

Estudo de Capacidade de Suporte da Bacia Aérea da Região de Candiota/RS



Agosto/2014

Revisão 1

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - “*double sided*”)



Governo Federal

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Edison Lobão

Secretário Executivo

Márcio Pereira Zimmermann

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Altino Ventura Filho



Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Mauricio Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Amilcar Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível

Mauricio Tiomno Tolmasquim (interino)

Diretor de Gestão Corporativa

Álvaro Henrique Matias Pereira

Coordenação Geral

Mauricio Tiomno Tolmasquim

Amilcar Guerreiro

Coordenação Executiva

Edna Elias Xavier

Equipe Técnica

Ana Dantas Mendez de Mattos

André Souza Pelech

Guilherme de Paula Salgado

Marcos Ribeiro Conde

Mariana Lucas Barroso

Silvana Andreoli Espig

Victoria Martins Claro

URL: <http://www.epe.gov.br>

Escritório Central

Av. Rio Branco, n.º 01 – 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

Estudo de Capacidade de Suporte da Bacia Aérea da Região de Candiota/RS

Revisão 1

Rio de Janeiro

Agosto de 2014



Coordenação:

Dr^a. Rita de Cássia Marques Alves – Meteorologista

Equipe técnica:

Dr^a. Eliana Veleda Klering – Meteorologista

Msc. Aline Macedo de Oliveira – Meteorologista

Msc. Claire Cisowski – Eng. Meio Ambiente – França

Msc. Gabriel Bonow Munchow – Meteorologista

Msc. Jaqueline Vicente Matsuoka – Eng Cartógrafo

Msc. Ludmila Pochmann de Souza – Meteorologista

Msc. Ricardo Antônio Mollmann Júnior – Meteorologista

Msc. Vanessa de Arruda Souza – Meteorologista

Adriana Vielle – Bacharel em Letras

Alice César Fassoni de Andrade – Engenharia Ambiental

Bruno Dias Rodrigues – Meteorologista

Edvan Casagrande dos Santos – Graduando em Geografia

Jéssica Stobienia Gonçalves – Meteorologista

José Antônio Dias Cacciatore – Graduando em Física

Maurício Gasparini de Lucca - Graduando em Eng. Ambiental

Maurício Dias da Silva- Graduando em Geologia

Maurício Machado Sena – Jornalista

Norton Buscher – Graduando em Geografia

Priscila Gil Alabarse – Química

Renée Rocha – Graduanda em Geologia

Controle de revisões	
Revisão	Data
R0	Julho de 2014
R1	Agosto de 2014

*Alterações identificadas com traço vertical na margem esquerda do documento.

SUMÁRIO

Sumário	1
Lista de Figuras	3
Lista de Gráficos	7
Lista de Tabelas.....	8
Lista de Siglas	10
Apresentação	13
1. Introdução	15
2. Diagnóstico da área de estudo	17
2.1. Infraestrutura	21
2.2. Cobertura e uso do solo	22
2.3. Áreas de interesse socioambiental	25
2.4. Descrição e caracterização dos principais receptores	27
2.5. Geologia e geomorfologia.....	31
2.6. Meio Socioeconômico.....	39
3. Clima e Meteorologia.....	46
3.1. Caracterização climática	46
3.2. Caracterização da meteorologia para o período de 2009 a 2013	56
4. Poluentes atmosféricos.....	78
4.1. Óxidos de Nitrogênio	79
4.2. Óxidos de Enxofre	83
4.3. Material Particulado	85
4.4. Tempo de Residência dos poluentes atmosféricos	86
4.5. Padrões de Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas.....	87
4.6. Estações de Monitoramento da Qualidade do ar	90
4.7. Análise diagnóstica dos dados coletados e avaliação da cobertura espacial das estações de monitoramento da qualidade do ar em Candiota-RS e região	94
5. Fontes de emissão	98

5.1.	Caracterização geral das tecnologias das UTE	98
5.2.	Sistemas de controle de emissões atmosféricas.....	99
5.3.	Descrição sintética das tecnologias de cada usina considerada no estudo.....	101
5.4.	Outras fontes fixas	110
6.	Caracterização do combustível	112
6.1.	Mineração de carvão na região de estudo.....	112
6.2.	Especificações técnicas do carvão	119
6.3.	Beneficiamento a seco	120
7.	Modelos de Dispersão atmosférica e base de dados	124
7.1.	Conceituação teórica.....	124
7.2.	Modelagem da Dispersão de Poluentes.....	125
7.3.	Dados de entrada – aspectos meteorológicos.....	138
7.4.	Cenários modelados	151
7.5.	Dados de entrada - fontes de emissões	153
7.6.	Dados de entrada – definição do domínio de grade	155
7.7.	Quebra da pluma	155
8.	Avaliação da Saturação da Bacia Aérea de Candiota.....	160
8.1.	Poluente SO ₂	161
8.2.	Material Particulado (PM ₁₀)	180
8.3.	Poluente NO ₂	188
8.4.	Discussão Geral dos resultados para todos os poluentes	193
8.5.	Limitações e incertezas	196
9.	Conclusões e Recomendações.....	198
	Referências bibliográficas	202

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de estudo	17
Figura 2 - Municípios da área de estudo.....	18
Figura 3 – Imagem da região de Candiota com destaque para as UTEs consideradas no estudo.....	20
Figura 4 - Infraestrutura da área de estudo na Bacia Aérea de Candiota.	22
Figura 5 - Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal da área de estudo.	23
Figura 6 - Áreas de Interesse Socioambiental na área de estudo da Bacia Aérea de Candiota.....	25
Figura 7 – Áreas urbanas na região de estudo.....	28
Figura 8 – Núcleos habitacionais no município de Candiota	29
Figura 9 - Unidades geomorfológicas do Rio Grande do Sul.....	32
Figura 10 - Localização e estratigrafia da Bacia do Paraná.	34
Figura 11: Compartimentos geomorfológicos e Unidades de Relevô da área de estudo.	35
Figura 12: Hipsometria e Unidades de Relevô da área de estudo.	36
Figura 13: Processos Minerários da área de estudo.....	39
Figura 14 - Rio Grande do Sul – Variabilidade espacial da insolação, 1970-2007.....	49
Figura 15 - Direções radiais do vento.....	54
Figura 16 - Mapa de pressão média ao nível do mar, para elucidar a localização médias dos Anticiclones que atuam nos oceanos Pacífico Sul e Atlântico Sul	55
Figura 17 - Intensidade e direção predominantes do vento no período de primavera (out-dez) de 2009-2013.....	60
Figura 18 - Intensidade e direção predominantes do vento no período de verão (jan-mar) de 2009-2013.	60
Figura 19 - Intensidade e direção predominantes do vento no período de outono (abr-jun) de 2009-2013.	61
Figura 20 - Intensidade e direção predominantes do vento no período de inverno (jul-set) de 2009-2013.	61
Figura 21 - Intensidade e direção predominantes do vento no período de 2009-2013.	62
Figura 22 - Representação da direção predominante do vento no período noturno.	63
Figura 23 - Representação da direção predominante do vento no período diurno	63
Figura 24 - Temperatura média do ar mensal das estações meteorológica de Bagé, Caçapava do Sul, Canguçu, Dom Pedrito, Jaguarão e São Gabriel. Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013	64

Figura 25 - Temperatura média do ar mensal das estações meteorológica de Aceguá, Aeroporto, Pedras Altas e MPX. Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. * Período: janeiro de 2011 até dezembro de 2013.....	65
Figura 26 - Temperatura média do ar no entorno da Usina UTPM no verão, outono, inverno e primavera.	66
Figura 27 - Umidade relativa do ar (UR) mensal das estações meteorológicas de Bagé, Caçapava do Sul, Canguçu, Dom Pedrito, Jaguarão e São Gabriel. Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013.	68
Figura 28 - Umidade relativa do ar (UR) mensal das estações meteorológicas de Aceguá, Aeroporto, Pedras Altas e MPX. Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. * Período: janeiro de 2011 até dezembro de 2013.	69
Figura 29 - Umidade relativa média do ar no entorno da Usina no verão, outono, inverno e primavera..	70
Figura 30 - Precipitação pluvial mensal das estações meteorológicas de Bagé, Caçapava do Sul, Canguçu, Dom Pedrito, Jaguarão e São Gabriel. Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013. As barras em vermelho correspondem a média climatológica (1960-1990) da estação instalada nos referidos municípios	72
Figura 31 - Precipitação pluvial mensal das estações meteorológicas de Aceguá, Aeroporto, Pedras Altas e MPX. Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. * Período: janeiro de 2011 até dezembro de 2013. As barras em vermelho correspondem a média climatológica (1960-1990) da estação instalada no município de Bagé-RS.....	73
Figura 32 - Precipitação pluvial no entorno da Usina no verão, outono, inverno e primavera.	74
Figura 33 - Evapotranspiração mensal, estimada pelo método de Thornthwaite, para as estações meteorológicas de Bagé, Caçapava do Sul, Canguçu, Dom Pedrito, Jaguarão e São Gabriel. Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013.....	75
Figura 34 - Evapotranspiração mensal, estimada pelo método de Thornthwaite, para as estações de Aceguá, Pedras Altas e MPX. Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. * Período: janeiro de 2011 até dezembro de 2013.....	76
Figura 35 - Ciclo smog fotoquímico do NO e NO ₂	83
Figura 36 - Transformações do dióxido de enxofre na atmosfera	85
Figura 37 - Distribuição espacial das estações da rede de monitoramento da qualidade do ar da CGTEE	92
Figura 38 - Rede de monitoramento ambiental da qualidade do ar, meteorologia e qualidade das chuvas	94
Figura 39 - Localização das estações meteorológicas e de qualidade do ar da CGTEE	96
Figura 40- Processos minerários para exploração de carvão mineral da região de Candiota/RS.....	113
Figura 41 – Exploração de carvão pela Companhia Riograndense de Mineração - CRM.....	114
Figura 42 – Exploração de carvão pela empresa Seival Sul de Mineração – SSM	117
Figura 43 - Fluxograma da planta de beneficiamento da Mina do Seival.....	118
Figura 44 - Jigues a ar da firma Allmineral	122

Figura 45 - Ilustração das condições iniciais do modelo CALPUFF	127
Figura 46 - Ilustração do arquivo gerados com as informações das estações meteorológicas de superfície	129
Figura 47 - Ilustração do tratamento dos dados no modelo CALMET	130
Figura 48 - Campo de vento obtido pelo modelo CALMET	131
Figura 49 - Topografia obtida pelo pré processamento do terreno utilizada no CALPUFF	132
Figura 50 - Ilustração do uso da terra com a aplicação do pré-processador MAKEGEO, utilizados pelo modelo CALPUFF	133
Figura 51 - Ilustração da dispersão dos poluentes, simuladas pelo CALPUFF, emitidos por diferentes fontes de emissão	134
Figura 52 - Visão tridimensional da topografia considerada pelo modelo CALPUFF, para o estudo da Bacia Aérea de Candiota/RS.....	135
Figura 53 - Esquema de funcionamento do AERMOD	136
Figura 54 - Fluxograma do pré-processador AERMET	138
Figura 55 - Localização das estações meteorológicas de superfície utilizadas no estudo	140
Figura 56 - Exemplo do arquivo.SAM gerado pelo pré processador meteorológico	143
Figura 57 - Perfil vertical da temperatura potencial para o dia 16/07/2008.....	144
Figura 58 - Perfil vertical da temperatura potencial para o dia 18/07/2008.....	145
Figura 59 - Ilustração da existência da CLP e seu efeito na dispersão de poluentes	145
Figura 60 - Ilustração do efeito da intensidade do vento na dispersão de poluentes	146
Figura 61 - Dispersão em uma CLP noturna	146
Figura 62 - Área simulada pelo modelo de mesoescala WRF, a escala de cores representa a topografia (m).....	149
Figura 63 - Representação dos arquivos gerados pelo modelo WRF, formatados de acordo com o modulo meteorológico CALMET	150
Figura 64 - Representação horizontal do campo de vento no primeiro nível do modelo WRF	150
Figura 65 - – Efeito de Stack.....	156
Figura 66 - Efeito de <i>building downwash</i> . Em destaque a zona de cavidade (em vermelho) e a região de turbulência (em azul).....	157
Figura 67 - Isolinhas de concentração máxima de SO ₂ (µg/m ³), média de 24h, cenário i - Ano 2011. ..	161
Figura 68 - Isolinhas de concentração máxima de SO ₂ (µg/m ³), média de 24h, cenário ii - Ano 2011...	162
Figura 69 - Isolinhas de concentração máxima de SO ₂ (µg/m ³), média de 24h, cenário iii - Ano 2011..	163
Figura 70 - Isolinhas de concentração máxima de SO ₂ (µg/m ³), média de 24h, cenário iv - Ano 2011..	164

Figura 71 - Isolinhas de concentração máxima de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase A no ano de 2011.....	169
Figura 72 - Isolinhas de concentração de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase A substituída no ano de 2011.....	170
Figura 73 - Isolinhas de concentração de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase B no ano de 2011.....	171
Figura 74 - Isolinhas de concentração de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase B adequada no ano de 2011.	172
Figura 75 - Isolinhas de concentração de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase C no ano de 2011.	173
Figura 76 - Isolinhas de concentração de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase D.....	174
Figura 77 - Isolinhas de concentração de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão UTEs Seival e Sul.	175
Figura 78 - Isolinhas de concentração de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão UTE Pampa Sul. .	176
Figura 79 - Isolinhas de concentração de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão do cenário iv operando com carga de 60%	178
Figura 80 - Isolinhas de concentração de SO ₂ , média de 24 horas, fonte de emissão do cenário i, com resolução espacial de 500 metros.	179
Figura 81 - Isolinhas de concentração máxima de MP (µg/m ³), média de 24h, cenário i - Ano 2011. ...	181
Figura 82 - Isolinhas de concentração máxima de MP (µg/m ³), média de 24h, cenário ii - Ano 2011....	182
Figura 83 - Isolinhas de concentração máxima de MP (µg/m ³), média de 24h, cenário iii - Ano 2011...	183
Figura 84 - Isolinhas de concentração máxima de MP (µg/m ³), média de 24h, cenário iv - Ano 2011...	184
Figura 85 - Isolinhas de concentração de NO ₂ (µg/m ³), máximos horários, cenário i - Ano 2011.....	189
Figura 86 - Isolinhas de concentração de NO ₂ (µg/m ³), máximos horários, cenário ii - Ano 2011.	190
Figura 87 - Isolinhas de concentração de NO ₂ (µg/m ³), máximos horários, cenário iii - Ano 2011.	191
Figura 88 - Isolinhas de concentração de NO ₂ (µg/m ³), máximos horários, cenário iv - Ano 2011.	192

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de habitantes dos municípios de Pedras Altas, Aceguá, Hulha Negra, Candiota, Herval, Pinheiro Machado, Piratini e Bagé. Período: 1970 até 2010.....	40
Gráfico 2 - Contribuição individual dos municípios ao Produto Interno Bruto da região no ano de 2007 (%).	41
Gráfico 3 - Médias climatológicas de precipitação (barras) e temperaturas médias máximas e mínimas (1961-1990) do município de Candiota – RS	47
Gráfico 4 - Distribuição média mensal de número de horas de insolação no período de 1963-2012.....	49
Gráfico 5 - Distribuição média sazonal de número de horas de insolação no período de 1963-2012.	50
Gráfico 6 - Distribuição de temperatura média sazonal no período de 1963-2012	51
Gráfico 7 - Precipitação média mensal para o período de 1963-2012	52
Gráfico 8 - Umidade relativa média mensal de 1963-2012.....	53
Gráfico 9 - Tempo de Residência de alguns poluentes na atmosfera	87
Gráfico 10 - Variação temporal, horaria, da temperatura do ar, para o período de maio-junho/2012....	142
Gráfico 11 - Comparação entre os quatro máximos valores de concentração - Ano 2011.....	165
Gráfico 12 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração - Ano 2011.	166
Gráfico 13 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração - Ano 2012	167
Gráfico 14 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração - Ano 2013	167
Gráfico 15 - Comparação entre os cenários no período de estudo.....	168
Gráfico 16 - Máximos valores de concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) média de 24 horas, para o poluente SO_2 simulados para ano de 2011	177
Gráfico 17 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração - Ano 2011	185
Gráfico 18 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração de PM_{10} - ano 2012.	186
Gráfico 19 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração, linha vermelha padrão ambiental - Ano 2013	187
Gráfico 20 - Comparação entre os cenários no período de estudo – PM_{10}	188
Gráfico 21 - comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração- Anos 2011, 2012 e 2013.....	193
Gráfico 22 - Resumo de concentrações máximas de SO_2 e potência instalada por cenário	195

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Empreendimentos termelétricos existentes e planejados na região de Candiota/RS	19
Tabela 2 - Número de Assentamentos por município na área de estudo da Bacia Aérea de Candiota.	26
Tabela 3 - Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade na área de estudo da Bacia Aérea de Candiota.	26
Tabela 4 - Distância dos núcleos dos bairros do município de Candiota em relação à UTPM.	29
Tabela 5 - Distância dos núcleos habitados, dos municípios da área de influência da UTPM, em relação à usina.	30
Tabela 6 - Principais áreas de lazer existentes na zona de influência do Complexo Termelétrico de Candiota e seu distanciamento em relação à chaminé das fases A e B.	31
Tabela 7 - Número de habitantes, área, densidade demográfica e Produto Interno Bruto dos municípios da área de estudo	42
Tabela 8 - Estações meteorológicas do INMET utilizadas.	59
Tabela 9 - Estações meteorológicas das empresas utilizadas	59
Tabela 10 - Principais poluentes atmosféricos	88
Tabela 11 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar - Resolução CONAMA nº 03/90.....	89
Tabela 12 - Níveis de alerta da qualidade do ar - Resolução CONAMA nº 03/90	89
Tabela 13 - Padrões de Qualidade do Ar (USEPA, 2012)	90
Tabela 14 - Coordenadas da localização da Rede de Monitoramento após a ampliação	91
Tabela 15 - Rede de monitoramento ambiental da qualidade do ar, meteorologia e qualidade das chuvas	93
Tabela 16 - Porcentagem de dados válidos dos anos de 2012 e 2013 dos parâmetros monitorados nas Estações da CGTEE	97
Tabela 17 – Principais características das usinas termelétricas consideradas no estudo.....	107
Tabela 18 - Análise do carvão em base seca fornecido pela CRM e SSM.....	120
Tabela 19 - Localização das Estações meteorológicas utilizadas no estudo	139
Tabela 20 - Exemplo da organização dos dados meteorológicos nas planilhas	141
Tabela 21 - Parametrizações físicas utilizadas no WRF	151
Tabela 22 - Descrição dos cenários modelados.....	151
Tabela 23 - Descrição dos cenários modelados.....	152
Tabela 24 - características operacionais das fontes de emissão	154
Tabela 25 - Taxas de emissões atmosféricas para as fontes atuais e futuras, em carga de 100% e 60%	155

Tabela 26 – Número de violações dos padrões de qualidade do ar em um mesmo ponto de grade em cada cenário - SO ₂	194
---	-----

LISTA DE SIGLAS

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
ABCM	Associação Brasileira de Carvão Mineral
AERMAP	Pré-processador de terreno do AERMOD
AERMET	Pré-processador meteorológico do AERMOD
AERMIC	American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee
AERMOD	AERMIC Model
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
ALL	América Latina Logística do Brasil S.A.
AMS	América do Sul
APA	Área de Proteção Ambiental
APCB	Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade
ASAS	Alta Subtropical do Atlântico Sul
ASG	Atmospheric Studies Group
ASTM	American Society for Testing and Materials
BEN	Balanco Energético Nacional
CALMET	Modelo meteorológico do CALPUFF
CALPOST	Modelo de pós-processamento do CALPUFF
CALPUFF	California Puff Model
Capa	Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor
CBL	Camada Planetária Convectiva
CC	Camada Candiota
CFB	Leito Fluidizado Circulante
CFC	Clorofluorcarbono
CGTEE	Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica
CIENTEC	Fundação de Ciência e Tecnologia
CIM	Centro de Informação em Metalurgia, Materiais e Mineração
CLP	Camada Limite Planetária
COBOS	Coal Blending Optimization System
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
Coredes	Conselhos Regionais de Desenvolvimento do Rio Grande do Sul
COV	Composto Orgânico Volátil
CRM	Companhia Riograndense de Mineração

CTDMPLUS	Complex Terrain Dispersion Model
CTG	Centro de Tradição Gaúcha
DNM	Direção Nacional de Meteorologia
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMA	Estação Meteorológica Automática
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	Oscilação Sul
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EQA	Estação de monitoramento da qualidade do ar
FEE	Fundação de Economia e Estatística
FEPAGRO	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler
FNL	Final - Operational Global Analysis
FRB	Formação Rio Bonito
FSA	Ferrovias Sul Atlântico
GDAS	Global Data Assimilation System
GEP	Good Engineering Practice
GFS	Global Forecast System
GriB	General Regularly distributed information in Binary form
GTS	Global Telecommunications System
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
Incra	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISIATA	Instituto per lo Studio dell'Inquinamento Atmosferico e l'Agrometeorologia
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais
Laprom	Laboratório de Processamento Mineral da UFRGS
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MP	Material Particulado

mTa	Massa Tropical Atlântica
NCEP	National Centers for Environmental Prediction
OMS	Organização Mundial da Saúde
PDE	Plano Decenal de Expansão de Energia
PGNAA	Prompt Gamma Neutron Activation Analysis
PI	Partículas Inaláveis
PIB	Produto Interno Bruto
PNE	Plano Nacional de Energia
PQAr	Padrões de qualidade do ar
Probio	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PTS	Partículas Totais em Suspensão
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
ROM	Run-of-mine
RS	Rio Grande do Sul
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
SBL	Camada Planetária Estável
SIN	Sistema Interligado Nacional
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SSM	Seival Sul de Mineração
TAC	Termo de Ajuste de Conduta
TR	Termo de Referência
UC	Unidade de Conservação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UR	Umidade Relativa do ar
US EPA	United States Environmental Protection Agency
USGS	United States Geological Survey
UTC	Universal Coordinated Time
UTE	Usina Termelétrica
UTM	Universal Transverse Mercator
UTPM	Usina Termelétrica Presidente Médici
WCI	World Coal Institute
WRF	Weather Research and Forecasting model

APRESENTAÇÃO

O Ministério de Minas e Energia (MME) solicitou, por meio do Ofício no 072/2013-SE-MME, de 31/05/2013, que a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada àquele Ministério, elaborasse estudos e pesquisas para aferir a capacidade de suporte da bacia aérea da região de Candiota, no Rio Grande do Sul.

A necessidade desse estudo surgiu a partir das tratativas dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos termelétricos conduzidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) na região de Candiota.

Nesse contexto, foi firmado em 10/05/2006 um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) junto à Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (Eletrobras CGTEE) cujos objetivos principais eram a adequação ambiental dos sistemas de controle das emissões atmosféricas da Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM) e modernização da rede de monitoramento da qualidade do ar. Em 2010, ao autorizar a operação da fase C da CGTEE, o IBAMA estabeleceu que antes de analisar novas solicitações de licença ambiental de usinas termelétricas na região, era necessário desenvolver estudos técnicos sobre a bacia aérea e sua capacidade de suporte a poluentes atmosféricos e de disponibilidade hídrica (IBAMA, 2014b).

Em 13/04/2011 foi validado um novo TAC entre o IBAMA e a CGTEE, junto com os demais atores. E em 16/08/2013 houve aditamento desse TAC exigindo, em sua 12ª cláusula, que o MME viabilizasse o estudo de capacidade de suporte da bacia aérea.

“CLAUSULA DÉCIMA SEGUNDA – O Ministério de Minas e Energia deverá adotar as medidas necessárias para viabilizar a realização de estudo para aferir a capacidade de suporte da bacia aérea da região de Candiota até 31/07/2014, como subsídio para a elaboração do planejamento setorial e alternativas eletroenergéticas que assegurem a continuidade do suprimento de energia elétrica às regiões Sul e Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, bem como para a aferição da viabilidade técnica e locacional de outras usinas termelétricas pelo órgão ambiental competente.”

O presente relatório tem como finalidade principal subsidiar a avaliação do órgão ambiental competente sobre a viabilidade técnica e locacional para implantação de novas usinas termelétricas a carvão e contribuir com a gestão da qualidade do ar da bacia aérea da região de Candiota/RS. Para tal, utilizou-se a modelagem matemática consolidada internacionalmente para simular a dispersão de gases poluentes na atmosfera em diversos cenários a fim de caracterizar situações de possível violação dos padrões de qualidade do ar estabelecidos na legislação. Os cenários elaborados consideram desde a situação atual até a operação simultânea de todos os empreendimentos já licenciados e aqueles em fase de planejamento. Em cada cenário simulou-se a dispersão dos três principais poluentes emitidos por termelétricas: Material Particulado, Dióxido de Enxofre (SO₂) e Dióxido de Nitrogênio (NO₂).

Espera-se que essa metodologia sirva como instrumento de gestão para tomada de ações antecipatórias, pelos empreendedores e órgão licenciador, de forma a não ocorrer o comprometimento da qualidade do ar da região. Para elaboração do estudo o IBAMA emitiu um Termo de Referência (TR), apresentado em Anexo, amplamente discutido com a EPE e MME.

O estudo foi elaborado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) sob coordenação da EPE e contou com a colaboração da Associação Brasileira de Carvão Mineral (ABCM) e dos seguintes agentes com empreendimentos ou projetos na região: CGTEE, Eneva e Tractebel Energia. O seu desenvolvimento foi bastante participativo, contando com a realização de diversas reuniões com as empresas envolvidas, além do IBAMA e MME.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, na condição de país em desenvolvimento, apresenta demanda de energia elétrica crescente, fato esse que se manterá ao longo das próximas décadas de acordo com os Planos setoriais de médio e longo prazo (EPE, 2013; EPE, 2007). Nesse contexto, o planejamento da ampliação da oferta de energia utilizando as várias fontes disponíveis é fundamental para garantir a segurança energética do país. Atualmente, a matriz elétrica brasileira é predominantemente baseada na hidroeletricidade, contando com termelétricas a gás natural e a óleo para suprimento nos momentos de maior demanda e como backup para as situações de hidrologia crítica, quando as hidrelétricas têm sua capacidade de operação reduzida. Além das termelétricas a gás e a óleo, mais flexíveis, o sistema conta ainda com usinas termonucleares e usinas termelétricas a carvão mineral, usinas essas que por suas características operativas menos flexíveis tendem a operar na base do sistema, sendo igualmente importantes para o sistema hidrotérmico nacional.

Apesar dos esforços para manter a matriz elétrica predominantemente baseada em fontes renováveis, o ritmo de implantação de novas hidrelétricas e de novas fontes renováveis como a eólica e a solar não permite que o planejamento setorial renuncie as opções termelétricas baseadas em combustíveis fósseis. Além disso, as termelétricas apresentam características técnicas desejáveis ao sistema interligado nacional - SIN, como a possibilidade de instalação próxima aos centros de carga e a sua invulnerabilidade climática, entre outros.

De acordo com o *World Coal Institute* (WCI, 2013), o carvão mineral é responsável pelo fornecimento de 30% da energia primária e por cerca de 40% da eletricidade consumida no mundo. No Brasil, o carvão responde atualmente por 2,49% da capacidade de geração elétrica instalada e respondeu em 2012 por 1,6% da oferta interna de energia elétrica (EPE, 2013). Segundo o sumário mineral do DNPM (2013) a tendência é que seu consumo aumente nos próximos anos face às expectativas de inserção dessa fonte nos leilões de energia nova para entrega no prazo de cinco anos, denominados leilões A-5, o que aumentaria a sua participação no mercado regulado de energia. Pelas projeções da EPE é esperado um crescimento de 4% no consumo de carvão para a geração elétrica até 2022 (EPE, 2013).

Conforme relato de Gomes *et al* (1998), a história do carvão fóssil no Brasil teve início em 1795 com a descoberta do recurso por ingleses durante a construção de ferrovias na região do baixo Jacuí, Rio Grande do Sul. Entretanto, o início da atividade de mineração foi iniciado na segunda metade do século passado e durante décadas foi intermitente e primitiva, somente passando a adquirir estatura de uma indústria moderna a partir da Segunda Guerra Mundial, ainda que em ritmo lento e cheio de altos e baixos. Desde então, até 1990, a primazia em termos de volume de produção, número e mecanização de minas, trabalhadores empregados e valores econômicos foi da região sul-catarinense. Quando da desregulamentação, com desobrigação de compra de carvão metalúrgico nacional pelas siderúrgicas de alto-forno

integradas, a mineração catarinense sofreu drástica queda. Apenas recentemente ocorreu alguma recuperação, com a elevação dos preços e o maior consumo de carvão no complexo termoeletrico de Capivari de Baixo/SC.

As maiores reservas de carvão encontram-se na região sul do país, sendo a Jazida Candiota no Rio Grande do Sul a maior delas. O carvão brasileiro é considerado de baixa qualidade devido ao baixo poder calorífico, elevado teor de cinzas, enxofre e voláteis. Por essas características as plantas termelétricas se localizam nas proximidades das minas, de modo a reduzir custos de transporte.

Além disso, a combustão do carvão acarreta emissão de poluentes atmosféricos que podem causar sérios impactos socioambientais, como problemas de saúde, chuva ácida, smog fotoquímico e alterações climáticas. No entanto com o emprego de equipamentos de controle adequados e uso de tecnologias menos poluentes, como as *Clean Coal Technologies*, esses impactos podem ser minimizados.

O abastecimento elétrico das regiões Sul e Oeste do Rio Grande do Sul (RS) é crítico principalmente no período de levante hidráulico (novembro a março). Sendo assim, existe interesse na exploração de carvão mineral para a geração elétrica, particularmente na área de Candiota pela existência de grandes reservas. Portanto, esse estudo visa subsidiar a avaliação do órgão ambiental competente sobre a viabilidade técnica e locacional para implantação de novas usinas termelétricas a carvão e contribuir com a gestão da qualidade do ar da bacia aérea da região através da modelagem matemática de dispersão de gases poluentes na atmosfera a fim de caracterizar situações de saturação ou insaturação atmosférica.

2. DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na região sul do Estado do Rio Grande do Sul e abrange 10.000 km² que englobam total ou parcialmente os municípios de Candiota, Aceguá, Bagé, Dom Pedrito, Herval, Hulha Negra, Pedras Altas, Piratini e Pinheiro Machado. A área é representada por uma grade de 100 por 100 km, onde o ponto central está fixado na Usina Termelétrica Presidente Médici (Fase A e B), cujas coordenadas UTM (*Universal Transverse Mercator*) são: 6.506.173 S e 245.306 E, Zona 21 (Figura 1 e Figura 2).

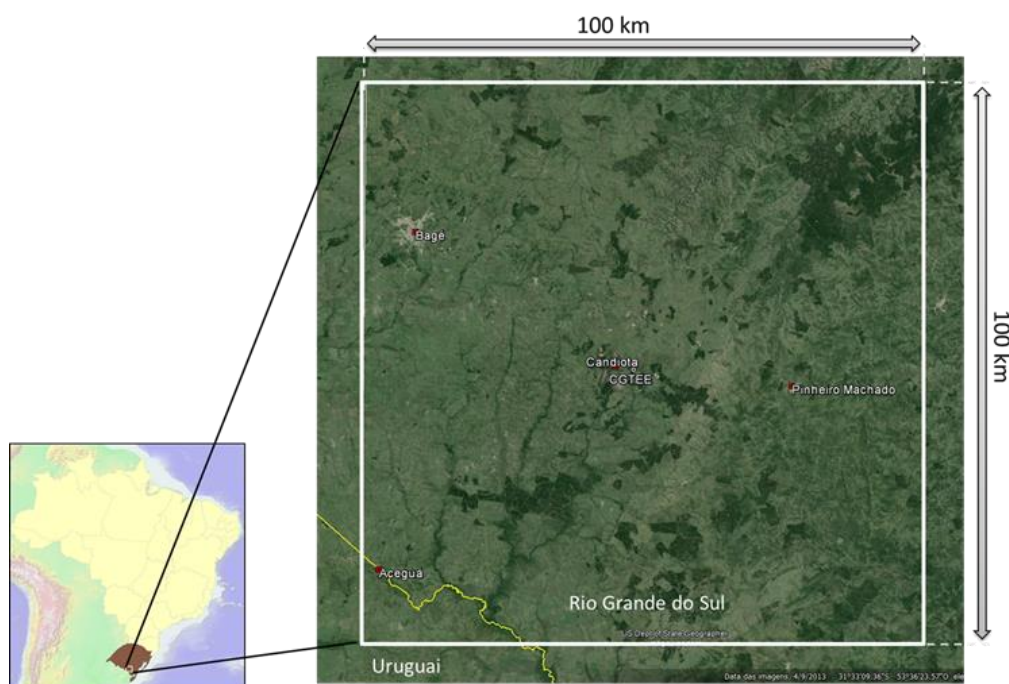


Figura 1 - Área de estudo

Fonte: Google Earth, 2014.

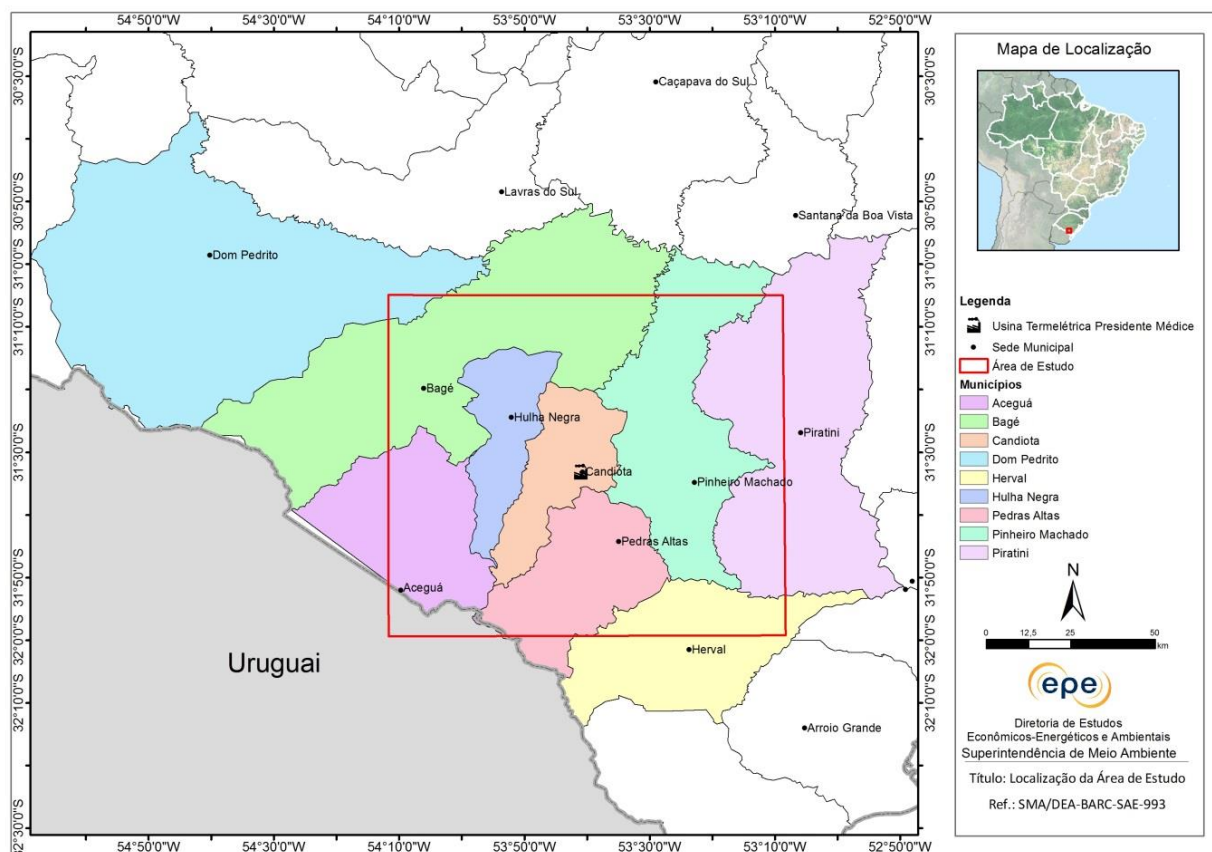


Figura 2 - Municípios da área de estudo.

Fonte: IBGE

Encontra-se em operação na região a Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM) fases A, B e C (Figura 2), de propriedade da Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE). O complexo termelétrico está dividido em três fases e realiza a queima do carvão mineral oriundo da Mina de Candiota, operada pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM). A Fase A e a Fase B possuem capacidade instalada de 446 MW, e a Fase C de 350 MW (CGTEE, 2014). Além destas, está em fase de elaboração o Estudo de Impacto Ambiental da Fase D, com potência projetada de 600 MW. Em relação ao monitoramento da qualidade do ar a CGTEE conta com sete estações na região (UTPM, Candiota, Aeroporto, Três Lagoas, Aceguá, Pedras Altas, Pinheiro Machado e Bagé).

Outros quatro empreendimentos estão em processo de licenciamento na região. A Eneva Energia possui duas Usinas Termelétricas (UTE) em fase de licenciamento, a UTE Sul com potência instalada de 727 MW que está com a Licença Prévia (LP) prorrogada, e a UTE Seival com 600 MW que possui a Licença de Instalação (LI), ambas com carvão mineral proveniente da Mina Seival, pertencente ao mesmo grupo. A Tractebel Energia, através de sua controlada Usina Termelétrica Pampa Sul S/A, protocolou no IBAMA o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) da UTE Pampa Sul, com 680 MW de potência instalada. Além dessas, a Star Energy Participações S.A também apresentou interesse em

instalar uma UTE em Candiota com o projeto denominado UTE Jaguarão, com potência instalada de 1200 MW, no entanto devido à inatividade do processo de licenciamento o mesmo não foi considerado no estudo. Dos empreendimentos planejados citados somente a Eneva possui uma estação de monitoramento da qualidade do ar (EQA).

As informações dos empreendimentos existentes e planejados para a região de estudo encontram-se sintetizados na Tabela 1 e representados na Figura 3, conforme informações do IBAMA e dos empreendedores.

Tabela 1 - Empreendimentos termelétricos existentes e planejados na região de Candiota/RS

Nome	Localização (UTM - Z 22J)	Empreendedor	Potência (MW)	Situação
UTE Presidente Médici	A e B: 6.506.173 S; 245.306 E	CGTEE	Fase A: 2 x 63	Operando
Fases A, B e C	C: 6.506.529 S; 245.409 E		Fase B: 2 x 160 Fase C: 350	LO 057/1999-Fases A e B TAC (A e B): 02001.002567/97-88 LO 991/2010-Fase C
UTE Sul	6.515.900 S; 243.980 E	Eneva	727	LP prorrogada
UTE Seival	6.512.128 S; 243.284 E	Eneva	600	LI emitida
UTE Candiota - Fase D	6.508.546 S; 239.280 E	CGTEE	600	EIA em elaboração
UTE Pampa Sul	N 236249; E 6517154 N 236249; E 6517069	Tractebel Energia	680	EIA elaborado e protocolado no IBAMA
UTE Jaguarão	6.514.607 S; 245.506 E	Star Energy Participações S.A.	1200	Aguardando TR

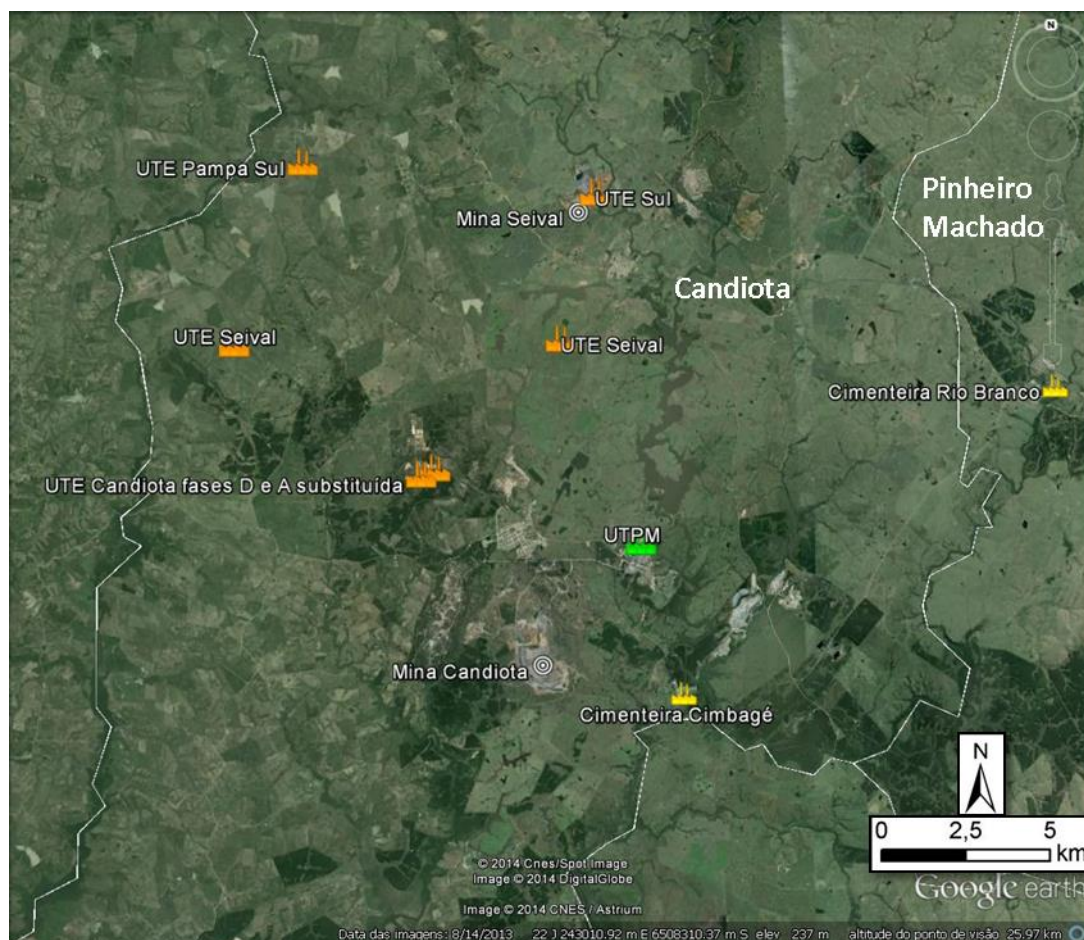


Figura 3 – Imagem da região de Candiota com destaque para as UTEs consideradas no estudo.

Fonte: Elaboração própria. Imagem: Google Earth Pro de 14/08/2013

Observa-se nos dados da Tabela 1 que estão em processo de licenciamento empreendimentos de elevada potência de geração em áreas vizinhas à UTPM. Além disso, a Figura 3 mostra que existem outras fontes de emissão de poluentes atmosféricos na região, como cimenteiras e minas de carvão.

A usina em operação, UTPM, apresentou violações nos padrões de emissões atmosféricas motivando a celebração do Termo de Ajuste de Conduta (TAC) em 2006. Mediante a constatação do não cumprimento do TAC e devido ao risco de falta de suprimento energético às regiões oeste e sul do Rio Grande do Sul caso houvesse autuação e embargo das fases A e B da UTPM, em 2011, foi celebrado um novo TAC, que passou por aditamento em 2013. Dentre as cláusulas do TAC, há a exigência de adequações nos mecanismos de controle de poluição atmosférica da Fase B da UTPM e a elaboração de estudo para aferição capacidade de suporte da bacia aérea da região de Candiota de forma a avaliar o impacto da instalação de novas unidades termelétricas. Assim, o presente estudo é fundamental para cumprimento do TAC e para avaliação ambiental da região, de forma que seja assegurada a manutenção da qualidade

do ar contribuindo para as decisões futuras no âmbito de instalação de novas usinas e estações de medição de qualidade do ar.

O estudo engloba a modelagem da dispersão de poluentes atmosféricos para a previsão de suas concentrações dentro da bacia aérea. O modelo de dispersão atmosférica recomendado pelo US EPA (Agência de Proteção Ambiental americana) para transporte em longas distâncias é o CALPUFF. Sendo assim, esse foi o modelo indicado pelo IBAMA no Termo de Referência (TR) desse estudo. Ele consiste em um modelo lagrangeano de pluma Gaussiana. Para essa previsão devem ser consideradas as condições meteorológicas, climatológicas, fontes antropogênicas, relevo, uso e ocupação do solo.

Os poluentes mais significativos, e que serão analisados são: NO₂ (dióxido de nitrogênio), SO₂ (dióxido de enxofre) e Material Particulado. Neste contexto, deverá ser avaliado o cumprimento dos padrões da Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990 e a capacidade de suporte/saturação da bacia aérea em questão.

2.1. Infraestrutura

A área de estudo é bem servida de infraestrutura de transportes, conta com um aeroporto e é atravessada por rodovias e ferrovia. Outras estruturas complementam a região como, os aeródromos e as estradas de menor porte (Figura 4).

As principais rodovias são BR-293, BR-153, BR-473, RS-615, RS-265 e RS-473. A Ferrovia em operação é a Ferrovia Sul Atlântico (FSA), sob a concessão da empresa América Latina Logística do Brasil S.A (ALL), que atua em três segmentos de negócios: no transporte ferroviário: commodities agrícolas, combustíveis e produtos industrializados. Além disso, presta serviços rodoviários, operações de terminais e armazenagem (ALL, 2014).

A região tem como principal centro urbano a sede do município de Bagé, seguido pelas cidades de Pinheiro Machado, Hulha Negra, Candiota, Aceguá e Pedras Altas. As demais sedes municipais não estão dentro dos limites definidos como área de estudo. Outros núcleos habitacionais são evidenciados na área de estudo, como localidades, povoados e vilas, visto em maior detalhe no capítulo sobre os receptores.

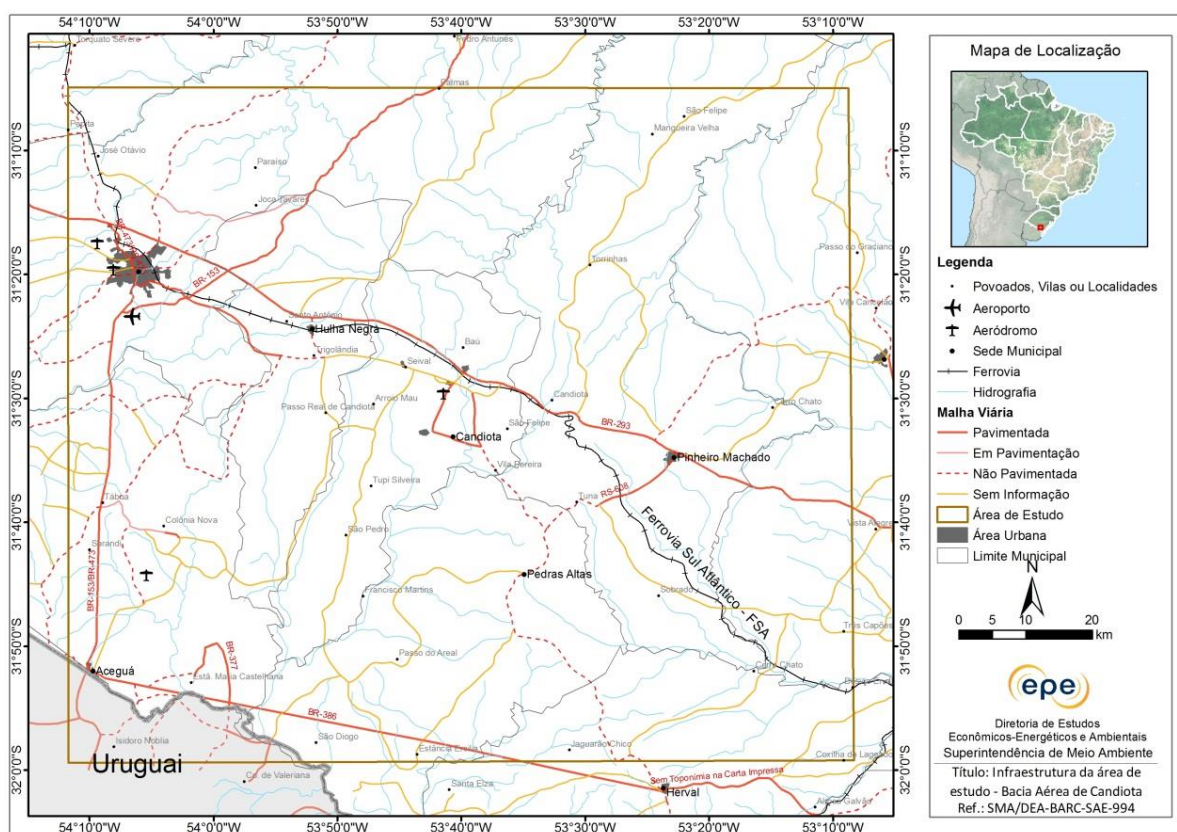


Figura 4 - Infraestrutura da área de estudo na Bacia Aérea de Candiota.

Fonte: IBGE

2.2. Cobertura e uso do solo

A área de estudo é coberta predominantemente por vegetação nativa, cerca de 65% do total. O restante corresponde a áreas antropizadas. Contudo, cabe destacar que parte expressiva desta vegetação nativa está alterada, visto que há tempos a vegetação campestre da região se transformou em áreas de pastos natural.

A região em estudo está inserida no bioma Pampa, Ecorregião Campos Sulinos, e abrange formações florestais e campestres. Dentre essas, foram identificadas na área de estudo e descritas, conforme a classificação apresentada no Manual Técnico da Vegetação Brasileira por (IBGE, 2012), as seguintes formações: Estepe; Savana-Estépica; Floresta Estacional; e Áreas das Formações Pioneiras Vegetação com Influência Fluvial e/ou Lacustre (Figura 5). A denominação "Estepe" é dada aos campos do sul do Brasil que apresentam uma vegetação campestre com adaptações fisiológicas específicas devido às secas ocasionais em função da ação das frentes frias polares dessecantes. Cabe destacar que as estepes brasileiras estão atualmente descaracterizadas pela intensa antropização em decorrência das atividades agropecuárias. Duas formações estão presentes na área de estudo: Estepe Gramíneo-lenhosa e

Arborizada, com predominância para a segunda, que ocupa aproximadamente 50% da área total.

O termo “Savana-estépica” refere-se às tipologias campestres que geralmente apresentam estrato decidual e espinhoso, com gradiente fisionômico variado. Na região, são os efeitos das frentes frias dessecantes que favoreceram este tipo de vegetação adaptado à secas severas e com aspectos fisionômicos típicos. Na área de estudo, foram observados os subtipos arborizada e gramíneo-lenhosa, que se concentram a oeste e cobrem 5% do total da área de estudo.

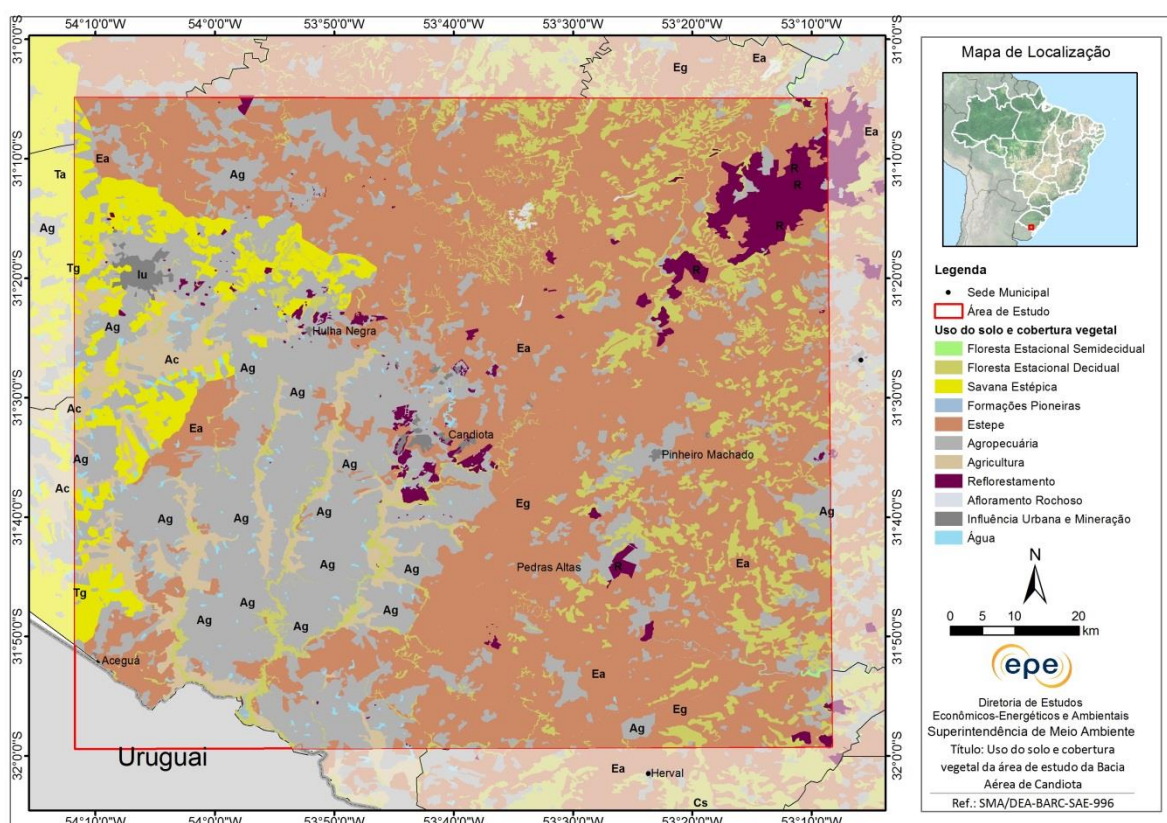


Figura 5 - Mapa de Uso do solo e Cobertura vegetal da área de estudo.

Fonte: Adaptado de MMA/Probio, 2007.

As Florestas Estacionais são condicionadas pela dupla estacionalidade climática (seca e chuvosa) e a perda de folhas do conjunto florestal na estação seca é de 20 a 50% no grupo semidecidual e acima de 50% no decidual. Na área de estudo, ocorrem ambos os grupos, nas formações montana (apenas a decidual) e submontana e ocupam cerca de 10% da área total. Geralmente aparecem associadas às estepes, ocupando as margens dos cursos d'água, quando são denominadas “floresta de galeria”.

As Áreas com Influência Fluvial e/ou Lacustre correspondem às comunidades vegetais que sofrem efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas ou de depressões alagáveis. Na área de estudo ocupam pequena porção (1%) e geralmente são encontradas associadas às estepes.

Quanto às áreas antropizadas, destacam-se as áreas de agropecuária que, somadas às agrícolas, cobrem mais de 30% da área de estudo. Outra atividade marcante, sobretudo no nordeste da área de estudo, é o reflorestamento que ocupa 2,8%. Outras ocupações verificadas foram áreas degradadas por mineração e influência urbana que somadas correspondem a menos de 1% da área de estudo.

Quadro 1 - Ocupação e Uso do Solo da Área de Estudo

Classe	Total na área de estudo (km ²)	%
Vegetação Nativa e Outros		
Floresta Estacional Decidual Montana	9,23	0,1
Floresta Estacional Decidual Submontana	877,36	8,9
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	3,34	0,0
Estepe Arborizada (campos sulinos)	4.596,48	46,8
Estepe Gramíneo-Lenhosa (campos sulinos)	346,52	3,5
Savana-Estépica Arborizada	242,81	2,5
Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa	209,05	2,1
Áreas das Formações Pioneiras Vegetação com Influência Fluvial e/ou Lacustre	5,54	0,1
Água	64,75	0,7
Afloramentos Rochosos	7,01	0,1
Subtotal	6.362,09	65%
Áreas Antropizadas		
Agricultura	445,20	4,5
Agropecuária	2.677,52	27,3
Degradadas por mineração	14,84	0,2
Influência Urbana	36,42	0,4
Reflorestamento	279,28	2,8
Subtotal	3.453,25	35%
TOTAL GERAL	9.815,34	

Fonte: Adaptado de MMA/Probio, 2007.

Com relação à fauna, o Bioma Pampa possui quase 500 espécies de aves. Também ocorrem mais de 100 espécies de mamíferos terrestres. Em relação à diversidade de répteis e peixes, há aproximadamente 30 espécies de répteis e 44 espécies de peixes (de 12 famílias e cinco ordens).

O Pampa abriga muitas espécies endêmicas, tais como o Tuco-tuco (*Ctenomys flamarioni*), o beija-flor-de-barba-azul (*Helimaster furcifer*) e o sapinho-de-barriga-vermelha (*Melanophryniscus atroluteus*) e ainda algumas ameaçadas de extinção tais como o veado campeiro, o cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) e o picapauzinho-chorão (*Picoides mixtus*) (MMA e IBAMA, 2004).

Deve-se destacar que, na região de estudo, a maior parte dos registros das espécies de mamíferos citadas ocorre junto aos remanescentes de matas de galerias dos rios e seus afluentes, como por exemplo, ao longo do Rio Jaguarão e do Arroio Candiota e nos campos associados a essas matas. Já os registros de aves se dão tanto nos campos como nos remanescentes de florestas do Bioma Pampa.

2.3. Áreas de interesse socioambiental

Segundo a base cartográfica utilizada, a área de estudo não abrange terras indígenas, mas apresenta uma unidade de conservação de proteção integral, denominada Reserva Biológica Biopampa e 68 assentamentos rurais, conforme observado na Figura 6 e Tabela 2.

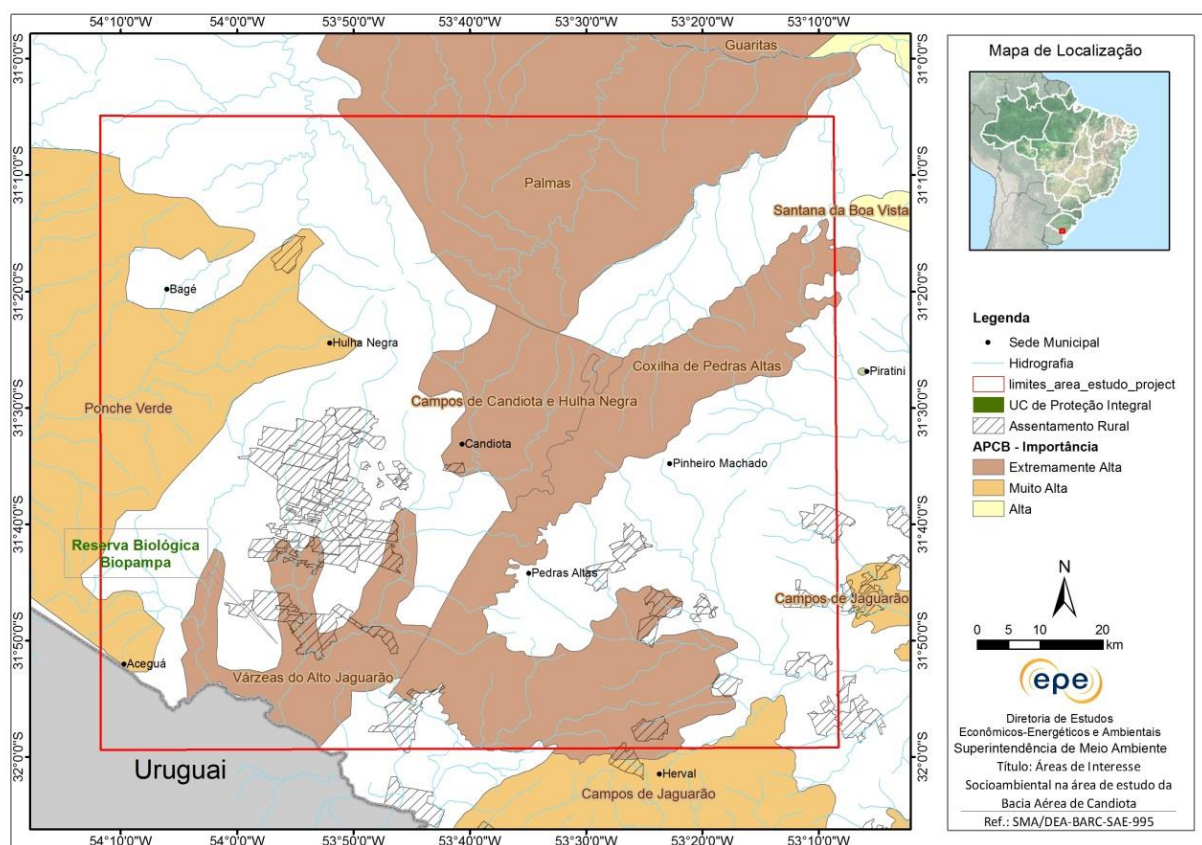


Figura 6 - Áreas de Interesse Socioambiental na área de estudo da Bacia Aérea de Candiota.

Fonte: IBAMA, 2014;

Tabela 2 - Número de Assentamentos por município na área de estudo da Bacia Aérea de Candiota.

Municípios	Nº de Assentamentos
Aceguá	2
Candiota	23
Herval	6
Hulha negra	21
Pedras altas	4
Pinheiro machado	7
Piratini	5
Total Geral	68

Na área de estudo foram contabilizadas seis Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (APCB), cuja metodologia baseia-se no Mapa de Biomas do IBGE, incorpora os princípios de planejamento sistemático para conservação e seus critérios básicos (representatividade, persistência e vulnerabilidade dos ambientes). Esta identificação de áreas compõe o subsídio fundamental para a gestão ambiental com vistas à conservação do uso sustentável e para a repartição de benefícios da biodiversidade brasileira (IBAMA, 2014). É importante ressaltar que as APCBs não representam restrições ou impedimentos legais às atividades antrópicas.

As APCBs inseridas na área de estudo apresentam em sua maioria a indicação de Criação de Unidades de Conservação, sendo uma de Proteção Integral (Campos de Candiota e Hulha Negra), três de categorias indefinidas. Ponche Verde é uma área indicada para Fomento de Uso Sustentável e Várzeas do Alto Jaguarão não foi informada uma ação prioritária.

Tabela 3 - Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade na área de estudo da Bacia Aérea de Candiota.

Nome	Importância	Ação Prioritária
Campos de Candiota e Hulha Negra	Extremamente Alta	Cria UC - PI
Coxilha de Pedras Altas	Extremamente Alta	Cria UC - Indef.
Palmas	Extremamente Alta	Cria UC - Indef.
Campos de Jaguarão	Muito Alta	Cria UC - Indef.
Várzeas do Alto Jaguarão	Extremamente Alta	Não Informado
Ponche Verde	Muito Alta	Fomento Uso Sust.

Vale ressaltar que no processo de licenciamento ambiental esses aspectos são analisados com mais detalhe sob o ponto de vista de cada empreendimento, considerando sua área de abrangência/localização.

2.3.1. Unidades de conservação

Considerando as porções dos municípios de Candiota, Aceguá, Bagé, Herval, Hulha Negra, Pedras Altas, Piratini e Pinheiro Machado, abrangidas pela grade de 10.000 km² deste estudo, há apenas uma Área de Proteção Ambiental (APA) criada e implantada e que se caracteriza como um receptor.

A Unidade de Conservação Municipal de Proteção Integral BioPampa, mais conhecida como Reserva Biológica BioPampa, foi criada em 2012 pelo município de Candiota por meio da lei municipal 1371/2012, sendo implantada no final do ano de 2013.

Situada às margens dos rios Candiota e Jaguarão, entre a ponte de concreto fronteira entre Candiota e Pedras Altas (norte) e ponte de madeira da fronteira de Candiota e Aceguá (sul), a Reserva Biológica BioPampa possui dois mil hectares de áreas remanescentes de campos, alagadiços e matas de galerias do Bioma Pampa, com múltiplas espécies endêmicas e ameaçadas.

Esta APA possui como código de Unidade de Conservação (UC), junto ao Ministério do Meio Ambiente, o código 0435.43.2922 e dentro da Categoria IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais) é classificada como Categoria Ia (Reserva Natural Estrita). Nesta categoria, áreas com ecossistemas, aspectos e/ou tipo geológico ou fisiológico, importante ou representativo, estão disponíveis primariamente para pesquisa científica e/ou monitoramento ambiental.

Em relação às Unidades de Conservação no Brasil, o Pampa é o bioma com menor representatividade no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), possuindo apenas 0,4% da área continental brasileira protegida por unidades de conservação (MMA, 2014).

2.4. Descrição e caracterização dos principais receptores

Segundo CCOYLLO (1998), considerando um cenário de emissões de poluentes atmosféricos por fontes estacionárias (e móveis), os receptores dos possíveis efeitos adversos causados pela poluição do ar, podem ser desde homens e animais, até plantas e materiais abióticos dos mais variados tipos.

No escopo desse estudo são considerados como principais receptores os núcleos habitacionais existentes na região de Candiota.

2.4.1. Áreas Urbanas e Localidades

A região de estudo apresenta baixa densidade populacional, com as principais áreas urbanas representadas por Bagé, Hulha Negra, Candiota, Pinheiro Machado e Aceguá (Figura

7). O IBGE também identifica 35 povoados, vilas ou localidades, ou seja, áreas com alguma ocupação humana.

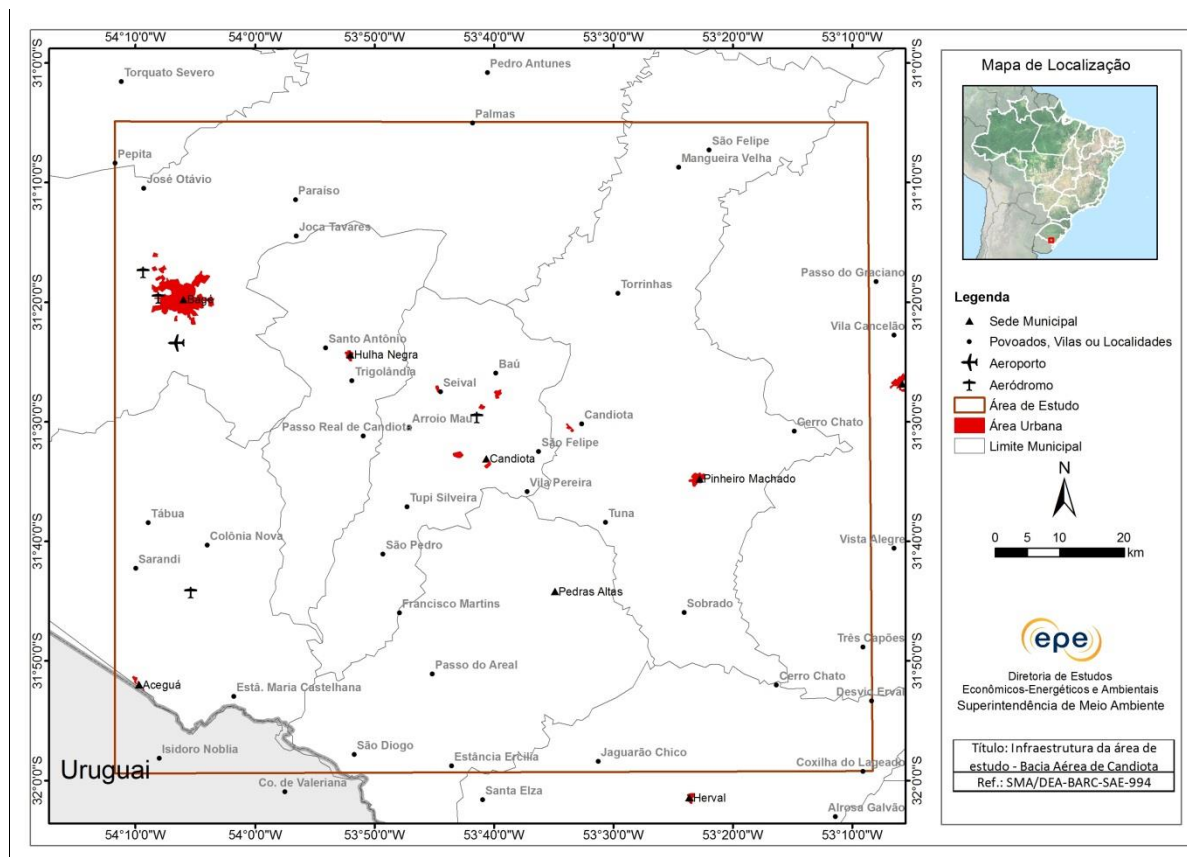
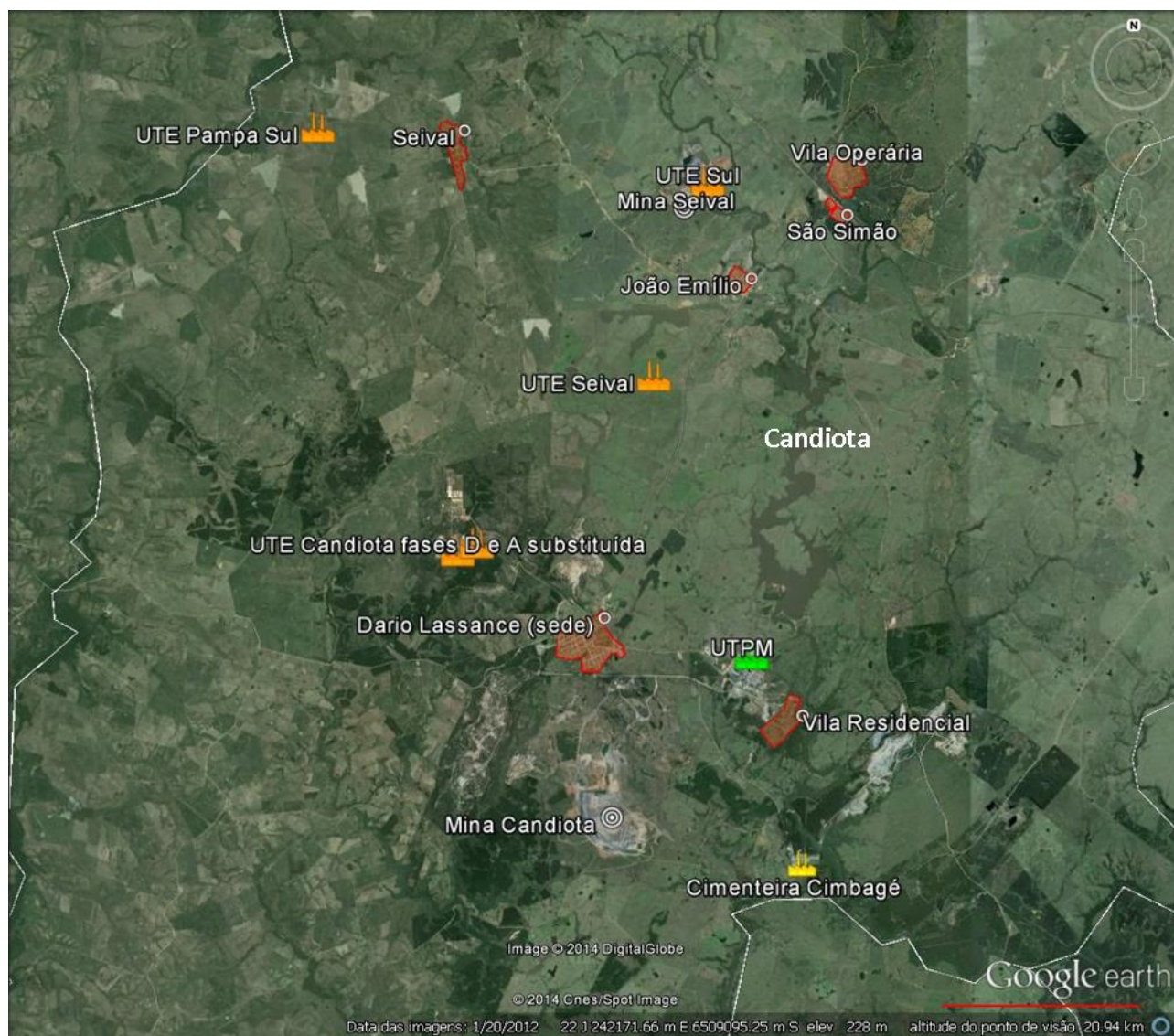


Figura 7 – Áreas urbanas na região de estudo.

Fonte: IBGE; MMA, 2007.

Estão inseridos no município de Candiota, onde se localizam as UTEs existentes e planejadas, núcleos habitacionais, distribuídos em seis bairros da cidade: Dario Lassance (sede do município), João Emilio, São Simão, Seival, Vila Operária e Vila Residencial (Figura 8). Esses núcleos estão isolados do ponto de vista espacial e a exposição ao impacto das emissões de poluentes está condicionada à proximidade com as UTEs e com as condições de dispersão atmosférica a serem modeladas nesse estudo.



Nota: Núcleos habitacionais representados pelos polígonos em vermelho.

Figura 8 – Núcleos habitacionais no município de Candiota

Fonte: Elaboração própria. Imagem: Google Earth Pro de 14/08/2013

Tomando como ponto inicial a chaminé de exaustão de UTE Presidente Médici - Candiota II – Fase A e Fase B - centro da grade de estudo, a distância em linha reta aproximada até o ponto central dos principais núcleos habitados referidos é dada pela Tabela 4.

Tabela 4 - Distância dos núcleos dos bairros do município de Candiota em relação à UTPM.

Bairros do município de Candiota	Distância (em km) da UTPM
Dario Lassance	3 (oeste)
João Emílio	8 (norte)
São Simão	9,5 (nordeste)
Seival	12 (noroeste)
Vila Operária	10 (norte)
Vila Residencial	1 (sudeste)

Já as distâncias (em quilômetros) medidas entre este mesmo ponto central e cada um dos principais núcleos habitados dos municípios vizinhos a Candiota, integrantes da área de estudo, é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 - Distância dos núcleos habitados, dos municípios da área de influência da UTPM, em relação à usina.

Municípios	Distância (em km) da UTPM
Aceguá (Colônia Nova)	60 (sudoeste)
Aceguá (Sede)	59 (sudoeste)
Bagé	47 (noroeste)
Herval	24 (noroeste)
Hulha Negra	22 (sudeste)
Pedras Altas	29 (leste)
Pinheiro Machado	130 (sudeste)
Piratini	57 (nordeste)

2.4.2. Áreas de Lazer

Os municípios da área de estudo, apesar de serem de pequeno porte - com exceção de Bagé, que se enquadra como uma cidade de médio porte, com população total de 116. 794 habitantes (IBGE, 2010) e apresentam uma considerável variedade de áreas de lazer. Dentre as mais frequentes estão as áreas verdes, tais como parques e praças; clubes; campos de futebol públicos; espaços culturais; como museus e CTGs (Centros de Tradição Gaúcha) e; atrações naturais relacionadas com a beleza das formações geológicas e vegetais do bioma Pampa, com praias de água doce.

Na Tabela 6 são apresentadas algumas das principais áreas de lazer existentes na região abrangida pelos estudos e que são tratados como prováveis receptores das plumas emitidas pelas UTEs. Essas áreas e pontos - análogos neste caso - que atraem nativos e turistas, foram definidas com base nas informações de pontos turísticos apresentados pelas prefeituras das cidades em seus sites oficiais. Apenas Hulha Negra não apresentou essas informações em seu site oficial, portanto não consta no quadro nenhuma área de lazer deste município.

Tabela 6 - Principais áreas de lazer existentes na zona de influência do Complexo Termelétrico de Candiota e seu distanciamento em relação à chaminé das fases A e B.

Município	Área de lazer	Distância (em km) da UTPM
Aceguá	Cerro dos Quietos	54,3 (sudoeste)
	Marco Fronteiriço	57,7 (sudoeste)
	Os Paredões	41,1 (sul)
Bagé	Casa de Cultura Pedro Wayne	47,1 (noroeste)
	Centro Administrativo (antiga Estação Férrea)	46,7 (noroeste)
	Coreto Municipal	47 (noroeste)
	Haras Santa Ana do Rio Grande	42, 7 (oeste)
	Igreja Nossa Senhora Auxiliadora	47,3 (noroeste)
	Igreja Nossa Senhora da Conceição	47,1 (noroeste)
	Instituto Municipal de Belas Artes	47,1 (noroeste)
	Parque de Exposição Visconde Ribeiro de Magalhães	45,3 (noroeste)
	Parque do Gaúcho	42,3 (noroeste)
	Praça Carlos Telles (da Catedral)	47,8 (noroeste)
Candiota	Praça Silveira Martins	47 (noroeste)
	CTG Batalha do Seival	1,5 (sudeste)
	CTG Candeeiro do Pago	1,5 (sudeste)
	CGT Luiz Chirivino	3,3 (oeste)
Herval	Prainha de Candiota	1,4 (norte)
	Igreja São João Batista	59,3 (sudeste)
Pedras Altas	Parque Aquático	58,5 (sudeste)
	Castelo da Granja Pedras Altas	22,7 (sudeste)
Pinheiro Machado	Estação Ferroviária	22,3 (sudeste)
	Antigo Centro Administrativo	28,7 (leste)
	Igreja Matriz Nossa Senhora da Luz	28,7 (leste)
	Parque de Exposição Charrua	31,8 (leste)
Piratini	Praça Angelino Goulart	28,7 (leste)
	Parque Farroupilha	56,1 (nordeste)
	Minas do Paredão - Praia do Rio Camaquã	101 (nordeste)
	Balneário Piratini - Represa do Rio Piratini	54,2 (nordeste)

2.5. Geologia e geomorfologia

O relevo do estado do Rio Grande do Sul é dividido regionalmente em cinco grandes unidades geomorfológicas; essa divisão foi baseada na diferença topográfica, na estrutura rochosa e nos padrões de formas do relevo. Essas unidades são: o Planalto Meridional, a Depressão Central (Periférica), a Cuesta do Haedo, a Planície Costeira, e o Planalto (Escudo) Sul-rio-grandense (Figura 9).



Figura 9 - Unidades geomorfológicas do Rio Grande do Sul.

Fonte: CEPSRM/SEPLAG/DEPLAN (2001).

No centro-sul do estado está localizado o Planalto (Escudo) Sul-rio-grandense, com rochas cristalinas (intrusivas e metamórficas) datadas do Pré-Cambriano, como os granitos e gnaisses. Esse compartimento apresenta formas de relevo bastante erodidas, com a predominância de morros arredondados. Suas altitudes variam entre 200 e 400 metros, em geral apresentam formas complexas, com topos aplainados e vertentes dissecadas (SUERTEGARAY e FUJIMOTO, 2004). Os solos do escudo, em geral, são arenosos e pouco férteis. O núcleo rochoso faz parte de um antigo embasamento sobre o qual se desenvolveu a Bacia Sedimentar do Paraná.

O Planalto Meridional localiza-se na parte norte do Rio Grande do Sul. É composta de rochas sedimentares areníticas sobrepostas por camadas de derrames de lavas intrusivos basálticos e ácidas, esta unidade apresenta superfície ondulada com inclinação para oeste. Sua maior altitude está na porção leste, onde atinge mais de 1.000 metros de altitude. No topo do Planalto estão os chamados Campos de Cima da Serra. A escarpa do Planalto, que está voltada para o Leste, caracteriza-se por uma encosta abrupta e acidentada, é conhecida como uma escarpa de falha, pois na separação do Gondwana, uma série de falhas e basculamentos ao longo da crosta por onde extravasou as lavas deu origem à atual linha de falhamentos (SUERTEGARAY e FUJIMOTO, 2004). Apresentam vertentes íngremes e intensamente trabalhadas, e erodidas por processos denudacionais ligados ao clima úmido. Há 120 milhões

de anos, durante a Era Mesozóica, intensas atividades vulcânicas promoveram um grande derramamento de lava, através de fissuras que surgiram na crosta terrestre, quando ocorreu a fragmentação do Gondwana. Depois de consolidada, a lava vulcânica deu origem a rochas basálticas que cobriram parte da bacia do Paraná.

Outra grande unidade geomorfológica do Rio Grande do Sul é a Cuesta de Haedo, identificada pelo geomorfologista uruguaio Chebataroff em 1954. A Cuesta está localizada no sudoeste do RS, e, segundo Suertegaray (2004):

Constitui uma feição de relevo que apresenta maiores altitudes alinhadas em sentido SW-NE com valores em torno de 350-400 metros. Esta topografia, relativamente acentuada, decai para oeste, em direção da calha do Rio Uruguai, onde atinge em média 80 metros de altitude.

Esta unidade foi a expressão de um uso predominante pastoril, que gradualmente foi modificado pela inserção do cultivo de arroz.

A Depressão Central constitui-se num compartimento rebaixado em relação aos planaltos, com origem associada a um fenômeno denominado de circundesnudação periférica (AB' SABER, 1949), processo pelo qual, rebaixou o terreno, formando uma longa faixa de depressão. Esse compartimento separa as terras altas do Planalto Meridional e Cuesta do Haedo do Escudo Sul-rio-grandense e caracteriza-se por apresentar superfícies baixas, planas ou levemente onduladas. Nela, encontram-se importantes recursos minerais como o calcário, xisto e carvão mineral, advindos de rochas sedimentares. Sobre a Depressão correm importantes rios, em cujo vales há intensa atividade agrícola.

Após fragmentação do Gondwana com a contínua expansão do assoalho oceânico, e por efeito do constante afastamento destes continentes, teve origem o oceano Atlântico entre os continentes Sul-Americano e o Africano. Por consequência dos movimentos tectônicos que ocorreram nessa separação, as características do Planalto Meridional foram alteradas, os sedimentos oriundos dos planaltos foram transportados por rios e depositados no leste do território. Esses sedimentos, associado à deposição de sedimentos marinhos e sucessivos retrabalhamentos, formou-se uma faixa de terras baixas, planas, com diversas lagoas e lagunas, chamada de Planície Costeira-Lagunar. A Planície costeira do Rio Grande do Sul se encontra dentro da Bacia Sedimentar do Pelotas, uma extensa área que recebe sedimentos do Planalto, é o relevo mais jovem do estado, tem sua origem com a separação do Gondwana, e com o avanço e regressão do nível do oceano, e, portanto assim se constitui o seu modelado. É caracterizado pela presença de terras baixas, com feições colinosas, terraços, planícies arenosas, dunas, paleodunas e praias (SUERTEGARAY e FUJIMOTO, 2004).

O Município de Candiota situa-se na região da Bacia do Paraná. Esta última é uma grande bacia intracratônica sul-americana cuja área possui cerca de 1.400.000 km² (MORI e SOUZA,

2010; BROWN, 2011). Nessa bacia sedimentar (Figura 10) são encontrados depósitos de rochas vulcânicas e de rochas sedimentares.

A geomorfologia da região é modelada principalmente em litologias sedimentares permianas e jurássicas, em cujo terço basal intercalam-se as camadas de carvão, sobretudo na Formação Rio Bonito, onde pacotes de arenitos na coluna sedimentar se sobrepõem às camadas de carvão, enquanto processos de ferruginização atuam como mantenedores da topografia do terreno (GAVRONSKI, 1997).

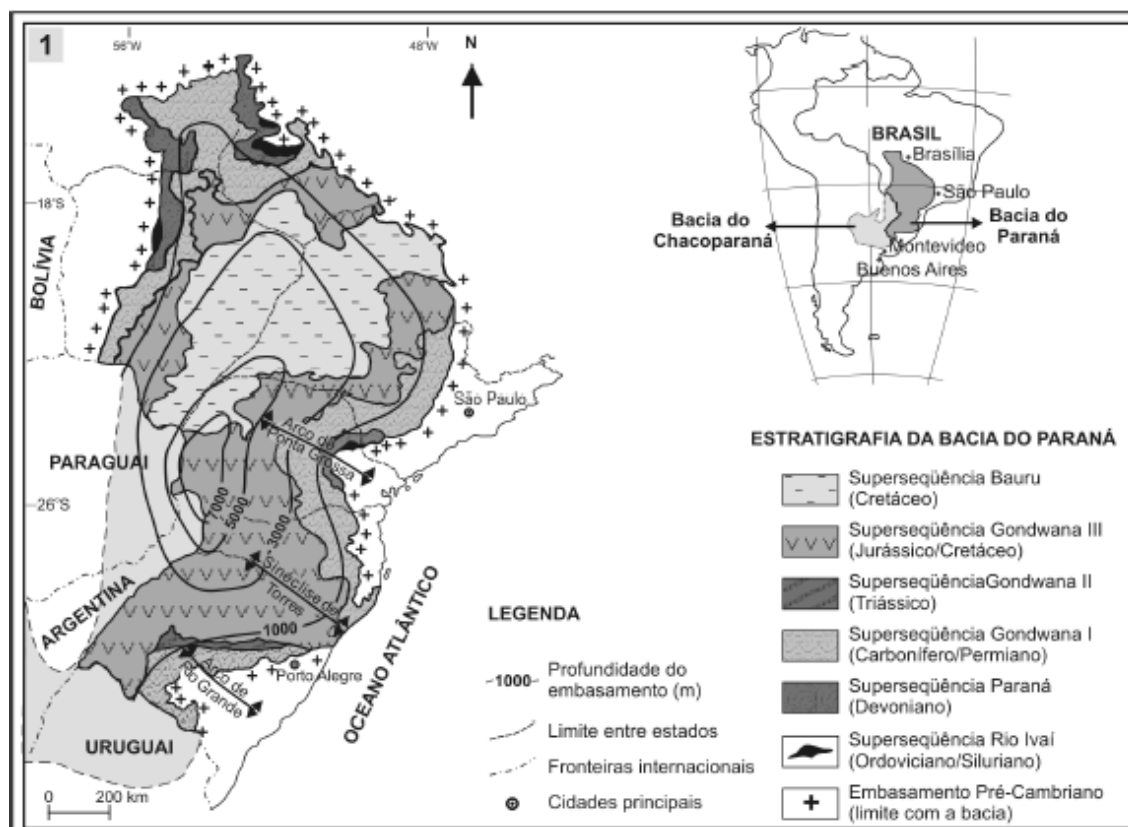


Figura 10 - Localização e estratigrafia da Bacia do Paraná.

Fonte: Mori e Souza (2010).

O mapa de compartimentos geomorfológicos (Figura 11) elaborado por CPRM (2002) apresenta uma diversidade de padrões de relevo fortemente condicionada pela litologia. No trecho leste e sudeste da área de estudo predominam morros e serras baixas, inseridos no Planalto Sul-Riograndense (IBGE, 2006), associados a complexos granitoides e granito-gnaiss-migmatitos e granulitos. No trecho nordeste essa configuração de relevo também se encontra sobre sequências vulcano-sedimentares dobradas. No trecho sudeste, no município de Herval, encontra-se uma pequena área de planalto circundada por degraus estruturais e rebordos erosivos, associados a coberturas vulcano-sedimentares proterozóicas. Ao oeste dessa área de planalto encontram-se pequenas áreas de colinas dissecadas e morros baixos associadas às sequências sedimentares da Bacia do Paraná, contendo sedimentos siltico-argilosos e arenosos com finas camadas de carvão.

A Depressão Central Gaúcha, localizada na porção sudoeste da área de estudo, em geral, abrange compartimentos geomorfológicos menos acidentados, tais como colinas dissecadas, morros baixos, colinas amplas e suaves e planícies fluviais ou flúvio-lacustres. Em relação ao substrato rochoso, esses compartimentos estão associados às sequências sedimentares relacionadas à Bacia do Paraná, com exceção dos depósitos inconsolidados das planícies, que estão associados a ambientes fluviais ou lacustres do período Quaternário.

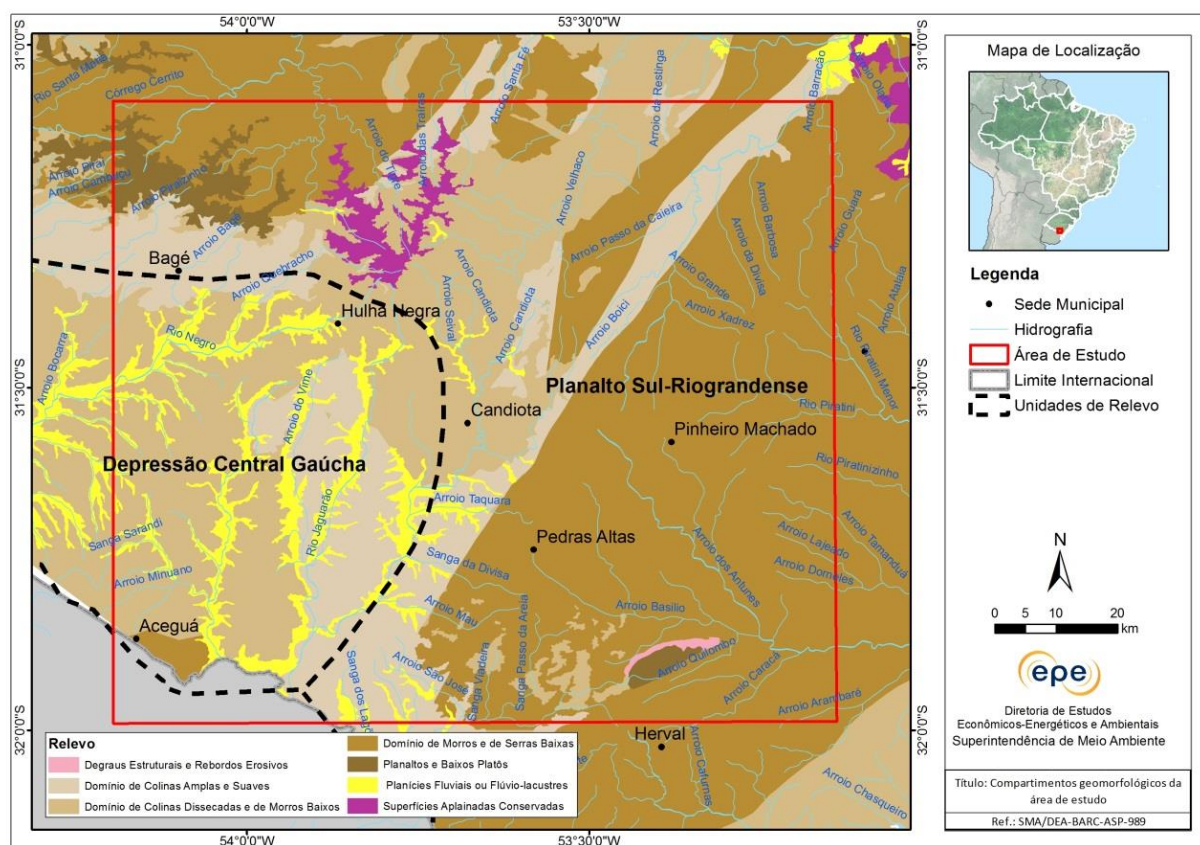


Figura 11: Compartimentos geomorfológicos e Unidades de Relevô da área de estudo.

Fontes: CPRM (2002) e IBGE (2006).

O setor noroeste da área de estudo apresenta uma área de planaltos e baixos platôs circundadas por diversos padrões de relevô, tais como colinas amplas e suaves, superfícies aplainadas conservadas, morros e serras baixas. Em geral, o relevô deste setor está associado a terrenos cristalinos, como complexos granitoides e granito-gnaiss-migmatitos e granulitos. A área de planaltos e baixos platôs, situada em uma área de divisores de águas com topos planos, corresponde a coberturas areno-conglomeráticas associadas a superfícies de aplainamento.

A configuração topográfica e geomorfológica pode ser melhor compreendida na Figura 12, que apresenta o mapa hipsométrico associado às unidades de relevô do IBGE. Nota-se claramente que a Depressão Central Gaúcha se encontra numa área rebaixada e suave, com

altitudes entre 100 e 250 metros, aproximadamente. O Planalto Sul-Riograndense apresenta relevo mais acidentado e altitudes entre 200 e 450 metros, aproximadamente.

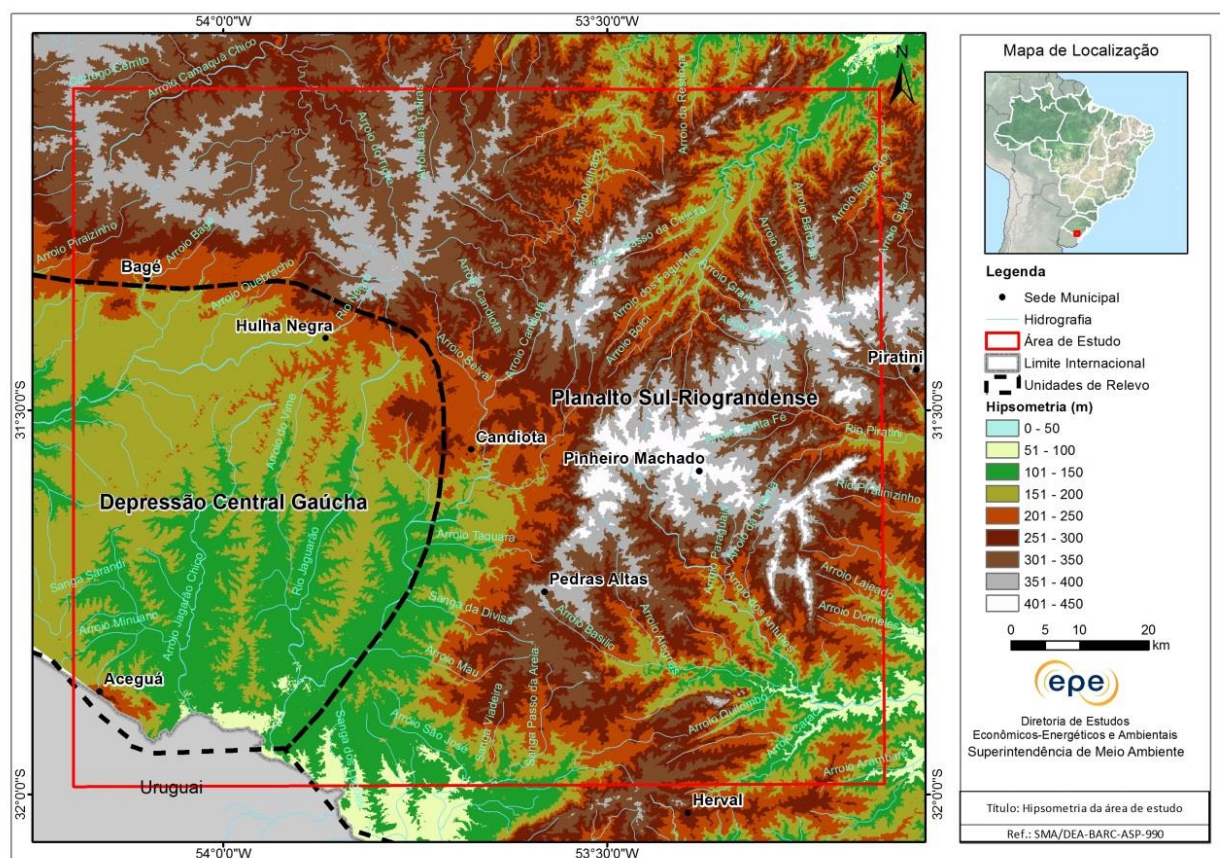


Figura 12: Hipsometria e Unidades de Relevo da área de estudo.

Fontes: NASA (2002) e IBGE (2006).

Com base no modelo proposto pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, vinculada à Embrapa), Cunha *et al.* (1998) identificaram os tipos de solo do município de Candiotá em relação à geomorfologia da região. No entendimento dos autores, o estudo do solo deve considerar uma série de variáveis simultaneamente, como por exemplo: clima e intemperismo, composição mineralógica das rochas, tempo (cronológico), organismos e relevo, fatores determinantes nos processos que não apenas caracterizam como também particularizam entre si os tipos de solo em questão.

Em seu estudo sobre as condições pedológicas de Candiotá e região, Cunha *et al.* (1998) consideram 6 compartimentos de relevo, quais sejam: Terras Altas Planas e Escarpadas, Terras Altas, Colinas Gondwânicas Altas, Colinas Gondwânicas, Planície Alta e Planície Baixa.

As Terras Altas Planas e Escarpadas abrangem formas residuais mais elevadas de relevo, relacionadas à dissecação do planalto. São encontradas nas nascentes do rio Jaguarão e do arroio Candiotá, que drenam rochas sedimentares dos grupos Guatá e Camaquã e formação Santa Tecla. Trata-se de relevo ondulado e escarpado, com afloramentos rochosos e muitos

solos rasos (litólicos). No topo das colinas, em especial no divisor, há platôs com resíduos areníticos da formação Santa Tecla. Nesta área são encontrados vales escarpados e profundos, drenos naturais em fundo de vale, onde se formam sangas abertas e riachos. São encontrados também escarpas rochosas e afloramentos de arenitos, formando mesetas, atestando um relevo íngreme na encosta. Processos erosivos têm condicionado a existência de um complexo de morros arredondados de rochas conglomeráticas isoladas com escarpas abruptas ao longo dos vales. Esse relevo torna-se mais íngreme à medida em que se aproxima do divisor de águas entre as bacias hidrográfica do arroio Candiota e rios Jaguarão e Camaquã.

Já o compartimento denominado simplesmente como Terras Altas, situa-se nas porções planálticas mais elevadas do divisor, com relevo irregularmente ondulado, sendo encontrados declives longos e convexos. Apenas cerca de 5 a 10% da superfície é coberta por afloramentos rochosos de arenitos próximo aos vales. A declividade varia entre 5 e 20%, e na paisagem predominam sucessivos degraus de escarpas nas bordas das colinas, com afloramentos rochosos de arenitos silificados e ferrificados. Essas formações de rochas sofreram processos de metamorfismo, e as escarpas são, em geral, seguidas por mesetas, onde o solo é imperfeitamente drenado.

O 3º compartimento que Cunha *et al.* (1998) identificam na região de Candiota é o das Colinas Gondwânicas Altas, que abrangem parte da região alta (350-200m), próxima ao divisor de águas e a Candiota, com rochas sedimentares paleozoicas que passaram por intensa erosão, da qual se formaram colinas onduladas com solos sedimentares e poucos afloramentos rochosos. Nessa região são encontradas também depressões, onde se inicia o processo natural de drenagem. Verifica-se também que o padrão de drenagem dendrítico possui pouca densidade. Na bacia do arroio Candiota e do rio Jaguarão, encontram-se colinas aplainadas, com altitude entre 200 e 220m, que formam o relevo suave ondulado nas bordas inferiores das antigas chapadas de arenitos desgastados da formação Rio Bonito.

O 4º compartimento é chamado simplesmente de Colinas Gondwânicas. Estas abrangem um conjunto de colinas sobre rochas sedimentares finas (arenitos, siltitos e argilitos com carbonatos) da formação Rio Pardo e Tupi Silveira. A localização das ocorrências do grupo Guatá (arenitos mais antigos) sugere que tenham constituído antiga borda de lago de água salgada, e que os sedimentos marinhos hoje encontrados nessas colinas foram depositados em extratos espessos à medida em que as condições lacustres alternavam-se. Portanto, são solos relativamente recentes, em comparação com os do planalto, que teriam sido formados em clima quente e úmido pré-quadernário. Ali são encontradas colinas convexas com pouca declividade, exceto nas bordas, onde a declividade se acentua. Drenos secundários e terciários são em sua maioria abertos e constituem depressões profundas em forma de "U", formando-se um estreito vale com sulcos profundos na parte central. Há poucos afloramentos rochosos, e os topos das elevações são planos, na maior parte, com escarpas abruptas. São encontradas voçorocas em vários pontos da região. Drenos naturais secundários, onde o relevo é mais ondulado, coletam água de sangas menores, que se aprofundam abruptamente em degraus,

constituindo um potencial erosivo intenso em superfícies facilmente desagregáveis. Colinas ao sopé do planalto apresentam relevo aplainado, tendo sofrido processos erosivos menos intensos.

Já a Planície Alta compreende terrenos bastante aplainados, onde se situa a faixa de sedimentos antigos do Pleistoceno, depositados ao longo dos rios ou riachos. Verificam-se nesta região terraços argilosos e descontinuidades nas formações sedimentares. Essas terras planas desenvolveram-se a partir de sedimentos fluviais pleistocênicos cuja granulometria era fina.

Por fim, o 6º e último compartimento de relevo da região de Candiota é o da Planície Baixa, a qual abrange terras argilosas sazonalmente inundáveis com matas fluviais, acompanhando o leito principal dos rios. O mesorrelevo é bastante irregular em função da existência de vários canais de riachos paralelos, e há raros depósitos arenosos.

Basicamente, na área onde se situa o município de Candiota são encontradas duas regiões fisiográficas distintas: ao norte e nordeste, há um conjunto de colinas formadas sobre rochas sedimentares antigas (conglomerados e arenito do grupo Guatá), e tais formações rochosas sedimentares formaram um antigo planalto, que sofreu processos intensos de dissecação do relevo. Extratos sedimentares heterogêneos expõem-se gradativamente desde o divisor (ao norte), nas cotas de 350m, até as cotas inferiores de 200m, onde a granulometria desses sedimentos é mais fina.

Em relação aos processos minerários vigentes no DNPM, a área de estudo apresenta 231 polígonos em diversas fases processuais (Figura 13). Deste montante, 101 polígonos estão na fase de autorização de pesquisa; 65 na fase de requerimento de pesquisa; 21 na fase de concessão de lavra; 14 na fase de requerimento de lavra; 12 na fase de licenciamento; 8 na fase de disponibilidade; 7 na fase de registro de extração; e 3 na fase de requerimento de licenciamento. Dentre as substâncias em vias prospecção ou exploração, encontram-se água mineral, água potável, antracito, areia, argila, calcário, calcário calcítico, calcário dolomítico, carvão, carvão mineral, cascalho, caulim, diorito, dolomito, folhelho betuminoso, fosfato, granito, limonita, linhito, mármore, minério de chumbo, minério de cobre, minério de ouro, minério de zinco, ouro, quartizito, saibro, sapropelito e tantalita. É notável a presença de polígonos em fase de concessão de lavra no centro da área de estudo, no entorno da cidade de Candiota. O centro da área de estudo também se caracteriza pelos inúmeros polígonos relacionados à prospecção ou exploração de carvão. No setor sul da área de estudo são encontrados muitos polígonos em fase de requerimento de pesquisa para calcário calcítico.

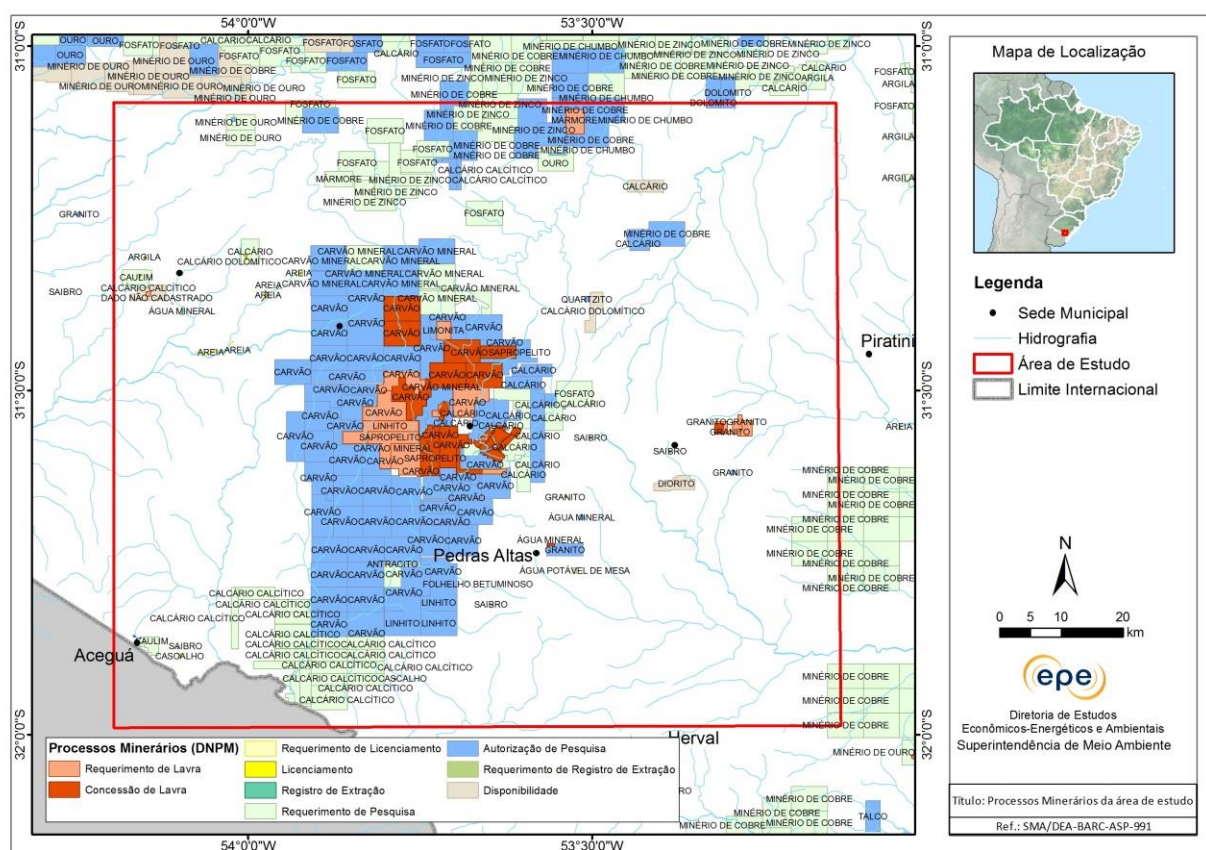


Figura 13: Processos Minerários da área de estudo.

Fontes: DNPM (2013).

2.6. Meio Socioeconômico

Ao se avaliar os efeitos da poluição atmosférica em uma determinada região é importante contextualizar a organização socioeconômica em que os empreendimentos se inserem, pois a presença de atividades antrópicas ou núcleos urbanos podem representar outras fontes de poluição e, principalmente, receptores, para as quais a atenção deverá ser voltada na análise dos resultados. Nesse sentido, esse item busca analisar sucintamente os aspectos sociais e econômicos da área de estudo.

Além de Candiota, conforme já mencionado no item anterior, a área de estudo abrange outros sete municípios localizados na região sul do Estado do Rio Grande do Sul, a saber: Aceguá, Bagé, Herval, Hulha Negra, Pedras Altas, Pinheiro Machado e Piratini. Ressalta-se que o município de Candiota será abordado com maior detalhamento por ser o mais impactado pelos empreendimentos.

A caracterização socioeconômica da área foi realizada com base em consultas bibliográficas e pesquisas junto aos órgãos governamentais, prefeituras, secretarias e empresas presentes na região. Para tal caracterização, foram analisadas as seguintes informações:

distribuição demográfica e populacional, atividades econômicas, produto interno bruto (PIB), condições de vida e uso e ocupação do solo.

2.6.1. Demografia e PIB dos municípios da região

Os municípios da área de estudo estão presentes em dois Conselhos Regionais de Desenvolvimento do Rio Grande do Sul (Coredes):

- Corede Campanha: Aceguá, Bagé, Candiota e Hulha Negra
- Corede Sul: Herval, Pedras Altas, Pinheiro Machado e Piratini

Avaliando-se a evolução temporal do número de habitantes dentro da região de estudo, apresentada na Gráfico 1, pode-se perceber que, a partir do ano de 2000, a população de Bagé apresentou leve decréscimo em função da formação dos novos municípios de Aceguá, Candiota e Hulha Negra. Os municípios de Piratini, Pinheiro Machado e Herval praticamente não apresentam variação na população entre 1970 e 2010. Somando-se a população de todos os municípios da região chega-se ao total de 177.588 residentes no ano de 2010 (IBGE, 2014).

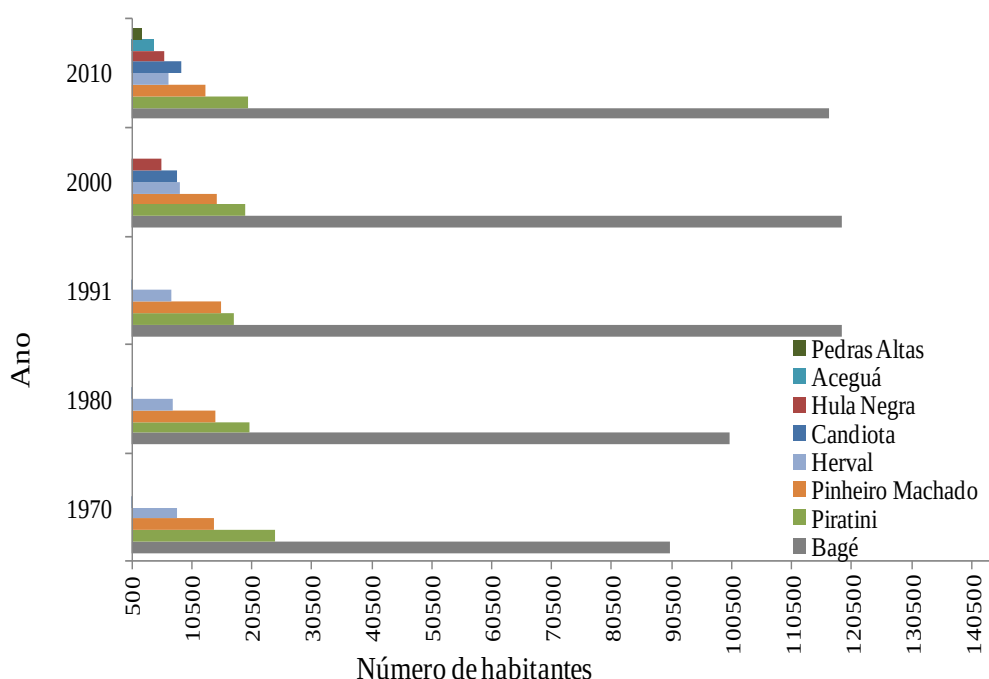


Gráfico 1 - Número de habitantes dos municípios de Pedras Altas, Aceguá, Hulha Negra, Candiota, Herval, Pinheiro Machado, Piratini e Bagé. Período: 1970 até 2010.

Fonte: SIDRA/IBGE, 2014.

Segundo informações da Prefeitura Municipal de Bagé, há populações flutuantes que se deslocam diariamente, pela BR 293, no sentido Candiota - Hulha Negra - Bagé, e vice-versa. No primeiro sentido, o deslocamento é de estudantes que frequentam os estabelecimentos de ensino em Bagé; no outro sentido, o deslocamento é da mão-de-obra que trabalha em Candiota ou Hulha Negra e reside em Bagé.

O somatório do PIB dos municípios da região de estudo no ano de 2007 totalizou aproximadamente R\$ 1,79 bilhão, sendo o município de Bagé responsável pela geração de 57% do valor total (Gráfico 2). Os municípios de Candiota, Piratini, Pinheiro Machado, Hulha Negra, Aceguá, Herval e Pedras Altas responderam, respectivamente, por 13%, 9%, 7%, 5%, 4%, 3% e 2% da formação do PIB.

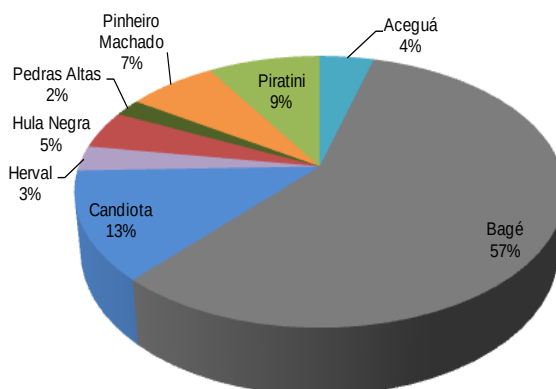


Gráfico 2 - Contribuição individual dos municípios ao Produto Interno Bruto da região no ano de 2007 (%).

Fonte: SIDRA/IBGE, 2014.

De acordo com o Censo do IBGE, publicado no ano 2013, o município de Candiota possui área territorial de 933,843 km², com população de 8.771 habitantes, totalizando densidade demográfica de 9,4 hab/km². Já em relação ao PIB municipal, as informações do IBGE apontam que, em 2010, Candiota apresentou um PIB de R\$ 316.686 mil.

Devido à riqueza mineral de seu subsolo, sobretudo pelas jazidas de carvão mineral e calcário, Candiota destaca-se como polo de geração de energia e produção de cimento pozolânico. Além disso, as atividades agropecuárias também são relevantes para a receita municipal, destacando-se a criação de gado leiteiro, a ovinocultura e a produção de alimentos através da orizicultura, fruticultura, produção de sementes olerícolas, milho, batata inglesa, mandioca e cenoura.

No que diz respeito às condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário, 99,9% das residências possuem água encanada e 96,3% estão ligadas à rede de esgoto sanitário. O município apresenta taxa de desenvolvimento urbano razoável, com bom acesso à iluminação pública e demais benfeitorias.

De acordo com o IBGE, o município conta com sete postos de saúde públicos e uma clínica particular. O sistema de ensino é basicamente gerido pelo sistema público e constitui-se de sete escolas de ensino infantil, dez de nível fundamental e dois de nível médio.

Conforme a Fundação de Economia e Estatística (FEE), em Candiota aproximadamente 2.598 (30%) pessoas moram no meio urbano e os demais 6.173 (70%) no meio rural,

apresentando taxa de urbanização relativamente baixa para a região. Um fator que colabora para essa diferença é a presença de assentamentos da reforma agrária na área do município. Ainda segundo a FEE, o valor adicionado bruto da indústria a preço básico, estimado para o município de Candiota no ano de 2011, foi de R\$ 181 milhões. O mesmo parâmetro para as atividades agropecuárias foi estimado em R\$ 24,7 milhões.

A população do município de Candiota é relativamente jovem, a maioria com menos de 40 anos, apresentando distribuição igualitária na proporção entre homens e mulheres, sendo 4.575 do sexo masculino e 4.400 do sexo feminino.

O índice de desenvolvimento humano (IDH) médio é de 0,818, valor classificado como muito alto (PNUD, 2000).

As informações sobre número habitantes, área, densidade demográfica e PIB dos demais municípios na área de estudo são apresentadas na Tabela 7. Ressalta-se que o município de Bagé é o principal centro de influência da região, sendo o único município com mais de 100 mil habitantes, possuindo a área de 4.095,5 km² e PIB de 1.464.444,00 mil reais.

Tabela 7 - Número de habitantes, área, densidade demográfica e Produto Interno Bruto dos municípios da área de estudo

Município	Nº habitantes	Área (km ²)	Densidade demográfica (hab/km ²)	PIB (R\$ mil)
Candiota	8.771	933,843	9,4	316.686
Aceguá	4.468	1.549,5	2,9	133.774
Bagé	117.132	4.095,5	28,6	1.428.995
Herval	6.714	1.758,4	3,8	77.509
Hulha Negra	6.209	822,9	7,5	108.068
Pedras Altas	2.200	1.376,7	1,6	52.264
Pinheiro Machado	12.690	2.227,9	5,7	186.356
Piratini	19.814	3.561,5	5,6	214.442

Fonte: FEE, 2011; IBGE 2010.

2.6.2. Uso e ocupação do solo

A ocupação da região de estudo ocorreu a partir do século XVIII por imigrantes europeus. Naquela época a sociedade era organizada de forma oligárquica a partir da distribuição de sesmarias, na forma de grandes extensões de terra, destinadas a pecuária para produção de charque. Desde então, a região caracteriza-se pela pecuária bovina extensiva. Entretanto, durante o século XX a economia passou por um processo de diversificação que abrangeu a introdução de outras criações, com destaque para a de ovinos, de culturas agrícolas; e da industrialização, mineração de carvão e consequentemente produção de energia.

No que se refere à industrialização, em um primeiro momento, a região destacou-se pela manipulação da carne bovina com a denominada “Charqueada Industrial”. Após a década de 1940 são introduzidas na região atividades frigoríficas, sempre ligadas a carne bovina, atraindo assim grande contingente populacional para as áreas urbanas. Esse processo fez com que a população urbana se sobrepusesse a rural fazendo com que a dinâmica populacional da região se invertesse.

A estrutura fundiária e a ocupação do solo nesta região refletem a inadequação dos tipos de solo para diversos cultivos, distanciamento dos grandes centros consumidores, ausência de capital acumulado, excessiva concentração da propriedade de terra em latifúndios e conflitos rurais.

Conforme ilustrado pela Figura 5 e pelo Quadro 1 (ambos no item 2.2), as áreas de pastagens são predominantes na região. Sendo estas utilizadas, sobretudo, para pecuária extensiva bovina, mas contando também com a presença de ovinos e equinos. A maior parte da vegetação nativa está descaracterizada, sobretudo as formações campestres que são usadas como pasto natural. No entanto, ainda restam cerca de 10% de remanescentes florestais.

A área agrícola é composta de lavouras sazonais e permanentes. As sazonais são formadas, principalmente, por cultivos de cereais. Já as permanentes caracterizam-se pelos cultivos de frutas cítricas e videiras. Ainda são observadas áreas de reflorestamento onde se cultiva eucalipto e pinus destinados à produção de celulose. A área urbana é caracterizada por pequenos aglomerados populacionais com diferentes níveis de infraestrutura urbana, com exceção da relevante área urbana da cidade de Bagé localizada a noroeste na área mostrada no mapa.

2.6.3. Principais atividades antrópicas

Candiota se destaca como centro de geração de energia termelétrica e produção de cimento pozolânico. As principais empresas em atividade no município são a Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE), com a UTPM, a Companhia Riograndense de Mineração (CRM), e a Cimpor, empresa produtora de cimento. As três descritas no Item 5 – Fontes de emissão. Nos demais municípios da área de abrangência da UTPM não há empreendimentos industriais com influência significativa para a qualidade do ar na área de estudo.

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Candiota, o município possui número relativamente grande de estabelecimentos, divididos por setor econômico, tais como: 13 unidades industriais, 130 unidades destinadas ao comércio, 141 unidades prestadoras de serviços e 176 empresas de diversas naturezas.

As principais atividades agrícolas conduzidas na região de estudo estão relacionadas à produção de cereais e ao cultivo de cítricos. A produção de cereais se caracteriza pelas lavouras sazonais destinadas basicamente à produção de soja, milho, arroz irrigado e trigo. Já as frutas cítricas são lavouras permanentes cultivando-se principalmente laranja e bergamota. A partir do final da década de 90, a região tem se destacado, também, no cultivo de uvas para produção de vinhos. De acordo com Guerra *et al.*, 2009, a topografia da região permite o estabelecimento de módulos de vinhedos extensos que podem ser amplamente mecanizados. Adicionalmente, o clima e o solo distintos conferem à região potencial extremamente promissor para a produção de vinhos finos.

No âmbito da pecuária destacam-se a criação de bovinos, tanto para a produção de carne quanto para a produção de leite, e, também, a criação de ovinos destinados a produção de lã e carne. Outro rebanho relevante é o de equinos, sendo estes animais utilizados basicamente para atividades de manejo nas propriedades rurais. As atividades de pecuária extensiva repercutem no fato de que grandes áreas na região são destinadas para pastagens.

Nos Apêndice são apresentadas as Tabelas detalhadas, por município, referentes às principais atividades agropecuárias da região.

2.6.4. Áreas ocupadas por populações tradicionais

A presença de comunidades tradicionais é evidenciada por ocupações de famílias indígenas da etnia Capi Owi e de comunidades remanescente de quilombolas.

No município de Candiota, de acordo com o documento Revelando os Quilombos no Sul, organizado pelo Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor (Capa) o Quilombo do Candiota surgiu após processo de reforma agrária ocorrido em 2001, quando foram assentadas 33 famílias de trabalhadores rurais na área denominada Companheiro João Antônio. As famílias afrodescendentes assentadas identificam sua terra como Quilombo do Candiota, sendo 17 famílias remanescentes da Várzea dos Baianos, localizada no município vizinho de Pedras Altas.

De acordo com o documento, as instalações providas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) são adequadas. Toda a área do assentamento possui rede de energia elétrica e a escola de ensino fundamental e médio mais próxima fica a doze quilômetros de distância. As famílias vivem em dezessete hectares, localizados no distrito do Passo do Salso. Entretanto, devido à proximidade com a UTPM, o abastecimento de água é problemático, pois segundo os moradores o açude que atende à comunidade está contaminado com alto percentual de resíduos de cinza de carvão.

Segundo dados da FEE no ano de 2011 os estabelecimentos agropecuários familiares ocupam mais de 6 milhões de hectares e o valor da produção da agricultura familiar foi superior

a R\$ 9,0 bilhões. Já a área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários não familiares é de 14 milhões de hectares, produzindo R\$ 7,6 bilhões de valor agregado.

As tensões sociais ligadas à luta entre movimentos pró-reforma agrária e entidades ruralistas ainda é forte na região de Candiota. De acordo com informações disponibilizadas pelo departamento de Extensão Rural da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), o município de Candiota apresenta 25 assentamentos com 639 famílias, que ocupam total de 16,3% da área municipal.

3. CLIMA E METEOROLOGIA

Para se prever a dispersão de poluentes atmosféricos e o impacto destes na qualidade do ar é necessário compreender a meteorologia e o clima. Por esse motivo, devem ser estudados os principais sistemas atmosféricos atuantes e como estes favorecem ou não a dispersão.

3.1. Caracterização climática

O clima da região é considerado, segundo a classificação de Köppen, como zona climática fundamental temperada (C), tipo úmido (f) e a variedade específica subtropical (Cfa) com precipitação bem distribuída ao longo do ano e temperatura do mês mais quente superior a 22°C (Moreno, 1960).

A caracterização climática foi realizada com base nos dados da estação meteorológica de Bagé-RS, para o período dos últimos 50 anos, 1963-2012.

3.1.1. Médias Climatológicas

De acordo com as médias climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (1961-1990), o clima da região de Candiota (Gráfico 3), comporta-se de maneira semelhante ao clima do restante do RS. Ou seja, como se pode observar no gráfico a seguir, temos aumento gradativo das temperaturas nos meses que vão da primavera ao verão (novembro a março) e diminuição das temperaturas nos meses mais frios (abril a outubro). Observam-se médias praticamente constantes de precipitação durante o ano, apenas com valores menores no período de novembro a fevereiro.

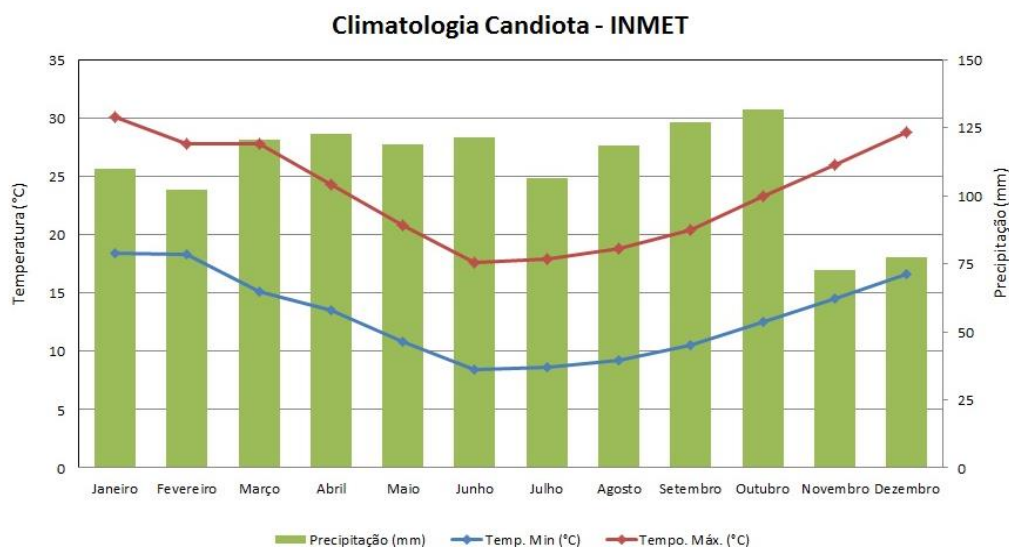


Gráfico 3 – Médias climatológicas de precipitação (barras) e temperaturas médias máximas e mínimas (1961-1990) do município de Candiota – RS

Fonte: INMET

De acordo com a climatologia a temperatura média máxima em Candiota não ultrapassa os 30° C, e a temperatura média mínima no inverno fica em torno de 8° C. Já a média de precipitação mensal é de no mínimo 73 mm.

3.1.2. Ocorrências de El Niño e La Niña

No Quadro 2, a seguir, são mostrados os anos de normalidade (azul) em relação à Oscilação Sul (ENOS) ou em que houve ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña (classificados como forte, fraco e moderado) durante os 50 anos estudados. Tais informações auxiliaram na análise dos anos com maiores ou menores volumes de precipitação pluviométrica para a cidade de Candiota.

Quadro 2 - Registro de fenômenos El Niño e La Niña (1963-2012)

	EL NIÑO	LA NIÑA		EL NIÑO	LA NIÑA
1963		Neutro	1988	Moderado	Forte
1964		Moderado	1989		Forte
1965	Moderado	Moderado	1990	Forte	
1966	Moderado		1991	Forte	
1967		Neutro	1992	Forte	
1968	Moderado		1993	Forte	
1969	Moderado		1994	Moderado	
1970	Moderado	Moderado	1995	Moderado	Fraco
1971		Moderado	1996		Fraco
1972	Forte		1997	Forte	
1973	Forte	Forte	1998	Forte	Moderado
1974		Forte	1999		Moderado
1975		Forte	2000		Moderado
1976	Fraco	Forte	2001		Moderado
1977	Fraco		2002	Moderado	
1978	Fraco		2003	Moderado	
1979	Fraco		2004	Fraco	
1980	Fraco		2005	Fraco	
1981		Neutro	2006	Fraco	
1982	Forte		2007	Fraco	Forte
1983	Forte	Fraco	2008		Forte
1984		Fraco	2009	Fraco	
1985		Fraco	2010	Fraco	
1986	Moderado		2011		Neutro
1987	Moderado		2012		Neutro

Fonte: CPTEC.

3.1.3. Insolação

Os valores de insolação variam conforme a latitude e a nebulosidade. Esta distribuição se manifesta de forma semelhante em todos os meses do ano, variando na quantidade, mas sempre no sentido sudoeste (mais insolação) – nordeste (menor insolação). A Figura 14 mostra a distribuição total de horas de insolação no estado, indicando a região do Planalto Basáltico a leste como a área com menor quantidade de horas de sol no ano, ao contrário da fronteira oeste. Já a região de estudo tem média entre 2.200 e 2.300 horas de sol.

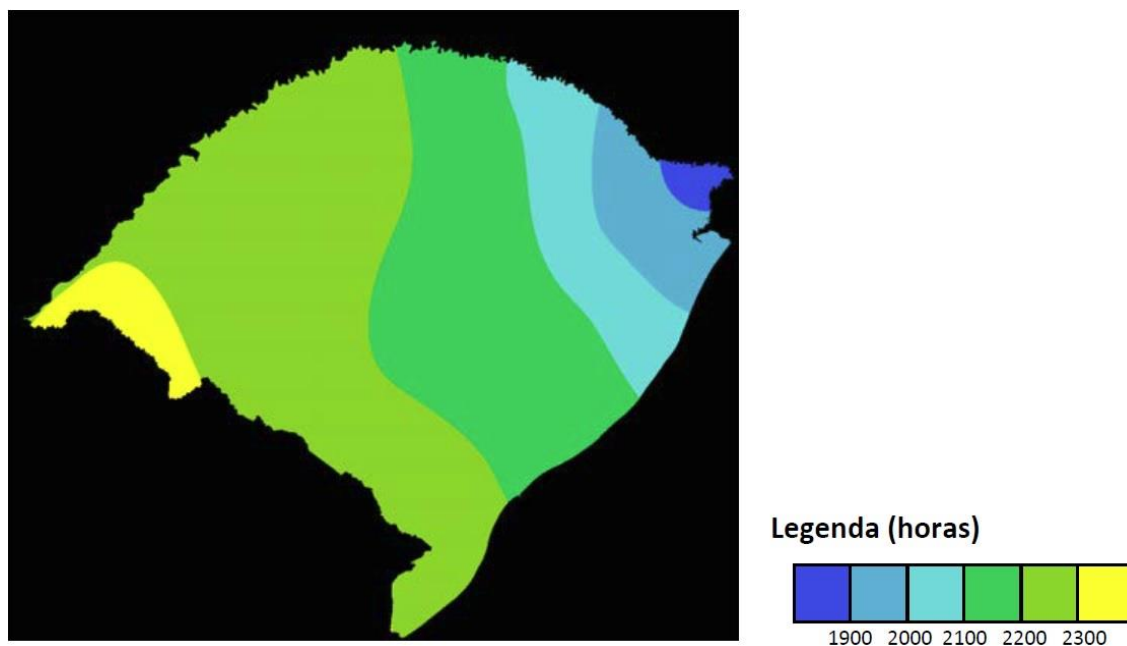


Figura 14 - Rio Grande do Sul – Variabilidade espacial da insolação, 1970-2007.

Fonte: ROSSATO, 2011. Dados: INMET, FEPAGRO, DNM, CIM

A distribuição mensal das horas de insolação (Gráfico 4) para Candiota indicou valores médios maiores nos meses de verão, em especial dezembro e janeiro e declínio nos meses de inverno, com destaque para junho. Este comportamento era esperado e se deve à mudança no ângulo de incidência dos raios solares no decorrer do ano, o que resulta em menor insolação no solstício de inverno e maior insolação no solstício de verão.

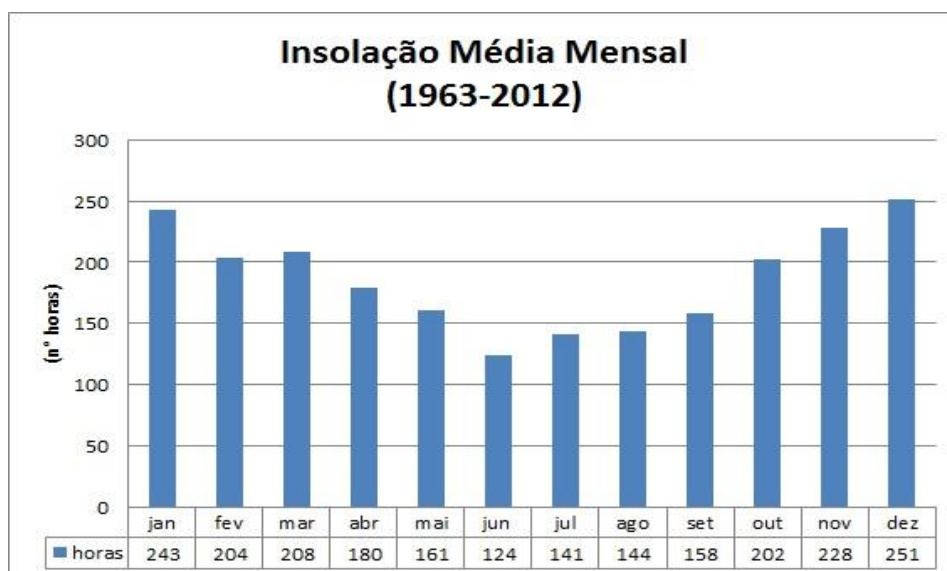


Gráfico 4 - Distribuição média mensal de número de horas de insolação no período de 1963-2012.

Fonte: INMET.

Assim, as maiores oscilações nos valores de insolação foram registradas nos meses de primavera e verão e decresceram em torno de 100 horas nos meses de outono e inverno.

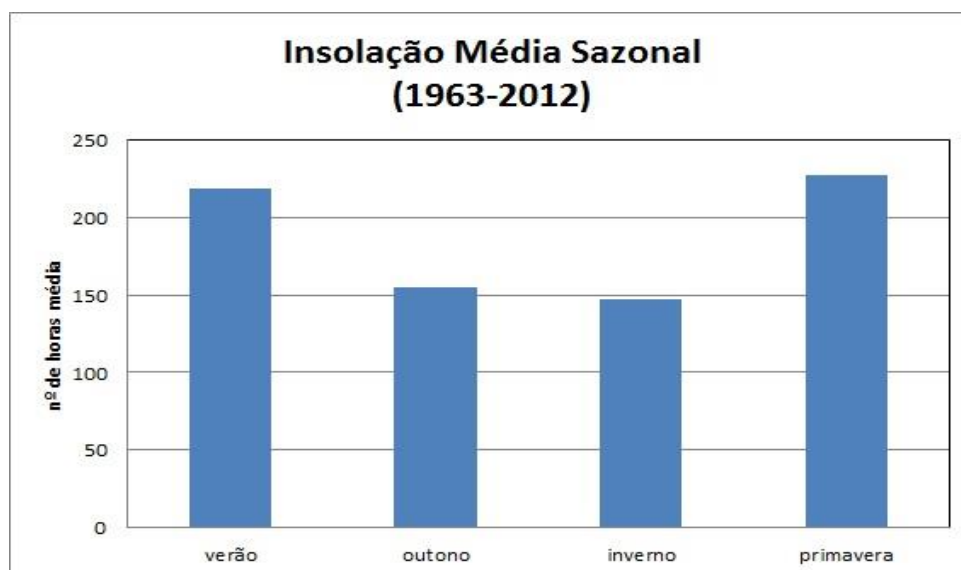


Gráfico 5 - Distribuição média sazonal de número de horas de insolação no período de 1963-2012.

3.1.4. Pressão

Pressão atmosférica é a força que a coluna de ar exerce sobre a superfície do planeta. Essa pressão varia de acordo com a altitude, ou seja, quanto maior a altitude menor a pressão exercida pelo ar. No caso do município de Candiota, que se encontra a apenas 242 metros acima do nível médio do mar, este elemento apresenta pequena variabilidade espacial e temporal.

3.1.5. Temperatura

A latitude e o ritmo das estações do ano coordenam a variabilidade das temperaturas médias mensais, sazonais e anuais, que acompanham as diferenças da insolação e da entrada de radiação solar entre os solstícios de inverno e verão, com valores intermediários nos equinócios de primavera e outono.

Na Gráfico 6, por meio dos valores médios mensais de temperatura, é possível visualizar a oscilação deste parâmetro no decorrer das estações do ano. As temperaturas, bem como as horas de insolação, são maiores nos meses de verão, começando a declinar no outono até o inverno, quando atingem seu mínimo, recomeçando o ciclo nos meses de primavera. Nos meses de verão as médias variaram de 19,3 a 26,4°C, no outono de 9,1 a 23,8°C, no inverno de 8,8 a 17,6°C e na primavera de 15,9 a 24,7°C. No Gráfico 6 observa-se a variabilidade sazonal de temperaturas na região bem distribuída para o período de estudo.

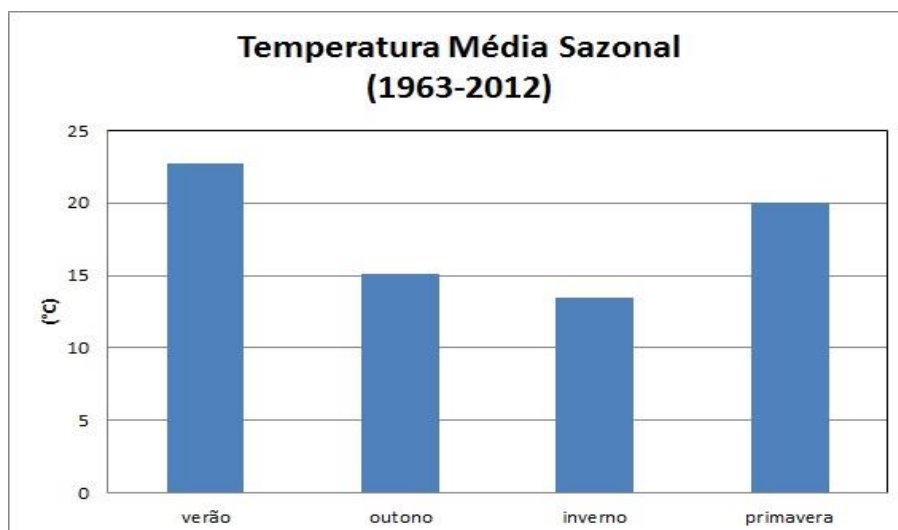


Gráfico 6 - Distribuição de temperatura média sazonal no período de 1963-2012

3.1.6. Precipitação

No extremo sul do RS e na costa do Uruguai a corrente fria das Malvinas exerce influência importante, pois reduz a temperatura do ar sobre sua superfície de atuação. Este ar menos aquecido, na ocasião da passagem de frente fria, não gera contraste térmico suficiente para promover a ascensão de ar e a formação de nuvens capazes de gerar índices importantes de precipitação. O relevo de planície favorece rápido deslocamento de sistemas frontais, o que corrobora para diminuição dos dias sequenciais de chuva nesta região.

A trajetória dos sistemas frontais na relação com as formas de relevo de Candiota compõe parte da explicação para a menor quantidade de dias de chuva na região em relação a outras áreas em seu entorno. A posição do Escudo Sul-Rio-Grandense evidencia um corredor que permite a entrada dos sistemas frontais. E apenas ao encontrar as áreas mais altas no norte dessa região, é que o ar ascende formando nuvens e permitindo a queda de precipitação em maior quantidade e também distribuída em mais dias.

Além disso, a orientação da entrada dos sistemas frontais no verão se dá pelo ramo litorâneo. E quando há a entrada da Frente Polar Antártica pelo oeste do estado, na região de Uruguiana, o contraste térmico entre o ar quente que se situa sobre essa região e o ar polar que chega é significativo, favorecendo grandes formações de nuvens que geram precipitações intensas de curta duração. Essa diferença de temperatura entre as massas de ar faz com o deslocamento da frente seja mais rápido, o que implica, também, em menos dias de chuva.

Essas características de movimento de ar, a corrente oceânica e a topografia do terreno, explicam o porquê de chuvas praticamente constantes na região de Candiota durante a maior parte do ano, e a diminuição destas nos meses de verão (janeiro e fevereiro), que serão vistos a seguir nos gráficos de distribuição de precipitação média anual, mensal e sazonal.

O Gráfico 7 apresenta as médias mensais de precipitação para os anos de 1963 a 2012. Ressalta-se que o eixo vertical é relativo à precipitação em milímetros registrada na estação do município de Bagé-RS, enquanto o eixo horizontal refere-se às médias mensais de precipitação pluviométrica e média climatológica do INMET (1961-1990) para o município de Candiota.

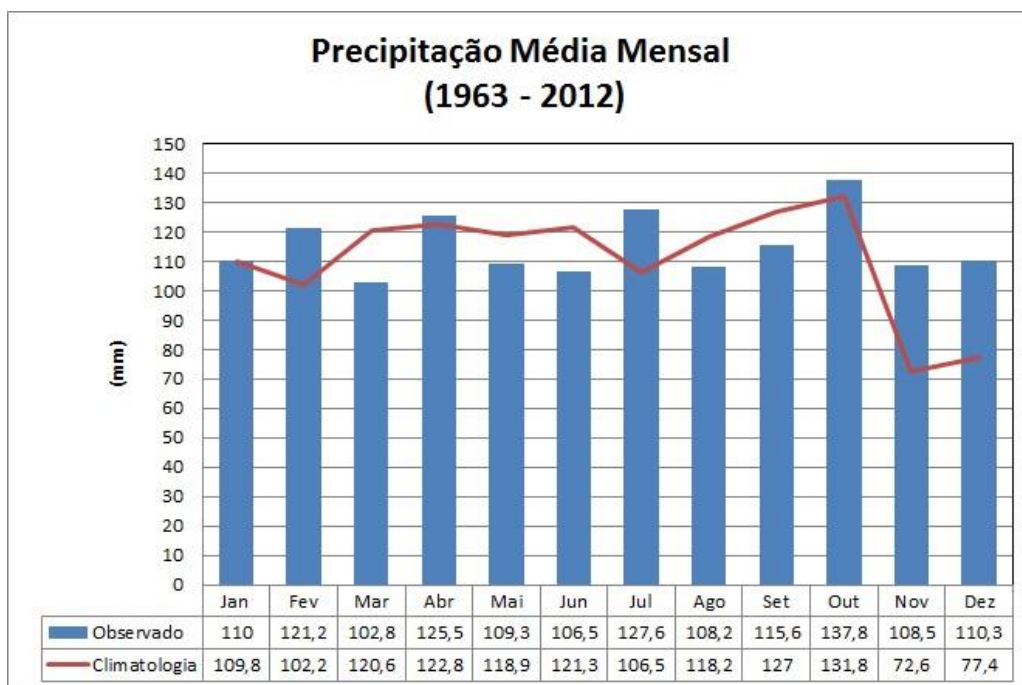


Gráfico 7 - Precipitação média mensal para o período de 1963-2012

Pode-se ver que os valores médios registrados nos últimos 50 anos comportam-se de maneira coerente com a média climatológica calculada pelo INMET. Apenas com pequenas variações.

3.1.7. Umidade Relativa do Ar (UR)

O relevo e as correntes de ar influenciam de forma marcante a distribuição das chuvas, o índice pluviométrico e, de modo geral, a umidade. A região Sul possui índices mais altos devido a seu relevo mais plano, facilitando a penetração de ar úmido.

Sendo assim, recolhidos os dados diários (00, 12 e 18 UMT) de Umidade Relativa do Ar no município de Bagé-RS, obtidos na série histórica do INMET no período de 01/01/1963 até 31/12/2012, foi realizado o cálculo do valor médio destes 50 anos para UR, e o valor encontrado foi de 69,82% (~70%). A seguir são apresentados os gráficos de UR Média Anual e mensal para o período estudado.

As médias para os meses de Janeiro a Dezembro variaram entre 56,7% em janeiro e 69,8% em outubro (Gráfico 8).

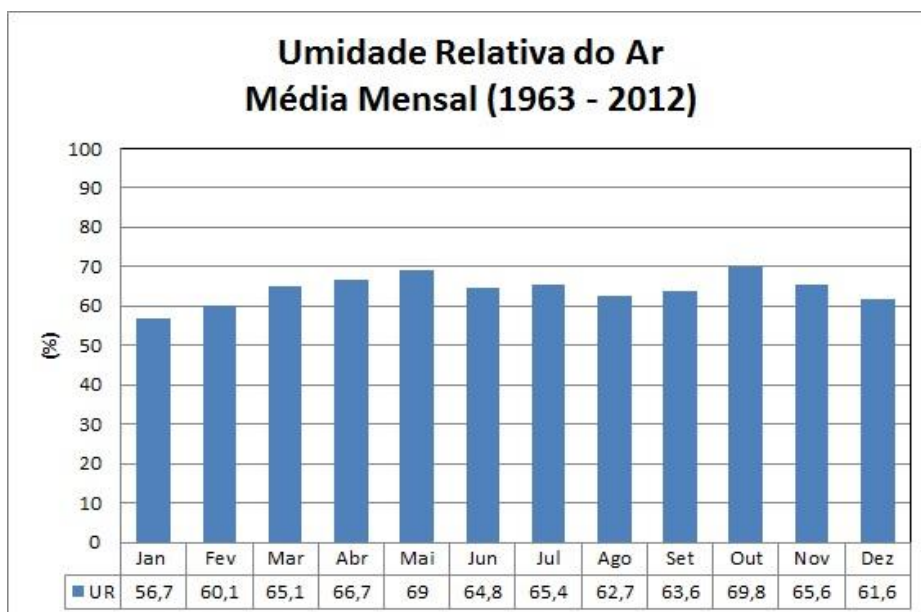


Gráfico 8 - Umidade relativa média mensal de 1963-2012.

Fonte: INMET.

3.1.8. Vento

Os ventos são os principais responsáveis pela dispersão de poluentes atmosféricos. As diferenças de pressão que provocam o deslocamentos das parcelas de ar, definido como vento, têm origem térmica estando diretamente relacionadas com o movimento de rotação terrestre, distribuição desigual de radiação solar sobre a superfície, diferenças de altitude e processos de aquecimento das massas de ar. Portanto, as tendências diurnas e sazonais no quadrante e intensidade dos ventos ocorrem tanto em escala global (latitudes e ciclo dia-noite) provocado pela curvatura do eixo da Terra quanto em escala local (provocados pelos fenômenos de brisa: marítima, terrestre e vale-montanha) devido ao aquecimento desigual da superfície terrestre.

Para Menezes (2006) sendo o vento, do ponto de vista físico, uma grandeza vetorial caracterizada pelo sentido, intensidade e direção, sua importância está diretamente relacionada com os processos de dispersão turbulenta que interferem no espalhamento da poluição do ar. Entende-se como direção do vento o sentido de onde sopra. Exemplificando, quando se constata o vento do norte, significa que ele está soprando do norte para o sul, considerando o observador como um referencial fixo. Durante um ciclo de 24 horas, conforme observado na Figura 15 - Direções radiais do vento, o vento pode assumir uma das 16 direções radiais.

Direções	Graus	Localização	
1	0°	N	Norte
2	22,5°	NNE	Norte-nordeste
3	45°	NE	Nordeste
4	67,5°	ENE	Leste nordeste
5	90°	E	Leste
6	112,5°	ESSE	Leste-sudeste
7	135°	SE	Sudeste
8	157,5°	SSE	Sul-sudeste
9	180°	S	Sul
10	202,5°	SSW	Sul-sudoeste
11	225°	SW	Sudoeste
12	247,5°	WSW	Oeste-sudoeste
13	270°	W	Oeste
14	292,5°	WNW	Oeste-noroeste
15	315°	NW	Norte-oeste
16	337,5°	NNW	Norte-noroeste

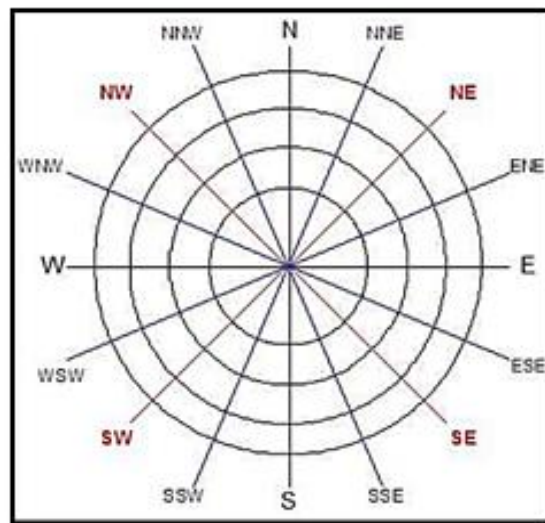


Figura 15 - Direções radiais do vento

Fonte: adaptado de Menezes (2006)

O fluxo do vento próximo à superfície terrestre sofre perturbações devido à presença de obstáculos naturais ou antrópicos, tais como edifícios e construções em geral. Estas alterações no fluxo do vento influenciam a distribuição dos poluentes próximos aos obstáculos. As oscilações na velocidade do vento, cuja rapidez e amplitude estão relacionadas com o estado de agitação do ar, constitui a turbulência (VAREJÃO, 2006).

LIU e LIPTAK (1999) ressaltam ainda que, se a direção do vento é relativamente constante, uma mesma área é exposta continuamente a poluição resultando em maiores níveis de concentração desses poluentes quando comparado a uma situação que, com frequência, a direção do vento sofra alterações, pois a dispersão abrange área maior e consequentemente as concentrações no entorno desta são menores.

A região do estudo está inserida na circulação atmosférica de grande escala da América do Sul (AMS), que é influenciada pela presença de anticiclones (centros de alta pressão) quase estacionários do Pacífico Sul e do Atlântico Sul (Figura 16). Estes anticiclones refletem a movimentação das massas de ar sobre a AMS e são responsáveis, em grande parte, pelas condições de tempo sobre o continente, exercendo influência na penetração das massas de ar tropicais úmidas e polares.

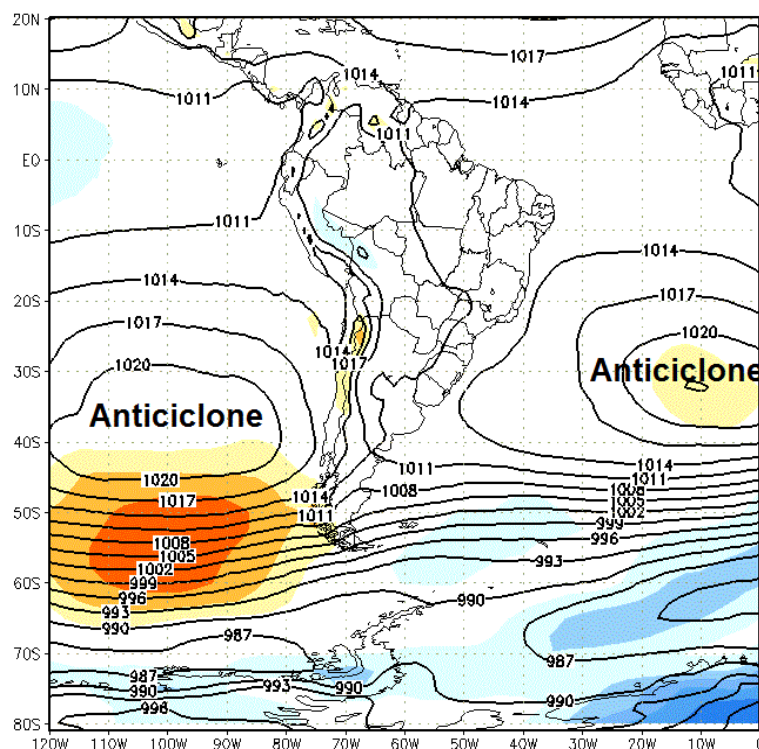


Figura 16 - Mapa de pressão média ao nível do mar, para elucidar a localização médias dos Anticiclones que atuam nos oceanos Pacífico Sul e Atlântico Sul

Fonte: CPTEC/INPE

Estes anticiclones movimentam as massas de ar tropicais marítimas e são chamados migratórios, pois em função das variações sazonais de temperatura, ora se afastam, ora se aproximam do continente, bem como oscilam latitudinalmente. Durante o verão, afastam-se mais do continente, período em que a maior parte da AMS apresenta sua estação chuvosa.

Segundo Nimer (1989), o anticiclone do Atlântico desempenha maior influência sobre o clima do Brasil, uma vez que encontra mais facilidade de penetração, o que não ocorre com o anticiclone do Pacífico que é barrado pela Cordilheira dos Andes. De uma maneira geral, o padrão de ventos para a Região Sul do Brasil é determinado pela ação desses dois anticiclones. Sendo que a direção predominante do vento durante todo o ano é a nordeste (NE), devido à maior influência do anticiclone subtropical do Atlântico Sul (ASAS).

O sistema de alta subtropical do atlântico sul tem posição média anual entre 30°S e 25°W, praticamente a leste do RS. Exercendo atuação predominante no escoamento atmosférico sobre o estado. A dinâmica entre este anticiclone e os intermitentes deslocamentos de massas polares sobre o RS ditam o padrão de ventos de leste e nordeste sobre a região.

Quando próxima do litoral do RS, a ASAS provoca ventos vindos de leste, principalmente no verão, os quais trazem mais umidade do oceano Atlântico, o que ameniza a temperatura. Isso também provoca o domínio do sistema associado à Massa Tropical Atlântica (mTa). Esta

massa tem atuação significativa no leste do estado durante a primavera, verão e início do outono.

Mesmo no inverno, quando o anticiclone encontra-se mais ao norte do hemisfério, os ventos vêm de nordeste e adentram o continente. Neste percurso a massa de ar vai perdendo sua umidade e aumentando sua temperatura pelas trocas de calor entre a superfície e a baixa troposfera. Análises sazonais têm mostrado queda na frequência dos ventos de nordeste (NE) e de leste (E) durante o inverno, aliada a um claro aumento na frequência dos ventos de sudoeste (SW) e de oeste (W), associados à passagem de frentes frias.

Sobre o nordeste da Argentina existe ainda uma área quase permanente de baixas pressões, ocasionada pela depressão barométrica causada pelo bloqueio da circulação geral da atmosfera imposto pela parede montanhosa dos Andes e agravada pelo intenso aquecimento das planícies da região. Os gradientes de pressão decorrentes desse sistema no nordeste da Argentina e o anticiclone subtropical do Atlântico induzem novamente a um escoamento persistente de leste-nordeste ao longo de toda a região Sul do Brasil.

Ressalta-se que o caráter dinâmico das circulações sobre o RS, destacando-se as passagens de frentes frias (mais intensas no inverno e primavera) ocasionam o vento forte, frio e intenso de Sudoeste (conhecido popularmente como Minuano) sobre a microrregião da Campanha Meridional, com duração média de três dias a cada passagem de massa polar.

3.2. Caracterização da meteorologia para o período de 2009 a 2013

Nesta etapa do trabalho foram consideradas as estações de superfícies do INMET e das empresas de energia, para elaboração da discussão detalhada dos principais elementos climáticos para o período de 2009-2013.

3.2.1. Procedimento de análise

Para análise meteorológica considerou-se os dados provenientes das estações meteorológicas do INMET (Tabela 8) no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2012 e das estações fornecidas pelas empresas de energia (Tabela 9) entre janeiro de 2011 e dezembro de 2013. Foram utilizados dados diários de velocidade e direção do vento, temperatura e umidade do ar e precipitação pluvial.

Para cada variável citada no parágrafo anterior foram calculados seus valores médios no período de estudo. No caso da evapotranspiração, foi feita estimativa a partir do método de Thornthwaite (1948), escolhido por utilizar somente dados de temperatura do ar (médias mensais e normais climatológicas). As normais climatológicas de temperatura (1961-1990), utilizadas no método, foram obtidas a partir de dados disponibilizados pelo INMET e SOMAR Meteorologia.

Para avaliar as condições climáticas foram traçados gráficos do transcurso anual e sazonal das variáveis meteorológicas de intensidade e direção do vento, temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação considerando-se o período total de estudo (janeiro de 2009 a dezembro de 2013).

Para elucidação e análise da predominância de direção e intensidade do vento, foi utilizado o software *WRPLOT-View*, em sua versão 8.5. Assim, foram geradas as rosas dos ventos anuais e sazonais do período de análise, mostrando a frequência de ocorrência de ventos na região e as classes de velocidade do vento.

Com a finalidade de se avaliar a distribuição espacial da temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluvial foram elaborados mapas. Para tanto foi utilizado o *software* Surfer 8, em que a interpolação de dados foi feita pelo método de regressão conhecido como krigagem. Neste, assume-se que os dados recolhidos de determinada população se encontram correlacionados no espaço.

3.2.2. Dados Coletados e Tratamentos

Conforme o INMET, uma estação meteorológica automática (EMA) coleta, de minuto em minuto, as informações meteorológicas representativas da área em que está localizada (INMET, 2011).

A estação é instalada em base física, numa área livre de obstruções naturais e prediais, situada em área gramada mínima de 14 × 18 m, cercada por tela metálica. Os sensores e demais instrumentos são fixados em mastro metálico de 10 metros de altura, aterrado eletricamente (malha de cobre) e protegido por para-raios. Os equipamentos para medições de chuva (pluviômetro) e de radiação solar, bem como antena para a comunicação, ficam situados fora do mastro, mas dentro do cercado. A estação meteorológica automática de superfície é composta pelos seguintes elementos:

- I. Subsistema de coleta de dados: A coleta de dados é feita através de sensores para medição dos parâmetros meteorológicos a serem observados. As medidas tomadas, em intervalos de minuto a minuto, e integralizadas para o período de uma hora, para serem transmitidas, são:
 - a) Temperatura Instantânea do Ar;
 - b) Temperatura Máxima do Ar;
 - c) Temperatura Mínima do Ar;
 - d) Umidade Relativa Instantânea do Ar;
 - e) Umidade Relativa Máxima do Ar;
 - f) Umidade Relativa Mínima do Ar;
 - g) Temperatura Instantânea do Ponto de Orvalho;

- h) Temperatura Máxima do Ponto de Orvalho;
 - i) Temperatura Mínima do Ponto de Orvalho;
 - j) Pressão Atmosférica Instantânea do Ar;
 - k) Pressão Atmosférica Máxima do Ar;
 - l) Pressão Atmosférica Mínima do Ar;
 - m) Velocidade Instantânea do Vento;
 - n) Direção do Vento;
 - o) Intensidade da Rajada do Vento;
 - p) Radiação Solar;
 - q) Precipitação acumulada no período;
- II. Subsistema de controle e armazenamento: Composto por processador central de baixo consumo de energia (*datalogger*), que faz o registro dos valores observados em unidade de memória que contem as instruções programadas para aquela unidade.
- III. Subsistema de energia (painel solar e baterias): Torna a estação independente de energia elétrica externa e não requer equipamentos ou sala para sua operação diária.
- IV. Subsistema de comunicação: Faz a transmissão dos dados coletados armazenados na memória. O INMET utiliza, atualmente, o sistema Autotrac, baseado no satélite BrasilSat, em órbita geosíncrona, que permite comunicação bidirecional (o satélite “vê” sempre a EMA e a estação receptora em Brasília), em tempo real, provendo comunicação interativa entre a EMA e o INMET. Alternativamente, nos locais onde a comunicação por telefonia celular é confiável e regular, pode-se usá-la para a transmissão, em horários previamente programados.

3.2.2.1. Estações automáticas do INMET utilizadas

Na Tabela 8 são apresentadas as estações meteorológicas de superfície e suas respectivas localizações (latitude, longitude e altitude). Estas estações foram escolhidas em função da proximidade da UTPM e, também, por se tratarem de estações meteorológicas automáticas e seus respectivos dados serem disponibilizados *on line*, em intervalos regulares de uma hora. Além da avaliação meteorológica local as mesmas foram utilizadas para inicializar o modelo de dispersão de poluentes CALPUFF, utilizado na modelagem da dispersão de poluentes atmosféricos.

Tabela 8 - Estações meteorológicas do INMET utilizadas.

Estação	Localização	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)
A811	Canguçu	31,4058S	52,7011O	464
A812	Caçapava do Sul	30,5477S	53,4675O	450
A827	Bagé	31,3478S	54,0133O	230
A832	São Gabriel	30,3414S	54,3108O	126
A836	Jaguarão	32,5542S	53,3764O	47
A881	Dom Pedrito	30,9925S	54,8153O	170

Fonte: INMET

Os dados faltantes das estações do INMET são apresentados em Anexo. Para caracterização do clima da região não foram feitos preenchimentos de falhas em função de que os dados são disponibilizados em intervalos de uma hora e não apresentarem falhas que comprometessem sua representatividade.

3.2.2.2. Estações automáticas fornecidas pelas empresas

Os dados das estações meteorológicas, de propriedade da CGTEE e ENEVA, utilizados neste estudo estão discriminados na Tabela 9. Cabe ressaltar que, o período disponibilizado compreendeu os anos de 2011 a 2013 para a estação da Eneva e 2012 até 2013 para as estações da CGTEE.

Tabela 9 - Estações meteorológicas das empresas utilizadas

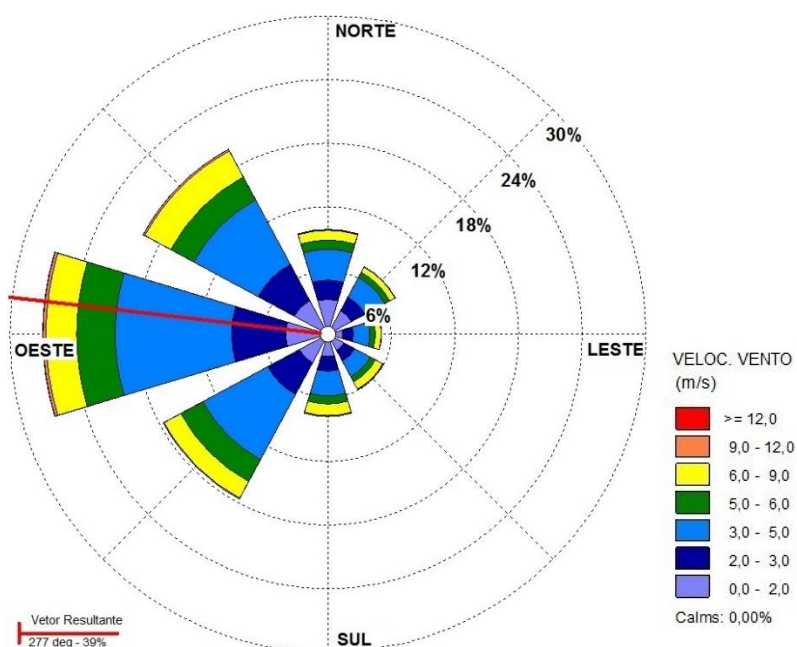
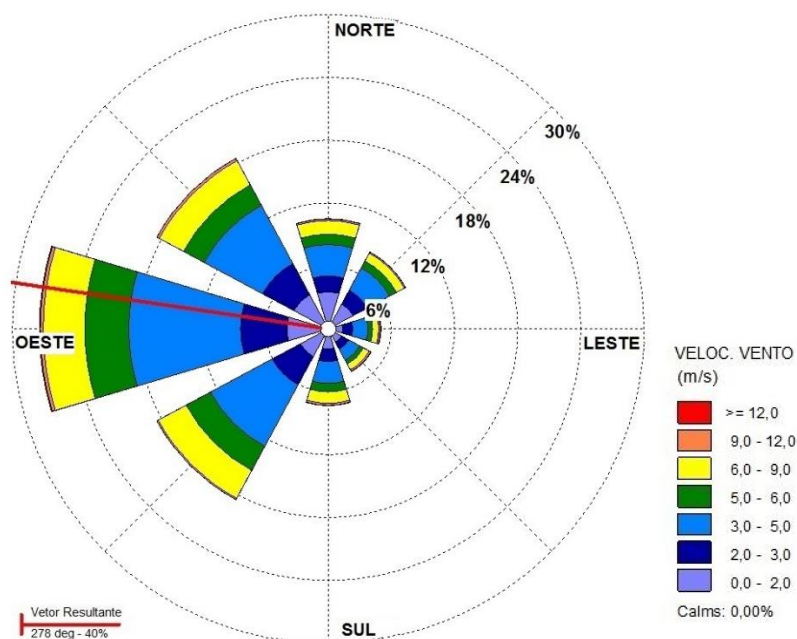
Empresa	Estação	Latitude (°)	Longitude(°)
CGTEE	Aeroporto	31,4952S	53,6939O
CGTEE	Aceguá	31,8644S	54,1251O
CGTEE	Pedras Altas	31,7286S	53,5959O
Eneva	MPX	31,5336S	53,7950O

Os dados meteorológicos faltantes das estações meteorológicas são apresentados em Anexo. Foi observado grande volume de dados faltantes, entretanto, a caracterização meteorológica da região não foi prejudicada em virtude da proximidade dessas estações com as disponibilizadas pelo INMET. Os dados meteorológicos obtidos dessa rede de estações, foram utilizados para preenchimento de falhas dos dados das estações de superfície das empresas de energia. Este preenchimento está descrito de forma detalhada no item 7 - Modelos de Dispersão atmosférica e base de dados.

3.2.3. Vento

O domínio de ventos de leste para oeste pode ser visto nas rosas dos ventos plotadas e mostradas a seguir nas Figuras Figura 17 e Figura 18 para o período de primavera e verão. As

estações restantes estão apresentadas nas Figuras Figura 19 e Figura 20, e o período total de estudo na Figura 21.



Mesmo no inverno quando o anticiclone encontra-se mais ao norte do hemisfério, os ventos vêm de nordeste e adentram o continente em direção a sudoeste. Neste percurso a

massa de ar vai perdendo sua umidade e aumentando sua temperatura pelas trocas de calor entre a superfície e a baixa troposfera. Análises sazonais têm mostrado queda na frequência dos ventos de nordeste (NE) e de leste (L) durante o inverno, aliada a um claro aumento na frequência dos ventos de sudoeste (SO) e de oeste (O), associados à passagem de frentes frias (Figura 19 e Figura 20).

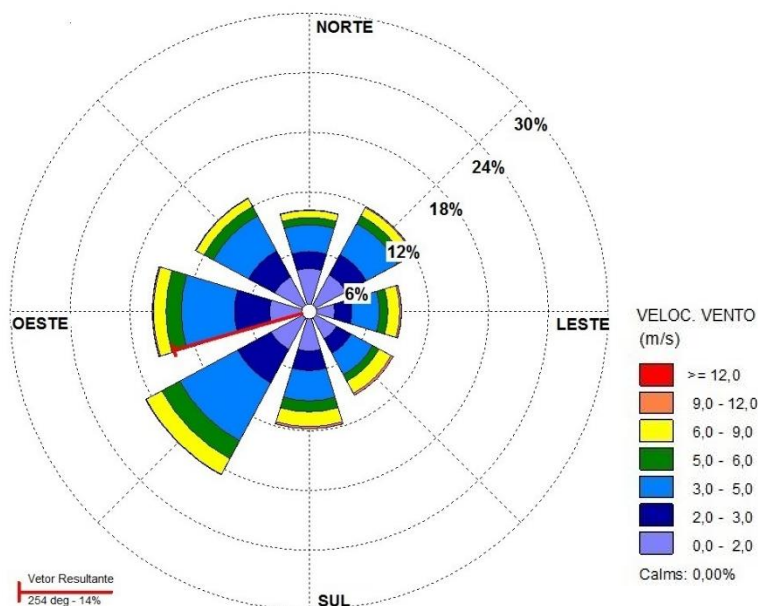


Figura 19 - Intensidade e direção predominantes do vento no período de outono (abr-jun) de 2009-2013.

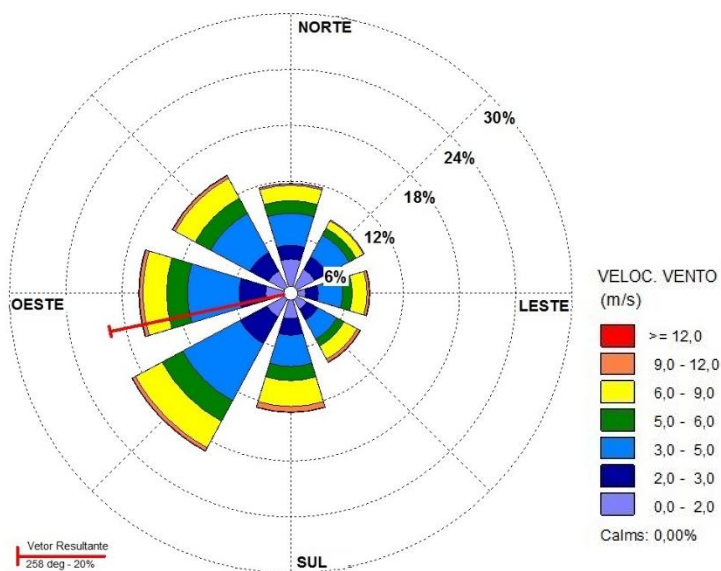


Figura 20 - Intensidade e direção predominantes do vento no período de inverno (jul-set) de 2009-2013.

Conforme discutido na caracterização climática, os gradientes de pressão decorrentes do nordeste da Argentina e o anticiclone subtropical do Atlântico induzem a um escoamento

persistente de leste-nordeste ao longo de toda a região Sul do Brasil. A seguir, na Figura 21 é apresentado o gráfico do padrão predominante do vento anual na região de Candiota.

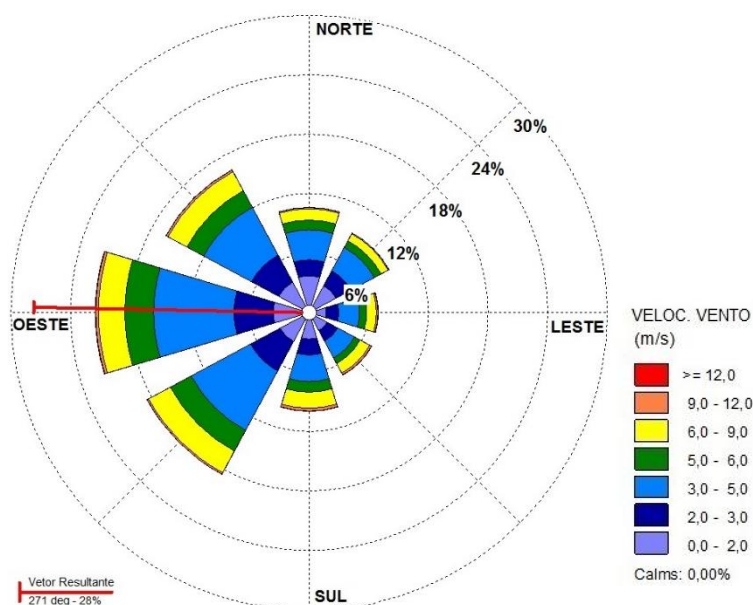


Figura 21 - Intensidade e direção predominantes do vento no período de 2009-2013.

Avaliação mais detalhada da direção predominante dos ventos na região de estudo pode ser representada através da direção predominante nos períodos noturnos e diurnos (Figura 22 e Figura 23, respectivamente). Isto se deve ao fato de que os processos responsáveis pela dispersão de poluentes, nestes dois períodos, são significativamente diferentes.

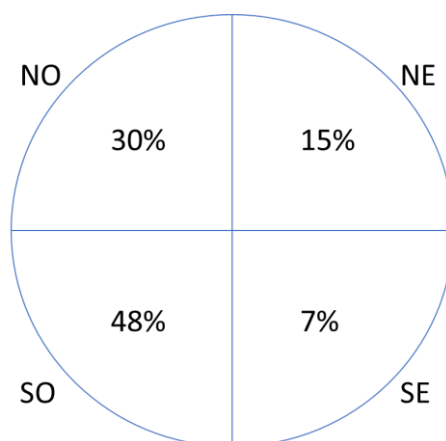


Figura 22 - Representação da direção predominante do vento no período noturno.

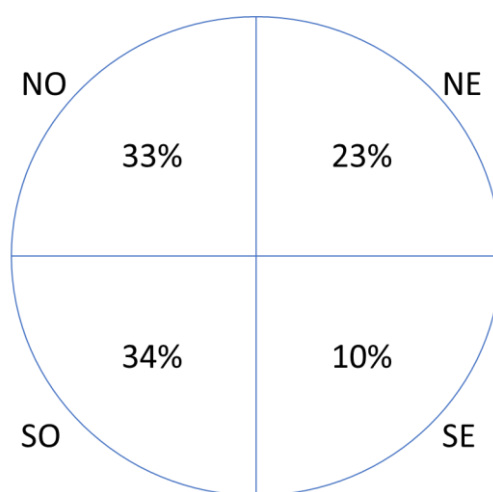


Figura 23 - Representação da direção predominante do vento no período diurno

3.2.4. Temperatura

Através da Figura 24 e Figura 25 é possível observar que em todas as estações o padrão de evolução da temperatura é coerente com o esperado para o sul do País, quando comparados à climatologia de 1960-1990. Os menores valores médios mensais foram observados no mês de julho nas estações de Canguçu e Jaguarão, sendo estes de 9,94°C e 10,04°C, respectivamente. Já as maiores temperaturas médias ocorreram nas estações de São Gabriel (25,64°C em fevereiro) e Dom Pedrito (24,50°C em janeiro). A amplitude média de variação da temperatura ficou entre 11,12°C na estação Aeroporto e 13,73°C em Pedras Altas.

Os mapas sazonais, explicitados na Figura 26, apresentaram comportamento coerente com o esperado, ou seja, menores valores de temperatura do ar no outono e inverno e maiores valores na primavera e verão.

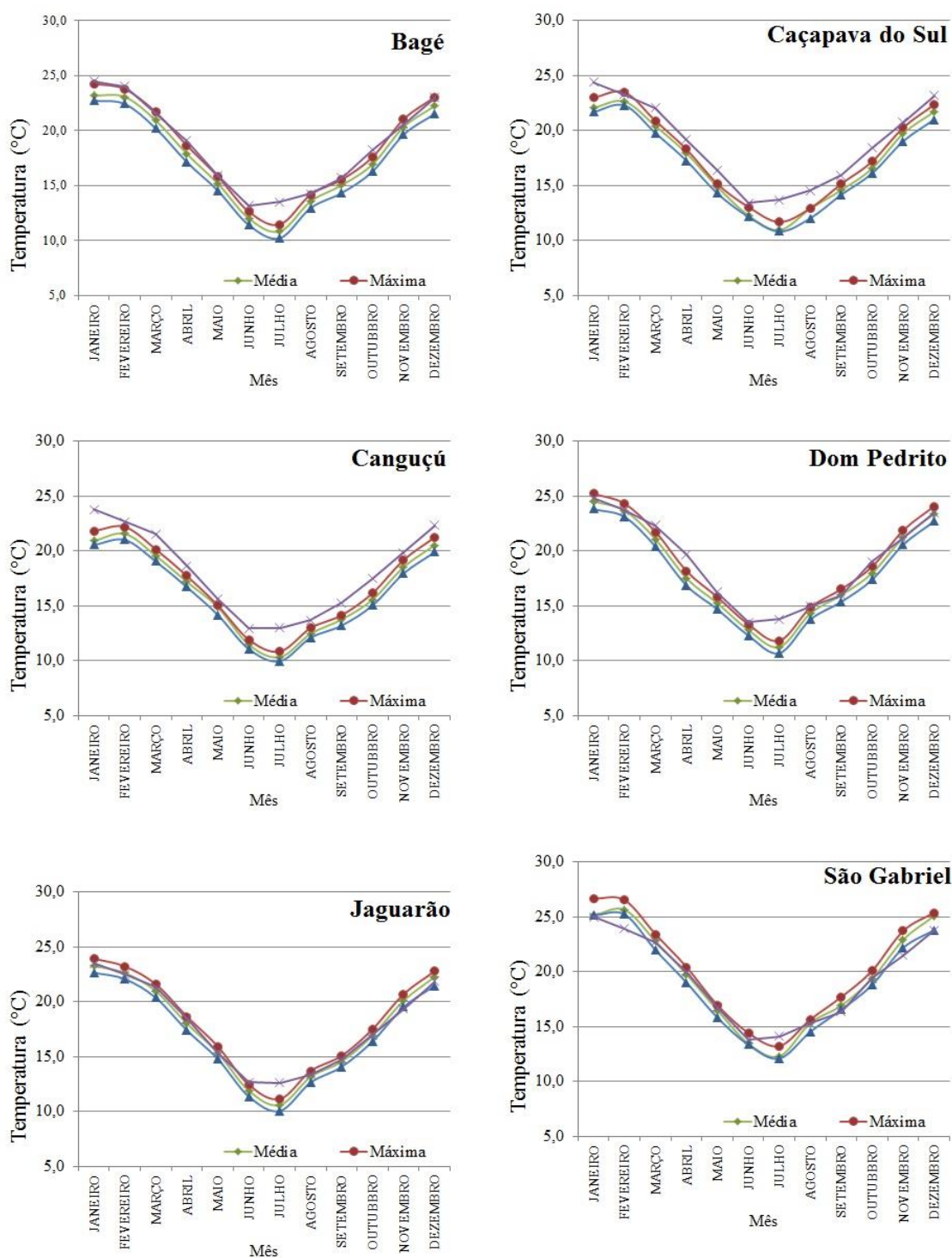


Figura 24 - Temperatura média do ar mensal das estações meteorológica de Bagé, Caçapava do Sul, Canguçu, Dom Pedrito, Jaguarão e São Gabriel. Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013

Fonte: INMET.

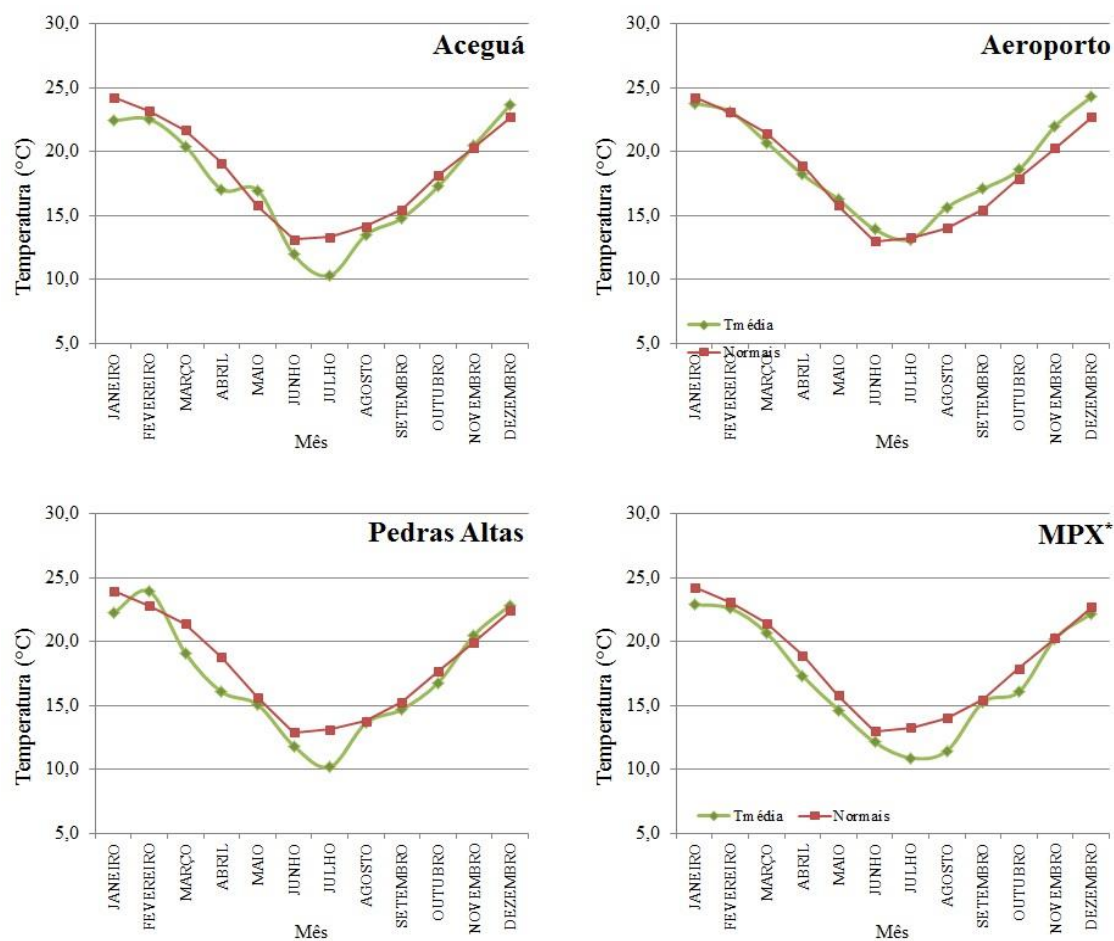


Figura 25 - Temperatura média do ar mensal das estações meteorológica de Aceguá, Aeroporto, Pedras Altas e MPX. Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. * Período: janeiro de 2011 até dezembro de 2013

Fonte: CGTEE e Eneva.

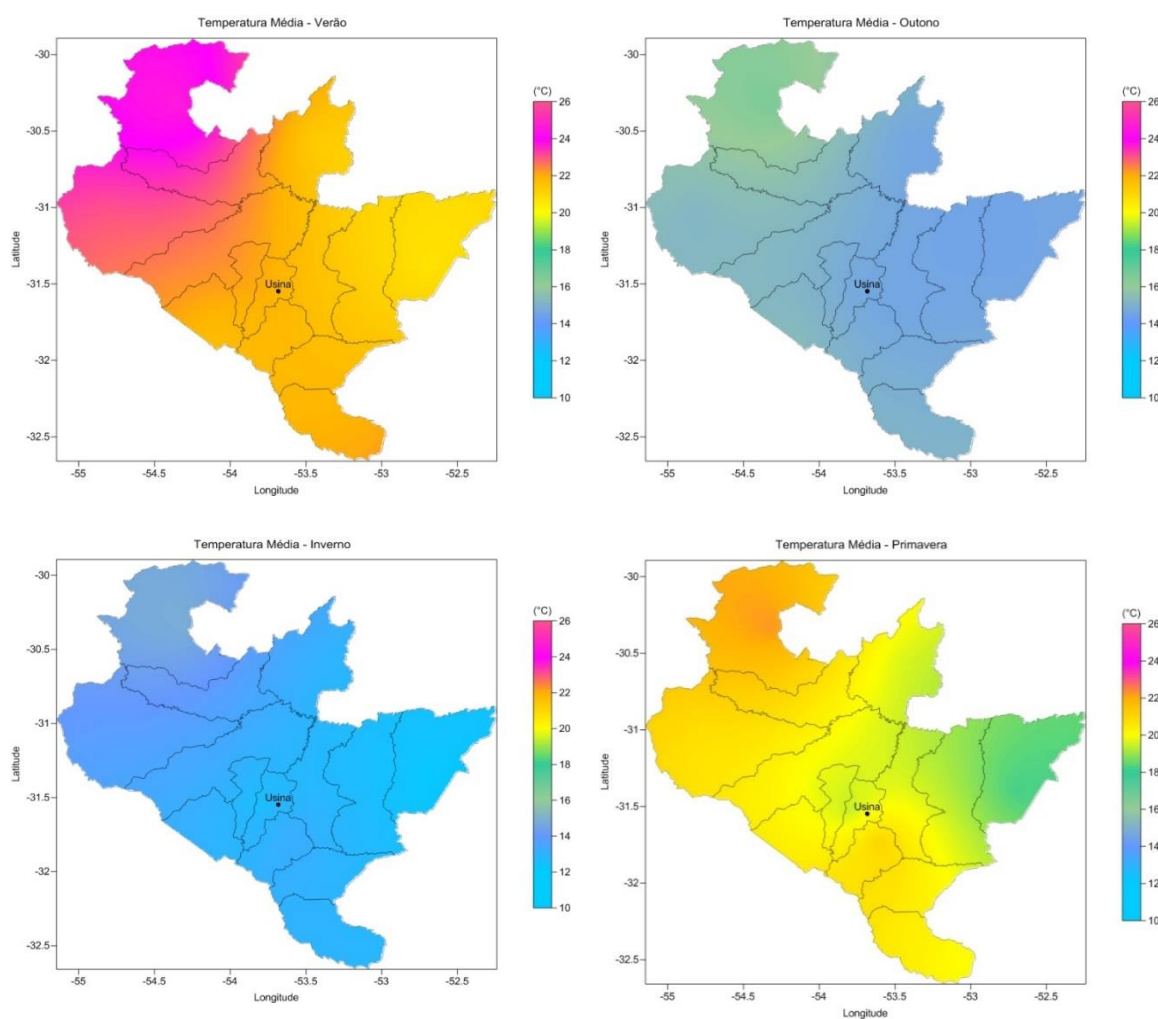


Figura 26 - Temperatura média do ar no entorno da Usina UTPM no verão, outono, inverno e primavera.

3.2.5. Umidade Relativa do ar

A Figura 27 e a Figura 28 apresentam as médias mensais de umidade relativa do ar nas estações meteorológicas de estudo para o período considerado. Observou-se que a amplitude média variou entre 6,37% na Estação de Canguçu e 17,14% em Dom Pedrito. Os maiores valores médios de umidade relativa foram observados em Caçapava do Sul (84,86% em maio) e Dom Pedrito (85,68% em junho). Já os menores valores foram observados no mês de dezembro nas estações de Pedras Altas (62,71% em novembro) e São Gabriel (63,83% em dezembro).

Os mapas sazonais são ilustrados na Figura 29. Observou-se os menores índices de umidade relativa do ar na primavera e maiores índices no outono.

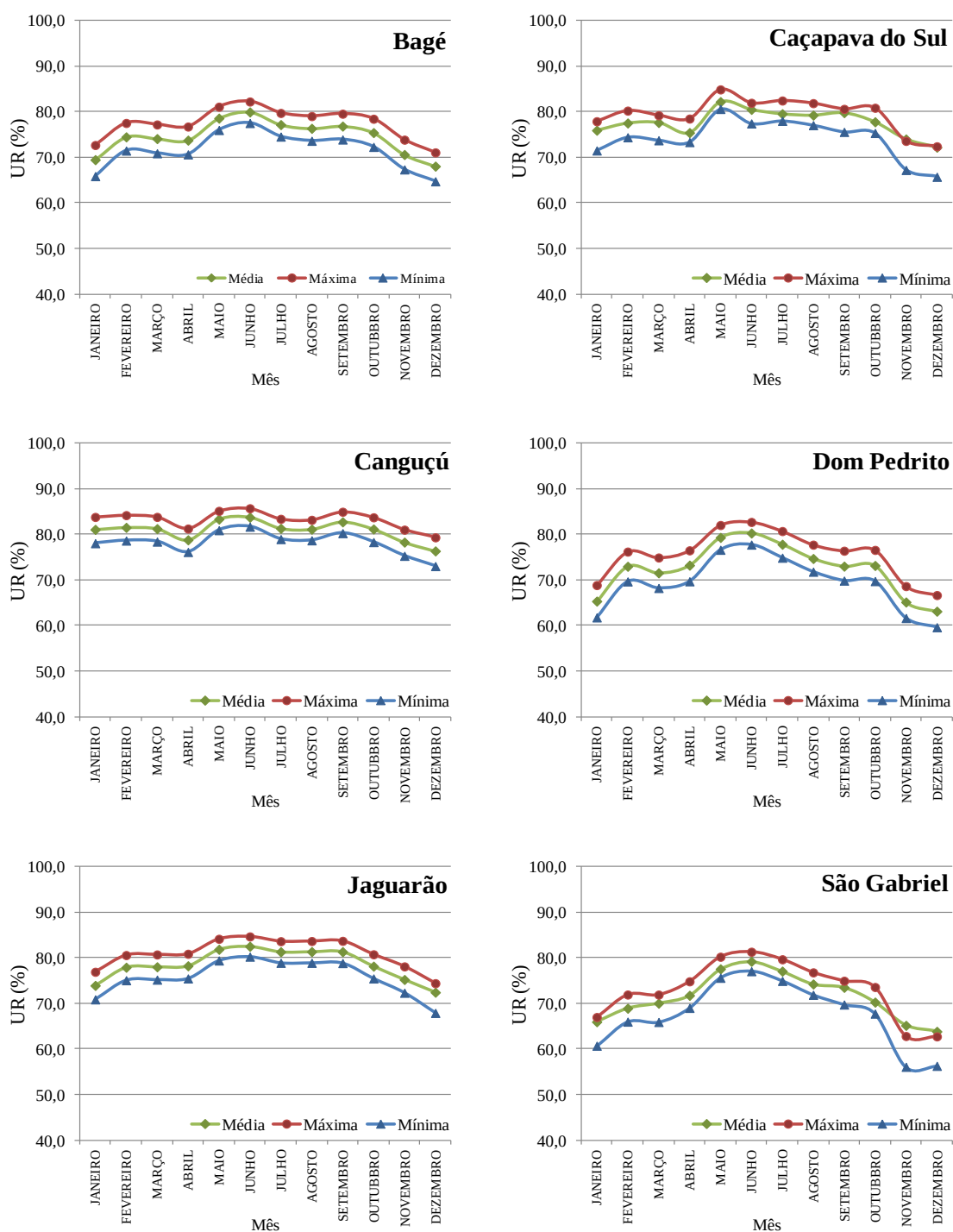


Figura 27 - Umidade relativa do ar (UR) mensal das estações meteorológicas de Bagé, Caçapava do Sul, Canguçu, Dom Pedrito, Jaguarão e São Gabriel. Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013.

Fonte: INMET.

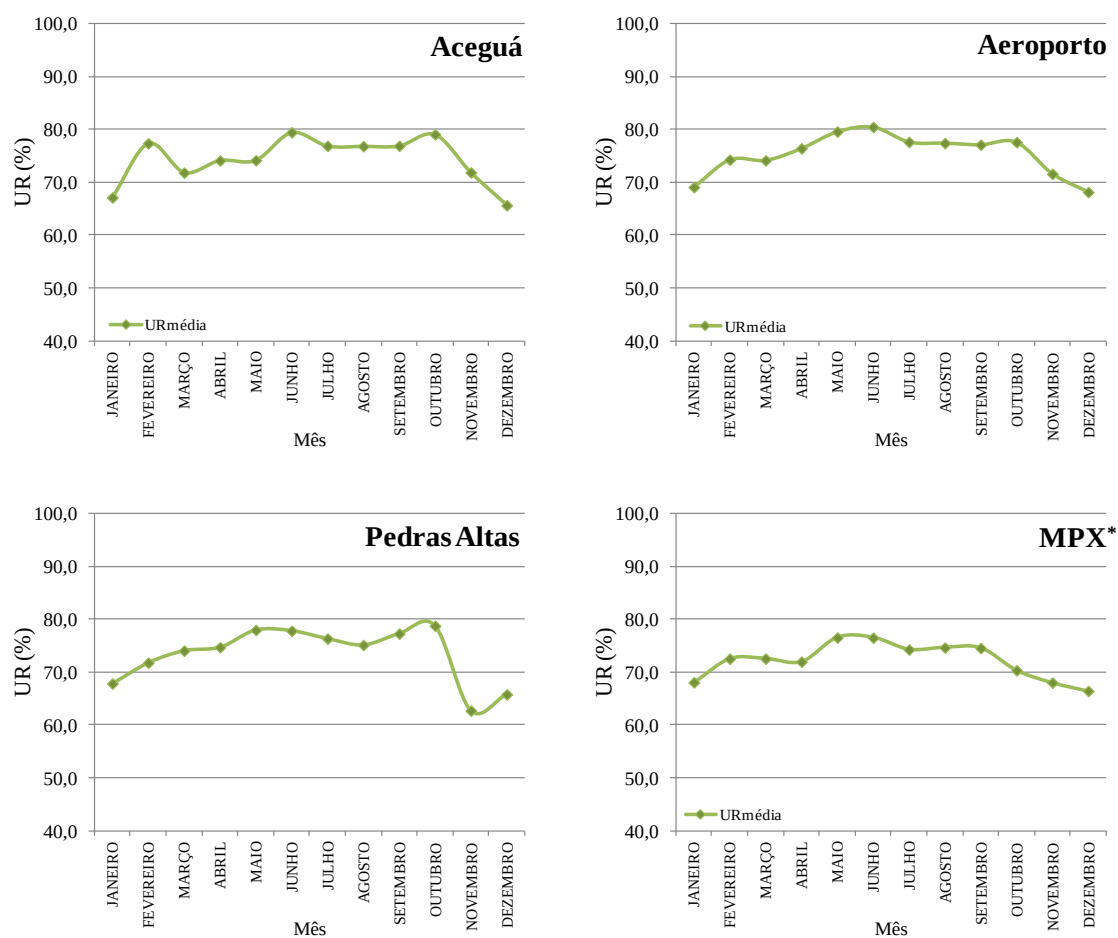


Figura 28 - Umidade relativa do ar (UR) mensal das estações meteorológicas de Aceguá, Aeroporto, Pedras Altas e MPX. Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. * Período: janeiro de 2011 até dezembro de 2013.

Fonte: CGTEE e Eneva.

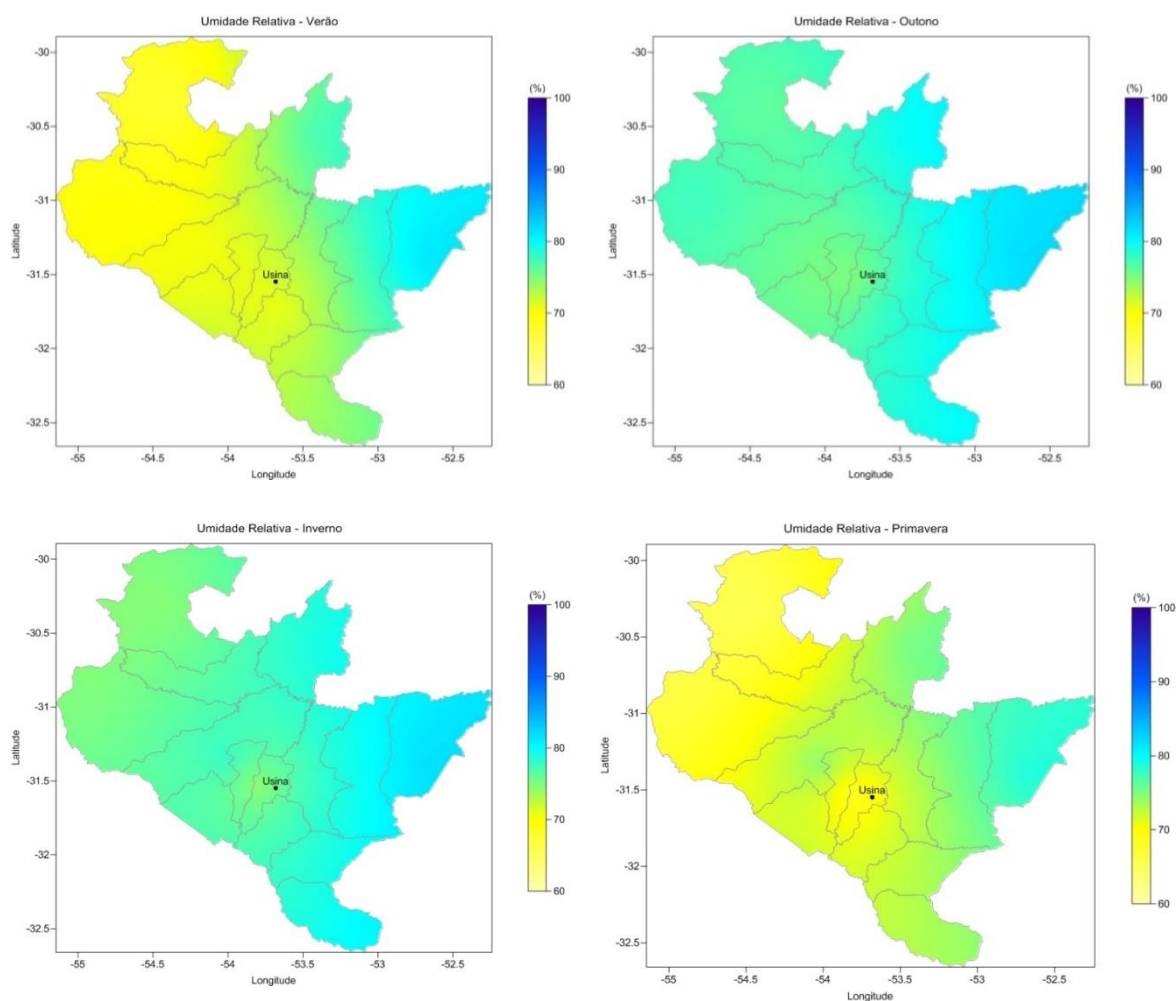


Figura 29 - Umidade relativa média do ar no entorno da Usina no verão, outono, inverno e primavera.

3.2.6. Precipitação Pluvial

O transcurso anual médio da precipitação pluvial do período de estudo para cada estação meteorológica é mostrado nas Figura 30 e Figura 31. Observou-se que os maiores índices médios de precipitação ocorreram em outubro nas estações Aeroporto (315,8 mm) e Aceguá (182,7 mm). Os menores índices médios foram observados nas mesmas estações Aceguá (3 mm em maio) e Pedras Altas (14,1 mm em março). Entretanto, cabe ressaltar que nestas estações foram disponibilizados apenas dois anos de dados, fato este que pode elevar a amplitude de variação dos índices pluviométricos. Outro aspecto que deve ser ressaltado é que na estação da Eneva foram observados índices médios de precipitação inferiores a 100 mm em todos os meses, o que pode indicar problemas de manutenção, visto que os índices pluviométricos climatológicos nesta região encontram-se em valores próximos a 150mm.

Dentro deste contexto, seria mais prudente considerar os valores de precipitação observados nas estações de responsabilidade do INMET (Figura 30). Assim, os menores índices médios foram observados em Caçapava do Sul (45,45 mm) e Dom Pedrito (58,45 mm), tendo ocorrido nos meses de agosto e junho, respectivamente. Já os menores valores foram percebidos nas estações de Dom Pedrito (169,13mm em fevereiro) e São Gabriel (149,7mm em janeiro).

Avaliando-se os mapas sazonais, nos quais é apresentado o total médio acumulado de precipitação, nas diferentes estações do ano (Figura 32), percebeu-se que a variável apresentou níveis próximos a 300 mm acumulados nas quatro estações. Fato este que pode indicar que não há uma estação predominante seca na região. Percebeu-se também que o fator de relevo influencia no regime pluviométrico da região, pois pode-se notar um padrão de comportamento da precipitação a sudoeste da localização da usina onde encontra-se uma barreira geográfica.

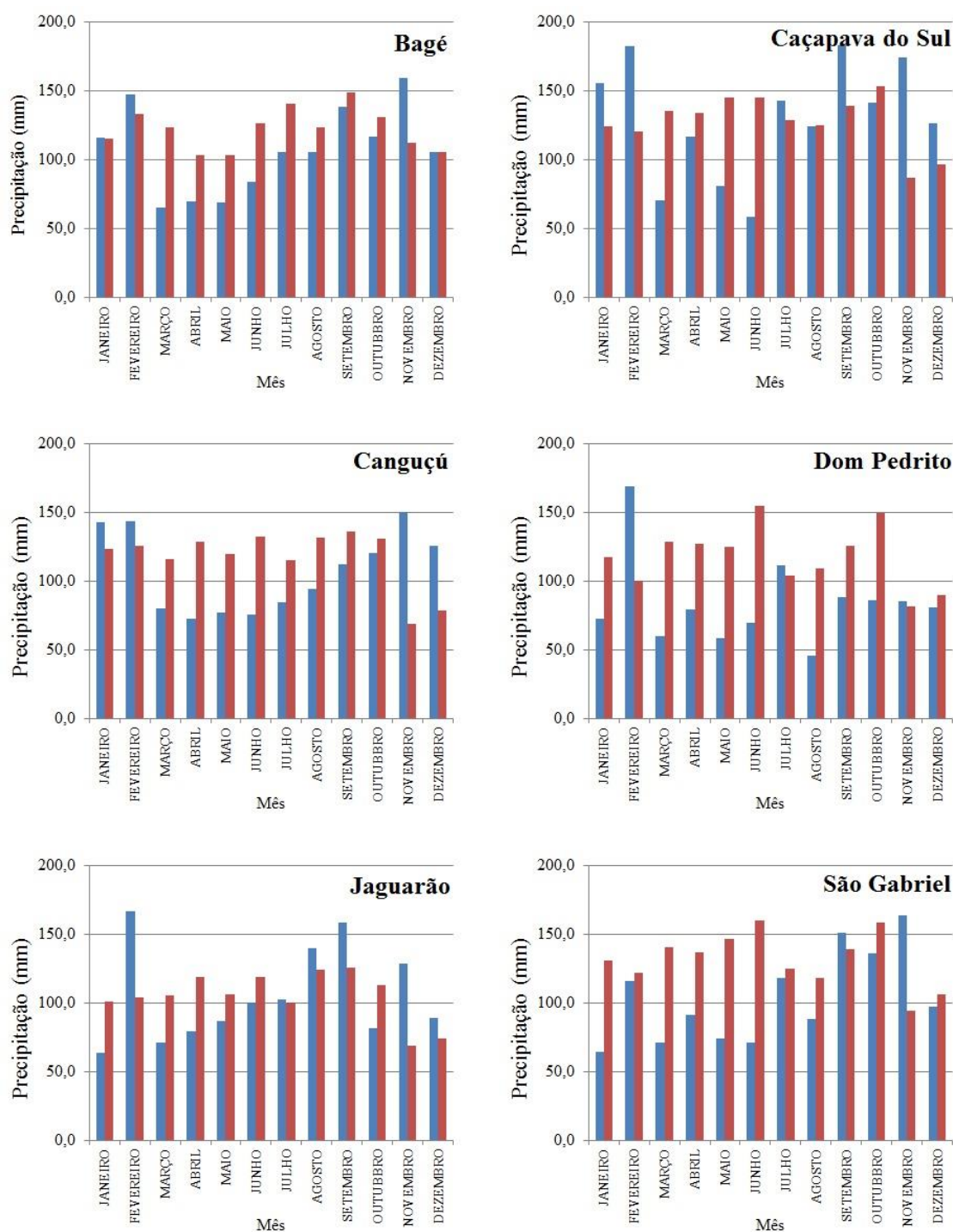


Figura 30 - Precipitação pluvial mensal das estações meteorológicas de Bagé, Caçapava do Sul, Canguçu, Dom Pedrito, Jaguarão e São Gabriel. Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013. As barras em vermelho correspondem a média climatológica (1960-1990) da estação instalada nos referidos municípios

Fonte: INMET.

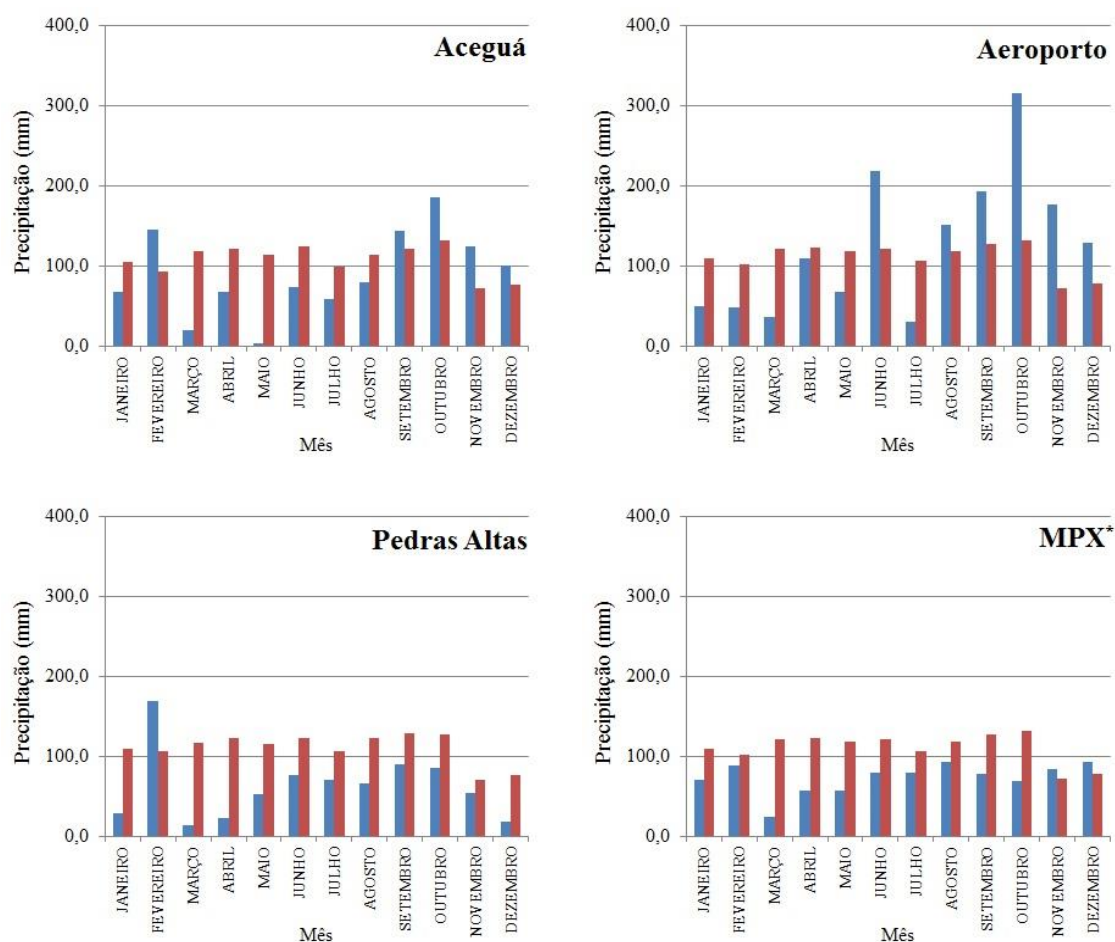


Figura 31 - Precipitação pluvial mensal das estações meteorológicas de Aceguá, Aeroporto, Pedras Altas e MPX. Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. * Período: janeiro de 2011 até dezembro de 2013. As barras em vermelho correspondem a média climatológica (1960-1990) da estação instalada no município de Bagé-RS.

Fonte: CGTEE e Eneva.

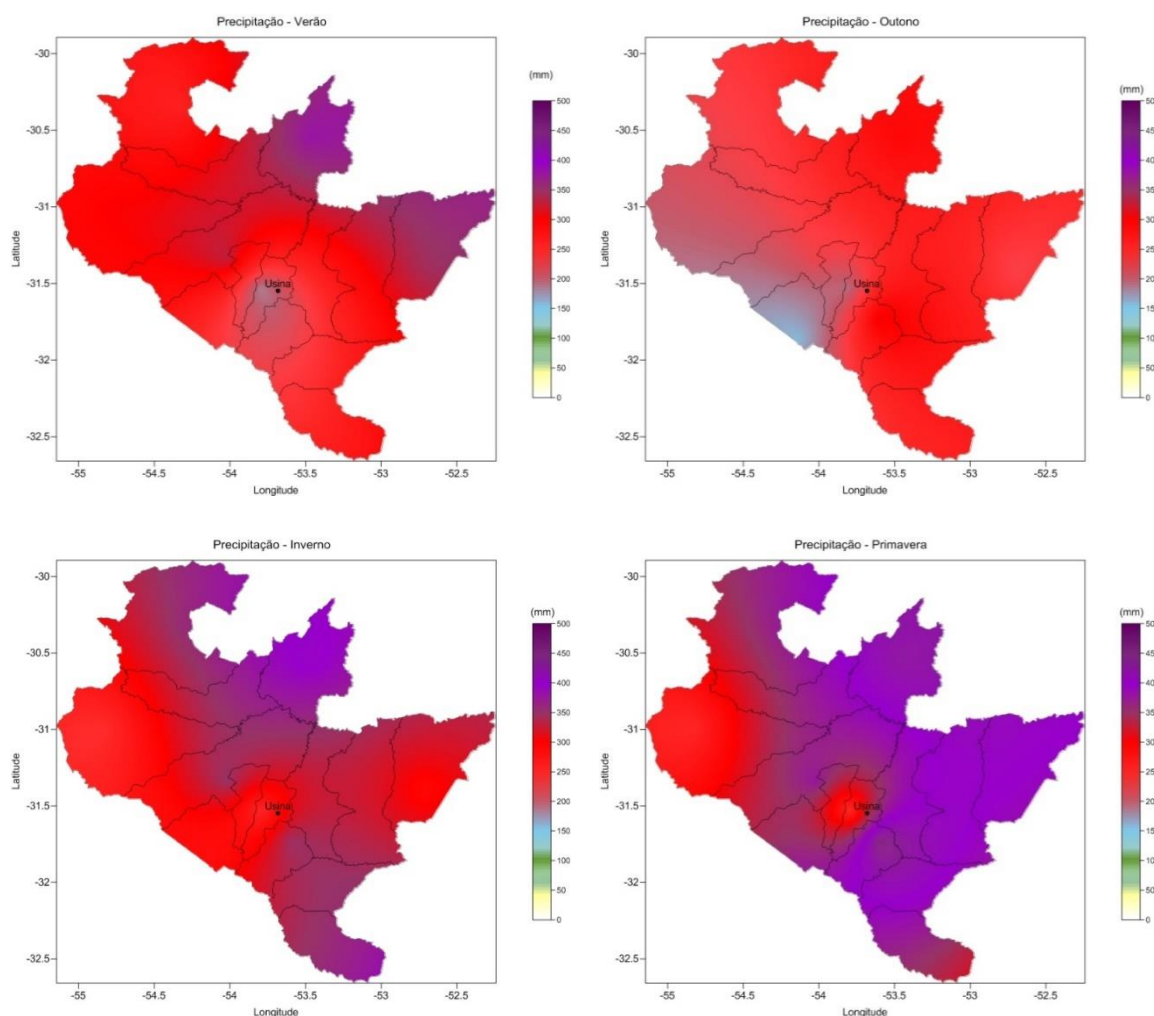


Figura 32 - Precipitação pluvial no entorno da Usina no verão, outono, inverno e primavera.

3.2.7. Evapotranspiração

A Figura 33 e Figura 34 mostram a média da evapotranspiração do período nas estações meteorológicas de estudo são mostrados. Em geral, foram observados maiores valores de evapotranspiração nos meses correspondentes as estações da primavera e verão. Este fato é coerente com o esperado, pois nestas estações há maior disponibilidade de radiação solar e também maior temperatura média do ar o que por consequência eleva a demanda evaporativa.

Os maiores valores de evapotranspiração foram da ordem de 150mm, observados nos meses de dezembro e janeiro, na estação de São Gabriel. Já os menores valores ocorreram no mês de julho, sendo de aproximadamente 20 mm, ocorridos nas estações de Bagé e Caçapava do Sul.

Para a estação Aeroporto não foram gerados gráficos do transcurso anual de evapotranspiração em função de não existir a série temporal climatológica (30 anos) de

temperatura média do ar que possibilite a obtenção da normal climatológica e, consequentemente, calcular a evapotranspiração.

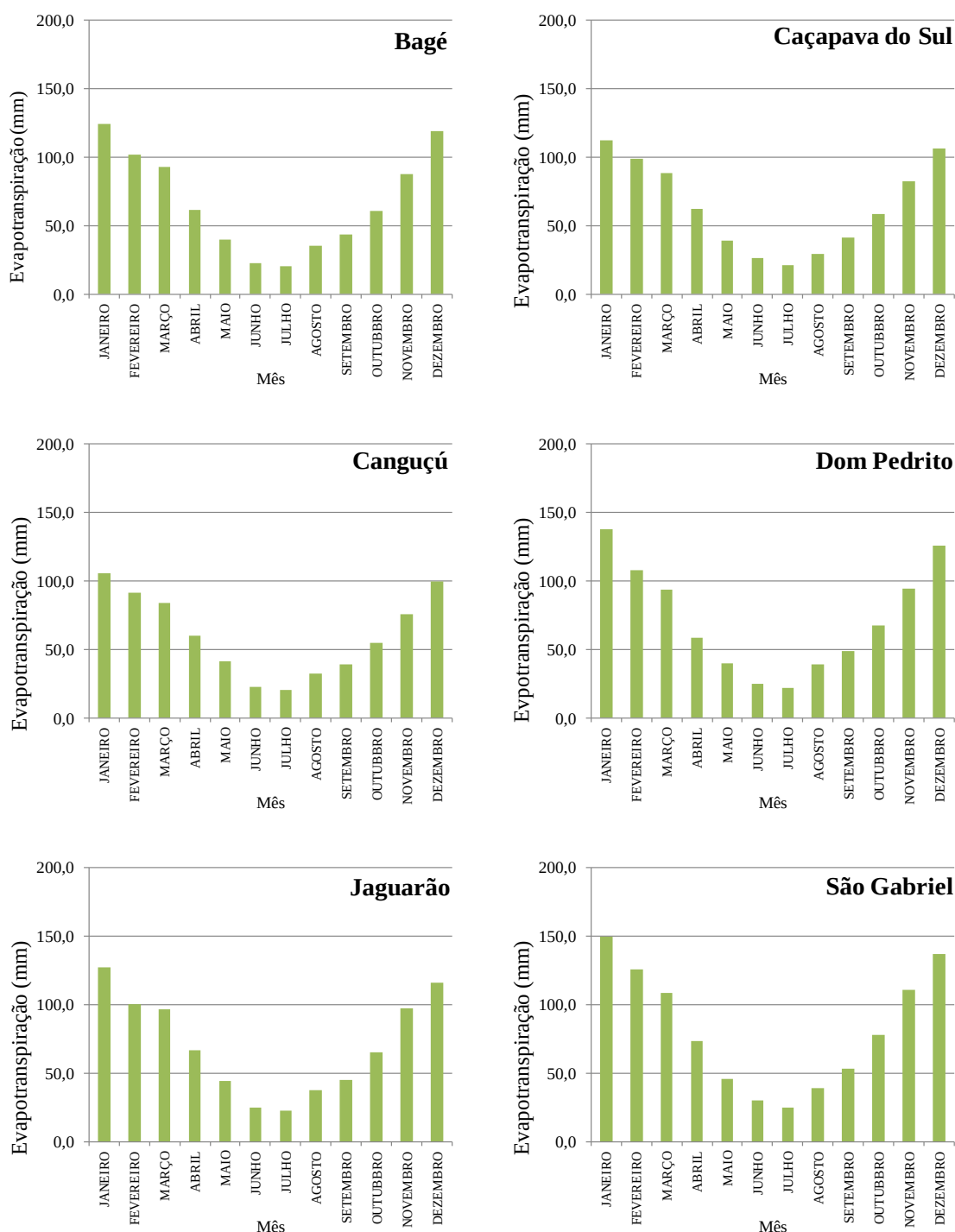


Figura 33 - Evapotranspiração mensal, estimada pelo método de Thornthwaite, para as estações meteorológicas de Bagé, Caçapava do Sul, Canguçu, Dom Pedrito, Jaguarão e São Gabriel. Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013.

Fonte: INMET.

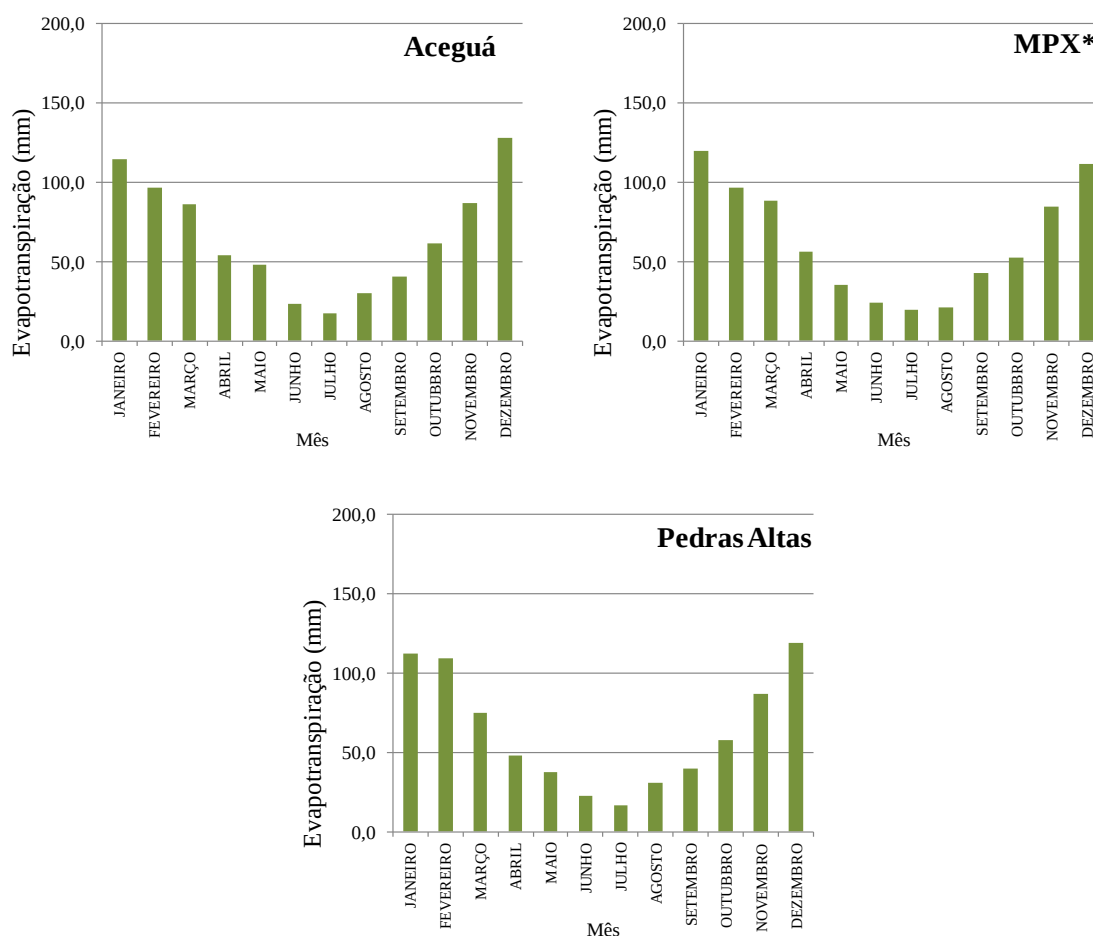


Figura 34 - Evapotranspiração mensal, estimada pelo método de Thornthwaite, para as estações de Aceguá, Pedras Altas e MPX. Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. * Período: janeiro de 2011 até dezembro de 2013

Fonte: CGTEE e Eneva.

3.2.8. Discussões - influência do clima e relevo sobre a dispersão de poluentes

Dentre os fatores mais relevantes para a dispersão de poluentes atmosféricos destacam-se as condições meteorológicas (influência de condições de grande escala e de circulações locais) e o relevo.

Conforme descrito nos itens acima, como resultado dessa interação de escalas e fatores, as direções predominantes do vento são de nordeste, leste, e sudoeste. Naturalmente, essa tendência de direção do vento influencia diretamente o deslocamento das plumas, que devem seguir na maior parte do tempo nas direções sudoeste, oeste e noroeste. Além das condições meteorológicas, é possível observar que a topografia tem forte influência sobre distribuição da pluma de poluentes e, também, na determinação dos maiores valores de concentração. A topografia da área de estudo apresenta variações consideráveis, alcançando altitudes de aproximadamente 450 metros.

É possível então concluir que, dentre as variáveis meteorológicas, o vento é o parâmetro mais importante a ser considerado na modelagem, já que determina o quanto as concentrações se dispersam até atingir o solo e quais as regiões e receptores estão mais expostos. A segunda variável mais relevante é a temperatura, está relacionada à altura da camada limite, discutida no item 7.2.

De maneira geral, em função das características meteorológicas e do relevo majoritariamente plano, a região de Candiota é favorável à dispersão de poluentes. Destaca-se que devido à menor intensidade dos ventos, os períodos de verão são mais críticos para a dispersão de poluentes. Nestes períodos há maior confinamento das concentrações em áreas próximas à superfície.

4. POLUENTES ATMOSFÉRICOS

De acordo com a Resolução CONAMA 3/90, poluente atmosférico é qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Os poluentes atmosféricos são oriundos de dois tipos de fontes, naturais (biogênicas) ou antrópicas, e podem atuar como reagentes ou catalisadores em reações químicas que ocorrem na atmosfera, transformando-se em outros compostos (ROCHA *et al*, 2004). São exemplos de fontes naturais a maresia, as atividades vulcânicas, a decomposição microbiana, entre outras. As fontes antrópicas se dividem entre móveis e fixas. Fontes fixas, ou estacionárias, ocupam área relativamente limitada, dentre elas citam-se indústrias, usinas termelétricas, refinarias, indústrias cimenteiras, metalúrgicas, incineradores de resíduos, etc. As fontes móveis são aquelas distribuídas de maneira difusa e, assim, compreendem veículos automotores como carros, ônibus, caminhões, trens, aviões, embarcações marítimas e veículos automotores que por estarem em constante movimento, a emissão de poluentes ocorre de maneira distribuída tornando o seu monitoramento mais complexo.

Destaca-se que os diversos poluentes lançados na atmosfera estão sujeitos a transformações químicas, especialmente na camada da Troposfera (região da superfície terrestre até cerca de 15km), pois essa contém 85% da massa da atmosfera e é onde ocorrem as reações químicas e o transporte dos componentes gasosos e das partículas emitidas nos oceanos e continentes. A maioria dos gases existentes na troposfera são gradualmente oxidados através de reações com radicais livres. Esses radicais são formados principalmente por reações fotoquímicas, ou seja, desencadeadas pela energia fornecida pela radiação solar (BAIRD, 2002).

O presente estudo está voltado para a análise da dispersão dos poluentes emitidos por empreendimentos termelétricos na região de Candiota. As usinas termelétricas são enquadradas como fontes estacionárias (fonte fixa) contínuas, o que permite avaliação direta da dispersão atmosférica dos poluentes lançados pelas mesmas.

Para geração de energia nas usinas termelétricas, é necessária a queima do carvão, o que acarreta o lançamento na atmosfera de substâncias como: material particulado, óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio. As taxas de emissão desses poluentes dependem do tipo de carvão (teor de cinzas e enxofre), da tecnologia envolvida no processo de combustão e dos equipamentos de controle de poluição instalados nas usinas.

Conforme já mencionado anteriormente, o carvão utilizado na região de Candiota possui baixa qualidade devido a suas características de alto teor de cinzas (material inerte de aproximadamente 50%) e de enxofre. Por este motivo, sua queima produz maiores emissões de material particulado e óxidos de enxofre, respectivamente, quando comparado a carvões de qualidade superior. Dessa forma, torna-se indispensável a implantação de tecnologias de controle de emissões, que serão abordadas no item 5.2.

4.1. Óxidos de Nitrogênio

O nitrogênio pode apresentar diferentes ligações com o oxigênio formando os óxidos de nitrogênio (NO_x). Do ponto de vista da contaminação atmosférica, os mais importantes são o monóxido de nitrogênio, o dióxido de nitrogênio e o óxido de dinitrogênio (NO , NO_2 e N_2O , respectivamente), por sofrerem reações químicas e fotoquímicas na atmosfera, resultando em uma série de poluentes secundários. Fontes antropogênicas de NO_x são os processos que realizam combustão, como veículos automotores, usinas termoeletricas e siderúrgicas. Já suas principais fontes naturais têm origem a partir da atividade microbiana nos solos e relâmpagos (LORA e TEIXEIRA, 2001).

O óxido nítrico ou monóxido de nitrogênio (NO) é um gás incolor, paramagnético e neutro, e é um dos precursores do *smog* fotoquímico. Óxidos de nitrogênio são produzidos sempre nas altas temperaturas geradas na queima de um combustível com ar, o oxigênio é o comburente. Quando submetidos a altas temperaturas, parte do nitrogênio e do oxigênio gasosos no ar combinam-se para formar óxido nítrico (BAIRD, 2002). O óxido nítrico no ar é oxidado formando o dióxido de nitrogênio (NO_2) em um período de minutos ou horas.

O NO_2 é um agente oxidante e se apresenta como gás de coloração marrom de odor desagradável sufocante. Na atmosfera acometida pelo *smog* fotoquímico, é responsável pela coloração amarelada, pois esse gás absorve um pouco de luz visível próximo ao limite do violeta o que faz com que a luz solar transmitida através da névoa pareça amarela.

Os principais efeitos do NO_2 na saúde são o aumento da suscetibilidade a problemas respiratórios em geral – doenças pulmonares do tipo bronquite crônica, broncopneumonia, fibrose crônica, enfisema pulmonar – e também doenças cardíacas. Além disso, é irritante às mucosas e, quando inalado, pode ser transformado em nitrosaminas, algumas das quais são carcinogênicas (GALVÃO FILHO, 1990).

Apesar da maioria dos gases serem gradualmente oxidados na atmosfera nenhum deles reage diretamente com o oxigênio molecular, pois isto exigiria uma energia de ativação muito alta. Para desencadear uma das rotas de formação do NO_2 a partir do NO , é necessário que haja radicais livres presentes no meio, como o radical hidroxila ($\text{OH}\cdot$), que desencadeia inúmeras reações por ser espécie muito reativa. Em atmosferas limpas, tanto na troposfera como na estratosfera, esse radical é produzido quando pequenas frações de oxigênio excitado

(O^{*}), formado pela decomposição fotoquímica de traços de ozônio (O₃) reage com moléculas de água presentes, conforme descrito nas reações abaixo:



O radical OH[·] é uma espécie importante para iniciar a oxidação de outros gases e, por reagir rapidamente com estes, seu tempo de vida é de poucos segundos. Ao anoitecer sua concentração cai bruscamente devido à dependência da radiação solar para sua formação.

Em atmosferas poluídas o radical livre OH[·] reage com outras espécies de maneira a formar ligações fortes para obter produtos estáveis. Isso ocorre com o monóxido de carbono, com o qual é formado radical livre mais reativo (HOCO[·]), que rapidamente reage com moléculas de oxigênio, formando o dióxido de carbono e o radical hidroperóxido (HOO[·]), conforme as reações (3) e (4),



A principal via de formação do NO₂ a partir do NO, na atmosfera poluída, é através de radicais peróxido. Sendo assim, o radical hidroperóxido (HOO[·]) oxida o NO, se convertendo ao radical OH[·] novamente, e produzindo o dióxido de nitrogênio.



4.1.1. *Smog* Fotoquímico

O ozônio existe naturalmente na estratosfera, na conhecida camada de ozônio, e possui importante função, pois absorve totalmente os raios UV-C e parcialmente os raios UV-B provenientes da radiação solar (nenhum gás da atmosfera limpa consegue absorver significativamente a UV-A). Sendo assim, impede que esses raios alcancem a superfície terrestre, protegendo dos danos que a exposição de faixas tão energéticas causariam.

Na troposfera, há formação de ozônio quando o ar está poluído, conforme descrito anteriormente. Elevados níveis de ozônio troposférico são indesejáveis, pois aliado a outros compostos, é um dos formadores do *smog* fotoquímico ("*smog*" remete à combinação de *smoke* (fumaça) e *fog* (neblina)). Os processos de formação do *smog* abrangem centenas de reações diferentes, muitas simultâneas, envolvendo número indeterminado de substâncias químicas. Entretanto, os precursores mais importantes nas ocorrências de *smog* fotoquímico são os poluentes: monóxido de nitrogênio (NO[·]), e os hidrocarbonetos, especialmente compostos orgânicos voláteis (COVs). (BAIRD, 2002).

Esse fenômeno acontece principalmente em regiões industrializadas ou em grandes cidades, com maior intensidade em dias de muito sol e pouco vento (cidades podem ficar com forte neblina em dias de muita insolação) (ROCHA, ROSA, CARDOSO, 2004).

As reações envolvidas se desenvolvem em diferentes períodos do dia conforme a incidência da radiação solar. O gráfico abaixo apresenta a variação na concentração dos principais compostos formadores do *smog* fotoquímico ao longo do dia em grandes centros urbanos. As maiores concentrações de NO, NO₂ e os COVs ocorrem no início da manhã, visto que há aumento no tráfego de veículos. Em seguida, com a radiação solar, o NO é oxidado a NO₂. Os COVs também sofrem suas reações químicas formando os aldeídos e outros oxidantes. Consequentemente após o meio dia as concentrações de NO, NO₂ e hidrocarbonetos caem a um nível mínimo, por terem ocorrido as reações fotoquímicas que formam o ozônio tropoférico, aumentando a concentração desse último na parte da tarde. (Gráfico 1.1) (BAIRD, 2002).

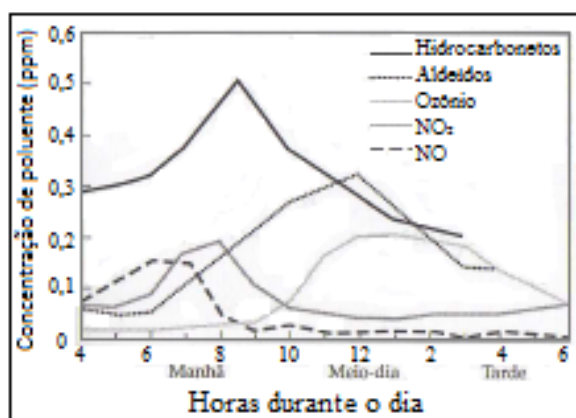


Gráfico 1.1 - Variação da concentração de gases durante as horas do dia (período diurno) quando se manifestou forte irritação nos olhos em Los Angeles nos anos 1960.

Fonte: D.J. SPEDDING (1974) apud BAIRD (2002)

Para formação do *smog* fotoquímico, o NO_x, lançado como poluente primário pela queima do combustível (6), reage com os COVs (tais como aldeídos, cetonas e hidrocarbonetos - provenientes da queima incompleta dos motores de combustão interna e de outras fontes) e com o O₂, na presença de luz solar, resultando em uma mistura de poluentes secundários na qual se incluem o ozônio troposférico, o ácido nítrico (HNO₃) e outros compostos orgânicos (7). (BAIRD, 2012)



Conforme explicado anteriormente o NO₂ é formado a partir de reações do monóxido de nitrogênio com radicais livres.

Em questões de alguns minutos, a maior parte do NO_2 absorve os raios UV-A da luz solar (comprimento de onda na faixa de 398 nm) e por processos fotoquímicos se decompõe para oxigênio atômico e $\text{NO}\cdot$.



Essa reação está relacionada com a principal rota na formação de ozônio na troposfera, visto que o oxigênio atômico formado em presença da radiação solar, reage com O_2 , formando o ozônio troposférico (BAIRD, 2012).



Outra consideração sobre reações que envolvem o NO_2 é que caso a absorção ocorra acima de 430 nm, apenas moléculas excitadas de NO_2 são formadas (10). Quando a molécula torna-se excitada é considerada uma das três formas mais reativa de espécies químicas na atmosfera, sendo ela também participante essencial no processo de formação de smog fotoquímico. Entre os comprimentos de onda 398 nm a 430 nm, quaisquer um dos dois processos pode ocorrer (MANAHAN, 2010).



Vale observar que em virtude do tempo necessário para que essas reações ocorram na atmosfera e pelo fato dos poluentes primários e secundários serem transportados a longas distâncias pelas correntes de ar, podem ocorrer níveis de concentração de NO_2 e O_3 relativamente altos em áreas distantes das fontes de emissão (BAIRD, 2002).

Quando a concentração de radicais livres é elevada, o $\text{NO}_2\cdot$ combina-se com $\text{OH}\cdot$ produzindo ácido nítrico (HNO_3) (11).



Durante a noite, quando o ambiente está livre de energia capaz de produzir radicais livres, ao invés do radical hidroxila, o radical nitrato ($\text{NO}_3\cdot$) inicia a oxidação dos gases e a formação do ácido nítrico. Pelas altas concentrações de dióxido de nitrogênio e ozônio são formadas moléculas de trióxidos de nitrogênio (12). Essas moléculas reagem com o dióxido de nitrogênio formando o pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5) (13). Por fim o pentóxido de dinitrogênio em contato com vapores de água produz o ácido nítrico (14). (BAIRD, 2002).



O ácido nítrico, o qual possui tempo de vida da ordem de dias, pode se decompor fotoquimicamente em seus componentes originais ou se dissolver em água, sendo removido da

atmosfera pela chuva. O resultado desse último fenômeno gera precipitação com acidez acima da média, que poderá vir a ser caracterizada como chuva ácida caso a redução de pH seja significativa, (MENDONÇA, 2010).

O esquema abaixo (Figura 35) apresenta o ciclo de formação dos produtos do *smog* fotoquímico a partir do óxido de nitrogênio.

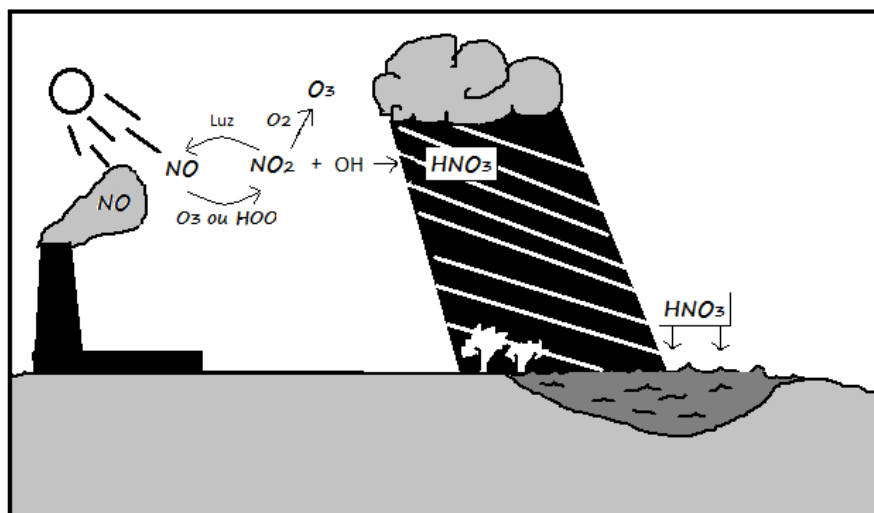


Figura 35 - Ciclo smog fotoquímico do NO e NO₂

Fonte: MANAHAN, 2010

Além do ácido nítrico, outros poluentes secundários e precursores do *smog* fotoquímico também são gerados quando ocorre a quebra do estado fotoestacionário do ozônio (tendência natural dos níveis de concentração do ozônio permanecerem baixos, devido a sua velocidade de formação ser igual à de consumo).

No caso da oxidação de hidrocarbonetos, especialmente COVs, os mais reativos são os que possuem dupla ligação entre carbonos (C=C). O mecanismo de oxidação de um hidrocarboneto como RHC=CHR (em que o R é um grupo alquila de cadeia curta) no *smog* fotoquímico também é desencadeado pelo radical hidroxila.

4.2. Óxidos de Enxofre

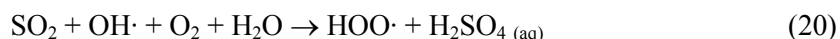
Os dois compostos mais comuns de óxidos de enxofre são o dióxido de enxofre (SO₂) e o trióxido de enxofre (SO₃). A emissão do dióxido de enxofre (SO₂) por fontes antropogênicas na atmosfera, é resultado da queima de combustíveis fósseis e outras atividades industriais, como refino de petróleo, indústria de cimento, metalurgia, entre outras. Existem também emissões naturais entre as quais a atividade vulcânica é a principal. O dióxido de enxofre é um gás venenoso, incolor e inodoro quando possui baixas concentrações, enquanto em altas concentrações possui cheiro intenso e asfíxiante.

Por ser solúvel em água, o SO₂ pode levar à formação de chuva ácida e é precursor dos sulfatos, entre os principais componentes das partículas inaláveis (PM₁₀). Os sulfatos incorporados aos aerossóis são associados à redução da visibilidade, acidificação de corpos d'água e corrosão de edificações, monumentos, estruturas metálicas e condutores elétricos. Os principais efeitos adversos da exposição a altos níveis de SO₂ sobre a saúde são sobre o aparelho respiratório, ocorrendo alteração na defesa dos pulmões, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares. Indivíduos asmáticos ou com doenças crônicas de pulmão e coração e crianças são mais sensíveis aos efeitos do dióxido de enxofre (CETESB, 2012).

Cerca da metade do enxofre presente no carvão se encontra sob a forma de pirita (mineral, FeS₂, composta por 1 a 3% de enxofre), a outra metade está presente nos compostos orgânicos. A produção de dióxido de enxofre pela combustão da pirita é dada pela reação abaixo (15). Praticamente todo o enxofre é convertido a SO₂ e uma pequena fração (cerca de 1% ou 2%) a SO₃ (MANAHAN, 2010).



O ciclo do enxofre é relativamente complexo porque envolve diversas espécies de gases, espécies em solução e minerais pouco solúveis (Figura 36). Após a queima do carvão o dióxido de enxofre é lançado na atmosfera e é oxidado por processos químicos e fotoquímicos com outros compostos presentes na atmosfera produzindo partículas de sulfato (reações 16 a 17). O radical livre OH· ataca o SO₂ formando HSO₃· que é oxidado a trióxido de enxofre (SO₃) na presença de oxigênio (17). Então, este produto reage vigorosamente com moléculas de água na forma gasosa, acarretando a liberação de grande quantidade de calor e formação de ácido sulfúrico (H₂SO₄) sob forma gasosa (18). Em seguida, ao entrar em contato com vapores ou névoas de água, esse ácido proporciona a formação de gotas de aerossol de natureza ácida (19). A reação global corresponde à reação 20.



Estas reações são favorecidas na presença de altos níveis de substâncias capazes de oxidar o SO₂ tais como os radicais livres OH·, HOO·, ROO·, RO· e moléculas específicas como O, O₃, NO₃, N₂O₅ (MANAHAN, 2010).

Outra rota para formação do ácido sulfúrico é dada pela transformação do radical livre HOO· para OH· em presença de NO· (21), esta é uma reação considerada como co-oxidação catalisada pelo OH· (BAIRD, 2002):

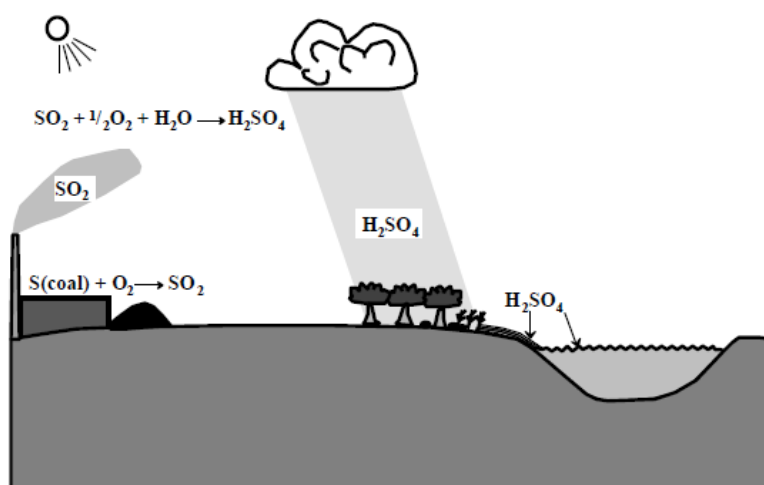


Figura 36 - Transformações do dióxido de enxofre na atmosfera

Fonte: MANAHAN, 2010

O resultado dessas reações é o fenômeno de precipitação com acidez acima da média devido à presença de ácido sulfúrico, a chuva ácida.

4.3. Material Particulado

A atmosfera terrestre é formada por espessa camada de gases, que também contém líquidos e partículas sólidas em suspensão (KEMP, 1994). Particulados são frações finas de sólidos e líquidos que se encontram suspensas no ar (BAIRD, 2002).

A composição e o tamanho do material particulado depende de sua fonte de emissão, dentre as quais veículos automotores, processos industriais, queima de biomassa e ressuspensão de poeira do solo (CETESB, 2010). De forma geral, o tempo em suspensão na atmosfera e os efeitos sobre a saúde humana são inversamente proporcionais ao tamanho das partículas, ou seja, quanto menores as partículas, maiores seus efeitos.

As Partículas Totais em Suspensão (PTS) englobam todas as partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 50 µm, que podem se apresentar sob diversas formas, como poeira, aerossol, fumaça e fuligem. Podem causar danos à saúde humana (partículas inaláveis) e interferir nas condições estéticas do ambiente, além de causarem danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.(CETESB, 2010).

As Partículas Inaláveis (PI) são partículas que possuem diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm. Entre 10 e 2,5 µm são chamadas de partículas inaláveis grossas e quando menores de 2,5 µm são chamadas de partículas inaláveis finas (BAIRD, 2002). Quanto mais fina a partícula, maior o potencial de danos à saúde (CANÇADO, 2006). Podem causar irritação nos olhos e na

garganta, reduzindo a resistência a infecções, e provocar doenças crônicas. Além disso, a inalação de partículas finas podem atingir porções inferiores do trato respiratório.

O material particulado pode ser sedimentado por ação da gravidade ou através de eventos de precipitação, como chuva. No primeiro caso, segundo a lei de Stokes, a velocidade na qual as partículas sedimentam aumenta com o quadrado do seu diâmetro. Assim, as partículas mais finas usualmente permanecem e são transportadas pelo ar durante dias ou semanas, enquanto as mais grossas depositam-se rapidamente.

4.4. Tempo de Residência dos poluentes atmosféricos

Depois de lançados na atmosfera, os poluentes sofrem constantes transformações químicas, rápidas ou lentas, a depender da substância em questão e das condições do ambiente. O tempo médio de permanência de um composto na atmosfera é chamado de tempo de residência, importante para estimativa do raio de ação dos poluentes (ROCHA, ROSA, CARDOSO, 2004).

Os tempos de residência de alguns gases presentes na atmosfera são representados pelo gráfico abaixo (Gráfico 9). Nota-se que os Clorofluorcarbono (CFC's), o CH_4 e o N_2O apresentam maior tempo de residência na atmosfera. Por outro lado, o $\text{OH}\cdot$, o NO_3 , o $\text{HOO}\cdot$ e o $\text{CH}_3\text{O}_2\cdot$, por serem compostos muito instáveis, reagem rapidamente na atmosfera. Dentre os poluentes de maior relevância a esse estudo, o NO_x apresenta tempo de residência médio de um a poucos dias. Já o SO_2 pode permanecer na atmosfera até alguns meses.

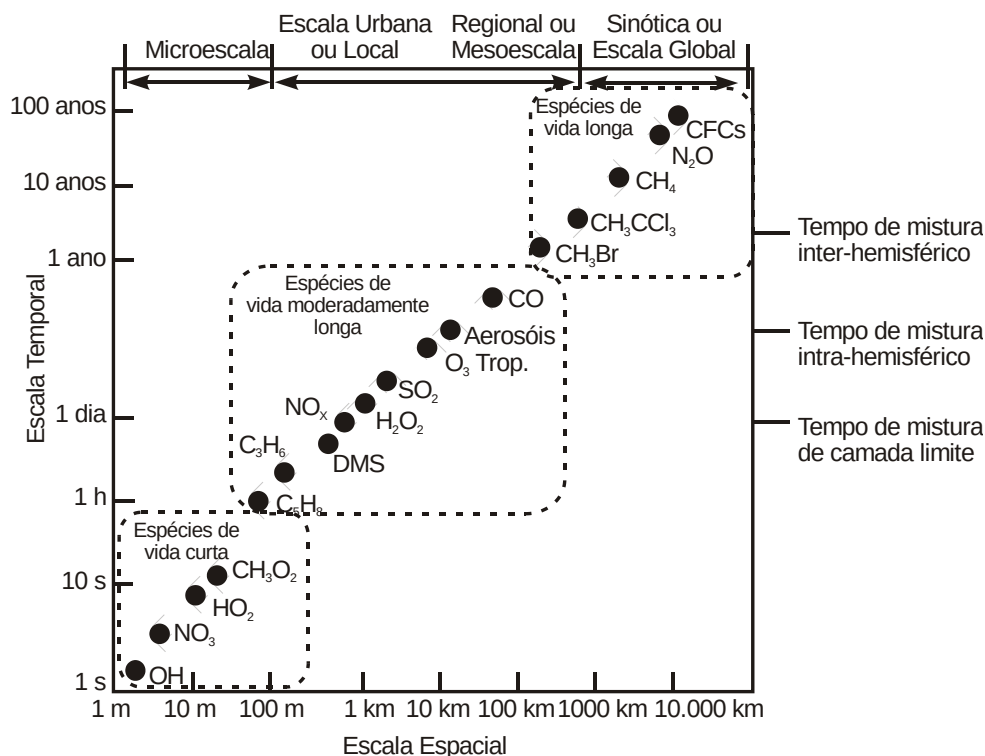


Gráfico 9 - Tempo de Residência de alguns poluentes na atmosfera

Fonte: SEINFELD, PANDIS (1998)

O tempo de residência de determinado poluente na atmosfera pode ser calculado com base no processo de remoção (úmida, seca ou química) do mesmo.

A deposição seca é a transferência de gás ou partícula para a superfície do solo, água, ou vegetação, sem a presença de água líquida. Já a deposição úmida, remoção com a presença de água líquida, pode ocorrer através de *rainout*, na qual as reações químicas ocorrem dentro da nuvem, ou *washout*, em que ocorre "lavagem" dos compostos químicos fora da nuvem, ou através de processos químicos na interface da gota de chuva.

4.5. Padrões de Qualidade do Ar e Emissões Atmosféricas

A qualidade do ar de uma região é influenciada diretamente pelos níveis de poluição atmosférica, os quais são vinculados a complexo sistema de fontes emissoras estacionárias (indústrias, queima de lixo, emissões naturais, etc.) e móveis (veículos automotores, aviões, trens, etc.).

Segundo Seinfeld (1988) as substâncias usualmente consideradas poluentes do ar podem ser classificadas como segue:

- Material Particulado/Partículas em Suspensão: mistura de compostos no estado sólido ou líquido;
- Compostos de enxofre: óxidos (SO_2 , SO_3), gás sulfídrico (H_2S), sulfatos (SO_4^{-2});

- Monóxidos de carbono;
- Compostos de nitrogênio (NO , NO_2), amônia (NH_3), ácido nítrico (HNO_3);
- Compostos halogenados: ácido clorídrico (HCl), ácido fluorídrico (HF), cloretos, fluoretos;
- Compostos orgânicos: hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos orgânicos.

Na Tabela 10, verificamos os principais poluentes atmosféricos gerados por diversos tipos de fontes antropogênicas e naturais de poluição do ar.

Tabela 10 - Principais poluentes atmosféricos

Fontes	Poluentes
Combustão	Material Particulado
	Óxidos de enxofre, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos
Processos Industriais	Material Particulado
	Óxidos de enxofre, gás sulfídrico, mercaptanas, fluoretos, ácido clorídrico, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos
Queima de Resíduos Sólidos	Material Particulado
	Óxidos de enxofre, ácido clorídrico, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos
Veículos Automotores, Motocicletas, Locomotivas, Aviões	Material Particulado
	Monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, aldeídos, ácidos orgânicos
Naturais	Material Particulado
	Dióxido de enxofre, gás sulfídrico, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos
Reação Química na Atmosfera	Ozônio, aldeídos, ácidos orgânicos, nitratos orgânicos

Existem outros poluentes atmosféricos classificados como perigosos, em razão de seu elevado potencial toxicológico. A legislação dos Estados Unidos registra mais de 300 substâncias tóxicas que, se lançadas na atmosfera, seus responsáveis devem informar à população as quantidades emitidas anualmente.

Constituem exemplos destes poluentes perigosos: chumbo, benzeno, tolueno, xileno, materiais orgânicos policíclicos, cromo, cádmio, etc. Em geral, estas substâncias não são abundantes na atmosfera mesmo onde exista concentração urbana, mas podem estar presentes em áreas próximas a instalações industriais e em consequência da densidade da frota circulante de veículos automotores, em determinada região.

As emissões de poluentes atmosféricos, associadas às características topográficas e meteorológicas, determinam os níveis de qualidade do ar da área ou região e, consequentemente, os possíveis efeitos adversos ao homem, aos animais, às plantas e aos materiais em geral.

Os padrões de qualidade do ar (PQAr) segundo publicação da Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2005, variam de acordo com a abordagem adotada para balancear riscos à saúde, viabilidade técnica, considerações econômicas e vários fatores políticos e sociais. As diretrizes recomendadas pela OMS levam em conta esta heterogeneidade e, em particular, reconhecem que, ao formularem políticas de qualidade do ar, os governos devem considerar cuidadosamente as circunstâncias locais antes de adotarem os valores propostos como padrões nacionais.

A Resolução CONAMA 03/1990, estabelece metas para restringir os níveis de poluentes atmosféricos, considerando tipo de fonte, poluentes prioritários e padrões de qualidade do ar. Os poluentes prioritários para esta resolução são: material particulado, fumaça, partículas inaláveis, SO_x (referente à soma das concentrações de dióxido de enxofre e trióxido de enxofre), CO , O_3 , NO_x (referente à soma das concentrações de monóxido de nitrogênio e dióxido de nitrogênio). A resolução define ainda dois padrões de qualidade do ar:

Padrão Primário: concentrações de poluentes que quando ultrapassadas podem afetar a saúde da população; Padrão Secundário: concentrações de poluentes prevendo o efeito mínimo relacionado ao bem estar da população, assim como, os danos que pode acarretar sobre fauna e a flora e ao meio ambiente em geral.

A Tabela 11 apresenta estes limites máximos, relacionados à concentração total. A Tabela 12 está relacionada com os níveis de alertas.

Tabela 11 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar - Resolução CONAMA nº 03/90

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PADRÃO SECUNDÁRIO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	24h	240	150
	Anual	80	60
Partículas Inaláveis (PI)	24h	150	150
	Anual	50	50
SO_2	24h	365	100
	Anual	80	40
NO_2	1h	320	190
	Anual	100	100

Tabela 12 - Níveis de alerta da qualidade do ar - Resolução CONAMA nº 03/90

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas totais em Suspensão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 24h	375	625	875
Partículas Inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 24h	250	420	500
SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 24h	800	1600	2100
NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)- 1h	1130	2260	3000

O CONAMA não estabeleceu padrões de qualidade do ar específicos para as partículas inaláveis finas, diâmetro inferior a 2,5 μm . Já a USEPA estabelece padrão de qualidade do ar para partículas inaláveis finas ($\text{PM}_{2,5}$) e grossas (PM_{10}). (Tabela 13).

Tabela 13 - Padrões de Qualidade do Ar (USEPA, 2012)

Poluente	Tempo de exposição	Padrão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM10	24h	150
PM2,5	1 ano	15
	24h	35

O Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, instituído pela lei estadual nº 11.520 de 3 de agosto de 2000, estabelece critérios para implementar política de prevenção da deterioração significativa da qualidade do ar (Art. 149). Um dos critérios estabelecidos é a divisão de áreas em classes de qualidade do ar, conforme apresentado a seguir.

- Área de classe 1: são classificadas todas as áreas de preservação, lazer e turismo, tais como unidades de conservação, estâncias hidromineiras e hidrotermais - nacionais, estaduais e municipais - onde deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica.
- Área de classe 2: são assim classificadas todas as áreas não classificadas como 1 ou 3.
- Área de classe 3: são assim classificadas todas as áreas que abrigam distritos industriais criados por legislação própria.

4.6. Estações de Monitoramento da Qualidade do ar

O monitoramento da qualidade do ar, associado à análise da dispersão de poluentes na atmosfera (por ex., análise do comportamento e concentração de material particulado inalável em função de variáveis como vento, precipitação, etc.), tem se tornado cada vez mais imprescindível. A atmosfera tem sido fortemente impactada pela ação antrópica, daí advém a importância de monitorá-la, não apenas compreender mas também para amenizar os danos provocados pela poluição atmosférica.

Nesse contexto, fenômenos meteorológicos, por estarem diretamente associados ao ar através da circulação atmosférica, podem favorecer ou dificultar os processos de dispersão de contaminantes, justificando assim a importância de haver uma rede de postos de observações meteorológicas de superfície. Tais estações têm a função de gerar e fornecer dados para o monitoramento e a análise da qualidade do ar. Dessa forma, são essenciais para que ações de prevenção e/ou redução de impactos ambientais possam ser melhor planejadas e executadas.

As características físicas, técnicas e espaciais da rede de monitoramento de qualidade do ar existente na região de Candiota são apresentadas a seguir.

4.6.1. Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar da Eletrobrás CGTEE

Em 2011 a Eletrobrás CGTEE modernizou suas estações de monitoramento na região e desde então vem monitorando a qualidade do ar, a qualidade da chuva, e as condições meteorológicas na área de influência direta da UTE Presidente Médici, abrangendo cerca de 3.600 km².

A área abrange todo o município de Candiota e ainda total ou parcialmente os municípios vizinhos de Hulha Negra, Pedras Altas, Pinheiro Machado, Bagé e Aceguá (Aceguá (Sede) e Colônia Nova). A Tabela 14 apresenta as coordenadas geográficas de cada ponto da rede de monitoramento de propriedade da Eletrobrás CGTEE instalada na região. A Figura 37 mostra o mapa com a distribuição espacial dessas estações e seu raio de cobertura médio de 10 km (KIRCHENGAST *et al*, 2014).

Tabela 14 - Coordenadas da localização da Rede de Monitoramento após a ampliação

Estação	Latitude	Longitude
Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM)	31°33'8.70"S	53°40'56.56"W
Aeroporto	31°29'42.80"S	53°41'38.00"W
Candiota	31°32'35.77"S	53°42'55.87"W
Três Lagoas	31°35'42.30"S	53°43'42.70"W
Aceguá	31°51'51.85"S	54° 9'43.71"W
Pedras Altas	31°43'43.25"S	53°35'45.36"W
Pinheiro Machado	31°34'29.30"S	53°23'11.22"W
Bagé	31°17'21.96"S	54° 4'16.20"W

Fonte: Adaptado de ELETROBRAS CGTEE (2011)

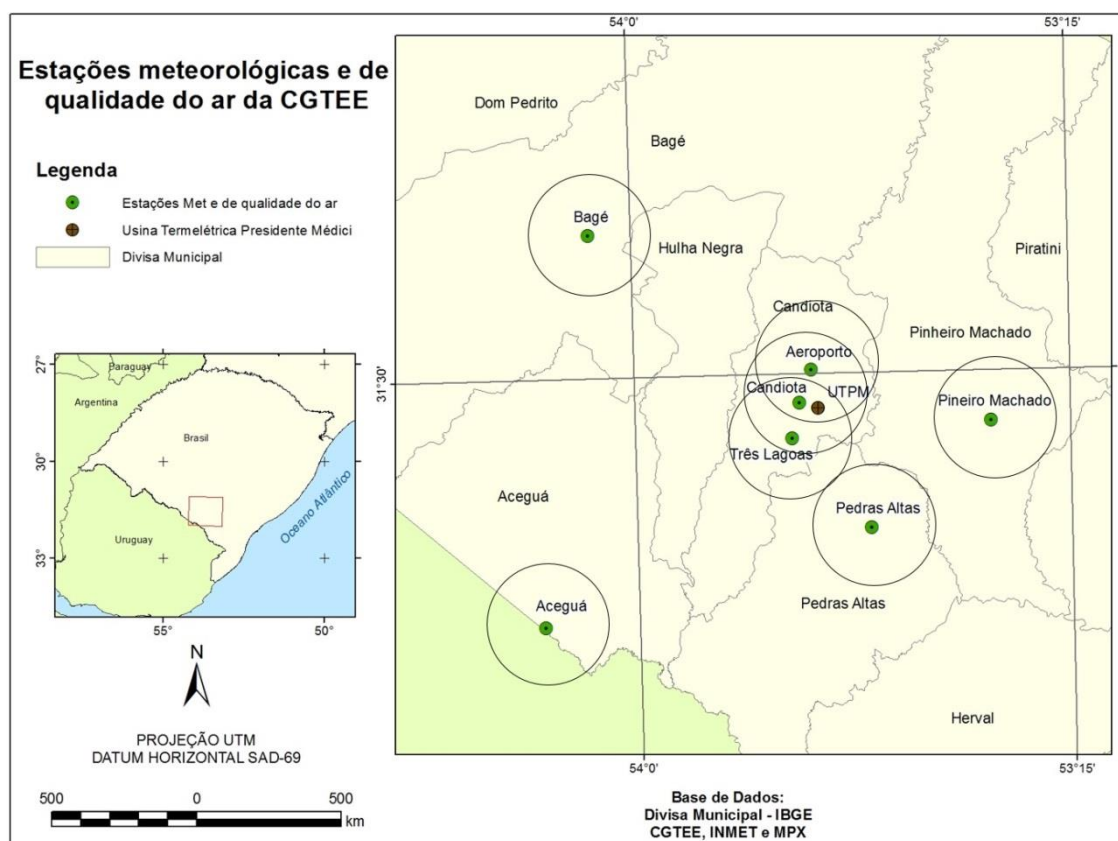


Figura 37 - Distribuição espacial das estações da rede de monitoramento da qualidade do ar da CGTEE

Os parâmetros avaliados nas estações são aqueles definidos como os principais para o controle da qualidade do ar, segundo a Resolução CONAMA nº 3/90, sendo eles: partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x) e ozônio (O_3). Apesar das estações da rede de monitoramento terem sido modernizadas, nem todas registram todos os parâmetros de qualidade do ar ou mesmo a totalidade das variáveis meteorológicas. As estações Bagé e Pinheiro Machado, por exemplo, apontam apenas a pluviosidade. Já as estações Candiota e Pedras Altas monitoram todos os parâmetros de qualidade do ar, e apenas pluviosidade como parâmetro meteorológico. Contudo, um ponto em comum entre as estações são os intervalos de amostragem. Os registros de todos os parâmetros são horários.

Por ser uma rede relativamente nova, ainda apresenta algumas deficiências como falhas na transmissão de dados ou problemas de calibração e medição, por exemplo. A Tabela 15 apresenta os parâmetros monitorados e as respectivas estações. Ressalta-se que esses dados são de 2011 e que atualmente novos parâmetros são monitorados.

Tabela 15 - Rede de monitoramento ambiental da qualidade do ar, meteorologia e qualidade das chuvas

Parâmetros Monitorados	Estação Aeroporto	Estação Candiota	Estação Três Lagoas	Estação Pedras Altas	Estação Aceguá	Estação Bagé	Estação Pinheiro Machado
SO ₂ - AT	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
NO _x - AT	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
PI - AT	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
O ₃ - AT	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não
PTS	Sim	Sim	Não	Não	Sim*	Não	Não
Qualidade de Chuva	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Volume de Chuva - AT	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Volume de Chuva	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Direção do Vento - AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Velocidade do Vento - AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Temperatura Ambiente - AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Umidade Relativa - AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Radiação Global - AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Pressão Atmosférica - AT	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não
Transmissão de Dados	Celular GSM	Celular GSM	Celular GSM	Celular GSM	Celular GSM	Coleta Local	Coleta Local
Área de Instalação	Aeródromo de Candiota	Dario Lassance	Fazenda Três Lagoas	Estância São Manuel	Centro Multiuso	Subestação Bagé II	Secretaria de Obras do Município
Proprietário da Área de Instalação	Eletrobras CGTEE	CRM	Agropecuária Três Lagoas	Prefeitura de Pedras Altas	Prefeitura de Aceguá	CEEE	CORSAN

* O registro de PTS na Estação Aceguá começou em dezembro de 2011. Os registros dos demais parâmetros, em todas as estações, foi iniciado em novembro do mesmo ano.

Fonte: ELETROBRAS CGTEE (2011)

4.6.2. Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar da ENEVA

Atualmente duas usinas termelétricas do grupo ENEVA¹ estão em fase de implantação e licenciamento em Candiota: a UTE Sul e a UTE Seival. A UTE Sul, que será construída junto a Mina do Seival, tem potência estimada de 727MW, e a UTE Seival com potência estimada de 600MW.

Os complexos termelétricos já contam com uma estação de monitoramento da qualidade do ar na região, localizada no próprio município de Candiota, nas coordenadas geográficas 31°32'1.05" S/ 53°47'41.65" W (Figura 38). Esta estação atende, sobretudo, estudos relacionados a UTE Sul.

¹ Desde setembro de 2013 a MPX Energia teve sua razão social modificada para ENEVA. As licenças ambientais dos empreendimentos citados foram emitidas em nome da MPX Energia, mas permanecem válidas.

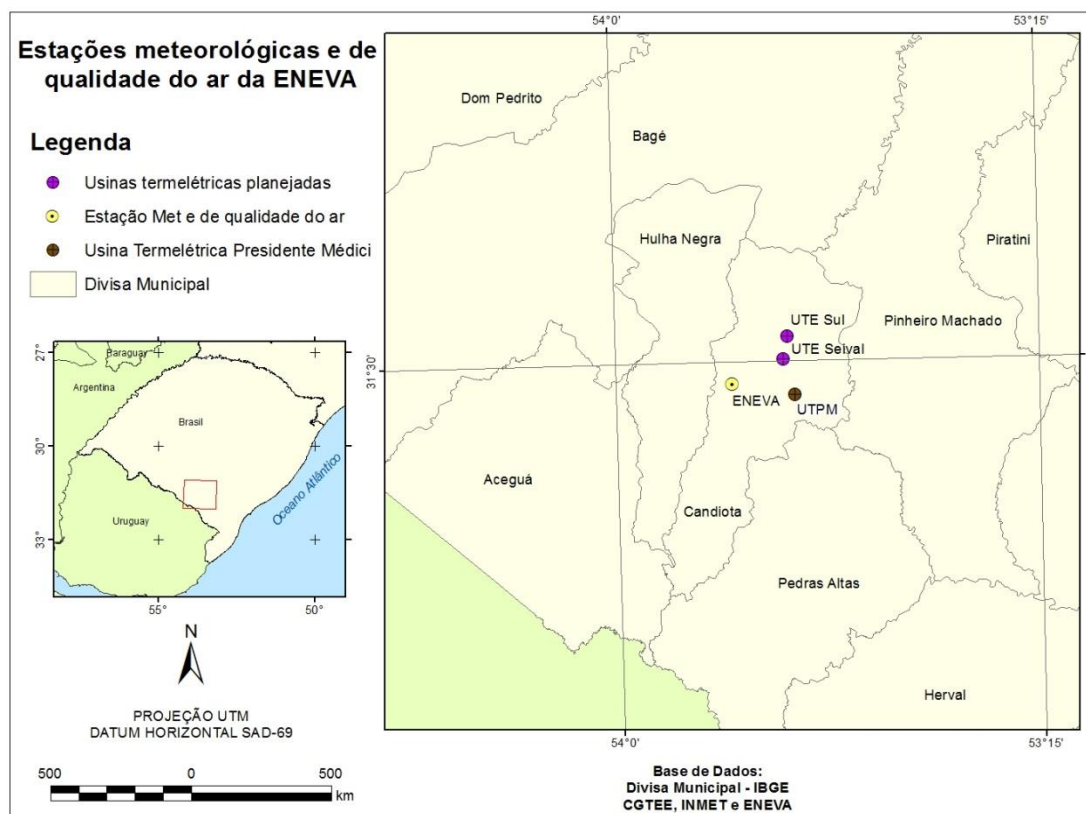


Figura 38 - Rede de monitoramento ambiental da qualidade do ar, meteorologia e qualidade das chuvas

A estação da ENEVA fornece dados do monitoramento dos seguintes parâmetros de qualidade do ar: metano e hidrocarbonetos (ppm); monóxido de carbono; monóxido, dióxido e óxidos de nitrogênio (ppm); ozônio (ppm); dióxido de enxofre (ppm); material particulado <10 μm (mg/m^3) e material particulado total (mg/m^3).

4.7. Análise diagnóstica dos dados coletados e avaliação da cobertura espacial das estações de monitoramento da qualidade do ar em Candiota-RS e região

Para o adequado planejamento da distribuição espacial de uma rede de monitoramento da qualidade do ar, deve-se levar em conta fatores como a localização dos núcleos habitacionais e reservas ecológicas, áreas onde a qualidade do ar é restringida pela legislação, a declividade e a elevação do terreno, e a existência de pontos estratégicos. Analisando a distribuição espacial das estações da Eletrobrás CGTEE na Figura 38, é possível, em uma primeira análise, verificar que a rede de estações encontra-se bem distribuída ao redor da UTPM.

As estações da CGTEE contam com a avaliação tanto de parâmetros de qualidade do ar (dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, material particulado e ozônio) quanto de parâmetros meteorológicos, porém nem todas as estações avaliam todos os parâmetros (Tabela 15). Exemplo é a estação de Bagé e Pinheiro Machado que analisam apenas a qualidade e volume de chuva, não sendo possível assegurar a qualidade do ar, segundo a legislação, nesses e em outros núcleos habitacionais.

As Estações de Três Lagoas, Candiota e Aceguá monitoram os parâmetros de qualidade do ar e, devido à localização, registram os poluentes provenientes da UTPM com pouca contribuição de outras fontes, pois a direção predominante do vento ao longo do ano é de nordeste para sudoeste. Já as Estações de Três Lagoas e Candiota não registram a direção e velocidade do vento, não sendo possível correlacionar um dado de alta concentração com sua origem sem o auxílio de outras informações, como a emissão pela UTPM. A Estação de Aceguá monitora os possíveis poluentes que podem estar se dispersando para além da fronteira do Brasil com o Uruguai, funcionando como uma espécie de instrumento para resolução de eventuais conflitos internacionais por poluição atmosférica.

A Estação de Pedras Altas conta com o monitoramento da qualidade do ar quase completa, faltando apenas a análise de ozônio. Como a estação está ao sudeste da UTPM e, portanto em uma região que recebe poucos ventos oriundos da UTPM (ventos de noroeste), as concentrações registradas podem servir como concentrações de fundo ou "*background*".

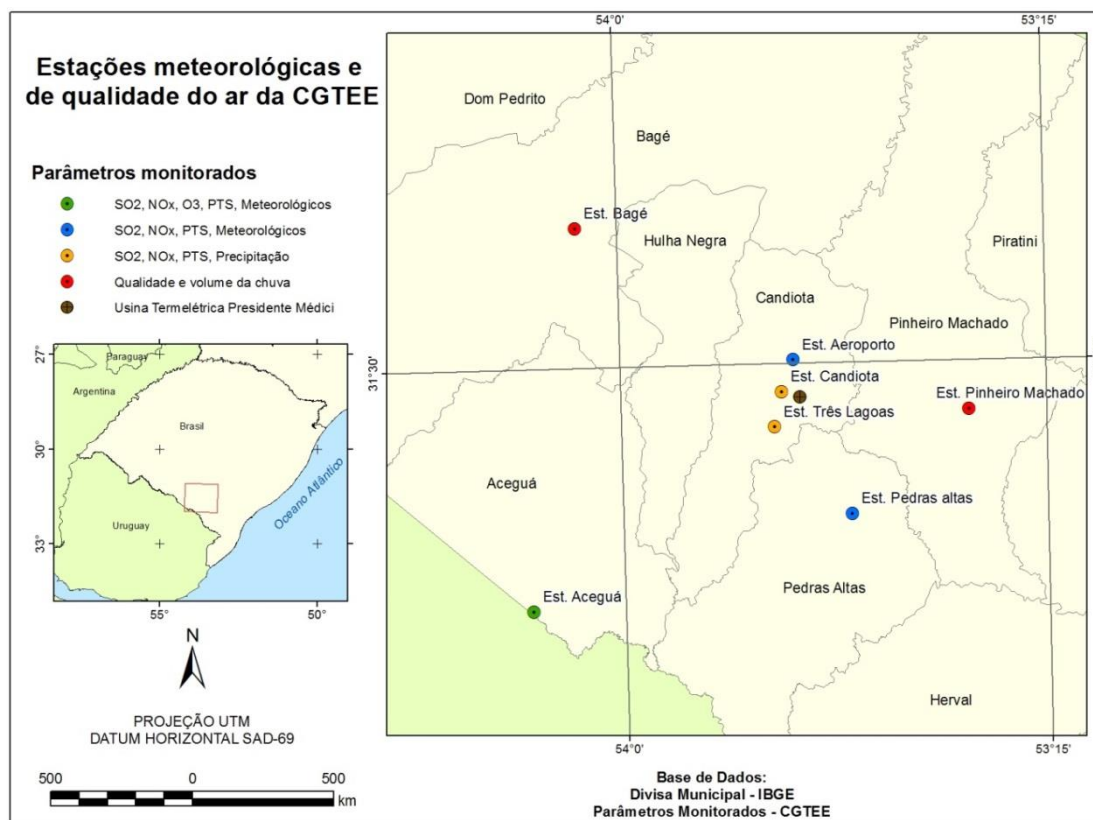


Figura 39 - Localização das estações meteorológicas e de qualidade do ar da CGTEE

A Tabela 16 apresenta a porcentagem de dados horários válidos, obtidos nas estações da rede de monitoramento que registram igualmente parâmetros meteorológicos e de qualidade do ar, nos anos de 2012 e de 2013.

A partir destes dados, pode-se constatar que não houve, no período, o registro completo dos parâmetros em nenhuma estação, apesar da diferença existente no tipo e na quantidade de parâmetros monitorados em cada uma. Mesmo nesse contexto, praticamente todos os dados apresentaram validade superior a 65%. Na Estação Aceguá, por exemplo, a porcentagem de dados válidos foi superior a 80% para todos os parâmetros monitorados. Dentre os dados considerados, apenas o registro de SO₂ na Estação Aeroporto ficou com os dados horários válidos abaixo de 40%.

Porém, para um monitoramento eficaz deve-se aumentar esta porcentagem (65%). Para isso, a calibração dos equipamentos e a manutenção preventiva são essenciais para evitar falhas (de registro e transmissão de dados).

Tabela 16 - Porcentagem de dados válidos dos anos de 2012 e 2013 dos parâmetros monitorados nas Estações da CGTEE

Estação	Parâmetros de qualidade do ar				Parâmetros meteorológicos						
	PI	NO ₂	SO ₂	O ₃	Vel. do Vento	Direção do Vento	Precipitação	Temp	Radiação Solar	Umidade Relativa	Pressão Atmosférica
Aceguá	87,63	90,86	94,21	94,33	82,67	82,67	84,4	82,67	82,67	82,67	82,67
Aeroporto	86,01	98,93	32,78	-	97,35	97,35	97,71	97,35	97,35	97,35	97,35
Pedras Altas	68,06	83,5	80,29	-	69,94	69,94	70,38	69,93	69,94	69,39	69,93
Candiota	92,14	98,98	90,37	-	-	-	77,64	-	-	-	-
Três Lagoas	83,73	96,05	75,34	-	-	-	74,56	-	-	-	-

No Anexo, são apresentadas as médias de 24 horas dos poluentes SO₂ e MP e máximos valores horários para NO₂, para o período de 2012 e 2013, obtidas nas estações de qualidade do ar instaladas na região. Cada uma das figuras possibilita a comparação direta com os padrões de qualidade do ar legislados. Estas informações permitem atestar o pequeno impacto atmosférico na área de influência da CGTEE no que diz respeito aos poluentes MP e NO₂, pois os valores de concentração desses poluentes são bem inferiores aos padrões secundários de qualidade do ar. Os únicos episódios de ultrapassagem do padrão secundário se referem ao SO₂.

No ano de 2012 ocorreram quatro episódios de ultrapassagem do padrão secundário da qualidade do ar referente ao SO₂. Três dessas ultrapassagens ocorreram na estação Candiota, duas no mês de janeiro, e a outra em fevereiro. A quarta ultrapassagem foi registrada na estação Três Lagoas, no mês de novembro.

Essas ultrapassagens ocorridas no ano de 2012 podem estar associadas à implantação da fase C da CGTEE, visto que a mesma ainda passava por ajustes operacionais. Além disso, houve condições meteorológicas desfavoráveis, que geralmente ocorrem em dias de verão, como explicado no item 3.2.8.

Para o ano de 2013, houve um único episódio de ultrapassagem do padrão secundário para o poluente SO₂ registrado na estação de Candiota.

Quanto aos poluentes MP e NO₂, os valores registrados estiveram muito abaixo do padrão secundário em todas as estações de qualidade do ar, para todo período considerado.

5. FONTES DE EMISSÃO

5.1. Caracterização geral das tecnologias das UTE

Uma usina termelétrica a carvão mineral consiste na estrutura responsável por converter a energia térmica, oriunda da queima do combustível, em eletricidade. Existem diferentes maneiras de se realizar essa conversão, mas o mecanismo aplicado nas usinas estudadas consiste na movimentação de uma turbina e respectivo gerador com vapor produzido pelo calor da combustão do carvão.

Dentre as estruturas essenciais de uma usina termelétrica, considerando o escopo deste estudo, destaca-se a caldeira. Nela é realizada a queima do carvão para produção de calor, reação que também gera gases e material particulado. Duas tecnologias são observadas nos empreendimentos estudados: carvão pulverizado e leito fluidizado. No primeiro sistema, o carvão previamente moído é injetado com ar (pulverizado) na câmara de combustão pelos queimadores da caldeira. Já no segundo, o carvão é queimado em um leito fluidizado, ou seja, as partículas se mantêm em suspensão pela injeção de ar. Ambas as tecnologias também dispõem de sistema de queima auxiliar, com óleo combustível ou diesel, para sustentar a chama nas condições de partida e em operação com baixas cargas.

O calor gerado na combustão do carvão é transmitido por radiação e convecção à água que circula em tubulações existentes no interior da caldeira, produzindo vapor a alta pressão. Ressalta-se que, antes de entrar na caldeira, a água passa por tratamento para remover sais e impurezas que possam causar incrustações nas tubulações e, assim, dificultar a troca térmica e danificar equipamentos.

O vapor produzido segue então para a turbina, onde sua energia térmica é convertida em trabalho mecânico rotacional. A expansão do vapor nas pás da turbina é responsável pela rotação que é transferida pelo eixo ao gerador. Neste a movimentação de um ímã (rotor) envolto numa bobina fixa (estator), produz o fluxo de elétrons, ou seja, energia elétrica que é convertida para a tensão requerida e fornecida aos consumidores por meio das linhas de transmissão. O vapor exausto é condensado no condensador e retorna à caldeira, fechando o ciclo.

Como o processo de combustão realizado na caldeira produz material particulado e gases, com destaque para os óxidos de enxofre e de nitrogênio, as usinas termelétricas devem possuir sistemas de controle e monitoramento de emissões atmosféricas. Tais sistemas, descritos no item a seguir, são essenciais para se evitar que os poluentes atinjam concentrações elevadas na atmosfera e, assim, causem danos à saúde pública e ao meio ambiente.

5.2. Sistemas de controle de emissões atmosféricas

5.2.1. Sistema de Controle de Particulados

Nas Usinas Termelétricas a emissão de material particulado na atmosfera está vinculada ao teor de cinzas presente no carvão e à eficiência do sistema de remoção empregado. Conforme já citado, o carvão da região possui um alto teor de cinzas, sendo assim o controle das suas emissões é essencial para resguardar a qualidade do ar.

As cinzas produzidas na combustão se dividem em leves e pesadas. As cinzas pesadas são de fácil remoção, já que se depositam por gravidade. Por outro lado, as cinzas leves, cerca de 60% do total do teor de cinzas, tendem a serem arrastadas na corrente de gases da combustão até a atmosfera.

Nas plantas existentes e planejadas consideradas neste estudo, a remoção da cinza leve é/será realizada por meio de precipitadores eletrostáticos e/ou filtros de mangas, conforme descrito a seguir. Ressalta-se que após coletadas, as cinzas podem servir de matéria prima para as indústrias cimenteiras ou como aterro e correção do solo na recuperação da área de extração de carvão.

5.2.1.1. Precipitador eletrostático

Os precipitadores eletrostáticos extraem o material particulado oriundo dos gases de combustão através do processo de ionização. Neste, as partículas de cinza são carregadas eletricamente e são, assim, atraídas por placas coletoras. A remoção das partículas aderidas às placas se dá a partir de um sistema mecânico de batimento. Sua eficiência pode atingir valores elevados de remoção, da ordem de 99%.

5.2.1.2. Filtro de mangas

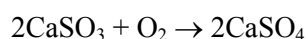
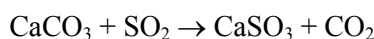
No filtro de mangas, os gases de combustão contendo partículas de cinza leve são forçados a passar do exterior para o interior das mangas, depositando assim o particulado na sua superfície externa. Os gases filtrados deixam o filtro através de um duto coletor e seguem para a chaminé para serem liberados para a atmosfera. Em tempos regulares é necessário fazer a remoção do particulado retido na parte externa das mangas. Esse sistema também apresenta alta eficiência, da ordem de 99,9% de remoção.

5.2.2. Sistema de Controle para a Emissão de Óxidos de Enxofre

Conforme já citado anteriormente, o carvão da região possui um alto teor de enxofre, sendo assim o controle da sua emissão também é importante para a manutenção da qualidade do ar da região.

O abatimento das emissões de SO_x pode ser realizado através de diferentes tecnologias, sendo o uso de calcário (CaCO_3) ou cal (CaO) mais frequentemente empregado no contexto brasileiro devido a sua eficiência e economicidade. Tais substâncias são utilizadas como reagentes para dessulfurização e podem ser adicionadas na própria fornalha, no caso da tecnologia de leito fluidizado, ou pode-se instalar equipamentos dessulfurizadores externos à caldeira recebendo os gases exaustos.

No dessulfurizador é realizado um processo de lavagem que remove dióxido de enxofre gasoso resultante da queima do carvão por meio de reações ácidos-bases com calcário (CaCO_3 – carbonato de cálcio) ou com cal (CaO - óxido de cálcio) sob forma de sólidos úmidos pulverizados. O produto da reação com calcário é uma pasta de sulfito de cálcio (CaSO_3) e sulfato de cálcio (CaSO_4), para a qual deve-se dar a destinação final adequada. Em alguns países como na Alemanha, este produto final é convertido em sulfato de cálcio, sendo oxidado pelo ar, desidratado e vendido como gesso (BAIRD, 2002). As reações estão descritas abaixo.



Como resultado da reação entre SO_x e CaCO_3 tem-se a formação de sulfato de cálcio (CaSO_4), que é um material inerte, estável e, portanto, de fácil remoção. Adicionalmente, a eficiência da dessulfurização com calcário em leito fluidizado pode atingir 96% com relativa facilidade.

5.2.3. Sistema de Controle para a Emissão de Óxidos de Nitrogênio

A geração de óxidos de nitrogênio (NO_x) durante a combustão de carvão pode ocorrer por três caminhos: reação do nitrogênio atmosférico com o oxigênio a altas temperaturas formando o NO_x térmico; reação de radicais hidrocarbônicos livres com a molécula de nitrogênio formando o NO_x rápido; reação do nitrogênio existente no combustível, formando o NO_x combustível. Dependendo das condições em que ocorre a combustão existe o predomínio de um dos tipos de mecanismos mencionados. Em altas temperaturas (acima de 1100 °C) ocorre a predominância do NO_x térmico. Já em temperaturas mais baixas (abaixo de 1100 °C), mas com elevada quantidade de nitrogênio no combustível, passa a ocorrer a predominância da formação de NO_x combustível e NO_x rápido.

Sendo assim, o controle de emissões de NO_x nas usinas consideradas neste estudo é realizado diretamente no processo de combustão, pela queima em temperaturas mais baixas que o convencional através do emprego de queimadores específicos como os *Low NO_x burners* ou leito fluidizado, que reduz a taxa de formação de NO_x por homogeneizar melhor a queima, mantendo-a abaixo dos limites exigidos.

5.3. Descrição sintética das tecnologias de cada usina considerada no estudo

As quantidades de gases poluentes emitidos nos processos de combustão variam conforme a tecnologia utilizada para a queima do combustível e conforme as tecnologias para abatimento/controlar desses gases indesejáveis. Nesse item são descritas, de forma breve, as principais características dos projetos das termelétricas em operação e em etapa de planejamento localizados na região de Candiota.

5.3.1. Usinas em operação

5.3.1.1. CGTEE – UTPM

A Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM) pertence à Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica - CGTEE, integrante do sistema Eletrobrás, e está localizada no município de Candiota – RS.

A história do complexo termelétrico de Candiota inicia em 1950 com as primeiras pesquisas sobre o aproveitamento do carvão mineral para geração de energia elétrica. Em 1961 foi inaugurada a primeira usina desse complexo, Candiota I, que hoje se encontra desativada. Posteriormente foram inauguradas as unidades de Candiota II, fase A em 1974 e fase B em 1986.

Depois surgiu o projeto de ampliação da capacidade de geração a carvão, denominado Candiota III (Fase C). Ele teve origem em projeto concebido pelo governo do estado do Rio Grande do Sul no início da década de 80, fruto de acordo entre os Governos do Brasil e da França. Em 1981 foram adquiridos os primeiros equipamentos, porém em 1985 o projeto foi paralisado pelo governo estadual e somente em janeiro de 2011 a fase C começou a operar.

O carvão utilizado na UTPM é proveniente da mina de Candiota, operada pela Companhia Riograndense de Mineração - CRM. O carvão é transportado da mina até a usina por correia coberta com de 2,6 km de extensão.

O Sistema de Monitoramento das Emissões Atmosféricas do Complexo Candiota está conectado ao banco de dados do IBAMA e é composto de quatro subsistemas independentes,

funcionando em paralelo com o monitoramento individual de cada chaminé conforme divisão abaixo:

- Chaminé 1 - Caldeiras I e II - Fase A;
- Chaminé 2 - Caldeira III - Fase B;
- Chaminé 3 - Caldeira IV – Fase B;
- Chaminé 4 – Caldeira V – UTE Candiota III (Fase C)

Cada subsistema instalado realiza as medições dos parâmetros apresentados a seguir, de forma individual em cada uma das chaminés:

- Dióxido de Enxofre – SO_2 ;
- Óxidos de Nitrogênio – NO_x ;
- Monóxido de Carbono - CO ;
- Oxigênio – O_2 ;
- Material Particulado – MP;
- Pressão, Temperatura e Vazão;

Fase A

A Fase A compreende em um conjunto de geração de 126 MW de energia elétrica em 13,8 kV através de dois geradores de 63 MW. Seu rendimento global de projeto é de 36% (1969).

A fase A utiliza para a produção de energia elétrica o carvão mineral pulverizado. O carvão bruto proveniente do pátio de carvão é armazenado em silos e passa através das mesas dosadoras aos moinhos, seguindo juntamente com o ar primário para os queimadores da caldeira, com um consumo de 1,15 t/MWh.

As caldeiras da Fase A são do tipo de circulação natural do fabricante Ansaldo (Itália). A queima é direta, tipo frontal com queimadores fixos. As turbinas são do fabricante Franco Tosi (Itália) e os alternadores são dois de 63MW cada do fabricante Asgen (Itália).

Para filtragem dos gases resultantes da combustão a Fase A dispõe de um precipitador eletroestático por caldeira, responsáveis por reter as partículas em suspensão (cinzas) com eficiência de até 99%. Não existem equipamentos para abatimento das emissões de óxidos de enxofre e de nitrogênio. De acordo com o TAC assinado entre a CGTEE e o IBAMA está previsto a substituição dessa fase, o que a princípio será realizado com a mesma tecnologia proposta para a fase D (em planejamento).

Fase B

A Fase B compreende um conjunto da geração de 320 MW de energia elétrica em 13,8 kV através de dois geradores de 160 MW. Seu rendimento global de projeto é de 38% (1978).

A fase B utiliza para a produção de energia elétrica o carvão mineral pulverizado. Da mesma forma que na Fase A, ele é armazenado em silos, passa por mesas dosadoras, chegando por gravidade aos moinhos. Em seguida, o carvão é novamente estocado em silos e levado aos queimadores da caldeira pelo arraste com ar primário através de ejetores, seu consumo é de 1,15 t/MWh.

As caldeiras da fase B são tipo circulação forçada com queima indireta do fabricante Stein Industrie (França). As turbinas são do fabricante Alston (França) e os alternadores são dois de 160MW do fabricante Brown-Boveri (Suíça).

Para controle de abatimento de emissões a fase B dispõe de dois precipitadores eletrostáticos por caldeira, responsáveis por reter material particulado com eficiência de cerca de 99%. Não existem equipamentos de controle das emissões de óxidos de enxofre nem nitrogênio. Entretanto está em processo de licitação a compra de um dessulfurizador devido ao TAC assinado entre a CGTEE e o IBAMA, que exige adequações ambientais nessa fase.

Fase C

A fase C compreende um conjunto da geração de 350 MW de energia elétrica em 13,8 kV. Seu rendimento global é de 41,5% (2005) e seus principais equipamentos são uma turbina, um alternador e uma caldeira.

Candiota III (Fase C) utiliza para a produção de energia elétrica o carvão mineral pulverizado. Do mesmo modo que as Fases A e B, o carvão armazenado no pátio é transportado através de correias para dois silos, seguindo então para suas respectivas mesas alimentadoras e depois para o moinho, posteriormente é injetado nos queimadores pela ação do ar. O seu consumo é de 0,9 t/MWh.

A caldeira da Fase C é tipo circulação natural com queima tangencial da empresa chinesa Harbin Boiler Ltda. A turbina opera em condições subcríticas e é do fabricante Harbin Turbine, já o alternador é do fabricante Harbin Electric Co. Ltda.

Para controle de abatimento de emissões, a Fase C dispõe de dois precipitadores eletrostáticos e um dessulfurizador. O sistema de dessulfurização adotado é do tipo semi-seco e emprega a cal virgem como agente dessulfurizante. As vantagens do processo escolhido de dessulfurização, integrado ao sistema de coleta de pó, são sua alta eficiência (redução das emissões de SO₂ superior a 80% e de abatimento de material particulado, fly ash, acima de 99%), baixo consumo de água e ainda, não são gerados efluentes líquidos.

O controle das emissões de óxidos nitrogênio é realizada nos queimadores que são de baixa emissão de NO_x, pois garantem um melhor controle da temperatura de combustão reduzindo a oxidação do N₂ do ar.

5.3.2. Usinas em planejamento

5.3.2.1. ENEVA – UTE Seival

O projeto de implantação da Usina Termelétrica Seival foi inicialmente desenvolvido foi desenvolvido pela Copelmi e Steag. A Tractebel Energia comprou o projeto da Copelmi. Posteriormente foi adquirido pela ENEVA S.A. (atual denominação da MPX Energia S.A.). Sua localização pode ser verificada na Figura 3.

O carvão será extraído da mina de Seival, localizada a cerca de quinhentos metros da UTE, em seu ponto mais próximo, ao Norte do imóvel da UTE. As concessões de lavra da mina de Seival são de propriedade da Companhia Nacional de Mineração Candiota – CNMC e foram arrendadas à empresa Seival Sul Mineração Ltda. – SSM.

A UTE Seival será composta por 02 (duas) caldeiras tipo torre com tambor, circulação natural, tiragem balanceada e combustão em leito fluidizado; 01 (uma) turbina a vapor e 01 (um) gerador elétrico. A potência nominal (bruta) da planta é 600 MW, e eficiência bruta esperada a plena carga de aproximadamente 39%.

As caldeiras em leito fluidizado admitem a injeção de reagentes na própria fornalha para redução das emissões de SO_x , além de operarem em uma faixa de temperatura de queima que não favorece a formação de NO_x . Adicionalmente, para controle das emissões de SO_x , também será utilizado um dessulfurizador úmido de alta eficiência com cal (CaO) ou calcário ($CaCO_3$). A remoção da cinza leve será realizada por meio de um precipitador eletrostático.

Nas chaminés serão monitoradas continuamente as taxas de emissão de material particulado (via opacímetro), dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono, além dos parâmetros auxiliares oxigênio, temperatura, vazão e umidade.

5.3.2.2. ENEVA – UTE Sul

A UTE Sul é um projeto da ENEVA S.A., com potência planejada de 727 MW, distribuídos em duas unidades geradoras. Cada unidade geradora é composta por uma caldeira, uma turbina e um gerador.

O carvão será extraído da mina de Seival, localizada a cerca de um quilômetro da UTE e sob responsabilidade da empresa Seival Sul Mineração Ltda. – SSM. Ele será destinado à UTE através de caminhões, podendo ser conduzido também por correias transportadoras.

As caldeiras são tipo circulação natural e deverá ser empregada a tecnologia de Leito Fluidizado Circulante (CFB) para queima de carvão. A operação da turbina se dará em pressão subcrítica. A eficiência bruta esperada para o processo é de 39%.

A remoção de material particulado será feita por filtros de manga de alta eficiência (99%). Já a dessulfurização e o controle da produção de NO_x serão realizados na própria fornalha da caldeira. A primeira será atingida por meio da injeção de calcário e a segunda por meio do controle da temperatura no leito fluidizado.

Na chaminé serão monitoradas continuamente as taxas de emissão de material particulado, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio e monóxido de carbono, além dos parâmetros auxiliares: oxigênio, temperatura, vazão e umidade.

A rede de monitoramento da qualidade do ar e meteorologia será constituída por uma estação automática de monitoramento contínuo e duas de monitoramento manual. Os parâmetros de qualidade do ar monitorados serão: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono, hidrocarbonetos e ozônio.

5.3.2.3. TRACTEBEL – Pampa Sul

A UTE Pampa Sul, de propriedade da Tractebel Energia S.A, terá potência instalada de 680 MW (2 x 340 MW) com rendimento global bruto de 41% e líquido de 35%. Seu projeto consiste na instalação de duas caldeiras com tambor, tipo torre, circulação natural, tiragem balanceada e combustão em leito fluidizado, dedicadas ao suprimento de energia primária para duas turbinas a vapor acopladas aos respectivos geradores elétricos.

O carvão será fornecido pela Mina de Candiota (de propriedade da CRM), unidade mineradora localizada a aproximadamente 5 km ao sul da UTE Pampa Sul, em seu ponto mais próximo. Também está sendo avaliada a possibilidade de queima de biomassa produzida na região em percentuais de até 5 % ou de até 10 % da capacidade da usina, visto isto ser compatível com a tecnologia de queima em leito fluidizado a ser utilizada nas caldeiras da usina.

O material particulado deverá ser removido por meio de filtro de mangas ou de precipitador eletroestático, uma vez que ambos apresentam alta eficiência, aproximadamente 99%. Já o controle da emissão de SO_x será realizado através da injeção de calcário diretamente na fornalha (eficiência de 96% de dessulfurização). Quanto à emissão de óxidos de nitrogênio, o controle é feito pelo próprio leito fluidizado, que mantém temperaturas mais baixas (entre 800 e 900° C), reduzindo a formação do NO_x térmico. O monitoramento das emissões deve ser realizada por monitoramento contínuo nas chaminés.

5.3.2.4. CGTEE – Fase D e Fase A substituída

A UTE Fase D e a Fase A Substituída estão em fase preliminar de projeto e estão previstas para serem construídas na área denominada localmente por Candiota (vide Figura

3). Cada uma será composta por uma unidade de 300 MW brutos, queimando carvão pulverizado.

Cada unidade será constituída basicamente de uma caldeira, uma turbina a vapor e gerador, um transformador elevador, um condensador de superfície e uma torre de resfriamento úmida. A caldeira será tipo circulação natural com tecnologia de carvão pulverizado e queima direta e tangencia com baixa produção de óxidos de nitrogênio (*Low NO_x burners*). Os sistemas auxiliares, incluirão sistemas de manuseio e estocagem de carvão e subestação elétrica de alta tensão.

Para garantir o atendimento dos padrões de emissão atmosférica fixados, o projeto deverá adotar tecnologias modernas de abatimento de material particulado integrado ao sistema de dessulfurização, além da utilização de queimadores de baixa emissão de NO_x. O sistema de dessulfurização adotado poderá ser do tipo semi-seco, que emprega a cal virgem como agente dessulfurante, ou o do tipo úmido, que emprega o calcário com agente dessulfurante. As emissões de NO_x serão controladas diretamente no processo de combustão. Os queimadores de baixa emissão de NO_x garantirão um melhor controle da temperatura de combustão reduzindo a oxidação do nitrogênio do ar de combustão. Para o controle do atendimento dos padrões de emissão, serão instalados equipamentos de monitoramento contínuo das emissões atmosféricas.

5.3.3. Consolidação das informações

Com base nas informações coletadas com os empreendedores apresenta-se na Tabela 17 um resumo das principais características relevantes para o estudo.

Tabela 17 – Principais características das usinas termelétricas consideradas no estudo

Informações gerais da UTE							Sistemas de abatimento de emissões e monitoramento			
Empresa	Empreendimento	Situação	Potência (MW)	Tecnologia	Localização da fonte	Altura da fonte (m)	NO _x	MP	SO _x	Sistema de monitoramento dos gases
CGTEE	Fase A	Operando	2x63	Carvão pulverizado	6.506.173 S; 245.306 E	150	Não há	Precipitadores eletroestáticos para cada caldeira	Não há	Chaminé 1 - Caldeiras I e II - Fase A: SO ₂ ; NO _x ; CO; O ₂ ; MP; Pressão, Temperatura e Vazão;
	Fase A substituída	Planejamento	300	Carvão pulverizado	6.508.634 S; 239.761 E	200	Queimadores tipo <i>Low NOx Burners</i>	Tecnologias modernas de abatimento de material particulado integrado ao sistema de dessulfurização.	Dessulfurizador poderá ser do tipo semi-seco, com cal virgem, ou o do tipo úmido, com calcário	Equipamentos de monitoramento contínuo das emissões atmosféricas
	Fase B	Operando	2x160	Carvão pulverizado	6.506.173 S; 245.306 E	150	Não há	Precipitadores eletroestáticos	Não há	Chaminé 2 - Caldeira III - Fase B e Chaminé 3 - Caldeira IV – Fase B: SO ₂ ; NO _x ; CO; O ₂ ; MP; Pressão, Temperatura e Vazão;
	Fase B com adequações	Planejamento					Não há		Dessulfurizador a ser licitado	

Informações gerais da UTE							Sistemas de abatimento de emissões e monitoramento			
Empresa	Empreendimento	Situação	Potência (MW)	Tecnologia	Localização da fonte	Altura da fonte (m)	NO _x	MP	SO _x	Sistema de monitoramento dos gases
	Fase C	Operando	350	Carvão pulverizado	6.506.529 S; 245.409 E	200	Queimadores tipo <i>Low NOx Burners</i>	Dois Precipitadores Eletrostático, uma antes e um após o dessulfurizador	Dessulfurizador a seco com cal hidratada	Chaminé 4 – Caldeira V – UTE Candiota III (Fase C): SO ₂ ; NO _x ; CO; O ₂ ; MP; Pressão, Temperatura e Vazão;
	Fase D	EIA em elaboração	2x300	Carvão pulverizado	6.508.467 S; 239.375 E	200	Queimadores tipo <i>Low NOx Burners</i>	Tecnologias modernas de abatimento de material particulado integrado ao sistema de dessulfurização.	Dessulfurizador poderá ser do tipo semi-seco, com cal virgem, ou o do tipo úmido, com calcário	Equipamentos de monitoramento contínuo das emissões atmosféricas
Eneva Energia	Seival	LI emitida	2x300	Leito Fluidizado Circulante (CFB)	6.512.128 S; 243.284 E	200	Leito fluidizado mantém menores temperaturas	Precipitador eletrostático	Adição de reagente diretamente na fornalha e Dessulfurizador úmido, de alta eficiência, externo à caldeira.	Monitoramento contínuo dos gases de exaustão na chaminé de cada caldeira: NO _x ; SO ₂ ; CO; CO ₂ O ₂ ; e Particulados

Informações gerais da UTE							Sistemas de abatimento de emissões e monitoramento			
Empresa	Empreendimento	Situação	Potência (MW)	Tecnologia	Localização da fonte	Altura da fonte (m)	NO _x	MP	SO _x	Sistema de monitoramento dos gases
	Sul	LP prorrogada	2x363,5	Leito Fluidizado Circulante (CFB)	6.515.900 S; 243.980 E	200	Leito fluidizado mantém menores temperaturas	Filtros de manga de alta eficiência	Injeção de calcário na fornalha da caldeira	Monitoramento contínuo e <i>on line</i> as taxas de emissão de MP, SO ₂ , NO _x e CO, além dos parâmetros auxiliares
Tractebel Energia	Pampa Sul 1	EIA elaborado e protocolado no IBAMA	340	Leito Fluidizado	N 236249; E 6517154;	200	Leito fluidizado mantém menores temperaturas	Filtros manga ou precipitador eletroestático	Injeção de calcário diretamente na fornalha da caldeira	Equipamentos de monitoramento contínuo das emissões atmosféricas
	Pampa Sul 2		340	Circulante (CFB)	N 236249; E 6517069.	200				

5.4. Outras fontes fixas

O município de Candiota se destaca como centro de geração de energia termelétrica e produção de cimento pozolânico. As principais empresas em atividade na cidade são a Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE), com a usina termelétrica Presidente Médici, a Companhia Riograndense de Mineração (CRM), e a InterCement, empresa produtora de cimento.

Além dessas empresas, encontra-se também na área de estudo outra cimenteira, do grupo Votorantim, localizada no município de Pinheiro Machado, a Cimento Rio Branco.

Sendo assim as outras fontes fixas identificadas na área de estudo se resumem a 3 empreendimentos:

- Mina de carvão de Candiota (CRM)
- Cimenteira InterCement (Ex-cimbagé)
- Cimenteira Cimento Rio Branco

A Mina de Candiota, distante 3 km a sudoeste da Usina Termelétrica Presidente Médici, é explorada pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM) e produz cerca de 100 toneladas/mês de carvão. A operação da Fase C, Candiota III da UTPM, em 2010, exigiu da CRM a duplicação da sua capacidade produtiva, chegando a níveis de 3.300.000 toneladas anuais. Ela possui interligação direta através de estradas e ruas com as usinas do complexo e se interliga a elas também por meio de esteiras transportadoras (de carvão). As principais emissões da CRM são de material particulado devido às atividades de extração e transporte do carvão mineral.

A InterCement atua na produção de cimento e seus derivados e está localizada nas proximidades do complexo UTPM, a sudeste. A fábrica encontra-se próxima a divisa dos municípios de Candiota e de Pedras Altas, à 4,5km à sudeste do complexo UTPM. Tem capacidade de produção de 28 mil toneladas de cimento por mês e 66 mil toneladas de clínquer por mês (subproduto, em uma fase básica de fabrico, a partir do qual se produz o cimento Portland). A cimenteira possui três chaminés em sua área de operação: A chaminé do forno e da moagem de farinha, a chaminé do sistema de resfriamento de clínquer e a chaminé do sistema de moagem de coque/carvão (CIMPOR, 2012).

Por sua vez, a Cimento Rio Branco, localiza-se a 12 km a nordeste da UTPM, às margens da BR 293, km 117, no município de Pinheiro Machado. Apesar de esforços de obtenção de informações mais aprofundadas sobre esse empreendimento, não foi possível obtê-las no período de desenvolvimento desse estudo.

De forma geral, é possível afirmar que essas três fontes apresentam emissões significativamente inferiores às aquelas oriundas dos projetos termelétricos, contribuindo muito

pouco para a deterioração da qualidade do ar da região. Além disso, as principais emissões dessas fontes são de material particulado. Quando analisados os gráficos mostrados no Anexo verifica-se que a concentração desse poluente (MP) esteve sempre bem abaixo do padrão secundário nos anos de 2011, 2012 e 2013, mesmo com a atuação desses 3 empreendimentos simultaneamente à UTPM.

Por esse motivo, optou-se nesse estudo por desconsiderar essas outras fontes fixas na modelagem da dispersão dos poluentes nos diferentes cenários.

Além de emissões pontuais, há também emissões fugitivas nas operações de mineração, transporte, armazenamento e manuseio do carvão mineral. Tais emissões também foram desconsideradas nesse estudo.

6. CARACTERIZAÇÃO DO COMBUSTÍVEL

6.1. Mineração de carvão na região de estudo

O carvão mineral é formado pela decomposição da matéria orgânica durante milhões de anos, sob determinadas condições de temperatura e pressão (ANEEL, 2008). As maiores jazidas de carvão mineral do Brasil estão localizadas na região Sul que é onde se desenvolve a sua exploração. Além das reservas exploradas na região de Candiota/RS, há também reservas de carvão mineral nos estados de Santa Catarina e Paraná.

O Rio Grande do Sul é o maior produtor, seguido por Santa Catarina e Paraná (DNPM, 2013). A demanda de carvão para geração termelétrica no país tem sido suprida em sua quase totalidade pela produção nacional. A geração termelétrica a carvão responde por 1,4 % da matriz de energia elétrica do país. (EPE, 2013).

Na região de estudo a exploração do recurso é realizado na mina Candiota pela Companhia Riograndense de Mineração (CRM) que abastece atualmente a UTPM e futuramente, também, a UTE Pampa. Futuramente, é planejada a exploração mina Seival pela e Seival Sul de Mineração Ltda (SSM) devido a implantação das novas usinas UTE Seival e Sul. A Figura 40 apresenta os polígonos correspondentes aos processos minerários para exploração de carvão mineral na região de Candiota.

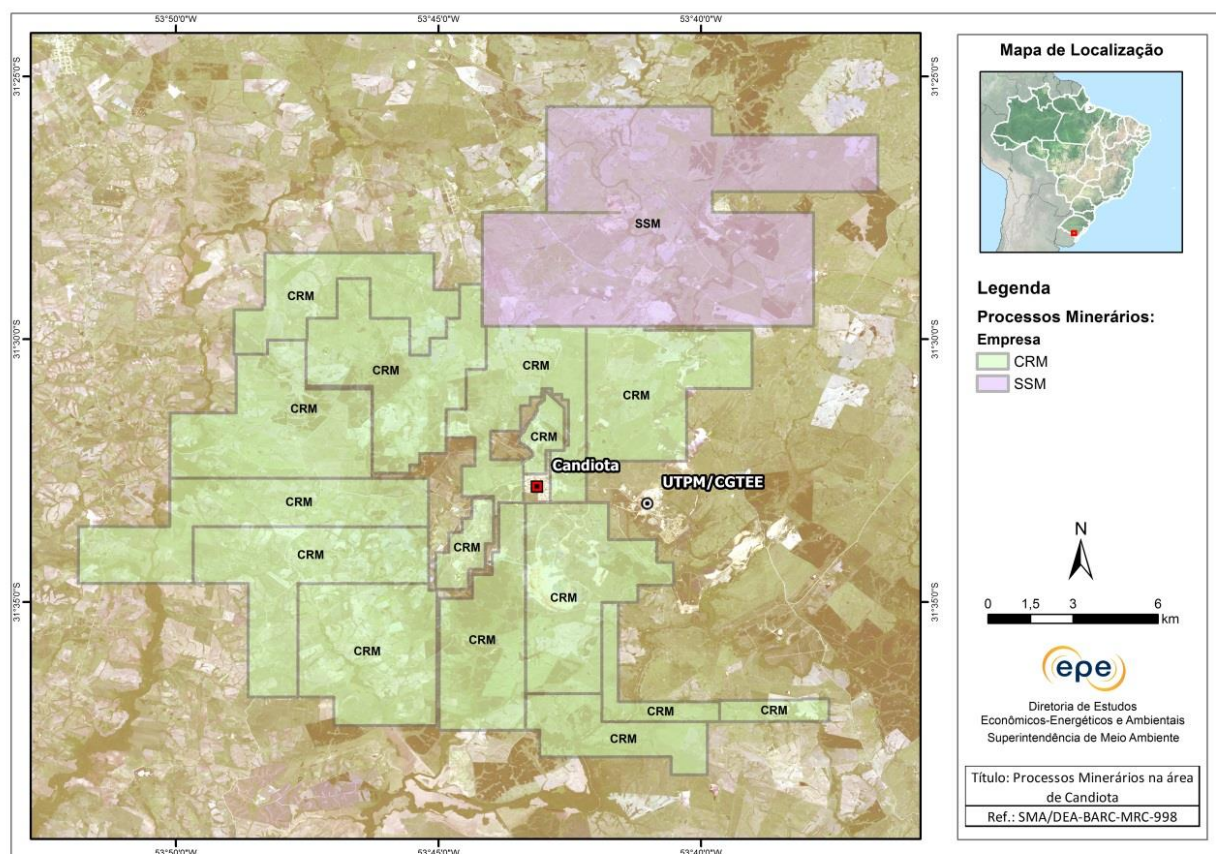


Figura 40- Processos minerários para exploração de carvão mineral da região de Candiota/RS

Fonte: DNPM. Imagem RapidEye/Geocatálogo-MMA.

A Jazida de Candiota ocorre na chamada Faixa Gondwânica, formada por rochas sedimentares de idades entre 295 e 120 milhões de anos, correlacionáveis desde o Permo-Carbonífero até o Jurássico, e encontra-se localizada na região sul do estado do Rio Grande do Sul, dentro da Bacia Intracratônica do Paraná. É nesta faixa que, em suas porções média e basal, estão inseridas as ocorrências e jazidas de carvão e de rochas pirobetuminosas.

As camadas de carvão situam-se na Formação Rio Bonito (FRB), Grupo Guatá, Supergrupo Tubarão e encontram-se inter-relacionadas com diferentes tipos de rochas como conglomerados, arenitos quartzosos, argilitos e siltitos. Admite-se a idade de deposição dos sedimentos e da formação do carvão da FRB, de 285 milhões de anos.

Ao todo são conhecidas 17 camadas de carvão, embora em torno de 10 ocorram com maior frequência, sendo a de maior importância economicamente a Camada Candiota (CC), que é composta de 2 bancos de carvão (Banco Superior e Banco Inferior) que somam 5 metros de espessura, e que estão separadas por uma banco de argilito de 80 cm de espessura. As camadas estratigraficamente acima desta são denominadas Camadas Superiores, e as mais importantes são as camadas S4 e S3. As 4 camadas sotopostas à CC são denominadas Camadas Inferiores (I1 a I4).

Visto que novas usinas termelétricas estão programadas para serem instaladas na região novas áreas de mineração deverão ser projetadas e licenciadas para viabilizar o concernedimento de carvão. Uma termelétrica com capacidade de 350 MW, considerado um regime normal de operação no âmbito do setor elétrico, em média consome aproximadamente 2,0 milhões de toneladas de carvão *run-of-mine* (ROM) por ano. Em regime de pleno despacho, o consumo anual de uma térmica deste porte pode importar em até 3,0 milhões de toneladas de carvão ROM por ano.

6.1.1. Mina Candiota

A mina Candiota é explorada pela CRM e extrai atualmente em torno de 3 milhões de toneladas carvão por ano em lavra à céu aberto. A CRM possui 20 áreas de concessões oficializadas junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) que somam 21.492,69 hectares. As concessões são chamadas de Malhas, e estão numeradas de I a XX. As Malhas I e II já foram exploradas. Atualmente as atividades se desenvolvem nas Malhas IV e VII, e a próxima em planejamento é Malha III.

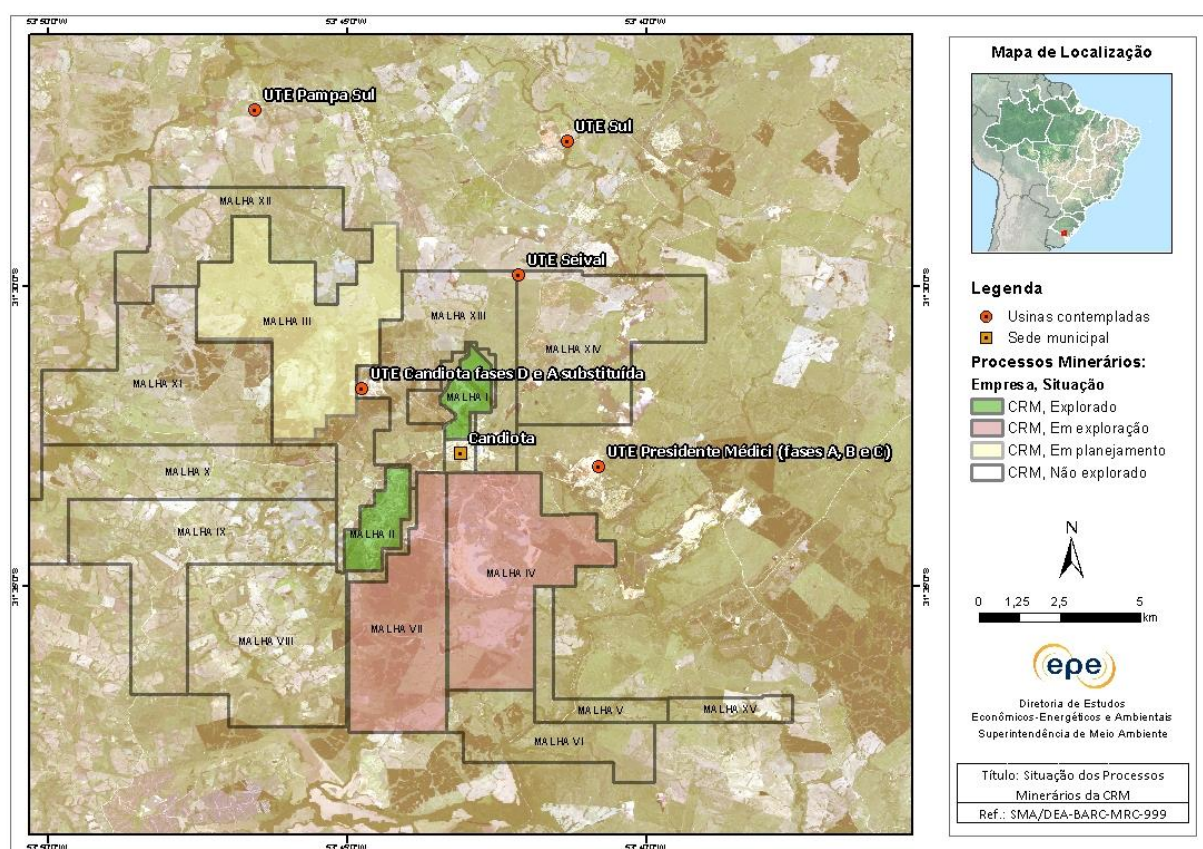


Figura 41 – Exploração de carvão pela Companhia Riograndense de Mineração - CRM

Fonte: DNPM; ABCM; Imagem RapidEye/Geocatálogo-MMA.

Na área da Malha I foram extraídos cerca de 600 mil toneladas de carvão para abastecer a Usina Termelétrica Candiota I até 1974, em seguida foi transferida para a Malha II na qual foram extraídas 12,3 milhões de toneladas de carvão que abasteceu a Usina Candiota II Fase A e a Fase B entre 1974 e 1991. Após sua exaustão, a lavra foi direcionada à Malha IV, identificada pelo DNPM n.º 816.817/73, que consiste na atual frente de lavra abastecendo todas as plantas da UTPM/CGTEE (Fases A, B e C).

O avanço da lavra se dá na direção oeste - sudoeste de mergulho das camadas de carvão e já está adentrando na Malha VII. Em 2013 a produção de carvão ROM foi de 2.793.608,07 toneladas extraídas da Malha IV e 15.066,00 toneladas da Malha VII. As reservas atuais somam 133,34 milhões de toneladas na Malha IV e 156,30 milhões de toneladas de carvão na Malha VII, que são suficientes para o abastecimento do complexo termelétrico Presidente Médici por um período de 30 anos.

O método de lavra empregado na remoção da cobertura é uma combinação de "corte e aterro" (*strip mining*) e *open cast* (céu aberto), e *truck & shovel* na remoção do argilito intermediário. Ocorre simultaneamente a extração das camadas de carvão num determinado sítio, a recomposição topográfica e a reabilitação ambiental de outro sítio, no qual o carvão já foi extraído. Depois de removidas da posição original, a disposição das diversas litologias que compõe a cobertura das camadas de carvão em área onde já ocorreu a extração do carvão, ocorre na mesma ordem estratigráfica originária.

Atualmente na Mina de Candiota da CRM são mineradas 4 (quatro) camadas de carvão, que a contar da posição mais próxima à superfície são identificadas por S3, BL (Banco Louco), BS (Banco Superior) e BI (Banco Inferior). A relação estéril/minério da jazida se situa entre 2 e 2,5 m³/t.

O carvão desmontado é carregado em caminhões por escavadeiras hidráulicas, e transportado para beneficiamento. O beneficiamento é o processo de separação dos materiais desejáveis e indesejáveis existentes no carvão bruto. Na CRM ele consiste na passagem pela unidade de britagem que realiza a redução granulométrica do carvão a um *top size* de 4 polegada que, atualmente, é constituída de duas linhas paralelas e idênticas, cada qual com uma capacidade nominal de processamento de 500 t/hora. O carvão proveniente da mina é descarregado em moegas de dois britadores primários, de mandíbulas, instalados no prédio da britagem. Conforme o fluxo da expedição, algum excesso de carvão, de até 40.000 t, é armazenado em pilha coberta de ROM, adjacente as mencionadas moegas. A partir da britagem primária o carvão segue para o prédio da rebitagem, onde é submetido ao peneiramento de escalpe e a uma britagem secundária, mediante britadores de rolos. As duas linhas de britagem e rebitagem operam em três turnos de 8 horas.

Tipicamente para o caso da Mina de Candiota, da massa total de produto fornecida à usina, após a combustão, resulta cerca de 45% de cinza leve e 5% de cinza pesada. A cinza

pesada é integralmente depositada nas cavas geradas com a extração do carvão na mina. A cinza leve é comercializada em parte, e o excedente, também acondicionado nas cavas da mineração.

O transporte do carvão pode ocorrer mediante estruturas estáticas, caso dos transportadores de correia (mais capital intensivo e com menor custo operacional), ou com arranjos mais flexíveis, caso de uma frota de caminhões (menos capital intensivo e custo mais elevado no curso das operações). Segundo o atual arranjo operacional para suprimento de carvão da CRM para o complexo termelétrico Presidente Médici, o carvão, depois de cominuído, segue até o pátio de carvão coberto da usina, com uma capacidade atual de acondicionamento de 140.000 toneladas, mediante dois transportadores de correias, cuja capacidade nominal de transporte é de 900 t/h. No pátio da UTE, o carvão é distribuído em pilha através de lança móvel, e espalhado por tratores de esteira, ou, opcionalmente, direcionado para os silos internos da usina (Fases A, B e C).

6.1.2. Mina de Seival

A lavra de carvão na mina do Seival também é à céu aberto e foi iniciada em 1984 pela empresa titular do DNPM, Companhia Nacional de Mineração Candiota (CNMC). Em 1995, a mina foi arrendada para a empresa Copelmi Mineração Ltda e, posteriormente, em 2007, para a empresa Seival Sul Mineração Ltda (SSM) que detém a atual licença ambiental da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM) para operação.

Na área da Mina do Seival são encontradas 12 camadas de carvão, assim denominadas: S6, S5, S4, S3, S2, Banco Louco, Candiota Superior, Candiota Inferior, I1, I2, I3 e I4.

Desde o final da década de 70, foram realizadas na área várias campanhas de sondagem e com base nas informações obtidas nas pesquisas geológicas, a jazida foi modelada e cubada, o que resultou num recurso de carvão da ordem de 610 milhões de toneladas para todo o Grupamento Mineiro.

A área é composta pelos processos registrados no DNPM sob os números: 805.850/75, 802.357/75, 805.851/75 e 802.356/75. Esses processos formam o Grupamento Mineiro número 86, referente ao DNPM 910.512/85, com área total de 6.862,5 hectares.

A localização dos processos registrados no DNPM pode ser vista na planta de situação apresentada na Figura 42.

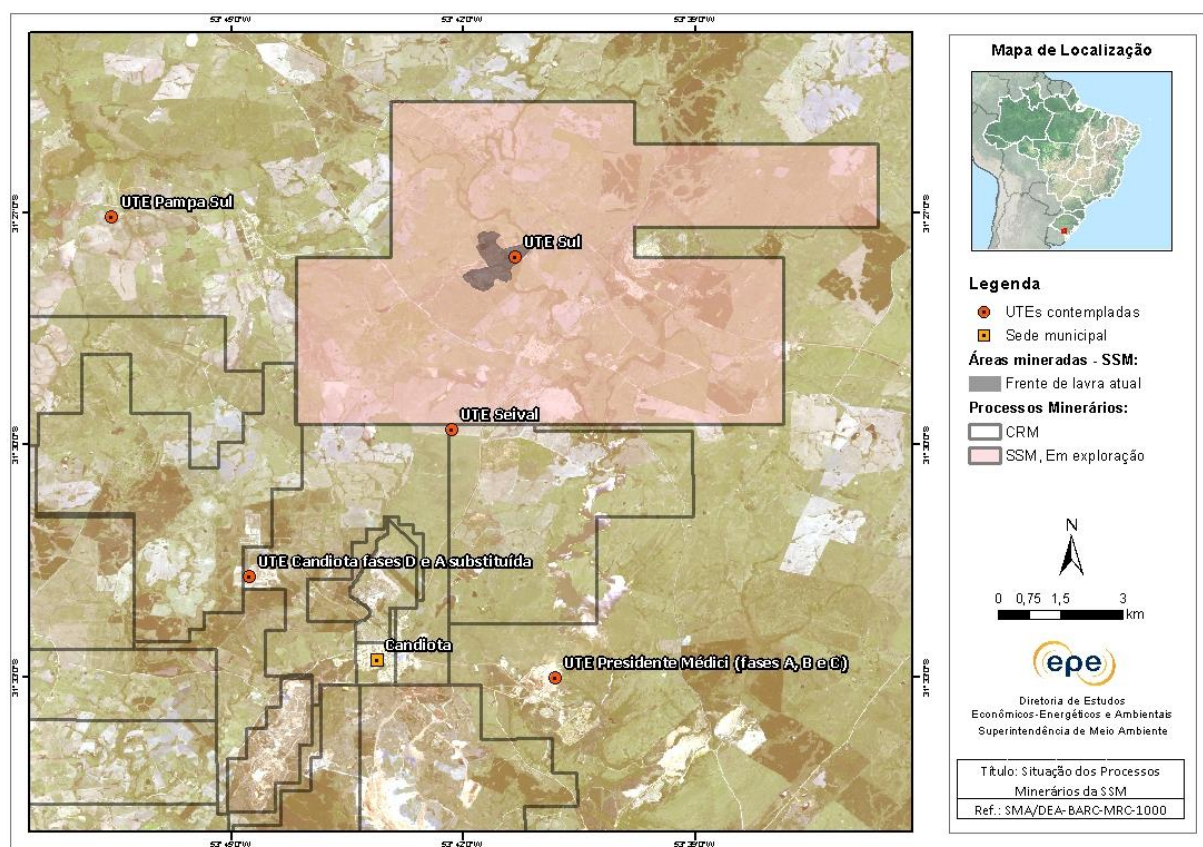


Figura 42 – Exploração de carvão pela empresa Seival Sul de Mineração – SSM

Fonte: DNPM; ABCM; Imagem RapidEye/Geocatálogo-MMA.

A mina do Seival tem por objetivo fornecer carvão às usinas termelétricas Seival e Sul que deverão ser instaladas junto ao site da mina. Para atendimento das Usinas Termelétricas, foi bloqueada uma área da jazida com recurso de carvão totalizando 366 milhões de toneladas.

O método de lavra adotado também é o de mineração a céu aberto em tiras, denominado de *stripping mining* (corte e aterro), método amplamente utilizado na mineração de carvão a céu aberto. Ele consiste na mineração de cortes paralelos e subsequentes, onde o material estéril proveniente do corte em lavra fará o enchimento do corte imediatamente anterior e já minerado. Basicamente, o método consiste em remover a cobertura estéril (argilas, siltitos e arenitos) através de escavadeira combinada com caminhões, que transportam o material para o preenchimento do corte já minerado. Os materiais de cobertura que apresentarem maior dificuldade para serem escavados serão desmontados com uso de explosivos.

O carregamento será feito em caminhões basculantes de 30 toneladas de capacidade através de escavadeiras hidráulicas de 30 toneladas de peso. O carvão bruto será transportado à instalação de beneficiamento para ser britado e homogeneizado. As rochas intermediárias (situadas entre as camadas de carvão) serão depositadas no interior dos cortes já minerados.

O relevo do corte, já minerado e preenchido com os estéreis, será restaurado topograficamente tão próximo ao original quanto possível, assim como, a litologia, inclusive com a colocação em seu topo de uma camada de solo vegetal proveniente da descobertura do corte em lavra. As cinzas resultantes da combustão nas UTEs retornarão para a cava de mineração, onde junto com os estéreis serão utilizados para o preenchimento dos cortes já minerados.

O carvão bruto extraído da mina Seival será transferido através de caminhões até as plantas de beneficiamento de carvão. Cada UTE, Seival e Sul, será abastecida por uma planta de beneficiamento de carvão adjacente. Cada planta de beneficiamento, fluxograma abaixo (Figura 43), será constituída por um circuito básico de britagem e blendagem.

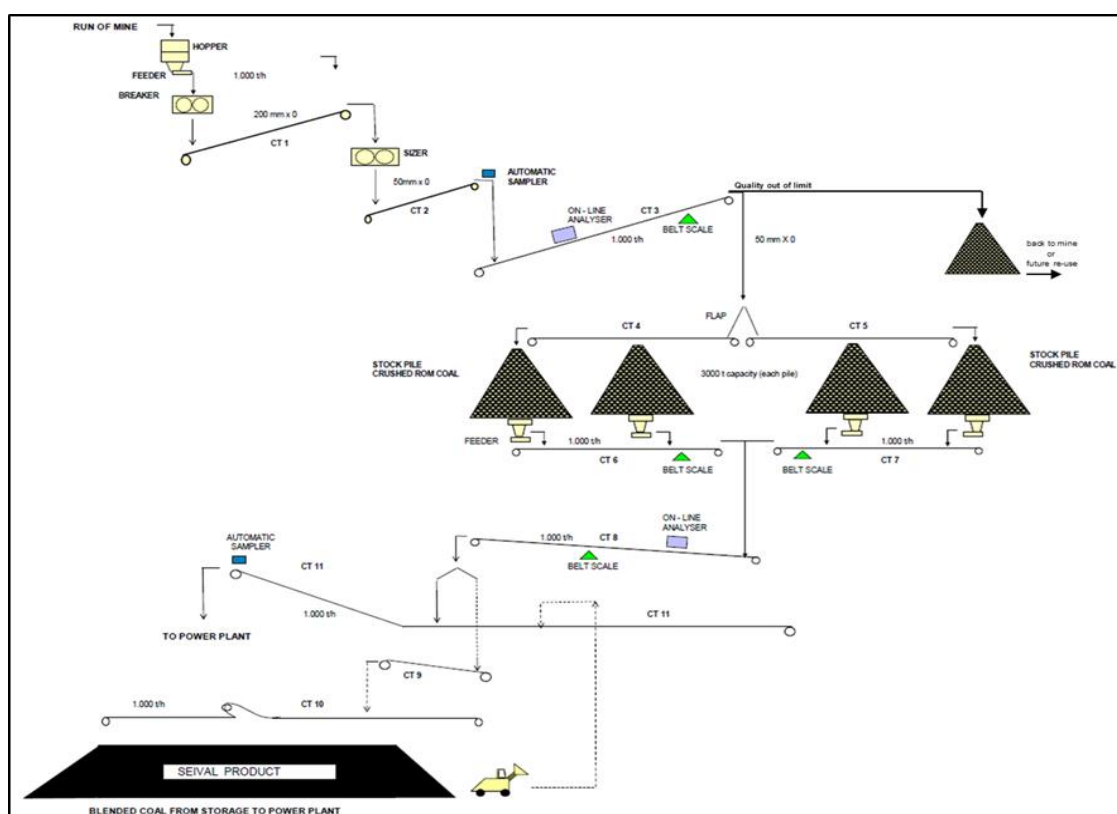


Figura 43 - Fluxograma da planta de beneficiamento da Mina do Seival

O circuito de britagem possuirá uma capacidade de processamento de 1.000 t/h de carvão. O carvão ROM produzido na mina será destinado à moega de recepção ou ao pátio de estocagem existente, cuja capacidade de armazenamento é de até 50.000 toneladas. O carvão ROM será retomado da moega via alimentador de corrente, sendo transferido diretamente para o britador primário e, em seguida, para o britador secundário reduzindo-o para menos de 50 mm de tamanho. O produto dos britadores será analisado (*on-line* com tecnologia PGNAAPrompt Gamma Neutron Activation Analysis) e destinado de acordo com a sua qualidade para o transportador de alto enxofre (CT12), para o transportador de alta cinza (CT04) ou para o de

baixa cinza (CT05). O produto de alto enxofre será carregado em caminhões e transportado de volta para cava da mina para ser adequadamente depositado. Os carvões de alta cinza e baixa cinza formarão pilhas cobertas de 6 mil toneladas cada um.

As pilhas de carvão britado de alto e baixo teor de cinzas seguirão para o circuito de blendagem com capacidade de 1.000 toneladas por hora. Através desse circuito, que inclui COBOS (*Coal Blending Optimization System*) interligado com os alimentadores, obtém-se o teor de cinzas de acordo com a especificação de contrato. O carvão é então transportado para a UTE através de correia transportadora ou, quando a UTE não estiver recebendo carvão, seguirá para a pilha de estocagem coberta, este somente será utilizado quando houver ou uma parada programada da planta de blendagem ou quando ocorrerem eventuais problemas de manutenção na planta. O transportador de correia enviará o carvão até uma torre de transferência, onde alimentará o transportador da UTE, este ponto é considerado como sendo o “ponto de entrega do carvão”.

6.2. Especificações técnicas do carvão

O principal constituinte do carvão mineral é o carbono, em menor quantidade também estão presentes oxigênio, nitrogênio, enxofre, e outros elementos. A sua classificação é baseado teor de carbono, denominada rank, que descreve a maturidade geológica do mineral, ou seja, o estágio de carbonificação atingido na sequência evolutiva. (ANEEL, 2008)

O carvão mineral da Grande Jazida Candiota apresenta um poder calorífico relativamente baixo, entre 2.930 à 3.483 kcal/kg, teor de cinzas de aproximadamente 52% e teor de enxofre de cerca 2,5% (IBAMA, 2014). Com base nas informações fornecidas pela CRM e SSM as características do carvão das minas Candiota e Seival encontram-se sintetizadas na Tabela 18.

Tabela 18 - Análise do carvão em base seca fornecido pela CRM e SSM

Dados	Mina Candiota ²		Mina Seival	
Composição elementar				
Carbono (C)	34,8	%	32,4	%
Hidrogênio (H)	3,0	%	2,3	%
Nitrogênio (N)	0,7	%	0,5	%
Oxigênio (O)	7,4	%	7,0	%
Enxofre (S)	5,7	%	1,6	%
Inertes (cinzas)	52,1	%	56,2	%
Poder Calorífico Superior	3204,4	kcal/kg	2920,0	kcal/kg
Teor de Umidade	5,7	%	17,8	%
Material Volátil	24,1	%	20,0	%
Carbono fixo	23,8	%	23,8	%

O alto teor de cinzas do carvão, bem como, a sua composição petrográfica (impregnação das vitrinitas por material lipídico), induzem distorções nos resultados e dificuldades na comparação entre os carvões brasileiros e os de outros países. Apesar desta limitação, pode-se dizer que o carvão de Candiota é classificado, de acordo com os padrões da ASTM (*American Society for Testing and Materials*) como Betuminoso de Alto Volátil C, não coqueificável (energético).

Os carvões considerados de boa qualidade têm, em geral, baixos teores de material inerte (cinzas) e de enxofre e poder calorífico superior a 5.500 kcal/kg. Na tabela acima é observado baixo teor de carbono, alta fração de cinzas e alto teor de enxofre. Por essas características o carvão nacional é dito de baixa qualidade, e inviabiliza economicamente o transporte para maiores distâncias, por esse motivo as termelétricas estão situadas nas proximidades da mina. (ANEEL, 2008 e EPE, 2007) Além disso, devido ao elevado teor de enxofre e cinzas existe a preocupação com as emissões poluentes atmosféricos, óxidos de enxofre e material particulado, respectivamente.

6.3. Beneficiamento a seco

Tipicamente, as plantas de beneficiamento de carvão possuem equipamentos denominados Jigues (lavadores). Trata-se de um equipamento mecânico utilizado para separar materiais de densidades diferentes por pulsos de uma corrente líquida em um leito (PERRY, 1973). Geralmente utiliza-se água para gerar os pulsos intermitentes que fazem as frações mais leves flutuarem (carvão), enquanto as mais pesadas afundam (rejeitos). A retirada de materiais

² Valores médios obtidos nos furos de sonda executados na pesquisa da Malha III. Pelos estudos realizados pela CRM foi verificado que as características físico-químicas da jazida Candiota são bastante constantes.

estéreis (rejeitos) aumenta o Poder Calorífico final do produto, e na razão inversa e proporcional, diminui o teor de cinzas produzidas após a sua queima.

Os testes realizados com o carvão da Mina de Candiota demonstraram que, diferentemente do carvão produzido em outras regiões, não existe uma boa afinidade com a água. Os produtos beneficiados por esse método não suportam longos períodos de estocagem, sem que advenha a descaracterização da granulometria original (desagregação do carvão). Ademais, os rendimentos de carvões com Poder Calorífico maior foram bastante baixos.

O carvão mineral que é extraído pela CRM na Mina de Candiota apresenta as seguintes características básicas, que são um desafio para a escolha apropriada de um processo de beneficiamento:

- grande presença de frações finas (20 a 25 %), com teores de cinza altos; estes finos, formados basicamente por argilo-minerais, dificultam o beneficiamento gravimétrico das frações grosseiras, razão pela qual estas frações devem ser, necessariamente, tratadas separadamente;
- baixa liberação da matéria orgânica, o que implica em dificuldades para a obtenção de concentrados com baixos teores de cinzas;
- baixo teor de enxofre total até densidades relativamente altas, evidenciando a liberação da pirita;
- os nódulos de pirita estão praticamente liberados e apresentam granulometrias grosseiras; estes nódulos representam cerca de 40 % do enxofre total presente no carvão, e são facilmente removíveis por beneficiamento gravimétrico;
- grande porosidade, o que é devido ao baixo rank; sendo assim, qualquer processo de beneficiamento que utilize água, fará com que o teor de umidade total do material beneficiado seja bastante elevado; no momento que se o carvão da Mina de Candiota entrar em contato com água, num processo de beneficiamento, os produtos gerados apresentam um teor de umidade total acima de 22%, dificultando ao extremo a sua utilização como carvão energético; e,
- em contato com a água desagrega, o que importa em problemas, para o transporte e movimentação do mesmo, para o meio ambiente com geração de poeiras, para a manutenção do padrão granulométrico requerido, dentre outros.

Diante do exposto, a contar de 2003, a CGTEE, CRM e o Lapron (Laboratório de Processamento Mineral) da UFRGS (contratada pela CGTEE), passaram a estudar uma nova abordagem para o beneficiamento do carvão da Mina de Candiota. Vislumbrou-se a aplicação de uma nova tecnologia de jigue a ar para o carvão extraído da Mina de Candiota, desenvolvido pela firma alemã Allmineral Aufbereitungstechnik GMBH & CO KG, que trabalha com ar em fluxo ascendente pulsante para a separação gravimétrica.

No jigue a seco (Figura 44), com registro de patente da firma Allmineral, o carvão é alimentado no equipamento através de um alimentador estrela seguindo para a grade do leito de partículas que se movimenta na horizontal para facilitar o deslocamento do leito, em direção a descarga do equipamento. Na parte inferior do equipamento existem 2 entradas de fluxo de ar, o primeiro é constante e com volume maior, para expandir o leito de partículas; e o segundo é alternado e com menor volume, visando facilitar a estratificação do leito de partículas (partículas mais densas em baixo e menos densas em cima). No leito formado, as partículas mais densas (pirita, calcário, argilas liberadas, etc.) são removidas do sistema através de um extrator tipo estrela que é controlado por um radiômetro, que indica a quantidade de partículas densas existentes, quanto maior o volume de partículas densas, mais veloz se move o extrator de estrela.

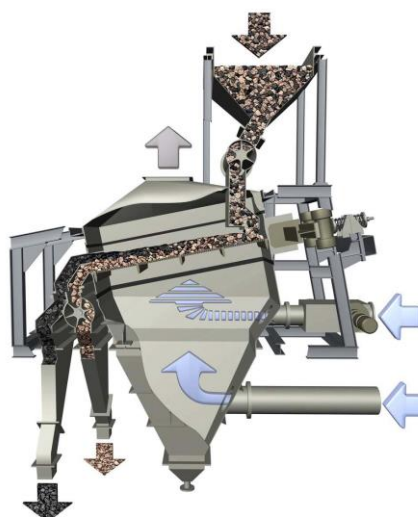


Figura 44 - Jigues a ar da firma Allmineral

Para avaliar a sua aplicabilidade para o carvão da região foi desenvolvido um Projeto de Pesquisa pelo Lapron/UFRGS acompanhado por técnicos da CRM e da CGTEE. As principais conclusões obtidas foram que ocorreu uma redução de 5,5 % no teor de cinzas do produto beneficiado que deverá resultar num aumento da eficiência da termoeletrica; observou-se a remoção de cerca de 7 % de rejeito grosseiro que deve provocar uma diminuição da quantidade de cinzas de fundo nos silos da termoeletrica; ocorre a remoção da fração ultrafina (- 0,1 mm) que consiste na acumulação de argilas finas e pode desonerar os precipitadores eletrostáticos; o produto obtido teve teor de enxofre total menor que 1 %, o que indica a remoção de até 40 % do enxofre total no produto a ser consumido na termoeletrica (um carvão menos poluente); ocorreu a remoção dos nódulos de pirita e de calcário que aumenta a eficiência na moagem do carvão, operação final incidente ao produto, pré-alimentação das caldeiras; ocorreu uma redução de 38 % na emissão de SO₂ e aumento de 12% no ganho energético durante a combustão do carvão jigado (beneficiado), conforme registros obtidos na Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC).

Esses resultados tem impacto econômico importante em favor da operação das termoeletricas. A CRM deverá concluir em meados do corrente ano a construção de uma planta piloto com capacidade de 50 t/h para o beneficiamento a seco do carvão da Mina de Candiota. Os primeiros testes com a planta em carga deverão iniciar em agosto. E o início dos testes na UTPM ainda será programado, pois se trata de um processo complexo pela necessidade da interrupção da operação comercial da usina.

O carvão hoje produzido e comercializado na Mina de Candiota, identificado como CE-3300, no âmbito do setor carbonífero nacional apresenta uma importante vantagem competitiva de custo, pois sua caloria contida é a mais barata do país. A adoção de um processo de beneficiamento a seco por um empreendedor termelétrico, prévio à combustão do carvão bruto, necessariamente implica na adequação do preço de comercialização do produto. O carvão beneficiado (CE-3500) deverá estar apto a continuar remunerando as operações da CRM para produzir o carvão bruto britado (CE-3300), bem como, os investimentos a serem realizados para possibilitar o beneficiamento do carvão e os custos operacionais a serem acrescidos em razão de novas operações.

7. MODELOS DE DISPERSÃO ATMOSFÉRICA E BASE DE DADOS

7.1. Conceituação teórica

A dispersão dos poluentes atmosféricos, e conseqüentemente, sua concentração são determinadas pelas condições climáticas, meteorológicas e micrometeorológicas as quais estão interligadas à topografia e ao uso e ocupação do solo, entre outros aspectos. A variação das condições atmosféricas é um dos fatores mais importantes na definição da qualidade do ar numa escala climática de tempo e espaço.

Para estimar o comportamento aproximado da circulação na baixa atmosfera de uma região de interesse é fundamental identificar os mecanismos de funcionamento e os constituintes a serem estudados nessa determinada região. O aquecimento basal da atmosfera proporciona o desenvolvimento de correntes aéreas verticais (ascendentes e subsidentes), que provocam a transferência convectiva de calor e de vapor de água para níveis mais elevados da troposfera. A rugosidade natural da superfície, devido à resistência que oferece ao vento, gera turbulência (maior sobre os continentes que sobre os oceanos), contribuindo para acelerar, ainda mais, a transferência vertical de calor e de vapor de água.

Um modelo de dispersão é uma descrição matemática dos processos de difusão turbulenta e transporte que ocorrem na atmosfera. A relação entre a emissão do poluente e a concentração medida em um ponto receptor específico é função das condições meteorológicas e da relação espacial e temporal entre a fonte e o receptor. Deste modo, os dados de entrada necessários para os modelos incluem os parâmetros meteorológicos, dados da fonte de emissão e informações amostradas em determinados pontos receptores (equipamentos de qualidade do ar) (SCHULMAN *et al.*, 1986).

A utilização de uma determinada classe de modelos de dispersão depende da complexidade do problema. Os modelos gaussianos são empregados na estimativa do impacto de poluentes não reativos. Já os modelos numéricos são indicados para os poluentes reativos, como no caso da fonte ser uma área urbana. Quando há incertezas no entendimento físico e químico do processo, o modelo estatístico é o mais apropriado. O modelo físico, por sua vez, é recomendado em situações complexas e para uma área limitada.

Os dados de entrada necessários para a utilização dos modelos de dispersão incluem dados meteorológicos e outros dados importantes que afetam a dispersão. A seguir é relacionada uma breve descrição de alguns parâmetros utilizados para inicializar os modelos:

- a) A temperatura e a velocidade de saída dos gases. Nas chaminés menores a força ascendente é relativamente baixa e a temperatura de exaustão pode não superar a do ar ambiente. Em consequência, o maior efeito é sentido próximo dessa fonte. As emissões que provêm de instalações industriais com fontes de alturas mais elevadas possuem temperaturas mais altas e são, portanto, induzidas a ascender mais rapidamente e o efeito é sentido em distâncias maiores.
- b) A altura das chaminés: o uso das chaminés elevadas contribui para uma melhor dispersão dos poluentes, fazendo com que os gases percorram maiores distâncias antes de atingir o solo. Com aplicação de modelos matemáticos é necessário que se tenha um bom conhecimento das relações entre a intensidade da fonte, altura da chaminé e as concentrações dos contaminantes ao nível do solo. As chaminés de altura mais elevadas são muito usadas em plantas de geração de energia.
- c) A topografia: suas características são importantes influenciarem nos vetores de direção e intensidade dos ventos de baixa altitude, e por poderem funcionar como barreiras à dispersão dos gases poluentes.

Em geral os pontos receptores discretos correspondem à localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar.

7.2. Modelagem da Dispersão de Poluentes

A dispersão de poluentes na atmosfera ocorre através de dois processos: difusão turbulenta e transporte na atmosfera. A estimativa da dispersão de poluentes é dada pela teoria estatística de dispersão turbulenta ou pela solução da equação de difusão. Na teoria estatística de difusão aplica-se a dispersão em um campo de turbulência homogêneo e estacionário, ou seja, as propriedades estatísticas da turbulência são uniformes no espaço e estacionárias no tempo.

A modelagem da dispersão dos poluentes pode ser resolvida numericamente através de várias técnicas, as quais são divididas em duas categorias: modelos eulerianos e modelos lagrangeanos. A diferença básica entre essas duas soluções é que o sistema de referência euleriano é fixo (em relação a um ponto de referência), enquanto que o sistema de referência lagrangeano segue o movimento atmosférico médio. Há ainda os modelos de dispersão gaussianos que podem ser descritos como eulerianos e lagrangeanos. Esses constituem a maioria dos modelos de poluição atmosférica e são baseados numa equação simples que descreve um campo de concentração tridimensional, gerado por uma fonte pontual sobre condições de emissão e meteorológicas estacionárias (ZENNETTI, 1990).

Nesse estudo foi utilizado o *California Puff Model (CALPUFF)* que é um modelo gaussiano não estacionário do tipo *puff*. O modelo simula os efeitos do tempo e da variação espacial das condições meteorológicas sobre o transporte, transformação e remoção de poluentes

atmosféricos, além disso foi desenvolvido para simular a dispersão dos poluentes em longas distâncias, através do módulo meteorológico CALMET é possível ter boa representação dos efeitos atmosféricos de mesoescala. O CALPUFF vem sendo utilizado e recomendado por centros de pesquisas como o Instituto per lo Studio dell'Inquinamento Atmosferico e l'Agrometeorologia (ISIATA) e agências ambientais, como a U.S. EPA.

O CALPUFF possui três principais componentes: o CALMET, modelo meteorológico de diagnóstico tridimensional; o CALPUFF, modelo de transporte e dispersão propriamente dito; e o CALPOST, pós-processamento dos resultados. Cada um destes programas possui interface gráfica própria com pré-processadores e ferramentas associados.

O sistema de modelagem CALPUFF atual, chamado CALPUFF *View* 6.0, possui as últimas atualizações aprovadas pela U.S. EPA. O CALPUFF *View* 6.0 possui também as versões dos modelos desenvolvidas pelo *Atmospheric Studies Group (ASG)*, grupo de pesquisa e consultoria de serviços ambientais e ciências físicas pertencente à *TRC Solutions*, uma subsidiária da *TR Companies, Inc.* Nesse estudo foram utilizados o CALPUFF em sua versão 6.42, o CALMET na versão 6.334 e o CALPOST versão 6.292, todas referentes ao ano de 2011.

7.2.1. Organização do Sistema de Modelagem CALPUFF

Como explicado, o sistema de modelagem CALPUFF atualmente possui como componentes principais o CALMET, CALPUFF e CALPOST. Além destes, existe grande quantidade de pré-processadores de séries de dados meteorológicos e geofísicos. Nesse caso, também é possível trabalhar com programas externos a sua interface.

Com relação aos dados base, o sistema CALPUFF lê dados de entrada do usuário através de um arquivo de controle chamado CALPUFF.INP, que possui as seleções feitas pelo usuário dentre as várias opções do modelo, variáveis técnicas de entrada e opções de saída. São considerados cinco arquivos para a entrada de dados de emissão, que incluem dados de origem das fontes em ponto, linha, volume e/ou área com parâmetros de emissão constante ou com ciclo diário (24 fatores), mensal (12 fatores), horário e sazonal (24x4 fatores), do campo dos ventos e classe de estabilidade (6x6 fatores) ou temperatura (12 fatores). Podendo, para cada combinação de fonte-espécie, ser especificada uma escala de fatores. A Figura 45 a seguir representa a configuração inicial do modelo CALPUFF.INP.

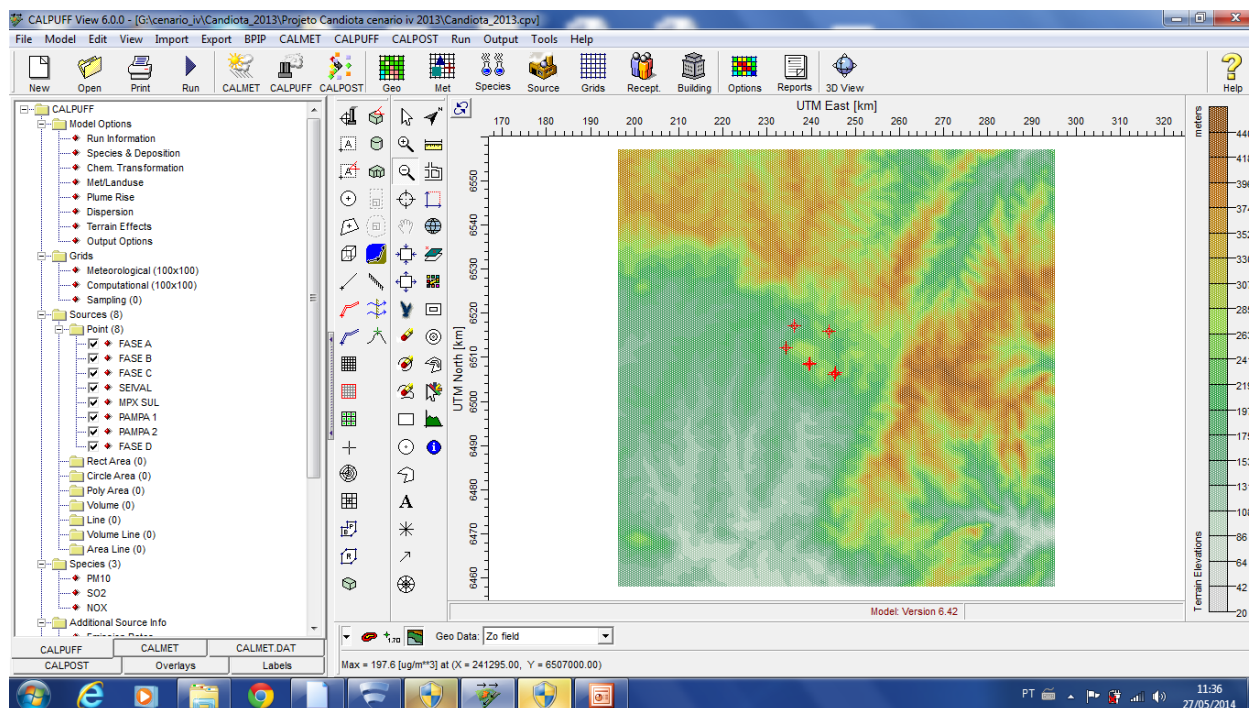


Figura 45 - Ilustração das condições iniciais do modelo CALPUFF

Através da figura acima é possível verificar as várias opções relacionadas as configurações necessárias para a utilização do modelo CALPUFF.

O modelo meteorológico CALMET

O CALMET é classificado como modelo meteorológico diagnóstico que incorpora observações meteorológicas e/ou saídas de modelos meteorológicos prognósticos, para produzir, através de técnicas de análise objetiva, campos de velocidade, temperatura e outras variáveis necessárias para as simulações com o modelo CALPUFF.

O modelo meteorológico CALMET é composto por dois módulos principais: o diagnóstico do campo de vento e o micrometeorológico. O primeiro calcula os efeitos cinemáticos e de bloqueio do terreno, e o escoamento em encostas para gerar o campo de ventos em malha tridimensional. Também possui procedimento de minimização da divergência do campo de velocidades. Já o segundo é responsável pelo cálculo de parâmetros de camada limite sobre o continente e sobre o oceano, tais como classes de estabilidade, velocidade de fricção, comprimento de Monin-Obukhov, altura da camada de mistura, fluxo de calor sensível, entre outros.

As informações necessárias para sua inicialização são compostas por dados meteorológicos horários de superfície, dois perfis diários de dados de altitude e dados geofísicos, compostos por elevação do terreno e categorias de uso do solo. Opcionalmente, também podem ser fornecidos dados observacionais sobre corpos d'água abrangendo a diferença de temperatura entre água e terra, direção e velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa, gradientes de temperatura, acima e abaixo da camada de mistura sobre o

corpo d'água e altura da camada de mistura sobre o mar. Esses dados são inseridos no modelo por meio dos arquivos SEAn.DAT, Neste estudo, esta opção não foi considerada, visto que a malha utilizada para a modelagem não conta com limites de corpos d'água.

É necessário que os dados meteorológicos e geofísicos estejam em formatos específicos para serem utilizados. O tratamento dos mesmos é realizado com o auxílio dos pré-processadores, no caso da versão 6.0 do CALPUFF *View* são eles: o METSCAN (versão 4.0), o READ62 (versão 5.661), o SMERGE (versão 5.661), o PXTRACT (versão 4.253), o PMERGE (versão 5.633), o TERREL (versão 3.69), o CTGCOMP (versão 2.253), o CTGPROC (versão 3.5), o PRLND1, o MAKEGEO (versão 3.2) e o CALMM5. Também está agrupado ao modelo CALMET o pós-processador PRTMET.

O METSCAN realiza checagens horárias de segurança nos dados meteorológicos de superfície em formato CD-114 no U.S. *National Climatic Data Center* (NCDC - Centro Nacional Norte-Americano de Dados Climáticos - em tradução livre), formato aceito no programa SMERGE. O SMERGE é responsável pelo processamento das observações meteorológicas de superfície. O programa extrai os dados (no formato NCDC CD-144), onde a seguinte ordem das variáveis deve ser respeitada: data, hora, velocidade e direção do vento, temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão, altura do teto de nuvens, cobertura de nuvens e umidade relativa, e são convertidos no formato compatível com o CALMET e armazenados em um arquivo chamado SURF.DAT. São permitidas até 150 estações meteorológicas, com um arquivo de dados de superfície por estação. A Figura 46 ilustra os arquivos gerados através do processador meteorológico, nesse estudo foram consideradas dez estações de superfície, conforme já discutidas no item 3.2.

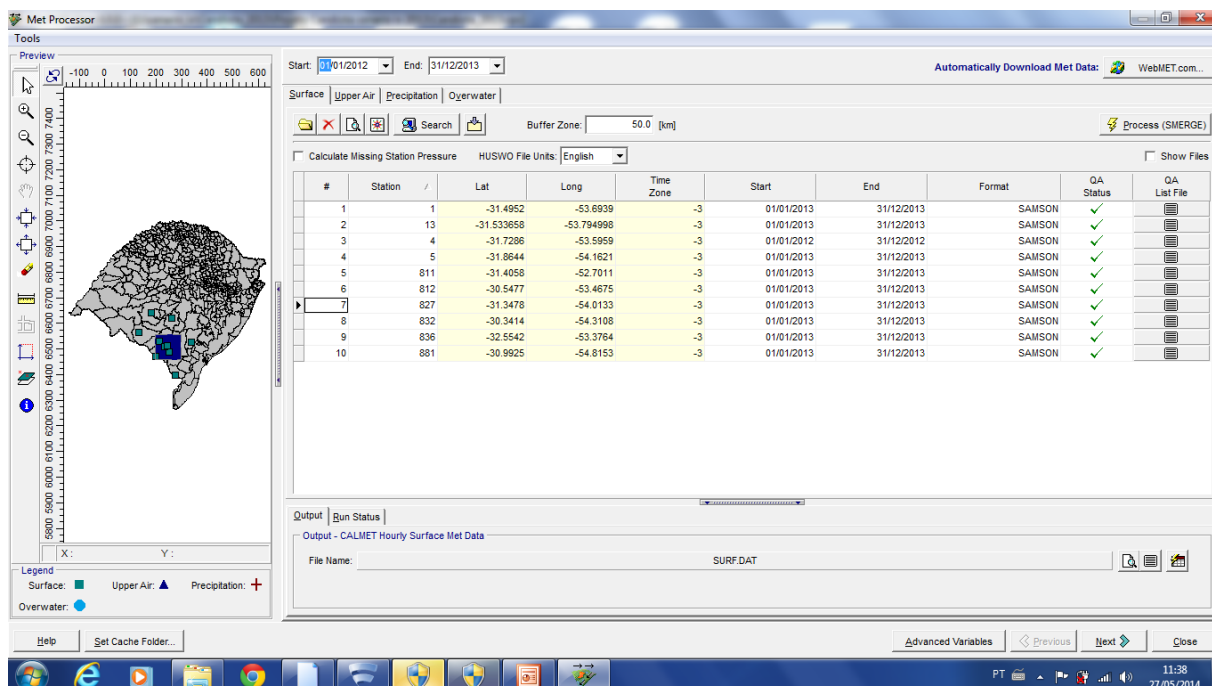


Figura 46 - Ilustração do arquivo gerados com as informações das estações meteorológicas de superfície

Outro pré-processador meteorológico relacionado ao CALMET é o READ62. Esse programa é responsável pela extração e processamento de dados de altitude (ar superior) medidos através de radiosondagens. Os dados de altitude processados pelo READ62 são armazenados em um arquivo chamado UP.DAT. Este arquivo contém dados de pressão atmosférica, altura, temperatura, direção e velocidade do vento. A Figura 47 ilustra o procedimento apresentado acima.

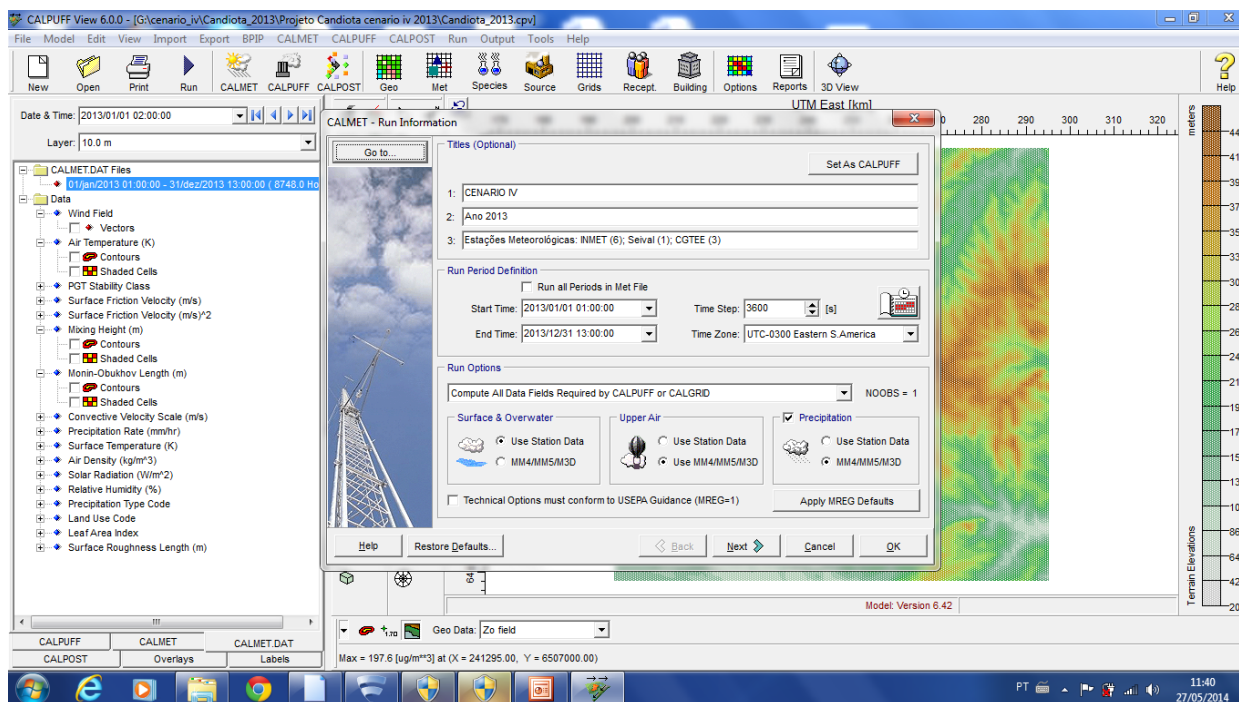


Figura 47 - Ilustração do tratamento dos dados no modelo CALMET

Conforme já mencionado o CALMET trata os dados meteorológicos obtidos através das estações de superfície, bem como através do modelo de mesoescala WRF, e calcula para cada ponto de grade os dados micrometeorológicos, tais como: velocidade de atrito, comprimento de Monin Obukhov, os fluxos superficiais, altura da camada convectiva, entre outros, necessários para a modelagem de dispersão.

O CALMM5 é outro pré-processador que prepara os dados prognósticos gerados pelo modelo de mesoescala WRF, utilizado neste estudo, ou outros modelos de mesoescala similares, para assimilação das informações meteorológicas pelo CALMET (Figura 48). Os parâmetros meteorológicos extraídos pelo CALMM5 são componentes de velocidade vertical e horizontal, pressão, temperatura, umidade relativa, razões de mistura para vapor, água, chuva e granizo.

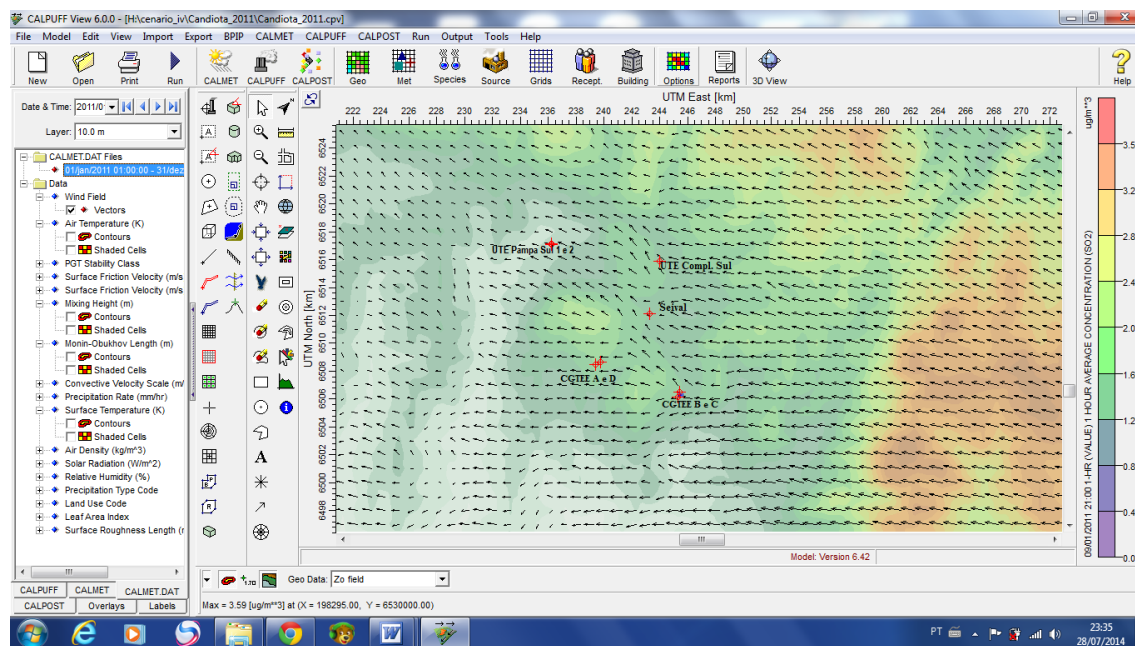


Figura 48 - Campo de vento obtido pelo modelo CALMET

A Figura 48 mostra o campo de vento calculado pelo modelo CALMET para cada ponto de grade, a esquerda da figura é possível verificar todas as variáveis micrometeorológicas calculadas para cada ponto de grade e cada hora dos 365 dias do ano. No ícone superior é possível solicitar a hora e a data da qual queremos obter as informações tanto de superfície quanto em níveis superiores, isto é possível porque o modelo foi inicializado com dados informações tanto das estações de superfície quanto de ar superior, estas obtidas através do modelo de mesoescala.

O TERREL é um pré-processador geofísico responsável pela extração e tratamento de dados de elevação de terreno englobando os formatos do Modelo de Elevação Digital USGS (DEM), dados digitais de terreno ARM3 (*Rocky Mountain Acid Deposition Model Assessment*), *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) entre outros, com resolução espacial de até 30 metros. Esses dados são selecionados a partir das características do domínio escolhidas pelo usuário e organizados em grade regular cartesiana ou polar, neste trabalho utilizamos uma grade regular cartesiana, com resolução espacial de 900 metros.

O CTGCOMP é um pré-processador compactador de arquivos no formato *Composite Theme Grid* (CTG) e Land Cover (LULC) da USGS, com resolução espacial de até 30 metros para os Estados Unidos e 900 metros para o restante do mundo. Esse arquivo é lido e computado para cada célula de grade pelo pré-processador CTGPROC que extrai e processa os dados de uso e cobertura do solo.

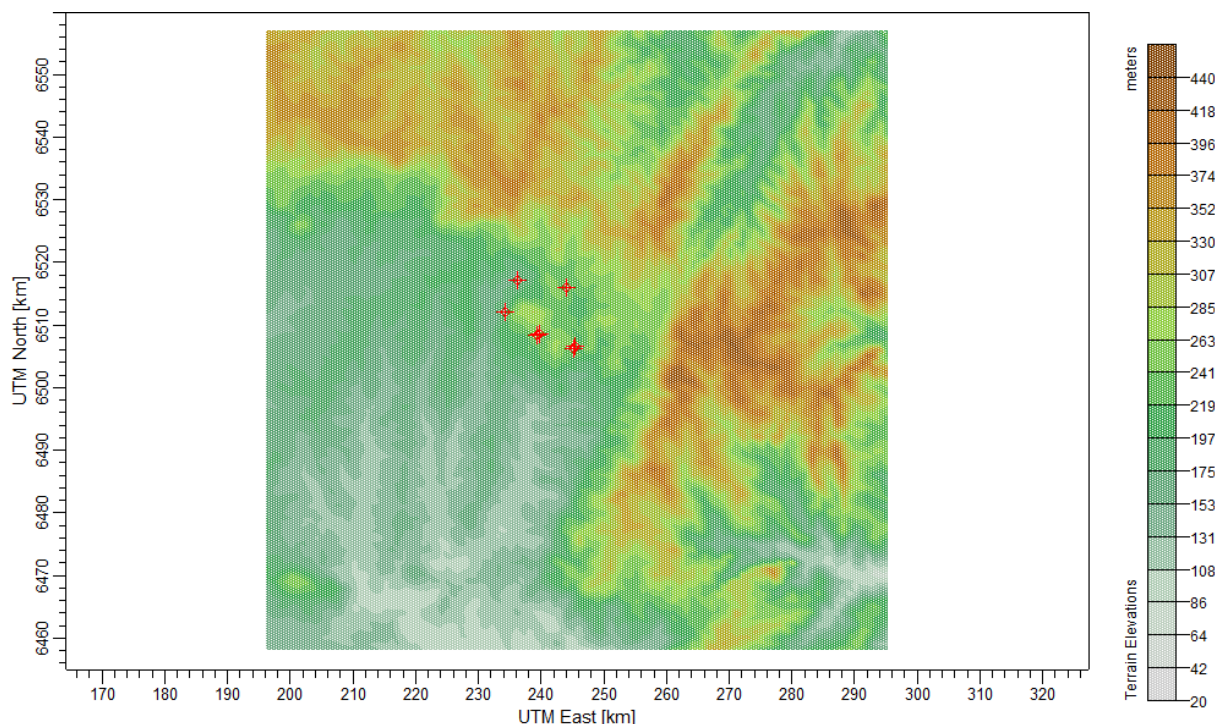


Figura 49 - Topografia obtida pelo pré processamento do terreno utilizada no CALPUFF

A superfície pode influenciar no escoamento e comportamento dos poluentes de duas formas: através do efeito mecânico (atrito) com a superfície, e do térmico, os quais são responsáveis pela turbulência nesta camada. Devido a esta turbulência, há transporte de calor e de umidade da superfície para a atmosfera e transporte de momentum da atmosfera para a superfície. Um exemplo de efeito térmico é a grande variação da temperatura próxima à superfície do solo, a qual não se mostra em grandes altitudes.

O pré-processador final dos dados de uso da terra é o MAKEGEO (Figura 50). Esse pré-processador é o responsável por calcular as categorias de uso do solo e os parâmetros superficiais para cada célula da grade, utilizando os arquivos gerados pelo TERREL e CTGPROC. O resultado final será o arquivo GEO.DAT, que contém todos os dados geofísicos necessários e no formato correto para ser utilizado pelo CALMET, tais como rugosidade, albedo, razão de Bowen, parâmetro de fluxo de calor no solo, índice de área foliar e fluxo de calor antropogênico.

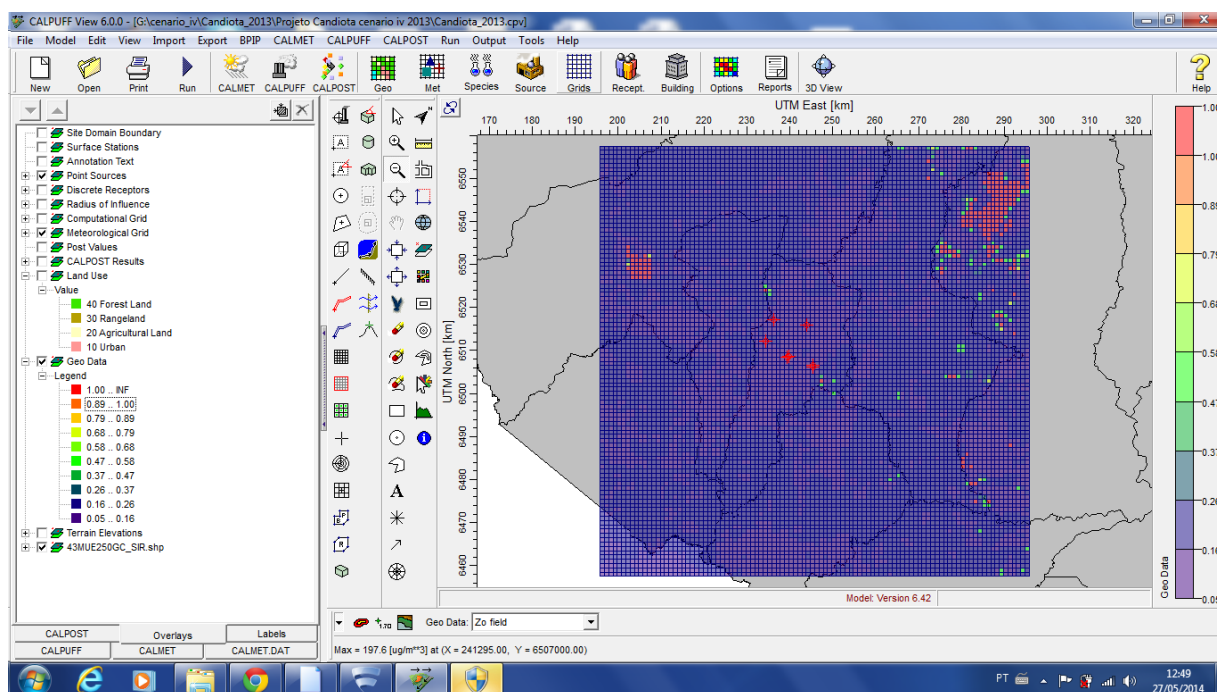


Figura 50 - Ilustração do uso da terra com a aplicação do pré-processador MAKEGEO, utilizados pelo modelo CALPUFF

Os modelos CALPUFF e CALPOST

O CALPUFF é o modelo de transporte de poluentes do tipo *puff* gaussiano que simula a dispersão e os processos de transformação do material emitido pela fonte desejada ao longo de seu caminho natural. Nele as variações espaço-temporais ocorridas nos campos meteorológicos selecionados são explicitamente incorporados aos resultados de distribuição dos *puffs* durante todo o período de simulação. Como exemplo, a Figura 51 ilustra a emissão dos puffs de poluentes emitidos por diferentes fontes industriais.

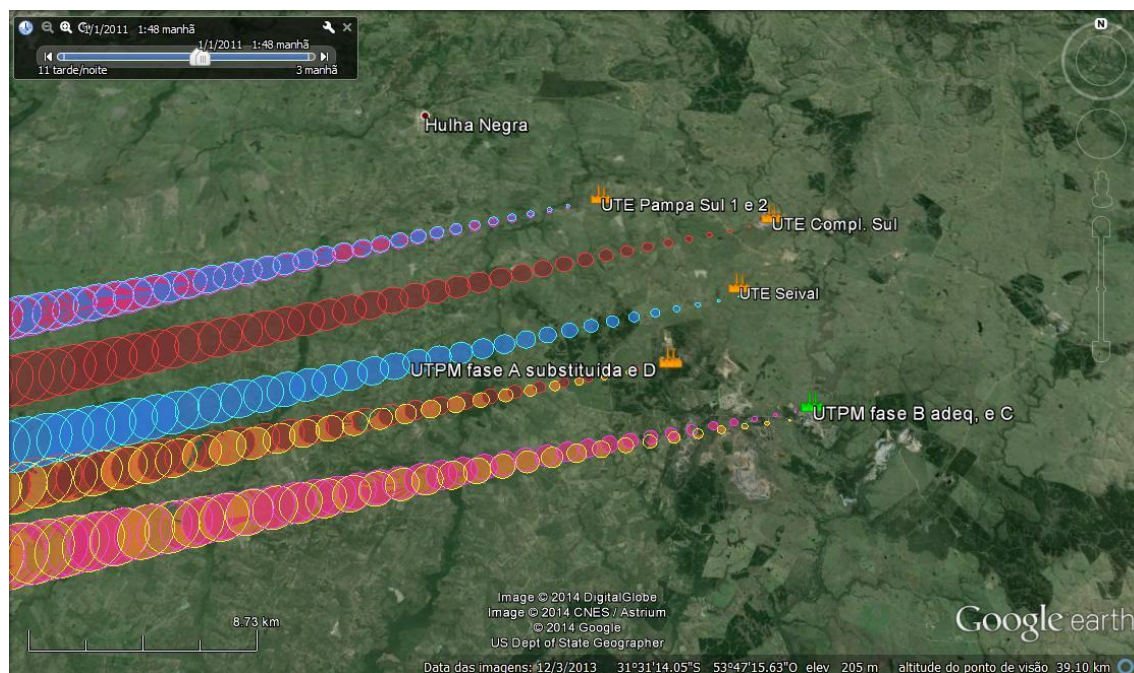


Figura 51 - Ilustração da dispersão dos poluentes, simuladas pelo CALPUFF, emitidos por diferentes fontes de emissão

A subgrade de terreno complexo, é uma escala utilizada no CALPUFF baseada no *Complex Terrain Dispersion Model* (CTDMPLUS) (Perry *et al.*, 1989) que determina através da divisão aerodinâmica da pluma qual poluente é desviado pelas laterais ou pela porção acima do relevo. A Figura 52 mostra a topografia em tridimensional considerada nas simulações deste estudo.

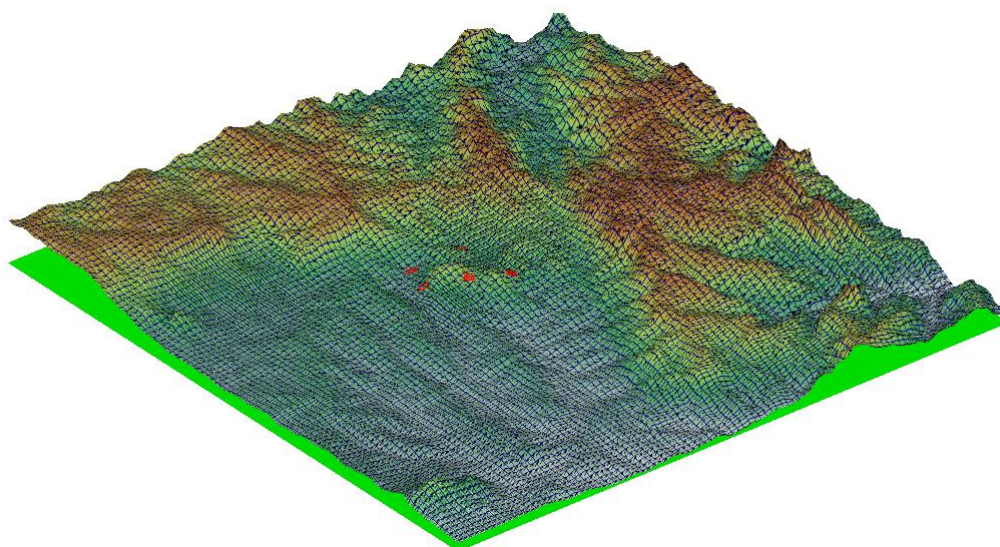


Figura 52 - Visão tridimensional da topografia considerada pelo modelo CALPUFF, para o estudo da Bacia Aérea de Candiotá/RS

O modelo CALPUFF, possui quatro opções internas para a parametrização dos efeitos de transformação química. A primeira baseada no esquema do modelo MESOPUFF II para SO_2 , SO_4 , NO_x , HNO_3 e NO_3 , a segunda baseada no esquema RIVAD/ARM3 para SO_2 , SO_4 , NO , NO_2 , HNO_3 e NO_3 , a terceira em que o usuário especifica as taxas de transformação para um ciclo de 24 horas e a última opção permite que não seja considerado no modelo as transformações químicas.

Para utilizar esta opção, muitas informações relacionadas as emissões da fonte, tais como concentrações de fundo da amônia, de ozônio, entre outras, são necessárias, como as empresas não tinham as informações necessárias, essa opção não foi utilizada neste estudo.

Por fim, o CALPOST é o modelo de pós-processamento, o qual, produz os gráficos com isolinhas de concentrações e os relatórios das simulações, com opções para calcular o tempo médio das concentrações e fluxos de deposição. Os resultados obtidos com referido modelo encontram-se discutidos no item 8.

7.2.2. Modelagem no AERMOD

Conforme apresentado no item 4.1, o NO_x emitido passa por várias transformações químicas na atmosfera até a formação do NO_2 . Por isso esse poluente não pode ser considerado como inerte na modelagem. Para simular essas transformações, o CALPUFF exige uma série de parâmetros e informações que não estão disponíveis para a região de estudo. Por esse motivo, após consenso com IBAMA, optou-se por utilizar o modelo AERMOD que simula essas transformações de maneira mais simplificada, permitindo que as simulações fossem realizadas para o poluente NO_2 .

No intuito de avaliar a qualidade do ar da região de Candiota-RS, os dados obtidos através da simulação da dispersão do poluente NO₂ atmosféricos utilizando o modelo AERMOD em sua versão 1.8.5, foram comparados com os padrões nacionais de qualidade do ar, conforme a Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90.

Modelo proposto AERMOD

O sistema de modelagem AERMOD (AERMIC *Model* - AMS) consiste em dois pré-processadores e um modelo de dispersão. Um pré-processador de dados meteorológicos AERMET que provê ao AERMOD as informações necessárias para a descrição da camada limite planetária e o pré-processador AERMAP utiliza as informações do terreno e de localização das fontes e pontos receptores para posterior uso pelo modelo de dispersão. (EPA, 2004).

Um esquema de funcionamento do modelo, mostrando os dados de entrada, os pré-processadores e o arquivo final, está ilustrado na Figura 53.

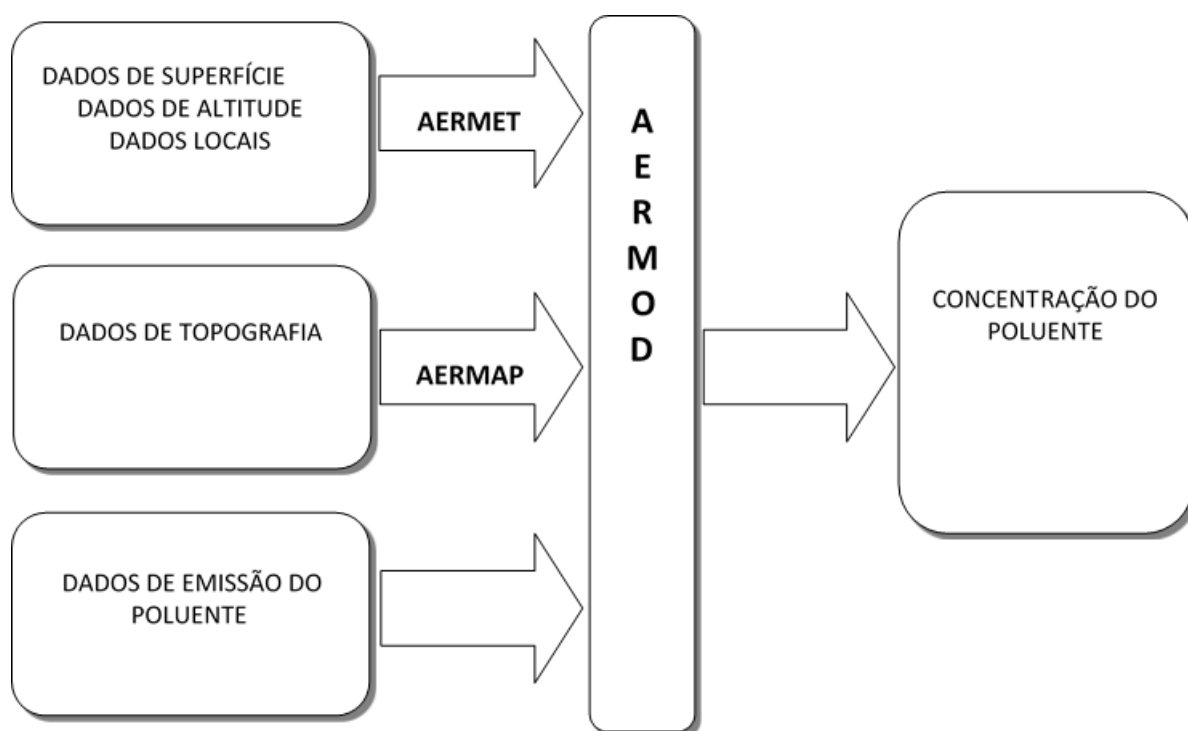


Figura 53 - Esquema de funcionamento do AERMOD

AERMET

O modelo AERMOD utiliza um processador de dados meteorológicos de superfície e altitude, denominado *Aermod Meteorological Preprocessor*, AERMET, o mesmo utiliza dados meteorológicos observados (direção e velocidade do vento, temperatura e cobertura das

nuvens) bem como características da superfície (albedo, rugosidade e razão de Bowen), que são escolhidas pelo usuário de acordo com as categorias de uso do solo; para então calcular diversos parâmetros da CLA tais como: velocidade de fricção (u^*), comprimento de Monin-Obukhov (L), escala de velocidade convectiva (w^*), escala de temperatura (θ^*), altura de mistura (Z_i) e fluxo de calor na superfície (H), necessários para o cálculo da dispersão de poluentes no modelo AERMOD (EPA 2004).

No sistema de modelagem AERMOD, baseada na teoria da similaridade de Monin-Obukhov e utilizando dados meteorológicos de superfície e altitude, é desenvolvida uma formulação para a estimativa da distribuição vertical do campo de vento, temperatura e turbulência. As formulações do modelo AERMOD, para a altura da camada de mistura são mais avançadas, permitindo uma modelagem mais realística do regime da camada limite atmosférica. Para o cálculo da elevação da pluma o modelo, considera a modificação dos campos de vento e temperatura em condições estáveis e, em condições instáveis são consideradas as correntes convectivas ascendentes e descendentes.

A EPA (2004) ressalta que uma das grandes melhorias deste modelo é a habilidade de caracterizar a camada limite planetária. O AERMOD constrói perfis verticais a partir de variáveis meteorológicas mensuradas e extrapolações destas medidas utilizando a escala de similaridade. Perfis vertical da velocidade e direção do vento, turbulência, temperatura e gradiente de temperatura são estimados utilizando as observações meteorológicas. Na camada planetária estável (SBL), assume que a distribuição da concentração é gaussiana tanto na horizontal como na vertical. Na camada planetária convectiva (CBL), a distribuição horizontal também é gaussiana, mas a distribuição vertical é descrita com uma função de densidade de probabilidade bi gaussiana.

O primeiro estágio extrai e avalia a qualidade dos dados de altitude e superfície; o segundo faz uma combinação (etapa conhecida como *merge*) dos dados disponíveis para um período de 24 horas e escreve estes em um único arquivo intermediário; o terceiro estágio assimila os arquivos de dados combinados e realiza a estimativa dos parâmetros da CLP necessários para o módulo de dispersão realizar os cálculos de concentração no modelo AERMOD. A Figura 54 mostra um fluxograma dos três estágios do pré-processador meteorológico.

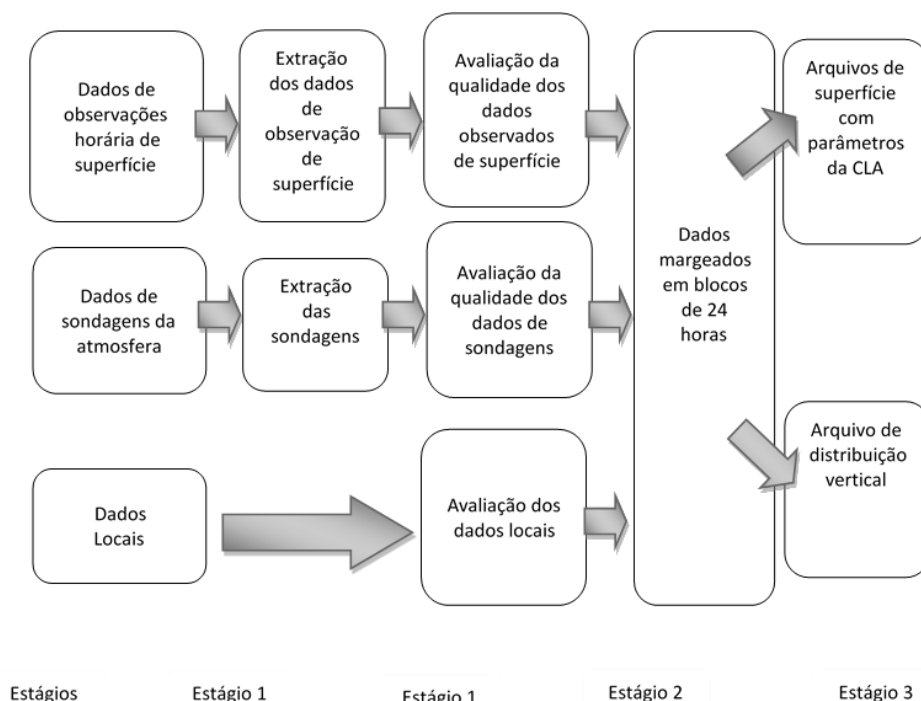


Figura 54 - Fluxograma do pré-processador AERMET

Fonte: adaptado Ferreira 2005

AERMAP

O AERMAP (*AERMOD Terrain Pre-processor*), a partir de informações oriundas do Modelo Digital de Elevação disponíveis na *United States Geological Survey* – USGS (<http://www.usgs.gov> ou na http://www.webgis.com/terr_us75m.html), com capacidade para uma resolução de até 30 metros e utilizando o sistema de coordenada UTM, caracteriza o terreno e o incorpora na grade de receptores para o modelo de dispersão AERMOD.

O pré-processador, AERMAP (EPA, 2004), tem como principal atribuição realizar o pré-processamento dos dados de terreno e de localização das fontes e receptores. Inicialmente, o usuário define o domínio para a modelagem, indica a(s) posição(es) da(s) fonte(s) e receptor(es) que serão introduzidas no modelo e o AERMAP realizará o cálculo de elevação da base do terreno para cada receptor e fonte.

7.3. Dados de entrada – aspectos meteorológicos

Para realizar a modelagem da dispersão dos poluentes é necessário organizar os dados meteorológicos das estações de superfície de forma integrada com os dados meteorológicos obtidos do modelo de mesoescala WRF, para isso o pré processador CALMET é utilizado, o mesmo organiza as informações meteorológicas de acordo com o formato exigido pelo modelo de dispersão CALPUFF. A seguir, serão descritos os métodos empregados para obtenção, tratamento e aplicação dos dados de entrada na modelagem com o CALPUFF.

7.3.1. Dados das estações Meteorológicas de superfície

Os dados meteorológicos utilizados, foram obtidos através das estações de superfície localizadas na área de estudo e áreas adjacências, o período considerado para o estudo de dispersão compreende os anos de 2011, 2012 e 2013. Foram utilizados dados de seis estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET): Bagé, Dom Pedrito, Caçapava do Sul, Canguçu, Jaguarão e São Gabriel. Além de três estações da Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (Eletrobrás CGTEE): Aeroporto, Pedras Altas e Aceguá; e uma da Usina Termelétrica Complexo Sul (Eneva). Os dados meteorológicos das estações de propriedade da CGTEE e ENEVA, correspondem ao período de 2012 e 2013, visto que no ano de 2011, a CGTEE estava instalando a rede de monitoramento e os dados não estavam calibrados para todo período necessário.

Na Tabela 19 e na Figura 55 são apresentadas as coordenadas geográficas de cada estação e sua distribuição na área de estudo.

Tabela 19 - Localização das Estações meteorológicas utilizadas no estudo

Estação	Número	Latitude	Longitude
Bagé	A827	-31.3478°S	-54.0133° W
Caçapava do Sul	A812	-30.5477° S	-53.4675° W
Canguçu	A881	-31.4058° S	-52.7011° W
Dom Pedrito	A811	-30.9925° S	-54.8153° W
Jaguarão	A836	-32.5542° S	-53.3764° W
São Gabriel	A832	-30.3414° S	-54.3108° W
Aeroporto	-	-31°29'42.80"S	-53°41'38.00"W
Pedras Altas	-	-31°43'43.25"S	-53°35'45.36"W
Aceguá	-	-31°51'51.85"S	-54°9'43.71"W
MPX Sul	-	-31,533658°S	-53,794998°W

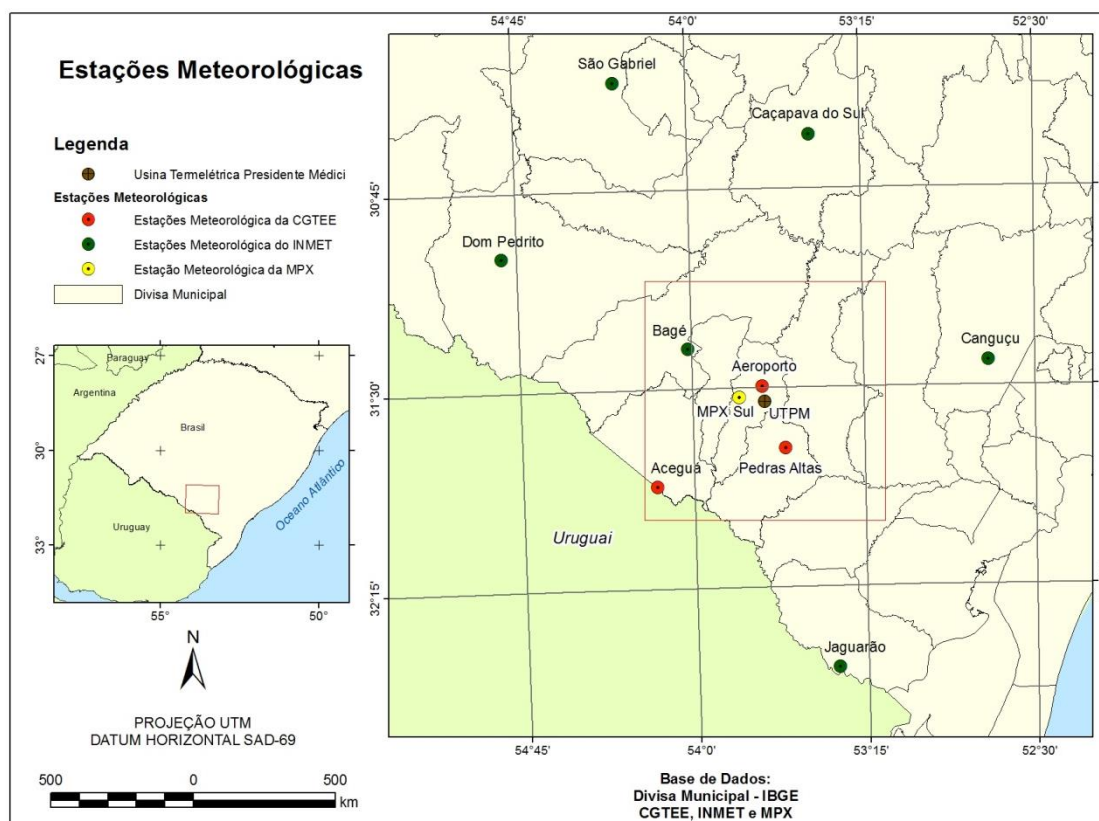


Figura 55 - Localização das estações meteorológicas de superfície utilizadas no estudo

- As variáveis meteorológicas foram coletadas, com uma frequência horária para de acordo com as exigências do modelo CALPUFF, o que gerou uma gama de informações considerável. As informações meteorológicas utilizadas para gerar os arquivos são as seguintes: Velocidade Escalar do Vento (m/s); Frequência Horária com amostra de 1h a 6,0 m.
- Direção Escalar do Vento (°); Frequência Horária com amostra de 1 Hora a 6,0 m.
- Precipitação Pluviométrica (mm); Frequência Horária com amostra de 1 Hora a 1,0 m.
- Temperatura (°C); Frequência Horária com amostra de 1 Hora a 3,0 m.
- Radiação Solar Global (W/m²); Frequência Horária com amostra de 1 Hora a 1,0 m.
- Umidade Relativa (%); Frequência Horária com amostra de 1 Hora a 1,0 m.
- Pressão Atmosférica (hPa); Frequência Horária com amostra de 1 Hora a 2,0 m.

7.3.2. Tratamento e pré-processamento dos dados meteorológicos

Os dados brutos das estações meteorológicas foram organizados em planilhas do Microsoft Excel (extensão *.xls), ordenando um arquivo para cada ano de cada estação meteorológica automática. Nessas planilhas, as variáveis meteorológicas de superfície medidas estão representadas nas colunas, e nas linhas são registradas suas respectivas datas/horários

(Tabela 20). Também são informadas as coordenadas geográficas das estações, as unidades dos parâmetros meteorológicos, o horário em UTC e a altura da estação em relação à superfície do local, uma outra informação importante para o cálculo dos parâmetros micrometeorológicos é a altura da base das nuvens, esta foi estimada através da fórmula:

$$H = 125. (T_{\text{superfície}} - T_{\text{ponto de orvalho}})$$

Onde: H é a altura da base das nuvens (m); 125 é uma constante relacionada às duas variáveis meteorológicas; T é temperatura obtida pelas estações automáticas.

O conhecimento desta variável é muito importante em estudos relacionados camada limite, a formação de nuvens na porção superior da camada limite bem misturada se deve ao fato de que nesta, a umidade e as temperaturas amenas, contribuem para a condensação do vapor d'água. Outros fenômenos da camada limite relacionados as nuvens são os nevoeiro e os temporais. Embora este último não seja um forçante de superfície, pode modificar, em questão de minutos, a altura camada limite, uma discussão mais detalhada da camada limite planetária é apresentada a seguir.

Para completar a série temporal de dados faltantes, apresentados em Anexo, foram usados os seguintes métodos: média por vizinhos próximos, o que significa que a estação de superfície mais próxima foi utilizada para preencher as lacunas dos dados faltantes, e método de interpolação de dados, utilizado quando faltam dados entre uma hora, por exemplo, é feita uma interpolação entre os dois períodos e aplicado no horário faltante. A tabela a seguir dá uma ideia dos arquivos organizados na planilha excel.

Tabela 20 - Exemplo da organização dos dados meteorológicos nas planilhas

	Year	Month	Day	Hour	Celling Height (100 feet)	Wind Dir Direção do Vento	Wind Speed Velocidade do Vento	Dry Bulb Temp Temperatura	UMIDADE HUMIDITY % de Nuvens no Céu	Opaque Cloud Cover % Céu Nublado					
Número da Estação	ANO	MÊS	DIA	HORA	Altura da base das nuvens centena de pés	número inteiro (graus)	Nós m/s Kelvin Celsius	Fahrenheit	%	%	Radiação Solar wh/m2	Pressão	Precipitação Milimetro	Temp. pto de orvalho	
1-5	01/jan	8-9	10-11	12-13	14-16	17-18	19-21	22-24	25-26	27-28					
A827	11	1	1	0	850	107	6	23	66	4	0	985	0	16,2	
A827	11	1	1	1	625	110	5	22	75	4	0	987	0	16,7	
A827	11	1	1	2	450	113	4	21	82	4	0	987	0	16,9	
A827	11	1	1	3	325	110	5	20	87	3	0	986	0	17,1	
A827	11	1	1	4	225	129	3	18	91	3	0	986	0	16,4	
A827	11	1	1	5	125	116	2	19	95	3	0	986	0	17,6	
A827	11	1	1	6	300	112	2	20	88	3	0	985	0	17,5	
A827	11	1	1	7	450	94	2	21	82	3	0	986	0	17,2	
A827	11	1	1	8	400	111	3	21	84	3	0	986	0	17,4	
A827	11	1	1	9	250	137	3	20	90	3	5	986	0	18,1	
A827	11	1	1	10	550	91	4	22	78	3	104	986	0	17,1	
A827	11	1	1	11	425	89	3	21	83	4	176	986	0	18	
A827	11	1	1	12	625	125	5	24	75	4	309	986	0	18,5	
A827	11	1	1	13	850	130	7	25	66	4	394	986	0	17,8	
A827	11	1	1	14	1150	118	7	27	54	2	765	985	0	17,9	

A organização dos dados de superfície foi realizada em formato de tabelas e representação gráfica conforme exemplo do Gráfico 10, os arquivos encontram-se disponíveis para todo período de estudo, considerando todas as estações utilizadas.

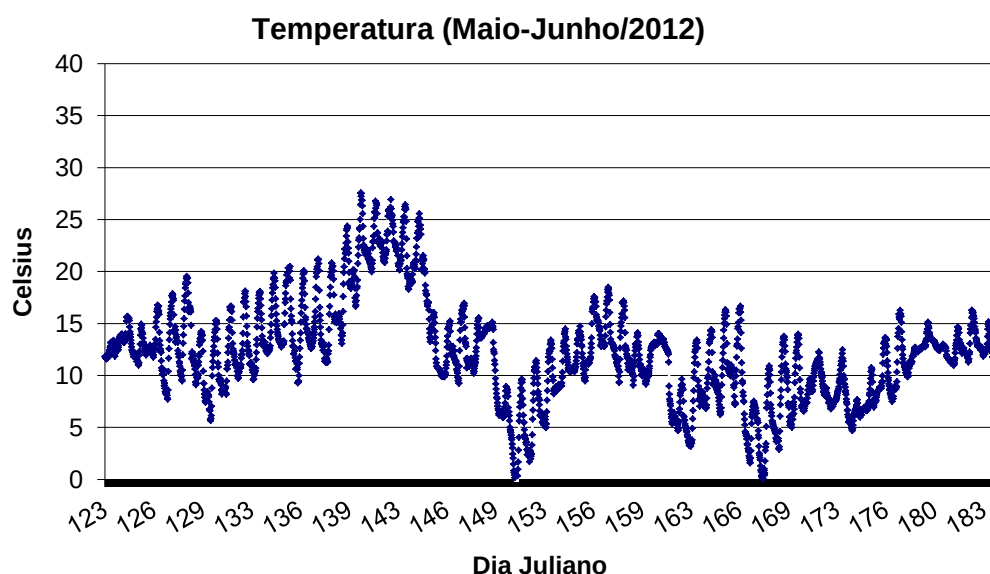


Gráfico 10 - Variação temporal, horaria, da temperatura do ar, para o período de maio-junho/2012

Na etapa seguinte, o pré-processador meteorológico foi utilizado a fim de transformar os arquivos .xls em arquivos SAMSON (.sam), extensão identificada pelo processador meteorológico (CALMET).

A Figura 56 mostra os dados do arquivo .SAM gerado pelo pré processador de dados meteorológicos. É possível observar os cálculos relacionados aos parâmetros micrometeorológicos, relacionados a Camada Limite Atmosférica (CLA) tais como: velocidade de fricção (u^*), comprimento de Monin-Obukhov (L), escala de velocidade convectiva (w^*), escala de temperatura (θ^*), altura de mistura (Z_i) e fluxo de calor na superfície (H), necessários para o cálculo da dispersão de poluentes calculados pelo CALMET.

Met View [Pre-Processed Surface Met Data File]

File Header Data

Surface File Name: 2012_aero.SFC

Station Latitude: 21.3005

Station Longitude: -53.300W

Upper Air Station ID: N/A

Surface Station ID: 213

Onsite Station ID: N/A

Version: 06341

Filter

Year: All

Month: All

Day: All

Julian Day: All

Show All

Year	Month	Day	Julian Day	Hour	Sensible Heat Flux (W/m²)	Surface Flux (W/m²)	Convective Velocity (m/s)	Vertical Potential Temperature Gradient above PBL	Height of Convectively-Generated Boundary Layer-PBL [m]	Height of Mechanically-Generated Boundary Layer-PBL [m]	Monin-Oublov Length [m]	Surface Roughness Length [m]	Bowen Ratio	Albedo	Wind Speed - 10m [m/s]	Wind Direction - 10m (degrees)	Reference Height for Vils and Vils [m]	Temperature - temp [°C]	Reference Height for temp [m]	Precipitation Code	Precipitation Rate [mm/hr]	Relative Humidity [%]	Surface Pressure [mbar]	Cloud Cover [tenths]	
Min	2012	jan	1	1	-999.0	-8.000	-8.000	-9.000	-999.0	-999.0	-9999.0	0.040	0.93	0.29	0.00	0.0	10.0	274.1	2.0	0	0.00	24.0	988.0	0	
Max	2012	jan	31	366	24	238.0	1.241	2.374	0.005	4000.0	3162.0	8888.0	0.040	0.93	1.00	999.000	999.0	10.0	999.0	2.0	0	52.07	999.0	1013.0	99
1	2012	jan	1	1	1	-999.0	-8.000	-8.000	-999.0	-999.0	-9999.0	0.040	0.93	1.00	8.20	101.0	10.0	293.1	2.0	0	0.00	84.0	985.0	2	
2	2012	jan	1	1	2	-52.1	0.501	-8.000	-8.000	-999.0	820.0	211.7	0.040	0.93	1.00	7.20	88.0	10.0	292.1	2.0	0	0.00	83.0	985.0	2
3	2012	jan	1	1	3	-52.1	0.501	-8.000	-8.000	-999.0	810.0	211.7	0.040	0.93	1.00	7.20	84.0	10.0	292.1	2.0	0	0.00	81.0	985.0	2
4	2012	jan	1	1	4	-52.1	0.501	-8.000	-8.000	-999.0	810.0	211.7	0.040	0.93	1.00	7.20	93.0	10.0	292.1	2.0	0	0.00	82.0	985.0	2
5	2012	jan	1	1	5	-40.0	0.578	-8.000	-8.000	-999.0	1004.0	280.2	0.040	0.93	1.00	8.20	103.0	10.0	292.1	2.0	0	0.00	85.0	986.0	2
6	2012	jan	1	1	6	-52.0	0.501	-8.000	-8.000	-999.0	820.0	212.5	0.040	0.93	1.00	7.20	112.0	10.0	293.1	2.0	0	0.00	83.0	986.0	2
7	2012	jan	1	1	7	3.0	0.595	0.162	0.005	50.0	1095.0	-496.2	0.040	0.93	0.40	8.20	105.0	10.0	293.1	2.0	0	0.00	81.0	987.0	2
8	2012	jan	1	1	8	42.6	0.642	1.912	0.005	584.0	1182.0	-372.6	0.040	0.93	0.35	8.70	93.0	10.0	295.1	2.0	0	0.00	79.0	987.0	2
9	2012	jan	1	1	9	118.6	0.690	1.404	0.005	823.0	1264.0	-203.5	0.040	0.93	0.31	8.70	97.0	10.0	295.1	2.0	0	0.00	77.0	987.0	2
10	2012	jan	1	1	10	165.7	0.696	1.697	0.005	1041.0	1220.0	-149.8	0.040	0.93	0.29	8.70	101.0	10.0	295.1	2.0	0	0.00	79.0	988.0	2
11	2012	jan	1	1	11	203.1	0.735	1.958	0.005	1300.0	1447.0	-172.2	0.040	0.93	0.29	9.80	94.0	10.0	298.1	2.0	0	0.00	64.0	987.0	2
12	2012	jan	1	1	12	225.7	0.682	2.127	0.005	1504.0	1240.0	-113.1	0.040	0.93	0.29	8.70	96.0	10.0	298.1	2.0	0	0.00	67.0	987.0	2
13	2012	jan	1	1	13	213.3	0.663	2.342	0.005	1713.0	1240.0	-110.3	0.040	0.93	0.29	8.70	93.0	10.0	299.1	2.0	0	0.00	59.0	987.0	1
14	2012	jan	1	1	14	227.7	0.628	2.311	0.005	1910.0	1147.0	-85.6	0.040	0.93	0.29	8.20	96.0	10.0	299.1	2.0	0	0.00	65.0	986.0	1
15	2012	jan	1	1	15	208.2	0.680	2.328	0.005	2130.0	1232.0	-121.5	0.040	0.93	0.29	8.70	102.0	10.0	299.1	2.0	0	0.00	62.0	986.0	1
16	2012	jan	1	1	16	175.1	0.657	2.270	0.005	2356.0	1224.0	-142.2	0.040	0.93	0.29	8.70	104.0	10.0	299.1	2.0	0	0.00	60.0	987.0	1
17	2012	jan	1	1	17	150.2	0.651	2.126	0.005	2580.0	1209.0	-186.3	0.040	0.93	0.30	8.70	111.0	10.0	299.1	2.0	0	0.00	59.0	985.0	1
18	2012	jan	1	1	18	76.0	0.578	1.816	0.005	2812.0	923.0	-103.7	0.040	0.93	0.33	7.20	107.0	10.0	296.1	2.0	0	0.00	62.0	986.0	1
19	2012	jan	1	1	19	15.1	0.526	1.125	0.005	3327.0	878.0	-85.6	0.040	0.93	0.44	7.20	114.0	10.0	297.1	2.0	0	0.00	68.0	986.0	1
20	2012	jan	1	1	20	-34.8	0.339	-8.000	-8.000	-999.0	480.0	98.1	0.040	0.93	0.77	5.10	107.0	10.0	295.1	2.0	0	0.00	76.0	986.0	1
21	2012	jan	1	1	21	-52.0	0.501	-8.000	-8.000	-999.0	814.0	209.8	0.040	0.93	1.00	7.20	110.0	10.0	294.1	2.0	0	0.00	81.0	987.0	1
22	2012	jan	1	1	22	-35.5	0.320	-8.000	-8.000	-999.0	470.0	95.0	0.040	0.93	1.00	5.10	112.0	10.0	294.1	2.0	0	0.00	82.0	987.0	1
23	2012	jan	1	1	23	-34.3	0.339	-8.000	-8.000	-999.0	454.0	100.0	0.040	0.93	1.00	5.10	100.0	10.0	293.1	2.0	0	0.00	84.0	987.0	3
24	2012	jan	1	1	24	-5.9	0.076	-8.000	-8.000	-999.0	170.0	6.6	0.040	0.93	1.00	2.10	80.0	10.0	293.1	2.0	0	0.00	85.0	987.0	1
25	2012	jan	2	2	1	-27.0	0.254	-8.000	-8.000	-999.0	295.0	53.5	0.040	0.93	1.00	4.10	96.0	10.0	292.1	2.0	0	0.00	85.0	986.0	0
26	2012	jan	2	2	2	-27.0	0.254	-8.000	-8.000	-999.0	295.0	53.5	0.040	0.93	1.00	4.10	112.0	10.0	292.1	2.0	0	0.00	88.0	985.0	0
27	2012	jan	2	2	3	-27.1	0.254	-8.000	-8.000	-999.0	295.0	53.2	0.040	0.93	1.00	4.10	142.0	10.0	291.1	2.0	0	0.00	90.0	985.0	0
28	2012	jan	2	2	4	-5.9	0.076	-8.000	-8.000	-999.0	87.0	6.6	0.040	0.93	1.00	2.10	100.0	10.0	291.1	2.0	0	0.00	89.0	986.0	0
29	2012	jan	2	2	5	-1.3	0.036	-8.000	-8.000	-999.0	19.0	3.2	0.040	0.93	1.00	1.00	86.0	10.0	290.1	2.0	0	0.00	91.0	986.0	3
30	2012	jan	2	2	6	-1.3	0.036	-8.000	-8.000	-999.0	16.0	3.1	0.040	0.93	1.00	1.00	67.0	10.0	290.1	2.0	0	0.00	90.0	986.0	0
31	2012	jan	2	2	7	-1.6	0.144	-8.000	-8.000	-999.0	128.0	165.0	0.040	0.93	0.49	2.10	89.0	10.0	292.1	2.0	0	0.00	82.0	986.0	0
32	2012	jan	2	2	8	59.4	0.287	0.439	0.005	50.0	300.0	-25.2	0.040	0.93	0.35	3.10	116.0	10.0	294.1	2.0	0	0.00	76.0	987.0	1
33	2012	jan	2	2	9	114.6	0.336	1.085	0.005	380.0	440.0	-39.2	0.040	0.93	0.31	4.10	140.0	10.0	296.1	2.0	0	0.00	66.0	987.0	0
34	2012	jan	2	2	10	162.3	0.411	1.426	0.005	630.0	605.0	-37.5	0.040	0.93	0.29	5.10	141.0	10.0	297.1	2.0	0	0.00	57.0	987.0	0
35	2012	jan	2	2	11	199.5	0.349	1.659	0.005	867.0	476.0	-18.7	0.040	0.93	0.29	4.10	135.0	10.0	299.1	2.0	0	0.00	50.0	987.0	0
36	2012	jan	2	2	12	222.9	0.418	1.861	0.005	1019.0	622.0	-28.9	0.040	0.93	0.29	5.10	161.0	10.0	300.1	2.0	0	0.00	48.0	986.0	0
37	2012	jan	2	2	13	231.3	0.419	2.062	0.005	1222.0	626.0	-30.0	0.040	0.93	0.29	5.10	149.0	10.0	301.1	2.0	0	0.00	42.0	985.0	0
38	2012	jan	2	2	14	277.4	0.414	2.064	0.005	1477.0	674.0	-39.4	0.040	0.93	0.41	6.70	147.0	10.0	302.1	2.0	0	0.00	40.0	986.0	0

Figura 56 - Exemplo do arquivo.SAM gerado pelo pré processador meteorológico

É possível observar também uma coluna relacionada à altura da camada convectiva, ou de mistura apresenta uma variação diurna coerente com as informações já obtidas pelas campanhas meteorológicas realizadas em Candiota-RS.

Observando-se os perfis verticais da temperatura potencial, através da primeira inversão térmica em altitude pode-se definir a altura da camada limite planetária (CLP), região que vai desde a superfície terrestre até a altura no qual o efeito do atrito causado pelo contato entre o ar e a superfície da terra deixa de ser importante. A profundidade desta camada varia desde aproximadamente 10 m até em torno de 1 a 2 km, e depende da taxa de aquecimento e resfriamento, do cisalhamento do vento, da rugosidade da superfície, dos movimentos verticais de larga escala, da advecção horizontal de calor e umidade.

A Figura 57 apresenta resultados de trabalho de campo realizados no aeroporto de Candiota-RS, para o ano de 2008, mês de julho. São apresentados dois dias, um com céu claro, sem nuvens, dia 16/07/2008 e um dia relacionado a passagem de um sistema frontal, com nuvens, dia 18/07/2008.

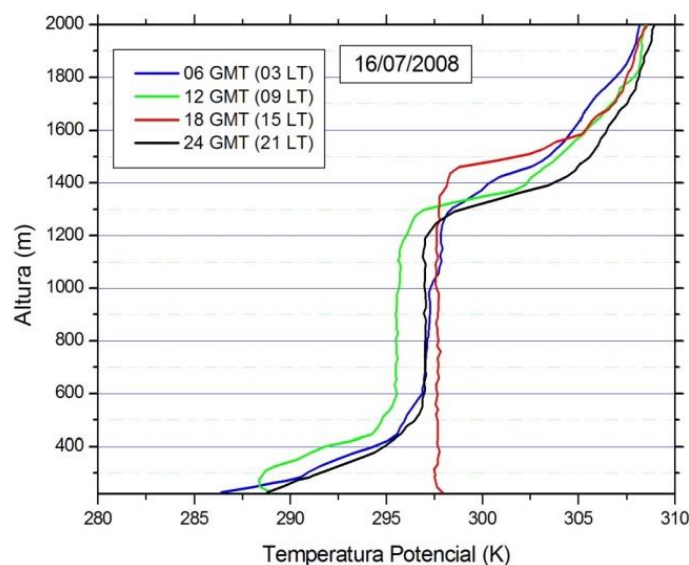


Figura 57 - Perfil vertical da temperatura potencial para o dia 16/07/2008

Na figura acima é possível acompanhar o crescimento da altura da camada limite convectiva, chegando esta a aproximadamente 1.500 metros às 15 horas, enquanto que na Figura 58 a seguir, numa condição com cobertura de nuvens esta atinge aproximadamente 700 metros às 15 horas. Por servir como um manto, a evolução da altura da CLP é determinante na concentração de poluentes. Como consequência de uma menor disponibilidade de energia proveniente do Sol durante o período do inverno, o crescimento da CLP é limitado, por outro lado, durante os meses de maio a setembro toda a região sul sente os efeitos típicos de inverno das regiões de clima temperado. Sucessivas e intensas invasões de frentes polares trazem chuvas abundantes seguidas por massas de ar polar. A entrada desta massa de ar polar é acompanhada de forte queda de temperatura e ventos intensos, favorecendo a dispersão dos poluentes. Neste estudo, de acordo com os gráficos de qualidade do ar apresentados no Anexo, os máximos valores de concentração ocorreram no período de verão, devido principalmente a presença de ventos mais fracos, uma discussão relacionada às concentrações e a meteorologia é apresentada nos resultados deste estudo.

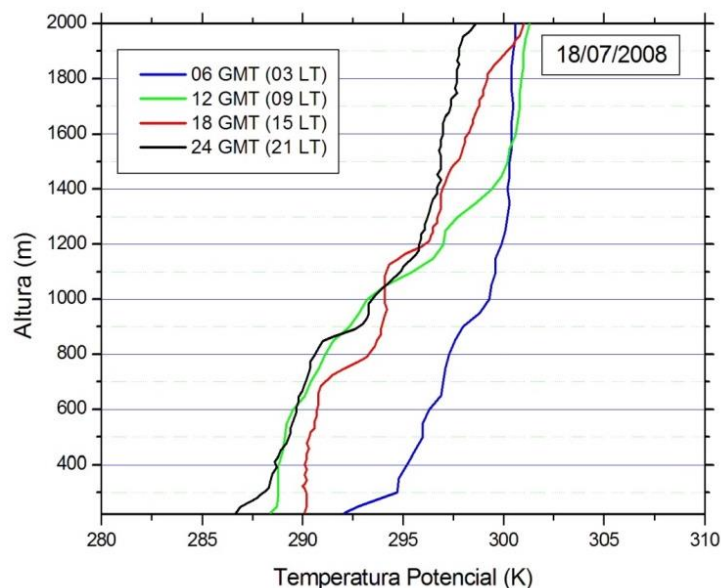


Figura 58 - Perfil vertical da temperatura potencial para o dia 18/07/2008

A existência da CLP é exemplificada na Figura 59. A fotografia que deu origem a esta imagem foi tirada em uma tarde de inverno e representa a emissão dos contaminantes da Usina Termelétrica Presidente Médici, de propriedade da Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE), localizada no município de Candiota, sul do estado do Rio Grande do Sul. É ilustrativa, nesta imagem, a existência de um efeito tampão na atmosfera que limita a porção da atmosfera sobre a qual os contaminantes são dispersos. A posição deste tampão é o topo da CLP. Então, é fundamental, para a determinação das concentrações, a determinação da altura da camada sobre a qual os poluentes são contidos. Esta imagem, apesar de ilustrativa, ela também é ilusória. Nem sempre a altura da camada é bem definida. Este é o caso quando nuvens estão presentes ou durante noites de ventos fracos e sem cobertura de nuvens.



Figura 59 - Ilustração da existência da CLP e seu efeito na dispersão de poluentes

Outra peculiaridade presente na figura acima é a intensidade do vento no interior da camada. Neste caso, os ventos são de baixa intensidade. Assim, imediatamente após a emissão do contaminante ele ascende devido apenas as forças de empuxo, isto é, devido a

diferença de temperatura do que está sendo emitido e da temperatura do ar. Na presença de vento, ainda que as forças de empuxo estejam presentes, a sua importância é de menor significância. A Figura 60 ilustra, para a mesma fonte e para a mesma época do ano, o efeito do vento no processo dispersivo.



Figura 60 - Ilustração do efeito da intensidade do vento na dispersão de poluentes

Ainda com o propósito de ilustrar a importância da CLP para a descrição do fenômeno de Poluição Atmosférica podemos nos reportar a Figura 61. Ela mostra a dispersão do contaminante, imediatamente no período que antecede o nascer do sol em um dia de inverno. A pluma, enquanto viaja, pouco se abre na vertical. Além disso, é aparente na figura que o poluente está sendo abandonado em uma altura acima da altura da CLP.



Figura 61 - Dispersão em uma CLP noturna

Das figuras acima é aparente a necessidade de uma descrição precisa de dois efeitos distintos no processo de dispersão: a advecção e a difusão. Em resumo, a dispersão de poluentes na atmosfera é a soma de dois processos. O processo advectivo é aquele resultante da velocidade média do vento. O vento leva, como um todo, o poluente de um ponto para outro. O processo difusivo pode ser resumido como a forma com que o poluente se abre na atmosfera. De uma maneira simplificada pode-se dizer que a advecção ocorre na horizontal enquanto a difusão ocorre na vertical. De maneira geral os dois processos ocorrem nas duas

direções. Entretanto, a difusão horizontal é de menor importância do que a advecção nesta direção enquanto que a difusão vertical é de maior importância do que a advecção vertical.

Enquanto a advecção é um processo que ocorre em toda a atmosfera a difusão é um processo essencialmente da Camada Limite. Ele é o resultado da turbulência atmosférica que, em grande parte, está restrita a CLP.

7.3.2.1. Dados Meteorológicos - Modelagem de Mesoescala – *Weather Research and Forecasting model (WRF)*

Para modelagem da dispersão com o CALPUFF, foram considerados os dados das estações de superfície, discutidos no item anterior, e também o modelo de mesoescala WRF. Na atmosfera ocorrem diversos processos físicos e estes podem ser representados por equações diferenciais parciais que regem seu comportamento hidrotérmico-dinâmico. Uma forma de se analisar os variados processos físicos é através do uso da modelagem computacional, pois a maior parte das equações que descrevem o comportamento da atmosfera são complexas e não podem ser resolvidas manualmente.

Dentre os diversos modelos, o WRF é um dos mais utilizados tanto para fins operacionais quanto para pesquisas meteorológicas, pois abrange a micro e a mesoescala (FERREIRA, 2007), seu sistema de modelagem consiste em vários módulos especialmente criados para assimilar dados de observação e simular condições atmosféricas, resolvendo várias equações que descrevem a dinâmica e a termodinâmica da atmosfera em áreas limitadas. Pode ser implementado em diversas plataformas computacionais, sendo de domínio público e de distribuição gratuita (BECK, 2013), o desenvolvimento deste modelo foi realizado em parceria com diversos centros do mundo, juntamente com a participação de diversas universidades (SKAMAROCK *et al.*, 2008).

O WRF é um modelo numérico, que depende das condições de fronteira para caracterizar as condições iniciais do sistema e manter a estabilidade numérica durante a simulação. Para se descrever um sistema atmosférico complexo, é necessário possuir dados precisos para representar o estado inicial da atmosfera e suas fronteiras físicas, tais como a rugosidade, a topografia e a cobertura do terreno (SOARES, 2010).

As condições iniciais podem ser definidas analiticamente por interpolação de dados de análises de grande escala (correspondente a fenômenos com dimensões de algumas centenas de quilômetros, como exemplo, frentes frias) ou com dados de previsão do tempo. Na maioria das vezes são utilizados dados observados para a realização das simulações, esses dependem do pré-processamento de um pacote externo que converte os dados GriB (*General Regularly distributed information in Binary form*, que é um formato de dados concisos usualmente utilizados na meteorologia para o armazenamento de dados históricos e de previsão do tempo)

de grande escala em um formato adequado para que o processador de dados opere (SKAMAROCK *et al.*, 2008).

O modelo dispõe de um conjunto de parametrizações físicas que permitem o cálculo explícito de fenômenos físicos inferiores à malha utilizada, ou que possuem solução numérica complexa. As diferentes parametrizações calculam as tendências para os campos das componentes da velocidade, temperatura potencial e umidade. O WRF utiliza como coordenadas verticais as coordenadas η , que permitem que a camada inferior da atmosfera do modelo seja representada para cada ponto da malha, por um passo horizontal (SOARES, 2010).

O domínio da simulação é caracterizado por uma grade regular (resolução horizontal com $\Delta x = \Delta y$), na qual o posicionamento da simulação pode ser determinado em relação ao centro do domínio geométrico, definido por coordenadas geográficas. Os domínios seguintes estão posicionados no canto inferior esquerdo do domínio que o antecede. A dimensão do domínio é determinada pelo número de nós de cada domínio e a sua discretização espacial é efetuada com recurso a malhas defasadas pelo esquema Arakawa C.

A seguir serão descritas as configurações utilizadas no modelo numérico de mesoescala WRF para o período de estudo, os resultados das simulações foram utilizados como dado de entrada no modelo de dispersão CALMET.

A região da grade simulada, para o período de 2009-2013, é apresentada na Figura 62. A grade compreende o Estado do Rio Grande do Sul e regiões adjacentes. Foi utilizado resolução espacial horizontal de 10 km, totalizando 115x115 pontos de grade, 28 níveis verticais e resolução temporal de 60s. A grade foi centralizada em 31,58°S de latitude e 53,66°O de longitude.

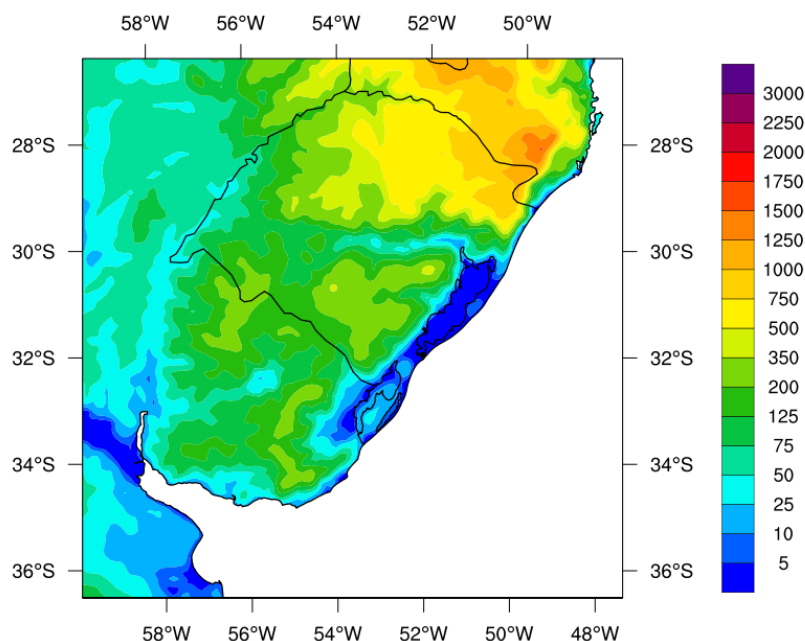


Figura 62 - Área simulada pelo modelo de mesoescala WRF, a escala de cores representa a topografia (m)

Foi utilizado como condição inicial e contorno atmosférico o produto de código ds083.2 do *NCEP/NCAR* (<http://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/>). Ele possui resolução espacial horizontal de 1° de latitude e longitude e 26 níveis verticais, para os horários de 00, 06, 12 e 18 Tempo Coordenado Universal (UTC). Este produto, também conhecido como FNL (*Final - Operational Global Analysis*), é gerado através do sistema de assimilação de dados *Global Data Assimilation System* (GDAS) juntamente com o modelo meteorológico *Global Forecast System* (GFS). No FNL são incorporados dados observados de todo mundo e distribuídos através da rede de comunicação *Global Telecommunications System* (GTS). Também são utilizadas outras fontes de dados que o National Centers for Environmental Prediction (NCEP) obtém. Dos dados do FNL, o WRF utilizou as variáveis necessárias para sua utilização, que são temperatura do ar (K), umidade relativa (%), velocidade do vento zonal e meridional (m/s), altura geopotencial (gpm) e pressão reduzida ao nível do mar (Pa).

As simulações foram feitas para os anos de 2008 a 2013, sendo o modelo inicializado sempre a 00 UTC do dia 1º de janeiro de cada ano até a 00 UTC do dia 1º de janeiro do ano posterior. Assim foram realizadas 6 rodadas de 1 ano, sendo a frequência de saída do modelo de 1h. A Figura 63 a seguir ilustra os arquivos gerados pelo modelo WRF. Os mesmos encontram-se disponíveis, no laboratório de meteorologia e qualidade do ar da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para futuros trabalhos na região de estudo.

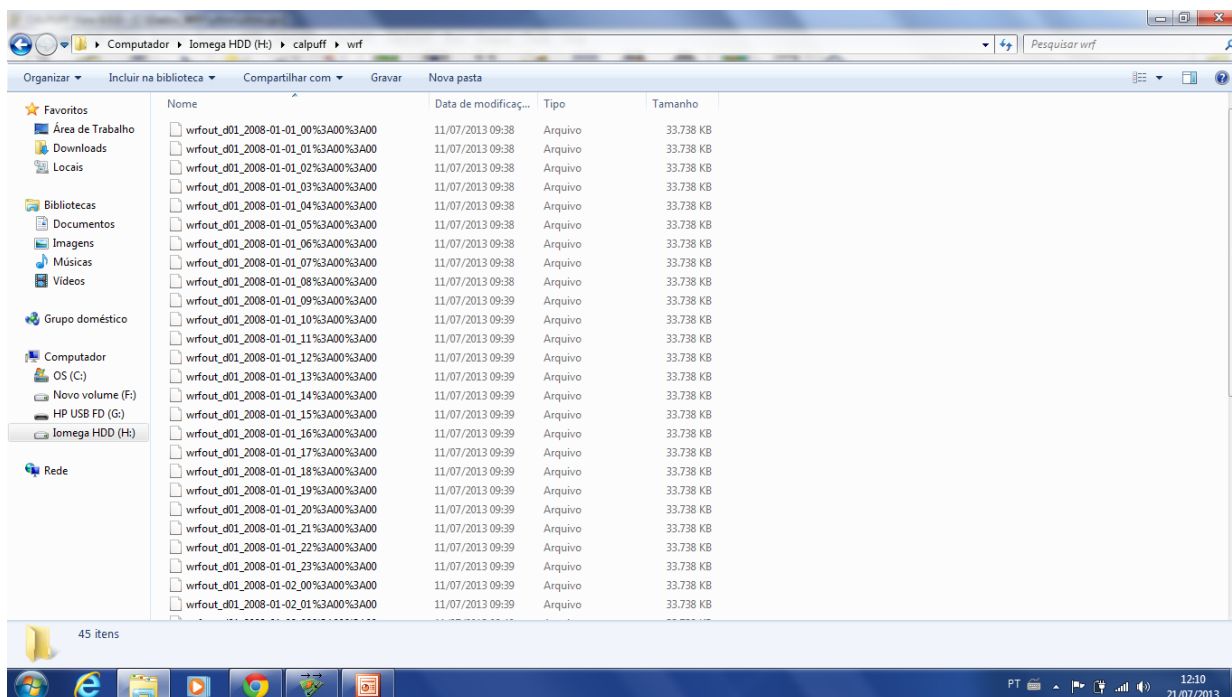


Figura 63 - Representação dos arquivos gerados pelo modelo WRF, formatados de acordo com o módulo meteorológico CALMET

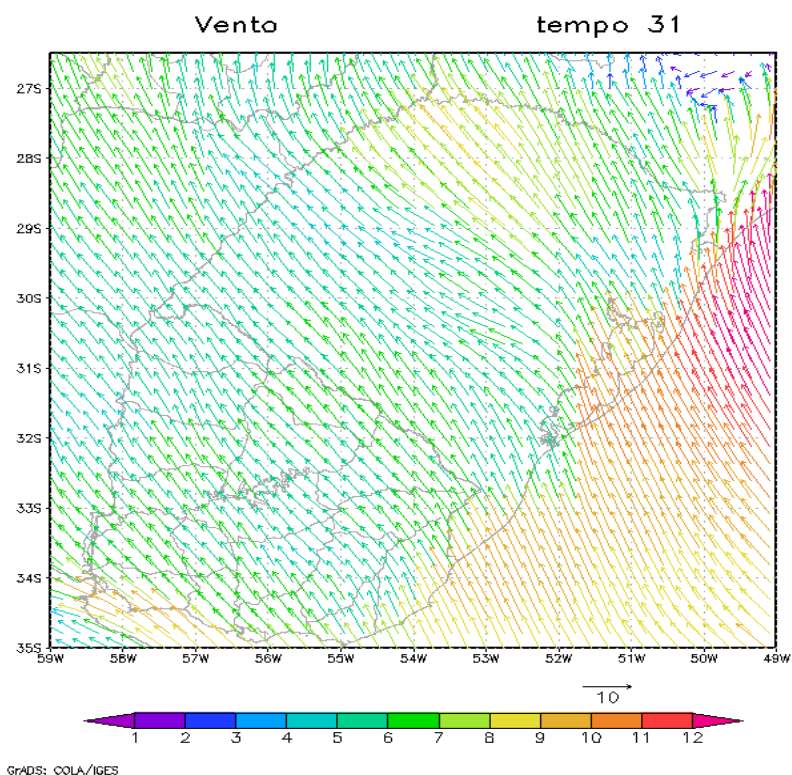


Figura 64 - Representação horizontal do campo de vento no primeiro nível do modelo WRF

As parametrizações físicas utilizadas na modelagem com o WRF são mostradas na Tabela 21.

Tabela 21 - Parametrizações físicas utilizadas no WRF

Parametrização	Opção física	Variável namelist.input	Opção namelist.input
Microfísica	WSM 6-class graupel	mp_physics	6
Radiação de onda longa	Rrtmg	ra_lw_physics	4
Radiação de onda curta	Rrtmg	ra_sw_physics	4
Superfície	Monin-Obukhov (Janjic Eta)	sf_sfclay_physics	2
Superfície-terra	unified Noah land-surface model	sf_surface_physics	2
Camada limite	Mellor-Yamada-Janjic (Eta) TKE	bl_pbl_physics	2
Cumulus	New Grell (G3)	cu_physics	5
Superfície urbana	Desligada	sf_urban_physics	0

Os dados horários de saída do WRF foram salvos em arquivos individuais, totalizando aproximadamente 8.496 arquivos por ano. Estes dados foram concatenados em um único arquivo por ano utilizando a ferramenta "ncrcat" do pacote de ferramentas NCO. Este pacote possui ferramentas que permitem manipular dados no formato NetCDF. Este é o formato utilizado pelo WRF para salvar seus dados de saída. Com este arquivo único anual, foi utilizada a ferramenta calwrf para converter os dados em NetCDF do WRF para o formato ASCC (arquivo texto). Neste formato, os dados foram lidos pelo modelo CALMET, descrito anteriormente.

7.4. Cenários modelados

Para realizar a modelagem foram definidos 4 (quatro) cenários (i, ii, iii e iv), descritos na Tabela 22, de acordo com a previsão de inserção das novas usinas e melhorias e desativação das existentes nos próximos anos.

Tabela 22 - Descrição dos cenários modelados

Cenários	Descrição
i	Cenário atual. Foram considerados os empreendimentos já existentes na região de estudo (CGTEE Fases A, B e C). ³
ii	Consiste no cenário i, considerando as melhorias ambientais em andamento na Fase B e desativação da Fase A da UTPM. Corresponde à situação esperada para o ano 2018.
iii	Consiste no cenário ii, adicionado da Fase A substituída e, também, de empreendimentos já licenciados: UTE Seival e Complexo Sul. Esse cenário ocorrerá na melhor das hipóteses a partir de 2019.
iv	Consiste no cenário iii, adicionado dos empreendimentos em fase de planejamento a indicados pela EPE/MME e IBAMA, que consiste na fase D da CGTEE e UTE Pampa Sul. Esse cenário ocorrerá na melhor das hipóteses em 2019.

³ As fases A e B no cenário i estão com as condições de emissão limitadas pelo TAC.

A Tabela 23 apresenta a distribuição das usinas existentes e planejadas nos diferentes cenários.

Tabela 23 - Descrição dos cenários modelados

Usinas	Cenários			
	i	ii	iii	iv
CGTEE – UTPM – Fase A	X			
CGTEE – Fase A substituída			X	X
CGTEE – UTPM – Fase B	X			
CGTEE – UTPM – Fase B adequada		X	X	X
CGTEE – UTPM – Fase C	X	X	X	X
CGTEE – Fase D				X
Eneva – UTE Seival			X	X
Eneva – UTE Sul			X	X
Tractebel – UTE Pampa Sul				X

O período de simulação compreende as condições meteorológicas reais dos anos de 2011, 2012 e 2013; e os poluentes analisados são: material particulado (PM_{10}), dióxido de enxofre (SO_2) e dióxido de nitrogênio (NO_2). Todos os cenários foram simulados considerando a taxa máxima de emissão licenciada, operando 24 horas por dia durante todo ano. Logo, os resultados obtidos não correspondem à realidade do período considerado e podem ser considerados conservadores, pois dificilmente essa condição de operação a plena carga de todas as usinas simultaneamente ocorrerá no futuro.

Dos cenários acima foram obtidas médias diárias para os poluentes SO_2 e MP e saídas horárias para o poluente NO_2 , as saídas tem como resultados as isolinhas de concentração dos poluentes apresentadas da seguinte maneira:

- médias diárias – SO_2 e MP;
- médias mensais – SO_2 , MP e NO_2 ;
- médias anuais – SO_2 , MP e NO_2 ;
- máximos horários – NO_2 .

As simulações da dispersão dos poluentes material particulado (PM_{10}) e dióxido de enxofre (SO_2) foram realizadas com o *software* CALPUFF, descrito e justificado no item 7.2. Já as simulações do dióxido de nitrogênio (NO_2) foram realizadas com o *software* AERMOD. A descrição do modelo, bem como as justificativas pela escolha desta opção de modelagem para o poluente NO_2 já foi citado anteriormente.

Após a realização da modelagem dos cenários descritos acima, para melhor compreensão dos resultados obtidos, foram realizados os seguintes subcenários, para o pior ano meteorológico (2011):

- UTE CGTEE fase A isolada;
- UTE CGTEE fase A substituída isolada;
- UTE CGTEE fase B isolada;
- UTE CGTEE fase B adequada isolada;
- UTE CGTEE fase C isolada;
- UTE CGTEE fase D isolada;
- UTE Seival e Sul da Eneva isoladas;
- UTE Pampa Sul isolada;
- Cenário i com resolução espacial de 500 metros;
- Cenário iv com carga operacional de 60% para todos os empreendimentos;

7.5. Dados de entrada - fontes de emissões

As informações relacionadas às características das fontes de emissão, utilizadas como dados de entrada no modelo, encontram-se na Tabela 24 e Tabela 25.

Tabela 24 - características operacionais das fontes de emissão

Fonte	Localização	Temp. saída (K)	Concentração (mg/Nm ³ , bs, 6%O ₂)	Veloc.Saída (m/s)		Altura fonte (m)	Diâmetro fonte (m)
				Carga 100%	Carga 60%		
CGTEE -Fase A	6.506.173 S; 245.306 E	403,0	MP: 207 SO ₂ : 1430 NO _x : 176	16,2	Não há	200,0	4,8
CGTEE- Fase B	6.506.173 S; 245.306 E	440,0	MP: 1303 SO _x : 5336 NO _x : 130	22,83	Não há	150,0	4,8
CGTEE -Fase A substituída	6.508.634 S; 239.761 E	358,0	MP: 50 SO ₂ : 400 NO _x : 400	11,8	6,8	200,0	6,0
CGTEE - Fases B adequada	6.506.173 S; 245.306 E	443,0	MP: 265 SO ₂ : 1700 NO _x : 680	9,6	5,7	150,0	5,6
CGTEE Fase C	6.506.529 S; 245.409 E	350,0	MP: 265 SO ₂ : 1700 NO _x : 680	9	5,4	200,0	9,0
UTE Seival	6.512.128 S; 243.284 E	418,8	MP: 50 SO ₂ : 400 NO _x : 400	22,0	9,3	200,0	7,7
UTE Sul	6.515.900 S; 243.980 E	412,0	MP: 50 SO ₂ : 400 NO _x : 400	26,3	11,1	200,0	8,0
CGTEE Fase D	6.508.467 S; 239375 E	358,0	MP: 50 SO ₂ : 400 NO _x : 400	11,8	6,8	200,0	6,0
UTE Pampa Sul – Unidade 1	6.517.154 E; 236.249 S	333	MP: 50 SO ₂ : 400 NO _x : 400	24,5	14,5	200	5,5
UTE Pampa Sul – Unidade 2	6.517.069 E; 236.249 S	333	MP: 50 SO ₂ : 400 NO _x : 400	24,5	14,5	200	5,5

Tabela 25 - Taxas de emissões atmosféricas para as fontes atuais e futuras, em carga de 100% e 60%

Fonte	Carga 100%			Carga 60%		
	SO ₂ (g/s)	NO _x (g/s)	MP (g/s)	SO ₂ (g/s)	NO _x (g/s)	MP (g/s)
CGTEE – Fase A*	413,0	50,8	59,7	-	-	-
CGTEE – Fase B*	2173,1	53,1	530,6	-	-	-
CGTEE – Fase A subs.	128,9	128,9	16,1	77,4	77,4	9,7
CGTEE – Fases B adeq	793,3	317,3	123,7	476	193,2	74,2
CGTEE Fase C	680,0	272,0	106,0	408	163,2	63,6
UTE Seival	261,7	261,7	32,7	170,1	170,1	21,3
UTE Sul	330,0	330,0	41,2	214,5	214,5	26,8
CGTEE Fase D	258,0	258,0	32,0	154,8	154,8	19,4
UTE Pampa Sul – Unidade 1	128	128	16	77	77	10
UTE Pampa Sul – Unidade 2	128	128	16	77	77	10

*Emissões limitadas pelo TAC.

7.6. Dados de entrada – definição do domínio de grade

Considerando a área de estudo definido no item 2, de 100 km x 100 km, com centro na UTPM, o domínio total da simulação compreende uma área de 10.000 km², com resolução horizontal de 1 km. Assim, espera-se que as maiores concentrações dos poluentes ocorram dentro do domínio de grade com boa margem de segurança.

7.7. Quebra da pluma

Todas as estruturas de maior proporção distorcem a atmosfera e interferem no fluxo do vento ao seu redor. Essa distorção no curso do ar atmosférico geralmente é constituída de pequenas porções mais lentas e turbulentas. Se uma pluma é emitida próxima destas porções de ar distorcidas, pela baixa pressão existente, ela é turbilhonada e empurrada para baixo. Tal efeito é denominado *downwash* ou quebra de pluma.

A zona de turbulência (*wake region*) que causa a quebra da pluma ocorre por conta de uma das três condições: “tampão de ar” junto à saída da chaminé de exaustão, topografia regional, ou grandes construções próximas.

Stack - Tip Downwash (*downwash* causado por “tampão de ar” junto à saída da chaminé de exaustão – tradução livre)

Este tipo de quebra de pluma ocorre quando a velocidade do vento local é superior à velocidade de saída da pluma de uma chaminé. Isso faz com que a pluma seja parcial ou totalmente empurrada para a zona de turbulência existente junto à torre de emissão. Este

downwash tem dois efeitos sobre a ascensão da pluma: 1) os poluentes que caem na região de turbulência são impulsionados para frente e empurrados para baixo desta região turbulenta, concentrando-se próximo à chaminé de exaustão; 2) a seção da pluma que cai na região de turbulência se torna menos concentrada e mais lenta, devido à perda de partículas e energia causada pela turbulência, a mesma se eleva.

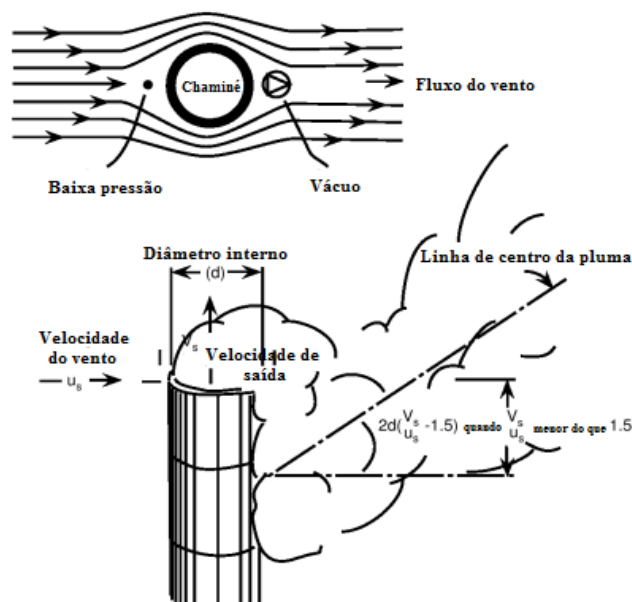


Figura 65 – Efeito de Stack

Fonte: Modificado de Environmental Engineers' Handbook on CD-ROM.

***Downwash* causado pela topografia local**

As colinas e montanhas também causam mudanças nos padrões de vento de determinada área. Se uma fonte de emissão fixa, tal como uma chaminé de exaustão, é localizada em região onde os ventos dominantes venham de áreas mais elevadas, a pluma deverá ser depositada mais próxima.

Já em situações em que os ventos dominantes atuem contra o relevo considerado, é necessária modelagem matemática para se prever se a pluma irá de encontro ao terreno ou se seguirá de maneira contínua o fluxo laminar, fluindo no entorno dele. Isso ocorre pois as condições meteorológicas e a altitude do local influem na existência de turbulência que cause este *downwash*. Em alguns casos, até mesmo o tipo de solo e vegetação, podem interferir de maneira expressiva na variação de temperatura e umidade em curtos períodos, parâmetros estes que também causam turbulência.

***Building Downwash* (*downwash* causado por construções)**

Grandes estruturas, como edifícios, podem afetar as condições de circulação do vento. A presença de grandes estruturas gera regiões turbulentas com limites pouco definidos e que dependem das características tridimensionais das estruturas e também do tempo. Já a extensão

de sua distorção depende principalmente da geometria da estrutura e da direção do vento. Uma única estrutura cilíndrica, como uma torre hiperbólica ou uma torre de abastecimento de água, por exemplo, tem pouca influência no fluxo de vento quando comparada a uma estrutura retangular.

Em uma zona de quebra de pluma devido à existência de construções, podem ser identificadas duas zonas. Considerando um cenário com um prédio de um andar e ventos a favor desta estrutura, a primeira zona, chamada de zona de cavidade, se estende por uma altura três vezes maior do que a do prédio. Nesta ocorre o aprisionamento da pluma. Já na segunda zona, chamada região de turbulência, que se estende da zona de cavidade até aproximadamente dez vezes a menor dimensão da largura projetada da estrutura, é onde ocorrem turbilhões mecânicos provocados pelos distúrbios nos fluxos de vento.

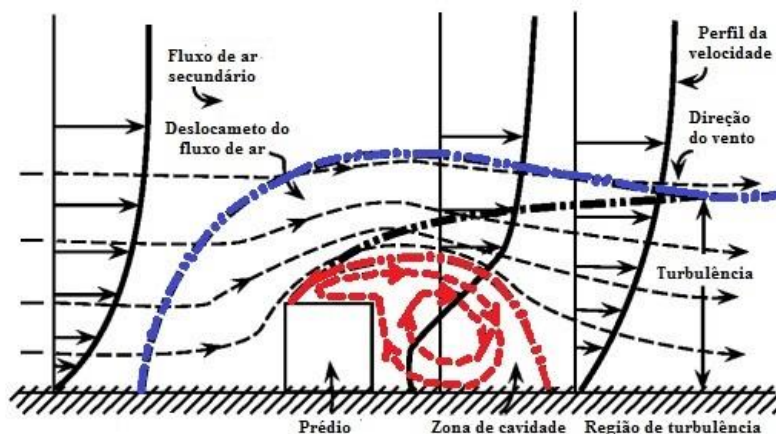


Figura 66 - Efeito de *building downwash*. Em destaque a zona de cavidade (em vermelho) e a região de turbulência (em azul)

Fonte: Modificado de Environmental Engineers' Handbook on CD-ROM.

Devido ao confinamento da pluma, geralmente a zona de cavidade apresenta maiores concentrações de poluentes do que a região de turbulência. Bittle e Borowsky (1985) estudaram o impacto dos poluentes nas zonas de cavidade em região de maior urbanização e relacionaram valores de concentração de poluentes com a geometria das edificações próximas e da fonte de emissão. Constataram também que além das regiões de cavidade o fluxo de vento não é afetado.

Segundo Lipták e Liu (1999) os primeiros cálculos de *downwash* causados pela interação com edificações foram obtidos como resultados de estudos em túnel de vento por Snyder e Lawson (1976) e Huber (1977). Contudo, Lipták e Liu (1999) ressaltam que esses estudos foram limitados a um tipo de estabilidade, a uma única forma geométrica estrutural e a uma orientação do vento. Eles destacam também que estudos adicionais de Hosker (1984), Schulman e Hanna (1986), Schulman e Scire (1980) redefiniram estes cálculos. Abaixo, a equação de Huber-Snyder e Schulman-Scire que é aplicada em situações de *building downwash*. Nela são feitos ajustes para os parâmetros de dispersão.

$$h_x = H + 0,5L$$

Em que:

h_x = altura física da chaminé;

H = altura da estrutura considerada;

L = menor dimensão da largura projetada da estrutura.

A U.S. EPA, para evitar o *building downwash*, desenvolveu um método geral para estabelecer altura mínima da chaminé, necessária para se evitar que as emissões caiam nas regiões turbulentas no entorno de edificações. Dessa maneira, as plumas não apresentariam concentrações elevadas próximas a suas fontes, causando menores impactos socioambientais. Esse método é chamado de *Good Engineering Practice* (GEP) - Boa Prática de Engenharia (em tradução livre) - para a elaboração de chaminés (U.S.EPA, 1985). A seguinte equação determina a GEP para a altura da chaminé:

$$H_{GEP} = H = 1,5(L)$$

Em que:

H_{GEP} = GEP para a altura da chaminé;

H = altura máxima para uma estrutura adjacente ou próxima;

L = menor dimensão da largura projetada da estrutura para uma estrutura adjacente ou próxima.

A largura projetada da estrutura refere-se à área exposta perpendicularmente ao vento. A área de influência para dada estrutura é definida por Tickvart (1988) como 2L com ventos contra, 5L com ventos a favor e 0,5L nos lados paralelos ao fluxo de vento.

A U.S.EPA recomenda a construção de chaminés mais altas do que as anteriormente descritas, somente em casos em que as concentrações sejam elevadas por longos períodos. Uma chaminé alta reduz as concentrações em nível do solo próximas a ela. Contudo, isso não reduz os níveis de emissão ou os montantes de poluição total de uma região, somente promove melhor dispersão inicial para a fonte.

Na região de estudo, não há ocupação urbana significativa. Desta forma, no cenário atual que engloba, além de Candiota II, Candiota III (Fase C) e, nos cenários futuros, aos quais são somados os empreendimentos licenciados e/ou planejados, há poucas construções que poderiam causar o *building downwash*, sobretudo nas regiões de entorno.

Atualmente, as maiores construções na área são justamente as de destaque do Complexo Termelétrico de Candiota: a chaminé de exaustão das Fases A/B, com 150 metros de altura e 4,8 metros de diâmetro; a torre hiperbólica de resfriamento, com 133 metros de altura e 124

metros de diâmetro e; a chaminé de exaustão da Fase C, com 200 metros de altura e 9 metros de diâmetro.

Considerando a pluma emitida pela chaminé da Fase C e as duas estruturas próximas, ela não sofre com o efeito de quebra de pluma. Segundo Menezes (2006) quando a relação entre a altura da chaminé e a altura da(s) unidade(s) próxima(s) é maior do que 2, o efeito dos prédios na quebra de pluma (*building downwash*) não precisa ser considerado, pois a chaminé é bem mais alta do que as estruturas adjacentes, o que ocorre neste caso.

Já a pluma emitida pela chaminé das Fases A/B também não é afetada pelo *building downwash* de maneira considerável. Apesar de ser mais baixa do que a outra chaminé e apenas alguns metros mais alta do que a torre de resfriamento, a chaminé das Fases A/B não tem sua pluma dispersada de maneira tradicional, pois as duas estruturas próximas tem forma cilíndrica e diâmetro pequeno, o que gera uma influência mínima na dispersão.

Com relação aos novos empreendimentos, todos serão unidades com chaminés isoladas com altura igual ou superior a da Candiota III - Fase C e longe de construções de grande porte (altura e largura), assim sendo, não sofrerão com o efeito de quebra de pluma devido à presença de outros prédios.

Em relação aos efeitos da topografia, estes já são considerados na modelagem, são dados de entrada do modelo.

8. AVALIAÇÃO DA SATURAÇÃO DA BACIA AÉREA DE CANDIOTA

A avaliação da saturação da bacia aérea de Candiota-RS foi realizada a partir dos resultados da simulação dos cenários descritos no item 7.4.

Os resultados estão representados em mapas contendo as isolinhas das concentrações dos poluentes sobre a área de estudo. Os valores de concentração encontram-se representados pela escala de cores de acordo com sua posição no domínio da simulação. O vermelho simboliza a ultrapassagem do padrão secundário da qualidade do ar.

Para cada poluente os resultados são apresentados, de acordo com o ano e o cenário, e comparados aos padrões de qualidade do ar. Também é realizada análise dos sistemas meteorológicos atuantes nos eventos em que o padrão primário de qualidade do ar for ultrapassado, considerando esta situação como crítica para dispersão de poluentes.

Para cada ponto de grade o modelo calcula as concentrações dos poluentes de hora em hora. No caso do SO_2 e PM_{10} as isolinhas representam as máximas médias de 24 horas, obtidas no ano em questão. Já para o NO_2 as isolinhas representam os máximos valores horários naquele ano.

Foram também obtidos resultados para as concentrações médias anuais para o SO_2 e para MP. Os resultados mostram que para todos os cenários e poluentes a concentração média anual fica bastante abaixo dos padrões secundários da legislação. Os mapas contendo as isolinhas de concentração média anual são apresentadas em anexo.

8.1. Poluente SO₂

8.1.1. Apresentação dos resultados – Cenários i, ii, iii e iv

Cenário i

Esse cenário corresponde à simulação das usinas da CGTEE fases A e B, operando com as taxas de emissão limitadas pelo TAC, e a Fase C, no ano meteorológico de 2011, cujos resultados (máximos – média de 24h) são apresentados na Figura 67.

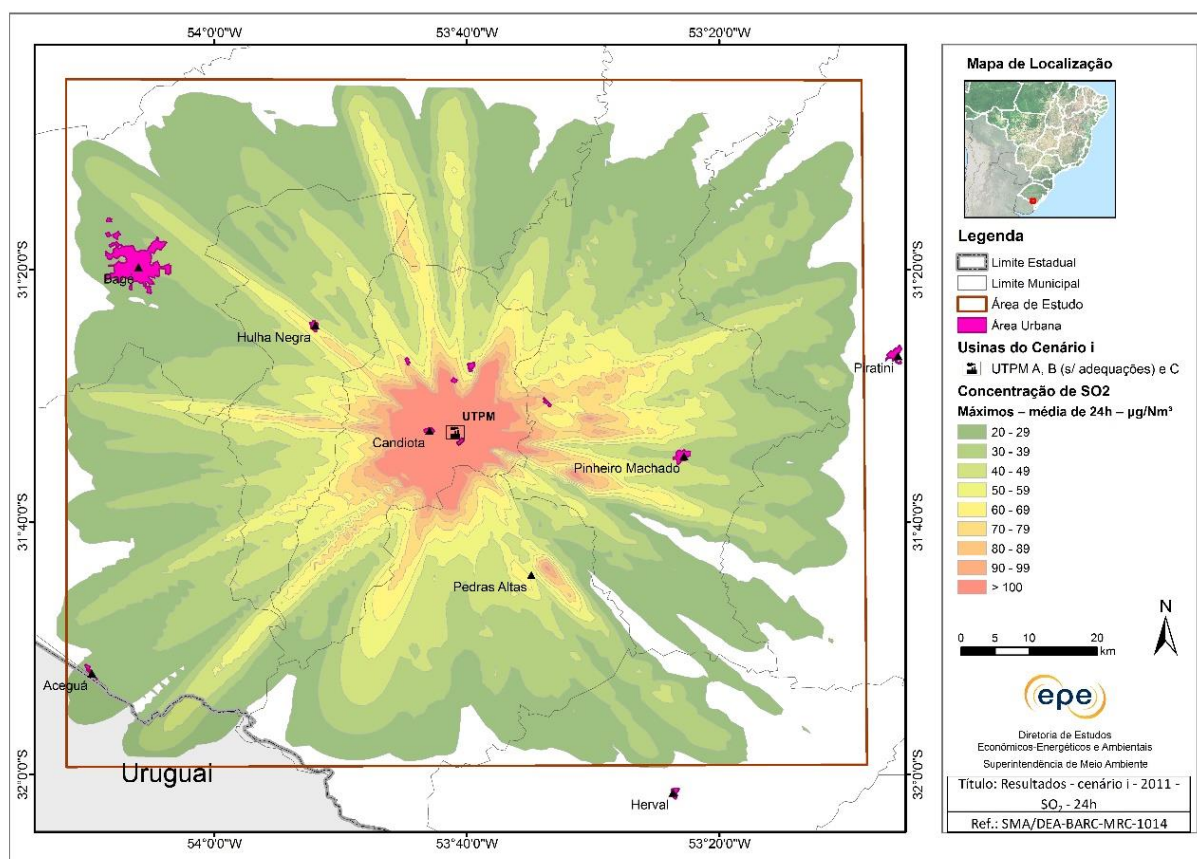


Figura 67 - Isolinhas de concentração máxima de SO₂ (µg/m³), média de 24h, cenário i - Ano 2011.

Cenário ii

Esse cenário corresponde à simulação contando com a desativação da Fase A, operação da Fase B com as adequações exigidas pelo TAC e da fase C da CGTEE no ano meteorológico de 2011, cujos resultados (máximos – média de 24h) estão apresentados na Figura 68.

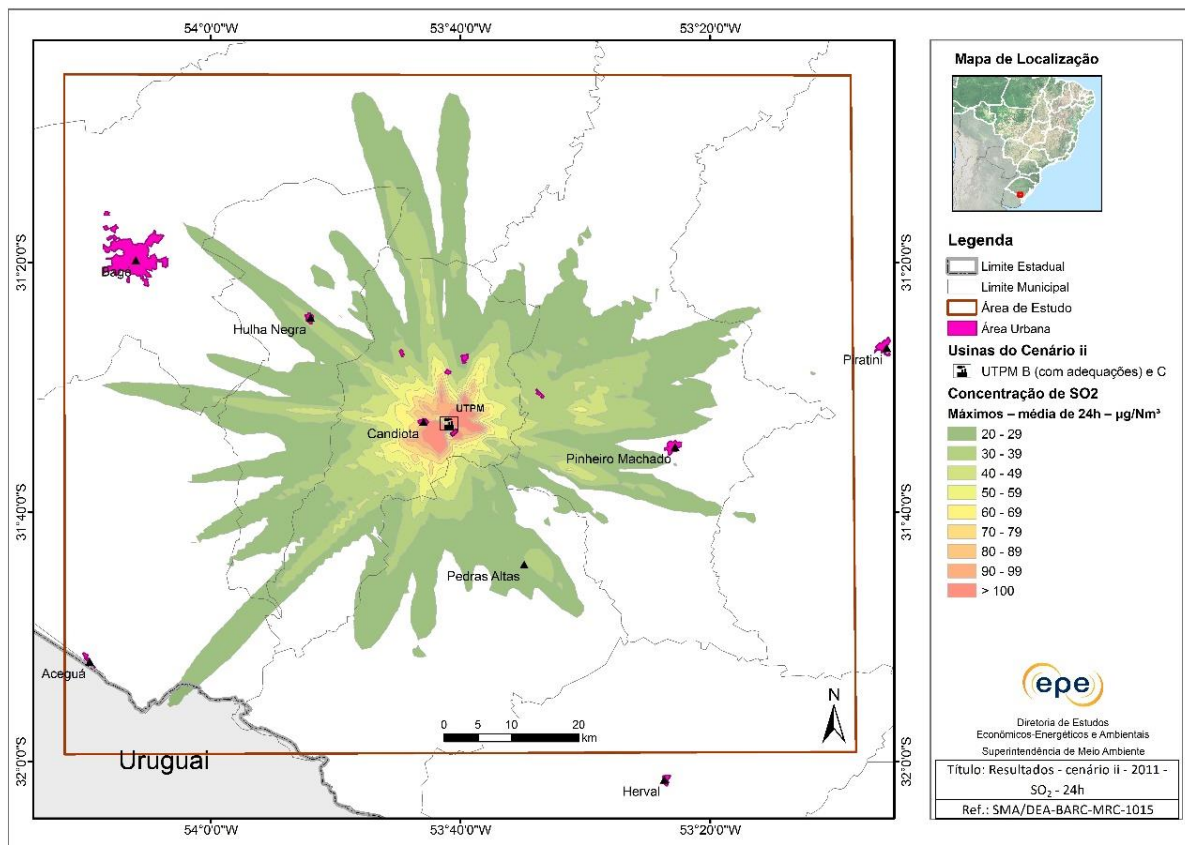


Figura 68 - Isolinhas de concentração máxima de SO₂ (µg/m³), média de 24h, cenário ii - Ano 2011.

Cenário iii

Esse cenário corresponde à simulação da fase A substituída (em local distinto da Fase A em operação), fase B adequada, fase C da CGTEE e as UTEs Sul e Seival da Eneva no ano meteorológico de 2011, cujos resultados (máximos – média de 24h) estão apresentados na Figura 69.

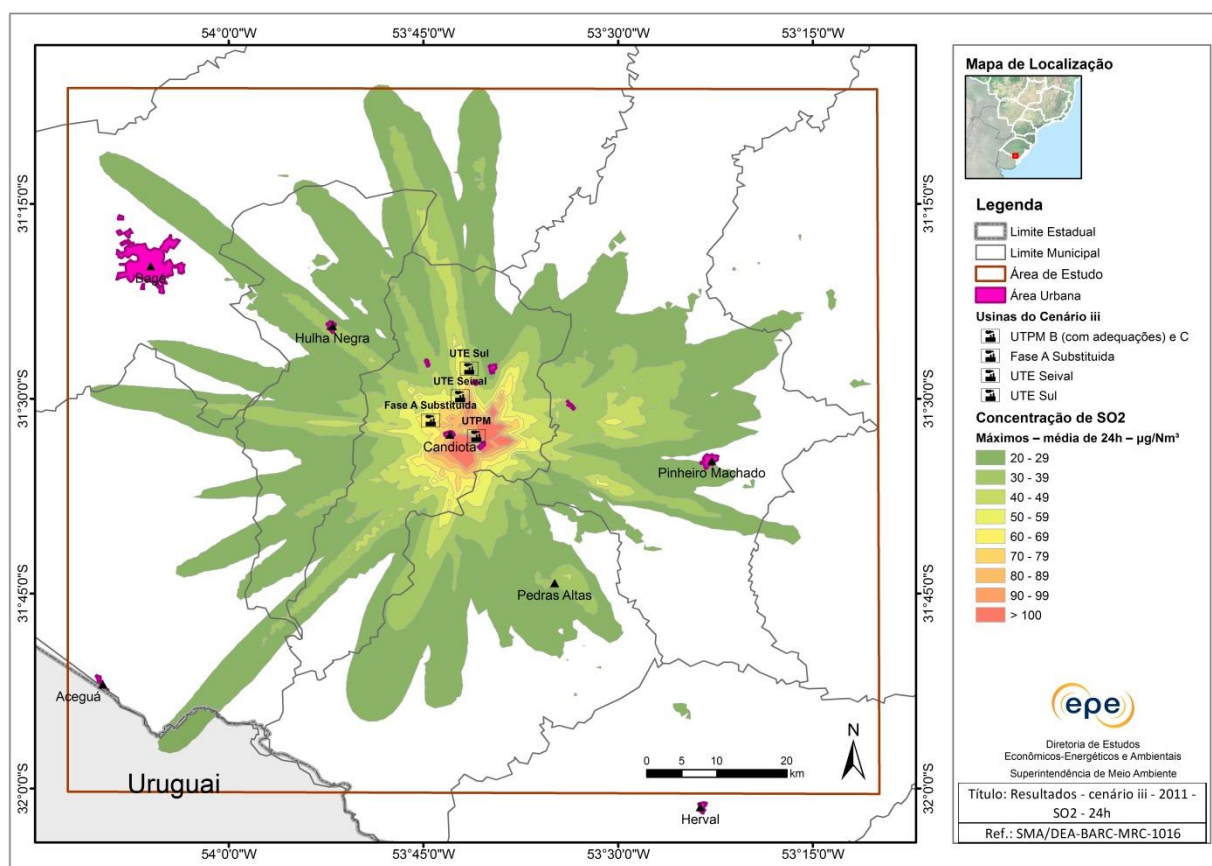


Figura 69 - Isolinhas de concentração máxima de SO₂ (µg/m³), média de 24h, cenário iii - Ano 2011.

Cenário iv

Esse cenário corresponde à simulação da fase A substituída, fase B adequada, fase C e fase D da CGTEE (em local distinto das Fases A, B e C da UTPM, em operação – mesmo sítio de locação da Fase A substituída), as UTEs Sul e Seival da Eneva e UTE Pampa Sul da Tractebel Energia no ano meteorológico de 2011, cujos resultados (máximos – média de 24h) estão apresentados na Figura 70.

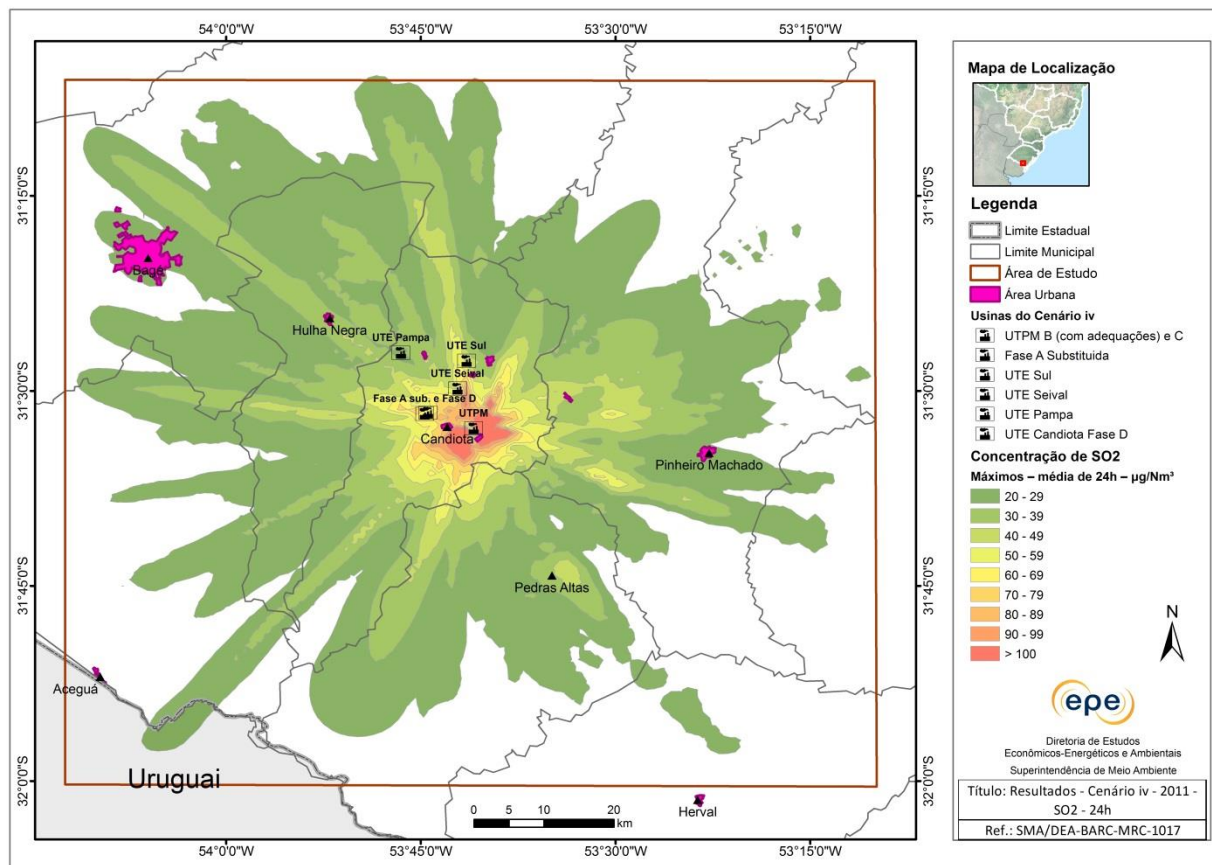


Figura 70 - Isolinhas de concentração máxima de SO₂ (µg/m³), média de 24h, cenário iv - Ano 2011.

8.1.2. Análise dos resultados – SO₂

As isolinhas de concentração para o poluente SO₂, mostradas no item 8.1.1, mostram a ocorrência de violações do padrão secundário de qualidade do ar em todos os cenários. Entretanto, foram observadas variações significativas entre o cenário i e os demais.

No cenário i o padrão primário foi ultrapassado, em cerca de 50%, uma única vez, no dia 25/01/2011. Além disso, foi verificado que as maiores concentrações de SO₂ ocorrem predominantemente dentro de um raio de 12 quilômetros a partir da UTPM. Também foram observados outros pontos isolados de concentração acima de 100 µg/m³ (padrão secundário), associados aos efeitos das porções mais elevadas do relevo. No cenário i todo o domínio da grade sofre influência das plumas de dispersão.

O Gráfico 11 apresenta as quatro maiores concentrações obtidas para o poluente SO₂ no cenário i para o ano de 2011. É possível verificar que o padrão primário foi ultrapassado uma única vez. Os quatro valores apresentados ultrapassam o padrão secundário. Essas ultrapassagens dos padrões serão discutidas em item subsequente.

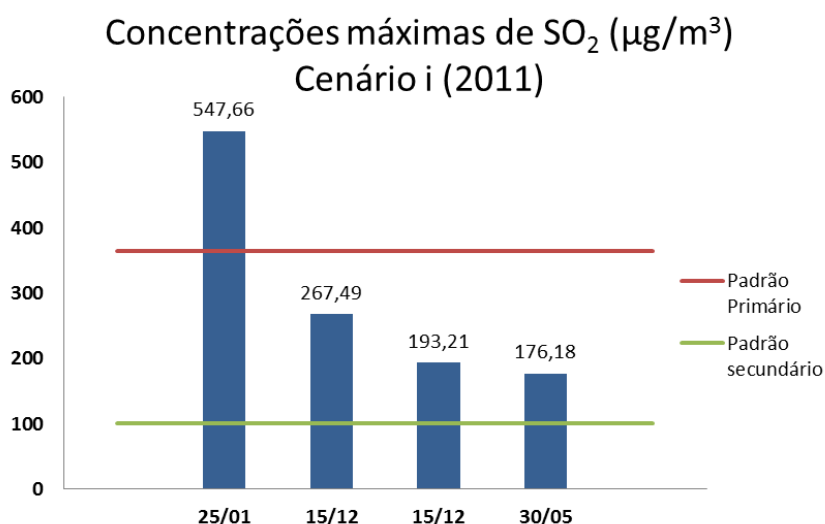


Gráfico 11 - Comparação entre os quatro máximos valores de concentração - Ano 2011.

Em comparação ao cenário i, o cenário ii apresenta significativa melhora do padrão de concentração de SO₂, cerca de 60% menor. As maiores concentrações de SO₂, superiores a 100 µg/m³, reduzem sua frequência e alcance, não chegando a distâncias maiores que 7 km aproximadamente.

O cenário iii tem configurações de dispersão bem similares ao cenário ii, apresentando diferença de aproximadamente 1% entre os valores máximos destes dois casos. Já o cenário iv, assim como o iii, também indica concentrações máximas da mesma ordem de grandeza e localização. A principal diferença dos cenários iii e iv para o ii é o aumento da área de

abrangência da dispersão dos poluentes, embora se observe que nas áreas mais periféricas as concentrações são bem inferiores ao padrão secundário.

O Gráfico 12 apresenta as concentrações máximas de SO_2 para cada cenário no ano de 2011. Destaca-se que a diminuição considerável das concentrações ao nível do solo do cenário i para os demais cenários é decorrente da implantação das melhorias ambientais exigidas pelo TAC.

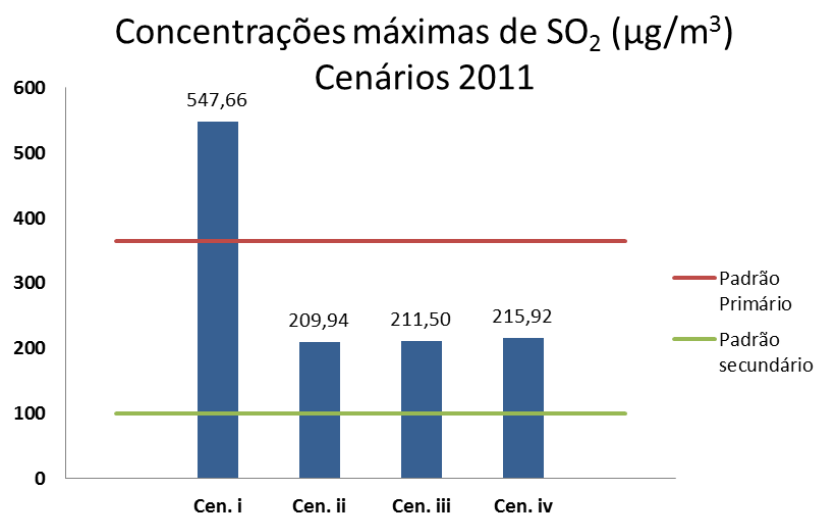


Gráfico 12 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração - Ano 2011.

As isolinhas de concentração de SO_2 (médias de 24 horas) para o anos de 2012 e 2013 encontram-se em Anexo. Nestas pode-se verificar significativa melhora na dispersão dos poluentes em relação aos resultados para as condições de meteorológicas do ano de 2011. O padrão primário não foi ultrapassado nesses dois últimos anos e a amplitude das plumas de maior concentração foi reduzida em todos os cenários. Tal situação é decorrente de condições meteorológicas mais favoráveis à dispersão de poluentes.

O Gráfico 13 apresenta os máximos valores de concentrações obtidos durante o ano de 2012, de acordo com o cenário modelado. Observa-se que o padrão secundário foi ultrapassado em todos os cenários, muito embora se observe nos dados brutos extraídos do modelo que isso ocorra em pouquíssimos eventos ao longo do ano (discussão adiante).

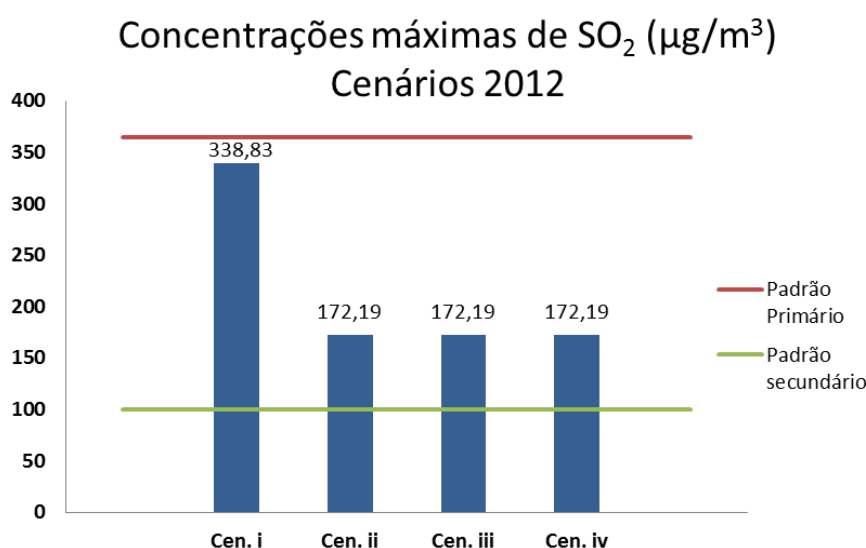


Gráfico 13 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração - Ano 2012

O Gráfico 14, mostra os máximos valores de concentrações obtidos durante o ano de 2013. Observa-se que os resultados são inferiores aos do ano de 2012, o que se deve a condições meteorológicas mais favoráveis à dispersão. Entretanto, ainda houve violações do padrão secundário nos quatro cenários.

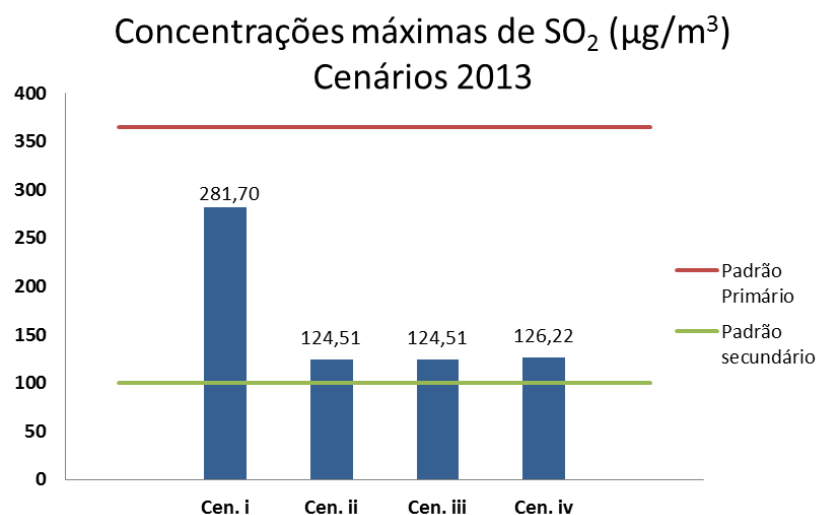


Gráfico 14 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração - Ano 2013

O Gráfico 15 demonstra que os máximos valores de concentração para os cenários ii, iii e iv são próximos, isto ocorre porque as concentrações máximas das plumas de cada empreendimento não se sobrepõem. Além disso, as fontes da CGTEE, mesmo com adequações, predominam no que se refere aos picos de concentrações. Dessa forma, os novos empreendimentos interferem na distribuição espacial das isolinhas, mas não nos máximos valores.

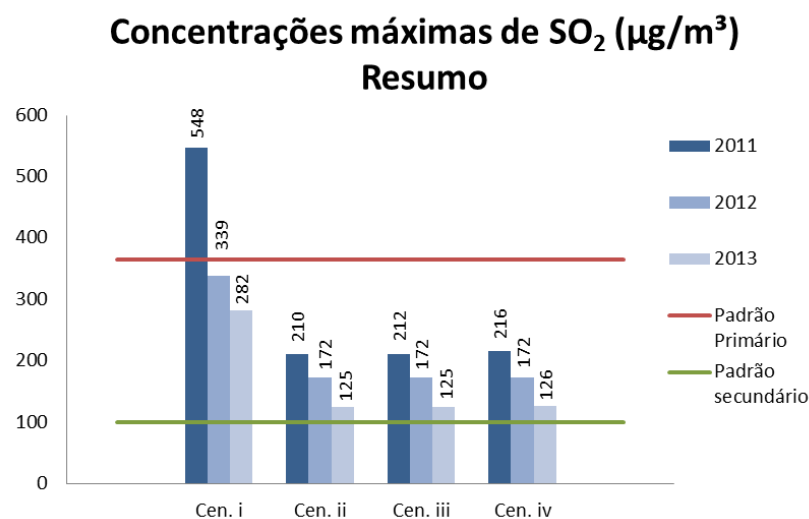


Gráfico 15 - Comparação entre os cenários no período de estudo

8.1.3. Subcenários

Foram estabelecidos os seguintes subcenários para complementar a análise da capacidade de suporte da bacia aérea da região de Candiota/RS.

- Usinas Isoladas: Foi simulada cada usina separadamente no ano de 2011 com objetivo de avaliar a contribuição de cada fonte de emissão nas concentrações de poluentes;
- Carga 60%: Foram simuladas as usinas do cenário iv (todas as usinas) operando com carga de 60% no ano de 2011 com objetivo de avaliar uma condição mais realista;
- Malha de 500m: Nas áreas onde os resultados da modelagem indicaram as maiores concentrações coincidentes com a presença de receptores, a simulação foi refeita com malha mais refinada, de 500m, no ano de 2011 para avaliar mais detalhadamente a sua influência nesses receptores.

Como nos cenários somente o poluente SO₂ apresentou valores acima do padrão secundário, os subcenários estão discutidos somente para esse poluente, os resultados dos demais poluentes encontram-se em Anexo. A seguir encontram-se os resultados das isolinhas de concentração no período médio de 24 horas e as discussões de acordo com o seu respectivo subcenário.

8.1.3.1. Usinas Isoladas

CGTEE: UTPM - Fase A

Esse subcenário corresponde à simulação da fase A da CGTEE isolada com as taxas de emissão limitadas pelo TAC. Para avaliar a sua influência na qualidade do ar esse subcenário foi comparado com o cenário i, no qual essa fase encontra-se simulada com as fases B e C.

Observa-se na Figura 71 que as maiores concentrações obtidas não se sobrepõem a receptores importantes na região. A área de dispersão, até $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 , abrange aproximadamente um raio de 6 km. O máximo valor encontrado foi de $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 no dia 25/01/2011.

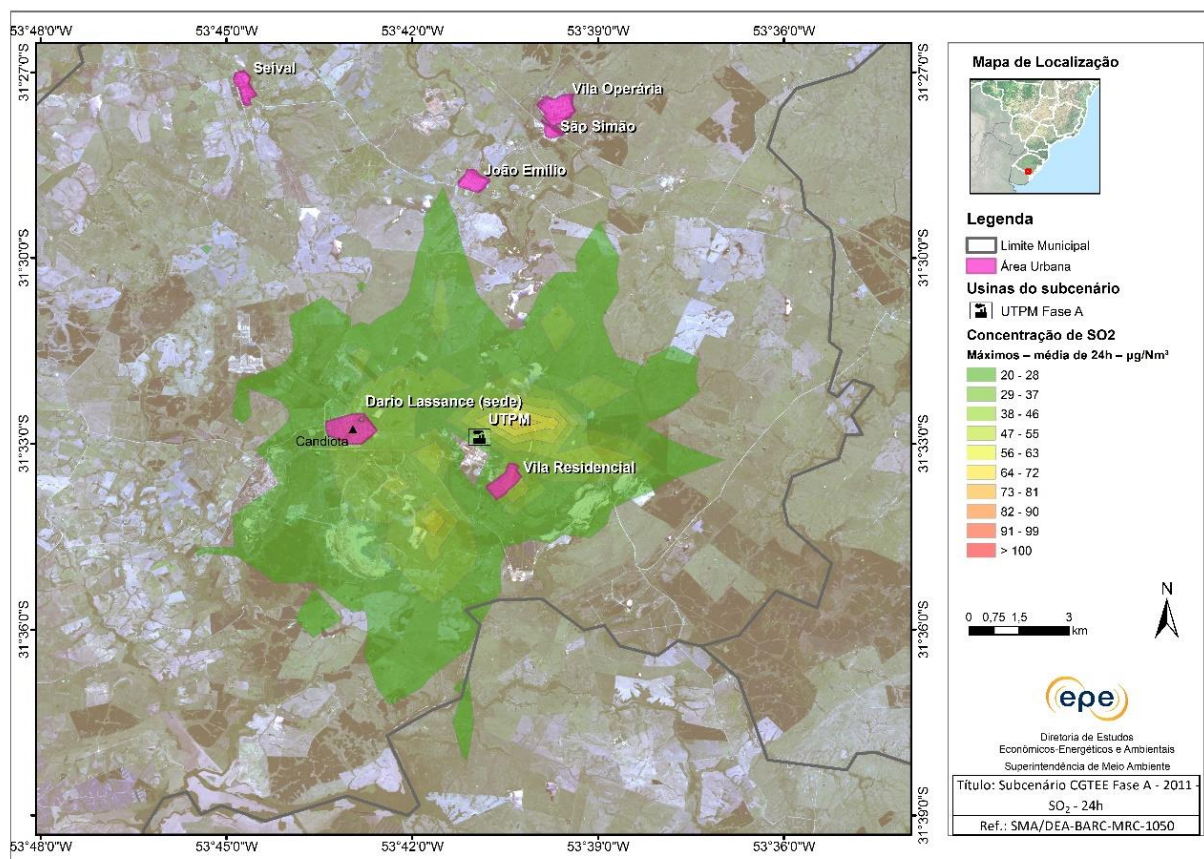


Figura 71 - Isolinhas de concentração máxima de SO_2 , média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase A no ano de 2011

CGTEE: Fase A substituída

Esse subcenário corresponde à simulação isoladamente da fase A que será substituída, em local distinto, após a desativação da atualmente existente, com as taxas de emissão de projeto. Para avaliar a sua influência na qualidade do ar esse subcenário foi comparado com os cenários iii e iv.

Observa-se na Figura 72 que as concentrações obtidas não se sobrepõem a receptores importantes na região. A área de dispersão, até $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 , se mantém nas imediações da usina. O máximo valor encontrado foi de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 no dia 19/12/2011.

Em relação às concentrações verificadas nos cenários iii e iv, a Figura 72, percebe-se que a área de dispersão do SO_2 oriundo da fase A substituída contribui pouco, já que isolada as maiores concentrações observadas na sua área de influência estão abaixo de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 e não coincidem com áreas de maior concentração.

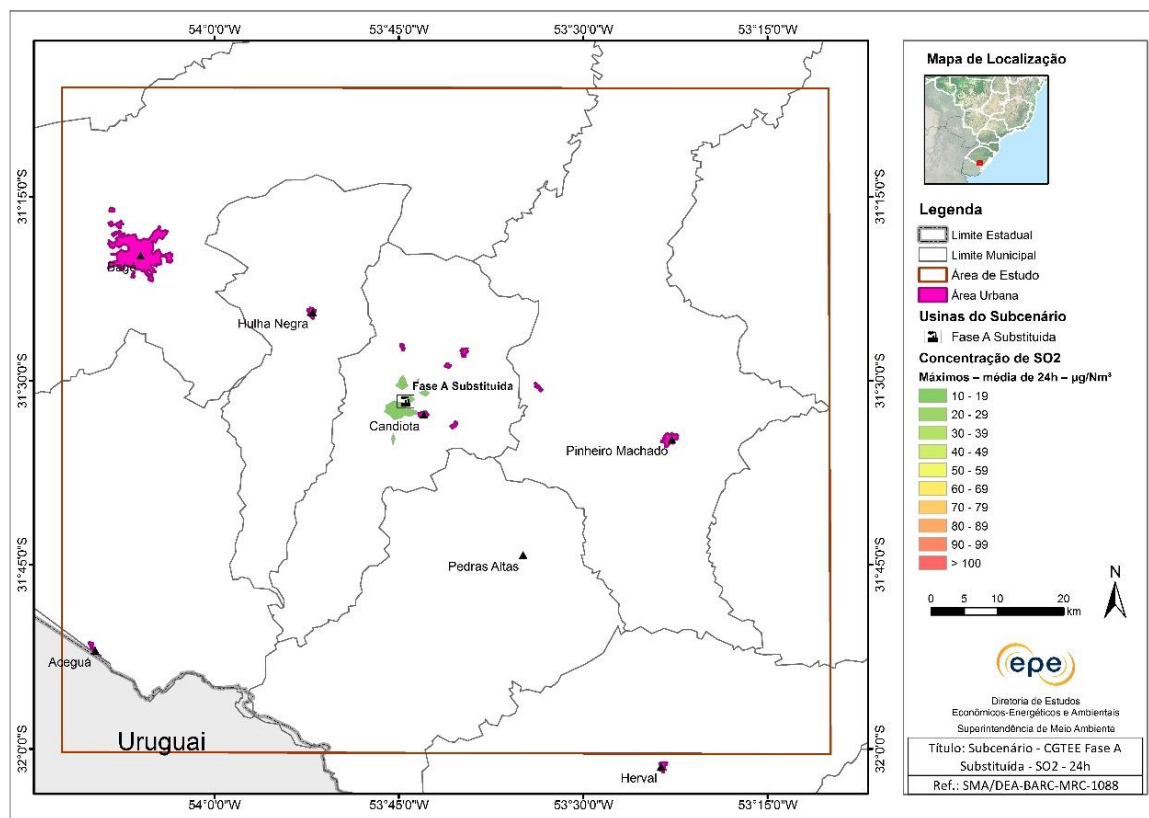


Figura 72 - Isolinhas de concentração de SO_2 , média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase A substituída no ano de 2011

CGTEE: UTPM Fase B

Esse subcenário corresponde à simulação da fase B isoladamente. Essa fonte opera atualmente com as taxas de emissão limitadas pelo TAC. Para avaliar a sua influência na qualidade do ar esse subcenário foi comparado com o cenário i, no qual essa fase encontra-se simulada com as fases A e C.

Observa-se na Figura 73 que concentrações acima do padrão secundário se sobrepõem a receptores importantes na região. A área de dispersão, até $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 , abrange todo o domínio da área de estudo. O máximo valor encontrado foi de $401 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no dia 25/01/2011.

Em relação às concentrações verificadas no cenário i, Figura 67, percebe-se que a área de dispersão do SO₂ oriundo da fase B contribui significativamente, já que isolada apresenta grandes áreas com concentrações acima do padrão secundário.

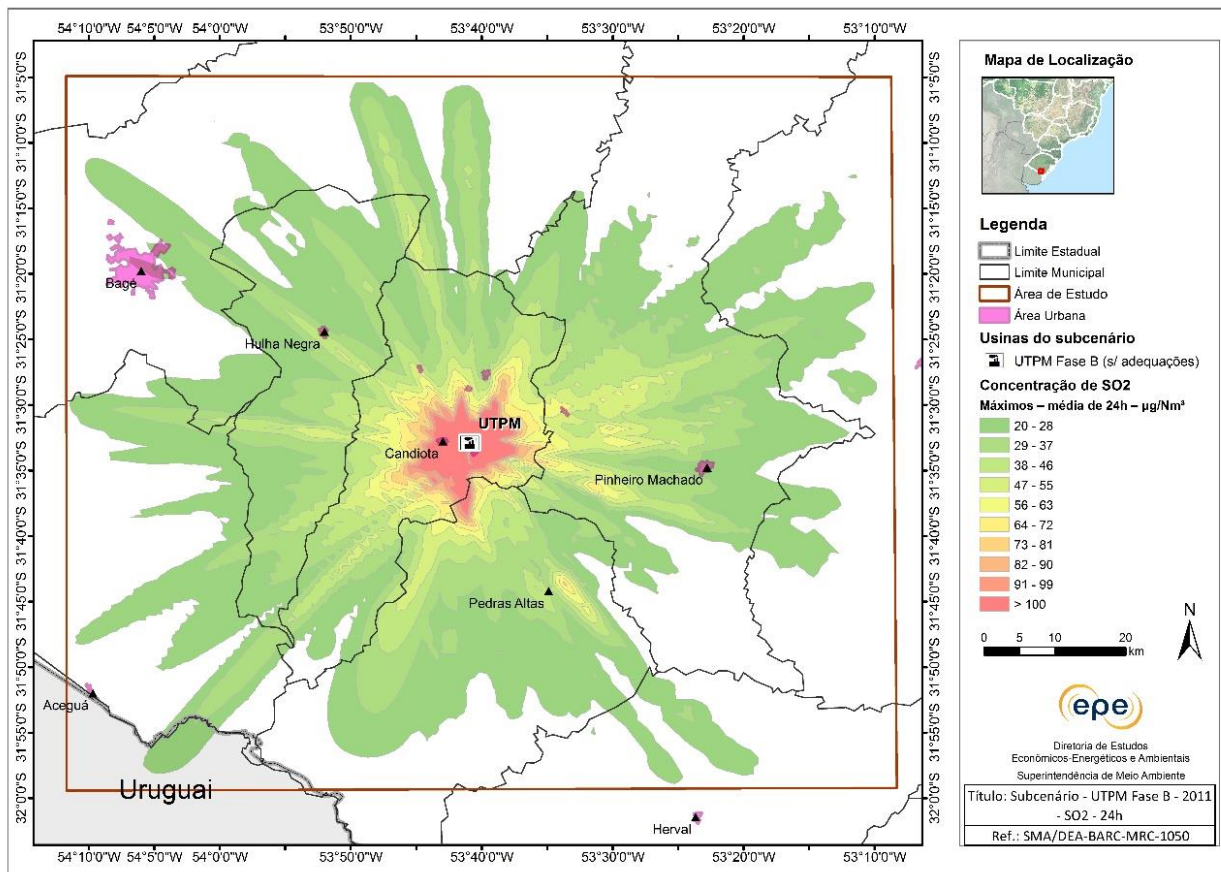


Figura 73 - Isolinhas de concentração de SO₂, média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase B no ano de 2011

CGTEE: UTPM Fase B adequada

Esse subcenário corresponde à simulação da fase B após a realização das adequações ambientais exigidas pelo TAC de forma isolada. Para avaliar a sua influência na qualidade do ar esse subcenário foi comparado com os cenários ii, iii e iv, no qual essa fase encontra-se simulada com outras usinas.

Observa-se na Figura 74 que concentrações acima do padrão secundário não se sobrepõem a receptores importantes na região, mas em áreas da vila residencial apresenta valores próximos. A área de dispersão, até 20 µg/m³ de SO₂, abrange aproximadamente um raio de 20 km. O máximo valor encontrado foi de 138 µg/m³ de SO₂ no dia 25/01/2011.

Em relação às concentrações verificadas no cenário ii, Figura 68, percebe-se que a área de dispersão do SO₂ oriundo da fase B adequada isolada contribui com os valores máximos

encontrados, já que apresenta áreas com concentrações acima do padrão secundário coincidentes com as observadas no cenário ii. O mesmo é observado nos cenários iii e iv.

Vale destacar que ao comparar os resultados da fase B isolada sem adequações, Figura 73, e com adequações, figura abaixo, houve melhora significativa nos valores das concentrações obtidos, já que há redução na taxa de emissão de SO₂ com a instalação do dessulfurizador (adequação prevista no TAC).

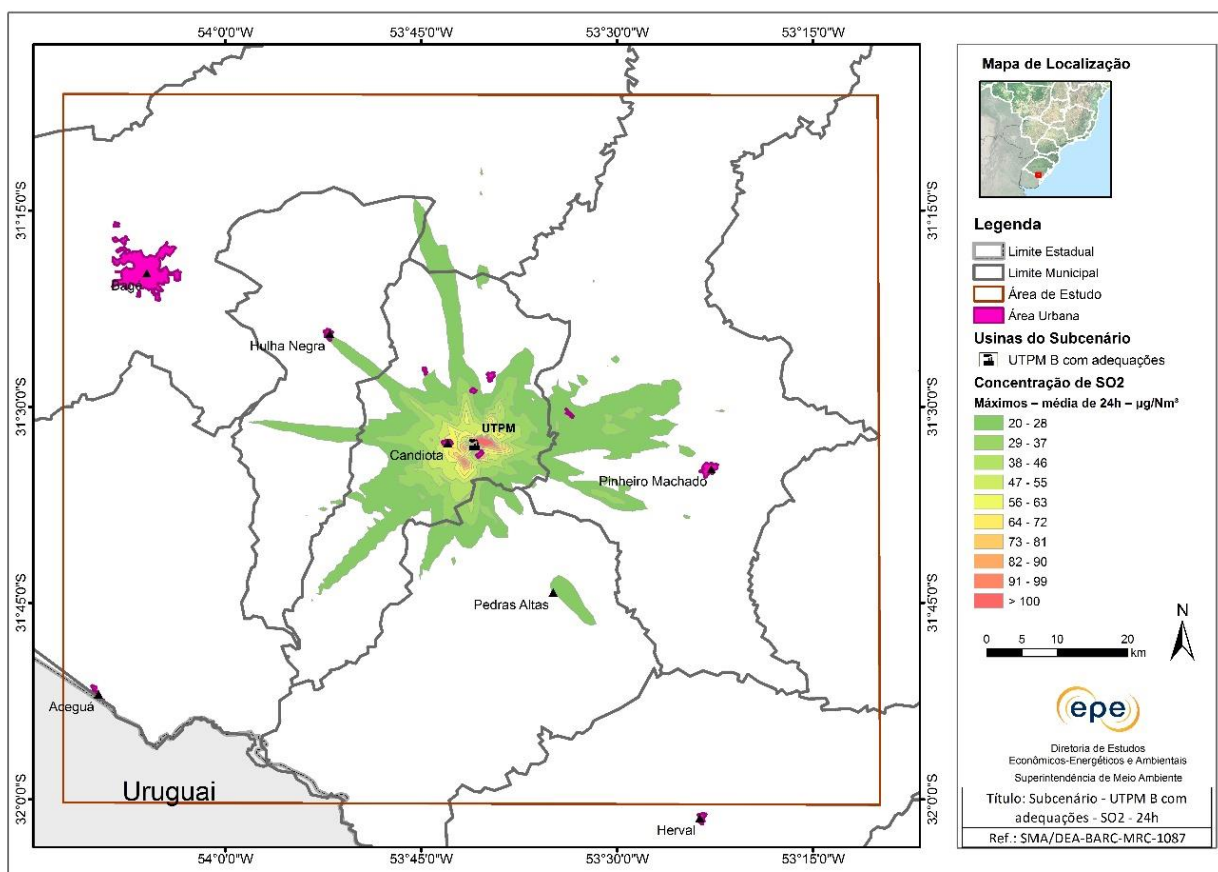


Figura 74 - Isolinhas de concentração de SO₂, média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase B adequada no ano de 2011.

CGTEE: UTPM fase C

Esse subcenário corresponde à simulação da fase C isolada, que opera atualmente na UTPM da CGTEE. Para avaliar a sua influência na qualidade do ar esse subcenário foi comparado com os cenários i, ii, iii e iv.

Observa-se na Figura 75 que houve concentrações acima do padrão secundário, entretanto estes não se sobrepuseram a receptores importantes na região. A área de dispersão, até 20 µg/m³ de SO₂, abrange aproximadamente um raio de 10 km. O máximo valor encontrado foi de 120 µg/m³ de SO₂ no dia 23/11/2011.

Em relação às concentrações verificadas no cenário i, Figura 67, percebe-se que a contribuição da fase C é significativamente inferior à fase B. Nos cenários ii, iii e iv a fase C contribui com os valores máximos encontrados, já que isolada apresenta áreas com concentrações elevadas coincidentes com as áreas com concentrações acima do padrão secundário destes cenários.

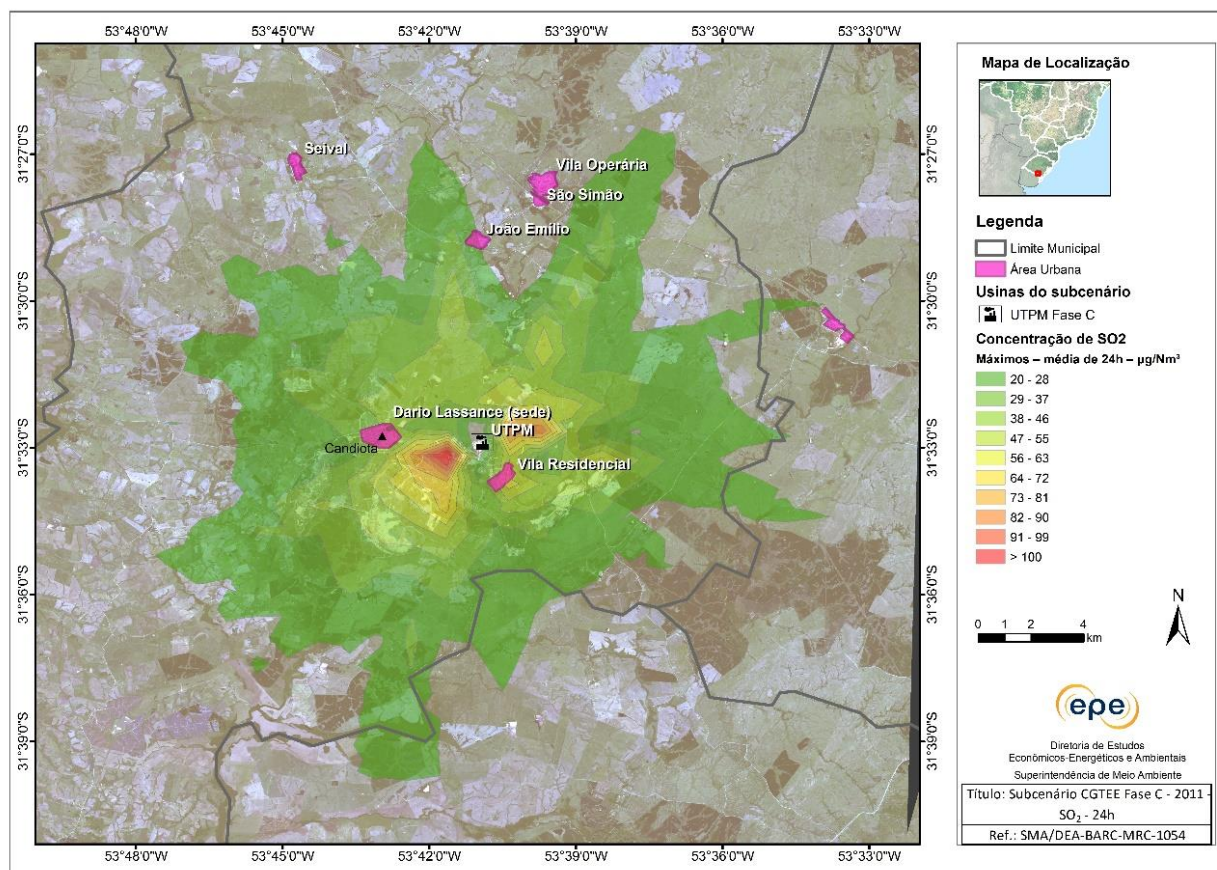


Figura 75 - Isolinhas de concentração de SO₂, média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase C no ano de 2011.

CGTEE: fase D

Esse subcenário corresponde à simulação da fase D isolada da CGTEE. Para avaliar a sua influência na qualidade do ar esse subcenário foi comparado com o cenário iv.

Observa-se na Figura 76 que não houve concentrações acima do padrão secundário, as concentrações obtidas estão bem abaixo desse valor, apresenta predominantemente áreas com concentrações de SO₂ abaixo de 29 µg/m³. Não há sobreposição de concentrações altas com receptores importantes na região. A área de dispersão, até 20 µg/m³ de SO₂, abrange aproximadamente um raio de 8 km. O máximo valor encontrado foi de 42 µg/m³ de SO₂ no dia 13/12/2011.

Em relação às concentrações verificadas no cenário iv, Figura 70, percebe-se que a área de dispersão do SO₂ oriundo da fase D não coincide com as áreas de concentrações acima do padrão secundário do cenário iv, ou seja, essa UTE não contribui significativamente nos picos de concentração.

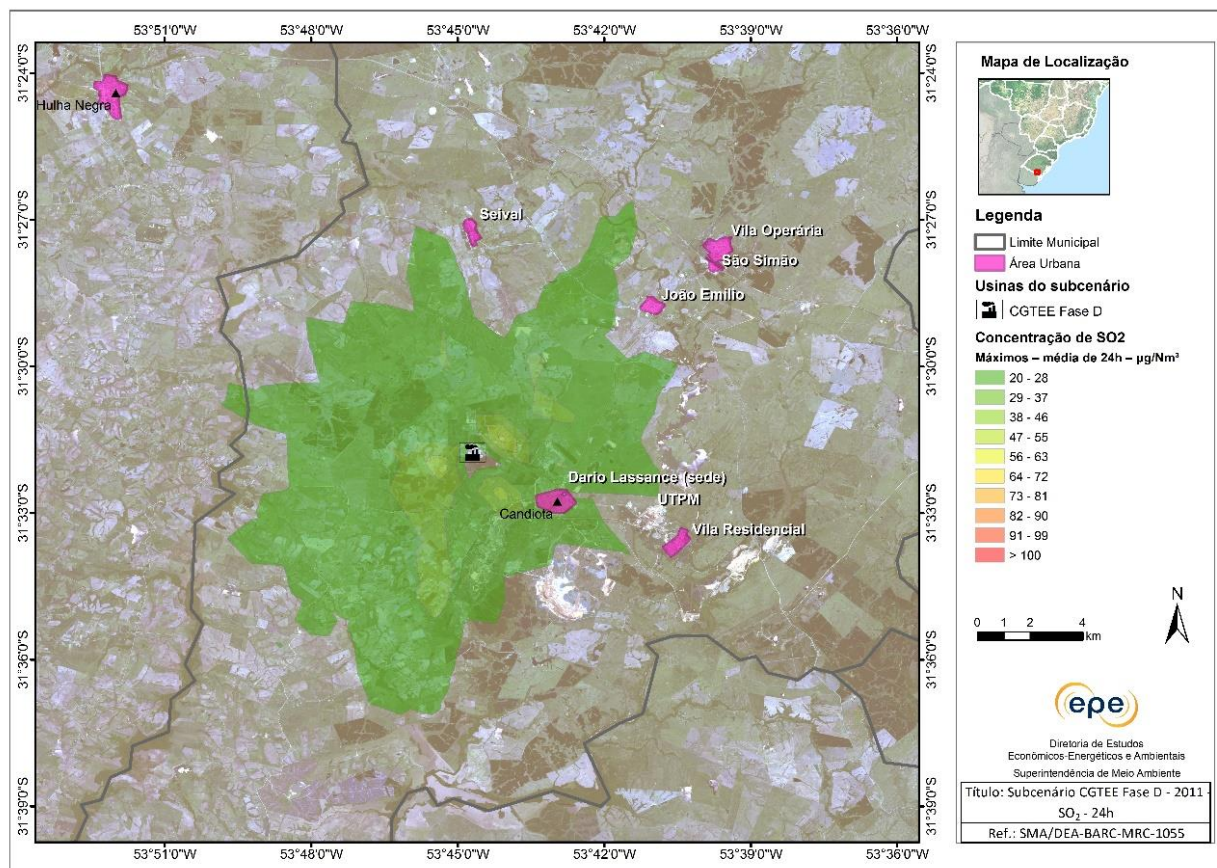


Figura 76 - Isolinhas de concentração de SO₂, média de 24 horas, fonte de emissão CGTEE fase D

Eneva: UTE Seival e Sul

Esse subcenário corresponde à simulação das usinas da Eneva, UTE Seival e Sul, isoladas. Para avaliar a sua influência na qualidade do ar esse subcenário foi comparado com o cenário iii.

Observa-se na Figura 77 que não houve concentrações acima do padrão secundário, as concentrações obtidas estão bem abaixo desse valor, apresenta predominantemente áreas com concentrações de SO₂ abaixo de 29 µg/m³. Não há sobreposição de concentrações altas com receptores importantes na região. O máximo valor encontrado foi de 54 µg/m³ de SO₂ no dia 21/12/2011.

Em relação às concentrações verificadas no cenário iii, Figura 69, percebe-se que a área de dispersão dos poluentes oriundos das UTE Seival e Sul não coincide com as áreas de

concentrações acima do padrão secundário do cenário iii, ou seja, essas UTEs não contribuem nos picos de concentração.

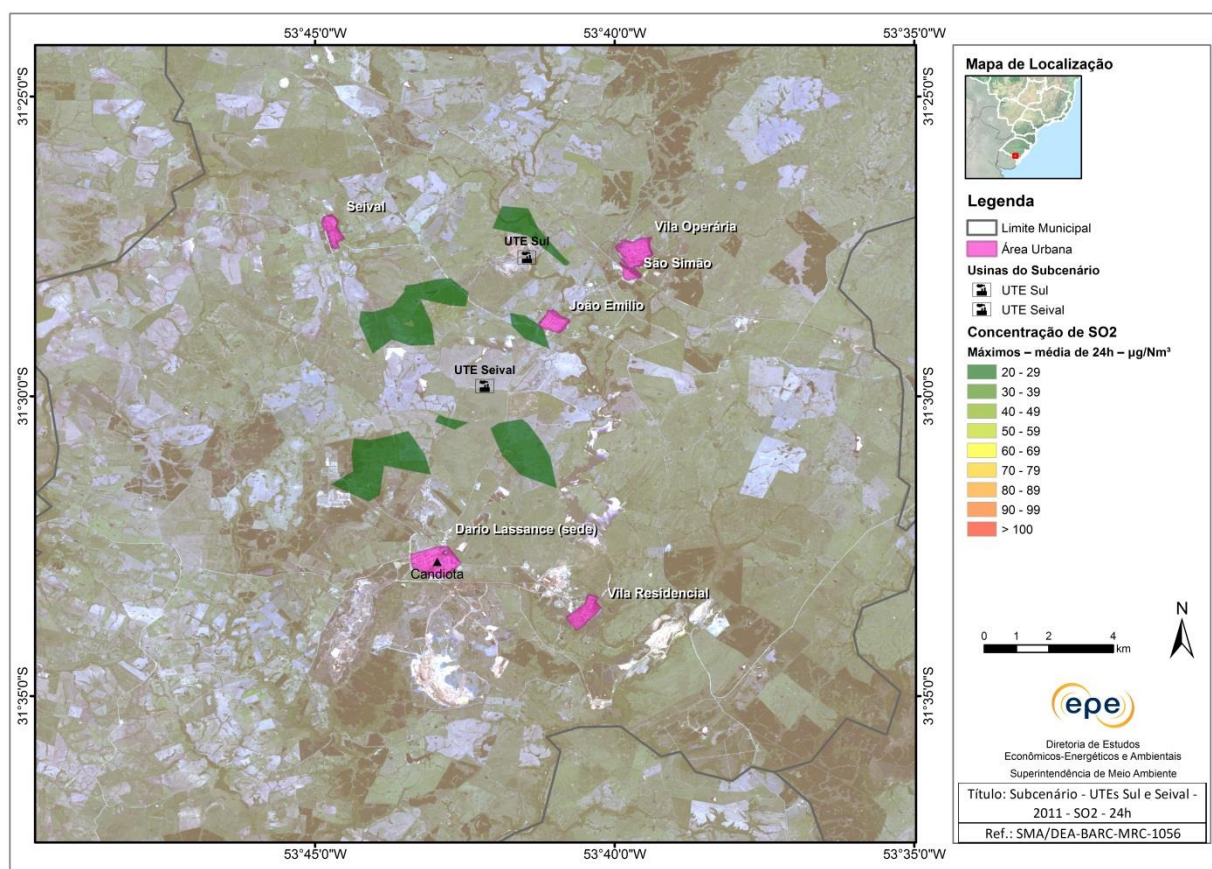


Figura 77 - Isolinhas de concentração de SO₂, média de 24 horas, fonte de emissão UTEs Seival e Sul.

Tractebel: UTE Pampa Sul

Esse subcenário corresponde à simulação da usina da Tractebel Energia, UTE Pampa Sul, unidades 1 e 2 isoladas. Para avaliar a sua influência na qualidade do ar esse subcenário foi comparado com o cenário iv.

Observa-se na figura Figura 78 que não houve concentrações acima do padrão secundário, as concentrações obtidas estão bem abaixo desse valor, apresenta predominantemente áreas com concentrações de SO₂ abaixo de 29 µg/m³. Não há sobreposição de concentrações altas com receptores importantes na região. O máximo valor encontrado foi de 31,5 µg/m³ no dia 19/12/2011.

Em relação às concentrações verificadas no cenário iv, Figura 70, percebe-se que a área de dispersão dos poluentes oriundos da UTE Pampa Sul não coincide com as áreas de concentrações acima do padrão secundário do cenário iv, ou seja, essa UTE não contribui significativamente nos picos de concentração.

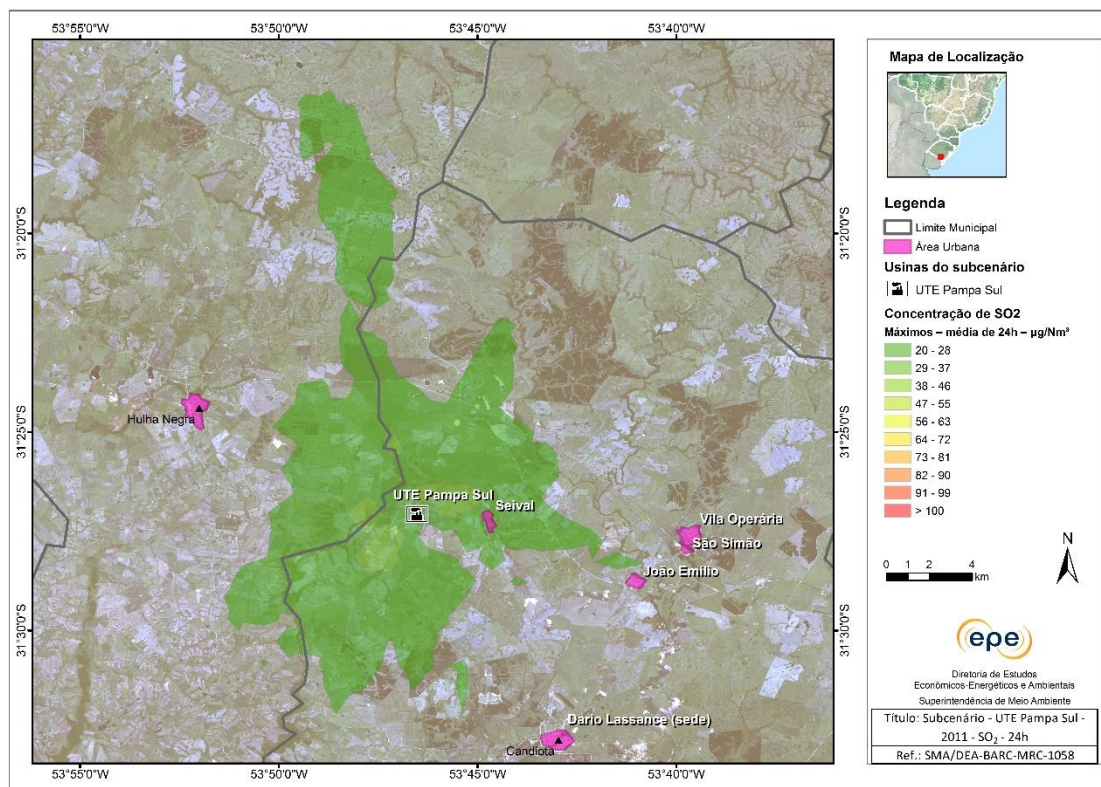


Figura 78 - Isolinhas de concentração de SO_2 , média de 24 horas, fonte de emissão UTE Pampa Sul.

Análise consolidada das usinas isoladas

Conforme apresentado nas isolinhas acima, é possível identificar a contribuição de cada fonte de emissão e sua área de dispersão do poluente SO_2 . Percebe-se que os novos empreendimentos contribuem pouco em relação às usinas já existentes da UTPM.

As fontes da Eneva (UTE Seival e Sul), da Tractebel Energia (UTE Pampa Sul) e da CGTEE (fases A substituída e D) apresentam taxas de emissão menores quando comparado com as usinas existentes por empregarem tecnologia mais avançada, principal motivo que justifica a baixa contribuição desses empreendimentos na deterioração da qualidade do ar da região. Além disso, outros fatores como topografia e altura de chaminé desses empreendimentos também propiciam um comportamento favorável da dispersão dos poluentes.

O Gráfico 16 apresenta síntese dos máximos valores de concentrações de SO_2 encontrados na simulação dos subcenários.

Concentrações máximas de SO₂ (µg/m³) Subcenários 2011 - Usinas Isoladas

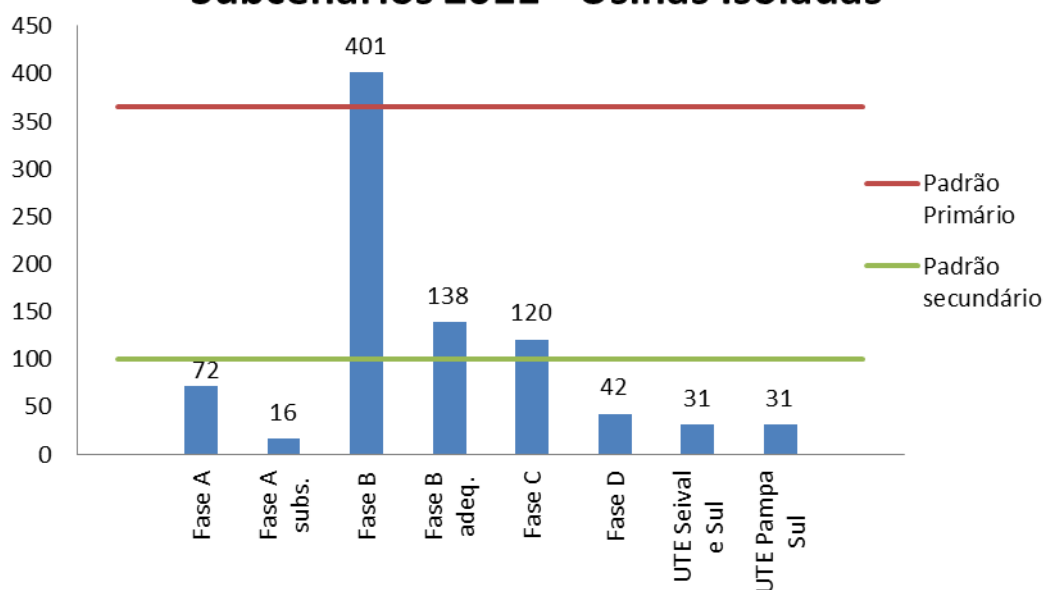


Gráfico 16 - Máximos valores de concentração (µg/m³) média de 24 horas, para o poluente SO₂ simulados para ano de 2011

Observa-se que as exigências previstas no TAC reduzem significativamente os máximos valores encontrados na simulação, contribuindo para a melhora da qualidade do ar na região. Quando comparadas as fases A e B que operam atualmente com as fases A substituída e fase B adequada há redução dos máximos valores de concentrações de SO₂ em aproximadamente 78% e 66% respectivamente. Observa-se também que, embora tenham ocorrido ultrapassagens do padrão secundário, no caso da Fase B adequada e Fase C, isso ocorre apenas uma vez ao longo do ano para um mesmo ponto receptor.

É importante ressaltar também que os resultados apresentados são sempre conservadores, pois consideram a pior meteorologia do período estudado e condições de operação com 100% de carga.

8.1.3.2. Carga de 60%

Todas as fontes operando com carga de 60%

Nos cenários i, ii, iii e iv desse estudo, as usinas foram simuladas emitindo as taxas máximas licenciadas, ou seja, carga a 100%. Esse subcenário tem objetivo de avaliar uma condição mais realista de operação, já que a premissa utilizada nos cenários é conservadora, pois raramente todas as usinas irão operar juntas no seu máximo. Então foi realizada a simulação de todas as usinas do cenário iv operando com carga de 60%. A Figura 79 apresenta as isolinhas de concentração máxima de SO₂ para esse subcenário.

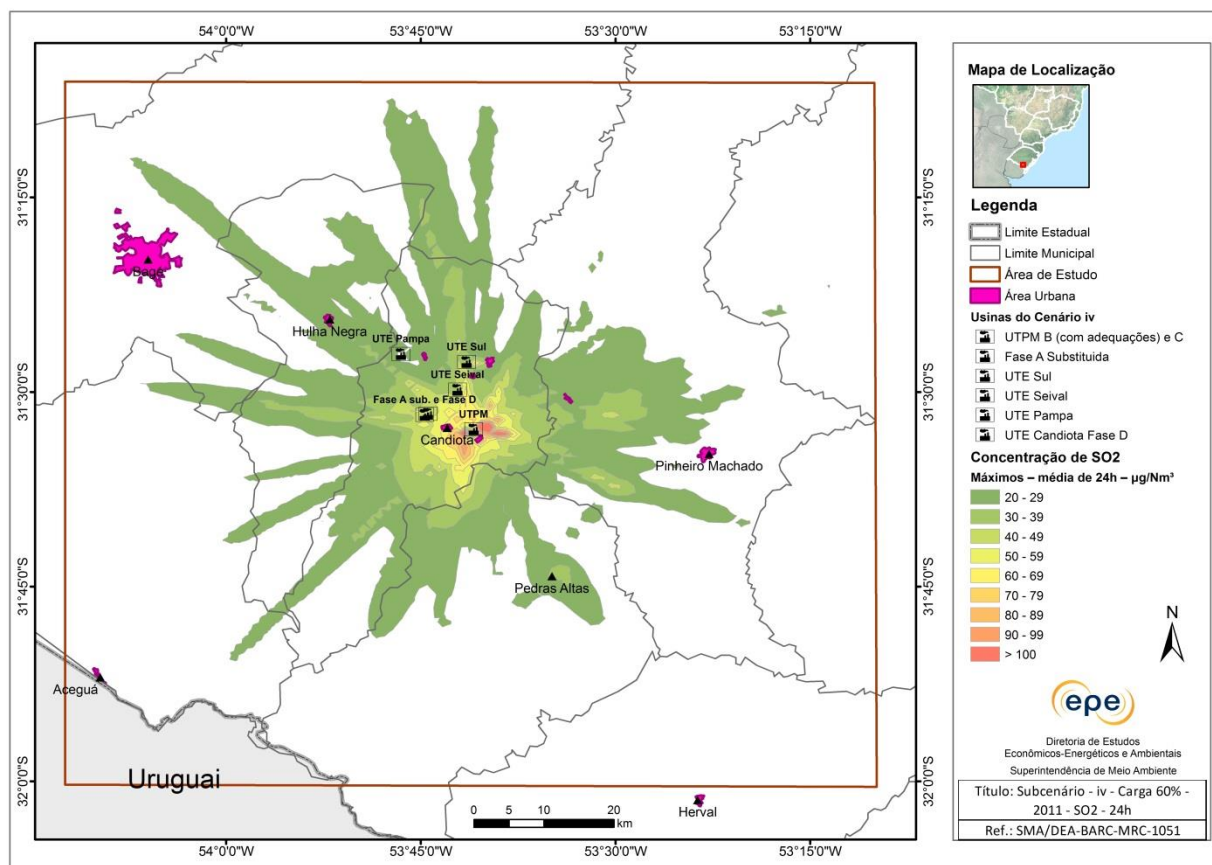


Figura 79 - Isolinhas de concentração de SO₂, média de 24 horas, fonte de emissão do cenário iv operando com carga de 60%

De maneira geral, a distribuição dos poluentes é similar ao cenário iv, entretanto houve contração da área de dispersão já que a taxa de emissão foi reduzida. Observa-se que houve concentrações de SO₂ acima do padrão secundário em áreas coincidentes com as áreas de violação do cenário iv, porém ocupando um espaço bem menor. Vale ressaltar que não há sobreposição de concentrações altas com receptores importantes na região.

O valor máximo de concentração de SO₂ reduziu de 216 µg/m³ para 131 µg/m³, aproximadamente 40%, quando comparado com o cenário iv.

8.1.3.3. Malha de 500m

Para avaliar melhor a distribuição das concentrações no pior cenário foi reduzida a malha do estudo de 1km para 500m. Desta forma, pode-se verificar com mais precisão a influência sobre a qualidade do ar em receptores importantes na região. A Figura 80 apresenta os resultados de SO₂ para o cenário i.

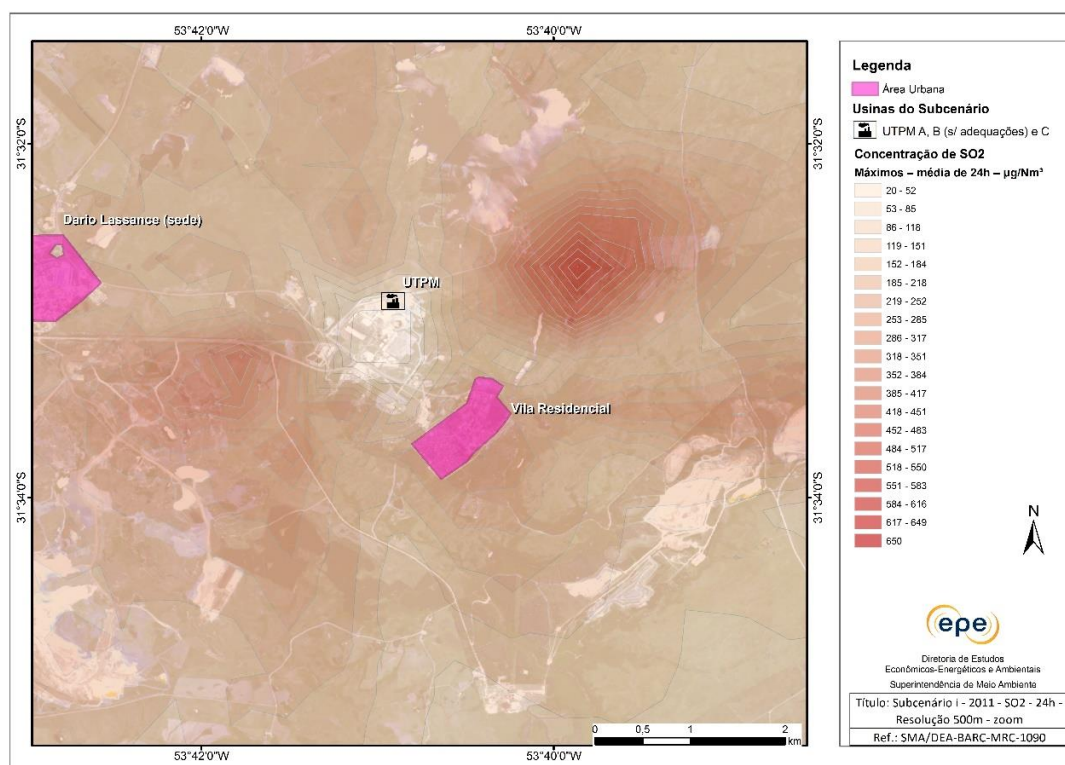
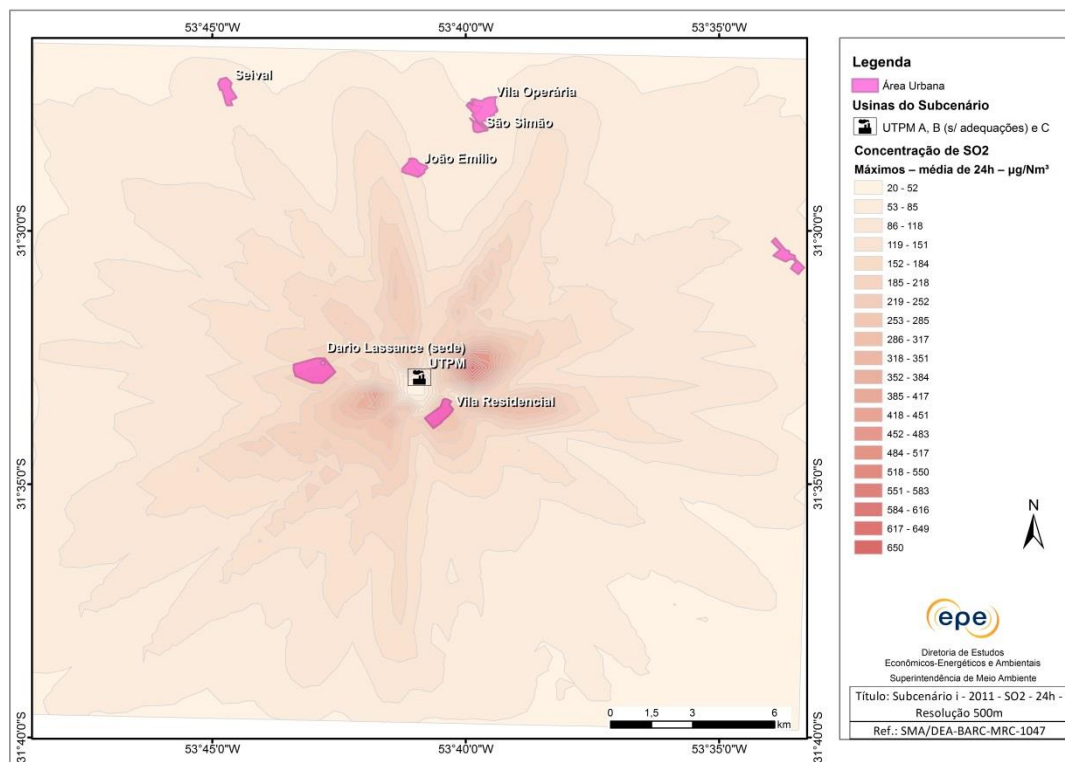


Figura 80 - Isolinhas de concentração de SO₂, média de 24 horas, fonte de emissão do cenário i, com resolução espacial de 500 metros.

Através das isolinhas acima é possível verificar aumento nos máximos valores de concentrações de SO₂, média 24 horas, de 547 µg/m³ para 650 µg/m³, aproximadamente 18%, a 1,5 km a leste da CGTEE.

8.2. Material Particulado (PM_{10})

Como explicado na apresentação dos resultados para o poluente SO_2 , o ano de 2011 foi aquele que apresentou a pior condição meteorológica de dispersão atmosférica, o que justifica o fato das simulações apresentarem os valores máximos de concentração dos diferentes poluentes modelados nesse ano. Por esse motivo, serão apresentados a seguir, da Figura 81 até a Figura 84, os mapas com as isolinhas de concentração do material particulado para o ano 2011. Esses mapas são suficientes para se analisar e discutir a evolução da concentração do material particulado nos cenários i, ii, iii e iv. Os mapas de isolinhas de concentração referentes aos anos de 2012 e 2013 para esses quatro cenários são apresentados em Anexo.

Cenário i

Esse cenário corresponde à simulação das usinas da CGTEE fases A e B, operando com as taxas de emissão limitadas pelo TAC, e a Fase C, no ano meteorológico de 2011.

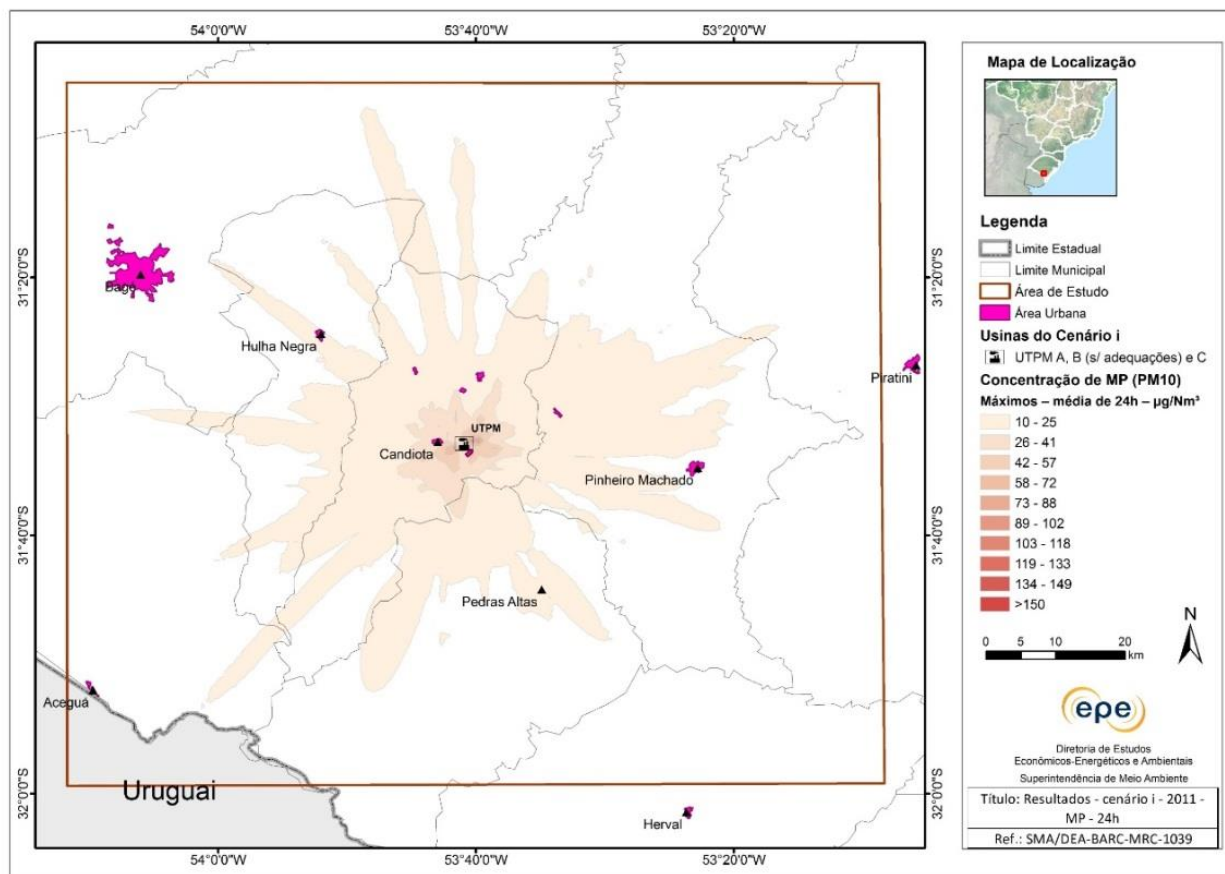


Figura 81 - Isolinhas de concentração máxima de MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), média de 24h, cenário i - Ano 2011.

Cenário ii

Esse cenário corresponde à simulação da fase B com as adequações exigidas pelo TAC e da fase C da CGTEE no ano meteorológico de 2011.

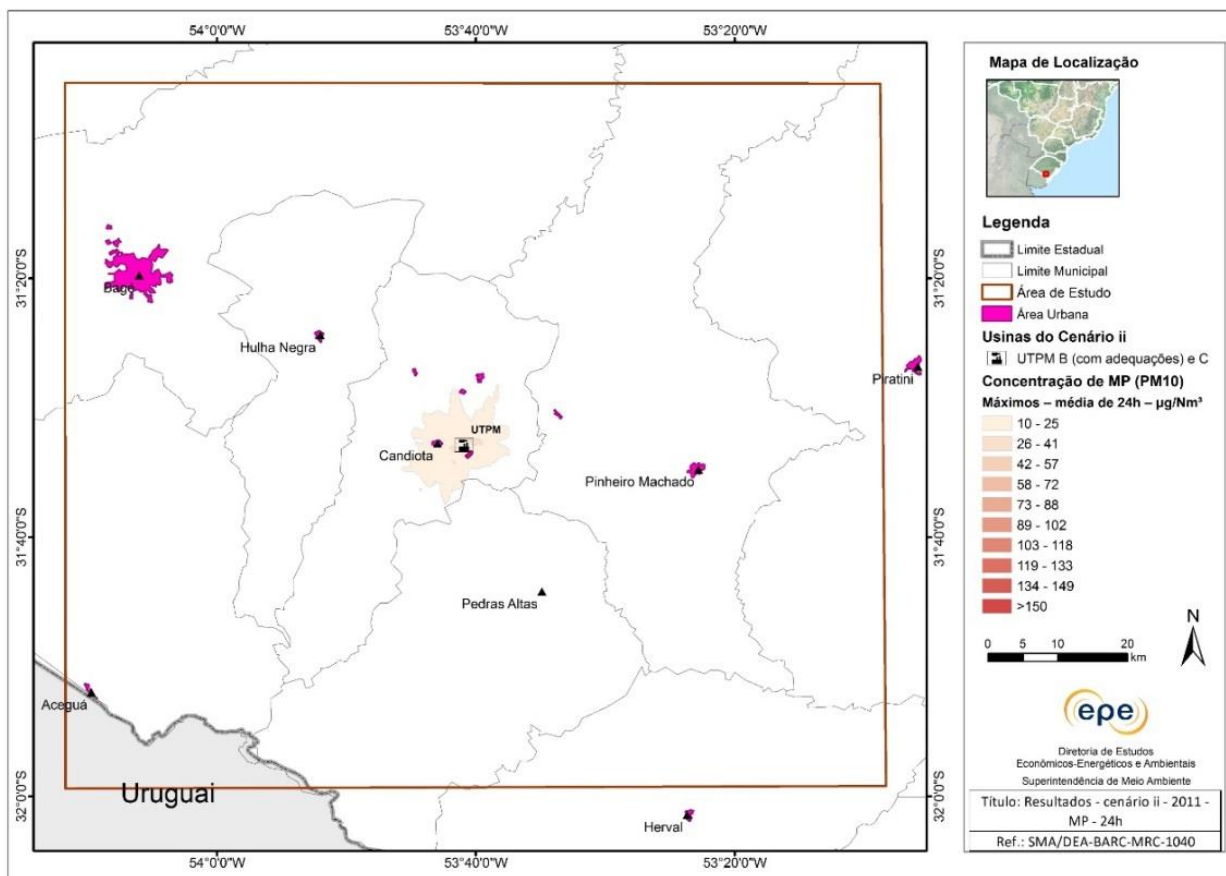


Figura 82 - Isolinhas de concentração máxima de MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), média de 24h, cenário ii - Ano 2011.

Cenário iii

Esse cenário corresponde à simulação da fase A substituída, fase B adequada, fase C da CGTEE e as UTEs Sul e Seival da Eneva no ano meteorológico de 2011.

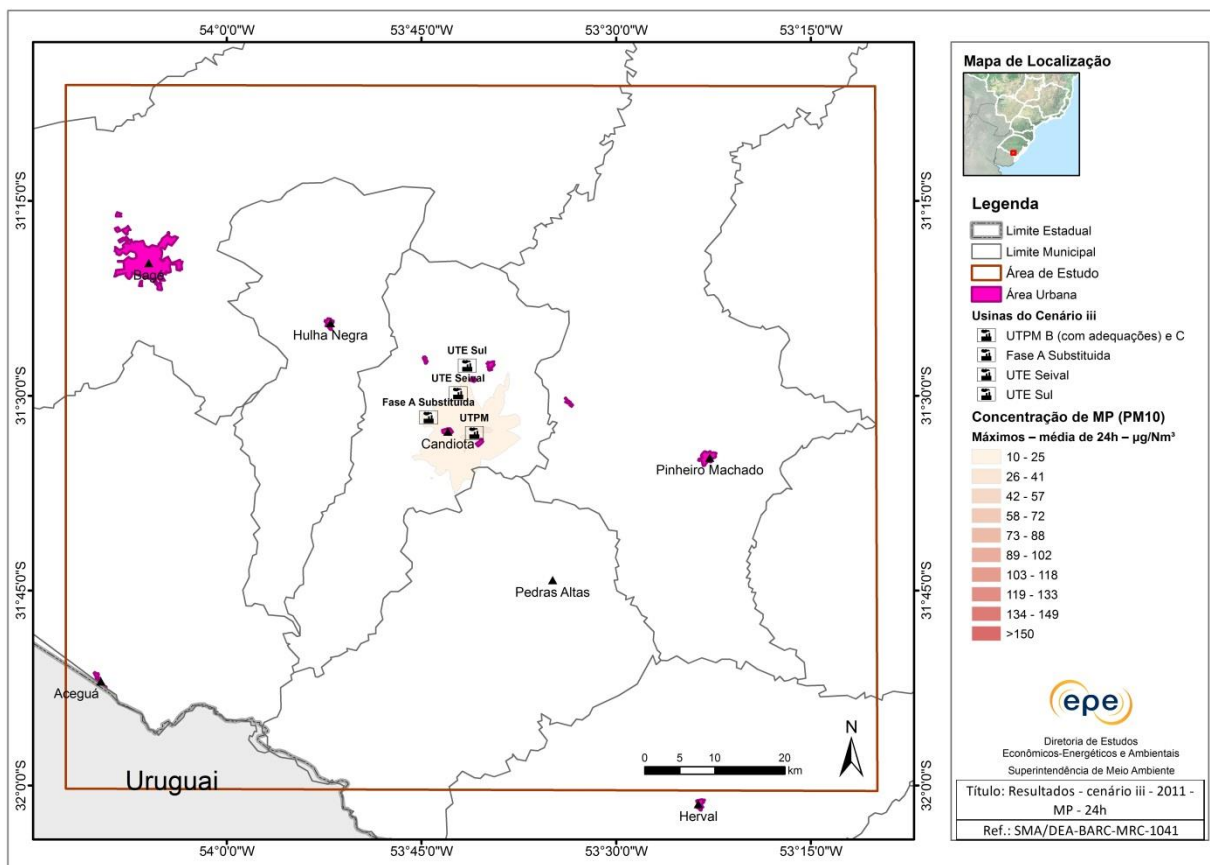


Figura 83 - Isolinhas de concentração máxima de MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), média de 24h, cenário iii - Ano 2011

Cenário iv

Esse cenário corresponde à simulação da fase A substituída, fase B adequada, fase C e fase D da CGTEE, as UTEs Sul e Seival da Eneva e UTE Pampa Sul da Tractebel Energia no ano meteorológico de 2011.

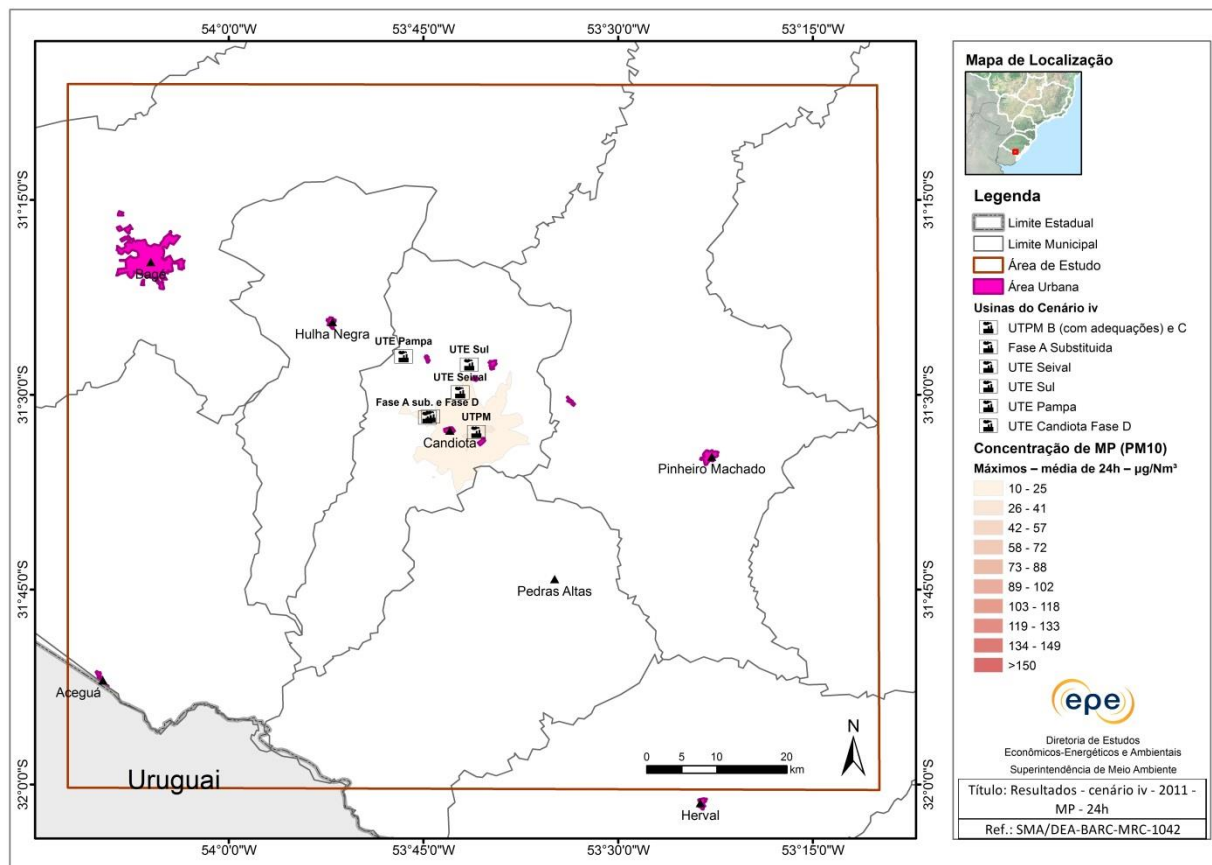


Figura 84 - Isolinhas de concentração máxima de MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), média de 24h, cenário iv - Ano 2011.

8.2.1. Análise dos resultados – PM₁₀

As isolinhas de concentrações superficiais deste poluente, ilustradas nas figuras acima, mostram que, considerando os dados meteorológicos de 2011, os valores máximos obtidos em cada ponto de grade são sempre inferiores ao padrão da legislação ambiental, 150 µg/m³, para todos os cenários.

No cenário i, a máxima concentração média diária de MP ocorreu no dia 25 de janeiro e foi de, aproximadamente 120 µg/m³, que é 20% inferior ao padrão para este poluente. Neste cenário as concentrações são espalhadas em quase todo domínio da grade, com valores entre 10 µg/m³ e 25 µg/m³. Já no Cenário ii, o máximo valor de concentração do MP diminui de 120 µg/m³ para 32 µg/m³, quando comparado ao cenário i, e a pluma de dispersão não chega a atingir municípios vizinhos de Candiota. O maior valor de concentração de MP ocorre no mesmo local que o poluente SO₂. O Gráfico 17 apresenta as máximas concentrações obtidas para o poluente MP nos cenários i, ii, iii e iv, para o ano de 2011. Os cenários iii e iv têm configurações de dispersão bem similares ao cenário ii e, mesmo com o acréscimo de novos empreendimentos, não são verificadas diferença significativas nos valores máximos.

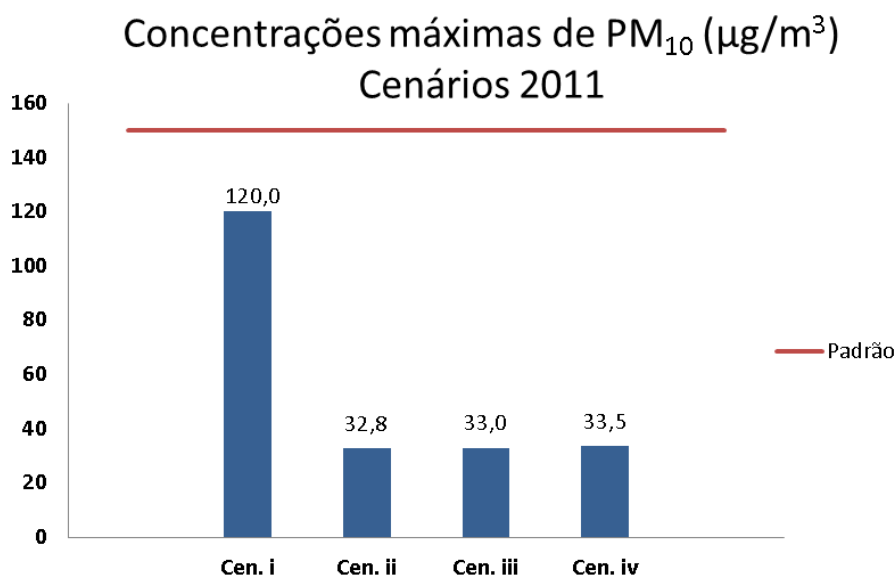


Gráfico 17 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração - Ano 2011

Os mapas referentes ao ano 2012 mostram que no cenário i os máximos valores são da ordem de 71 µg/m³, 53% abaixo do padrão, e ocorrem próximos das fontes de emissão. Outros pontos isolados de concentração variando entre 10 e 25 µg/m³ aparecem em regiões mais afastadas do centro da grade. Já no cenário ii, o máximo valor de concentração diminui 63% comparado ao cenário i, atingindo 26 µg/m³. Diferente do ano de 2011, no cenário 2012 manchas de concentrações se espalham por uma área maior a leste da UTPM, embora sempre com valores baixos, e estão associados aos efeitos da topografia. Os cenários iii e iv têm

configurações de dispersão bem similares ao cenário ii e os máximos valores de concentração também são idênticos.

O Gráfico 18 mostra os máximos valores de concentrações obtidos durante o ano de 2012, de acordo com o cenário modelado.

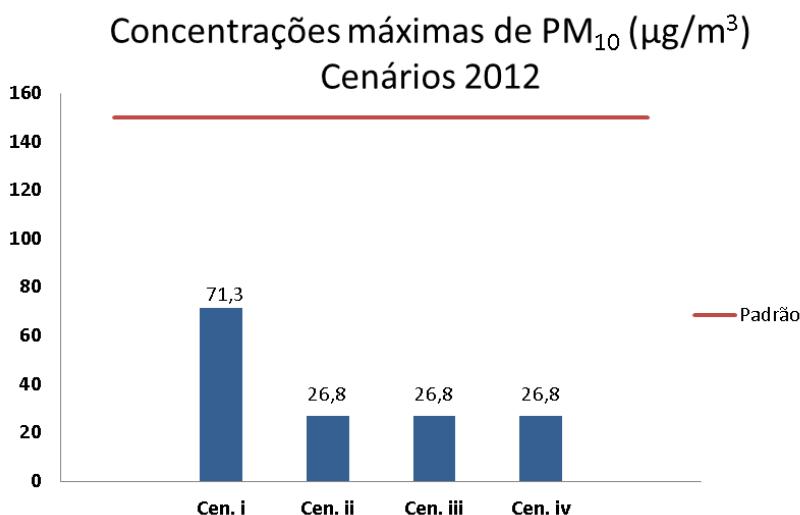


Gráfico 18 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração de PM10 - ano 2012.

Para o ano de 2013, os resultados apresentam comportamento similar aos anteriores. No cenário i o máximo valor obtido foi de 60 µg/m³ e ocorreu aproximadamente a 1,3 quilômetros a oeste da UTPM. Outros pontos isolados na mesma faixa de concentração aparecem na grade e estão associados aos efeitos da topografia, nas porções mais elevadas do relevo. Já nos cenários ii, iii e iv o máximo valor de concentração é de 19 µg/m³, ou seja, aproximadamente 68% menor que o cenário i. As configurações da pluma de dispersão são idênticas entre os cenários ii, iii e iv. Apesar do acréscimo de novos empreendimentos a diferença nos valores de concentração máxima entre os três cenários é nula.

O Gráfico 19, mostra os máximos valores de concentrações obtidos durante o ano de 2013.

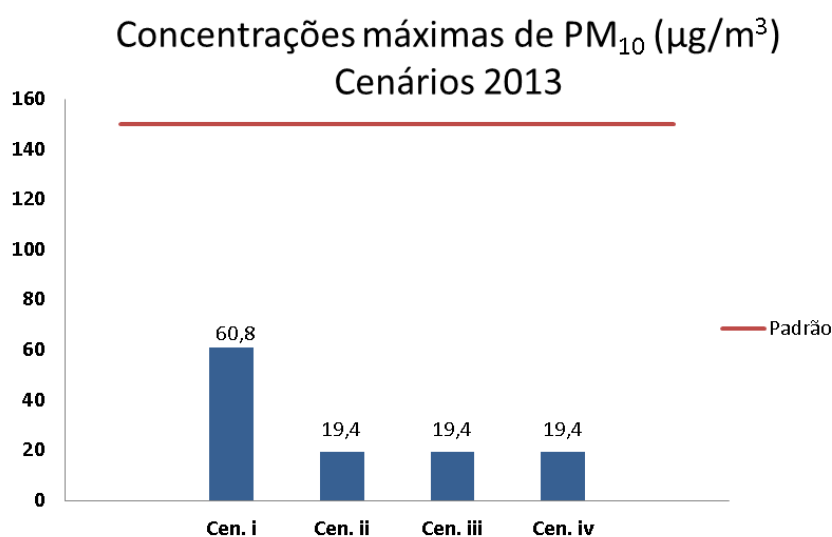


Gráfico 19 - Comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração, linha vermelha padrão ambiental - Ano 2013

Discussão acerca dos resultados

Comparando os resultados obtidos de MP aos de SO_2 , observa-se que os valores máximos ocorreram nos mesmos pontos de grade, visto que ambos são considerados inertes e calculados para períodos de 24 horas, além das informações meteorológicas serem as mesmas. Os máximos valores ocorrem sempre próximos da fonte de emissão da UTPM e diminuem gradativamente conforme aumenta a distância. Alguns pontos distantes fogem a essa tendência e podem apresentar valores ligeiramente maiores em virtude de fatores topográficos, como nos cenários simulados para o ano de 2012, em que manchas de concentrações são observadas a distâncias maiores a leste da UTPM. A comparação entre os cenários ii, iii, e iv, evidencia uma diminuição significativa das áreas de concentrações mais elevadas, quando comparados ao cenário i em todo período de estudo para este poluente.

Observa-se pelo Gráfico 20 que os valores das máximas concentração para os cenários ii, iii e iv não diferem. Os novos empreendimentos interferem na distribuição espacial das isolinhas, mas não nos máximos valores já existentes atualmente e mesmo no cenário ii, que supõe a desativação da Fase A e adequação ambiental da Fase B.

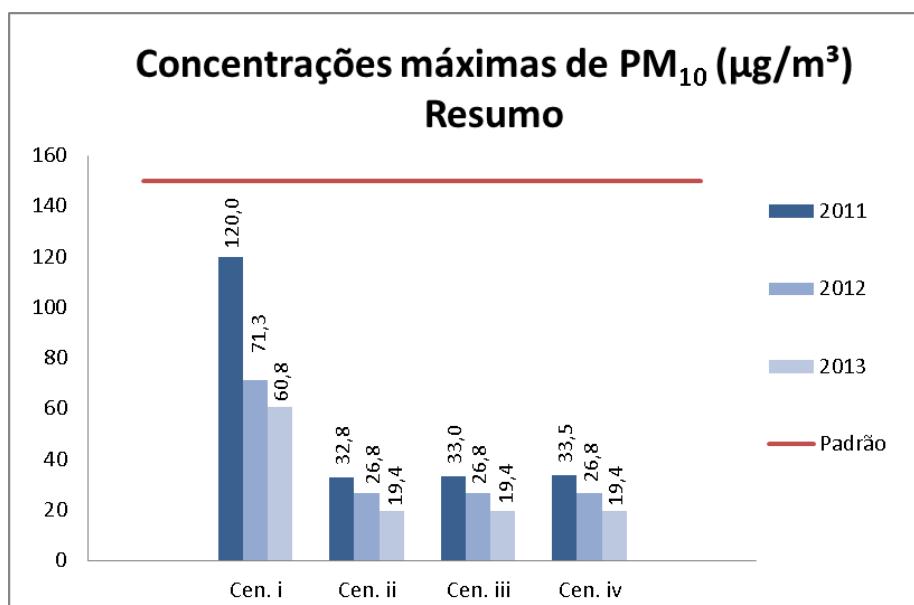


Gráfico 20 - Comparação entre os cenários no período de estudo – PM10

Esses resultados demonstram que em todos os cenários, mesmo operando nos limites máximos de emissão permitidos pelo órgão ambiental em cada UTE, as emissões de material particulado não provocam alteração da qualidade do ar a ponto de ultrapassar o padrão. Além disso, demonstram que, para esse poluente, o acréscimo de novos empreendimentos não interfere nos máximos de concentração quando comparado com o cenário atual, ou com o cenário ii, que incorpora as medidas previstas no TAC (desativação da Fase A e adequação da Fase B).

8.3. Poluente NO₂

A modelagem para o poluente NO₂, diferente das anteriores, foi realizada pelo *software* AERMOD, conforme já justificado no item 7. Os resultados demonstram pouca variabilidade entre os anos simulados. Por esse motivo, os resultados dos anos 2012 e 2013 estão em Anexo, e a seguir estão expostos os de 2011, mesmo período apresentado para os demais poluentes. Para comparar aos padrões exigidos pela legislação as concentrações são apresentadas em períodos de 1 hora.

As Figuras Figura 85, Figura 86, Figura 87 e Figura 88 apresentam, respectivamente, os resultados para os cenários i, ii, iii e iv, para o poluente NO₂.

Cenário i

Esse cenário corresponde à simulação da fase A, B e C da CGTEE operando com as taxas de emissão limitadas pelo TAC no ano meteorológico de 2011.

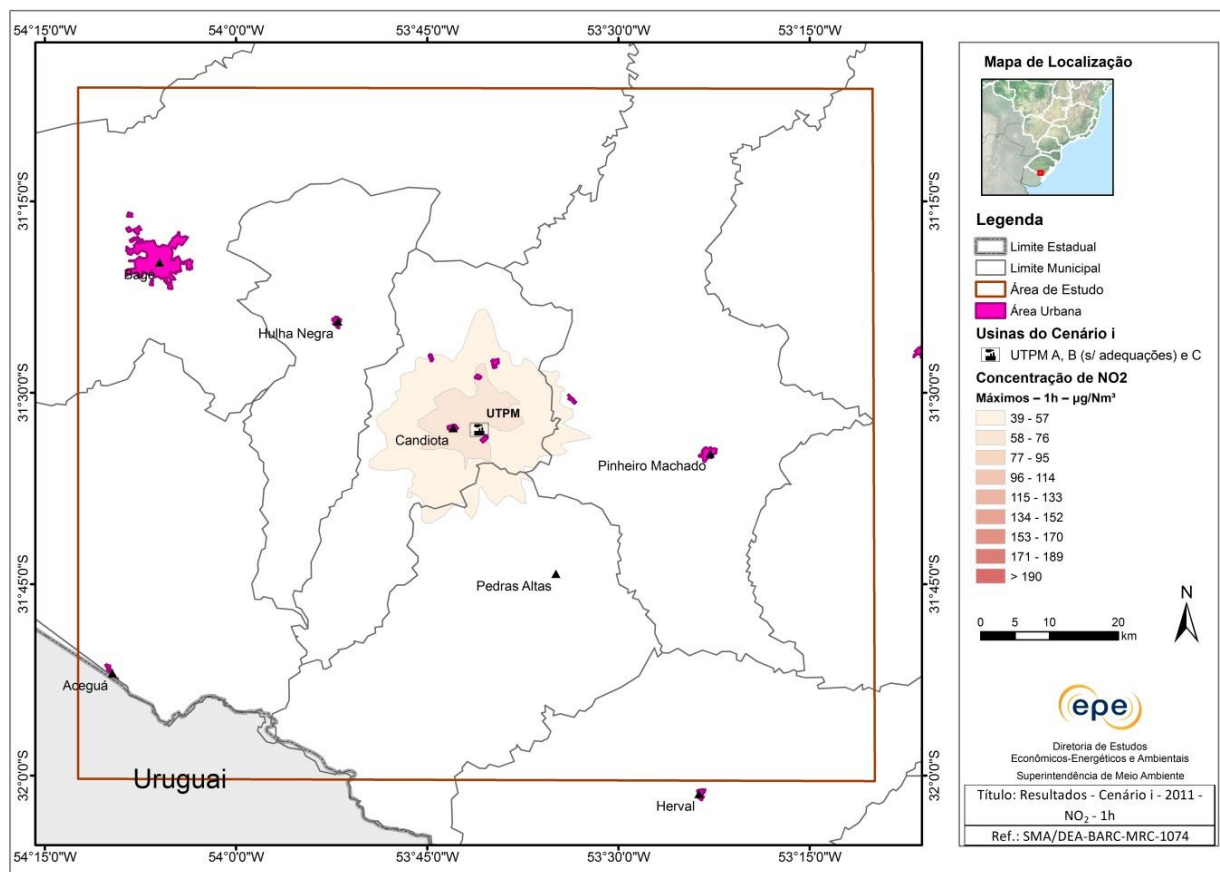


Figura 85 - Isolinhas de concentração de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), máximos horários, cenário i - Ano 2011.

Cenário ii

Esse cenário corresponde à simulação da fase B com as adequações exigidas pelo TAC e da fase C da CGTEE no ano meteorológico de 2011.

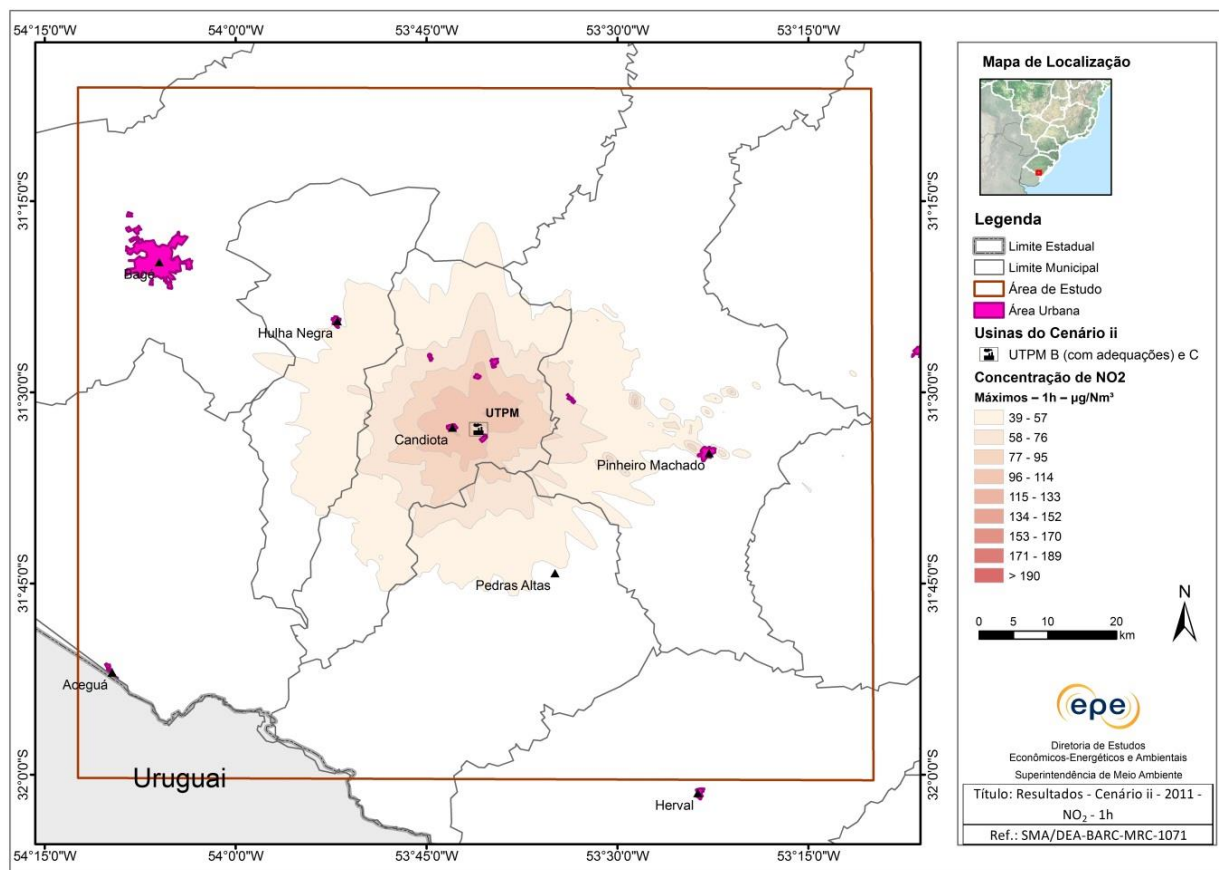


Figura 86 - Isolinhas de concentração de NO₂ (µg/m³), máximos horários, cenário ii - Ano 2011.

Cenário iii

Esse cenário corresponde à simulação da fase A substituída, fase B adequada, fase C da CGTEE e as UTEs Sul e Seival da Eneva no ano meteorológico de 2011.

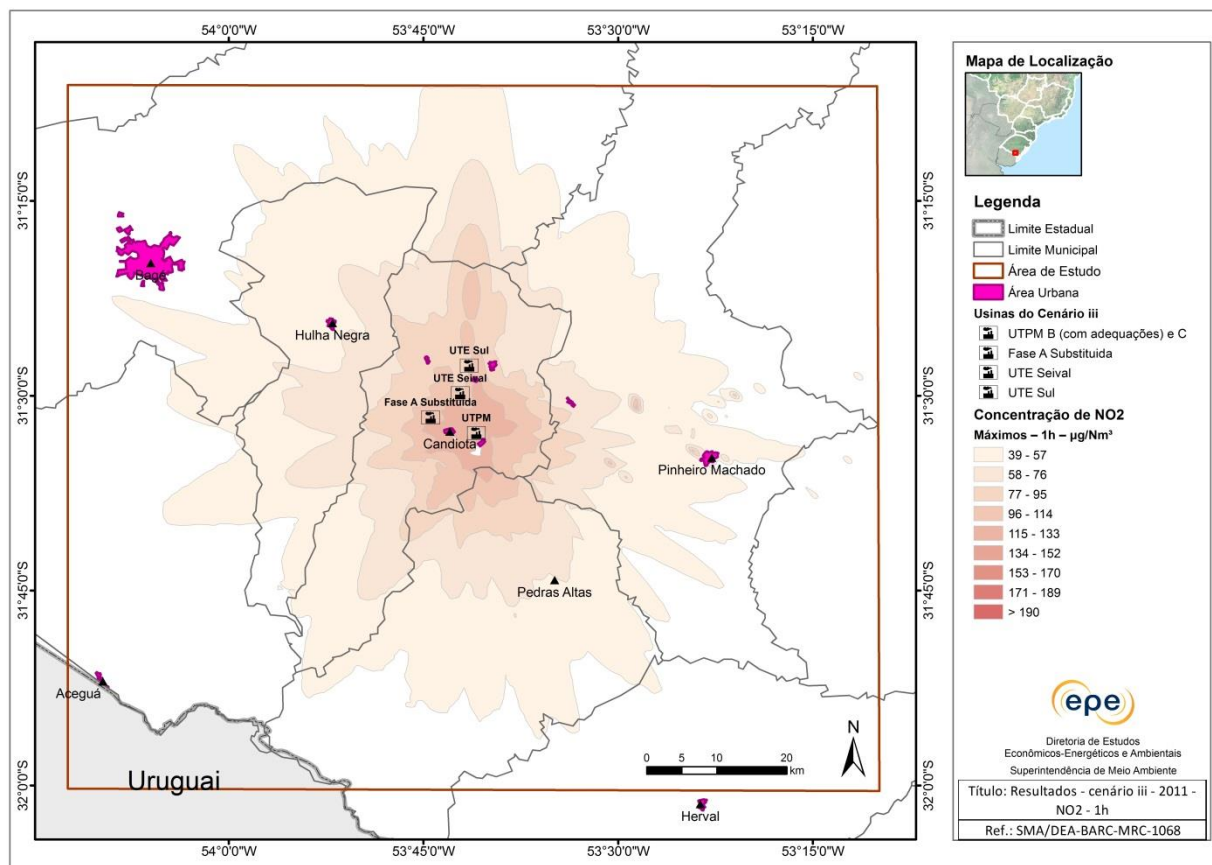


Figura 87 - Isolinhas de concentração de NO₂ (µg/m³), máximos horários, cenário iii - Ano 2011.

Cenário iv

Esse cenário corresponde à simulação da fase A substituída, fase B adequada, fase C e fase D da CGTEE, as UTEs Sul e Seival da Eneva e UTE Pampa Sul da Tractebel Energia no ano meteorológico de 2011.

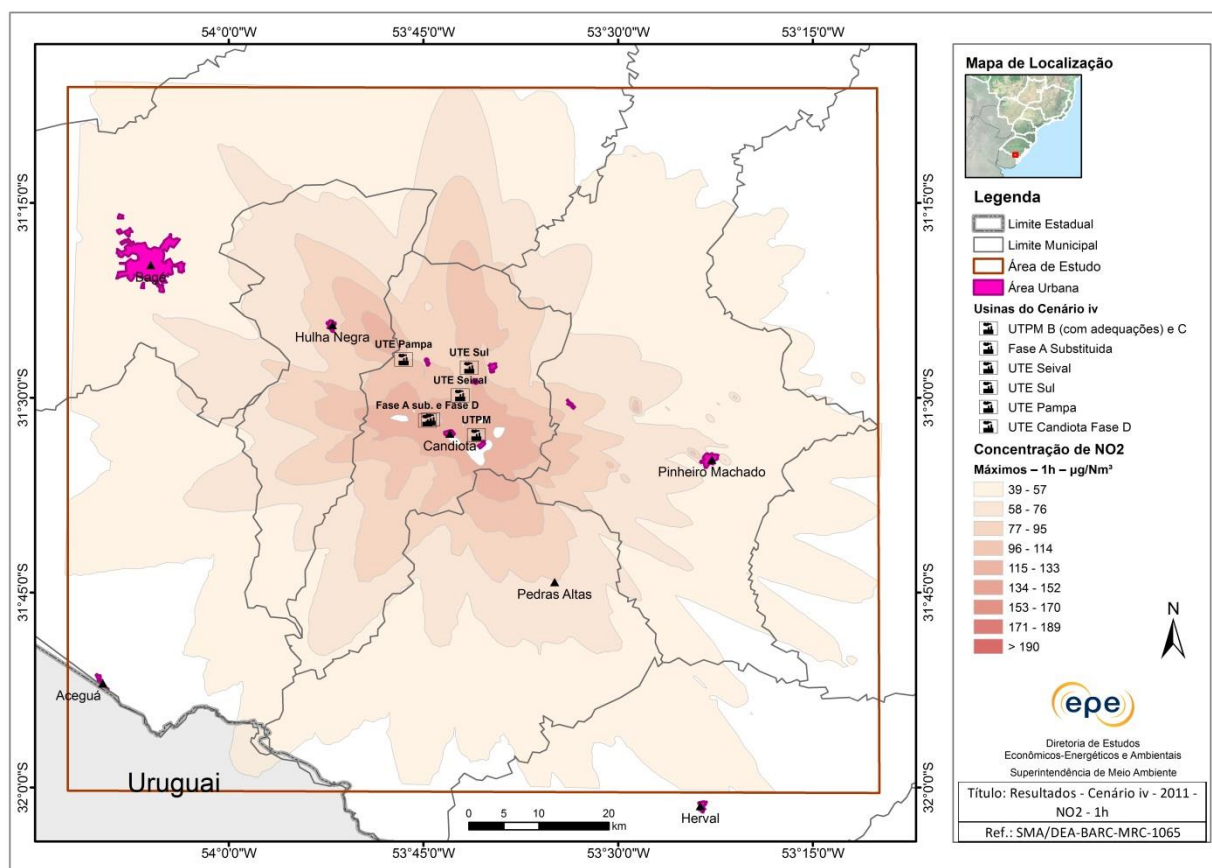


Figura 88 - Isolinhas de concentração de NO₂ (µg/m³), máximos horários, cenário iv - Ano 2011.

8.3.1. Análise dos resultados – NO₂

As isolinhas de concentrações superficiais deste poluente, ilustradas nas figuras acima e naquelas em Anexo, mostram que os valores máximos obtidos em cada ponto de grade são sempre inferiores ao padrão secundário da legislação ambiental (190 µg/m³), para todos os cenários em todos os anos.

No cenário i, a máxima concentração média diária de NO₂ ocorreu no dia 11 de maio e foi de, aproximadamente 71 µg/m³, que é 63% inferior ao padrão secundário para este poluente. Observa-se que a dispersão desse poluente ocorre nas vizinhanças da fonte, dentro do município de Candiota.

Já no Cenário ii, o máximo valor de concentração do NO_2 aumenta de $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para $116 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quando comparado ao cenário i, e a pluma de dispersão aumenta sua área de abrangência. Isso se deve ao aumento da energia gerada, com incremento na queima de combustível e consequente aumento na produção de NO_2 . O mesmo é observado nos cenários iii e iv.

As concentrações máximas de NO_2 nos diferentes anos e cenários estão expostas no Gráfico 21. Verifica-se que a diferença do máximo de concentração de NO_2 entre os cenários ii, iii e iv é menor que destes para o cenário i. Isso se justifica pelo incremento de energia gerada na fase B, que não dispõe de tecnologia que controla a temperatura na queima (*low NO_x burners* ou leito fluidizado), evitando as altas temperaturas que formam o NO_x . Nos cenários iii e iv todas as outras novas fontes inseridas dispõem da referida tecnologia e, além disso, se encontram bem distribuídas.

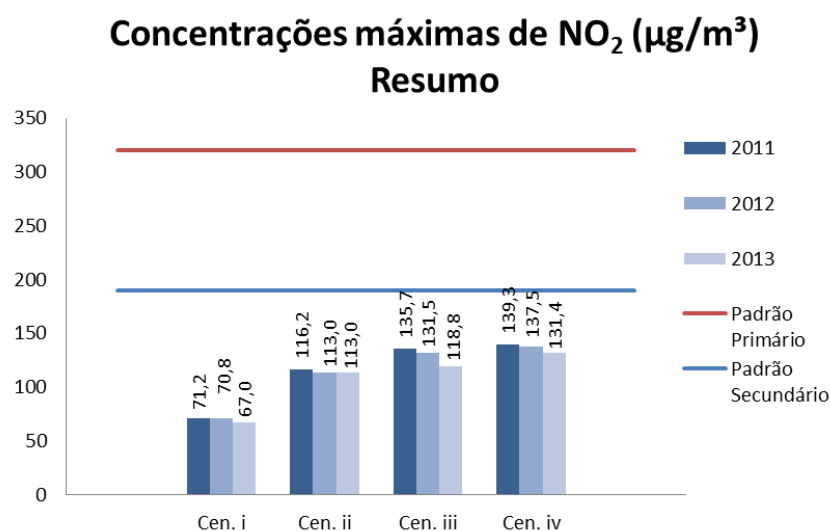


Gráfico 21 - comparação entre os cenários para o máximo valor de concentração- Anos 2011, 2012 e 2013.

Uma das razões para a menor variabilidade dos resultados entre os anos simulados em relação aos outros poluentes pode ser explicado pelo fato do modelo AERMOD considerar somente uma estação meteorológica, ao contrário do CALPUFF que considera maior quantidade de informações. Essa e outras limitações e incertezas serão discutidas no item 8.5.

8.4. Discussão Geral dos resultados para todos os poluentes

Ao se analisar todos os cenários apresentados é possível verificar que as concentrações apresentaram valores mais elevados nas proximidades das fontes de emissão, e diminuem gradativamente conforme aumenta a distância, havendo variações relacionadas principalmente a fatores topográficos.

Nas simulações o SO₂ foi único poluente para o qual os padrões de qualidade do ar foram violados, com maior frequência no ano de 2011, ano em as condições meteorológicas não favoreceram a dispersão de poluentes. Por esse motivo as discussões abaixo são mais detalhas para esse poluente. Abaixo, na Tabela 26, encontram-se relacionados os cenários e o número de violações observadas em um mesmo ponto de grade.

Tabela 26 – Número de violações dos padrões de qualidade do ar em um mesmo ponto de grade em cada cenário - SO₂

Cenários	Padrão primário			Padrão secundário		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Cenário i	1	0	0	14	11	10
Cenário ii	0	0	0	2	1	1
Cenário iii	0	0	0	1	1	1
Cenário iv	0	0	0	2	1	1

Especialmente para o dia 25/01/2011, único em que a modelagem indicou ultrapassagem do padrão primário de qualidade do ar, foi feita uma avaliação dos sistemas climáticos atuantes, apresentada em Anexo.

Resumidamente, percebe-se redução significativa das concentrações de SO₂ nos cenários ii, iii e iv, quando comparados ao cenário i em todos os anos simulados. Isso se deve à aplicação das medidas previstas no TAC, ou seja, desativação da fase A e adequação da fase B da CGTEE. Nos cenários ii, iii e iv não houve variação significativa das concentrações máximas apesar do grande aumento da capacidade instalada (Gráfico 22). Do cenário ii ao iv há um aumento de potência de 434% e no ano meteorológico de 2011 observou-se variação de somente 3%, aumento de 6 µg/m³, entre as concentrações máximas de SO₂ obtidas. Em 2012 sequer há alteração dos máximos entre os cenários ii, iii e iv, e em 2013 do cenário ii para o iv houve aumento de somente 1,7 µg/m³.

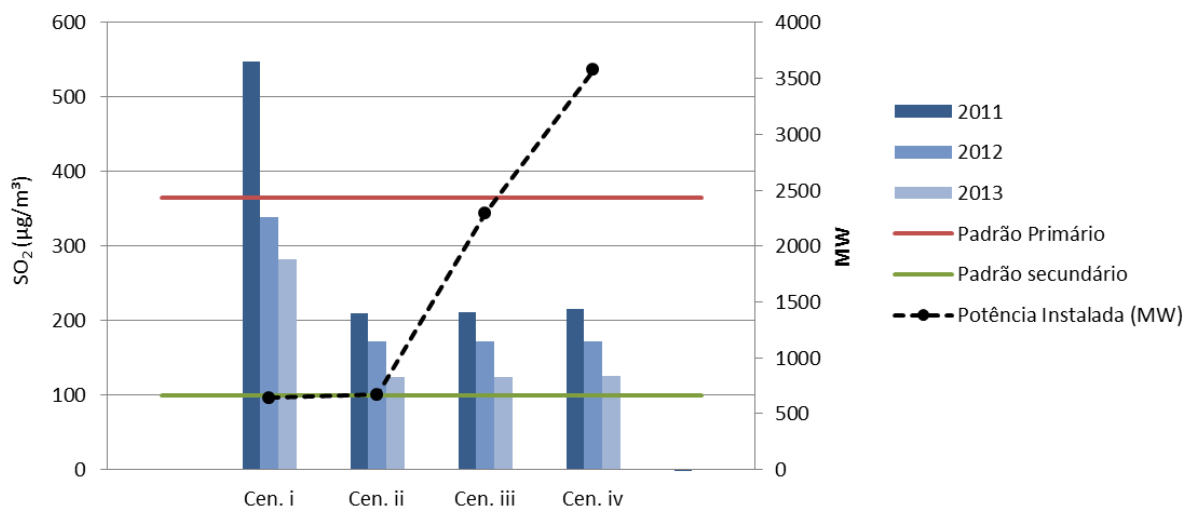


Gráfico 22 - Resumo de concentrações máximas de SO₂ e potência instalada por cenário

Para ter uma visão da contribuição individual de cada uma das fontes de emissão e avaliar situação de operação mais realista, foram simulados subcenários. No primeiro caso percebeu-se que os novos empreendimentos contribuem pouco para as máximas concentrações obtidas, o que se deve a localização e ao emprego de tecnologia mais moderna. Já no segundo caso, com carga a 60%, houve redução geral das concentrações, entretanto, ainda foram observadas violações do padrão secundário para o poluente SO₂.

Também foi realizada nova simulação do cenário i de 2011 considerando uma malha mais fina, de 500m, para avaliar possíveis concentrações elevadas nos receptores (núcleos habitacionais). Verificou-se que nestes há ultrapassagem somente do padrão secundário do poluente SO₂.

Para os demais poluentes, material particulado e NO₂, as concentrações em todos os cenários foram abaixo dos padrões exigidos pela legislação. No caso do MP, o tipo de dispersão se assemelha ao do poluente SO₂, pontos de máximo em mesmo local, já que ambos são considerados inertes para o modelo. Para o NO₂ observou-se um comportamento diferente dos demais, houve aumento das concentrações com o acréscimo de novas fontes. Isso é coerente com o esperado, pois há aumento na queima de carvão.

Vale ressaltar também que embora as simulações tenham indicado violações do padrão secundário, como por exemplo 11 violações para o cenário i (atual) no ano 2012, o que se verificou nos dados de monitoramento foram apenas 3 violações na estação Candiota. Embora essa relação não seja tão direta, pode-se, por esse exemplo, demonstrar que as premissas utilizadas para a construção dos cenários foram conservadoras, o que repercute em todos os resultados.

8.5. Limitações e incertezas

A dispersão atmosférica é função de um conjunto de parâmetros meteorológicos e topográficos que atuam simultaneamente no sentido de aumentar ou reduzir os níveis de concentração em determinada região. Neste contexto, a magnitude do impacto na qualidade do ar dependerá destes parâmetros, responsáveis pelo transporte, transformação química e dispersão dos poluentes emitidos, bem como de possíveis ocorrências de situações críticas de poluição do ar, provenientes de fontes industriais ou não. Neste item são feitas considerações sobre a representatividade dos dados utilizados e processados e descrição das restrições dos modelos e incertezas conceituais, de parâmetros e dos cenários analisados.

A seguir, são apresentadas as limitações identificadas ao longo da elaboração do estudo:

- Indisponibilidade de informações confiáveis de monitoramento contínuo das emissões das fontes atualmente existentes. Somente os dados da fase C podem ser considerados confiáveis, o que por si só não permite confrontar os dados de monitoramento da qualidade do ar com os resultados modelados considerando dados de emissão reais.
- Apesar dos esforços realizados, não foram disponibilizados pelo órgão estadual de meio ambiente (FEPAM) ou pelas empresas dados de emissões de outras fontes fixas instaladas na região, tais como: cimenteiras e mineração. Uma vez que esse estudo é realizado para uma escala regional e as emissões desses empreendimentos são bastante inferiores às das termelétricas, entende-se que a não consideração dessas fontes na modelagem não traz prejuízos significativos aos resultados obtidos.
- Não foi possível modelar todos os poluentes em um mesmo *software*, o CALPUFF. Para o poluente NO_x , que passa por várias transformações químicas na atmosfera, o CALPUFF exige uma série de parâmetros e informações que não estão disponíveis para a região de estudo. Por esse motivo foi utilizado o modelo AERMOD que simula essas transformações de maneira mais simplificada.
- Indisponibilidade de dados micrometeorológicos contínuos na região – os parâmetros micrometeorológicos exigidos no CALPUFF foram calculados empiricamente pelo CALMET. Isso traz incertezas para os dados de entrada do modelo como, por exemplo, a altura da camada limite planetária, que influencia diretamente a dispersão vertical dos poluentes. Ainda assim foram utilizadas as melhores técnicas e dados disponíveis visando reduzir essa incerteza.
- Para o ano de 2011, havia menor número de estações meteorológicas disponíveis na área de estudo. Assim, foi necessário utilizar dados de estações localizadas fora da grade de modelagem para esse ano.

- O período estudado é relativamente curto. O ideal seria simular cenários com variações climáticas em anos de ocorrência dos fenômenos El Niño, La Niña e ano Neutro. Os três anos simulados nesse estudo são considerados neutros.
- Por último, os cenários simulados não representam, necessariamente, condições reais de operação dos empreendimentos consideradas. Em geral, as premissas adotadas para a construção desses cenários podem ser consideradas conservadoras, pois dificilmente ocorrerá a operação simultânea a plena carga de todas as usinas. Por esse motivo foi simulado um subcenário com as usinas operando com 60% de carga.

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e a respectiva avaliação de impactos ambientais (AIA) são exigidos no processo de licenciamento ambiental de empreendimentos potencialmente poluidores. As usinas termelétricas emitem poluentes atmosféricos e, por esse motivo, é exigida, para cada empreendimento, uma avaliação da dispersão dos poluentes e sua influência sobre os diversos receptores existentes na sua área de influência.

O Estudo de Capacidade de Suporte da Bacia Aérea de Candiota/RS vai além dessa abordagem tipicamente exigida no EIA, por avaliar os impactos cumulativos de diferentes empreendimentos existentes e planejados numa determinada área geográfica. No fundo, constitui-se como um instrumento de planejamento ambiental, aplicando tanto conceitos da AIA quanto conceitos de avaliação ambiental estratégica (AAE), permitindo aos empreendedores e ao órgão ambiental competente tomarem decisões com maior embasamento técnico e segurança.

Trata-se assim de um tipo de estudo pioneiro no Brasil e, nessa condição, é natural que muitos aprendizados sejam adquiridos ao longo de sua elaboração e que não se consiga superar determinadas limitações numa primeira abordagem, o que de fato ocorreu.

O estudo considerou grande quantidade de informações, dentre elas o histórico de monitoramento climático, meteorológico e de qualidade do ar para a região, além de informações sobre as fontes de emissões de poluentes existentes e planejadas. A partir desse esforço foi possível atender ao objetivo do estudo, qual seja, avaliar a capacidade de suporte da bacia aérea de Candiota e a viabilidade de inserção de novos empreendimentos termelétricos a carvão. Para tal, foram estabelecidos vários cenários que gradualmente acrescentam novas fontes termelétricas, considerando as taxas de emissão máximas licenciadas ou de projeto, premissa essa que deve ser considerada conservadora. Em cada cenário avaliou-se a emissão e dispersão atmosférica dos três principais poluentes gerados em usinas termelétricas a carvão: Material Particulado, dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂)

Esses cenários foram modelados utilizando metodologia e programas computacionais (*softwares*) já consolidados internacionalmente, desenvolvidos e recomendados pela *United States Environmental Protection Agency* (EPA).

Os resultados demonstram que, de forma geral, a região de Candiota apresenta condições meteorológicas favoráveis à dispersão de poluentes durante todo o ano, principalmente no inverno quando predominam ventos mais intensos. Os poucos eventos de calmaria são observados usualmente no verão, período no qual são verificadas as máximas concentrações de poluentes, tanto nos resultados da modelagem quanto nos dados observados no monitoramento da qualidade do ar.

Ao comparar o cenário que conta com as usinas atualmente instaladas com os cenários futuros, os resultados demonstram que as adequações previstas no Termo de Ajustamento de Conduta terão efeito benéfico sobre a qualidade do ar da região, principalmente para o poluente dióxido de enxofre (SO_2). Além disso, é possível afirmar que os empreendimentos planejados, por contarem com tecnologias mais modernas, equipamentos de controle de poluição, e boa distribuição espacial não comprometem a qualidade do ar. Isto porque as máximas concentrações encontradas pouco se alteram à medida que se introduz esses empreendimentos. Em termos de planejamento da oferta de energia elétrica essa conclusão é fundamental, pois o que se verifica é que se poderia sair de uma situação de cerca de 700MW instalados, para mais de 3.600MW, sem contudo prejudicar a qualidade do ar na região, mesmo considerando as piores condições meteorológicas (2011).

Os poluentes NO_2 e material particulado não ultrapassaram os respectivos padrões de qualidade do ar em nenhum cenário. O SO_2 foi o único que apresentou concentrações críticas, acima dos padrões de qualidade do ar. Contudo, nos cenários futuros foi observado somente dois eventos de violação do padrão secundário no ano de 2011, ano em que ocorreu as piores condições meteorológicas de dispersão, e apenas um evento nos anos de 2012 e 2013 para um mesmo ponto receptor, o que atende ao estabelecido na legislação. Destaca-se também que a inserção de novas fontes nos cenários subsequentes não compromete a qualidade do ar na região, condição comprovada nos subcenários, uma vez que os máximos valores não se sobrepõem.

Os subcenários indicaram também que, mesmo com as adequações previstas para a Fase B da UTPM, esta usina continua a influenciar os máximos de concentração, muito embora as melhorias tragam redução significativa das concentrações de SO_2 e do número de vezes em que ocorre violação do padrão secundário da qualidade do ar. Como dito anteriormente, foi observado um único evento, o que novamente comprova a eficácia das medidas previstas no TAC.

A abordagem proposta nesse estudo mostrou que a modelagem de dispersão de poluentes pode ser utilizada como uma poderosa ferramenta de planejamento e gestão ambiental. O conhecimento da relação entre a meteorologia e a dispersão de poluentes atmosféricos é de significativa importância, já que permite que medidas preventivas sejam tomadas como, por exemplo, escolha da melhor alternativa locacional e das tecnologias apropriadas para um menor impacto sobre a qualidade do ar. Além disso, permite ao empreendedor e órgão ambiental tomarem medidas preventivas no caso de situações meteorológicas desfavoráveis como a criação de um protocolo de atuação, estabelecendo, por exemplo, o ajuste da carga operacional de cada empreendimento.

Pelo exposto, conclui-se que a bacia aérea de Candiota tem capacidade de suporte para operação das usinas termelétricas existentes e planejadas. A inserção de outros

empreendimentos além daqueles considerados neste estudo pode também ser viável, mas obviamente dependerá de estudos complementares.

A seguir são apresentadas algumas recomendações relacionadas a ações futuras.

- Promover atividades de pesquisa e desenvolvimento com o objetivo de aplicar a modelagem de dispersão atmosférica como ferramenta de gestão da qualidade do ar da bacia aérea de Candiota de forma integrada, ou seja, considerando todas as fontes poluidoras e de forma continuada. Numa aplicação mais avançada, pode-se acoplar os modelos de dispersão com os modelos meteorológicos prognósticos, o que favoreceria a adoção de medidas preventivas.
- Adotar protocolos de operação para eventos não usuais para cada usina, como a saída de operação dos equipamentos de controle das emissões, por exemplo. Adicionalmente, poderão ser traçadas estratégias conjuntas, envolvendo duas ou mais usinas.

Com relação à rede de monitoramento da qualidade do ar, pode-se afirmar que a rede existente na região é adequada para o cenário atual, pois as estações estão localizadas em áreas de predominância dos ventos e nos locais em que as simulações apresentam as concentrações máximas.

Entretanto, com a instalação de novos empreendimentos a área de abrangência das plumas tende a aumentar. Sendo assim, recomenda-se:

- Modernização das estações de monitoramento da qualidade do ar de Bagé e Piratini, considerando a análise dos seguintes parâmetros de qualidade do ar: Dióxidos de Nitrogênio (ppm), Dióxido de Enxofre (ppm), Material Particulado <10 μm ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e Material Particulado total ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Recomenda-se que mesmas sejam do tipo automática para assegurar a transmissão contínua das informações.
- Uma estação de qualidade do ar e meteorológica móvel, considerando a análise dos mesmos parâmetros da estação de Aceguá. Este tipo de estação possibilita completar as avaliações realizadas pelas estações fixas, e pode ser deslocada para diferentes áreas de acordo com a necessidade.
- Avaliar a possibilidade e vantagens de se implantar monitoramento indireto que forneça resultados representativos com precisão e acurácia, em áreas importantes que não estão cobertas pela zona de influência das diversas estações e/ou estão afastadas de áreas urbanas ou não possuem infraestrutura adequada para a instalação de uma estação de qualidade do ar. Sugerem-se os seguintes locais:
 - Reserva Biológica BioPampa;

- Na Vila residencial e no bairro Seival do município de Candiota;
- Na sede do município de Hulha Negra;

Tais recomendações são importantes para a gestão da qualidade do ar da bacia aérea como um todo, especialmente com a operação dos empreendimentos futuros. Ações específicas voltadas à gestão ambiental de cada empreendimento isoladamente deverão ser tomadas, mas ultrapassam o escopo desse estudo, devendo ser tratadas na etapa de licenciamento ambiental.

Por fim, é importante a multiplicação do conhecimento aplicado no estudo por meio de elaboração de manual e realização de treinamentos para diferentes atores envolvidos, tais como, órgãos de licenciamento estaduais, prefeituras, empresas geradoras, entre outros. Tais conhecimentos também devem ser inseridos nos programas de comunicação de forma a facilitar a aceitação no uso do carvão como fonte para a geração de energia elétrica. Como forma de divulgação e disseminação do conhecimento adquirido nesse estudo estão previstos dois *workshops*, o primeiro no Rio de Janeiro e o segundo no Rio Grande do Sul, além da elaboração de livro que será publicado após a avaliação e aprovação desse relatório pelo IBAMA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AB'SABER, A. N. Regiões de circundesnudação pós-cretácea no Planalto Brasileiro. Boletim Paulista de Geografia. 1949.
- [2] ALONSO, M. F. Previsão de tempo químico para a América do Sul: impacto das emissões urbanas nas escalas local e regional. Tese (Doutorado em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011.
- [3] América Latina Logística – ALL. Malha Sul Ferroviária. Disponível em: < http://pt.all-logistica.com/all/web/default_pti.asp?idioma=0&conta=45>. Acesso em: março 2014.
- [4] Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3ª Edição. Brasília. 2008.
- [5] Agência Portuguesa do Ambiente – APA. Portugal, 2010. Disponível em: <<http://www.apambiente.pt>>. Acesso em: janeiro de 2014
- [6] Atmospheric Studies Group - ASG at TRC. The CALPUFF Modeling System, disponível em: < <http://www.src.com/calpuff/calpuff1.htm>>. Acesso em: 24 janeiro 2014.
- [7] BAIRD, C. Química Ambiental. 2 ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2002.
- [8] BAIRD, C., CANN, M., Environmental Chemistry, W.H. Freeman and Company, New York, 2012.
- [9] BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. Atmosfera, tempo e clima. 9.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- [10] BECK, V.C. Assimilação 3DVAR no WRF e a Previsão do Tempo no Sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). 146p.Universidade Federal de Pelotas, 2013.
- [11] BIASUTTI, Saulo; GOMES, Elizabeth Linda Miranda. Avaliação do desempenho dos modelos de qualidade do ar AERMOD e CALPUFF na região de Anchieta-ES. Vitória, Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.
- [12] BITTLE, C.R; BOROWKY, A.R. A review of dispersion modeling methods for assessing toxic releases. Presented at 78th Annual Meeting of the Air Pollution Control Association, june, 1985.
- [13] BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. Boletim do Instituto de Biociências, 1997.

- [14] BRIMBLECOMBE, P. Air composition & chemistry. 2.ed. Cambridge: University Press, 1996.
- [15] BROWN, M.T. Caracterização petrológica e química dos carvões utilizados em usinas termelétricas brasileiras e as cinzas geradas no processo de combustão. Dissertação (Mestrado em Geociências). Porto Alegre: UFRGS, 2011.
- [16] CANÇADO, J. E. D.; BRAGA, A.L.F.; AMADOR, L. A.; ARBEX, Marcos Abdo; SALDIVA, P. H. N.; SANTOS, U. P. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 2006.
- [17] CCOYLLO, Ódon. Interação entre poluentes atmosféricos e a circulação local da cidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.
- [18] Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor – Capa. Revelando os Quilombos do Sul. Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <http://www.capa.org.br/uploads/publicacoes/Revelando_os_Quilombos_no_Sul.pdf>. Acesso em: 23 fevereiro 2014.
- [19] CIMPOR Cimentos do Brasil. Estudos de Impactos Ambientais e Relatório de Impactos Ambientais. Candiota, Rio Grande do Sul. 2012.
- [20] _____. Estudos de Impactos Ambientais e Relatório de Impactos Ambientais. Candiota/Rio Grande do Sul. 2013.
- [21] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. Manual do Produto Químico. 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/gerenciamento-de-riscos/emergencias-quimicas/258-manual-de-produtos-quimicos>>. Acesso em: 2014
- [22] _____. Qualidade do ar no estado de São Paulo. Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103, 2010. 234 p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-doar/31-publicacoes-e-relatorios>>. Acesso em janeiro 2014.
- [23] _____. Clima e Poluição do Ar no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2001.
- [24] Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica – CGTEE. Eletrobrás. Relatório de Sustentabilidade. 3ª Edição. 2011. Disponível em: <http://www.cgtee.gov.br/sitenovo/files/comp_downloads/secao_97/rel_sustentabilidade2011.pdf>. Acesso em: 17 janeiro 2014.
- [25] _____. Unidades: Candiota. Disponível em: <<http://www.cgtee.gov.br/sitenovo/index.php?secao=37>>. Acesso em: 09 fevereiro

- 2014.
- [26] _____. Relatório nº. 001 de 11/11/2011 - Monitoramento das Estações Modernizadas e Ampliadas para a Qualidade do Ar, Qualidade das Águas da Chuva e Condições Meteorológicas - Usina Termelétrica Presidente Médici. Candiota: Eletrobras CGTEE, Divisão de Engenharia e Meio Ambiente – DTCA, 2011.
- [27] Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM. Mapa de Geodiversidade (corte ao milionésimo). 2002. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>>. Acesso em: outubro de 2011.
- [28] Companhia Riograndense de Mineração - CRM. Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<http://www.crm.rs.gov.br/lista/465/Meio-Ambiente-e-DesenvolvimentoSustentavel#.UxzAxz9dX8M>>. Acesso em: 18 janeiro 2014.
- [29] Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Estabelece padrões de qualidade do ar, previstas no PRONAR – Programa Nacional de Controle de Qualidade do ar. Resolução nº 03 de 28 de junho de 1990. Diário Oficial da União, Brasília - DF, Seção 1:15937. 22 de agosto de 1990.
- [30] COTTON Research Group. An Introduction. Disponível em: <<http://rams.atmos.colostate.edu/rams-description.html>>. Acesso em: 07 fevereiro 2014.
- [31] CUNHA, N.G.; SILVEIRA, R.J.C.; SEVERO, C.R.S. et al. Estudo dos solos do município de Candiota. Pelotas: Embrapa/CPACT, dez.1998. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/41243/1/candiota.pdf>>. Acesso: 20 jan. 2014.
- [32] Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. Processos Minerários (arquivos vetoriais), 2013. Disponível em: <<http://sigmine.dnpm.gov.br>>. Acesso em: novembro de 2013.
- [33] _____. Sumário Mineral. Brasília. 2013.
- [34] EMATER, Ascar. Informativos Conjunturais. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/servicos/informativos.php>>. Acesso em: 18 janeiro 2014.
- [35] EMATER, Ascar. Séries Históricas. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/servicos/serie.php>>. Acesso em: 18 janeiro 2014.
- [36] Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Balanço Energético Nacional 2013: Ano Base

- 2012 – BEN 2013. Disponível em: <www.epe.gov.br>
- [37] _____. Plano Decenal de Energia 2022. Disponível em: <www.epe.gov.br>
- [38] _____. Plano Nacional de Energia 2030. 2007.
- [39] FARIA, Carolina. Reserva Biológica. Texto do portal InfoEscola. Disponível em: <
<http://www.infoescola.com/ecologia/reserva-biologica/>>. Acesso em 22/02/2014.
- [40] FERREIRA, A.P.G.F. Sensibilidade às parametrizações físicas do WRF nas previsões a superfície em Portugal Continental. 2007. Dissertação (Mestrado em Meteorologia e Oceanografia Física) – Universidade de Aveiro, Portugal. 125p.
- [41] FUJIMOTO, N.S.M.; SUERTEGARAY, D.M.A. Morfogênese do relevo do Estado do Rio Grande do Sul. In: VERDUM, R.; BASSO, L.A.; SUERTEGARAY, D.M.A. Rio Grande do Sul: paisagens e Territórios em Transformação. Porto Alegre: UFRGS, 2004. p.11-26.
- [42] Fundação de Economia e Estatística. FEEDADOS. Disponível em:
<<http://www.fee.tc.br/sitefee/pt/content/capa/index.php>> Acesso em: 23 janeiro 2014.
- [43] Fundo de População das Nações Unidas - UNFPA. Situação da população mundial 2007: desencadeando o potencial do crescimento urbano. São Paulo, 2007. 180 p.
- [44] GALVÃO FILHO, J. B. A Poluição do Ar. In: MARGULIS, S., Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Brasília, IPEA/PNUD, 1990, p.35-56.
- [45] GAVRONSKI, J.D. Mina de Candiota: alternativas de produção. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas). Porto Alegre: UFRGS, 1997.
- [46] GOMES, A. P.; CRUZ, P. R.; BORGES, L. P. Recursos Minerais Energéticos: Carvão e Urânio. In: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. CPRM: [s.n.], 2003.
- [47] GOMES, A. P.; FERREIRA, J. A.; ALBUQUERQUE, L. F.; SÜFF, T. Carvão fóssil em Estudos Avançados, vol.12, nº 33: São Paulo, 1998. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40141998000200006&script=sci_arttext >. Acesso em: 10 fevereiro 2014.
- [48] Governo Municipal de Bagé. Pontos Turísticos. Disponível em: <
http://www.bage.rs.gov.br/pontos_turisticos.php>. Acesso em: 23 fevereiro 2014.
- [49] GUERRA, Celito Crivellaro et. al. Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos. Embrapa Uva e Vinho. Bento Gonçalves, 2009.
- [50] HOSKER, R.P. Flow and diffusion near obstacles. Washington D.C, U.S.Department of

- Energy: Atmospheric science and power production. Edited by D. Randerson. 1984.
- [51] HUBER, A.H. Incorporating building/terrain wake effects on stack effluents. Salt Lake City: Preprint vol. AMS - APCA Join Conference on Applications of Air Pollution Meteorology, 1977.
- [52] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Bagé infográficos: evolução populacional e pirâmide etária. Disponível em:
<<http://www.ibge.com.br/cidadesat/painel/populacao.php?lang=&codmun=430160&search=rio-grande-do-sul%7Cbage%7Cinfograficos:-evolucao-populacional-e-piramide-etaria>>. Acesso em: 23 março 2014
- [53] _____. Cidades: Candiota – RS. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 janeiro 2014.
- [54] _____. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Manuais Técnicos em Geociências, no 1. 2a Edição revista e ampliada. Rio de Janeiro, 2012.
- [55] _____. 2006. Mapa de Unidades de Relevo do Brasil 1:5.000.000. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/>. Acesso em: julho de 2011.
- [56] _____. Mapa de Biomas do Brasil (1: 5.000.000), 2004.
- [57] _____. SIDRA, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: 27 janeiro 2014.
- [58] _____. SIDRA, 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: 27 fevereiro 2014.
- [59] _____. Síntese de Indicadores, 2006.
- [60] Instituto Brasileiro de Meio Ambiente – IBAMA. Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade. 2014. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/servicos/areas-prioritarias>> Acesso em: março 2014.
- [61] _____. Nota técnica 000417/2014 COEND/IBAMA. Licenciamento ambiental federal de usinas termelétricas na região de Candiota e avaliação do monitoramento da qualidade do ar, período de 2011 e 2012.
- [62] Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA. Relatório Ambiental do Projeto de Assentamento Estância do Fundo, Candiota/ RS. Porto Alegre: Superintendência Regional do Rio Grande do Sul – SR/11, Núcleo de Meio Ambiente e

- Recursos Naturais, 2007.
- [63] _____. Relatório Ambiental do Projeto de Assentamento Estância do Fundo – Candiota/RS. Porto Alegre: INCRA, 2007. Disponível em: <http://www.coptec.org.br/mapa/Candiota/Candiota/PA%20EST%C2NCIA%20DO%20FUNDO/RELAT%D3RIO%20AMBIENTAL/Relatorio_PA_Estancia_do_Fundo.pdf>. Acesso: 20 jan. 2014.
- [64] Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Nota técnica nº 001/2011/SEGER/LAIME/CSC/INMET, 2011.
- [65] _____.Sítio virtual. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso: 10/03/2014
- [66] JACKS, Nilda. Querência: Cultura regional como mediação simbólica. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS,1999.
- [67] JAIN, Rahul; SCHUTTE, Alex; WALSH, Cindy, consultores da Levelton Engennering Solutions Ltd. CALPUFF Modelling for the Williams Lake Airshed. Richmond: Levelton Ltd, 2005.
- [68] JORNAL MINUANO. "Candiota oficializa criação da Unidade de Conservação BioPampa". Reportagem do Jornal Minuano. Disponível em: <<http://www.jornalminuanoantigo.com.br/noticia.php?id=76609&busca=1&palavra=reserva%20do%20biopampa>>. Acesso em: 22 fevereiro 2014.
- [69] KEMP DD. Global Environmental Issues: A Climatological. Londres, 1994.
- [70] KIRCHENGAST, G.; KABAS, T.; LEUPRECHT, A.; BICHLER, C.; TRUHETZ, H. A Pioneering High-Resolution Network for Monitoring Weather and Climate. Graz, Austria: Wegener Center for Climate and Global Change, and Institute for Geophysics, Astrophysics, and Meteorology, Institute of Physics, University of Graz, 2014
- [71] LAKES ENVIRONMENTAL. CALPUFF View™ - Graphical Interface for the US EPA Approved Long Range Transport Model – CALPUFF, Release Notes Versions 5 and 6. Disponível em: <http://www.weblakes.com/products/calpuff/resources/lakes_calpuff_view_release_notes.pdf>. Acesso em: 25 janeiro 2014.
- [72] LAKES ENVIRONMENTAL. CALPUFF View™ - Long Range Puff Air Dispersion Model, disponível em: <<http://www.weblakes.com/products/calpuff/index.html>>. Acesso em: 24 janeiro 2014.
- [73] Lei estadual nº 11.520 de 3 de agosto de 2000. Estabelece critérios para implementar

- política de prevenção da deterioração significativa da qualidade do ar. Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul.
- [74] LIPTÁK, Béla G.; LIU, David H.F. Environmental Engineers' Handbook on CD-ROM. CRC Press, 1999.
- [75] LIU, D.H.F.; LIPTAK, B.G. Environmental engineers' handbook. Boca Raton: CRC Press LLC. 1999.
- [76] LORA, E.S; TEIXEIRA, F.N. Energia e meio ambiente. In: MARQUES, M.; HADDAD, J.; MARTINS, A.R.S. (Coord.). Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos. Itajubá, MG: FUPA, cap. 2, p.30-89. 2001.
- [77] MANAHAN, S. E. Environmental Chemistry. Photochemical smog. Boca Raton: CRC Press LLC. 2000^a. 9a edição, 2010.
- [78] MENDONÇA, R. Como Cuidar do seu Meio Ambiente. São Paulo: BEI; 2010.
- [79] MENEZES, P.S.F., Validação do modelo matemático ISCST3 de dispersão atmosférica a partir das emissões de dióxido de enxofre de uma refinaria. Dissertação de mestrado profissional em gerenciamento e tecnologia ambiental no processo produtivo. Universidade Federal da Bahia, 2006.
- [80] Ministério do Meio Ambiente - MMA. Consulta por UC's – Reserva Biológica do BioPampa. Disponível em:
<<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=2922>>. Acesso em: 04 abril 2014.
- [81] _____.Probio. Ministério de Meio Ambiente-Secretaria de Biodiversidade de Florestas. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira, 2007. Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo em Biomas – escala 1 : 250.000. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>>. Acesso em: junho de 2011.
- [82] Ministério do Meio Ambiente - MMA; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Núcleo dos Biomas Mata Atlântica e Pampa – NAPMA Gerência Executiva do Rio Grande do Sul. Pampa, conhecimentos e descobertas sobre um bioma brasileiro. Brasília, 2004.
- [83] MORAES, Marcelo Romero de. Implementação de um Sistema de Modelos para Qualidade do Ar. Florianópolis, Proposta de tese do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

- [84] MOREIRA, Davidson Martins; CARVALHO, Jonas da Costa; VILHENA, Marco Túlio. Tópicos em turbulência e modelagem da dispersão de poluentes na camada limite planetária. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.
- [85] MORENO, José Alberto. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 42p. Moreno, 1960
- [86] MORI, A.L.O.; SOUZA, P.A. Palinologia das Formações Rio Bonito e Palermo (Permiano Inferior, Bacia do Paraná) em Candiota, Rio Grande do Sul, Brasil: novos dados e implicações bioestratigráficas. *Ameghiniana*, v.47, n.1, Buenos Aires, ene/mar.2010. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0002-70142010000100004&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 janeiro 2014.
- [87] National Aeronautics and Space Administration – NASA. Jet Propulsion Laboratory. Shuttle Radar Topography Mission. Disponível em <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>>. Acesso em: 27 fevereiro 2012.
- [88] NEDEL, Anderson Spohr; ALVES, Rita de Cássia Marques. Aplicação de um modelo de dispersão atmosférico na região de Candiota-RS e sua relação com as condições meteorológicas. Dissertação de mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- [89] NEVES, Delma P. (organizadora) Desenvolvimento social e mediadores políticos. Porto Alegre: Editora UFRGS: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, 2008.
- [90] NIMER, E., 1989: Climatologia do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; 421 p.
- [91] PERRY, R. H., CHILTON, C. H. Chemical Engineer's Handbook. McGraw-Hill Kogakusha. 5ª Edição. 1973.
- [92] PERRY, S.G.; BURNS, D.J.; ADAMS, L.H.; PAINE, R.J.; DENNIS, M.G.; MILLS, M.T.; STRIMAITIS, D.G.; YAMARTINO, R.J.; INSLEY, E.M. User's Guide to the complex terrain dispersion model plus algorithms for unstable simulations (CTDMPLUS) Volume I: Model description and user instructions. Research Triangle Park, NC: Environmental Protection Agency, EPA/600/8-89/041, U.S, 1989.
- [93] Prefeitura de Pinheiro Machado. Pontos Turísticos. Disponível em: <<http://www.pinheiromachado.rs.gov.br/pontos-turisticos/>>. Acesso em: 24 fevereiro 2014.
- [94] Prefeitura Municipal de Aceguá. Turismo. Disponível em: <

- <http://www.acegua.rs.gov.br/turismo.aspx>>. Acesso em: 23 fevereiro 2014.
- [95] Prefeitura Municipal de Candiota-RS. Belezas naturais. Disponível em: <
<http://site.candiota.rs.gov.br/belezas-naturais/>>. Acesso em: 23 fevereiro 2014.
- [96] Prefeitura Municipal de Candiota-RS. Espaços culturais. Disponível em: <
<http://site.candiota.rs.gov.br/espacos-culturais/>>. Acesso em: 23 fevereiro 2014.
- [97] Prefeitura Municipal de Herval/RS. Pontos Turísticos. Disponível em: <
<http://www.herval.rs.gov.br/>>. Acesso em: 22 fevereiro 2014.
- [98] Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. Ranking IDHM Municípios 2000. Disponível em: < <http://www.pnud.org.br> >.
- [99] RAMBO, B. A Fisionomia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Liv. Selbach. 2 ed. , 1956.
- [100] ROCHA, C. J., ROSA, A. H., CARDOSO, A.A. Introdução à Química Ambiental, São Paulo, 2004.
- [101] ROISENBERG, C.; FORMOSO, M.L.L.; DANI, N. et. al. Caracterização e evolução geoquímica das águas subterrâneas da mina de Candiota (RS), Brasil. Revista Brasileira de Geociências, v.38, n.4, p.618-628, dez.2008. Disponível em: <<http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/rbg/v38n4/v38n4a03.pdf>>. Acesso: 20 janeiro 2014.
- [102] ROMEIRO, Ademar Ribeiro, Perspectivas para políticas Agroambientais, Dimensões do Agronegócio Brasileiro Tendências e Debates Contemporâneos, Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2007.
- [103] ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, nº 6, p.17-30, 1992.
- [104] RS BIODIVERSIDADE. Áreas Importantes para a Conservação das Aves - IBAs. Disponível em: <
http://www.biodiversidade.rs.gov.br/portal/index.php?acao=secoes_portal&id=43&submenu=23>. Acesso em: 22 fevereiro 2014.
- [105] _____. Projeto Conservação da Biodiversidade como fator de Contribuição ao Desenvolvimento do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em:
<http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/12156251430_Projeto_Conservacao_da_Biodiversidade_com_Fator_de_Contribuicao_a_o_Developimento_do_Estado_do_Rio_Grande_do_Sul.pdf> Acesso em: 17 janeiro 2014.

- [106] SCHULMAN, L.L; HANNA, S.R. Evaluation of downwash modifications to the industrial source complex model. Journal of the Air Pollution Control Association, 1986.
- [107] SCHULMAN, L.L; SCIRE, J.S. Buoyant line and point source (BLP) dispersion user's guide. Doc. P7304B. Concord: Environment Research & Technology, Inc, 1980.
- [108] SCIRE, Joseph S.; STRIMAITIS, David G.; YAMARTINO, Robert J. A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model (version 5). Concord: Earth Tech, Inc, 2000. p. 1- 20.
- [109] SEINFELD J. H. e PANDIS S. N. Atmospheric Chemistry and Physics – From Air Pollution to Climate Change, Wiley Interscience, USA.1998.
- [110] Sistema Estadual de Participação Popular e Cidadã – SEPLAG/RS. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul. (2011). Disponível em:
<http://www1.seplag.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod_menu_filho=804&cod_menu=800&tipo_menu=MEIO&cod_conteudo=1576>.
Acesso em: 22 fevereiro 2014.
- [111] SKAMAROCK, W.C.; KLEMP, J.B.; DUDHIA, J.; GILL, D.O.; BARKER, D.M.; DUDA, M.G.; HUANG, X.; WANG, W.; POWERS, J.G. A description of the Advanced Research WRF Version 3. National Center for Atmospheric Research. 2008.
- [112] SNYDER, W.H; LAWSON, R.E. Determination of a necessary height for a stack close to a building – A wild tunnel study. Atmospheric Environment, 1976.
- [113] SOARES, C. A. C. Validação de Estimativas do Recurso Eólico Obtidas com o Modelo Numérico WRF. 2010. Dissertação (Mestrado em Meteorologia e Oceanografia Física) – Universidade de Aveiro, Portugal. 61p.
- [114] SUERTEGARAY, D. M. A., FUJIMOTO, N. S. V. M. Morfogênese do relevo do Estado do Rio Grande do Sul. In: VERDUM, R., BASSO, L. A., SUERTEGARAY, D. M. A. (Orgs.) Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 11-26p.
- [115] THE WEATHER RESEARCH & FORECASTING MODEL. THE WEATHER RESEARCH & FORECASTING MODEL. Disponível em: < <http://www.wrf-model.org/index.php>>.
Acesso em: 07 fevereiro 2014.
- [116] TICKVART, J.A. Memorandum on stack-structure relationships. Research Triangle Park N.C: U.S.EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, 1988.
- [117] United States Environmental Protection Agency - US EPA. Technology Transfer Network Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling. Preferred/Recommended Models.

- Disponível em: < http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm#calpuff>.
Acesso em: 24 janeiro 2014.
- [118] _____. The National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) for Particulate Matter (PM). Air and Radiation, Dec 14, 2012. Disponível em:
<<http://www.epa.gov/air/criteria.html>>. Acesso em: 22 maio 2014.
- [119] _____. Guideline for determination of good engineering practice stack height (Technical support document for the stack height regulations) (Revised). EPA – 450/4-80-023R. Research Triangle Park, N.C: U.S.EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, 1985.
- [120] VAREJÃO, S., M. Meteorologia e Climatologia. Recife: versão digital 2, 2006. Disponível em:
<http://www.agritempo.gov.br/publish/publicacoes/livros/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf>. Acesso em: fevereiro 2012.
- [121] VOTORANTIM Cimentos. Sítio virtual. Disponível em:
<<http://www.votorantimcimentos.com.br/>>. Acesso em: 26 maio 2014.
- [122] WANGER, Angela; DUBBS, Kasi, consultores da Trinity Consultants. Dispersion Modeling - New Downwash Calculations Change the Playing Field, disponível em:<<http://www.trinityconsultants.com/Templates/TrinityConsultants/News/Article.aspx?id=3670>>. Acesso em: 14 fevereiro 2014.
- [123] World Business Council for Sustainable Development - WBCSD. Iniciativa para a sustentabilidade do cimento-Relatório e monitoramento das emissões. Março 2012. Disponível em:
<http://www.wbcscement.org/pdf/CSI%20Guidelines%20for%20Emissions%20Monitoring%20and%20Reporting%20in%20the%20Cement%20Industry_v2_Portuguese.pdf>
- [124] YAMAGUCHI, Wilson. Investimentos da MPX no Ri Grande do Sul. Disponível em:
<<http://www.ufrgs.br/rede-carvao/Rembrandt/DIA24/MANHA/11h50%20Wilson.pdf>>. Acesso: 09 fevereiro 2014.
- [125] YAMARTINO, R.J.; SCIRE, J.S.; CARMICHAEL, G.R.; CHANG, Y.S. The CALGRID: A Mesoscale Photochemical Grid Model, Volume I: Model Formulation Document. June, 1989. Sacramento: California Air Resources Board by Sigma Research Corp, 1989.
- [126] ZECCHINI, F. A mudança do clima global: o efeito-estufa e a diminuição da camada de ozônio. Veneza: INCA-IUPAC, 2007. Disponível em: <<http://www.inca>

web.org/publications/pdf/climate_monograph_por.pdf>. Acesso: 02 fevereiro 2014.

- [127] ZENNETTI, P. Air Pollution Modeling: Theories, Computational Methods and Available Software. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990.

ANEXO I

Termo de Referência

TERMO DE REFERÊNCIA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDO PARA AFERIR A CAPACIDADE DE SUPORTE DA BACIA AÉREA DA REGIÃO DE CANDIOTA/RS

1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO

PERÍODO DE EXECUÇÃO

12 (doze) meses, com prazo final em 31/07/2014.

OBJETIVO

Como objetivo geral, o estudo visa subsidiar a avaliação do órgão ambiental competente sobre a viabilidade técnica e locacional para implantação de novas usinas termelétricas a carvão e contribuir com a gestão da qualidade do ar da bacia aérea da região de Candiota/RS.

Especificamente, pretende-se realizar a modelagem matemática de dispersão de gases poluentes na atmosfera a fim de caracterizar situações de saturação ou instauração da bacia aérea da região de Candiota/RS.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Tendo em vista o aumento crescente de demanda de energia elétrica no país e a característica de oferta sazonal das usinas hidrelétricas, além das atuais dificuldades em viabilizar a implantação destes empreendimentos, a complementariedade entre fontes é fundamental para a segurança energética do país. Sendo assim, as térmicas a carvão se apresentam como uma das alternativas viáveis devido às grandes reservas existentes e a seu baixo custo de geração.

As maiores reservas de carvão encontram-se na região sul do país, sendo a Jazida Candiota a maior delas. O carvão brasileiro é considerado de baixa qualidade devido ao elevado teor de cinzas, enxofre e voláteis. Portanto, de forma geral, as plantas termelétricas se localizam nas proximidades das minas, de modo a reduzir custos de transporte.

Nestas usinas térmicas, realiza-se a queima do carvão para a geração de energia elétrica. Sua combustão acarreta a emissão de poluentes atmosféricos que podem causar sérios impactos socioambientais, como problemas de saúde, chuva ácida, *smog* fotoquímico e alterações climáticas. Por este motivo é importante o controle adequado e uso de novas tecnologias (*Clean Coal Technologies*) para reduzi-las, minimizando estes impactos.

Vale lembrar que esta fonte está sendo considerada nos atuais leilões de energia, A-5. Conforme os dados do IBAMA, estão previstos para a região de Candiota os 5 (cinco) empreendimentos apresentados na Tabela 1 - e na Figura 1.

Tabela 1 - Empreendimentos termelétricos na região de Candiota/RS

Nome	Localização (UTM - Z 22J)	Empreendedor	Potência (MW)	Situação
UTE Presidente Médici- Fases A, B e C	A e B: 6.506.173 S /245.306 E C: 6.506.529 S/245.409 E	CGTEE	Fase A: 2 x 63 Fase B: 2 x 160 Fase C: 350	Operando LO 057/1999-Fases A e B TAC (A e B): 02001.002567/97-88 LO 991/2010-Fase C
UTE Sul	6.516.113 S/244.144 E	Eneva Energia	600	LP prorrogada
UTE Seival	6.512.200 S/242.800 E	Eneva Energia	542	LI emitida
UTE Candiota - Fase D	6.508.546 S/239.280 E	CGTEE	600	EIA em elaboração
UTE Pampa	6.516.990 S/236.034 E	Tractebel	680	EIA em elaboração
UTE Jaguarão	6.514.607 S/245.506 E	Star Energy Participações S.A.	1200	Aguardando TR

Fonte: IBAMA

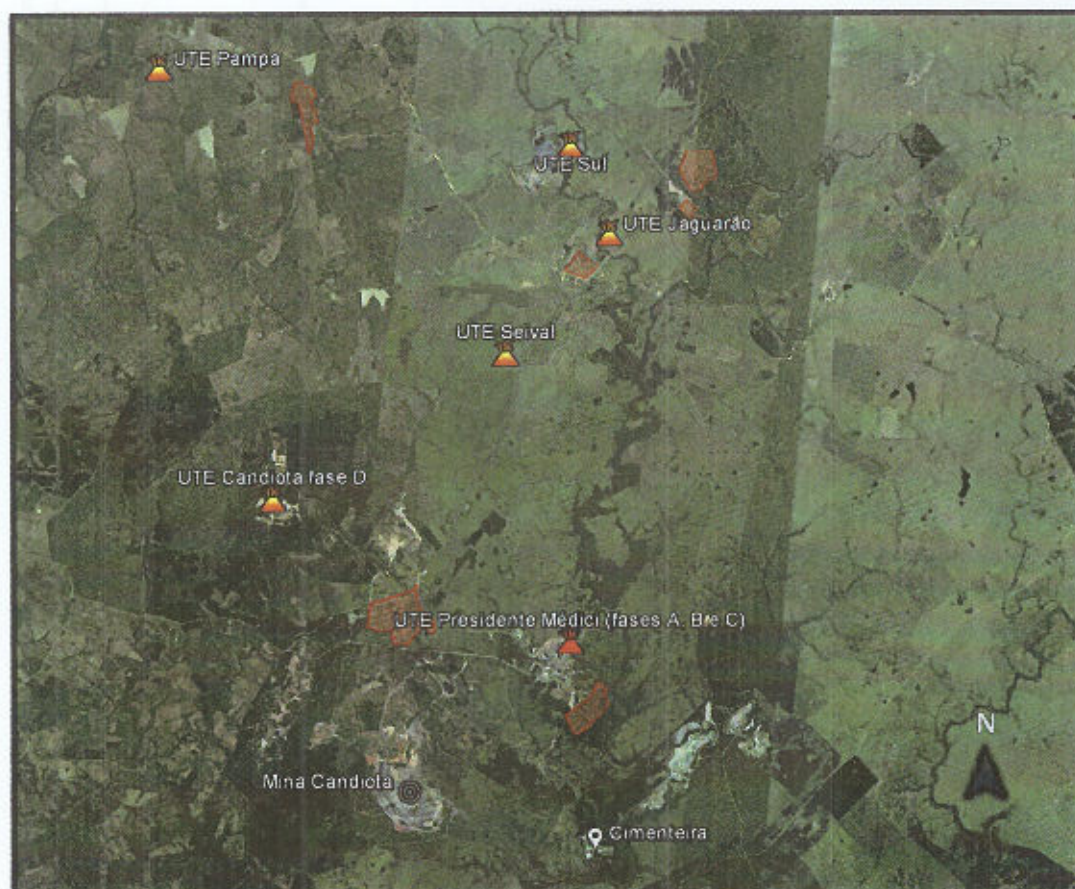


Figura 1 – Localização dos Empreendimentos termelétricos na Região de Candiota/RS

Como se pode observar na Tabela 1, cinco empreendimentos de elevada potência de geração estão em processo de licenciamento. Além disso, a usina em operação, UTE Candiota II e III, apresentou violações das suas emissões atmosféricas sendo celebrado um Termo de Ajustamento de Conduta que exige que o Ministério de Minas e Energia adote medidas necessárias para viabilizar a realização deste estudo para aferir a capacidade de suporte da bacia aérea da região de Candiota, como subsídio para a elaboração do planejamento setorial e alternativas eletroenergéticas que assegurem a continuidade do suprimento de energia elétrica na região Sul e Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, bem como para a aferição da viabilidade técnica e locacional de outras usinas termelétricas pelo órgão ambiental competente.

Portanto, o estudo da capacidade de suporte da bacia aérea é fundamental para cumprimento do TAC e para avaliação ambiental da região, de forma que seja assegurada a manutenção da qualidade do ar, conforme previsto por lei.

O referido estudo deverá englobar a modelagem da dispersão de poluentes atmosféricos para a previsão de suas concentrações dentro da bacia aérea. O modelo de dispersão atmosférica recomendado pelo US EPA (Agência de Proteção Ambiental americana) para transporte em longas distâncias é o CALPUFF. Ele consiste em um modelo lagrangeano de pluma Gaussiana. Para essa previsão devem ser consideradas as condições meteorológicas, climatológicas, fontes antropogênicas, relevo, uso e ocupação do solo.

Os poluentes mais significativos, e que serão analisados são: NO₂ (dióxido de nitrogênio), SO₂ (dióxido de enxofre) e Material Particulado. Neste contexto, deverá ser avaliado o cumprimento dos padrões da Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990 e a capacidade de suporte/saturação da bacia aérea em questão.

Diante do exposto, conclui-se que esse estudo se faz necessário para determinar as condições da bacia aérea de Candiota, o que contribuirá para as decisões futuras no âmbito de instalação de novas usinas e estações de medição de qualidade do ar.

2. TERMO DE REFERÊNCIA

ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE CAPACIDADE DE SUPORTE DA BACIA AÉREA DA REGIÃO DE CANDIOTA	
I.A	Diagnóstico
I.A.1	Área de estudo:
	Definição preliminar da área de estudo abrangendo as fontes de emissões atmosféricas e as estações de monitoramento da qualidade do ar a serem analisadas. Breve apresentação do histórico e das perspectivas de expansão da exploração do carvão para a produção de energia elétrica, com contextualização das termelétricas existentes e planejadas e sua importância para o abastecimento elétrico da região. Descrição e caracterização dos aspectos mais relevantes dos meios físico e biótico da área de estudo. Breve descrição dos principais receptores (núcleos habitacionais, áreas de lazer, proteção ambiental e de relevância). Este item deverá ser composto também pelos seguintes produtos: • Imagem Aérea ou de Satélite (50 km de raio) ○ Coordenadas Geográficas e UTM; ○ Delimitação de áreas urbanas, rurais e de vegetação nativa. • Imagem Aérea ou de Satélite (50 km de raio) ○ Coordenadas Geográficas e UTM; ○ Linhas de contorno topográfico; ○ Identificação de estradas e ferrovias; ○ Delimitação da propriedade em licenciamento; ○ Delimitação dos Receptores; ○ Delimitação de áreas prioritárias para conservação da qualidade do ar – Classe I da Resolução CONAMA nº 05/89; ○ Dispositivos de monitoramento da qualidade do ar, águas de chuva e condições meteorológicas. • Imagem Aérea ou de Satélite (10 km de raio) ○ Coordenadas Geográficas e UTM; ○ Linhas de contorno topográfico; ○ Identificação de estradas e ferrovias; ○ Delimitação da propriedade em licenciamento; ○ Delimitação dos Receptores; ○ Dispositivos de monitoramento da qualidade do ar, águas de chuva e condições meteorológicas. Arquivos Digitais: Carta em "Shape File" (.shp) e GeoTiff (.tif)

I.A.2	Meio Físico:
I.A.2.1	Clima e Meteorologia: Caracterizar o clima e condições meteorológicas considerando o perfil dos ventos, temperatura, umidade do ar e evaporação total. Levantamento e descrição das torres meteorológicas instaladas. Obtenção dos dados meteorológicos da seguinte maneira: • Descrição da estação: Local, altura da torre, etc.; • Período de aquisição dos dados; • Demonstrar representatividades temporais e espaciais; • Rosa dos Ventos sazonal; • Três anos de dados representativos. Justificar a não disponibilidade de dados e os critérios adotados para a escolha de outros dados para a modelagem; • Programa e versão usados para o processamento de dados; • Método utilizado para repor dados não computados no período de aquisição de dados; • Método utilizado para tratamento de períodos de calmaria; Apresentar discussão sobre os dados de camada superior de ar (<i>upper air</i>) obtidos e utilizados pela mais representativa estação, justificando a escolha desta estação face sua representatividade. Se algum pré-processador de dados meteorológicos primários for utilizado para adequar ao formato exigido pelo modelo de dispersão atmosférica, apresentar justificativas e conclusões acerca da representatividade dos dados obtidos.
I.A.2.2	Geomorfologia: Caracterizar as principais unidades geomorfológicas considerando os diversos padrões de relevo e uso e ocupação do solo. Além disso, descrever dados de dimensão e localização de estruturas físicas que influenciem na quebra da pluma (<i>building downwash</i>) para as fontes significantes e competidoras existentes na área em estudo.
I.A.3	Meio socioeconômico:
I.A.3.1	Caracterização Demográfica, incluindo levantamento da distribuição populacional na área de estudo a partir da coleta de dados disponíveis nos órgãos governamentais e unidades poluidoras envolvidas.
I.A.3.2	Uso e ocupação do solo: Caracterizar o uso e ocupação do solo, identificando as áreas urbanas e de expansão urbana, outras interferências e atividades antrópicas, além das áreas rurais ocupadas por atividades extrativistas, culturas sazonais ou permanentes, pastagens naturais ou cultivadas, matas e outras tipologias de vegetação natural ou exótica, áreas legalmente protegidas ou ocupadas por populações tradicionais.
I.A.3.3	Planos e programas: Levantamento, descrição e análise dos planos e programas relacionados com a gestão do meio ambiente da região de estudo.

I.A.4	Emissões de Poluentes Atmosféricos
I.A.4.1	Poluentes: Caracterização, descrição do mecanismo de formação, impactos ambientais, impactos para a saúde e tempo de residência atmosférica dos seguintes poluentes a serem estudados: NO ₂ , SO ₂ e Material Particulado. A escolha de modelos utilizado para conversão, como NO _x a NO ₂ , devem ser justificadas.
I.A.4.2	Padrões de emissões atmosféricas e de qualidade do ar: Descrição das taxas e fatores de emissão regulamentados para as atividades poluidoras existentes na região. Descrição dos padrões de qualidade do ar nacionais e/ou estaduais regulamentados na região de estudo.
I.A.4.3	Estações de Monitoramento da Qualidade do ar: Levantamento e descrição da rede de monitoramento de qualidade do ar existente e de seus respectivos dados. Análise diagnóstica dos dados coletados e avaliação da cobertura espacial das estações de monitoramento da qualidade do ar. Descrição das concentrações de fundo (<i>background</i>) utilizando dados de estações da qualidade do ar consideradas representativas pelo órgão ambiental estadual e/ou federal. Se o requerente desejar propor valores de concentrações de fundo, deverão ser apresentados dados e justificativas ao órgão ambiental licenciador para revisão e avaliação.
I.A.4.4	Fontes de Emissões:
I.A.4.4.1	Usinas termelétricas existentes e planejadas: Breve descrição dos empreendimentos. Deve ser apresentada a localização física (coordenadas geográficas e UTM), arranjo geral da planta de produção, principais insumos utilizados, interligações com outros empreendimentos e seu distanciamento de outras fontes fixas de poluição atmosférica de médio e grande porte, de núcleos habitacionais e áreas de lazer, proteção ambiental e áreas de relevância. Para as usinas existentes descrever também um breve histórico de implantação de cada unidade. Para as usinas planejadas descrever seu horizonte de implantação. Descrição das especificações técnicas da planta como capacidade instalada, previsão de vida útil e regime de operação com as cargas operacionais e geração mensal e anual, estimado para as planejadas. Descrição dos principais parâmetros da tecnologia de combustão com as condições de operação (ar, temperatura, etc). Descrição das fontes fixas e fugitivas e secundárias, quando aplicável, com suas dimensões, localização geográfica e taxas de emissão detalhados por fonte e tipo de poluente. Para as chaminés, descrever sua altura, diâmetro e temperatura e velocidade dos gases de saída. Descrição técnica dos sistemas de controle de emissões atmosféricas com ênfase na eficiência e nas condições de operação. Descrição do monitoramento dos gases de exaustão, com as características da amostragem e análises realizadas para as usinas existentes.

	Os dados de emissão atmosférica utilizados serão os licenciados ou fornecidos pelos órgãos ambientais. Para as fontes em planejamento, serão utilizados dados fornecidos pelo concessionário ou por referências bibliográficas. Para as plantas em operação e licenciadas, os dados a serem adotados serão acordados entre a EPE, a contratada para a realização dos estudos e o IBAMA. Para a região de interesse, as UTEs em operação, licenciadas e em fase de solicitação de Termo de Referência para elaboração de estudos são apresentadas na Tabela 1, já apresentada. Os dados básicos necessários para caracterização das fontes de emissão são apresentados na Tabela 2, em anexo. Para as UTEs Candiota A e B, observar a Tabela 3, em anexo, que originou os limites de emissão estabelecidos no TAC, com base em Amostragens Isocinéticas. Ainda, cabe observar que outros estudos de modelagem utilizaram outros fatores de emissão para as UTEs Candiota Fases A, B e C, conforme apresentado na Tabela 4, em anexo. Adicionalmente, devem ser descritos elementos que possam influenciar a dispersão dos mesmos, como barreiras, naturais ou não, como as edificações e estruturas existentes na planta. Para as usinas existentes descrever também as possíveis adequações alterações planejadas para a planta e seu impacto nas emissões atmosféricas. Apresentar mapas com as fontes consideradas em arquivo <i>Shapefile</i> (.shp).
I.A.4.4.2	Outras fontes fixas: Identificar e descrever outras fontes fixas de emissão existentes significantes para a degradação da qualidade do ar. As fontes fixas deverão ser descritas quanto à atividade (mineração, cimenteiras, entre outras), localização física (coordenadas geográficas e UTM), condições operacionais e aos tipos e taxas de poluentes emitidos. A obtenção dos dados de emissões é o mesmo descrito para as usinas termelétricas existentes e planejadas. Apresentar mapas com as fontes consideradas em arquivo <i>Shapefile</i> (.shp).
I.A.5	Caracterização do combustível
I.A.5.1	Distribuição espacial: Neste item deverá ser realizada uma breve descrição da jazida Candiota, citando as áreas de mineração atualmente em operação e as planejadas, com apresentação de mapas.
I.A.5.2	Especificações técnicas: Descrição das principais características do carvão e combustíveis auxiliares utilizados. Descrição da sua composição elementar, poder calorífico, teor de umidade, inertes (cinzas de topo e fundo), voláteis, coque (carbono fixo) e enxofre.
I.A.5.3	Mineração, processamento, armazenagem e transporte: No presente item deverão ser descritos os processos de produção do carvão mineral, desde a mineração até o transporte para as termelétricas. Comentar também sobre possíveis melhorias no beneficiamento do carvão, como o processo de jigagem a ar, por exemplo.

I.B	Modelos de Dispersão Atmosférica e Base de Dados
I.B.1	Conceituação teórica: Breve descrição do modelo de dispersão atmosférica proposto, US EPA CALPUFF, modelos de suporte e programa de entrada de dados, indicando suas versões. Além disso, descrever outros aspectos considerados relevantes para o entendimento do estudo.
I.B.2	Dados de Entrada: Dados meteorológicos locais e de modelos de prognóstico de mesoescala, bem como imageamento de satélite para definição de geomorfologia e uso e ocupação do solo serão utilizados como bases de entrada para configurar a região. Os dados de meteorologia de superfície devem ser obtidos nas estações instaladas na região, de propriedade da CGTEE e Eneva Energia. Poderão ser considerados como válidos os dados de monitoramento de estações de meteorologia de órgãos oficiais ou de universidades. Para processamento pelo CALMET (modelo utilizado pelo CALPUFF para gerar o campo de vento), são necessários os seguintes registros de dados horários: i. Velocidade e Direção do Vento; ii. Temperatura; iii. Cobertura de Nuvens; iv. Altura da Camada de Nuvens; v. Radiação Solar; vi. Pressão na Superfície; vii. Umidade Relativa; viii. Taxas de Precipitação; ix. Código do Tipo de Precipitação. Quanto aos dados de camada limite superior, devem ser adotados prioritariamente os dados de experimentos conduzidos na região ou em estações mais próximas, como de aeroportos. Opcionalmente, complementar os dados com modelos de mesoescala (MM5 ou WRF). Em relação à camada limite superior, são necessários os seguintes registros de dados para o processamento pelo CALMET: i. Velocidade e Direção do Vento; ii. Temperatura; iii. Pressão; iv. Elevação da Camada. Os dados Geofísicos devem ser utilizados para o processamento do terreno e para estabelecer o campo de vento. Em relação ao processamento do terreno e estabelecimento do campo de vento são necessários os seguintes dados para processamento pelo CALMET:

	i. Elevações do Terreno; ii. Categorias de Uso da Terra; iii. Comprimento da Rugosidade de Superfície; iv. Albedo; v. Índice de Bowen; vi. Fluxo de Calor do Solo; vii. Fluxo de Calor antropogênico; viii. Índice de Área com Vegetação.
I.B.3	Cenários: O estudo deverá contemplar minimamente os seguintes cenários: i. Cenário atual: Empreendimentos existentes, incluindo projetos não termelétricos, para fins de comparação com os cenários futuros e, inclusive, validação do modelo pela comparação com os registros de dados das estações de qualidade do ar em operação na região; ii. Cenário i considerando as melhorias ambientais em andamento na Fase B da UTE Candiota e desativação da Fase A. iii. Cenário ii + substituição da Fase A + empreendimentos licenciados (UTE Seival e Complexo Sul); iv. Cenário iii + empreendimentos em fase de planejamento a serem indicados pela EPE/MME e IBAMA. Em cada um dos cenários adotar condições normais de operação (equipamentos de controle ambiental em pleno funcionamento). Deverão ser utilizadas as taxas máximas de emissão regulamentadas pelo licenciamento ambiental e, para unidades em planejamento, dados fornecidos pelos agentes responsáveis pelos empreendimentos. Adicionalmente, os cenários devem ser simulados considerando cargas de emissão condizentes com as condições operativas de maior permanência no tempo, como por exemplo o fator de inflexibilidade. As hipóteses formuladas para cálculo destas cargas de emissão precisam estar devidamente justificadas. Caso os resultados indiquem saturação da bacia aérea por algum dos poluentes estudados (concentração acima dos padrões estabelecidos pela legislação) deverão ser analisados subcenários. A definição dos subcenários será debatida entre EPE/MME, contratada e IBAMA. Apresentar em tabela(s) os parâmetros para cada cenário, que deve(m) conter, mas não se limitar, as seguintes informações: • Cenário; • Localidade da(s) fonte(s) (em coordenadas geográficas e em UTM); • Parâmetros das emissões por fontes pontuais; • Parâmetros das emissões por área; • Parâmetros das emissões por volume.

I.B.4	Quebra da pluma: Cálculo e descrição do efeito de <i>building downwash</i> .
I.B.5	Aspectos metodológicos: Descrição da metodologia empregada, dados de entrada, tratamento de dados, premissas e configurações. • Configurações utilizadas: ○ Configurações padrão do modelo a serem utilizadas; ○ Terreno: Imageamento de satélite para definição da geomorfologia (modelo digital de elevação); • Malha proposta para os receptores (mínimo 20 km de raio): ○ Resolução da malha dos empreendimentos; ○ Resolução da malha fina; ○ Resolução da malha grossa; ○ Resolução e tamanho dos “pontos quentes” de atenção (<i>hot spots</i>) para as maiores concentrações detectadas.
I.C	Avaliação da saturação da bacia aérea
I.C.1	Em todos os cenários, deverão ser apresentados os resultados obtidos por poluente com as máximas médias de curto e longo prazo, ou conforme legislação vigente. Identificando os cenários mais críticos e avaliando se os resultados obtidos estão em conformidade com os padrões de qualidade do ar estabelecidos nas Resoluções CONAMA nº. 5/89 e 03/90. Apresentar os resultados em mapas contendo isolinhas de concentração para cada poluente nos cenários modelados. Definição dos limites da bacia aérea e zoneamento das áreas de abrangência dos impactos da poluição atmosférica na região da Jazida Candiota, considerando as fontes de emissões atuais e futuras/previstas. Avaliar os efeitos das condições de qualidade do ar modeladas sobre os principais receptores da bacia aérea em questão. A partir dos resultados obtidos, avaliar a necessidade de expansão da rede de monitoramento da qualidade do ar com a indicação de sua localização ideal. Análise dos resultados obtidos caracterizando a capacidade de suporte da bacia aérea, avaliando o seu grau de saturação e o nível de capacidade de suporte atmosférico disponível para a implementação de novos empreendimentos termelétricos.
I.C.2	Limitações e incertezas: Considerações sobre a representatividade dos dados utilizados e processados. Descrição das restrições dos modelos e incertezas de entrada, de parâmetros, conceituais e dos cenários analisados.
I.D	Conclusões
	A partir dos resultados obtidos, expor as conclusões sobre a capacidade de suporte da bacia aérea da região e a viabilidade da instalação de novas usinas termelétricas a carvão.

I.C	Referências
	Todas as referências bibliográficas utilizadas deverão ser mencionadas no texto e referenciadas neste item, contendo as informações referentes ao autor, título, origem, ano e demais dados que permitam o acesso à publicação, segundo as normas de publicação de trabalhos científicos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

3. ANEXOS

Tabela 2 - Dados das Fontes de Emissão das UTEs em Operação e Licenciadas

UTE	Localização (UTM - Z 22J)		Taxas de Emissão			Chaminé			
			SO ₂ (g/s)	NO _x (g/s)	MP (g/s)	Vel (m/s)	Temp (K)	Altura (m)	ø (m)
MPX Seival ¹	6.512.200 S	242.800 E	216	216	27	5,4	306	138	49,0
MPX SUL ²	6.516.113 S	244.144 E	330	330	41,5	28,4	412	200	8,0
Candiota Fase A I e II ³	6.506.173 S	245.306 E	2.500	100	640	16,20	403	150	4,77
Candiota Fase B III ³						22,83	440	150	4,77
Candiota Fase B IV ³						22,83	440	150	4,77
Candiota Fase C ³	6.506.529 S	245.409 E	680	272	106	9,0	350	200	9,0

¹ Dados fornecidos pelo empreendedor

² Dados do EIA/RIMA

³ Dados licenciados

Tabela 3 - Dados das Taxas de Emissão para as UTEs Candiota Fases A e B

Parâmetros	Unidade	LIMITADO PELO TAC					
		FASE A (I e II) ***			FASE B (III e IV) **		
		MP	SO ₂	NO _x	MP	SO ₂	NO _x
PODER CALORÍFICO SUPERIOR DO CARVÃO	kcal/kg _{CARVÃO}	3.200,0	3.200,0	3.200,0	3.200,0	3.200,0	3.200,0
TAXA MÉDIA DE CONSUMO DE CARVÃO	ton _{CARVÃO} /MW.h	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
CONSUMO DE CARVÃO POR HORA A POTÊNCIA TOTAL	ton _{CARVÃO} /h	57,15	57,15	57,15	127,00	127,00	127,00
FATOR DE EMISSÃO	mg/kcal	1,15	5,13	1,00	4,70	19,25	0,47
RELAÇÃO MÁSSICA	ton _{POLUENTE} /ton _{CARVÃO}	0,00376	0,02602	0,00320	0,01504	0,06160	0,00150
POTÊNCIA MÁXIMA	MW	45	45	45	100	100	100
TAXA DE EMISSÃO	ton _{POLUENTE} /h	0,21	1,49	0,18	1,91	7,82	0,19
TAXA DE EMISSÃO	g _{POLUENTE} /s	59,69	413,00	50,80	530,58	2.173,11	53,96
CONCENTRAÇÃO VOLUMÉTRICA A BASE SECA E A CNTP	mg/Nm ³	207	1.430	176	1.303	5.336	130

Tabela 4 - Dados de Taxas de Emissão utilizados em Estudos de Modelagem

Modelagem	SO ₂ (g/s)		
	A	B	C
Revisão do Plano Básico Ambiental das Fases A e B *	1.218	3.300	697
Estudo de Impacto Atmosférico, no Sul do RS, devido às emissões de contaminantes na Região de Candiota **	1.075	2.730	532
	234	594	532
Relatório do Estudo da Análise de Impacto Ambiental - Campo Próximo ***	1.344	3.414	665

Modelagem	MP (g/s)		
	A	B	C
Revisão do Plano Básico Ambiental das Fases A e B *	250	634	92
Estudo de Impacto Atmosférico, no Sul do RS, devido às emissões de contaminantes na Região de Candiota **	203	516	83
	37	92	83
Relatório do Estudo da Análise de Impacto Ambiental - Campo Próximo ***	254	646	104

Modelagem	NO _x (g/s)		
	A	B	C
Revisão do Plano Básico Ambiental das Fases A e B *	146	392	237
Estudo de Impacto Atmosférico, no Sul do RS, devido às emissões de contaminantes na Região de Candiota **	119	302	213
	94	238	213
Relatório do Estudo da Análise de Impacto Ambiental - Campo Próximo ***	149	378	266

* Setembro/2006

** Setembro/2008 - Enviado por Ofício CD-DT 092/2008 Eletrobrás.. Sem e com adequação das Fases A e B

*** Maio/2011 - Conforme TP solicitada pelo IBAMA e COTEE

Considerações quanto à revisão do TR

Neste documento são destacadas as modificações feitas no Termo de Referência proposto anteriormente pela EPE e validado pelo IBAMA, em função das considerações presentes no Parecer Técnico 006353-2013/IBAMA e das abordadas na reunião do dia 12/12/2013.

Em relação às considerações do parecer do item II – Análise Técnica segue abaixo a síntese do que foi contemplado no TR:

- II.1 MODELO COMPUTACIONAL: Já havia sido acordado o modelo *Calpuff* para o estudo;
- II.2 DADOS DE ENTRADA: Foi integralmente considerado nos itens I.B.3 e I.A.4.4.1 do TR;
- II.3 CENÁRIOS: Foi considerado parcialmente conforme entendimentos da reunião;
 - II.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS:
 - Já era considerado que a taxa máxima de emissão corresponde à taxa regulamentada pelo licenciamento ambiental.
 - Não foram contemplados os cenários de distúrbios. Subcenários serão debatidos entre Ibama, EPE e contratada a partir da identificação da saturação da bacia aérea;
- ANEXOS: Adicionados como anexo no TR.

Modificações realizadas no TR:

I.A Diagnóstico

I.A.2.1 Clima e Meteorologia

Neste item foi alterado o período de aquisição de dados meteorológicos de cinco para três anos, conforme estabelecido na reunião de 12/12/2013, entre EPE e IBAMA. A principal justificativa é a indisponibilidade de dados confiáveis para o período inicialmente proposto.

I.A.4.1 Poluentes

Conforme acordado em reunião, ficou estabelecido que a escolha do modelo de conversão de NO_x para NO_2 na atmosfera adotado deverá ser devidamente justificada, já que o *Calpuff* dispõe de várias opções de cálculo.

I.A.4.4.1 Usinas Termelétricas Existentes e Planejadas

O detalhamento de obtenção de dados e a referência às tabelas elencadas no item II.2 do Parecer Técnico foram adicionados no presente tópico. As tabelas foram disponibilizadas no TR, em anexo.

I.B Modelos de Dispersão Atmosférica e Base de Dados

I.B.2 Dados de Entrada

Este item foi criado de forma a incorporar as informações apresentadas no item II.2 do Parecer Técnico.

I.B.3 Cenários

Foi acrescentado o cenário atual – Cenário i – (denominado Cenário “0” no parecer).

Para cada cenário, a partir do atual, o parecer propôs que ao longo da modelagem os empreendimentos fossem adicionados um a um, seguindo a ordem de abertura de processo de licenciamento, até que houvesse extrapolação dos padrões da qualidade do ar. Entretanto, devido ao elevado tempo de processamento computacional necessário, foi sugerido pela EPE na reunião de 12/12/2013 que fosse mantida a configuração inicialmente proposta e, caso os resultados indiquem saturação da bacia aérea por algum dos poluentes estudados, deverão ser analisados subcenários. A definição desses subcenários será debatida entre EPE/MME, contratada e IBAMA.

Nas Considerações Gerais do parecer (Item II.3.1), o Ibama propõe a simulação dos cenários com condições de distúrbio, ou seja, UTEs operando sem os devidos sistemas de controle ambiental. O entendimento da EPE é que, embora situações de distúrbio aconteçam, a simulação de todos os empreendimentos nessa condição é demasiado irrealista e não contribui para o objetivo desse estudo, qual seja o de subsidiar o planejamento setorial na região de Candiota. Além disso, o tempo de processamento necessário para desenvolvimento das simulações não é condizente com o prazo assumido pelo MME no TAC. Portanto, propõe-se considerar as condições normais de operação nas simulações dos cenários *i* a *iv*, bem como nos subcenários que venham a ser estudados. Neste caso, as condições anormais de operação, ou condições de distúrbio, serão tratados no escopo de cada processo de licenciamento ambiental, quando será feita análise de risco mais detalhada.

Conforme ressaltado em reunião, a taxa máxima de emissão corresponde à taxa de emissão regulamentada pelo licenciamento. Já em relação à taxa média de emissão foi proposta a adoção de alguma hipótese de fator de capacidade que seja mais próximo das condições reais de operação, como a utilização do fator de inflexibilidade, e isso foi incluído no item I.B.3 do TR.

i. Cenário atual: Empreendimentos existentes, incluindo projetos não termelétricos, para fins de comparação com os cenários futuros e, inclusive, validação do modelo pela comparação com os registros de dados das estações de qualidade do ar em operação na região;

[illegible]

II. Cenário i considerando as melhorias ambientais em andamento na Fase B da UTE Candioti e desativação da Fase A.

Fonte	Localização	Base dos Dados	Potência MW	Variação dos gases (NOx, SO ₂ , CO ₂)	Concentração (mg/Nm ³ , % O ₂)	Emissão SO ₂ (g/s)	Emissão NOx (g/s)	Emissão MP (g/s)	Temp. saída (°C)	Veloc. saída (m/s)	Altura fonte (m)	Diâmetro fonte (m)	Dist. Base Chaminé (m)
CGTEE - Fases B1 e B2 Com adequações	6.506.173 S; 245.306 E	Fornecido pela CGTEE	2x160	2 x 840.000	MP: 265	2 x 396,7 = 793,3	2 x 158,7 = 317,3	2 x 61,8 = 123,7	443,0	9,6	150,0	5,6	229,0
					SOx: 1700								
					NOx: 680								
CGTEE Fase C	6.506.529 S; 245.409 E	Ibama: Dados Ilenciados.	350		MP: 265	680,0	272,0	106,0	350,0	9	200,0	9,0	
					SOx: 1700								
					NOx: 680								
Cimbagé (*)	6501616 m e 245209 m				MP:	0,06	29,45	2,6	379,0	9,49	130,0	3,2	
					SOx:								
					NOx:								
Rio Branco (*)	6519616 m e 249209 m				MP:	0,3	17,1	0,9	360,0	20,51	329,0	1,7	
					SOx:								
					NOx:								

iii. Cenário II + substituição da Fase A + empreendimentos licenciados (UTE Seival e Complexo Sul);

Ponto	Localização	Base dos Dados	Potência MW	Valor dos gases (t N ₂ /h, t SO ₂ , t NO _x)	Concentração (mg/Nm ³ , % O ₂)	Emissão SO ₂ (g/h)	Emissão NO _x (g/s)	Emissão MP (g/s)	Temp. gases (K)	Veloc. Sonda (m/s)	Altura torres (m)	Diâmetro torres (m)	Cota Base Chaminé (m)
CGTEE - Fase A substituída	X = 239.761 Y = 6.508.634	Fornecido pela CGTEE	1 x 300	1.160.000	MP: 50 SO ₂ : 400 NO _x : 400	128,9	128,9	16,1	358,0	11,8	200,0	6,0	229,0
CGTEE - Fases B1 e B2 com adequações	6.506.173 S; 245.306 E	Fornecido pela CGTEE	2x160	2 x 840.000	MP: 265 SO ₂ : 1700 NO _x : 680	2 x 396,7 = 793,3	2 x 158,7 = 317,3	2 x 61,8 = 123,7	443,0	9,6	150,0	5,6	229,0
CGTEE Fase C	6.506.529 S; 245.409 E	Ibama: Dados licenciados.	350		MP: 265 SO ₂ : 1700 NO _x : 680	680,0	272,0	106,0	350,0	9	200,0	9,0	
Cimbagem (*)	6501616 m e 245209 m				MP: SO ₂ : NO _x :	0,06	29,45	2,6	379,0	9,49	130,0	3,2	
Rio Branco (*)	6519616 m e 249209 m				MP: SO ₂ : NO _x :	0,3	17,1	0,9	360,0	20,51	329,0	1,7	
SEIVAL	6.508.514 S; 239.269 E	FORNECIDO PELA ENEVA	2 x 300,0	2.355.215,2	MP: 50 SO ₂ : 400 NO _x : 400	261,7	261,7	32,7	438,8	22,0	200,0	7,7	228,0
MPX SUL	6.515.900 S; 243.980 E	FORNECIDO PELA ENEVA	2 x 363,5	2.970.000	MP: 50 SO ₂ : 400 NO _x : 400	330,0	330,0	41,2	412,0	26,3	200,0	8,0	223,0

(*) Ibama irá fornecer dados atualizados

iv. Cenário iii + empreendimentos em fase de planejamento a serem indicados pela EPE/MME e IBAMA.

Fonte	Localização	Base Dos Dados	Parâmetros (m²)	Volume (m³) (m³/ha, lit. 80x2)	Concentração (mg/lit. 80x2)	Então 502 (kg/s)	Embudo NOx (kg/s)	Então MP (kg/s)	Tela: saída (kg)	Velocidade (m/s)	Altura (m)	Diâmetro (m)	Cota Base Charneira (m)
CGTEE - Fase A substituída	X = 239.761 Y = 6.508.634	Fornecido pela CGTEE	1 x 300	1.160.000	MP: 50 SO2: 400 NOx: 400	128,9	128,9	16,1	358,0	11,8	200,0	6,0	229,0
CGTEE - Fases B1 e B2 com adequações	6.506.173 S; 245.306 E	Fornecido pela CGTEE	2x160	2 x 840.000	MP: 265 SOx: 1700 NOx: 680	2 x 396,7 = 793,3	2 x 158,7 = 317,3	2 x 61,8 = 123,7	443,0	9,6	150,0	5,6	229,0
CGTEE Fase C	6.506.529 S; 245.409 E	IBAMA: Dados licenciados.	350		MP: 265 SOx: 1700 NOx: 680	680,0	272,0	106,0	350,0	9	200,0	9,0	
Climbágé (*)	6501616 m e 245209 m				MP: SOx: NOx:	0,06	29,45	2,6	379,0	9,49	130,0	3,2	
Rio Branco (*)	6519616 m e 249209 m				MP: SOx: NOx:	0,3	17,1	0,9	960,0	20,51	329,0	1,7	
SEVAL	6.508.514 S; 239.269 E	FORNECIDO PELA ENEVA	2 X 300,0	2.355.215,2	MP: 50 SOx: 400 NOx: 400	261,7	261,7	32,7	418,8	22,0	200,0	7,7	228,0
MPK SUL	6.515.900 S; 243.980 E	FORNECIDO PELA ENEVA	2 x 363,5	2.970.000	MP: 50 SOx: 400 NOx: 400	330,0	330,0	41,2	412,0	26,3	200,0	8,0	223,0
PAMPA 1	Unidade 1= N 236249; E 6517154; Unidade 2= N 236249; E 6517069.	FORNECIDO PELA TRACTEBEL	340	1.152.000	MP: 50 SO2: 400 NOx: 400	128	128	16	333	24,5	200	5,5	182,00m
PAMPA 2			340	1.152.000	MP: 50 SO2: 400 NOx: 400	128	128	16	333	24,5	200	5,5	182,00m
CGTEE Fase D	X = 239.375 Y = 6.508.467	FORNECIDO PELA CGTEE	2x300	2 x 1.160.000	MP: 50 SO2: 400 NOx: 400	258	258	32	358	11,8	200	6	226,5

ANEXO II

Resultados

Isolinhas de Concentração de Poluentes

Mapa de Localização

Legenda

- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Área de Estudo
- Área Urbana

Usinas do Cenário ii

- UTPM B (com adequações) e C

Concentração de SO₂

Máximos – média de 24h – µg/Nm³

- 20 - 28
- 29 - 37
- 38 - 46
- 47 - 55
- 56 - 63
- 64 - 72
- 73 - 81
- 82 - 90
- 91 - 99
- > 100

0 5 10 20 km

N

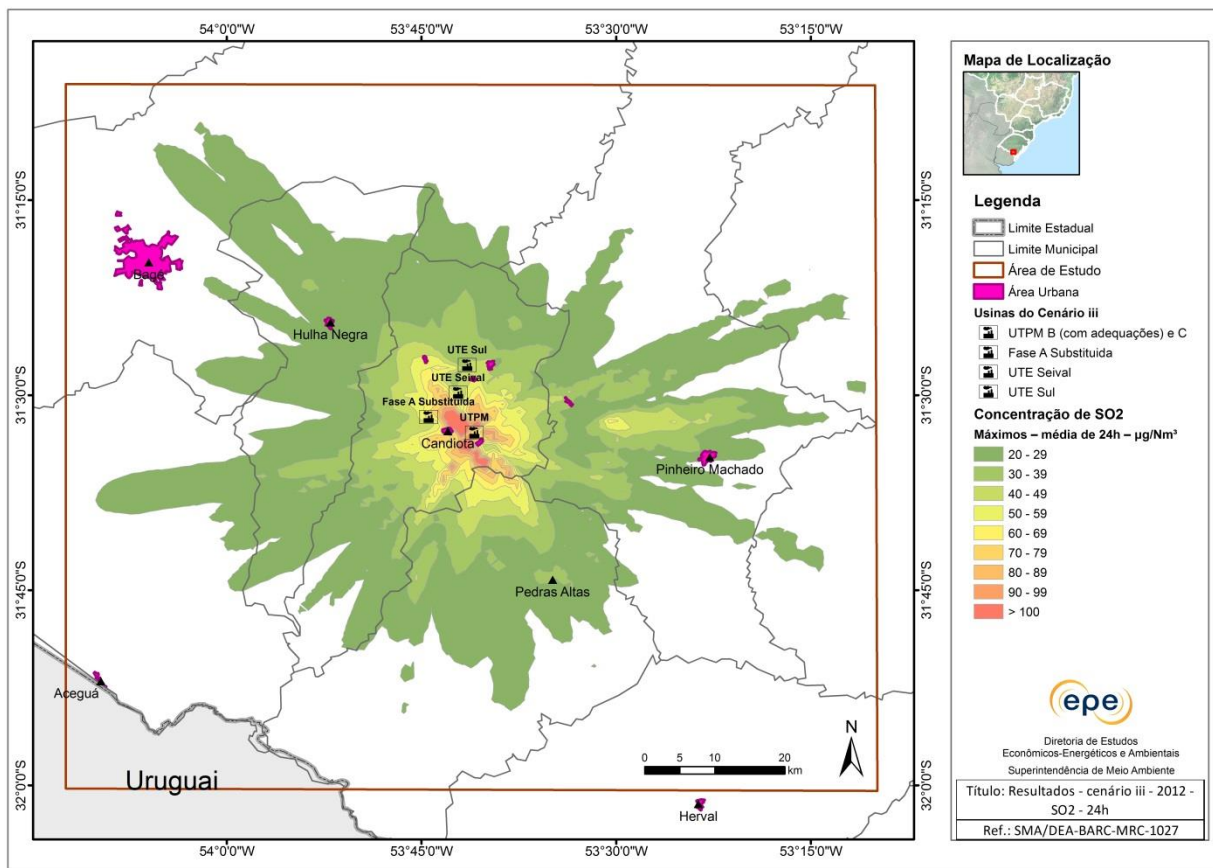
epi

Diretoria de Estudos
Econômico-Energéticos e Ambientais
Superintendência de Meio Ambiente

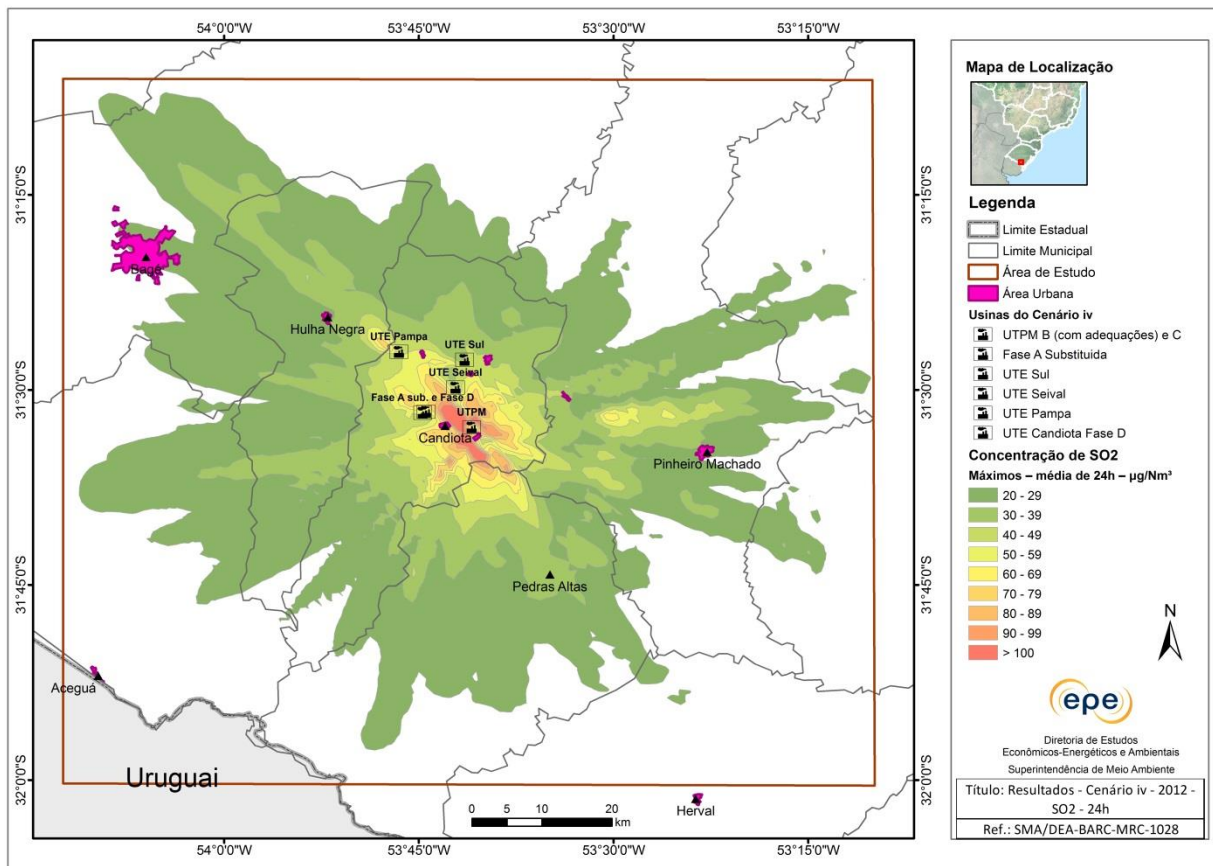
**Título: Resultados - cenário ii - 2012 -
SO₂ - 24h**

Ref.: SMA/DEA-BARC-MRC-1026

Cenário iii

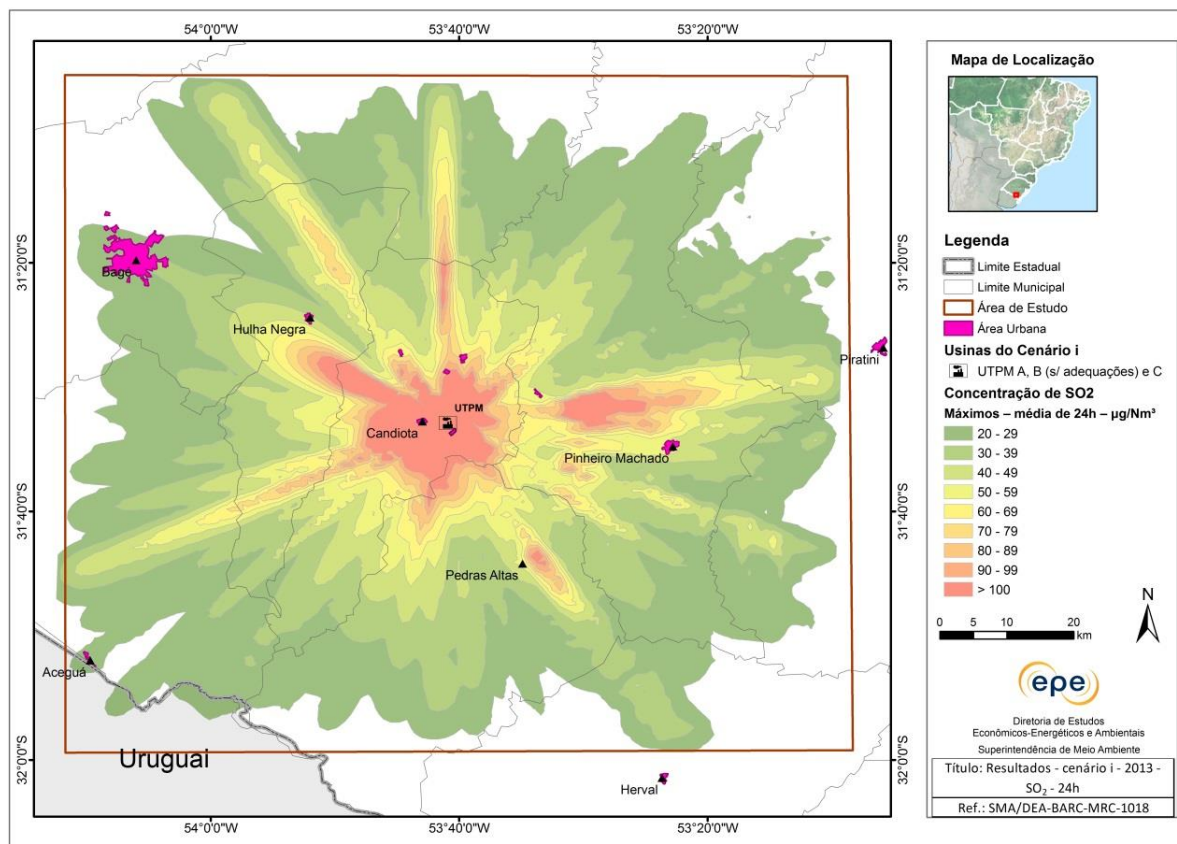


Cenário iv

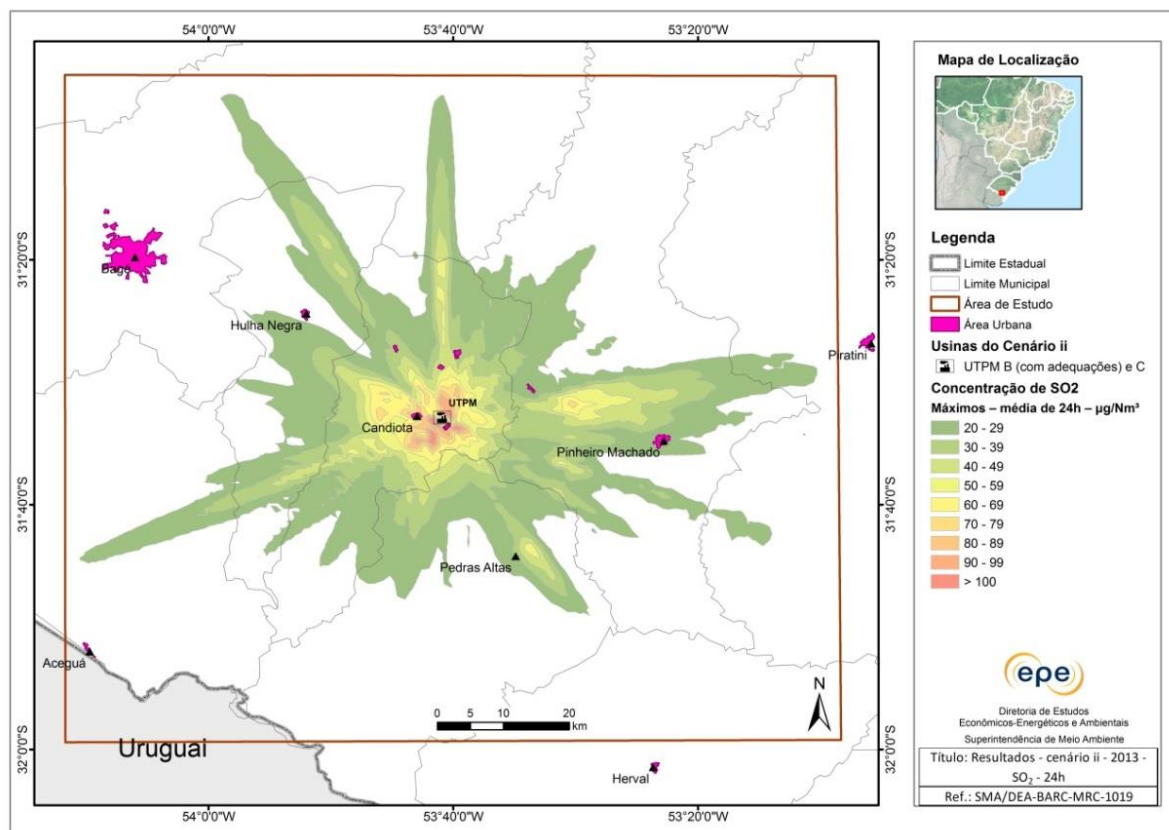


Isolinhas de concentração de SO₂ (µg/m³) - Ano 2013 – máximos – média de 24h

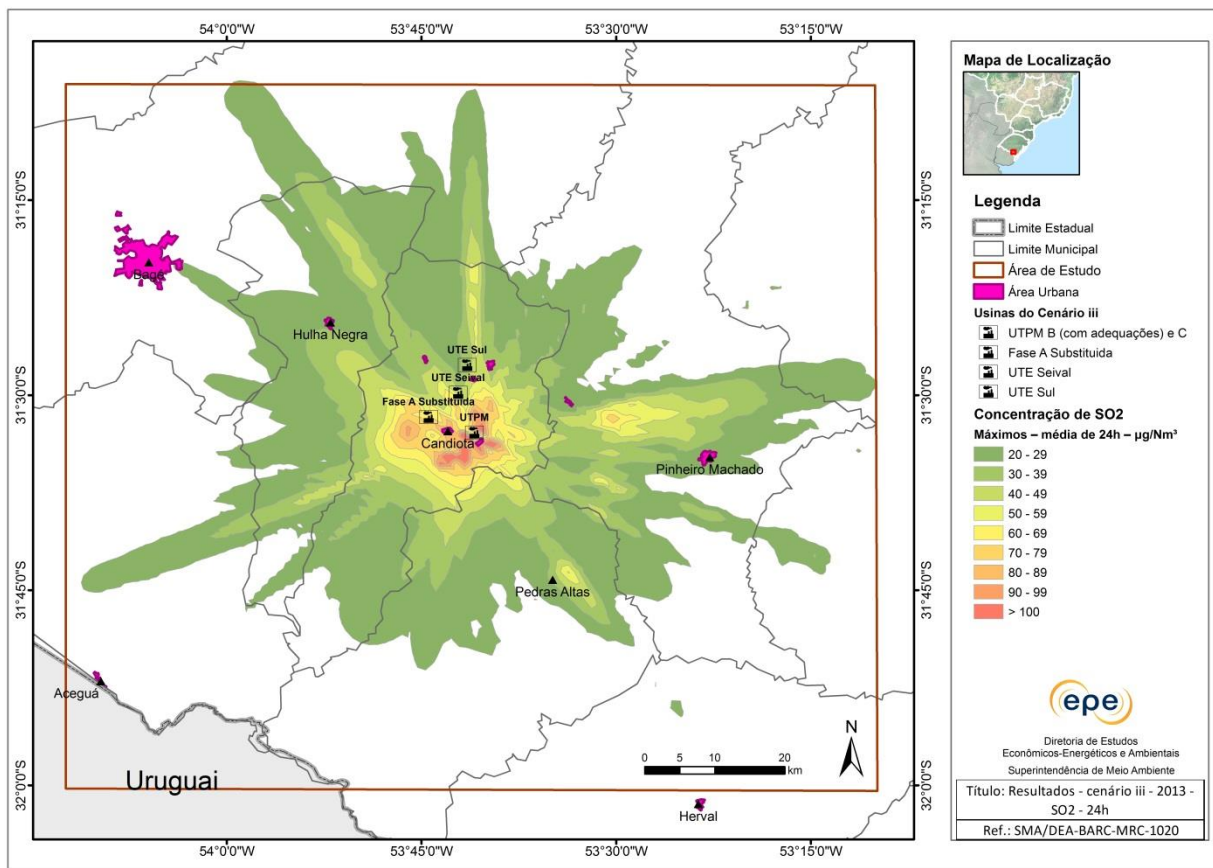
Cenário i



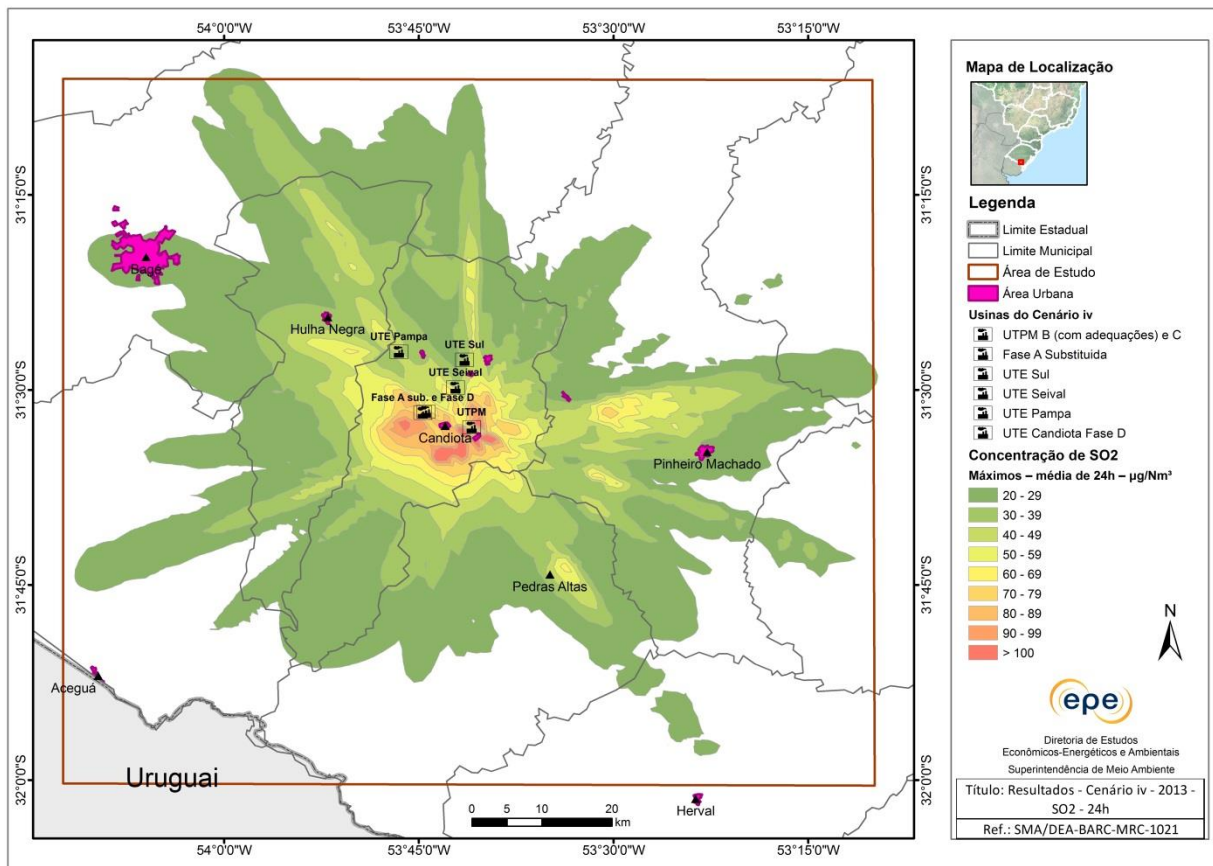
Cenário ii



Cenário iii

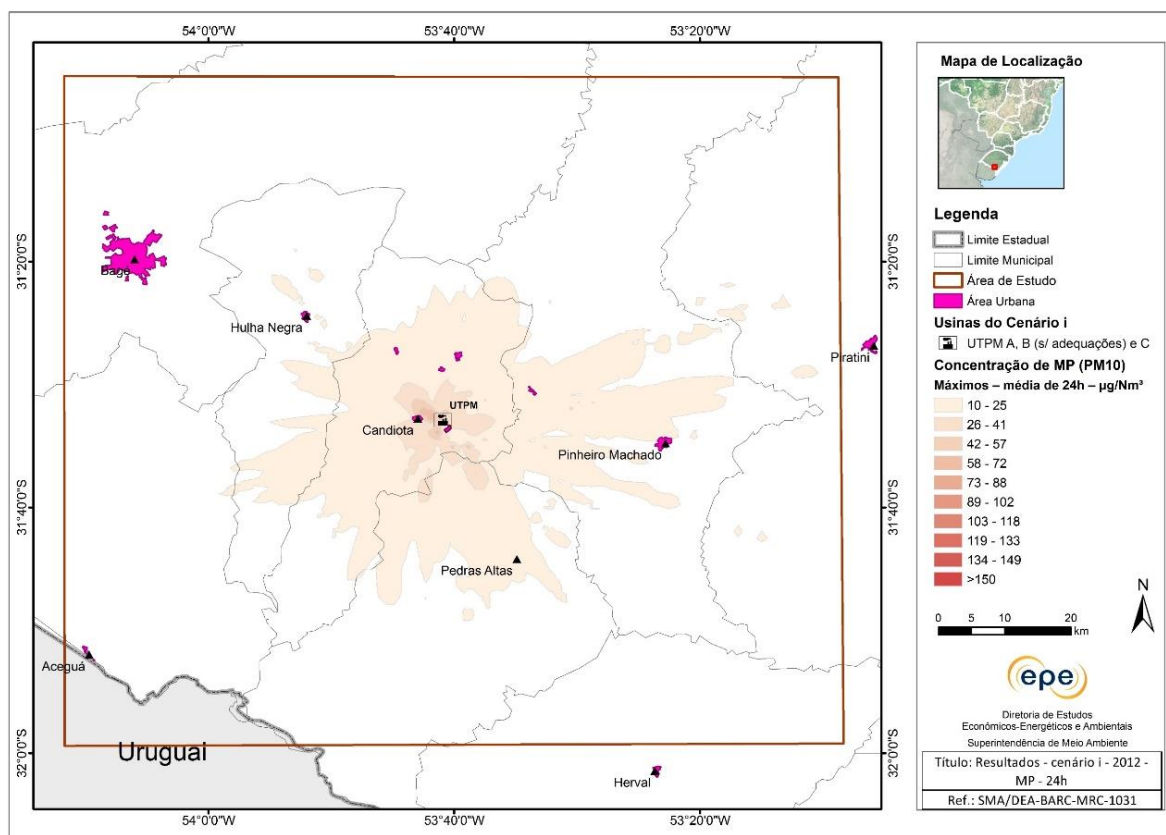


Cenário iv

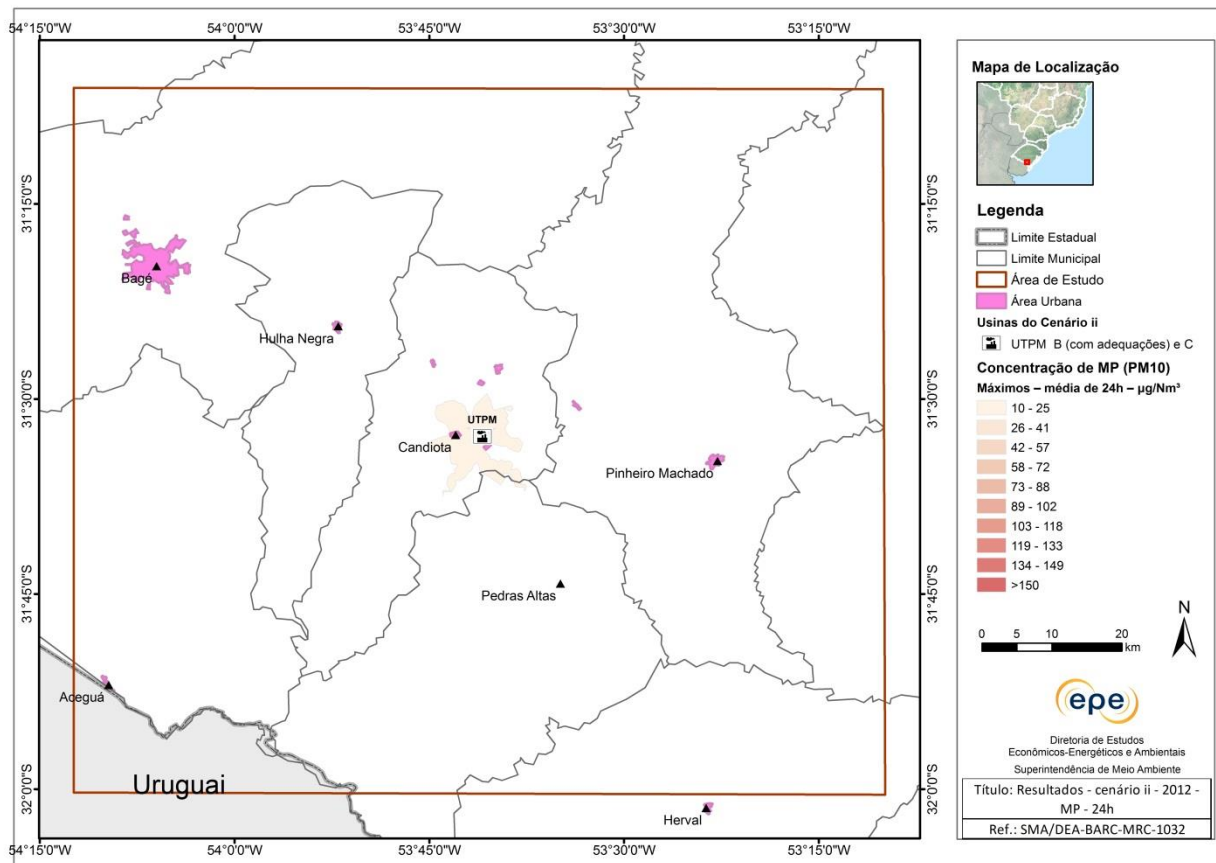


Isolinhas de concentração de MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Ano 2012 – máximos – média de 24h

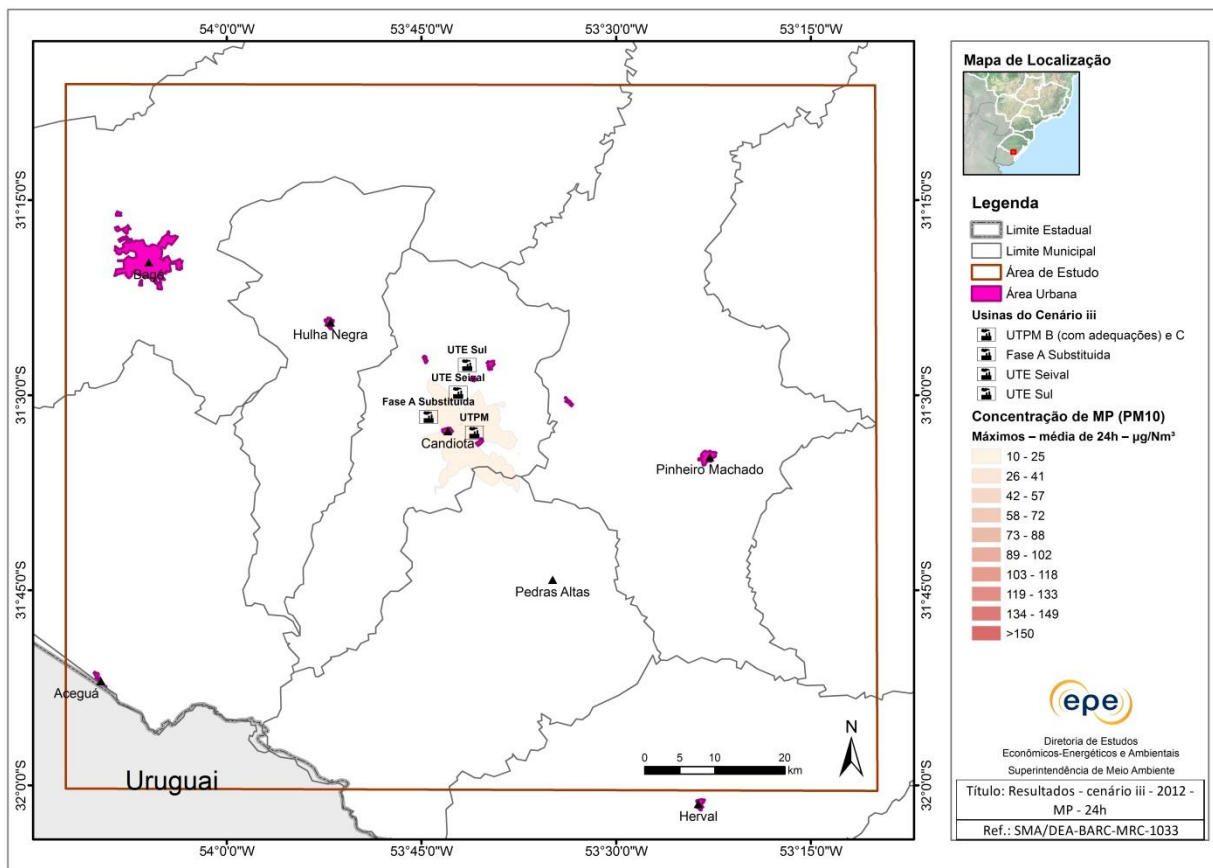
Cenário i



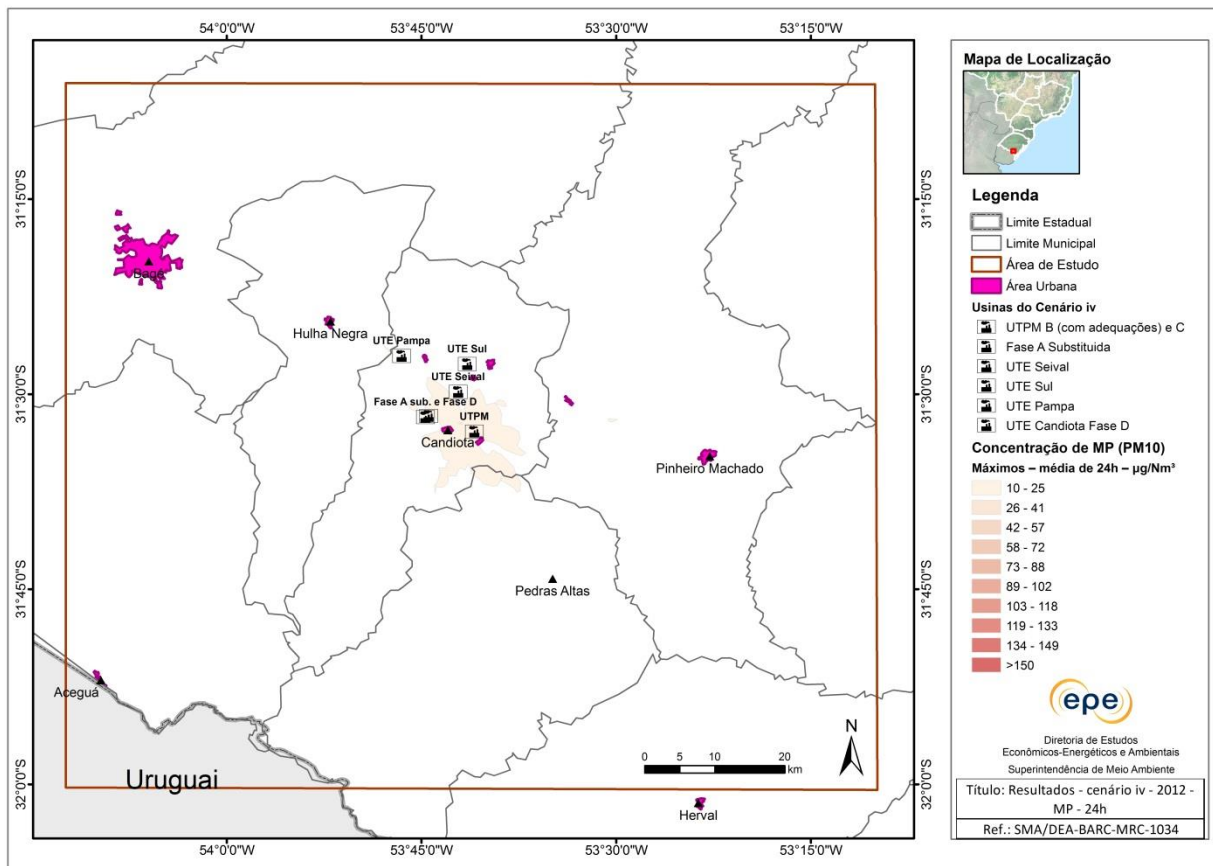
Cenário ii



Cenário iii

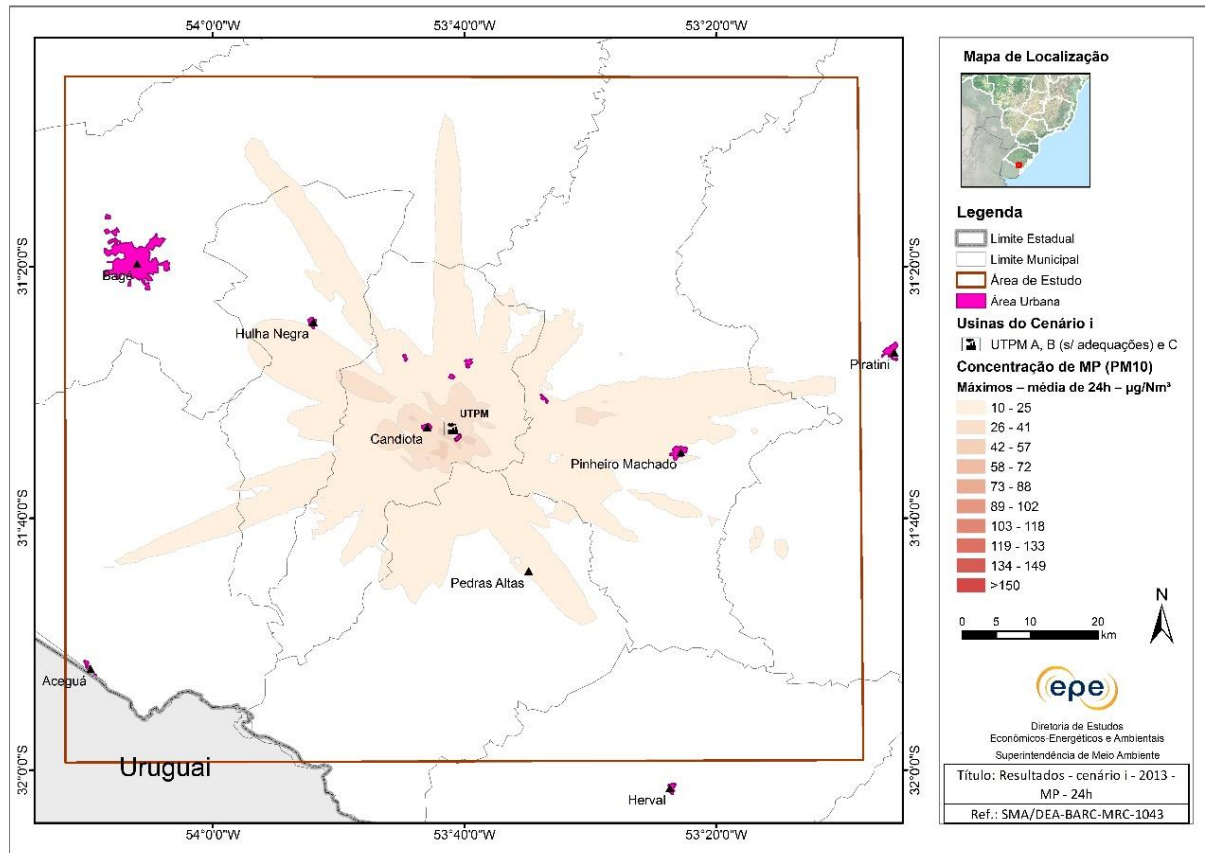


Cenário iv

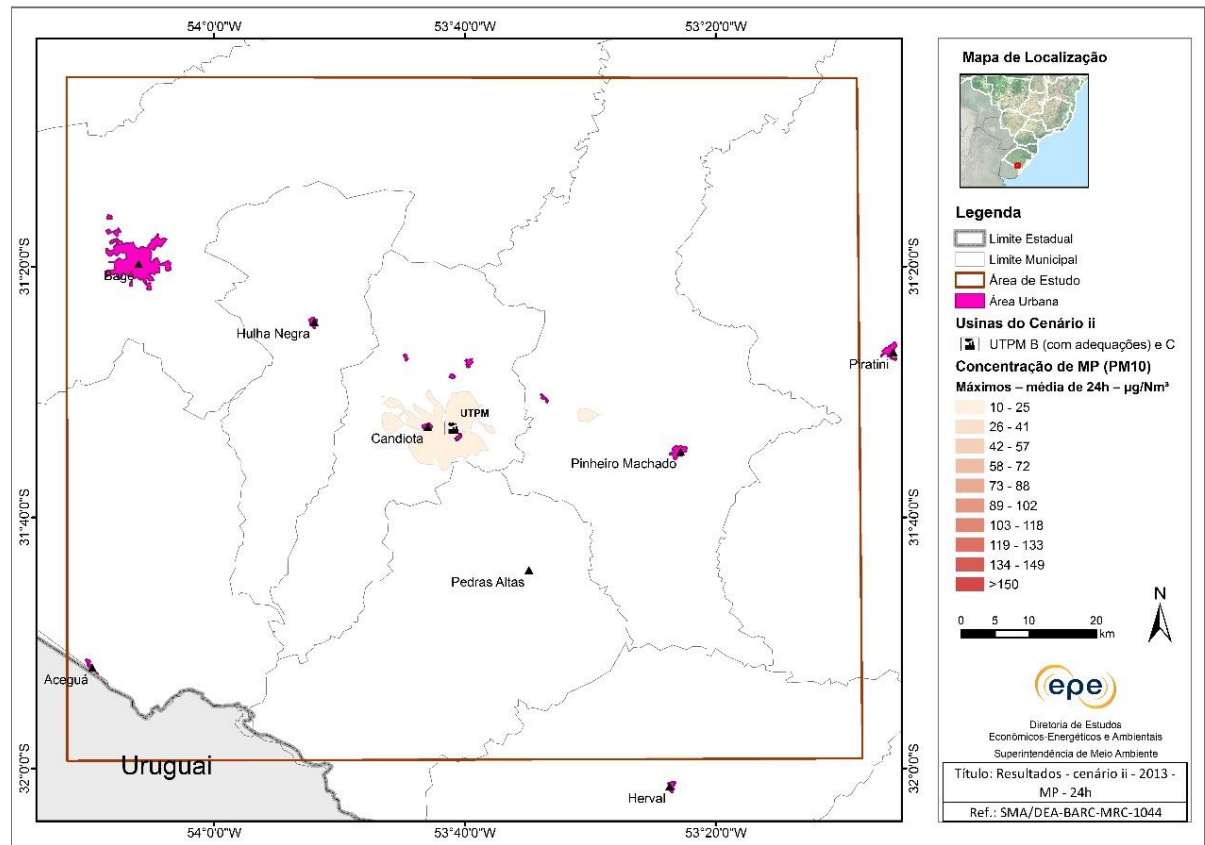


Isolinhas de concentração de MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Ano 2013 – máximos – média de 24h

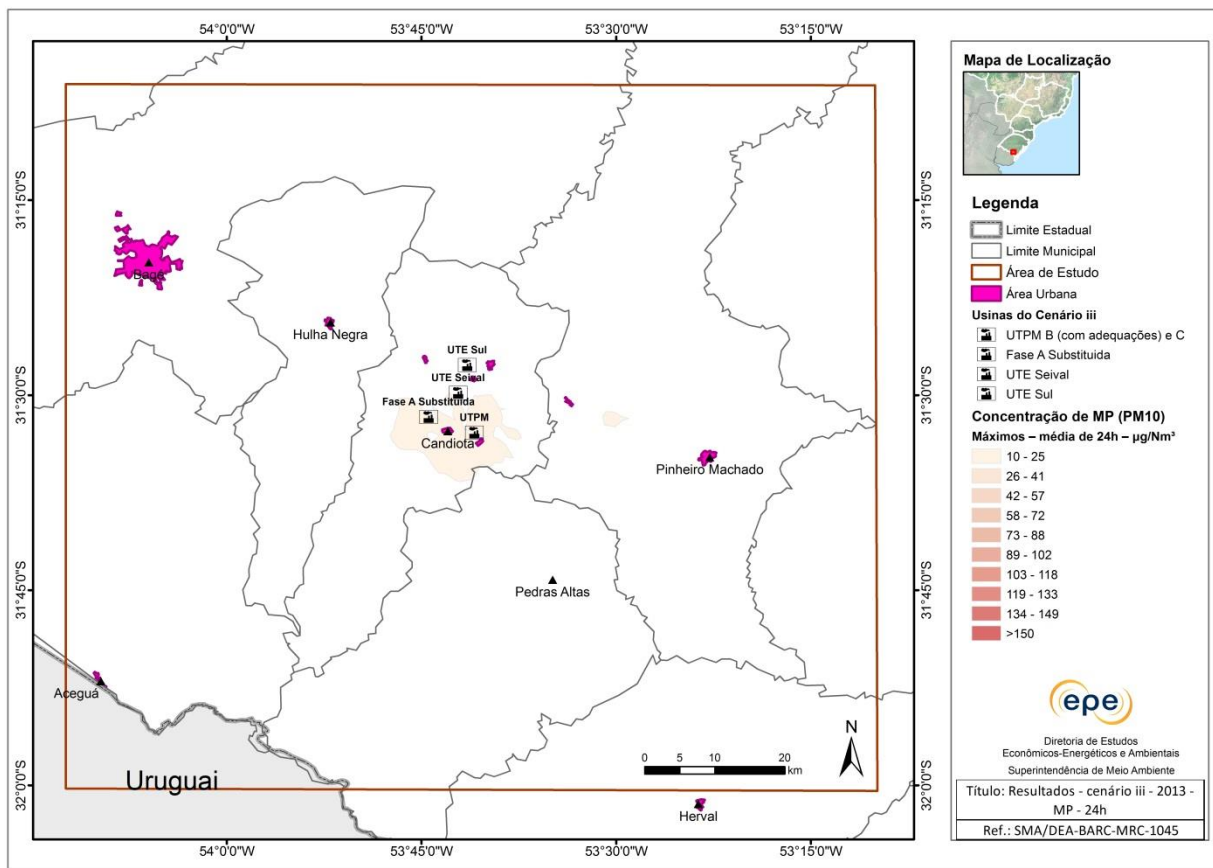
Cenário i



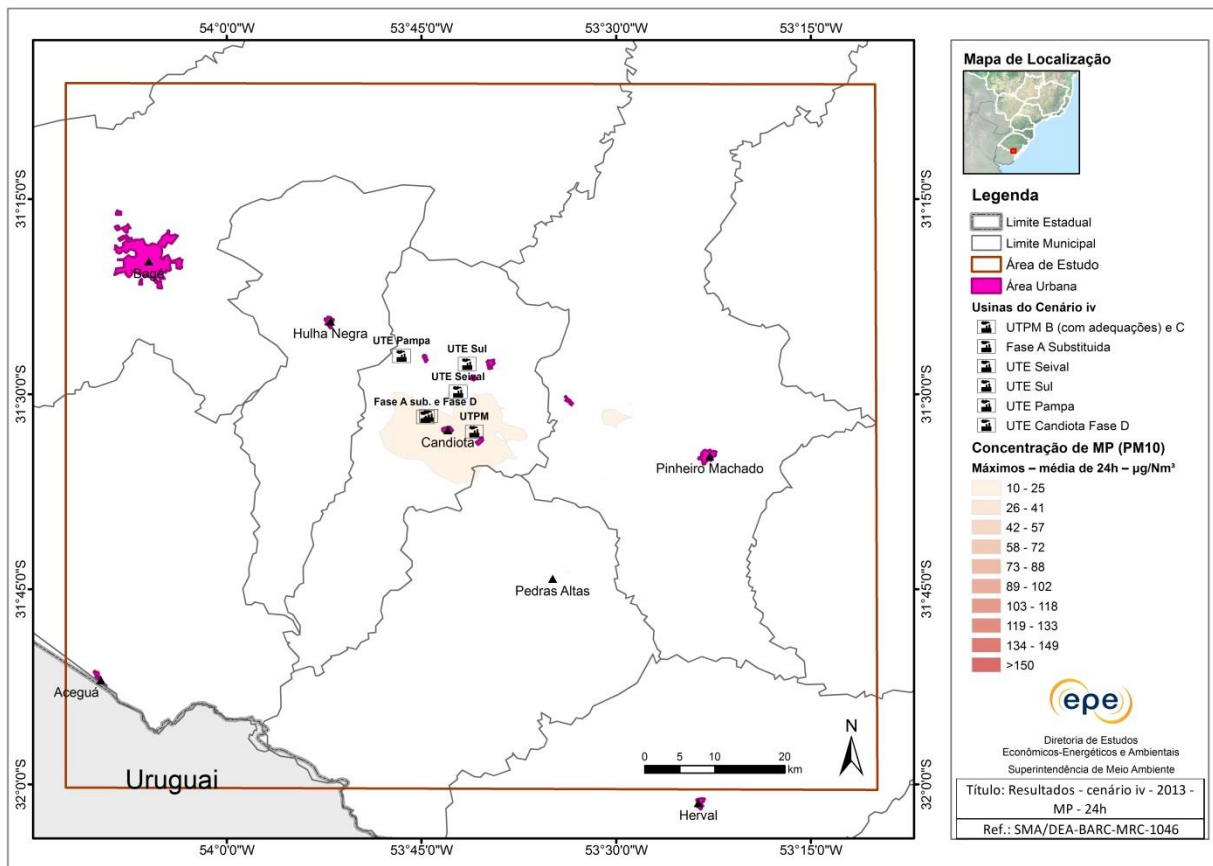
Cenário ii



Cenário iii

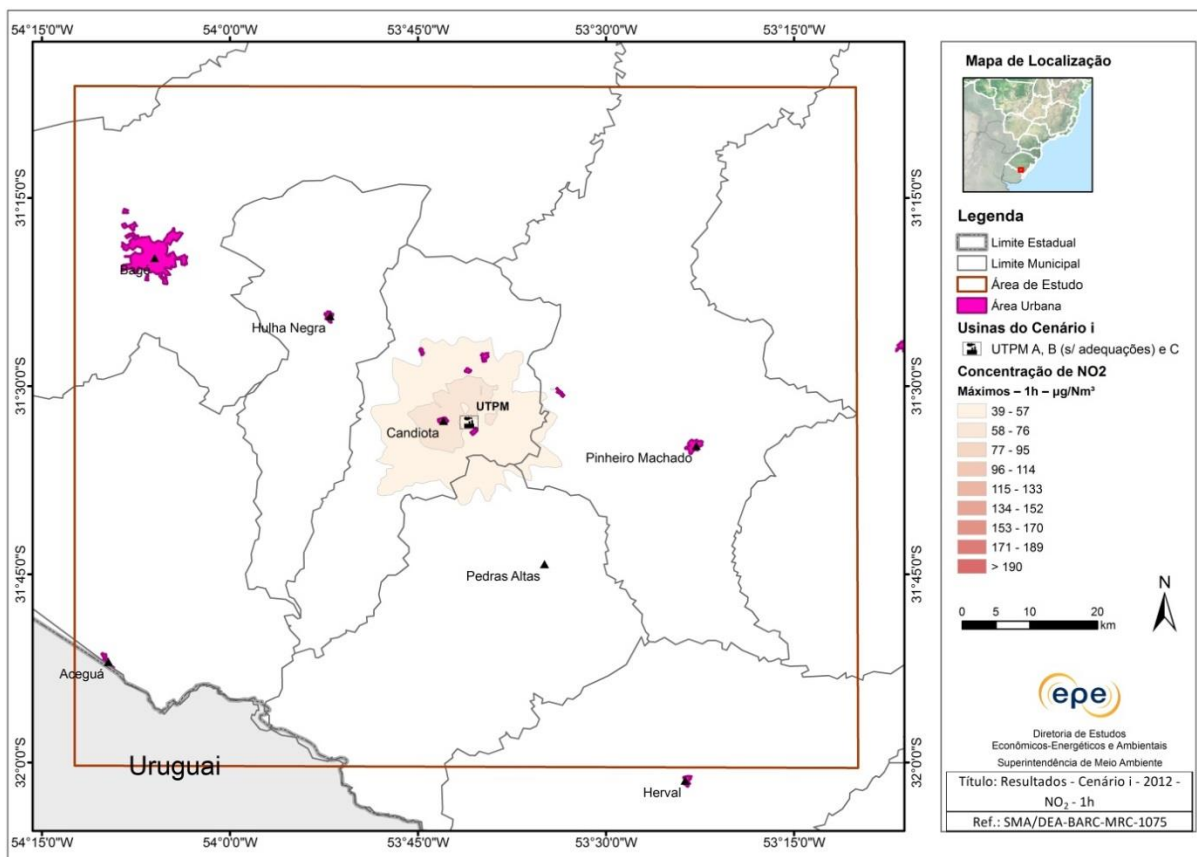


Cenário iv

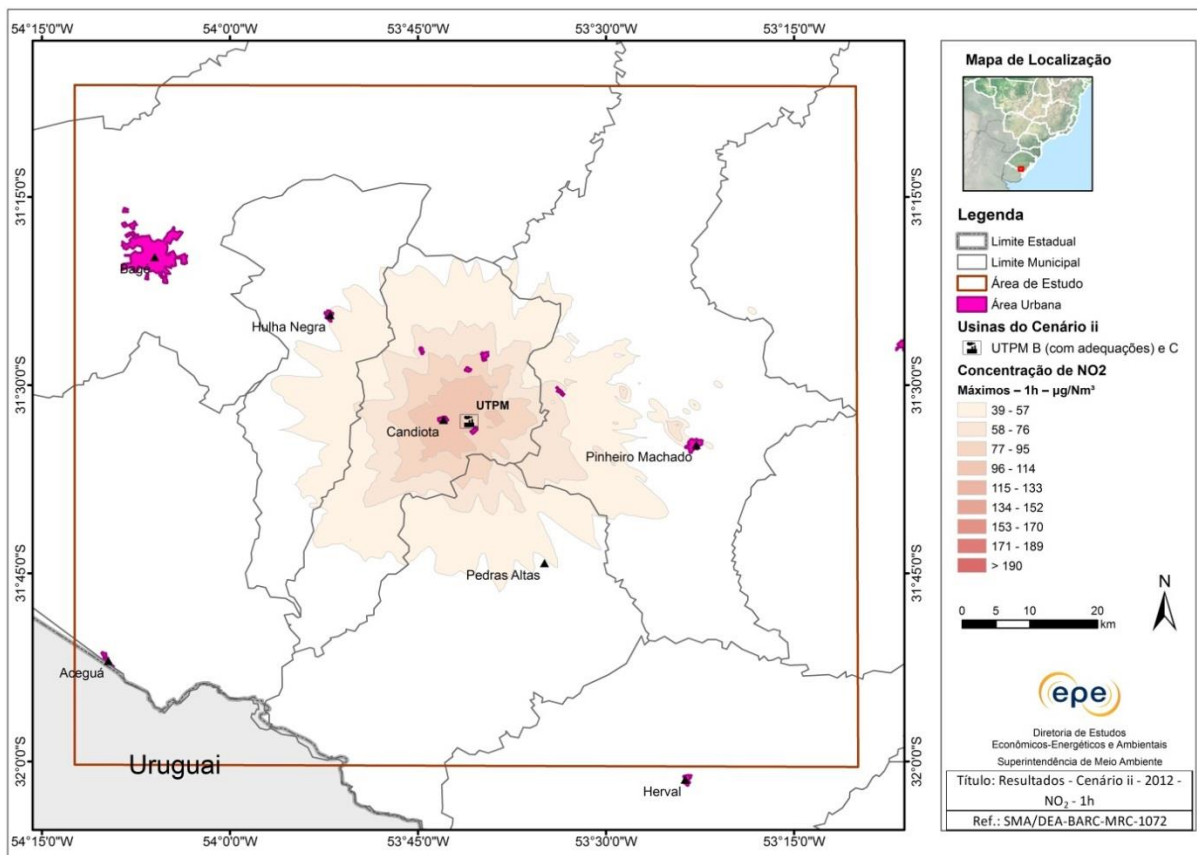


Isolinhas de concentração de NO₂ (µg/m³) - Ano 2012 – máximo 1h

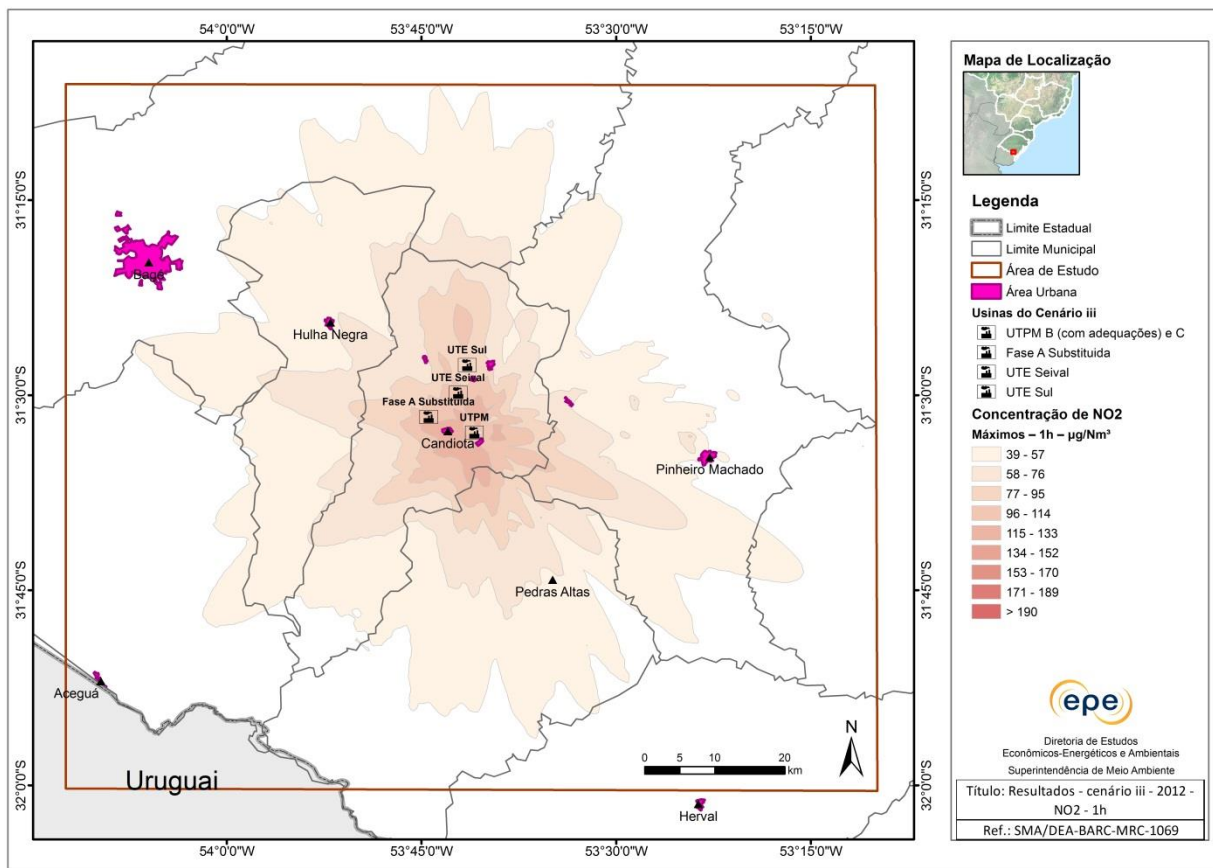
Cenário i



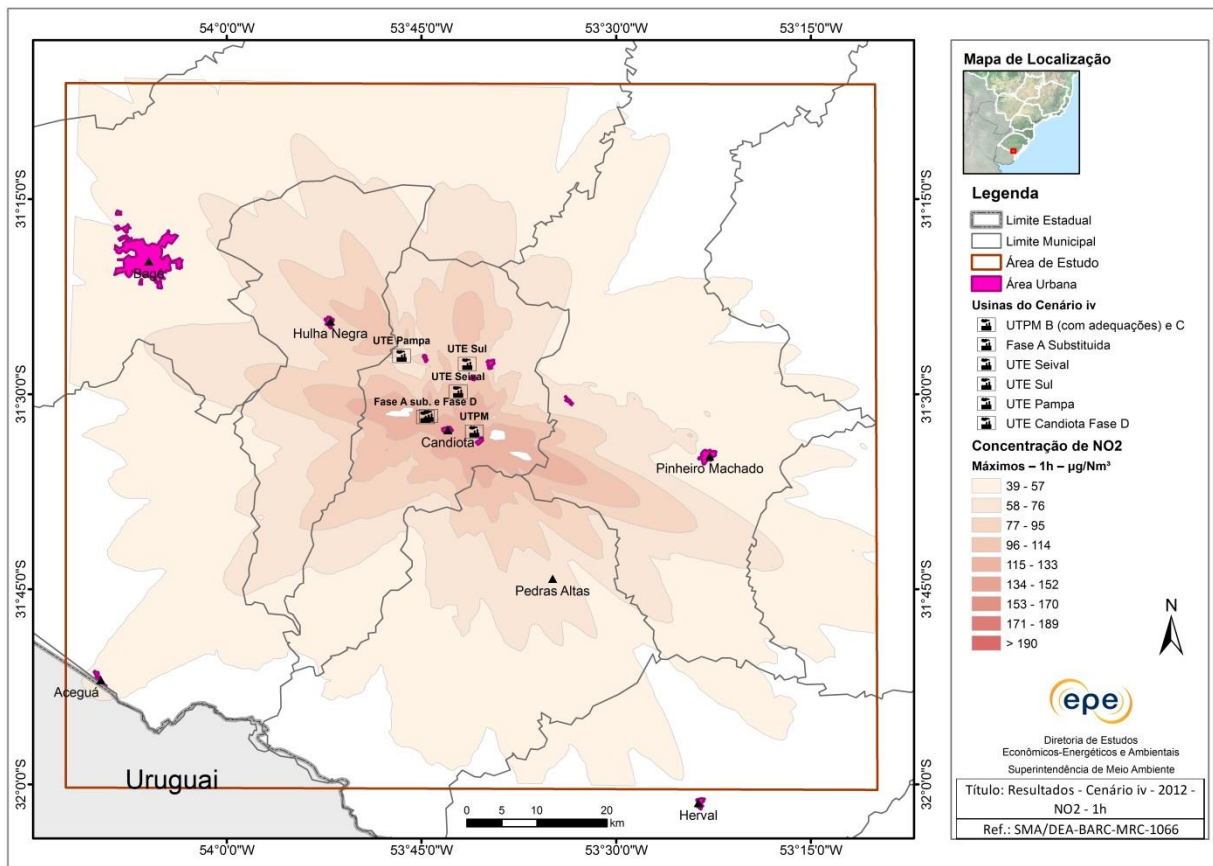
Cenário ii



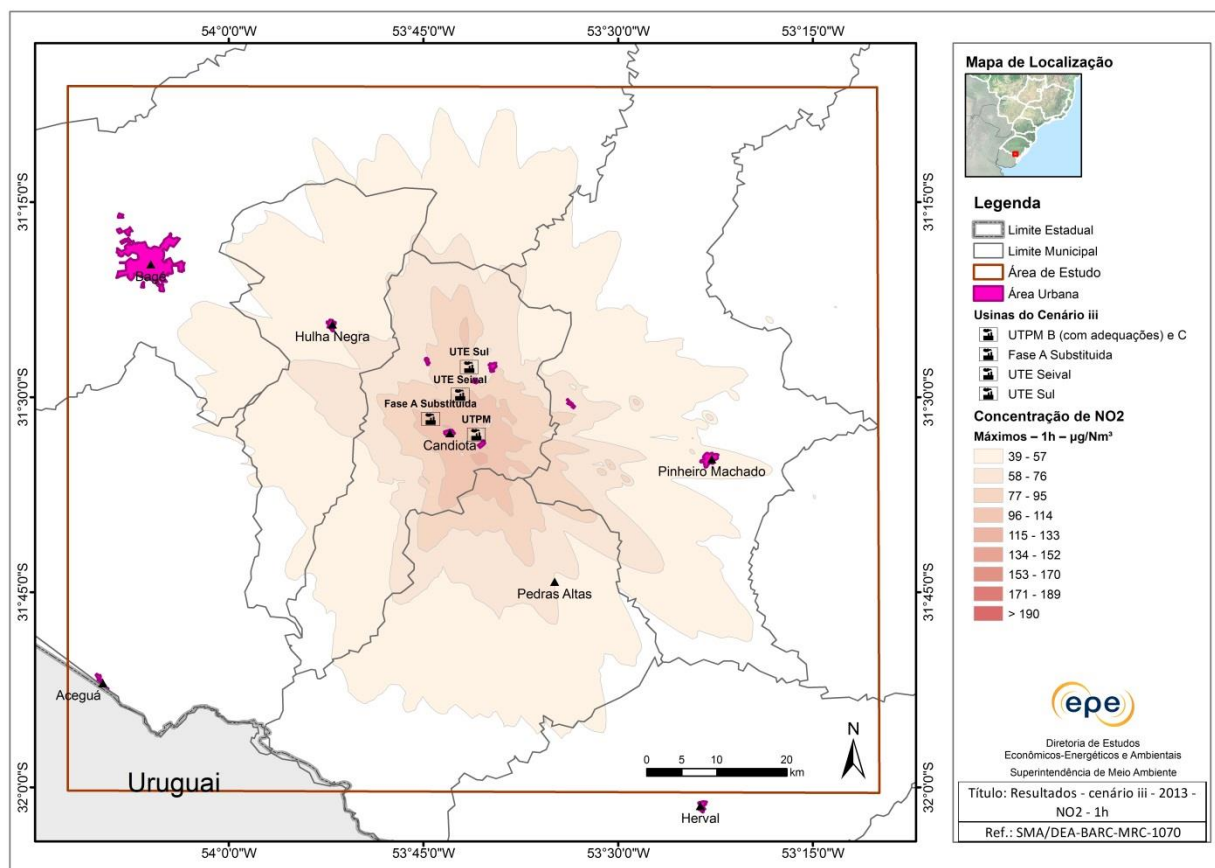
Cenário iii



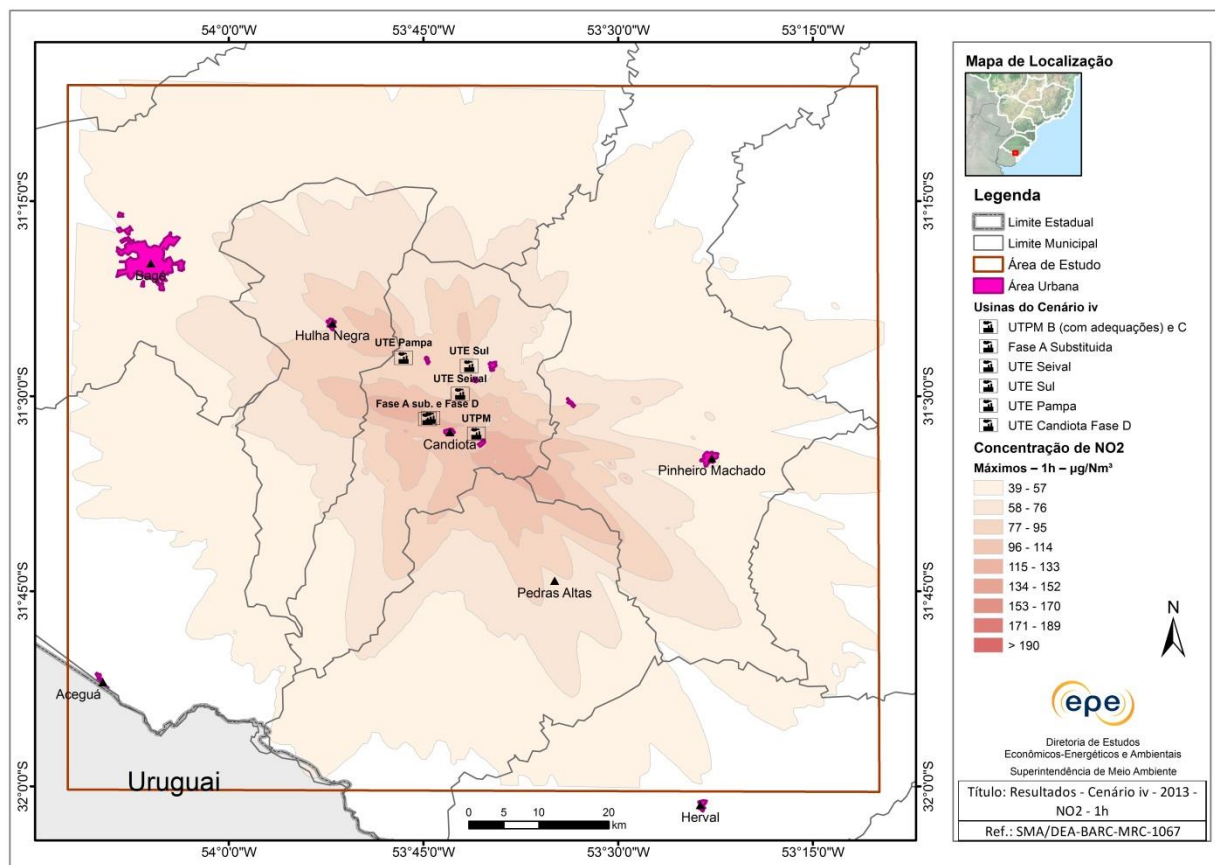
Cenário iv



Cenário iii

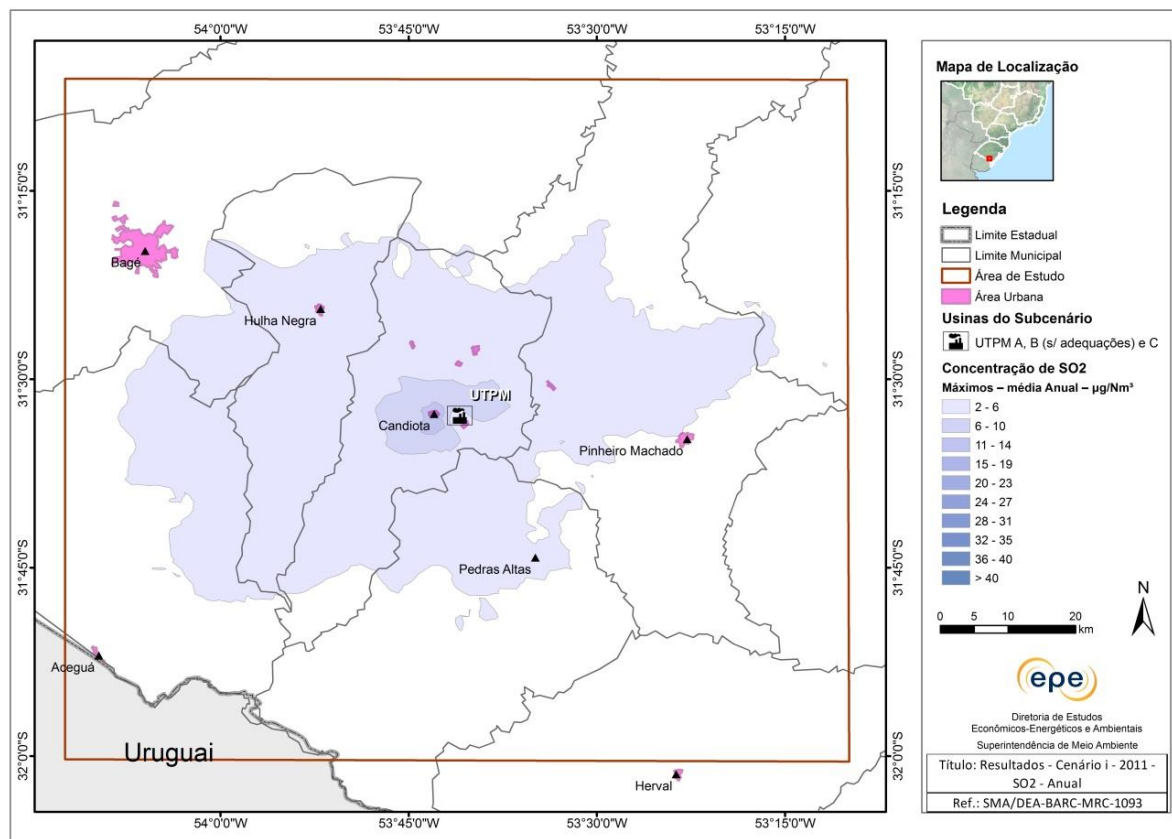


Cenário iv

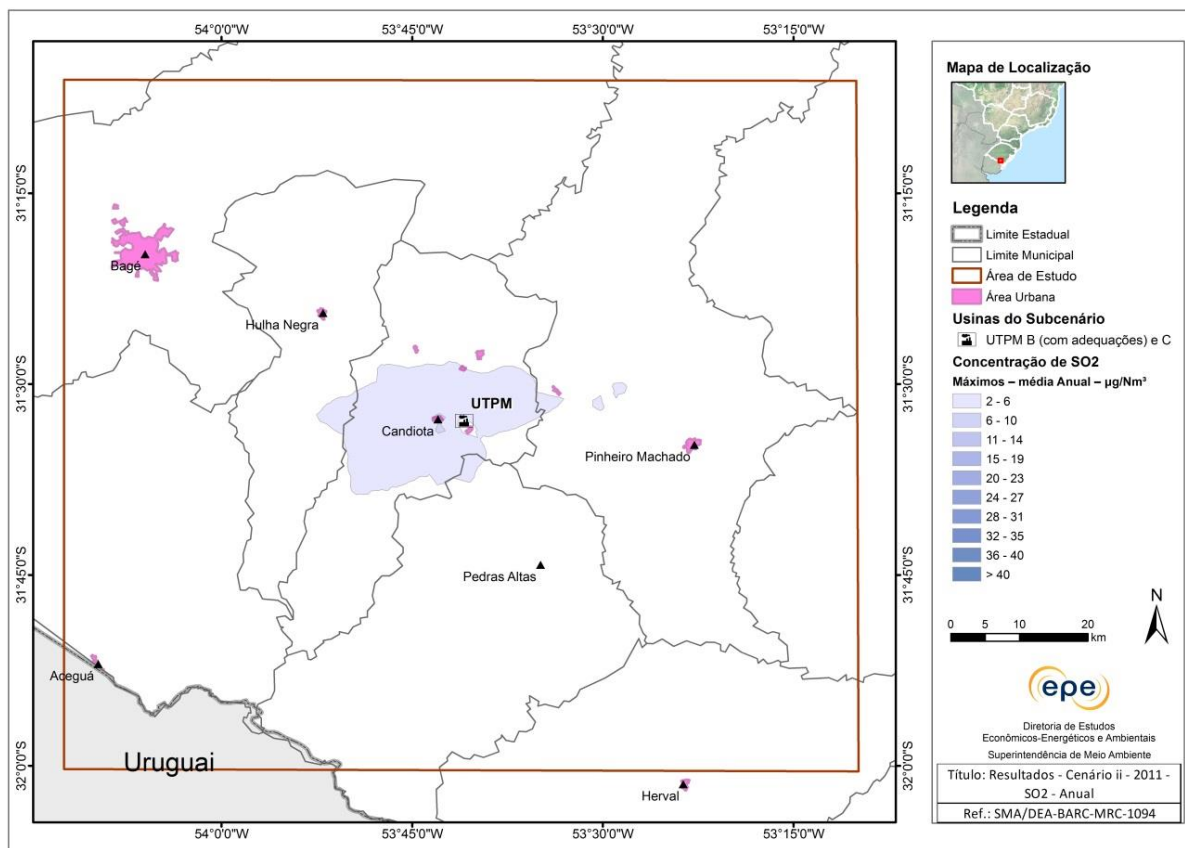


Isolinhas de concentração de SO₂ (µg/m³) - Ano 2011 – máximos - Média anual

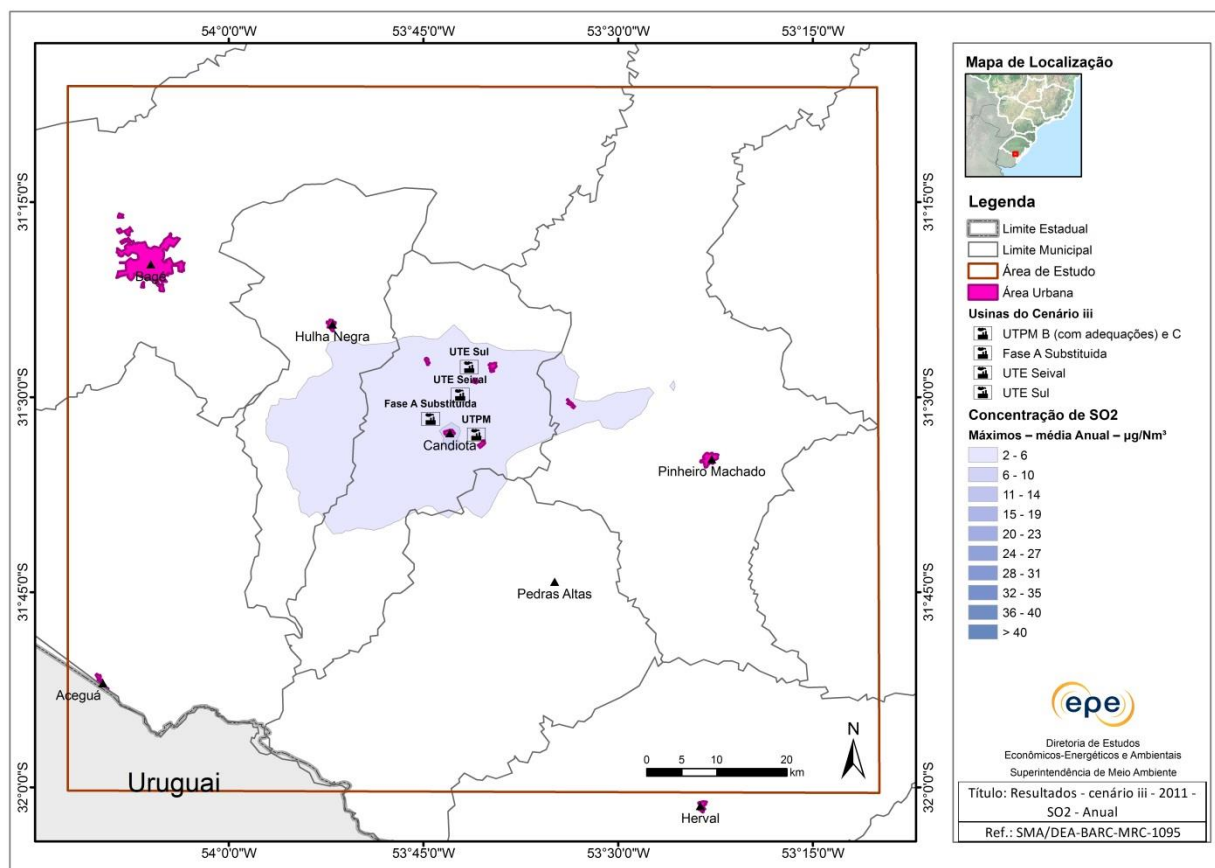
Cenário i



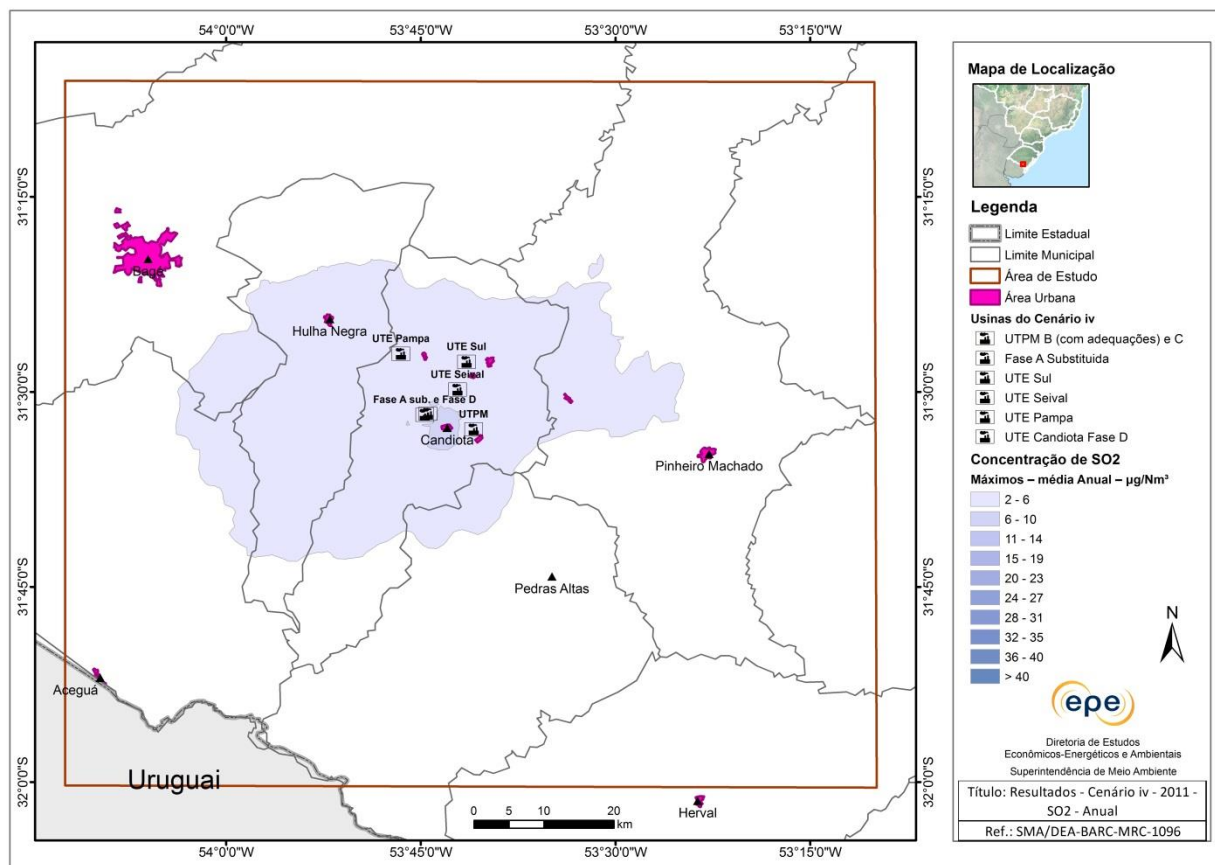
Cenário ii



Cenário iii

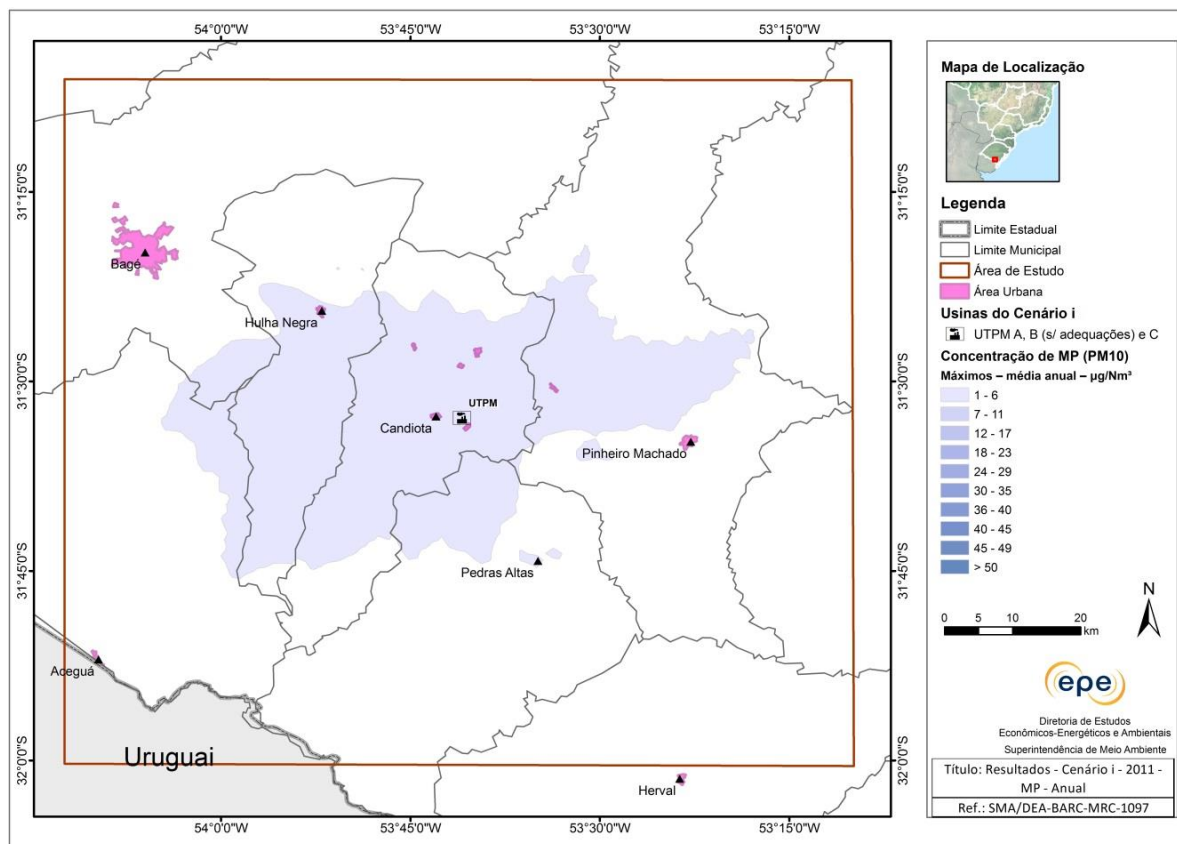


Cenário iv

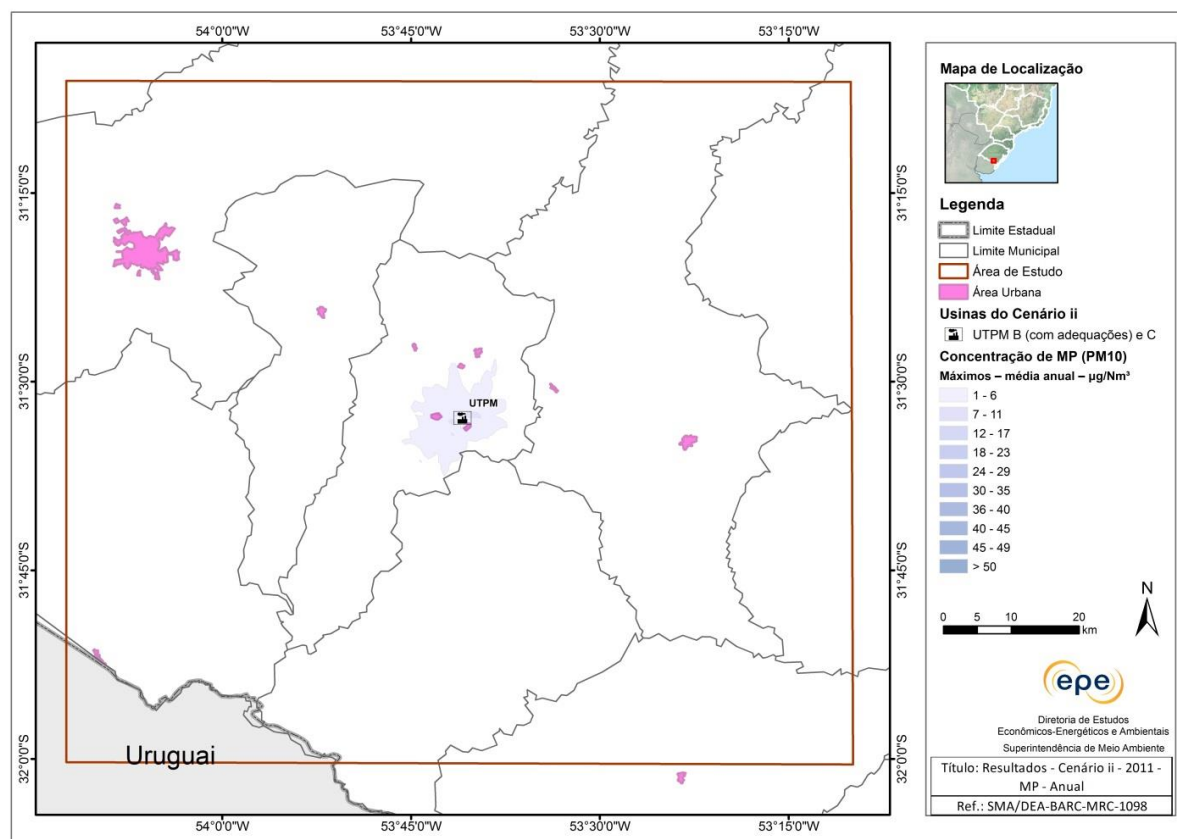


Isolinhas de concentração de MP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - Ano 2011 – máximos - Média anual

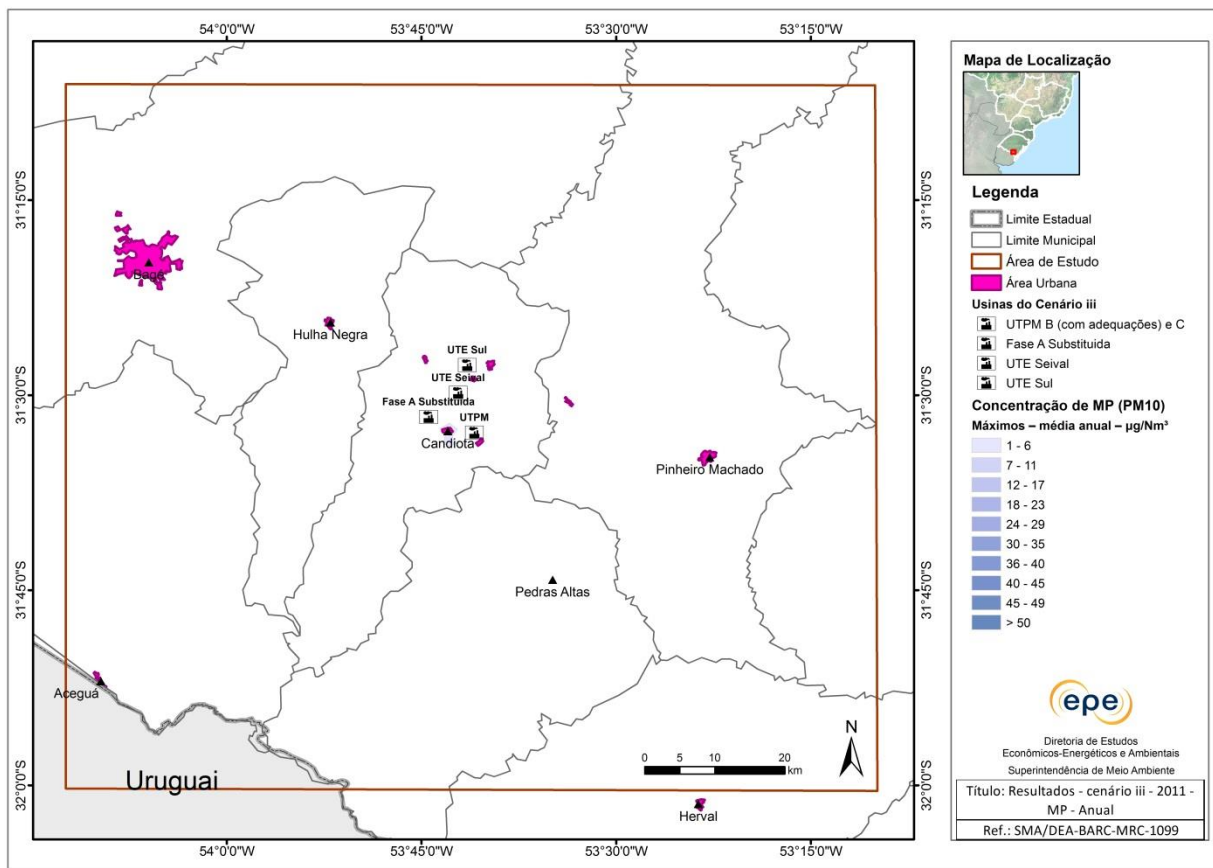
Cenário i



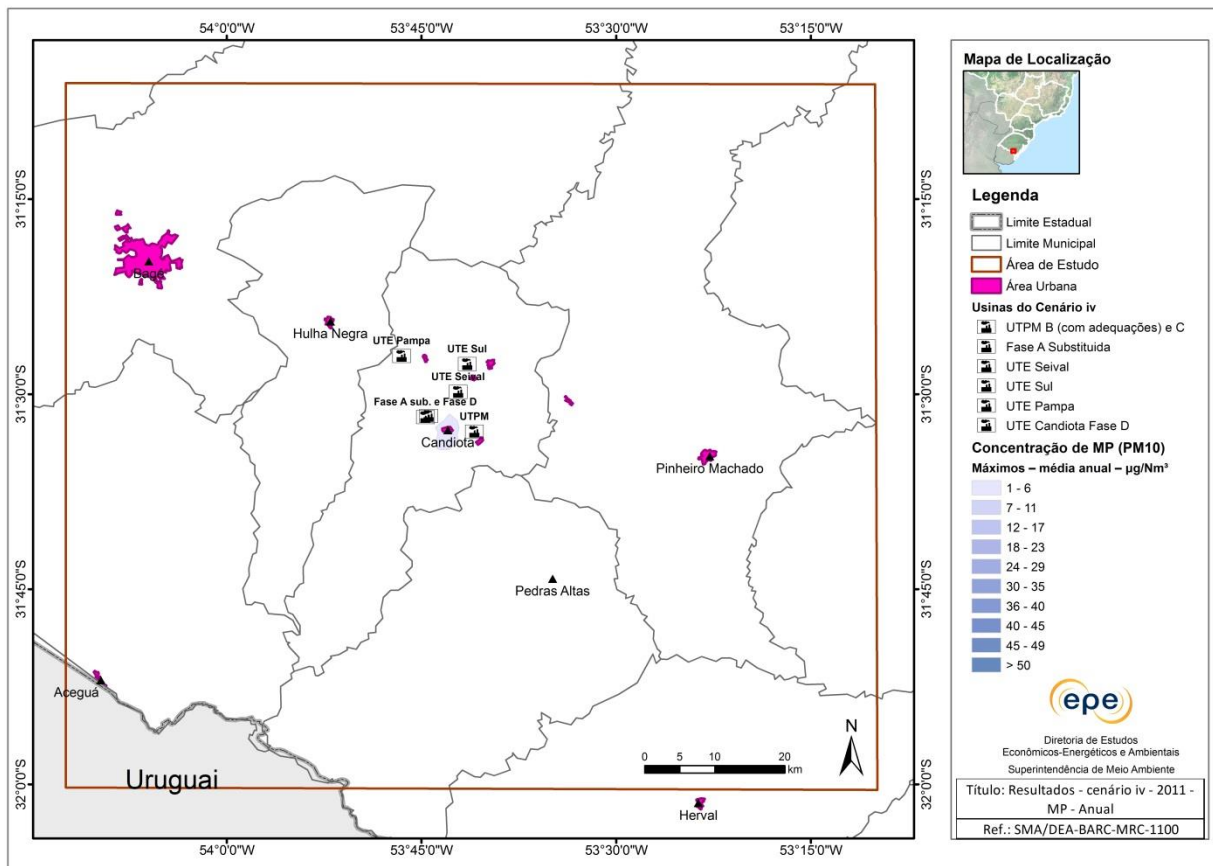
Cenário ii



Cenário iii

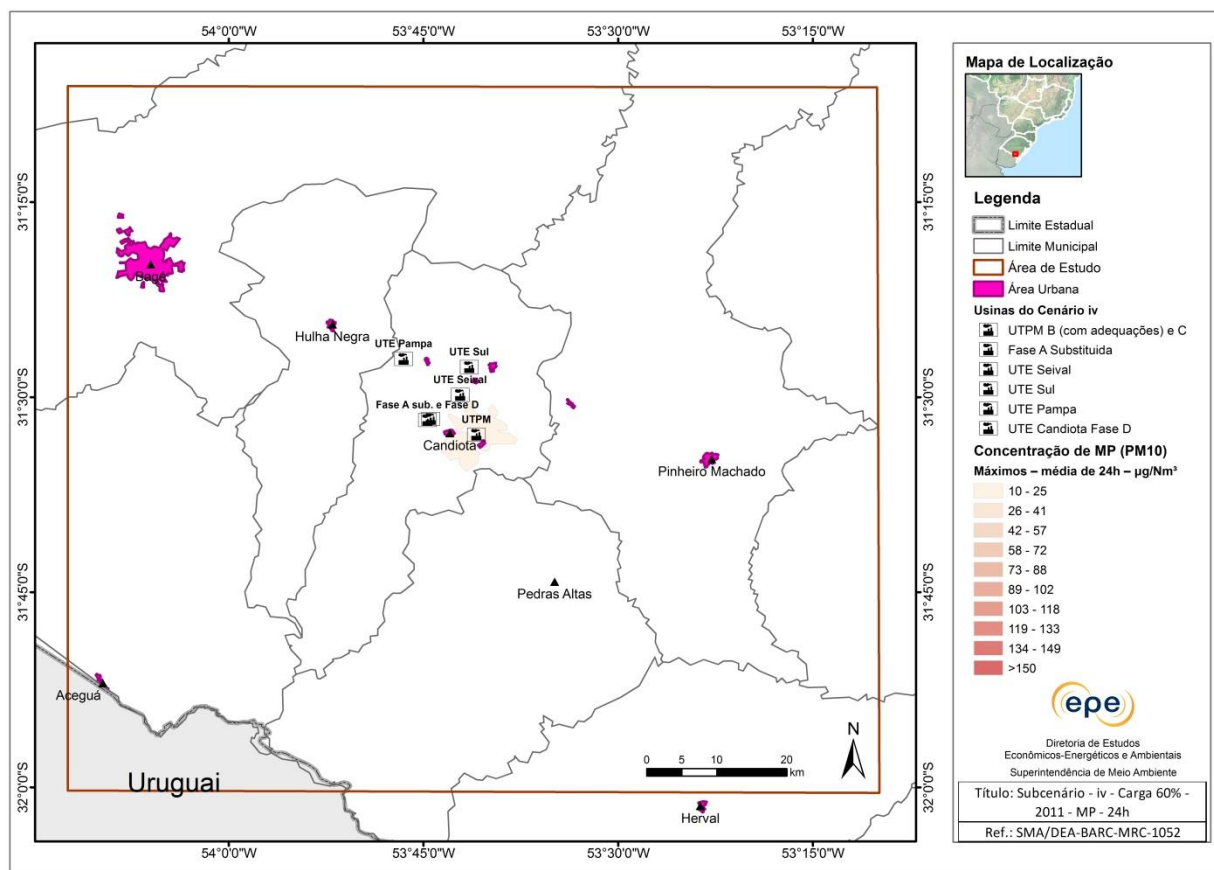


Cenário iv

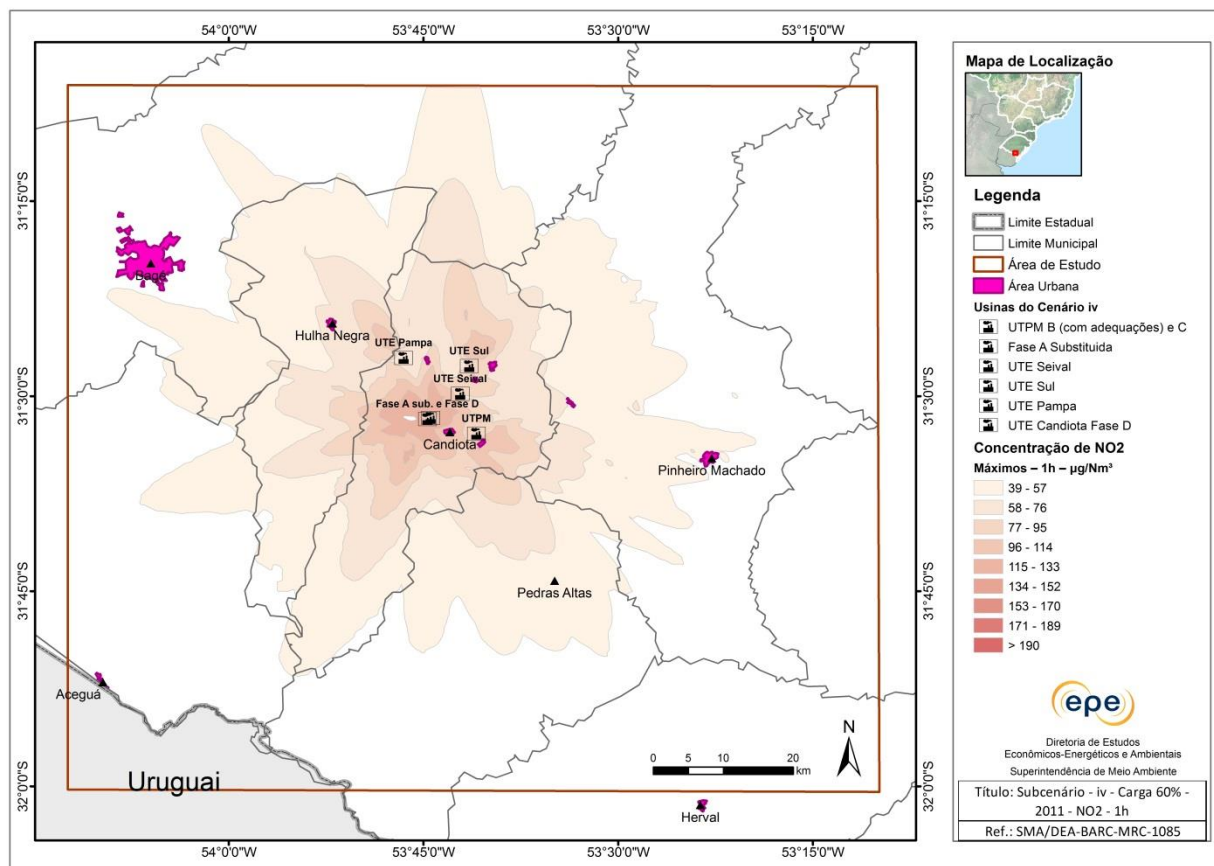


Isolinhas de concentração - Ano 2011 – Subcenário - Carga 60%

Poluente MP

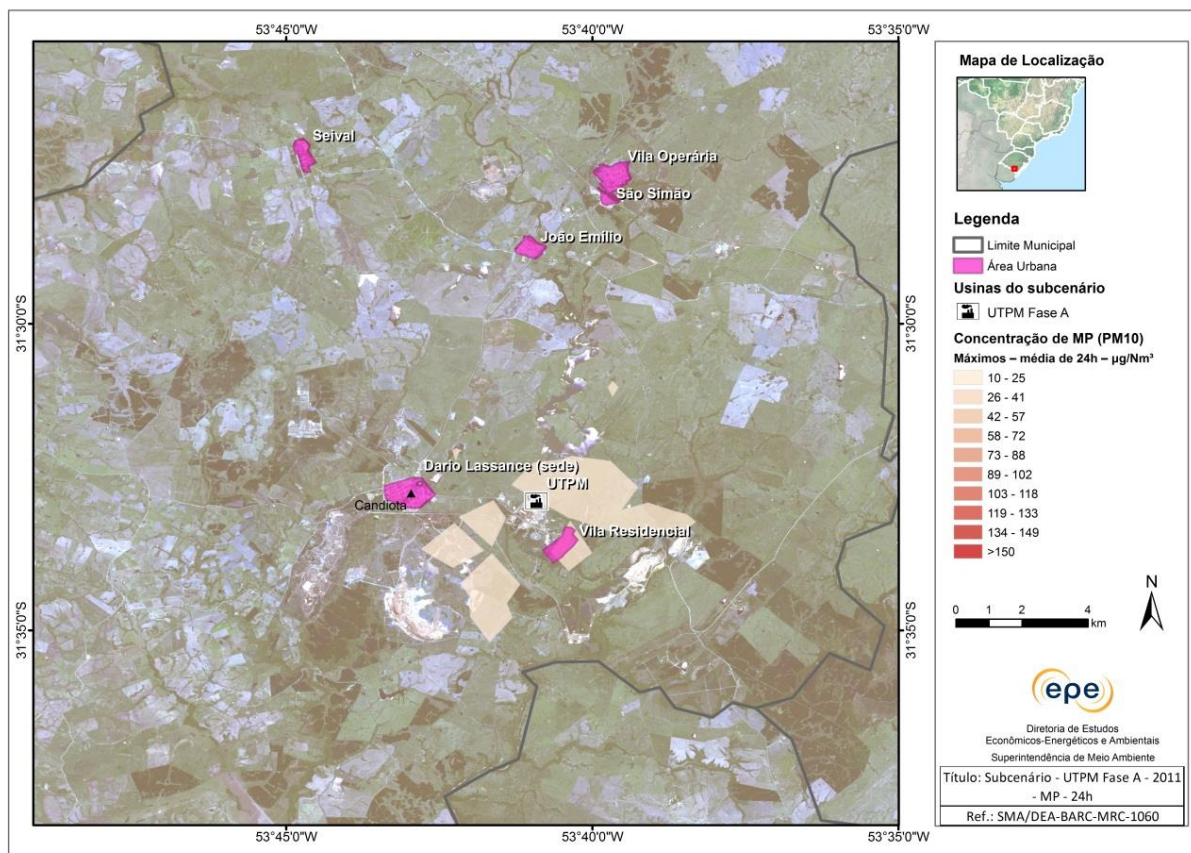


Poluente NO₂

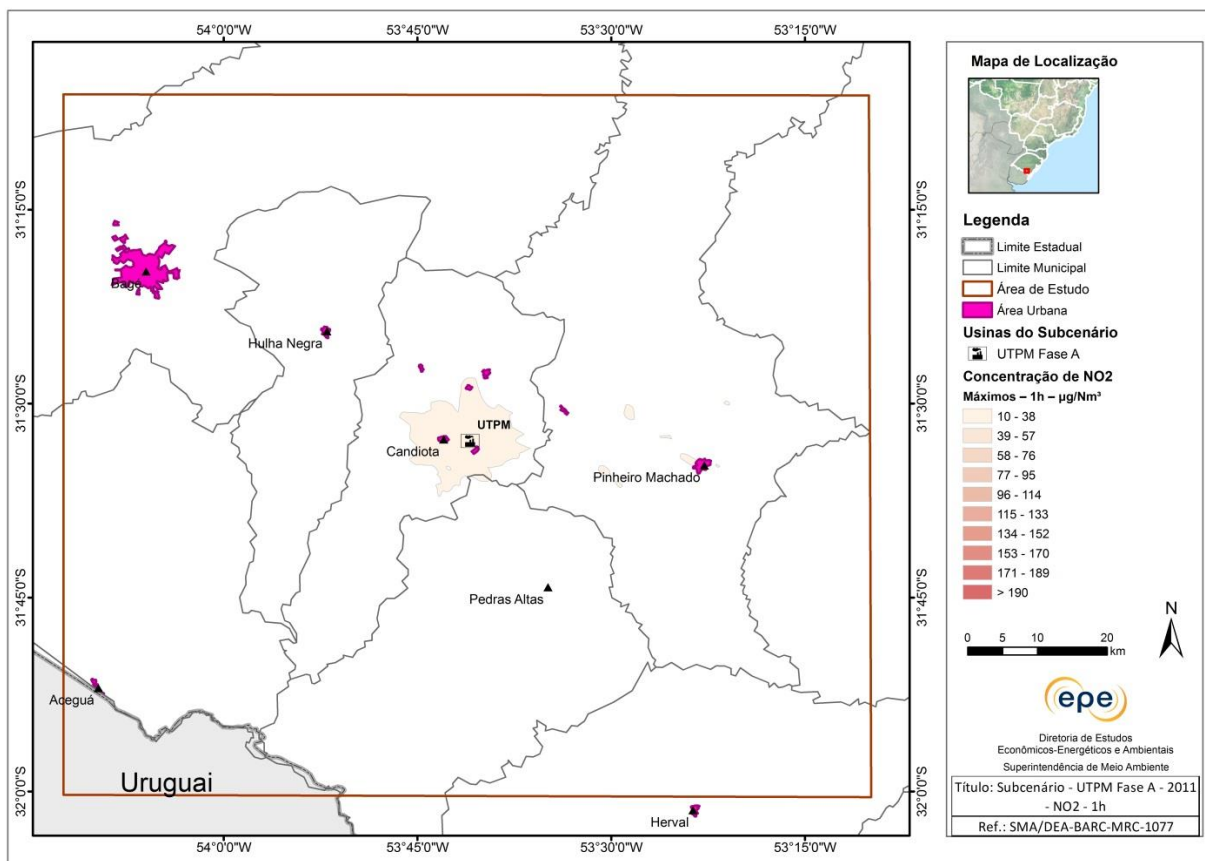


Isolinhas de concentração - Ano 2011 – Subcenários – usinas isoladas

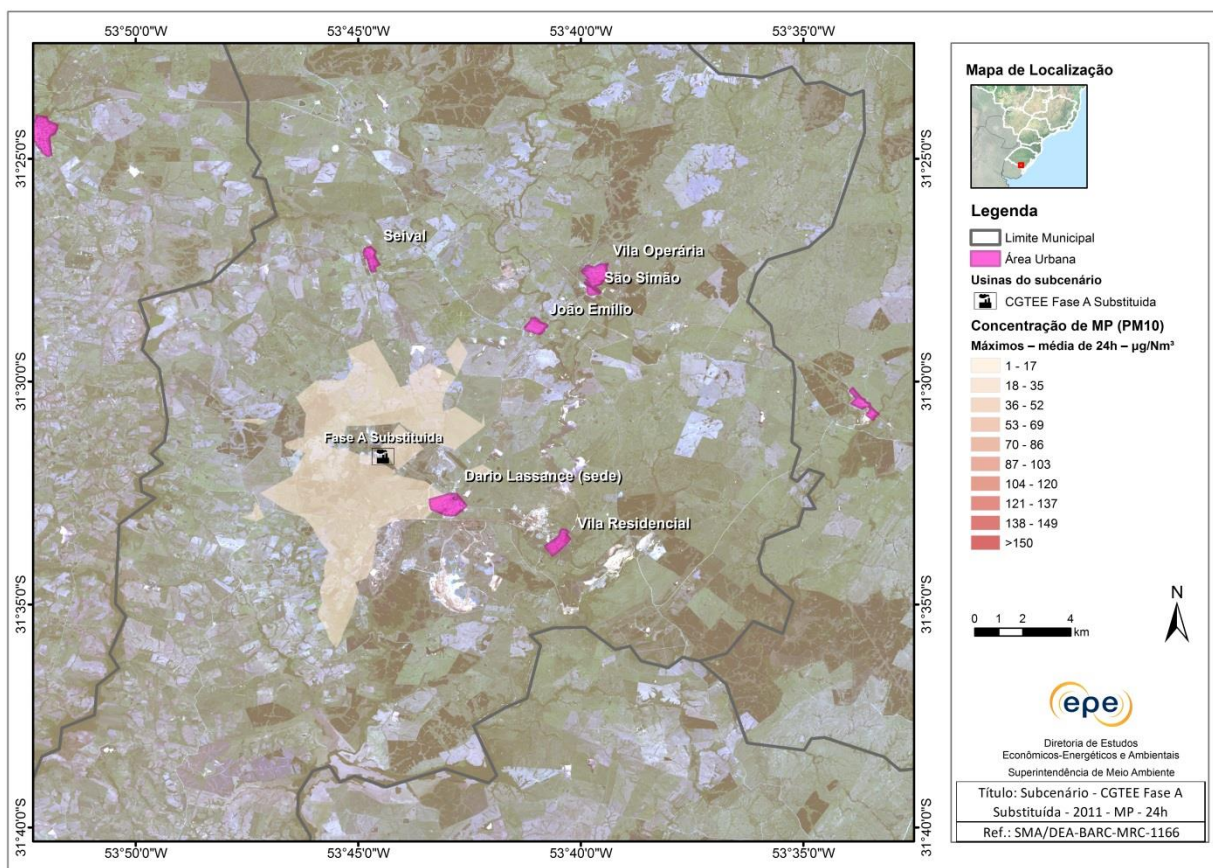
CGTEE - UTPM Fase A – MP, 24h



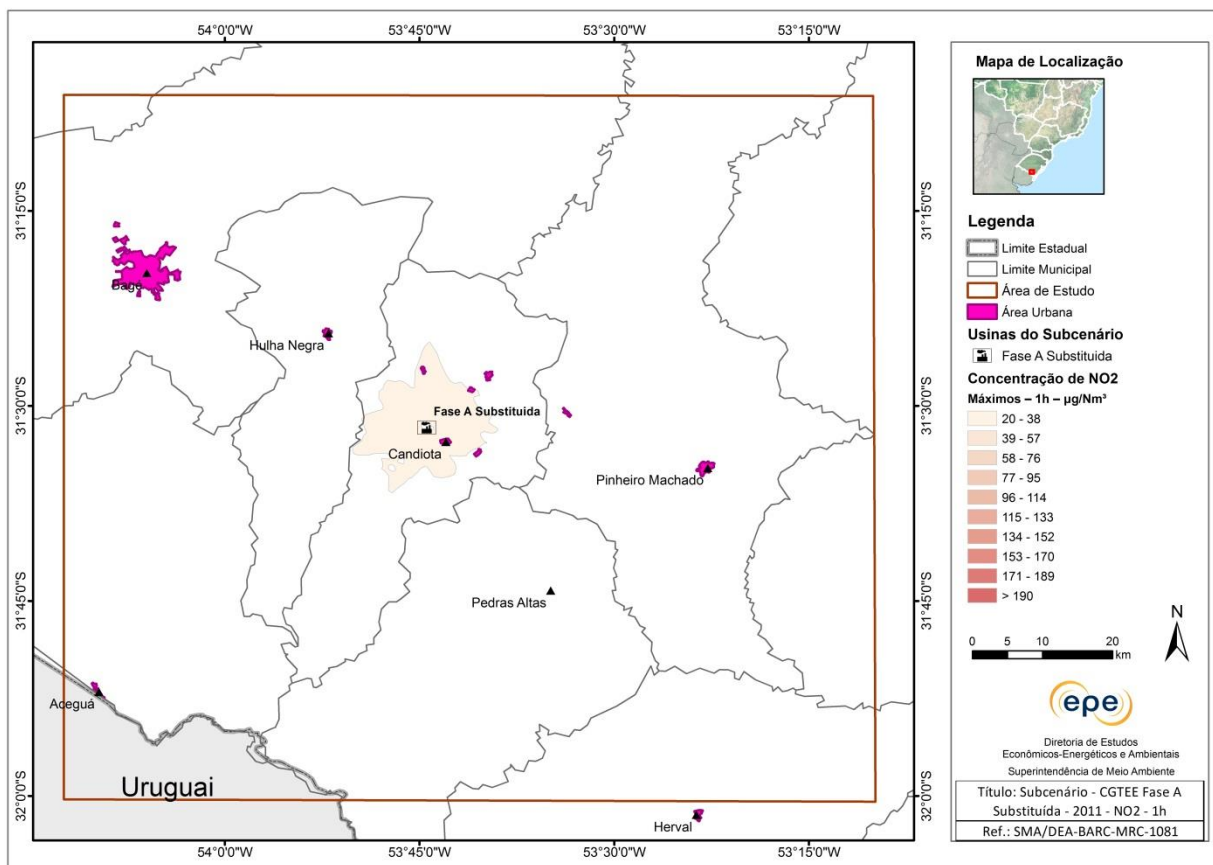
CGTEE – UTPM Fase A – NO₂, 1h



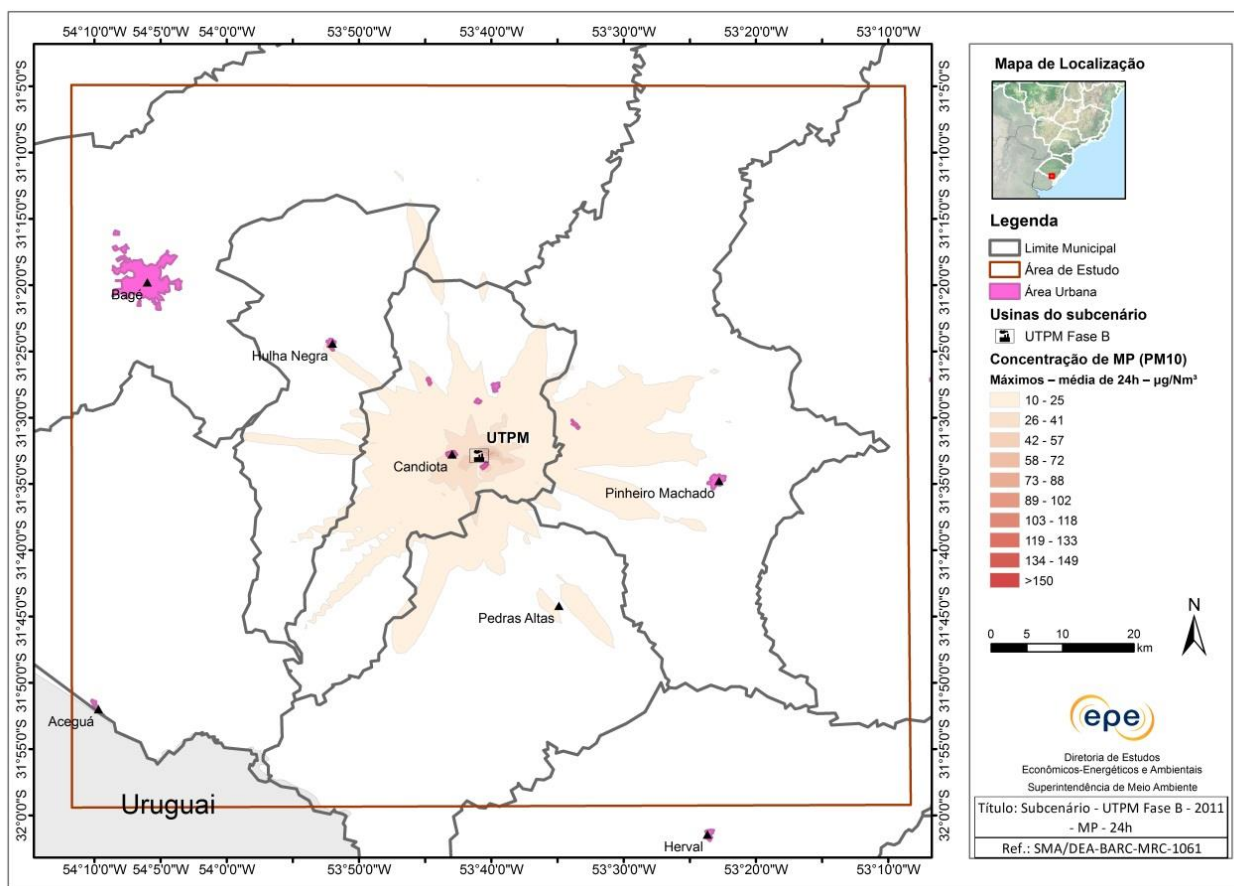
CGTEE - UTPM Fase A Substituída – MP, 24h



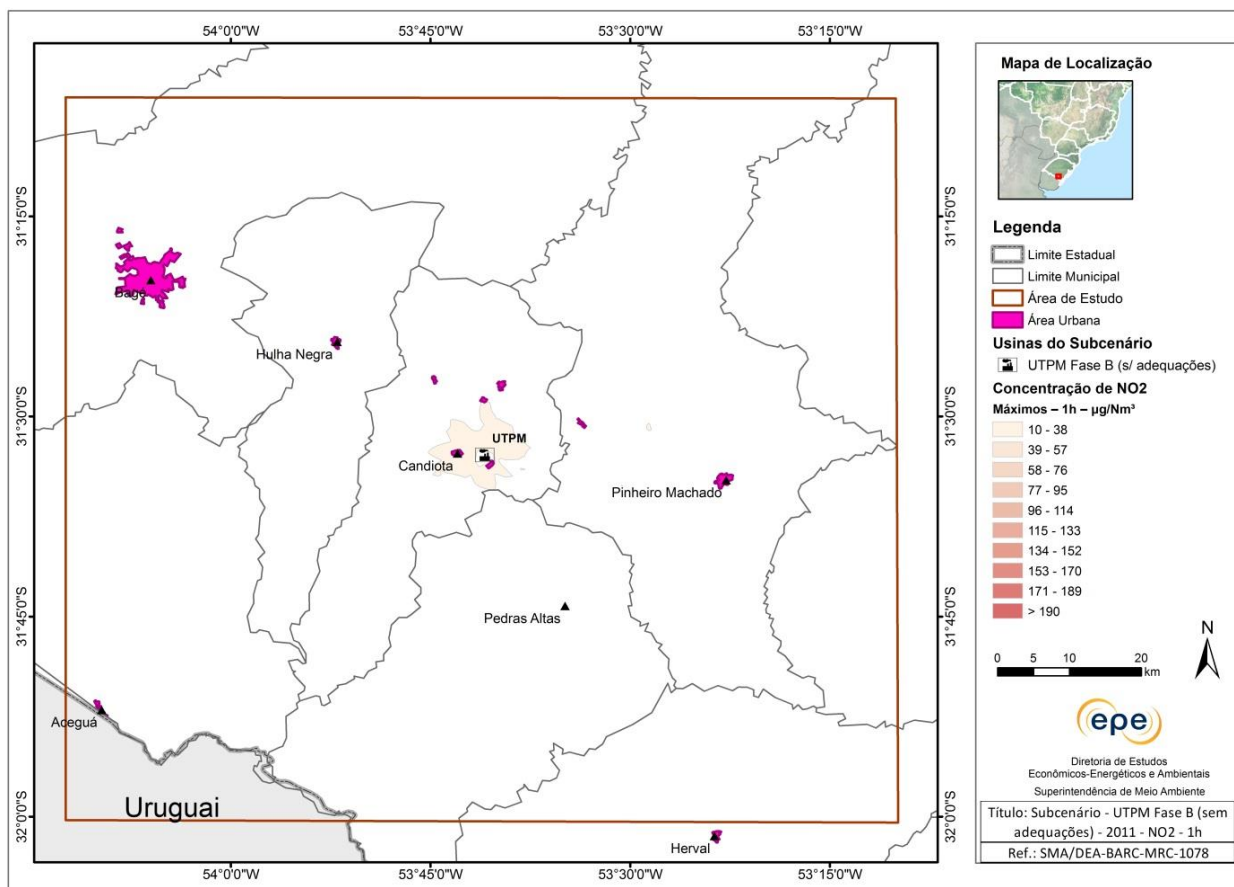
CGTEE - UTPM Fase A Substituída – NO₂, 1h



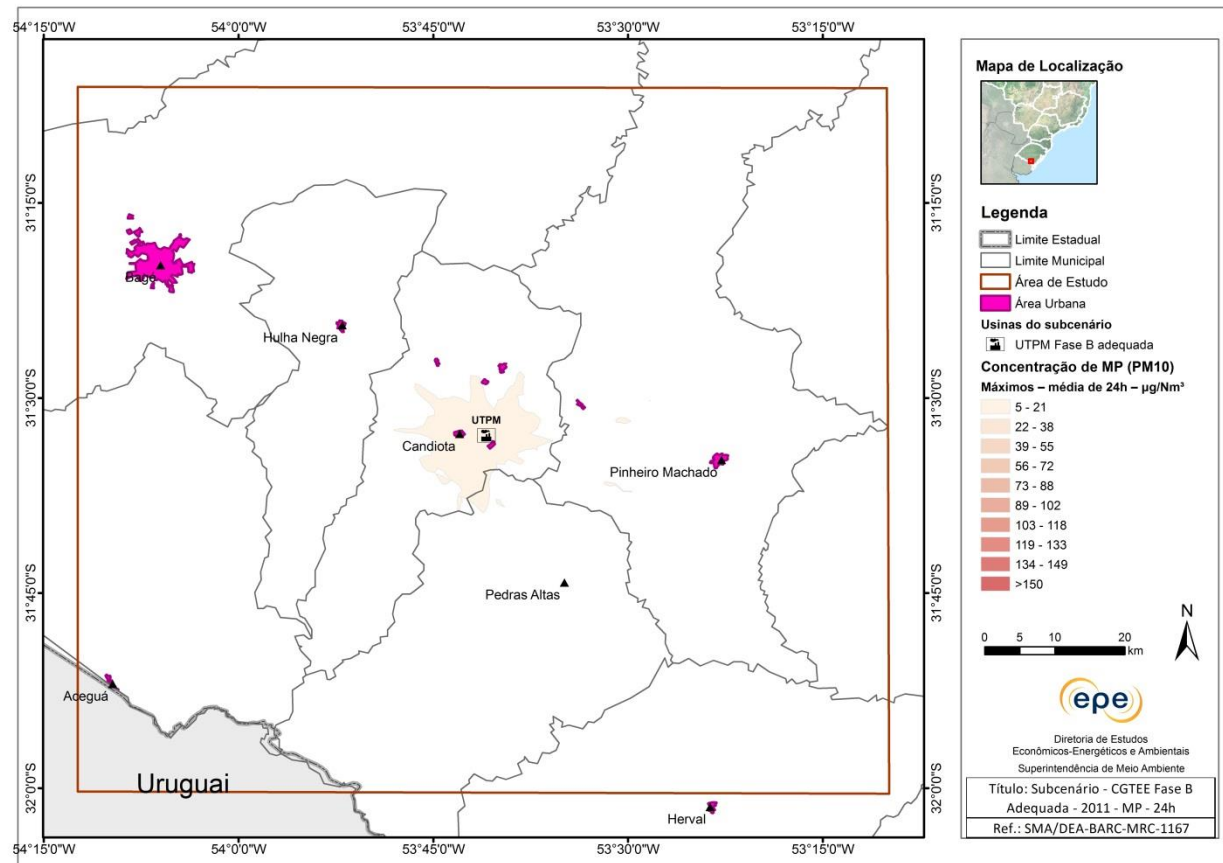
CGTEE – UTPM – Fase B (s/ adequações) – MP, 24h



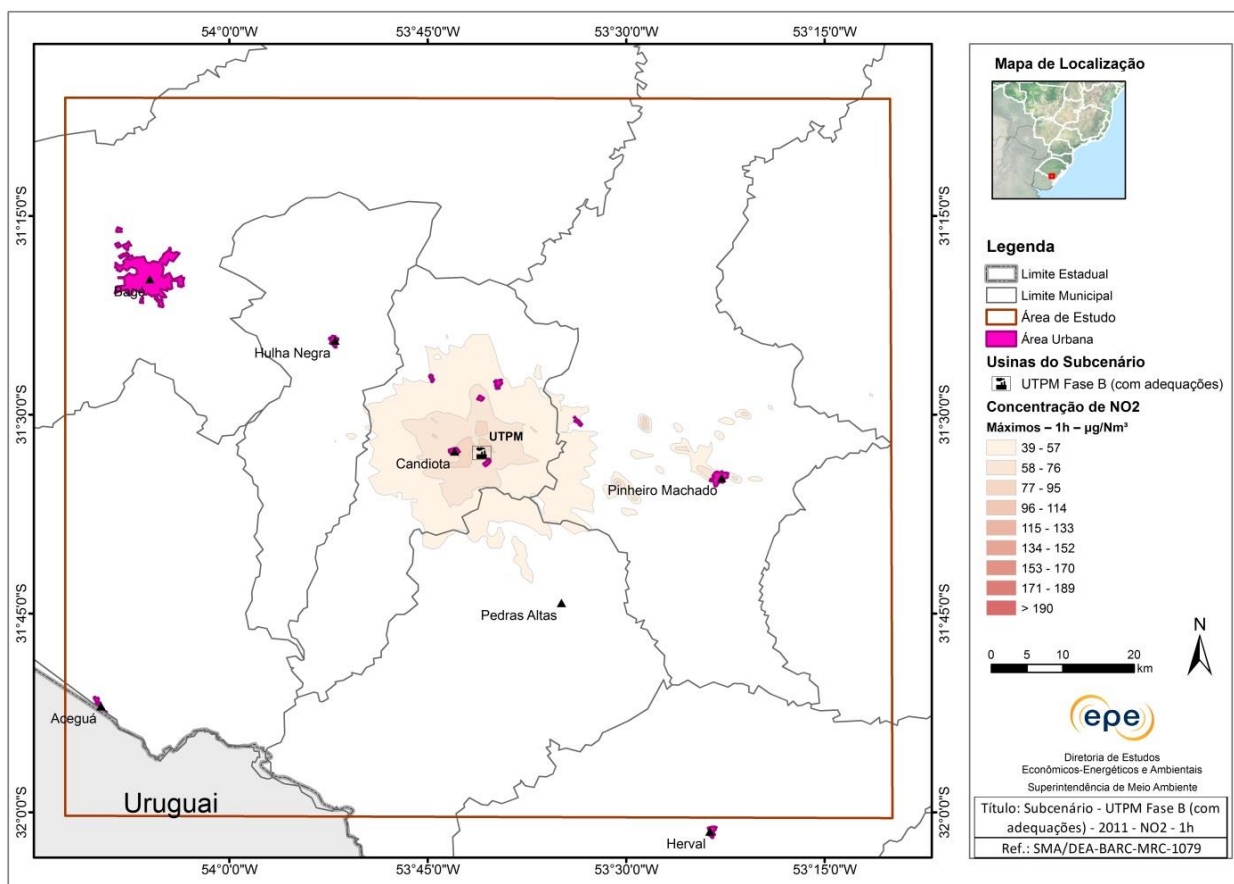
CGTEE – UTPM – Fase B (s/ adequações) – NO₂, 1h



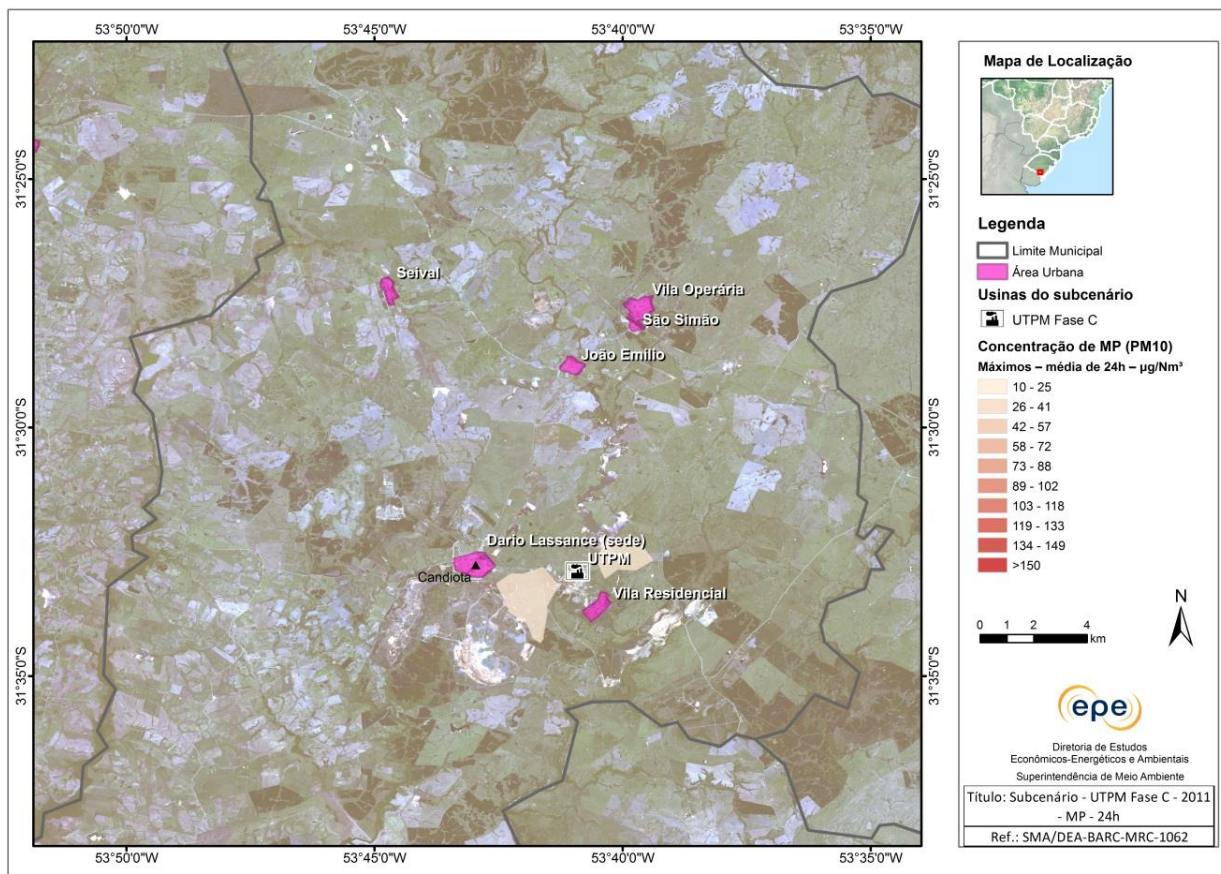
CGTEE – UTPM Fase B (com adequações) – MP



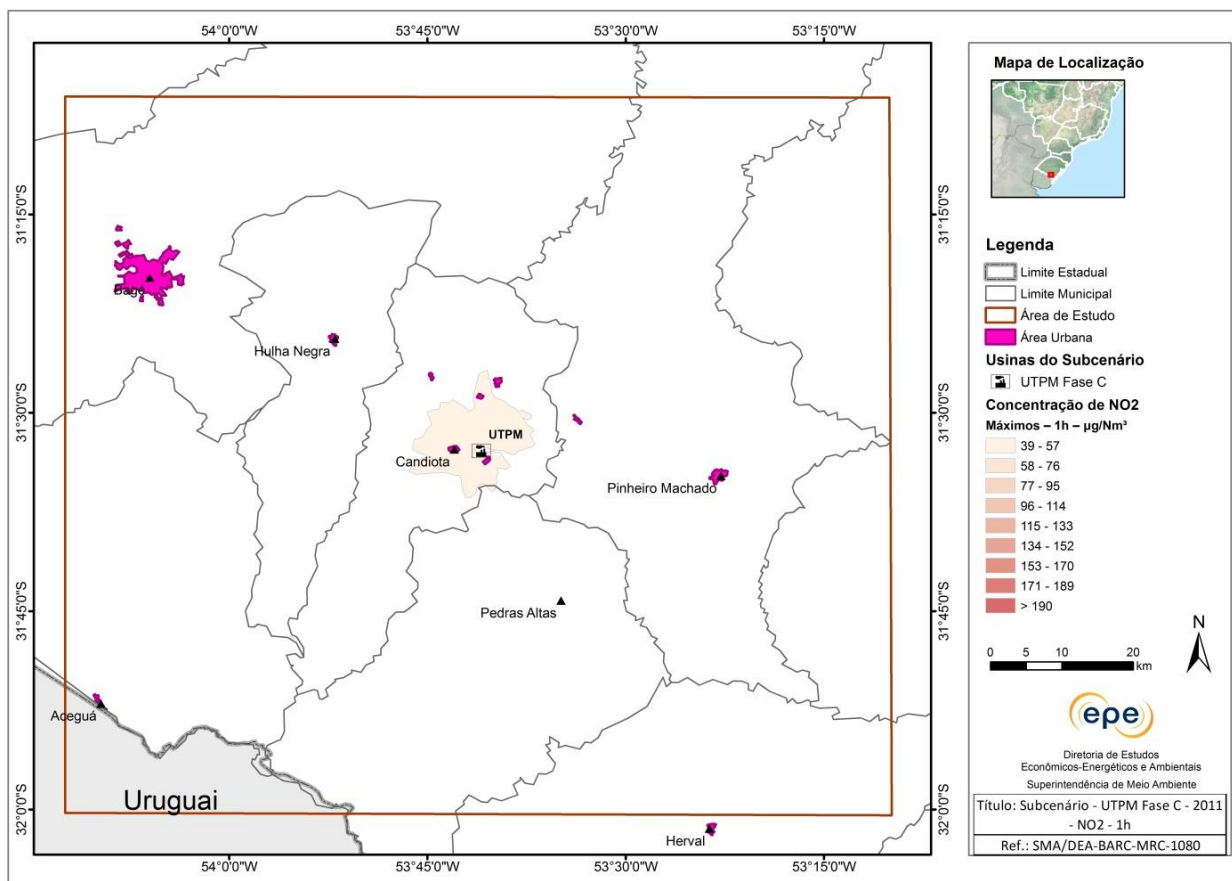
CGTEE – UTPM Fase B (com adequações) – NO₂, 1h



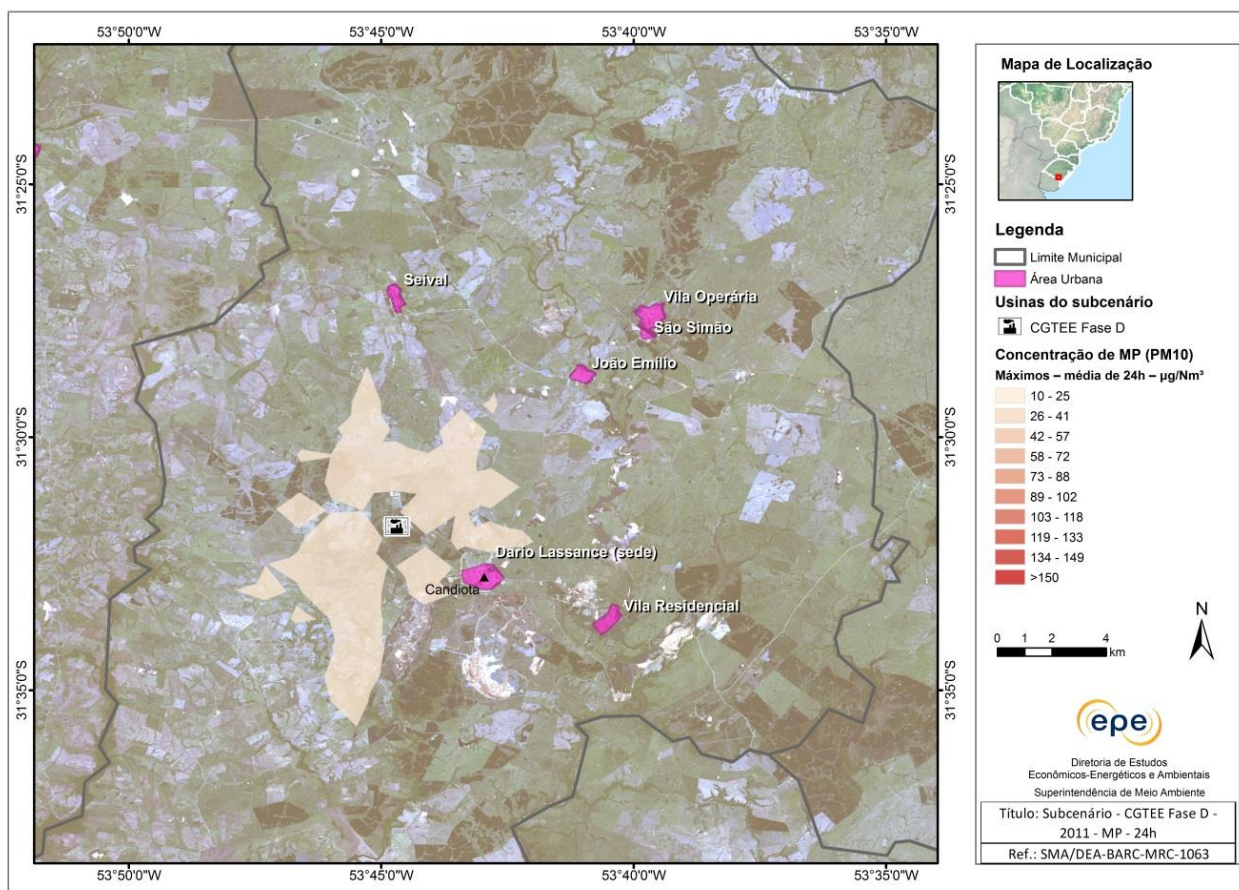
CGTEE – UTPM Fase C – MP, 24h



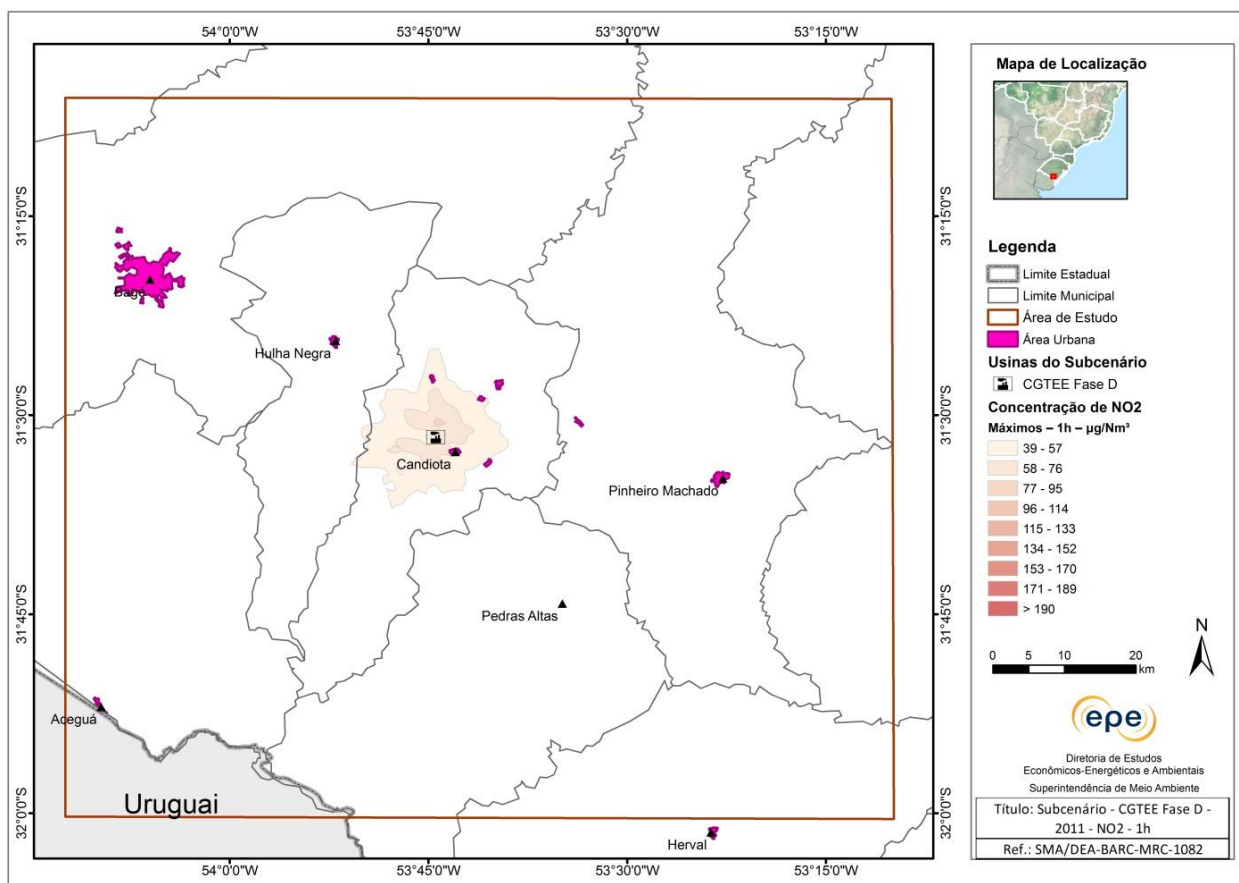
CGTEE – UTPM Fase C – NO₂, 1h



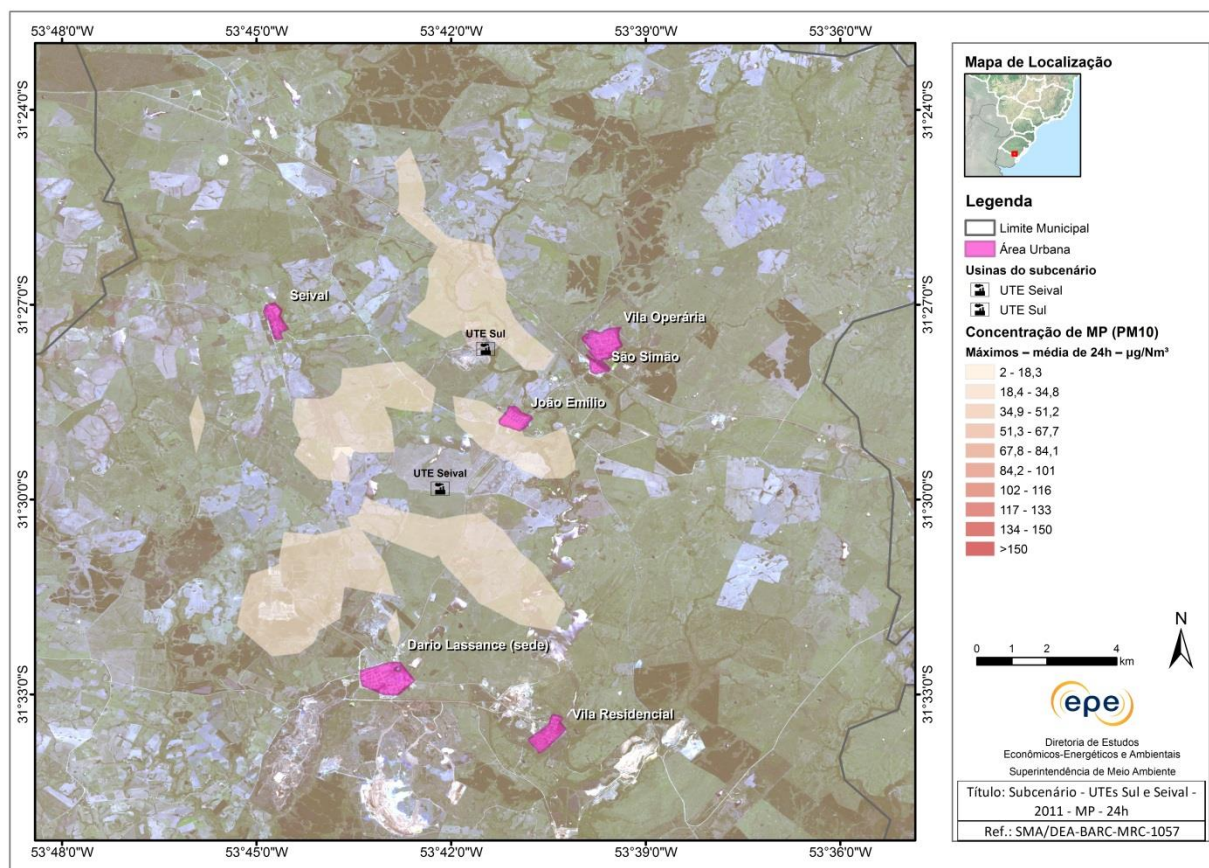
CGTEE – Fase D – MP, 24h



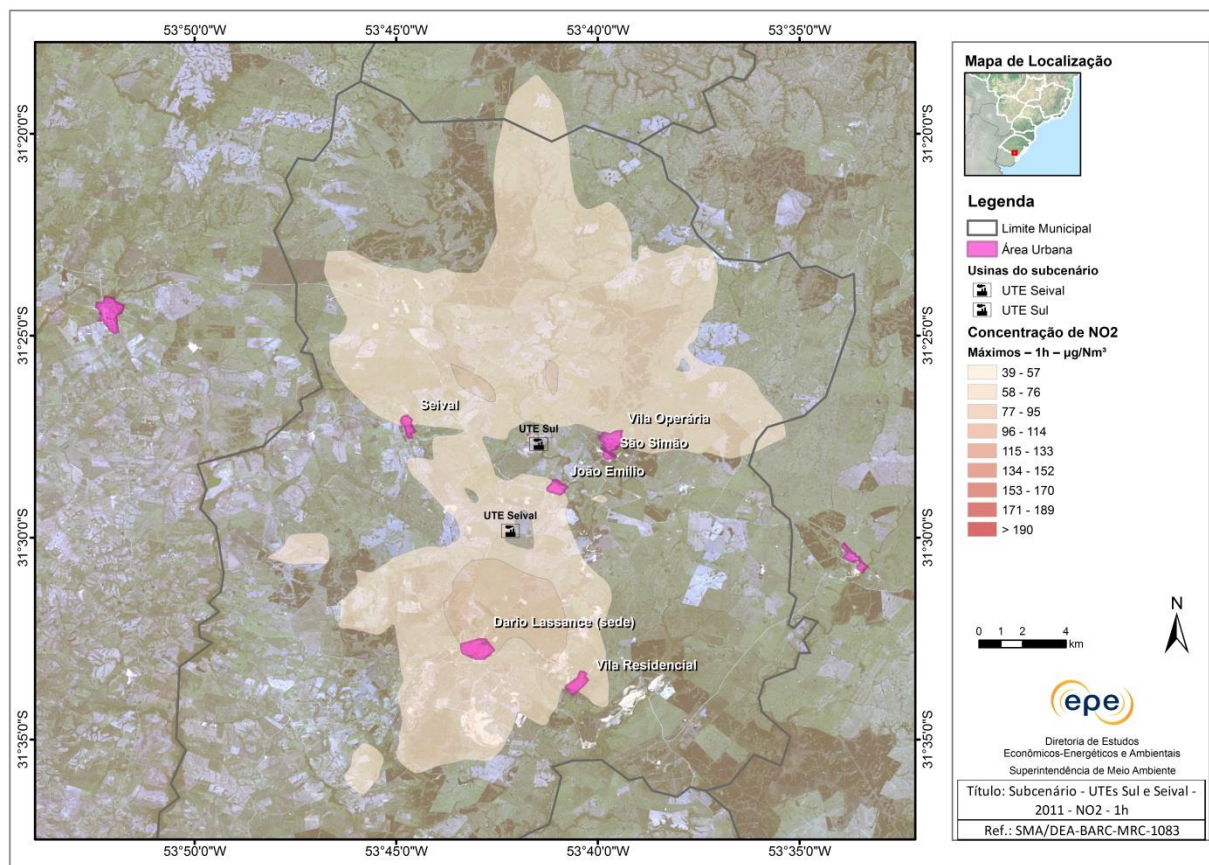
CGTEE – Fase D – NO₂, 1h



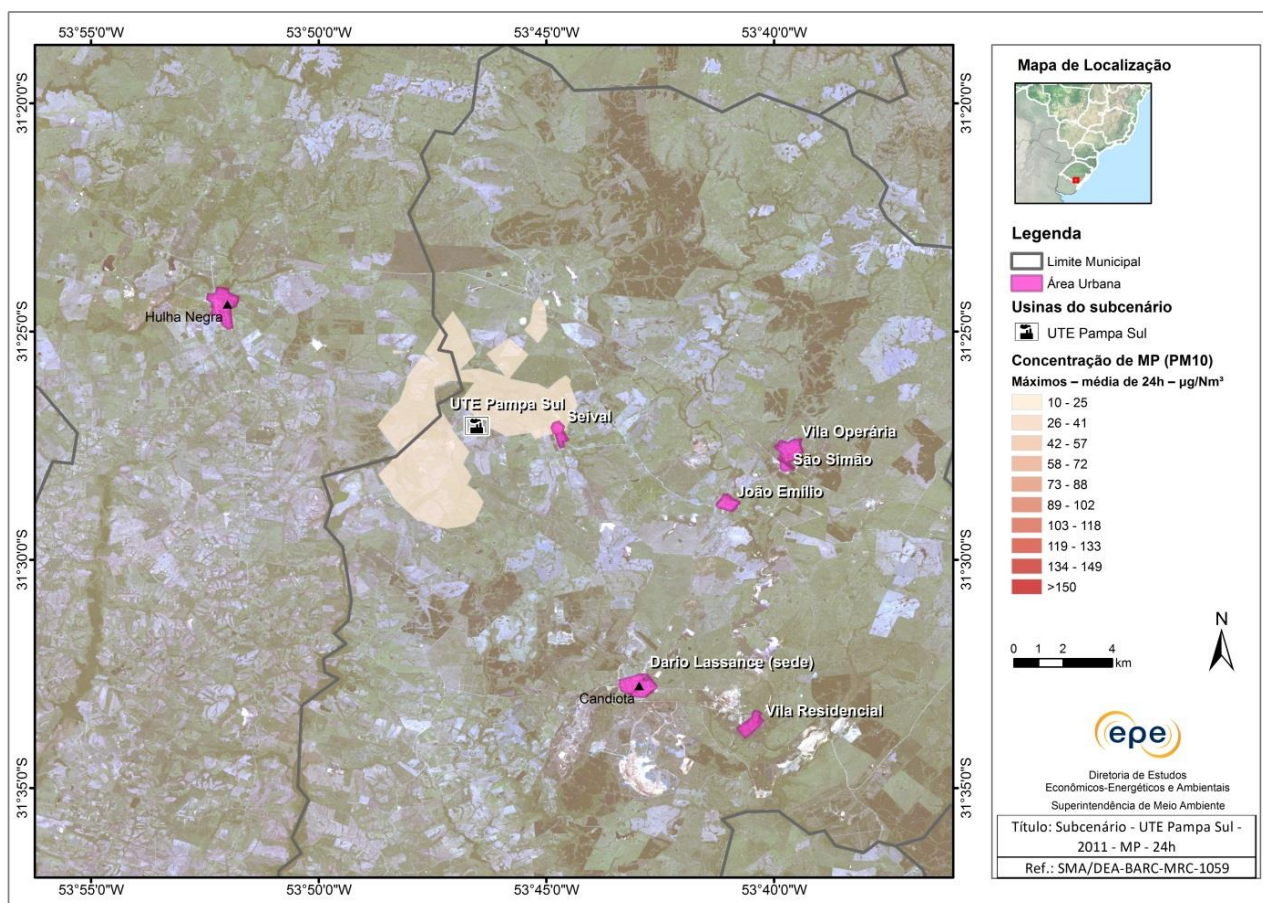
ENEVA – UTE Seival e UTE Sul – MP, 24h



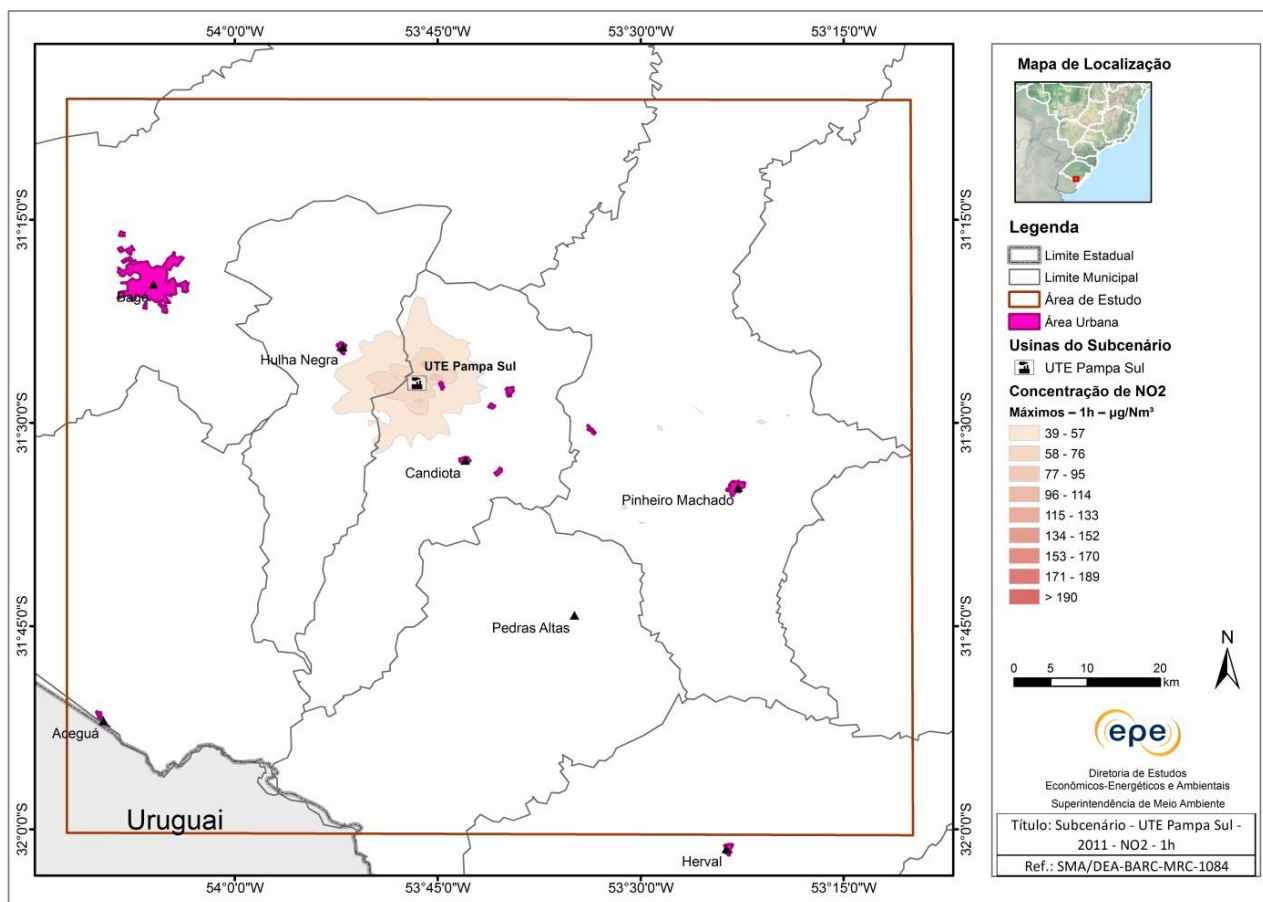
ENEVA – UTE Seival e UTE Sul – NO₂, 1h



TRACTEBEL – UTE Pampa Sul – MP, 24h

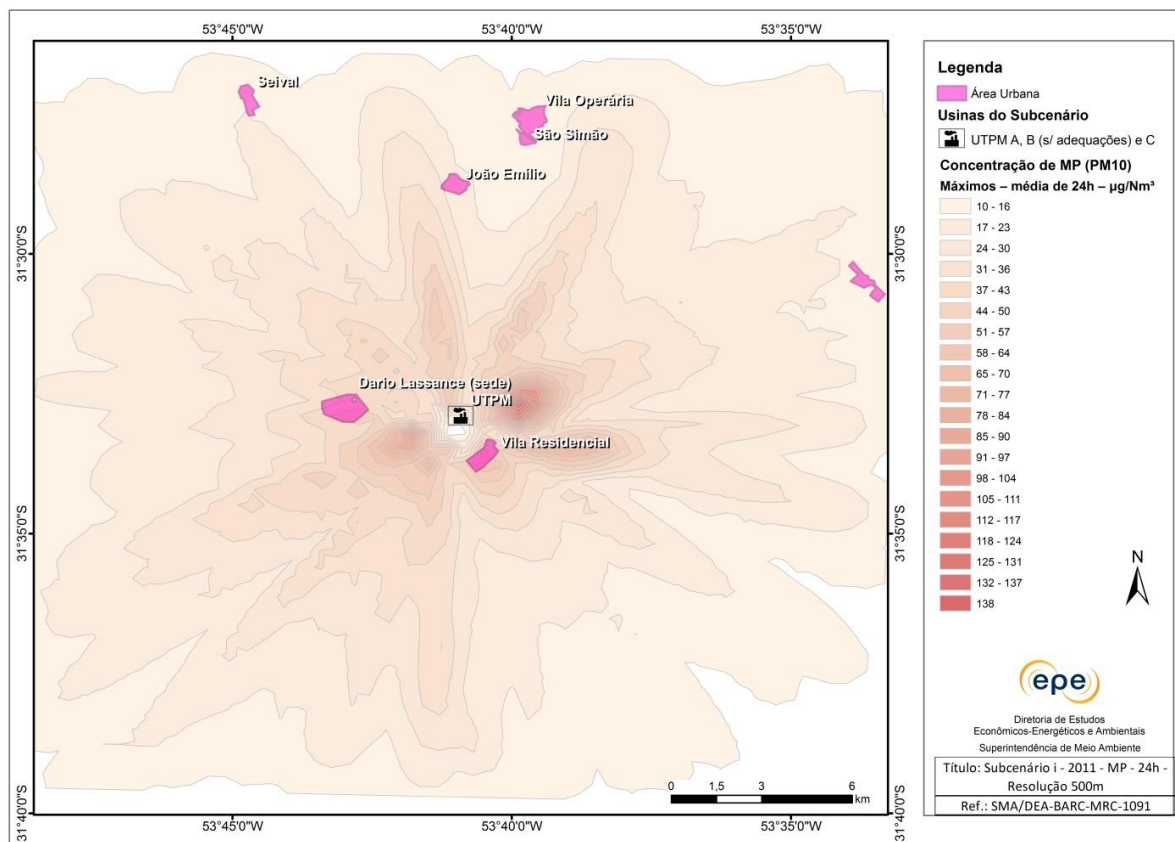


TRACTEBEL – UTE Pampa Sul – NO₂, 1h

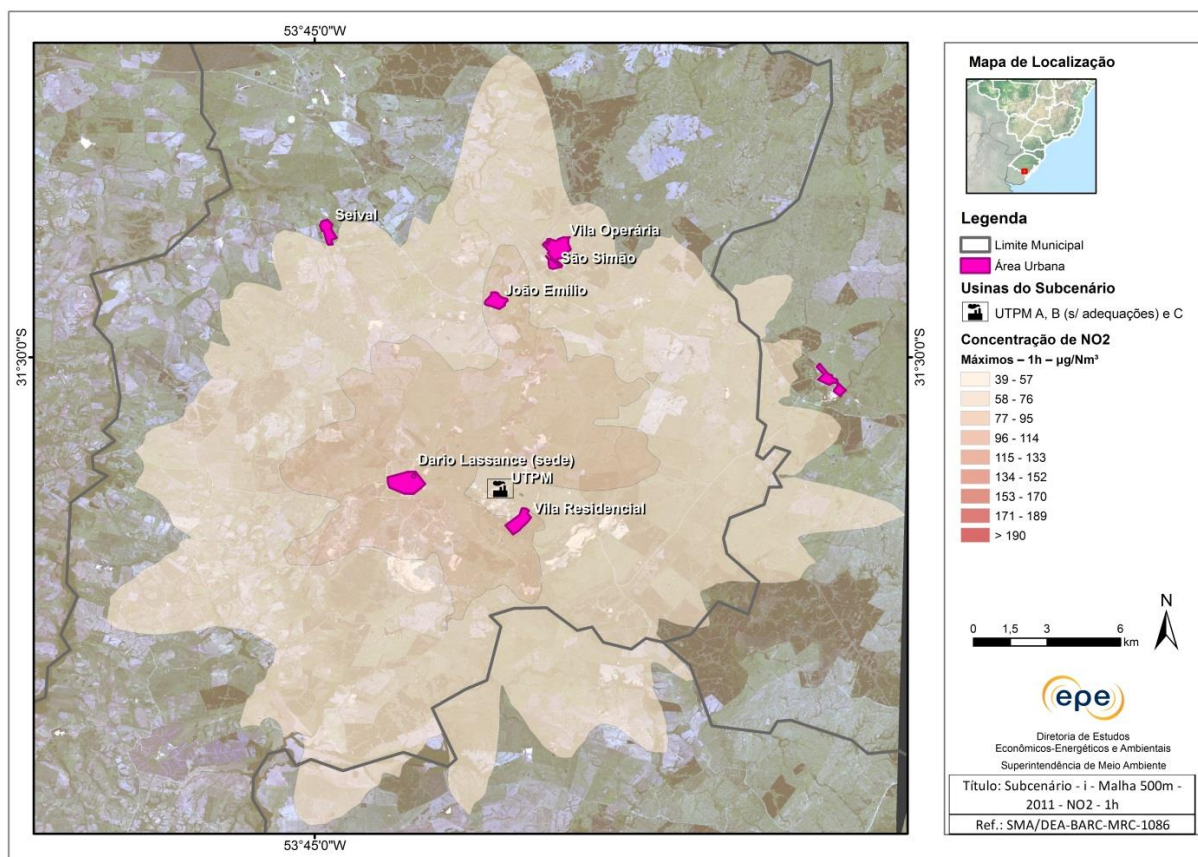


Isolinhas de concentração - Ano 2011 – Subcenários – Malha de 500m

Cenário i – MP, 24h



Cenário i – NO₂, 1h



ANEXO III

Tabelas de resultados

SO₂ - TABELAS DE RESULTADOS

Resumo dos Resultados

Cenário i
Ano 2011
Fontes atuais

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	5.2462E+003	23/11/2011, 1000	244.295	6506.000	4.849	DISCRETO
1 HORA	2	4.0328E+003	19/12/2011, 0900	244.295	6506.000	4.849	DISCRETO
1 HORA	3	1.8846E+003	22/11/2011, 1000	244.295	6505.000	4.749	DISCRETO
1 HORA	4	1.7869E+003	23/11/2011, 1300	244.295	6505.000	4.749	DISCRETO
24 HORAS	1	5.4766E+002	25/01/2011, 0100	246.295	6507.000	4.951	DISCRETO
24 HORAS	2	2.6749E+002	13/12/2011, 0100	246.295	6507.000	4.951	DISCRETO
24 HORAS	3	1.9321E+002	13/12/2011, 0100	247.295	6507.000	4.952	DISCRETO
24 HORAS	4	1.7618E+002	28/05/2011, 0100	244.295	6503.000	4.549	DISCRETO
8754 HORAS	1	1.3279E+001		242.295	6507.000	4.947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário ii
Ano 2011
Fontes B adequada e C

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,5328E+003	19/12/11, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	2,3945E+003	23/11/11, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	1,3012E+003	13/12/11, 0800	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
1 HORA	4	9,3168E+002	25/01/11, 0800	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	1	2,0994E+002	25/01/11, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	2	1,6416E+002	13/12/11, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	9,8611E+001	02/11/11, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	9,7564E+001	26/04/11, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8760 HORAS	1	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	2	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	3	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	4	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8748 HORAS	1	6,9114E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumos dos Resultados

Cenário iii

Ano 2011

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada), UTE Seival e UTE Sul

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,5364E+003	19/12/2011, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	2,3945E+003	23/11/2011, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	8,5105E+002	19/12/2011, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
1 HORA	4	7,8996E+002	22/11/2011, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	1	2,1150E+002	23/11/2011, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	1,6479E+002	13/12/2011, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	9,9115E+001	02/11/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	9,8582E+001	26/04/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8754 HORAS	1	7,6297E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumos dos Resultados

Cenário iv

Ano 2011

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada, fase D), UTE Seival, UTE Sul e UTE Pampa Sul

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,5420E+003	19/12/2011, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	2,3973E+003	23/11/2011, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	8,5895E+002	19/12/2011, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
1 HORA	4	7,9877E+002	22/11/2011, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	1	2,1592E+002	25/01/2011, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	2	1,6748E+002	13/12/2011, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	9,9198E+001	02/11/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	9,8759E+001	26/04/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8754 HORAS	1	8,4022E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário i
ano 2012
fontes atuais

SO₂ - Concentração [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/mês/ano, Horário Inicial	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	4,3987E+003	18/04/2012 0900	248,806	6502,673	4,654	DISCRETO
1 HORA	2	2,1564E+003	15/12/2012 1100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
1 HORA	3	1,9847E+003	26/11/2012 1100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
1 HORA	4	1,8865E+003	16/12/2012 1100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
24 HORAS	1	3,3883E+002	04/10/2012 0100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	2	2,8695E+002	14/02/2012 0100	243,806	6506,673	5,049	DISCRETO
24 HORAS	3	1,7035E+002	16/12/2012 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
24 HORAS	4	1,6877E+002	09/11/2012 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
8772 HORAS	1	8,8869E+000		243,806	6503,673	4,749	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário ii - Melhorias (Fase B CGTEE)

ano 2012

Fontes Fases B e C), (Desativação Fase A)

SO₂ - Concentração [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/mês/ano, Horário Inicial	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,8765E+003	18/04/2012 1000	246,806	6502,673	4,652	DISCRETO
1 HORA	2	1,2045E+003	04/10/2012 1100	243,806	6506,673	5,049	DISCRETO
1 HORA	3	8,8980E+002	01/02/2012 1000	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
1 HORA	4	8,6930E+002	04/03/2012 1300	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	1	1,7219E+002	04/10/2012 0100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	2	1,3633E+002	14/02/2012 0100	242,806	6507,673	5,148	DISCRETO
24 HORAS	3	9,7295E+001	16/12/2012 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
24 HORAS	4	8,9714E+001	15/12/2012 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
8760 HORAS	1	4,8392E+000	01/01/2012 0100	243,806	6503,673	4,749	DISCRETO
8760 HORAS	2	0,0000E+000	0000. 000. 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	3	0,0000E+000	0000. 000. 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	4	0,0000E+000	0000. 000. 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8772 HORAS	1	4,8325E+000		243,806	6503,673	4,749	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iii

Ano 2012

Fontes CGTEE (A substituída, B1 adequada), UTE Seival e UTE Sul

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,9170E+003	17/04/2012, 1000	246,806	6502,673	4,652	DISCRETO
1 HORA	2	1,2045E+003	03/10/2012, 1100	243,806	6506,673	5,049	DISCRETO
1 HORA	3	9,1241E+002	01/02/2012, 1000	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
1 HORA	4	8,0717E+002	24/02/2012, 1100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	1	1,7219E+002	03/10/2012, 0100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	2	1,4008E+002	14/02/2012, 0100	242,806	6507,673	5,148	DISCRETO
24 HORAS	3	9,8852E+001	08/11/2012, 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
24 HORAS	4	9,1639E+001	15/12/2012, 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
8760 HORAS	1	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	2	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	3	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	4	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8772 HORAS	1	5,5509E+000		243,806	6503,673	4,749	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iv

Ano 2012

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada, fase D), UTE Seival, UTE Sul e UTE Pampa Sul

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA		1,9257E+003	18/04/2012, 1000	246,806	6502,673	4,652	DISCRETE
1 HORA		1,2045E+003	03/10/2012, 1100	243,806	6506,673	5,049	DISCRETE
1 HORA		9,1509E+002	01/02/2012, 1000	243,806	6507,673	5,149	DISCRETE
1 HORA		8,0717E+002	24/02/2012, 1100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETE
24 HORAS		1,7219E+002	03/10/2012, 0100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETE
24 HORAS		1,4009E+002	14/02/2012, 0100	242,806	6507,673	5,148	DISCRETE
24 HORAS		9,8852E+001	08/11/2012, 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETE
24 HORAS		9,1745E+001	14/12/2012, 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETE
8760 HORAS		0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETE
8760 HORAS		0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETE
8760 HORAS		0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETE
8760 HORAS		0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETE
8772 HORAS		6,3632E+000		242,806	6505,673	4,948	DISCRETE

Resumo dos Resultados

Cenário i
Ano 2013
Fontes atuais

Concentração - SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	3,5193E+003	10/06/13, 1100	243.295	6503.000	4.548	DISCRETO
1 HORA	2	1,9011E+003	25/12/13, 1400	244.295	6505.000	4.749	DISCRETO
1 HORA	3	1,3085E+003	25/12/13, 1500	243.295	6506.000	4.848	DISCRETO
1 HORA	4	1,3078E+003	27/01/13, 1200	243.295	6506.000	4.848	DISCRETO
24 HORAS	1	2,8170E+002	28/12/13, 0100	244.295	6506.000	4.849	DISCRETO
24 HORAS	2	1,8780E+002	29/12/13, 0100	246.295	6504.000	4.651	DISCRETO
24 HORAS	3	1,4399E+002	08/03/13, 0100	242.295	6506.000	4.847	DISCRETO
24 HORAS	4	1,4322E+002	25/12/13, 0100	242.295	6506.000	4.847	DISCRETO
8748 HORAS	1	1,1467E+000		242.295	6506.000	4.847	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário ii

Ano 2013

Fontes atuais GCTEE fase B adequada e fase C;

Concentração SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,3826E+003	09/06/13, 1100	242,295	6503,000	4,547	DISCRETO
1 HORA	2	9,1533E+002	27/01/13, 1100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	7,1657E+002	29/12/13, 0800	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
1 HORA	4	6,0372E+002	17/05/13, 1200	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
24 HORAS	1	1,2451E+002	28/12/13, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	9,7063E+001	08/01/13, 0100	245,295	6509,000	5,150	DISCRETO
24 HORAS	3	7,7874E+001	04/12/13, 0100	245,295	6508,000	5,050	DISCRETO
24 HORAS	4	6,7026E+001	28/01/13, 0100	242,295	6506,000	4,847	DISCRETO
8748 HORAS	1	5,9331E+000		242,295	6506,000	4,847	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iii

Ano 2013

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada), UTE Seival e UTE Sul

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,3826E+003	09/06/2013, 1100	242,295	6503,000	4,547	DISCRETO
1 HORA	2	9,1571E+002	27/01/2013, 1100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	7,1657E+002	27/12/2013, 0800	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
1 HORA	4	6,4627E+002	17/05/2013, 1200	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
24 HORAS	1	1,2451E+002	26/12/2013, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	9,7063E+001	08/01/2013, 0100	245,295	6509,000	5,150	DISCRETO
24 HORAS	3	7,7972E+001	04/12/2013, 0100	245,295	6508,000	5,050	DISCRETO
24 HORAS	4	6,9894E+001	06/12/2013, 0100	245,295	6503,000	4,550	DISCRETO
8748 HORAS	1	6,7423E+000		242,295	6506,000	4,847	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iv

Ano 2013

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada, fase D), UTE Seival, UTE Sul e UTE Pampa Sul

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,3826E+003	2013, 162, 1100	242,295	6503,000	4,547	DISCRETO
1 HORA	2	9,1594E+002	2013, 027, 1100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	7,1679E+002	2013, 363, 0800	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
1 HORA	4	6,5408E+002	2013, 139, 1200	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
24 HORAS	1	1,2622E+002	2013, 162, 0100	242,295	6503,000	4,547	DISCRETO
24 HORAS	2	9,7063E+001	2013, 008, 0100	245,295	6509,000	5,150	DISCRETO
24 HORAS	3	7,8041E+001	2013, 340, 0100	245,295	6508,000	5,050	DISCRETO
24 HORAS	4	6,9918E+001	2013, 342, 0100	245,295	6503,000	4,550	DISCRETO
8748 HORAS	1	7,7785E+000		242,295	6506,000	4,847	DISCRETO

Resumos dos Resultados

Subcenário fase A substituída

Ano 2011

Fontes CGTEE (A substituída)

SO₂ Concentração de [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	9,1213E+002	2011, 355, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	8,4404E+002	2011, 329, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	3,7025E+002	2011, 095, 1000	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
1 HORA	4	2,6764E+002	2011, 093, 0800	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	1	7,2557E+001	2011, 025, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	2	4,1033E+001	2011, 355, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	3	3,1890E+001	2011, 118, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	3,1330E+001	2011, 308, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8754 HORAS	1	2,2317E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumos dos Resultados

Subcenário fase A substituída

Ano 2011

Fontes CGTEE (A substituída)

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,6583E+002	2011, 349, 0800	240,295	6509,000	5,145	DISCRETE
1 HORA	2	1,1662E+002	2011, 329, 1000	238,295	6508,000	5,043	DISCRETE
1 HORA	3	1,0783E+002	2011, 329, 1000	237,295	6509,000	5,142	DISCRETE
1 HORA	4	7,9820E+001	2011, 329, 1500	239,295	6507,000	4,944	DISCRETE
24 HORAS	1	1,6925E+001	2011, 355, 0100	239,295	6508,000	5,044	DISCRETE
24 HORAS	2	1,0595E+001	2011, 355, 0100	238,295	6507,000	4,943	DISCRETE
24 HORAS	3	8,7073E+000	2011, 006, 0100	241,295	6511,000	5,346	DISCRETE
24 HORAS	4	8,0833E+000	2011, 320, 0100	241,295	6511,000	5,346	DISCRETE
8754 HORAS	1	5,2313E-001		237,295	6507,000	4,942	DISCRETE

Resumos dos Resultados

Subcenário CGTEE fase B

Ano 2011

Fontes atuais

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	3,6262E+003	2011, 329, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	2,2959E+003	2011, 355, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	1,3234E+003	2011, 328, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
1 HORA	4	1,3078E+003	2011, 329, 1300	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	1	4,0182E+002	2011, 025, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	2	1,5643E+002	2011, 355, 0100	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	3	1,3594E+002	2011, 349, 0100	247,295	6507,000	4,952	DISCRETO
24 HORAS	4	1,2818E+002	2011, 152, 0100	247,295	6507,000	4,952	DISCRETO
8754 HORAS	1	8,3344E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário CGTEE fase B adequada

Ano 2011

Fontes atuais

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1.7130E+003	2011, 355, 0900	244.295	6506.000	4.849	DISCRETO
1 HORA	2	1.6206E+003	2011, 329, 1000	244.295	6506.000	4.849	DISCRETO
1 HORA	3	7.0898E+002	2011, 095, 1000	246.295	6507.000	4.951	DISCRETO
1 HORA	4	5.1212E+002	2011, 093, 0800	244.295	6503.000	4.549	DISCRETO
24 HORAS	1	1.3811E+002	2011, 025, 0100	246.295	6507.000	4.951	DISCRETO
24 HORAS	2	7.7168E+001	2011, 355, 0100	244.295	6506.000	4.849	DISCRETO
24 HORAS	3	6.1343E+001	2011, 314, 0100	247.295	6507.000	4.952	DISCRETO
24 HORAS	4	6.0190E+001	2011, 308, 0100	244.295	6503.000	4.549	DISCRETO
8754 HORAS	1	4.3216E+000		242.295	6507.000	4.947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário i - fase C
isolada
Ano 2011

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	9,5598E+002	2011, 025, 0900	247,295	6507,000	4,952	DISCRETO
1 HORA	2	7,7593E+002	2011, 329, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	5,0387E+002	2011, 008, 1100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	4	4,4711E+002	2011, 355, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	1	1,2018E+002	2011, 329, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	7,3280E+001	2011, 025, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	4,4091E+001	2011, 349, 0100	248,295	6508,000	5,053	DISCRETO
24 HORAS	4	3,8330E+001	2011, 075, 0100	243,295	6505,000	4,748	DISCRETO
8754 HORAS	1	2,7128E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário fase D
isolada
Ano 2011

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	4,0209E+002	2011, 329, 0800	238,295	6504,000	4,643	DISCRETO
1 HORA	2	3,3406E+002	2011, 329, 1000	238,295	6508,000	5,043	DISCRETO
1 HORA	3	1,9536E+002	2011, 355, 1000	238,295	6507,000	4,943	DISCRETO
1 HORA	4	1,9158E+002	2011, 329, 0900	238,295	6507,000	4,943	DISCRETO
24 HORAS	1	4,2793E+001	2011, 349, 0100	240,295	6509,000	5,145	DISCRETO
24 HORAS	2	2,4604E+001	2011, 355, 0100	238,295	6507,000	4,943	DISCRETO
24 HORAS	3	1,9186E+001	2011, 308, 0100	238,295	6505,000	4,743	DISCRETO
24 HORAS	4	1,6787E+001	2011, 118, 0100	238,295	6505,000	4,743	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,1044E+000		236,295	6509,000	5,141	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário UTEs Sul e Seival isoladas

Ano 2011

Fontes: UTE Sul e UTE Seival

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	5,4939E+002	19/12/2011 0900	241,295	6514,000	5,646	DISCRETO
1 HORA	2	2,1422E+002	21/12/2011 1100	242,295	6513,000	5,547	DISCRETO
1 HORA	3	1,4730E+002	19/12/2011 0900	242,295	6511,000	5,347	DISCRETO
1 HORA	4	1,0953E+002	08/07/2011 1200	242,295	6511,000	5,347	DISCRETO
24 HORAS	1	3,1078E+001	19/12/2011 0100	241,295	6514,000	5,646	DISCRETO
24 HORAS	2	1,8034E+001	13/10/2011 0100	243,295	6518,000	6,048	DISCRETO
24 HORAS	3	1,7977E+001	09/11/2011 0100	243,295	6518,000	6,048	DISCRETO
24 HORAS	4	1,1711E+001	03/10/2011 0100	245,295	6519,000	6,150	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,1111E+000		239,295	6513,000	5,544	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário Pampa Sul Isolada

Ano 2011

Fonte: Pampa Sul

Concentração SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (KM)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	4,8644E+002	21/10/11, 1300	236,295	6518,000	6,041	DISCRETO
24 HORAS	1	3,1492E+001	19/12/11, 0100	235,295	6516,000	5,840	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,0446E+000		233,295	6518,000	6,038	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário i – Grade de 500m

Ano 2011

Fontes atuais

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	5,5962E+003	2011, 025, 0900	247,056	6506,923	1,329	DISCRETO
1 HORA	2	3,0667E+003	2011, 355, 0900	244,056	6505,923	1,223	DISCRETO
1 HORA	3	2,7025E+0003	2011, 218, 1200	244,056	6505,923	1,223	DISCRETO
1 HORA	4	2,0014E+0003	2011, 328, 1200	244,056	6505,923	1,223	DISCRETO
24 HORAS	1	6,5056E+002	2011, 025, 0100	247,056	6506,923	1,329	DISCRETO
24 HORAS	2	2,8978E+002	2011, 349, 0100	246,556	6506,923	1,328	DISCRETO
24 HORAS	3	2,2534E+002	2011, 349, 0100	247,556	6507,423	1,380	DISCRETO
24 HORAS	4	1,9142E+002	2011, 314, 0100	248,056	6507,423	1,381	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,3161E+001		242,056	6506,923	1,319	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário iv

60% Ano 2011

Fontes CGTEE (fase A substituída, fase B adequada, fase C e fase D), UTE Sul, UTE Seival e UTE Pampa Sul

Concentração de SO₂ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,9108E+003	19/12/2011, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	1,4728E+003	23/11/2011, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	8,8195E+002	25/01/2011, 0900	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
1 HORA	4	8,1696E+002	27/11/2011, 1000	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	1	1,3111E+002	25/01/2011, 0100	247,295	6507,000	4,952	DISCRETO
24 HORAS	2	1,2584E+002	25/01/2011, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	8,2420E+001	29/05/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	7,5742E+001	02/11/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8754 HORAS	1	6,7652E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

MATERIAL PARTICULADO - TABELAS DE RESULTADOS

Resumo dos Resultados

Cenário i
Ano 2011
Fontes Atuais

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1.1283E+003	23/11/2011, 1000	244.295	6506.000	4.849	DISCRETO
1 HORA	2	8.2095E+002	19/12/2011, 0900	244.295	6506.000	4.849	DISCRETO
1 HORA	3	4.0767E+002	22/11/2011, 1000	244.295	6505.000	4.749	DISCRETO
1 HORA	4	3.9117E+002	23/11/2011, 1300	244.295	6505.000	4.749	DISCRETO
24 HORAS	1	1.2002E+002	25/01/2011, 0100	246.295	6507.000	4.951	DISCRETO
24 HORAS	2	5.3521E+001	13/12/2011, 0100	246.295	6507.000	4.951	DISCRETO
24 HORAS	3	4.1784E+001	13/12/2011, 0100	247.295	6507.000	4.952	DISCRETO
24 HORAS	4	3.8008E+001	26/05/2011, 0100	247.295	6507.000	4.952	DISCRETO
8754 HORAS	1	2.7803E+000		242.295	6507.000	4.947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário ii
Ano 2011
Fontes B adequada e C

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	3,9574E+002	19/12/11, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	3,7374E+002	23/11/11, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	2,0330E+002	13/12/11, 0800	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
1 HORAS	4	1,4564E+002	25/01/11, 0800	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	1	3,2818E+001	25/01/11, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	2	2,5576E+001	13/12/11, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	1,5387E+001	02/11/11, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	1,5236E+001	26/04/11, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8760 HORAS	1	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	2	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	3	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	4	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8748 HORAS	1	1,0686E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iii

Ano 2011

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada e C), Seival e Sul

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	3,9620E+002	19/12/2011, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	3,7374E+002	23/11/2011, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	1,3378E+002	19/12/2011, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
1 HORA	4	1,2450E+002	22/11/2011, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	1	3,3003E+001	23/11/2011, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	2,5641E+001	13/12/2011, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	1,5450E+001	02/11/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	1,5364E+001	26/04/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,1591E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iv

Ano 2011

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada e C), Seival, Sul e Pampa Sul

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	3,9623E+002	19/12/2011, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	3,7377E+002	23/11/2011, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	1,3382E+002	19/12/2011, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
1 HORA	4	1,2454E+002	22/11/2011, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	1	3,3526E+001	25/01/2011, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	2	2,6018E+001	13/12/2011, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	1,5450E+001	02/11/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	1,5366E+001	26/04/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,2677E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário i
ano 2012
fontes atuais

PM₁₀ - Concentração [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/mês/ano. Horário Inicial	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	9,9623E+002	18/04/2012 0900	248,806	6502,673	4,654	DISCRETO
1 HORA	2	4,5569E+002	15/12/2012 1100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
1 HORA	3	4,2605E+002	26/11/2012 1100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
1 HORA	4	4,0023E+002	16/12/2012 1100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
24 HORAS	1	7,1313E+001	04/10/2012 0100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	2	6,1917E+001	14/02/2012 0100	243,806	6506,673	5,049	DISCRETO
24 HORAS	3	3,7062E+001	29/12/2012 0100	243,806	6506,673	5,049	DISCRETO
24 HORAS	4	3,4482E+001	09/11/2012 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
8772 HORAS	1	1,8511E+000		243,806	6503,673	4,749	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário ii

ano 2012

Fontes atuais (Fases B e C), Desativação Fase

PM₁₀ - Concentração [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/mês/ano, Horário Inicial	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,9256E+002	18/04/2012 1000	246,806	6502,673	4,652	DISCRETO
1 HORA	2	1,8779E+002	04/10/2012 1100	243,806	6506,673	5,049	DISCRETO
1 HORA	3	1,3873E+002	01/02/2012 1000	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
1 HORA	4	1,3553E+002	04/03/2012 1300	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	1	2,6846E+001	04/10/2012 0100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	2	2,1255E+001	14/02/2012 0100	242,806	6507,673	5,148	DISCRETO
24 HORAS	3	1,5169E+001	16/12/2012 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
24 HORAS	4	1,3987E+001	15/12/2012 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
8760 HORAS	1	7,5448E-001	01/01/2012 0100	243,806	6503,673	4,749	DISCRETO
8760 HORAS	2	0,0000E+000	0000. 000. 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	3	0,0000E+000	0000. 000. 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	4	0,0000E+000	0000. 000. 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8772 HORAS	1	7,5345E-001		243,806	6503,673	4,749	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iii

Ano 2012

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada), UTE Seival e UTE Sul

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,9762E+002	17/04/2012, 1000	246,806	6502,673	4,652	DISCRETO
1 HORA	2	1,8779E+002	03/10/2012, 1100	243,806	6506,673	5,049	DISCRETO
1 HORA	3	1,4155E+002	01/02/2012, 1000	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
1 HORA	4	1,2584E+002	24/02/2012, 1100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	1	2,6846E+001	03/10/2012, 0100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	2	2,1724E+001	14/02/2012, 0100	242,806	6507,673	5,148	DISCRETO
24 HORAS	3	1,5412E+001	08/11/2012, 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
24 HORAS	4	1,4228E+001	15/12/2012, 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
8760 HORAS	1	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	2	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	3	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	4	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8772 HORAS	1	8,4318E-001		243,806	6503,673	4,749	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iv

Ano 2012

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada e C), Seival, Sul e Pampa Sul

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,9870E+002	17/04/2012, 1000	246,806	6502,673	4,652	DISCRETO
1 HORA	2	1,8779E+002	03/10/2012, 1100	243,806	6506,673	5,049	DISCRETO
1 HORA	3	1,4188E+002	01/02/2012, 1000	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
1 HORA	4	1,2584E+002	24/02/2012, 1100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	1	2,6846E+001	03/10/2012, 0100	243,806	6507,673	5,149	DISCRETO
24 HORAS	2	2,1724E+001	14/02/2012, 0100	242,806	6507,673	5,148	DISCRETO
24 HORAS	3	1,5412E+001	08/11/2012, 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
24 HORAS	4	1,4241E+001	14/12/2012, 0100	244,806	6504,673	4,850	DISCRETO
8760 HORAS	1	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	2	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	3	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8760 HORAS	4	0,0000E+000	0000, 000, 0000	0,000	0,000	0	DISCRETO
8772 HORAS	1	9,3750E-001		243,806	6503,673	4,749	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário i
Ano 2013
Fontes atuais

Concentração – PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	7,9551E+002	10/06/13, 1100	243,295	6503,000	4,548	DISCRETO
1 HORA	2	4,0784E+002	25/12/13, 1400	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
1 HORA	3	2,8415E+002	27/01/13, 1200	243,295	6506,000	4,848	DISCRETO
1 HORA	4	2,8177E+002	25/12/13, 1500	243,295	6506,000	4,848	DISCRETO
24 HORAS	1	6,0822E+001	28/12/13, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	3,9936E+001	29/12/13, 0100	246,295	6504,000	4,651	DISCRETO
24 HORAS	3	3,0965E+001	08/03/13, 0100	242,295	6506,000	4,847	DISCRETO
24 HORAS	4	3,0128E+001	25/12/13, 0100	242,295	6506,000	4,847	DISCRETO
8748 HORAS	1	2,4125E+000		242,295	6506,000	4,847	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário ii
ano 2013
fontes GCTEE (fase B adequada e fase C);

Concentração – PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,1556E+002	09/06/13, 1100	242,295	6503,000	4,547	DISCRETO
1 HORA	2	1,4270E+002	27/01/13, 1100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	1,1173E+002	29/12/13, 0800	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
1 HORA	4	9,4128E+001	17/05/13, 1200	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
24 HORAS	1	1,9413E+001	28/12/13, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	1,5133E+001	08/01/13, 0100	245,295	6509,000	5,150	DISCRETO
24 HORAS	3	1,2141E+001	04/12/13, 0100	245,295	6508,000	5,050	DISCRETO
24 HORAS	4	1,0450E+001	28/12/13, 0100	242,295	6506,000	4,847	DISCRETO
8748 HORAS	1	9,2505E-001		242,295	6506,000	4,847	DISCRETO

Resumo do Resultados

Cenário iii

Ano 2013

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada), UTE Seival e UTE Sul

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,1556E+002	09/06/2013, 1100	242,295	6503,000	4,547	DISCRETO
1 HORA	2	1,4274E+002	27/01/2013, 1100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	1,1173E+002	27/12/2013, 0800	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
1 HORA	4	9,9442E+001	17/05/2013, 1200	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
24 HORAS	1	1,9413E+001	26/12/2013, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	1,5133E+001	08/01/2013, 0100	245,295	6509,000	5,150	DISCRETO
24 HORAS	3	1,2153E+001	04/12/2013, 0100	245,295	6508,000	5,050	DISCRETO
24 HORAS	4	1,0666E+001	25/10/2013, 0100	242,295	6507,000	4,947	DISCRETO
8748 HORAS	1	1,0261E+000		242,295	6506,000	4,847	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iv

Ano 2013

Fontes CGTEE (A substituída, B adequada, fase D), UTE Seival, UTE Sul e UTE Pampa Sul

Concentração de PM10 [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,1556E+002	09/06/2013, 1100	242,295	6503,000	4,547	DISCRETO
1 HORA	2	1,4277E+002	27/01/2013, 1100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	1,1176E+002	27/12/2013, 0800	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
1 HORA	4	1,0041E+002	17/05/2013, 1200	245,295	6505,000	4,750	DISCRETO
24 HORAS	1	1,9413E+001	26/12/2013, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	1,5133E+001	08/01/2013, 0100	245,295	6509,000	5,150	DISCRETO
24 HORAS	3	1,2162E+001	04/12/2013, 0100	245,295	6508,000	5,050	DISCRETO
24 HORAS	4	1,0772E+001	06/12/2013, 0100	245,295	6503,000	4,550	DISCRETO
8748 HORAS	1	1,1550E+000		242,295	6506,000	4,847	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário i - fase A isolada

Ano 2011

Fonte atual

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,3183E+002	2011, 355, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	1,2199E+002	2011, 329, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	5,3512E+001	2011, 095, 1000	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
1 HORA	4	3,8681E+001	2011, 093, 0800	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	1	1,0487E+001	2011, 025, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	2	5,9304E+000	2011, 355, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	3	4,6090E+000	2011, 118, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	4,5280E+000	2011, 308, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8754 HORAS	1	3,2254E-001		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumos dos Resultados

Subcenário fase A substituída

Ano 2011

Fontes CGTEE (A substituída)

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,0722E+001	2011, 349, 0800	240,295	6509,000	5,145	DISCRETE
1 HORA	2	1,4608E+001	2011, 329, 1000	238,295	6508,000	5,043	DISCRETE
1 HORA	3	1,3562E+001	2011, 329, 1000	237,295	6509,000	5,142	DISCRETE
1 HORA	4	9,9779E+000	2011, 329, 1500	239,295	6507,000	4,944	DISCRETE
24 HORAS	1	2,1145E+000	2011, 355, 0100	239,295	6508,000	5,044	DISCRETE
24 HORAS	2	1,3342E+000	2011, 355, 0100	238,295	6507,000	4,943	DISCRETE
24 HORAS	3	1,0872E+000	2011, 006, 0100	241,295	6511,000	5,346	DISCRETE
24 HORAS	4	1,0136E+000	2011, 320, 0100	241,295	6511,000	5,346	DISCRETE
8754 HORAS	1	6,5116E-002		237,295	6507,000	4,942	DISCRETE

Resumos dos Resultados

Subcenário CGTEE fase B

Ano 2011

Fontes atuais

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	8,8537E+002	2011, 329, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	5,6056E+002	2011, 355, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	3,2312E+002	2011, 328, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
1 HORA	4	3,1931E+002	2011, 329, 1300	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	1	9,8108E+001	2011, 025, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	2	3,8193E+001	2011, 355, 0100	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	3	3,3192E+001	2011, 349, 0100	247,295	6507,000	4,952	DISCRETO
24 HORAS	4	3,1296E+001	2011, 152, 0100	247,295	6507,000	4,952	DISCRETO
8754 HORAS	1	2,0349E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário CGTEE fase B adequada

Ano 2011

Fontes CGTEE fase B adequada

Concentração de PM10 [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,6570E+002	2011, 355, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	2,5137E+002	2011, 329, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	1,0997E+002	2011, 095, 1000	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
1 HORA	4	7,9434E+001	2011, 093, 0800	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	1	2,1422E+001	2011, 025, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	2	1,1969E+001	2011, 355, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	3	9,5148E+000	2011, 314, 0100	247,295	6507,000	4,952	DISCRETO
24 HORAS	4	9,3360E+000	2011, 308, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8754 HORAS	1	6,7031E-001		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário fase C isolada

Ano 2011

Fonte CGTEE fase C

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,4902E+002	2011, 025, 0900	247,295	6507,000	4,952	DISCRETO
1 HORA	2	1,2095E+002	2011, 329, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	7,8545E+001	2011, 008, 1100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	4	6,9697E+001	2011, 355, 1000	244,295	6505,000	4,749	DISCRETO
24 HORAS	1	1,8734E+001	2011, 329, 0100	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
24 HORAS	2	1,1423E+001	2011, 025, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	6,8730E+000	2011, 349, 0100	248,295	6508,000	5,053	DISCRETO
24 HORAS	4	5,9750E+000	2011, 075, 0100	243,295	6505,000	4,748	DISCRETO
8754 HORAS	1	4,2287E-001		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário UTEs Sul e Seival Isoladas

Ano 2011

Fontes: UTEs Sul e Seival

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	6,8591E+001	19/12/2011 0900	241,295	6514,000	5,646	DISCRETO
1 HORA	2	2,6767E+001	21/12/2011 1100	242,295	6513,000	5,547	DISCRETO
1 HORA	3	1,8404E+001	19/12/2011 0900	242,295	6511,000	5,347	DISCRETO
1 HORA	4	1,3683E+001	08/07/2011 1200	242,295	6511,000	5,347	DISCRETO
24 HORAS	1	3,8801E+000	19/12/2011 0100	241,295	6514,000	5,646	DISCRETO
24 HORAS	2	2,2517E+000	13/10/2011 0100	243,295	6518,000	6,048	DISCRETO
24 HORAS	3	2,2448E+000	09/11/2011 0100	243,295	6518,000	6,048	DISCRETO
24 HORAS	4	1,4624E+000	03/10/2011 0100	245,295	6519,000	6,150	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,3877E-001		239,295	6513,000	5,544	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário fase D isolada

Ano 2011

Fonte CGTEE fase D

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	4,9871E+001	2011, 329, 0800	238,295	6504,000	4,643	DISCRETO
1 HORA	2	4,1434E+001	2011, 329, 1000	238,295	6508,000	5,043	DISCRETO
1 HORA	3	2,4230E+001	2011, 355, 1000	238,295	6507,000	4,943	DISCRETO
1 HORA	4	2,3762E+001	2011, 329, 0900	238,295	6507,000	4,943	DISCRETO
24 HORAS	1	5,3077E+000	2011, 349, 0100	240,295	6509,000	5,145	DISCRETO
24 HORAS	2	3,0516E+000	2011, 355, 0100	238,295	6507,000	4,943	DISCRETO
24 HORAS	3	2,3796E+000	2011, 308, 0100	238,295	6505,000	4,743	DISCRETO
24 HORAS	4	2,0821E+000	2011, 118, 0100	238,295	6505,000	4,743	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,3697E-001		236,295	6509,000	5,141	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Subcenário Pampa Sul Isolada

Ano 2011

Fonte: Pampa Sul

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	6,0805E+001	21/10/11, 1300	236,295	6518,000	6,041	DISCRETO
24 HORAS	1	3,9365E+000	19/12/11, 0100	235,295	6516,000	5,840	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,3058E-001		233,295	6518,000	6,038	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário i – Grade de 500m

Ano 2011

Fontes atuais

Concentração de PM₁₀ [ug/m**3]

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	1,1739E+003	2011, 025, 0900	247,056	6506,923	1,329	DISCRETO
1 HORA	2	6,2292E+002	2011, 355, 0900	244,056	6505,923	1,223	DISCRETO
1 HORA	3	5,7362E+002	2011, 218, 1200	244,056	6505,923	1,223	DISCRETO
1 HORA	4	4,2667E+002	2011, 328, 1200	244,056	6505,923	1,223	DISCRETO
24 HORAS	1	1,3920E+002	2011, 025, 0100	247,056	6506,923	1,329	DISCRETO
24 HORAS	2	6,1026E+001	2011, 349, 0100	246,556	6506,923	1,328	DISCRETO
24 HORAS	3	4,7712E+001	2011, 349, 0100	247,556	6507,423	1,380	DISCRETO
24 HORAS	4	4,0552E+001	2011, 314, 0100	248,056	6507,423	1,381	DISCRETO
8754 HORAS	1	2,7646E+000		242,056	6506,923	1,319	DISCRETO

Resumo dos Resultados

Cenário iv 60%

Ano 2011

Fontes CGTEE (fase A substituída, fase B adequada, fase C e fase D), UTE Sul, UTE Seival e UTE Pampa Sul

Concentração de PM₁₀ [ug/m3]**

Período Médio	Classe	Pico	Dia/Mês/Ano, Hora de Início	X (Km)	Y (Km)	Receptor	Tipo de Receptor
1 HORA	1	2,9728E+002	19/12/2011, 0900	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	2	2,2956E+002	23/11/2011, 1000	244,295	6506,000	4,849	DISCRETO
1 HORA	3	1,3688E+002	25/01/2011, 0900	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
1 HORA	4	1,2659E+002	27/11/2011, 1000	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	1	2,0307E+001	25/01/2011, 0100	247,295	6507,000	4,952	DISCRETO
24 HORAS	2	1,9491E+001	25/01/2011, 0100	246,295	6507,000	4,951	DISCRETO
24 HORAS	3	1,2833E+001	29/05/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
24 HORAS	4	1,1802E+001	02/11/2011, 0100	244,295	6503,000	4,549	DISCRETO
8754 HORAS	1	1,0201E+000		242,295	6507,000	4,947	DISCRETO

NO₂ - TABELAS DE RESULTADOS

Resumo dos Resultados

CENARIOS 2011 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m**3] - Grupo de Origem: CEN I (Fontes CGTEE (A, B e C))

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	71,18029	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	11/05/2011, 14
MES	1º	0,19872	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	65,98781	245806,00	6509673,00	205,70	0,00	205,70	05/11/2011, 11
MES	2º	0,10374	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	31/07/2011, 24
1 HORA	3º	64,11706	242806,00	6505673,00	281,30	0,00	281,30	03/02/2011, 10
MES	3º	0,07880	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	31/10/2011, 24
1 HORA	4º	62,68849	242806,00	6505673,00	281,30	0,00	281,30	31/01/2011, 9
MES	4º	0,05493	241806,00	6508673,00	224,20	0,00	224,20	28/02/2011, 24
ANO		0,01861	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	

Concentração de NO₂ [ug/m**3] - Grupo de Origem: CEN II (Fontes CGTEE (A substituída, B adequada e C))

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	116,23109	246806,00	6508673,00	205,20	0,00	268,00	11/05/2011, 13
MES	1º	0,32016	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	111,98966	241806,00	6506673,00	268,80	0,00	268,80	11/05/2011, 12
MES	2º	0,19528	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	31/12/2011, 24
1 HORA	3º	110,10952	242806,00	6505673,00	281,30	0,00	281,30	16/01/2011, 9
MES	3º	0,16680	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	31/10/2011, 24
1 HORA	4º	107,13850	242806,00	6506673,00	282,00	0,00	282,00	03/12/2011, 9
MES	4º	0,10606	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	28/02/2011, 24
ANO		0,02999	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	

Resumo dos Resultados

CENARIOS 2011 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m³] – Grupo de Origem: CEN III (Fontes CGTEE (A substituída, B adequada e C), UTE Seival e UTE Sul)

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	135,74344	245806,00	6504673,00	230,30	0,00	230,30	12/07/2011, 14
MES	1º	0,32110	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	133,34631	245806,00	6504673,00	230,30	0,00	230,30	02/08/2011, 11
MES	2º	0,19605	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	31/12/2011, 24
1 HORA	3º	131,25356	245806,00	6504673,00	230,30	0,00	230,30	08/07/2011, 12
MES	3º	0,16760	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	31/10/2011, 24
1 HORA	4º	125,33304	244806,00	6503673,00	216,70	0,00	224,00	29/01/2011, 9
MES	4º	0,11370	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	31/10/2011, 24
ANO		0,03007	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	

Concentração de NO₂ [ug/m³] – Grupo de Origem: CEN IV (Fontes CGTEE (A substituída, B adequada, C e fase D), UTE Seival, UTE Sul e UTE Pampa Sul)

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	139,28033	245806,00	6504673,00	230,30	0,00	230,30	12/07/2011, 14
MÊS	1º	0,32191	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	138,16406	245806,00	6504673,00	230,30	0,00	230,30	02/08/2011, 11
MÊS	2º	0,19667	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	31/12/2011, 24
1 HORA	3º	135,33767	245806,00	6504673,00	230,30	0,00	230,30	08/07/2011, 12
MÊS	3º	0,16851	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	31/10/2011, 24
1 HORA	4º	130,36305	245806,00	6504673,00	230,30	0,00	230,30	24/02/2011, 10
MÊS	4º	0,13057	236806,00	6510673,00	243,50	0,00	253,00	31/07/2011, 24
ANO		0,03015	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	

Resumo dos Resultados

CENARIO 2012 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m³] - Grupo de Origem: CEN I (Fontes CGTEE (A, B e C))

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	70.82921	243806.00	6505673.00	233.20	0.00	233.20	20/06/2012, 15
MÊS	1º	0.14148	243806.00	6507673.00	269.80	0.00	269.80	31/10/2012, 24
1 HORA	2º	66.17640	243806.00	6508673.00	236.70	0.00	252.00	09/12/2012, 9
MÊS	2º	0.09061	243806.00	6504673.00	241.30	0.00	241.30	31/03/2012, 24
1 HORA	3º	65.98197	243806.00	6508673.00	236.70	0.00	252.00	04/01/2012, 9
MÊS	3º	0.06814	243806.00	6505673.00	233.20	0.00	233.20	30/06/2012, 24
1 HORA	4º	64.78116	243806.00	6508673.00	236.70	0.00	252.00	27/02/2012, 10
MÊS	4º	0.05996	243806.00	6505673.00	233.20	0.00	233.20	29/02/2012, 24
ANO		0.00126	252806.00	6524673.00	364.70	0.00	364.70	

Concentração de NO₂ [ug/m³] - Grupo de Origem: CEN II (Fontes CGTEE (A substituída, B adequada e C))

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	113.68847	245806.00	6509673.00	205.70	0.00	205.70	23/05/2012, 12
MÊS	1º	0.23640	242806.00	6507673.00	265.90	0.00	265.90	31/10/2012, 24
1 HORA	2º	112.13832	242806.00	6504673.00	227.90	0.00	232.00	20/06/2012, 15
MÊS	2º	0.17486	243806.00	6504673.00	241.30	0.00	241.30	31/03/2012, 24
1 HORA	3º	109.95716	242806.00	6504673.00	227.90	0.00	232.00	29/12/2012, 9
MÊS	3º	0.13142	243806.00	6505673.00	233.20	0.00	233.20	30/06/2012, 24
1 HORA	4º	108.08036	242806.00	6504673.00	227.90	0.00	232.00	06/01/2012, 9
MÊS	4º	0.12133	243806.00	6505673.00	233.20	0.00	233.20	29/02/2012, 24
ANO		0.00237	251806.00	6524673.00	355.70	0.00	355.70	

Resumo dos Resultados

CENARIO 2012 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m³] - Grupo de Origem: CEN III (Fontes CGTEE (A substituída, B adequada e C), UTE Seival e UTE Sul)

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	131,53456	243806,00	6504673,00	241,30	0,00	241,30	21/03/2012, 11
MÊS	1º	0,23844	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	31/10/2012, 24
1 HORA	2º	127,58194	242806,00	6504673,00	227,90	0,00	232,00	20/06/2012, 15
MÊS	2º	0,17576	243806,00	6504673,00	241,30	0,00	241,30	31/03/2012, 24
1 HORA	3º	121,94132	242806,00	6504673,00	227,90	0,00	232,00	29/12/2012, 9
MÊS	3º	0,13317	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	30/06/2012, 24
1 HORA	4º	119,86853	242806,00	6504673,00	227,90	0,00	232,00	06/01/2012, 9
MÊS	4º	0,12642	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	29/02/2012, 24
ANO		0,00241	251806,00	6524673,00	355,70	0,00	355,70	

Concentração de NO₂ [ug/m³] – Grupo de origem: CEN IV (Fontes CGTEE (A substituída, B adequada, C e fase D), UTE Seival, UTE Sul e UTE Pampa Sul)

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	137,45582	247806,00	6506673,00	249,80	0,00	274,00	19/04/2012, 12
MÊS	1º	0,24616	237806,00	6509673,00	244,40	0,00	244,40	31/10/2012, 24
1 HORA	2º	133,87664	247806,00	6505673,00	237,60	0,00	247,00	04/10/2012, 12
MÊS	2º	0,17659	243806,00	6504673,00	241,30	0,00	241,30	31/03/2012, 24
1 HORA	3º	130,24290	235806,00	6509673,00	232,30	0,00	232,30	20/06/2012, 16
MÊS	3º	0,13581	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	30/06/2012, 24
1 HORA	4º	126,46397	235806,00	6509673,00	232,30	0,00	232,30	08/05/2012, 11
MÊS	4º	0,12929	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	29/02/2012, 24
ANO		0,00246	258806,00	6548673,00	234,10	0,00	283,00	

Resumo dos Resultados

CENÁRIO 2013 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m3] – Grupo de Origem: CEN I** (Fontes CGTEE (A, B e C))

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	67,20084	243806,00	6509673,00	230,80	0,00	230,80	17/01/2013, 10
MES	1º	0,15328	242806,00	6505673,00	281,30	0,00	281,30	30/11/2013, 24
1 HORA	2º	64,72116	242806,00	6508673,00	264,00	0,00	264,00	11/06/2013, 13
MES	2º	0,10932	242806,00	6506673,00	282,00	0,00	282,00	31/08/2013, 24
1 HORA	3º	63,92158	242806,00	6508673,00	264,00	0,00	264,00	17/01/2013, 11
MES	3º	0,06088	242806,00	6505673,00	281,30	0,00	281,30	31/08/2013, 24
1 HORA	4º	63,41688	242806,00	6508673,00	264,00	0,00	264,00	26/11/2013, 10
MES	4º	0,05351	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	31/08/2013, 24
ANO		0,00677	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	

Concentração de NO₂ [ug/m3] - Grupo de Origem: CEN II** (Fontes CGTEE (A substituída, B adequada e C))

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	113,96878	241806,00	6507673,00	251,20	0,00	264,00	27/06/2013, 13
MES	1º	0,26732	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	30/11/2013, 24
1 HORA	2º	108,34150	242806,00	6506673,00	282,00	0,00	282,00	31/08/2013, 10
MÊS	2º	0,18273	241806,00	6504673,00	244,00	0,00	244,00	31/10/2013, 24
1 HORA	3º	106,35005	242806,00	6508673,00	264,00	0,00	264,00	17/04/2013, 10
MÊS	3º	0,11608	242806,00	6505673,00	281,30	0,00	281,30	31/08/2013, 24
1 HORA	4º	104,53946	241806,00	6506673,00	268,80	0,00	268,80	23/06/2013, 13
MÊS	4º	0,10821	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	28/02/2013, 24
ANO		0,01273	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	

Resumo dos Resultados

CENÁRIO 2013 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m³] – Grupo de Origem: CEN III (Fontes CGTEE (A substituída, B adequada e C), UTE Seival e UTE Sul)

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	118,84006	245806,00	6503673,00	189,00	0,00	189,00	09/05/2013, 11
MÊS	1º	0,26760	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	30/11/2013, 24
1 HORA	2º	117,53588	245806,00	6502673,00	198,00	0,00	213,00	09/05/2013, 11
MÊS	2º	0,18560	242806,00	6506673,00	282,00	0,00	282,00	31/08/2013, 24
1 HORA	3º	116,85071	245806,00	6502673,00	198,00	0,00	213,00	01/02/2013, 9
MÊS	3º	0,12165	242806,00	6505673,00	281,30	0,00	281,30	31/08/2013, 24
1 HORA	4º	109,43004	244806,00	6502673,00	171,10	0,00	231,00	01/06/2013, 11
MÊS	4º	0,11188	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	28/02/2013, 24
ANO		0,01366	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	

Concentração de NO₂ [ug/m³] - Grupo de Origem: CEN IV (Fontes CGTEE (A substituída, B adequada, C e fase D), UTE Seival, UTE Sul e UTE Pampa Sul)

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	131,36971	236806,00	6509673,00	235,60	0,00	235,60	27/06/2013, 13
MÊS	1º	0,26789	243806,00	6505673,00	233,20	0,00	233,20	30/11/2013, 24
1 HORA	2º	123,78968	235806,00	6509673,00	232,30	0,00	232,30	04/09/2013, 11
MÊS	2º	0,21756	237806,00	6508673,00	225,40	0,00	225,40	31/08/2013, 24
1 HORA	3º	121,30937	236806,00	6509673,00	235,60	0,00	235,60	17/05/2013, 12
MÊS	3º	0,15266	236806,00	6507673,00	188,60	0,00	188,60	28/02/2013, 24
1 HORA	4º	119,97516	236806,00	6509673,00	235,60	0,00	235,60	11/06/2013, 12
MÊS	4º	0,11884	237806,00	6507673,00	229,40	0,00	229,40	31/10/2013, 24
ANO		0,01484	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	

Resumo dos Resultados

CENARIO 2011 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m**3] – Grupo de Origem: A atual

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	20,57648	264806,00	6510673,00	440,00	0,00	440,00	17/01/2011, 2
MÊS	1º	0,03819	243806,00	6506673,00	238,50	0,00	269,00	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	17,53486	261806,00	6502673,00	453,90	0,00	453,90	06/04/2011, 5
MÊS	2º	0,01907	242806,00	6504673,00	227,90	0,00	232,00	30/04/2011, 24
1 HORA	3º	17,36830	261806,00	6502673,00	453,90	0,00	453,90	19/09/2011, 2
MÊS	3º	0,01320	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	30/09/2011, 24
1 HORA	4º	14,16205	242806,00	6506673,00	282,00	0,00	282,00	28/02/2011, 9
MÊS	4º	0,01288	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	31/10/2011, 24
ANO		0,00358	243806,00	6506673,00	238,50	0,00	269,00	

Concentração de NO₂ [ug/m**3] – Grupo de Origem: B atual

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG	ZHILL	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	15,85457	247806,00	6506673,00	249,80	0,00	274,00	17/08/2011, 12
MÊS	1º	0,03013	243806,00	6506673,00	238,50	0,00	269,00	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	12,58046	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	01/09/2011, 11
MÊS	2º	0,01338	242806,00	6504673,00	227,90	0,00	232,00	30/04/2011, 24
1 HORA	3º	11,51796	242806,00	6505673,00	281,30	0,00	281,30	24/01/2011, 9
MÊS	3º	0,00962	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	31/12/2011, 24
1 HORA	4º	11,00416	244806,00	6503673,00	216,70	0,00	224,00	12/04/2011, 10
MÊS	4º	0,00864	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	28/02/2011, 24
ANO		0,00282	243806,00	6506673,00	238,50	0,00	269,00	

Resumo dos Resultados

CENARIO 2011 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m**3] - Grupo de Origem: CGTEE FASE C

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	52,86724	243806,00	6507673,00	269,80	0,00	269,80	11/05/2011, 14
MES	1º	0,14722	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	49,35341	243806,00	6508673,00	236,70	0,00	252,00	11/05/2011, 14
MES	2º	0,06772	242806,00	6504673,00	227,90	0,00	232,00	31/03/2011, 24
1 HORA	3º	48,11790	243806,00	6508673,00	236,70	0,00	252,00	14/12/2011, 9
MES	3º	0,05385	242806,00	6508673,00	264,00	0,00	264,00	31/12/2011, 24
1 HORA	4º	46,83043	242806,00	6508673,00	264,00	0,00	264,00	10/12/2011, 9
MES	4º	0,03966	241806,00	6508673,00	224,20	0,00	224,20	28/02/2011, 24
ANO		0,01379	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	

Resumo dos Resultados

CENARIO 2011 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m**3] - Grupo de Origem: CGTEE FASE A substituída

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	38,74185	239806,00	6510673,00	274,40	0,00	274,40	05/11/2011, 11
MES	1º	0,08370	237806,00	6509673,00	244,40	0,00	244,40	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	35,68739	240806,00	6510673,00	237,90	0,00	237,90	01/02/2011, 10
MES	2º	0,03881	237806,00	6510673,00	269,00	0,00	269,00	31/10/2011, 24
1 HORA	3º	31,95933	239806,00	6510673,00	274,40	0,00	274,40	01/02/2011, 10
MES	3º	0,02326	237806,00	6509673,00	244,40	0,00	244,40	28/02/2011, 24
1 HORA	4º	31,26298	239806,00	6510673,00	274,40	0,00	274,40	07/06/2011, 12
MES	4º	0,02214	236806,00	6510673,00	243,50	0,00	253,00	30/09/2011, 24
ANO		0,00784	237806,00	6509673,00	244,40	0,00	244,40	

Concentração de NO₂ [ug/m**3] - Grupo de Origem: CGTEE FASE B adequada

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	95,34290	264806,00	6510673,00	440,00	0,00	440,00	17/01/2011, 2
MES	1º	0,24740	243806,00	6506673,00	238,50	0,00	269,00	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	92,68280	261806,00	6502673,00	453,90	0,00	453,90	06/04/2011, 5
MES	2º	0,11918	242806,00	6504673,00	227,90	0,00	232,00	30/04/2011, 24
1 HORA	3º	92,44664	261806,00	6502673,00	453,90	0,00	453,90	19/09/2011, 2
MES	3º	0,08152	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	31/10/2011, 24
1 HORA	4º	79,36872	261806,00	6502673,00	453,90	0,00	453,90	27/10/2011, 22
MES	4º	0,07563	242806,00	6507673,00	265,90	0,00	265,90	28/02/2011, 24
ANO		0,02317	243806,00	6506673,00	238,50	0,00	269,00	

Resumo dos Resultados

CENARIO 2011 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m**3] - Grupo de Origem: CGTEE FASE D

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	82,08085	239806,00	6510673,00	274,40	0,00	274,40	01/02/2011, 10
MES	1º	0,15000	236806,00	6509673,00	235,60	0,00	235,60	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	69,17602	239806,00	6510673,00	274,40	0,00	274,40	05/11/2011, 11
MES	2º	0,07443	237806,00	6509673,00	244,40	0,00	244,40	31/07/2011, 24
1 HORA	3º	64,98461	239806,00	6510673,00	274,40	0,00	274,40	16/12/2011, 9
MES	3º	0,06481	237806,00	6509673,00	244,40	0,00	244,40	31/10/2011, 24
1 HORA	4º	63,69726	239806,00	6510673,00	274,40	0,00	274,40	17/11/2011, 9
MES	4º	0,04284	235806,00	6510673,00	241,40	0,00	241,40	30/09/2011, 24
ANO		0,0140	236806,00	6509673,00	235,60	0,00	235,60	

Concentração de NO₂ [ug/m**3] - Grupo de Origem: ENEVA – UTEs Sul e Seival

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	71,32903	241806,00	6509673,00	239,50	0,00	239,50	26/04/2011, 14
MES	1º	0,07914	240806,00	6517673,00	246,00	0,00	246,00	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	59,62304	242806,00	6508673,00	264,00	0,00	264,00	26/04/2011, 13
MES	2º	0,05489	239806,00	6513673,00	241,20	0,00	241,20	31/03/2011, 24
1 HORA	3º	56,11331	241806,00	6507673,00	251,20	0,00	264,00	26/04/2011, 13
MES	3º	0,03837	239806,00	6513673,00	241,20	0,00	241,20	30/04/2011, 24
1 HORA	4º	55,48226	242806,00	6509673,00	247,20	0,00	247,20	26/04/2011, 13
MES	4º	0,02562	234806,00	6521673,00	214,10	0,00	214,10	31/07/2011, 24
ANO		0,00741	241806,00	6516673,00	242,80	0,00	242,80	

Resumo dos Resultados

CENARIO 2011 NO₂

Concentração de NO₂ [ug/m**3] - Grupo de Origem: Pampa Sul

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	85,48256	238806,00	6517673,00	185,40	0,00	185,40	17/08/2011, 12
MÊS	1º	0,12555	234806,00	6517673,00	165,90	0,00	204,00	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	71,19292	237806,00	6517673,00	187,50	0,00	187,50	17/08/2011, 12
MES	2º	0,07375	233806,00	6515673,00	160,00	0,00	160,00	30/04/2011, 24
1 HORA	3º	69,17528	237806,00	6517673,00	187,50	0,00	187,50	17/01/2011, 9
MES	3º	0,04157	233806,00	6518673,00	217,20	0,00	217,20	28/02/2011, 24
1 HORA	4º	61,15727	236806,00	6518673,00	171,30	0,00	171,30	05/11/2011, 11
MES	4º	0,04098	233806,00	6518673,00	217,20	0,00	217,20	30/09/2011, 24
ANC		0,01176	234806,00	6517673,00	165,90	0,00	204,00	

Resumo dos Resultados

CENÁRIO 2011 NO₂

CARGA 60%

Concentração de NO₂ [ug/m**3] – Grupo de Origem: CEN IV (CGTEE (A substituída, B adequada, fase D), UTE Seival, UTE Sul e UTE Pampa Sul)

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	135,05737	236806,00	6508673,00	213,00	0,00	213,00	07/03/2011, 10
MÊS	1º	0,29588	237806,00	6509673,00	244,40	0,00	244,40	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	134,86244	236806,00	6508673,00	213,00	0,00	213,00	11/05/2011, 12
MÊS	2º	0,18823	237806,00	6507673,00	229,40	0,00	229,40	30/04/2011, 24
1 HORA	3º	122,39641	239806,00	6509673,00	265,50	0,00	265,50	16/12/2011, 9
MÊS	3º	0,14356	236806,00	6510673,00	243,50	0,00	253,00	28/02/2011, 24
1 HORA	4º	120,70185	236806,00	6509673,00	235,60	0,00	235,60	28/02/2011, 9
MÊS	4º	0,11540	236806,00	6510673,00	243,50	0,00	253,00	31/07/2011, 24
ANO		0,02771	237806,00	6509673,00	244,40	0,00	244,40	

Resumo dos Resultados

CENÁRIO 2011 NO₂
RESOLUÇÃO ESPACIAL 500 METROS

Concentração de NO₂ [ug/m**3] – Grupo de Origem: CEN I (Fontes Atuais)

Período Médio	Classe	Pico	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Data do Pico, Hora de Início
1 HORA	1º	71,28988	243659,00	6507779,00	264,17	0,00	264,17	11/05/2011, 14
MÊS	1º	0,23106	243659,00	6507279,00	245,50	0,00	245,50	31/12/2011, 24
1 HORA	2º	66,39137	245659,00	6508279,00	205,00	0,00	205,00	16/12/2011, 9
MÊS	2º	0,10661	242659,00	6504779,00	242,80	0,00	248,00	30/04/2011, 24
1 HORA	3º	64,91073	245659,00	6509779,00	216,80	0,00	216,80	20/01/2011, 10
MÊS	3º	0,09000	243159,00	6508279,00	240,60	0,00	240,60	31/10/2011, 24
1 HORA	4º	63,81555	246159,00	6508779,00	237,25	0,00	237,25	01/02/2011, 10
MÊS	4º	0,06284	242659,00	6508279,00	265,40	0,00	265,40	31/07/2011, 24
ANO		0,02164	243659,00	6507279,00	245,50	0,00	245,50	

ANEXO IV

Dados da qualidade do Ar

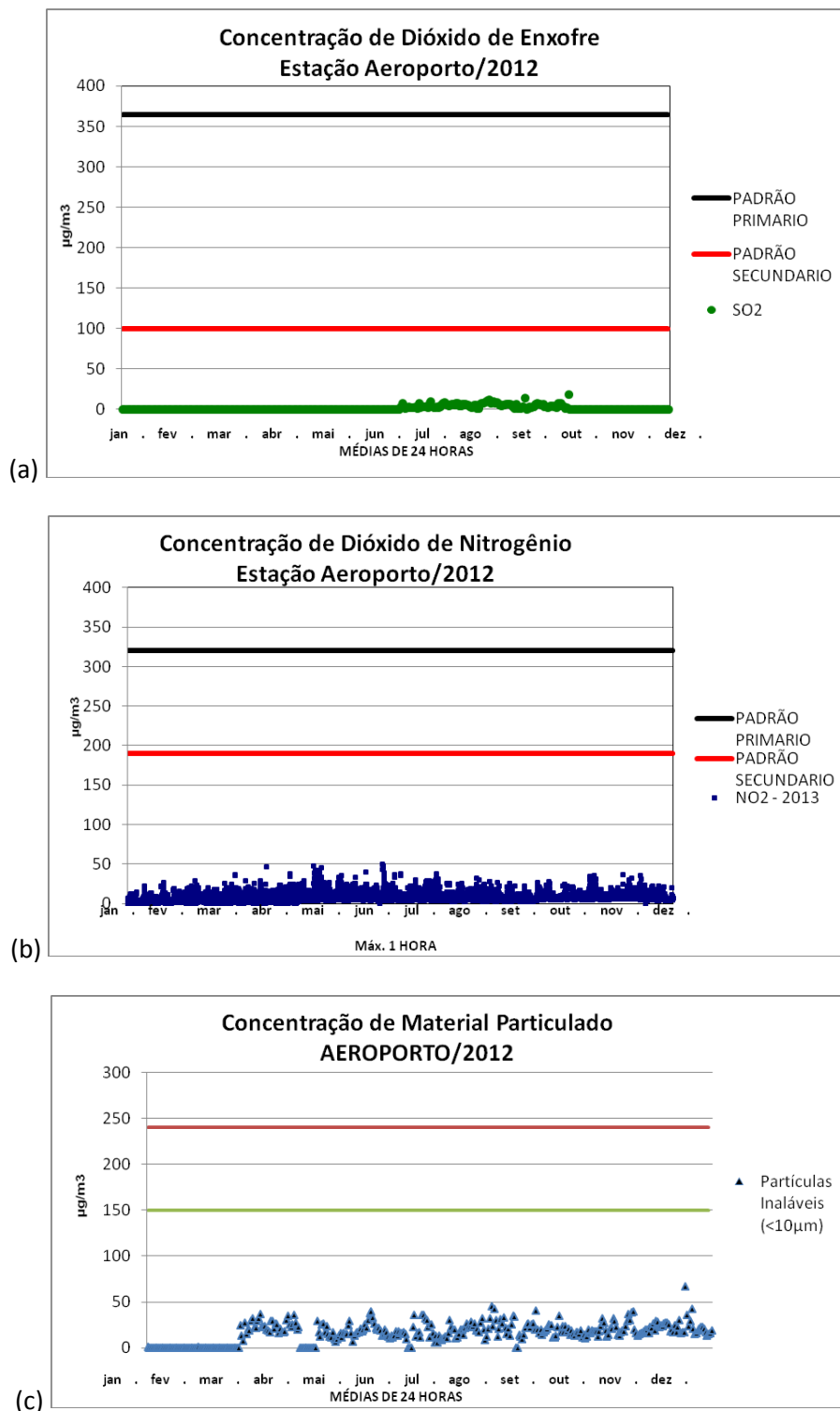


Figura IV.1: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalado no Aeroporto de Candiota-RS, para o ano de 2012, valores em µg/m³. (a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.

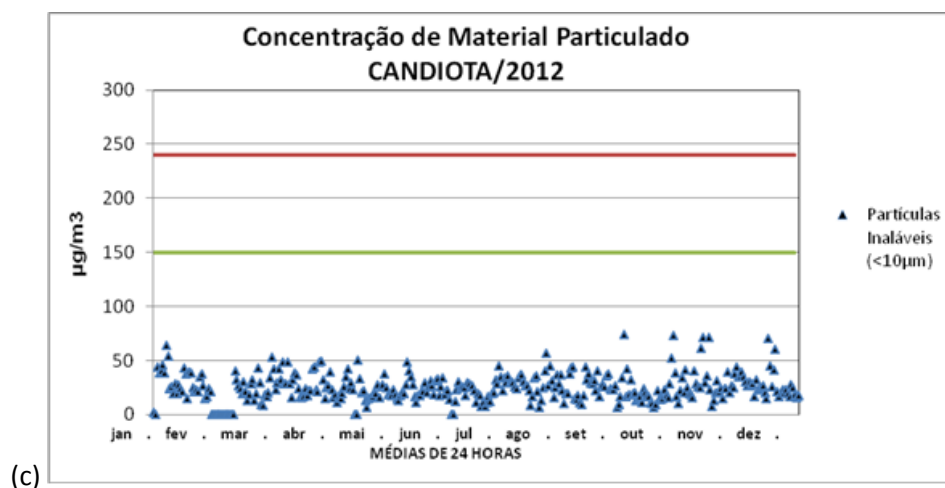
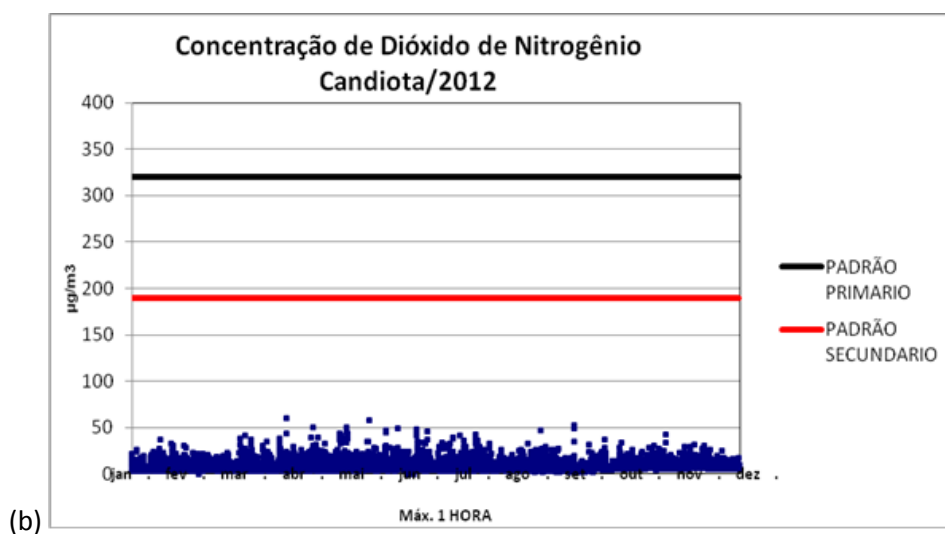
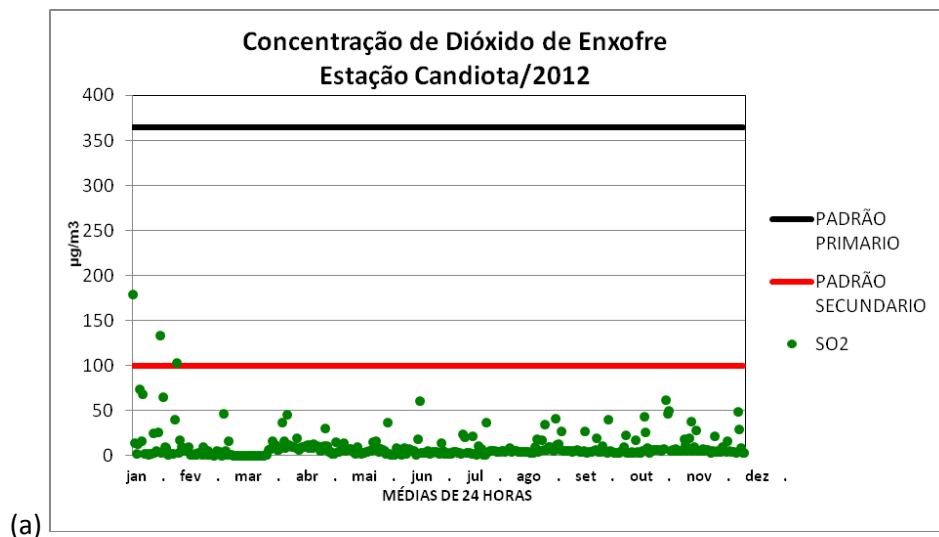
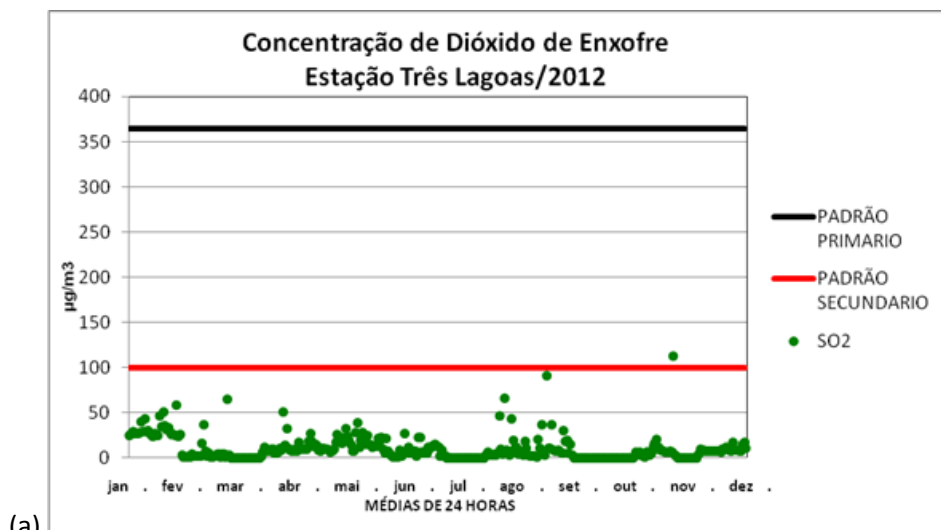
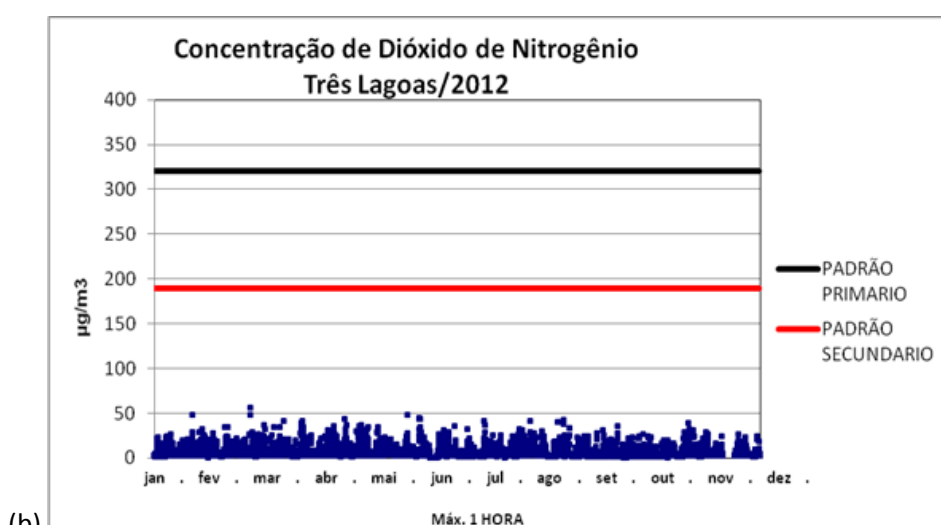


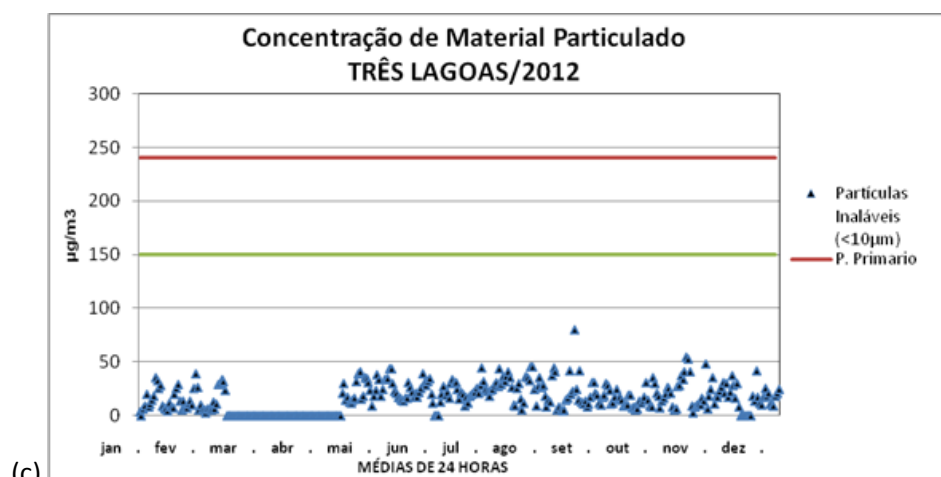
Figura IV.2: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalado na estação Candiota, para o ano de 2012, valores em $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.



(a)

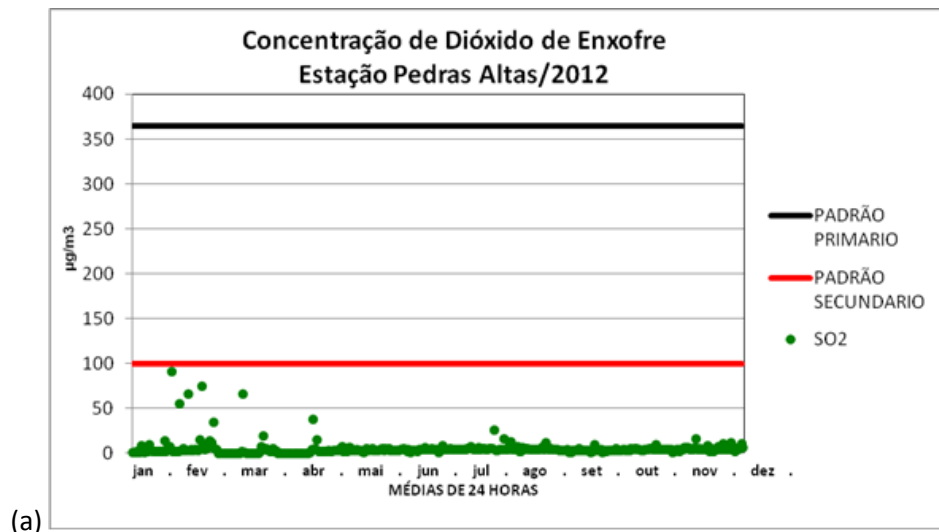


(b)

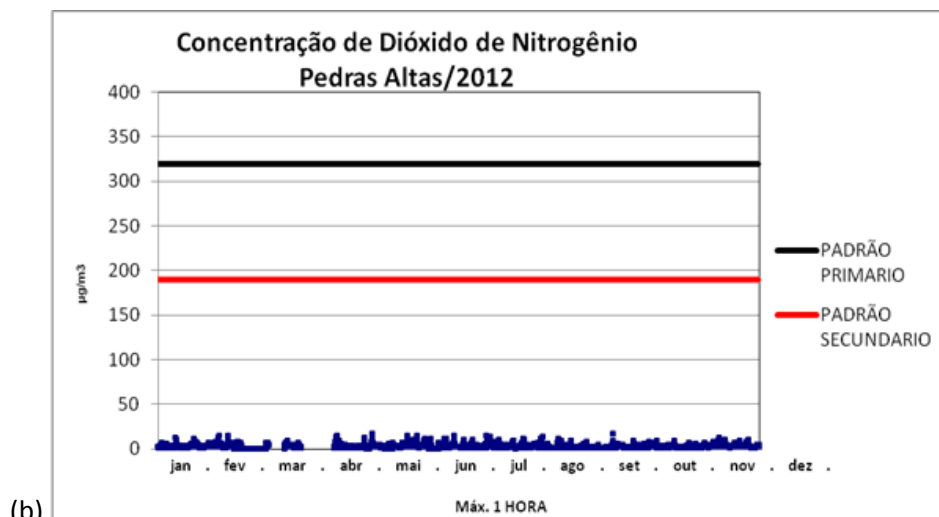


(c)

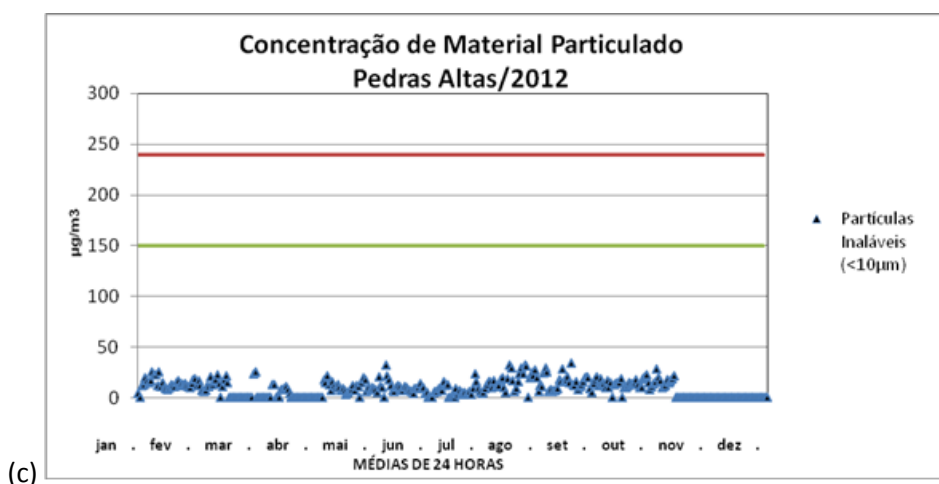
Figura IV.3: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalado na estação Três Lagoas, para o ano de 2012, valores em $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.



(a)



(b)



(c)

Figura IV.4: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalado na estação Pedras Altas, para o ano de 2012, valores em µg/m³.
(a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.

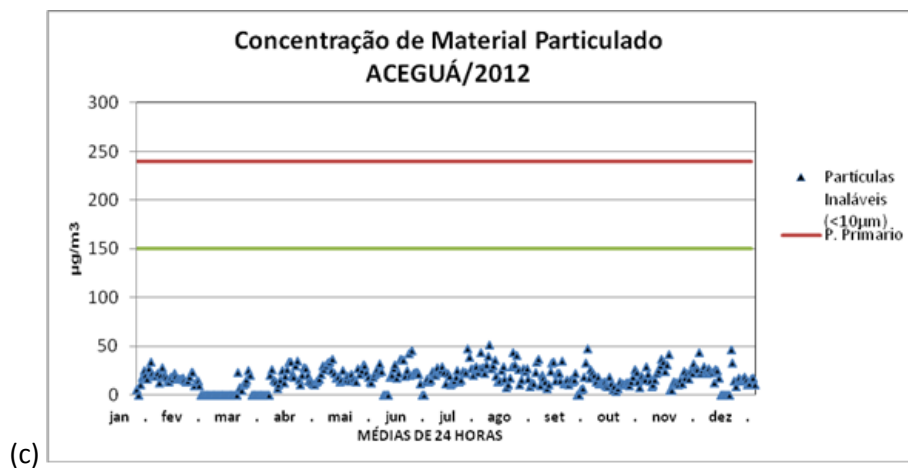
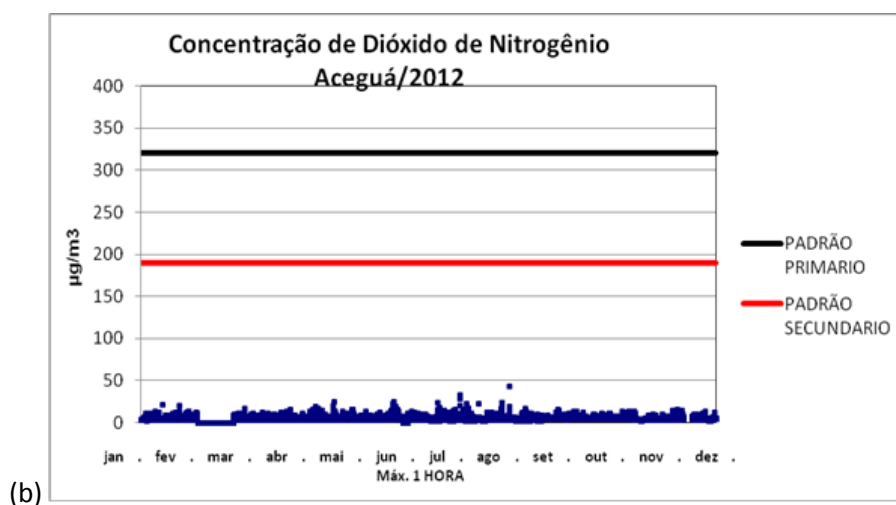
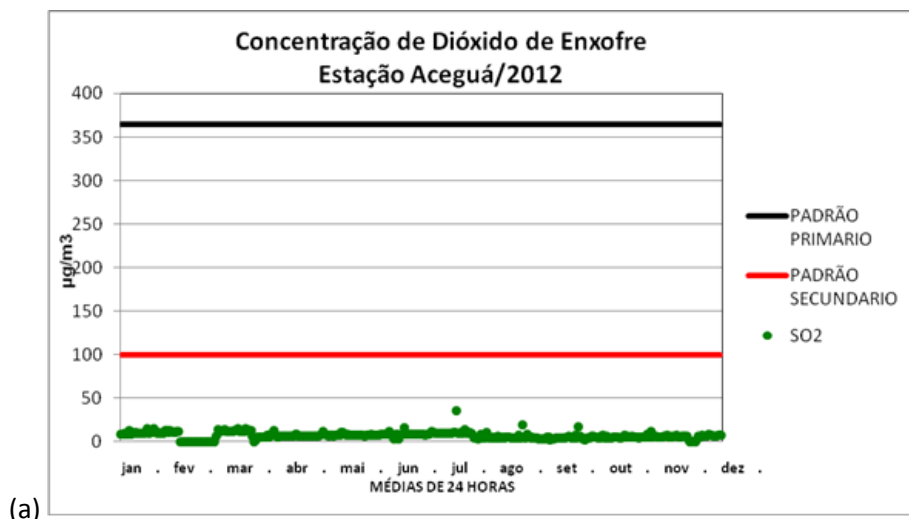


Figura IV.5: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalado na estação Aceguá, para o ano de 2012, valores em µg/m³. (a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.

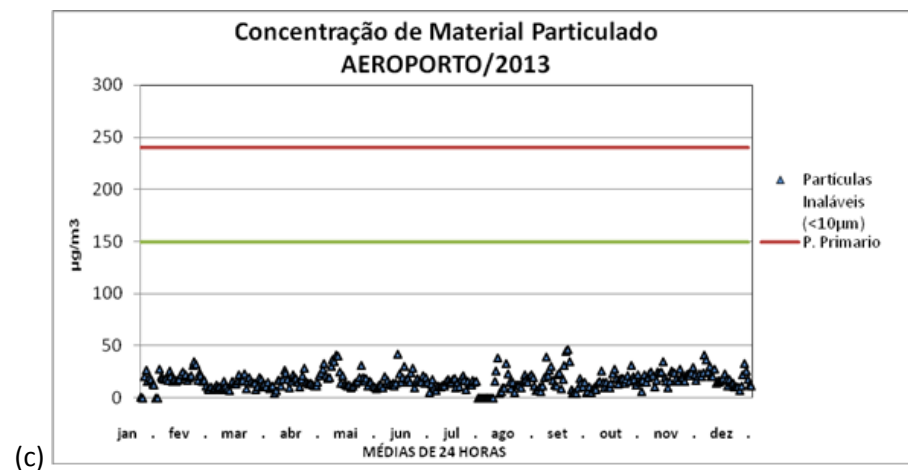
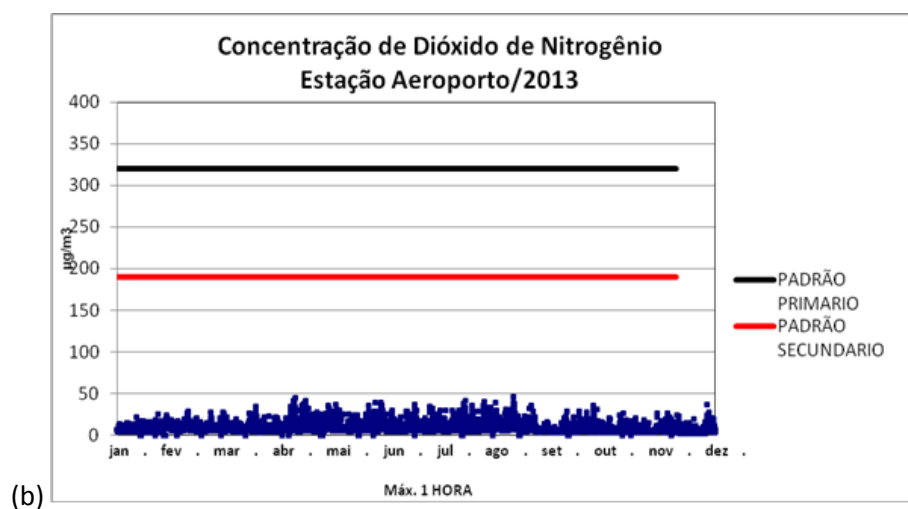
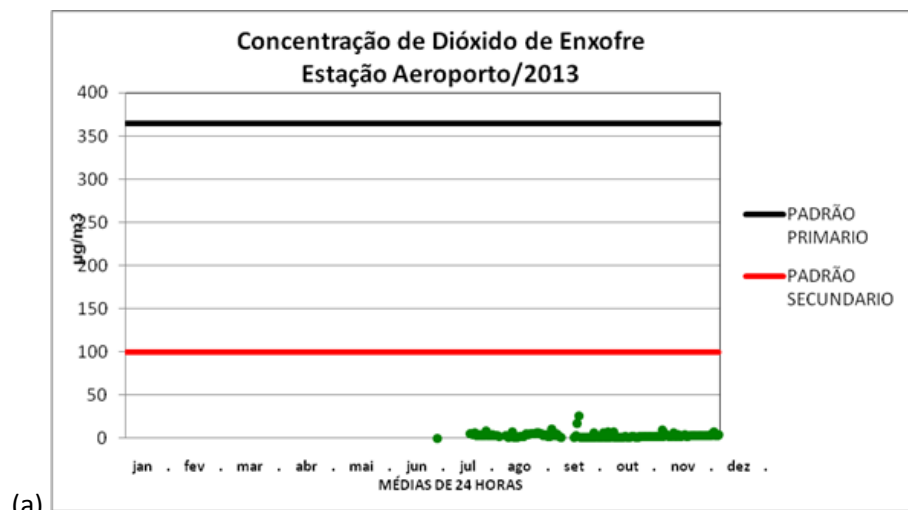


Figura IV.6: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalada na estação Aeroporto, para o ano de 2013, valores em µg/m³. (a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.

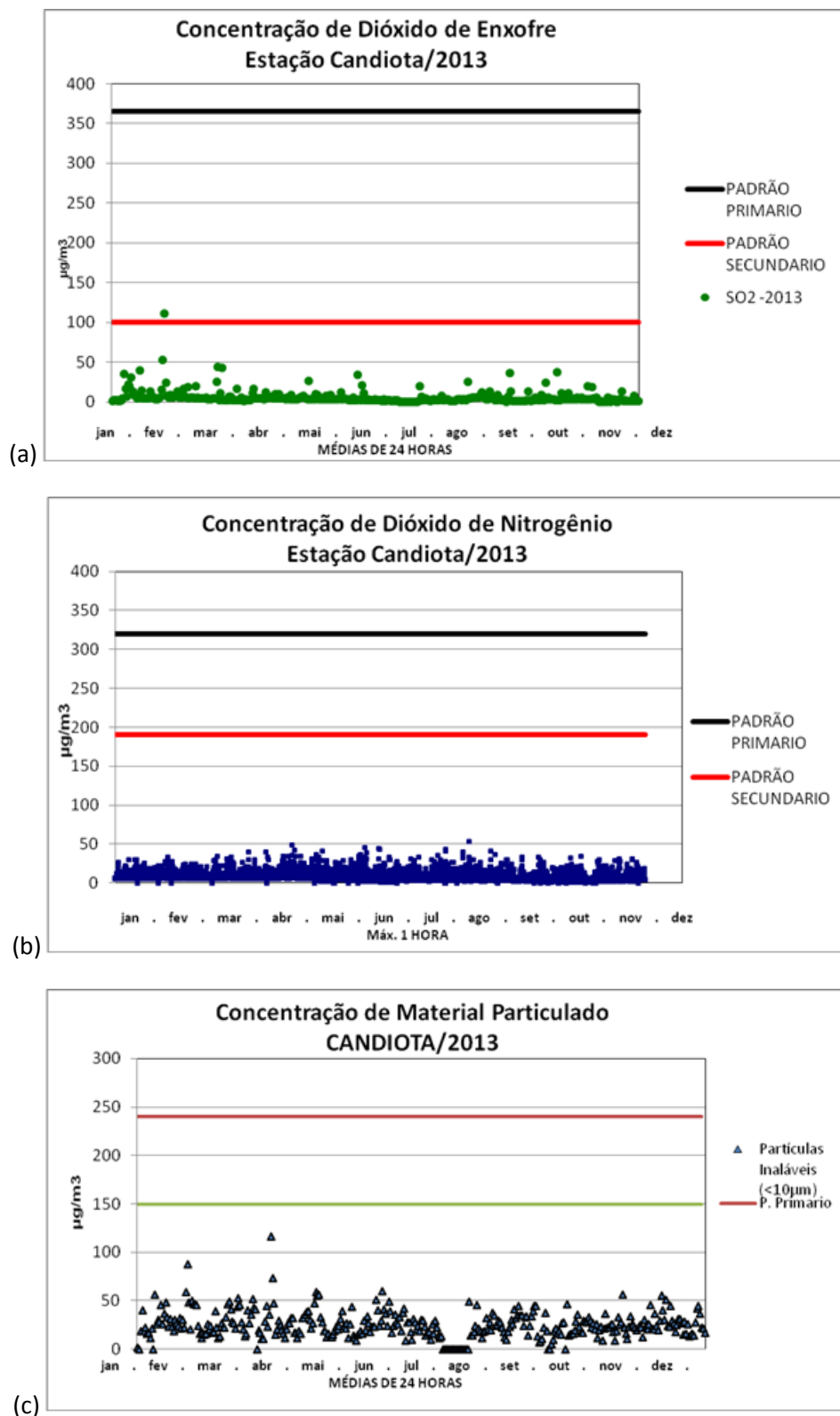


Figura IV.7: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalado na estação Candiota, para o ano de 2013, valores em µg/m³. (a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.

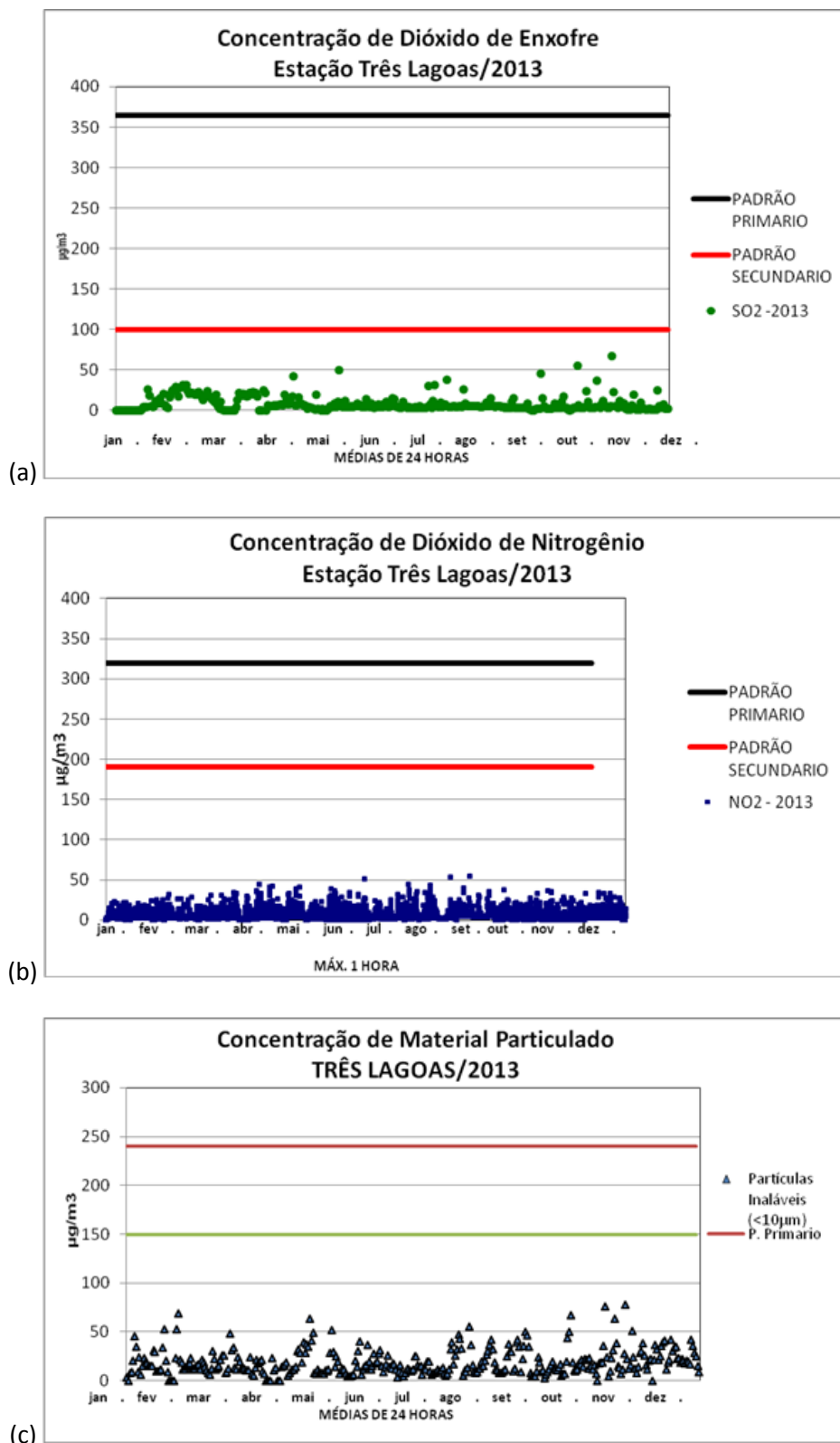
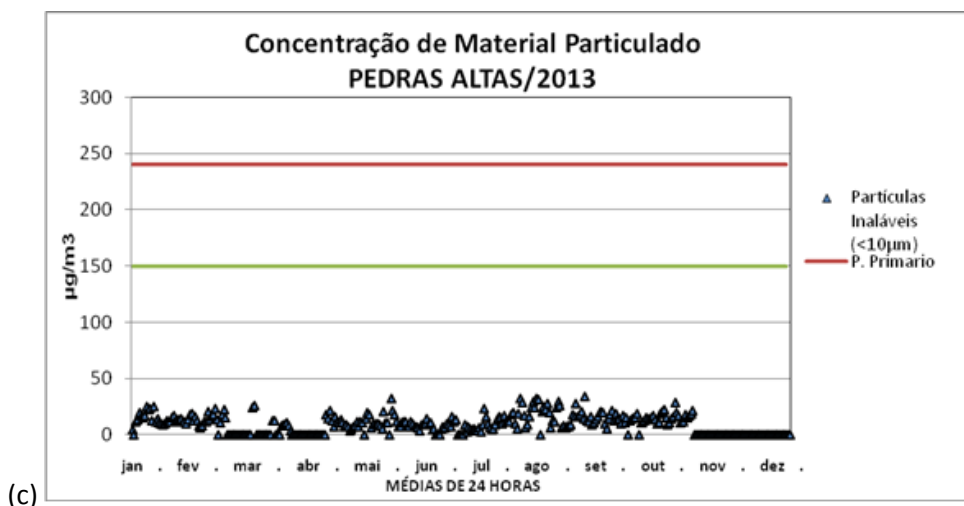
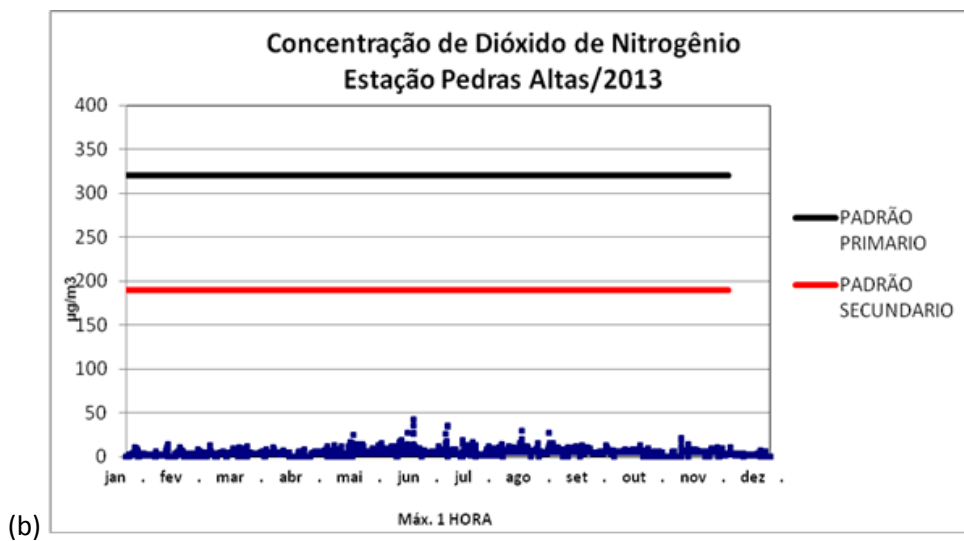
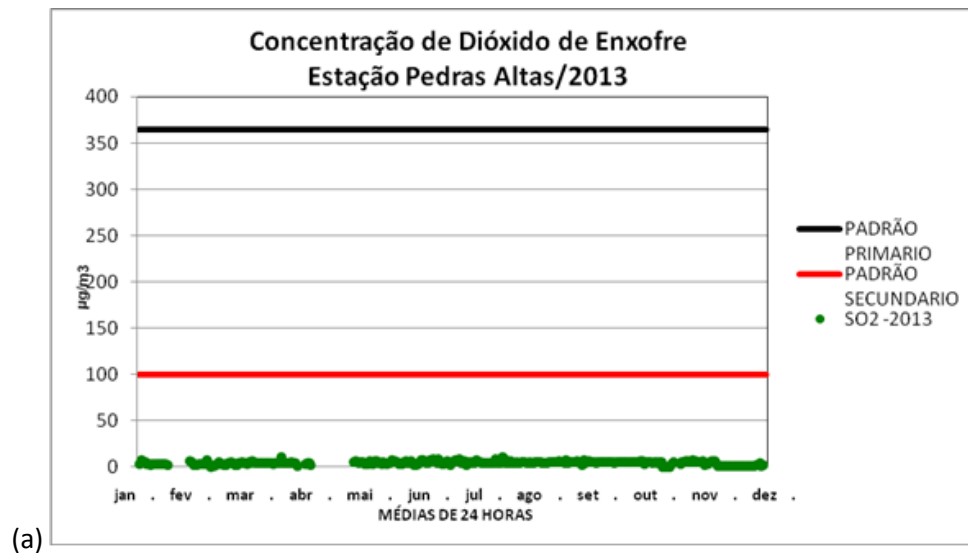


Figura IV.8: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalado na estação Três Lagoas, para o ano de 2013, valores em $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.



**Figura IV.9: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalada na estação Pedras Altas, para o ano de 2013, valores em $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
(a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.**

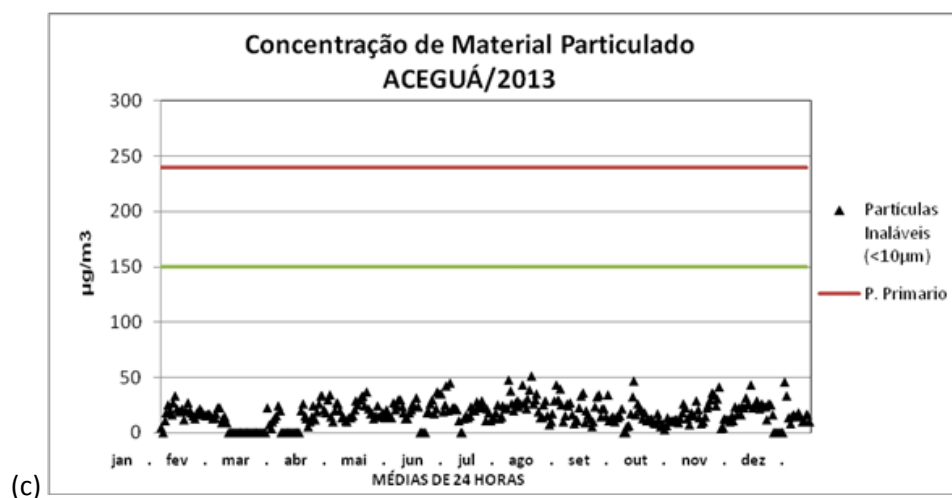
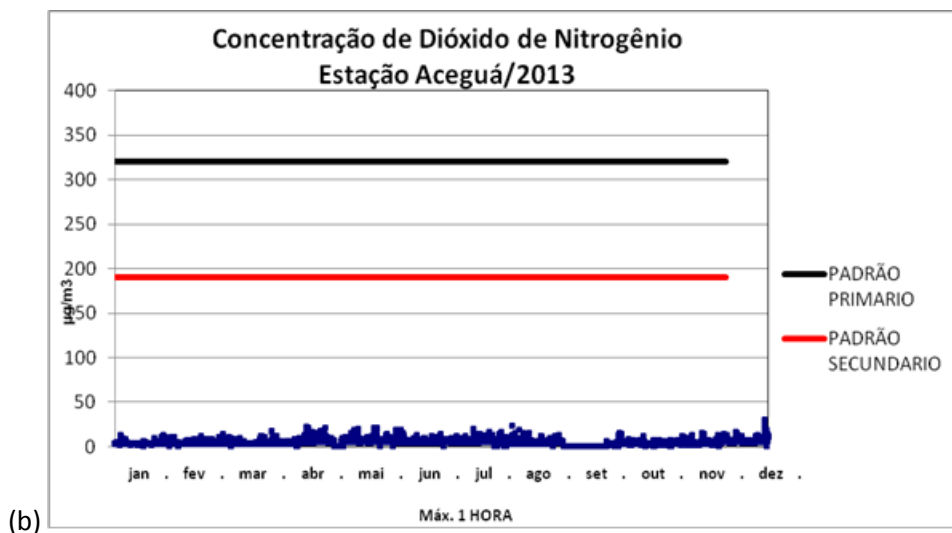
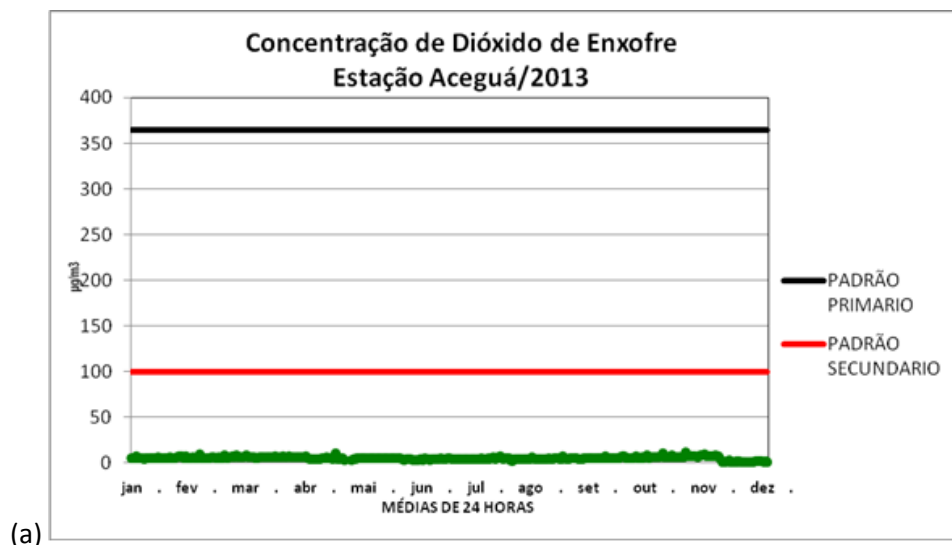


Figura 3.3: Concentração de poluentes amostrados na estação de monitoramento da qualidade do ar instalado na estação Aceguá, para o ano de 2013, valores em $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (a) dióxido de enxofre, (b) dióxido de nitrogênio e (c) material particulado.

ANEXO V

**Direção e intensidade dos Ventos: período
2009 – 2013. Gráficos mensais**

A seguir são apresentados os gráficos mensais de direção e intensidade predominantes dos ventos (rosa dos ventos), considerando o período 2009-2013.

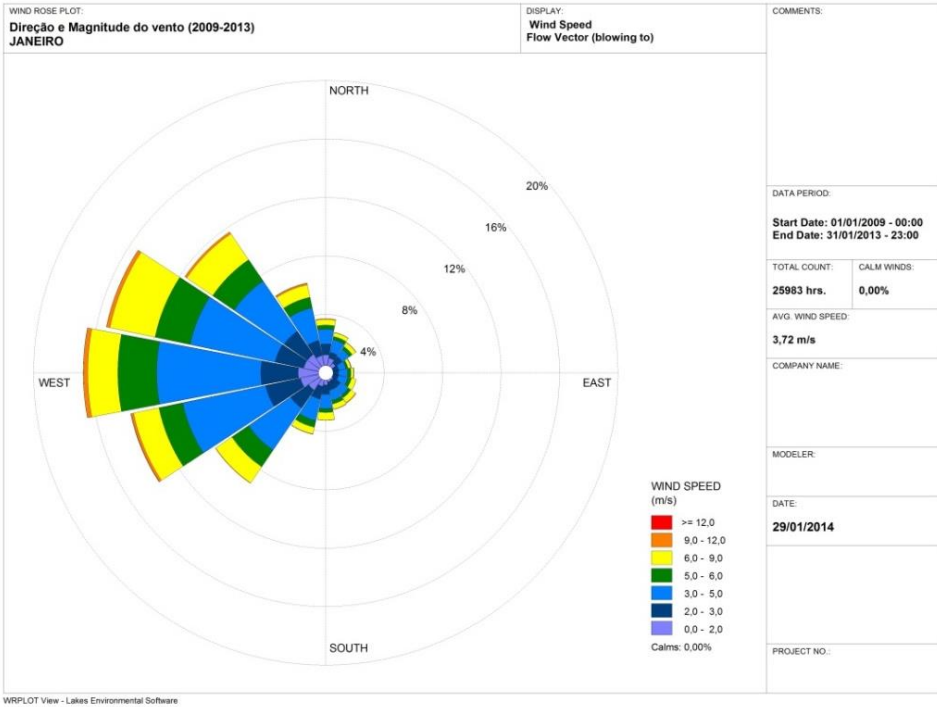


Figura VII.11 - Intensidade e direção predominantes do vento em Janeiro de 2009-2013.

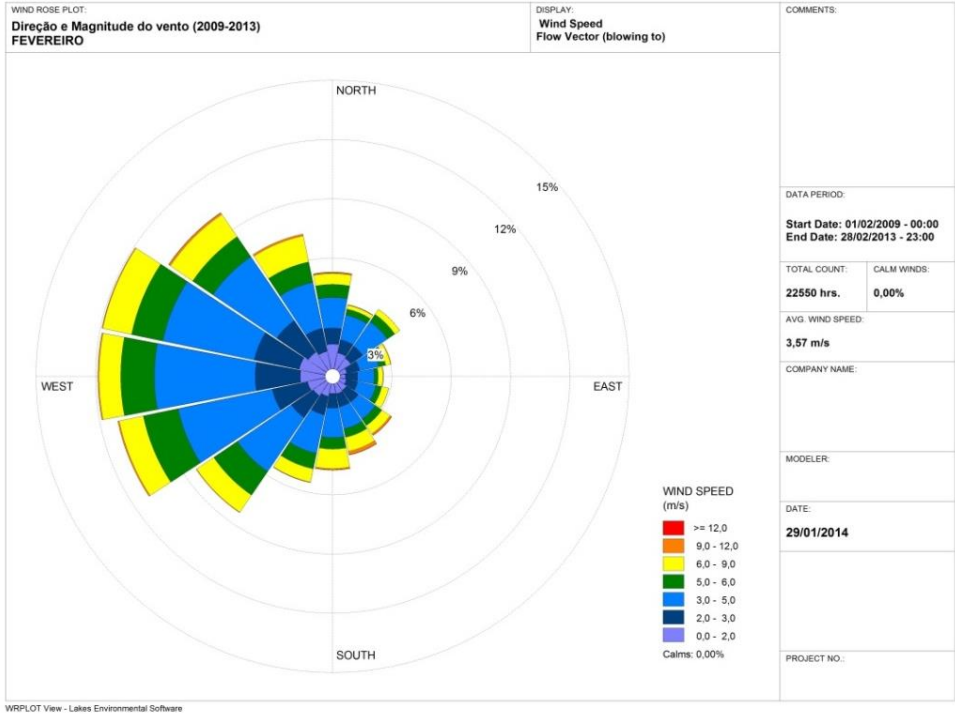


Figura VII.2 - Intensidade e direção predominantes do vento em Fevereiro de 2009-2013.

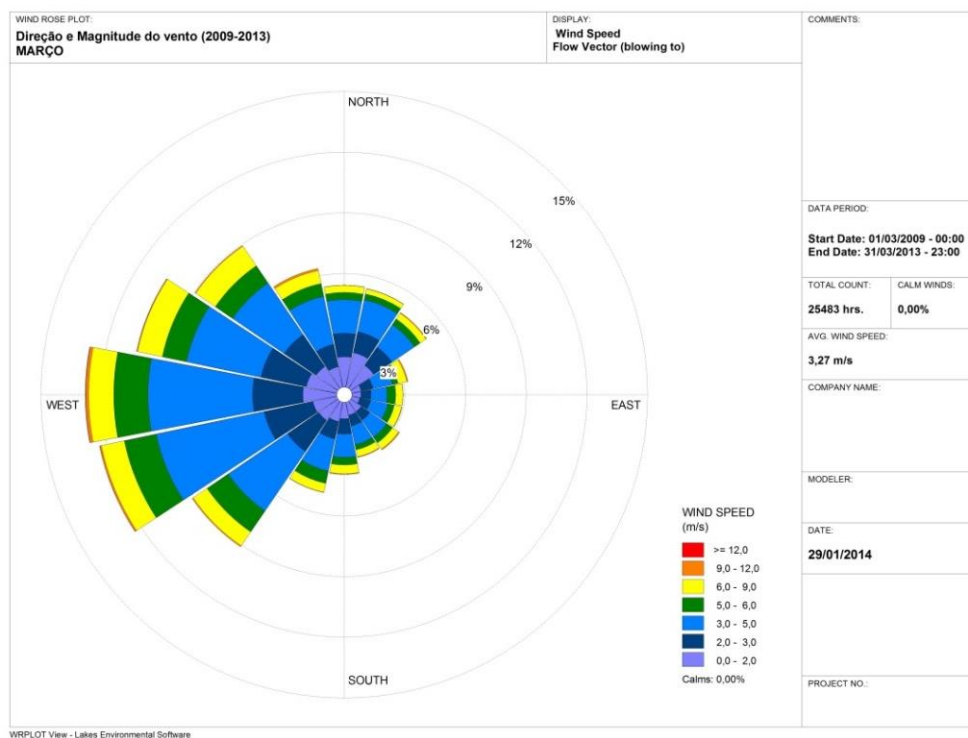


Figura VII.32 - Intensidade e direção predominantes do vento em Março de 2009-2013.

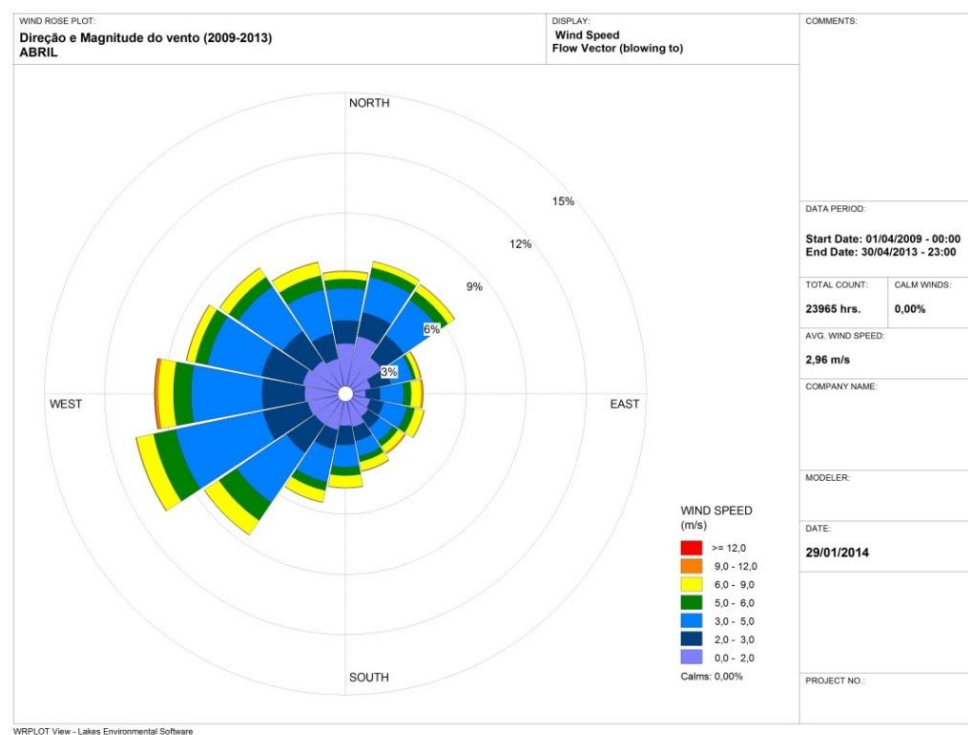


Figura VII.4 - Intensidade e direção predominantes do vento em Abril de 2009-2013.

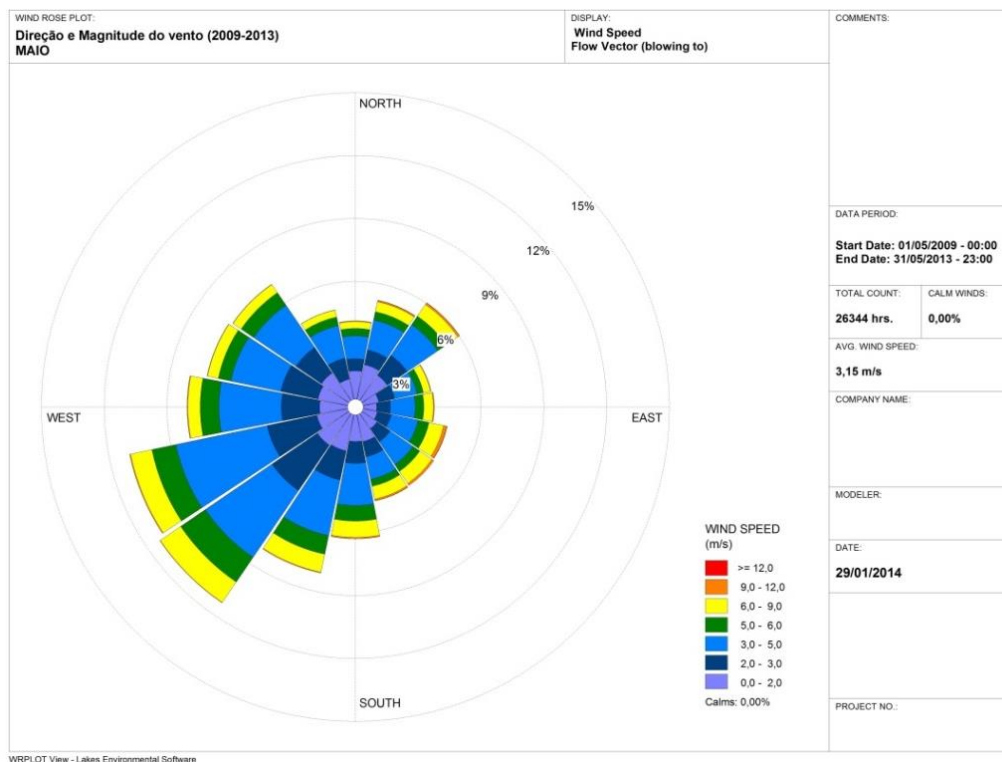


Figura VII.5 - Intensidade e direção predominantes do vento em Maio de 2009-2013.

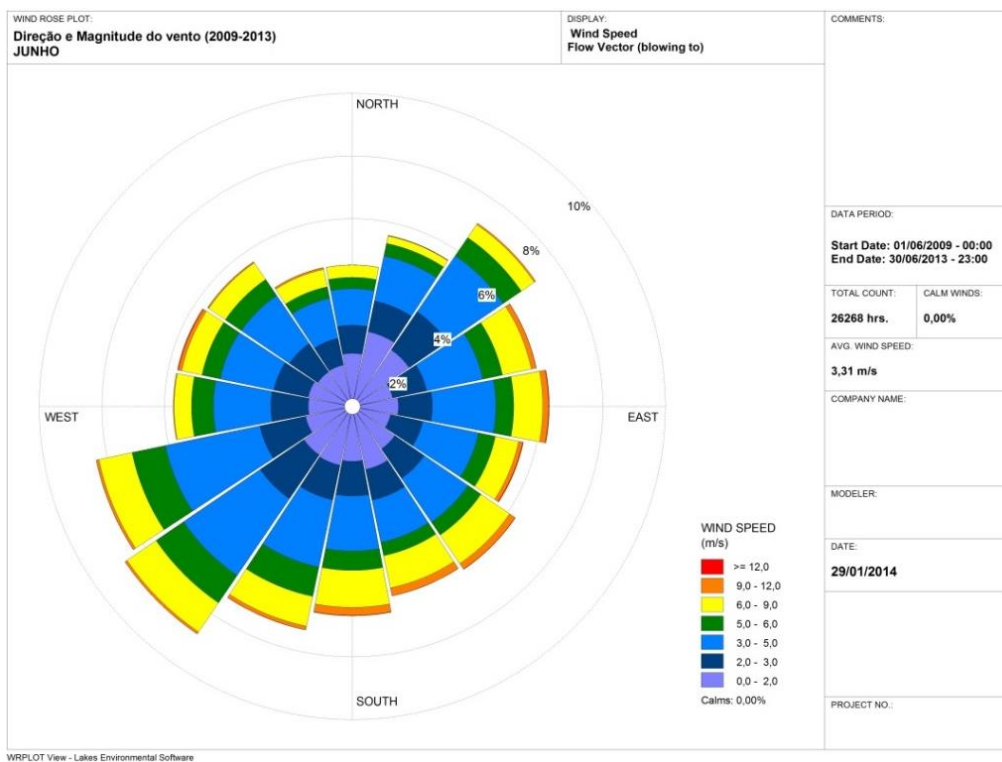


Figura VII.6 - Intensidade e direção predominantes do vento em Junho de 2009-2013

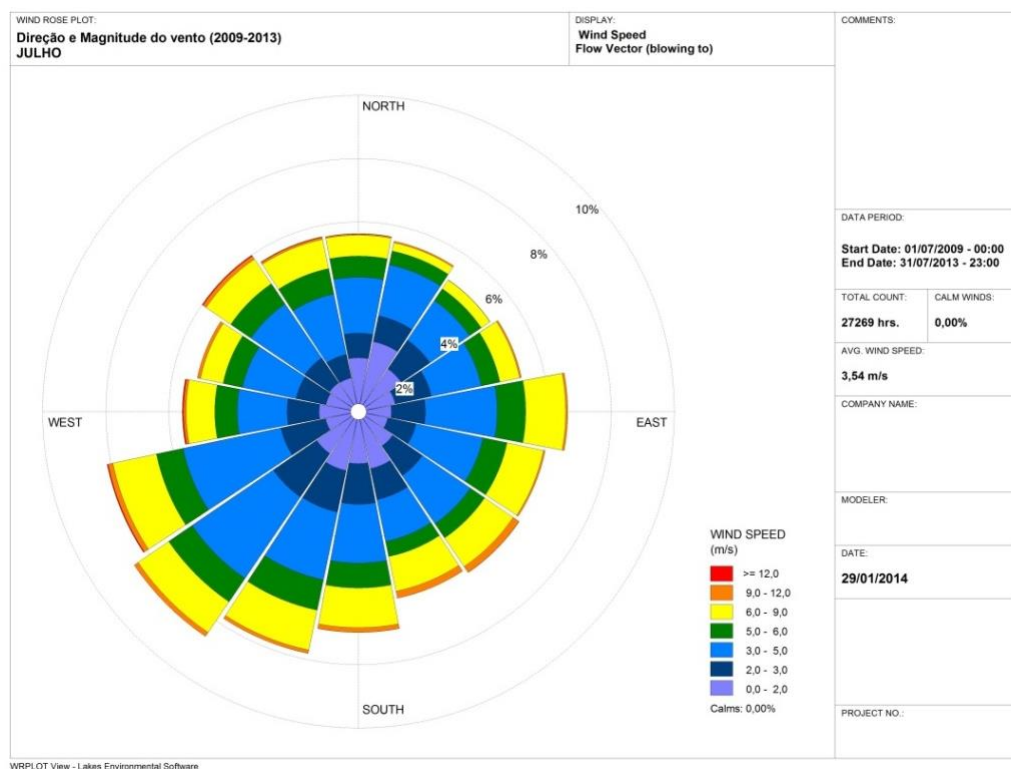


Figura VII.7 - Intensidade e direção predominantes do vento em Julho de 2009-2013.

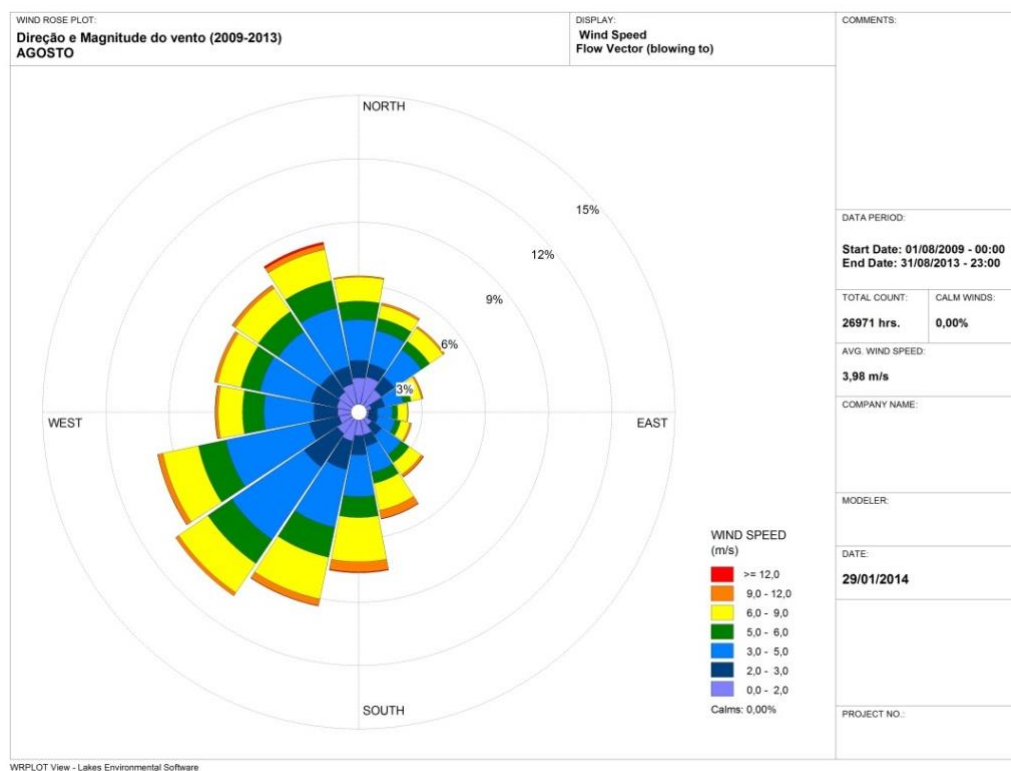


Figura VII.8 - Intensidade e direção predominantes do vento em Agosto de 2009-2013.

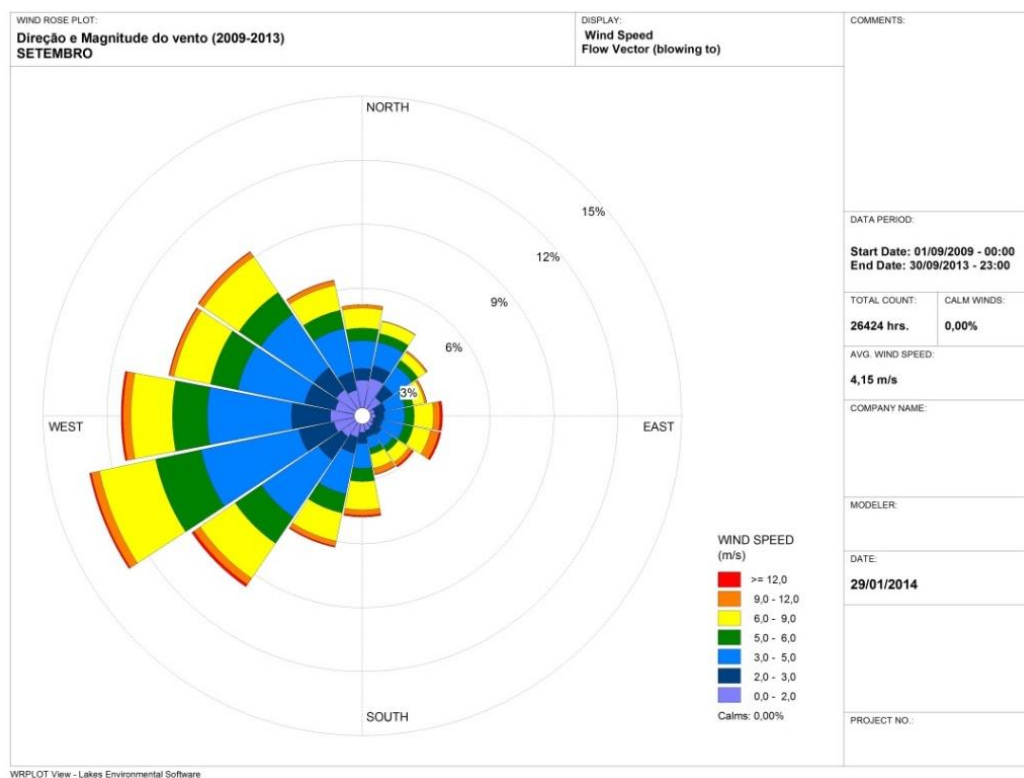


Figura VII.9 - Intensidade e direção predominantes do vento em Setembro de 2009-2013.

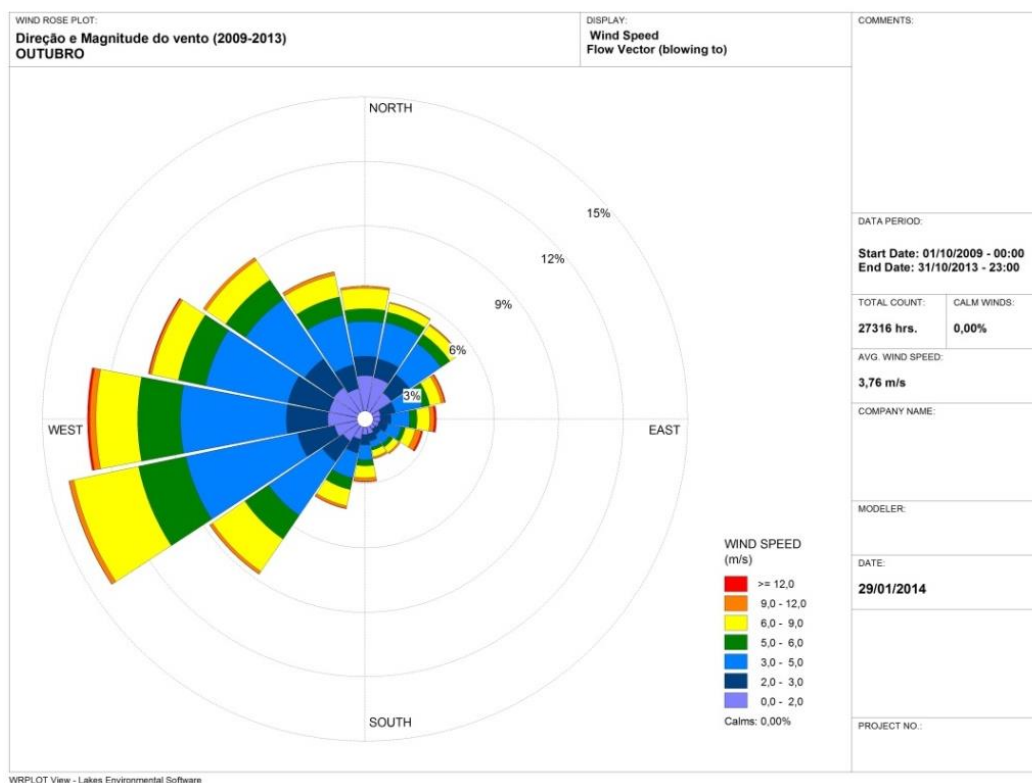


Figura VII.103 - Intensidade e direção predominantes do vento em Outubro de 2009-2013.

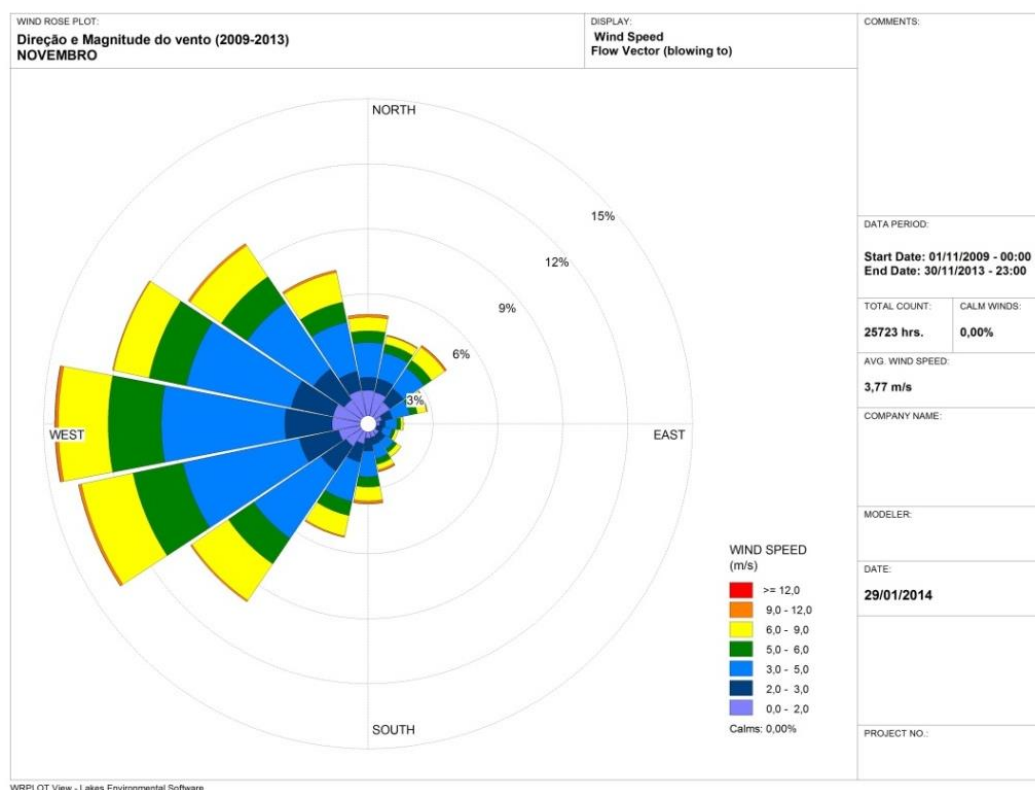


Figura VII.11 - Intensidade e direção predominantes do vento em Novembro de 2009-2013.

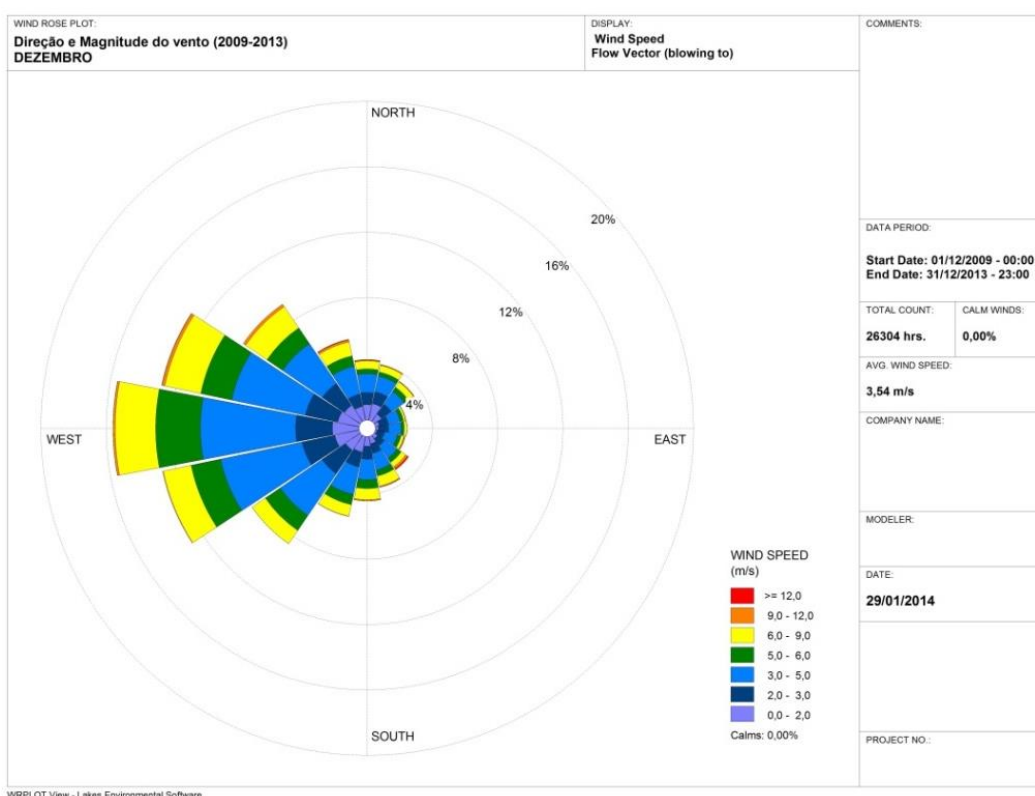


Figura VII.12 - Intensidade e direção predominantes do vento em Dezembro de 2009-2013.

ANEXO VI

**Sistemas climáticos atuantes em
25/01/2011**

Avaliação mais detalhada das condições atmosféricas atuantes no dia 25/01/2011 foi realizada com objetivo de se verificar o comportamento da pluma de poluentes de acordo com as condições meteorológicas que justifique este pico de concentração da ordem de $547 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

As Figura VI.1 a seguir mostram o comportamento das concentrações médias de 24 horas para o dia 25/01/2011.

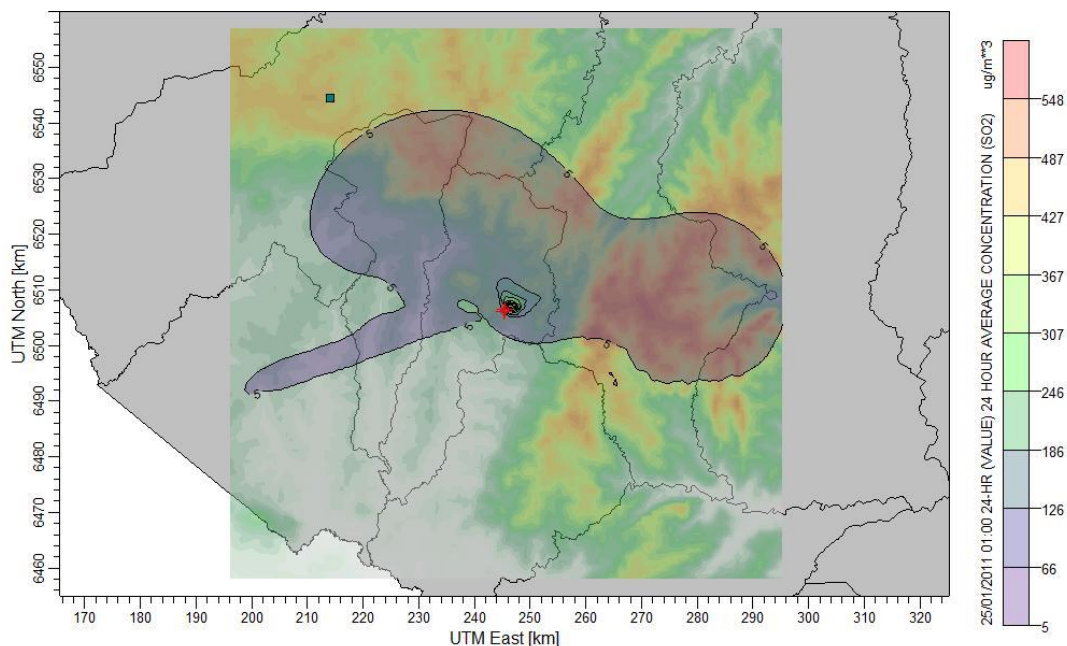


Figura VI.1 - Isolinhas de concentrações médias de 24 horas, para o poluente SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), calculadas pelo modelo CALPUFF, a legenda de cores indicam os valores médios, no fundo a representação da topografia da região, pontos vermelhos a localização das fontes de emissão da CGTEE.

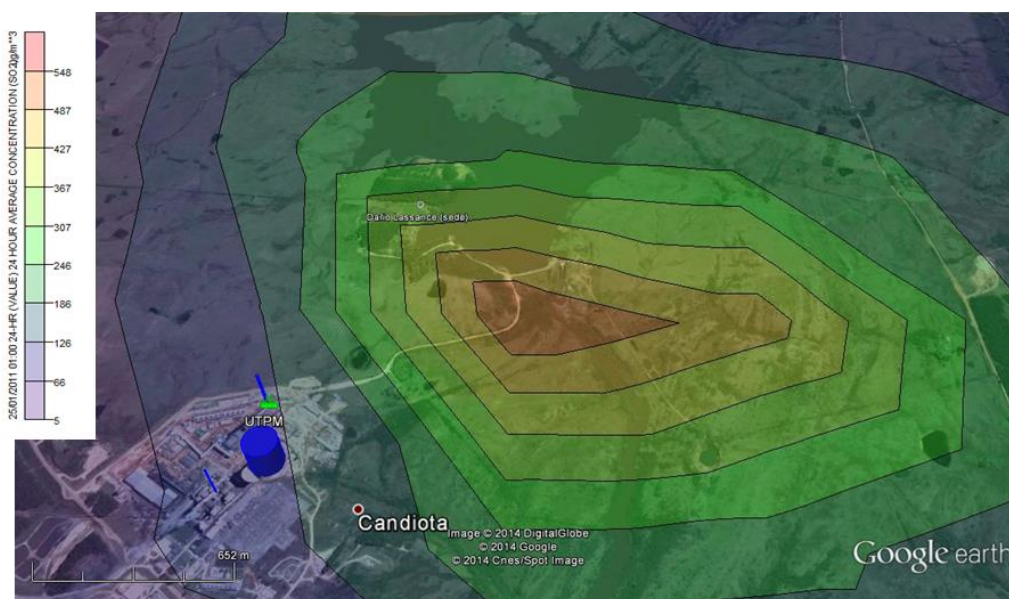
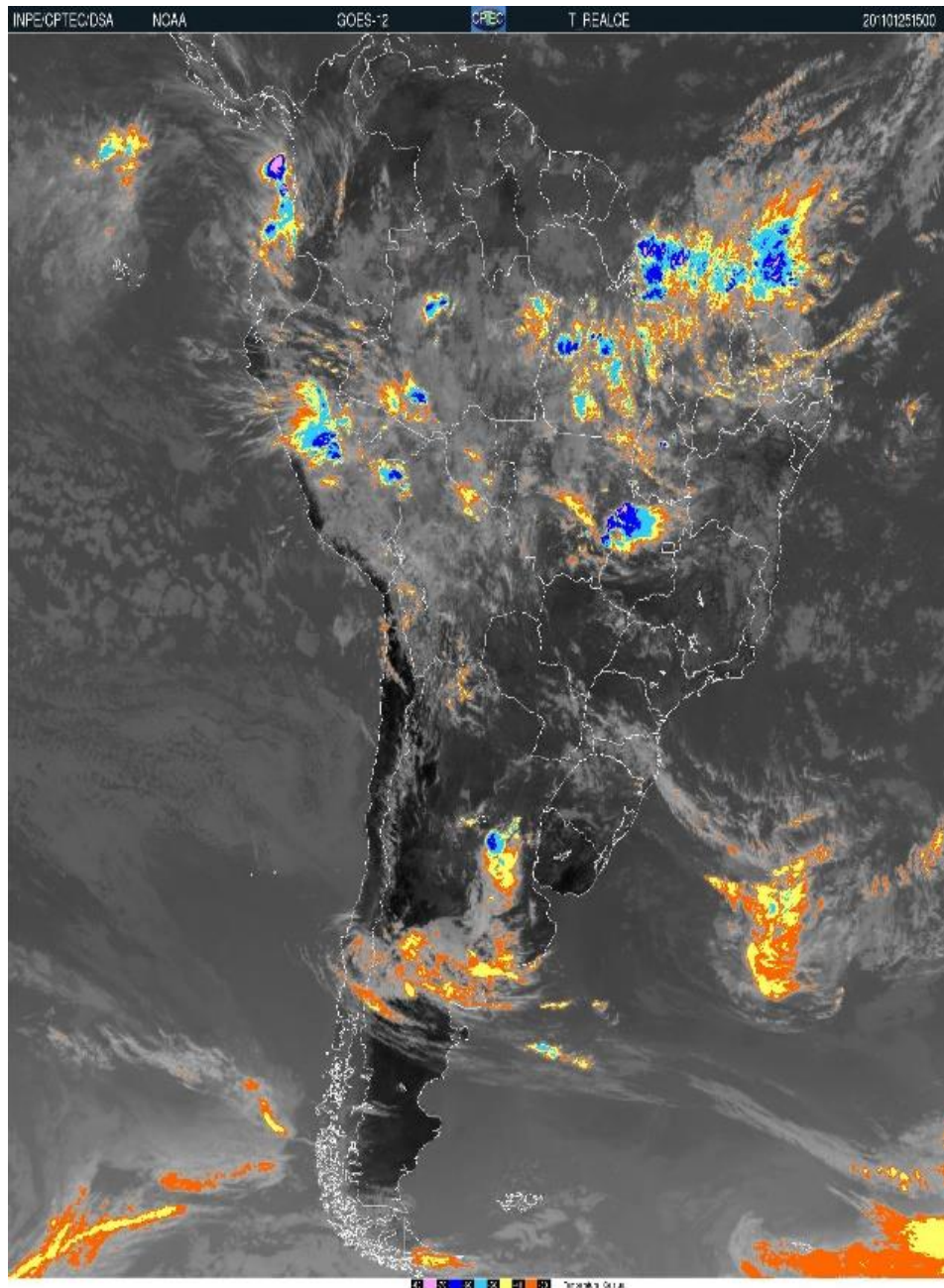


Figura VI.2. Isolinhas de concentração de SO_2 . 25/01/2011. Zoom mais próximo das fontes da UTPM.

É possível perceber pelas figuras que os máximos valores de concentrações se encontram próximos das fontes de emissão. Esse comportamento é típico da atuação de sistemas de alta pressão.

Nas superfície foi observadas atuação do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), explicada no item 3.1.8 do relatório. Estes sistemas são responsáveis por deixar a atmosfera com pouca nebulosidade, conforme observado nas imagens de satélites apresentadas (Figura VI.3).



Dia 25 de janeiro de 2011

Figura VI.3 Imagens realçadas do satélite GOES-12 do dia 25 de janeiro de 2011

ANEXO VII

**Relatório de dados faltantes: clima e
meteorologia**

Na Tabela VII.1 são apresentados de forma qualitativa os dados meteorológicos faltantes utilizados nas análises climatológicas.

Tabela VII.1 – Dados faltantes nas estações meteorológicas do INMET

Estação	Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEV
Caçapava do Sul	2009	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	2010	N	C	C	C	C	C	C	F	F	C	C	C
	2011	C	C	C	C	C	F	C	F	F	C	F	C
	2012	C	F	C	C	C	C	C	C	F	C	C	N
	2013	C	C	C	C	F	C	C	C	C	C	C	C
Canguçu	2009	N	C	C	C	C	F	F	C	C	C	C	C
	2010	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2011	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2012	C	F	C	C	C	C	C	C	F	C	C	C
	2013	C	C	C	C	C	C	C	F	C	C	C	C
Dom Pedrito	2009	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	2010	N	N	N	F	C	C	C	C	C	C	C	C
	2011	C	C	C	C	C	F	C	C	C	C	C	C
	2012	C	F	C	C	C	C	C	C	F	F	C	C
	2013	C	C	C	C	C	C	F	F	C	C	C	N
Jaguarão	2009	N	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2010	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2011	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2012	C	F	C	C	C	C	C	C	F	C	C	C
	2013	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	N
São Gabriel	2009	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	2010	N	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2011	C	C	C	C	C	F	C	C	C	C	C	C
	2012	C	F	F	C	C	C	C	C	F	C	C	N
	2013	C	C	C	C	F	C	C	C	C	C	N	N
Bagé	2009	S	F	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2010	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2011	C	C	C	C	C	C	C	F	C	C	C	C
	2012	C	F	C	C	C	C	C	C	F	C	C	C
	2013	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	N

Tipo de falha nos dados meteorológicos diários das estações meteorológicas utilizadas. Sem registro dos valores máximos e mínimos das variáveis, sem registro da temperatura do ponto de orvalho e rajada de vento (S); Sem dados (N); Mais de 10% de dados faltantes (F); Menos de 10% de dados faltantes (C). Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013.

Fonte: INMET

Nas Tabelas VII.2 até VII.7 são apresentados de forma quantitativa os dados meteorológicos faltantes nas estações meteorológicas de Caçapava do Sul, Canguçu, Bagé, São Gabriel, Jaguarão e Dom Pedrito.

Tabela VII.2. Número de dados meteorológicos horários faltantes na Estação de Caçapava do Sul; Sem dados (N). Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013. Fonte: INMET.

[illegible]

mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jun	535	546	546	535	546	546	535	546	546	535	546	546	543	543	550	538	541
jul	23	0	0	10	11	11	10	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0
ago	1	220	220	219	220	220	219	220	220	219	220	220	219	219	221	219	219
set	15	111	111	109	111	111	109	111	111	109	111	111	109	109	112	109	109
out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dez	24	3	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	0	0	3	0	0
2012																	
jan	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
fev	144	155	155	144	155	155	144	155	155	144	155	155	149	149	156	208	144
mar	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
abr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
ago	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
set	7	175	175	7	175	175	175	175	175	7	175	175	7	7	175	14	7
out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dez	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2013																	
jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mar	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
abr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mai	160	162	162	160	162	162	160	162	162	160	162	162	160	160	164	160	160
jun	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5
jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
set	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
dez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabela VII.3. Número de dados meteorológicos horários faltantes na Estação de Canguçu;
Sem dados (N). Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013. Fonte: INMET.**

Canguçu						
Temperatura (°C)	Umidade (%)	Pto. Orvalho (°C)	Pressão (hPa)	Vento (m/s)	Rad.	Prec.

Mês	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(km²)	(mm)
2009																	
jan	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
fev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mar	0	3	3	0	3	3	3	3	3	0	3	3	0	0	3	2	0
abr	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
mai	0	22	22	0	22	22	22	22	22	0	22	22	0	0	22	2	5
jun	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	90	90	90	62	62
jul	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	96	96	98	44	44
ago	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
set	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
out	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	5
nov	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
dez	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2010																	
jan	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
fev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mar	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1
abr	0	4	4	0	4	4	4	4	4	0	4	4	0	0	4	0	0
mai	0	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	0	9	0	0
jun	0	17	17	0	17	17	17	17	17	0	17	17	3	0	17	0	0
jul	0	30	30	3	26	30	30	30	30	0	30	30	3	1	30	0	3
ago	0	35	35	1	35	35	35	35	35	2	35	35	1	1	35	2	2
set	0	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	2	0	9	1	1
out	0	8	8	0	8	8	8	8	8	0	8	8	0	0	8	0	0
nov	0	9	9	0	9	9	9	9	9	0	9	9	0	0	9	0	0
dez	0	2	2	0	2	2	2	2	2	0	2	2	0	0	2	0	0
2011																	
jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mar	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
abr	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
mai	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
jun	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
jul	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
ago	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
set	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
out	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	7	7	6	6	7	6	5
nov	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
dez	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1
2012																	

2013

Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Rad.	Prec.
Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJm²)	(mm)

2009[illegible]

ago	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
set	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
out	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
nov	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
dez	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2010																	
jan	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
fev	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Mar	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
abr	543	546	546	543	546	546	544	546	546	543	546	546	598	598	600	543	0
mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ago	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
set	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dez	0	2	2	0	2	2	2	2	2	0	2	2	0	0	2	0	0
2011																	
jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
abr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jun	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	0
jul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
set	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	0
out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012																	
jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0
Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
abr	13	14	14	13	14	14	13	14	14	13	14	14	13	13	15	13	0
mai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jul	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	41	39	39
ago	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2

set	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	0
out	145	146	146	145	146	146	145	146	146	145	146	146	145	145	147	145	145
nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dez	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013																	
jan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
fev	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mar	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
abr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mai	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
jun	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
jul	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103	103
ago	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446	446
set	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	0
dez	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	743	N	N	N

[illegible]

[illegible]

abr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mai	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
jun	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
set	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dez	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	743	N	N	N

Tabela VII.6. Número de dados meteorológicos horários faltantes na Estação de São Gabriel; Sem dados (N). Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013. Fonte: INMET.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Tabela VII.7. Número de dados meteorológicos diários faltantes na Estação de Bagé; Sem dados (N). Período: janeiro de 2009 até dezembro de 2013. Fonte: INMET.

[illegible]

[illegible]

Nas Tabelas VII.8 até VII.12 são apresentados de forma quantitativa os dados meteorológicos faltantes nas estações meteorológicas de Aceguá, Aeroporto, Pedras Altas e ENEVA.

Tabela VII.8 - Falhas nos dados das estações meteorológicas das empresas.

Estação	Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ENEVA	2011	F	C	F	N	F	C	C	F	C	F	F	C
	2012	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2013	C	C	C	N	C	C	C	C	C	C	C	C
Aceguá	2011	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	2012	C	F	C	C	C	F	C	C	F	C	C	F
	2013	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Aeroporto	2011	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	2012	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	2013	C	C	C	C	F	C	C	C	C	C	C	C
Pedras Altas	2011	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	2012	C	F	F	F	F	F	C	C	C	F	F	N
	2013	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Tipo de falha nos dados meteorológicos diários das estações meteorológicas utilizadas. Sem registro dos valores máximos e mínimos das variáveis, sem registro da temperatura do ponto de orvalho e rajada de vento (S); Sem dados (N); Mais de 10% de dados faltantes (F); Menos de 10% de dados faltantes (C). Período: janeiro de 2011 até dezembro de 2013.

Fonte: CGTEE

Tabela VII.9. Número de dados meteorológicos diários faltantes na Estação de Aceguá; Sem dados (N). Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. Fonte: CGTEE.

Aceguá														
Mês	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Rad.	Prec.
	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJm²)	(mm)
2012														
jan	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
fev	552	N	N	552	N	N	552	N	N	552	552	N	552	552
mar	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
abr	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
mai	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	2
jun	77	N	N	77	N	N	77	N	N	77	77	N	77	77
jul	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	1
ago	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	1	N	0	2
set	75	N	N	75	N	N	75	N	N	75	75	N	75	75
out	22	N	N	22	N	N	22	N	N	22	22	N	22	22
nov	2	N	N	2	N	N	2	N	N	2	2	N	2	3
dez	122	N	N	122	N	N	122	N	N	122	122	N	122	122

2013														
jan	0	N	N	0	N	N	744	N	N	744	744	N	744	1
fev	24	N	N	24	N	N	696	N	N	696	696	N	696	25
mar	612	N	N	612	N	N	744	N	N	744	744	N	744	612
abr	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
mai	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
jun	107	N	N	693	N	N	693	N	N	693	693	N	107	108
jul	0	N	N	0	N	N	744	N	N	744	744	N	744	1
ago	0	N	N	0	N	N	744	N	N	744	744	N	744	0
set	0	N	N	0	N	N	720	N	N	720	720	N	0	1
out	3	N	N	3	N	N	744	N	N	744	744	N	3	4
nov	2	N	N	2	N	N	720	N	N	720	720	N	2	2
dez	1	N	N	1	N	N	733	N	N	733	733	N	1	2

**Tabela VII.10. Número de dados meteorológicos diários faltantes na Estação de Aeroporto;
Sem dados (N). Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. Fonte: CGTEE.**

Aeroporto														
Mês	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Rad.	Prec.
	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJm²)	(mm)
2012														
jan	5	N	N	5	N	N	5	N	N	5	5	N	5	5
fev	3	N	N	3			3			3	3	N	3	3
mar	1	N	N	1	N	N	1	N	N	1	1	N	1	274
abr	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
mai	204	N	N	204	N	N	204	N	N	204	204	N	204	204
jun	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
jul	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	704
ago	2	N	N	2	N	N	2	N	N	2	2	N	2	2
set	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	284
out	5	N	N	5	N	N	5	N	N	5	5	N	5	6
nov	5	N	N	5	N	N	5	N	N	5	5	N	5	6
dez	13	N	N	13	N	N	13	N	N	13	13	N	13	31
2013														
jan	5	N	N	5	N	N	5	N	N	5	5	N	5	5
fev	3	N	N	3	N	N	3	N	N	3	3	N	3	3
mar	1	N	N	1	N	N	2	N	N	1	1	N	1	274
abr	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
mai	204	N	N	204	N	N	204	N	N	204	204	N	204	263
jun	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
jul	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	704
ago	2	N	N	2	N	N	2	N	N	2	2	N	2	2
set	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	284
out	5	N	N	5	N	N	5	N	N	5	5	N	5	6
nov	5	N	N	5	N	N	5	N	N	5	5	N	5	6

dez	13	N	N	13	N	N	13	N	N	13	13	N	13	31
-----	----	---	---	----	---	---	----	---	---	----	----	---	----	----

Tabela VII.11. Número de dados meteorológicos diários faltantes na Estação de Pedras Altas; Sem dados (N). Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013. Fonte: CGTEE.

Pedras Altas														
Mês	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Rad.	Prec.
	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJm²)	(mm)
2012														
jan	0			0			0			0	0		0	0
fev	272			272			272			272	272		272	272
mar	468			468			468			468	468		468	468
abr	377			377			377			377	377		377	377
mai	112			112			112			112	112		112	112
jun	154			154			154			154	154		154	154
jul	40			40			40			40	40		40	40
ago	65			65			65			63	64		63	65
set	31			31			31			31	31		31	31
out	90			90			90			90	90		90	90
nov	562			561			562			561	561		561	561
dez	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Mês	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Rad.	Prec.
	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJm²)	(mm)
2012														
jan	0			0			0			0	0		0	0
fev	272			272			272			272	272		272	272
mar	468			468			468			468	468		468	468
abr	377			377			377			377	377		377	377
mai	112			112			112			112	112		112	112
jun	154			154			154			154	154		154	154
jul	40			40			40			40	40		40	40
ago	65			65			65			63	64		63	65
set	31			31			31			31	31		31	31
out	90			90			90			90	90		90	90
nov	562			561			562			561	561		561	561
dez	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Tabela VII.12. Número de dados meteorológicos diários faltantes na Estação da ENEVA; Sem dados (N). Período: janeiro de 2012 até dezembro de 2013.

ENEVA														
Mês	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Rad.	Prec.
	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Inst	Máx.	Mín.	Vel.	Dir.	Raj.	(kJm²)	(mm)
2011														
jan	252	N	N	251	N	N	251	N	N	251	251	N	251	251

fev	16	N	N	23	N	N	21	N	N	23	23	N	23	23
mar	4223	N	N	423	N	N	423	N	N	423	423	N	423	423
abr	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
mai	477	N	N	477	N	N	477	N	N	477	477	N	477	477
jun	53	N	N	53	N	N	53	N	N	53	53	N	53	53
jul	60	N	N	60	N	N	60	N	N	60	60	N	60	61
ago	145	N	N	145	N	N	145	N	N	145	145	N	145	146
set	45	N	N	45	N	N	45	N	N	45	45	N	45	45
out	198	N	N	198	N	N	198	N	N	198	198	N	198	198
nov	263	N	N	263	N	N	263	N	N	263	263	N	263	263
dez	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
2012														
jan	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
fev	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
mar	31	N	N	31	N	N	31	N	N	31	31	N	31	31
abr	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
mai	13	N	N	13	N	N	13	N	N	13	13	N	13	14
jun	9	N	N	9	N	N	9	N	N	9	9	N	9	9
jul	6	N	N	6	N	N	6	N	N	6	6	N	6	7
ago	13	N	N	13	N	N	13	N	N	13	13	N	13	14
set	31	N	N	31	N	N	31	N	N	31	31	N	31	31
out	29	N	N	29	N	N	29	N	N	29	29	N	29	31
nov	0	N	N	0	N	N	27	N	N	27	27	N	27	0
dez	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
2013														
jan	0	N	N	0		N	0	N	N	0	0	N	0	0
fev	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	1	0
mar	12	N	N	12	N	N	12	N	N	12	0	N	12	12
abr	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
mai	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
jun	9	N	N	9	N	N	9	N	N	9	9	N	9	9
jul	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	6	0
ago	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	8	0
set	3	N	N	3	N	N	3	N	N	3	3	N	18	3
out	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
nov	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0
dez	0	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	N	0	0

ANEXO VIII

Memórias de Reunião

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		23/08/2013
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 11.5 Participantes EPE: Edna Xavier, Guilherme Salgado, Mariana Barroso, Ana Dantas, Alfredo Silva, André Barreto, Fabrini Galo e Cristina Falcão. Participantes IBAMA: Rafael Macêdo e Thomaz Toledo. Participantes MME: Juliette Monsã, Rita Silva, Jonatas Trindade, Luiz Pinto, Clícilene Martins e Leonardo Póvoa.		Página 1 de 3

Após apresentações iniciais, Rafael Macedo fez uma contextualização da região de Candiota e do termo de referência para o estudo, os tópicos abordados foram:

- 80% do carvão brasileiro está na região sul do país e, em algum momento, agora ou no futuro esse recurso deve ser aproveitado;
- Além da poluição atmosférica, outro problema ambiental na região é a drenagem ácida devido à mineração do carvão (pirita);
- Inicialmente os empreendimentos termelétricos eram licenciados pela FEPAM, porém pela possibilidade de impactos em países vizinhos (Uruguai) o IBAMA passou a ser licenciador;
- Lista de UTE's a carvão licenciadas ou em licenciamento na região de Candiota/RS.
 - CGTEE: Fases A e B, TAC;
 - Seival: Inicialmente projeto era da COPELMI, foi transferido para a Tractebel e agora está com a MPX. Obteve LI e entrará no próximo leilão;
 - MPX Sul: Obteve LP, porém não deve entrar no próximo leilão;
 - Star Energy: Projeto aparentemente inativo;
 - CGTEE: Fase D sítio próximo a Candiota, tecnologia mais moderna, leito fluidizado;
- Candiota I: Está desativada e será convertida em Espaço Cultural;
- Candiota II: AI e AII, BIII e BIV, aditamento do TAC em assinatura, processo demorado;
- Candiota III: Emissões e operação flutuaram bastante em 2011, o que foi melhorado após manutenção prevista após 1 ano de operação.
- Estudos Realizados na região:
 - 1997: JICA (Japan International Cooperation Agency), 1ª malha de monitoramento da qualidade do ar (automático e passivo);
 - 2004: Devido a questionamentos do Uruguai, a FEPAM e outros órgãos realizaram um estudo de avaliação geral da região, não só da qualidade do ar, mas também recursos hídricos e biodiversidade;
 - 2006 e 2011: UFSM – Teses e dissertações.
- Necessária reavaliação da modelagem e da rede de monitoramento;
- Apresentação de imagens com localização das usinas existentes e das em licenciamento, as vilas próximas e estações de monitoramento de qualidade do ar.
- Apresentação da rosa dos ventos com a direção predominante dos ventos NE;
- As estações que apresentam maior incidência de violações são a EQA3 Três Lagoas (devido à direção do vento) e a EQA2 Candiota (mais próxima da UTPM);
- Apresentação das isolinhas de concentração de SO₂ da região, com ênfase nos pontos de maior concentração (próximo à vila de Candiota, sede);

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		23/08/2013
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 11.5 Participantes EPE: Edna Xavier, Guilherme Salgado, Mariana Barroso, Ana Dantas, Alfredo Silva, André Barreto, Fabrini Galo e Cristina Falcão. Participantes IBAMA: Rafael Macêdo e Thomaz Toledo. Participantes MME: Juliette Monsã, Rita Silva, Jonatas Trindade, Luiz Pinto, Clícilene Martins e Leonardo Póvoa.		Página 2 de 3

- AERMOD: Calibração do modelo está adequada, é usado no campo próximo, até 25 km;
- Apresentação de gráficos de geração das fases A e B: Muito oscilante;
- Apresentação de gráficos de geração da fase C: Oscilou bastante no primeiro ano. As emissões de SO₂ médio, com e sem FGD, estavam acima dos padrões, após a revisão houve melhora;
- A dificuldade de enquadramento das emissões de SO₂ está ligada a baixa qualidade do cal fornecido. A tecnologia de leito fluidizado é melhor, pois usa calcário e há recirculação;
- Programa de monitoramento da saúde: Faltam dados, as séries históricas são muito curtas para avaliação;
- A região apresenta um clima muito variável. Há episódios de altas temperaturas e outros de muito frio e serração, que contribui para a deposição úmida;
- Apresentação do TR:
 - Informações preliminares de dados do empreendimento;

De acordo com Edna o presente TR apresenta tópicos muito específicos para licenciamento de uma unidade termelétrica e que o objetivo do estudo é mais abrangente. Foi destacado que muitos dos dados necessários não estarão disponíveis, e que, por esse motivo, será preciso estabelecer premissas embasadas na literatura;

Seguiram-se as discussões dos tópicos do TR, debatendo-se quais seriam relevantes para o estudo em questão.

Guilherme destacou o grande número de cenários gerados a partir da combinação das variáveis propostas no TR atual, uma vez que além dos cenários de condições operacionais, também haverá alternativas de composição do parque gerador. Uma grande quantidade de cenários tornaria a avaliação muito complexa e demorada, dificultando a análise dos resultados.

Thomaz concordou que talvez seja preciso fazer cenários mais simples, para que sejam atingidos resultados concretos, que auxiliem nos processos de tomada de decisão.

Rafael debateu quanto à necessidade de considerar múltiplos cenários, como diferentes cargas operacionais e possíveis falhas nos sistemas de controle ambiental.

Assim, ficou acertado que este assunto deverá ser discutido entre EPE e IBAMA ao longo da elaboração do novo TR.

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		23/08/2013
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 11.5 Participantes EPE: Edna Xavier, Guilherme Salgado, Mariana Barroso, Ana Dantas, Alfredo Silva, André Barreto, Fabrini Galo e Cristina Falcão. Participantes IBAMA: Rafael Macêdo e Thomaz Toledo. Participantes MME: Juliette Monsã, Rita Silva, Jonatas Trindade, Luiz Pinto, Clícilene Martins e Leonardo Póvoa.		Página 3 de 3

Rafael ressaltou que deverão ser identificados os *hotspots* da região e depois rodar o modelo novamente para essas áreas específicas. Destacou também a importância de estruturar o estudo considerando sua revisão ao longo do tempo, prevendo a atualização dos dados.

Mariana questionou Rafael a respeito dos gases contemplados pelo estudo, pois o trabalho que está sendo feito pela Prof^a Rita contempla NO_x, SO_x e MP. Foi respondido que seriam avaliados os poluentes SO_x, NO_x, MP e CO. Como O₃ é um poluente secundário, não seria necessário, já que sua avaliação exige modelagem fotoquímica.

Guilherme, então, questionou sobre a validade de se considerar o monóxido de carbono (CO) no estudo, uma vez que este gás é mais relevante no campo próximo, não havendo efeitos cumulativos entre diferentes unidades.

Rafael concordou e este parâmetro foi retirado de estudo, mas foi indicada a inserção da modelagem de hidrocarbonetos, precursores do smog fotoquímico.

Thomaz disse que o IBAMA poderia fornecer dados dos empreendimentos em licenciamento caso a EPE precise.

Ficaram acordadas entre os presentes as seguintes tarefas:

1. A EPE ficou de encaminhar uma proposta de TR considerando os itens apresentados e discutidos nessa reunião para análise do IBAMA até o dia 3 de setembro de 2013.
2. O IBAMA ficou de analisar a proposta de TR da EPE e encaminhar uma resposta até o dia 6 de setembro de 2013.
3. O MME irá disponibilizar o arquivo da apresentação e uma cópia digitalizada da lista de presença.

Anexos:

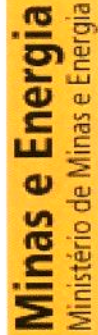
Anexo 1 - Lista de Presença EPE

Anexo 2 - Lista de Presença MME



Data: 23/08/2013

[illegible]



Videoconferência

Videoconferência: Ibama, EPE e MME

Assunto: Estudo da Bacia Atmosférica Da Região de Candiota – contextualização da região, discussão sobre os estudos necessários e encaminhamentos sobre o Termo de Referência

Data: 23/08/2013

Sala: 652 Horário: 9h30

Lista de Presença

[illegible]

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		12/12/2013
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: MME, sala 500 e EPE, sala 11.5 Participantes EPE: Edna Xavier, Mariana Barroso, Ana Dantas, Guilherme Salgado e Marcos Conde; Ibama: Rafael Macêdo; Consultora: Prof. Rita de Cássia Alves; MME: Rita Alves, Juliette Monsa e Leonardo.		Página 1 de 3

A reunião iniciou com breve contextualização e descrição da metodologia adotada para realização do estudo, a ser coordenado pela EPE.

Edna informou que a única empresa que optou por não participar do estudo foi a Star Energy. O Ibama informou que irá contatar a empresa para saber sobre a continuidade do processo de licenciamento já protocolado naquele instituto. A EPE também enviará ofício solicitando informações necessárias ao estudo, caso eles tenham dados para repassar, estes serão considerados.

Em seguida foi iniciada discussão a respeito dos principais itens do TR:

A Prof.^a Rita afirmou que os representantes da Eneva Energia ofereceram imagens de satélite e dados utilizados no licenciamento ambiental de seus empreendimentos. Considerando a atualidade dos dados, Rafael concordou com o aproveitamento dos dados das empresas, lembrando que alguns podem necessitar de revisão, como demografia e ocupação do solo.

Quanto à camada limite atmosférica, a professora defende usar dados das estações de superfície (inclusive dados de radiossondagem de 2008) e o próprio simulador do *CALMET* para cálculo de sua altura. Rafael confirmou que 2008 é um ano bem representativo da série histórica da região. Porém, esse procedimento carrega incertezas, que deverão ser devidamente explicitadas.

Todos concordaram que, considerando o escopo do estudo, o *Calpuff* é o modelo mais indicado. Por outro lado, as simulações de dispersão específicas de cada UTE serão tratadas no processo de licenciamento ambiental, utilizando o AERMOD, mais indicado para tais situações.

Sobre a conversão de NO_x a NO_2 a Prof.^a Rita explicou que o *Calpuff* tem diferentes modelos para considerar as reações químicas envolvidas. Por este motivo, posteriormente, irá enviar explicações a respeito de cada forma, propondo um destes métodos ou o uso simplificado de taxas de conversão.

Rafael afirmou que deverão ser considerados os principais contribuintes de emissões fugitivas, como exemplo, áreas de armazenamento de combustível, transporte carvão em correias e de cinzas. Neste caso, os fatores de emissão deverão ser consultados na literatura. Além disso, ao longo das simulações, as fontes fugitivas devem ser consideradas como fontes-área e modeladas em cenário separado, posteriormente somado aos demais. Se a contribuição para a deterioração da qualidade do ar for inexpressiva, poderá ser justificada a exclusão dessas fontes nos diversos cenários.

Marcos Conde questionou se realmente haverá emissões fugitivas dos poluentes analisados (SO_2 , NO_2 e MP). Rafael confirmou apenas a presença considerável de MP.

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		12/12/2013
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: MME, sala 500 e EPE, sala 11.5 Participantes EPE: Edna Xavier, Mariana Barroso, Ana Dantas, Guilherme Salgado e Marcos Conde; Ibama: Rafael Macêdo; Consultora: Prof. Rita de Cássia Alves; MME: Rita Alves, Juliette Monsa e Leonardo.		Página 2 de 3

Com relação aos dados de qualidade do ar, a professora afirmou que possui dados de estações meteorológicas representativos de toda a região, mas destacou que os da CGTEE são mais confiáveis de outubro de 2011 até o presente.

Rafael disse que o ideal seriam cinco anos de simulação, mas para os fins do presente estudo poderiam ser somente três (2011 a 2013). A Prof.^a Rita destacou que, além da maior confiabilidade de dados dos últimos três anos, no prazo estabelecido não é possível realizar a simulação com cinco anos devido ao elevado tempo processamento.

Foi confirmado que outras fontes fixas serão simuladas em todos os cenários, como cimenteiras e mineradoras. Para o que não houver dados disponíveis deverão ser utilizadas as referências técnicas com as devidas justificativas.

No caso dos eventos críticos de qualidade do ar, as análises serão realizadas de modo diário e em malha de maior amplitude (área de estudo de até 200 X 200 km) verificando o alcance da pluma até a diluição limite. Caso haja *hot spots* (pontos quentes) em receptores importantes deve-se refinar a malha. As conclusões e o relatório final serão baseados nestes eventos, entretanto, toda a série simulada será entregue ao Ibama em meio digital.

Ficou acertado que os cenários futuros serão elaborados considerando os limites máximos (Taxas licenciadas) e médios de emissão. Com relação aos médios, não houve consenso sobre quais taxas utilizar, o que deverá ser analisado futuramente. Rafael indicou o uso do fator de inflexibilidade do sistema (a princípio 60% da capacidade de operação) como parâmetro para substituir a média. Entretanto, a operação em menor capacidade não significa menores taxas de emissões. Um exemplo é o que ocorre com dióxido de enxofre no qual há redução de injeção de cal para economizar no processo.

Além disso, também deverá ser realizada a calibração e validação do modelo com base nas emissões da CGTEE e dos resultados de monitoramento da qualidade do ar.

Com relação aos padrões de qualidade do ar, foi lembrado que a legislação estadual determina a redução de carga operacional caso haja violação dos padrões secundários. Por este motivo, caso haja ultrapassagem destes ao longo da modelagem, deverão ser analisados subcenários.

Os cenários apresentados foram considerados coerentes com os objetivos do estudo. Entretanto, foi debatida também a possibilidade de inserção de cenários de distúrbio, o que foi anteriormente indicado no Parecer Técnico 006353-2013 do Ibama. Os representantes da EPE se manifestaram contrários a esta possibilidade, uma vez que se tratam de eventos anormais que devem ser abordados durante o licenciamento ambiental, lembrando que esse estudo deve servir como ferramenta de planejamento. As justificativas para a não consideração dos cenários de distúrbio devem ser formalizadas.

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		12/12/2013
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: MME, sala 500 e EPE, sala 11.5 Participantes EPE: Edna Xavier, Mariana Barroso, Ana Dantas, Guilherme Salgado e Marcos Conde; Ibama: Rafael Macêdo; Consultora: Prof. Rita de Cássia Alves; MME: Rita Alves, Juliette Monsa e Leonardo.		Página 3 de 3

Sobre o formato do documento, Rafael defendeu que o documento seja sucinto e objetivo, com o propósito de servir como ferramenta de gestão para controle da qualidade do ar da região. Assim, deverá ser evitado o formato acadêmico, com explicações demasiadamente longas e detalhadas. Por fim ressaltou a importância de uma edição de boa qualidade e que todos os dados devem ser tratados e apresentados com suas respectivas referências, justificativas e incertezas.

Anexos 1 – Listas de Presença EPE

Anexo 2 – Lista de Presença MME



Data:12/12/2013

[illegible]

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA EXECUTIVA
ASSESSORIA ESPECIAL EM GESTÃO SOCIOAMBIENTAL
Eplanada dos Ministérios – Bloco “U” – 7º andar – Sala 737
70065-900 – Brasília - DF

LISTA DE PRESENÇA

Assunto: Estudo da Bacia Aérea de Candiota

Data: 12/12/2013

Horário: 09h30min

Local: SALA 503

Nome: <i>Juliete Queiroz Monção</i>	Assinatura: <i>[assinatura]</i>
Empresa//Órgão: <i>MME - SE</i>	E-mail: <i>JULIETE.MONSAO@MME.GOV.BR</i>
Telefone: <i>(61) 2032-5353</i>	Fax:

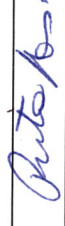
Nome: <i>RYTA AWEES SILVA</i>	Assinatura: <i>[assinatura]</i>
Empresa//Órgão: <i>MME/SE - AESA</i>	E-mail: <i>rita.silva@mmene.gov.br</i>
Telefone: <i>(61) 2032 5730</i>	Fax:

Nome: <i>RAFAEL F. DE MACÊDO</i>	Assinatura: <i>[assinatura]</i>
Empresa//Órgão: <i>IBAMA - DILIC</i>	E-mail: <i>rafael.macedo@ibama.gov.br</i>
Telefone: <i>61 3316-1750</i>	Fax:

Nome: <i>EDNA ELIAS XAVIER</i>	Assinatura: <i>[assinatura]</i>
Empresa//Órgão: <i>EPE</i>	E-mail: <i>edna.xavier@epe.gov.br</i>
Telefone: <i>21-3512 3120</i>	Fax:

Nome:	LEONARDO POVOX	Assinatura:	
Empresa//Órgão:	MMDE	E-mail:	
Telefone:	2032 5981	Fax:	

Nome:	MARIANA LUCAS BARROSO	Assinatura:	
Empresa//Órgão:	GPE	E-mail:	mariana.barroso@pe.gov.br
Telefone:	21 3512 9469	Fax:	

Nome:	Rita Alves	Assinatura:	
Empresa//Órgão:	UFRRGS	E-mail:	rita.alves@ufrr.br
Telefone:	51-33086865	Fax:	3308 7477

Nome:		Assinatura:	
Empresa//Órgão:		E-mail:	
Telefone:		Fax:	

Nome:		Assinatura:	
Empresa//Órgão:		E-mail:	
Telefone:		Fax:	

Nome:		Assinatura:	
Empresa//Órgão:		E-mail:	
Telefone:		Fax:	

Nome:		Assinatura:	
Empresa//Órgão:		E-mail:	
Telefone:		Fax:	

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		17/02/2014
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 11.5 e MME, sala: 557 Participantes: EPE: Edna Xavier, Mariana Barroso, Ana Dantas, Guilherme Salgado e Marcos Conde; MME: Rita Alves, Juliette Monsã, Ceicilene Martins e Leonardo Póvoa; Ibama: Rafael Macêdo Consultora: Prof. ^a Rita de Cássia Alves;		Página 1 de 3

Edna iniciou a reunião listando a pauta sugerida para a reunião.

- Aprovação do TR pelo IBAMA;
- tabela emissões / cenários, enviada no dia 14/02/14
- compilação dados históricos de qualidade ar (em especial 2011)
- compilação dados meteorológicos
- projeto CGTEE fase A
- projeto SEIVAL
- *workshop* em Porto Alegre
- cronograma – reuniões com IBAMA e conclusão estudo final maio 2014

Em relação à aprovação do TR, Rafael informou que de acordo com a planilha das taxas de emissões enviada pela EPE houve alteração do projeto da UTE Seival, e que ele gostaria que a ENEVA oficializasse essa alteração para aprovar o TR. Na próxima quinta-feira (20/02) haverá uma reunião entre Ibama e ENEVA para discussão dessa alteração de projeto.

Como no TR não estão definidas todas as taxas de emissão que serão utilizadas no estudo, Edna sugeriu que o Ibama aprovasse o TR e que a planilha de “emissões x cenários” fosse revista caso haja alteração de projeto dos empreendimentos, como é o caso da UTE Seival, informando essa condição em ofício de aprovação do TR.

Sobre a solicitação feita pela EPE ao Ibama sobre o fornecimento das taxas de emissões atualizadas das cimenteiras da região, Rafael informou que o licenciamento das mesmas é realizado pela FEPAM, a qual poderia fornecer tais dados. Entretanto a Prof.^a Rita informou que já havia contatado a FEPAM, e eles informaram que o Ibama era o responsável por esses dados. Então, ficou acordado que o Ibama irá solicitar oficialmente esses dados à FEPAM.

Rafael reiterou que em relação aos dados de mineração podem-se utilizar dados de referência, como o AP-040 da EPA.

Em relação aos dados de emissão da fase B após adequação, na cláusula 9 do TAC firmado com a CGTEE, estão descritas as concentrações permitidas, que são idênticas às da fase C. Assim, deve-se verificar com a CGTEE os critérios de projeto para definir as respectivas taxas de emissão. Para a fase A substituída a CGTEE também deverá fornecer esses novos dados.

A Prof.^a Rita informou que os dados de qualidade do ar e meteorológicos de 2011 são de baixa qualidade, com número elevado de falhas. Lembrou também que para este ano apenas a ENEVA forneceu dados. Ficou acordado que o Ibama irá enviar por e-mail, com cópia para a EPE, os dados brutos de que dispõe. A Prof.^a Rita irá analisar e avaliar se os mesmos poderão ser utilizados para a modelagem, caso não sejam adequados, deverão ser apresentadas as

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		17/02/2014
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 11.5 e MME, sala: 557 Participantes: EPE: Edna Xavier, Mariana Barroso, Ana Dantas, Guilherme Salgado e Marcos Conde; MME: Rita Alves, Juliette Monsã, Ceicilene Martins e Leonardo Póvoa; Ibama: Rafael Macêdo Consultora: Prof. ^a Rita de Cássia Alves;		Página 2 de 3

devidas justificativas, e como resultado do estudo pode-se identificar e constar das recomendações a necessidade de instalar uma nova estação do INMET na área. Em relação aos dados de 2012 e 2013 não houve problemas e esses serão considerados.

Para a validação do modelo a Prof.^a Rita propôs identificar nas estações de qualidade de ar da região os 2 (dois) piores dias e, para esses dias, modelar as emissões reais da CGTEE, comparando os resultados da modelagem com os valores reais de qualidade do ar.

A modelagem das fontes de forma independente não está previsto no TR, mas poderão ser utilizadas para justificar as análises efetuadas.

Rafael perguntou à Prof.^a Rita sobre a escolha do método de conversão de NO_x para NO₂, pois na última reunião ficou acordado que deveria ser apresentado justificativa. A Prof.^a informou que ainda não foi selecionado o método devido ao atual estágio do estudo.

Em relação às emissões fugitivas foi esclarecido ao Rafael que estas seriam modeladas separadamente para avaliação de sua significância, sendo posteriormente adicionadas aos demais cenários, caso as contribuições sejam expressivas para a deterioração da qualidade do ar. Em relação às imagens solicitadas no TR, ficou acordado que serão utilizadas as fornecidas pela ENEVA e as obtidas pela equipe da Prof.^a Rita. Rafael se disponibilizou a solicitar ao setor de sensoriamento remoto Ibama mais imagens, porém acredita ser desnecessário, já que as atuais são suficientes para o estudo em questão.

Em seguida, Edna iniciou a discussão sobre o cronograma propondo uma nova reunião para o final de março para análise dos resultados preliminares. A Prof.^a Rita informou que, caso os dados pendentes da CGTEE fossem encaminhados até o final dessa semana (21/02), seria possível apresentar resultados preliminares para todos os cenários na data proposta, porém limitados ao período de 1 (um) ano. Sendo assim, foi agendada a próxima reunião para o dia 27 de março, quinta-feira, em Brasília.

A Prof.^a Rita perguntou ao Rafael quais informações sobre os parâmetros micro meteorológicos eram esperados no relatório final, pois são um grande volume de dados. Rafael sugeriu que na reunião do dia 27 a Prof.^a propusesse quais informações seriam inseridas no relatório final e o quais seriam disponibilizadas somente em formato digital.

Anexos:

Anexo 1 – Lista de Presença MME

Anexo 2 – Lista de Presença EPE

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA EXECUTIVA
ASSESSORIA ESPECIAL EM GESTÃO SOCIOAMBIENTAL
Esplanada dos Ministérios – Bloco “U” – 7º andar – Sala 737
70065-900 – Brasília - DF

LISTA DE PRESENÇA

Assunto: Candiota – AJUSTE DO TR PARA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE
Data: 17/02/2014 DISPERSAO E CAPACIDADE DE SUPORTE DA REGIÃO DE
Horário: 10h CANDIOTA/RS
Local: SALA 503

Nome: RITA ALVES SILVA	Assinatura: 
Empresa//Órgão: MME/SE - ASEA	E-mail: gite.silve@mm.e.gov.br
Telefone: (61) 2032 5730	Fax:

Nome: Cecelene Martins	Assinatura: 
Empresa//Órgão: MME/SE - ASEA	E-mail: cecelene.martins@mm.e.gov.br
Telefone: (61) 2032 5733	Fax:

Nome: LEONARDO POVOA	Assinatura: 
Empresa//Órgão: MME	E-mail: LEONARDO.POVA@MME.GOV.BR
Telefone: 61-2032-5981	Fax:

Nome: Juliette Queiroz Moreira	Assinatura: 
Empresa//Órgão: MME	E-mail: JULIETTE.MOREIRA@MME.GOV.BR
Telefone: 61 2032-5353	Fax:

Nome: Rita Alves	
------------------	--

Empresa//Órgão: UFRGS	Assinatura: Rita R
Telefone: 51-3308 6965	Fax: 31-3308-7774
	E-mail: rita.cma@terra.com.br

Nome: Rafael Ferreira de Menezes	Assinatura: Z A
Empresa//Órgão: IBAMA	E-mail: rafaelmacedo@ibama.gov.br
Telefone: 61 3316 1750	Fax:

Nome:	Assinatura:
Empresa//Órgão:	E-mail:
Telefone:	Fax:

Nome:	Assinatura:
Empresa//Órgão:	E-mail:
Telefone:	Fax:

Nome:	Assinatura:
Empresa//Órgão:	E-mail:
Telefone:	Fax:

Nome:	Assinatura:
Empresa//Órgão:	E-mail:
Telefone:	Fax:

Nome:	Assinatura:
Empresa//Órgão:	E-mail:
Telefone:	Fax:



Data: 17/02/2013

[illegible]

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		18/03/2014
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 10.2 Participantes: EPE- Edna Xavier, Mariana Barroso, Ana Dantas, Guilherme Salgado e Marcos Conde; ENEVA- Levi Souto e Eduardo Kantz; IBAMA- Rafael Macêdo e Michel Marques; UFRGS- Prof. ^a Rita de Cássia Alves;		Página 1 de 3

Edna iniciou a reunião esclarecendo que o objetivo desta era consolidar a metodologia e os dados de entrada do estudo através da apresentação de modelagens preliminares. Essa reunião foi acordada com o IBAMA no dia 17/02/2014, pois ainda existiam entendimentos para formalizar com o IBAMA. Foi comunicado ao GT o agendamento dessa reunião. Foi aceito o pedido de participação da ENEVA tendo em vista que a mesma estava agendada para se realizar no Rio de Janeiro.

Rafael comentou os seguintes pontos:

- O processo da UTE Jaguarão foi arquivado por estar há mais de dois anos sem tramitação. Edna destacou que a Star Energy não respondeu o último ofício enviado solicitando dados de emissões. Sendo assim, a referida UTE não será incluída no estudo.
- Os dados que o IBAMA tinha disponível para o ano de 2011 eram também incompletos, conforme avaliado pela Prof.^a Rita, portanto não poderão ser considerados no estudo.
- Já foi encaminhado um ofício à FEPAM solicitando os dados das cimenteiras. Para evitar atrasos no andamento do estudo, ficou acordado que eles serão modelados em cenário específico nos dias críticos do mesmo modo que as emissões fugitivas.

Em seguida a Prof.^a Rita iniciou apresentação sobre o desenvolvimento do estudo de acordo com os itens no TR, destacando os que geravam mais dúvidas:

- Área de estudo (item I.A.1 do TR):

Não foi possível aproveitar dos estudos da ENEVA o imageamento, pois houve dificuldade na delimitação dos receptores devido à baixa resolução das imagens. Ficou acordado que a equipe de geoprocessamento da EPE vai auxiliar na obtenção das imagens pelo RapidEye.

Em relação às estações de qualidade da água a Prof.^a Rita perguntou o que era relevante para apresentar no relatório. Rafael sugeriu consultar os dados disponíveis na CGTEE e/ou na ANA relativos às análises da água de chuvas para avaliação do pH, relevante para a identificação de chuva ácida devido às emissões de SO₂.

Foi destacado que a caracterização do meio socioeconômico já está quase pronta.

- Meio físico (item I.A.2 do TR):

Para coleta dos dados meteorológicos foram consideradas as estações do INMET, CGTEE e MPX;

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		18/03/2014
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 10.2 Participantes: EPE- Edna Xavier, Mariana Barroso, Ana Dantas, Guilherme Salgado e Marcos Conde; ENEVA- Levi Souto e Eduardo Kantz; IBAMA- Rafael Macêdo e Michel Marques; UFRGS- Prof. ^a Rita de Cássia Alves;		Página 2 de 3

A rosa dos ventos dos últimos 5 anos, mapas sazonais, texto de geomorfologia já estão prontos.

- Emissões de poluentes atmosféricos (item I.A.4 do TR):

Itens de descrição dos poluentes, padrões de emissões atmosféricas e qualidade do ar estão prontos e o texto a respeito das estações de qualidade do ar está quase pronto. A professora lembrou que todos os textos serão encaminhados, o mais breve possível, para a avaliação / revisão da EPE.

EPE está avaliando as contribuições das empresas (item I.A.4.4.1 do TR), descrição das UTEs, e a ABCM ficou responsável pela descrição da caracterização do combustível (item I.A.5 do TR). Será cobrado novamente ao Zancan o envio desse texto.

- Modelos de dispersão atmosférica e base de dados (item I.B do TR)

Itens de conceituação teórica e dados de entrada já estão finalizados.

- Validação do modelo (item I.B.3 do TR):

Nas estações de qualidade do ar consideradas no estudo foram selecionados os dois dias de cada mês (anos de 2012 e 2013) que apresentavam as concentrações mais elevadas para os poluentes avaliados. Tais valores serão comparados à estimativa de qualidade do ar resultante da modelagem com a emissão real, fornecida pela CGTEE, para, após tratamento estatístico, validação do modelo. Os resultados iniciais apresentaram valores próximos, sendo o modelado um pouco inferior.

Os representantes do Ibama perguntaram se estão sendo consideradas as concentrações de fundo (*background*), o que possivelmente é a causa do *drift* entre os valores obtidos e os medidos nas estações de monitoramento. A prof.^a Rita esclareceu que não foi considerado, principalmente por não haver uma concentração de fundo de referência para o estudo, já que todos os dados existentes foram obtidos após o início da operação da CGTEE. Rafael sugeriu que fosse acrescentado o percentual de variação observado na validação nos dados de emissão dos cenários futuros. Entretanto a EPE e a prof.^a Rita acredita que esse erro está embutido nas limitações do modelo e será devidamente justificado. A validação tem o objetivo justamente de verificar a “aderência” do modelo à realidade e estimativa de sua precisão.

Em seguida a Prof.^a Rita apresentou o resultado da modelagem preliminar do cenário iv, destacando que não houve sobreposição das plumas dos diversos empreendimentos.

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		18/03/2014
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 10.2 Participantes: EPE- Edna Xavier, Mariana Barroso, Ana Dantas, Guilherme Salgado e Marcos Conde; ENEVA- Levi Souto e Eduardo Kantz; IBAMA- Rafael Macêdo e Michel Marques; UFRGS- Prof. ^a Rita de Cássia Alves;		Página 3 de 3

Foi sugerida a padronização dos intervalos da escala de cores, a cor vermelha deve indicar violação do padrão de qualidade do ar. Todos concordaram com a proposta.

A Prof^a informou também que está sendo realizada a análise sinótica da região.

Em relação às opções de transformações químicas para conversão de NO_x a NO₂, o Calpuff apresenta 4 opções: MESOPUFF II, Razão de transformação, sem transformação e esquema RIVAD/ARM3. Os indicados para fontes pontuais são o MESOPUFF e RIVAD.

O MESOPUFF precisa das concentrações de fundo de ozônio e amônia, ozônio é medido nas estações e está disponível, porém amônia não. Com esses dados são calculadas as constantes de reação e obtidos os produtos de conversão.

O RIVAD calcula a conversão do NO_x por fotólise e oxidação através da concentração de hidroxila.

Por último foi revisado o cronograma do estudo. Rafael informou que não será possível realizar a próxima reunião na 3ª semana de abril, e que o ideal seria que fossem reservados 3 dias para a revisão completa do estudo. Então, esta foi transferida para a 1ª semana de maio. Rafael também propôs que no 1º workshop fossem apresentados os aspectos metodológicos e que o 2º fosse postergado para que a divulgação dos resultados seja feita após a avaliação do estudo pelo IBAMA.



Data: 18/03/2014

[illegible]

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		07-09/05/2014
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 10.1 Participantes: EPE- Edna Xavier, Mariana Barroso, Silvana Espig, Guilherme Salgado e Marcos Conde; IBAMA- Rafael Macêdo, Leandro Moraes (07/05) e Michel Marques (07/05); UFRGS- Prof. ^a Rita de Cássia Alves;		Página 1 de 4

Foram abordados nas reuniões realizadas no período os seguintes tópicos:

- Apresentação pela Prof.^a Rita do andamento do estudo e resultados obtidos até o momento.
- Apresentação e discussão dos aspectos metodológicos do estudo: dados coletados, tratamento de dados realizados, premissas, método de conversão empregado, entre outros.
- Discussão detalhada sobre os resultados obtidos na modelagem de cada um dos cenários. Identificação dos subcenários necessários para complementar a análise do estudo.
- Apresentação do software CALPUFF , suas ferramentas e modos de apresentação dos resultados.
- Discussão sobre a forma de apresentação e discussão dos resultados. Também foi definido o formato do relatório final a ser entregue ao Ibama.
- Apresentação pelo Ibama do histórico de operação das unidades da UTPM, ações fiscalizatórias e recomendações para aprimoramento do controle ambiental das usinas desencadeadas a partir do avaliação de dados de monitoramento da qualidade do ar e das emissões atmosféricas. Esses resultados contribuíram para a elaboração de um protocolo de operação para eventos não usuais (falhas em equipamentos de controle de emissões atmosféricas e/ou condições atmosféricas desfavoráveis à dispersão de poluentes). Além disso, também foi apresentado o relatório JICA elaborado em 1997 como sugestão de material de referência para comparação dos resultados uma vez que seus objetivos são similares, apesar de que atualmente existe maior número de dados disponíveis, ferramentas de análises mais robustas e avanços nessa área de conhecimento.
- Foi ressaltada a importância da integração entre as instituições e empresas para o bom desenvolvimento do trabalho e consolidação dos resultados.

Foram discutidos mais detalhadamente os seguintes itens do TR:

- Item I.A:
 - I.A.1:
 - EPE destacou que foi utilizado o banco de dados do Geocatálogo para obter as imagens do RapidEye, entretanto foi constatado que as imagens do Google Earth eram de melhor qualidade e mais atuais. Foi

Handwritten signatures and initials:
W/one
H/one
self.
Z
A
G

Handwritten initials: GS

	MEMÓRIA DE REUNIÃO		07-09/05/2014
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 10.1 Participantes: EPE- Edna Xavier, Mariana Barroso, Silvana Espig, Guilherme Salgado e Marcos Conde; IBAMA- Rafael Macêdo, Leandro Moraes (07/05) e Michel Marques (07/05); UFRGS- Prof. ^a Rita de Cássia Alves;		Página 2 de 4

acordado que as imagens do RapidEye serão disponibilizadas em meio digital.

- A EPE deverá solicitar às empresas as coordenadas que delimitam as propriedades de cada empreendimento.
- Foi definido que, os receptores que deverão ser considerados para a avaliação da influência dos poluentes serão: os núcleos habitacionais, área recreativa (balneário), Unidades de Conservação (UC) e áreas prioritárias (APCB). Essas áreas deverão ser apresentadas nos mapas de resultados.

○ I.A.2:

- Representatividade dos dados: Serão fornecidos os dados em formato digital e no relatório será descrita a sua análise. Os dados das estações meteorológicas são processados e tratados para períodos de 1h, mensais e anuais.
- Foram tratados os 5 (cinco) anos de dados meteorológicos disponíveis para caracterização meteorológica e discussão climatológica da região. Para a modelagem foram utilizados os últimos 3 (três) anos, considerados suficientes, conforme acordado entre as partes.
- Quanto à delimitação da camada limite planetária (CLP), uma vez que não existem dados de radiossondagens e/ou torres de fluxo na região, foram utilizados os cálculos do WRF e CALPUFF para sua estimativa. Destaca-se que essa metodologia é uma prática usual e tecnicamente consolidada para estudos de dispersão atmosférica quando há ausência de dados para delimitação da CLP. Os resultados da CLP obtidos através da modelagem serão discutidos considerando experimentos realizados em 2007 e 2008 na região.
- Foram discutidos os métodos utilizados para repor dados meteorológicos não computados e tratamento das calmarias. A prof^a destacou que foi necessária a reposição de poucos dados e que são raros os períodos de calmaria na região.
- I.A.2.2: Relacionar e destacar a influência do relevo na dispersão dos poluentes (barreiras físicas).

○ I.A.3:

Manoel R
HB sup.

GZA

9

	MEMÓRIA DE REUNIÃO	07-09/05/2014
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 10.1 Participantes: EPE- Edna Xavier, Mariana Barroso, Silvana Espig, Guilherme Salgado e Marcos Conde; IBAMA- Rafael Macêdo, Leandro Moraes (07/05) e Michel Marques (07/05); UFRGS- Prof. ^a Rita de Cássia Alves;	Página 3 de 4

- Para discussão dos aspectos da expansão urbana observar as leis e diretrizes de ocupação do solo e planos diretores na área de entorno da UTPM.
- Planos e programas: Deverão ser observados os planos e programas atualmente em execução pelos licenciados e de outros órgãos na região (ANA, INCRA, prefeitura, Embrapa, etc). O Ibama irá disponibilizar uma compilação dos planos e programas existentes para subsidiar esse item.

- I.A.4.1: Quanto ao tempo de residência atmosférica serão utilizadas as referências bibliográficas para compor o texto base. Na discussão dos resultados serão elaborados gráficos lineares (um para cada poluente) confrontando concentração x distância/tempo de deposição.
- I.A.4.3: Apresentar um gráfico ilustrativo dividindo a região em quadrantes indicando a predominância dos ventos (em %) por quadrante. O gráfico subsidiará a discussão da escolha da estação da qualidade do ar a ser utilizada como controle para o estabelecimento do *background* da região.
- I.A.4.4.1: Em relação às emissões fugitivas das instalações termelétricas e do manuseio do carvão e resíduos sólidos, pela ausência de dados de monitoramento destas, não serão considerados na modelagem. Entretanto a ausência desses dados não compromete o resultado do estudo, pois o valor dessas emissões estimadas por referências técnicas (USEPA) são significativamente inferiores às emissões monitoradas e estimadas nas chaminés das termelétricas contempladas no estudo.

Embora tenha sido realizado esforço para aquisição de dados de outras fontes fixas (cimenteiras) não houve resposta da FEPAM. As emissões destas fontes são principalmente de material particulado, contudo podem ser consideradas baixas em relação às emissões das termelétricas e, portanto, não comprometem o resultado deste estudo.

- Foi informado que as empresas subsidiaram a elaboração do item I.A.4.4.1 – Usinas termelétricas existentes e planejadas e a ABCM forneceu informações que subsidiaram a elaboração do item I. A.5 – Caracterização do combustível.
- I.B.3: Em relação aos cenários que contemplam o fator de inflexibilidade foi discutido um método simples de cálculo que correlaciona a taxa de consumo de combustível (t/h) correspondente ao fator carga, aos índices de poluentes

Mon B
ALB sup.

4 Z 1

CS

	MEMÓRIA DE REUNIÃO	07-09/05/2014
	Assunto: Estudo de Dispersão da Bacia Aérea da Região de Candiota Local: EPE, sala 10.1 Participantes: EPE- Edna Xavier, Mariana Barroso, Silvana Espig, Guilherme Salgado e Marcos Conde; IBAMA- Rafael Macêdo, Leandro Moraes (07/05) e Michel Marques (07/05); UFRGS- Prof. ^a Rita de Cássia Alves;	Página 4 de 4

gerados pela combustão do combustível utilizado, eficiência de remoção dos sistemas de controle ambiental; possibilitando a estimativa das taxas de poluentes emitidos. Serão solicitadas para as empresas as taxas estimadas na carga de 60% da potência nominal da usina.

- I.B.3: Foram definidos os seguintes subcenários, na seguinte ordem de prioridade:
 - Cenário i: Modelar cada usina separadamente no ano de 2011.
 - Cenário iv: Modelar as usinas em 60%, no ano de 2011
 - Refinar a malha nas áreas onde os resultados da modelagem mostram as maiores concentrações coincidentes com a presença de receptores.
- I.B.5: Em relação aos aspectos metodológicos relativos a conversão de NO_x para NO₂ a Prof.^a Rita explicou que para o Calpuff são necessários dados indisponíveis para a região (concentrações de fundo de amônia, ozônio, etc). Foi contatado o representante do *software* que recomendou a utilização da última versão do AERMOD que simula a sua conversão através da curva de Jansen (1988). Portanto, foi acordado que as concentração de NO₂ serão calculadas pelo AERMOD.
- I.C.1: Definição da bacia aérea a partir das isolinhas de concentração (limites de influência de concentração).

Foi informado que está prevista a conclusão do relatório para final de maio.

Anexos:

Anexo 1 – Listas de Presença

Anexo 2 – Apresentação Prof.^a Rita

Guilherme de Paula Salgado

Mariana P. Barroso

Silvana A. Espig



Data: 08/05/2074

[illegible]



Data: 07/05/2014

[illegible]



Data: 9/5/2014

[illegible]