



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

**Rede Estadual de Monitoramento
Automático da Qualidade do Ar
Relatório 2015**

RIO GRANDE DO SUL

2016

*FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
HENRIQUE LUIS ROESSLER*

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

*SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL*

2016

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Ana Maria Pellini

DIRETORIA TÉCNICA

Rafael Volquind

DEP. DE QUALIDADE, PLANEJAMENTO E INFRAESTRUTURA

Ana Rosa Severo Bered

PROGRAMA AR DO SUL

Márcio D'Avila Vargas

Equipe Técnica da Rede de Monitoramento Automático

Estevão Segalla

Felipe Norte Pereira

Flávio Wiegand

Márcio D'Avila Vargas

Said Oliveira Atiyel

Elaboração Técnica

Flávio Wiegand

Márcio D'Avila Vargas

Ficha catalográfica

F383r Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luíz Roessler.
Rede estadual de monitoramento automático da qualidade do ar
relatório 2015. – Porto Alegre: FEPAM, 2016. 33p. : 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	15
3 ANÁLISE DOS DADOS	16
3.1 COMPORTAMENTO CLIMÁTICO NA RMPA EM 2015	16
3.2 DADOS DO MONITORAMENTO	17
3.2.1 OZÔNIO (O ₃)	18
3.2.2 PARTÍCULAS INALÁVEIS (PI ₁₀)	24
3.2.3 DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO ₂)	25
3.2.4 DIÓXIDO DE NITROGÊNIO (NO ₂)	26
3.2.5 MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	27
4 CONCLUSÕES	29
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

GLOSSÁRIO

%: percentual

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

μm : micrômetro

$^{\circ}\text{C}$: 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

IQAr: Índice de qualidade do ar

JT: Jardim Timbaúva

L: Local

Log: Logaritmo

m/s: Metro por segundo

NO_2 : Dióxido de nitrogênio

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

O_3 : Ozônio

OMS: Organização Mundial da Saúde

P: Pressão

PI_{10} : 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

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

VV: Velocidade do vento

W: Oeste

W/m²: Watt por metro quadrado

WHO: World Health Organization

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01:** Temperaturas médias mensais registradas em 2015 em comparação com as normais climatológicas (1961-1990). 17
- Figura 02:** Precipitações acumuladas mensais registradas em 2015 em comparação com as normais climatológicas (1961-1990). 17
- Figura 03:** Imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho, com realce dos topos de nuvens, do dia 29/12/2015, às 21:00 UTC (19:07 Horário Local). O 'x' em vermelho corresponde a localização da Estação Charqueadas/AT. 20
- Figura 04:** Imagem do Sistema Starnet com a ocorrência de descargas elétricas detectadas no dia 29/12/2015, às 21:07 UTC (19:07 Horário Local). Cada ponto vermelho corresponde a um registro de descarga elétrica, e o 'x' em vermelho corresponde a localização da Estação Charqueadas/AT. 21
- Figura 05:** Imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho, com realce dos topos de nuvens, do dia 30/07/2015, às 15:00 UTC (12 h Horário Local). O 'x' em vermelho corresponde a localização da Estação Esteio/VE. 22
- Figura 06:** Gráfico Skew T – Log P da radiossondagem do dia 30/07/2015, às 12:00 UTC (9 h Horário Local), do Aeroporto Salgado Filho (SBPA). 23
- Figura 07:** Gráfico contendo isóbaras ao nível médio do mar e vetores de vento a 10 m de altura, a partir de simulação válida para o dia 30/07/2015, às 15:00 UTC (12 h Horário Local). O 'x' em vermelho corresponde a localização da Estação Esteio/VE. 23

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01: Concentração média horária anual de O_3 , por estação por ano. 18
- Tabela 02: Concentração máxima horária de ozônio, por estação por ano. 19
- Tabela 03: Concentração média diária anual de PI_{10} , por estação por ano. 24
- Tabela 04: Concentração máxima diária de PI_{10} , por estação por ano. 24
- Tabela 05: Concentração média diária anual de SO_2 , por estação por ano. 25
- Tabela 06: Concentração máxima diária de SO_2 , por estação por ano. 26
- Tabela 07: Concentração média horária anual de NO_2 por estação por ano. 26
- Tabela 08: Concentração máxima média horária de NO_2 por estação por ano. 27
- Tabela 09: Concentração média horária anual de CO por estação, por ano. 27
- Tabela 10: Concentrações máximas médias horárias e móveis de 8 h de CO por estação, por ano. 28

1 INTRODUÇÃO

A poluição do ar continua sendo um dos grandes problemas ambientais do mundo, tanto nos dias de hoje quanto para as populações futuras. Estima-se que no ano de 2030 as mortes de crianças por inalação de material particulado no mundo já terão superado as populares causas de mortes por ingestão de água insalubre, falta de saneamento e malária (OECD, 2012).

A Organização Mundial da Saúde (OMS), em nova publicação em maio de 2015, trata a poluição atmosférica com o maior risco para a saúde ambiental no mundo, e estima que ela seja responsável por cerca de 8 milhões de mortes anualmente, sendo que 3,7 milhões de mortes são devido a poluição ambiental em ambientes externos, e 4,3 milhões em ambientes internos. Ou seja, o monitoramento da qualidade do ar e um efetivo controle das emissões antrópicas de poluentes na atmosférica se torna imperativo para a garantia da saúde e da vida.

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.

No Brasil, e por consequência no Rio Grande do Sul, de forma geral, o controle das emissões de poluentes no ar para fontes fixas baseia-se principalmente das Resoluções CONAMA 382/06, 436/11 e 316/02 que norteiam os limites das emissões de várias atividades antrópicas, em especial aquelas que envolvem fornos de combustão. Em termo de controle para as fontes móveis, se destacam o PROCONVE, instituído pela Resolução CONAMA nº 018/86, e o PROMOT, instituído pela Resolução CONAMA nº 297/12, que estabeleceram prazos, limites de emissão e melhora tecnológica para a frota veicular do país.

Quanto ao monitoramento da 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 do ar a serem adotados, bem como as metodologias de medição e demais ações de monitoramento pelos órgãos de controle.

O presente relatório apresenta à sociedade os dados do monitoramento automático da qualidade do ar realizado pela FEPAM no Estado durante o ano de 2015, para as estações de qualidade do ar em operação integrantes da rede Ar do Sul.

Destaca-se que os aspectos geográficos, meteorológicos e climáticos do Rio Grande do Sul encontram-se descritos no Relatório da Qualidade do Ar 2003-2012, disponível no site da FEPAM, e não serão abordados neste relatório pelo fato de não se ter nenhuma alteração significativa. Contudo, uma análise das condições climáticas ocorridas ao longo do ano de 2015 no Estado é abordada de forma a auxiliar na análise de dispersão dos poluentes.

Os dados de crescimento econômico a partir do PIB do Estado, participação dos setores industriais e agrícolas na composição da economia, bem como índice de potencial poluidor da indústria (Inpp-I), também não tiveram alterações e portanto são os mesmos apresentados no Relatório da Qualidade do Ar 2013-2014 publicado em 2015, disponível no site da FEPAM. Contudo, para o ano de 2015, até a publicação deste relatório, é informado no *site* da FEE (PIB – RS / 2010 – 2015, FEE, 2016) estimativas preliminares do PIB de 2015 no valor de cerca de R\$ 392 bilhões (a preço de mercado), correspondendo a um aumento de aproximadamente 9% em relação a 2014.

Quanto à frota veicular, de acordo com os dados do DETRAN/RS, houve um aumento de cerca de 200 mil veículos em circulação no ano de 2015 em relação a 2014, correspondendo a uma frota total de 6,2 milhões de veículos em 2015. A redução no percentual de crescimento do número de veículos no Estado permaneceu em 2015, que apresentou taxa de crescimento de cerca de apenas 3,4% ao ano frente a 5,3% ao ano em 2014 e a 6,9% ao ano até 2010. As informações a respeito do inventário de fontes móveis do Estado, envolvendo dados da frota frente ao tipo de combustível utilizado e as estimativas de emissão por poluente, por não haver atualização de dados disponíveis, podem ser acessadas no Relatório da Qualidade do Ar 2003-2012, disponível do site da FEPAM.

O histórico da Rede Ar do Sul, a localização e caracterização das estações automáticas integrantes da rede, a descrição dos principais poluentes, seus efeitos na saúde e suas principais fontes, bem como o índice de qualidade do ar e os critérios de representatividade dos dados adotados pela FEPAM, encontra-se nos Relatórios da Qualidade do Ar 2003-2012 e da Qualidade do Ar 2013-2014, disponíveis no site da FEPAM.

2 OBJETIVO

O objetivo deste relatório é divulgar para a sociedade os dados do monitoramento automático da qualidade do ar realizado pela FEPAM ao longo do ano de 2015, incluindo o sistema de monitoramento utilizado, sua abrangência e a influência da meteorologia local na dispersão dos poluentes.

3 ANÁLISE DOS DADOS

3.1 Comportamento Climático na RMPA em 2015

Para auxiliar na interpretação dos dados de qualidade do ar são analisadas as condições meteorológicas ocorridas no decorrer do ano de 2015. Como as estações de monitoramento da qualidade do ar estão localizadas na RMPA, são analisadas as condições climáticas ocorridas em Porto Alegre, e registradas pela estação meteorológica A-801, do INMET, e comparadas às normais climatológicas para esta estação (1961-1990).

O ano de 2015 pode ser considerado como um ano quente e úmido. A temperatura média mensal do ar esteve acima da normal climatológica em quase todos os meses, com exceção do mês de fevereiro, em que esteve bem próxima da normal, e nos meses de outubro e novembro, os quais foram mais frios. O destaque no aumento das temperaturas ficou entre o final do outono e no inverno, pois nos meses de maio a julho a temperatura média mensal esteve mais de 1°C acima da normal climatológica, e principalmente em agosto, quando esteve 5°C acima (Figura 01). A umidade relativa também esteve mais alta quase todo o ano, com valores médios mensais entre 5-10 % acima da normal climatológica em janeiro, fevereiro, julho, outubro, novembro e dezembro. O único mês mais seco foi agosto, com aproximadamente 1,8 % abaixo da normal climatológica. Acompanhando os registros de umidade a precipitação acumulada anual esteve 40 % maior que a normal climatológica, com destaque para os meses de julho e outubro, quando ocorreram precipitações acumuladas mensais acima dos 300 mm (Figura 02).

O comportamento da pressão atmosférica média mensal esteve próximo a normal climatológica, com exceção dos meses de julho a setembro, quando esteve entre 1,5 - 3,0 hPa abaixo da média.

A velocidade média mensal do vento em superfície esteve próxima da normal climatológica, com uma leve tendência de estarem mais fracas. O mesmo comportamento ocorreu com as velocidades do vento de rajada (média mensal).

Os dados de radiação solar global foram comparados à média do período 2002-2015, 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 2015

esteve próxima a média do período 2002-2015, significando uma diminuição em relação ao ano de 2014.

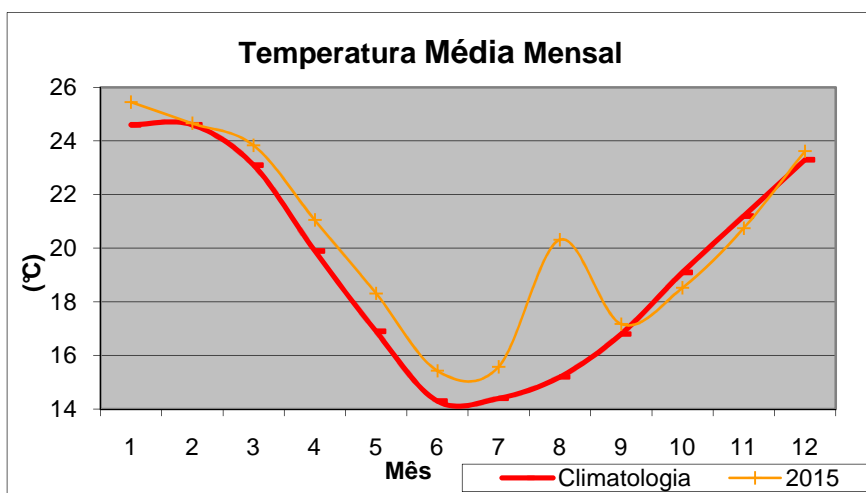


Figura 01: Temperaturas médias mensais registradas em 2015 em comparação com as normais climatológicas (1961-1990).

Fonte: INMET.

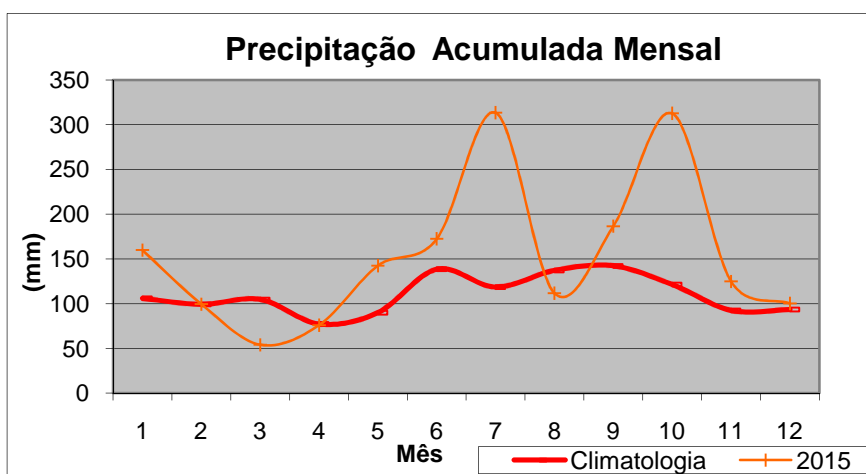


Figura 02: Precipitações acumuladas mensais registradas em 2015 em comparação com as normais climatológicas (1961-1990).

Fonte: INMET.

3.2 Dados do Monitoramento

Para o cálculo das médias das concentrações de cada poluente, os valores de concentração obtidos abaixo do limite de detecção foram considerados para efeito de cálculo como a metade do limite de detecção do respectivo analisador.

Nas tabelas contendo as médias anuais dos poluentes, 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 no referido período por problemas técnicos. Os dados em vermelho nas tabelas 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.

3.2.1 Ozônio (O₃)

A Tabela 01 apresenta a média horária anual de ozônio para 2015 e para os quatro anos anteriores de forma a facilitar a análise da evolução deste poluente nos últimos anos no Estado.

Observa-se que a média geral das concentrações de ozônio troposférico não apresentou aumento em 2015, voltando aos mesmos patamares registrados nos anos de 2012 e 2013. Este resultado pode estar indicando que o aumento nas concentrações de ozônio troposférico ocorrido no ano de 2014 pode ser considerado uma anomalia em relação à média. Esta anomalia pode estar associada tanto ao aumento da concentração dos poluentes precursores do ozônio, quanto às condições climáticas ocorridas naquele ano, como por exemplo, a alta incidência de radiação solar em 2014, principalmente durante a primavera e o verão, períodos que as concentrações de ozônio costumam ser mais altas.

Tabela 01: Concentração média horária anual de O₃, por estação por ano.

O ₃ - MÉDIA HORÁRIA ANUAL – µg/m ³					
ESTAÇÃO	2011	2012	2013	2014	2015
Canoas/V COMAR					14,6
Canoas/PU	25,5	29,0	26,6	25,6	28,4
Esteio/VE	23,3	22,1	23,0	23,7	23,7
Gravatá/JT	21,6	21,2			23,7
Charqueadas/AT	50,4	46,5	47,2	65,2	46,0
Guaíba/Parque 35				38,9	29,8
MÉDIA GERAL*	24,4	32,5	32,3	38,2	30,5

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

A máxima média horária anual de ozônio para cada uma das estações é apresentada na Tabela 02. Verifica-se que a concentração média horária mais elevada de ozônio ocorreu na estação de Charqueadas/AT, atingindo valores acima do padrão de qualidade (496 µg/m³), dia 29/12/2015, às 22 h.

Tabela 02: Concentração máxima horária de ozônio, por estação por ano.

O3 - Concentração Máxima Horária Anual - $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
ESTAÇÃO	2015
Canoas/V COMAR	56,8
Canoas/PU	136,2
Esteio/VE	218,4
Gravatá/JT	107,3
Charqueadas/AT	496,0
Guaíba/P35	123,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

O padrão primário e secundário de qualidade do ar para ozônio é de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média horária) e que o mesmo não deve ser ultrapassado mais de uma vez por ano (Resolução CONAMA nº 003/1990). Entretanto, na estação Charqueadas/AT houve 255 ultrapassagens do padrão em 2015, mas que representou somente 22 dias de IQAr acima dos padrões de qualidade, uma vez que em nestes dias a concentração máxima horária de ozônio registrada permaneceu elevada por várias horas, o que acarretou várias ultrapassagens do padrão horário em um mesmo dia. Comparando-se com o ano de 2014 (que teve 48 dias com IQAr acima do padrão), teve-se uma redução de mais de 50 % no número de dias com IQAr acima do padrão de qualidade.

Além de Charqueadas/AT, houve em 2015 apenas outra ultrapassagem do padrão de qualidade do ar de ozônio na estação Esteio/VE, no dia 30/07/2015, às 12 h.

Os episódios de altas concentrações de ozônio em Charqueadas/AT ocorreram principalmente nos meses de verão e devem-se, provavelmente, a associação de alta disponibilidade de poluentes precursores de ozônio com a elevada incidência de radiação solar neste período do ano. Estes fatores favorecem a formação de ozônio troposférico. A radiação solar atua como agente desencadeador das reações fotoquímicas que são responsáveis pela formação de ozônio a partir de seus precursores, em especial óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis. Os poluentes precursores são principalmente de origem antropogênica, e podem ter sido emitidos localmente e em regiões circunvizinhas, de até mesmo algumas dezenas de quilômetros de distância, trazidos pela dispersão na atmosfera, em condições meteorológicas favoráveis. É possível, ainda, que a ocorrência de descargas elétricas de tempestades de verão tenha contribuído para a formação deste poluente secundário na atmosfera, além das atividades associadas a operações com determinado tipo de solda em elevada escala. A avaliação mais detalhada destes episódios é feita a seguir.

- Episódio de máxima concentração do ano na estação Charqueadas/AT, em 29/12/2015, às 22 h.

Neste dia as concentrações de ozônio permaneceram entre 80 e 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre as 12 e 19 h, quando começaram a aumentar e atingindo seu pico máximo às 22 h, e depois diminuíram gradativamente, mas mantendo-se acima de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no dia seguinte. Os registros meteorológicos indicam que houve insolação intensa durante o dia, com vento de E/SE fracos (entre 2 e 3 m/s), mas no início da noite ocorreu um forte núcleo de trovoadas pelos setores W/NW/N do Município de Charqueadas, mas houve pouca precipitação. A Figura 03 corresponde a imagem de satélite das 21:00 UTC (19 h local), na banda do infravermelho termal, com realce do topo das nuvens (os pontos mais frios correspondem aos topos das nuvens cumulonimbus, que podem produzir raios e relâmpagos). O 'x' em vermelho corresponde a localização da Estação Charqueadas/AT.

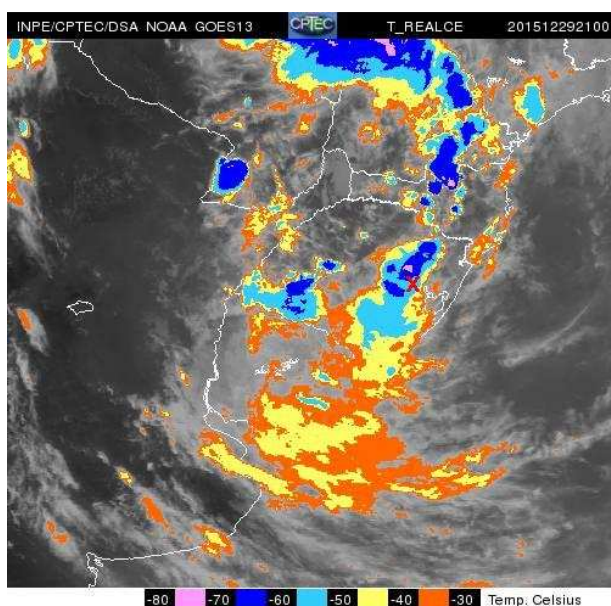


Figura 03: Imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho, com realce dos topos de nuvens, do dia 29/12/2015, às 21:00 UTC (19:07 Horário Local). O 'x' em vermelho corresponde a localização da Estação Charqueadas/AT.
FONTE: modificado de INPE/CPTEC/DSA.

A Figura 04 corresponde a um produto do Sistema Starnet, do INPE, que é responsável pela detecção de raios e relâmpagos. Ela corresponde ao registro do dia 29/12/2015 às 21:07 UTC (19h07m local), onde cada ponto vermelho corresponde a uma descarga elétrica atmosférica.

Sendo assim, é provável que o evento de altas concentrações de ozônio troposférico registrado na Estação Charqueadas/AT foi decorrente de dois fatores, o primeiro foi a forte insolação durante a tarde do dia 29/12/2015, o que contribuiu para a elevação das concentrações para valores acima de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$; e o segundo foi a ocorrência de forte descarga elétrica nas imediações desta estação, com ocorrência de pouca precipitação, seguida de ventos muito fracos durante a noite, o que dificultou a remoção do poluente. A partir do pôr-do-sol as moléculas de ozônio tornam-se mais estáveis, o que explicaria a persistência de concentrações acima de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pelo restante da noite. É importante salientar que este episódio só ocorreu por haver suficiente disponibilidade dos poluentes precursores para a geração de ozônio.

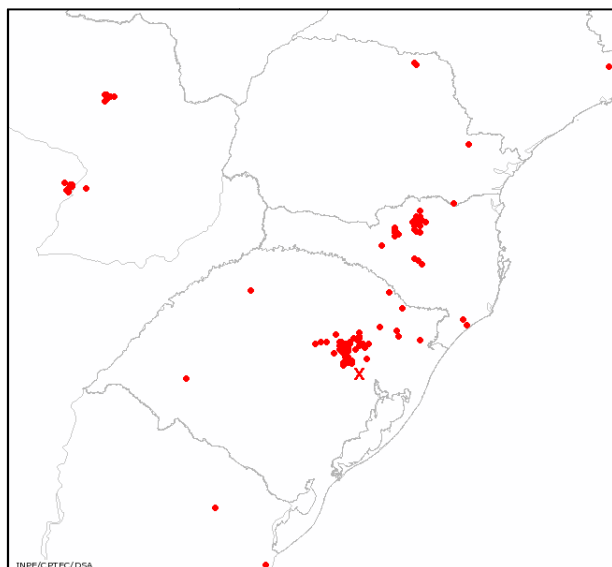


Figura 04: Imagem do Sistema Starnet com a ocorrência de descargas elétricas detectadas no dia 29/12/2015, às 21:07 UTC (19:07 Horário Local). Cada ponto vermelho corresponde a um registro de descarga elétrica, e o 'x' em vermelho corresponde a localização da Estação Charqueadas/AT.

FONTE: modificado de INPE/CPTEC/DSA.

- Episódio de máxima concentração do ano na estação Esteio/VE, em 30/07/2015, às 12 h.

Neste dia as concentrações de ozônio permaneceram abaixo de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ até as 9 h, aumentando bruscamente até as 12 h, quando atingiu o pico de concentração de $218,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e depois diminuíram gradativamente com o cair da tarde. A imagem de satélite (na banda do infravermelho termal, com realce do topo das nuvens) indica uma frente semi-estacionária com atividade fraca pelo SE do Rio Grande do Sul e sobre o Uruguai, e uma massa de ar tropical no E da região sul do Brasil, bloqueando o deslocamento desta frente (Figura 05). Os

registros meteorológicos indicam que houve pouca nebulosidade durante o dia, com vento muito fracos (abaixo de 1 m/s), e a radiossondagem realizada no Aeroporto Salgado Filho, as 12:00 UTC (15 h local), indica que havia o predomínio de uma inversão térmica junto a superfície (Figura 06). A Figura 07 apresenta o gráfico contendo isóbaras ao nível médio do mar e vetores de vento a 10 m de altura, válidos para o dia 30/07/2015, às 15:00 UTC (12 h Horário Local), onde é possível observar que existe um ponto de estagnação da circulação atmosférica próximo ao centro, onde está o 'x' em vermelho, que corresponde a localização da Estação Esteio/VE.

É provável que o episódio de pico de concentração de ozônio troposférico tenha ocorrido devido à predominância da inversão térmica e dos ventos fracos, que indicam a estagnação atmosférica, associada a alta insolação ocorrida durante o pico da incidência de radiação solar. À medida que a radiação solar diminuiu, devido à inclinação dos raios solares, as concentrações deste poluente diminuiriam novamente.

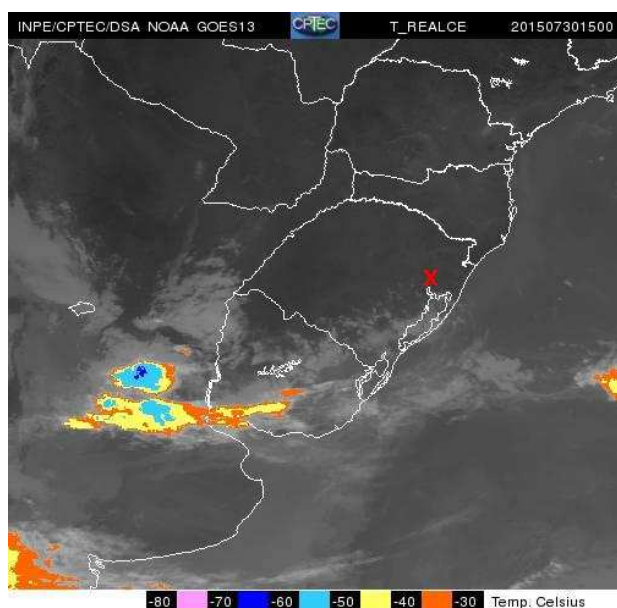


Figura 05: Imagem do satélite GOES-13 no espectro do infravermelho, com realce dos topos de nuvens, do dia 30/07/2015, às 15:00 UTC (12 h Horário Local). O 'x' em vermelho corresponde a localização da Estação Esteio/VE.

FONTE: modificado de INPE/CPTEC/DSA.

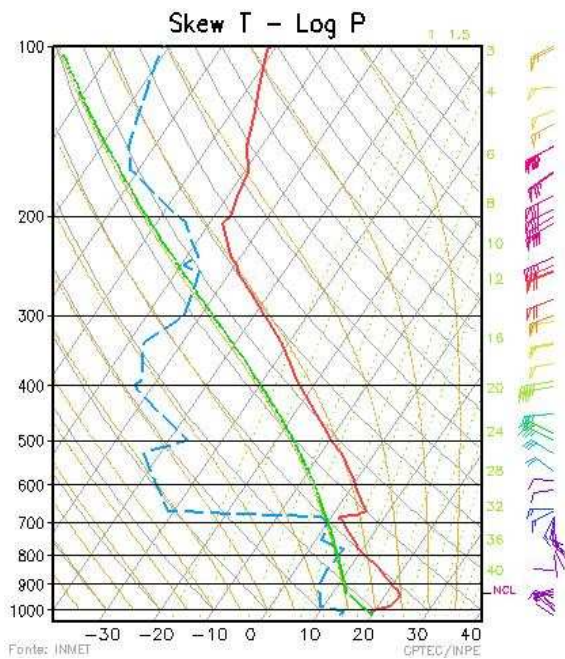


Figura 06: Gráfico Skew T – Log P da radiossondagem do dia 30/07/2015, às 12:00 UTC (9 h Horário Local), do Aeroporto Salgado Filho (SBPA).
 FONTE: modificado de CPTEC/INPE.

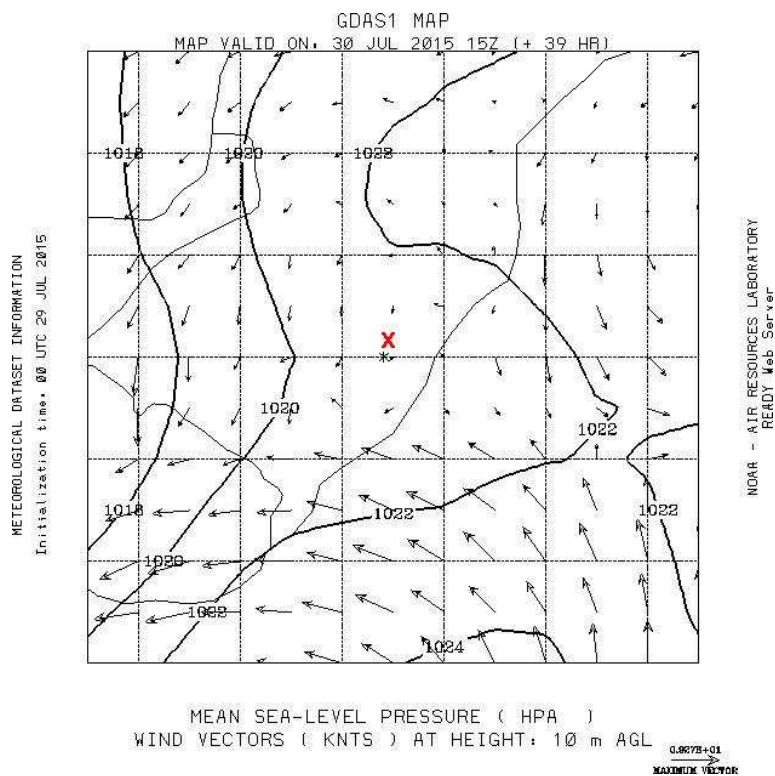


Figura 07: Gráfico contendo isóbaras ao nível médio do mar e vetores de vento a 10 m de altura, a partir de simulação válida para o dia 30/07/2015, às 15:00 UTC (12 h Horário Local). O 'x' em vermelho corresponde a localização da Estação Esteio/VE.
 FONTE: modificado de NOAA/ARL.

3.2.2 Partículas inaláveis (PI₁₀)

A Tabela 03 apresenta a média diária anual de PI₁₀ para 2015 e para os quatro anos anteriores. Conforme dados da média geral e por estações, há uma leve tendência a redução da média anual da concentração de PI₁₀ ao longo dos últimos três anos.

Tabela 03: Concentração média diária anual de PI₁₀, por estação por ano.

PI ₁₀ – MÉDIA DIÁRIA ANUAL – µg/m ³					
ESTAÇÃO	2011	2012	2013	2014	2015
Canoas/V COMAR				31,2	27,2
Canoas/PU	34,7	36,9	33,4	29,1	25,5
Esteio/VE	26,3	27,1			24,2
Sapucaia/SESI		51,8	34,4		
Gravataí/JT			17,2	16,3	14,6
Charqueadas/AT	27,9	33,9	31,8	28,8	27,1
Guaíba/Parque 35				28,2	25,1
MÉDIA GERAL*	30,5	35,4	32,6	24,7	22,4

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 04 apresenta as máximas concentrações médias diárias do poluente PI₁₀, por estação para o ano de 2015.

Tabela 04: Concentração máxima diária de PI₁₀, por estação por ano.

PI ₁₀ – Concentração Máxima Diária Anual- µg/m ³	
ESTAÇÃO	2015
Canoas/V COMAR	72,1
Canoas/PU	67,8
Esteio/VE	126,6
Gravataí/JT	59,9
Charqueadas/AT	56,0
Guaíba/Parque 35	105,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme a resolução CONAMA nº 003/1990, os padrões de qualidade do ar para PI₁₀, tanto o primário quanto o secundário, são de 150 µg/m³ (média diária), que não deve ser ultrapassada mais de uma vez por ano, e de 50 µg/m³ (média anual). Conforme se observa nas Tabelas 03 e 04, não houve em 2015 a ultrapassagem do padrão de qualidade de PI₁₀ em nenhuma das estações de monitoramento.

3.2.3 Dióxido de enxofre (SO₂)

A Tabela 05 apresenta a média diária anual do poluente SO₂ para 2015 e anos anteriores.

Observa-se que a média geral da concentração de SO₂ em 2015 se manteve nos patamares de 2013 e 2014. Na análise por estação, há tendência de aumento gradual deste poluente ao longo destes últimos anos nas estações Charqueadas/AT e Triunfo/DEPREC, provavelmente associados à atividade industrial na região, que apresenta queima de carvão mineral e óleo combustível (Termoelétrica e Siderúrgica). Nas demais estações, as concentrações médias anuais de SO₂ em 2015 foram baixas, com valor máximo de 2,1 µg/m³.

Tabela 05: Concentração média diária anual de SO₂, por estação por ano.

SO ₂ – MÉDIA DIÁRIA ANUAL - µg/m ³					
ESTAÇÃO	2011	2012	2013	2014	2015
Canoas/PU	2,7	2,0	1,5	1,3	0,7
Esteio/VE	4,3	5,8	2,8	5,1	1,5
Triunfo/DEPREC	10,6	10,1	11,6	15,6	19,7
Gravataí/JT	0,8	0,7	0,7	0,8	1,2
Charqueadas/AT	14,6	14,9	12,6	15,2	16,4
Guaíba/Parque 35				2,7	2,0
MÉDIA GERAL*	3,5	3,9	7,1	9,3	8,8

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme resolução CONAMA nº 003/1990, os padrões de qualidade do ar primário e secundário para a média diária anual são de 80 e 40 µg/m³, respectivamente. É possível observar que o padrão de qualidade do ar para as concentrações médias anuais não foi ultrapassado.

A resolução CONAMA nº 003/1990 estabelece também para a média diária de concentração de SO₂ um padrão primário de 365 µg/m³ e secundário de 100 µg/m³. A Tabela 06 apresenta as máximas concentrações médias diárias de SO₂, por estação, sendo possível observar que em nenhuma estação houve registro de ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar.

Tabela 06: Concentração máxima diária de SO₂, por estação por ano.

SO ₂ – Concentração Máxima Diária Anual - µg/m ³	
ESTAÇÃO	2015
Canoas/PU	0,8
Esteio/VE	4,5
Triunfo/DEPREC	30,9
Gravataí/JT	11,8
Charqueadas/AT	50,6
Guaíba/Parque 35	10,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2.4 Dióxido de nitrogênio (NO₂)

A Tabela 07 apresenta a média diária anual do poluente NO₂ para 2015, além dos quatro anos anteriores.

Tabela 07: Concentração média horária anual de NO₂ por estação por ano.

NO ₂ – MÉDIA HORÁRIA ANUAL - µg/m ³					
ESTAÇÃO	2011	2012	2013	2014	2015
Canoas/PU		20,1	19,0		8,6
Esteio/VE		19,9	19,4	19,0	16,8
Sapucaia/SESI			19,2		
Triunfo/DEPREC	3,1	7,0	7,1	7,2	6,1
Gravataí/JT					5,4
Charqueadas/AT	11,3	13,5	12,1	12,0	10,1
Guaíba/Parque 35				12,8	13,1
MÉDIA GERAL *			14,4	12,7	8,1

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que, de uma forma geral, os valores de concentração média horária de NO₂ vem diminuindo ao longo dos últimos anos, com destaque para 2015 que apresentou redução significativa em praticamente todas as estações onde o poluente é monitorado. Apenas na estação Guaíba/Parque 35 não se observou redução do NO₂.

A Tabela 08 mostra as concentrações máximas médias horárias de NO₂, por estação de monitoramento e por ano de amostragem.

Tabela 08: Concentração máxima média horária de NO₂ por estação por ano.

NO ₂ – Concentração Máxima Horária Anual - µg/m ³	
ESTAÇÃO	2015
Canoas/PU	63,1
Esteio/VE	96,4
Triunfo/DEPREC	60,2
Gravataí/JT	106,1
Charqueadas/AT	62,9
Guaíba/Parque 35	94,6

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os padrões primário e secundário (máxima média horária) para o poluente NO₂ estabelecidos na resolução CONAMA nº 003/1990 são 320 µg/m³ e 190 µg/m³, respectivamente. Observa-se que em nenhuma estação houve registro de ultrapassagem dos padrões de qualidade do ar.

3.2.5 Monóxido de carbono (CO)

A Tabela 09 apresenta a média diária anual do poluente CO para 2015 e anos anteriores. Observa-se que, em geral, as concentrações do poluente CO são predominantemente baixas em todas as estações de monitoramento, sendo que os valores de 2014 praticamente se repetiram em 2015.

Tabela 09: Concentração média horária anual de CO por estação, por ano.

CO - MÉDIA HORÁRIA ANUAL - ppm					
ESTAÇÃO	2011	2012	2013	2014	2015
Canoas/PU	0,1	0,1	0,03	0,1	0,04
Esteio/VE	0,9	0,5	0,3	0,4	0,4
Gravataí/JT		0,2	0,2	0,2	0,2
Charqueadas/AT	0,3	0,3	0,3	0,8	0,8
Guaíba/Parque 35				0,6	0,6
MÉDIA GERAL*	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

As concentrações máximas horárias anuais e máximas médias móveis de oito horas do poluente CO estão contidas na Tabela 10.

A resolução CONAMA nº 003/1990 estabelece concentrações iguais de CO para os padrões primário e secundário, para médias de uma hora e médias móveis de oito horas, que são de 35 ppm e 9 ppm, respectivamente. Conforme se verifica na Tabela 10, não houve ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar para este poluente em 2015.

Tabela 10: Concentrações máximas médias horárias e móveis de 8 h de CO por estação, por ano.

CO - Concentração Máxima Anual - ppm		
ESTAÇÃO	2015	
	Horária	Média móvel 8 h
Canoas/PU	1,7	1,0
Esteio/VE	4,3	3,3
Gravatai/JT	2,6	1,8
Charqueadas/AT	5,0	2,7
Guaíba/Parque 35	3,8	2,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 CONCLUSÕES

Os dados de monitoramento da qualidade do ar obtidos ao longo do ano de 2015 foram analisados e comparados com aqueles obtidos nos quatro anos anteriores. Dos poluentes monitorados e avaliados, somente o O_3 apresentou valores em 2015 que ultrapassaram os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela resolução CONAMA nº 003/1990. Foram registrados IQAr acima dos padrões em 22 (vinte e dois) dias na estação de Charqueadas/AT e 1 (um) dia na estação de Esteio/VE. Destaca-se que a resolução CONAMA nº 03/1990 permite 1 (uma) ultrapassagem do padrão por ano.

A formação de picos de alta concentração de ozônio troposférico ocorreu principalmente nos meses de verão e deve-se, provavelmente, a associação de alta disponibilidade de poluentes precursores com a elevada incidência de radiação solar neste período do ano. Os poluentes precursores são principalmente de origem antropogênica e podem ter sido emitidos localmente ou trazidos de regiões distantes pela dispersão na atmosfera, em condições meteorológicas favoráveis. É possível, ainda, que a ocorrência de descargas elétricas de tempestades de verão tenha contribuído para a formação deste poluente secundário na atmosfera.

Em termos de concentração média anual em 2015, de uma forma geral, a concentração de O_3 troposférico não apresentou aumento e volta aos patamares registrados nos anos de 2012 e 2013.

A concentração média anual do SO_2 também se manteve nos mesmos patamares dos anos anteriores, com tendência de aumento ao longo dos últimos anos apenas nas estações Charqueadas/AT e Triunfo/DEPREC, o que parece ser um fenômeno pontual, com o possível aumento das emissões deste poluente na região destas estações de monitoramento e em seu entorno.

O NO_2 apresentou redução da concentração média anual ao longo dos últimos anos, com destaque para 2015 que mostra redução significativa da concentração de NO_2 em praticamente todas as estações onde o poluente é monitorado. Esta redução das concentrações de NO_2 pode estar associada à desaceleração da economia, com a diminuição da operação das indústrias, assim como a diminuição do tráfego de veículos.

As concentrações médias anuais de CO praticamente não sofreram alterações nos últimos anos, sendo os valores de 2015 praticamente os mesmo registrados em 2014.

Para o PI_{10} , há leve tendência de redução da concentração média anual deste poluente em todas as estações de monitoramento ao longo dos últimos quatro anos.

Em suma, nos locais do Estado onde se dispõe de estação automática de monitoramento da qualidade do ar, os dados do monitoramento realizado pela FEPAM no ano de 2015 mostraram que, dentre os poluentes monitorados, somente o ozônio apresenta picos de concentração que ultrapassam os padrões de qualidade e que, exceto para SO_2 em duas estações, houve a manutenção ou a redução dos níveis dos poluentes presentes na atmosfera. A região de Charqueadas, contudo, mesmo tendo apresentado melhora em relação à 2014, ainda mostra elevado grau de poluição devido a picos de concentração de ozônio que ocorrem no verão.

A manutenção ou redução observada nas concentrações dos poluentes atmosféricos provavelmente está atrelada a redução da atividade industrial em função da desaceleração da economia do País e do Estado, com a conseqüente diminuição da atividade industrial e do tráfego de veículos, além renovação da frota veicular, com a provável saída de veículos mais antigos com controles de emissão menos eficazes. Por outro lado, as condições climáticas favoreceram a melhor dispersão e remoção de poluentes atmosféricos, com a maior precipitação e umidade, a diminuição da incidência de radiação solar e maior entrada de massas de ar polar (principalmente a partir de outubro).

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 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 DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (FEE). **Série histórica: PIB – RS | 2010 – 2015**. Porto Alegre. Disponível em <<http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/estadual/serie-historica>>. Acesso em 29 ago. 2016.

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 29 ago. 2016.

_____. **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 29 ago. 2016.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Air Resources Laboratory**. Disponível em <<http://www.arl.noaa.gov/>>. Acesso em 29 set. 2016.

OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction, OECD Publishing, Paris. 2012.

RIO GRANDE DO SUL. **Departamento Estadual de Trânsito**. Disponível em <<http://www.detran.rs.gov.br>>. Acesso em 29 ago. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. International Agency for Research on Cancer (IARC). **Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths**. Press Release Nº 221. Lyon, 2013.

_____. **World Health Assembly closes, passing resolutions on air pollution and epilepsy.** Disponível em <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/wha-26-may-2015/en/>>. Acesso em 29 set. 2016.