



**FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO
AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER
FEPAM**

**Rede Estadual de Monitoramento
Automático da Qualidade do Ar
Relatório 2017**

RIO GRANDE DO SUL

2018

*FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
HENRIQUE LUIS ROESSLER*

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

*SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL*

2018

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Ana Maria Pellini

DIRETORIA TÉCNICA

Gabriel Simioni Ritter

DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL

Ana Rosa Severo Bered

DIVISÃO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Márcio D'Avila Vargas

Equipe Técnica da Rede Ar do Sul

Estevão Segalla

Felipe Norte Pereira

Flávio Wiegand

Márcio D'Avila Vargas

Elaboração Técnica

Flávio Wiegand

Márcio D'Avila Vargas

Ficha catalográfica

F383r Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler.
Rede estadual de monitoramento automático da qualidade do ar
relatório 2017. – Porto Alegre: FEPAM, 2018. 40p. : il.

1. Ar. 2. Poluição. 3. Monitoramento da qualidade do ar – Rio
Grande do Sul. I. Título.

CDU – 628.511(816.5)

SUMÁRIO

GLOSSÁRIO	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	14
3 ANÁLISE DOS DADOS	15
3.1 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA DISPERSÃO DE POLUENTES NA RMPA EM 2017	15
3.2 DADOS DO MONITORAMENTO	19
3.2.1 ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR	19
3.2.2 POLUENTES ATMOSFÉRICOS: CONCENTRAÇÃO MÉDIA ANUAL	20
3.2.3 POLUENTES ATMOSFÉRICOS: EVOLUÇÃO DA CONCENTRAÇÃO MÉDIA ANUAL NOS ÚLTIMOS CINCO ANOS	21
3.2.4 POLUENTES ATMOSFÉRICOS: CONCENTRAÇÃO MÁXIMA ANUAL	24
3.2.5 POLUENTES ATMOSFÉRICOS: CONCENTRAÇÃO AO LONGO DO DIA	35
3.2.6 POLUENTES ATMOSFÉRICOS: CONCENTRAÇÃO MÉDIA MENSAL	36
4 CONCLUSÕES	37
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

GLOSSÁRIO

%: percentual

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: micrograma por metro cúbico

μm : micrômetro

°C: Grau Celsius

AT: Arranca Toco

CO: Monóxido de carbono

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPTEC: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DEPREC: Departamento Estadual de Portos Rios e Canais

DETRAN/RS: Departamento Estadual de Trânsito do Rio Grande do Sul

DSA: Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais

DV: Direção do vento

E: Leste

FEPAM: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler

FFE: Fundação de Economia e Estatística

GOES-13: Geostationary Operational Environmental Satellite

h: Hora

hPa: Hectopascal

Iarc: International Agency for Research on Cancer

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IQAr: Índice de qualidade do ar

JT: Jardim Timbaúva

L: Local

Log: Logaritmo

m/s: Metro por segundo

NO₂: Dióxido de nitrogênio

NO_x: Óxidos de nitrogênio

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

O₃: Ozônio

OMS: Organização Mundial da Saúde

P: Pressão

PI₁₀: Partículas inaláveis com diâmetro aerodinâmico menor que 10 micra

PIB: Produto interno bruto

ppm: Partes por milhão

PROCONVE: Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores

PROMOT: Programa de Controle da Poluição do Ar por Motocicletas e Veículos Similares

PU: Parque universitário

RG: Radiação solar global

RMPA: Região Metropolitana de Porto alegre

RS: Rio Grande do Sul

S: Sul

SE: Sudeste

SO₂: Dióxido de enxofre

T: Temperatura

UR: Umidade relativa do ar

UTC: Universal Time Coordinated

UVA: Radiação ultravioleta-A

V COMAR: V Comando Aéreo Regional

VE: Vila Ezequiel

VOCs: Compostos orgânicos voláteis

VV: Velocidade do vento

W: Oeste

W/m²: Watt por metro quadrado

WHO: World Health Organization

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Temperaturas médias mensais registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010. 16
- Figura 2:** Umidades Relativas mensais registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010. 17
- Figura 3:** Precipitações acumuladas mensais registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010. 17
- Figura 4:** Velocidades médias mensais do vento registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010. 18
- Figura 5:** Pressões atmosféricas médias mensais registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010. 18
- Figura 6:** Índices de qualidade e faixas de concentração correspondente por poluente. 19
- Figura 7:** Imagens do Satélite GOES-13 do dia 01/10/2017 no espectro do infravermelho, com realce de temperatura para salientar topos de nuvens. A estrela em vermelho corresponde à localização da Estação Charqueadas/AT. a) 9h local (12:00 UTC); b) 17h local (20:00 UTC). 26
- Figura 8:** a) Análise de superfície do dia 01/10/2017, às 15h local (18:00 UTC), indicando isóbaras e flags de vento na superfície; b) Descargas elétricas atmosféricas registradas pelo Sistema RINDAT do dia 01/10/2017 às 16h15min local (19:15 UTC). A estrela em vermelho corresponde à localização da Estação Charqueadas/AT. 27
- Figura 9:** Diagrama SkewT-LogP do dia 01/10/2017, às 9h local (12:00 UTC), de Porto Alegre. 27
- Figura 10:** Imagem do Satélite GOES-13 do dia 30/03/2017, às 9h local (12:00 UTC), no espectro do infravermelho, com realce de temperatura para salientar topos de nuvens. A estrela em vermelho indica a localização da Estação Esteio/VE. 28
- Figura 11:** Análise de superfície do dia 30/03/2017 às 9h local (12:00 UTC), indicando isóbaras e flags de vento na superfície. A estrela em vermelho indica a localização da Estação Esteio/VE. 29
- Figura 12:** Diagrama SkewT-LogP do dia 30/03/2017, às 9h local (12:00 UTC), de Porto Alegre. 29
- Figura 13:** Imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho, com realce dos topos de nuvens, do dia 24/07/2017, às 9h local (12:00 UTC). A estrela vermelha corresponde à localização da Guaíba/Parque 35. 31
- Figura 14:** Análise de superfície contendo isóbaras ao nível médio do mar e vetores de vento a 10 m de altura, a partir de simulação válida para o dia 24/07/2017, às 12:00 UTC (9h local). A estrela em vermelho corresponde à localização da Estação Guaíba/Parque 35. 31
- Figura 15:** Gráfico SkewT-LogP da radiossondagem do dia 24/07/2017, às 9h local (12:00 UTC), do Aeroporto Salgado Filho. 32
- Figura 16:** Imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho, com realce dos topos de nuvens, do dia 10/09/2017, às 17h local (20:00 UTC). A estrela vermelha corresponde à localização da Guaíba/Parque 35. 34
- Figura 17:** Análise de superfície contendo isóbaras ao nível médio do mar e vetores de vento a 10 m de altura, a partir de simulação válida para o dia 10/09/2017, às 18h local (21:00 UTC). A estrela em vermelho corresponde à localização da Estação Guaíba/Parque 35. 34
- Figura 18:** Gráfico SkewT-LogP da radiossondagem do dia 10/09/2017, às 9h local (12:00 UTC), do Aeroporto Salgado Filho. 35
- Figura 19:** Gráfico das concentrações médias horárias anuais dos poluentes de todas as estações de monitoramento. 35
- Figura 20:** Gráfico das concentrações médias horárias anuais dos poluentes de todas as estações de monitoramento. 36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: IQAr registrado nas estações de monitoramento em 2017. 20

Tabela 2: Concentração média anual dos poluentes por estação em 2017. 21

Tabela 3: Concentração média anual de O3 nos últimos 5 anos. 21

Tabela 4: Concentração média anual de CO nos últimos 5 anos. 22

Tabela 5: Concentração média anual de SO2 nos últimos 5 anos. 22

Tabela 6: Concentração média anual de NO2 nos últimos 5 anos. 23

Tabela 7: Concentração média anual de PI10 nos últimos 5 anos. 23

Tabela 8: Concentração máxima anual dos poluentes por estação em 2017. 24

1 INTRODUÇÃO

A OMS (WMO, 2018) estima que cerca de 8 milhões de pessoas morrem a cada ano devido à exposição a partículas finas em ar poluído que penetram profundamente nos pulmões e no sistema cardiovascular, causando doenças como derrame, doenças cardíacas, câncer de pulmão, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias, incluindo pneumonia. Destes, cerca de 4,2 milhões de mortes, em 2016, foi devido à poluição do ar ambiente (*outdoor*), e cerca de 3,8 milhões de mortes devido a poluição *indoor*, devido a fumaça de fogões e combustíveis sujos. Estima, ainda, que cerca de 91% da população mundial vive em locais onde a qualidade do ar excede os limites das diretrizes da OMS.

A origem dos poluentes atmosféricos pode ser tanto antrópica quanto de fontes naturais, e um efetivo controle para que a concentração destes poluentes no ar se mantenha em níveis seguros para a saúde pública e meio ambiente é uma tarefa difícil e muitas vezes ineficiente, principalmente nas grandes cidades e em zonas muito industrializadas, especialmente nos países em desenvolvimento onde as tecnologias de controle da poluição são pouco utilizadas e as leis de proteção ambiental são preteridas pela necessidade de desenvolvimento sócio-econômico. Ou seja, o desenvolvimento sustentável com efetiva proteção à saúde pública e ao meio ambiente ainda é um grande desafio para o mundo atual.

No Brasil as Resoluções CONAMA 382/06, 436/11, 008/90 e 316/02 norteiam os limites das emissões de várias atividades antrópicas, em especial aquelas que envolvem fornos de combustão de fontes fixas. Para fontes móveis, se destacam os programas PROCONVE, instituído pela Resolução CONAMA nº 018/86, e o PROMOT, instituído pela Resolução CONAMA nº 297/12, que estabeleceram prazos, limites de emissão de poluentes e melhora tecnológica para a frota veicular do país.

Quanto à qualidade do ar, as Resoluções do CONAMA nº 005/89 e nº 003/90 são a base legal em nível nacional para a definição dos padrões de qualidade a serem adotados, bem como as metodologias de medição e demais ações de monitoramento pelos órgãos de controle.

Este relatório apresenta à sociedade os dados do monitoramento automático da qualidade do ar realizado pela FEPAM no Estado do Rio Grande do Sul durante o ano de 2017, para as estações de qualidade do ar em operação integrantes da rede Ar do Sul.

2 OBJETIVO

O principal objetivo deste relatório é a divulgação dos dados do monitoramento automático da qualidade do ar realizado pela FEPAM ao longo do ano de 2017.

3 ANÁLISE DOS DADOS

3.1 Condições Climáticas para Dispersão de Poluentes na RMPA em 2017

As estações de monitoramento da qualidade do ar estão localizadas na RMPA, portanto, as análises meteorológica e climática se referem às observações registradas pela estação meteorológica A-801, do INMET, localizada em Porto Alegre, comparadas às normais climatológicas desta estação de 1961-1990 e 1981-2010.

O ano de 2017 pode ser considerado como um ano com temperaturas acima da média climatológica na maior parte do ano. Na Figura 1 é possível observar este comportamento, as curvas das temperaturas normais climatológicas de 1961-1990 e de 1981-2010 apresentam comportamentos semelhantes, enquanto que a curva do ano de 2017 apresenta anomalias positivas no verão (janeiro, fevereiro), final do outono e inverno (maio a setembro), ficando próximo à média nos demais meses.

A umidade relativa do ar esteve acima da média climatológica praticamente durante o ano inteiro. A Figura 2 ilustra o comportamento da umidade relativa do ar, médias mensais, onde se observa que os valores das normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010 apresentam-se semelhantes durante o ano inteiro, enquanto que a curva do ano 2017 apresenta valores superiores às médias climatológicas durante o ano inteiro, com exceção do mês de julho, quando foi inferior.

As precipitações ocorreram acima das médias climatológicas na maior parte do ano. A Figura 3 apresenta o comportamento das precipitações acumuladas mensais ocorridas no ano de 2017 e normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010. Importante salientar que a variável precipitação acumulada caracteriza-se por grande variabilidade, por isso os gráficos apresentam linhas com grande declividade, já quando se trata de linhas médias, estas curvas costumam se apresentar mais suavizadas, por isso as curvas das normais climatológicas apresentam contornos mais suaves em relação aos registros de 2017. É possível observar na Figura 3 que a série normal climatológica de 1981-2010 apresenta valores levemente acima da série normal climatológica de 1961-1990, mas as precipitações acumuladas mensais de 2017 ficaram bem acima delas nos meses de janeiro, março a junho e outubro a dezembro. No mês de julho de 2017 as precipitações foram muito inferiores as normais climatológicas (<20 mm).

O destaque para as precipitações em 2017 foi no mês de outubro, quando precipitou quase 300 mm, enquanto as normais climatológicas ficam em torno da metade desse valor.

A velocidade média mensal do vento em superfície no ano de 2017 esteve inferior às normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010 o ano inteiro. Na Figura 4 é possível observar que em 2017 as velocidades médias do vento estiveram entre 30 e 40% abaixo das normais climatológicas.

A Figura 5 apresenta as normais climatológicas das pressões atmosféricas de 1961-1990 e 1981-2010 e das pressões atmosféricas médias mensais registradas em 2017. As normais climatológicas 1981-2010 comportaram-se com valores 2-3 hPa abaixo das normais climatológicas de 1961-1990. O comportamento das médias mensais em 2017 estiveram mais próximos das normais climatológicas de 1981-2010, com exceção no mês de julho em que a pressão atmosférica média esteve superior inclusive da normal climatológica 1961-1990.

Os dados de radiação solar global foram comparados à média do período 2002-2016, em W/m^2 , haja vista que no Atlas de Normais Climatológicas exista apenas a variável ‘Insolação’, que corresponde ao número de horas com incidência de radiação solar na superfície. Considerando isso, a radiação solar no ano de 2017 esteve superior à média do período 2002-2016 durante todos os meses, com exceção do mês de setembro, quando esteve ligeiramente inferior.

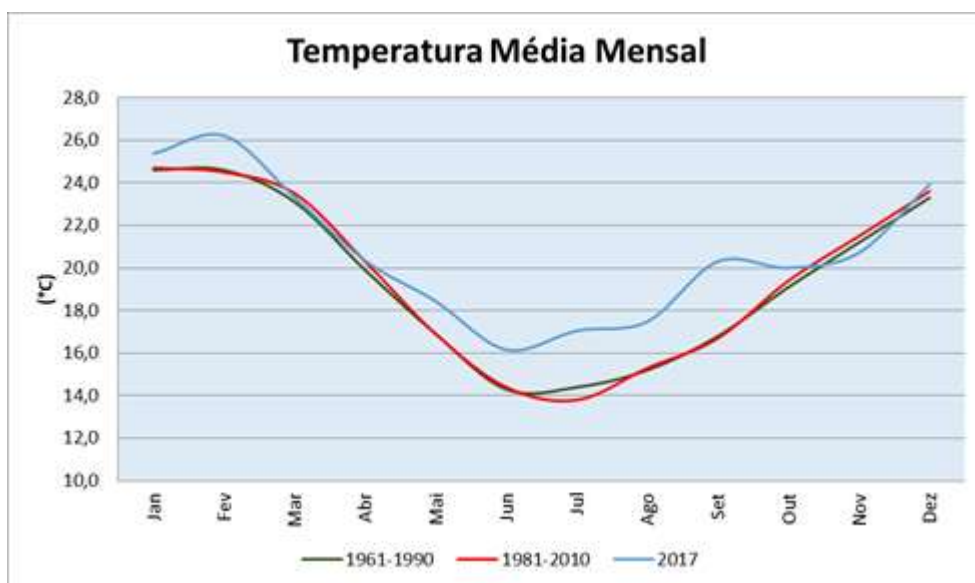


Figura 1: Temperaturas médias mensais registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010.

Fonte: INMET.

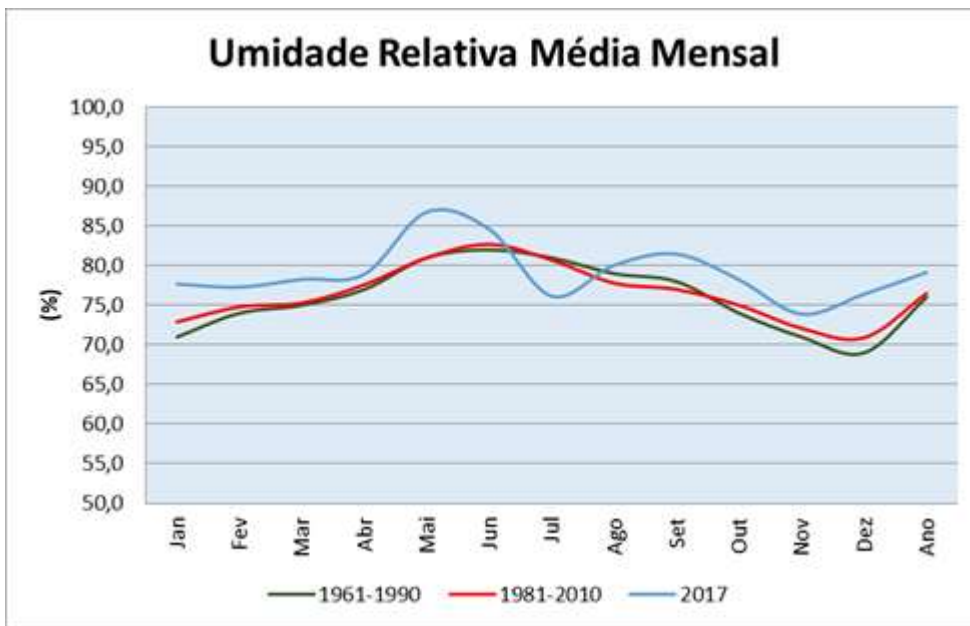


Figura 2: Umidades Relativas mensais registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010.
Fonte: INMET.

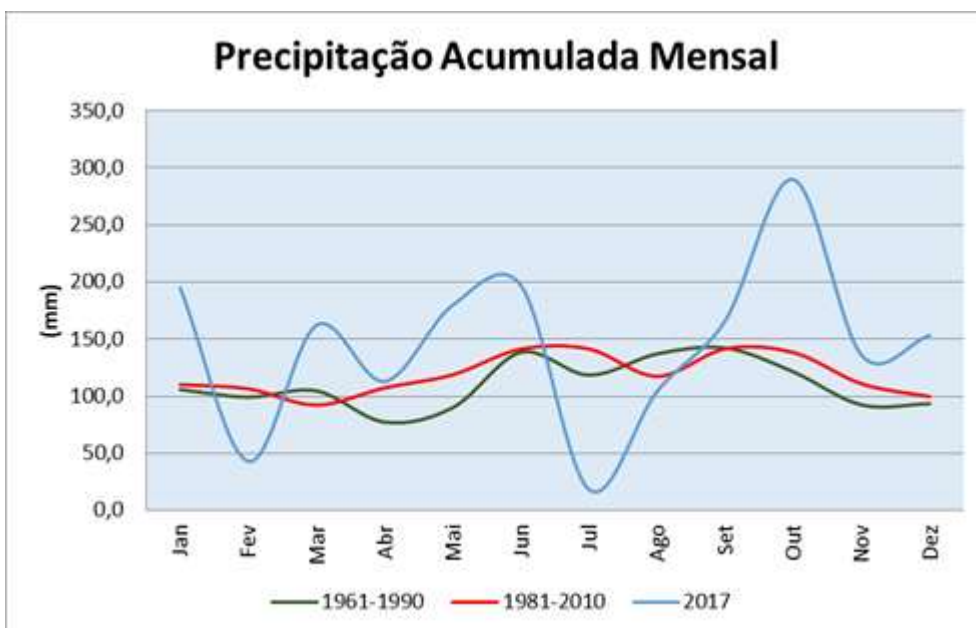


Figura 3: Precipitações acumuladas mensais registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010.
Fonte: INMET.

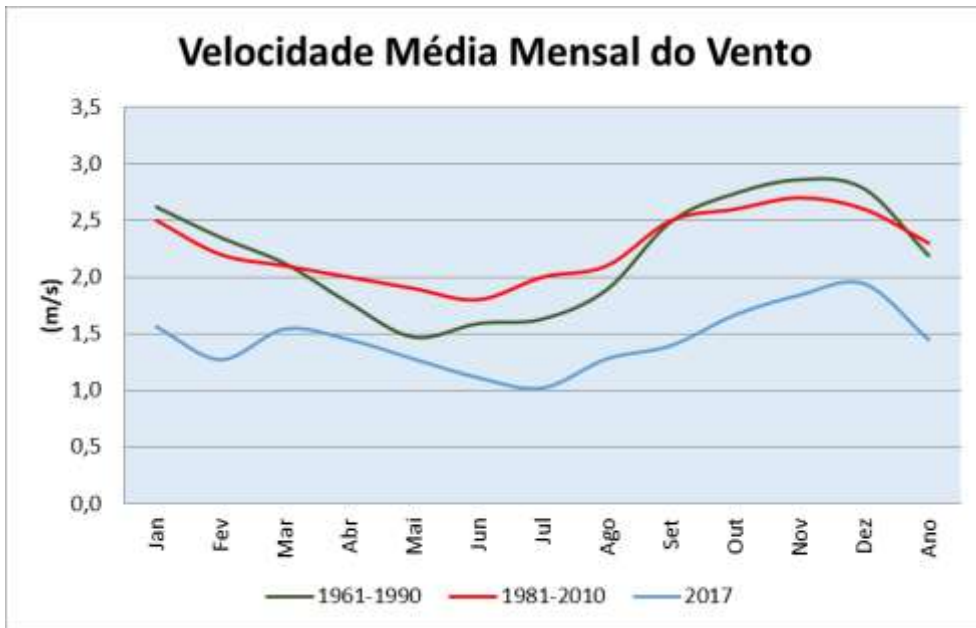


Figura 4: Velocidades médias mensais do vento registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010.

Fonte: INMET.

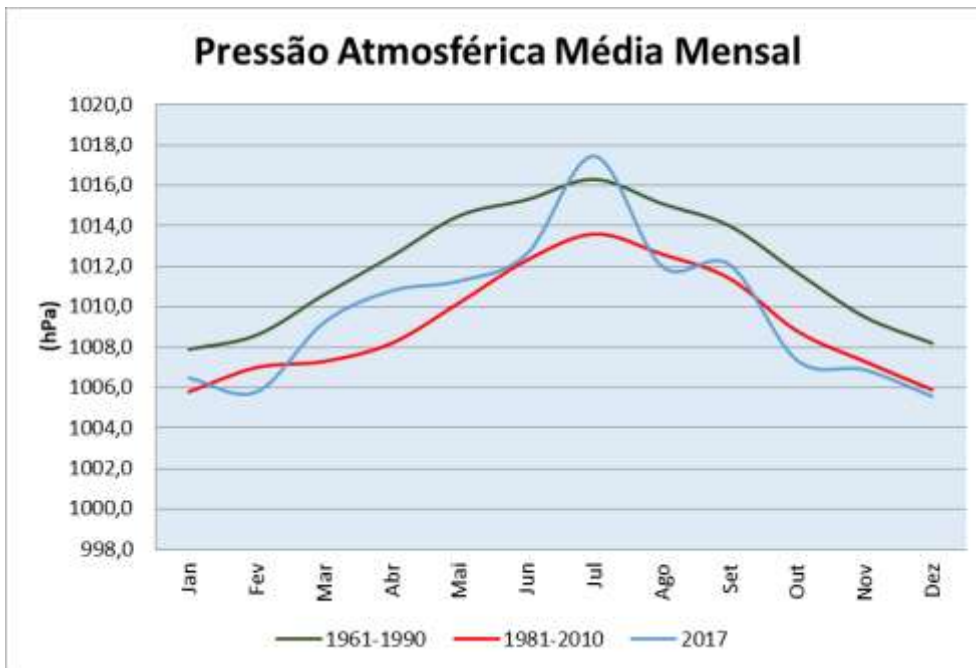


Figura 5: Pressões atmosféricas médias mensais registradas em 2017 em comparação com as normais climatológicas 1961-1990 e 1981-2010.







Fonte: INMET.

3.2 Dados do Monitoramento

3.2.1 Índice de qualidade do ar

O índice de qualidade do ar (IQAr) é uma ferramenta matemática tipicamente utilizada pelas Redes de Monitoramento para informar de maneira fácil ao público o nível de qualidade do ar, sendo estabelecidas na FEPAM as seguintes categorias: “Boa”, “Regular”, “Inadequada”, “Má”, “Péssima” e “Crítica”, que são respectivamente associadas as cores: verde, amarelo, laranja, vermelho, roxo e preto.

Cada concentração de poluente medido corresponde a um índice de qualidade do ar, sendo que o valor mais elevado prevalece sobre os demais para classificação do ar e identificação do poluente mais crítico. Assim, cada índice corresponde a uma faixa de concentração que varia de um poluente para outro. A Figura 6 apresenta as faixas de equivalências de concentrações e índices de qualidade respectivos para os poluentes monitorados pela rede automática.

ÍNDICE DA QUALIDADE DO AR (IQAr)								
Qualidade	Índice	Níveis de Cautela sobre a Saúde	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PI10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	S02 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (ppm)	O3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 Boa	0-50	Seguro à Saúde	0-80	0-50	0-100	0-190	0-4,5	0-80
 Regular	51-100	Tolerável	81-240	51-150	101-365	191-320	4,6-9,0	81-160
 Inadequada	101-199	Insalubre para Grupos Sensíveis	241-374	151-249	366-799	321-1129	9,1-14,9	161-399
 Má	200-299	Muito Insalubre (Nível de Atenção)	375-624	250-419	800-1599	1130-2259	15,0-29,9	400-799
 Péssima	300-399	Perigoso (Nível de Alerta)	625-874	420-499	1600-2099	2260-2999	30,0-39,9	800-999
 Crítica	400 ou maior	Muito Perigoso (Nível de Emergência)	≥ 875	≥ 500	≥ 2100	≥ 3000	≥ 40	≥ 1000

Os índices, até a classificação REGULAR, atendem aos Padrões Primários de Qualidade do Ar da Resolução CONAMA 03 de 28/06/1990.

Figura 6: Índices de qualidade e faixas de concentração correspondente por poluente.
Fonte: FEPAM.

A Tabela 1 mostra o número de dias no ano de 2017 em que cada estação de monitoramento atingiu determinada categoria do IQAr.

Tabela 1: IQAr registrado nas estações de monitoramento em 2017.

2017 (TOTAL)	Charqueadas	Triunfo (DEPREC)	Triunfo (Móvel Polo)	Canoas	Esteio	Gravatá	Guaíba	TOTAL (%)
Nº dias IQAr BOM	173	222	173	260	272	232	197	89,4
Nº dias IQAr REGULAR	51	1	4	26	12	12	72	10,4
Nº dias IQAr INADEQUADO	1	0	0	0	0	0	2	0,2
Nº dias IQAr Má	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Nº dias IQAr Péssimo	0	0	0	0	0	0	0	0,0
Nº dias IQAr Crítico	0	0	0	0	0	0	0	0,0
TOTAL DE DIAS COM IQAr AVALIADO	225	223	177	286	284	244	271	—

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que o IQAr em 2017, considerando o somatório das sete estações em operação na Rede Ar do Sul, mostrou que 89,4% dos dias apresentaram qualidade do ar boa, 10,4% qualidade regular e 0,2% qualidade inadequada. Não houve registros de qualidade Má ou pior no ano de 2017.

É possível verificar que os registros de qualidade inadequada ocorreram nas estações de Charqueadas e Guaíba. A análise destes registros mostra que o episódio de qualidade inadequada em Charqueadas é decorrente do poluente ozônio (O₃) e os em Guaíba decorrentes do poluente partículas inaláveis (PI10).

Salienta-se que os cálculos de concentração horárias ou diárias são baseados nos horários de elaboração dos Boletins Diários de Qualidade do Ar, ou seja, das 17:00 h do dia anterior até as 16:00 h do dia efetivo do Boletim. Então, para os episódios de ultrapassagem do padrão de qualidade relatados a seguir os períodos considerados serão estes.

3.2.2 Poluentes Atmosféricos: concentração média anual

Na Tabela 2 são apresentadas, para o ano de 2017, as médias anuais de concentração dos poluentes ozônio (O₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e partículas inaláveis (PI10). Para obter a concentração média de cada poluente, os valores de concentração obtidos abaixo do limite de detecção do analisador foram considerados para efeito de cálculo como a metade do limite de detecção do respectivo equipamento. Na tabela, as células sem dados indicam ausência do analisador na estação ou que o mesmo não forneceu nenhum dado válido no período ou que o analisador esteve fora de operação por problemas técnicos. Os dados em vermelho indicam que o valor médio calculado para o ano não atendeu o critério de representatividade anual (>50 % de dados), mas foram mantidos para registro e avaliação de tendência.

Tabela 2: Concentração média anual dos poluentes por estação em 2017.

ESTAÇÃO	O3	NO2	CO	PI10	SO2
	Média Horária Anual			Média Diária Anual	
	µg/m³		ppm	µg/m³	
Canoas/V COMAR				28,6	
Canoas/PU	18,9	11,7	0,30	24,1	7,6
Esteio/VE	14,5	35,8	0,5	22,7	17,1
Gravatá/JT	23,4	5,9	0,3	17,4	1,3
Triunfo/Polo Petroquímico	16,5	6,8	0,2	13,2	1,4
Triunfo/DEPREC		6,6			16,2
Charqueadas/AT	42,2	9,9	0,3	26,6	11,7
Guaíba/Parque 35	32,1	10,1	0,5	35,3	1,0
MÉDIA GERAL*	22,2	14,8	0,4	23,6	8,0
Padrão de Qualidade (Conama 03/90)	--	100	--	50	80 (primário) 40 (secundário)

* Valores em vermelho não incluídos na média geral, por não serem representativos do ano.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados mostram que os poluentes PI10, NO2 e SO2 atenderam aos padrões de qualidade anual conforme Resolução CONAMA 03/1990. Não são estabelecidos padrões de qualidade anual para O3 e CO.

3.2.3 Poluentes Atmosféricos: evolução da concentração média anual nos últimos cinco anos

3.2.3.1 - Ozônio

Tabela 3: Concentração média anual de O3 nos últimos 5 anos.

O3 - MÉDIA HORÁRIA ANUAL – µg/m³					
ESTAÇÃO	2013	2014	2015	2016	2017
Canoas/V COMAR			14,6	19,2	
Canoas/PU	26,6	25,6	28,4	21,5	18,9
Esteio/VE	23,0	23,7	23,7	20,6	14,5
Gravatá/JT			23,7	30,0	23,4
Triunfo/Polo Petroquímico				20,4	16,5
Charqueadas/AT	47,2	65,2	46,0	45,9	42,2
Guaíba/Parque 35		38,9	29,8	34,4	32,1
MÉDIA GERAL*	32,3	38,2	30,3	30,5	22,2

* Valores em vermelho não incluídos na média geral, por não serem representativos do ano.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que no ano de 2017 todas as estações de monitoramento indicaram redução da concentração média anual de ozônio em relação aos anos anteriores.

3.2.3.2 – Monóxido de Carbono

Tabela 4: Concentração média anual de CO nos últimos 5 anos.

CO - MÉDIA HORÁRIA ANUAL - ppm					
ESTAÇÃO	2013	2014	2015	2016	2017
Canoas/PU	0,03	0,1	0,04	0,25	0,3
Esteio/VE	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
Gravataí/JT	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Triunfo/Polo Petroquímico				0,1	0,2
Charqueadas/AT	0,3	0,8	0,8	0,3	0,3
Guaíba/Parque 35		0,6	0,6	0,5	0,5
MÉDIA GERAL*	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4

* Valores em vermelho não incluídos na média geral, por não serem representativos do ano.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados indicam que não houve alteração significativa dos teores de CO no ambiente nos últimos 5 anos.

3.2.3.3 – Dióxido de Enxofre

Tabela 5: Concentração média anual de SO₂ nos últimos 5 anos.

SO ₂ – MÉDIA DIÁRIA ANUAL - µg/m ³					
ESTAÇÃO	2013	2014	2015	2016	2017
Canoas/PU	1,5	1,3	0,7	11,7	7,6
Esteio/VE	2,8	5,1	1,5	10,1	17,1
Triunfo/DEPREC	11,6	15,6	19,7	5,7	16,2
Gravataí/JT	0,7	0,8	1,2	1,3	1,3
Triunfo/Polo Petroquímico				1,7	1,4
Charqueadas/AT	12,6	15,2	16,4	2,9	11,7
Guaíba/Parque 35		2,7	2,0	1,7	1,0
MÉDIA GERAL*	7,1	9,3	6,5	5,6	8,0

* Valores em vermelho não incluídos na média geral, por não serem representativos do ano.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A concentração média anual de SO₂ ao longo dos últimos 5 anos se manteve baixa, com variações positivas e negativas entre os anos. Há, contudo, uma tendência de aumento deste poluente na estação Esteio/VE.

3.2.3.4 – Dióxido de Nitrogênio

Tabela 6: Concentração média anual de NO₂ nos últimos 5 anos.

NO ₂ – MÉDIA HORÁRIA ANUAL - µg/m ³					
ESTAÇÃO	2013	2014	2015	2016	2017
Canoas/PU	19,0		8,6	12,1	11,7
Esteio/VE	19,4	19,0	16,8	24,6	35,8
Triunfo/DEPREC	7,1	7,2	6,1	6,7	6,6
Gravataí/JT			5,4	9,1	5,9
Triunfo/Polo Petroquímico				6,0	6,8
Charqueadas/AT	12,1	12,0	10,1	8,6	9,9
Guaíba/Parque 35		12,8	13,1	10,5	10,1
MÉDIA GERAL *	14,4	12,7	9,8	11,9	14,8

* Valores em vermelho não incluídos na média geral, por não serem representativos do ano.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comportamento similar ao SO₂ é observado para o poluente NO₂, onde há pequenas oscilações da concentração média anual ao longo dos últimos anos, com tendência ao aumento na estação de Esteio/VE.

3.2.3.5 – Partículas Inaláveis

Tabela 7: Concentração média anual de PI10 nos últimos 5 anos.

PI10 – MÉDIA DIÁRIA ANUAL – µg/m ³					
ESTAÇÃO	2013	2014	2015	2016	2017
Canoas/V COMAR		31,2	27,2	26,8	28,6
Canoas/PU	33,4	29,1	25,5	24,7	24,1
Esteio/VE			24,2	21,2	22,7
Gravataí/JT	17,2	16,3	14,6	16,9	17,4
Triunfo/Polo Petroquímico				13,8	13,2
Charqueadas/AT	31,8	28,8	27,1	29,8	26,6
Guaíba/Parque 35		28,2	25,1	25,0	35,3
MÉDIA GERAL *	32,6	24,7	22,4	23,5	24,0

* Valores em vermelho não incluídos na média geral, por não serem representativos do ano.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que os dados de PI10 se mantiveram praticamente constantes aos longos dos últimos 5 anos de monitoramento. Entretanto, um aumento significativo de PI10 é observado na estação de Guaíba/Parque 35 no ano de 2017 em relação aos anteriores, mas que ainda não é possível afirmar tratar-se de uma tendência ou se decorre de fatos isolados ocorridos na região neste ano.

3.2.4 Poluentes Atmosféricos: concentração máxima anual

A Tabela 8 apresenta a concentração máxima anual obtida para cada poluente na respectiva Estação de Monitoramento.

Tabela 8: Concentração máxima anual dos poluentes por estação em 2017.

ESTAÇÃO	O3	NO2	CO	PI10	SO2
	Máxima Horária Anual			Máxima Diária Anual	
	µg/m ³		ppm	µg/m ³	
Canoas/V COMAR				147,2	
Canoas/PU	101,4	81,3	3,2 / 1,8	90,1	19,1
Esteio/VE	81,2	231,1	5,8 / 5,4	75,6	24,9
Gravataí/JT	120,6	128,6	2,5 / 2,3		
Triunfo/Polo Petroquímico	138,3	43,0	1,2 / 0,5	31,6	10,2
Charqueadas/AT	231,5	72,7	3,3 / 2,3	56,9	28,5
Guaíba/Parque 35	141,6	76,4	3,1 / 2,4	172,2	4,5
Triunfo/DEPREC		112,8			22,5
Padrão de Qualidade (Conama 03/90)	160	320 (primário) 190 (secundário)	35 / 9**	150	365 (primário) 100 (secundário)

* Valores em vermelho não representativos do ano.

** máxima média móvel de 8 horas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme os valores mostrados na Tabela 8, observa-se que os poluentes SO₂ e CO não apresentaram em 2017 nenhum registro de ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar em nenhuma das estações de monitoramento.

Para os poluentes O₃, NO₂ e PI10, verifica-se que houve ultrapassagem do padrão de qualidade nas estações Charqueadas/AT, Esteio/VE e Guaíba/Parque 35, respectivamente. Salienta-se que, como já foi dito, os cálculos de picos de concentração correspondem aos horários de elaboração dos Boletins Diários de Qualidade do Ar.

Para O₃, conforme dados de monitoramento, houve quatro ultrapassagens do padrão de qualidade, todos no dia 02/10/2017, no período entre 17 e 21 h do dia 01/10/2017. Os valores observados no início da noite foram: 17 h = 231 µg/m³; 18 h = 173 µg/m³; 18 h = 172 µg/m³; e 21 h = 160 µg/m³.

No caso do NO₂, registrou-se quatro ultrapassagens do padrão secundário de qualidade, todas no dia 30/03/2017, no período entre 6 e 9 h. Os valores observados foram: 6 h = 214 µg/m³; 7 h = 221 µg/m³; 8 h = 216 µg/m³; e 9 h = 231 µg/m³.

Para o PI10, houve duas ultrapassagens do padrão nos dias 24/07/2017, com 172,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Boletim do dia 25/07/2017), e 10/09/2017, com 156,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Boletim do dia 11/09/2017).

Seguem abaixo a análise destes episódios de ultrapassagens registrados.

- Episódio de máxima concentração média horária do poluente O₃ na estação Charqueadas/AT, em 01/10/2017, a partir das 17h (Boletim do dia 02/10/2017):

A Estação Meteorológica mantida e operada pela Usina Termoelétrica Termochar, atualmente desativada, apresentou problemas a partir de agosto/17, então não há disponibilidade de dados meteorológicos desta estação para esta data. Como recurso, estão sendo utilizados os dados registrados pela Estação Meteorológica A-813, do INMET, instalada em Rio Pardo/RS, apesar de estar distante acima de 70 km da Estação Charqueadas/AT. A Estação Meteorológica A-801, do INMET, instalada em Porto Alegre é menos distante (aproximadamente 45 km), mas não é tão representativa quanto a Estação A-813, devido às características meteorológicas e geográficas a qual está inserida. Apesar da distância, a Estação A-813 pertence a uma mesma paisagem geográfica e está sujeita ao mesmo conjunto de circulações regionais que atuam na área da Estação Charqueadas/AT.

No dia 01/10/2017 a temperatura chegou a 14,8°C no começo da manhã, e atingiu 29°C às 15h local, os ventos estiveram fracos a moderados, inicialmente de norte/noroeste na madrugada, passando a nordeste durante o dia. A imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho com realce de temperatura para salientar topos de nuvens, das 9h local (12:00 UTC), indica que uma frente fria com atividade moderada/forte se aproximava do Rio Grande do Sul a partir de sul/sudoeste (Figura 7a), a região de Charqueadas (indicada com uma estrela vermelha) apresentava poucas nuvens; já a imagem das 17h (20:00 UTC) indica que a frente fria avançou sobre o Estado, atingindo a região de Charqueadas, com muitas nuvens (Figura 7b). A carta sinótica com a análise de superfície das 9h (12:00 UTC) indica a presença de um centro de baixa pressão com 996 hPa no oceano a leste do Rio Grande do Sul, e uma linha de cavado associado a frente fria sobre o Estado (Figura 8a), e os registros de descargas elétricas do Sistema RINDAT das 16h15min local (19:15 UTC) indicam diversos pontos com trovoadas no centro e noroeste do Estado (Figura 8b), inclusive com algumas trovoadas na região próxima ao município de Charqueadas (estrela vermelha). O diagrama SkewT-LogP da radiossondagem das 9h local (12:00 UTC) do dia 01/10/2017 (Figura 9), indica a ocorrência que a atmosfera encontrava-se levemente instável junto a superfície, e uma inversão frontal entre os níveis de 950 hPa e 900 hPa (~ 500m – 1000m de altitude). Estas condições indicam

que a leve mistura das camadas inferiores da atmosfera (leve instabilidade), associada aos ventos fracos/moderados registrados, levaram a uma moderada diluição e dispersão dos poluentes precursores (NOx, COVs, etc.) do ozônio troposférico na região de Charqueadas. A alta incidência de radiação solar (pouca nebulosidade) pode ter levado aos processos fotoquímicos de formação de ozônio troposférico, fenômeno que foi incrementado pela aproximação da linha de trovoadas (raios e relâmpagos) que acompanhou a chegada da frente fria. Esta combinação de fenômenos pode ter sido responsável pela formação de grandes concentrações de ozônio troposférico, assim como pela manutenção destes níveis ao entardecer e início da noite.

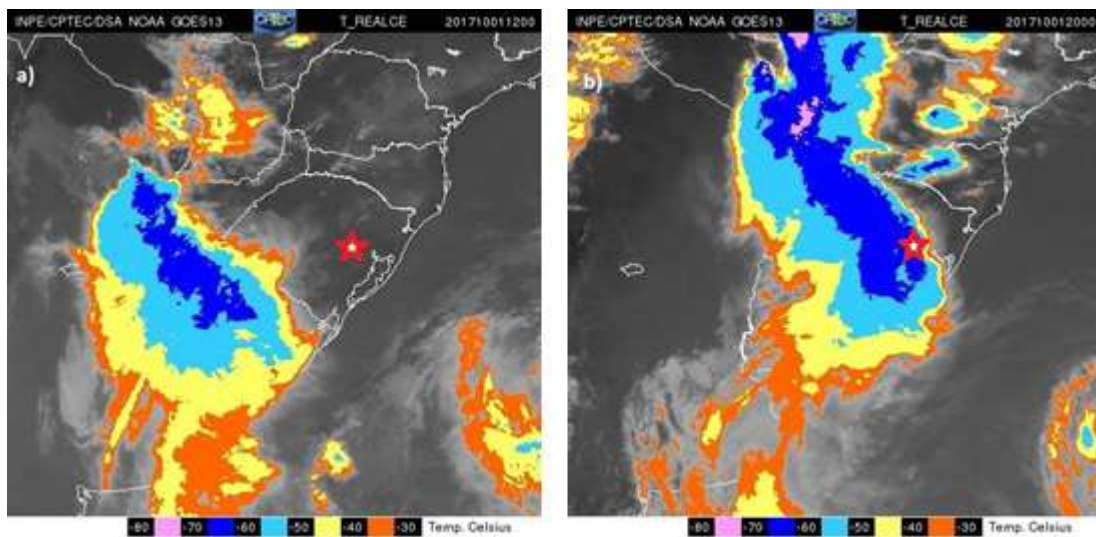


Figura 7: Imagens do Satélite GOES-13 do dia 01/10/2017 no espectro do infravermelho, com realce de temperatura para salientar topos de nuvens. A estrela em vermelho corresponde à localização da Estação Charqueadas/AT. a) 9h local (12:00 UTC); b) 17h local (20:00 UTC).

Fonte: modificado de INPE/CPTEC/DSA.

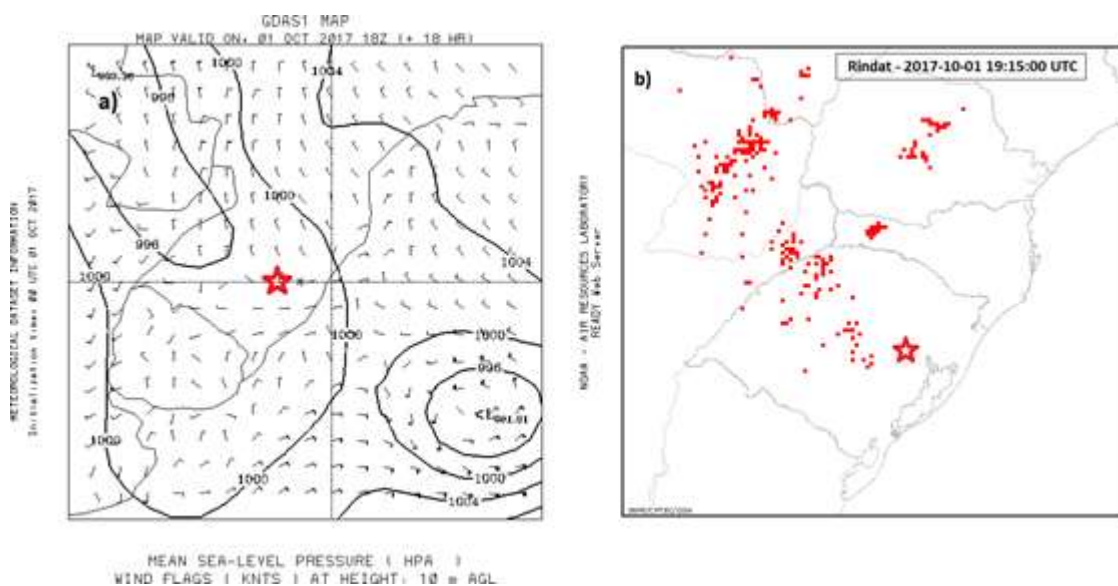


Figura 8: a) Análise de superfície do dia 01/10/2017, às 15h local (18:00 UTC), indicando isóbaras e flags de vento na superfície; b) Descargas elétricas atmosféricas registradas pelo Sistema RINDAT do dia 01/10/2017 às 16h15min local (19:15 UTC). A estrela em vermelho corresponde à localização da Estação Charqueadas/AT.
Fonte: modificado de NOAA/ARL (modelagem) e INPE/CPTEC/DAS, respectivamente.

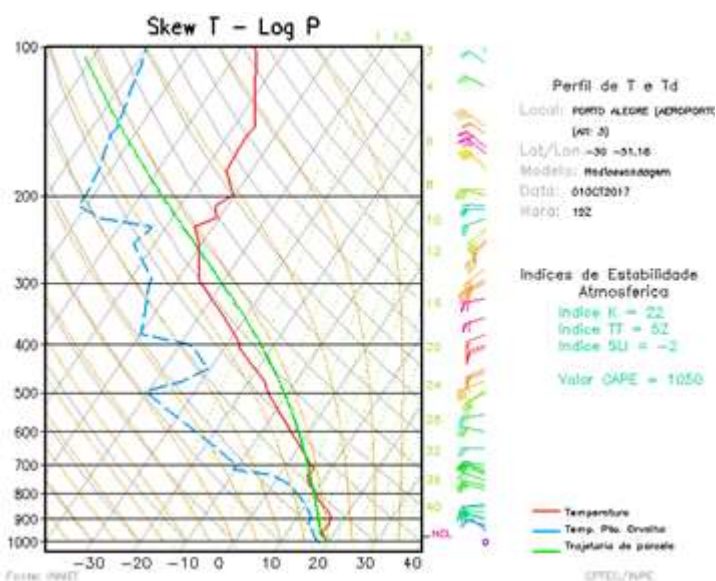


Figura 9: Diagrama SkewT-LogP do dia 01/10/2017, às 9h local (12:00 UTC), de Porto Alegre.
Fonte: INPE/CPTEC/DSA

- Episódio de máxima concentração média horária do poluente NO₂ na estação Esteio/VE, em 30/03/2017, às 9h.

Segundo as observações de superfície da Estação Meteorológica do INMET localizada em Porto Alegre (A-801), neste dia havia poucas nuvens, as temperaturas oscilaram entre 17,7°C (pela manhã) e 27,6°C (à tarde), e os ventos estiveram fracos, especialmente de manhã, quando se aproximaram da calma, com predominância de ventos

do quadrante leste/estesudeste. A imagem de satélite (Figura 10) ilustra que não havia ação relevante de sistemas sinóticos em todo o Rio Grande do Sul, e a análise de superfície das 9h local (12:00 UTC) indica haver um centro de alta pressão com 1020,2 hPa no norte/nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 11). A análise do diagrama SkewT-LogP (radiossondagem realizada as 12 UTC do dia 30/03/2017) indica a ocorrência de uma superadiabática junto à superfície e atmosfera aproximadamente neutra acima de 1000 hPa (Figura 12). Estas condições indicam instabilidade nos primeiros metros acima do solo, favorecendo a formação de vórtices nestes níveis, consequentemente as emissões das chaminés podem ter sido misturadas aos níveis mais baixos, próximo aos pontos de emissão. A neutralidade da atmosfera logo acima destes níveis, e os ventos fracos, impossibilitaram a melhor dispersão destes poluentes, fatores que devem ter contribuído para as altas concentrações do poluente NO₂ na estação Esteio/Vila Ezequiel, emitidos provavelmente por fontes locais. O fenômeno provavelmente foi interrompido pelo aquecimento da superfície, nas primeiras horas de incidência de radiação solar, pois a superadiabática se desfaz, restando somente a atmosfera neutra, possibilitando a dispersão dos poluentes emitidos à maiores distâncias, fazendo com que a mistura ocorra com maior volume de ar atmosférico, diminuindo as concentrações de poluentes na baixa atmosfera.

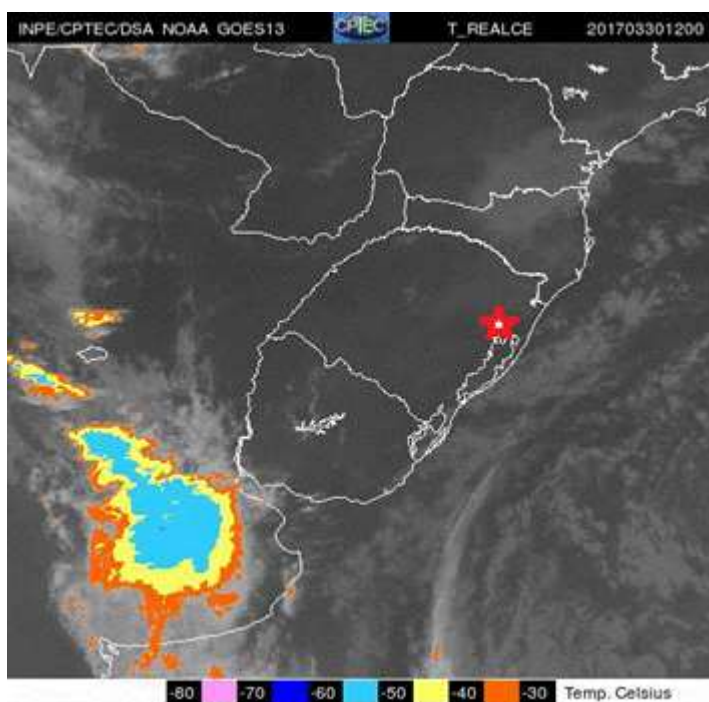


Figura 10: Imagem do Satélite GOES-13 do dia 30/03/2017, às 9h local (12:00 UTC), no espectro do infravermelho, com realce de temperatura para salientar topos de nuvens. A estrela em vermelho indica a localização da Estação Esteio/VE.

Fonte: modificado de INPE/CPTEC/DSA.

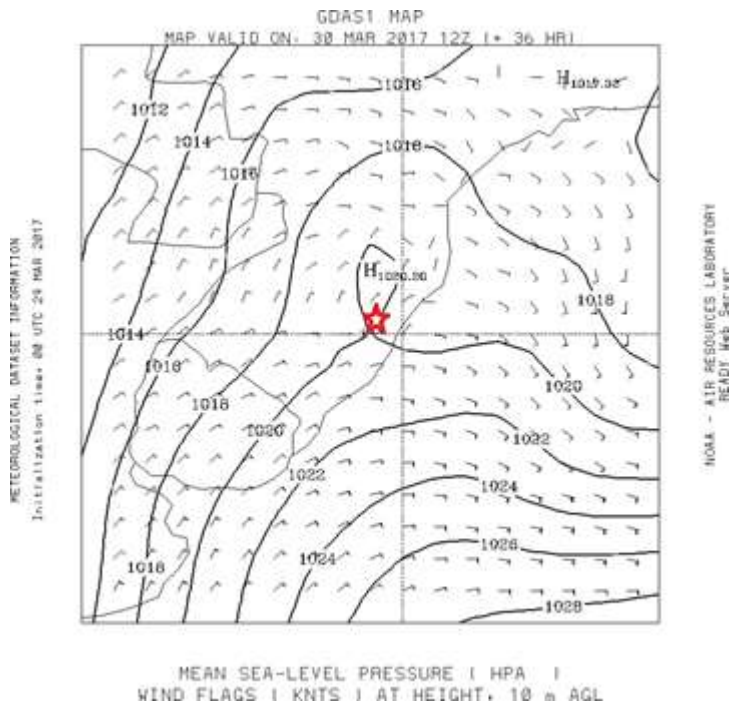


Figura 11: Análise de superfície do dia 30/03/2017 às 9h local (12:00 UTC), indicando isóbaras e flags de vento na superfície. A estrela em vermelho indica a localização da Estação Esteio/VE.
Fonte: modificado de NOAA/ARL (modelagem).

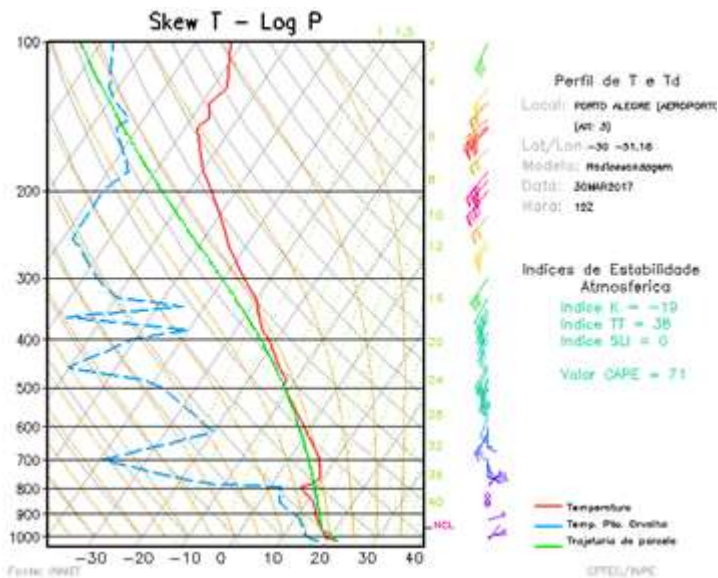


Figura 12: Diagrama SkewT-LogP do dia 30/03/2017, às 9h local (12:00 UTC), de Porto Alegre.
Fonte: INPE/CPTEC/DSA.

- Episódio de máxima concentração média diária do poluente PI10 na Estação Guaíba/Parque 35, em 25/07/2017:

O aumento das concentrações de PI10 foi observado principalmente no final da tarde e início da noite do dia 24/07/2017, por isso o pico foi registrado como sendo no dia Boletim de Qualidade do Ar do dia 25/07/2017.

Segundo os dados da estação meteorológica instalada junto a Estação de Monitoramento de Qualidade do Ar Guaíba/Parque 35, no dia 24/07/2017 as temperaturas estiveram entre 12,1°C – 29,7°C, a presença de poucas nuvens proporcionou grande incidência de radiação solar, os ventos predominaram de noroeste fracos, com ocorrência de calmaria em boa parte do dia. Não foi registrada precipitação nos sete dias que precederam este episódio de altas concentrações. A imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho com realce de temperatura para salientar topos de nuvens (Figura 13), das 9h local (12:00 UTC), indica que uma frente fria deslocava-se para o oceano na costa do Uruguai/Rio Grande do Sul, e uma linha de nuvens baixas prolongava-se sobre o Sul do Estado. A análise da carta de superfície das 9h local (12:00 UTC) indica que o campo de pressão estava fraco e havia uma linha de cavado prolongando-se entre Uruguai e Rio Grande do Sul (Figura 14). O diagrama SkewT-LogP (24/07/2017 às 12:00 UTC) indica a ocorrência de uma forte inversão térmica junto a superfície (Figura 15), o que garante forte estabilidade atmosférica. Este conjunto de condições meteorológicas (estabilidade, ventos fracos, inversão térmica, baixa umidade relativa, etc.) proporcionou forte estagnação atmosférica, com o conseqüente o acúmulo de material particulado na atmosfera. Mas a ultrapassagem do padrão de qualidade do ar para PI10 não se explica somente por estes fatores. Uma análise detalhada indica que houve um período em que o vento esteve calmo entre 0h – 7h, e a média das concentrações de PI10 neste período foi de aproximadamente 87 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, um valor alto, que corrobora com o acúmulo de material particulado na atmosfera descrito anteriormente, mas dentro do padrão de qualidade do ar. Mas entre 8h – 16h houve vento moderado (chegou a mais de 4,5 m/s) de noroeste, e a concentração média neste período baixou para 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, uma diminuição de 25%, aproximadamente. Entre 17h – 0h o vento esteve fraco de sudeste, e a concentração média de PI10 para o período aumentou para aproximadamente 368 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ou seja, praticamente sextuplicou. A partir de 1h o vento voltou a soprar mais forte (entre 2,5 e 3 m/s), sem mudar de direção, e a concentração média de PI10 entre 1h – 12h voltou a baixar, com 74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Isso indica que alguma fonte de material particulado situada a sudeste

da estação Guaíba/Parque 35 pode ter sido a principal responsável pela ultrapassagem do padrão de qualidade do ar para PI10 nesta ocasião.

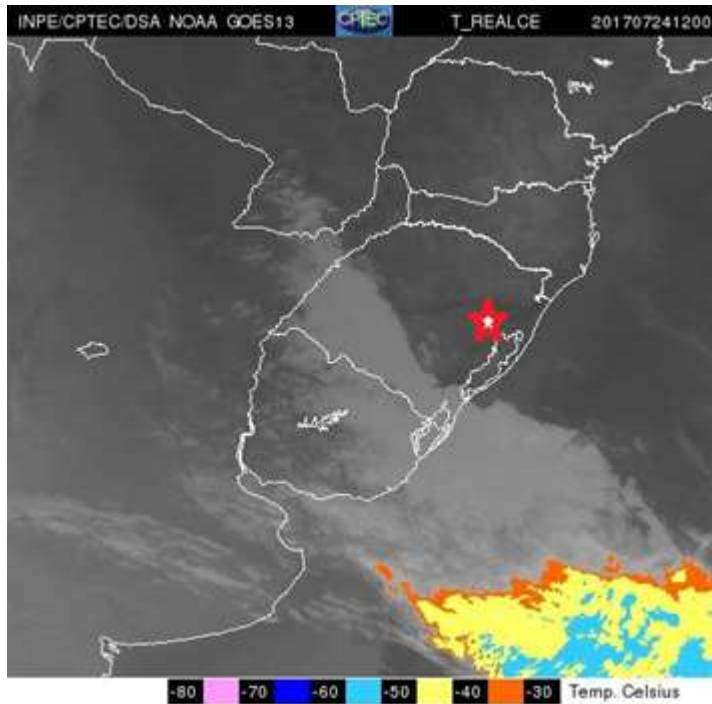


Figura 13: Imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho, com realce dos topos de nuvens, do dia 24/07/2017, às 9h local (12:00 UTC). A estrela vermelha corresponde à localização da Guaíba/Parque 35.
Fonte: modificado de INPE/CPTEC/DSA.

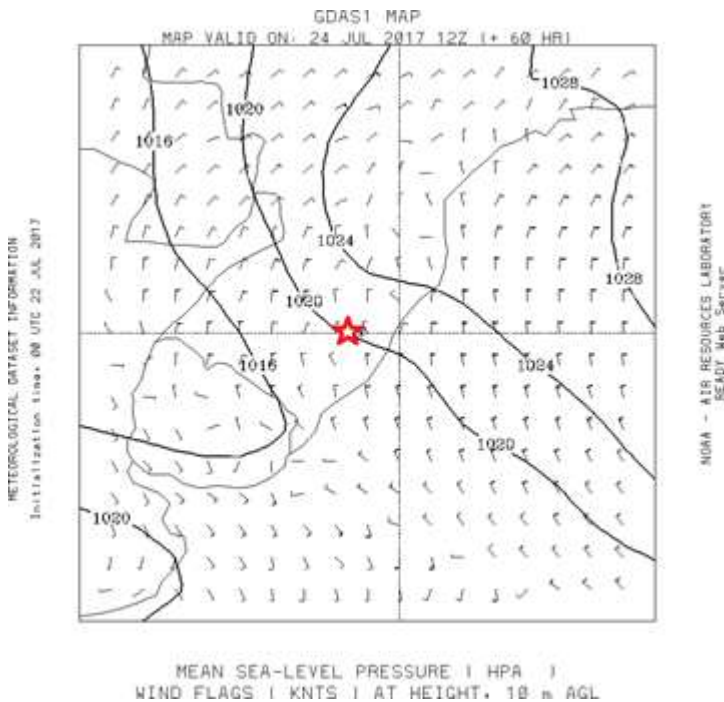


Figura 14: Análise de superfície contendo isóbaras ao nível médio do mar e vetores de vento a 10 m de altura, a partir de simulação válida para o dia 24/07/2017, às 12:00 UTC (9h local). A estrela em vermelho corresponde à localização da Estação Guaíba/Parque 35.
Fonte: modificado de NOAA/ARL.

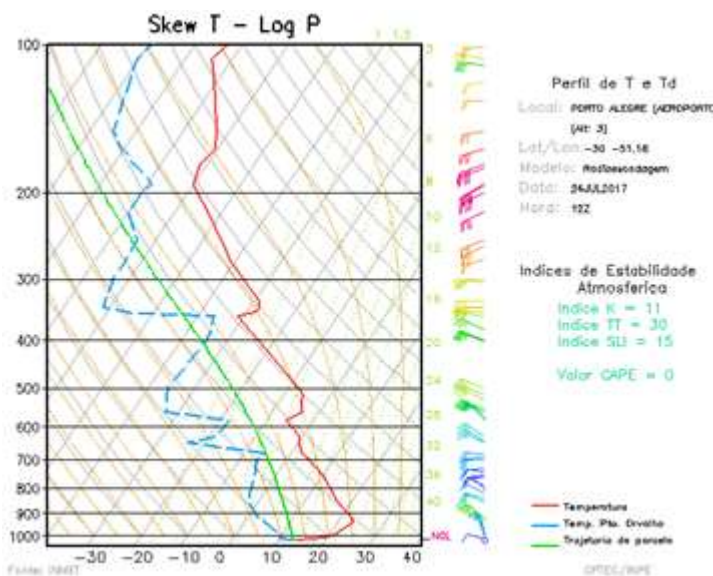


Figura 15: Gráfico SkewT–LogP da radiossonagem do dia 24/07/2017, às 9h local (12:00 UTC), do Aeroporto Salgado Filho.

Fonte: CPTEC/INPE.

- Episódio de máxima concentração média diária do poluente PI10 na estação Guaíba/Parque 35, em 11/09/2017.

O aumento das concentrações de PI10 foi observado principalmente no final da tarde e início da noite do dia 10/09/2017, por isso o pico foi registrado como sendo no dia Boletim de Qualidade do Ar do dia 11/09/2017.

Segundo os dados da estação meteorológica instalada junto a Estação de Monitoramento de Qualidade do Ar Guaíba/Parque 35, no dia 10/09/2017 as temperaturas ficaram entre 17,5°C - 31,5°C, e a ocorrência de poucas nuvens proporcionou intensa radiação solar do amanhecer até o entardecer, os ventos foram de direção variável fracos praticamente o dia inteiro, inclusive com ocorrência de calmaria. A imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho com realce de temperatura para salientar topos de nuvens (Figura 16), das 17h local (20:00 UTC), indica que havia uma área de instabilidade sobre o Uruguai, provavelmente com núcleos de trovoadas, mas que sobre o Rio Grande do Sul havia poucas nuvens, e que a região de Guaíba estava praticamente com céu claro. A análise da carta de superfície das 18h local (21:00 UTC) indica que havia um centro de baixa pressão, com 995 hPa, sobre o Mar do Prata (o que explica a nebulosidade e trovoadas sobre o Uruguai), mas sobre o Rio Grande do Sul não havia sistema sinótico ativo, e o vento junto a superfície era de norte/nordeste fraco (Figura 17). O diagrama SkewT-LogP (10/09/2017 às 12:00 UTC) indica

a ocorrência de uma forte inversão térmica junto a superfície (Figura 18), o que garantia forte estabilidade atmosférica. Este conjunto de condições meteorológicas (estabilidade, ventos fracos, inversão térmica, baixa umidade relativa, etc.) proporcionou estagnação atmosférica, como consequência o acúmulo de material particulado na atmosfera foi aumentando dia após dia. Mas isso não descarta de ter havido algum agente poluidor específico que contribuiu para a ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar. Entre as 0h – 16h deste dia a média das concentrações de PI10 era aproximadamente $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que é um valor alto, mas corrobora com a explicação anterior, de acumulação atmosférica do PI10, mas entre as 13h do dia 10/09 e as 2h do dia 11/09 a concentração média de PI10 pulou para aproximadamente $277 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ou seja, praticamente quintuplicou. Este comportamento indica que algum fator em específico contribuiu para este aumento abrupto das concentrações de PI10. Analisando detalhadamente, observa-se que houve um pequeno período em que o vento modificou seu comportamento, saindo da quase calmaria, com direção variável, para velocidades que chegaram a 5 m/s de sudeste (entre as 13h-16h), voltando a quase calmaria e calmaria, com direção variável, a partir de então. Após as 2h local, o vento voltou a aumentar sua velocidade, mas desta vez de noroeste/oeste, com velocidades que ultrapassaram os 9 m/s, e a média das concentrações de PI10 baixou para aproximadamente $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre as 3h – 16h do dia 11/07. Isso indica que alguma fonte de material particulado situada a sudeste da estação Guaíba/Parque 35 pode ter sido a principal responsável pela ultrapassagem do padrão de qualidade do ar para PI10.

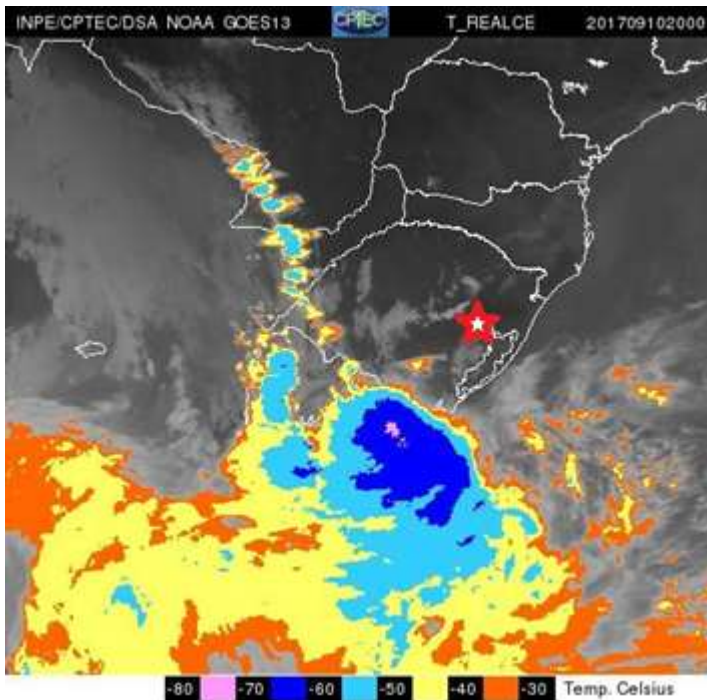


Figura 16: Imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho, com realce dos topos de nuvens, do dia 10/09/2017, às 17h local (20:00 UTC). A estrela vermelha corresponde à localização da Guaíba/Parque 35.

Fonte: modificado de INPE/CPTEC/DSA.

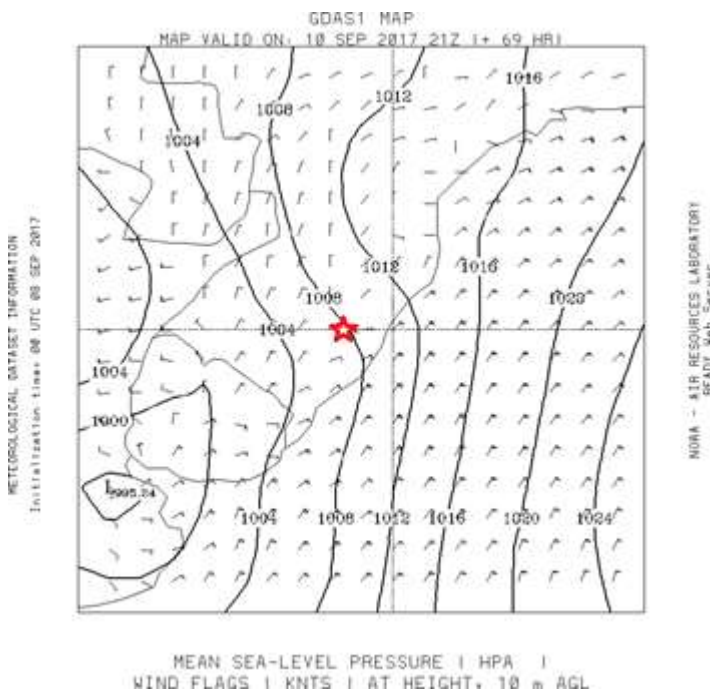


Figura 17: Análise de superfície contendo isóbaras ao nível médio do mar e vetores de vento a 10 m de altura, a partir de simulação válida para o dia 10/09/2017, às 18h local (21:00 UTC). A estrela em vermelho corresponde à localização da Estação Guaíba/Parque 35.

Fonte: modificado de NOAA/ARL.

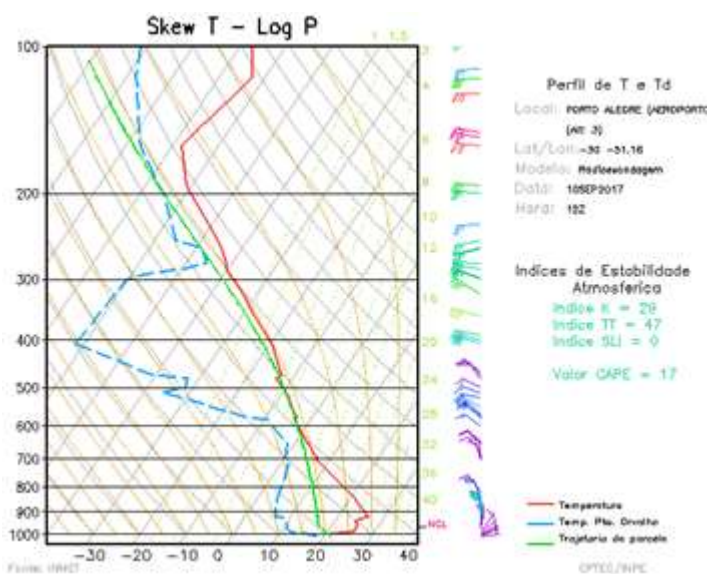


Figura 18: Gráfico SkewT–LogP da radiossondagem do dia 10/09/2017, às 9h local (12:00 UTC), do Aeroporto Salgado Filho.
Fonte: CPTEC/INPE.

3.2.5 Poluentes Atmosféricos: concentração ao longo do dia

Como informativo, este relatório também apresenta na Figura 19 um gráfico com as concentrações médias horárias anuais dos poluentes ao longo do dia registradas no ano de 2017, considerando o valor médio obtido para todas as estações em que houve monitoramento com dados válidos.

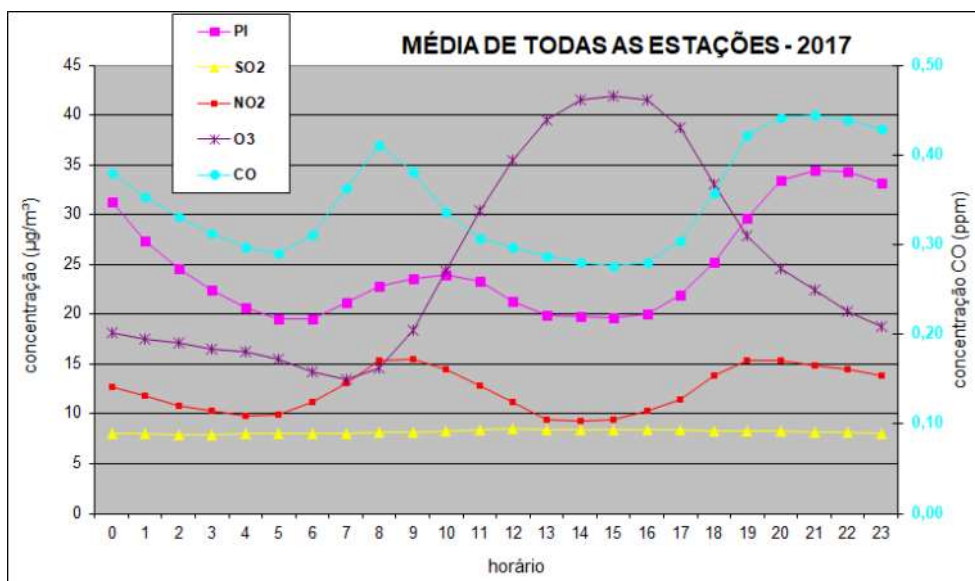


Figura 19: Gráfico das concentrações médias horárias anuais dos poluentes de todas as estações de monitoramento.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que no período da manhã, a partir das 06 h, há um aumento das concentrações dos poluentes CO, NO₂ e PI10, decorrentes principalmente das emissões veiculares. Após estes picos iniciais da manhã as concentrações destes poluentes tendem a reduzir, pela diminuição do fluxo veicular, em especial daqueles movidos a diesel, e aumento da camada de mistura atmosférica. No período da noite, observa-se novamente um aumento do teor destes poluentes no ar, em virtude do aumento da frota veicular nas ruas no final da tarde e princípio da noite, além da diminuição na velocidade do vento, redução da amplitude da camada de mistura e da estratificação atmosférica noturna. Como efeito sequencial, facilmente verificado entre 22 h e 05 h, a diminuição das emissões (menor tráfego) e as deposições seca e úmida, levam a uma diminuição progressiva das concentrações destes poluentes na atmosfera.

Os poluentes O₃ e SO₂ apresentam comportamento distinto dos demais poluentes. O O₃ aumenta sua concentração ao longo do dia até aproximadamente as 15 h, com posterior redução, refletindo principalmente a influência da radiação solar na sua formação na atmosfera. O SO₂, por sua vez, se mantém praticamente inalterado ao longo do dia.

3.2.6 Poluentes Atmosféricos: concentração média mensal

A Figura 20 mostra o gráfico com as concentrações médias horárias mensais dos poluentes ao longo do ano de 2017, considerando o valor médio obtido para todas as estações em que houve monitoramento com dados válidos.

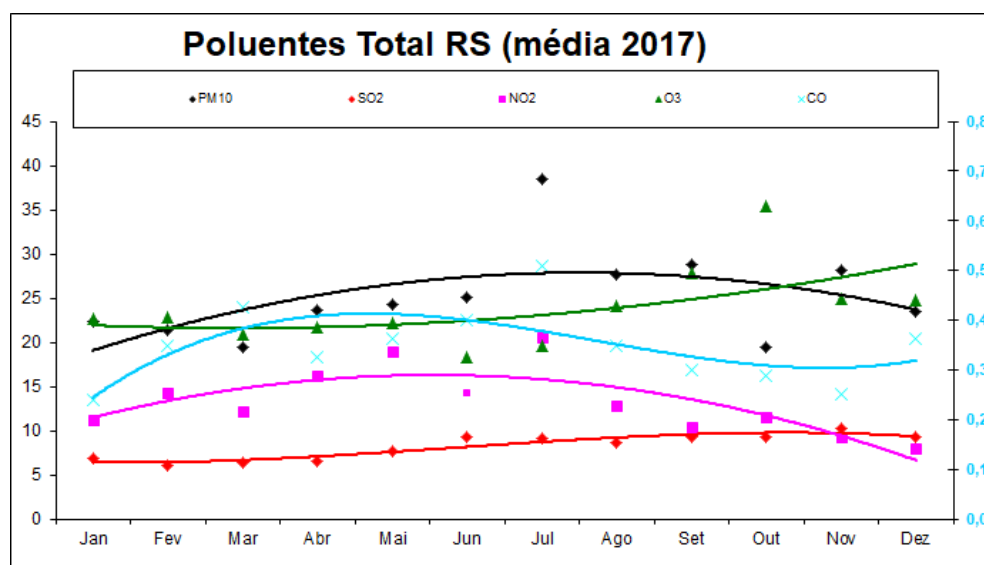


Figura 20: Gráfico das concentrações médias horárias anuais dos poluentes de todas as estações de monitoramento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados indicam que a concentração do poluente SO₂ se mantém praticamente constante ao longo do ano. Os poluentes PI₁₀, NO₂ e CO apresentam maiores concentrações nos meses de inverno em relação aos dos meses de verão, provavelmente devido à maior redução da amplitude da camada de mistura nesta época do ano e por possíveis períodos de inversão térmica que ocorrem nos dias frios.

O O₃, por sua vez, tem comportamento distinto apresentando as maiores concentrações nos meses de verão, devido principalmente a maior incidência de radiação solar que favorece sua formação troposférica.

4 CONCLUSÕES

Os dados de monitoramento da qualidade do ar obtidos ao longo do ano de 2017 mostraram que os poluentes PI₁₀, NO₂ e O₃ apresentaram valores que ultrapassaram os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela resolução CONAMA nº 003/1990. Não houve ultrapassagens dos padrões para os poluentes CO e SO₂.

O poluente PI₁₀ apresentou valores acima dos padrões em dois dias na Estação Guaíba/Parque 35. Já os poluentes NO₂ e O₃ registraram quatro valores acima dos padrões, respectivamente nas estações de Esteio/VE e Charqueadas/AT. Entretanto, todos os quatro registros de cada poluente foram observados em um único dia, num período horário sequencial.

A resolução CONAMA nº 03/1990 permite uma ultrapassagem do padrão por ano.

Considerando o somatório das sete estações de monitoramento analisadas, o IQAr de 2017 aponta que 89,4% dos dias apresentaram qualidade do ar boa, 10,4% qualidade regular e 0,2% qualidade inadequada. Em relação a 2016, a concentração média anual dos poluentes em 2017 não apresentou alteração significativa, com tendência de redução da concentração de O₃ no ambiente. A estagnação da economia do Estado possivelmente é um dos principais fatores de contribuição para a manutenção dos níveis de poluição do ar observada.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 005, de 15 de junho de 1989. Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 de agosto de 1989, Seção 1, p. 14713-14714.

_____. Resolução nº 003, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre os Padrões de Qualidade do Ar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939.

_____. Resolução nº 008, de 06 de dezembro de 1990. Dispõe sobre o estabelecimento de limites máximos de emissão de poluentes no ar para processos de combustão externa de fontes fixas de poluição. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 de dezembro de 1990, Seção 1, página 25539.

_____. Resolução nº 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 de janeiro de 2007, Seção 1, páginas 131-137.

_____. Resolução nº 436, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2011.

_____. Resolução nº 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 92-95.

_____. Resolução nº 018, de 6 de maio de 1986. Dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por veículos Automotores – PROCONVE. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de junho de 1986, Seção 1, páginas 8792-8795.

_____. Resolução nº 297, de 26 de fevereiro de 2002. Estabelece os limites para emissões de gases poluentes por ciclomotores, motocicletas e veículos similares novos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 de março de 2002, Seção 1, páginas 86-88.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER – FEPAM/RS. **Primeiro Inventário de Emissões Atmosféricas das Fontes Móveis do Estado do Rio Grande do Sul – Ano base 2009**. Porto Alegre, 2010.

_____. **Diagnóstico da Qualidade do Ar no Rio Grande do Sul no período de 2003 a 2012**. Porto Alegre, 2014. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/relatorio_anual_auto.asp?id=A.A&status=s>. Acesso em 04 jul. 2018.

_____. **Rede estadual de monitoramento automático da qualidade do ar - Relatório 2013 e 2014**. Porto Alegre, 2015. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/relatorio_anual_auto.asp?id=A.A&status=s>. Acesso em 04 jul. 2018.

_____. **Rede estadual de monitoramento automático da qualidade do ar - Relatório 2015**. Porto Alegre, 2016. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/relatorio_anual_auto.asp?id=A.A&status=s>. Acesso em 04 jul. 2018.

_____. **Rede estadual de monitoramento automático da qualidade do ar - Relatório 2016**. Porto Alegre, 2017. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/relatorio_anual_auto.asp?id=A.A&status=s>. Acesso em 04 jul. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, INMET. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em 31 jul. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, INPE. Disponível em <http://satelite.cptec.inpe.br/home/index.jsp>. Acesso em 31 jul. 2018.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Air Resources Laboratory**. Disponível em <<http://www.arl.noaa.gov/>>. Acesso em 31 jul. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ambient air pollution**. Disponível em <<http://www.who.int/airpollution/en/>>. Acesso em 31 Jul. 2018.