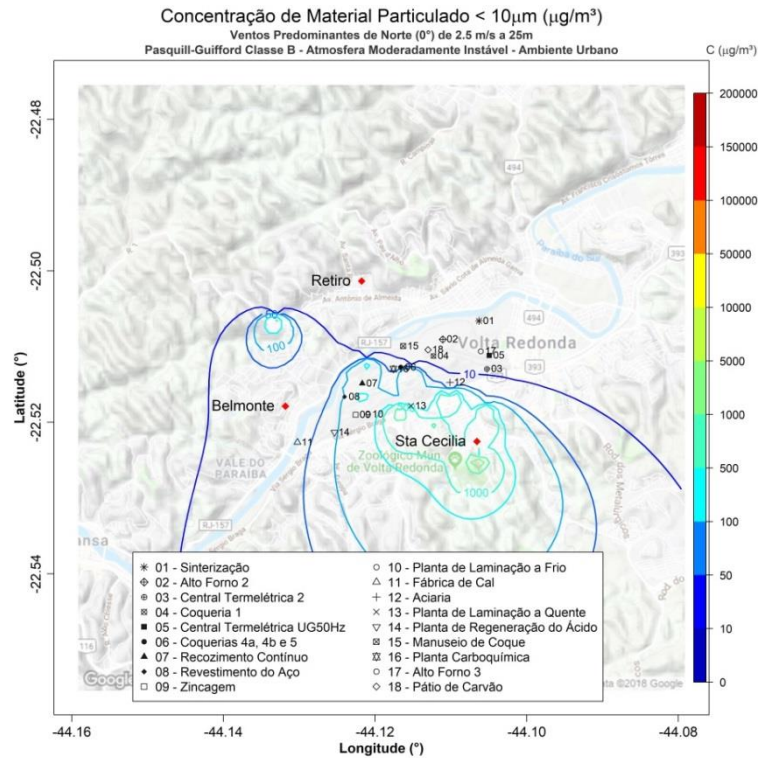


Figura 31. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

As isolinhas de concentração foram geradas nos gráficos das Figuras 32 e 33 para as alturas de 50 m e 100 m, e revelam que o aumento de 25 m para 50 m, sendo a velocidade mantida em $2,5 \text{ ms}^{-1}$, não produziram grande variação nas altas concentrações ocorridas em Santa Cecília, porém elevando-se de 50 para 100 m e para $3,5 \text{ ms}^{-1}$, as mesmas foram reduzidas aproximadamente à metade, restringindo-se a uma pequena área em Santa Cecília picos de concentração de aproximadamente $1000 \mu\text{g m}^{-3}$.

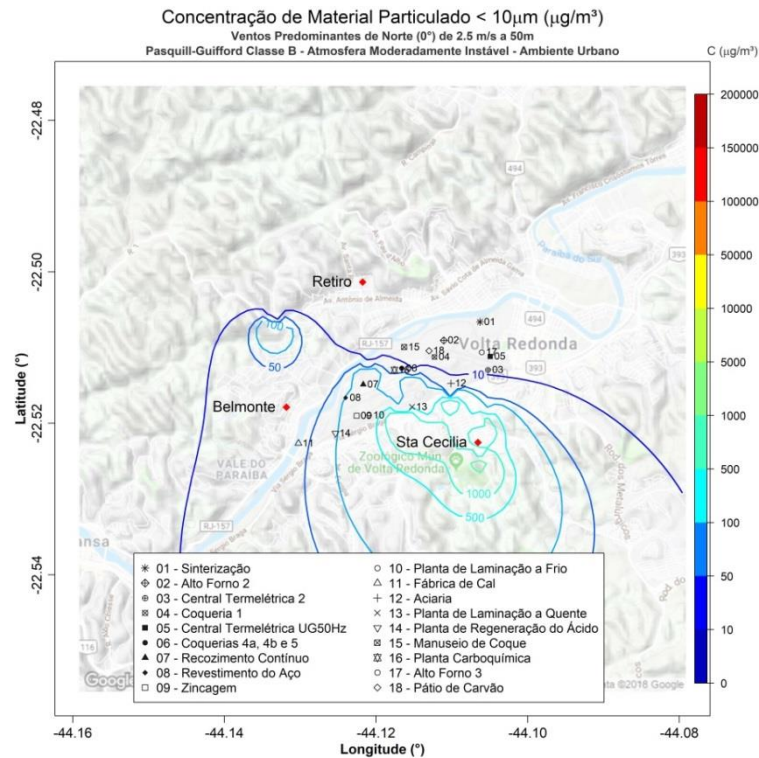


Figura 32. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para ventos de N de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

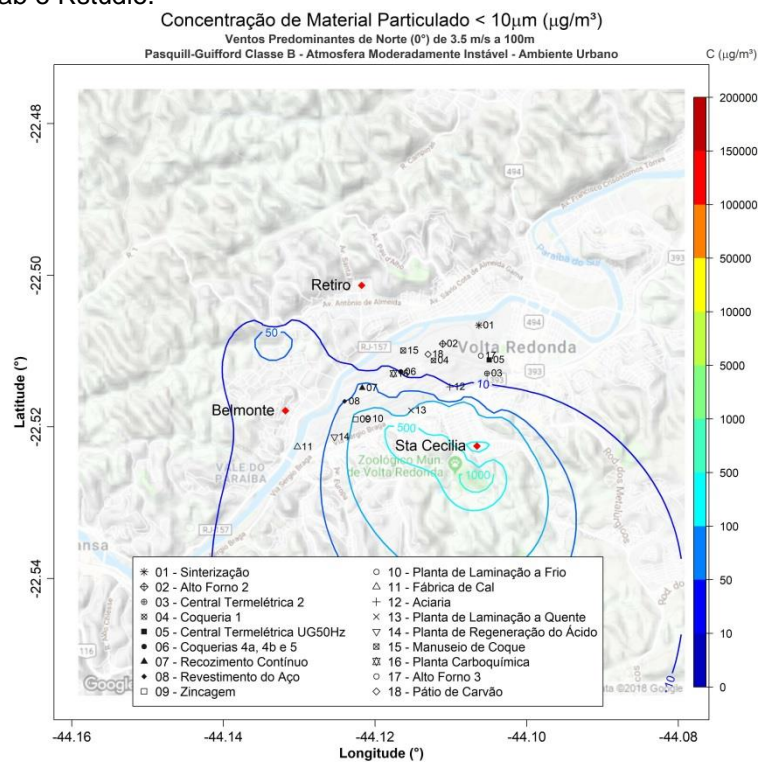


Figura 33. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Quando modifica-se as condições de estabilidade (Figuras de 34 a 37), foi observado espalhamento considerável da pluma, com aumento das concentrações notadamente na região de Belmonte, que mantinha valores abaixo de $100 \mu\text{g m}^{-3}$, apresentando valores superiores a $500 \mu\text{g m}^{-3}$. Retiro mantém concentrações abaixo de $10 \mu\text{g m}^{-3}$, exceto para velocidade de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e 10 m de altura efetiva cujo valor foi de aproximadamente $20 \mu\text{g m}^{-3}$.

As máximas, mínimas e concentrações médias em cada uma das simulações para ventos de norte são apresentadas na Tabela 18. A tabela mostra que o pico de concentração de MP_{10} ocorre sob condições instáveis, vento fraco e altura efetiva baixa, chegando a $288618,1 \mu\text{g m}^{-3}$. O segundo maior valor foi de $137587,4 \mu\text{g m}^{-3}$, sob ventos $1,0 \text{ ms}^{-1}$, porém em condições estáveis a 10 m. A menor concentração máxima ocorreu com ventos $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m em estabilidade e a menor concentração média com ventos $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m em condições instáveis.

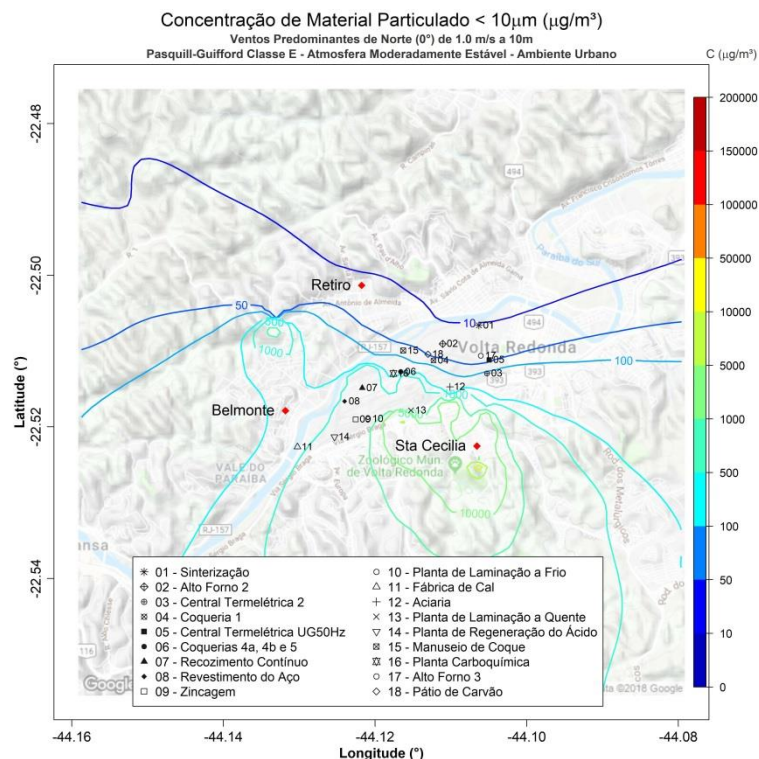


Figura 34. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

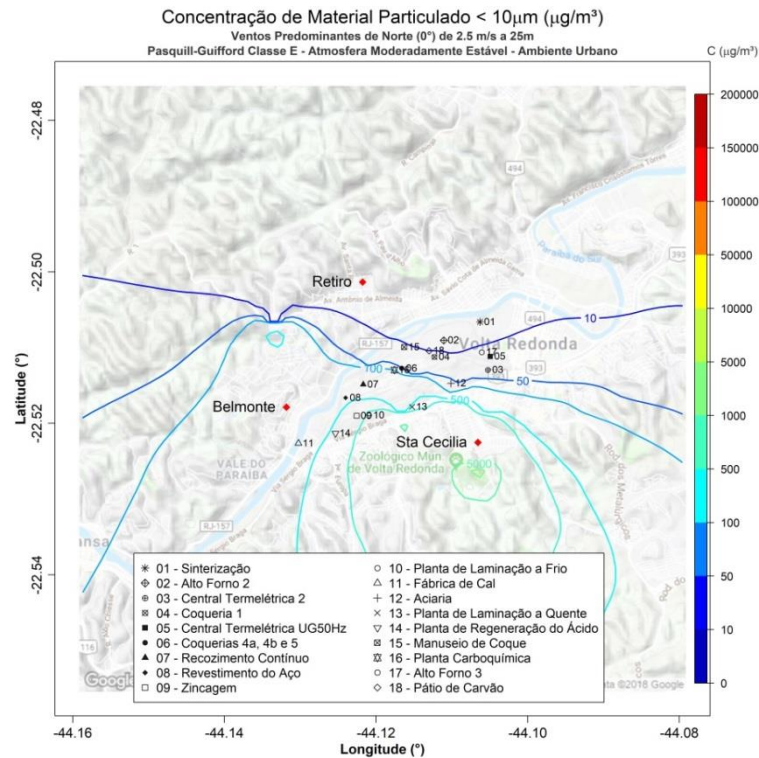


Figura 35. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para ventos de N de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

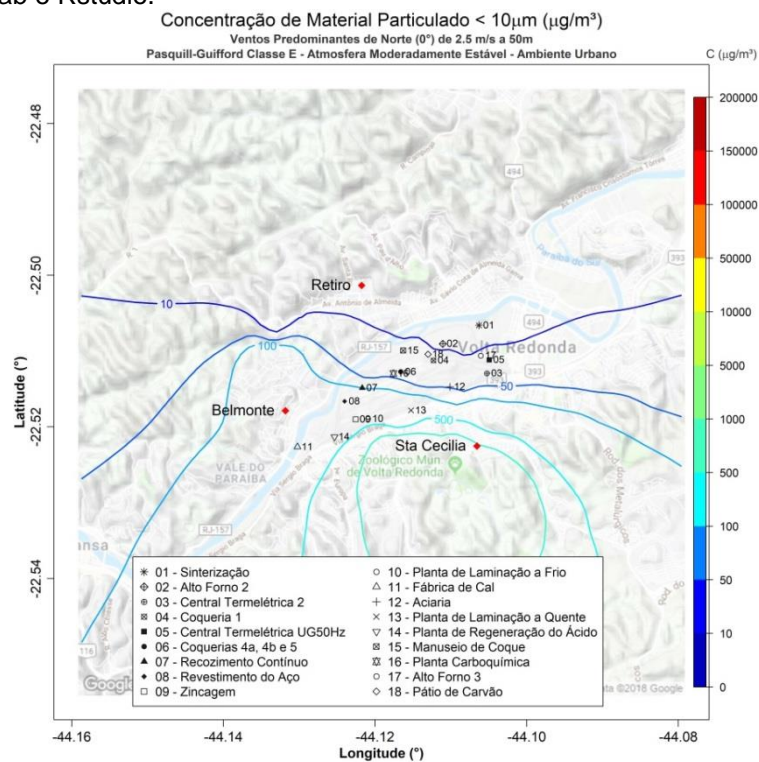


Figura 36. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

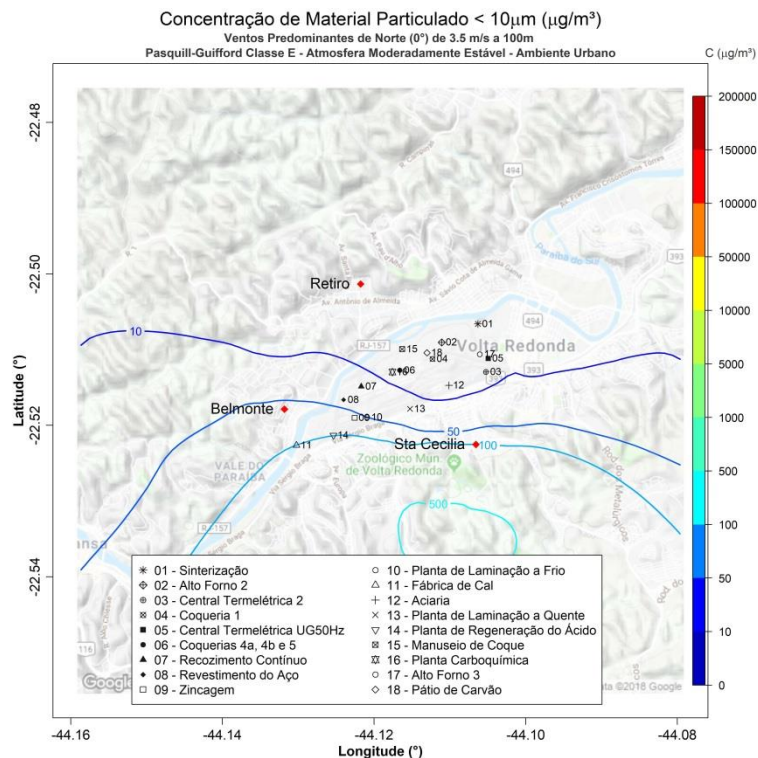


Figura 37. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Tabela 18. Valores de concentrações máximas, mínimas e as médias para as simulações de ventos predominantes de N realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Direção do Vento (°)	Velocidade do Vento (ms ⁻¹)	Classe de estabilidade PG	Altura (m)	Concentração máxima (μ g m ⁻³)	Concentração mínima (μ g m ⁻³)	Concentração Média (μ g m ⁻³)
0°	1,0	A/B	10	288681,60	3,74E-04	308,62
		A/B	25	45166,35	9,68E-03	206,13
		E/F	10	137587,40	3,77E-09	1229,60
		E/F	25	30133,19	2,71E-03	957,30
	2,5	A/B	10	108052,90	1,56E-03	122,37
		A/B	25	17995,94	3,90E-03	82,37
		A/B	50	8001,02	2,07E-03	66,37
		E/F	10	52715,72	6,47E-05	492,00
	3,5	E/F	25	11427,07	1,52E-19	383,12
		E/F	50	3216,04	2,53E-03	272,91
		A/B	50	5433,15	1,61E-05	47,41
		A/B	100	1608,56	5,90E-04	35,77
3,5	E/F	50	2374,41	6,47E-07	194,45	
	E/F	100	629,62	2,84E-11	100,94	

As Figuras de 38 a 41 foram geradas a partir da configuração de ventos predominantemente de origem leste, para 1,0 ms⁻¹ a 10 m, 2,5 ms⁻¹ a 25 e 50 m e 3,5 ms⁻¹ a 100 m, em ambiente instável. Sob condições de ventos fracos e altura efetiva mais baixa, maiores concentrações de MP₁₀ ocorrem na área de Santa Cecília, com um aumento sensível dos valores nos bairros de Retiro e

Belmonte e sobre a região do complexo, atingindo montantes próximo a $100 \mu\text{g m}^{-3}$ em Retiro e $500 \mu\text{g m}^{-3}$ em Belmonte. Ao aumentarmos a velocidade para $2,5 \text{ ms}^{-1}$, as concentrações decaem para abaixo de $50 \mu\text{g m}^{-3}$ em Retiro e para aproximadamente $100 \mu\text{g m}^{-3}$ em Belmonte. Santa Cecília apresentou valores de concentração também em queda, passando de valores entre as isolinhas de $5000 \mu\text{g m}^{-3}$ e $10000 \mu\text{g m}^{-3}$ para as isolinhas de $500 \mu\text{g m}^{-3}$ e $1000 \mu\text{g m}^{-3}$, porém consideravelmente acima de Retiro e Belmonte.

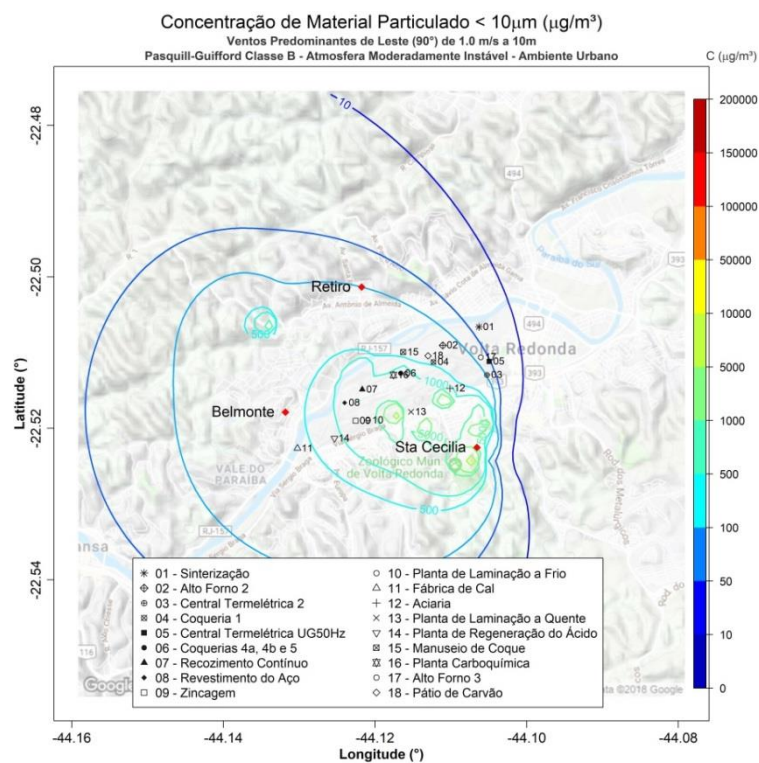


Figura 38. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

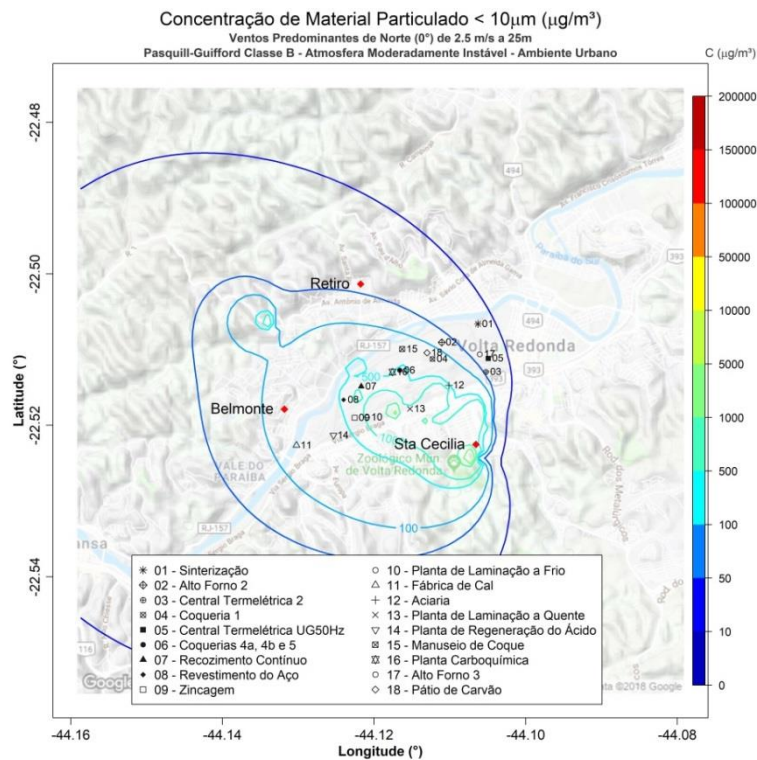


Figura 39. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

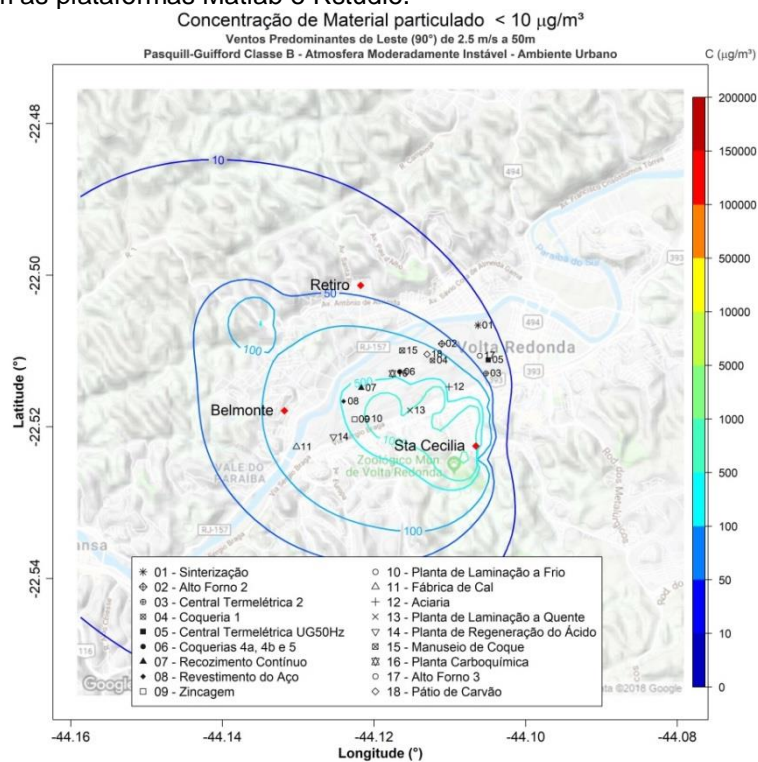


Figura 40. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

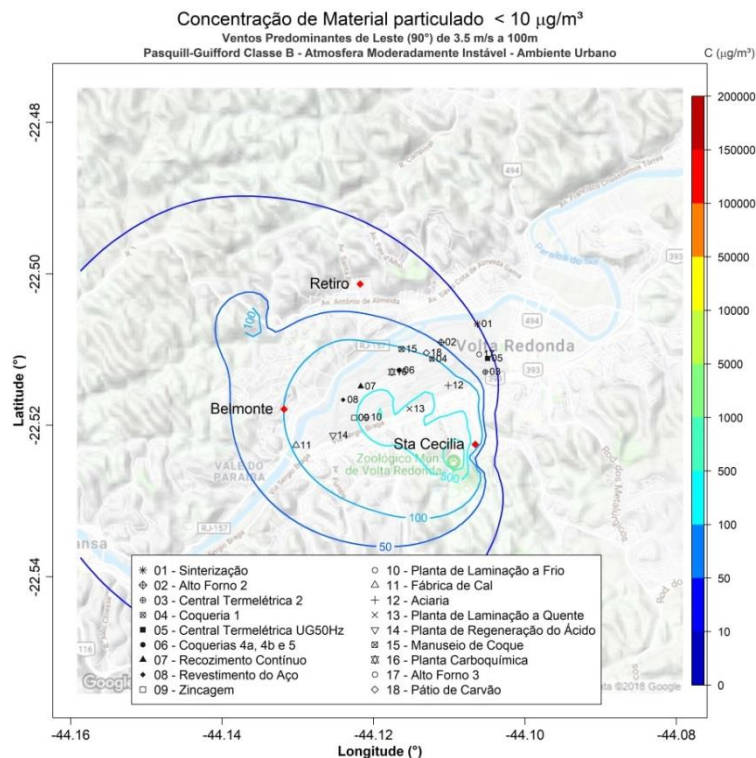


Figura 41. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Passando para os cenários estáveis (Figuras 42 a 45), os valores de MP_{10} no ar ambiente em Retiro e Belmonte, para ventos francos a 10 m de altura efetiva, se aproximam de $500 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$ e $4000 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$, enquanto que em Santa Cecília atinge a ordem de $5000 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$. Na altura de 25 m, os valores calculados nas três estações decaem e se aproximam e, em 50 m e 100 m, diferentemente de todos os cenários avaliados anteriormente, as concentrações verificadas na região de Santa Cecília - $100 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$ a 50 m e $< 10 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$ a 100 m - são menores que as de Retiro e Belmonte, que ficam em torno dos $500 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$ e $1000 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$ a 50 m e $100 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$ e $500 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$ a 100 m, respectivamente.

Na Tabela 19 são apresentados os valores máximos, mínimos e concentrações médias em cada uma das simulações para ventos predominantemente soprando de leste. A Tabela 19 revela um pico de concentração de MP_{10} de $146590,3 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$, provocado por ventos fracos a 10 m sob condições estáveis, seguido por $105822,1 \mu\text{g}\text{m}^{-3}$, com mesmas condições de vento e altura efetiva, porém em condições instáveis. A menor

concentração máxima ocorreu com ventos $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m em estabilidade e a menor concentração média com ventos $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m em condições instáveis.

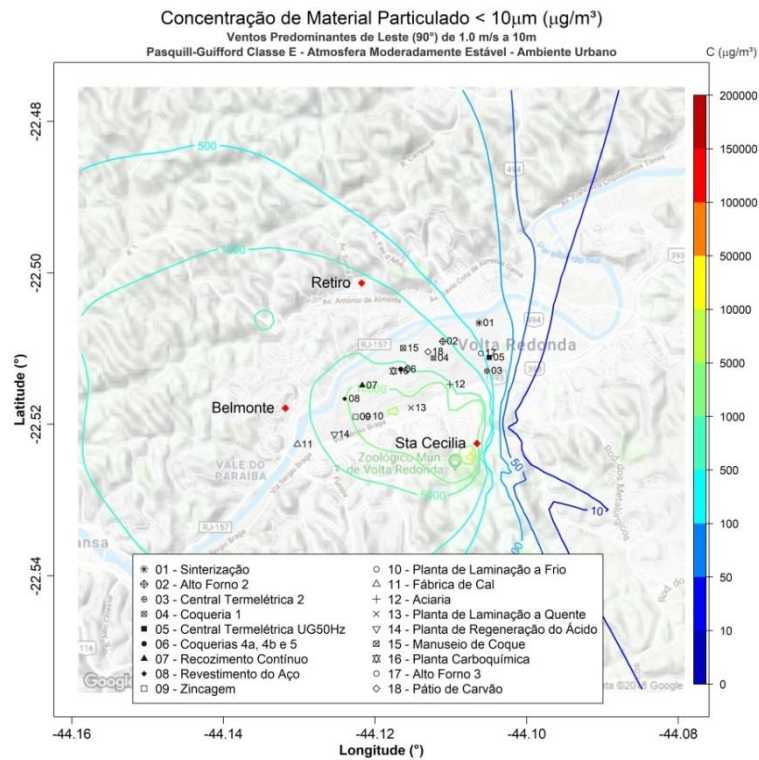


Figura 42. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

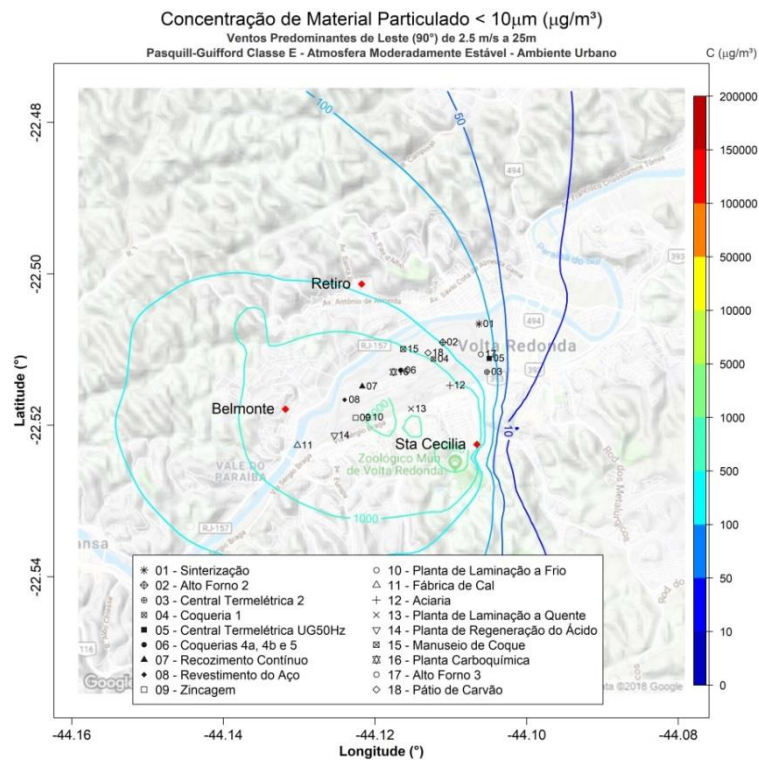


Figura 43. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

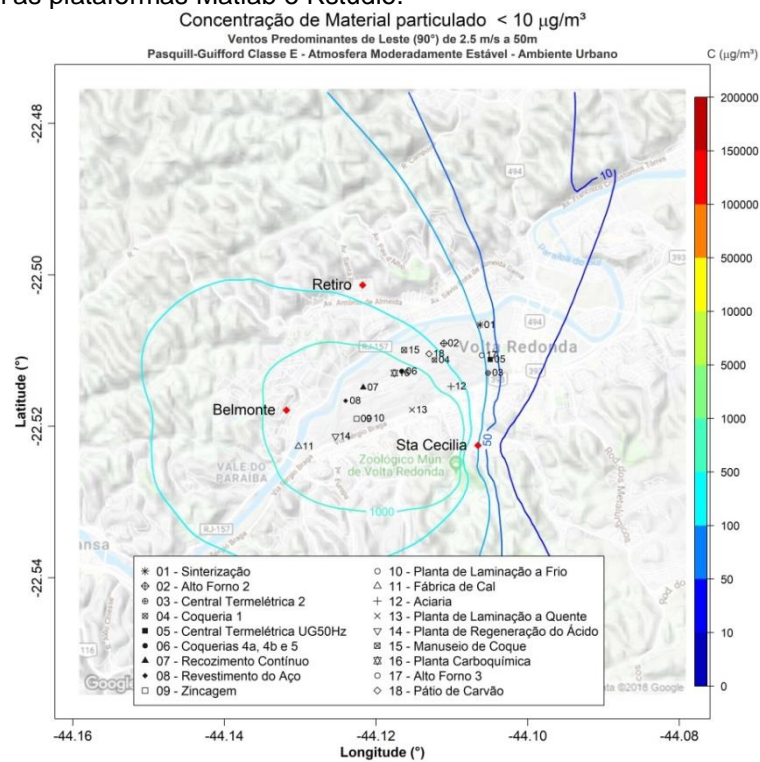


Figura 44. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

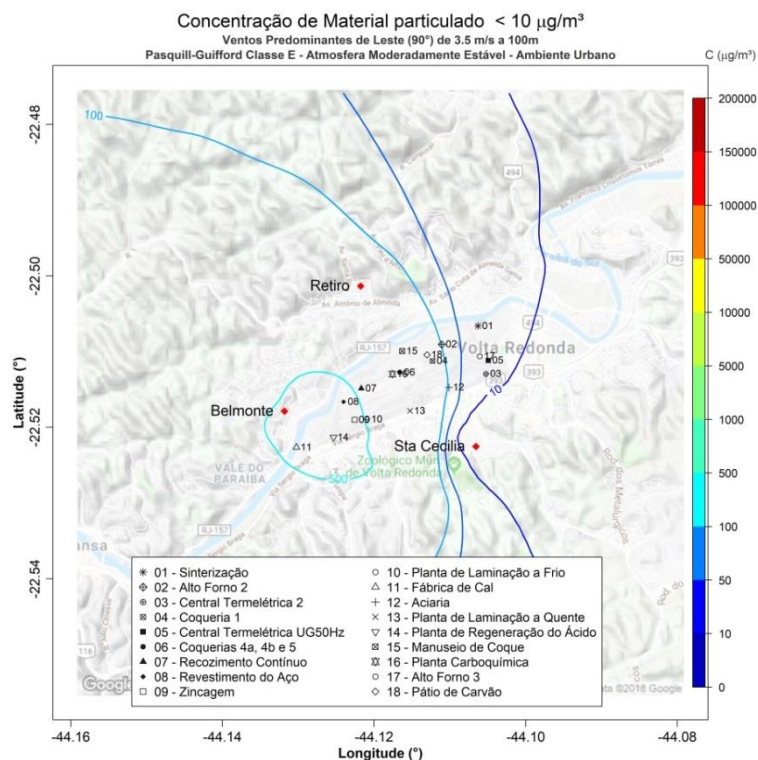


Figura 45. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Tabela 19. Valores de concentrações máximas, mínimas e as médias para as simulações de ventos predominantes de E realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Direção do Vento (°)	Velocidade do Vento (ms^{-1})	Classe de estabilidade PG	Altura (m)	Concentração máxima ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Concentração mínima ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Concentração Média ($\mu\text{g m}^{-3}$)
90°	1,0	A/B	10	105822,10	6,27E-04	259,77
		A/B	25	63584,81	5,58E-03	217,38
		E/F	10	146590,30	1,76E-10	1392,00
		E/F	25	23374,00	4,66E-16	1107,80
	2,5	A/B	10	41006,03	6,13E-06	103,80
		A/B	25	24731,52	5,85E-04	86,98
		A/B	50	6247,83	4,58E-02	69,29
		E/F	10	62159,31	1,55E-14	556,50
	3,5	E/F	25	9484,08	6,25E-22	441,97
		E/F	50	2762,38	2,30E-23	330,21
		A/B	50	4651,24	5,26E-04	49,54
		A/B	100	1530,21	4,72E-05	37,80
		E/F	50	2018,91	1,37E-21	234,77
		E/F	100	604,78	2,13E-02	133,54

As Figuras de 46 a 49 apresentam os resultados das simulações para ventos predominantemente de sudeste, sob atmosfera de características instáveis. É possível notar que nas regiões de Belmonte e Retiro as concentrações calculadas se aproximam de $400 \mu\text{g m}^{-3}$ para ventos fracos e altura efetiva de 10 m. Elevando-se para $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 25m e 50 m, os valores

mantém-se próximos de $100 \mu\text{g m}^{-3}$ em ambas as estações. A região de Santa Cecília apresenta valores significativamente maiores, ultrapassando os $5000 \mu\text{g m}^{-3}$ em ventos mais fracos, decaindo para $500 \mu\text{g m}^{-3}$ sob ventos de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a altura efetiva de 100 m.

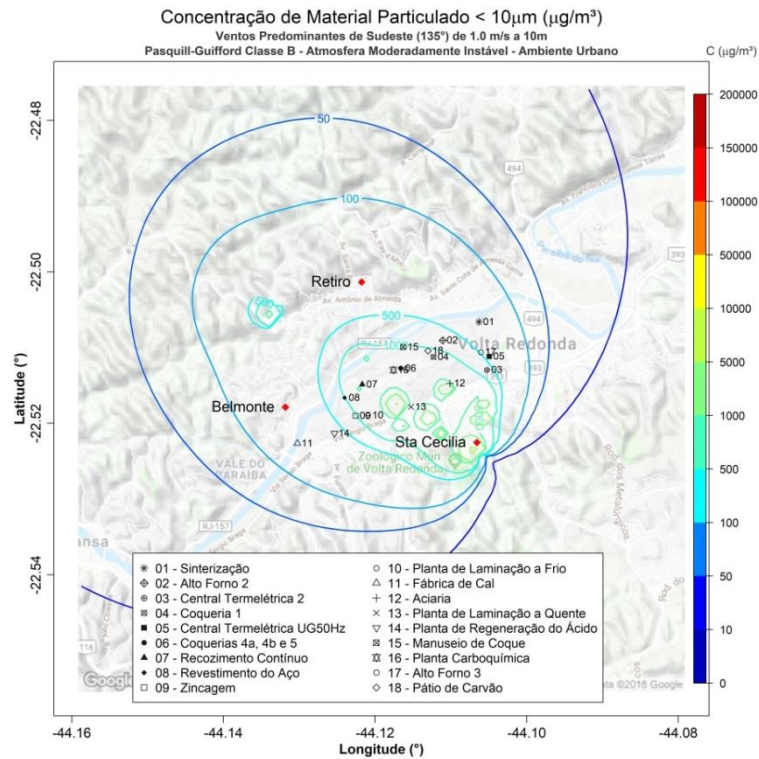


Figura 46. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

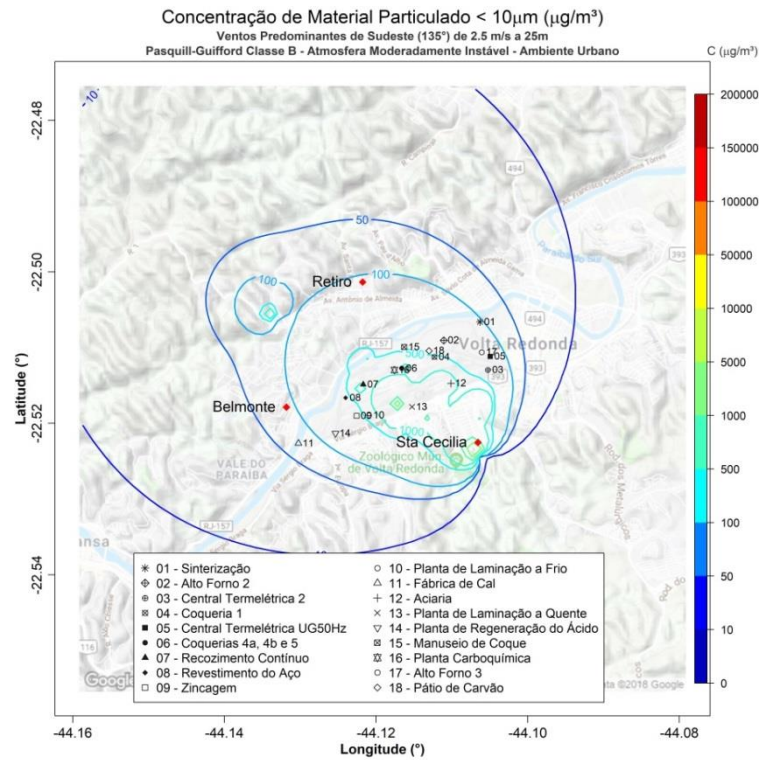


Figura 47. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

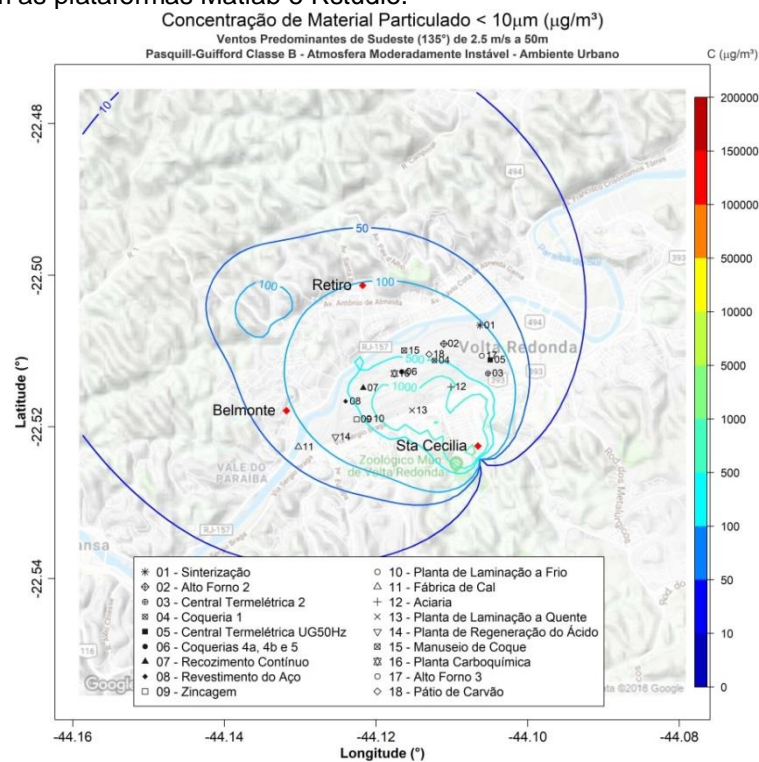


Figura 48. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

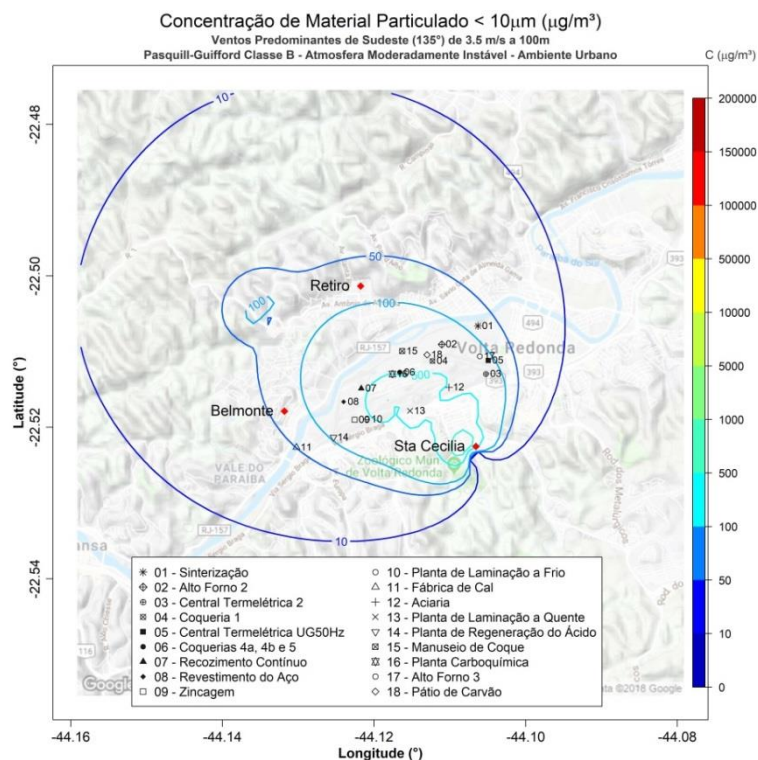


Figura 49. Isolinas de concentração de MP_{10} para ventos de SE de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Sob condições estáveis (Figuras 50 a 53), os valores de MP_{10} no ambiente ultrapassam a isolinha de $10000 \mu\text{g m}^{-3}$ na região de Santa Cecília e de $4000 \mu\text{g m}^{-3}$ em Belmonte e Retiro, para ventos fracos e altura efetiva de 10 m. Para ventos de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 25 m , os valores decaem para aproximadamente $5000 \mu\text{g m}^{-3}$ em Santa Cecília e $1000 \mu\text{g m}^{-3}$ para Belmonte e Retiro. Quando eleva-se a altura para 50 m, o panorama se inverte: Belmonte e Retiro apresentam maiores concentrações, na ordem de $1000 \mu\text{g m}^{-3}$ e Santa Cecília aproximadamente $100 \mu\text{g m}^{-3}$. A mesma condição se repete na simulação referente a $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m, onde Belmonte e Retiro atingem aproximadamente $400 \mu\text{g m}^{-3}$ e Santa Cecília, valor inferior a $10 \mu\text{g m}^{-3}$, inferindo-se que a ocorrência de velocidades fracas de vento na região de Santa Cecília não são suficientes para que os poluentes trazidos por ventos de componentes norte sejam dispersos, sendo necessário ventos maiores que $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e alturas efetivas de emissão superiores a 25 m.

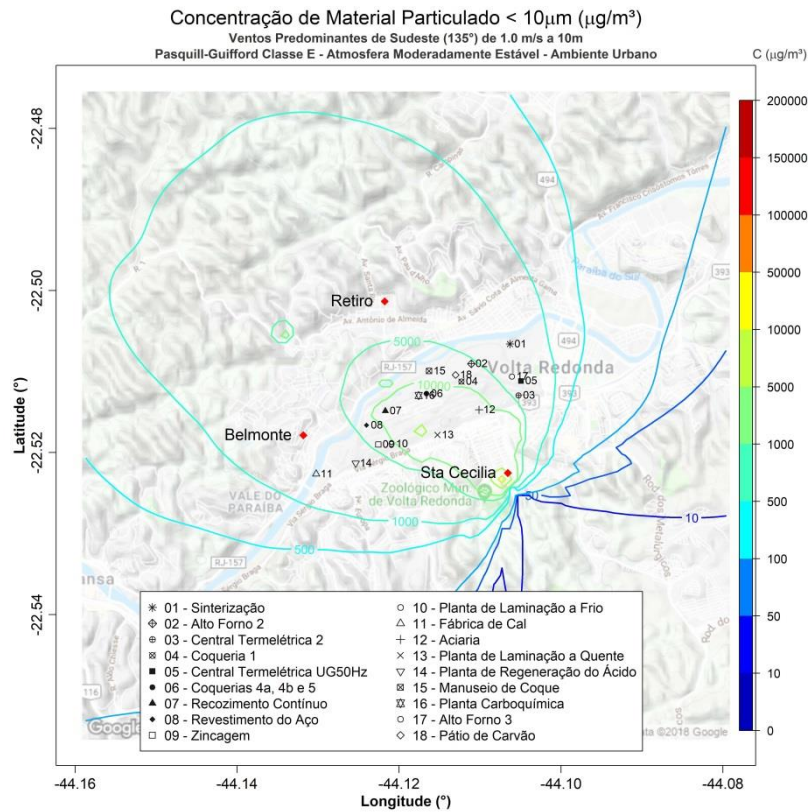


Figura 50. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de SE de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

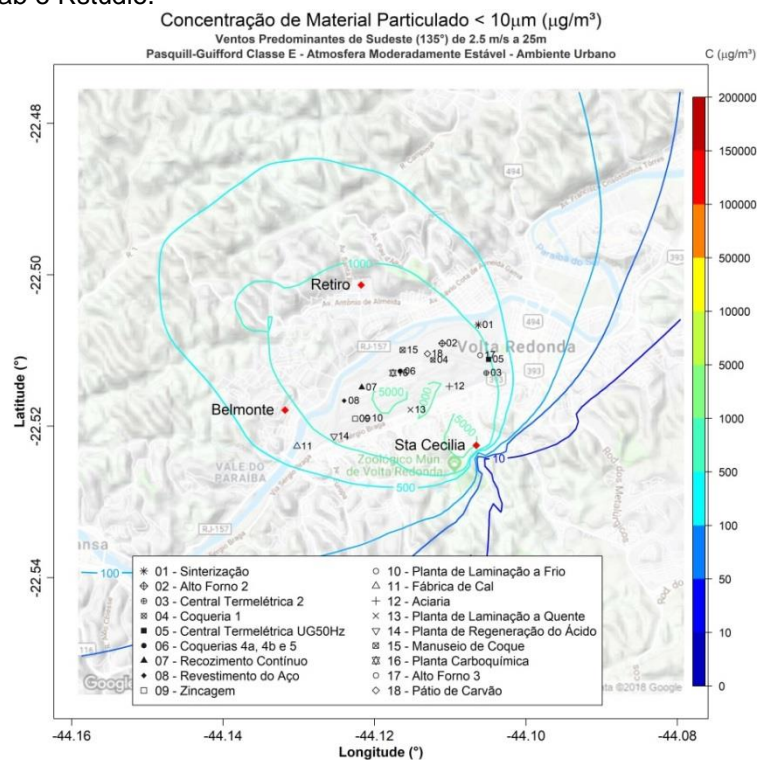


Figura 51. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

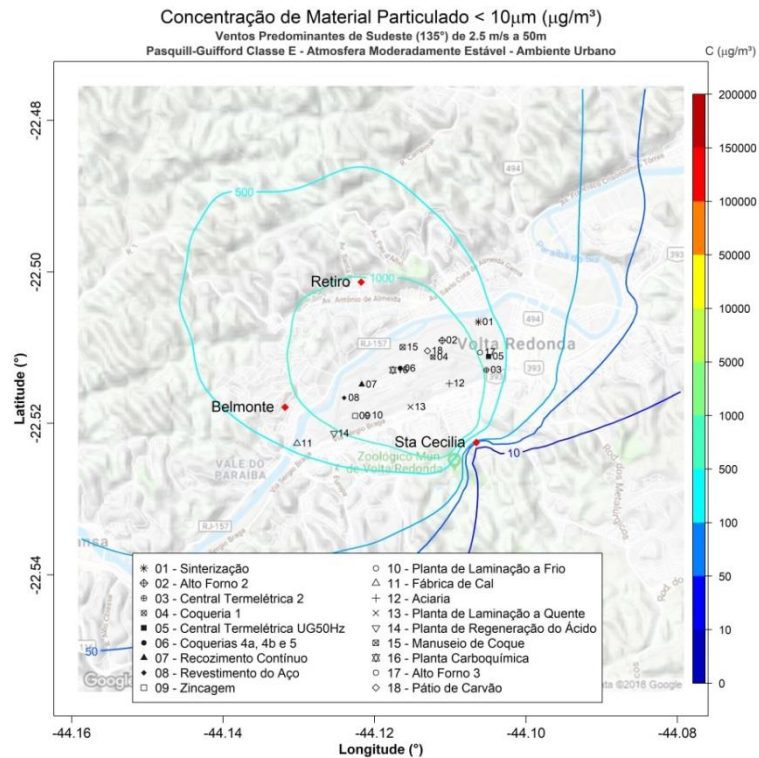


Figura 52. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

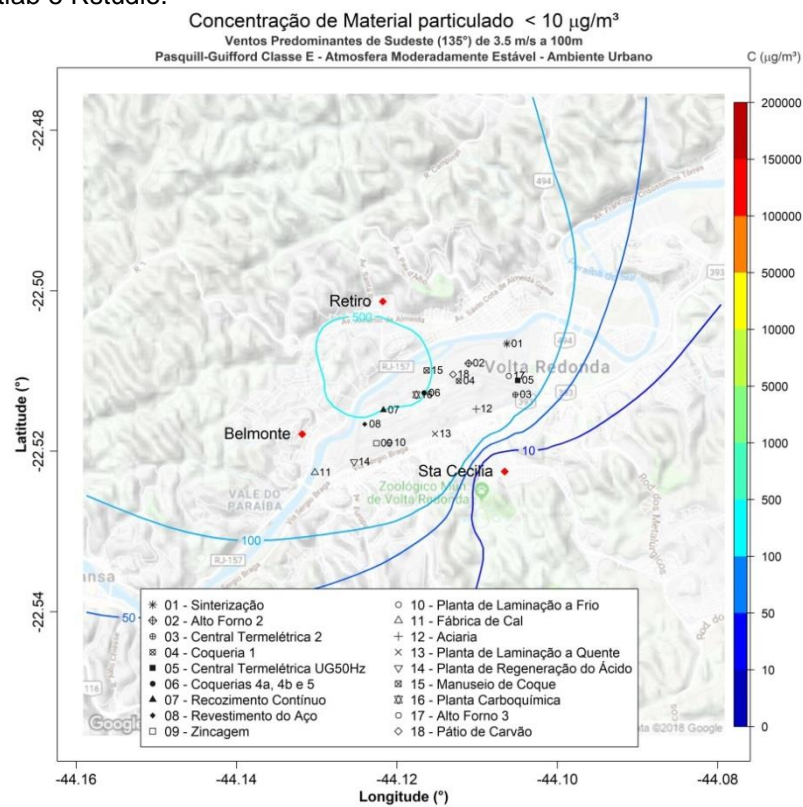


Figura 53. Isolinhas de concentração de MP_{10} para ventos de SE de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

A Tabela 20 mostra que o pico de concentração de MP_{10} de 133203,5 $\mu\text{g m}^{-3}$, ocorre sob ventos fracos a 10 m e condições de estabilidade atmosférica. O segundo maior valor estimado é 60071,1 $\mu\text{g m}^{-3}$, menos da metade do primeiro, e sob mesmas condições de vento e altura efetiva, porém em condições instáveis. Assim como nos ventos de N e E, a menor concentração máxima aparece associada a ventos 3,5 ms^{-1} a 100 m em estabilidade e a menor concentração média com ventos 3,5 ms^{-1} a 100 m em condições de instabilidade.

Ao analisarmos as concentrações mínimas, máximas e médias das Tabelas 17 a 20, percebe-se que os quatro conjuntos de simulações apresentaram resultados bastante similares, exibindo menores concentrações médias, entre 35 e 38 $\mu\text{g m}^{-3}$, para as simulações de vento de 3,5 ms^{-1} a 100 m de altura efetiva, sob condições instáveis. Por sua vez, as condições estáveis a 10 m de altura efetiva com ventos fracos de 1,0 ms^{-1} propiciaram médias de concentração entre 1199 $\mu\text{g m}^{-3}$ (de origem noroeste) e 1403 $\mu\text{g m}^{-3}$ (de origem sudeste).

Presupondo a existência de fontes emissoras com alturas geométricas de 0 m a 100 m, a média de alturas geométricas seria de 50 m e as alturas de emissão efetivas médias encontrariam-se entre 50 e 100 m. Partindo desta premissa e em análise aos dados apresentados nas Tabelas 17 a 20, tem-se que as concentrações médias com ventos de NO variam de 46,8 $\mu\text{g m}^{-3}$ a 258,2 $\mu\text{g m}^{-3}$, enquanto que, sob ventos de N, de 35,8 $\mu\text{g m}^{-3}$ a 492,0 $\mu\text{g m}^{-3}$. Para ventos de E, as concentrações médias calculadas para esse intervalo de altura efetiva apresentaram valores de 37,8 $\mu\text{g m}^{-3}$ a 330,2 $\mu\text{g m}^{-3}$, e para SE, de 37,9 $\mu\text{g m}^{-3}$ a 333,0 $\mu\text{g m}^{-3}$, aproximando-se em ordem de grandeza nos valores verificados nas estações de monitoramento.

Uma tabela apresentando os percentis 25, 50, 75, 90 e 99 das simulações para as condições de vento, altura efetiva e de estabilidade apresentadas anteriormente consta no Apêndice B

Tabela 20. Valores de concentrações máximas, mínimas e as médias para as simulações de ventos predominantes de SE realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Direção do Vento (°)	Velocidade do Vento (ms ⁻¹)	Classe de estabilidade PG	Altura (m)	Concentração máxima (µgm ⁻³)	Concentração mínima (µgm ⁻³)	Concentração Média (µgm ⁻³)
135°	1,0	A/B	10	60071,13	1,45E-03	260,34
		A/B	25	47011,80	4,06E-04	218,15
		E/F	10	133203,50	8,86E-22	1403,37
		E/F	25	22029,74	1,15E-36	1114,24
	2,5	A/B	10	23384,19	1,34E-02	104,34
		A/B	25	18857,13	1,13E-06	87,28
		A/B	50	7219,72	3,06E-06	69,46
		E/F	10	60328,62	2,95E-11	563,73
		E/F	25	8771,14	2,27E-14	446,86
		E/F	50	2804,77	3,63E-37	333,02
	3,5	A/B	50	5337,67	8,17E-08	49,62
		A/B	100	1428,99	2,33E-04	37,94
E/F		50	2007,61	3,23E-09	238,79	
E/F		100	611,55	3,28E-27	136,31	

6.3.2. Atendimento dos padrões de qualidade do ar

Os gráficos apresentados nas Figuras 54 a 71 apresentam a variação da média horária de concentração de MP₁₀ e da média móvel de 24h em cada estação de monitoramento, ao longo de um período de 90 dias de simulação, equivalente ao período aproximado de cada estação do ano, e do vento predominante observado para condições instáveis (classe B de PG) e estáveis (classe E de PG). As linhas horizontais representam os limites de concentração de MP₁₀ segundo a Resolução CONAMA 491/2018, que estipula os valores máximo de PI-1 em 120 µgm⁻³, adotado a partir de 21/11/2008, e PF em 50 µgm⁻³, mesmo limite estipulado pelo Guia de Qualidade do Ar Organização Mundial da Saúde (WHO, 2000) e pela Diretiva do Parlamento Europeu 2008/50/EC (EC, 2008), e que deverá ser adotado pelos estados brasileiros progressivamente, a critério de cada unidade e segundo relatórios técnicos anuais, a partir da data da publicação da resolução.

Nas figuras 54, 55 e 56 são apresentados os gráficos para a estação de Belmonte, sob condições de ventos de 1,0 ms⁻¹ predominantemente de noroeste a 10 m de altura efetiva, ventos de 2,5 ms⁻¹ a 50 m e de 3,5 m a 100 m. Observa-se, principalmente, que as violações dos padrões PI-1 e PF ocorrem somente em atmosfera tendendo a estabilidade. No caso de ventos de origem noroeste de 1,0 ms⁻¹ a 10 m (Figura 54), ocorrem diversas violações de PF e algumas do padrão PI-1 no período de 90 dias, com picos de 78,4 µgm⁻³ e 1349,2 µgm⁻³, em condições de instabilidade e estabilidade, respectivamente.

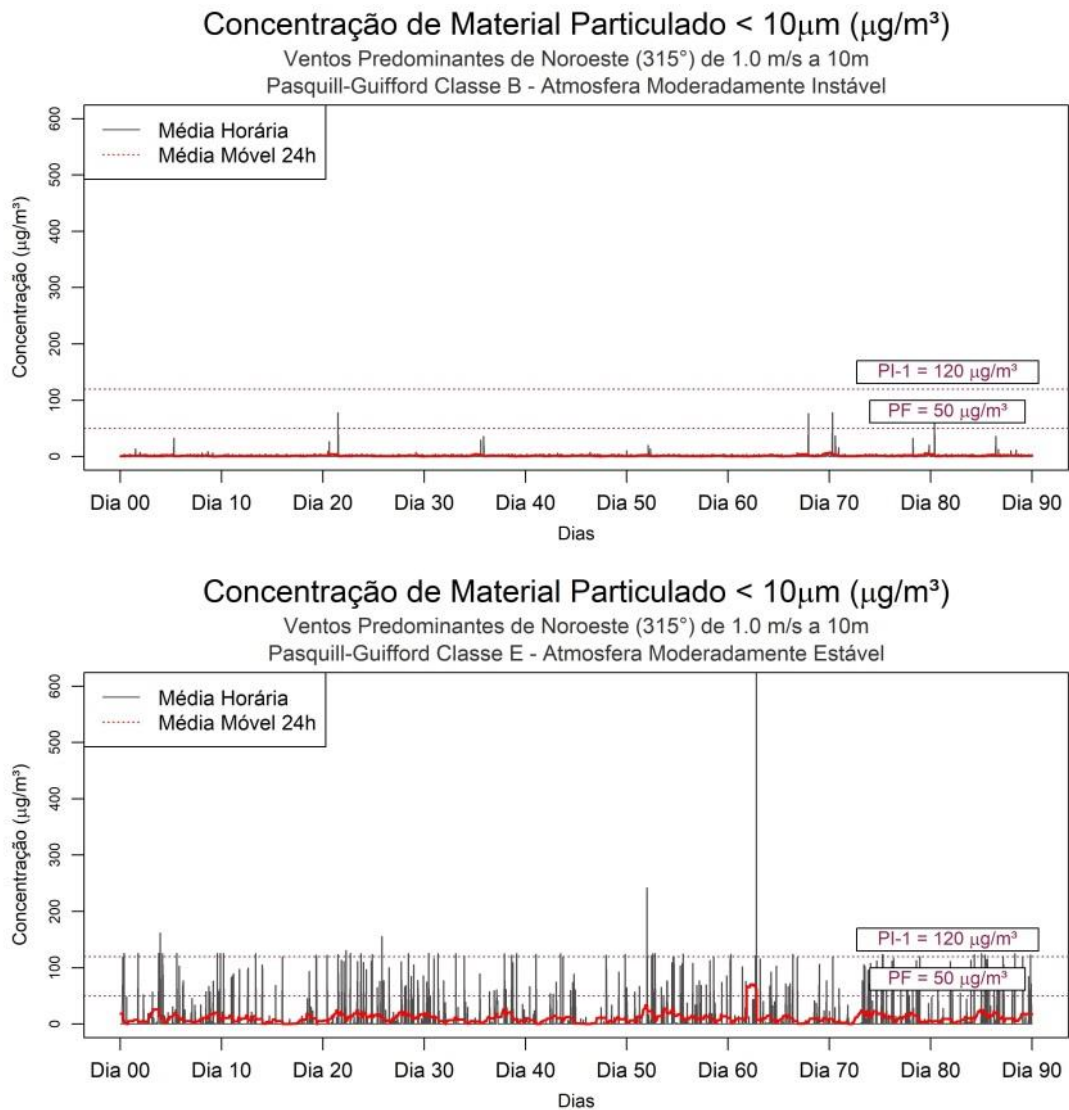


Figura 54. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP₁₀ na estação de Belmonte para simulações de ventos de noroeste de 1,0 ms⁻¹ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

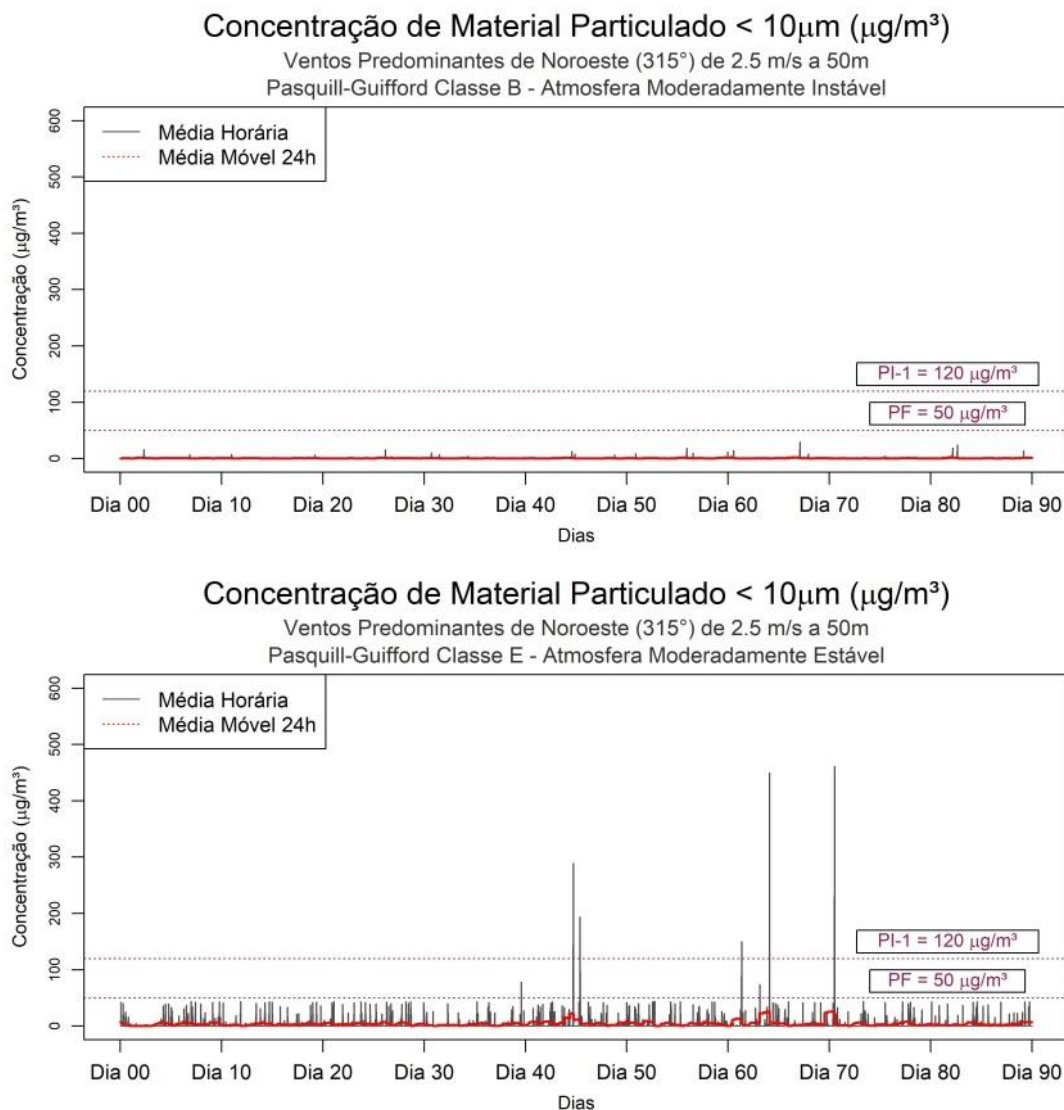


Figura 55. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de noroeste de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Elevando-se para 50 m de altura efetiva (Figura 55), as violações diminuem consideravelmente e os picos de concentração ocorrem sob condições estáveis, atingindo $461,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e sob atmosfera estável, apresentam-se inferiores a $29,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Em 100 m com ventos de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ (Figura 56), as concentrações máximas calculadas são de $22,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para atmosfera instável e $181,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para estável, incorrendo em algumas violações de PI-1 e PF.

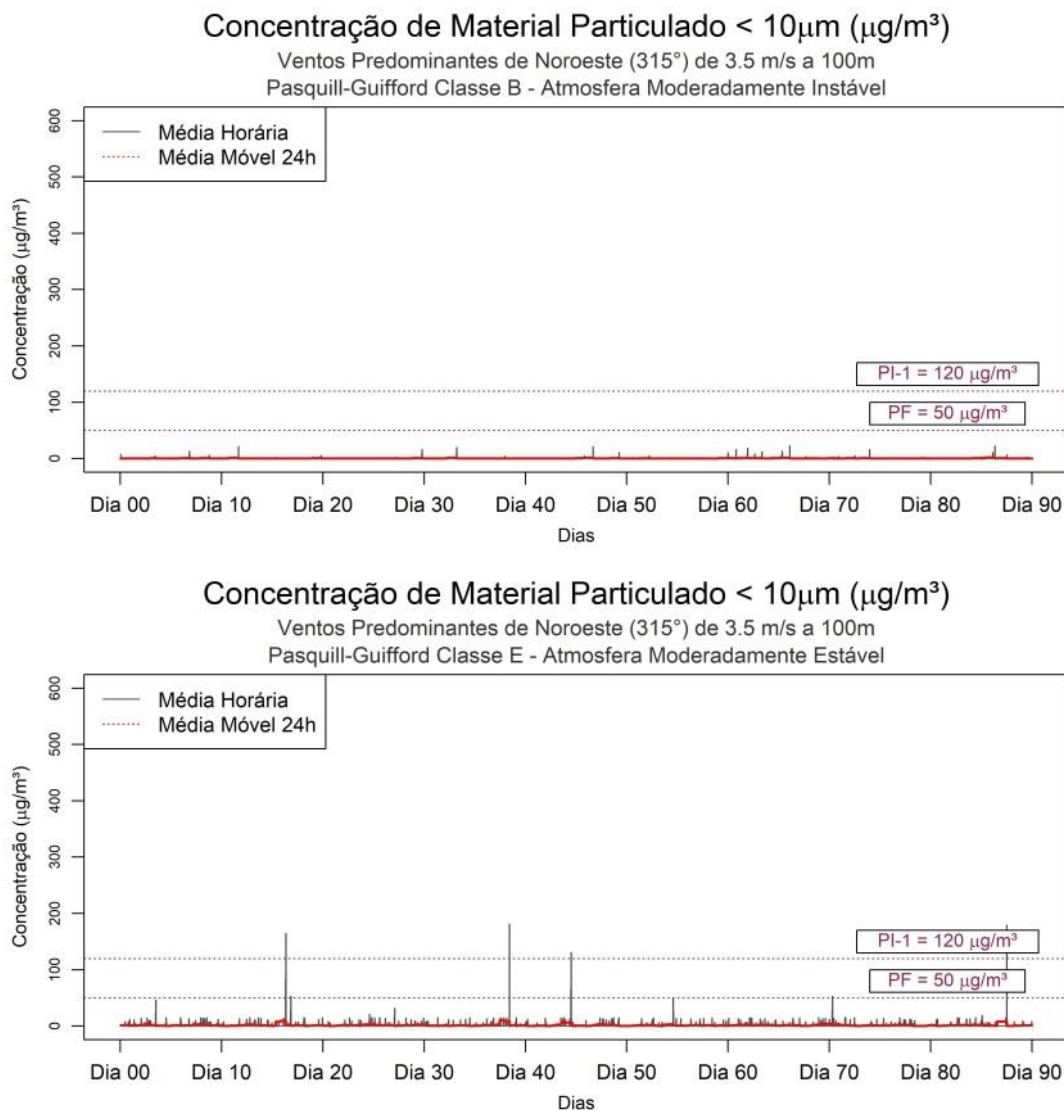


Figura 56. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de noroeste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Modificando-se a configuração para ventos de sudeste, os cenários mais instáveis (Figuras 57 a 59) não apresentam violações de PI-1 e de PF, excetuando este último que é excedido para ventos de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m. Porém comparando-se com os cenários estáveis, o oposto ocorre, sendo em sua maioria os valores de concentração bastante altos, ultrapassando $1000 \mu\text{g m}^{-3}$ para ventos de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m, $400 \mu\text{g m}^{-3}$ para ventos de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m e $150 \mu\text{g m}^{-3}$ para ventos de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m. Os picos de concentração observados são de $81,5 \mu\text{g m}^{-3}$, $33,6 \mu\text{g m}^{-3}$ e $23,1 \mu\text{g m}^{-3}$ para os cenários instáveis e $1360,7 \mu\text{g m}^{-3}$, $473,5 \mu\text{g m}^{-3}$ e $185 \mu\text{g m}^{-3}$ para os cenários mais

estáveis, verificando-se portanto que ventos predominantemente fluindo da direção sudeste tendem a levar os poluentes emitidos pelo complexo diretamente para a região de Belmonte, ao contrário dos resultados das simulações de ventos de noroeste.

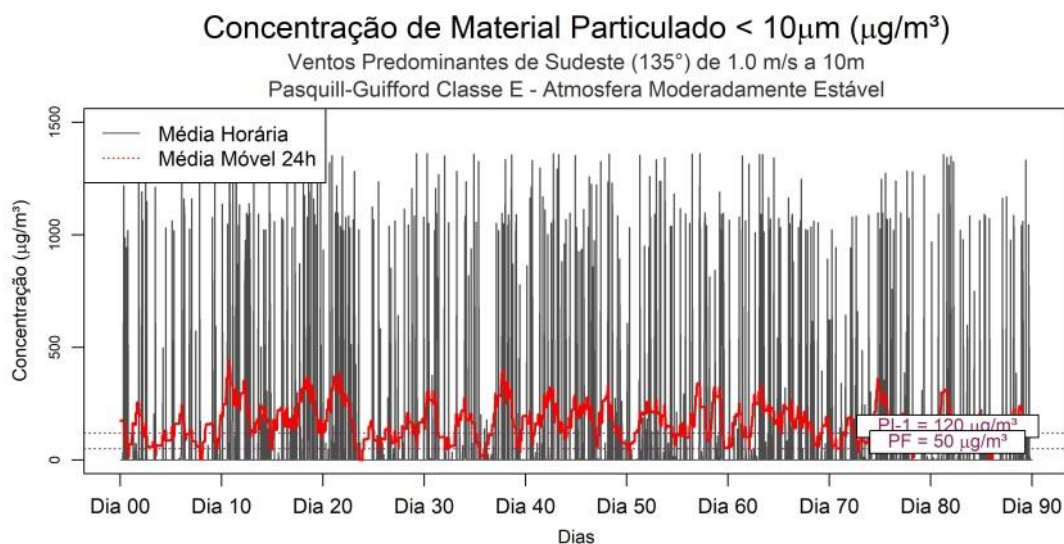
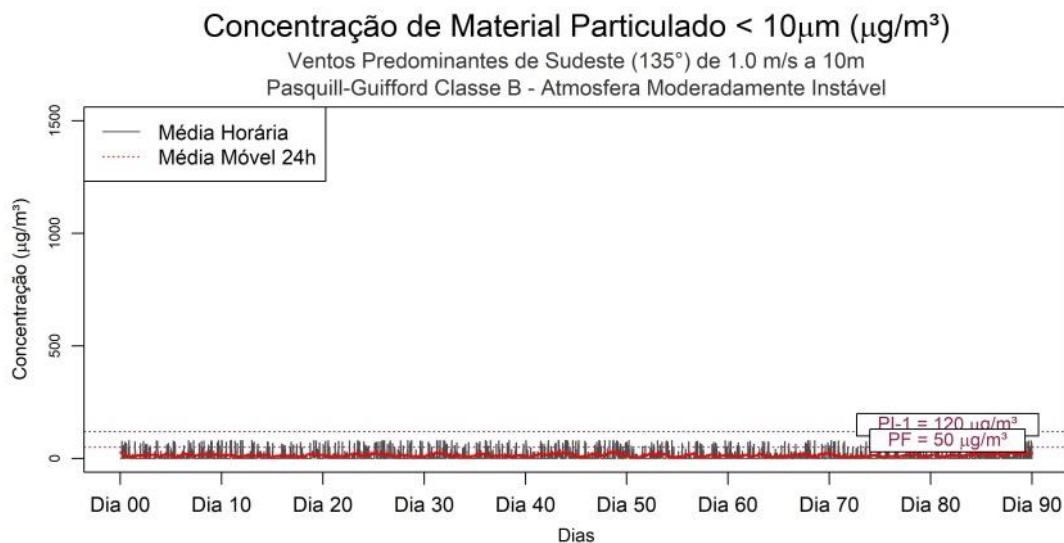


Figura 57. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de sudeste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

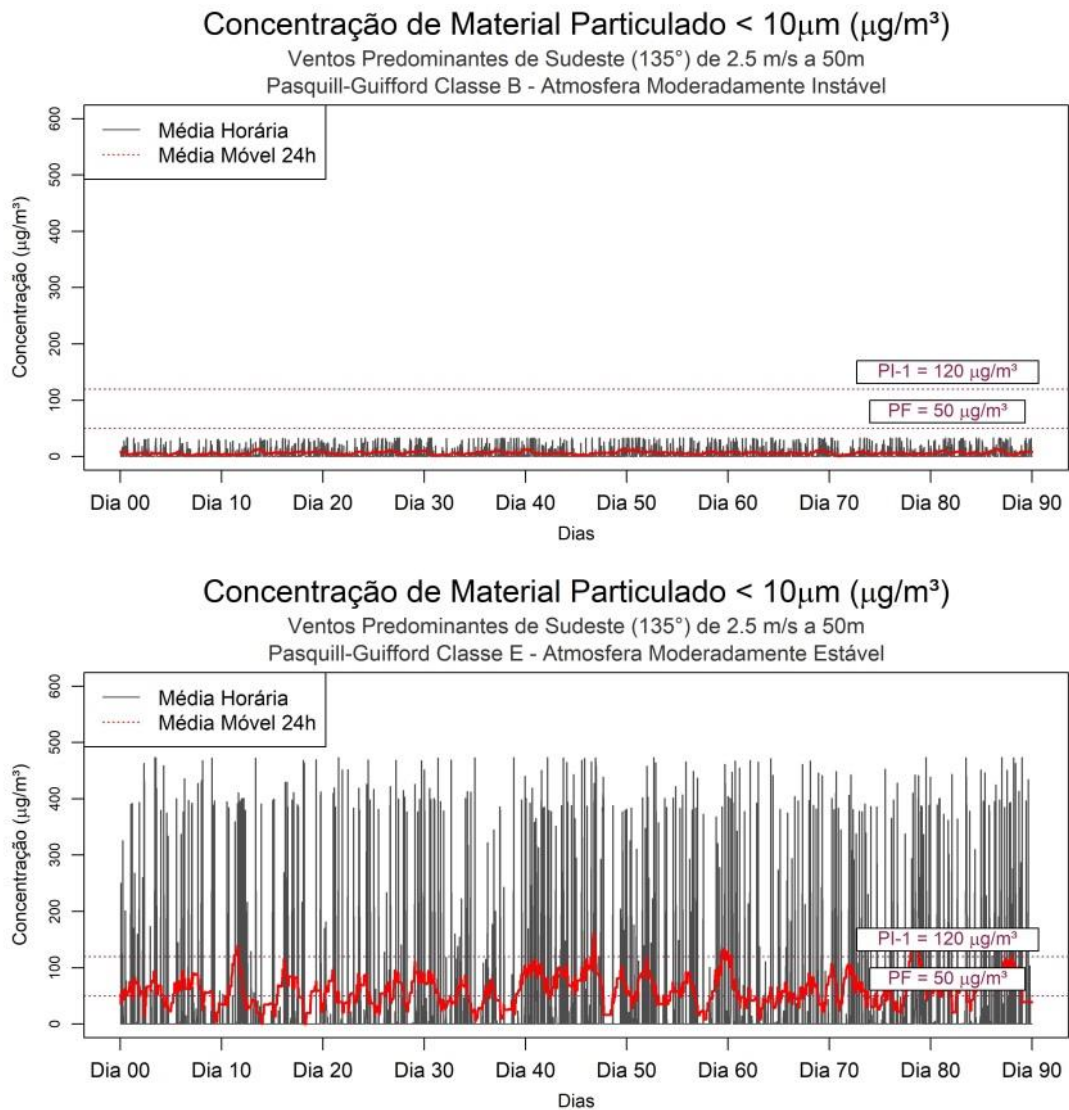


Figura 58. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP₁₀ na estação de Belmonte para simulações de ventos de sudeste de 2,5 ms⁻¹ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

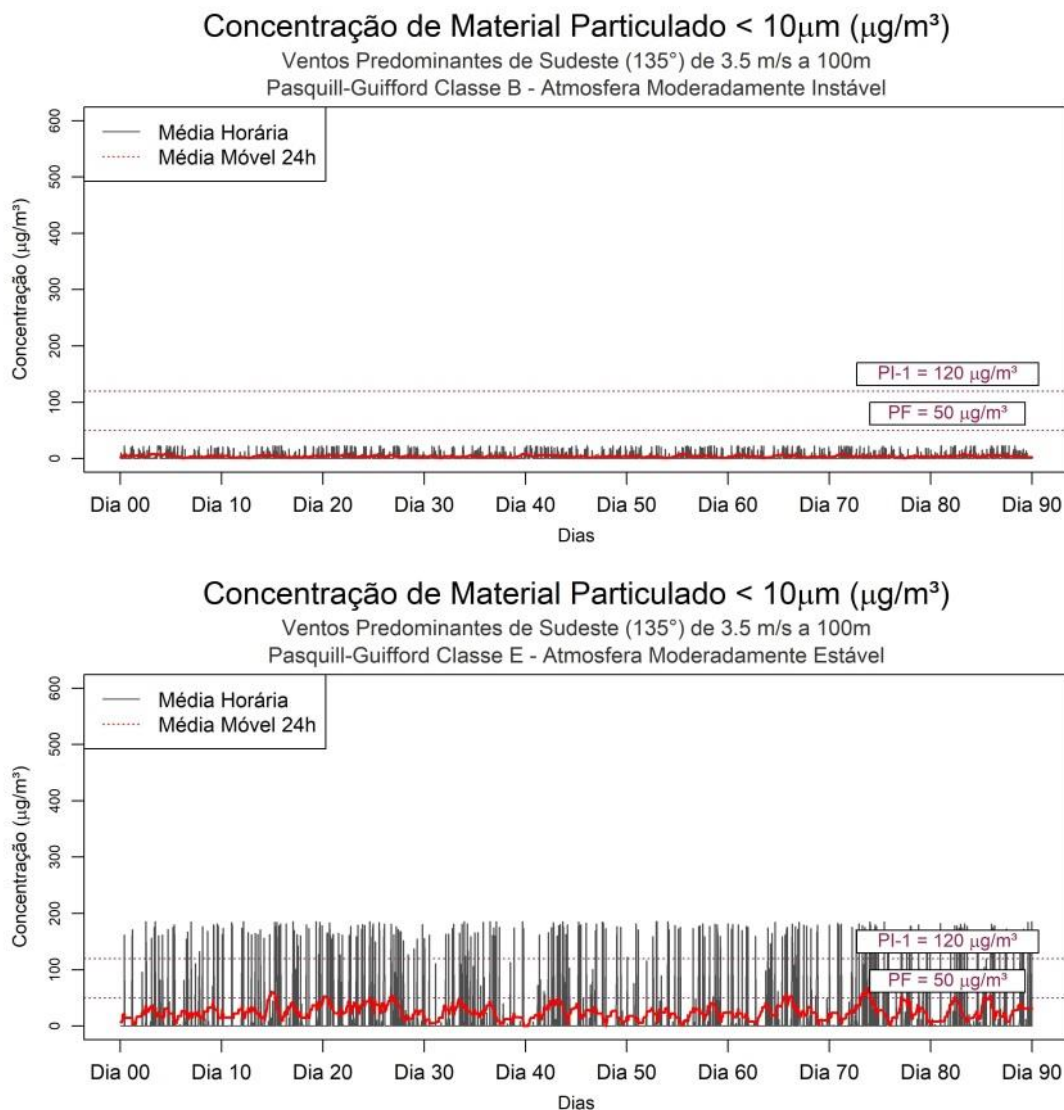


Figura 59. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Belmonte para simulações de ventos de sudeste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Os gráficos apresentados nas Figuras 60 a 62 referem-se às médias horárias das concentrações de MP_{10} calculadas no ponto da grade onde localiza-se a estação de Retiro, para as condições de vento soprando de noroeste, um dos ventos predominantes identificados na região. Percebe-se mais uma vez que, sob estas condições, os cenários estáveis tendem a apresentar as maiores concentrações, porém somente sob vento fraco de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m foram constatadas um número significativo de violações do padrão PI-1 e PF, com pico de concentração de $190,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em condição estável e $19,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sob instabilidade.

À 50 m de altura efetiva de emissão e $2,5 \text{ ms}^{-1}$ de velocidade, foi identificada uma violação de PF sob condições instáveis da atmosfera equivalente a $78,4 \mu\text{g m}^{-3}$ e na atmosfera estável, os valores médios apresentaram-se bem próximos do limiar de $50 \mu\text{g m}^{-3}$, com pico de $56,1 \mu\text{g m}^{-3}$. Em 100 m de altura efetiva com $3,5 \text{ ms}^{-1}$ de velocidade de vento, não foram constatadas violações de ambos os padrões e condições de estabilidade, com máximas concentrações de $2,4 \mu\text{g m}^{-3}$ e $15,4 \mu\text{g m}^{-3}$.

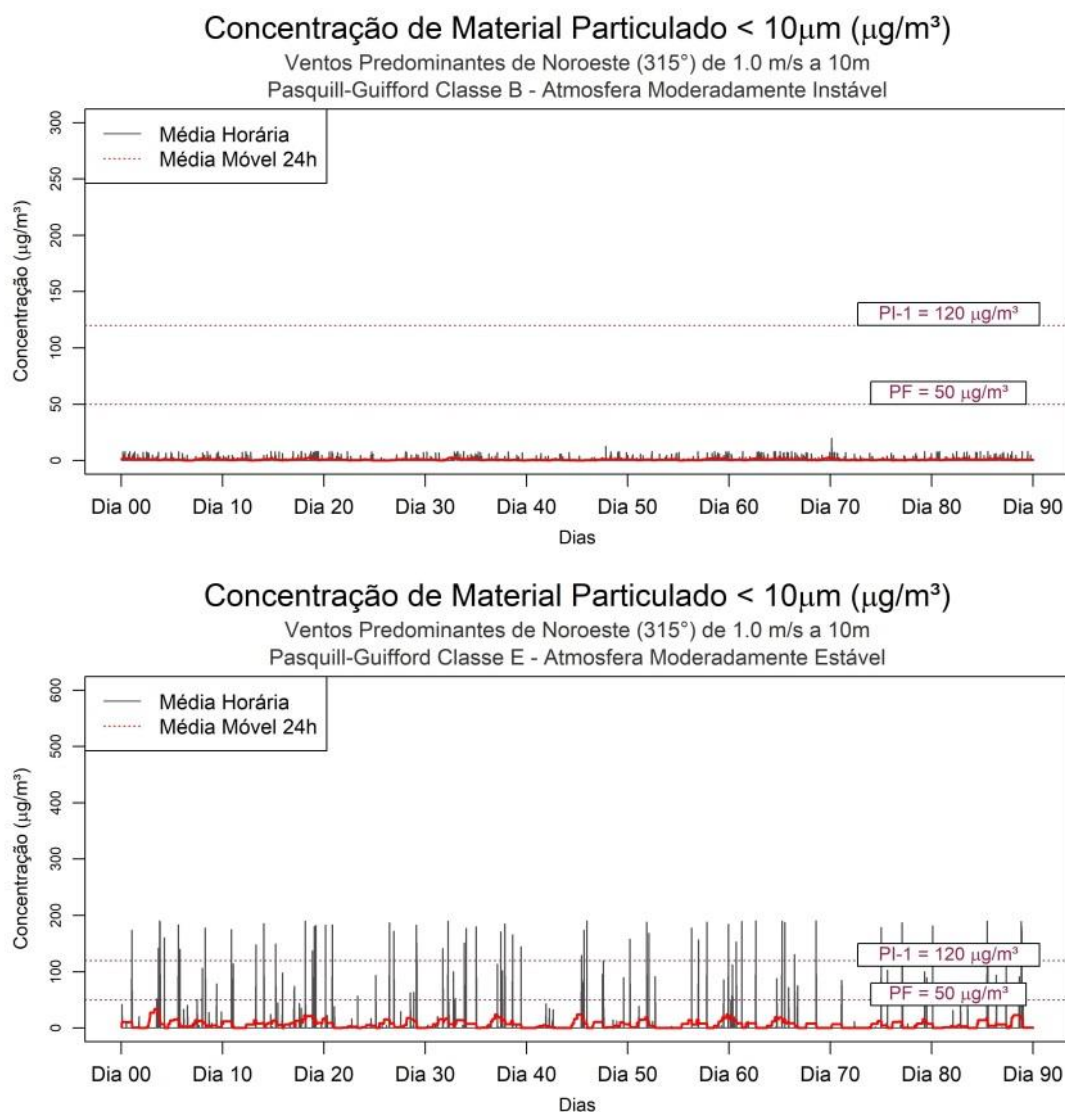


Figura 60. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Retiro para simulações de ventos de noroeste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

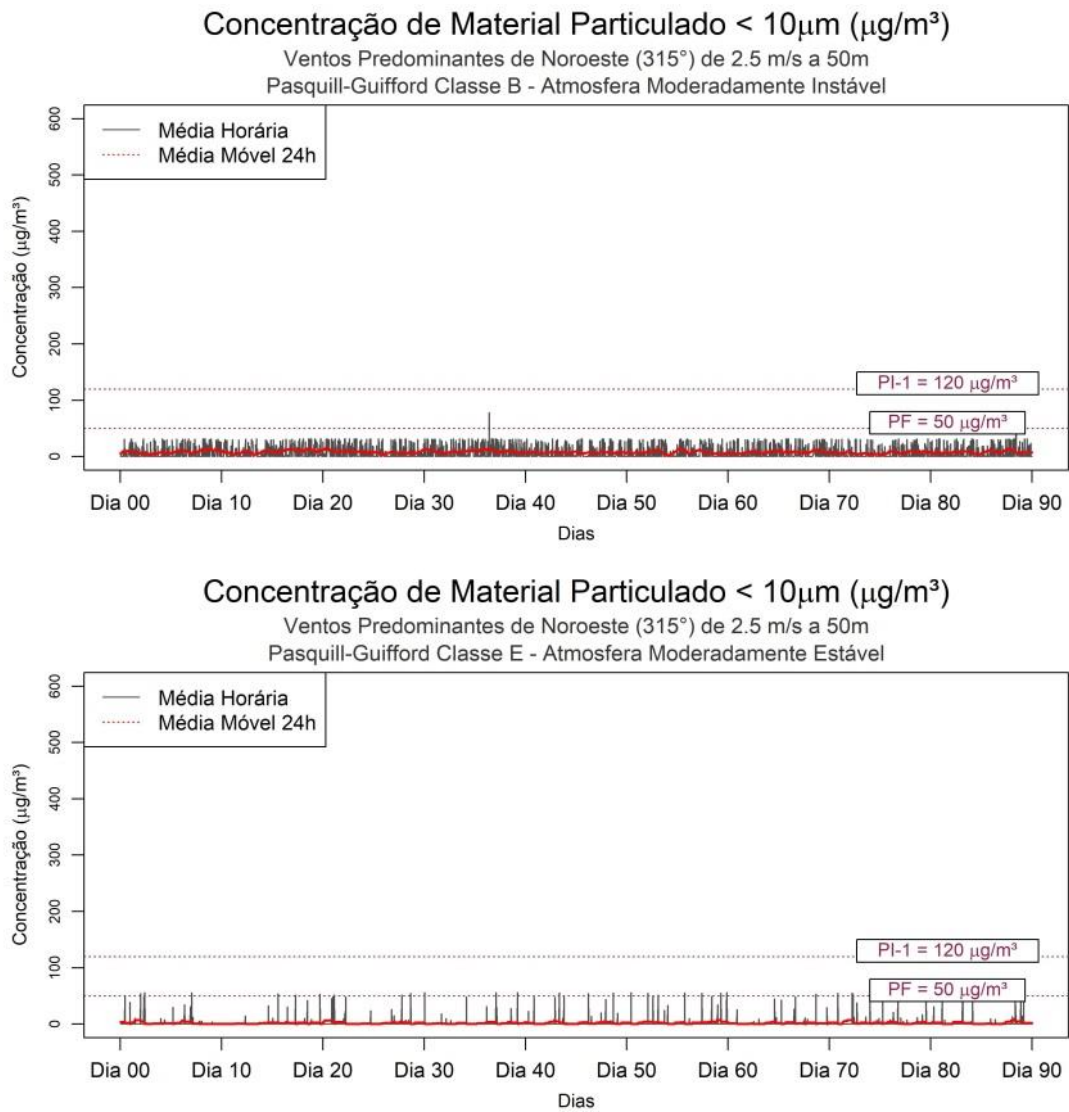


Figura 61. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP₁₀ na estação de Retiro para simulações de ventos de noroeste de 2,5 ms⁻¹ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

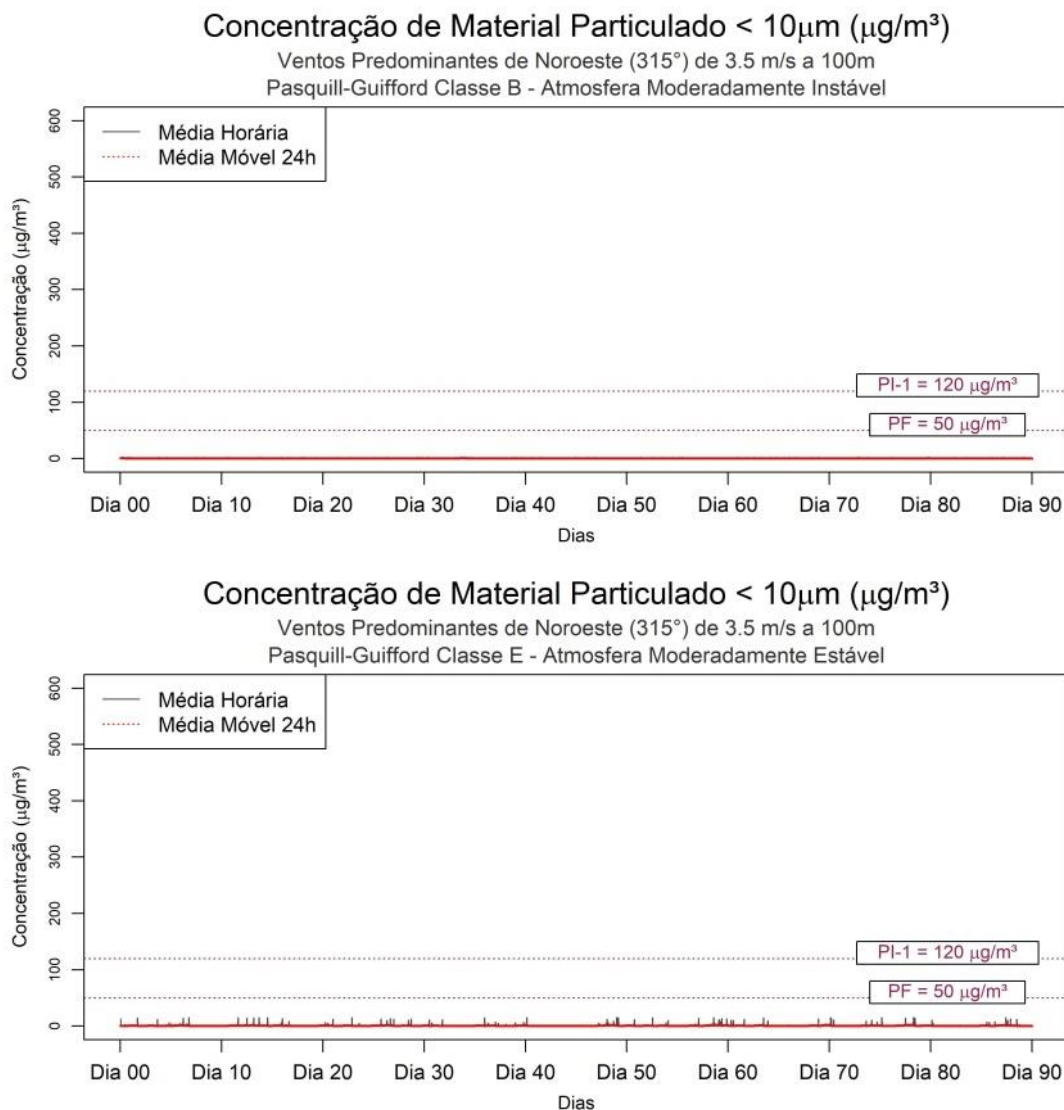


Figura 62. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP₁₀ na estação de Retiro para simulações de ventos de noroeste de 3,5 ms⁻¹ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Nas simulações apresentadas nas Figuras 63 a 65, foi modificado o padrão de ventos predominantes para sopro de origem leste e os resultados diferiram-se bastante dos apresentados anteriormente em Retiro. Um significativo número de violações de PI-1 e PF foram observadas para ventos de 1,0 ms⁻¹ a 10 m, tanto sob condições instáveis quanto estáveis, ocorrendo picos de 954,6 µgm⁻³ e 959,2 µgm⁻³, respectivamente. Para ventos de 2,5 a 50 m de H_e , em atmosfera estável, ambos os padrões foram atendidos, atingindo concentração máxima de 29,5 µgm⁻³, porém em condição de instabilidade, foi indicado um pico de aproximadamente 478,5 µgm⁻³,

excedendo em quatro vezes o limite PI-1 e quase 10 vezes o padrão PF. Porém, em $H_e = 100$ m e $3,5 \text{ ms}^{-1}$ de velocidade de vento, não foram constatadas violações sob condições de instabilidade, exibindo concentração máxima de $20,9 \mu\text{g m}^{-3}$, porém, em condição estável, os padrões PI-1 e PF foram ultrapassados, com concentração máxima de $217,7 \mu\text{g m}^{-3}$. Constata-se portanto que ventos de quadrante norte e emissões superiores a $H_e = 50$ m são os mais favoráveis a propiciar a dispersão dos poluentes emitidos pela indústria siderúrgica na região da estação de Retiro.

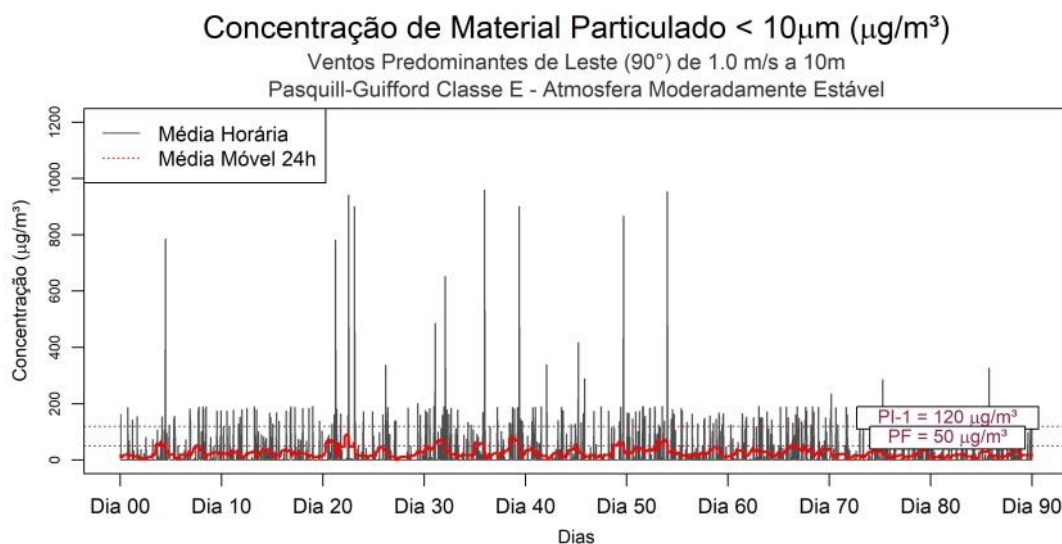
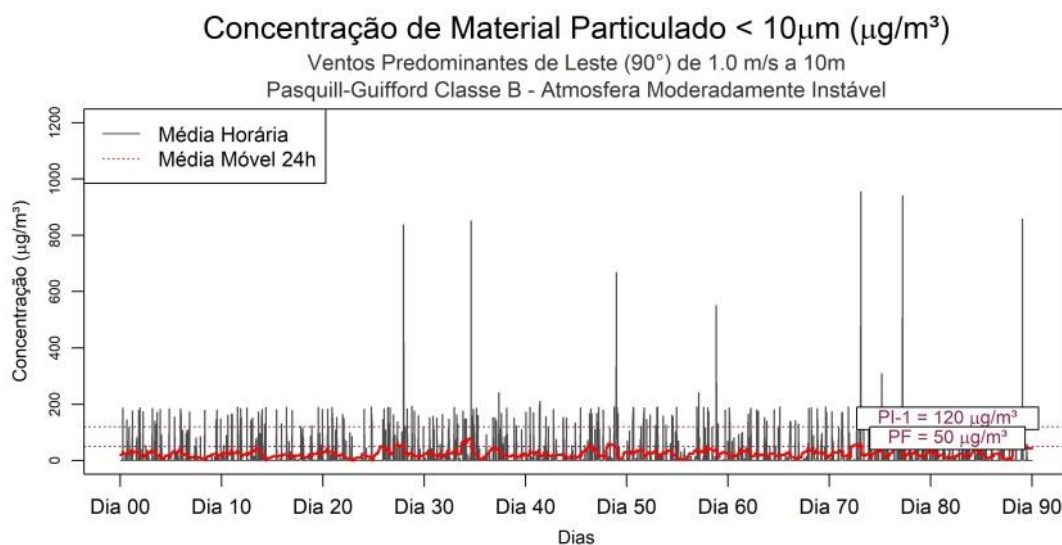


Figura 63. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Retiro para simulações de ventos de leste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

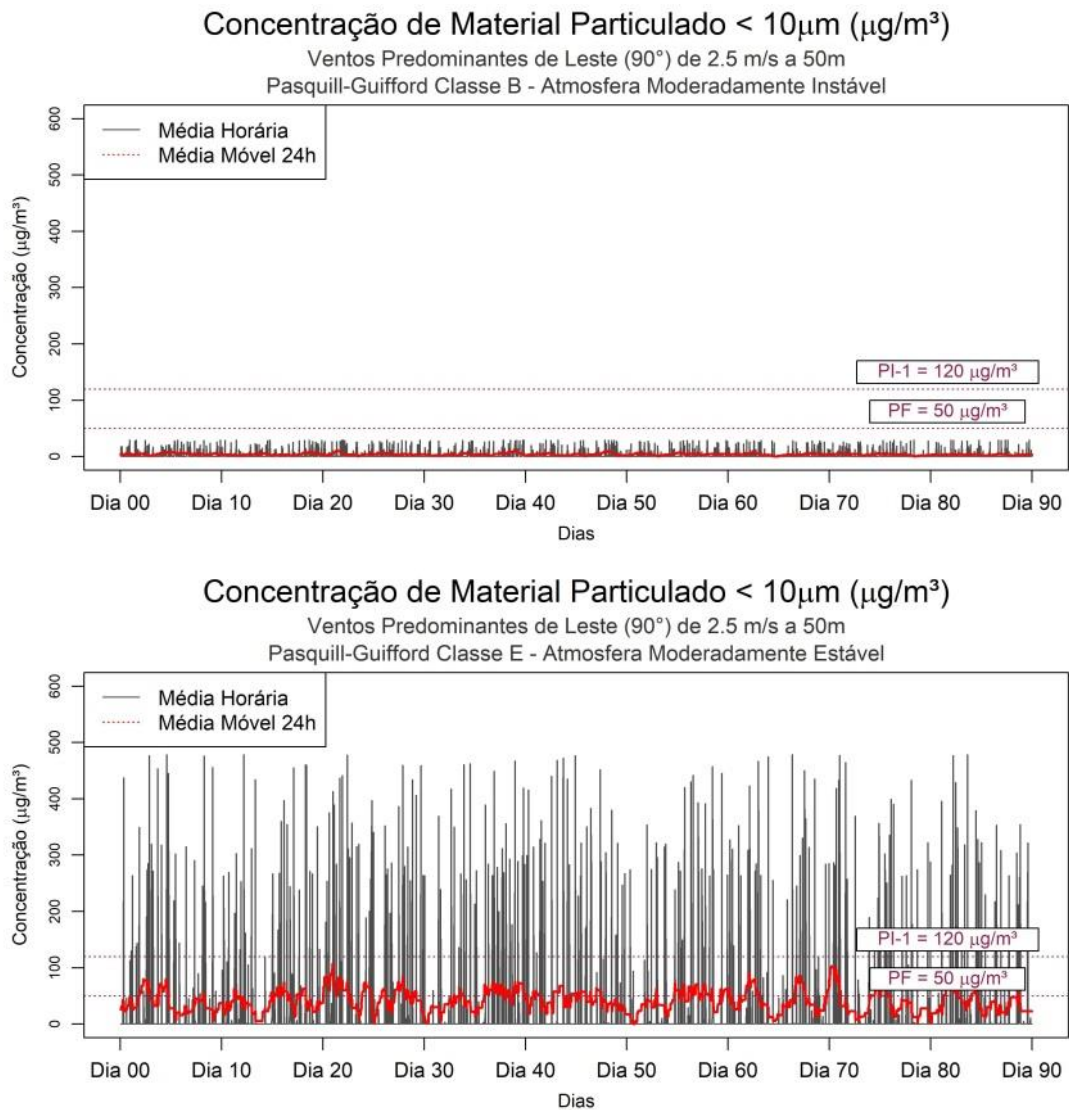


Figura 64. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP₁₀ na estação de Retiro para simulações de ventos de leste de 2,5 ms⁻¹ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

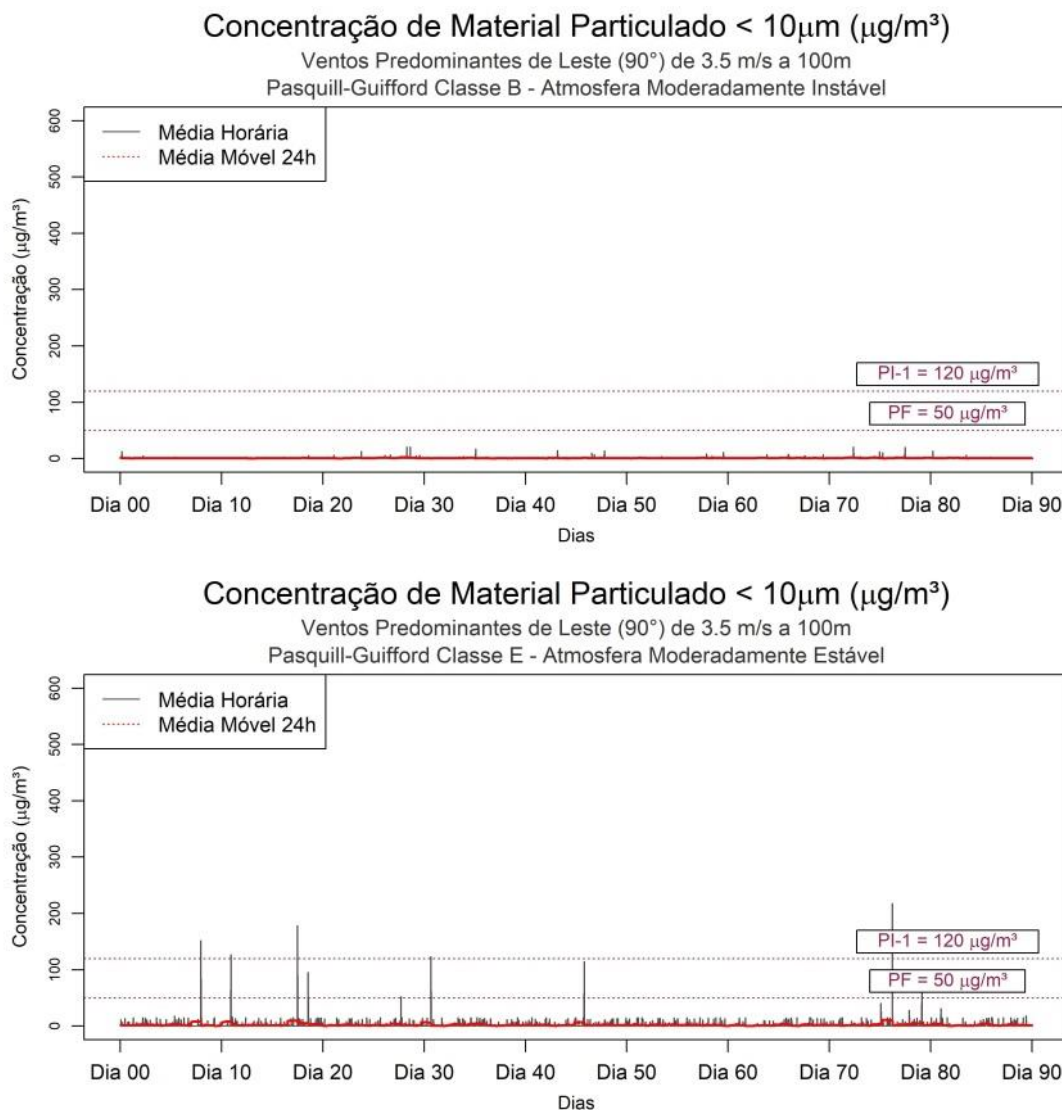


Figura 65. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Retiro para simulações de ventos de leste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Por último, foram simuladas as médias horárias de concentração de MP_{10} para a região de Santa Cecília, sob a influência de ventos de leste e de sudeste, os mais frequentes na localidade. Os gráficos apresentados nas Figuras 66 a 68 referem-se aos ventos de leste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$, $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m, 50 m e $3,5 \text{ ms}^{-1}$, respectivamente. De uma maneira geral, percebe-se valores bastante altos de concentração de MP_{10} e grande número de violações sob condições instáveis e estáveis, exceto para ventos de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m, onde os valores máximos se aproximaram do limite de $50 \mu\text{g m}^{-3}$ do PF da resolução CONAMA 491/2018.

Para ventos de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m , sob condições instáveis, o pico de concentração foi de $2079,8 \mu\text{g m}^{-3}$, aproximadamente 17 vezes o padrão atual de $120 \mu\text{g m}^{-3}$ e em atmosfera estável, $23425,6 \mu\text{g m}^{-3}$, aproximadamente 195 vezes maior que PI-1. Sob ventos de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m , nota-se grande número de violações em ambos os estados da atmosfera e os picos de concentração foram de $335,0 \mu\text{g m}^{-3}$ e $1394,8 \mu\text{g m}^{-3}$ para instável e estável, respectivamente.

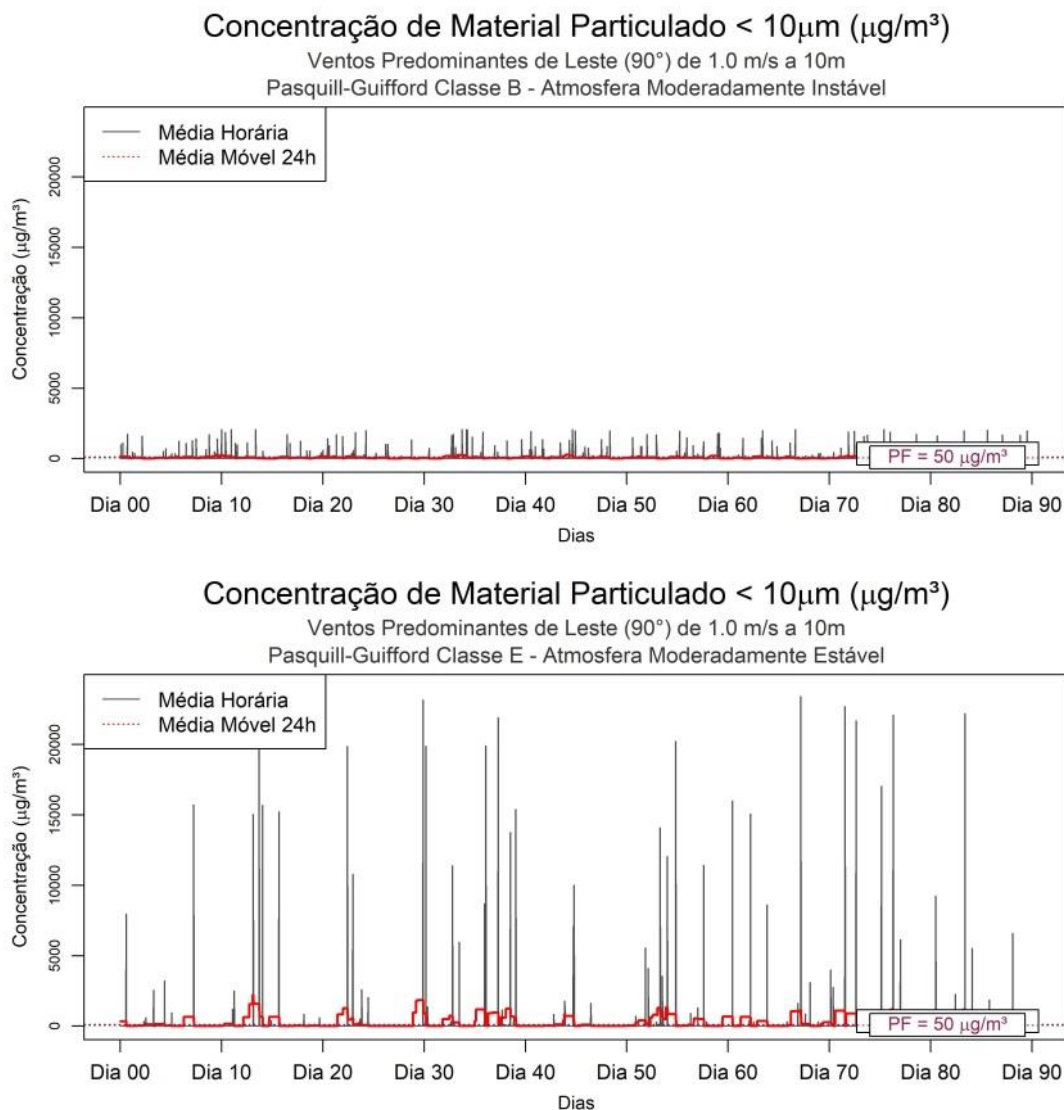


Figura 66. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de leste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

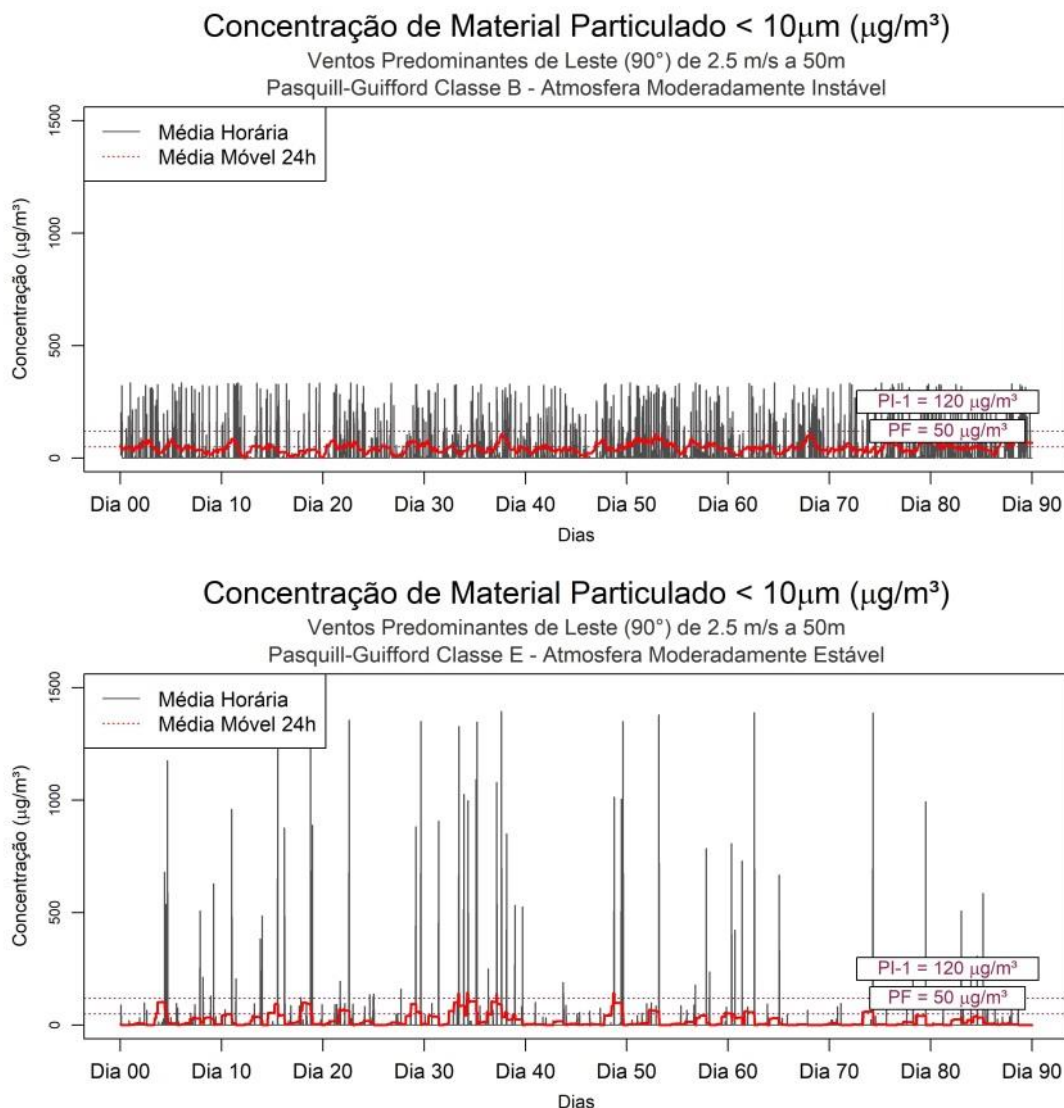


Figura 67. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP₁₀ na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de leste de 2,5 ms⁻¹ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Para ventos em altitude de 100 m de 3,5 ms⁻¹ mostrados na Figura 68 observa-se uma inversão dos padrões para baixas alturas efetivas: a condição instável possui maior número de violações, com pico de 370,2 μ g m⁻³, e a condição estável apresenta pico de aproximado de 50,6 μ g m⁻³, bem próximo de PF. Este fenômeno pode ser explicado pelo fato que emissões a maiores alturas efetivas, sob condições estáveis, tendem a permanecer em altitude, enquanto que movimentos verticais de massas, que tornam a atmosfera mais instável, favorecem a mistura dos poluentes ao ar, aumentando consequentemente a concentração em superfície.

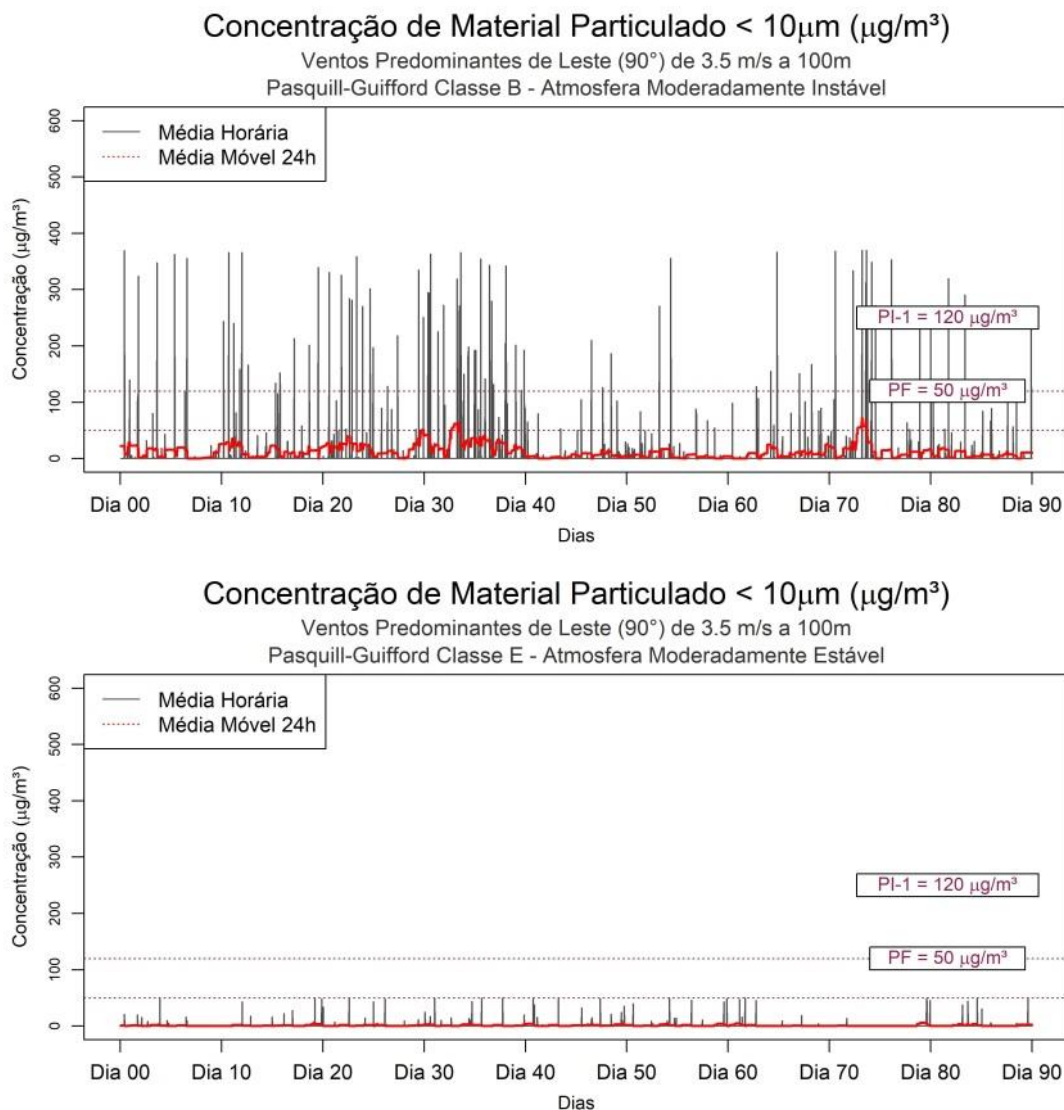


Figura 68. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP₁₀ na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de leste de 3,5 ms⁻¹ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

Configurando o modelo para ventos oriundo do sudeste da estação (Figuras 69 a 71), com velocidades de 1,0 ms⁻¹, 2,5 ms⁻¹ e 3,5 ms⁻¹ a 10 m, 50 m e 3,5 ms⁻¹, respectivamente, vislumbra-se três comportamentos da série de dados expressivamente distintivos. Para ventos de 1,0 ms⁻¹ a 10 m, as médias das concentrações horárias mostraram-se inferiores a 50 μ g m⁻³ na maior parte da série de 90 dias tanto para atmosfera instável quanto estável, porém com picos relevantes, de 2004,4 μ g m⁻³ para instável e 6474,0 μ g m⁻³ para estável. Sob velocidade de vento de 2,5 ms⁻¹ a 50 m, as séries ficaram mais homogêneas, mantendo-se na maior parte do tempo acima de ambos os

padrões PI-1 e PF, atingindo picos de $335,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ e $1395,0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ para atmosferas instáveis e estáveis, respectivamente.

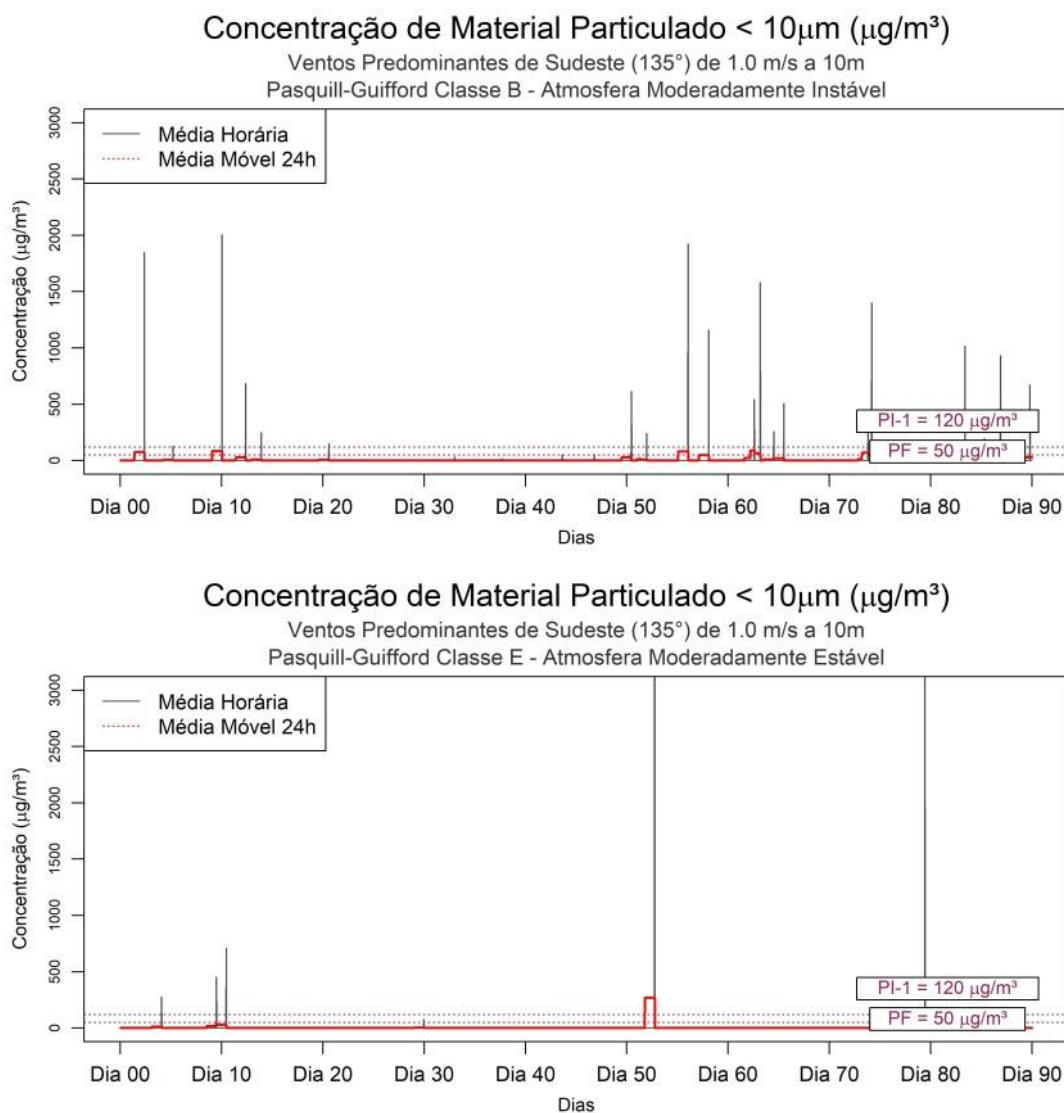


Figura 69. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de sudeste de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

E para as simulações de ventos de leste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de H_e apresentada na Figura 70, assim como ocorrido na simulação para ventos de leste, a condição instável propiciou algumas poucas violações dos padrões PI-1 e PF e sem violações aparentes sob condições estáveis, atingindo pico de $343,1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ em instabilidade e $50,3 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ em estabilidade atmosférica. Esses resultados mostram que no caso de Santa Cecília, tanto os ventos de leste quando de sudeste, mais frequentes na região, podem não ser favoráveis

para a dispersão dos poluentes e atendimento dos padrões de qualidade do ar, dependendo estes da condição de estabilidade atmosférica vigente e, principalmente, da altura efetiva das emissões de MP_{10} .

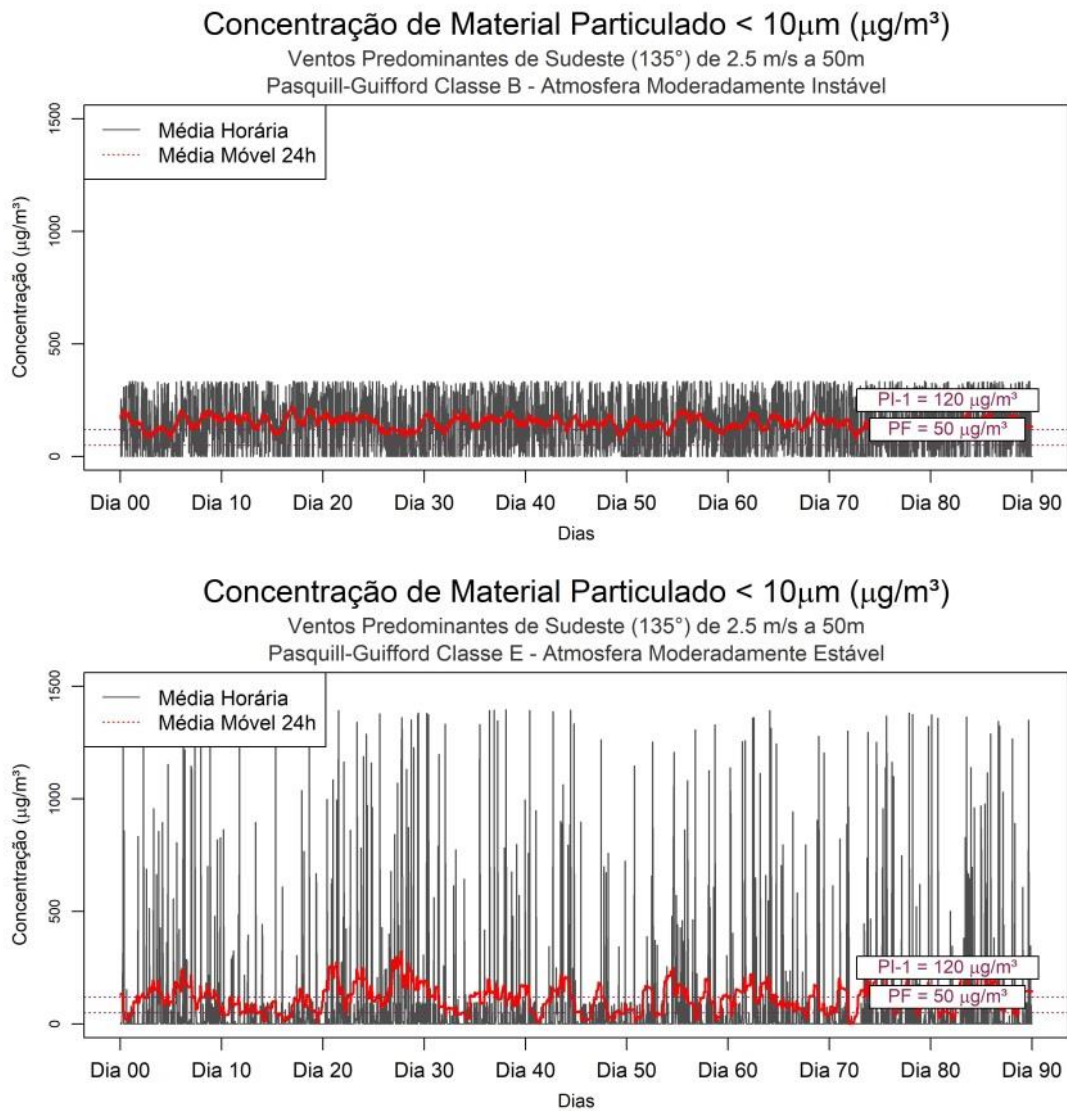


Figura 70. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de sudeste de $2,5\text{ ms}^{-1}$ a 50 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

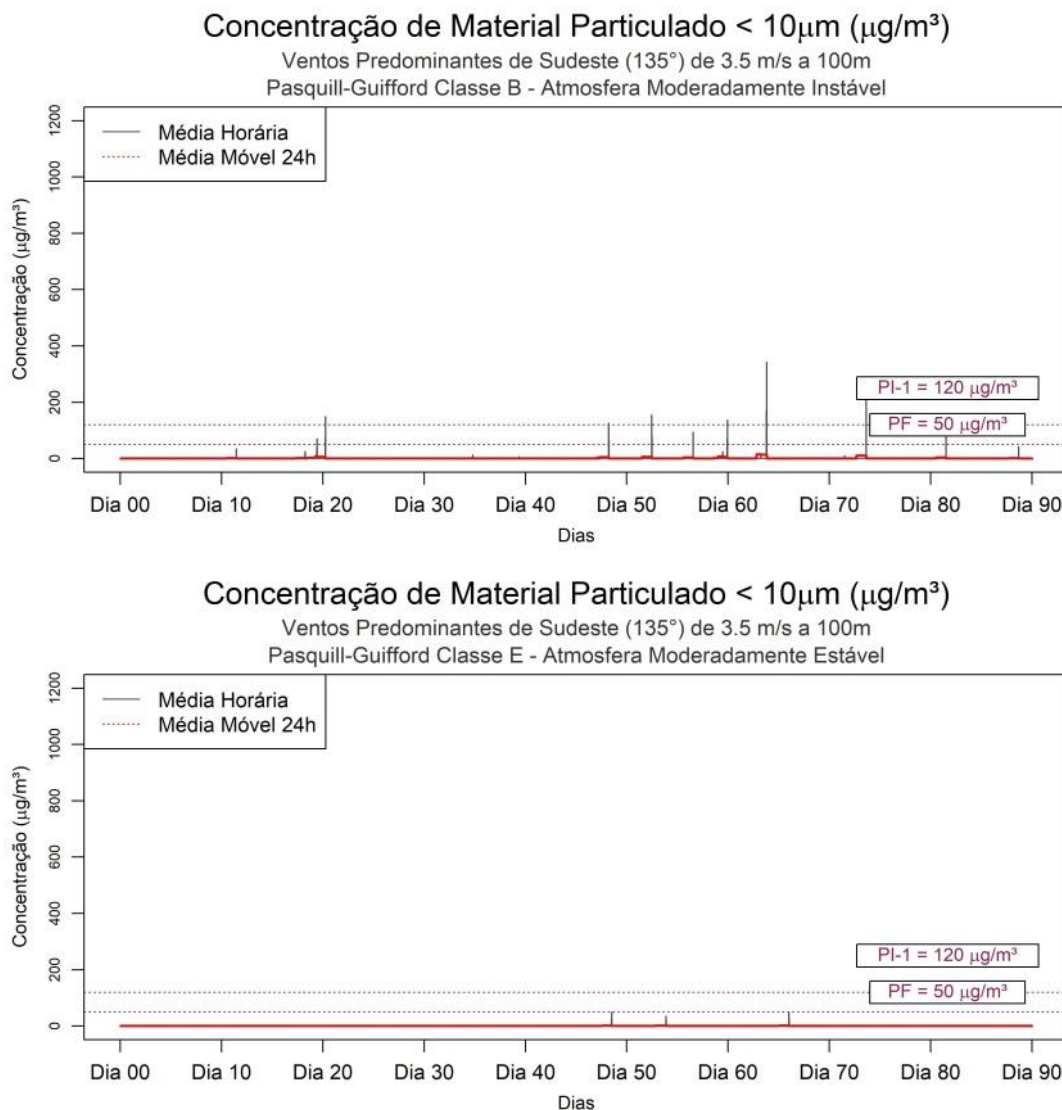


Figura 71. Médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} na estação de Santa Cecília para simulações de ventos de sudeste de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m de altura efetiva para um período de 90 dias, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas Matlab e Rstudio.

A Tabela 22 apresenta um sumário de todas as violações dos padrões PI-1 e PF para as séries de médias horárias e médias móveis em 24h de concentração de MP_{10} no ar ambiente para as três estações de monitoramento. Pode ser observado pela tabela que a estação de Santa Cecília foi a que apresentou o maior número de violações, chegando a totalidade da série na simulação para ventos de SE a 50 m e 16,88% de todos os valores de concentrações calculadas (2160 valores para cada uma das série de 48 simulações). A estação de Belmonte apresentou maior número de violações nas condições atmosféricas mais estáveis para ventos de NO e SE, e em

7,55% das séries simuladas superou os padrões de qualidade do ar. A estação com menos violações foi Retiro, com 2,84% do total, também relativas à maior estabilidade atmosférica, concentrando-se as violações dos padrões nos valores de concentração referentes a $1,0 \text{ ms}^{-1}$ de velocidade do vento a 10 m de altura efetiva de emissão. Ventos de norte e noroeste mostraram-se melhores forçantes para a dispersão dos poluentes em Retiro e Belmonte, enquanto que os resultados de Santa Cecília revelam que ventos de E ou SE podem ser mais efetivos na dispersão dependendo da altura efetiva de emissão: para velocidades de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m e $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 100 m, ventos de direção SE apresentaram menores índices de violação dos padrões, enquanto que para velocidades de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ a 50 m, os ventos de direção E apontaram melhores condições de dispersão e menores violações de PI-1 e PF. Explicar melhor

Tabela 21. Números de violações dos padrões PI-1 e PF da resolução CONAMA 491/2018 nas estações de Belmonte, Retiro e Santa Cecília nas simulações realizadas.

Estação	Altura Efetiva (m)	Direção do Vento (°)	Velocidade do Vento (m/s)	Classe de Estabilidade PG	Média Horária > PI-1	Média Móvel em 24h > PI-1	Média Horária > PF	Média Móvel em 24h > PF
Belmonte	10	NO	1,0	B	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%
				E	2,3%	0,0%	9,0%	1,1%
		SE		B	0,0%	0,0%	14,9%	0,0%
				E	18,7%	65,1%	22,0%	96,0%
	50	NO	2,5	B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
				E	0,2%	0,0%	0,3%	0,0%
		SE		B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
				E	16,9%	2,4%	18,7%	63,1%
	100	NO	3,5	B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
				E	0,2%	0,0%	0,3%	0,0%
		SE		B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
				E	12,3%	0,0%	15,2%	3,8%
Retiro	10	NO	1,0	B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
				E	2,6%	0,0%	4,4%	0,0%
		E		B	9,1%	0,0%	16,4%	6,9%
				E	9,8%	0,0%	16,1%	9,8%
	50	NO	2,5	B	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
				E	0,0%	0,0%	1,5%	0,0%
		E		B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
				E	12,3%	0,0%	15,0%	31,7%
	100	NO	3,5	B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
				E	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
		E		B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
				E	0,2%	0,0%	0,4%	0,0%
Santa Cecília	10	E	1,0	B	8,9%	21,6%	10,0%	66,7%
				E	4,4%	42,1%	4,7%	48,3%
		SE		B	0,9%	0,0%	1,1%	5,6%
				E	0,2%	2,2%	0,3%	2,2%
	50	E	2,5	B	16,3%	0,0%	22,0%	39,1%
				E	2,6%	0,4%	5,4%	15,5%
		SE		B	53,3%	86,8%	64,8%	100,0%
				E	13,8%	46,7%	27,9%	83,8%
	100	E	3,5	B	3,6%	0,0%	6,0%	2,2%
				E	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%
		SE		B	0,3%	0,0%	0,4%	0,0%
				E	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

7 CONCLUSÃO

Os dados de vento das estações de Belmonte, Retiro e Santa Cecília apresentaram predominância de direções de NO, N, E e SE, os principais responsáveis pela dispersão dos poluentes na região analisada. A variabilidade anual e sazonal da velocidade e direção do vento em cada estação evidenciaram que Retiro e Santa Cecília possuem menor tendência à atuação de fenômenos de escala sinótica, sendo provavelmente mais influenciados pela circulação local, principalmente pela presença de relevo ondulado nas proximidades, cuja localização coincide com a origem dos ventos mais constantes. Belmonte apresentou um giro anti-horário nas direções de vento, passando de quadrante sul na primavera e verão para quadrante norte no outono e inverno, comportamento característico de áreas sob a influência de sistemas permanentes, como a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e sistemas transientes, como sistemas de baixa pressão e frentes frias associadas a estes. A análise dos dados climatológicos de velocidade do vento, irradiância solar e nebulosidade da região mostraram que em todas as estações do ano há tendência de um comportamento instável da atmosfera durante o dia e estável durante o período noturno.

As concentrações de MP_{10} do sistema de monitoramento das estações apresentaram médias de $30,16 \mu\text{gm}^{-3}$, $20,66 \mu\text{gm}^{-3}$ e $20,50 \mu\text{gm}^{-3}$ em Retiro, Belmonte e Santa Cecília, respectivamente. As concentrações máximas para o período em Retiro e Belmonte foram de $430,03 \mu\text{gm}^{-3}$ e $558,10 \mu\text{gm}^{-3}$, e em Santa Cecília, apesar de possuir a menor média, mostrou máxima de $575,41 \mu\text{gm}^{-3}$, quase cinco vezes o padrão atual PI-1.

As simulações no modelo desenvolvido mostraram uma prevalência de maiores concentrações de material particulado na região da estação de Santa Cecília em todas as simulações realizadas, indicando a existência de influência significativa de ventos fracos de E e dos poluentes emitidos pelos processos de Sinterização e Coqueria na área. Apesar de apresentar esta tendência, ventos fracos de NO a alturas de emissões mais baixas foram os responsáveis pela ocorrência da maior concentração máxima, que atingiu o valor de 444289,7

$\mu\text{g m}^{-3}$, valor bastante superior ao registrado pelas estações de monitoramento. Porém, ao considerarmos a variação das alturas geométricas e efetivas do complexo não abrangidas pelo modelo e a variabilidade da direção de vento em cada estação, conclui-se que os valores de pico possuem menor probabilidade de ocorrência face os valores médios de concentração calculados, que aproximaram-se relativamente aos dados do monitoramento.

Considerando os ventos predominantes em cada estação e as condições de estabilidade, verificou-se um número de violações dos padrões PI-1 e PF da Resolução CONAMA 491/2018 consideravelmente maior na estação de Santa Cecília (16,88%), seguida por Belmonte (7,55%) e Retiro (2,84%) do total de valores das séries. Os ventos de quadrante N mostraram-se os mais eficientes para a dispersão de poluentes na região de Retiro, enquanto que em Belmonte, ventos de NO revelaram-se mais propícios para manter os valores de MP_{10} abaixo dos padrões PI-1 e PF. Em Santa Cecília, de maneira mais peculiar, os ventos de E e SE são mais ou menos favoráveis em função da altura efetiva de emissão dos poluentes. De uma forma geral, os resultados mostram a necessidade de uma avaliação e readequação dos processos industriais que emitem material particulado, à luz dos novos padrões, de forma a melhorar a qualidade do ar da região.

A ferramenta desenvolvida, mesmo considerando as variações nos resultados obtidos em comparação aos dados de monitoramento, e sobretudo com suas limitações expostas anteriormente, demonstra que é capaz de reproduzir os processos de dispersão dos poluentes na região do estudo, podendo desta forma ser utilizada para a avaliação qualitativa da dispersão de poluentes emitidas por fontes fixas para outros casos. A principal vantagem da utilização da ferramenta é a possibilidade da análise de cenários em função dos parâmetros atmosféricos, notadamente em função da variabilidade sazonal e regional de cada um desses parâmetros.

Atentando-se para o fato de que a modelagem matemática para fins de avaliação da qualidade do ar é pouco expandida no país, principalmente empregando *softwares* alternativos aos modelos de qualidade do ar comerciais, a ferramenta mostra-se também como um incentivo a outros pesquisadores ao desenvolvimento de novos modelos e aprimoramento dos existentes. Tendo em vista a imprescindível e reiterada necessidade da evolução da modelagem

matemática, a inclusão de algoritmos que permitam processos cada vez mais automáticos são importantes auxílios historicamente prestados pelo ambiente acadêmico.

Para uma utilização mais ampla e mais confiável do modelo apresentado, faz-se necessária a continuidade do presente estudo, principalmente com os objetivos de:

- implementar outras formas de cálculo dos coeficientes de dispersão, para possibilitar um estudo comparativo entre as bibliografias e avaliar qual se ajusta melhor às condições da região;
- implementar formas de cálculo de levantamento da pluma gaussiana para fontes pontuais fixas, utilizando dados de emissão, como as alturas geométricas das fontes e a velocidade de saída dos gases;
- validar o modelo com dados de monitoramento de poluentes atmosféricos coletados na região do entorno do complexo, tendo em vista a sugestão do MPE-RJ e MPF da realocação das estações de monitoramento da qualidade do ar;
- incluir rotinas de assimilação de dados de previsão de tempo de modelos numéricos de mesoescala, como o MM5, de forma a possibilitar o prognóstico de qualidade do ar e a exportação de resultados para plataformas de sistemas de informações geográficas;
- desenvolver algoritmos considerem terrenos complexos e fenômenos de deposição e reações entre poluentes;
- aplicar o modelo a outros poluentes monitorados pela legislação, notadamente o $MP_{2,5}$, recentemente incluído na Resolução CONAMA 491/2018.

REFERÊNCIAS

- ARYA, S. P. *Introduction to Micrometeorology*. San Diego: Academic Press, 1988.
- BEREND, I. T. *An Economic History of Twentieth-Century Europe - Economic Regimes from Laissez-Faire to Globalization*. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2006.
- BOÇON, F. T. *Modelagem Matemática do Escoamento e da Dispersão de Poluentes na Microescala Atmosférica*. 308 f. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- BOUBEL, Richard W.; FOX, Donald L.; TURNER, Bruce; STERN, Arthur C. *Fundamentals of Air Pollution*. 3. ed. San Diego: Academic Press, 1994.
- BRAGA, Alfésio; BÖHM, G. Miklós; PEREIRA, Luiz Alberto A.; SALDIVA, Paulo. Poluição atmosférica e Saúde Humana. *REVISTA USP*. São Paulo, n. 51, p. 58-71, set./nov. 2001.
- BRASIL. Lei 6.803, de 02 julho de 1980. *Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6803.htm. Acesso em: 02 mar. 2018.
- BRASIL. Lei 6.938, de 31 agosto de 1981. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 28 fevereiro 2019.
- CARSLAW, David C.; ROPKINS, Karl. Openair — An R package for air quality data analysis. *Environmental Modelling & Software*, v. 27–28, p. 52–61, 2012.
- CH2MHILL. *Inventário de Emissões Atmosféricas para Usina Presidente Vargas*. Volta Redonda; CH2MHILL, 2011.
- CSN. *Resultados do Terceiro Trimestre de 2018*. São Paulo, 2018.
- DALY, A.; ZANETTI, P. Chapter 2 - Air Pollution Modeling – An Overview. In: _____. *Ambient Air Pollution*. The Arab School for Science and Technology and The EnviroComp Institute. p. 15-28, 2007.

DERECZYNSKI, Claudine P.; OLIVEIRA, Juliana S.; MACHADO, Christiane O. Climatologia da Precipitação no Município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, n. 24, p. 24-38, 2009.

Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro. *Estatísticas 2019*. Disponível em: http://www.detran.rj.gov.br/_estatisticas.veiculos/04.asp. Acesso em: 27 jun. 2019.

EC. Directiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Maio de 2008. *Relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa* [S.l.]. 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0050&from=EN>. Acesso em: 12 de maio de 2018.

ECOLOGUS. *Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Volta Redonda. Documento 2. Plano Municipal de Saneamento Básico*. Prefeitura Municipal de Volta Redonda, Secretaria Municipal de Planejamento. Volta Redonda, 2015.

EEA. *Tropospheric Ozone in EU - The Consolidated Report*. Copenhagen: European Environmental Agency, 1998.

EVANS, L. S. Biological Effects of Acidity in Precipitation on Vegetation: a review. *Environmental and Experimental Botany*. v. 22, n. 2, p. 155-169, 1982.

FATEHIFAR, Esmuell; LELKAME, A.; TAHERI, Mahmoud. A MATLAB-based modeling and simulation program for dispersion of multipollutants from an industrial stack for educational use in a course on air pollution control. *Computer Applications in Engineering Education*. n.14, p. 300-312, jan. 2006.

GODISH, Thai. *Air Quality*. 4 ed. Boca Raton: CRC Press, 2003.

GOUVEIA, Nelson; FREITAS, Clarice U.; MARTINS, Lourdes C.; MARCILIO, Izabel O. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. *Caderno Saúde Pública*. v.22, n.12, p. 2669-2677, dez. 2006.

GREENBERG, Harvey J. Mathematical Programming Models For Environmental Quality Control. *Operations Research*. v. 43, n. 4, p. 578-622, jan. 1995.

GUIMARAES, Jessica. M. *Circulações locais na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Aspectos observacionais com base na análise de séries espaço-temporais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2014.

HARRISON, Roy. M.; YIN, Jianxin. Particulate matter in the atmosphere: which particle properties are important for its effects on health? *The Science of the Total Environment*. n. 249, p. 85-101, 2000.

HOEGH-GULDBERG, O. *et al.* Impacts of 1.5 °C Global Warming on Natural and Human Systems.. In: IPCC. *An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global greenhouse gas emission pathways, in the context of strength*. [S.l.]: In Press, 2018.

IAIA. FASTIP: Alternatives in Project EIA. *International Association for Impact Assessment*, 2015. Disponível em:

https://www.iaia.org/uploads/pdf/FasTips_11_AlternativesinProjectEIA.pdf. Acesso em: 28 jan. 2018.

IBGE. Relatório Piloto com Aplicação da Metodologia IPPS ao Estado do Rio de Janeiro - Uma Estimativa do Potencial de Poluição Industrial do Ar. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

IBGE. *Estimativas da População Residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º Julho de 2007*. Brasília: IBGE, 2017.

IBGE. *O Brasil em Síntese – 2017. Panorama da Cidade de Volta Redonda* Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/volta-redonda/panorama>. Acesso em: 07 mai. 2019.

IEMA. *Padrões de qualidade do ar: experiência comparada Brasil, EUA e União Europeia*. São Paulo : Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2012. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/C1CB3034/Estudo_Padroses_Qualidade_Ar.pdf. Acesso em: 18 mar. 2017.

IHAKA, R. *A Free Software Project - A Brief History. R: Past and Future History*, 1998. Disponível em:

https://cran.r-project.org/doc/html/interface98paper/paper_2.html. Acesso em: 25 out. 2017.

INMET. *Normais Climatológicas de 1981-2010*. Brasília: INMET, 2018.

JASINSKI, Renata; PEREIRA, Luiz. Alberto A.; BRAGA, Alfésio. L. F. Poluição atmosférica e internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e

adolescentes em Cubatão, São Paulo Brasil, entre 1997 e 2004. *Caderno Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v. 27, n. 11, p. 2242-2252, 2011.

LELIEVELD, J.; KLINGMÜLLER, Klaus; POZZER, Andrea; PÖSCHL Ulrich; FNAIS, Mohammed; DAIBER, Andreas; Münzel, Thomas. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *European Heart Journal*, p. 1–7, 2019.

LINDSTROM, Johan; SZPIRO, Adam A.; SAMPSON, Paul D.; SHEPPARD, Lianne; ORON, Assaf; RICHARDS, Mark; LARSON, Tim. A Flexible *Spatio-Temporal Model for Air Pollution: Allowing for Spatio-Temporal Covariates*. *UW Biostatistics Working Paper Series*. Jan. 2011.

MANAHAN, Stanley. E. *Fundamentals of Environmental Chemistry*. Boca Raton: CRC Press LLC, 2001.

MCELROY, J.; POOLER, F. *St. Louis Dispersion Study - Instrumentation, Procedures and Data Tabulations*. Duham: Public Health Service, 1968.

MENETREZ, Mark Y.; FOARDE, Karin K.; ESCH Keith R.; SCHWARTZ, Tricha D.; DEAN, Timothy R.; HAYS, Michael D., CHO, Seung-Hyun; BETANCOURT, Doris A., MOORE, Scott A. An Evaluation of Indoor and Outdoor Biological Particulate Matter. *Atmospheric Environment*. New York: Elsevier Science Ltd, v. 43, n. 34, p. 5476-5483, 2009.

MERIGUE, Paula Caroline H. *Avaliação do impacto das emissões de material particulado provenientes do sistema de manuseio e estocagem de coque verde de petróleo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2016.

MMA. Resolução CONAMA n° 003, de 28 Junho de 1990. *Dispões sobre os padrões de qualidade do ar*. Brasília, 1990.

MMA. Resolução CONAMA n° 382, de 26 de dezembro de 2006. *Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas*. Brasília, 2006.

MMA. Resolução CONAMA n° 491, de 19 novembro de 2018. *Dispõe sobre padrões de qualidade do ar*. Brasília, 2018.

MOHAN, Manju; BHATI, Shweta; SREENIVAS, Archana; MARRAPU, Pallavi. Performance Evaluation of AERMOD and ADMS-Urban for Total Suspended Particulate Matter Concentrations in Megacity Delhi. *Aerosol and Air Quality Research*, v. 11, p. 883–894, 2011.

MOLER, Cleve. A Brief History of MATLAB. *Technical Articles and Newsletters*. 2019. Disponível em:

<https://www.mathworks.com/company/newsletters/articles/a-brief-history-of-matlab.html>. Acesso em: 22 fev. 2019.

MOREIRA, Davidson.; TIRABASSI, Tiziano. Modelo Matemático de Dispersão de Poluentes na Atmosfera: um Instrumento Técnico para a Gestão Ambiental. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, n. 2, p. 159-175, jul-dez 2004.

MPF. *Justiça determina redução de emissão de materiais particulados pela CSN*. Volta Redonda: Ministério Público Federal, 2015. Disponível em: <https://mpf.jusbrasil.com.br/noticias/211427193/mpf-rj-justica-federal-determina-reducao-de-emissao-de-materiais-particulados-pela-csn>. Acesso em: 07 abr. 2019.

MPF. *Danos ambientais da CSN em Volta Redonda (RJ) serão julgados pela Justiça Federal, decide STJ*. Volta Redonda: Ministério Público Federal, 2017. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/rj/sala-de-imprensa/noticias-rj/danos-ambientais-da-csn-em-volta-redonda-rj-serao-julgados-pela-justica-federal-decide-stj>. Acesso em: 07 abr. 2019.

MPF; MPE-RJ. *Inquéritos Cíveis Públicos n. 08120.001452/97-04 e 1.30.010.000159/2000-29. Ação conjunta da procuradoria da República do Município de Volta Redonda e da 1ª Promotoria de Justiça de Tutela Coletiva de Volta Redonda*. Volta Redonda: Ministério Público Federal, 2018. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/rj/sala-de-imprensa/docs/pr-rj/acp-patio-de-escoria-csn-e-harsco-1>. Acesso em: 07 abr. 2019.

NEWBY, David. E. *et al.* Expert position paper on air pollution and cardiovascular disease. *European Heart Journal*, v. 36, p. 83–93, 2015.

NIWAR. *Good Practice Guide for Atmospheric Dispersion Modelling*. Wellington: Ministry of the Environment, 2004.

OECD. *The economic consequences of outdoor pollution - Policy Highlights*. Paris; OECD Publishing, 2016.

PORTALVR. *Características*. Volta Redonda: Prefeitura Municipal de Volta Redonda, 2018. Disponível em: <http://www.voltaredonda.rj.gov.br/2012-12-20-11-24-20/caracteristica>. Acesso em: 12 set. 2018.

REIS, Marcelo M. *Poluição Atmosférica e os efeitos adversos na gravidez em um município industrializado no estado do Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-graduação da Faculdade de Medicina – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

MUNIR, Said; HABEEBULLAH, Turki M.; SEROJI, Abdulaziz R.; MORSY, Essam A.; MOHAMMED, Atef M. F.; SAUD, Waleed A.; ABDOU, Abdellatif E. A.; AWAD, Abdul H. Modeling Particulate Matter Concentrations in Makkah, Applying a Statistical Modeling Approach. *Aerosol and Air Quality Research*, v. 13, p. 901–910, 2013.

SEINFELD, John. H. *Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution*. New York: John Wiley & Sons, 2012.

SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. *Atmospheric Chemistry and Physics: from air pollution to climate change*. New York: Wiley-Interscience, 2006.

SEINPE. *Atlas do Potencial Eólico do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: SEINPE, 2002.

SILVA, Adriano Ferreira da. *Características Espectrais e Similaridade na Camada Limite Superficial sobre Floresta Manejada: FLONA Tapajós Km 83*. 2014. 72 f. Dissertação de Mestrado em Recursos Naturais da Amazônia. Área de concentração: Estudos Atmosféricos (Processos de Interação Biosfera Atmosfera) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém, 2014.

SINDMETALSF. *Sindicato acompanha vítimas do acidente na aciaria*. Volta Redonda, 2019. Disponível em: http://www.sindmetalsf.org.br/sind_noticias_detalhe.asp?menu=comunicacao&ubmenu=noticias&id=1131. Acesso em: 18 mai. 2019.

STULL, Rolland B. *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*. Massachusetts: Kluwer Academic Norwell.

U.S. EPA. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors 1986-2009*. Washington: EPA, 2009. Disponível em:

<https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch12/index.html>. Acesso em: 12 mar. 2017.

U.S. EPA. *Clean Air Act Overview - 1990 Clean Air Act Amendment Summary*. Washington: EPA, 1990. Disponível em: <https://www.epa.gov/clean-air-act-overview/1990-clean-air-act-amendment-summary>. Acesso em: 12 mar. 2017.

U.S. EPA. *User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models*. Durham: EPA, 1995.

U.S. EPA. *A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model*. Concord: EPA, 2000.

U.S. EPA. *National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*. Washington: EPA, 2011. Disponível em: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>. Acesso em: 18 jan. 2019.

U.S. EPA. *Stationary Sources of Air Pollution*. Disponível em: <https://www.epa.gov/stationary-sources-air-pollution>. Washington: EPA, 2018. Acesso em: 01 março 2018.

VALLERO, D. *Fundamentals of Air Pollution*. 4 ed. San Diego: Academic Press, 2008.

VALLERO, D. *Fundamentals of Air Pollution*. 5 ed San Diego: Academic Press, 2014.

WHO. *Air quality guidelines for Europe*. Copenhagen: WHO Press, 2000. (WHO regional publications - European series n. 91)

WHO. *WHO Air Quality Guidelines Global Update - Report on a Working Group Meeting*. Bonn: WHO Press, 2005.

WHO. *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005*. Geneva: WHO Press, 2006.

WORLD BANK GROUP. *Pollution Prevention and Abatement Handbook*. Washington: The World Bank, v. 1, 1998.

ZANNETTI, P. *Air Quality Modeling – Theories, Methodologies, Computational Techniques, and Available Databases and Software – Volume III – Special Issues*. Capítulo 5A: Meteorological Modelling for Air Quality Applications, p. 131 a 168. The EnviroComp Institute and the Air & Waste Management Association, 2008.

ZEIDAN, Bakenaz. A. *Mathematical Modeling of Environmental Problems*. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280307839_Mathematical_Modeling_of_Environmental_Problems. El-Geish, 2015. Acesso em: 01 out. 2018.

**APÊNDICE A – RESULTADOS DA MODELAGEM DE DISPERSÃO DE
MATERIAL PARTICULADO**

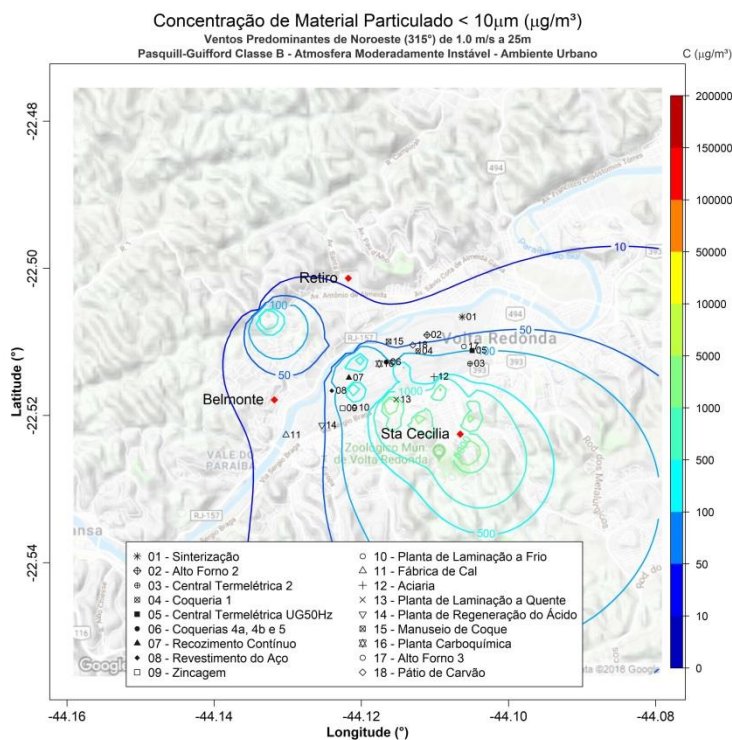


Figura 72. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

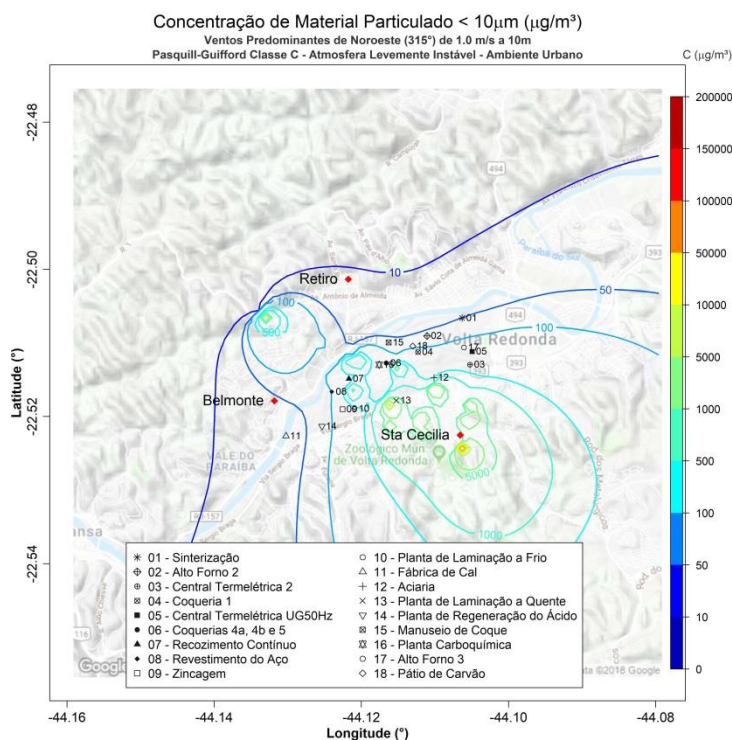


Figura 73. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

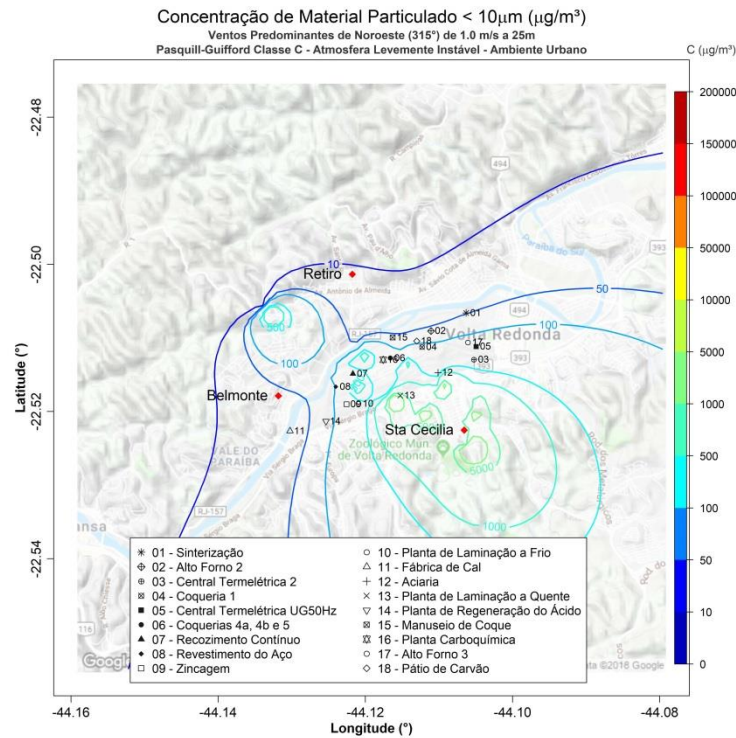


Figura 74. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

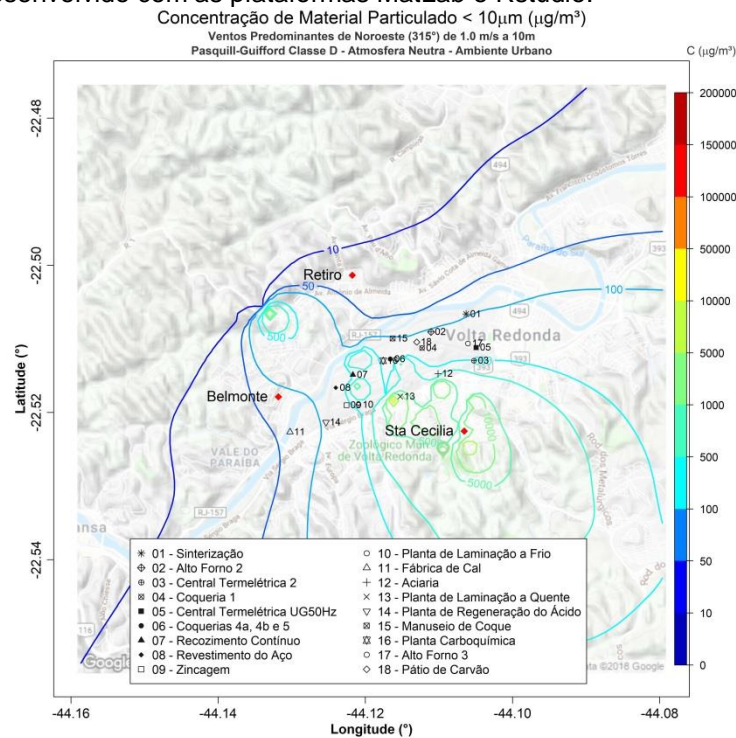


Figura 75. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

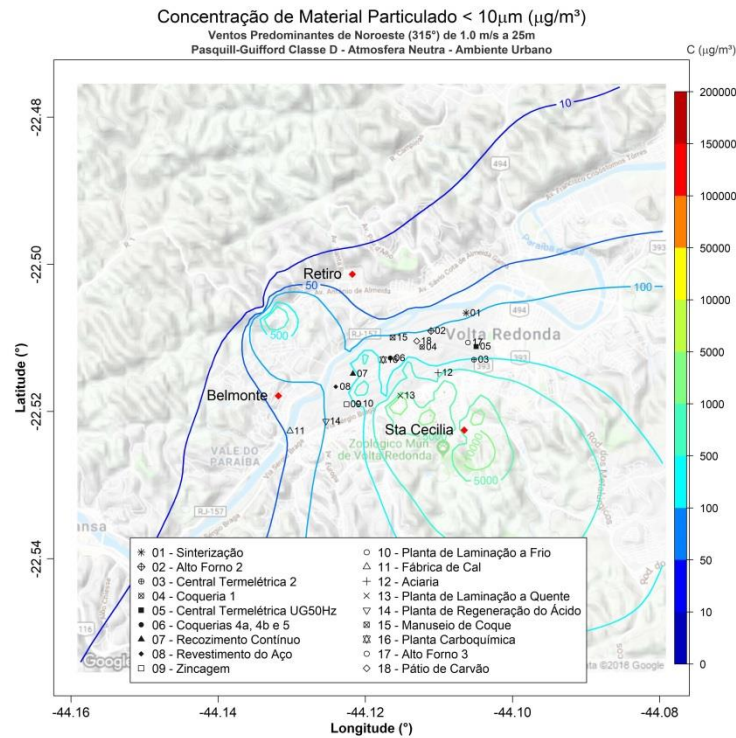


Figura 76. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de NO de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

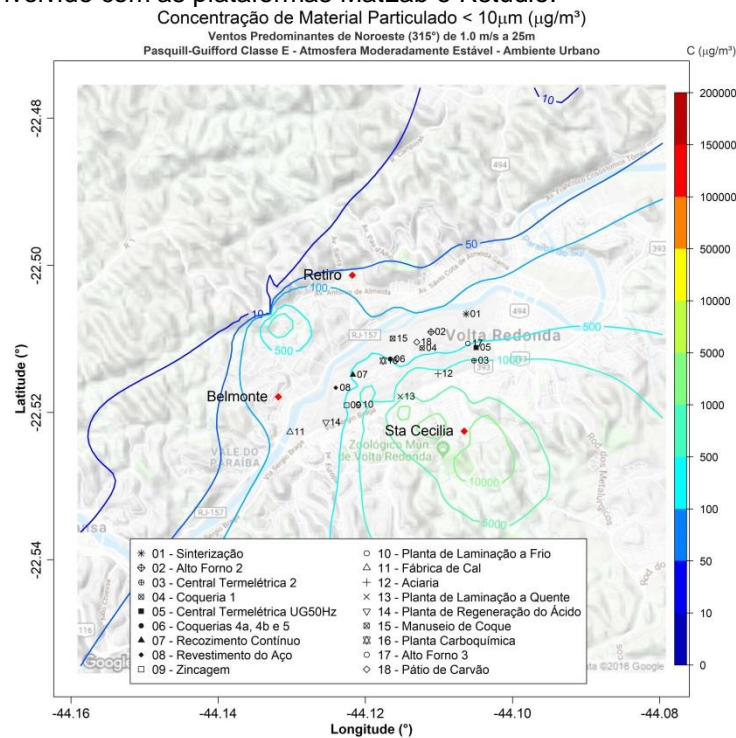


Figura 77. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de NO de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

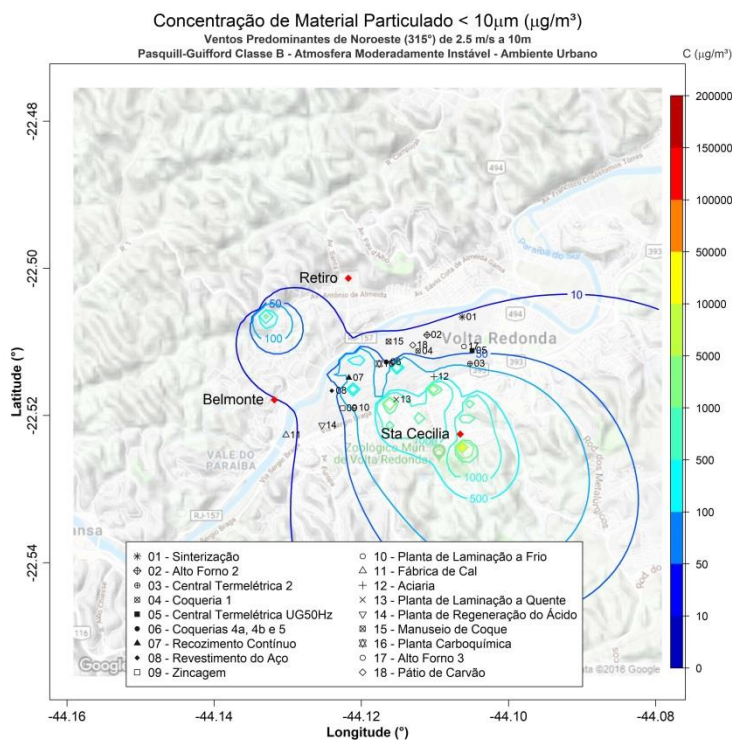


Figura 78. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de NO de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

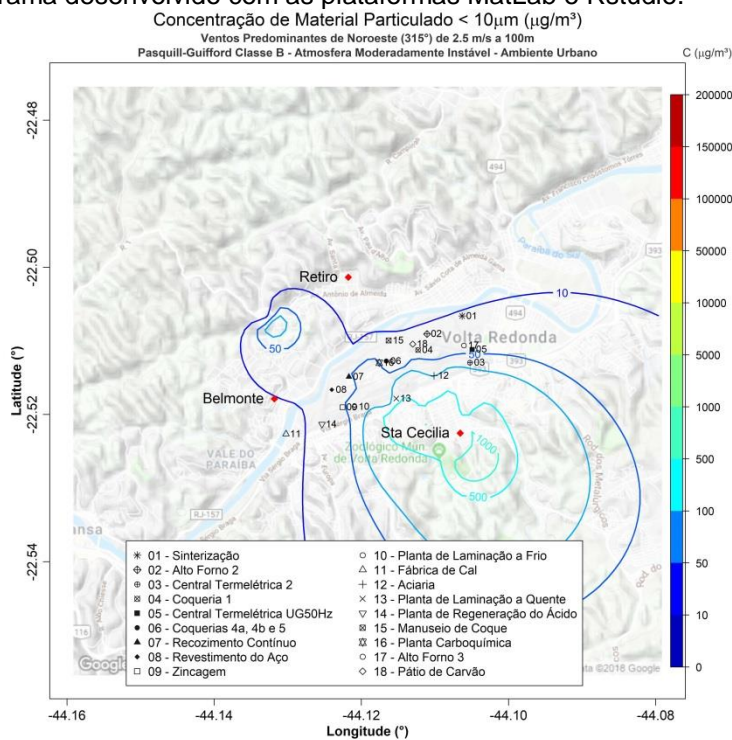


Figura 79. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de NO de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

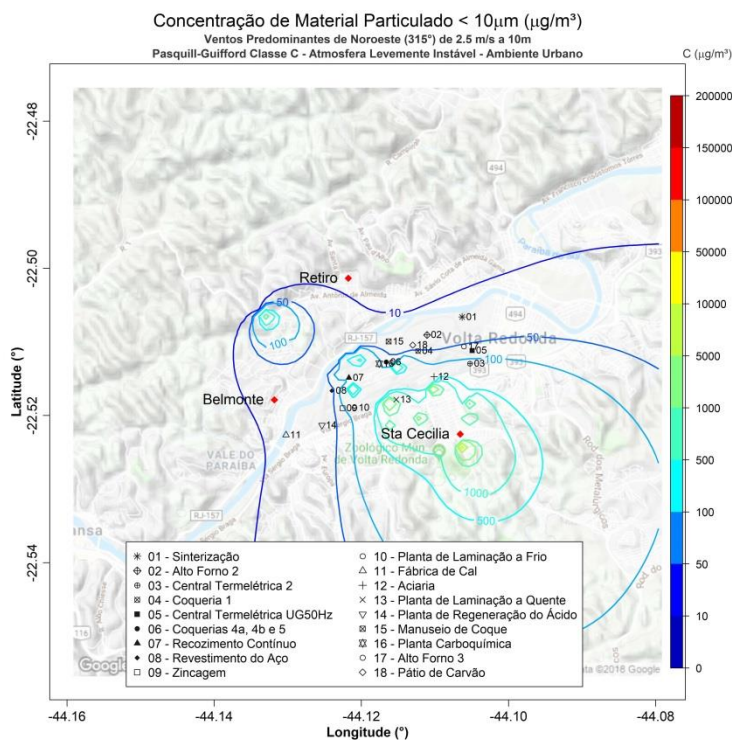


Figura 80. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

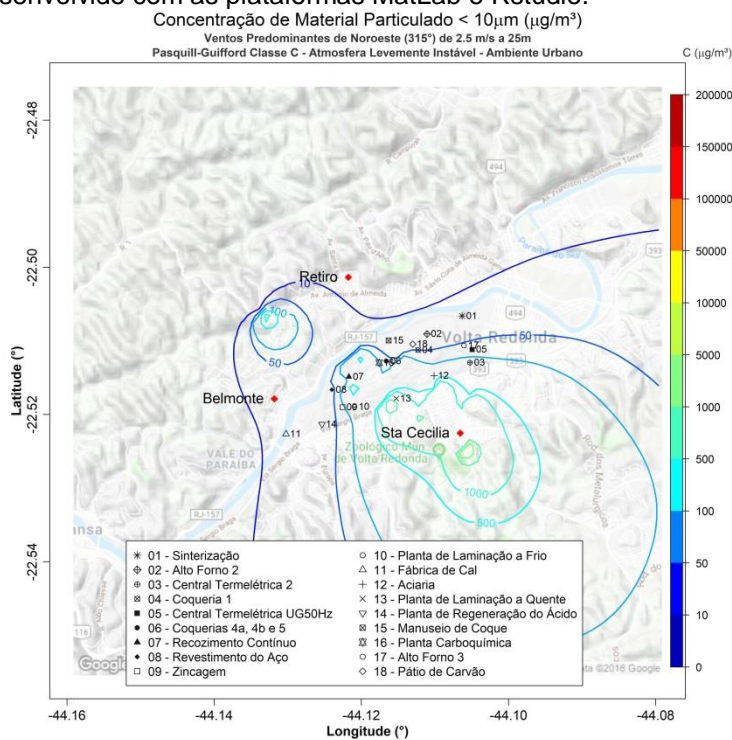


Figura 81. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

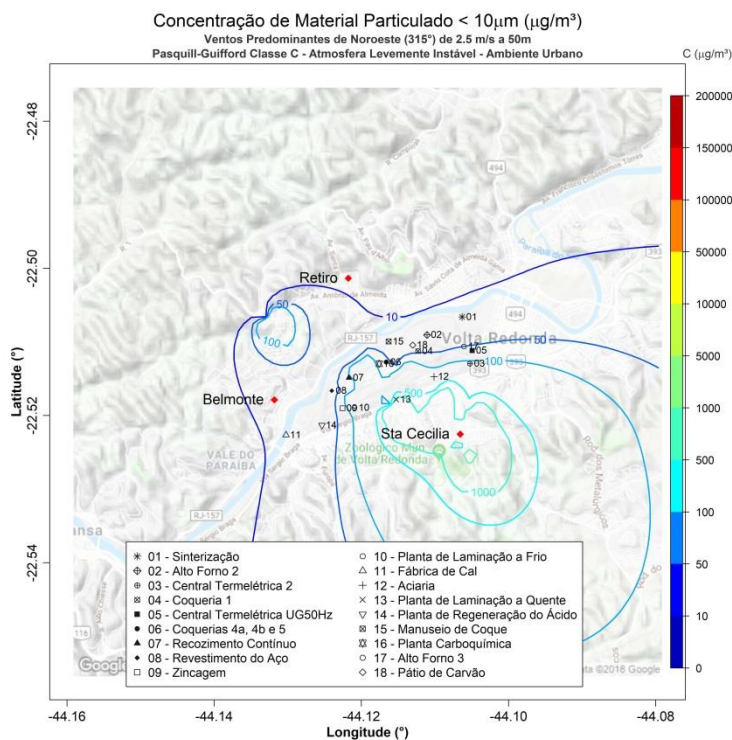


Figura 82. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

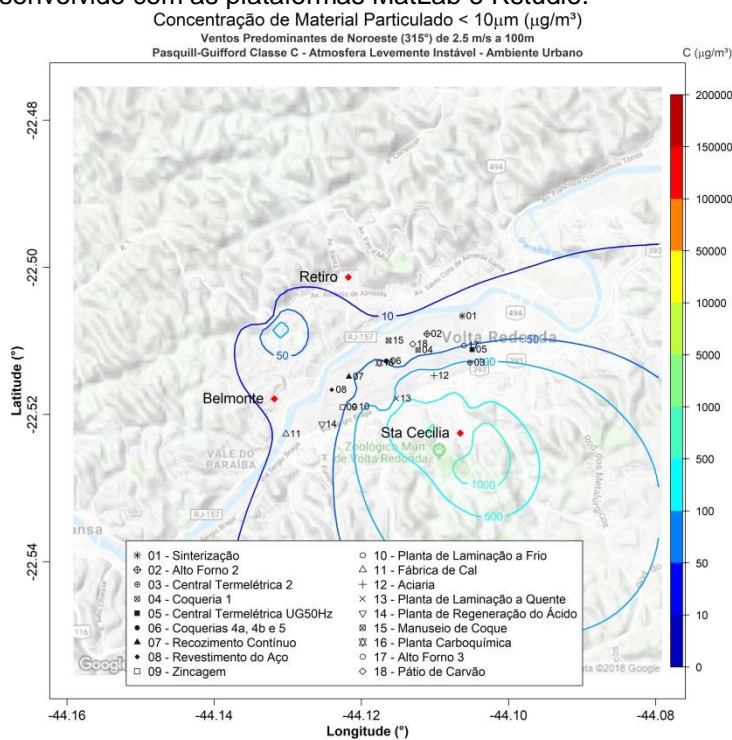


Figura 83. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

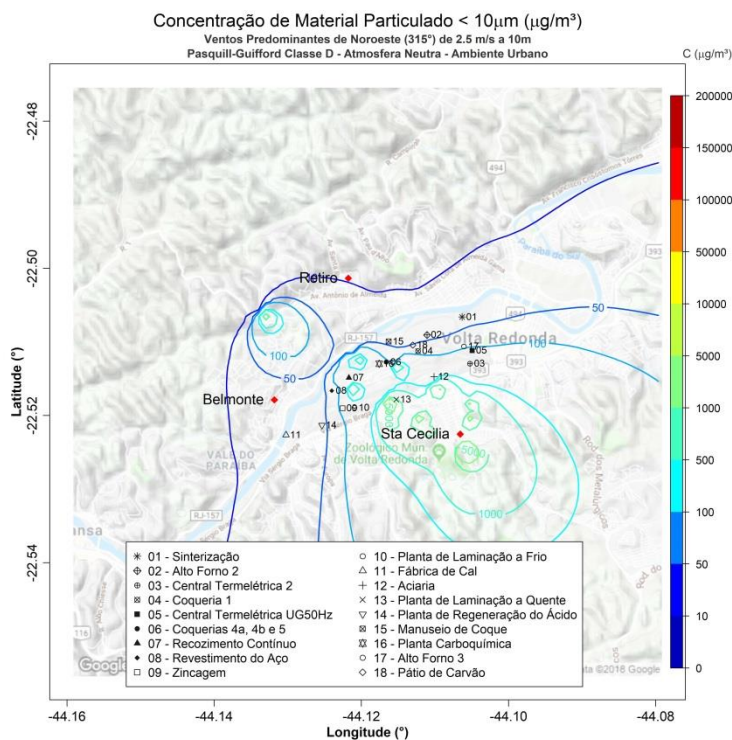


Figura 84. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de NO de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

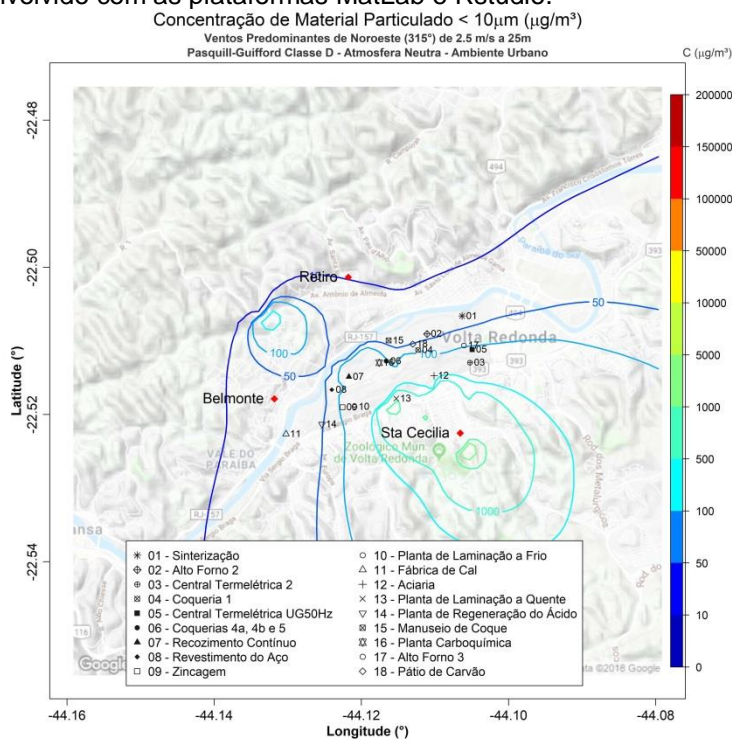


Figura 85. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de NO de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

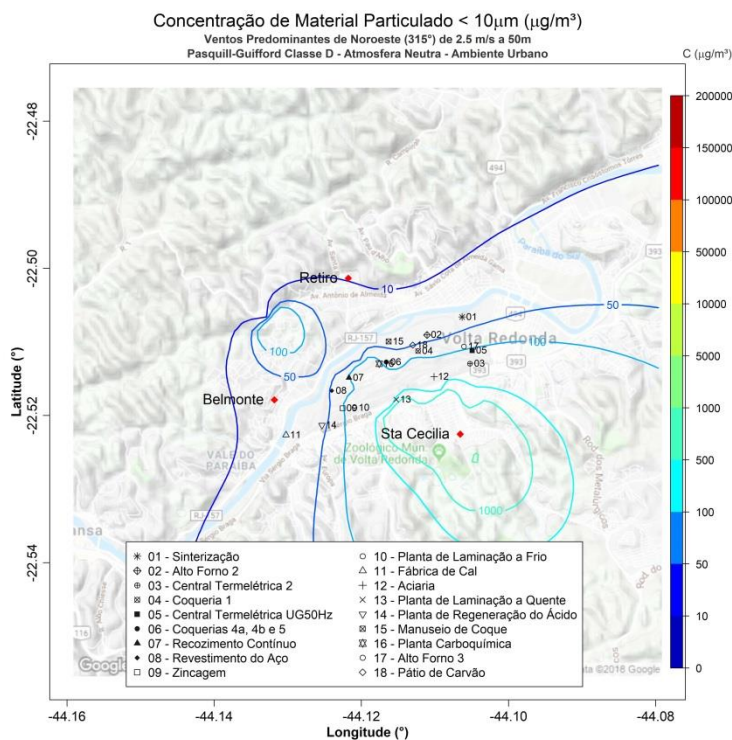


Figura 86. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8\text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

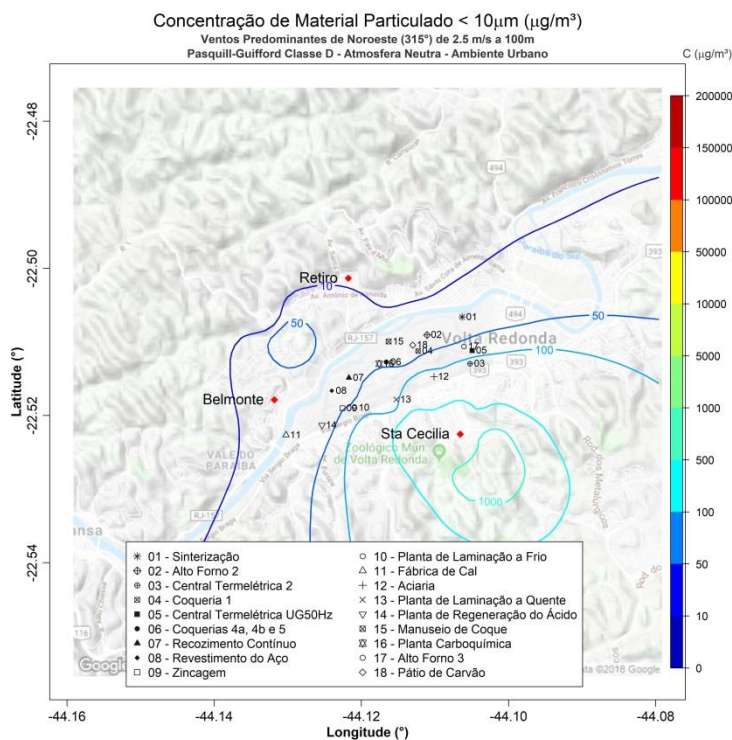


Figura 87. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8\text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

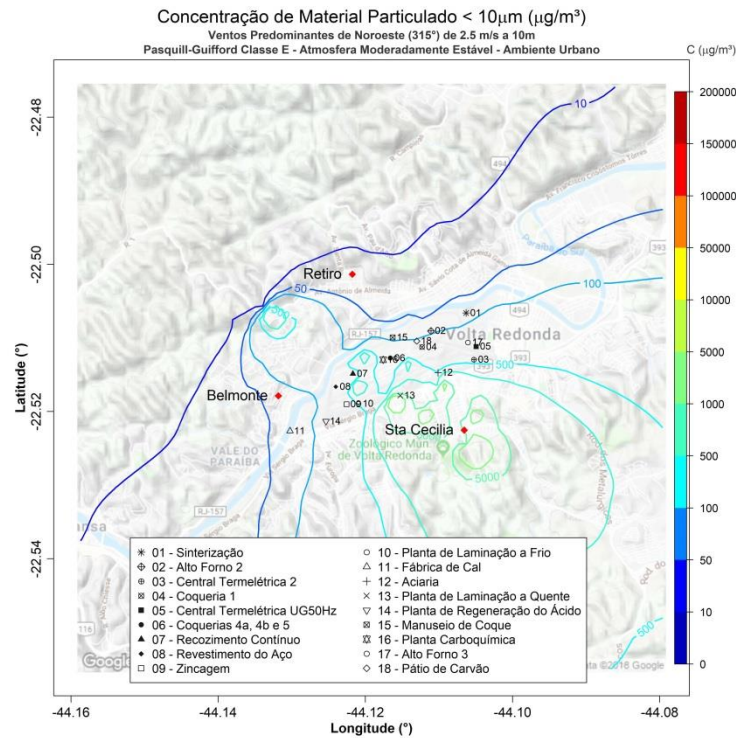


Figura 88. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de 2,5 ms^{-1} e altura efetiva de 10 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

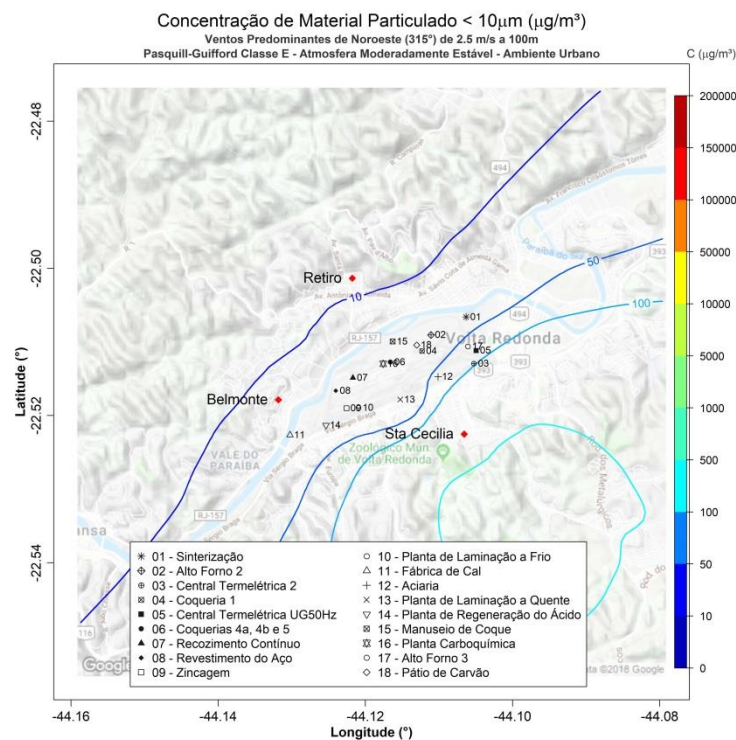


Figura 89. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de 2,5 ms^{-1} e altura efetiva de 100 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

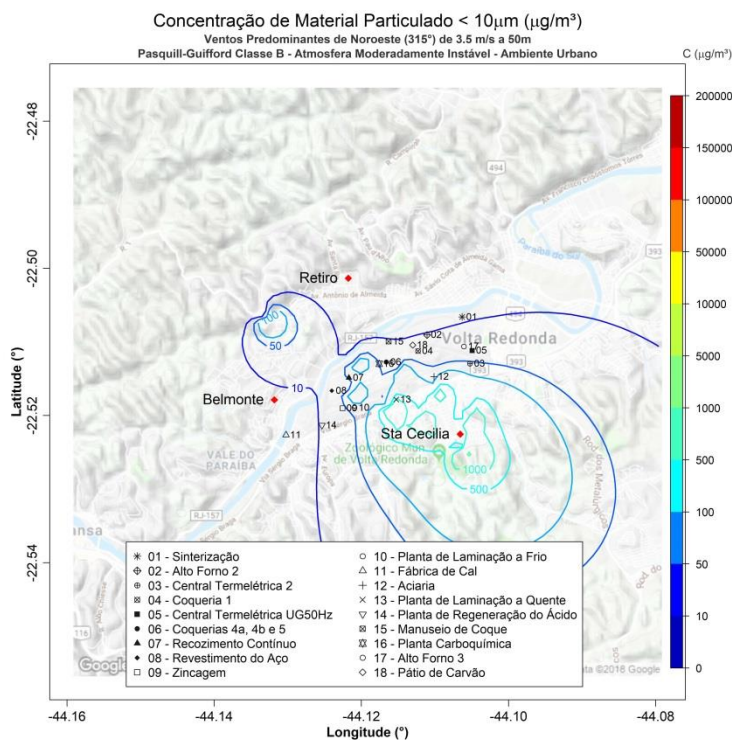


Figura 90. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

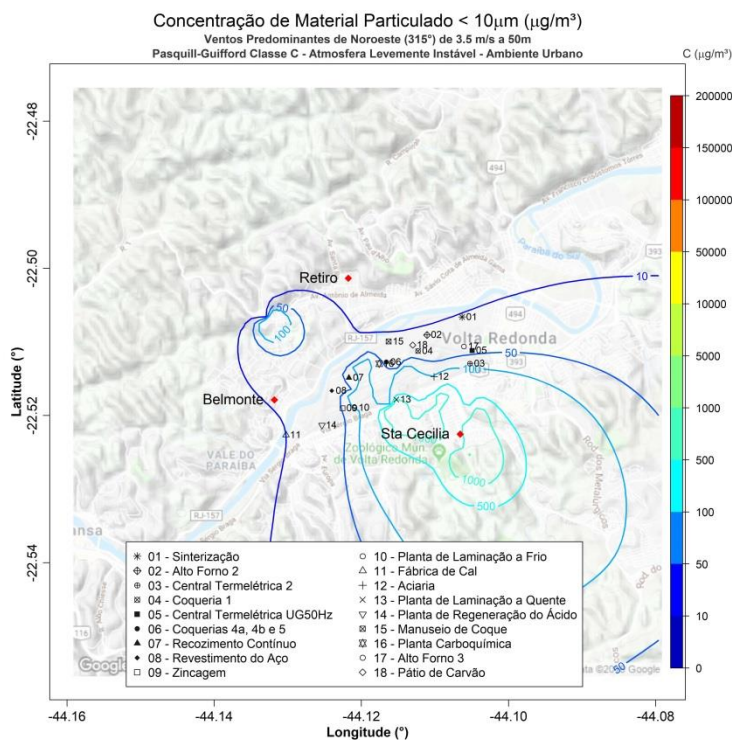


Figura 91. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

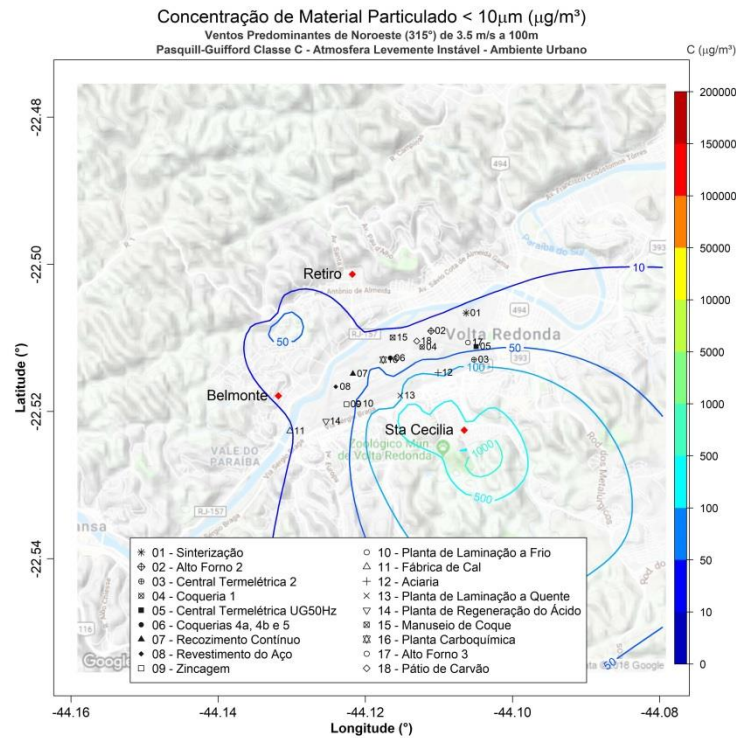


Figura 92. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $3,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

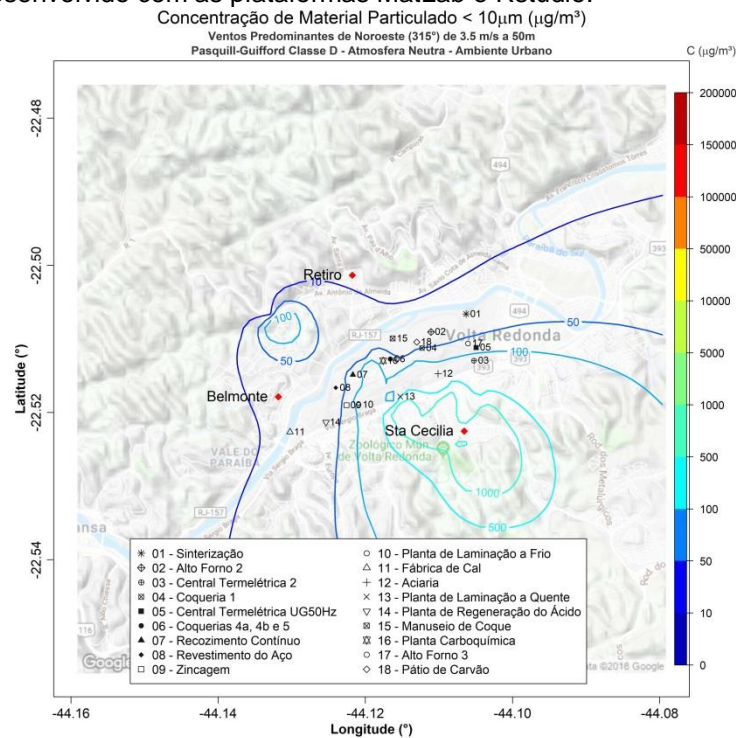


Figura 93. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de NO de $3,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

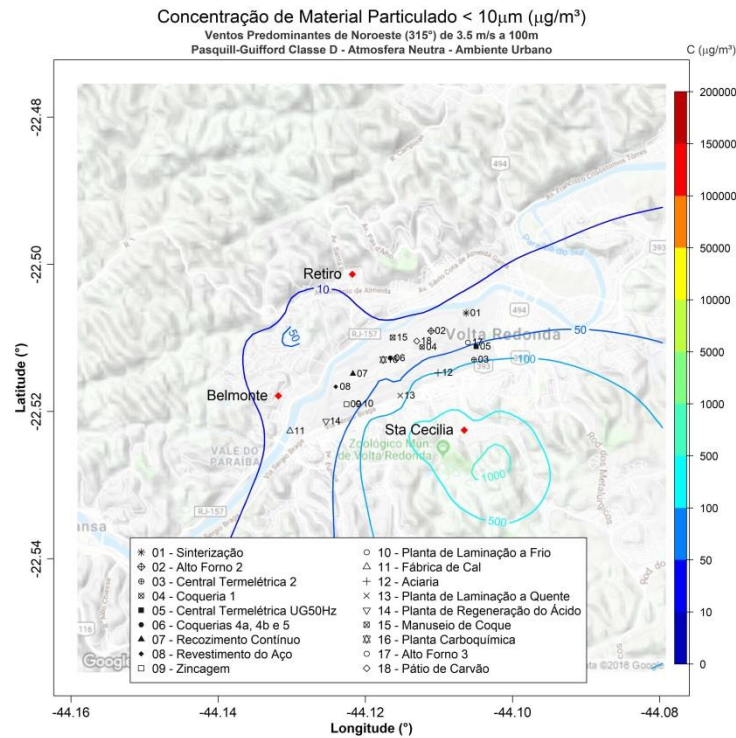


Figura 94. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de NO de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

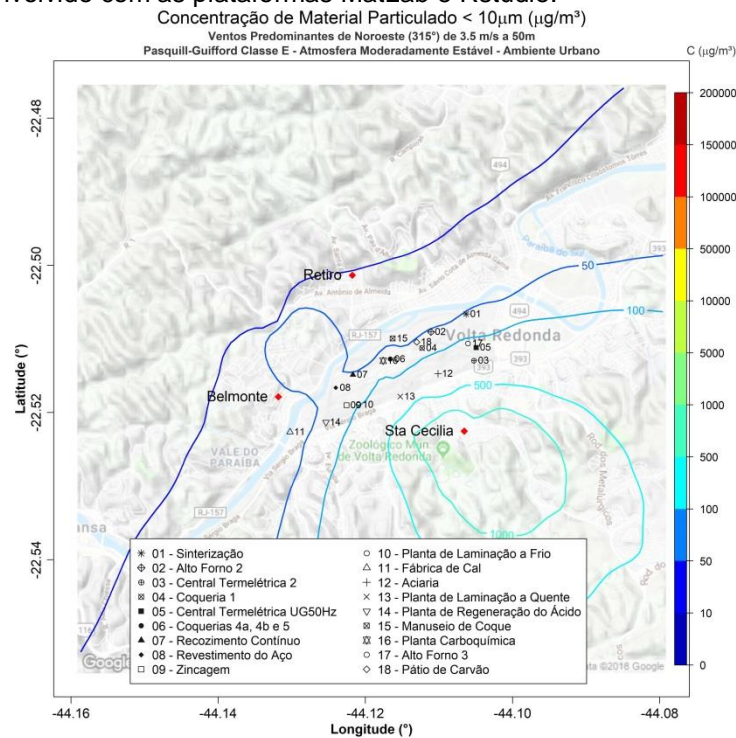


Figura 95. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de NO de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

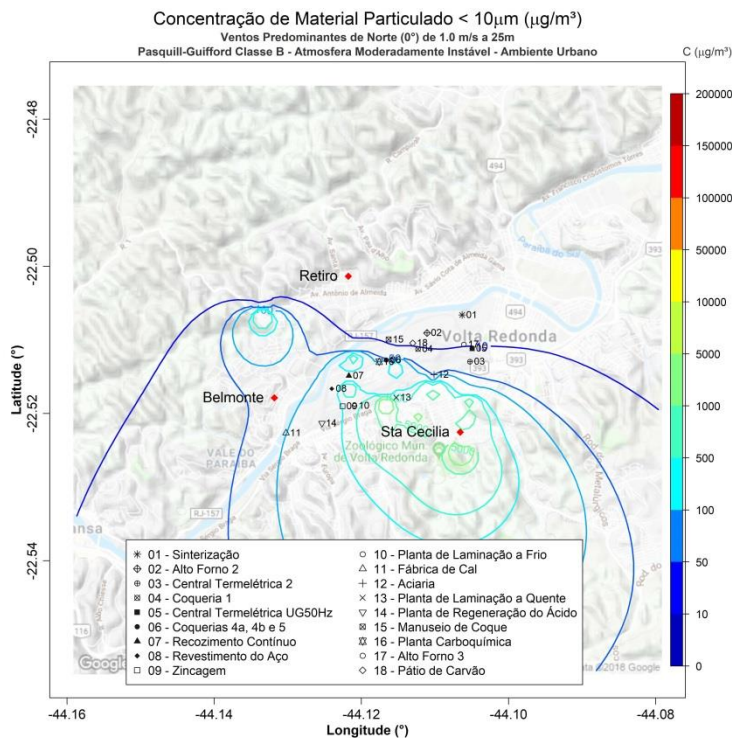


Figura 96. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

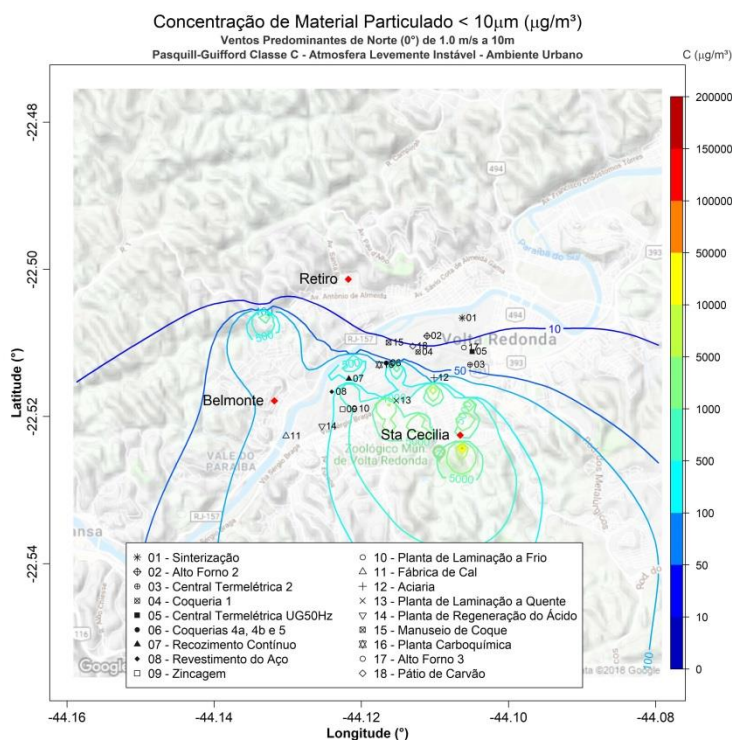


Figura 97. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera levemente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

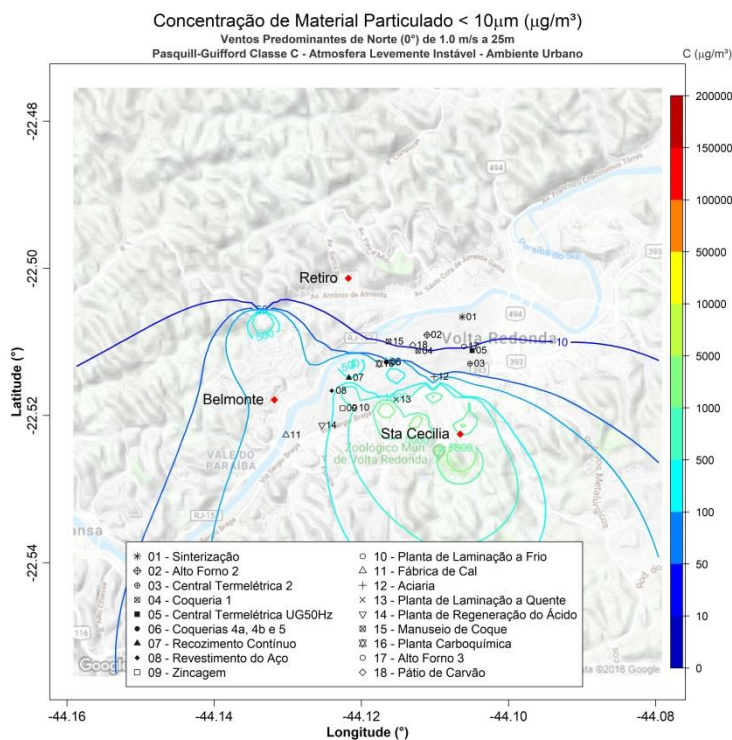


Figura 98. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera levemente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

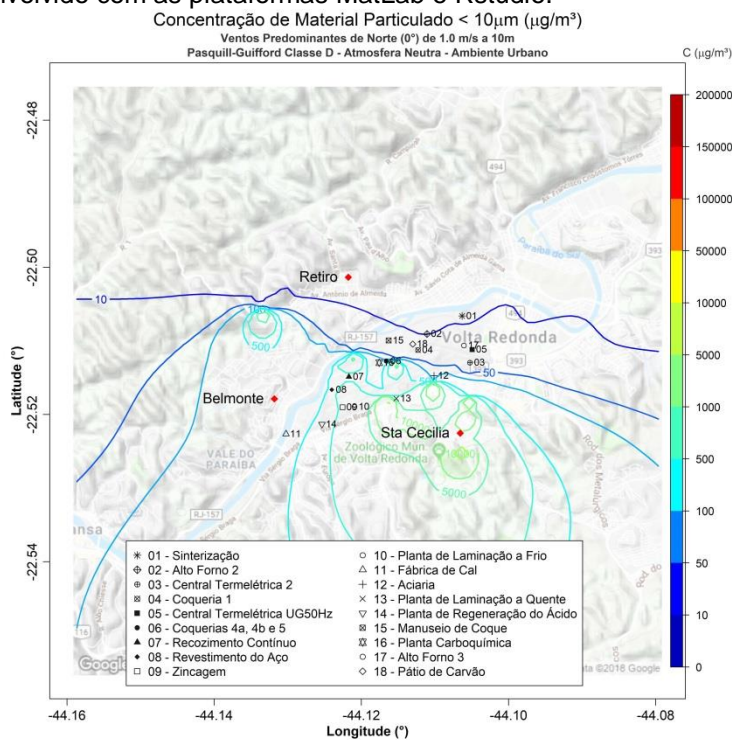


Figura 99. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

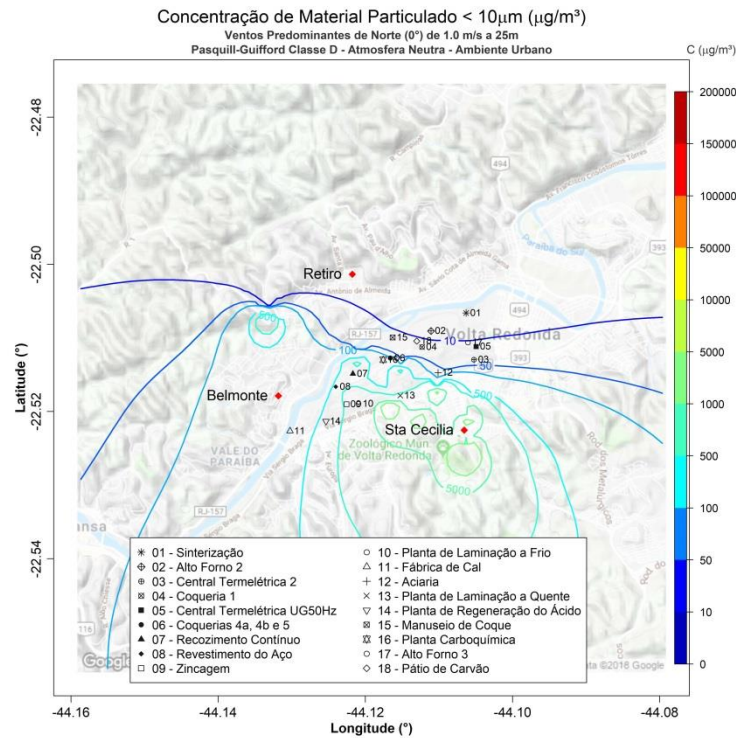


Figura 100. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

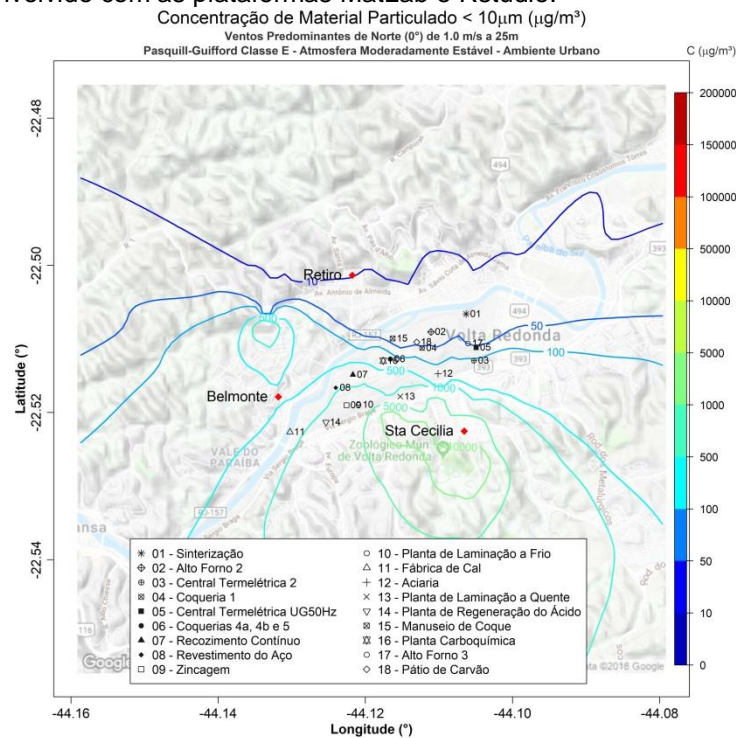


Figura 101. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

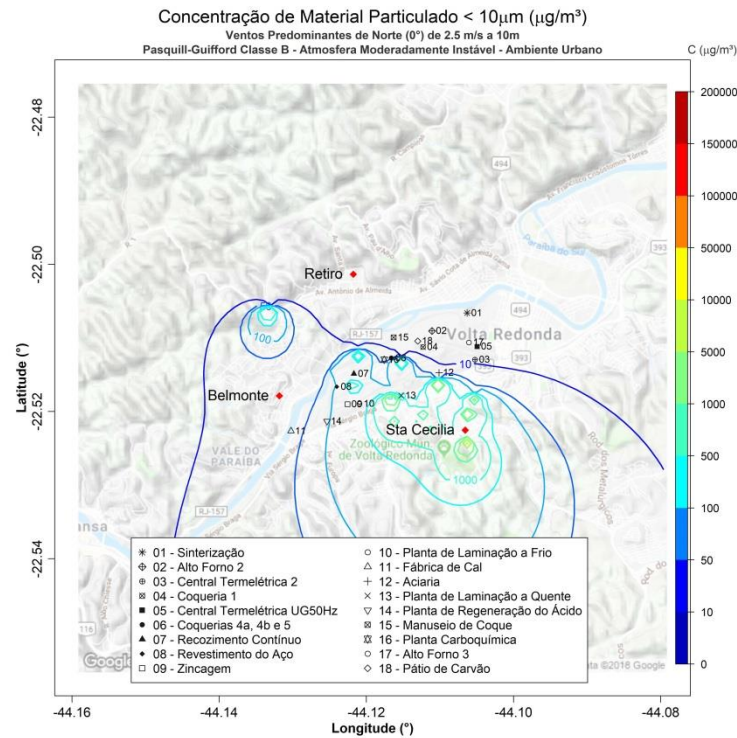


Figura 102. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

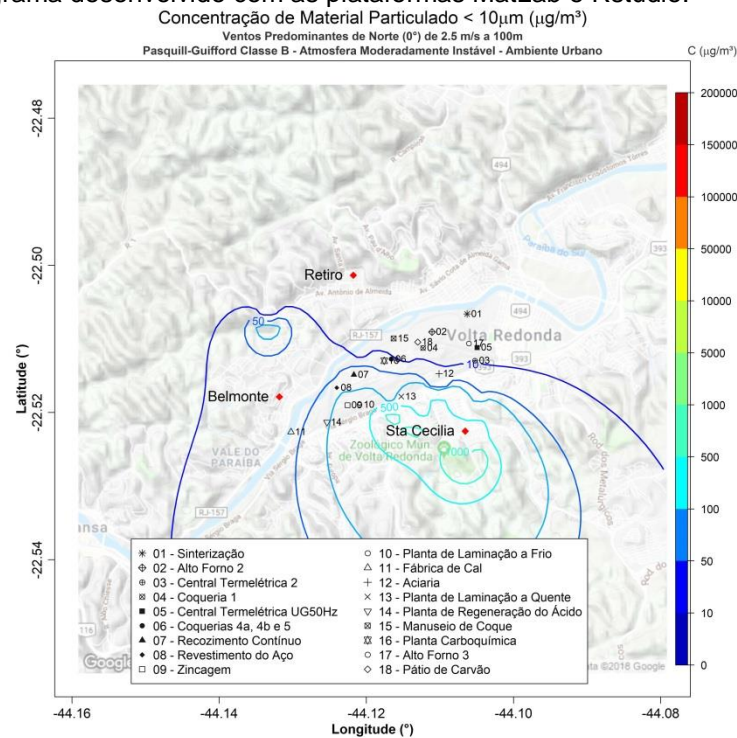


Figura 103. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

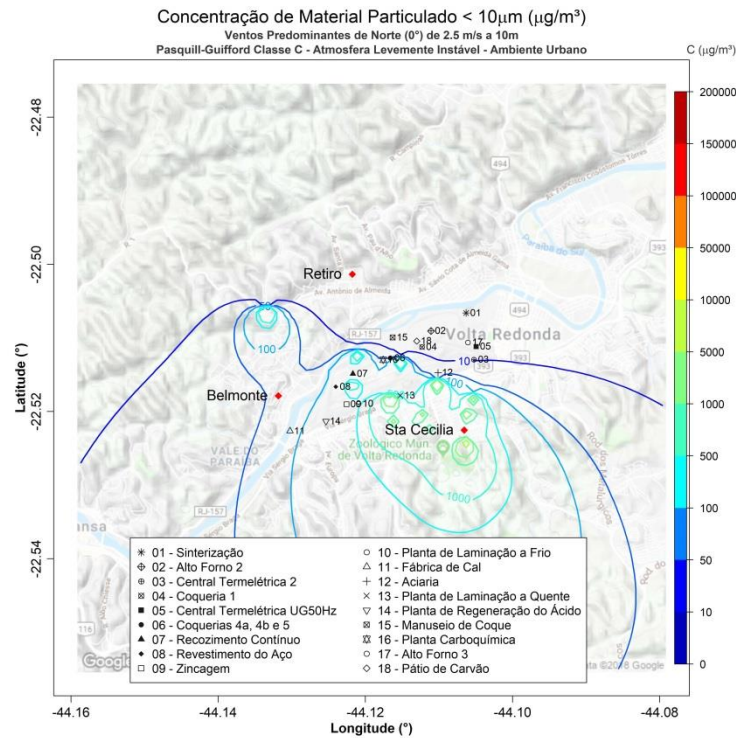


Figura 104. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

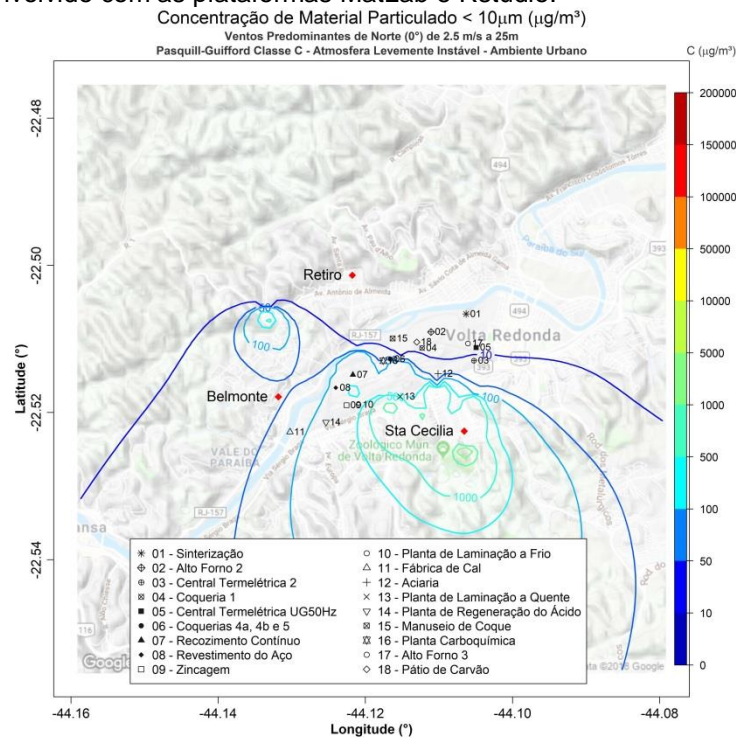


Figura 105. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

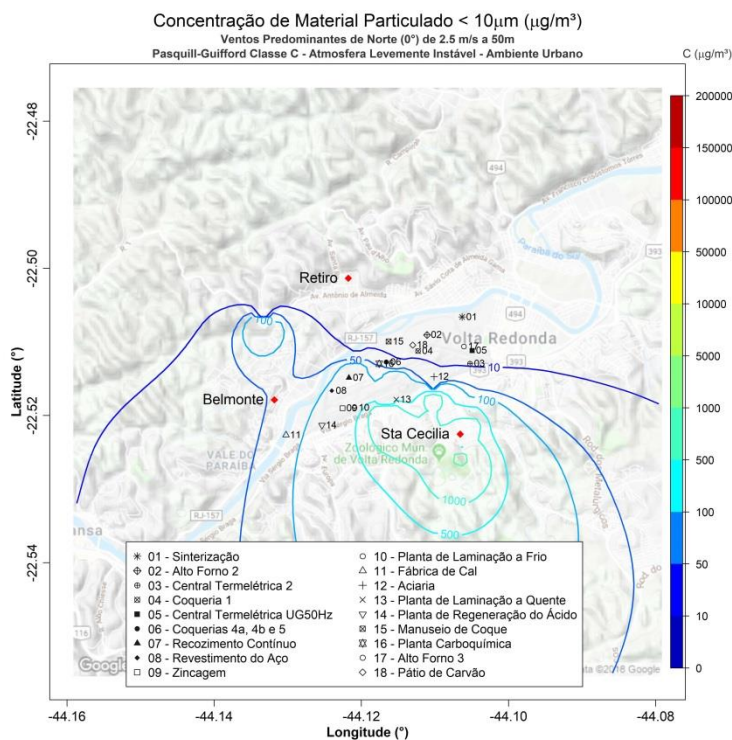


Figura 106. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

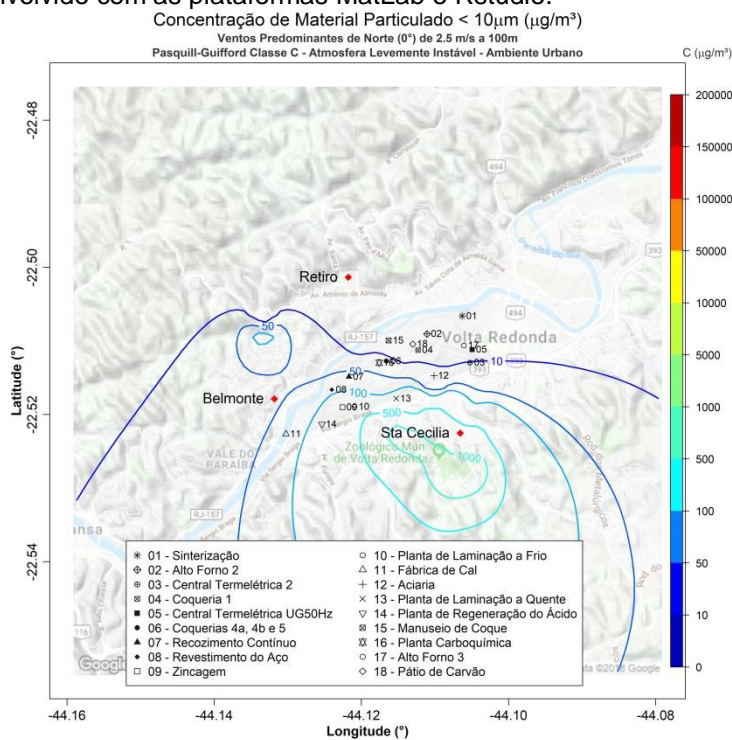


Figura 107. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

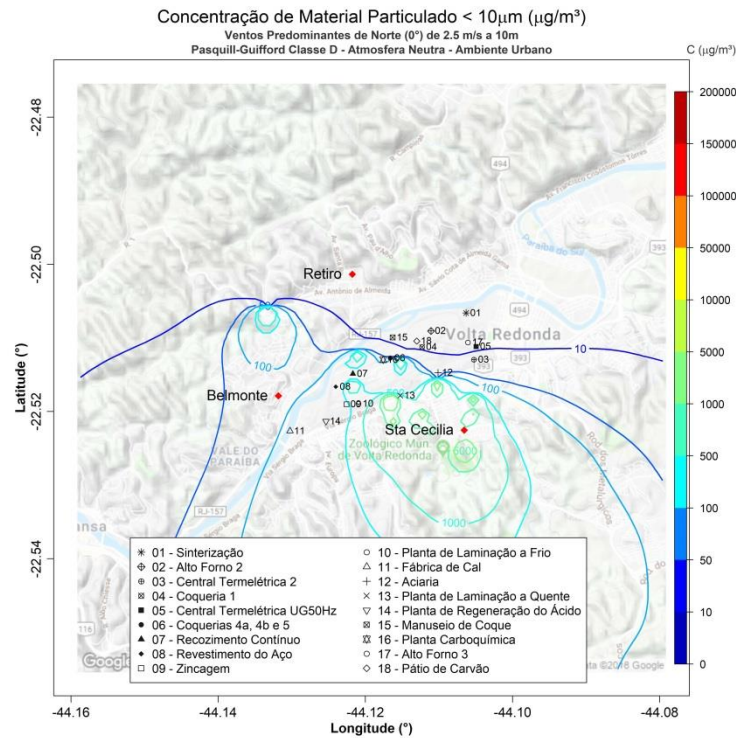


Figura 108. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

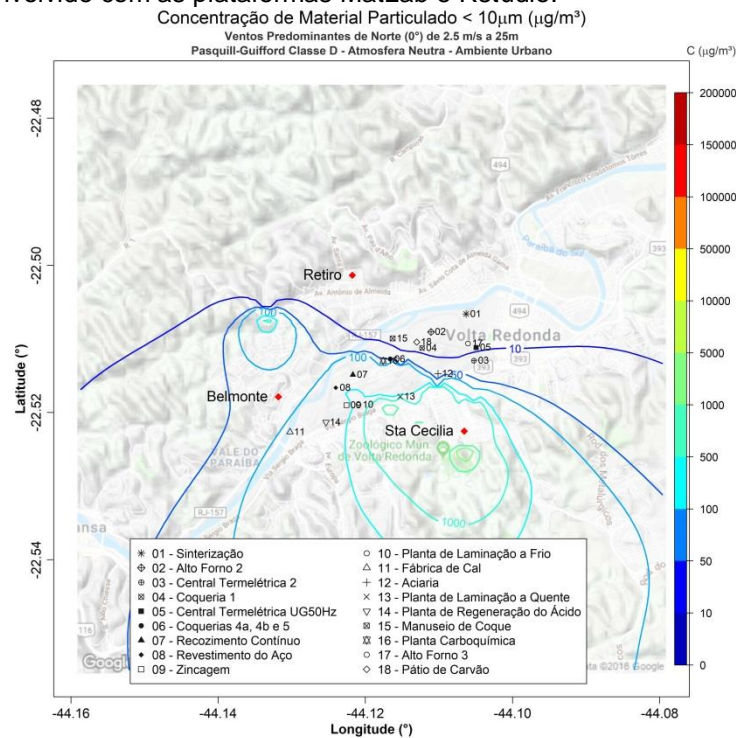


Figura 109. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

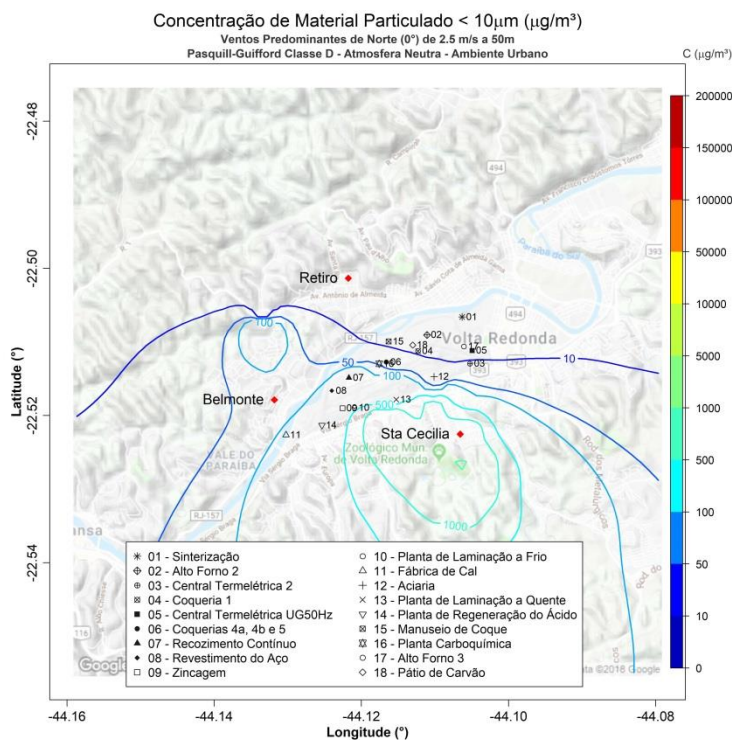


Figura 110. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

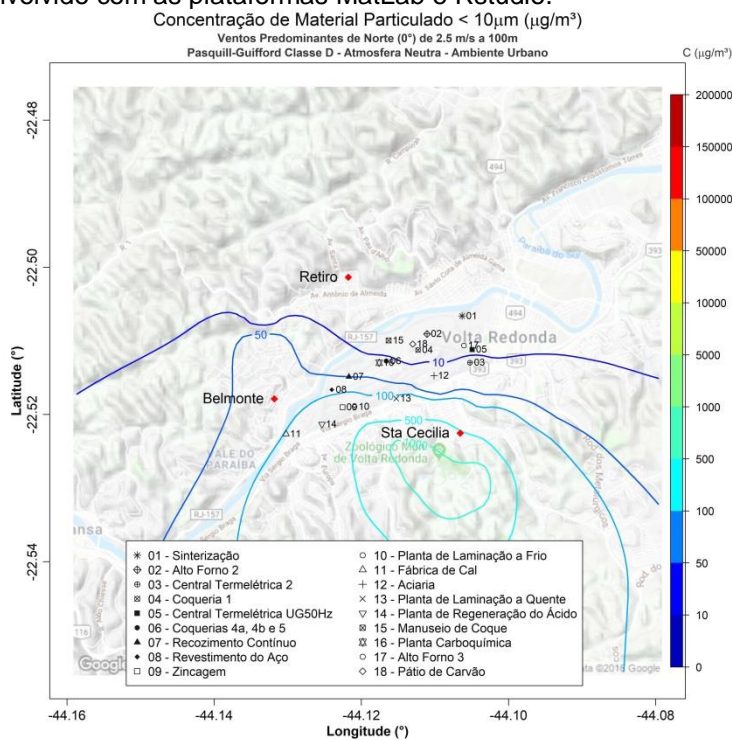


Figura 111. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

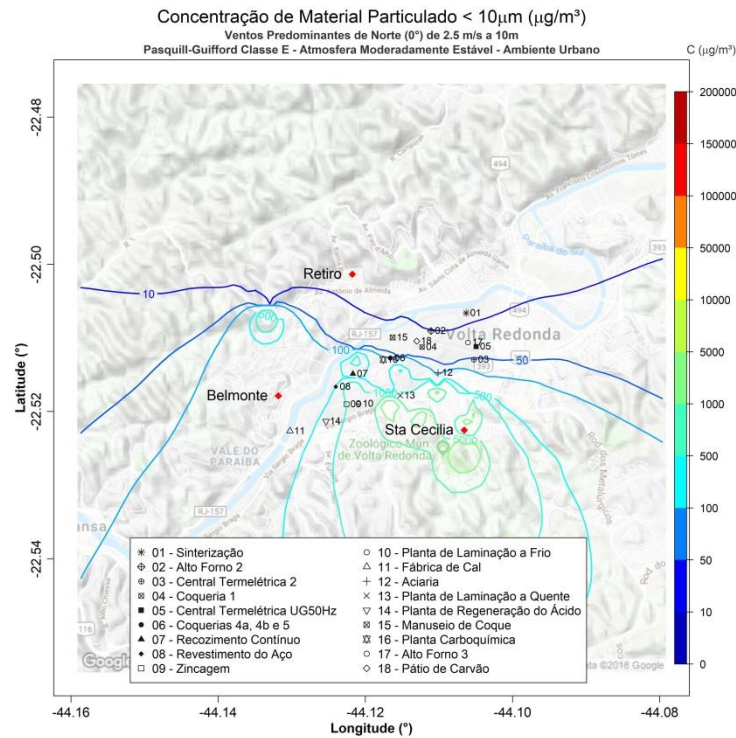


Figura 112. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

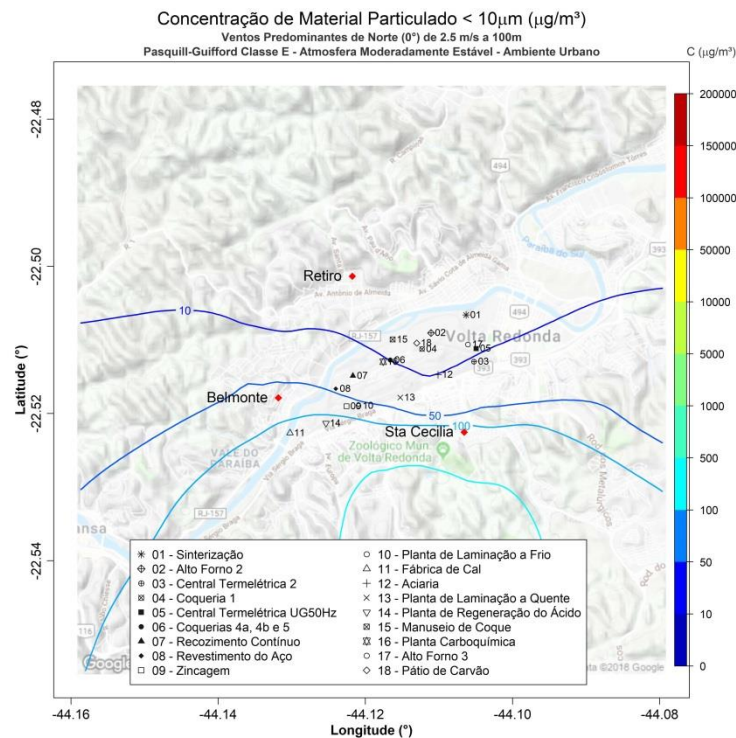


Figura 113. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

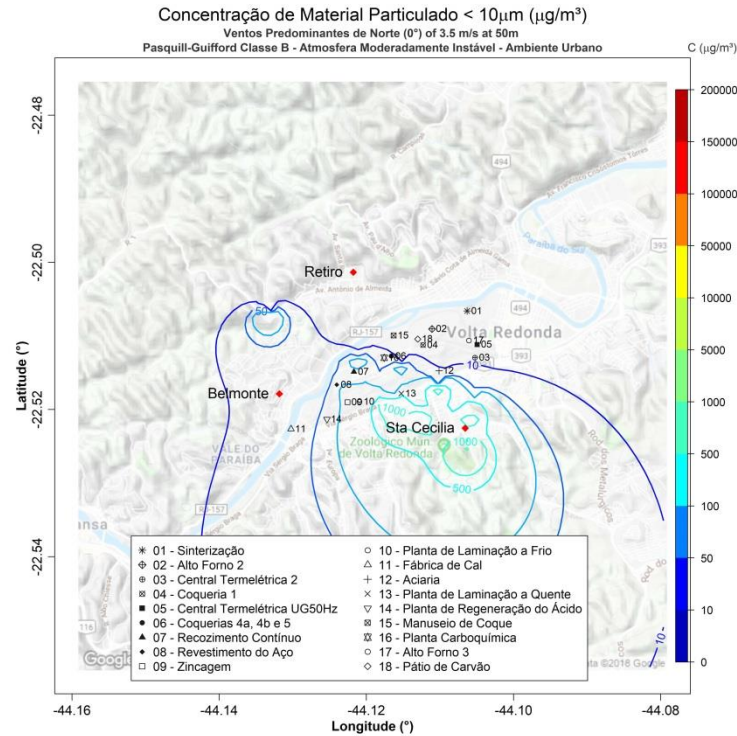


Figura 114. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

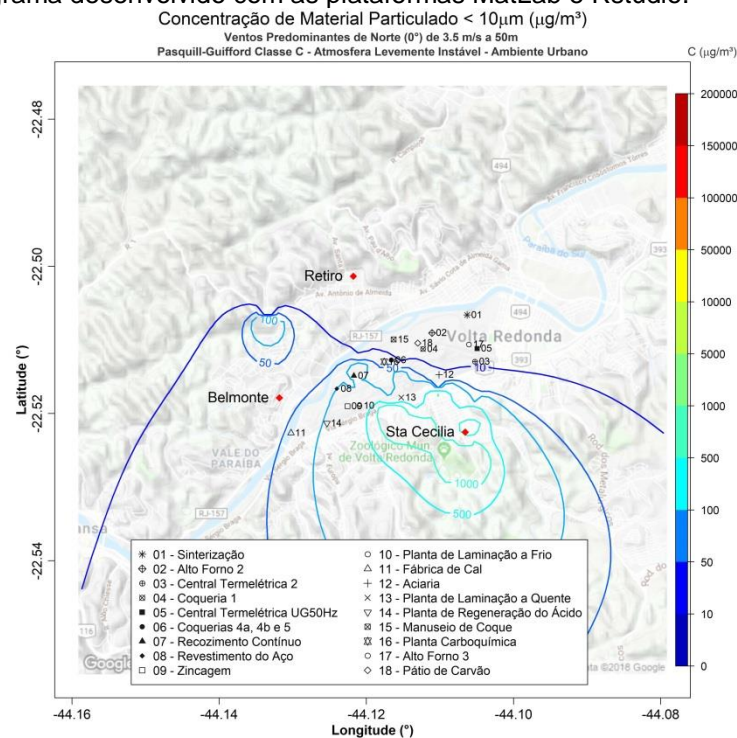


Figura 115. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera levemente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

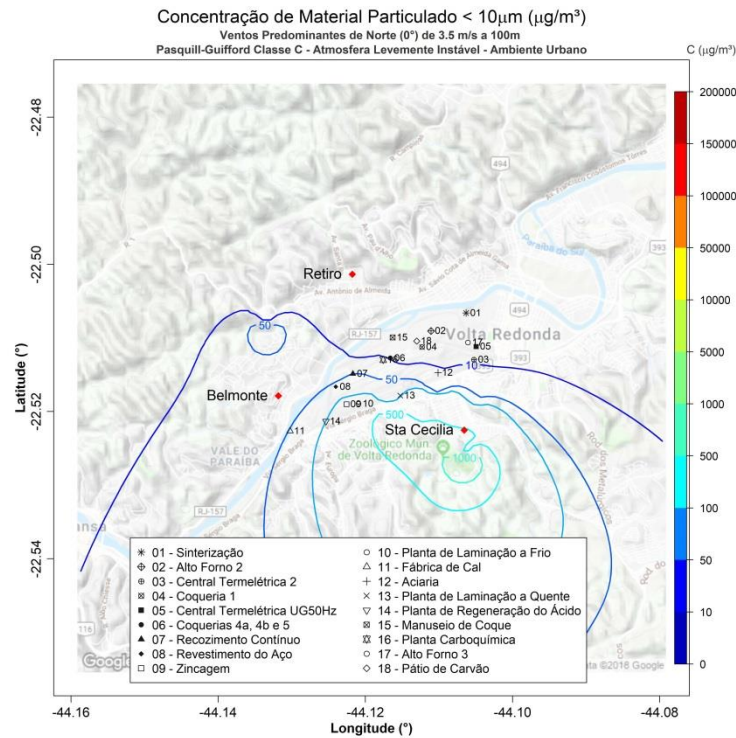


Figura 116. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

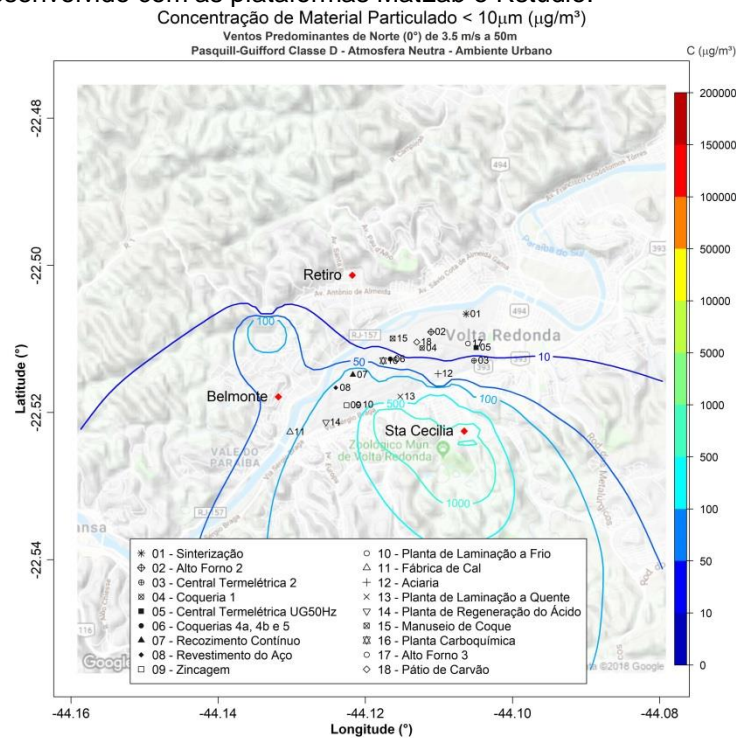


Figura 117. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de N de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

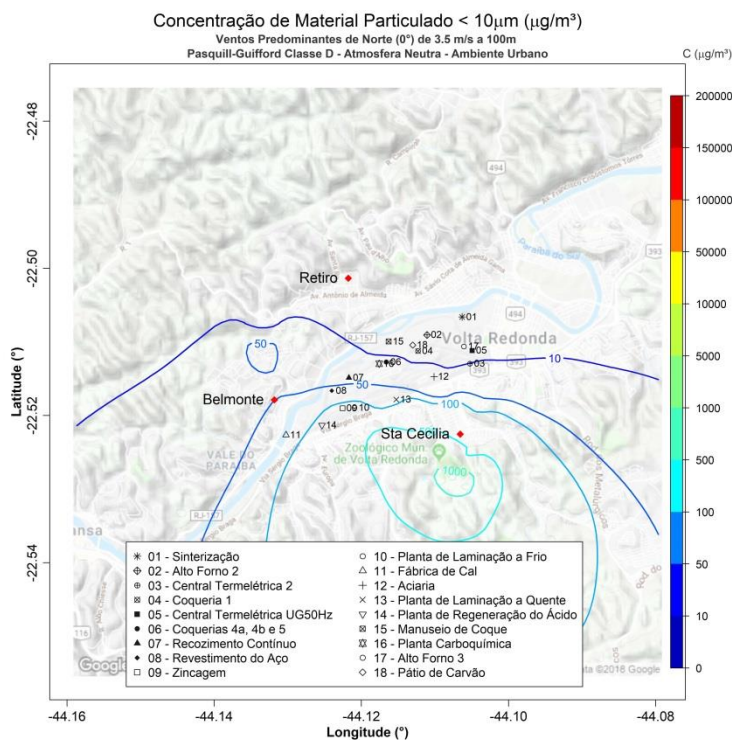


Figura 118. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

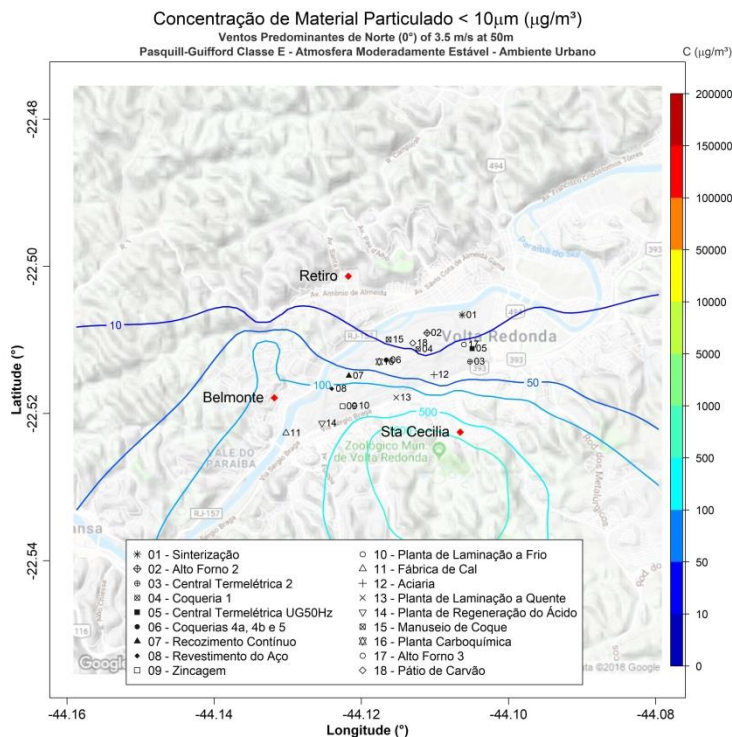


Figura 119. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

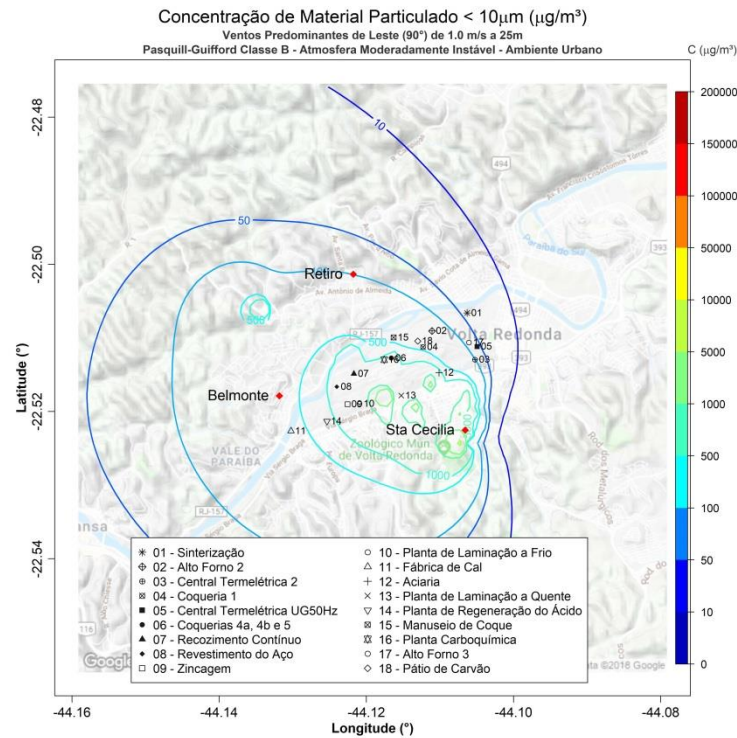


Figura 120. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

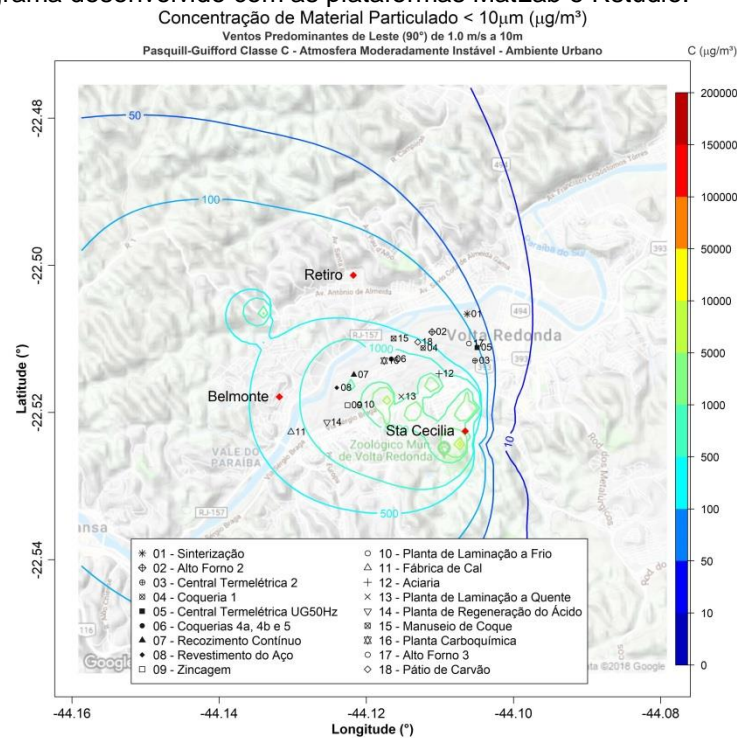


Figura 121. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

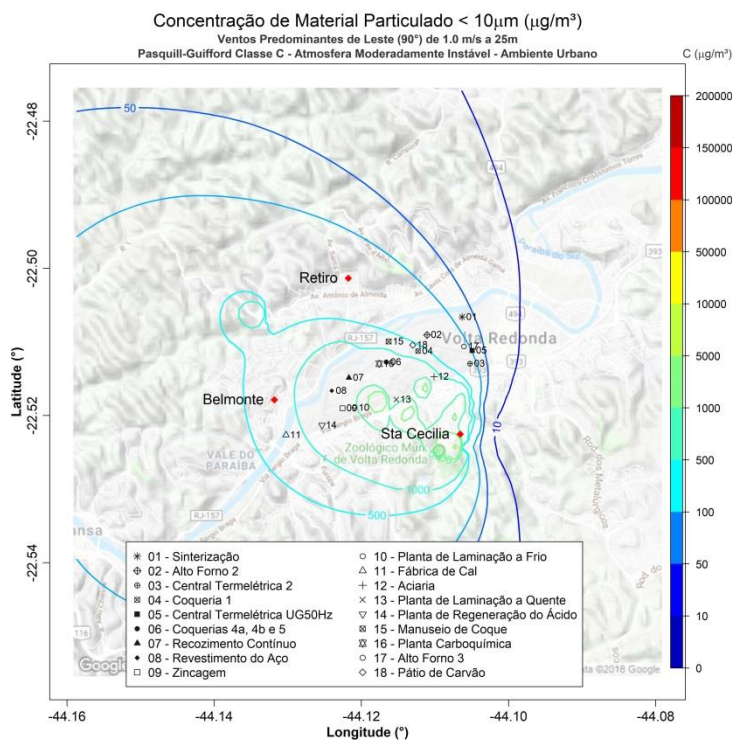


Figura 122. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

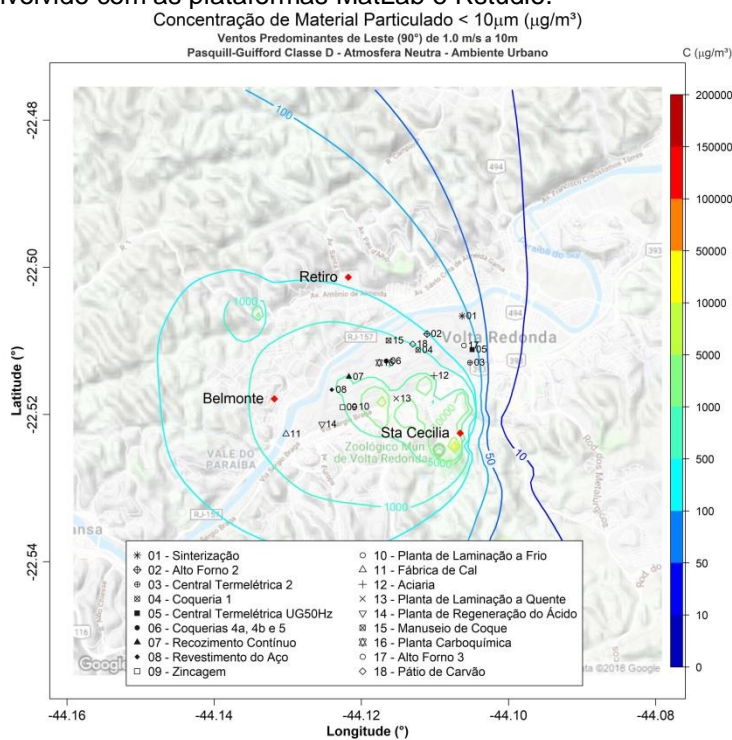


Figura 123. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

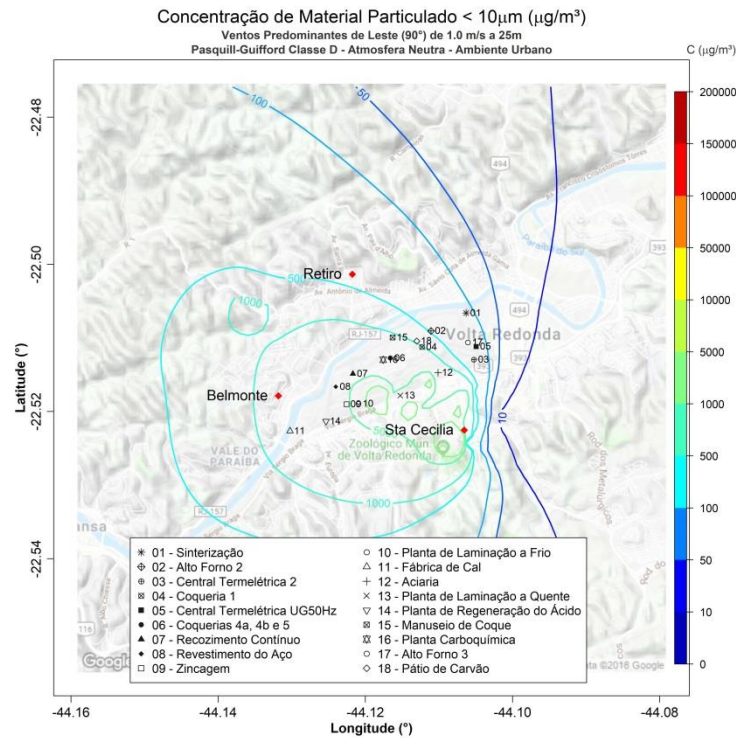


Figura 124. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

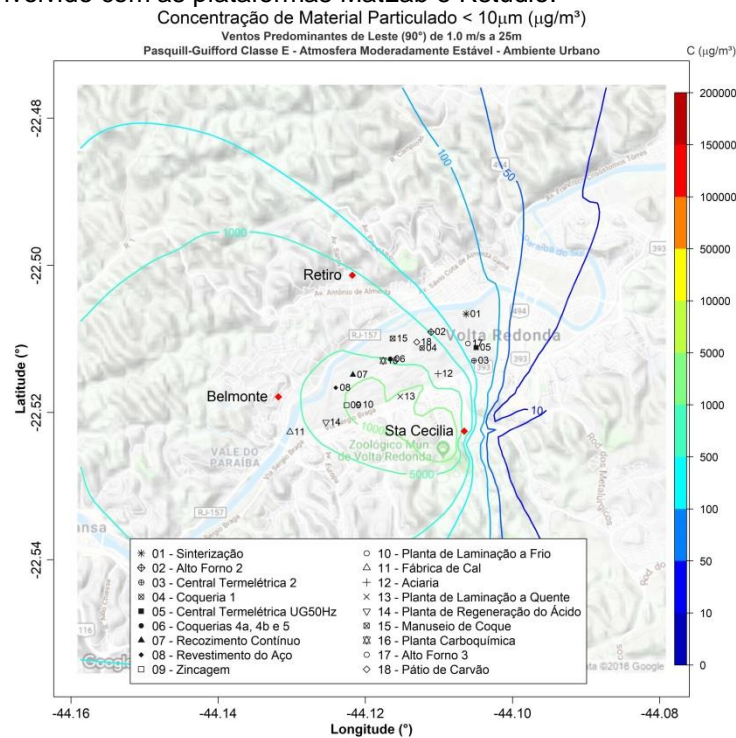


Figura 125. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $1,0 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

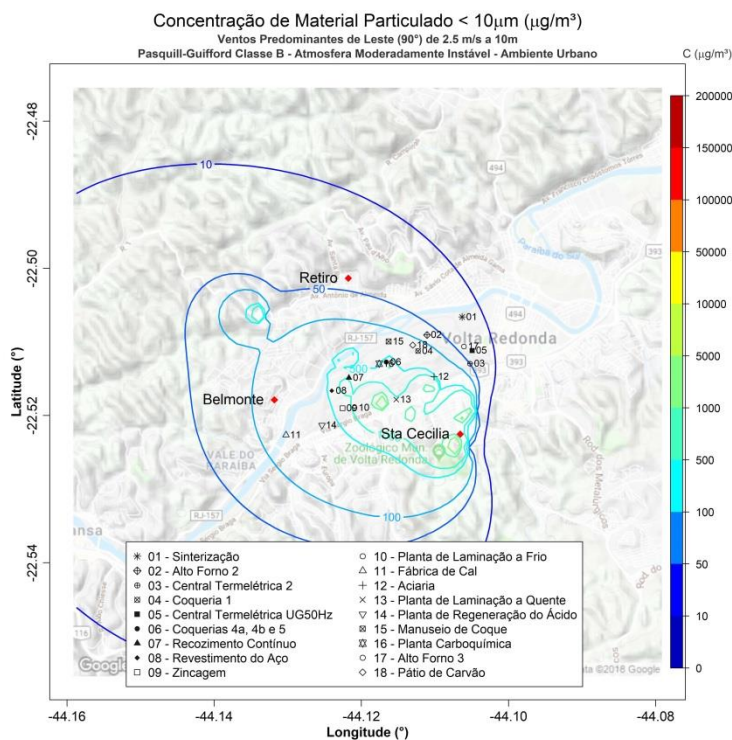


Figura 126. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

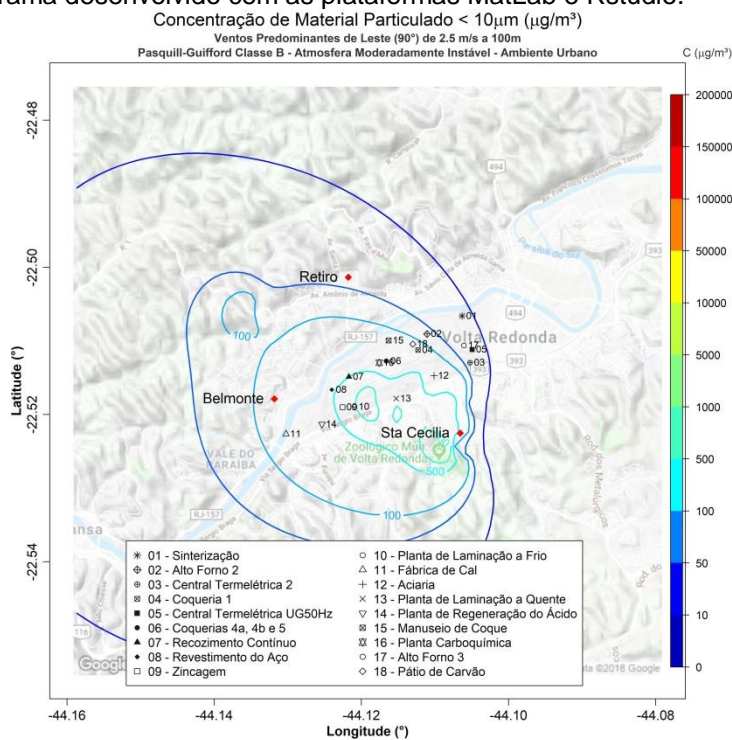


Figura 127. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

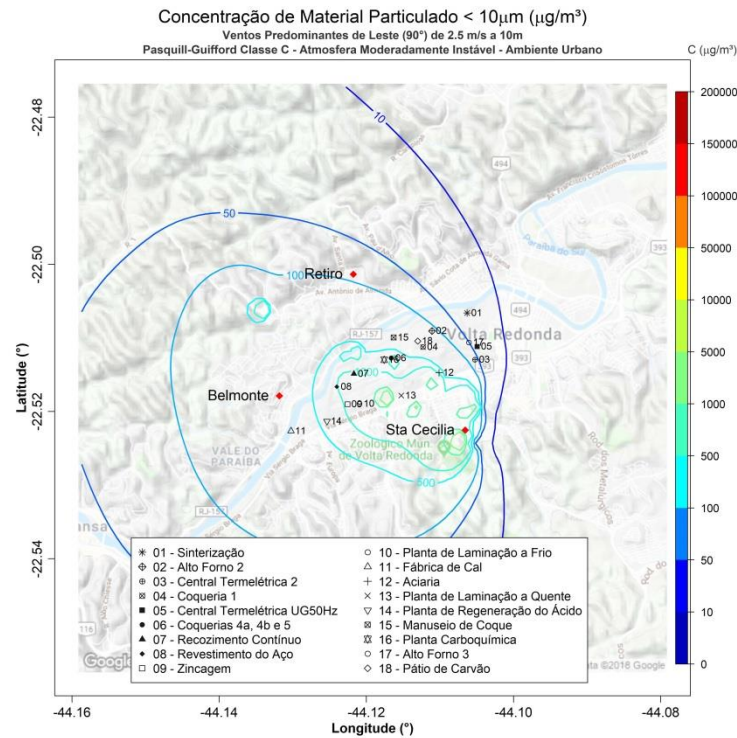


Figura 128. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera levemente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

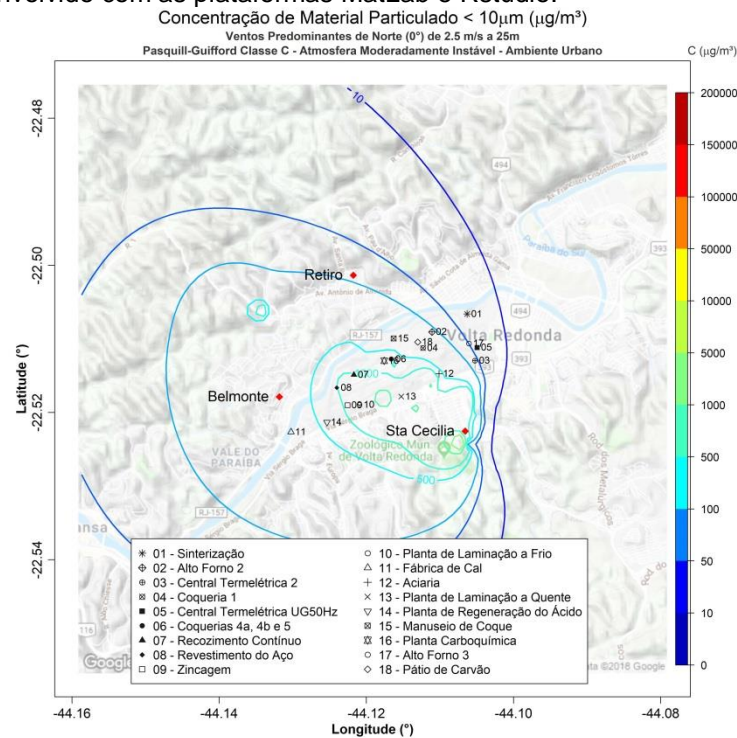


Figura 129. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera levemente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

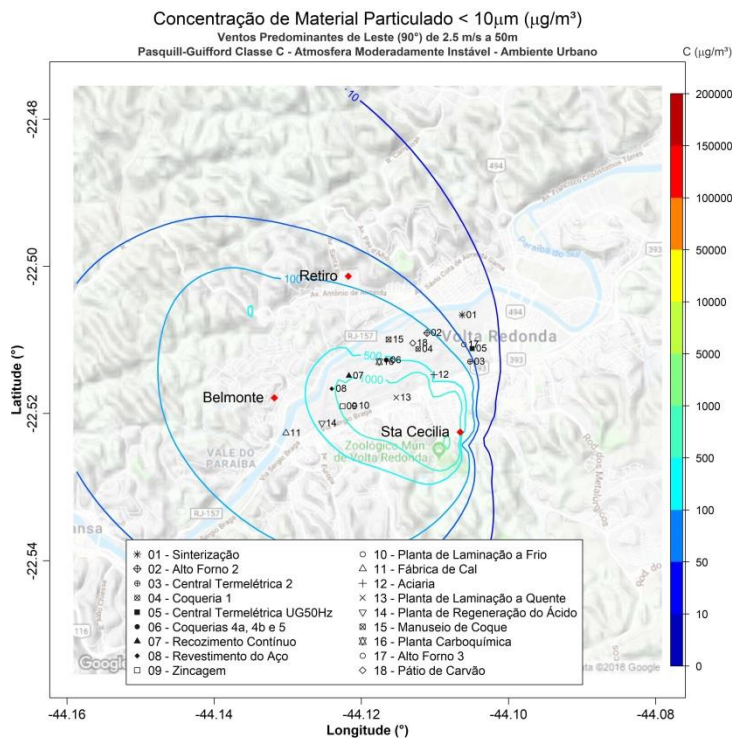


Figura 130. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

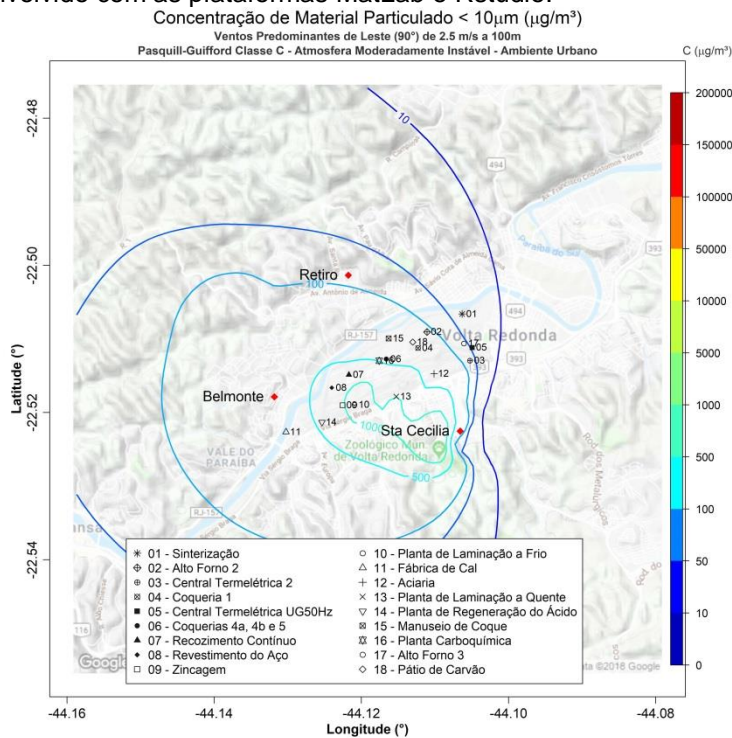


Figura 131. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de E de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

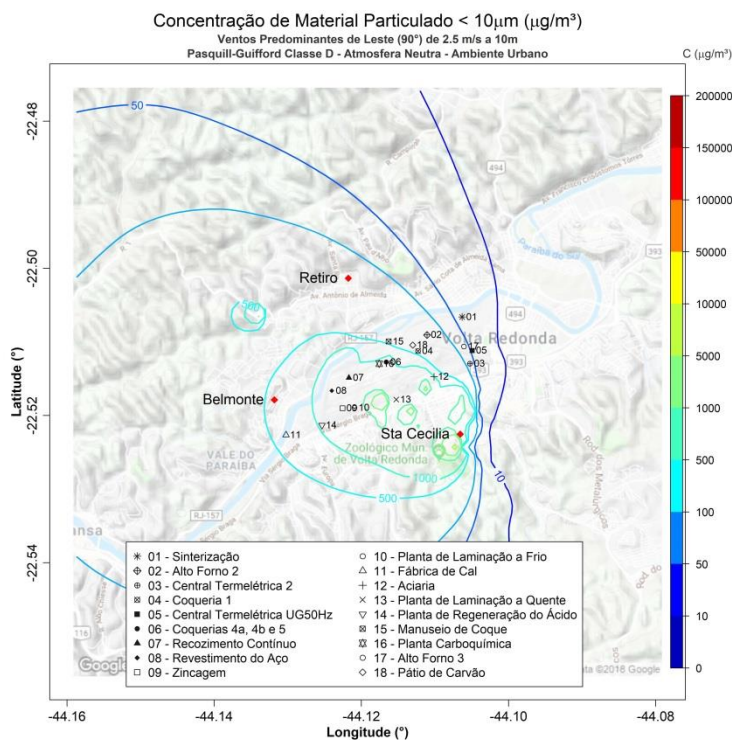


Figura 132. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

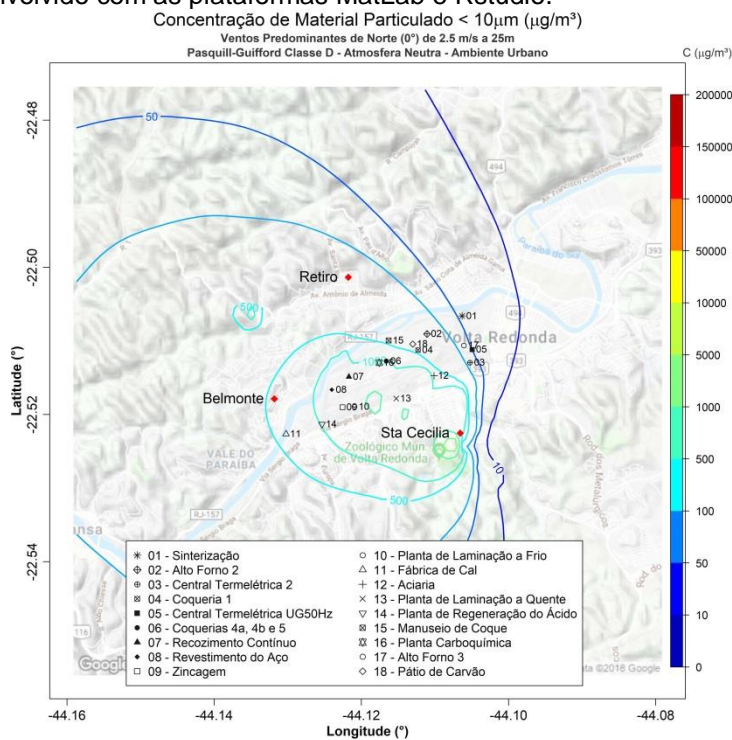


Figura 133. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de N de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

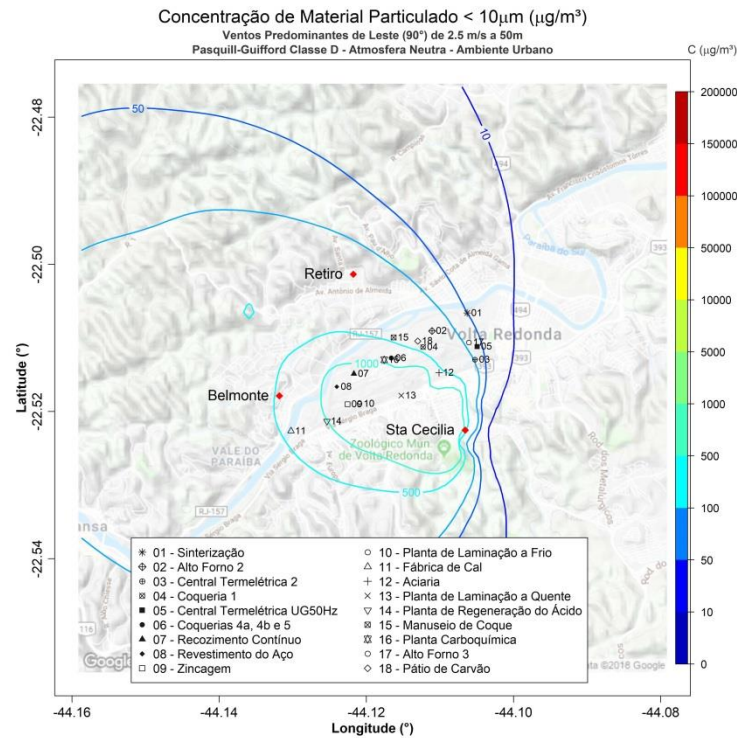


Figura 134. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

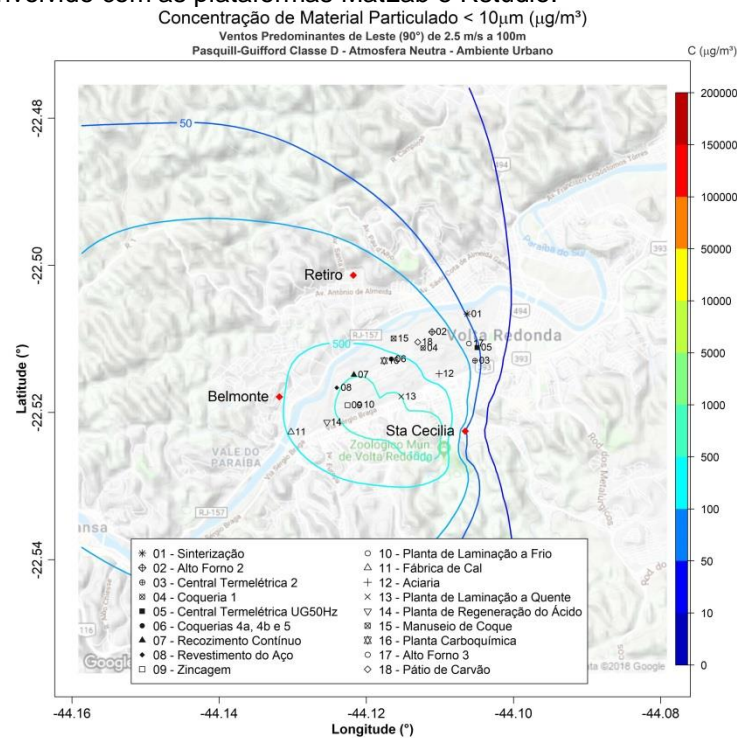


Figura 135. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

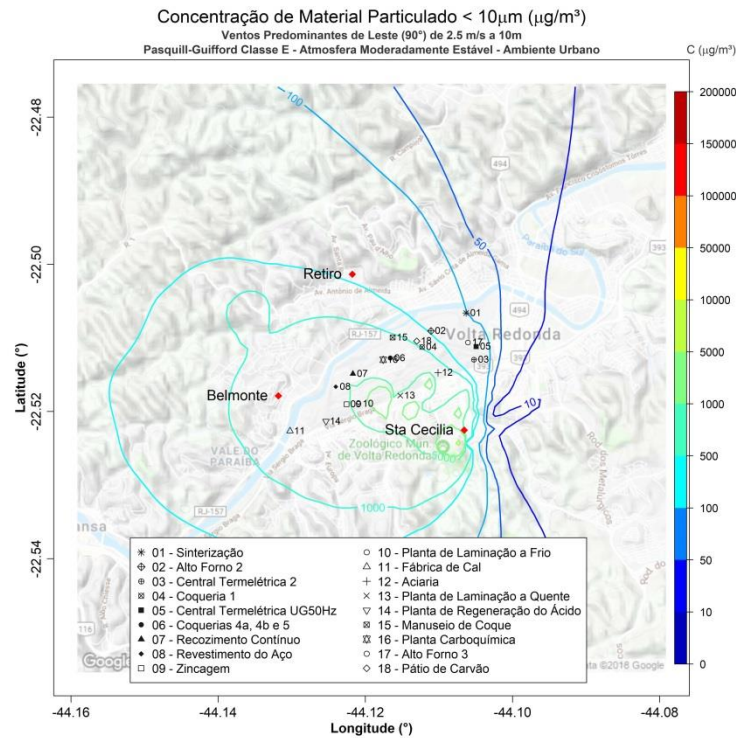


Figura 136. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

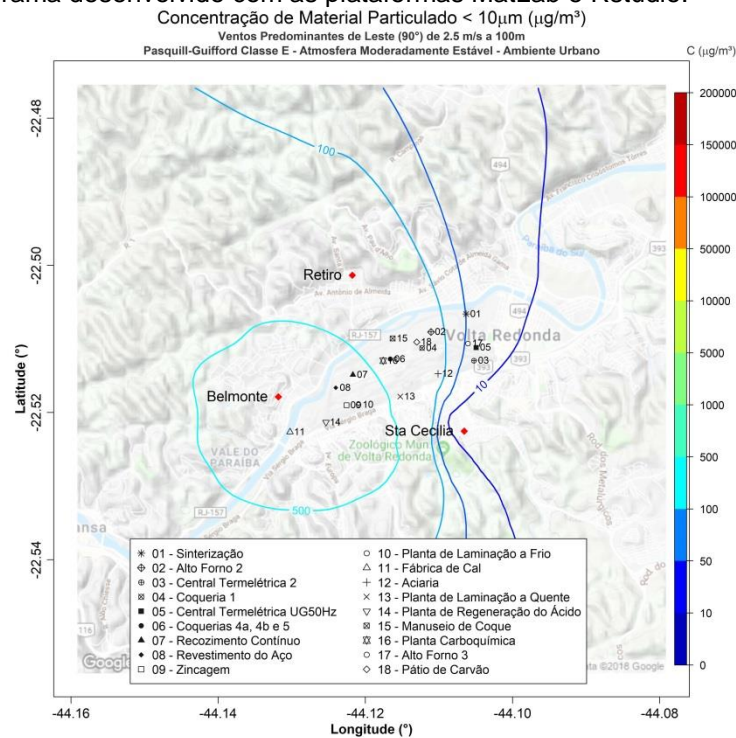


Figura 137. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

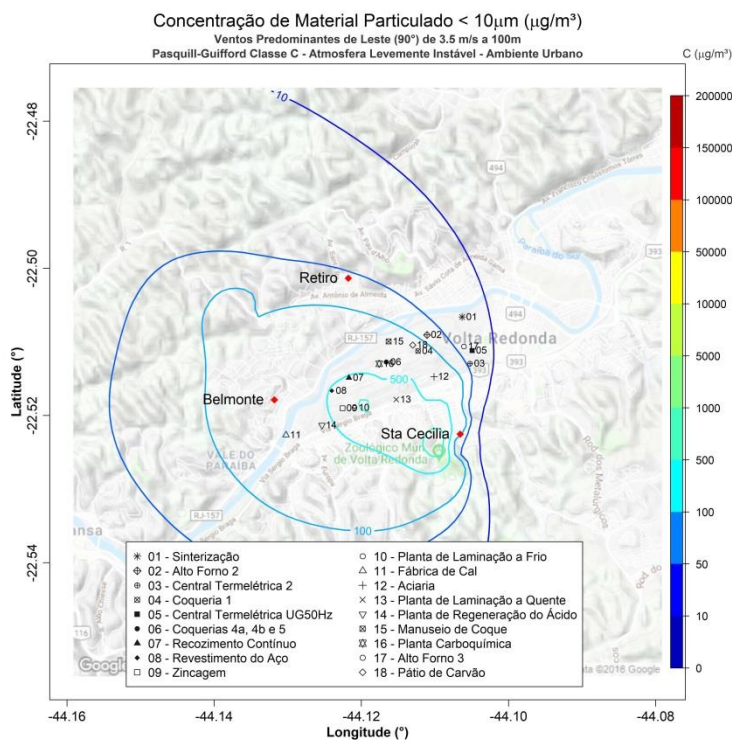


Figura 140. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera levemente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

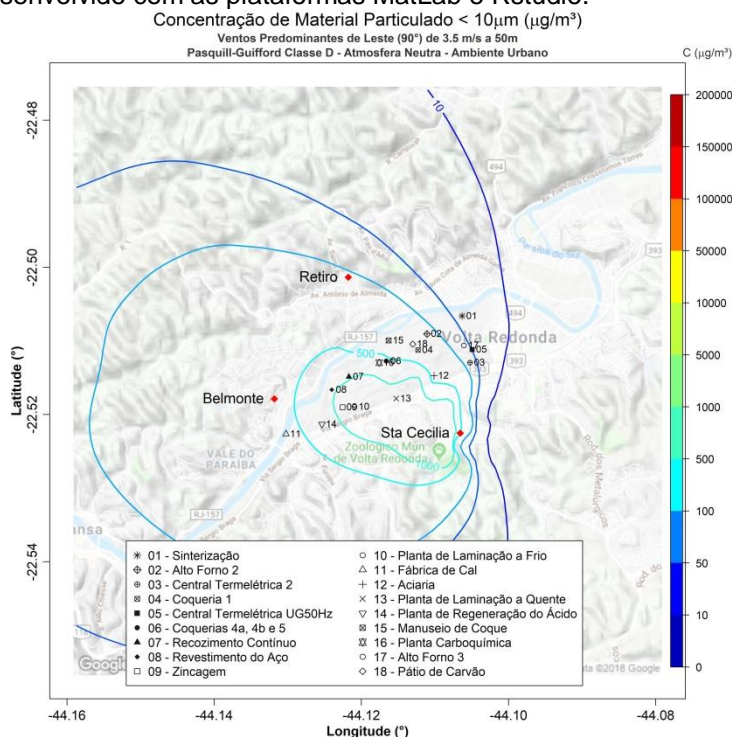


Figura 141. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de E de 3,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

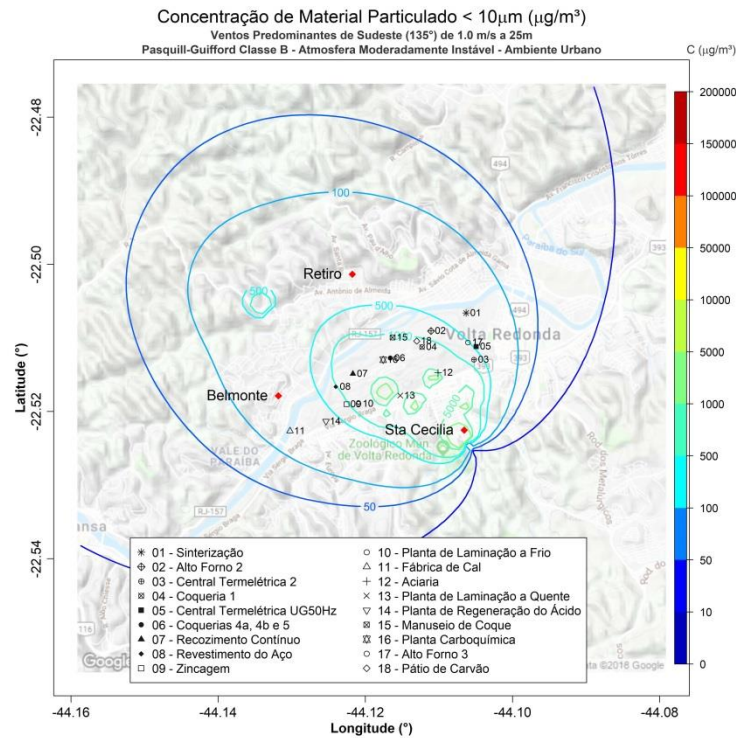


Figura 144. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

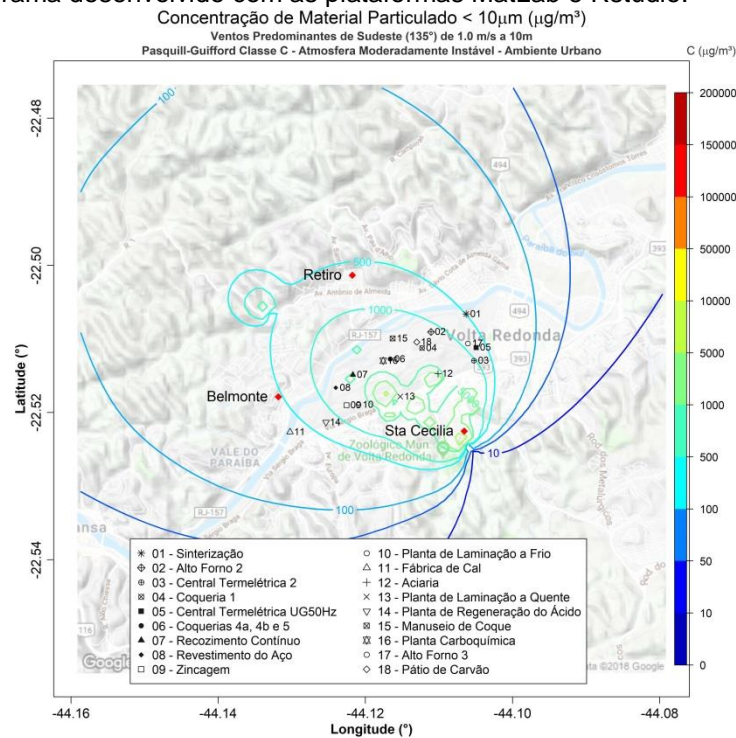


Figura 145. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera levemente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

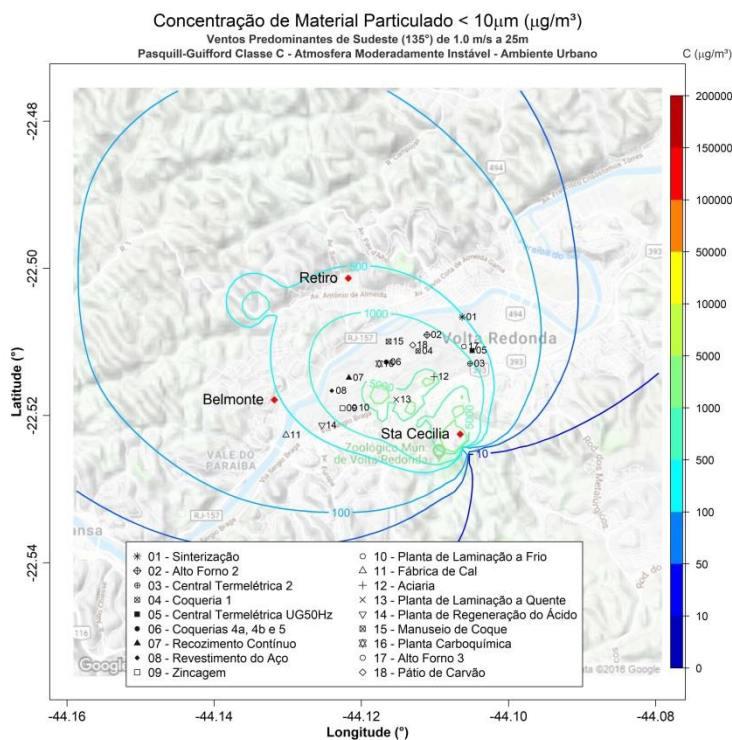


Figura 146. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera levemente instável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

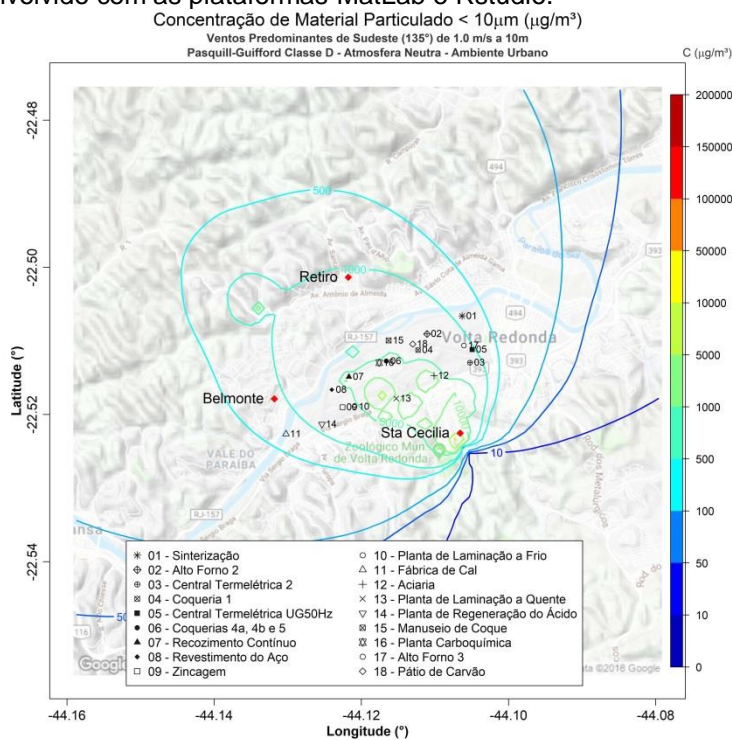


Figura 147. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

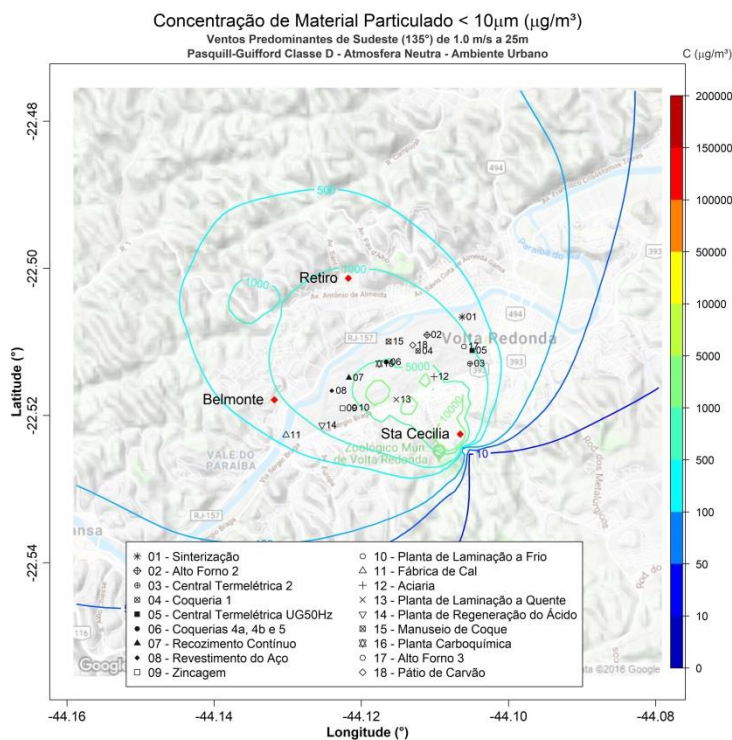


Figura 148. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

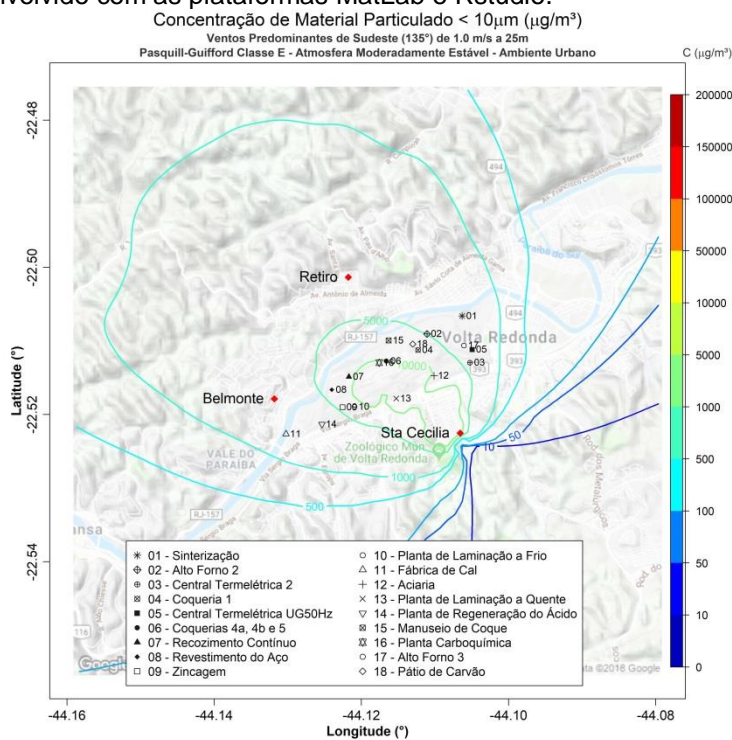


Figura 149. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 1,0 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

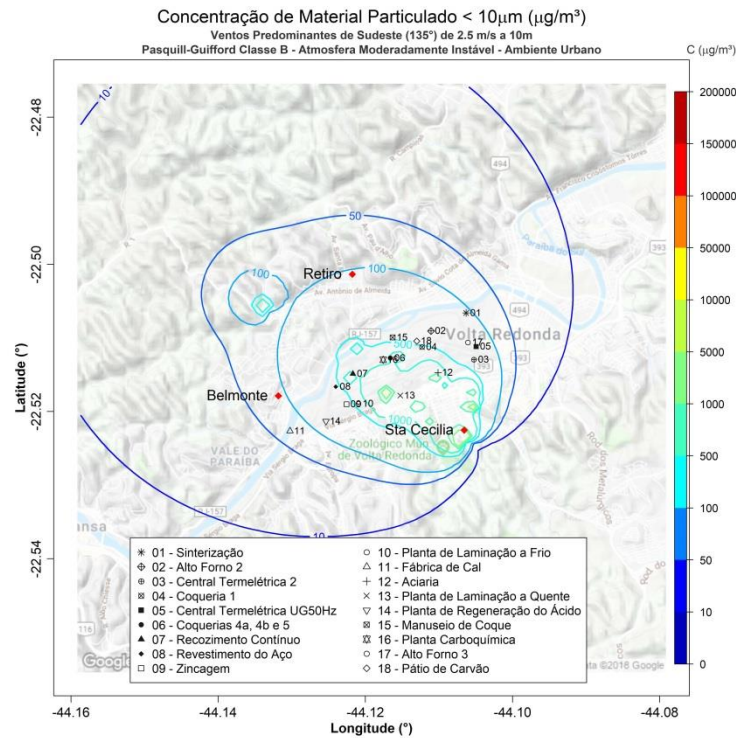


Figura 150. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

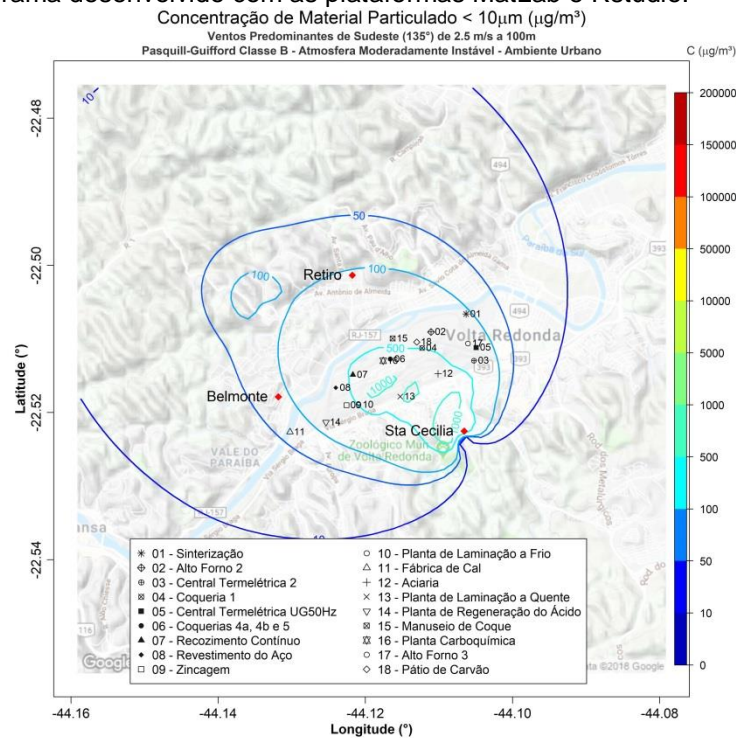


Figura 151. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

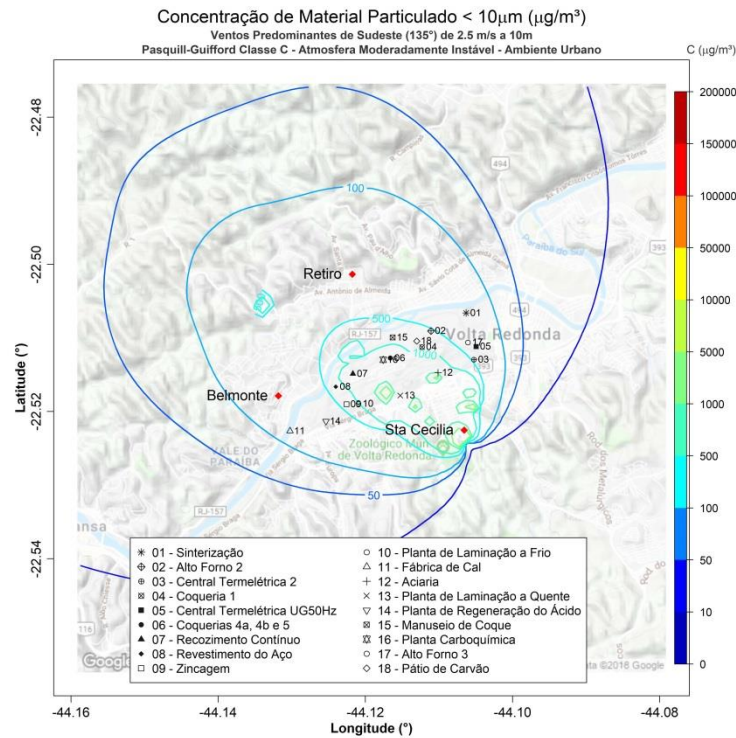


Figura 152. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

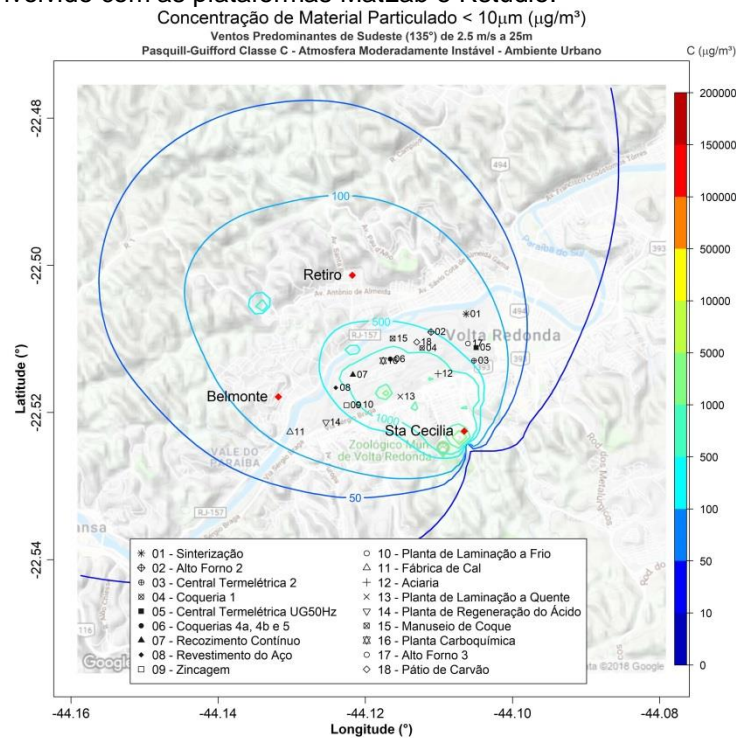


Figura 153. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 25 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8$ km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

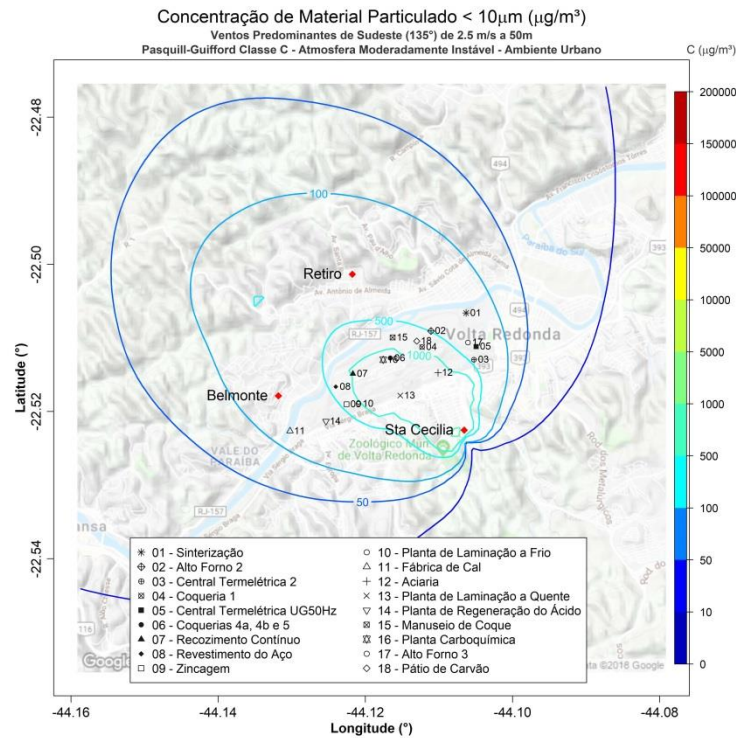


Figura 154. Isolinas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8\text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

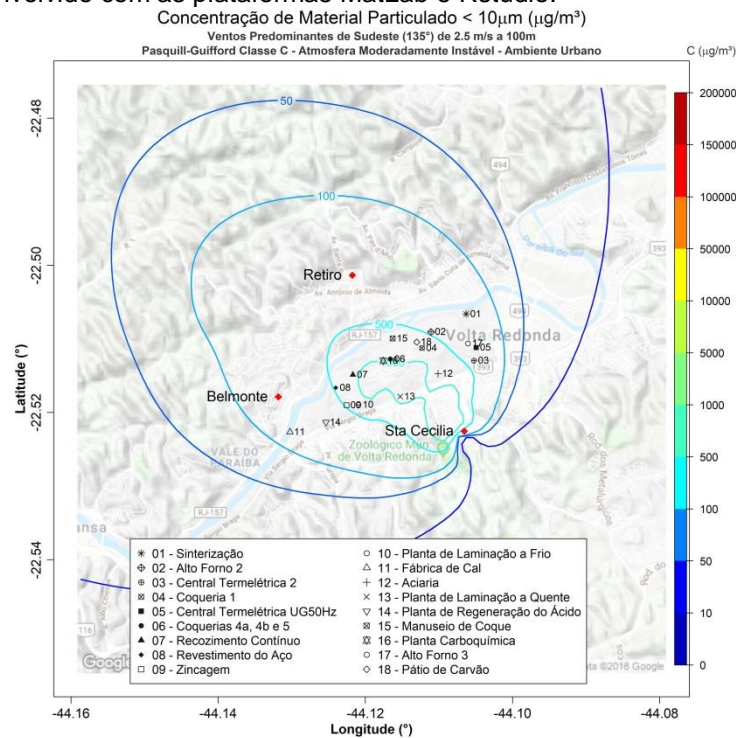


Figura 155. Isolinas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5\text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8\text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

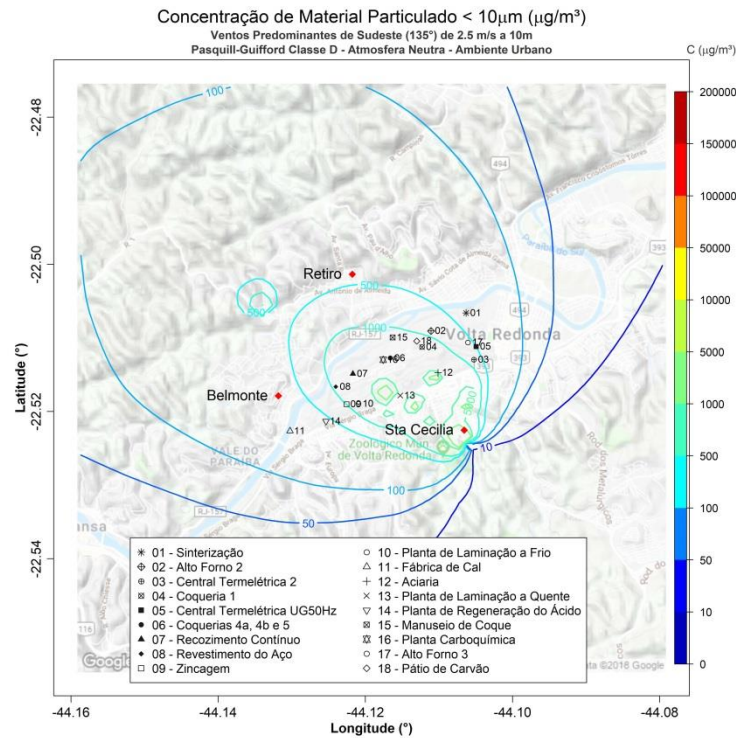


Figura 156. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 10 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

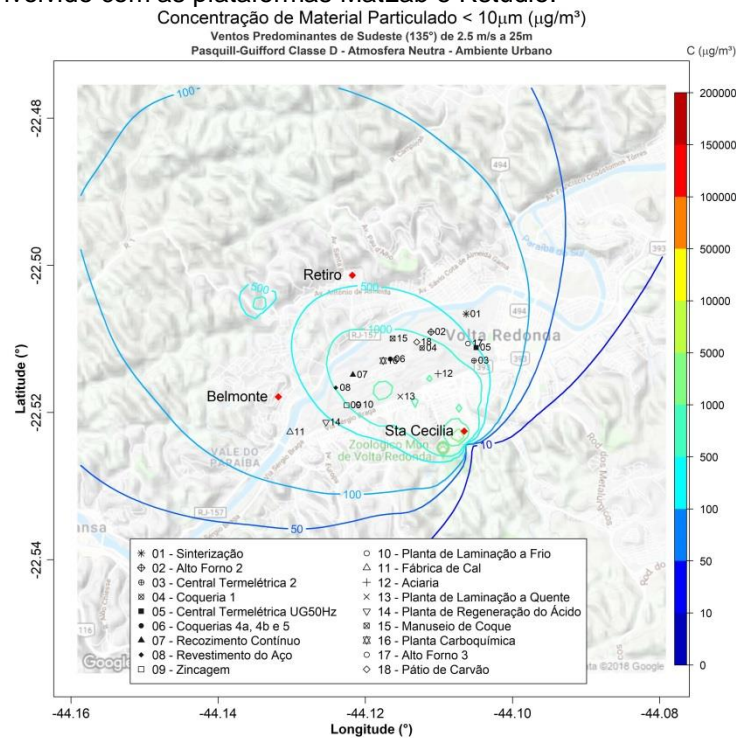


Figura 157. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 25 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

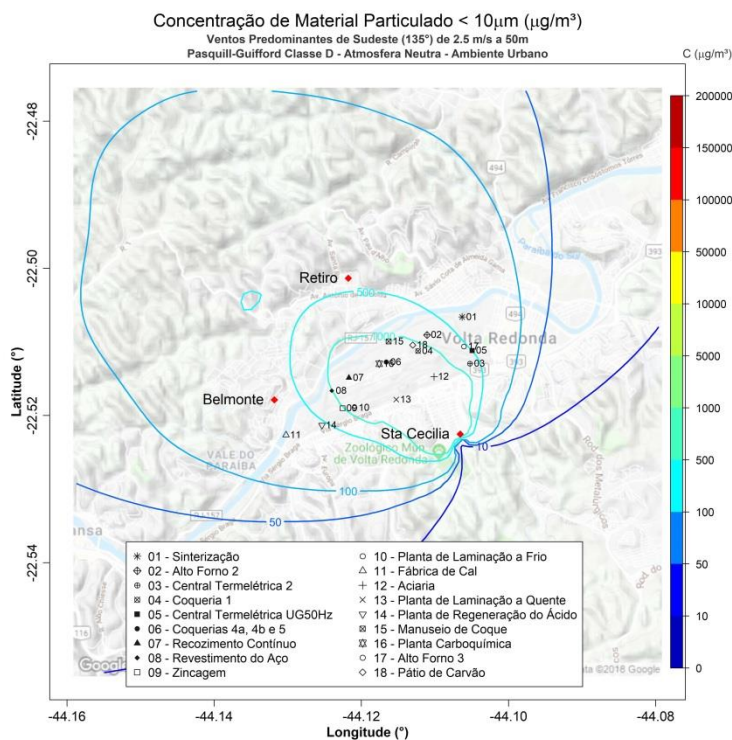


Figura 158. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 50 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

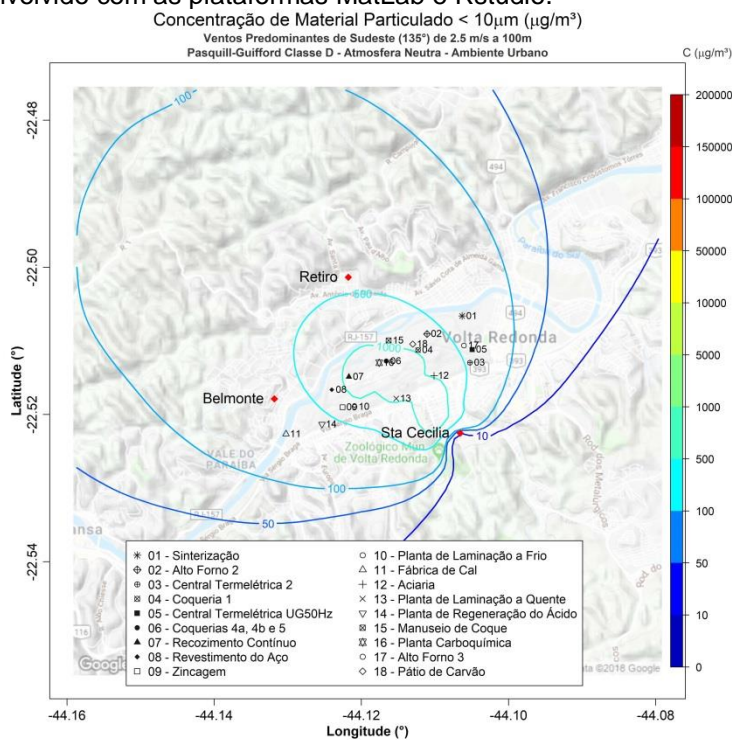


Figura 159. Isolinhas de concentração de MP₁₀ para simulações de ventos de SE de 2,5 ms⁻¹ e altura efetiva de 100 m em atmosfera neutra para uma grade de 8,8 x 8,8 km de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

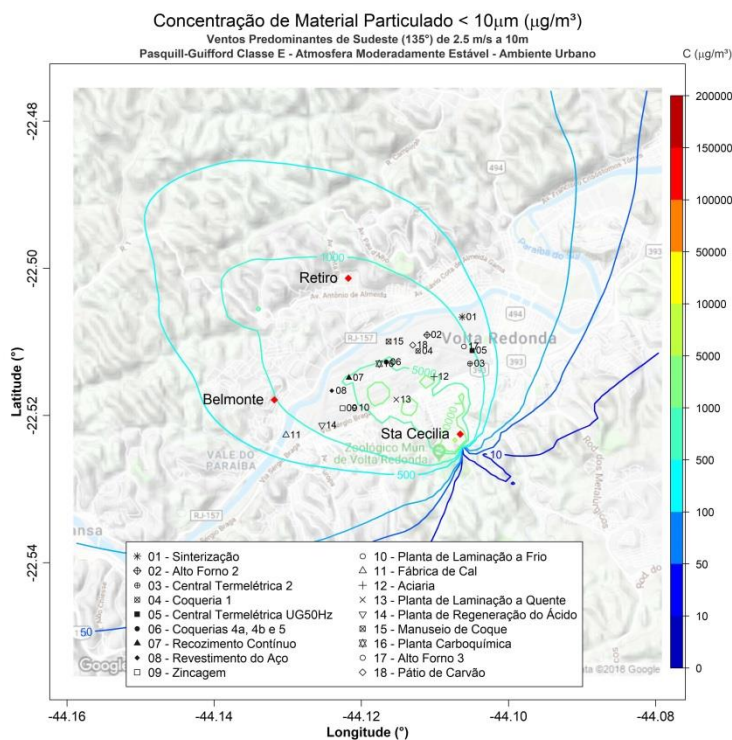


Figura 160. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 10 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

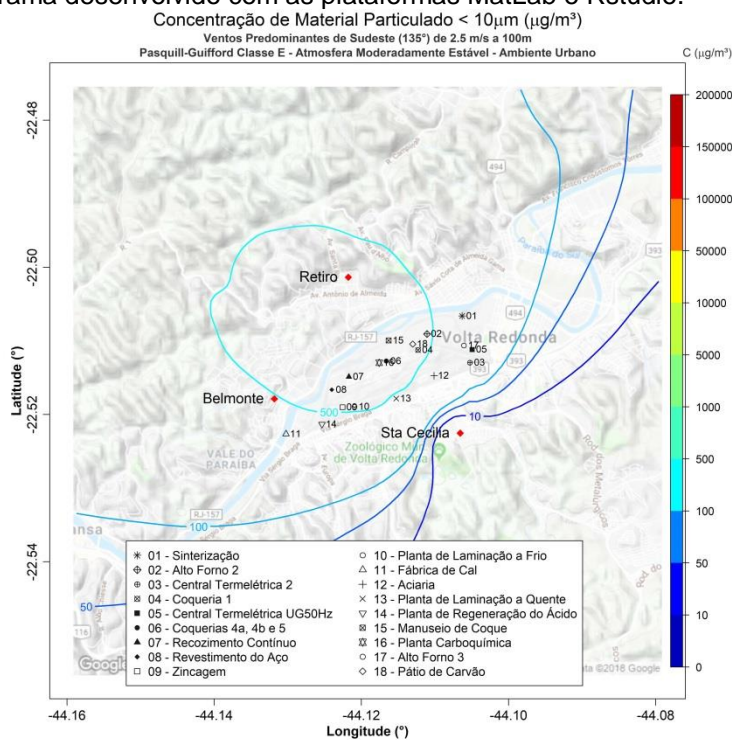


Figura 161. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera moderadamente estável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

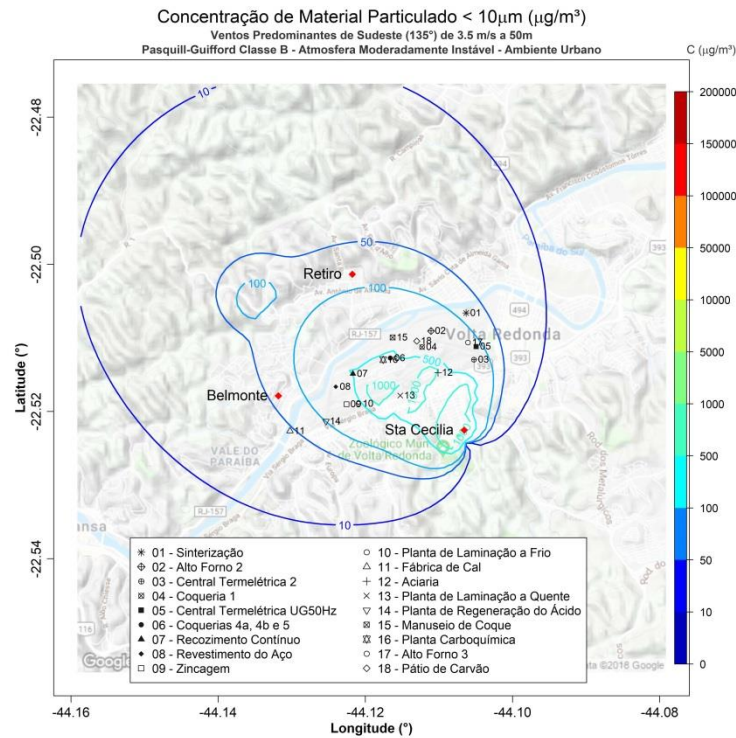


Figura 162. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera moderadamente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

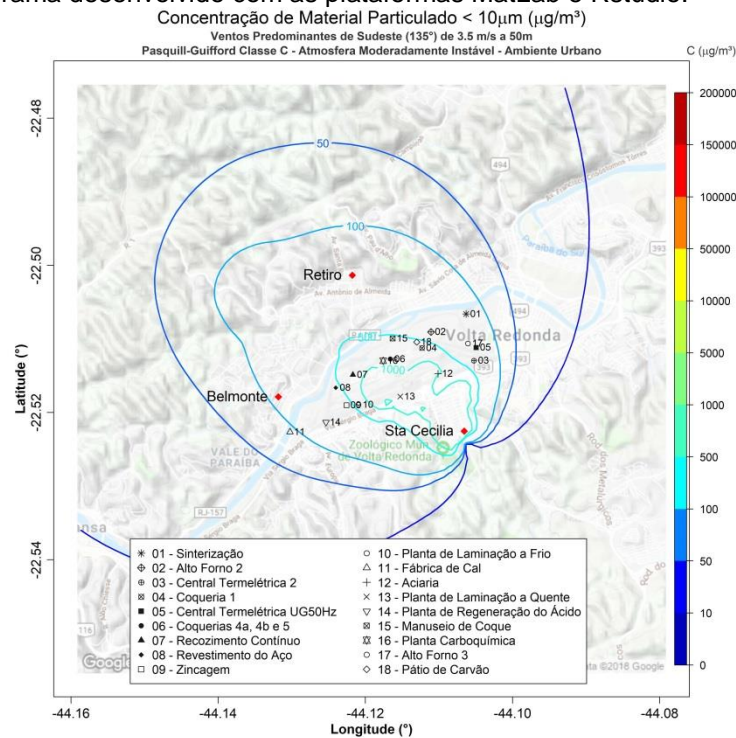


Figura 163. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

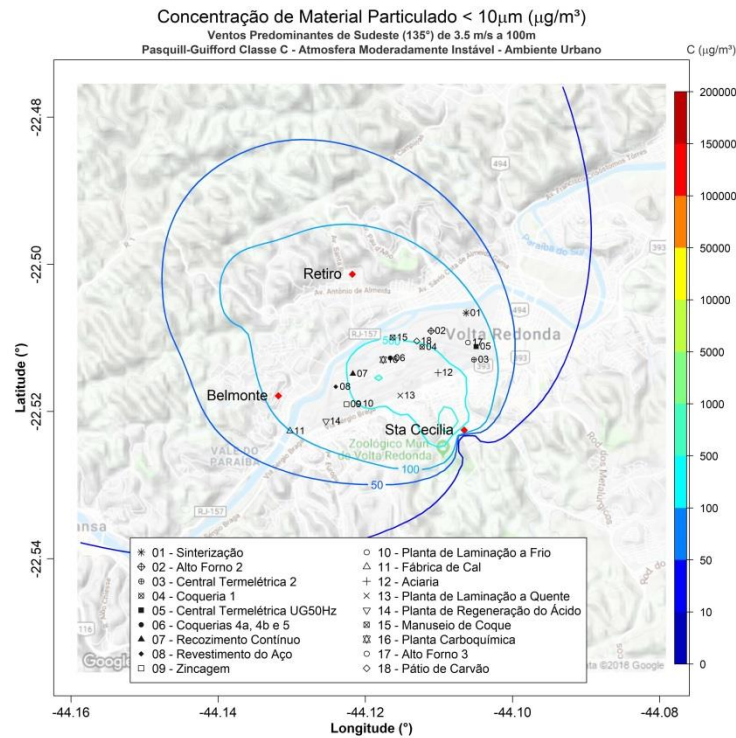


Figura 164. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 100 m em atmosfera levemente instável para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

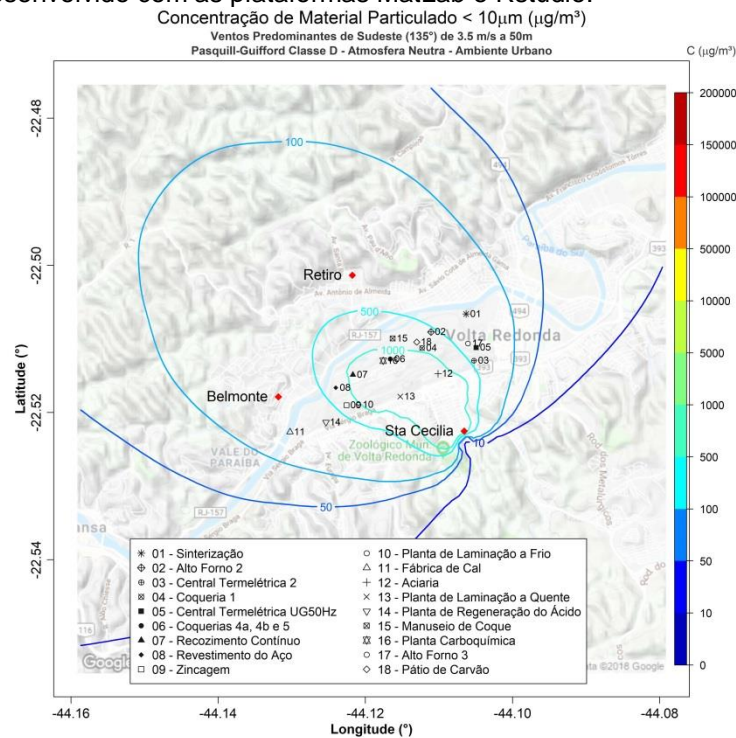
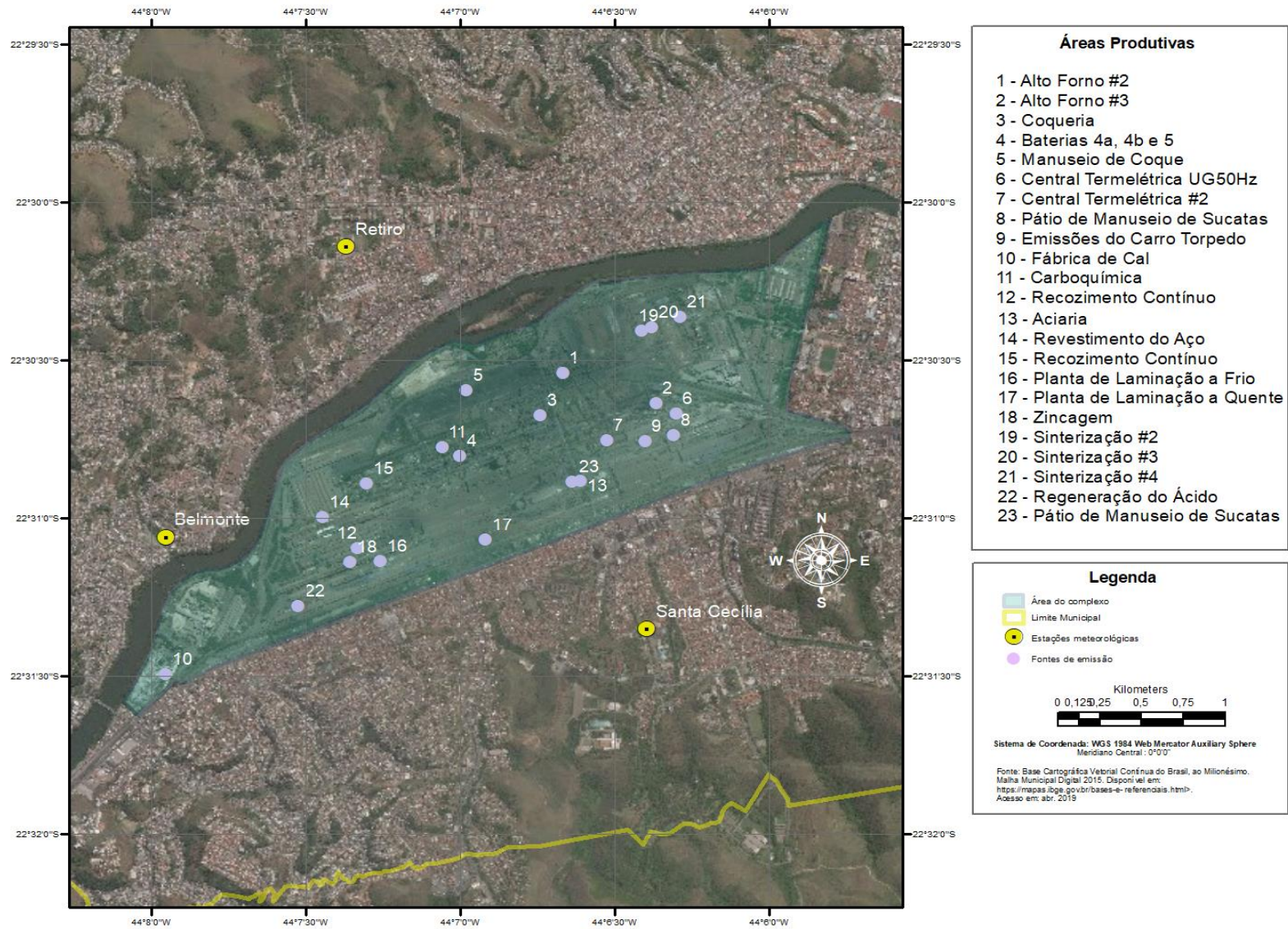


Figura 165. Isolinhas de concentração de MP_{10} para simulações de ventos de SE de $3,5 \text{ ms}^{-1}$ e altura efetiva de 50 m em atmosfera neutra para uma grade de $8,8 \times 8,8 \text{ km}$ de extensão sobre a região de Belmonte, Retiro e Santa Cecília, realizadas através do programa desenvolvido com as plataformas MatLab e Rstudio.

APÊNDICE B – Tabela com percentis das concentrações simuladas com o modelo desenvolvido para ventos de direções NO, N, E e SE de $1,0 \text{ ms}^{-1}$, $2,5 \text{ ms}^{-1}$ e $3,5 \text{ ms}^{-1}$ a 10 m, 25 m, 50 m e 100 m, sob condições instáveis e estáveis, em μgm^{-3} .

Direção do Vento (°)	Velocidade do Vento (ms ⁻¹)	Classe de estabilidade PG	Altura (m)	25%	50%	75%	90%	99%	
315	1,0	A/B	10	1,06	8,96	84,58	286,02	4330,92	
		A/B	25	1,13	8,74	84,18	284,70	3744,07	
		E/F	10	10,15	92,79	1050,38	2639,12	16659,42	
		E/F	25	13,50	99,23	974,44	2477,15	10375,53	
	2,5	A/B	10	0,52	3,88	34,24	115,14	1750,87	
		A/B	25	0,58	4,00	33,91	114,98	1501,81	
		A/B	50	0,57	3,65	33,79	110,65	1257,28	
		E/F	10	5,34	39,69	425,45	1059,38	6620,66	
		E/F	25	6,41	42,03	376,33	980,60	4108,81	
		E/F	50	4,11	39,27	331,52	807,16	2185,49	
		3,5	A/B	50	0,31	2,38	23,75	78,56	891,93
			A/B	100	0,34	2,50	23,21	71,59	553,52
E/F	50		4,07	26,29	218,36	586,63	1563,73		
E/F	100		1,90	14,36	118,19	336,75	562,42		
0	1,0	A/B	10	0,36	14,71	84,39	291,61	4429,70	
		A/B	25	0,51	14,44	83,72	289,73	3815,30	
		E/F	10	8,34	205,13	1044,31	2703,63	15767,74	
		E/F	25	8,37	177,75	981,71	2505,30	10390,95	
	2,5	A/B	10	0,18	5,72	33,57	116,61	1733,66	
		A/B	25	0,22	5,44	33,55	115,96	1505,62	
		A/B	50	0,16	5,70	33,33	110,11	1212,24	
		E/F	10	2,57	79,42	424,78	1086,96	6478,51	
		E/F	25	1,01	76,66	393,88	1002,06	4258,78	
		E/F	50	1,91	56,64	340,87	820,70	2260,00	
	3,5	A/B	50	0,09	4,24	24,11	78,32	849,82	
		A/B	100	0,13	3,91	23,05	71,75	585,26	
E/F		50	1,56	40,58	238,00	592,16	1617,65		
E/F		100	0,65	19,66	157,97	338,91	549,83		
90	1,0	A/B	10	3,55	28,48	81,96	274,26	4563,30	
		A/B	25	4,03	29,30	82,33	271,53	3979,00	
		E/F	10	39,68	533,16	1224,94	2697,89	17871,61	
		E/F	25	34,36	495,85	1212,12	2548,07	11249,29	
	2,5	A/B	10	1,73	11,54	32,74	109,95	1858,19	
		A/B	25	1,67	11,58	32,72	108,59	1574,59	
		A/B	50	1,86	11,59	32,73	108,18	1296,96	
		E/F	10	21,88	208,98	491,33	1077,97	6874,47	
		E/F	25	15,08	196,83	478,32	1016,23	4403,75	
		E/F	50	14,50	188,03	434,18	833,05	2238,76	
	3,5	A/B	50	0,90	7,95	23,29	76,80	907,88	
		A/B	100	0,87	8,08	23,09	73,32	623,26	
E/F		50	14,48	132,46	307,32	586,02	1615,71		
E/F		100	9,01	95,02	219,41	341,15	546,72		
135	1,0	A/B	10	6,69	31,73	82,00	274,46	4464,82	
		A/B	25	5,87	31,42	81,79	270,00	3922,29	
		E/F	10	92,16	489,34	1224,33	2708,48	17695,49	
		E/F	25	100,95	481,04	1185,99	2526,45	11198,71	
	2,5	A/B	10	2,70	12,85	32,83	109,69	1754,22	
		A/B	25	2,24	12,59	32,60	107,52	1576,56	
		A/B	50	2,78	12,97	32,81	107,56	1259,27	
		E/F	10	33,21	198,90	489,39	1091,79	7172,69	
		E/F	25	32,32	205,46	475,27	1013,87	4528,55	
		E/F	50	39,09	175,54	431,87	828,90	2169,78	
	3,5	A/B	50	1,76	8,97	23,24	76,71	912,79	
		A/B	100	1,79	9,14	23,19	73,29	612,53	
E/F		50	25,45	129,63	308,60	594,98	1594,93		
E/F		100	13,25	84,44	223,50	341,41	552,66		

ANEXO A - Tabelas de emissões da indústria siderúrgica por área produtiva
(CH2MHILL, 2011)



Grupo 01 - Sinterização

Emissões da Sinterização 2									
ID 2011	Sinterização 2	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
S#01	120/Silo 13	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#02	120/Silo14	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#03	123/Silo 1	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#04	204/206	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#05	207/123	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#06	C119/C120	0,002	0,66	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#07	C124/C120	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#08	C128/C129	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#09	124/129	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#10	C129/C129A	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#11	129A/131	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#12	C130/131	0,004	0,66	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#13	C131/132	0,004	0,66	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#14	132/Misturador Secundário	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#15	Misturador Secundário	8,005	0,66	5,284	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#16	C133/C134	0,004	0,66	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#17	134/Silo Mistura	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#18	Silo de Mistura	6,148	0,66	4,058	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#19	Forno de Ignição	32,021	0,66	21,134	0,26	2106,29	5080,72	291,75	743,61
S#20	Quebrador	8,005	0,66	5,284	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#21	Resfriador	88,948	0,66	58,706	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#22	Resfriador/C138	2,668	0,66	1,761	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#23	138/Rampa Grelhada	88,948	0,66	58,706	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#24	Rampa Grelhada/142	88,948	0,66	58,706	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#25	142/Silo Bedding	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#26	Esteira Metálica/Silo15	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#27	142/Silo Bedding	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#28	Silo de Bedding	6,148	0,66	4,058	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#29	Silo Bedding/Peneiramento Frio	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#30	Peneira Frio	8,005	0,66	5,284	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#31	Peneira Frio/150	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#32	150/SP1	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#33	Peneira Frio/143	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#34	C143/C143a	0,134	0,66	0,088	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#35	C143A/Silo 12	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#36	Peneira Frio/144	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#37	C144/C146	0,134	0,66	0,088	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#38	C146/C147	0,134	0,66	0,088	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#39	PE Primário *	187,455	0,66	123,720	0,19	34519,02	807,90	1586,66	1615,48
S#40	PE Secundário *	111,323	0,66	73,473	0,00	17,79	8,89	1,16	17,79
S#41	Misturador Primário	8,005	0,66	5,284	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#42	Peneira Quente	8,005	0,66	5,284	0,19	3835,45	89,77	176,30	179,50
S#43	Peneira Scalper	8,005	0,66	5,284	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#44	Rampa Grelhada/Britador	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#45	Silo 1/128	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#46	Silo 12-Retorno Frio/129	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#47	Silo 13-Moinha Coque/124	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#48	Silo 14/124	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#49	Silo 15/129	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#50	Silo 7/128	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#51	Silo 8/128	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#52	Silo 5/127	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#53	Silo 9/126	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#54	Silo 2/128	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#55	Silo 3/128	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#56	Silo 4/128	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#57	Silo 6/128	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#58	Silo 10/128	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#59	Silo 11/128	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#60	Silo Pó-PE Primário	4,590	0,66	3,029	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#61	Silo Pó-PE Secundário	4,590	0,66	3,029	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#62	Silos de Matérias Primas	6,148	0,66	4,058	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#63	Scalper/C142	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#64	Valvulas de Pó/137	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#65	137/137A	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		676,810		446,695	0,64	40478,55	5987,28	2055,86	2556,37

Emissões da Sinterização 3									
ID 2011	Sinterização 3	MP _{Total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{Total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
S#66	Baia Estoque Moinha	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#67	Baia Resíduos	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#68	Baia Resíduo de Varrição	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#69	C112/C117	0,000	0,66	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#70	C118/C119	0,000	0,66	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#71	C201A/C202	0,001	0,66	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#72	C202/C203	0,001	0,66	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#73	C203/C204	0,001	0,66	0,001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#74	204/208	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#75	205/208	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#76	206/Silo 13	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#77	206/Silo 14	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#78	208/Silo 1	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#79	209/214	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#80	C213/C214	0,006	0,66	0,004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#81	214/Misturador	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#82	Misturador/215	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#83	C215/C216	0,004	0,66	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#84	C216/C217	0,004	0,66	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#85	C217/C218	0,004	0,66	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#86	218/219	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#87	219/Silo Bedding	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#88	Forno de Ignição	32,141	0,66	21,213	0,26	2114,18	5099,74	292,84	746,39
S#89	Breaker	89,281	0,66	58,926	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#90	Hot Screen	8,035	0,66	5,303	0,19	3849,81	90,10	176,96	180,17
S#91	Resfriador	89,281	0,66	58,926	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#92	Esteira Metalica/Silo15	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#93	Resfriador/220	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#94	C220/C221	1,930	0,66	1,274	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#95	221/222	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#96	222/140	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#97	222/Scalper	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#98	Scalper/223	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#99	Scalper/225	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#100	223/Peneira Frio	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#101	Peneira Frio/224	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#102	Peneira Frio/228	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#103	228/Silo 12	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#104	224/224A	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#105	224A/224B	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#106	224B/SP1	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#107	224C/GOP	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#108	C119/C205	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#109	C205/C206	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#110	C207/C208	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#111	C225/C226	0,294	0,66	0,194	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#112	C226/C227	0,294	0,66	0,194	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#113	227/Silo Bedding	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#114	PE Primário *	367,864	0,66	242,790	0,19	34648,25	810,92	1592,60	1621,53
S#115	PE Secundário *	86,746	0,66	57,253	0,00	35,71	17,86	1,16	35,71
S#116	Primary mixer (rotoclone)	8,035	0,66	5,303	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#117	Cold Screen	8,035	0,66	5,303	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#118	Silo 1/213	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#119	Silo 12-Retorno Frio/214	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#120	Silo 13-Moinha Coque/209	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#121	Silo 14/209	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#122	Silo 15/214	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#123	Silo Cal/213	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#124	Bedding Silo	6,171	0,66	4,073	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#125	Silo de Cal	5,457	0,66	3,602	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#126	Silo de mistura	6,171	0,66	4,073	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#127	Silo Pó-PE Primário	4,607	0,66	3,041	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#128	Silo Pó-PE Secundário	4,607	0,66	3,041	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#129	Silos de Matérias Primas	6,171	0,66	4,073	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#130	Valvulas de Pó/234	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#131	234/235	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#132	235/236	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#133	235/237	0,011	0,66	0,007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#134	Misturador Secundário	8,035	0,66	5,303	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#135	Quebrador	8,035	0,66	5,303	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#136	Resfriador	89,281	0,66	58,926	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#137	Cooler/transportador C138	89,281	0,66	58,926	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		920,228		607,350	0,65	40647,94	6018,62	2063,56	2583,80

Emissões da Sinterização 4									
ID 2011	Sinterização 4	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
S#138	Peneira de Matacao 1	83,616	0,66	55,187	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#139	Peneira de Matacao 1/307	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#140	Peneira de Matacao 2	83,616	0,66	55,187	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#141	Peneira de Matacao 2/307	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#142	C307/C308	0,008	0,66	0,006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#143	C308/C308A	0,008	0,66	0,006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#144	C308A/C319	0,008	0,66	0,006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#145	C319/C320	0,008	0,66	0,006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#146	C320/C321	0,008	0,66	0,006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#147	C321/C322	0,008	0,66	0,006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#148	308/Silos 1,2,3,4 (Moinho)	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#149	Silo 1,2/ 309	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#150	309/309A	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#151	309A/309B	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#152	309B/309C	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#153	309B/313C	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#154	309C/Moinho 1	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#155	Silo 3,4/313	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#156	313/313A	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#157	313A/313B	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#158	313B/313C	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#159	313C/313D	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#160	313D/Moinho 1,2	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#161	Moinho 1/311	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#162	311/312	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#163	312/312B	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#164	312B/317	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#165	312B/317A	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#166	312B/Estocagem	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#167	Moinho 2/315	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#168	315/316	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#169	316/316B	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#170	316B/Estocagem	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#171	316B/317	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#172	316B/317A	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#173	317A/318	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#174	317/318	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#175	318/323R	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#176	318A/323A	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#177	323A/Silo 10	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#178	323R/Silos 11,12,13 (Materias Primas)	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#179	320/318A	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#180	322/Silos 1,2,3,4,5,6,7,8,10 (Materias Primas)	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#181	324/Misturador	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#182	Misturador Primário	9,824	0,66	6,484	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#183	Misturador Secundário	9,824	0,66	6,484	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#184	C325/C326	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#185	C236/C327	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#186	327/328	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#187	328/Silo de Mistura	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#188	Silo de Mistura	7,545	0,66	4,980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#189	Forno de Ignição	39,298	0,66	25,936	0,32	2584,90	6235,21	358,04	912,58
S#190	Maquina de Sinter	174,656	0,66	115,273	0,24	4706,97	110,16	216,35	220,28
S#191	Quebrador	109,160	0,66	72,045	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#192	Peneira quente/ transportador de metal	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#193	Peneira quente	9,824	0,66	6,484	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#194	Peneira Quente/Resfriador	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissões da Sinterização 4									
ID 2011	Sinterização 4	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
S#195	341/Esteira metálica	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#196	Esteira metálica/Silo 14	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#197	340/Resfriador	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#198	Resfriador	109,160	0,66	72,045	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#199	Resfriador/C330	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#200	330/Peneira Scalper 1	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#201	330/Peneira Scalper 2	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#202	Peneira Scalper 1	9,824	0,66	6,484	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#203	Peneira Scalper 2	9,824	0,66	6,484	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#204	Peneira Scalper 1,2/331	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#205	331/Peneira frio 1	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#206	331/Peneira frio 2	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#207	Peneira Frio 1,2	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#208	Peneira Frio 1,2/332	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#209	332/333	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#210	333/334	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#211	C334/C335	0,005	0,66	0,003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#212	335/Bedding	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#213	Peneira Frio 1,2/336	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#214	336/Silo 15	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#215	Peneira Frio 1,2/SP7C	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#216	SP7C/SP8	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#217	Peneira Scalper 1,2/SP7A	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#218	SP7A/SP8	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#219	Peneira Scalper 1,2/SP7B	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#220	SP7B/SP8	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#221	SP8/SP9	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#222	SP9/SP10	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#223	SP10/SP11	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#224	ADC 7 Chaminé Sist. Desp. Silo de Cal	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#225	BC421/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#226	Bedding/Maquina de Sinter	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#227	Silo Pó-PE Primário	198,135	0,66	130,769	0,24	42362,74	991,48	1947,19	1982,56
S#228	Silo Pó-PE Secundário	249,395	0,66	164,601	0,00	21,83	21,83	1,42	43,66
S#229	Descarga de Pó PE Secundário/BC 421	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#230	Quebrador de coque	120,076	0,66	79,250	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#231	Misturador primário (rotoclone)	9,824	0,66	6,484	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#232	Silo Pó-PE Primário	5,633	0,66	3,718	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#233	Silo Pó-PE Secundário	5,633	0,66	3,718	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#234	Dosadora 1/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#235	Dosadora 10/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#236	Dosadora 11/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#237	Dosadora 12/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#238	Dosadora 13/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#239	Dosadora 14/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#240	Dosadora 15/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#241	Dosadora 2/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#242	Dosadora 3/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#243	Dosadora 4/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#244	Dosadora 5/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#245	Dosadora 6/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#246	Dosadora 7/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#247	Dosadora 8/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#248	Dosadora 9/324	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#249	Pó de Varrição Baia 307	0,048	0,66	0,032	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#250	Pó de Varrição Baia 308A	0,048	0,66	0,032	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#251	Pó de Varrição Baia de Cal	0,048	0,66	0,032	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#252	Pó de Varrição Baia do Resfriador	0,048	0,66	0,032	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#253	Pó de Varrição Baia do Scalper	0,048	0,66	0,032	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#254	Pó de Varrição Baia Tubulão C336	0,048	0,66	0,032	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#255	Pó de Varrição Junção 326	0,048	0,66	0,032	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#256	Silo 1/Dosadora 1	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#257	Silo 2/Dosadora 2	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#258	Silo 3/Dosadora 3	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#259	Silo 4/Dosadora 4	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#260	Silo 5/Dosadora 5	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#261	Silo 6/Dosadora 6	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Emissões da Sinterização 4									
ID 2011	Sinterização 4	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
S#262	Silo 7/Dosadora 7	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#263	Silo 8/Dosadora 8	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#264	Silo 9/Dosadora 9	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#265	Silo 10/Dosadora 10	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#266	Silo 11/Dosadora 11	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#267	Silo 12/Dosadora 12	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#268	Silo 13/Dosadora 13	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#269	Silo 14/Dosadora 14	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#270	Silo 15/Dosadora 15	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#271	Silo Bedding	7,545	0,66	4,980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#272	Silo de Mistura/Maquina de Sinter	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#273	Valvulas de Pó 5 a 16/338	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#274	338/339	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#275	339/340	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#276	339/341	0,013	0,66	0,009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#277	Resfriador Sinter	109,160	0,66	72,045	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#278	Quebrador	9,824	0,66	6,484	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#279	Resfriador/transportador C138	109,160	0,66	72,045	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#280	Peneira frio	9,824	0,66	6,484	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#281	Silo de cal	6,672	0,66	4,403	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#282	Silo de matérias primas	7,545	0,66	4,980	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S#283	Transferência da Peneira Scalper	0,147	0,66	0,097	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		1506,524		994,306	0,79	49676,44	7358,68	2523,01	3159,08
TOTAL GERAL		3103,562		2048,351	2,08	130802,93	19364,59	6642,43	8299,25

Notas:

Os fatores de emissão de CO, NOx, VOC e SOx, da máquina se sinter, foram obtidos do relatório do IPPC "Table 4.2". Os fatores de emissão de MP foram obtidos do "USEPA AP-42 Table 12.5-1 - Controlled by dry ESP".

Os fatores de emissão do relatório do IPPC estão em Kg/t de aço líquido. Há 1160 Kg de sinter/t de ferro gusa e 940 Kg de ferro gusa /t de aço.

Portanto, (940 Kg de ferro gusa /t de aço) x (1160 Kg de sinter/t de ferro gusa) = 1090 Kg de sinter/t de aço líquido.

O EF para CO = 23.5 Kg/t, 0,9 t de sinter = 21,56 Kg/t de sinter. O fator de NOx de 0,55 Kg/t LS é convertido para 0,5046 Kg/t de sinter. O fator para VOC é convertido de 0,108 Kg VOC/t LS para 0,991 Kg VOC/t de sinter.

O EF para SOx é convertido de 1,1 Kg/t LS para 1,009 Kg SOx/t de sinter.

Os fatores de emissão para forno de ignição foi obtido do "USEPA AP-42, Table 12.5-1" para particulados e "Table 12.2-16" para CO, NOx, VOC, SOx e BTEX. Foi utilizado o valor de SOx para COG dessulfurado.

Os fatores em Kg/t de carvão, foram corrigidos, multiplicando-se os fatores de emissão das tabelas, por 5.747.664 t de sinter produzido/1.650.000 t de carvão carregado = 3,483.

Os fatores de emissão para BTEX foram corrigidos por um fator de 0,001, já que o BTEX no carvão, na usina de carvão foi emitido e não permanece no coque.

O fator de emissão para particulado de Peneira de Matabao 1 e 2 na Sinterização 4, foi obtido, utilizando-se o fator de emissão para peneiramento do coque de 0,011 no USEPA AP-42 "Table 12.2-18".

Uma vez que esse fator de emissão está em Kg/ t de carvão carregado, é necessário converter para Kg/ t de sinter. O fator de emissão foi corrigido, multiplicando-se o fator de emissão por 5.747.664 t de sinter/1.650.000 t de carvão carregado = 3,483.

Grupo 02 - Alto Forno 02

Emissões do Alto Forno #2									
ID 2011	Alto Forno 2	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
AF#01	Transportador de Sinter	4,88	0,32	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#02	Minério de ferro + Transportador de cal	1,95	0,32	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#03	Transportador de carvão pulverizado	8,20	0,32	2,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#04	Depósito de carvão pulverizado temp.	6,45	0,32	2,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#05	Carregamento do Forno	66,49	0,32	21,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#06	Chaminé Regeneradores	6,65	0,32	2,13	0,00	422,57	812,64	20,88	7,24
AF#07	Limpeza dos Gases	2,22	0,32	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#08	Chaminé do Sistema de Despoeiramento da Sala de Corrida do Alto Forno#2	68,20	0,32	21,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#09	Descarga pó do coletor	47,28	0,32	15,13	0,00	0,00	0,00	0,00	4,43
AF#10	Stockhouse#2 - Chaminé de despoeiramento	40,69	0,32	13,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#11	Sala de Corrida	47,28	0,32	15,13	0,00	41,37	3,07	2068,53	147,75
AF#12	Stockhouse#2 - Fugitivos	4,43	0,32	1,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#13	Stockhouse#2 - Coque	0,89	0,32	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#14	Stockhouse#2 - Minério de ferro	0,89	0,32	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#15	Stockhouse#2 - Sinter	0,89	0,32	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#16	Fundição (sistema de filtros manga)	47,28	0,32	15,13	0,00	738,76	0,00	0,00	0,00
AF#17	Vazamento	19,95	0,32	6,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#18	Calhas de ferro e escória	19,95	0,32	6,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#19	Poço de Granulação	59,53	0,32	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	58,61
AF#20	Carga	0,28	0,32	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		454,35		145,39	0,00	1202,70	815,71	2089,41	218,04

Grupo 17 - Alto Forno 03

Emissões do Alto Forno #3									
ID 2011	Alto Forno 3	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
AF#21	Transportador de Sinter	11,56	0,32	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#22	Minério de ferro + Transportador de cal	4,63	0,32	1,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#23	Transportador de carvão pulverizado	19,45	0,32	6,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#24	Depósito de carvão pulverizado temp.	15,28	0,32	4,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#25	Carregamento do Forno	157,68	0,32	50,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#26	Chaminé Regeneradores	15,77	0,32	5,05	0,00	1002,15	1927,20	36,75	17,18
AF#27	Limpeza dos Gases	5,26	0,32	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#28	Chaminé do Sistema de Despoeiramento da Sala de Corrida do Alto Forno#3	37,02	0,32	11,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#29	Descarga pó do coletor	11,21	0,32	3,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#30	Stockhouse#3 - Chaminé de despoeiramento	69,50	0,32	22,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#31	Sistema de injeção de carvão pulverizado 1	4,23	0,32	1,35	0,00	17,52	0,00	0,00	0,00
AF#32	Sistema de injeção de carvão pulverizado 2	7,00	0,32	2,24	0,00	14,02	0,00	0,00	0,00
AF#33	Sala de Corrida - norte	112,13	0,32	35,88	0,00	98,11	7,29	4905,60	350,40
AF#34	Sala de Corrida - sul	112,13	0,32	35,88	0,00	98,11	7,29	4905,60	350,40
AF#35	Stockhouse#3 - Fugitivos	10,51	0,32	3,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#36	Stockhouse#3 - Coque	2,10	0,32	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#37	Stockhouse#3 - Minério de ferro	2,10	0,32	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#38	Stockhouse#3 - Sinter	2,10	0,32	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#39	Chaminé de despoeiramento da Fundição	112,13	0,32	35,88	0,00	1752,00	0,00	0,00	7,01
AF#40	Vazamento - norte	36,79	0,32	11,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#41	Vazamento - sul	36,79	0,32	11,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#42	Calhas de ferro e escória - norte	36,79	0,32	11,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#43	Calhas de ferro e escória - sul	36,79	0,32	11,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#44	Poço de Granulação - norte	147,15	0,32	47,09	0,00	0,00	0,00	0,00	138,99
AF#45	Poço de Granulação - sul	147,15	0,32	47,09	0,00	0,00	0,00	0,00	138,99
AF#46	Carga - norte	0,66	0,32	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AF#47	Carga - sul	0,66	0,32	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		1080,34		345,71	0,00	2981,91	1941,78	9847,95	1002,98
TOTAL GERAL PARA ALTO FORNO		1534,69		491,10	0,00	4184,62	2757,49	11937,36	1221,01

Notas:

O fator de emissão usado para o alto forno - resfriamento de escória, foi desenvolvido pela CSN e usado nesses cálculos.

Do relatório do IPPC, Table 7.1, média de 435 Kg/t de ferro-gusa ; 345 Kg/t de coque; 5 Kg/t de cal é utilizado. Essas relações foram utilizadas para calcular a quantidade de coque e cal usado no Alto Forno.

Os fatores de emissão da UK foram usados predominantemente nesses cálculos, pois os valores foram julgados como mais completos para as operações do alto forno.

Para a granulação da escória, um fator de correção de (60/135) foi aplicado, no qual consiste em uma taxa de operação de 60 minutos de granulação e 135 parado.

Os fatores de emissão de CO, NOx e SOx para a casa de fundição foram obtidos do Relatório IPPC (2001), Table 6.5. Os fatores de emissão de VOC foram obtidos da referência do Canadá, Table C-3.

Grupo 05 - Central Termelétrica UGH50Hz

Emissões da Central Termelétrica - #UG50Hz								
ID 2011	UG 50Hz	MP _{total} (t/ano)	PM ₁₀ (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)	BTEX (t/ano)
	Gás Natural	2,98	2,98	18,56	41,99	1,22	0,13	0,01
	BFG	54,09	54,09	194,99	1340,53	10,97	3,05	0,86
	COG	0,30	0,30	9,82	10,59	0,14	3,27	0,00
	BOFG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Alcatrão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Petróleo	125,12	125,12	6,92	26,24	1,43	1,83	0,03
CTE#01	UG 50Hz - Chaminé Caldeira 7	60,83	60,83	76,76	473,11	4,58	2,76	0,30
CTE#02	UG 50Hz - Chaminé Caldeira 8 *	60,83	60,83	76,76	473,11	4,58	2,76	0,30
CTE#03	UG 50Hz - Chaminé Caldeira 9	60,83	60,83	76,76	473,11	4,58	2,76	0,30
Sub-total Potencial UG 50Hz		182,48	182,48	230,29	1419,34	13,75	8,28	0,90

Grupo 03 - Central Termelétrica 2

Emissões da Central Termelétrica - CTE#02								
ID 2011	CTE #02	MP _{total} (t/ano)	PM ₁₀ (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)	BTEX (t/ano)
	Gás Natural	-	-	152,53	345,00	9,99	1,09	0,10
	BFG	-	-	543,39	3735,81	30,57	8,49	2,39
	COG	-	-	4,90	5,29	0,07	1,63	0,00
	BOFG	-	-	140,16	800,92	3,60	1,00	0,27
	Alcatrão	-	-	1,47	13,68	0,22	45,73	0,00
	Petróleo	-	-	0,83	3,16	0,17	0,22	0,00
CTE#04	CTE#02 - Chaminé Caldeira 1	68,20	68,20	281,09	1.634,62	14,87	19,39	0,92
CTE#05	CTE#02 - Chaminé Caldeira 2	85,20	85,20	281,09	1.634,62	14,87	19,39	0,92
CTE#06	CTE#02 - Chaminé Caldeira 3	111,90	111,90	281,09	1.634,62	14,87	19,39	0,92
Sub-total Potencial CTE#02		265,30	265,30	843,28	4.903,85	44,62	58,16	2,76
TOTAL GERAL		447,78	447,78	1.073,57	6.323,19	58,36	66,44	3,67

Notas:

Fonte dos fatores de emissão de Gás Natural: AP-42, Tables 1.4-1, 1.4-2, and 1.4-3

Fonte dos fatores de emissão de Blast Furnace Gas (BFG): National Pollutant Inventory: Emission Estimation Technique Manual for Combustion in Boilers, Ver 3.5, June 2011, Table 17.

Fonte dos fatores de emissão de de Coke Oven Gas (COG): National Pollutant Inventory: Emission Estimation Technique Manual for Combustion in Boilers, Ver 3.5, June 2011, Table 18.

Fonte dos fatores de emissão de de Coke Oven Gas (COG): National Pollutant Inventory: Emission Estimation Technique Manual for Combustion in Boilers, Ver 3.5, June 2011, Table 18.

Fonte dos fatores de emissão de Óleo Diesel: National Pollutant Inventory: Emission Estimation Technique Manual for Combustion in Boilers, Ver 3.5, June 2011, Table 28.

Fonte dos fatores de emissão do Basic Oxygen Furnace Gas (BOFG) was interpolation between COG and BFG emission factors, based on the Heat Value.

Emissões de MP_{total} e PM₁₀ - pela Amostragem Isocinética.

Grupo 04 - Coqueria 1

Emissões da Coqueria - BATERIA 1									
ID 2011	BATERIA 1	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
BAT#01	Enfornamento	0,57	0,54	0,31	3,91E-04	0,29	1,47	1,38	0,84
BAT#02	Fugas da porta	9,80	0,54	5,29	1,74E-02	5,39	2,45	1,37	71,05
BAT#03	Fugas da tampa	3,19	0,54	1,72	5,49E-04	5,39	2,45	1,37	24,50
BAT#04	Fugas das tomadas	2,89	0,54	1,56	1,76E-06	15,68	4,75	56,78	24,01
BAT#05	Desenformamento	23,23	0,54	12,54	1,57E+00	3,14	0,95	3,72	4,80
BAT#06	Chaminé do despoeiramento do desenformamento da Bateria#1	1,76	0,54	0,95	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#07	Torre de Resfriamento 1	671,30	0,54	362,50	0,00E+00	0,00	147,00	0,00	0,00
BAT#08	Chaminé de exaustão dos fornos de combustão da Bateria#1	52,38	0,54	28,29	1,06E+00	33,32	80,36	18,62	144,06
BAT#09	Tube de ascensão (gooseneck)	0,10	0,54	0,05	0,00E+00	0,56	0,00	0,00	0,01
BAT#10	Orifício de Carga	0,44	0,54	0,24	3,91E-04	0,84	0,01	0,27	0,08
BAT#11	Alimentador carro-tremonha	0,11	0,54	0,06	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#12	Basculamento Rampa 1	0,11	0,54	0,06	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#13	Basculamento Rampa 2	0,11	0,54	0,06	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#14	Dreno 1	0,06	0,54	0,03	3,43E-02	0,14	0,05	0,10	0,37
BAT#15	Dreno 2	0,06	0,54	0,03	3,43E-02	0,14	0,05	0,10	0,37
BAT#16	Dreno 3	0,06	0,54	0,03	3,43E-02	0,14	0,05	0,10	0,37
BAT#17	Dreno 4	0,06	0,54	0,03	3,43E-02	0,14	0,05	0,10	0,37
BAT#18	Dreno 5	0,06	0,54	0,03	3,43E-02	0,14	0,05	0,10	0,37
BAT#19	Dreno 6	0,06	0,54	0,03	3,43E-02	0,14	0,05	0,10	0,37
TOTAL		766,32		413,81	2,85E+00	65,43	239,73	84,13	271,57

Grupo 06 - Coquerias 4a, 4b e 5

Emissões da Coqueria - BATERIA 4a									
ID 2011	BATERIA 4a	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
BAT#20	Charging	0,38	0,54	0,21	2,63E-04	0,20	0,99	0,93	0,57
BAT#21	Fugas da porta	6,60	0,54	3,56	1,17E-02	3,63	1,65	0,92	47,85
BAT#22	Fugas da cobertura	2,15	0,54	1,16	3,70E-04	3,63	1,65	0,92	16,50
BAT#23	Fugas das tomadas	1,95	0,54	1,05	1,18E-06	10,56	3,20	38,24	16,17
BAT#24	Desenformamento	28,16	0,54	15,20	1,06E+00	2,11	0,99	3,30	3,23
BAT#25	Chaminé do despoeiramento do desenformamento da Bateria 4a	1,19	0,54	0,64	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#26	Resfriamento	452,10	0,54	244,13	0,00E+00	0,00	99,00	0,00	0,00
BAT#27	Chaminé de combustão	50,50	0,54	27,27	7,13E-01	22,44	54,12	12,54	97,02
BAT#28	Tube de ascensão (gooseneck)	0,07	0,50	0,03	0,00E+00	0,38	0,00	0,00	0,01
BAT#29	Orifício de Carga	0,30	0,56	0,17	2,63E-04	0,57	0,01	0,18	0,06
BAT#30	Alimentador carro-tremonha	0,07	0,48	0,03	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#31	Basculamento Rampa 1	0,07	0,00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#32	Basculamento Rampa 2	0,07	0,00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#33	Dreno 1	0,11	0,54	0,06	6,93E-02	0,28	0,09	0,21	0,74
BAT#34	Dreno 2	0,11	0,54	0,06	6,93E-02	0,28	0,09	0,21	0,74
TOTAL		543,83		293,59	1,92E+00	44,06	161,80	57,45	182,89

Emissões da Coqueria - BATERIA 4b									
ID 2011	BATERIA 4b	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
BAT#35	Charging	0,38	0,54	0,21	2,63E-04	0,20	0,99	0,93	0,57
BAT#36	Fugas da porta	6,60	0,54	3,56	1,17E-02	3,63	1,65	0,92	47,85
BAT#37	Fugas da cobertura	2,15	0,54	1,16	3,70E-04	3,63	1,65	0,92	16,50
BAT#38	Fugas das tomadas	1,95	0,54	1,05	1,18E-06	10,56	3,20	38,24	16,17
BAT#39	Desenformamento	15,64	0,54	8,45	1,06E+00	2,11	0,99	3,30	3,23
BAT#40	Chaminé do despoeiramento do desenformamento da Bateria 4b	0,66	0,54	0,36	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#41	Resfriamento	452,10	0,54	244,13	0,00E+00	0,00	99,00	0,00	0,00
BAT#42	Chaminé de combustão	50,50	0,54	27,27	7,13E-01	22,44	54,12	12,54	97,02
BAT#43	Tube de ascensão (gooseneck)	0,07	0,50	0,03	0,00E+00	0,38	0,00	0,00	0,01
BAT#44	Orifício de Carga	0,30	0,56	0,17	2,63E-04	0,57	0,01	0,18	0,06
BAT#45	Alimentador carro-tremonha	0,07	0,48	0,03	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#46	Basculamento Rampa 3	0,07	0,00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#47	Basculamento Rampa 4	0,07	0,00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#48	Dreno 1	0,11	0,54	0,06	6,93E-02	0,28	0,09	0,21	0,74
BAT#49	Dreno 2	0,11	0,54	0,06	6,93E-02	0,28	0,09	0,21	0,74
TOTAL		530,79		286,54	1,92E+00	44,06	161,80	57,45	182,89

Grupo 06 - Coquerias 4a, 4b e 5

Emissões da Coqueria - BATERIA 5									
ID 2011	BATERIA 5	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
BAT#50	Charging	0,58	0,54	0,31	3,99E-04	0,30	1,50	1,40	0,86
BAT#51	Fugas da porta	10,00	0,54	5,40	1,77E-02	5,50	2,50	1,40	72,50
BAT#52	Fugas da cobertura	3,25	0,54	1,76	5,60E-04	5,50	2,50	1,40	25,00
BAT#53	Fugas das tomadas	2,95	0,54	1,59	1,79E-06	16,00	4,85	57,94	24,50
BAT#54	Desenformamento	23,70	0,54	12,80	1,60E+00	3,20	1,50	5,00	4,90
BAT#55	Chaminé do despoeiramento do desenformamento da Bateria 5	1,00	0,54	0,54	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#56	Resfriamento	685,00	0,54	369,90	0,00E+00	0,00	150,00	0,00	0,00
BAT#57	Chaminé de combustão	24,03	0,54	12,98	1,08E+00	34,00	82,00	19,00	147,00
BAT#58	Tube de ascensão (gooseneck)	0,10	0,50	0,05	0,00E+00	0,57	0,00	0,00	0,01
BAT#59	Orifício de Carga	0,45	0,56	0,25	1,48E-01	0,86	0,01	0,28	0,09
BAT#60	Alimentador carro-tremonha	0,11	0,48	0,05	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#61	Basculamento Rampa 3	0,11	0,00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#62	Basculamento Rampa 4	0,11	0,00	0,00	0,00E+00	0,00	0,00	0,00	0,00
BAT#63	Dreno 1	0,09	0,54	0,05	5,25E-02	0,21	0,07	0,16	0,56
BAT#64	Dreno 2	0,09	0,54	0,05	5,25E-02	0,21	0,07	0,16	0,56
BAT#65	Dreno 3	0,09	0,54	0,05	5,25E-02	0,21	0,07	0,16	0,56
BAT#66	Dreno 4	0,09	0,54	0,05	5,25E-02	0,21	0,07	0,16	0,56
TOTAL		751,74		405,81	3,06E+00	66,76	245,15	87,05	277,11
TOTAL GERAL		2592,68		1399,76	9,76E+00	220,32	808,47	286,08	914,47

Notas:

ESP = electrostatic precipitator (precipitador eletrostático)

FF = fabric filter (filtro de fábrica)

Fator de emissão para as fases de carregamento - a uma taxa de 25 a 30 segundos por carga.

Fator de emissão para menos de 10 por cento das fugas das portas.

Fator de emissão para menos de 3,5 por cento das perdas das fugas de enformamento.

Fator de emissão para menos de 6,5 por cento para fugas das tomadas.

Fator de emissão para operações de enformamento com tampa e controles de filtros de fábrica (Table 12.2-6) foi ajustado para uma eficiência de captura de 70%.

Fator de emissão para resfriamento com água suja, torre de resfriamento alta e baixa manutenção.

Fator de emissão para chaminé de combustão, gás de alto forno não controlado.

Taxa de emissão de material particulado total em Kg/t de carvão carregado, foi utilizado como emissões de base ca coqueria e afere a contribuição à fontes individuais a esse total.

Emissions, particulate, BTEX, and gaseous, are captured in the coke oven gas and sent to the Carbochemical Plant from certain operations in the Coke Plant, como indicadas nos cálculos.

Assumi-se taxa de captura de 80% (CH2M Hill, 2011).

Grupo 07 - Recozimento Contínuo

Emissões do Recozimento Contínuo - LRC e LRCC									
ID 2011	Unidades de Emissão	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
LRC									
LRC#1	LRC-1 Preheater Stack	0,766	0,85	0,651	0,00013	4,44	7,66	7,66	0,08
LRC#2	LRC#1 - Cham. do Forno	0,766	0,85	0,651	0,00013	4,44	7,66	7,66	0,08
LRC#3	LRC#2 - Cham. do Forno	0,612	0,85	0,521	0,00013	4,44	7,66	7,66	0,08
LRC#4	LRC#3 - Cham. do Forno	0,612	0,85	0,521	0,00013	4,44	7,66	7,66	0,08
LRC#5	LRC#4 - Cham. do Forno	0,612	0,85	0,521	0,00013	4,44	7,66	7,66	0,08
LRC#6	LRC#1 - Chaminé Exaustão de Fumos	0,153	0,85	0,130	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#7	LRC#1 - Escova 1	3,429	0,85	2,915	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#8	LRC#1 - Escova 2	3,429	0,85	2,915	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#9	LRC#1 - Limpeza Eletrolítica Tanque 1	3,858	0,85	3,279	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#10	LRC#1 - Limpeza Eletrolítica Tanque 2	3,858	0,85	3,279	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#11	LRC#1 - Tanque de agua quente	4,287	0,85	3,644	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#12	LRC#2 - Chaminé Exaustão de Fumos	0,153	0,85	0,130	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#13	LRC#2 - Escova 1	3,429	0,85	2,915	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#14	LRC#2 - Escova 2	3,429	0,85	2,915	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#15	LRC#2 - Limpeza Eletrolítica Tanque 1	3,858	0,85	3,279	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#16	LRC#2 - Limpeza Eletrolítica Tanque 2	3,858	0,85	3,279	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#17	LRC#2 - Tanque de agua quente	4,287	0,85	3,644	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#18	LRC#3 - Chaminé Exaustão de Fumos	0,153	0,85	0,130	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#19	LRC#3 - Escova 1	3,429	0,85	2,915	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#20	LRC#3 - Escova 2	3,429	0,85	2,915	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#21	LRC#3 - Limpeza Eletrolítica Tanque 1	3,858	0,85	3,279	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#22	LRC#3 - Limpeza Eletrolítica Tanque 2	3,858	0,85	3,279	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#23	LRC#3 - Tanque de agua quente	4,287	0,85	3,644	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#24	LRC#4 - Chaminé Exaustão de Fumos	0,153	0,85	0,130	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#25	LRC#4 - Escova 1	3,429	0,85	2,915	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#26	LRC#4 - Escova 2	3,429	0,85	2,915	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#27	LRC#4 - Limpeza Eletrolítica Tanque 1	3,858	0,85	3,279	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#28	LRC#4 - Limpeza Eletrolítica Tanque 2	3,858	0,85	3,279	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		75,141		63,870	0,00066	22,20	38,28	38,28	0,38
LRCC									
LRC#29	LRCC#1 - Chaminé Limpeza de Tiras	2,138	0,50	0,003	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#30	LRCC#1 - Forno de Aquecimento	0,003	-	0,003	0,00063	0,01	0,02	0,01	0,12
LRC#31	LRCC#1 - Forno de Envelhecimento 1	2,066	0,50	1,033	0,00000	0,00	0,00	5,99	0,00
LRC#32	LRCC#1 - Forno de Envelhecimento 2	2,066	0,50	1,033	0,00000	0,00	0,00	5,99	0,00
LRC#33	LRCC#1 - Forno de Encharque	0,000	-	0,000	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
LRC#34	LRCC#1 - Forno de Resfriamento Rápido	0,002	-	0,001	0,00032	0,01	0,01	0,00	0,06
TOTAL		6,275		2,073	0,00095	0,02	0,04	11,98	0,18
TOTAL GERAL		81,416		65,943	0,002	22,216	38,312	50,254	0,557

Notas:

O resfriamento foi assumido em uma solução em banho, contendo óleos em concentração a 1%.

O resfriamento foi assumido, ocorrendo uma vez por hora durante as emissões no arrefecimento, ocorridos por 1 minuto por resfriamento.

Unidades dos fatores de emissão para combustão em fornos estão em kg/billion KJ.

Os EF do Environment Australian Emission Factor foram considerados como fontes variadas do "Brushes and Electrolytic Cleansing Tanks".

Grupo 08 - Revestimento do Aço

Emissões do Revestimento Eletrolítico									
ID 2011	Unidades de Emissão	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
LE#01	LE#3 - Chaminé Exaustor de Névoa	0,00028	1,00	0,00028	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00
LE#02	LE#3 - LE	0,00003	1,00	0,00003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#03	LE#3 - LE Enrolamento	0,00028	1,00	0,00028	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00
LE#04	LE#4 - Chaminé Exaustor de Névoa	0,00002	1,00	0,00002	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
LE#05	LE#4 - LE	0,00021	1,00	0,00021	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#06	LE#4 - LE Enrolamento	0,00002	1,00	0,00002	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00
LE#07	LEE#2 - Alcalino	0,00014	1,00	0,00014	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
LE#08	LEE#2 - Chaminé Alcalino e Decapagem	0,81417	1,00	0,81417	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
LE#09	LEE#2 - Chaminé Tratamento Químico	0,00014	1,00	0,00014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#10	LEE#2 - Decapagem	0,06031	1,00	0,06031	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#11	LEE#2 - Tratamento Químico	0,03015	1,00	0,03015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#12	LEE#4 - Alcalino	0,00018	1,00	0,00018	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
LE#13	LEE#4 - Cadeia de Secagem	0,00018	1,00	0,00018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#14	LEE#4 - Chaminé Alcalino e Decapagem	0,90464	1,00	0,90464	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
LE#15	LEE#4 - Chaminé Cadeia de Secagem	0,00018	1,00	0,00018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#16	LEE#4 - Chaminé Cromagem	0,72371	1,00	0,72371	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#17	LEE#4 - Cromagem	0,00004	1,00	0,00004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#18	LEE#4 - Decapagem	0,00000	1,00	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#19	LEE#4 - Tratamento Químico	0,03015	1,00	0,03015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#20	LEE#5 - Alcalino	0,00000	1,00	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
LE#21	LEE#5 - Cadeia de Secagem	0,00004	1,00	0,00004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#22	LEE#5 - Chaminé Alcalino e Decapagem	0,90464	1,00	0,90464	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
LE#23	LEE#5 - Chaminé Cadeia de Secagem	0,00018	1,00	0,00018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#24	LEE#5 - Decapagem	0,00000	1,00	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#25	LEE#5 - Tratamento Químico	0,03015	1,00	0,03015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#26	LEE#6 - Alcalino	0,00004	1,00	0,00004	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
LE#27	LEE#6 - Cadeia de Secagem	0,00000	1,00	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#28	LEE#6 - Chaminé Alcalino e Decapagem	0,60309	1,00	0,60309	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
LE#29	LEE#6 - Chaminé Cadeia de Secagem	0,00028	1,00	0,00028	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#30	LEE#6 - Decapagem	0,00000	1,00	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#31	LEE#6 - Tratamento Químico	0,00002	1,00	0,00002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#32	LER - Chaminé Sistema de Exaustão	0,00027	1,00	0,00027	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#33	LLE#2 - Chaminé de Exaustão	0,00016	1,00	0,00016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#34	LLE#2 - Tanque de Lavagem	0,00002	1,00	0,00002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LE#35	LLE#2 - Tanque de Solução Alcalina	0,00002	1,00	0,00002	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
TOTAL		4,10374		4,10374	0,00	0,00	0,00	5,83	0,00

Grupo 09 - Zincagem

Emissões do Recozimento Contínuo - FRC									
ID 2011	Emission Unit	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
FRC#01	Limpeza Alcalina							11,53	
FRC#02	FRC-1 Chaminé de Exaustão	1,153	0,85	0,980	0,00010	2,15	11,53	0,23	0,11
FRC#03	FRC-2 Chaminé de Exaustão	0,168	0,85	0,143	0,00010	0,31	1,68	0,03	0,02
FRC#04	FRC-4 Chaminé de Exaustão	1,296	0,85	1,102	0,00008	2,41	12,96	0,26	0,13
FRC#05	FRCX#1 - Fornos de Caixa	0,000	0,85	0,000	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
FRC#06	FRCX#2 - Fornos de Caixa	0,000	0,85	0,000	0,00000	0,00	0,00	0,00	0,00
FRC#07	FRCX#4 - Fornos de Caixa	0,324	0,85	0,275	0,00002	0,60	3,24	0,06	0,03
TOTAL		2,941		2,500	0,00031	5,47	29,41	12,12	0,29

Notas:

O resfriamento foi assumido em uma solução em banho, contendo óleos em concentração a 1%.

O resfriamento foi assumido, ocorrendo uma vez por hora durante as emissões no arrefecimento, ocorridos por 1 minuto por resfriamento.

Unidades dos fatores de emissão para combustão em fornos estão em kg/billion KJ.

Os EF do Environment Australian Emission Factor foram considerados como fontes variadas do "Brushes and Electrolytic Cleansing Tanks".

Grupo 09 - Zincagem

Emissões da Zincagem									
ID 2011	Unidades de Emissão	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
LZC#01	LZC - 1 - Chaminé do Pré-Heater	0,01	1,00	0,01	0,01	0,02	0,12	0,01	0,001
LZC#02	LZC - 2 - Chaminé do Pré-Heater	0,01	1,00	0,01	0,01	0,02	0,12	0,01	0,001
LZC#03	LZC-2 - Chaminé do Tubo Radiante	4,72	1,00	4,72	0,00	1,55	179,27	6,60	0,000
LZC#04	LZC-3 - Chaminé do Pré-Heater(PHS)	0,01	1,00	0,01	0,00	0,88	102,32	3,77	0,000
LZC#05	LZC-3 - Chaminé do Tubo Radiante	2,69	1,00	2,69	0,00	0,88	102,32	3,77	0,000
LZC#06	LZC#1 - Chaminé Tubo Radiante	4,28	1,00	4,28	0,00	1,40	162,45	5,99	0,000
LZC#07	LZC#1 - Forno de Recozimento	0,71	1,00	0,71	0,01	0,02	0,12	0,01	0,001
LZC#08	LZC#2 - Forno de Recozimento	0,78	1,00	0,78	0,01	0,02	0,12	0,01	0,001
LZC#09	LZC#2 - Galvanew/Aquecedores	0,00	1,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,000
LZC#10	LZC#3 - Chaminé Limpeza de Tiras	0,13	0,85	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
LZC#11	LZC#3 - Forno HHS	0,45	1,00	0,45	0,01	0,02	0,12	0,01	0,001
TOTAL		13,80		13,78	0,04	4,84	546,93	20,16	0,004

Notas:

* Fatores de emissão para Emission factors for pré-heaters estão em lbs/MMscf.

Os fatores de emissão foram obtidos do: "Hot Dip Galvanizing Calculations Guidance Package", Texas Commission on Environmental Quality.

Fator de Emissão para limpeza da chaminé, foi obtido dos EF de MP do despoiramento do BOF.

Grupo 10 - Laminação a Frio

Emissões da Planta de Laminação a Frio									
ID 2011	Unidades de Emissão	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
LTF#01	LTF-1 Sistema de Exaustão	2,33	0,85	1,98	0,00	0,00	0,00	15,42	0,00
LTF#02	LTF-2 Sistema de Exaustão	2,03	0,85	1,73	0,00	0,00	0,00	13,48	0,00
LTF#03	LTF-3 Sistema de Exaustão	6,46	0,85	5,49	0,00	0,00	0,00	42,81	0,00
LTF#04	Decapagem	36,78	0,85	31,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTF#05	Finalização	12,02	0,85	10,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTF#06	LTF#1 - Cadeira 1	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,71	0,00
LTF#07	LTF#1 - Cadeira 2	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,71	0,00
LTF#08	LTF#1 - Cadeira 3	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,71	0,00
LTF#09	LTF#1 - Cadeira 4	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,71	0,00
LTF#10	LTF#1 - Cadeira 5	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,71	0,00
LTF#11	LTF#1 - Enroladeira	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTF#12	LTF#2 - Cadeira 1	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
LTF#13	LTF#2 - Cadeira 2	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
LTF#14	LTF#2 - Cadeira 3	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
LTF#15	LTF#2 - Cadeira 4	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
LTF#16	LTF#2 - Cadeira 5	0,05	0,85	0,04	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00
LTF#17	LTF#2 - Enroladeira	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LTF#18	LTF#3 - Cadeira 1	0,14	0,85	0,12	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00
LTF#19	LTF#3 - Cadeira 2	0,14	0,85	0,12	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00
LTF#20	LTF#3 - Cadeira 3	0,14	0,85	0,12	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00
LTF#21	LTF#3 - Cadeira 4	0,14	0,85	0,12	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00
LTF#22	LTF#3 - Cadeira 5	0,14	0,85	0,12	0,00	0,00	0,00	4,76	0,00
LTF#23	LTF#3 - Enroladeira	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		60,82		51,69	0,00	0,00	0,00	111,55	0,00

Grupo 11 - Fábrica de Cal

Emissões da Fábrica de Cal									
ID 2011	Calcinadores	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
FC#01	Carregamento da pilha de armazenamento - prima dolomita	24,82	0,10	2,482	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#02	Carregamento da pilha de armazenamento - prima calcário	53,12	0,10	5,312	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#03	Pilha de armazenamento - prima dolomita	0,05	0,10	0,005	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#04	Pilha de armazenamento - prima calcário	0,17	0,10	0,017	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#05	Transferência do calcário para os calcinadores	0,25	0,10	0,025	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#06	Alimentação do calcinador	0,05	0,90	0,042	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#07	Chaminé do calcinador #1	18,02	0,80	14,415	0,001	33,29	10,85	1,45	0,87
FC#08	Chaminé do calcinador #2	20,87	0,80	16,699	0,001	33,29	10,85	1,45	0,87
FC#09	Chaminé do calcinador #3	18,33	0,80	14,664	0,001	33,29	10,85	1,45	0,87
FC#10	Chaminé do calcinador #4	20,15	0,80	16,121	0,001	33,29	10,85	1,45	0,87
FC#11	Hidratadeira	11,19	0,40	4,477	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#12	Sistemas de despoeiramento 1, 2 e 3	12,61	0,40	5,043	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#13	Peneiramento (britagem/peneiramento) - operação para a dolomita*	6,34	0,40	2,536	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#14	Peneiramento (britagem/peneiramento) - operação para a calcário*	1,70	0,50	0,848	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#15	Trajetos de carga do cal, para carros abertos para siderurgia**	17,95	0,10	1,795	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#16	Trajetos de finos do cal para carros abertos para sinterização**	43,42	0,80	34,734	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#17	Transferência na pista de cal carregada*	63,68	0,40	25,471	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#18	Silo de armazenamento de calcário	0,51	0,22	0,112	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#19	Silo de armazenamento de dolomita	0,14	0,22	0,031	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#20	Caçamba de varrição - Finos de Calcário - Elevador	0,05	0,40	0,044	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
FC#21	Caçamba de varrição - Fino de Calcário - CB 08	0,01	0,40	0,008	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		313,42		144,88	0,006	133,15	43,42	5,79	3,47

Notas:

*O fator de emissão da EPA para calibragem com filtros de tecido é 0,003; no entanto, desde que os DCSs foram alterados e somente trabalhando com eficiência extremamente baixa, foi utilizado um fator de 0,1 para MP_{total}.

**Desde que o carregamento nos caminhões ocorrem dentro do edifício, foi assumido eficiência de controle de 90% e incorporado ao EF.

*Assumido que o COG queimado é matéria-prima, COG não dessulfurizado. Queima gás natural, o fator de emissão para SOx poderá ser 0,00315 ao invés de 0,13624.

* Assume 10% de calcário que escapa do edifício e se deposita nas vias, ou seja, controle de eficiência do edifício = 90%.

Para os cálculos das Chaminés dos Calcinadores #1,2,3 e 4 e os Sistemas de Despoeiramento #1,2 e 3, assumiu-se os valores da Amostragem Isocinética..

Grupo 12 - Aciaria

Emissões BOF #1									
ID 2011	Unidades de Emissão	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
LD#1	Sistema filtro manga 1	16,09	0,47	7,62	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#2	Sistema filtro manga 2	34,18	0,47	16,20	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#3	Distribuidor de Despejos	0,25	0,47	0,12	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#4	Aquecimento da Caçamba de Corrida	10,05	0,47	4,77	0,0000	3,52	0,00	0,00	0,00
LD#5	Tripper car	2,51	0,47	1,19	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#6	Casa de Junção	0,25	0,47	0,12	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#7	Chaminé de Desgaseificação à Vácuo	15,08	0,47	7,15	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#8	Sistema de liberação de gás #1	15,08	0,47	7,15	0,0001	3776,24	6,98	0,07	1,68
LD#9	Sistema de liberação de gás #2	15,08	0,47	7,15	0,0001	3776,24	6,98	0,07	1,68
LD#10	Sistema de liberação de gás #3	15,08	0,47	7,15	0,0001	3776,24	6,98	0,07	1,68
LD#11	Conversor A								
	Conversor A - Forno	5,46	0,47	2,59	0,0000	0,00	0,80	0,00	0,00
	Conversor A - Carregamento de sucata	14,86	0,47	7,05	0,0002	0,00	0,00	0,24	0,00
	Conversor A - Carregamento de metal quente*	4,32	0,47	2,05	0,0006	0,00	0,00	0,56	0,00
	Conversor A - Carregamento de cal/dolomita	0,54	0,47	0,26	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor A - Soprador de O ₂	72,23	0,47	34,24	0,0000	5537,42	16,05	0,00	3,21
	Conversor A - Amostragem	0,13	0,47	0,06	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor A - Corrida	0,13	0,47	0,06	0,0025	0,00	1,00	0,25	0,00
	Conversor A - Descorificação	0,13	0,47	0,06	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor A - Transferência de metal quente	14,45	0,47	6,85	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#12	Conversor B								
	Conversor B - Forno	5,56	0,47	2,63	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor B - Carregamento de sucata*	15,14	0,47	7,17	0,0002	0,00	0,00	0,25	0,00
	Conversor B - Carregamento de metal quente*	4,40	0,47	2,08	0,0006	0,00	0,00	0,57	0,00
	Conversor B - Carregamento de cal/dolomita	0,54	0,47	0,26	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor B - Soprador de O ₂	73,55	0,47	34,86	0,0000	5638,61	16,34	0,00	3,27
	Conversor B - Amostragem	0,13	0,47	0,06	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor B - Corrida	0,13	0,47	0,06	0,0004	0,00	16,34	4,09	0,00
	Conversor B - Descorificação	0,13	0,47	0,06	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor B - Transferência de metal quente	14,71	0,47	6,97	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#13	Conversor C								
	Conversor C - Forno	6,08	0,47	2,88	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor C - Carregamento de sucata*	16,55	0,47	7,85	0,0003	3,58	17,88	0,27	0,00
	Conversor C - Carregamento de metal quente*	4,81	0,47	2,28	0,0006	3,58	17,88	0,63	0,00
	Conversor C - Carregamento de cal/dolomita	0,54	0,47	0,26	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor C - Soprador de O ₂	80,44	0,47	38,13	0,0004	6166,93	17,88	0,00	3,58
	Conversor C - Amostragem	0,15	0,47	0,07	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conversor C - Corrida	0,15	0,47	0,07	0,0004	3,58	17,88	4,47	0,00
	Conversor C - Descorificação	0,15	0,47	0,07	0,0018	0,00	0,00	1,79	0,00
	Conversor C - Transferência de metal quente	16,09	0,47	7,63	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#14	Fugitivos do Conversor não capturados	30,16	0,47	14,30	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#15	Dessulfurização do metal quente	20,11	0,47	9,53	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#16	Corte de escória/ lança de O ₂	3,10	0,47	1,47	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#17	Descarga de Cal	10,30	0,47	4,88	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#18	Válvula Gaveta 1	0,48	0,47	0,23	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#19	Válvula gaveta 2	1,03	0,47	0,49	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#20	Borbulhamento do Argônio 1	0,25	0,47	0,12	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#21	Borbulhamento do Argônio 2	0,25	0,47	0,12	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#22	Estação de ferro-gusa	52,56	0,47	24,91	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#23	Forno Panela	6,54	0,47	3,10	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#24	Tipo de vasos de pré-aquecimento	6,54	0,47	3,10	0,0000	1,96	0,00	0,00	0,00

Emissões BOF #1									
ID 2011	Unidades de Emissão	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
LD#25	Silos externos	0,33	0,47	0,15	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#26	Fundição Contínua	10,05	0,47	4,77	0,0000	0,00	125,67	351,89	50,27
LD#27	Resfriamento de Fundição	35,19	0,47	16,68	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#28	LD-1 Escarfaagem Leito 1	4,19	0,47	1,99	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#29	LD-1 Escarfaagem Leito 2	4,19	0,47	1,99	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#30	LD-1 Escarfaagem Leito 3	4,19	0,47	1,99	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#31	LD-1 Escarfaagem Leito 4	4,19	0,47	1,99	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#32	LD-1 Escarfaagem Leito 5	4,19	0,47	1,99	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#33	LD-1 Escarfaagem Leito de Corte	4,19	0,47	1,99	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#34	Chaminé de Despoeiramento 1*	170,19	0,47	80,67	0,0000	10,05	0,00	0,00	10,05
LD#35	Chaminé de Despoeiramento 2	0,56	0,47	0,26	0,0000	10,05	0,00	0,00	10,05
LD#36	Chaminé de Despoeiramento 3	0,56	0,47	0,26	0,0000	10,05	0,00	0,00	10,05
LD#37	Chaminé de Despoeiramento 4	0,56	0,47	0,26	0,0000	10,05	0,00	0,00	10,05
LD#38	Chaminé de Despoeiramento 5	0,56	0,47	0,26	0,0000	10,05	0,00	0,00	10,05
LD#39	Chaminé de Despoeiramento 6*	35,74	0,47	16,94	0,0000	10,05	0,00	0,00	10,05
LD#40	Chaminé de Despoeiramento 7*	36,08	0,47	17,10	0,0000	10,05	0,00	0,00	15,08
LD#41	Chaminé de Despoeiramento 8*	9,89	0,47	4,69	0,0000	10,05	0,00	0,00	10,05
LD#42	Corte de Bode - Chaminé EX-01*	30,77	0,47	14,58	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#43	Corte de Bode - Chaminé EX-02*	32,23	0,47	15,28	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#44	Corte de Bode - Fugitivas	0,13	0,47	0,06	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
LD#45	Pátio de Escória Quente - Movimentação	12,00	0,47	5,69	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		1006,41		477,04	0,008	28768,32	268,66	365,19	150,81

Notas:

*À partir de comunicação pessoal com Mitch Lindsay em 3/10/2011. 2 min. de carregamento de sucata e 5 min. de carregamento de metal quente a cada 45 min.

Totalizando 32 cargas por dia.

Dessas cargas, 64 minutos por dia, ou 0,44 h de ocorre carregamento de sucata por hora; 160 minutos ou 0.111 horas de carregamento de metal quente por hora.

**Emissões de MP_{total} e MP₁₀ calculados, à partir de Amostragem Isocinética, realizadas pela CSN.

‡Fator de Emissão total de 0,005 utilizado, baseado no valor mediano fornecido no relatório do IPPC, Table 8.3 para metalurgia secundária, na qual consiste em desgaseificação à vácuo e aquecimento da panela de fundição. Valor de EF de 0,002 foi atribuído à panela e, um valor de EF de 0,003 foi atribuído ao vácuo de desgaseificação.

Saída de gás do opera por 15 minutos de um total de 45 minutos, então, o fator de emissão utilizado nos cálculos, foi multiplicado pelo fator de 15/45.

O fator de emissão para o carro 'ripper' foi assumido como 10 vezes o fator de emissão para o distribuidor de despejo.

Para carregamento de cal/dolomita, assume-se que a carga ocorre por 1 minuto, a cada 45 minutos.

Para transferência de metal quente, não foi utilizado o fator de emissão da EPA AP-42, pois o fator é para Q-BOF.

Foi utilizado como alternativa, fator de emissão de 2005 no Relatório do IPPC.

O BTEX foi baseado nos dados para o BF gas (Gás de alto forno). O cálculo do BTEX foi assumido como 0.001 vezes o conteúdo de VOC.

Os fatores de emissão de CO, NOx, VOC e SO₂ para o soprador, foi obtido do AP-42, Table 12.5-3 da USEPA. O VOC foi estimado pelos valores de PAH apresentados na tabela.

Assumi-se que o soprador ocorre por 20 minutos de um ciclo de 45 minutos em cada conversor. Para os primeiros 4 minutos iniciais e finais.

A exaustão é desviada para um flare, cuja eficiência de combustão é de 95%.

Para os 37 minutos restantes do ciclo do BOF, o CO é capturado em uma eficiência de captura de 95%.

Os fatores de emissão canadenses, foram julgados mais representativos para emissões no Pátio de Escória. A maior altura das pilhas no Pátio de Escória é de 5m.

Grupo 13 - Laminação a Quente

Emissões da Planta de Laminação a Quente									
ID 2011	Emission Unit	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
LtQ#01	Chaminé de exaustão de fumaça	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	1,49	0,00
LtQ#02	Reaquecimento 1	0,35	0,85	0,29	0,01	2,29	227,72	2,85	0,30
LtQ#03	Reaquecimento 2	0,35	0,85	0,29	0,01	2,29	227,72	2,85	0,30
LtQ#04	Reaquecimento 3	0,35	0,85	0,29	0,01	2,29	227,72	2,85	0,30
LtQ#05	Reaquecimento 4	0,35	0,85	0,29	0,01	2,29	227,72	2,85	0,30
LtQ#06	Reaquecimento 5	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LtQ#07	Reaquecimento 6	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LtQ#08	Reaquecimento 7	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LtQ#09	Reaquecimento 8	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LtQ#10	Escarfagem	12,98	0,85	11,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LtQ#11	Polimento	7,51	0,85	6,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LtQ#12	Aquecimento à temperatura de laminação	29,60	0,85	25,16	0,02	1457,41	1571,27	11,39	485,04
LtQ#13	Remoção de carepa	3,42	0,85	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LtQ#14	Laminação	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	91,09	0,00
LtQ#15	Finalização	1,14	0,85	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		56,04		47,63	0,05	1466,56	2482,15	115,35	486,25

Nota:

Os fatores de emissão durante aquecimento à temperatura de laminação, foram obtidos dos fatores de emissão para combustão do gás da Coqueria, assim como utilizado na Termelétrica.

Grupo 14 - Regeneração do Ácido

Emissões da Regeneração de Ácido									
ID 2011	Unidade de Emissão	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
URA#01	Chaminé de Regeneração de Ácido 1	0,12	1,00	0,12	0,00	2,16	4,88	0,14	0,02
URA#02	Chaminé de Regeneração de Ácido 2	0,12	1,00	0,12	0,00	2,16	4,88	0,14	0,02
URA#03	URA - Chaminé Tanque Estocagem	0,24	1,00	0,24	0,00	38,84	87,87	2,55	0,28
TOTAL		0,47		0,47	0,00	43,15	97,63	2,83	0,31

Notas:

Fonte dos Fatores de Emissão de PM e PM₁₀: "Heavy Metals in the Environment", Wang, Lawrence K., and Nazih K. Shamma, CRC Press, Table 10.12.

Fonte dos Fatores de Emissão de CO, NOx, VOC e SOx: USEPA, AP-42, Tables 1.4-2.

Grupo 15 - Manuseio de Coque

Emissões do Manuseio de Coque									
ID 2011	Unidades de Emissão	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NOx (t/ano)	VOC (t/ano)	SOx (t/ano)
COQ#01	EPC 2	18,33	0,54	9,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#02	EPC 3	18,33	0,54	9,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#03	Pista 7	18,33	0,54	9,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#04	Pista 8	18,33	0,54	9,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#05	Stacker #4	18,33	0,54	9,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#06	Transf. M9A/M9B/M9C	0,16	0,54	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#07	Transf. M9D/CarVag.	0,04	0,54	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#08	Transf. Rampa 3/M5A	0,02	0,54	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#09	Transf. M6A/M9A	0,04	0,54	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#10	Transf. M9E/CarVag	0,04	0,54	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#11	Transf. Rampa 1/M2	0,19	0,54	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#12	Transf. Rampa 2/M1	0,003	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#13	Transf. Rampa 4/TC1	0,02	0,54	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#14	Transf. TC1/TC2	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#15	Transf. TC2/TC3	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#16	Transf. TC3/TC4	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#17	Transf. TC4/CarVag	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#18	Transf. TC4/M9	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#19	Transferência M1/M1A	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#20	Transferência M10/M11	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#21	Transferência M1A/M1B	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#22	Transferência M1B/M9B	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#23	Transferência M2/M2A	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#24	Transferência M2A/M2B	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#25	Transferência M2B/M9C	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#26	Transferência M5A/M6	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#27	Transferência M6/M9/M6A	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#28	Transferência M9/M10	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#29	Transferência M9B/M9D	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#30	Transferência M9C/M9E	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#31	Transferência M9D/M9	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#32	Transferência M9E/M9	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#33	Transferência R13A/R13B	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#34	Transferência R13B/M24	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#35	Transferência M11/Silo	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#36	Transferência M16A/Silo	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#37	Transferência Silo/MA 01	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#38	Transferência Silo/MA 02	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#39	Transferência Silo/MA 03	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#40	Transferência MA 01/M12	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#41	Transferência MA 02/M23	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#42	Transferência MA 03/M12A	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#43	Transferência M23/M25	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#44	Transferência M27/M25	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#45	Transferência M25/M26	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#46	Transferência Calha Móvel/M27	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#47	Transferência M26/Silo	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#48	Transferência Silo/26A	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#49	Transferência 26A/26B	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#50	Transferência 26A/Peneira CP09	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#51	Transferência 26B/Peneira CP10	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#52	Transferência CP09/M29	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#53	Transferência CP09/M30	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#54	Transferência CP10/M31	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#55	Transferência M31/M32	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#56	Transferência Calha Móvel/M16	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#57	Transferência M16A/R35	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#58	Transferência M16/M16A	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#59	Transferência R35/M25	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#60	Transferência M12/Peneira 22	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#61	Transferência M12A/Peneira 12	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#62	Transferência Peneira 12/M17/M18	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#63	Transferência Peneira 22/M17/M18	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#64	Transferência M17/M19A	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#65	Transferência M18/M19	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#66	Transferência M19/M20R	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#67	Transferência M19A/M20AR	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#68	Transferência M20R/M21/M22	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COQ#69	Transferência M20AR/M21/M22	5,00	0,54	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		372,09		200,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Nota:

Fatores de transferência de coque foram obtidos do AP-42, Table 4-14, para manuseio de coque.

Grupo 16 - Carboquímica

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico													
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	1995 USEPA APPROACH 3		
											EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_01	Válvula	25-BL-1A	Dessulfuração	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	01.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_02	Flange	25-BL-1A	Dessulfuração	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	01.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_03	Flange	25-BL-1A	Dessulfuração	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	01.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_04	Válvula	25-BL-1A	Dessulfuração	0590697	7509912	GCO	2,0	01.04.2011		Válvula	0,000004	0,03	0,000033
CQ_05	Conexão	25-BL-1A	Dessulfuração	0590697	7509912	GCO	0,0	01.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_06	Conexão	25-BL-1A	Dessulfuração	0590697	7509912	GCO	0,0	01.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_07	Conexão	25-BL-1A	Dessulfuração	0590699	7509941	GCO	15,0	01.04.2011		Conexão	0,000011	0,10	0,000098
CQ_08	Bomba	25-BL-1A	Dessulfuração	0590699	7509941	GCO	800,0	01.04.2011		Bomba	0,002968	26,00	0,025999
CQ_09	Conexão	25-BL-1A	Dessulfuração	0590699	7509941	GCO	400,0	01.04.2011		Conexão	0,000125	1,10	0,001096
CQ_10	Conexão	25-BL-1A	Dessulfuração	0590699	7509941	GCO	20,0	01.04.2011		Conexão	0,000014	0,12	0,000121
CQ_11	Válvula	-	Dessulfuração	0590675	7509908	GCO	0,0	01.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_12	Conexão	-	Dessulfuração	0590675	7509908	GCO	0,8	01.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000011
CQ_13	Conexão	-	Dessulfuração	0590675	7509908	GCO	0,6	01.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000009
CQ_14	Conexão	26-B1-B	Dessulfuração	0590716	7509872	GCO	105,0	01.04.2011		Conexão	0,000047	0,41	0,000410
CQ_15	Bomba	26-B1-B	Dessulfuração	0590716	7509872	GCO	350,0	01.04.2011		Bomba	0,001792	15,70	0,015702
CQ_16	Válvula	26-B1-B	Dessulfuração	0590716	7509872	GCO	25,2	01.04.2011		Válvula	0,000022	0,19	0,000194
CQ_17	Conexão	26-B1-B	Dessulfuração	0590716	7509872	GCO	15,0	01.04.2011		Conexão	0,000011	0,10	0,000098
CQ_18	Conexão	26-B1-B	Dessulfuração	0590716	7509872	GCO	12,0	01.04.2011		Conexão	0,000010	0,08	0,000083
CQ_19	Válvula	26-B1-B	Dessulfuração	0590716	7509872	GCO	24,5	01.04.2011		Válvula	0,000022	0,19	0,000190
CQ_20	Conexão	26-B1-B	Dessulfuração	0590716	7509872	GCO	12,0	01.04.2011		Conexão	0,000010	0,08	0,000083
CQ_21	Conexão	26-B1-B	Dessulfuração	0590716	7509872	GCO	10,5	01.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000075
CQ_22	Válvula	26-F-1	Dessulfuração	0590719	7509884	GCO	0,5	01.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000012
CQ_23	Conexão	26-F-1	Dessulfuração	0590719	7509884	GCO	20,0	01.04.2011		Conexão	0,000014	0,12	0,000121
CQ_24	Válvula	11-T-1A	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão + Licor Amoniacal	11,5	04.04.2011		Válvula	0,000013	0,11	0,000112
CQ_25	Conexão	11-T-1A	Sistema Gás I	0591278	7510295	Alcatrão + Licor Amoniacal	20,5	04.04.2011		Conexão	0,000014	0,12	0,000123
CQ_26	Conexão	11-T-1A	Sistema Gás I	0591265	7510290	Alcatrão + Licor Amoniacal	10,9	04.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000078
CQ_27	Válvula	11-T-1A	Sistema Gás I	0591280	7510298	Alcatrão	124,0	04.04.2011		Válvula	0,000068	0,59	0,000594
CQ_28	Válvula	11-T-1A	Sistema Gás I	0591269	7510298	Alcatrão	119,0	04.04.2011		Válvula	0,000066	0,58	0,000577
CQ_29*	Vent	11-T-1A	Sistema Gás I	0591284	7510278	Alcatrão + Licor Amoniacal	100.000,0	04.04.2011	Corrente do decantador 1A	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_30	Vent	11-T-1B	Sistema Gás I	0591267	7510278	Alcatrão + Licor Amoniacal	350,0	04.04.2011	Corrente do decantador 1B	Vent	0,000429	3,75	0,003754
CQ_31	Válvula	11-T-1A	Sistema Gás I	0591280	7510289	Alcatrão + Licor Amoniacal	10,0	04.04.2011		Válvula	0,000012	0,10	0,000101
CQ_32	Conexão	11-T-1A	Sistema Gás I	0591278	7510289	Alcatrão + Licor Amoniacal	5,0	04.04.2011		Conexão	0,000005	0,04	0,000044
CQ_33	Conexão	11-T-1A	Sistema Gás I	0591278	7510287	Alcatrão + Licor Amoniacal	4,5	04.04.2011		Conexão	0,000005	0,04	0,000040
CQ_34	Válvula	15-T-1A	Sistema Gás I	0591279	75100305	Alcatrão	0,9	04.04.2011	Tanque de Transferência	Válvula	0,000002	0,02	0,000019
CQ_35	Bomba	15-T-1A	Sistema Gás I	0591274	7510308	Alcatrão	4,9	04.04.2011		Bomba	0,000133	1,16	0,001162
CQ_36	Conexão	15-T-1A	Sistema Gás I	0591270	7510307	Alcatrão	0,5	04.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000008
CQ_37	Vent	15-T-1A	Sistema Gás I	0591284	7510325	Alcatrão + Licor Amoniacal	22,5	04.04.2011		Vent	0,000085	0,75	0,000746
CQ_38	Flange	3-E-1C	Sistema Gás I	0591264	7510267	GCO + Água	0,0	04.04.2011	Resfriador Primário	Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_39	Flange	3-E-1C	Sistema Gás I	0591264	7510267	GCO + Água	0,9	04.04.2011		Flange	0,000004	0,04	0,000038
CQ_40	Válvula	3-E-1C	Sistema Gás I	0591232	7510261	GCO + Água	0,5	04.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000012
CQ_41	Conexão	3-E-1C	Sistema Gás I	0591219	7510270	GCO + Água	1.000,0	04.04.2011	Tubulação aberta	Conexão	0,000245	2,15	0,002149
CQ_42	Conexão	3-E-1C	Sistema Gás I	0591217	7510272	GCO + Água	30,0	04.04.2011		Conexão	0,000019	0,16	0,000163
CQ_43	Vent	3-E-1C	Sistema Gás I	0591217	7510273	GCO + Água	200,0	04.04.2011	Vedação	Vent	0,000308	2,70	0,002700
CQ_44	Válvula	3-E-1C	Sistema Gás I	0591236	7510272	GCO + Água	10,4	04.04.2011		Válvula	0,000012	0,10	0,000104
CQ_45	Conexão	3-E-1C	Sistema Gás I	0591228	7510275	GCO + Água	60,4	04.04.2011	Vedação	Conexão	0,000031	0,27	0,000273
CQ_46*	Vent	3-E-1C	Sistema Gás I	0591208	7510274	GCO + Água	100.000,0	04.04.2011	Vedação	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_47	Conexão	3-E-1C	Sistema Gás I	0591215	7510284	GCO + Água	7,2	04.04.2011		Conexão	0,000007	0,06	0,000057
CQ_48	Flange	3-E-1C	Sistema Gás I	0591212	7510282	GCO + Água	350,0	04.04.2011		Flange	0,000283	2,48	0,002481
CQ_49	Válvula	3-E-1C	Sistema Gás I	0591212	7510288	GCO	20,0	04.04.2011		Válvula	0,000019	0,16	0,000165
CQ_50	Conexão	3-E-1C	Sistema Gás I	0591236	7510295	GCO	0,0	04.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_51	Válvula	3-E-1C	Sistema Gás I	0591227	7510257	GCO	5,5	04.04.2011		Válvula	0,000008	0,07	0,000066
CQ_52	Vent	3-E-1C	Sistema Gás I	0591223	7510265	GCO + Água	44,0	04.04.2011		Vent	0,000126	1,11	0,001107
CQ_53	Vent	3-E-1C	Sistema Gás I	0591220	7510273	GCO + Água	10,0	04.04.2011		Vent	0,000053	0,46	0,000462
CQ_54	Válvula	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	5,0	04.04.2011		Válvula	0,000007	0,06	0,000062
CQ_55	Válvula	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	3,2	04.04.2011		Válvula	0,000005	0,05	0,000045
CQ_56	Vent	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	50,8	04.04.2011	Vedação	Vent	0,000137	1,20	0,001204
CQ_57	Conexão	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	10,0	04.04.2011		Conexão	0,000008	0,07	0,000073
CQ_58	Conexão	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	7,3	04.04.2011		Conexão	0,000007	0,06	0,000058
CQ_59	Válvula	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	04.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_60	Conexão	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	04.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_61	Conexão	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	04.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_62	Vent	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	04.04.2011		Vent	0,000000	0,00	0,000000
CQ_63	Conexão	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	04.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_64	Válvula	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,2	04.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000006
CQ_65	Bomba	4-B-1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,2	04.04.2011		Bomba	0,000019	0,17	0,000165

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico													
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	1995 USEPA APPROACH 3		
											EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_66*	Conexão	Exaustor 1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	100.000,0	04.04.2011	Exaustor inoperante - tubulação de vapor contaminada	Conexão	0,007239	63,42	0,063416
CQ_67	Bomba	Exaustor 2	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	103,0	04.04.2011	Entrada	Bomba	0,000850	7,45	0,007446
CQ_68	Bomba	Exaustor 2	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	208,0	04.04.2011	Saída	Bomba	0,001305	11,43	0,011431
CQ_69	Conexão	Exaustor 2	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	40,0	04.04.2011		Conexão	0,000023	0,20	0,000202
CQ_70	Conexão	Exaustor 1	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	126,0	04.04.2011		Conexão	0,000054	0,47	0,000469
CQ_71	Válvula	Exaustor 2	Sistema Gás I	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	2,2	04.04.2011		Válvula	0,000004	0,03	0,000035
CQ_72	Conexão	Exaustor 2	Sistema Gás I	0591278	7510304	GCO	0,9	04.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000012
CQ_73	Flange	Precipitador 5D-1C	Sistema Gás I	0591247	7510284	GCO	10,4	04.04.2011	Precipitador C	Flange	0,000024	0,21	0,000209
CQ_74	Válvula	Precipitador 5D-1C	Sistema Gás I	0591231	7510310	GCO	0,5	04.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000012
CQ_75	Conexão	Precipitador 5D-1C	Sistema Gás I	0591229	7510310	GCO	0,3	04.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000006
CQ_76	Válvula	Precipitador 5D-1C	Sistema Gás I	0591185	7510315	GCO	0,0	04.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_77	Flange	Precipitador 5D-1C	Sistema Gás I	0591185	7510315	GCO	0,0	04.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_78	Flange	Precipitador 5D2	Sistema Gás I	0591185	7510315	GCO	0,0	04.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_79	Válvula	Precipitador 5D2	Sistema Gás I	0591198	7510311	GCO	0,0	04.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_80	Flange	Precipitador 5D2	Sistema Gás I	0591197	7510312	GCO	0,0	04.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_81	Flange	Precipitador 5D2	Sistema Gás I	0591197	7510312	GCO	0,0	04.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_82	Válvula	5D-1C	Sistema Gás I	0591198	7510311	GCO	0,0	04.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_83	Flange	5D-1C	Sistema Gás I	0591197	7510312	GCO	0,0	04.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_84	Flange	Precipitador 5D2	Sistema Gás I	0591195	7510307	GCO	0,8	04.04.2011		Flange	0,000004	0,03	0,000035
CQ_85	Válvula	Precipitador 5D2	Sistema Gás I	0591195	7510315	GCO	0,8	04.04.2011		Válvula	0,000002	0,02	0,000017
CQ_86	Válvula	Absorvedor 7-T-1A	Sistema Gás I	0591204	7510311	GCO	2,1	04.04.2011		Válvula	0,000004	0,03	0,000034
CQ_87	Conexão	Absorvedor 7-T-1A	Sistema Gás I	0591205	7510312	GCO	0,0	04.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_88	Válvula	Resfriador 8-C-1	Sistema Gás I	0591204	7510311	GCO	2,1	04.04.2011		Válvula	0,000004	0,03	0,000034
CQ_89	Conexão	Resfriador 8-C-1	Sistema Gás I	0591205	7510272	GCO	0,0	04.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_90	Válvula	Resfriador 8-C-1	Sistema Gás I	0591201	7510272	GCO	0,2	04.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000006
CQ_91	Flange	Resfriador 8-C-1	Sistema Gás I	0591201	7510272	GCO	0,0	04.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_92	Conexão	Resfriador 8-C-1	Sistema Gás I	0591202	7510272	GCO	0,0	04.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_93	Conexão	Resfriador 8-C-1	Sistema Gás I	0591201	7510272	GCO	0,0	04.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_94	Bomba	Lavador	Sistema Gás I	0591212	7510269	Óleo Benzol	7,2	04.04.2011	Lavador não esta representado no Layout da área	Bomba	0,000168	1,47	0,001469
CQ_95	Bomba	Lavador	Sistema Gás I	0591190	7510281	Óleo Benzol	1,4	04.04.2011		Bomba	0,000062	0,54	0,000541
CQ_96	Válvula	Lavador	Sistema Gás I	0591182	7510267	Óleo Benzol	2,2	04.04.2011		Válvula	0,000004	0,03	0,000035
CQ_97	Bomba	Lavador	Sistema Gás I	0591182	7510267	Óleo Benzol	6,2	04.04.2011		Bomba	0,000153	1,34	0,001341
CQ_98	Válvula	Lavador	Sistema Gás I	0591189	7510261	Óleo Benzol	3,2	04.04.2011		Válvula	0,000005	0,05	0,000045
CQ_99	Válvula	Lavador	Sistema Gás I	0591189	7510261	Óleo Benzol	30,0	04.04.2011		Válvula	0,000025	0,22	0,000219
CQ_100	Válvula	Lavador	Sistema Gás I	0591166	7510258	Óleo Benzol	28,4	04.04.2011		Válvula	0,000024	0,21	0,000211
CQ_101	Conexão	Resfriador	Sistema Gás I	0591176	7510266	Óleo Benzol	19,1	04.04.2011		Conexão	0,000013	0,12	0,000117
CQ_102	Conexão	Resfriador	Sistema Gás I	0591185	7510266	Óleo Benzol	21,1	04.04.2011		Conexão	0,000014	0,13	0,000126
CQ_103	Conexão	Resfriador	Sistema Gás I	0591188	7510274	Óleo Benzol	0,2	04.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000004
CQ_104	Conexão	Resfriador	Sistema Gás I	0591193	7510274	Óleo Benzol	1,8	04.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000021
CQ_105	Conexão	Resfriador	Sistema Gás I	0591186	7510277	Óleo Benzol	3,4	04.04.2011		Conexão	0,000004	0,03	0,000033
CQ_106	Válvula	Resfriador	Sistema Gás I	0591175	7510260	Óleo Benzol	0,0	04.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_107	Válvula	Resfriador	Sistema Gás I	0591176	7510259	Óleo Benzol	0,0	04.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_108	Flange	Lavador 9-C-1	Sistema Gás I	0591170	7510242	Óleo Benzol	0,0	04.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_109	Flange	Lavador 9-C-1	Sistema Gás I	0591168	7510240	Óleo Benzol	0,0	04.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_110	Bomba	Lavador 9-C-1	Sistema Gás I	0591190	7510214	Óleo Benzol	5,0	04.04.2011		Bomba	0,000134	1,18	0,001176
CQ_111	Bomba	Lavador 9-C-1	Sistema Gás I	0591192	7510213	Óleo Benzol	23,2	04.04.2011		Bomba	0,000342	3,00	0,002999
CQ_112	Bomba	Lavador 9-C-1	Sistema Gás I	0591192	7510213	Óleo Benzol	11,3	04.04.2011		Bomba	0,000221	1,93	0,001934
CQ_113	Válvula	Lavador 9-C-1	Sistema Gás I	0591200	7510212	Óleo Benzol	0,0	04.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_114	Válvula	Lavador 9-C-1	Sistema Gás I	0591200	7510215	Óleo Benzol	2,2	04.04.2011		Válvula	0,000004	0,03	0,000035
CQ_115	Válvula	Lavador 9-C-1	Sistema Gás I	0591163	7510241	Óleo Benzol	0,5	04.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000012
CQ_116	Válvula	Lavador 9-C-1	Sistema Gás I	0591181	7510226	Óleo Benzol	2,4	04.04.2011		Válvula	0,000004	0,04	0,000037
CQ_117	Bomba	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590810	7510094	Benzol	2,4	06.04.2011		Bomba	0,000086	0,75	0,000752
CQ_118	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590810	7510094	Benzol	1,8	06.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000021
CQ_119	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590809	7510092	Benzol	2,1	06.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000023
CQ_120	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590809	7510092	Benzol	3,4	06.04.2011		Válvula	0,000005	0,05	0,000047
CQ_121	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590809	7510092	Benzol	5,2	06.04.2011		Conexão	0,000005	0,05	0,000045
CQ_122	Flange	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590808	7510090	Benzol	0,0	06.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_123	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590808	7510090	Benzol	4,4	06.04.2011		Conexão	0,000005	0,04	0,000040
CQ_124	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590808	7510090	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_125	Bomba	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590808	7510135	Benzol	0,0	06.04.2011		Bomba	0,000000	0,00	0,000000
CQ_126	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590811	7510125	Benzol	4,4	06.04.2011		Conexão	0,000005	0,04	0,000040
CQ_127	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590811	7510125	Benzol	3,0	06.04.2011		Válvula	0,000005	0,04	0,000043
CQ_128	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590811	7510125	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_129	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590807	7510117	Benzol	2,2	06.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000024
CQ_130	Flange	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590807	7510117	Benzol	0,0	06.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_131	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590827	7510083	Benzol	2,8	06.04.2011		Conexão	0,000003	0,03	0,000029
CQ_132	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590827	7510083	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_133*	Vent	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590810	7510130	Benzol	100.000,0	06.04.2011	tanque [Assumido o pior caso (ppm)]	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_134	Vent	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590818	7510138	Benzol	5,8	06.04.2011	Vedação	Vent	0,000038	0,34	0,000336
CQ_135	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590800	7510127	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico										1995 USEPA APPROACH 3			
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_136	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590800	7510127	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_137	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590800	7510127	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_138	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590790	751027	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_139	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590790	751027	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_140	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590790	751027	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_141	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590818	7510113	Benzol	5,4	06.04.2011		Válvula	0,000007	0,07	0,000066
CQ_142	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590818	7510113	Benzol	2,2	06.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000024
CQ_143	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590818	7510113	Benzol	1,8	06.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000021
CQ_144	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590814	7510105	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_145	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590814	7510105	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_146	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590814	7510105	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_147	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590797	7510145	Benzol	3,2	06.04.2011		Conexão	0,000004	0,03	0,000032
CQ_148	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590797	7510145	Benzol	4,2	06.04.2011		Conexão	0,000004	0,04	0,000038
CQ_149	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590797	7510145	Benzol	5,1	06.04.2011		Válvula	0,000007	0,06	0,000063
CQ_150	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590772	7510136	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_151	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590772	7510136	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_152	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590772	7510136	Benzol	0,0	06.04.2011	válvula (principal) by pass	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_153	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590780	7510137	Benzol	7,8	06.04.2011		Conexão	0,000007	0,06	0,000061
CQ_154	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590808	7510131	Benzol	0,0	06.04.2011	válvula saída principal	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_155	Conexão	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590808	7510131	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_156	Válvula	Lavador 109-C-1A	Benzol II	0590808	7510131	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_157	Bomba	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590891	7510160	Benzol	0,0	06.04.2011	bomba hermética	Bomba	0,000000	0,00	0,000000
CQ_158	Conexão	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590896	7510158	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_159	Conexão	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590896	7510158	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_160	Válvula	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590896	7510158	Benzol	5,4	06.04.2011		Válvula	0,000007	0,07	0,000066
CQ_161	Válvula	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590897	7510159	Benzol	0,0	06.04.2011	válvula de retenção	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_162	Conexão	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590897	7510159	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_163	Válvula	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590896	2510160	Benzol	3,2	06.04.2011		Válvula	0,000005	0,05	0,000045
CQ_164	Válvula	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590879	7510154	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_165	Conexão	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590879	7510154	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_166	Conexão	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590879	7510154	Benzol	5,0	06.04.2011		Conexão	0,000005	0,04	0,000044
CQ_167	Vent	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590872	7510143	Benzol	7,0	06.04.2011		Vent	0,000043	0,37	0,000375
CQ_168	Válvula	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590872	7510143	Benzol	10,5	06.04.2011		Válvula	0,000012	0,10	0,000105
CQ_169	Conexão	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590872	7510143	Benzol	15,0	06.04.2011		Conexão	0,000011	0,10	0,000098
CQ_170	Conexão	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590872	7510143	Benzol	11,4	06.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000080
CQ_171	Válvula	Tanque 109-T-5	Benzol II	0590896	7510161	Benzol	218,5	06.04.2011	válvula de alívio	Válvula	0,000101	0,89	0,000885
CQ_172	Válvula	Prédio 109-E-1A	Benzol II	0590875	7510176	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_173	Conexão	Prédio 109-E-1A	Benzol II	0590875	7510176	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_174	Conexão	Prédio 109-E-1A	Benzol II	0590886	7510172	Benzol	0,4	06.04.2011	topo prédio - ao lado coluna	Conexão	0,000001	0,01	0,000007
CQ_175	Vent	Prédio 109-E-1A	Benzol II	0590874	7510176	Benzol	33,2	06.04.2011		Vent	0,000107	0,94	0,000938
CQ_176	Conexão	Prédio 109-E-1A	Benzol II	0590874	7510176	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_177	Conexão	Prédio 109-T-1	Benzol II	0590882	7510156	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_178	Válvula	Prédio 109-T-1	Benzol II	0590884	7510179	Benzol	0,2	06.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000006
CQ_179	Conexão	Prédio 109-T-1	Benzol II	0590884	7510179	Benzol	1,2	06.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000015
CQ_180	Conexão	Prédio 109-T-1	Benzol II	0590884	7510180	Benzol	0,9	06.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000012
CQ_181	Válvula	Prédio 109-T-1	Benzol II	0590881	7510138	Benzol	0,0	06.04.2011	109-T-1 - tanque (único)	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_182	Conexão	Prédio 109-T-1	Benzol II	0590881	7510138	Benzol	1,1	06.04.2011		Conexão	0,000002	0,01	0,000014
CQ_183	Conexão	Prédio 109-T-1	Benzol II	0590881	7510138	Benzol	3,1	06.04.2011		Conexão	0,000004	0,03	0,000031
CQ_184	Flange	Prédio 109-T-1	Benzol II	0590881	7510138	Benzol	0,0	06.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_185	Vent	Prédio 109-T-1	Benzol II	0590872	7510165	Benzol	167,5	06.04.2011		Vent	0,000278	2,43	0,002432
CQ_186	Válvula	Prédio 109-E-3	Benzol II	0590870	7510170	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_187	Conexão	Prédio 109-E-3	Benzol II	0590870	7510170	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_188	Conexão	Prédio 109-E-3	Benzol II	0590870	7510170	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_189	Vent	Prédio 109-E-3	Benzol II	0590859	7510153	Benzol	0,0	06.04.2011		Vent	0,000000	0,00	0,000000
CQ_190	Vent	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590914	7510145	Benzol	15,1	06.04.2011		Vent	0,000067	0,59	0,000589
CQ_191	Flange	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590893	7510165	Benzol	0,0	06.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_192	Válvula	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590896	7510181	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_193	Conexão	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590896	7510181	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_194	Conexão	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590896	7510181	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_195	Válvula	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590896	7510181	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_196	Conexão	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590896	7510181	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_197	Conexão	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590896	7510181	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_198	Conexão	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590896	7510181	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_199	Válvula	Prédio 109-T-2	Benzol II	0590896	7510181	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_200	Válvula	Prédio 109-E-2	Benzol II	0590859	7510189	Benzol	1,2	06.04.2011		Válvula	0,000003	0,02	0,000023
CQ_201	Válvula	Prédio 109-E-2	Benzol II	0590873	7510184	Benzol	0,2	06.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000006
CQ_202	Conexão	Prédio 109-E-2	Benzol II	0590873	7510184	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_203	Vent	Prédio 109-E-2	Benzol II	0590882	7510191	Benzol	20,3	06.04.2011		Vent	0,000080	0,70	0,000702
CQ_204	Bomba	Base 109-P-5C	Benzol II	0590884	7510186	Benzol	1,9	06.04.2011		Bomba	0,000074	0,65	0,000652
CQ_205	Válvula	Base 109-P-5C	Benzol II	0590866	7510163	Benzol	0,2	06.04.2011	válvula de saída	Válvula	0,000001	0,01	0,000006
CQ_206	Conexão	Base 109-P-5C	Benzol II	0590866	7510163	Benzol	3,2	06.04.2011		Conexão	0,000004	0,03	0,000032
CQ_207	Válvula	Base 109-P-5C	Benzol II	0590866	7510148	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico													
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	1995 USEPA APPROACH 3		
											EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_208	Válvula	Base 109-P-5C	Benzol II	0590870	7510158	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_209	Bomba	Base 109-P-7	Benzol II	0590877	7510162	Benzol	342,5	06.04.2011		Bomba	0,001769	15,50	0,015496
CQ_210	Conexão	Base 109-P-7	Benzol II	0590877	7510162	Benzol	102,8	06.04.2011		Conexão	0,000046	0,40	0,000404
CQ_211	Vent	Base 109-P-7	Benzol II	0590888	7510169	Benzol	1.527,8	06.04.2011		Vent	0,001021	8,94	0,008942
CQ_212	Válvula	Base 109-T-4	Benzol II	0590891	7510188	Benzol	546,0	06.04.2011		Válvula	0,000192	1,68	0,001685
CQ_213	Conexão	Base 109-T-4	Benzol II	0590891	7510188	Benzol	378,0	06.04.2011		Conexão	0,000120	1,05	0,001051
CQ_214	Conexão	Base 109-T-4	Benzol II	0590891	7510188	Benzol	405,0	06.04.2011		Conexão	0,000126	1,11	0,001106
CQ_215	Vent	Base 109-T-4	Benzol II	0590889	7510184	Benzol	100.000,0	06.04.2011	Tanque Furado	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_216	Conexão	Base 109-T-4	Benzol II	0590884	7510178	Benzol	167,0	06.04.2011		Conexão	0,000066	0,58	0,000577
CQ_217	Flange	Base 109-T-4	Benzol II	0590889	7510182	Benzol	1.585,0	06.04.2011		Flange	0,000819	7,18	0,007175
CQ_218	Flange	Base 109-T-4	Benzol II	0590886	7510192	Benzol	195,0	06.04.2011		Flange	0,000188	1,64	0,001645
CQ_219	Vent	Base 109-T-4	Benzol II	0590887	7510188	Benzol	389,9	06.04.2011		Vent	0,000457	4,00	0,004001
CQ_220	Bomba	Bomba 109-P-09	Benzol II	0590880	7510183	Benzol	54,8	06.04.2011		Bomba	0,000578	5,07	0,005067
CQ_221	Vent	Bomba 109-P-09	Benzol II	0590882	7510180	Benzol	770,0	06.04.2011		Vent	0,000682	5,97	0,005973
CQ_222	Conexão	Bomba 109-P-09	Benzol II	0590882	7510180	Benzol	35,9	06.04.2011		Conexão	0,000021	0,19	0,000186
CQ_223	Válvula	Bomba 109-P-09	Benzol II	0590882	7510180	Benzol	44,5	06.04.2011		Válvula	0,000033	0,29	0,000289
CQ_224	Conexão	Bomba 109-P-09	Benzol II	0590882	7510180	Benzol	63,8	06.04.2011		Conexão	0,000032	0,28	0,000284
CQ_225	Bomba	Bomba 109-P-11A	Benzol II	0590891	7510189	Benzol	9,4	06.04.2011		Bomba	0,000197	1,73	0,001729
CQ_226	Válvula	Bomba 109-P-11A	Benzol II	0590891	7510189	Benzol	35,9	06.04.2011		Válvula	0,000028	0,25	0,000249
CQ_227	Conexão	Bomba 109-P-11A	Benzol II	0590902	7510188	Benzol	8,6	06.04.2011		Conexão	0,000007	0,07	0,000065
CQ_228	Conexão	Bomba 109-P-11A	Benzol II	0590902	7510188	Benzol	4,4	06.04.2011		Conexão	0,000005	0,04	0,000040
CQ_229	Válvula	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590884	7510189	Benzol	45,8	06.04.2011		Válvula	0,000034	0,30	0,000295
CQ_230	Conexão	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590884	7510189	Benzol	19,8	06.04.2011		Conexão	0,000014	0,12	0,000120
CQ_231	Conexão	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590884	7510189	Benzol	33,4	06.04.2011		Conexão	0,000020	0,18	0,000177
CQ_232	Bomba	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590865	7510179	Benzol	0,0	06.04.2011		Bomba	0,000000	0,00	0,000000
CQ_233	Válvula	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590865	7510179	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_234	Conexão	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590865	7510179	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_235	Conexão	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590865	7510179	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_236	Vent	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590867	7510179	Benzol	10,0	06.04.2011		Vent	0,000053	0,46	0,000462
CQ_237	Bomba	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590867	7510179	Benzol	17,9	06.04.2011		Bomba	0,000292	2,56	0,002560
CQ_238	Válvula	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590867	7510179	Benzol	0,5	06.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000012
CQ_239	Conexão	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590867	7510179	Benzol	13,3	06.04.2011		Conexão	0,000010	0,09	0,000090
CQ_240	Conexão	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590867	7510179	Benzol	10,0	06.04.2011		Conexão	0,000008	0,07	0,000073
CQ_241	Flange	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590881	7510182	Benzol	0,0	06.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_242	Conexão	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590881	7510182	Benzol	12,2	06.04.2011		Conexão	0,000010	0,08	0,000084
CQ_243	Vent	Tanque 109-T-7	Benzol II	0590868	7510171	Benzol	303,4	06.04.2011		Vent	0,000394	3,45	0,003451
CQ_244	Bomba	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590881	7510179	Benzol	31,0	06.04.2011		Bomba	0,000409	3,58	0,003579
CQ_245	Vent	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590881	7510179	Benzol	8,6	06.04.2011		Vent	0,000048	0,42	0,000423
CQ_246	Conexão	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590881	7510179	Benzol	1,5	06.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000018
CQ_247	Conexão	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590881	7510179	Benzol	1,0	06.04.2011		Conexão	0,000002	0,01	0,000013
CQ_248	Válvula	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590881	7510179	Benzol	33,2	06.04.2011		Válvula	0,000027	0,24	0,000235
CQ_249	Vent	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590868	7510172	Benzol	1.441,0	06.04.2011		Vent	0,000986	8,64	0,008640
CQ_250	Flange	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590848	7510171	Benzol	4,8	06.04.2011		Flange	0,000014	0,12	0,000122
CQ_251	Válvula	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590848	7510171	Benzol	202,0	06.04.2011		Válvula	0,000096	0,84	0,000838
CQ_252	Conexão	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590863	7510177	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_253	Conexão	Tanque 109 T-3	Benzol II	0590863	7510177	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_254	Conexão	Resfriador 109-E-4G	Benzol II	0590864	7510146	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_255	Conexão	Resfriador 109-E-4G	Benzol II	0590864	7510146	Benzol	0,9	06.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000012
CQ_256	Válvula	Resfriador 109-E-4G	Benzol II	0590864	7510146	Benzol	20,6	06.04.2011		Válvula	0,000019	0,17	0,000168
CQ_257	Conexão	Resfriador 109-E-4G	Benzol II	0590864	7510146	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_258	Válvula	Resfriador 109-E-4G	Benzol II	0590864	7510146	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_259	Conexão	Resfriador 109-E-4G	Benzol II	0590864	7510146	Benzol	15,8	06.04.2011		Conexão	0,000012	0,10	0,000102
CQ_260	Válvula	Resfriador 109-E-4G	Benzol II	0590864	7510146	Benzol	19,3	06.04.2011		Válvula	0,000018	0,16	0,000161
CQ_261	Vent	Resfriador 109-E-4G	Benzol II	0590869	7510139	Benzol	53,9	06.04.2011		Vent	0,000142	1,25	0,001247
CQ_262	Válvula	Tanque 109-T-6	Benzol II	0590887	7510150	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_263	Conexão	Tanque 109-T-6	Benzol II	0590887	7510150	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_264	Conexão	Tanque 109-T-6	Benzol II	0590887	7510150	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_265	Válvula	Tanque 109-T-6	Benzol II	0590893	7510141	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_266	Conexão	Tanque 109-T-6	Benzol II	0590893	7510141	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_267	Conexão	Tanque 109-T-6	Benzol II	0590893	7510141	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_268	Vent	Tanque 109-T-6	Benzol II	0590898	7510146	Benzol	0,0	06.04.2011		Vent	0,000000	0,00	0,000000
CQ_269	Flange	Tanque 109-T-6	Benzol II	0590885	7510141	Benzol	0,0	06.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_270	Válvula	Caminhão	Benzol II	0590063	7510217	Benzol	0,6	06.04.2011	área de abastecimento de caminhões	Válvula	0,000002	0,01	0,000014
CQ_271	Flange	Caminhão	Benzol II	0590063	7510217	Benzol	53,4	06.04.2011		Flange	0,000076	0,66	0,000662
CQ_272	Válvula	Estação carregamento BTX	Benzol II	0590960	7510221	Benzol	40,5	06.04.2011		Válvula	0,000031	0,27	0,000271
CQ_273	Conexão	Estação carregamento BTX	Benzol II	0590960	7510221	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_274	Conexão	Estação carregamento BTX	Benzol II	0590960	7510221	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_275	Bomba	Estação carregamento BTX	Benzol II	0591026	7510221	Benzol	0,0	06.04.2011		Bomba	0,000000	0,00	0,000000
CQ_276	Válvula	Estação carregamento BTX	Benzol II	0591024	7510222	Benzol	0,0	06.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_277	Conexão	Estação carregamento BTX	Benzol II	0591024	7510222	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_278	Conexão	Estação carregamento BTX	Benzol II	0591024	7510222	Benzol	0,0	06.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_279	Vent	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590975	7510198	Benzol	126,0	06.04.2011		Vent	0,000235	2,06	0,002057
CQ_280	Vent	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590976	7510204	Benzol	197,8	06.04.2011		Vent	0,000306	2,68	0,002682
CQ_281	Vent	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590971	7510205	Benzol	0,9	06.04.2011		Vent	0,000013	0,11	0,000112

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico											1995 USEPA APPROACH 3		
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_282	Vent	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590974	7510209	Benzol	41,2	06.04.2011		Vent	0,000122	1,06	0,001065
CQ_283	Vent	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590970	7510206	Benzol	15,0	06.04.2011		Vent	0,000067	0,59	0,000587
CQ_284	Flange	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590982	7510189	Benzol	0,0	06.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_285	Válvula	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590990	7510203	Benzol	261,0	06.04.2011	entrada e saída	Válvula	0,000114	1,00	0,001003
CQ_286	Válvula	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590989	7510201	Benzol	5,3	06.04.2011		Válvula	0,000007	0,06	0,000065
CQ_287	Vent	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590989	7510199	Benzol	7,8	06.04.2011	dreno	Vent	0,000046	0,40	0,000399
CQ_288	Conexão	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590989	7510199	Benzol	1,0	06.04.2011		Conexão	0,000002	0,01	0,000013
CQ_289	Conexão	Tanque - PT-101A	Benzol II	0590989	7510199	Benzol	0,8	06.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000011
CQ_290	Conexão	Precipitador A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	0,0	05.04.2011	Vedação	Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_291	Conexão	Precipitador A	Sistema Gás II	0590760	7510130	GCO	0,2	05.04.2011	topo	Conexão	0,000000	0,00	0,000004
CQ_292	Conexão	Precipitador A	Sistema Gás II	0590760	7510130	GCO	0,4	05.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000007
CQ_293	Válvula	Precipitador A	Sistema Gás II	0590760	7510130	GCO	0,5	05.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000012
CQ_294	Conexão	Precipitador A	Sistema Gás II	0590760	7510130	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_295	Válvula	Precipitador A	Sistema Gás II	0590760	7510130	GCO	0,0	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_296	Vent	Precipitador A	Sistema Gás II	0590759	7510120	GCO	34,9	05.04.2011		Vent	0,000110	0,97	0,000966
CQ_297	Válvula	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590767	7510132	GCO	0,0	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_298	Conexão	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590767	7510132	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_299	Conexão	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590767	7510132	GCO	0,1	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000002
CQ_300	Válvula	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590771	7510131	GCO	0,2	05.04.2011	válvula principal entrada	Válvula	0,000001	0,01	0,000006
CQ_301	Válvula	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590768	7510128	GCO	0,0	05.04.2011	válvula by pass	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_302	Conexão	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590768	7510128	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_303	Conexão	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590768	7510128	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_304	Vent	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590780	7510120	GCO	0,0	05.04.2011		Vent	0,000000	0,00	0,000000
CQ_305	Flange	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590782	7510098	GCO	0,0	05.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_306	Flange	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590780	7510099	GCO	0,0	05.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_307	Conexão	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590781	7510096	GCO	3,9	05.04.2011		Conexão	0,000004	0,04	0,000036
CQ_308	Conexão	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590780	7510102	GCO	2,2	05.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000024
CQ_309	Flange	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590771	7510093	GCO	0,0	05.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_310	Flange	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590784	7510062	GCO	1,2	05.04.2011		Flange	0,000005	0,05	0,000046
CQ_311	Flange	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590781	7510085	GCO	0,4	05.04.2011		Flange	0,000002	0,02	0,000021
CQ_312	Flange	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590786	7510113	GCO	2,5	05.04.2011		Flange	0,000009	0,08	0,000077
CQ_313	Conexão	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590789	7510096	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_314	Vent	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590791	7510102	Condensado + Alcatrão	8,6	05.04.2011		Vent	0,000048	0,42	0,000423
CQ_315	Válvula	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590791	7510102	Condensado + Alcatrão	0,0	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_316	Conexão	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590791	7510102	Condensado + Alcatrão	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_317	Conexão	Absorvedor 7-T1-B	Sistema Gás II	0590791	7510102	Condensado + Alcatrão	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_318	Conexão	Resfriador A	Sistema Gás II	0590795	7510120	GCO	0,0	05.04.2011	topo	Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_319	Conexão	Resfriador A	Sistema Gás II	0590795	7510120	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_320	Conexão	Resfriador A	Sistema Gás II	0590795	7510120	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_321	Conexão	Resfriador A	Sistema Gás II	0590795	7510120	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_322	Válvula	Resfriador A	Sistema Gás II	0590795	7510120	GCO	0,0	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_323	Válvula	Resfriador A	Sistema Gás II	0590788	7510114	GCO	0,0	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_324	Flange	Resfriador A	Sistema Gás II	0590778	7510115	GCO	0,0	05.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_325	Válvula	Resfriador A	Sistema Gás II	0590800	7510115	GCO	0,0	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_326	Conexão	Resfriador A	Sistema Gás II	0590800	7510115	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_327	Conexão	Resfriador A	Sistema Gás II	0590800	7510115	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_328	Vent	Resfriador A	Sistema Gás II	0590789	7510130	GCO	2,1	05.04.2011		Vent	0,000021	0,18	0,000184
CQ_329	Válvula	Resfriador A	Sistema Gás II	0590791	7510122	GCO	0,7	05.04.2011		Válvula	0,000002	0,02	0,000016
CQ_330	Conexão	Resfriador A	Sistema Gás II	0590791	7510122	GCO	0,4	05.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000007
CQ_331	Vent	Resfriador A	Sistema Gás II	0590791	7510122	GCO	375,4	05.04.2011		Vent	0,000447	3,91	0,003912
CQ_332*	Vent	Resfriador A	Sistema Gás II	0590807	7510084	GCO	100.000,0	05.04.2011	Assumido o pior caso (ppm)	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_333*	Vent	Resfriador A	Sistema Gás II	0590802	7510113	GCO	100.000,0	05.04.2011	Assumido o pior caso (ppm)	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_334	Válvula	Resfriador A	Sistema Gás II	0590803	7510040	GCO	0,6	05.04.2011		Válvula	0,000002	0,01	0,000014
CQ_335	Válvula	Resfriador A	Sistema Gás II	0590830	7510064	GCO	1,3	05.04.2011		Válvula	0,000003	0,02	0,000024
CQ_336	Conexão	Resfriador A	Sistema Gás II	0590830	7510064	GCO	0,8	05.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000011
CQ_337	Conexão	Resfriador A	Sistema Gás II	0590830	7510064	GCO	0,3	05.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000006
CQ_338	Válvula	Decantador A	Sistema Gás II	0590693	7510076	Alcatrão + Licor	616,7	05.04.2011	válvula de amostragem aberta	Válvula	0,000210	1,84	0,001836
CQ_339	Válvula	Decantador A	Sistema Gás II	0590699	7510089	Alcatrão 95%	23,4	05.04.2011		Válvula	0,000021	0,18	0,000184
CQ_340	Conexão	Decantador A	Sistema Gás II	0590699	7510089	Alcatrão 95%	12,3	05.04.2011		Conexão	0,000010	0,08	0,000085
CQ_341	Conexão	Decantador A	Sistema Gás II	0590699	7510089	Alcatrão 95%	5,1	05.04.2011		Conexão	0,000005	0,04	0,000044
CQ_342	Válvula	Decantador A	Sistema Gás II	0590701	7010101	Alcatrão 95%	2,3	05.04.2011		Válvula	0,000004	0,04	0,000036
CQ_343	Conexão	Decantador A	Sistema Gás II	0590701	7010101	Alcatrão 95%	1,4	05.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000017
CQ_344	Conexão	Decantador A	Sistema Gás II	0590701	7010101	Alcatrão 95%	2,2	05.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000024
CQ_345	Válvula	Decantador A	Sistema Gás II	0590709	7510083	Alcatrão 95%	0,9	05.04.2011	válvula giroscópica	Válvula	0,000002	0,02	0,000019
CQ_346	Vent	Decantador A	Sistema Gás II	0590709	7510084	Alcatrão + Licor	0,6	05.04.2011		Vent	0,000010	0,09	0,000088
CQ_347	Válvula	Decantador A	Sistema Gás II	0590713	7510075	Alcatrão + Licor	0,3	05.04.2011	válvula de entrada	Válvula	0,000001	0,01	0,000009
CQ_348	Conexão	Decantador A	Sistema Gás II	0590713	7510075	Alcatrão + Licor	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_349	Conexão	Decantador A	Sistema Gás II	0590713	7510075	Alcatrão + Licor	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_350	Vent	Decantador C	Sistema Gás II	0590724	7510077	Alcatrão + Licor	125,5	05.04.2011		Vent	0,000234	2,05	0,002052
CQ_351	Válvula	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590700	7510095	Alcatrão 95%	0,6	05.04.2011		Válvula	0,000002	0,01	0,000014
CQ_352	Flange	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590700	7510103	Alcatrão 95%	0,0	05.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_353	Válvula	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590700	7510103	Alcatrão 95%	0,0	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico													
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	1995 USEPA APPROACH 3		
											EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_354	Conexão	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590700	7510103	Alcatrão 95%	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_355	Conexão	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590700	7510103	Alcatrão 95%	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_356	Válvula	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590699	7510106	Alcatrão 95%	15,2	05.04.2011		Válvula	0,000016	0,14	0,000136
CQ_357	Válvula	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590688	7510103	Alcatrão 95%	0,0	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_358	Conexão	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590688	7510103	Alcatrão 95%	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_359	Conexão	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590688	7510103	Alcatrão 95%	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_360*	Vent	Coletor 115-T-1C	Sistema Gás II	0590715	7510101	Alcatrão 95%	100.000,0	05.04.2011	vent superior - coletor C - temperatura	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_361	Vent	Coletor 115-T-1A	Sistema Gás II	0590698	7510101	Alcatrão 95%	2.500,0	05.04.2011	vent superior - Coletor A - entupido	Vent	0,001364	11,95	0,011952
CQ_362	Bomba	Bomba 122-P-1	Sistema Gás II	0590698	7510111	Alcatrão 95%	35,6	05.04.2011		Bomba	0,000445	3,89	0,003895
CQ_363	Válvula	Bomba 122-P-1	Sistema Gás II	0590698	7510111	Alcatrão 95%	15,6	05.04.2011		Válvula	0,000016	0,14	0,000138
CQ_364	Conexão	Bomba 122-P-1	Sistema Gás II	0590698	7510111	Alcatrão 95%	12,3	05.04.2011		Conexão	0,000010	0,08	0,000085
CQ_365	Conexão	Bomba 122-P-1	Sistema Gás II	0590698	7510111	Alcatrão 95%	13,3	05.04.2011		Conexão	0,000010	0,09	0,000090
CQ_366	Vent	Tanque 11-T-1B	Sistema Gás II	0590753	7510158	Condensado	5,3	05.04.2011		Vent	0,000036	0,32	0,000318
CQ_367	Válvula	Tanque 11-T-1B	Sistema Gás II	0590753	7510141	Alcatrão	6,2	05.04.2011		Válvula	0,000008	0,07	0,000072
CQ_368	Conexão	Tanque 11-T-1B	Sistema Gás II	0590753	7510141	Alcatrão	6,4	05.04.2011		Conexão	0,000006	0,05	0,000052
CQ_369	Conexão	Tanque 11-T-1B	Sistema Gás II	0590753	7510141	Alcatrão	6,6	05.04.2011		Conexão	0,000006	0,05	0,000054
CQ_370	Flange	Resfriador E	Sistema Gás II	0590814	7510123	GCO	4,7	05.04.2011	Resfriador Primário	Flange	0,000014	0,12	0,000120
CQ_371	Válvula	Resfriador E	Sistema Gás II	0590775	7510049	GCO + Alcatrão	4,3	05.04.2011		Válvula	0,000006	0,06	0,000056
CQ_372	Conexão	Resfriador E	Sistema Gás II	0590775	7510049	GCO + Alcatrão	4,2	05.04.2011	Seal Pot	Conexão	0,000004	0,04	0,000038
CQ_373	Conexão	Resfriador E	Sistema Gás II	0590775	7510049	GCO + Alcatrão	3,9	05.04.2011		Conexão	0,000004	0,04	0,000036
CQ_374	Vent	Resfriador E	Sistema Gás II	0590765	7510055	GCO + Alcatrão	3,2	05.04.2011		Vent	0,000027	0,24	0,000236
CQ_375	Vent	Resfriador E	Sistema Gás II	0590764	75100058	GCO + Alcatrão	25,7	05.04.2011		Vent	0,000092	0,81	0,000806
CQ_376	Vent	Resfriador E	Sistema Gás II	0590764	7510087	GCO + Alcatrão	168,4	05.04.2011		Vent	0,000279	2,44	0,002440
CQ_377	Conexão	Resfriador E	Sistema Gás II	0590792	7510070	GCO + Alcatrão	6,4	05.04.2011		Conexão	0,000006	0,05	0,000052
CQ_378	Conexão	Resfriador E	Sistema Gás II	0590808	7510063	GCO + Alcatrão	15,3	05.04.2011		Conexão	0,000011	0,10	0,000100
CQ_379	Conexão	Resfriador E	Sistema Gás II	0590809	7510074	GCO + Alcatrão	160,4	05.04.2011		Conexão	0,000064	0,56	0,000560
CQ_380	Conexão	Resfriador E	Sistema Gás II	0590778	7510113	GCO + Alcatrão	1,6	05.04.2011	válvula saída	Conexão	0,000002	0,02	0,000019
CQ_381	Conexão	Resfriador E	Sistema Gás II	0590778	7510122	GCO + Alcatrão	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_382	Válvula	Resfriador E	Sistema Gás II	0590778	7510122	GCO + Alcatrão	2,1	05.04.2011	válvula saída	Válvula	0,000004	0,03	0,000034
CQ_383	Vent	Resfriador E	Sistema Gás II	0590771	7510095	GCO + Alcatrão	1,1	05.04.2011	vents superiores	Vent	0,000014	0,13	0,000126
CQ_384	Válvula	Resfriador E	Sistema Gás II	0590763	7510084	CGO	0,9	05.04.2011	válvula entrada	Válvula	0,000002	0,02	0,000019
CQ_385	Conexão	Resfriador E	Sistema Gás II	0590763	7510084	CGO	1,1	05.04.2011		Conexão	0,000002	0,01	0,000014
CQ_386	Vent	Resfriador E	Sistema Gás II	0590768	7510090	CGO	0,8	05.04.2011	vent superior	Vent	0,000012	0,10	0,000104
CQ_387	Vent	Resfriador E	Sistema Gás II	0590757	7510099	CGO	0,9	05.04.2011	vent superior	Vent	0,000013	0,11	0,000112
CQ_388	Vent	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão + GCO	0,9	05.04.2011		Vent	0,000013	0,11	0,000112
CQ_389	Válvula	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	0,1	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000004
CQ_390	Conexão	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	0,3	05.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000006
CQ_391	Conexão	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	0,4	05.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000007
CQ_392	Conexão	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	0,3	05.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000006
CQ_393	Vent	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	222,0	05.04.2011	vent do seal pot de saída	Vent	0,000328	2,87	0,002871
CQ_394	Conexão	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	1,7	05.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000020
CQ_395	Conexão	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	0,9	05.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000012
CQ_396	Válvula	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão + GCO	3,2	05.04.2011		Válvula	0,000005	0,05	0,000045
CQ_397	Conexão	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão + GCO	1,3	05.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000016
CQ_398	Válvula	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão + GCO	0,6	05.04.2011		Válvula	0,000002	0,01	0,000014
CQ_399	Conexão	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão + GCO	2,4	05.04.2011		Conexão	0,000003	0,03	0,000026
CQ_400	Conexão	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão + GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_401	Conexão	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão + GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_402	Válvula	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão + GCO	0,0	05.04.2011	válvula principal entrada exaustor	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_403	Bomba	Exaustor A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	05.04.2011		Bomba	0,000000	0,00	0,000000
CQ_404	Conexão	Precipitador A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	1,2	05.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000015
CQ_405	Conexão	Precipitador A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_406	Válvula	Precipitador A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	GCO	0,0	05.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_407	Vent	Precipitador A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	1.277,0	05.04.2011	Vedação - saída	Vent	0,000919	8,05	0,008046
CQ_408	Válvula	Precipitador A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	122,5	05.04.2011		Válvula	0,000067	0,59	0,000589
CQ_409	Conexão	Precipitador A	Sistema Gás II	Sem Sinal	Sem Sinal	Alcatrão	0,0	05.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_410	Válvula	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591049	7510320	Alcatrão	1,7	07.04.2011		Válvula	0,000003	0,03	0,000029
CQ_411	Conexão	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591049	7510320	Alcatrão	2,2	07.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000024
CQ_412	Conexão	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591049	7510320	Alcatrão	1,8	07.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000021
CQ_413	Conexão	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591050	7510323	Alcatrão	3,2	07.04.2011		Conexão	0,000004	0,03	0,000032
CQ_414	Conexão	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591049	7510320	Alcatrão	5,4	07.04.2011		Conexão	0,000005	0,05	0,000046
CQ_415	Vent	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591040	7510324	Alcatrão	2,8	07.04.2011		Vent	0,000025	0,22	0,000218
CQ_416	Válvula	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591040	7510324	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_417	Conexão	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591040	7510324	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_418	Conexão	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591040	7510324	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_419	Vent	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591034	7510334	Alcatrão	315,8	07.04.2011	vent menor	Vent	0,000403	3,53	0,003533
CQ_420*	Vent	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591035	7510335	Alcatrão	100.000,0	07.04.2011	[Assumido o pior cenário]	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_421	Válvula	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591046	7510339	Alcatrão	0,0	07.04.2011	válvula de saída	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_422	Conexão	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591046	7510339	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico													
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	1995 USEPA APPROACH 3		
											EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_423	Conexão	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591046	7510339	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_424	Válvula	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591025	7510327	Alcatrão	0,0	07.04.2011	válvula de drenagem	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_425	Vent	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591025	7510327	Alcatrão	20,7	07.04.2011	vent de drenagem	Vent	0,000081	0,71	0,000710
CQ_426	Flange	Tanque 34 - entrada	Usina Alcatrão II	0591027	7510339	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_427	Bomba	Bomba 30-P-20A	Usina Alcatrão II	0591033	7510352	Alcatrão	15,7	07.04.2011		Bomba	0,000270	2,36	0,002364
CQ_428	Válvula	Bomba 30-P-20A	Usina Alcatrão II	0591033	7510352	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_429	Conexão	Bomba 30-P-20A	Usina Alcatrão II	0591033	7510352	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_430	Conexão	Bomba 30-P-20A	Usina Alcatrão II	0591033	7510352	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_431*	Vent	Tanque 30-T-13	Usina Alcatrão II	0591052	7510348	Drenagem Área	100.000,0	07.04.2011	Assumido o pior caso (ppm)	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_432*	Vent	Tanque 30-T-13	Usina Alcatrão II	0591033	7510355	Drenagem Área	100.000,0	07.04.2011	Assumido o pior caso (ppm)	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_433	Válvula	Tanque 30-T-13	Usina Alcatrão II	0591042	7510354	Drenagem Área	60,8	07.04.2011		Válvula	0,000041	0,36	0,000360
CQ_434	Conexão	Tanque 30-T-13	Usina Alcatrão II	0591042	7510354	Drenagem Área	54,5	07.04.2011		Conexão	0,000029	0,25	0,000253
CQ_435	Conexão	Tanque 30-T-13	Usina Alcatrão II	0591042	7510354	Drenagem Área	49,8	07.04.2011		Conexão	0,000027	0,24	0,000237
CQ_436	Bomba	Bomba 30-P-15	Usina Alcatrão II	0591056	7510381	Drenagem Área	61,8	07.04.2011		Bomba	0,000622	5,45	0,005452
CQ_437	Válvula	Bomba 30-P-15	Usina Alcatrão II	0591056	7510381	Drenagem Área	54,6	07.04.2011		Válvula	0,000038	0,33	0,000334
CQ_438	Conexão	Bomba 30-P-15	Usina Alcatrão II	0591056	7510381	Drenagem Área	40,7	07.04.2011		Conexão	0,000023	0,20	0,000204
CQ_439	Conexão	Bomba 30-P-15	Usina Alcatrão II	0591056	7510381	Drenagem Área	55,5	07.04.2011		Conexão	0,000029	0,26	0,000257
CQ_440	Bomba	Bomba 30-P-1B	Usina Alcatrão II	0591011	7510347	Alcatrão	17,8	07.04.2011		Bomba	0,000291	2,55	0,002552
CQ_441	Válvula	Bomba 30-P-1B	Usina Alcatrão II	0591011	7510347	Alcatrão	14,6	07.04.2011	válvulas seladas	Válvula	0,000015	0,13	0,000132
CQ_442	Conexão	Bomba 30-P-1B	Usina Alcatrão II	0591011	7510347	Alcatrão	60,8	07.04.2011		Conexão	0,000031	0,27	0,000274
CQ_443	Conexão	Bomba 30-P-1B	Usina Alcatrão II	0591011	7510347	Alcatrão	19,8	07.04.2011		Conexão	0,000014	0,12	0,000120
CQ_444*	Bomba	Bomba 30-P-14	Usina Alcatrão II	0591045	7510338	Naftaleno	100.000,0	07.04.2011	selo mecânico [Assumido o pior caso (ppm)]	Bomba	0,056438	494,39	0,494393
CQ_445	Válvula	Bomba 30-P-14	Usina Alcatrão II	0591045	7510338	Naftaleno	33,4	07.04.2011		Válvula	0,000027	0,24	0,000236
CQ_446	Conexão	Bomba 30-P-14	Usina Alcatrão II	0591045	7510338	Naftaleno	27,5	07.04.2011		Conexão	0,000017	0,15	0,000153
CQ_447	Conexão	Bomba 30-P-14	Usina Alcatrão II	0591078	7510647	Naftaleno	28,7	07.04.2011		Conexão	0,000018	0,16	0,000158
CQ_448	Bomba	Bomba 30-P-16	Usina Alcatrão II	0591073	7510321	Óleo Desinfetante	5,8	07.04.2011		Bomba	0,000147	1,29	0,001288
CQ_449	Válvula	Bomba 30-P-16	Usina Alcatrão II	0591073	7510321	Óleo Desinfetante	4,5	07.04.2011		Válvula	0,000007	0,06	0,000058
CQ_450	Conexão	Bomba 30-P-16	Usina Alcatrão II	0591073	7510321	Óleo Desinfetante	5,7	07.04.2011		Conexão	0,000005	0,05	0,000048
CQ_451	Conexão	Bomba 30-P-16	Usina Alcatrão II	0591073	7510321	Óleo Desinfetante	6,4	07.04.2011		Conexão	0,000006	0,05	0,000052
CQ_452	Bomba	Bomba 30-P-9B	Usina Alcatrão II	0591081	7510349	Naftaleno Solvente	20,2	07.04.2011		Bomba	0,000315	2,76	0,002756
CQ_453	Válvula	Bomba 30-P-9B	Usina Alcatrão II	0591081	7510349	Naftaleno Solvente	32,8	07.04.2011		Válvula	0,000027	0,23	0,000233
CQ_454	Conexão	Bomba 30-P-9B	Usina Alcatrão II	0591081	7510349	Naftaleno Solvente	27,8	07.04.2011		Conexão	0,000018	0,15	0,000154
CQ_455	Conexão	Bomba 30-P-9B	Usina Alcatrão II	0591081	7510349	Naftaleno Solvente	28,9	07.04.2011		Conexão	0,000018	0,16	0,000159
CQ_456	Bomba	Bomba 30-P-19	Usina Alcatrão II	0591092	7510352	Óleo Creosoto	12,2	07.04.2011		Bomba	0,000231	2,03	0,002027
CQ_457	Válvula	Bomba 30-P-19	Usina Alcatrão II	0591092	7510352	Óleo Creosoto	7,8	07.04.2011		Válvula	0,000010	0,09	0,000085
CQ_458	Conexão	Bomba 30-P-19	Usina Alcatrão II	0591092	7510352	Óleo Creosoto	6,4	07.04.2011		Conexão	0,000006	0,05	0,000052
CQ_459	Conexão	Bomba 30-P-19	Usina Alcatrão II	0591092	7510352	Óleo Creosoto	7,2	07.04.2011		Conexão	0,000007	0,06	0,000057
CQ_460	Bomba	Bomba 30-P-13	Usina Alcatrão II	0591078	7510360	Antrafem	7,4	07.04.2011		Bomba	0,000171	1,49	0,001494
CQ_461	Válvula	Bomba 30-P-13	Usina Alcatrão II	0591078	7510360	Antrafem	3,2	07.04.2011		Válvula	0,000005	0,05	0,000045
CQ_462	Conexão	Bomba 30-P-13	Usina Alcatrão II	0591078	7510360	Antrafem	2,4	07.04.2011		Conexão	0,000003	0,03	0,000026
CQ_463	Conexão	Bomba 30-P-13	Usina Alcatrão II	0591078	7510360	Antrafem	5,2	07.04.2011		Conexão	0,000005	0,05	0,000045
CQ_464*	Bomba	Bomba 30-P-2A	Usina Alcatrão II	0591057	7510376	Alcatrão	100.000,0	07.04.2011	Assumido o pior caso (ppm)	Bomba	0,056438	494,39	0,494393
CQ_465	Válvula	Bomba 30-P-2A	Usina Alcatrão II	0591057	7510376	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_466	Conexão	Bomba 30-P-2A	Usina Alcatrão II	0591057	7510376	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_467	Conexão	Bomba 30-P-2A	Usina Alcatrão II	0591057	7510376	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_468	Bomba	Bomba 30-P-10A	Usina Alcatrão II	0591079	7510349	Óleo Ácido Alcatrão	35,6	07.04.2011		Bomba	0,000445	3,89	0,003895
CQ_469	Válvula	Bomba 30-P-10A	Usina Alcatrão II	0591079	7510349	Óleo Ácido Alcatrão	15,4	07.04.2011		Válvula	0,000016	0,14	0,000137
CQ_470	Conexão	Bomba 30-P-10A	Usina Alcatrão II	0591079	7510349	Óleo Ácido Alcatrão	8,4	07.04.2011		Conexão	0,000007	0,06	0,000064
CQ_471	Conexão	Bomba 30-P-10A	Usina Alcatrão II	0591079	7510349	Óleo Ácido Alcatrão	9,3	07.04.2011		Conexão	0,000008	0,07	0,000069
CQ_472	Bomba	Bomba 30-P-12A	Usina Alcatrão II	0591077	7510343	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	38,8	07.04.2011		Bomba	0,000469	4,10	0,004104
CQ_473	Válvula	Bomba 30-P-12A	Usina Alcatrão II	0591077	7510343	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	32,4	07.04.2011		Válvula	0,000026	0,23	0,000231
CQ_474	Conexão	Bomba 30-P-12A	Usina Alcatrão II	0591077	7510343	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	68,4	07.04.2011		Conexão	0,000034	0,30	0,000299
CQ_475	Conexão	Bomba 30-P-12A	Usina Alcatrão II	0591077	7510343	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	9,4	07.04.2011		Conexão	0,000008	0,07	0,000070
CQ_476	Válvula	30-E-5	Usina Alcatrão II	0591068	7510354	Naftaleno	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_477	Conexão	30-E-5	Usina Alcatrão II	0591068	7510354	Naftaleno	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_478	Conexão	30-E-5	Usina Alcatrão II	0591068	7510354	Naftaleno	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_479	Vent	30-E-5	Usina Alcatrão II	0591068	7510354	Naftaleno	0,0	07.04.2011		Vent	0,000000	0,00	0,000000
CQ_480	Válvula	30-E-4	Usina Alcatrão II	0591071	7510349	Alcatrão	0,0	07.04.2011	válvulas enclausuradas mistas	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_481	Válvula	30-E-4	Usina Alcatrão II	0591071	7510349	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_482	Conexão	30-E-11	Usina Alcatrão II	0591072	7510354	Óleo Desinfetante	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_483	Conexão	30-E-11	Usina Alcatrão II	0591072	7510354	Óleo Desinfetante	1,0	07.04.2011		Conexão	0,000002	0,01	0,000013
CQ_484	Válvula	30-E-11	Usina Alcatrão II	0591064	7510359	Óleo Desinfetante	214,7	07.04.2011		Válvula	0,000100	0,87	0,000874
CQ_485	Conexão	30-E-11	Usina Alcatrão II	0591064	7510359	Óleo Desinfetante	7,8	07.04.2011		Conexão	0,000007	0,06	0,000061
CQ_486	Válvula	30-E-11	Usina Alcatrão II	0591064	7510359	Óleo Desinfetante	15,2	07.04.2011		Válvula	0,000016	0,14	0,000136
CQ_487	Conexão	30-E-11	Usina Alcatrão II	0591064	7510359	Óleo Desinfetante	5,0	07.04.2011		Conexão	0,000005	0,04	0,000044
CQ_488	Válvula	30-E-11	Usina Alcatrão II	0591064	7510359	Óleo Desinfetante	5,3	07.04.2011		Válvula	0,000007	0,06	0,000065
CQ_489	Vent	30-E-11	Usina Alcatrão II	0591064	7510359	Óleo Desinfetante	15,1	07.04.2011		Vent	0,000067	0,59	0,000589

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico													
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	1995 USEPA APPROACH 3		
											EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_490	Válvula	30-E-12	Usina Alcatrão II	0591061	7510330	Naftaleno	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_491	Conexão	30-E-12	Usina Alcatrão II	0591061	7510330	Naftaleno	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_492	Válvula	30-E-12	Usina Alcatrão II	0591061	7510330	Naftaleno	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_493	Válvula	30-E-12	Usina Alcatrão II	0591061	7510330	Naftaleno	16,5	07.04.2011		Válvula	0,000016	0,14	0,000144
CQ_494	Válvula	30-E-12	Usina Alcatrão II	0591064	7510351	Naftaleno	3,2	07.04.2011		Válvula	0,000005	0,05	0,000045
CQ_495	Conexão	30-E-12	Usina Alcatrão II	0591064	7510351	Naftaleno	2,2	07.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000024
CQ_496	Conexão	30-E-12	Usina Alcatrão II	0591064	7510351	Naftaleno	2,4	07.04.2011		Conexão	0,000003	0,03	0,000026
CQ_497	Válvula	Tanque 30-T-5	Usina Alcatrão II	0591061	7510339	Naftaleno	0,4	07.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000011
CQ_498	Conexão	Tanque 30-T-5	Usina Alcatrão II	0591061	7510339	Naftaleno	0,6	07.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000009
CQ_499	Conexão	Tanque 30-T-5	Usina Alcatrão II	0591061	7510339	Naftaleno	9,4	07.04.2011		Conexão	0,000008	0,07	0,000070
CQ_500	Válvula	Tanque 30-T-5	Usina Alcatrão II	0591061	7510339	Naftaleno	0,5	07.04.2011		Válvula	0,000001	0,01	0,000012
CQ_501	Conexão	Tanque 30-T-5	Usina Alcatrão II	0591061	7510339	Naftaleno	0,7	07.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000010
CQ_502	Conexão	Tanque 30-T-5	Usina Alcatrão II	0591061	7510339	Naftaleno	0,6	07.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000009
CQ_503	Vent	Tanque 30-T-5	Usina Alcatrão II	0591061	7510339	Naftaleno	288,7	07.04.2011		Vent	0,000383	3,35	0,003352
CQ_504	Vent	Tanque 30-T-4	Usina Alcatrão II	0591057	7510347	Óleo Desinfetante	100,7	07.04.2011		Vent	0,000206	1,80	0,001802
CQ_505	Válvula	Tanque 30-T-4	Usina Alcatrão II	0591070	7510340	Óleo Desinfetante	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_506	Conexão	Tanque 30-T-4	Usina Alcatrão II	0591070	7510340	Óleo Desinfetante	24,7	07.04.2011		Conexão	0,000016	0,14	0,000142
CQ_507	Conexão	Tanque 30-T-4	Usina Alcatrão II	0591070	7510340	Óleo Desinfetante	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_508	Válvula	Tanque 30-T-4	Usina Alcatrão II	0591070	7510340	Óleo Desinfetante	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_509	Válvula	Tanque 30-T-3	Usina Alcatrão II	0591071	7510336	Naftaleno Solvente	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_510	Conexão	Tanque 30-T-3	Usina Alcatrão II	0591071	7510336	Naftaleno Solvente	17,8	07.04.2011		Conexão	0,000013	0,11	0,000111
CQ_511	Conexão	Tanque 30-T-3	Usina Alcatrão II	0591071	7510336	Naftaleno Solvente	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_512	Válvula	Tanque 30-T-3	Usina Alcatrão II	0591071	7510336	Naftaleno Solvente	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_513	Conexão	Tanque 30-T-3	Usina Alcatrão II	0591071	7510336	Naftaleno Solvente	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_514	Conexão	Tanque 30-T-3	Usina Alcatrão II	0591071	7510336	Naftaleno Solvente	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_515	Vent	Tanque 30-T-3	Usina Alcatrão II	0591071	7510336	Naftaleno Solvente	0,0	07.04.2011		Vent	0,000000	0,00	0,000000
CQ_516	Válvula	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591096	7510072	Alcatrão	19,9	07.04.2011		Válvula	0,000019	0,16	0,000164
CQ_517	Conexão	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591096	7510072	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_518	Conexão	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591096	7510072	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_519	Válvula	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591096	7510072	Alcatrão	16,4	07.04.2011		Válvula	0,000016	0,14	0,000143
CQ_520	Conexão	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591096	7510072	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_521	Válvula	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591034	7510341	Naftaleno	7,1	07.04.2011		Válvula	0,000009	0,08	0,000080
CQ_522	Conexão	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591034	7510341	Naftaleno	14,2	07.04.2011		Conexão	0,000011	0,09	0,000094
CQ_523	Conexão	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591034	7510341	Naftaleno	11,1	07.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000079
CQ_524	Válvula	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591034	7510341	Naftaleno	7,0	07.04.2011		Válvula	0,000009	0,08	0,000079
CQ_525	Conexão	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591034	7510341	Naftaleno	6,7	07.04.2011		Conexão	0,000006	0,05	0,000054
CQ_526	Conexão	30-E-3	Usina Alcatrão II	0591034	7510341	Naftaleno	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_527	Válvula	30-E-10	Usina Alcatrão II	0591055	7510343	Creosoto + Naftaleno	46,7	07.04.2011		Válvula	0,000034	0,30	0,000299
CQ_528	Válvula	30-E-10	Usina Alcatrão II	0591055	7510343	Creosoto + Naftaleno	10,5	07.04.2011		Válvula	0,000012	0,10	0,000105
CQ_529	Válvula	30-E-10	Usina Alcatrão II	0591055	7510343	Creosoto + Naftaleno	140,5	07.04.2011		Válvula	0,000074	0,65	0,000649
CQ_530	Conexão	30-E-10	Usina Alcatrão II	0591055	7510343	Creosoto + Naftaleno	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_531	Conexão	30-E-10	Usina Alcatrão II	0591055	7510343	Creosoto + Naftaleno	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_532	Conexão	30-E-10	Usina Alcatrão II	0591055	7510343	Creosoto + Naftaleno	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_533	Válvula	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591067	7510351	Antrafem	10,0	07.04.2011		Válvula	0,000012	0,10	0,000101
CQ_534	Conexão	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591067	7510351	Antrafem	15,0	07.04.2011		Conexão	0,000011	0,10	0,000098
CQ_535	Conexão	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591067	7510351	Antrafem	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_536	Válvula	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591067	7510351	Antrafem	8,2	07.04.2011		Válvula	0,000010	0,09	0,000088
CQ_537	Conexão	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591067	7510351	Antrafem	7,4	07.04.2011		Conexão	0,000007	0,06	0,000058
CQ_538	Conexão	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591067	7510351	Antrafem	60,0	07.04.2011		Conexão	0,000031	0,27	0,000272
CQ_539	Conexão	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591067	7510351	Antrafem	40,9	07.04.2011		Conexão	0,000023	0,21	0,000205
CQ_540*	Conexão	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591065	7510335	Antrafem	100.000,0	07.04.2011	Assumido o pior caso (ppm)	Conexão	0,007239	63,42	0,063416
CQ_541	Válvula	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591065	7510335	Antrafem	350,0	07.04.2011		Válvula	0,000141	1,23	0,001233
CQ_542	Conexão	30-E-8	Usina Alcatrão II	0591065	7510335	Antrafem	222,0	07.04.2011		Conexão	0,000081	0,71	0,000711
CQ_543	Flange	Área de Instrumentação	Usina Alcatrão II	0591054	7510344	Mistura de Óleos	3.992,8	07.04.2011		Flange	0,001568	13,74	0,013737
CQ_544	Válvula	Área de Instrumentação	Usina Alcatrão II	0591054	7510344	Naftaleno	35,0	07.04.2011		Válvula	0,000028	0,24	0,000244
CQ_545	Válvula	Área de Instrumentação	Usina Alcatrão II	0591054	7510344	Naftaleno Solvente	26,6	07.04.2011		Válvula	0,000023	0,20	0,000201
CQ_546	Válvula	Tanque 30-T-6	Usina Alcatrão II	0591065	7510356	Naftaleno Solvente	215,0	07.04.2011		Válvula	0,000100	0,88	0,000875
CQ_547*	Vent	Tanque 30-T-6	Usina Alcatrão II	0591065	7510356	Naftaleno Solvente	100.000,0	07.04.2011	Assumido o pior caso (ppm)	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_548	Conexão	Tanque 30-T-6	Usina Alcatrão II	0591065	7510356	Naftaleno Solvente	115,0	07.04.2011		Conexão	0,000050	0,44	0,000438
CQ_549	Conexão	Tanque 30-T-6	Usina Alcatrão II	0591065	7510356	Naftaleno Solvente	54,9	07.04.2011		Conexão	0,000029	0,25	0,000255
CQ_550	Válvula	30-E-2	Usina Alcatrão II	0591069	7510370	Alcatrão	75,7	07.04.2011		Válvula	0,000048	0,42	0,000420
CQ_551	Válvula	30-E-2	Usina Alcatrão II	0591069	7510370	Alcatrão	15,1	07.04.2011		Válvula	0,000015	0,14	0,000135
CQ_552	Conexão	30-E-2	Usina Alcatrão II	0591069	7510370	Alcatrão	33,0	07.04.2011		Conexão	0,000020	0,18	0,000175
CQ_553	Válvula	Tanque 30-T-8	Usina Alcatrão II	0591061	7510329	Naftaleno	22,0	07.04.2011		Válvula	0,000020	0,18	0,000176
CQ_554	Vent	Tanque 30-T-8	Usina Alcatrão II	0591061	7510329	Naftaleno	222,8	07.04.2011		Vent	0,000328	2,88	0,002877
CQ_555	Conexão	Tanque 30-T-8	Usina Alcatrão II	0591061	7510329	Naftaleno	10,8	07.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000077
CQ_556	Válvula	Tanque 30-T-8	Usina Alcatrão II	0591069	7510327	Naftaleno	22,2	07.04.2011		Válvula	0,000020	0,18	0,000177
CQ_557	Conexão	Tanque 30-T-8	Usina Alcatrão II	0591069	7510327	Naftaleno	5.108,0	07.04.2011		Conexão	0,000813	7,12	0,007125
CQ_558	Conexão	Tanque 30-T-8	Usina Alcatrão II	0591069	7510327	Naftaleno	15,4	07.04.2011		Conexão	0,000011	0,10	0,000100
CQ_559	Válvula	Tanque 30-T-7	Usina Alcatrão II	0591065	7510339	Óleo Desinfetante	40,2	07.04.2011		Válvula	0,000031	0,27	0,000269
CQ_560	Conexão	Tanque 30-T-7	Usina Alcatrão II	0591065	7510339	Óleo Desinfetante	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_561	Conexão	Tanque 30-T-7	Usina Alcatrão II	0591065	7510339	Óleo Desinfetante	10,5	07.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000075
CQ_562	Válvula	Tanque 30-T-7	Usina Alcatrão II	0591065	7510339	Óleo Desinfetante	385,4	07.04.2011		Válvula	0,000151	1,32	0,001319

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico											1995 USEPA APPROACH 3		
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_563	Conexão	Tanque 30-T-7	Usina Alcatrão II	0591065	7510339	Óleo Desinfetante	20,5	07.04.2011		Conexão	0,000014	0,12	0,000123
CQ_564*	Vent	Tanque 30-T-7	Usina Alcatrão II	0591065	7510339	Óleo Desinfetante	100.000,0	07.04.2011	Assumido o pior caso (ppm)	Vent	0,110000	963,60	0,963600
CQ_565	Vent	Tanque 30-T-9	Usina Alcatrão II	0591063	7510342	Óleo Creosoto	389,5	07.04.2011		Vent	0,000456	4,00	0,003998
CQ_566	Válvula	Tanque 30-T-9	Usina Alcatrão II	0591063	7510342	Óleo Creosoto	13,9	07.04.2011		Válvula	0,000015	0,13	0,000128
CQ_567	Conexão	Tanque 30-T-9	Usina Alcatrão II	0591063	7510342	Óleo Creosoto	10,8	07.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000077
CQ_568	Válvula	Tanque 30-T-9	Usina Alcatrão II	0591066	7510337	Óleo Creosoto	7,2	07.04.2011		Válvula	0,000009	0,08	0,000080
CQ_569	Conexão	Tanque 30-T-9	Usina Alcatrão II	0591066	7510337	Óleo Creosoto	5,5	07.04.2011		Conexão	0,000005	0,05	0,000047
CQ_570	Válvula	Tanque 30-T-10	Usina Alcatrão II	0591074	7510311	Antrafem	15,8	07.04.2011		Válvula	0,000016	0,14	0,000140
CQ_571	Conexão	Tanque 30-T-10	Usina Alcatrão II	0591074	7510311	Antrafem	50,7	07.04.2011		Conexão	0,000027	0,24	0,000240
CQ_572	Conexão	Tanque 30-T-10	Usina Alcatrão II	0591074	7510311	Antrafem	5,4	07.04.2011		Conexão	0,000005	0,05	0,000046
CQ_573	Vent	Tanque 30-T-10	Usina Alcatrão II	0591066	7510343	Antrafem	176,9	07.04.2011		Vent	0,000287	2,51	0,002512
CQ_574	Vent	Tanque 30-T-10	Usina Alcatrão II	0591066	7510343	Antrafem	90,5	07.04.2011		Vent	0,000193	1,69	0,001692
CQ_575	Válvula	Tanque 30-T-10	Usina Alcatrão II	0591066	7510343	Antrafem	44,8	07.04.2011		Válvula	0,000033	0,29	0,000291
CQ_576	Válvula	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591077	7510339	Alcatrão	14,9	07.04.2011		Válvula	0,000015	0,13	0,000134
CQ_577	Conexão	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591077	7510339	Alcatrão	13,2	07.04.2011		Conexão	0,000010	0,09	0,000089
CQ_578	Válvula	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591075	7510338	Alcatrão	6,4	07.04.2011		Válvula	0,000008	0,07	0,000074
CQ_579	Conexão	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591075	7510338	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_580	Conexão	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591075	7510338	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_581	Válvula	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591079	7510338	Alcatrão	13,5	07.04.2011		Válvula	0,000014	0,13	0,000125
CQ_582	Conexão	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591079	7510338	Alcatrão	23,3	07.04.2011		Conexão	0,000015	0,14	0,000136
CQ_583	Válvula	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591079	7510338	Alcatrão	2,2	07.04.2011		Válvula	0,000004	0,03	0,000035
CQ_584	Conexão	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591079	7510338	Alcatrão	4,6	07.04.2011		Conexão	0,000005	0,04	0,000041
CQ_585	Vent	Tanque 30-V-1	Usina Alcatrão II	0591066	7510339	Alcatrão	0,0	07.04.2011		Vent	0,000000	0,00	0,000000
CQ_586	Válvula	30-E-1	Usina Alcatrão II	0591073	7510335	Alcatrão	12,4	07.04.2011		Válvula	0,000013	0,12	0,000118
CQ_587	Válvula	30-E-1	Usina Alcatrão II	0591073	7510335	Alcatrão	11,8	07.04.2011		Válvula	0,000013	0,11	0,000114
CQ_588	Conexão	30-E-1	Usina Alcatrão II	0591073	7510335	Alcatrão	11,1	07.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000079
CQ_589	Válvula	Coluna 30-C-1	Usina Alcatrão II	0591119	7510390	Alcatrão	5,8	07.04.2011		Válvula	0,000008	0,07	0,000069
CQ_590	Válvula	Coluna 30-C-3	Usina Alcatrão II	0591055	7510384	Naftaleno	33,8	07.04.2011		Válvula	0,000027	0,24	0,000238
CQ_591	Válvula	Coluna 30-C-3	Usina Alcatrão II	0591055	7510384	Naftaleno	40,5	07.04.2011		Válvula	0,000031	0,27	0,000271
CQ_592	Conexão	Coluna 30-C-3	Usina Alcatrão II	0591055	7510384	Naftaleno	44,5	07.04.2011		Conexão	0,000025	0,22	0,000218
CQ_593	Válvula	Coluna 30-C-3	Usina Alcatrão II	0591048	7510379	Creosoto + Naftaleno	30,4	07.04.2011		Válvula	0,000025	0,22	0,000221
CQ_594	Conexão	Coluna 30-C-3	Usina Alcatrão II	0591048	7510379	Creosoto + Naftaleno	10,5	07.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000075
CQ_595	Conexão	Coluna 30-C-3	Usina Alcatrão II	0591048	7510379	Creosoto + Naftaleno	8,5	07.04.2011		Conexão	0,000007	0,06	0,000065
CQ_596	Válvula	Coluna 30-C-3	Usina Alcatrão II	0591048	7510379	Creosoto + Naftaleno	7,9	07.04.2011		Válvula	0,000010	0,09	0,000086
CQ_597	Conexão	Coluna 30-C-3	Usina Alcatrão II	0591048	7510379	Creosoto + Naftaleno	6,8	07.04.2011		Conexão	0,000006	0,05	0,000055
CQ_598	Conexão	Coluna 30-C-3	Usina Alcatrão II	0591048	7510379	Creosoto + Naftaleno	4,0	07.04.2011		Conexão	0,000004	0,04	0,000037
CQ_599	Válvula	Coluna 30-C-4	Usina Alcatrão II	0591037	7510382	Naftaleno	20,2	07.04.2011		Válvula	0,000019	0,17	0,000166
CQ_600	Válvula	Coluna 30-C-4	Usina Alcatrão II	0591037	7510382	Naftaleno	13,4	07.04.2011		Válvula	0,000014	0,12	0,000124
CQ_601	Conexão	Coluna 30-C-4	Usina Alcatrão II	0591037	7510382	Naftaleno	11,4	07.04.2011	30 conexões sem acesso	Conexão	0,000009	0,08	0,000080
CQ_602	Conexão	Coluna 30-C-4	Usina Alcatrão II	0591037	7510382	Naftaleno	11,7	07.04.2011		Conexão	0,000009	0,08	0,000082
CQ_603	Válvula	Coluna 30-C-4	Usina Alcatrão II	0591042	7510371	Naftaleno	2,3	08.04.2011		Válvula	0,000004	0,04	0,000036
CQ_604	Conexão	Coluna 30-C-4	Usina Alcatrão II	0591042	7510371	Naftaleno	1,8	08.04.2011		Conexão	0,000002	0,02	0,000021
CQ_605	Válvula	Coluna 30-C-4	Usina Alcatrão II	0591042	7510371	Naftaleno	3,2	08.04.2011		Válvula	0,000005	0,05	0,000045
CQ_606	Conexão	Coluna 30-C-4	Usina Alcatrão II	0591042	7510371	Naftaleno	2,3	08.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000025
CQ_607	Válvula	Coluna 30-C-2	Usina Alcatrão II	0591072	7510394	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	3,8	07.04.2011		Válvula	0,000006	0,05	0,000051
CQ_608	Válvula	Coluna 30-C-2	Usina Alcatrão II	0591072	7510394	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	07.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_609	Conexão	Coluna 30-C-2	Usina Alcatrão II	0591072	7510394	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	20,5	07.04.2011		Conexão	0,000014	0,12	0,000123
CQ_610	Conexão	Coluna 30-C-2	Usina Alcatrão II	0591072	7510394	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	16,1	07.04.2011		Conexão	0,000012	0,10	0,000103
CQ_611	Válvula	Coluna 30-C-2	Usina Alcatrão II	0591070	7510371	Óleo Desinfetante	6,4	08.04.2011		Válvula	0,000008	0,07	0,000074
CQ_612	Conexão	Coluna 30-C-2	Usina Alcatrão II	0591070	7510371	Óleo Desinfetante	2,4	08.04.2011		Conexão	0,000003	0,03	0,000026
CQ_613	Válvula	Coluna 30-C-2	Usina Alcatrão II	0591070	7510371	Óleo Desinfetante	3,9	08.04.2011		Válvula	0,000006	0,05	0,000052
CQ_614	Conexão	Coluna 30-C-2	Usina Alcatrão II	0591070	7510371	Óleo Desinfetante	2,8	08.04.2011	10 conexões sem acesso	Conexão	0,000003	0,03	0,000029
CQ_615	Válvula	Tanque 13	Usina Alcatrão II	0591154	7510385	Antrafem	0,0	08.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_616	Conexão	Tanque 13	Usina Alcatrão II	0591154	7510385	Antrafem	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_617	Conexão	Tanque 13	Usina Alcatrão II	0591154	7510385	Antrafem	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_618	Válvula	Tanque 13	Usina Alcatrão II	0591154	7510385	Antrafem	1,3	08.04.2011		Válvula	0,000003	0,02	0,000024
CQ_619	Válvula	Tanque 13	Usina Alcatrão II	0591192	7510370	Antrafem	1,6	08.04.2011		Válvula	0,000003	0,03	0,000028
CQ_620	Conexão	Tanque 13	Usina Alcatrão II	0591192	7510370	Antrafem	2,1	08.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000023
CQ_621	Vent	Tanque 13	Usina Alcatrão II	0591192	7510370	Antrafem	3,0	08.04.2011		Vent	0,000026	0,23	0,000228
CQ_622	Vent	Tanque 13	Usina Alcatrão II	0591177	7510378	Antrafem	38,4	08.04.2011		Vent	0,000117	1,02	0,001021

Medição das Emissões de TOC de Componentes Selecionados no Carboquímico											1995 USEPA APPROACH 3		
Nº ID	Tipo de Componente	Equipamento	Área	Coordenadas UTM		Produto	COV Total (ppm)	Data	Observação	Tipo de Componente	EF LDAR (Kg/h)	Emissões VOC (Kg/ano)	Emissões VOC (t/ano)
CQ_623	Conexão	Tanque 13	Usina Alcatrão II	0591177	7510378	Antrafem	9,1	08.04.2011		Conexão	0,000008	0,07	0,000068
CQ_624	Válvula	Tanque 44	Usina Alcatrão II	0591265	7510403	Creosoto	4,2	08.04.2011		Válvula	0,000006	0,06	0,000055
CQ_625	Conexão	Tanque 44	Usina Alcatrão II	0591265	7510403	Creosoto	4,1	08.04.2011		Conexão	0,000004	0,04	0,000038
CQ_626	Válvula	Tanque 44	Usina Alcatrão II	0591265	7510403	Creosoto	4,0	08.04.2011		Válvula	0,000006	0,05	0,000053
CQ_627	Conexão	Tanque 44	Usina Alcatrão II	0591265	7510403	Creosoto	5,6	08.04.2011		Conexão	0,000005	0,05	0,000048
CQ_628	Vent	Tanque 44	Usina Alcatrão II	0591267	7510422	Creosoto	33,2	08.04.2011		Vent	0,000107	0,94	0,000938
CQ_629	Válvula	Posto Carregamento	Usina Alcatrão II	0591159	7510417	Naftaleno	2,7	08.04.2011		Válvula	0,000005	0,04	0,000040
CQ_630	Conexão	Posto Carregamento	Usina Alcatrão II	0591159	7510417	Naftaleno	3,1	08.04.2011		Conexão	0,000004	0,03	0,000031
CQ_631	Conexão	Posto Carregamento	Usina Alcatrão II	0591159	7510417	Naftaleno	2,6	08.04.2011	cabo produto	Conexão	0,000003	0,03	0,000027
CQ_632	Válvula	Posto Carregamento	Usina Alcatrão II	0591159	7510417	Antrafem	2,5	08.04.2011		Válvula	0,000004	0,04	0,000038
CQ_633	Conexão	Posto Carregamento	Usina Alcatrão II	0591159	7510417	Antrafem	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_634	Conexão	Posto Carregamento	Usina Alcatrão II	0591159	7510417	Antrafem	2,5	08.04.2011		Conexão	0,000003	0,03	0,000026
CQ_635	Válvula	Posto Carregamento	Usina Alcatrão II	0591159	7510417	Antrafem	2,3	08.04.2011		Válvula	0,000004	0,04	0,000036
CQ_636	Conexão	Posto Carregamento	Usina Alcatrão II	0591159	7510417	Antrafem	2,3	08.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000025
CQ_637	Conexão	Posto Carregamento	Usina Alcatrão II	0591159	7510417	Antrafem	2,3	08.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000025
CQ_638	Válvula	Tanque 46	Usina Alcatrão II	0591165	7510418	Naftaleno	2,9	08.04.2011		Válvula	0,000005	0,04	0,000042
CQ_639	Conexão	Tanque 46	Usina Alcatrão II	0591165	7510418	Naftaleno	2,1	08.04.2011		Conexão	0,000003	0,02	0,000023
CQ_640	Conexão	Tanque 46	Usina Alcatrão II	0591165	7510418	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_641	Vent	Tanque 46	Usina Alcatrão II	0591154	7510432	Naftaleno	12,4	08.04.2011		Vent	0,000060	0,52	0,000525
CQ_642	Válvula	Tanque 46	Usina Alcatrão II	0591154	7510432	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_643	Conexão	Tanque 46	Usina Alcatrão II	0591152	7510420	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_644	Vent	Tanque 46	Usina Alcatrão II	0591152	7510420	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Vent	0,000000	0,00	0,000000
CQ_645	Conexão	Tanque 46	Usina Alcatrão II	0591152	7510420	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_646	Vent	Tanque 18	Usina Alcatrão II	0591166	7510418	Óleo Desinfetante	61,4	08.04.2011		Vent	0,000154	1,35	0,001347
CQ_647	Válvula	Tanque 18	Usina Alcatrão II	0591166	7510418	Óleo Desinfetante	0,0	08.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_648	Conexão	Tanque 18	Usina Alcatrão II	0591166	7510418	Óleo Desinfetante	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_649	Conexão	Tanque 18	Usina Alcatrão II	0591166	7510418	Óleo Desinfetante	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_650	Flange	Tanque 18	Usina Alcatrão II	0591156	7510420	Óleo Desinfetante	0,0	08.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_651	Válvula	Tanque 18	Usina Alcatrão II	0591157	7510419	Óleo Desinfetante	2,1	08.04.2011		Válvula	0,000004	0,03	0,000034
CQ_652	Conexão	Tanque 18	Usina Alcatrão II	0591157	7510419	Óleo Desinfetante	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_653	Válvula	Tanque 18	Usina Alcatrão II	0591157	7510419	Óleo Desinfetante	10,4	08.04.2011		Válvula	0,000012	0,10	0,000104
CQ_654	Conexão	Tanque 18	Usina Alcatrão II	0591157	7510419	Óleo Desinfetante	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_655	Válvula	30-E-15	Usina Alcatrão II	0591136	7510391	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_656	Conexão	30-E-15	Usina Alcatrão II	0591136	7510391	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_657	Conexão	30-E-15	Usina Alcatrão II	0591136	7510391	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,5	08.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000008
CQ_658	Válvula	30-E-15	Usina Alcatrão II	0591136	7510391	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_659	Válvula	Tanque 30-T-15	Usina Alcatrão II	0591130	7510394	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_660	Conexão	Tanque 30-T-15	Usina Alcatrão II	0591130	7510394	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011	1 vent neste tanque mas estava sem acesso	Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_661	Conexão	Tanque 30-T-15	Usina Alcatrão II	0591130	7510394	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_662	Válvula	Tanque 30-T-15	Usina Alcatrão II	0591130	7510394	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_663	Conexão	Tanque 30-T-15	Usina Alcatrão II	0591130	7510394	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_664	Válvula	Coluna 30-C-1	Usina Alcatrão II	0591117	7510384	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	4,0	08.04.2011		Válvula	0,000006	0,05	0,000053
CQ_665	Conexão	Coluna 30-C-1	Usina Alcatrão II	0591117	7510384	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011	maioria dos componentes desta coluna estava sem acesso	Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_666	Conexão	Coluna 30-C-1	Usina Alcatrão II	0591117	7510384	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,6	08.04.2011		Conexão	0,000001	0,01	0,000009
CQ_667	Flange	Coluna 30-C-1	Usina Alcatrão II	0591117	7510384	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_668	Válvula	Tanque 30-T-16	Usina Alcatrão II	0591113	7510386	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_669	Vent	Tanque 30-T-16	Usina Alcatrão II	0591113	7510386	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	7,1	08.04.2011		Vent	0,000043	0,38	0,000378
CQ_670	Flange	Tanque 30-T-16	Usina Alcatrão II	0591113	7510386	Creosoto + Naftaleno + Desinfetante	0,0	08.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_671	Válvula	Tanque Naftaleno Solvente	Usina Alcatrão II	0591262	7510438	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_672	Conexão	Tanque Naftaleno Solvente	Usina Alcatrão II	0591262	7510438	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_673	Conexão	Tanque Naftaleno Solvente	Usina Alcatrão II	0591262	7510438	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_674	Flange	Tanque Naftaleno Solvente	Usina Alcatrão II	0591262	7510438	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Flange	0,000000	0,00	0,000000
CQ_675	Válvula	Tanque Naftaleno Solvente	Usina Alcatrão II	0591265	7510433	Naftaleno	0,0	08.04.2011	4 tanques de Naftaleno Solvente	Válvula	0,000000	0,00	0,000000
CQ_676	Conexão	Tanque Naftaleno Solvente	Usina Alcatrão II	0591265	7510433	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_677	Conexão	Tanque Naftaleno Solvente	Usina Alcatrão II	0591265	7510433	Naftaleno	0,0	08.04.2011		Conexão	0,000000	0,00	0,000000
CQ_678	Vent	Tanque Naftaleno Solvente	Usina Alcatrão II	0591265	7510433	Naftaleno	10,6	08.04.2011		Vent	0,000055	0,48	0,000479
TOTAL											1,48	13.006,87	13,01

Notas:

USEPA, "Protocol for Equipment Leak Emission Factors", Office of Air Quality Planning and Standards, Emissions Standards Division, EPA Report Number EPA453/R-95-017, November 1995.

Para as fontes na qual os valores excederam 10.000 ppm, os fatores de emissão foram usados na 'Table 12-14' do Relatório da EPA, citados acima, utilizando-se o pior caso, partindo do pressuposto, de que estariam atrelados a mais de 100.000 ppmv.

Por outro lado, o método preferido da EPA utilizado, foi usando-se as correlações de equações na 'Table 2-10', para os fatores de emissão.

Quatorze (14) das maiores fontes, estão destacadas. Se essas fugas forem eliminadas, o resultado das emissões do Carboquímico, será de 0,33 t/ano.

Grupo 18 - Pátio de Carvão

Emissões do Pátio de Carvão									
ID 2011	Unidades de Emissão	MP _{total} (t/ano)	Fator Est. MP ₁₀ /MP _{total}	MP ₁₀ (t/ano)	BTEX (t/ano)	CO (t/ano)	NO _x (t/ano)	VOC (t/ano)	SO _x (t/ano)
PC#01	Carregamento de Carvão na Pilha de Armazenamento via transportador	13,69	0,54	7,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#02	Pilha de Armazenamento de Carvão	2,51	0,54	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#03	Carregamento do Carvão no Britador	217,80	0,54	117,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#04	Estação de Britagem	106,92	0,54	57,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#05	Estação Peneiramento - TPM	22,44	0,54	12,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#06	Misturadores	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#07	Pista A	0,48	0,54	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#08	Pista B	1,92	0,54	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#09	Pista C	0,48	0,54	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#10	Silos Carvão Bat# 1	0,25	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#11	Silos Carvão Bat# 4a	0,37	0,54	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#12	Silos Carvão Bat# 4b e 5	0,37	0,54	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#13	Silos Dosadores	0,21	0,54	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#14	Stacker/Reclaimer #1	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#15	Stacker/Reclaimer #2	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#16	Transf. T1/T1A	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#17	Transf. T1A/T2	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#18	Transf. T1A/T4	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#19	Transferência P1/P3	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#20	Transferência P1/T5	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#21	Transferência P2/P3	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#22	Transferência P2/T5	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#23	Transferência P3/P4	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#24	Transferência P4/P5	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#25	Transferência P5/P6	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#26	Transferência P6/P7	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#27	Transferência P7/Silos PCL	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#28	Transferência T11/T11A	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#29	Transferência T11A/T12	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#30	Transferência T12/T13	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#31	Transferência T12/T14	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#32	Transferência T13/T15	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#33	Transferência T15/T18	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#34	Transferência T15/T19	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#35	Transferência T16/T17	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#36	Transferência T13/T22	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#37	Transferência T14/T16	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#38	Transferência T2/T3	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#39	Transferência T22/T23	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#40	Transferência T23/T24A	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#41	Transferência T23/T24B	1,19	1,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#42	Transferência T24B/T25B	1,19	2,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#43	Transferência T24A/T25A	1,19	3,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#44	Transferência T3/P1	0,24	4,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#45	Transferência T4/P2	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#46	Transferência T5/T6	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#47	Transferência T6/T7	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#48	Transferência T7/T8A	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#49	Transferência T7/T8B	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#50	Transferência T8A/TR	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#51	Transferência T8B/TR	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#52	Transferência TR/T8C	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#53	Transferência T8C/T9	0,24	0,54	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#54	Transferência T9/T10	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#55	Transferência T10/Silos	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#56	Transferência Silos/Poidômetro	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#57	Transferência Poidômetro/T11	1,19	0,54	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#58	Virador de Vagões	2,38	0,54	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#59	Transferência T6/TM1	11,88	0,54	6,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#60	Transferência TM1/T7	11,88	0,54	6,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#61	Saída do Resíduo da Peneira P4	11,88	0,54	6,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#62	Saída do Resíduo da Peneira TPM	11,88	0,54	6,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#63	Silo de Resíduo de Alcatrão	11,88	0,54	6,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PC#64	Transferência Silos/T11	11,88	0,54	6,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		482,89		260,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Nota:

Assumido a transferência do manuseio de carvão como 10% do manuseio de carvão, fator encontrado no AP-42, Table 4-14.