



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JULIO DE MESQUITA FILHO”  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS  
EXATAS**



Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Geologia

**ANÁLISE E CORRELAÇÃO DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO E MATERIAL  
PARTICULADO (PARTÍCULAS INALÁVEIS – MP<sub>10</sub>) NA UNIDADE DE  
GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (UGRHI-5) NOS ANOS DE 2015 A  
2020**

**SAMARA SATIE IWASHITA**

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cibele Carolina Montibeller (orientadora)

Prof. Dr. Guilherme Rafael Beltran Navarro  
(coorientador)

Rio Claro (SP)  
2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

SAMARA SATIE IWASHITA

ANÁLISE E CORRELAÇÃO DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO E  
MATERIAL PARTICULADO (PARTÍCULAS INALÁVEIS – MP<sub>10</sub>)  
NA UNIDADE DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS  
HÍDRICOS (UGRHI-5) NOS ANOS DE 2015 A 2020

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Geólogo.

Rio Claro - SP

2021

I96a

Iwashita, Samara Satie

Análise e Correlação de Dados de Precipitação e Material Particulado (Partículas Inaláveis – MP10) na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5) nos Anos de 2015 a 2020 / Samara Satie Iwashita. -- Rio Claro, 2021

244 f. : il., tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geologia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro

Orientadora: Cibele Carolina Montibeller

Coorientador: Guilherme Rafael Beltran Navarro

1. Material particulado inalável. 2. Qualidade do ar. 3. Ar poluição. I. Título.

SAMARA SATIE IWASHITA

ANÁLISE E CORRELAÇÃO DE DADOS DE  
PRECIPITAÇÃO E MATERIAL PARTICULADO  
(PARTÍCULAS INALÁVEIS – MP10) NA UNIDADE DE  
GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (UGRHI-  
5) NOS ANOS DE 2015 A 2020

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Geociências e  
Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da  
Universidade Estadual Paulista Júlio de  
Mesquita Filho, para obtenção do grau de  
Geólogo.

Comissão Examinadora

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cibele Carolina Montibeller (orientador)

Prof. Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Prof. Dr. Antenor Zanardo

Rio Claro, 25 de Setembro de 2021.

  
Assinatura do(a) aluno(a)

  
assinatura do(a) orientador(a)

## AGRADECIMENTOS

Nesses anos de graduação, de muito estudo, esforço e empenho, gostaria de agradecer a algumas pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para a realização de mais este sonho.

Minha gratidão especial a Prof.<sup>a</sup> Dra. Cibele Carolina Montibeller, minha orientadora, pela pessoa e profissional que é, pela paciência e o acolhimento que tive quando mais precisei. Obrigada por ter depositado sua confiança em mim e pelos momentos de orientação. Um obrigado especial ao Prof. Dr. Guilherme Rafael Beltran Navarro, meu coorientador, que se dispôs a acompanhar e corrigir meu Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço a todos os professores do curso, por compartilhar conhecimento e experiências, em especial aos professores César Moreira, Fabio Reis, José Zaine e Lucas Warren. À instituição de ensino Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo que aprendi ao longo dos anos do curso.

Agradeço aos meus pais Maria Cecilia e Toshio; à minha irmã Priscilla e o meu cunhado Thomaz, pela compreensão, e pelo profundo apoio, me estimulando nos momentos mais difíceis. Obrigada por desejarem sempre o melhor para mim, e pelo esforço que fizeram para que eu pudesse superar os obstáculos e chegar até aqui. A vocês, minha família, sou eternamente grata por tudo que sou, por tudo que consegui conquistar e pela felicidade que tenho. Agradeço ao técnico de informática e amigo, Lucas Costa, que consertou meu computador diversas vezes nos momentos que eu mais precisei.

## RESUMO

Tendo em vista que partículas inaláveis ( $MP_{10}$ ) estão condicionadas a variáveis atmosféricas e espaciais, principalmente em centros urbanos e polos industriais, informações deste estudo podem ser utilizados para auxiliar na análise de altas concentrações de  $MP_{10}$  e os impactos da poluição na saúde humana podendo gerar sistemas de alerta para períodos críticos de baixa qualidade do ar. Pesquisa-se sobre análise e correlação de dados de precipitação e material particulado (partículas inaláveis –  $MP_{10}$ ) na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5) nos anos de 2015 a 2020, a fim de investigar a relação entre as concentrações de partículas inaláveis ( $MP_{10}$ ) e dados de precipitação na UGRHI-5, nos municípios de Americana, Campinas, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes, correlacionando com as estações chuvosa, que corresponde ao verão, e outra seca, que corresponde ao inverno. Para tanto, é necessário investigar a relação entre as concentrações de  $MP_{10}$  e os índices pluviométricos, que foram gerados tabelas e gráficos mensais a partir de dados diários (fornecidos nos relatórios da CETESB), selecionando apenas os meses que continham índices de qualidade do ar acima do considerado “boa”, ou seja, “moderado”, “ruim” e “muito ruim”, para correlacionar com as estações do ano, supondo que existiria diferenças na dispersão do material particulado com as instabilidades atmosféricas. Realiza-se, então, uma pesquisa na ampla base de dados, onde foram selecionados intervalos entre 2015 a 2020, tanto para material particulado inalável quanto para os índices de precipitação. Diante disso, verifica-se que na maioria dos casos analisados, independentemente de o mês ter altas precipitações, se essa for mal distribuída, ou seja, concentrada em apenas alguns dias e/ou em um único dia, aparecerá pelo menos algum dia com concentração de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Também foi observado que quando o mês não possui grandes intervalos sem chuva, não há um aumento considerável na concentração do material particulado, o que impõe a averiguação de que as concentrações mais altas de  $MP_{10}$  foram notadas nos períodos compreendido entre os meses de maio a setembro, devido a maior ocorrência de inversões térmicas em baixos níveis, alta porcentagem de calmaria e baixos índices pluviométricos. Quando o índice pluviométrico aumentava, nos meses em que a probabilidade da estabilidade atmosférica é alta, a concentração do poluente diminuía, isso porque, algumas substâncias químicas são solúveis em vapor de água, tendendo a ter a sua concentração reduzida na atmosfera. Porém, a umidade não é um fator que neutraliza a poluição em todos os casos, visto que há exceções, como nos dias em que houve precipitação e a concentração do material particulado inalável manteve-se alta.

**Palavras-chave:** Material particulado inalável. Poluição. Precipitação. Qualidade do ar.

## ABSTRACT

Bearing in mind that inhalable particles (MP<sub>10</sub>) are conditioned to atmospheric and spatial variables, mainly in urban centers and industrial hubs, information from this study can be used to assist in the analysis of high concentrations of MP<sub>10</sub> and the impacts of pollution on human health, which can generate warning systems for critical periods of low air quality. Research on the analysis and correlation of precipitation data and particulate matter (inhalable particles - MP<sub>10</sub>) at the Water Resources Management Unit (UGRHI-5) in the years 2015 to 2020, in order to investigate the relationship between particle concentrations inhalable (MP<sub>10</sub>) and precipitation data in UGRI-5, in the city of Americana, Campinas, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Rio Claro and Santa Gertrudes, correlating with the rainy seasons, which correspond to the summer, and another dry season, that corresponds to winter. Therefore, it is necessary to investigate the relationship between MP<sub>10</sub> concentrations and rainfall indexes, which generated monthly tables and graphs from daily data (provided in CETESB reports), selecting only the months that contained air quality indices above of what is considered “good”, that is, “moderate”, “bad” and “very bad”, to correlate with the seasons, assuming that there would be differences in the dispersion of particulate matter with atmospheric instabilities. Then, a search is carried out in the wide database, where intervals between 2015 to 2020 were selected, both for inhalable particulate matter and for precipitation rates. Therefore, it appears that in most cases analyzed, regardless of whether the month has high rainfall, if it is poorly distributed, that is, concentrated in just a few days and / or in a single day, it will appear at least some day with concentration of MP<sub>10</sub> above 50 µg / m<sup>3</sup>. It was also observed that when the month does not have large intervals without rain, there is not a considerable increase in the concentration of particulate matter, which imposes the investigation that the highest concentrations of MP<sub>10</sub> were noticed in the periods between the months from May to September, due to the higher occurrence of thermal inversions at low levels, high percentage of calm and low rainfall. When the rainfall index increased, in the months when the probability of atmospheric stability is high, the concentration of the pollutant decreased, because some chemicals are soluble in water vapor, tending to have their concentration reduced in the atmosphere. However, humidity is not a factor that neutralizes pollution in all cases, as there are exceptions, such as on days when there was precipitation and the concentration of inhalable particulate matter remained high.

**Keywords:** Inhalable particulate matter. Pollution. Precipitation. Air quality.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Condições Meteorológicas .....	02
1.2 Padrões e Parâmetros de Qualidade do Ar .....	03
1.3 Objetivo e Justificativa .....	06
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	07
2.1 Local de Estudo e Características Climática .....	07
2.2 Aquisição de Dados .....	10
2.3 Correlação de Dados. ....	11
3. RESULTADOS .....	12
3.1 Análises dos Dados de Concentração de MP <sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2015. ....	12
3.1.1 Estação Americana-Vila Sta. Maria .....	13

3.1.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral).....	18
3.1.3 Estação Jundiaí.....	23
3.1.4 Estação Paulínia e Paulínia-Sul.....	27
3.1.5 Estação Piracicaba.....	34
3.1.6 Estação Santa Gertrudes.....	40
3.2 Análises dos Dados de Concentração de MP <sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2016.....	42
3.2.1 Estação Americana-Vila Sta. Maria.....	50
3.2.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral).....	55
3.2.3 Estação Jundiaí.....	60
3.2.4 Estação Limeira.....	62
3.2.5 Estação Paulínia e Paulínia-Sul.....	67
3.2.6 Estação Piracicaba.....	75

3.2.7 Estação Santa Gertrudes.....	80
3.3 Análises dos Dados de Concentração de MP <sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2017. ....	87
3.3.1 Estação Americana-Vila Sta. Maria.....	89
3.3.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral).....	94
3.3.3 Estação Jundiaí. ....	96
3.3.4 Estação Limeira.....	98
3.3.5 Estação Paulínia-Sul.....	102
3.3.6 Estação Piracicaba.....	107
3.3.7 Estação Santa Gertrudes.....	110
3.4 Análises dos Dados de Concentração de MP <sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2018. ....	117
3.4.1 Estação Americana.....	119
3.4.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral).....	122

3.4.3 Estação Jundiaí.....	124
3.4.4 Estação Limeira.....	125
3.4.5 Estação Paulínia e Paulínia-Sta. Terezinha.....	130
3.4.6 Estação Piracicaba.....	133
3.4.7 Estação Santa Gertrudes.....	137
3.5 Análises dos Dados de Concentração de MP <sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2019.....	144
3.5.1 Estação Americana.....	146
3.5.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral).....	150
3.5.3 Estação Jundiaí.....	154
3.5.4 Estação Limeira.....	157
3.5.5 Estação Paulínia e Paulínia-Sta. Terezinha.....	162
3.5.6 Estação Piracicaba.....	168

3.5.7 Estação Rio Claro.....	172
3.5.8 Estação Santa Gertrudes.....	178
3.6 Análises dos Dados de Concentração de MP <sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2020.....	186
3.6.1 Estação Americana.....	188
3.6.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral).....	193
3.6.3 Estação Jundiaí.....	196
3.6.4 Estação Limeira.....	198
3.6.5 Estação Paulínia e Paulínia-Sta. Terezinha.....	203
3.6.6 Estação Piracicaba.....	210
3.6.7 Estação Rio Claro.....	215
3.6.8 Estação Santa Gertrudes.....	220
4 DISCUSSÃO.....	227

5 CONCLUSÃO..... 229

REFERÊNCIAS .....232

## 1 INTRODUÇÃO

O material particulado (MP) em suspensão é um dos poluentes mais comum e prejudicial, afetando a qualidade do ar a saúde humana e o meio ambiente. São partículas líquidas e sólidas encontradas em suspensão na atmosfera que podem ser classificadas de acordo com o seu tamanho aerodinâmico (Dockery e Pope, 1994). As partículas em suspensão são classificadas como primárias e secundárias. As partículas primárias são originadas da ressuspensão de poeira e em processos de combustão. As partículas secundárias são formadas a partir dos gases da combustão, que reagem com o vapor de água na atmosfera (EPA, 2003). No caso do MP<sub>10</sub>, considerada partículas primárias, são inaláveis com diâmetro  $\leq 10 \mu\text{m}$  que representa a faixa de tamanho de partículas que podem passar pelo nariz e pela boca (CETESB, 2019).

As concentrações de material particulado (MP) estão intimamente correlacionadas com o tamanho da população, configurações geográficas, condições climáticas predominantes e os tipos de atividades humana (Choi *et al.*, 2008). Podem ser emitidos por fontes naturais, como atividade vulcânica, ação de ventos sobre a superfície terrestre e incêndios florestais, ou antropogênicas, como processos de queima de combustíveis fósseis e atividades industriais (Cardoso *et al.*, 2014).

Com o aumento da população no Estado de São Paulo (IBGE, 2019), principalmente na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), assim como a industrialização, a qualidade do ar é diretamente influenciada pela distribuição e intensidade das emissões veiculares que desempenham um papel de destaque nos grandes centros urbanos, ao mesmo tempo que as emissões industriais afetam regiões mais específicas, como o Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (CETESB, 2019). Esse polo engloba os municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Rio Claro e Ipeúna, incluindo empresas nos municípios de Limeira e Piracicaba (CPRM, 2013). No município de Santa Gertrudes, as estações de monitoramento da qualidade do ar da CETESB registraram elevadas concentrações de partículas inaláveis MP<sub>10</sub>.

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5) está localizada na Região Metropolitana de Campinas, formada por 20 municípios, que possui uma população em torno de 3,2 milhões de habitantes e uma frota aproximada de 1,23 milhão de veículos. Nessa UGRHI encontra-se também a maioria dos municípios que formam os Aglomerados de Piracicaba e de Jundiá, que juntos totalizam 2,3 milhões de habitantes. Muitos dos municípios dessa UGRHI possuem alto grau de industrialização, de serviços e desenvolvimento agrícola. Destacam-se

também o município de Paulínia, que conta com um grande parque industrial, principalmente petroquímico (CETESB, 2019).

Do ponto de vista socioeconômico, trata-se de uma das regiões mais desenvolvidas do interior de São Paulo. A economia da região tem forte participação da agroindústria, com destaque para a sucroalcooleira, com derivados para as indústrias mecânico-metalúrgica (caldeira e implementos agrícolas), alimentícia e têxtil e mineração (calcário corretivo, argila cerâmica e outros) (CPRM, 2013). Devido a vocação industrial e agrícola da UGHI-5, foram levantados os bancos de dados fornecido pela CETESB (QUALAR) pelas estações automáticas da Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo. As redes automáticas envolvem os municípios de Americana, Campinas, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes.

### **1.1 Condições Meteorológicas**

Existem vários estudos sobre caracterização de material particulado (MP<sub>10</sub>) atmosférico em áreas influenciadas pelas emissões veiculares e industriais. Autores como Torres *et al.*(2001), Fidelis (2003), Freitas *et al.*(2009), Santos *et al.* (2018) mostraram que há forte dependência sazonal a concentração de material particulado, sendo menor no verão, época que o índice pluviométrico é maior, e maior durante o inverno, período mais seco. As variáveis meteorológicas como pluviosidade, velocidade de vento, instabilidade, umidade e temperatura, exercem influência nas concentrações de MP<sub>10</sub> podendo favorecer na dispersão do poluente. Isto varia de região para região, ou seja, há regiões que tem as três estações bem definidas no ano e outras não. Na região da UGRHI-5 há praticamente duas estações bem definidas, período de seca, durante o inverno, e período chuvoso, durante o verão.

Partículas com tamanhos inferiores a 10 µm, a velocidade de sedimentação é insignificante se comparada ao movimento produzido pelo vento e a turbulência do ar. Essas partículas tentem a permanecer em suspensão por longos períodos, até que sejam eliminadas quando atingem superfícies, por deposição seca, ou úmida quando há precipitação (Cerrut, 2000). Barros (2014) conclui que quanto mais instável a atmosfera, ou seja, quanto mais misturadas as massas de ar, menor é a variação de velocidade do vento com a altura. Em outros termos, a estabilidade é uma propriedade atmosférica que determina a capacidade de movimentação vertical do ar gerado pela turbulência térmica.

Quanto mais estável a atmosfera, menor será a diluição e o transporte dos poluentes. A estabilidade é ocasionada pela subsidência do ar que resulta na formação da inversão térmica. Esta última funciona como um verdadeiro “tampão”, inibindo a dispersão da poluição na vertical, concentrando os poluentes a baixos níveis atmosféricos. A situação de estagnação do ar somente desaparece quando o ar se torna instável (Almeida, 1999; Kawano, 2003). Portanto, as concentrações mais altas dos poluentes, com exceção do ozônio, ocorrem no período compreendido entre os meses de maio a setembro, devido a maior ocorrência de inversões térmicas em baixos níveis, alta porcentagem de calmaria, ventos fracos e baixos índices pluviométricos (CETESB, 2019).

## **1.2 Padrões e Parâmetros de Qualidade do Ar**

As legislações de poluição do ar e padrões de qualidade existem em diversos países do mundo, cada nação apresenta particularidades que se enquadram com as necessidades do local onde foram criadas. A primeira edição das recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) no domínio da qualidade do ar foi publicada em 1987. Os valores recomendados para vários poluentes atmosféricos tiveram como objetivo fornecer normas orientadoras para proteger a saúde humana do seu efeito nocivo e apoiar as autoridades nacionais e locais na gestão da qualidade do ar (CCDR, 2010). Para partículas  $MP_{10}$  a OMS recomenda um valor guia de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  com duração de exposição de 24h, porém não deve ser ultrapassado mais de 3 dias no ano.

No Estado de São Paulo os padrões de qualidade do ar foram inicialmente estabelecidos em 1976, pelo Decreto Estadual nº 8468/76, que aprova o Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente, e os padrões nacionais foram estabelecidos pelo IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e aprovados pelo CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA nº 03/90 (CETESB, 2019).

Em 2008, o Estado de São Paulo iniciou um processo de revisão dos padrões de qualidade do ar, baseando nas diretrizes estabelecidas pela OMS. Este processo culminou na publicação do Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013, estabelecendo novos padrões de qualidade do ar por intermédio de um conjunto de metas gradativas e progressivas para que a poluição atmosférica seja reduzida a níveis desejáveis ao longo do tempo (CETESB, 2020).

O Decreto Estadual nº 59113/2013 define classificação da qualidade do ar e estabelece valores padrão para MP<sub>10</sub>:

*Artigo 2º - A administração da qualidade do ar será realizada pela CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, e terá como meta o atendimento aos padrões de qualidade do ar, considerando o respeito aos limites máximos de emissão e exigências complementares efetuadas pela CETESB.*

*Artigo 5º, § 3º - Para a classificação da qualidade do ar serão considerados os seguintes poluentes: partículas inaláveis (MP<sub>10</sub>), partículas inaláveis finas (MP<sub>2,5</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>).*

*Artigo 8º - A administração da qualidade do ar no território do Estado de São Paulo será efetuada através de Padrões de Qualidade do Ar, observados os seguintes critérios:*

*I - Metas Intermediárias - (MI) estabelecidas como valores temporários a serem cumpridos em etapas, visando à melhoria gradativa da qualidade do ar no Estado de São Paulo, baseada na busca pela redução gradual das emissões de fontes fixas e móveis, em linha com os princípios do desenvolvimento sustentável;*

*II - Padrões Finais (PF) - Padrões determinados pelo melhor conhecimento científico para que a saúde da população seja preservada ao máximo em relação aos danos causados pela poluição atmosférica.*

*§ 1º - As Metas Intermediárias devem ser obedecidas em 3 (três) etapas assim determinadas:*

*1. Meta Intermediária Etapa 1 - (MI1) - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados a partir da publicação deste decreto;*

*2. Meta Intermediária Etapa 2 - (MI2) - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados subsequentemente à MI1, que entrará em vigor após avaliações realizadas na Etapa 1, reveladas por estudos técnicos apresentados pelo órgão ambiental estadual, convalidados pelo CONSEMA;*

*3. Meta Intermediária Etapa 3 - (MI3) - Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados nos anos subsequentes à MI2, sendo que o seu prazo de duração será definido pelo CONSEMA, a partir do início de sua vigência, com base nas avaliações realizadas na Etapa 2.*

*Artigo 9º - Ficam estabelecidos para todo o território do Estado de São Paulo os seguintes Padrões de Qualidade do Ar:*

*III - Para o material particulado com diâmetro aerodinâmico equivalente de corte de 10 (dez) micrômetros - MP<sub>10</sub>:*

*a) Para concentrações médias de 24 (vinte e quatro) horas consecutivas:*

*1. MI1 - 120 µg/m<sup>3</sup> (cento e vinte microgramas por metro cúbico);*

*2. MI2 - 100 µg/m<sup>3</sup> (cem microgramas por metro cúbico);*

*3. MI3 - 75 µg/m<sup>3</sup> (setenta e cinco microgramas por metro cúbico);*

*4. PF - 50 µg/m<sup>3</sup> (cinquenta microgramas por metro cúbico);*

*b) para concentrações médias aritméticas anuais:*

*1. MI1 - 40 µg/m<sup>3</sup> (quarenta microgramas por metro cúbico);*

*2. MI2 - 35 µg/m<sup>3</sup> (trinta e cinco microgramas por metro cúbico);*

*3. MI3 - 30 µg/m<sup>3</sup> (trinta microgramas por metro cúbico);*

*4. PF - 20 µg/m<sup>3</sup> (vinte microgramas por metro cúbico);*

O Decreto Estadual também estabelece critérios para episódios agudos de poluição do ar. A declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência, além dos níveis de concentração ultrapassados, requer a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Para as partículas inaláveis (MP<sub>10</sub>) num prazo de 24h os parâmetros são: Atenção - 250 µg/m<sup>3</sup>; Alerta - 420 µg/m<sup>3</sup>; 500 µg/m<sup>3</sup>.

Para cada poluente medido é calculado um índice e cada índice obtido recebe uma qualificação, que é uma nota para a qualidade do ar. O índice é para simplificar o processo de divulgação, que pode ser consultado a qualquer momento na página da CETESB (<https://servicos.cetesb.sp.gov.br/qa/>).

**Tabela 1.** Qualidade do ar e prevenção de riscos à saúde.

<b>Estrutura índice de qualidade do ar para MP10</b>					
<b>Qualidade</b>	<b>N1 - Boa</b>	<b>N2 - Moderada</b>	<b>N3 - Ruim</b>	<b>N4 - Muito Ruim</b>	<b>N5 - Péssima</b>
<b>Índice</b>	<b>0 - 40</b>	<b>41 - 80</b>	<b>81 - 120</b>	<b>121 - 200</b>	<b>&gt;200</b>
<b>(<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) 24h</b>	<b>0 - 50</b>	<b>&gt;50 - 100</b>	<b>&gt;100 - 150</b>	<b>&gt;150 - 250</b>	<b>&gt;250</b>

Fonte: CETESB (2020) modificado.

Para efeito de divulgação, utiliza-se o índice mais elevado, isto é, a sua classificação é determinada pelo maior índice (pior caso). Esta qualificação do ar está associada a efeitos à saúde, portanto independe do padrão de qualidade/meta intermediária em vigor. Na Tabela 2 os padrões de qualidade do ar (PQAr) vigente estão assinalados em vermelho e são estabelecidos no Decreto Estadual nº59.113/2013, como citado anteriormente.

**Tabela 2.** Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013).

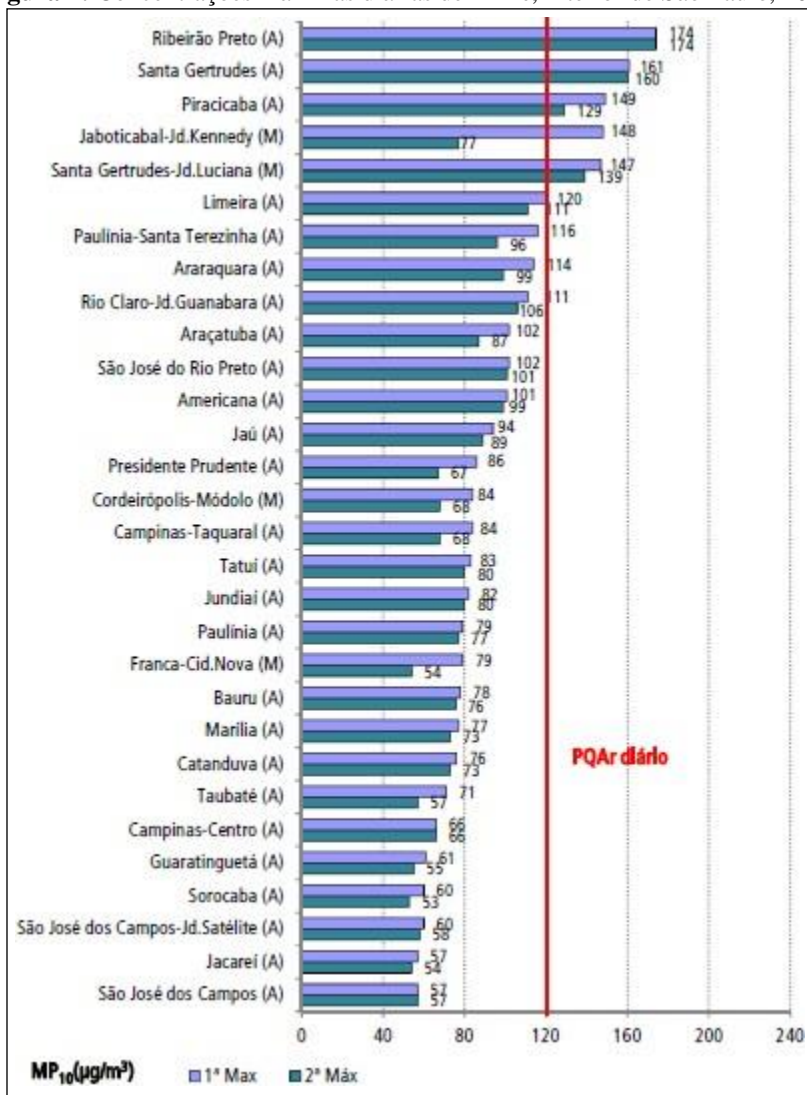
<b>Poluente</b>	<b>Tempo de Amostragem</b>	<b>MI 1 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>MI 2 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>MI 3 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>PF (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
<b>Partículas Inaláveis (MP10)</b>	24h	120	100	75	50
	MAA <sup>1</sup>	40	35	30	20

Fonte: CETESB (2019) modificado. Nota: MAA<sup>1</sup> - média aritmética anual.

Em 2019 foram observadas, pelas estações de monitoramento nos municípios do interior do Estado de São Paulo, cinco ultrapassagens do padrão diário de partículas inaláveis ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na estação manual de Santa Gertrudes (Jd. Luciana) e uma ultrapassagem na estação manual de Jaboticabal (Jd. Kennedy). Nas estações automáticas, houve duas ultrapassagens do padrão diário na estação Piracicaba, quatro ultrapassagens em Ribeirão Preto e 15 ultrapassagens na estação de Santa Gertrudes (Figura 1) (CETESB, 2019). Focos de queimadas durante os períodos secos e a grande atividade do Polo Industrial de Santa Gertrudes podem ter sido fontes potenciais de emissão de material particulado. A CETESB gerou um gráfico para

as concentrações máximas diárias de  $MP_{10}$  para o interior paulista referente ao ano de 2019 que mostra as ultrapassagens registradas pelas estações de monitoramento (Figura 1).

**Figura 1:** Concentrações máximas diárias de  $MP_{10}$ , interior de São Paulo, 2019.



Fonte: CETESB, 2020.

### 1.3 Objetivo e Justificativa

O objetivo geral deste trabalho é investigar a relação entre as concentrações de partículas inaláveis- $MP_{10}$  e dados de precipitação na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-5), nos municípios de Americana, Campinas, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes, no período de 2015 a 2020, correlacionando com as estações chuvosa, que corresponde ao verão, e outra seca, que corresponde ao inverno.

Considerando que partículas inaláveis ( $MP_{10}$ ) estão condicionadas a variáveis atmosféricas e espaciais, principalmente em centros urbanos e polos industriais, informações deste estudo podem ser utilizados para auxiliar na análise de altas concentrações de  $MP_{10}$  e os impactos da poluição na saúde humana, podendo gerar sistemas de alerta para períodos crítico de baixa qualidade do ar.

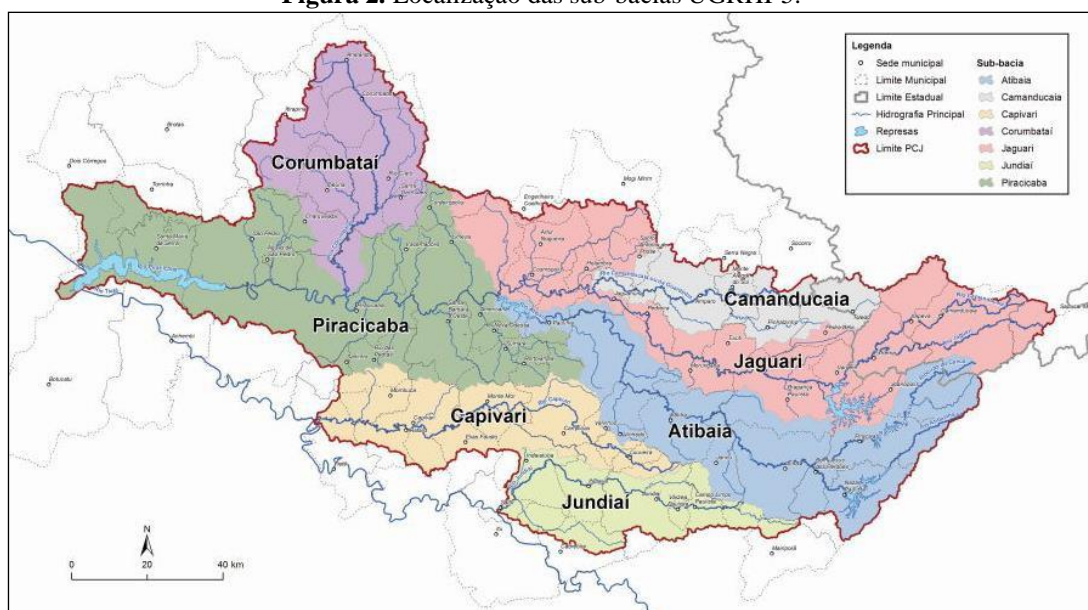
## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

Inicialmente, foram feitos levantamentos bibliográficos sobre concentrações de material particulado inalável  $MP_{10}$ , características, relações com as variáveis atmosféricas, levantamento do banco de dados da CESTESB com os valores diário e mensal de  $MP_{10}$  nos anos de 2015 a 2020. Também foi efetuado levantamento dos bancos de dados do DAEE, INMET e CEAPLA, dos índices pluviométricos para os municípios pertencentes a UGHI-5.

### **2.1 Local de Estudo e Características Climáticas**

A área de estudo está localizada no interior de São Paulo, na Unidade de Gerenciamento e Recursos Hídricos – Piracicaba/Capivari/Jundiaí (UGRHI-5), dividida de acordo com a Lei Estadual n° 16.337, de 14 de dezembro de 2016. Os municípios que fazem parte do objeto de estudo são: Americana, Campinas, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes. Estes estão inseridos na região das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Bacias PCJ) (Figura 2), que tem uma área aproximada de 15.320 km<sup>2</sup> e 14.040 km<sup>2</sup>, que estão no Estado de São Paulo, o restante pertence ao Estado de Minas Gerais (Agência das Bacias PCJ,2019).

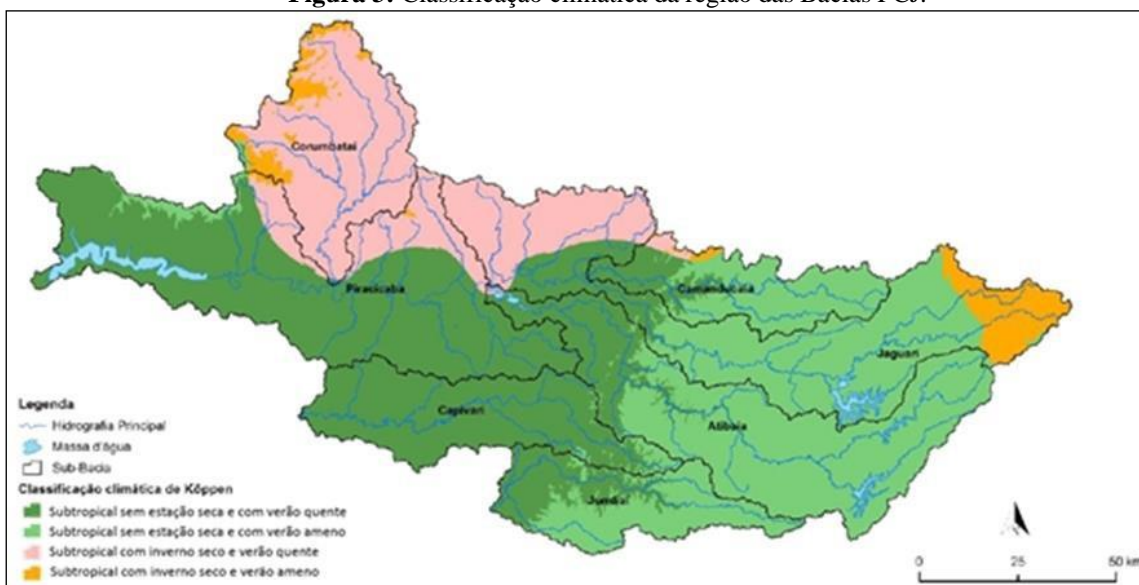
**Figura 2.** Localização das sub-bacias UGRHI-5.



**Fonte:** Agência das Bacias PCJ, 2019.

O clima na região sofre influência das massas de ares atlânticas polares e tropicais, provocando diferenças regionais dadas pela distância em relação ao mar e por fatores topoclimáticos, como as serras do Japi e de São Pedro. De modo geral, o clima é do tipo quente, temperado e chuvoso, apresentando quatro faixas de ocorrências, classificadas segundo a divisão internacional de Köppen (Figura 3) (Alvares *et al.*, 2014). O período chuvoso ocorre entre os meses de outubro e abril, onde registra-se também as maiores temperaturas. No período de estiagem, entre maio e setembro, verifica-se menores médias na temperatura.

**Figura 3:** Classificação climática da região das Bacias PCJ.

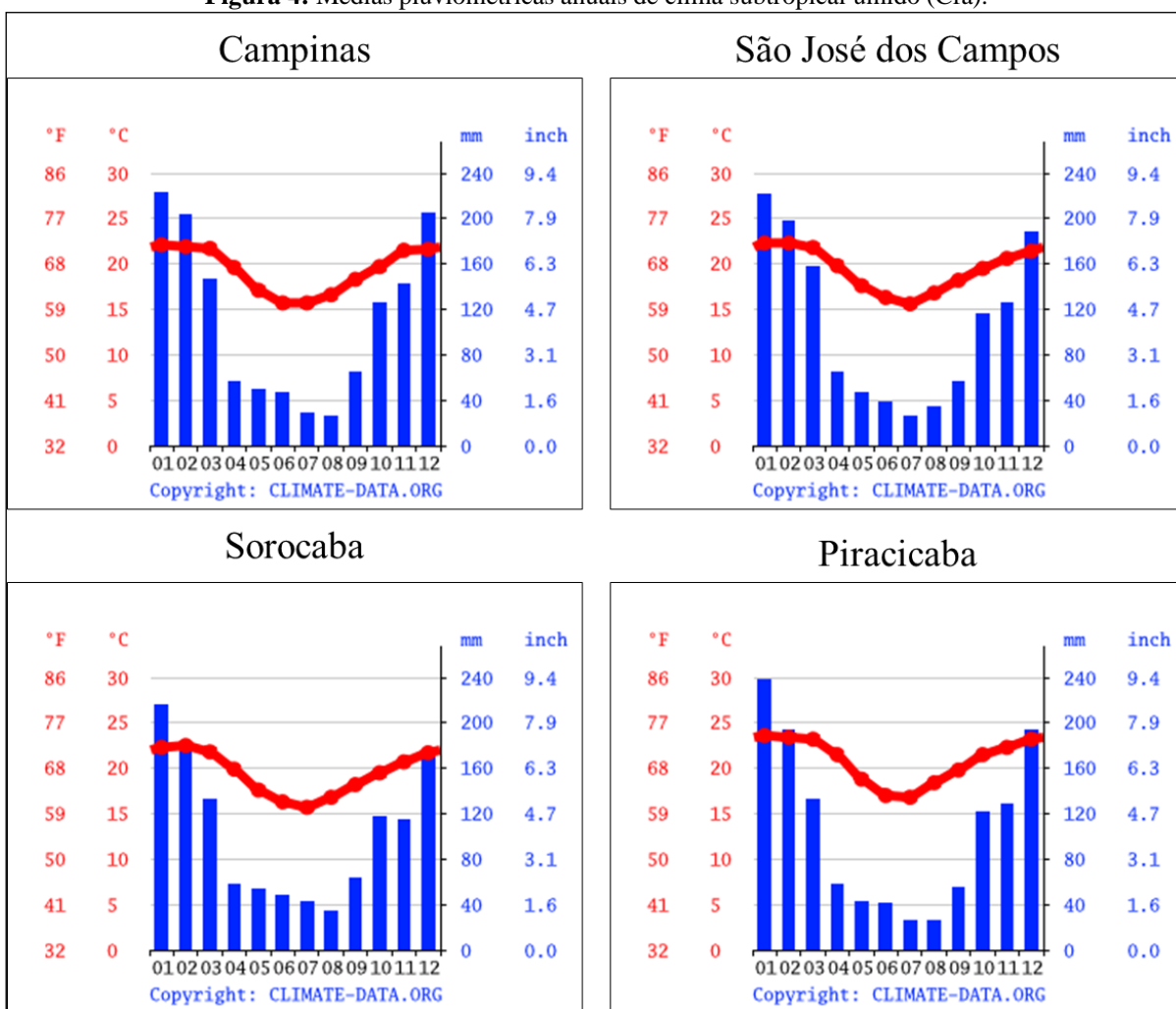


**Fonte:** Agência das Bacias PCJ, 2019.

Os índices de precipitação pluviométrica anuais variam, na média, entre 1.195 mm e 1.609 mm. Entretanto, nos trechos das cabeceiras dos cursos formadores do rio Piracicaba, na região da Serra da Mantiqueira, à leste de Bragança Paulista, ocorrem as maiores precipitações pluviométricas. Esses índices caem na porção centro sul das bacias, na depressão periférica paulista, com destaque para os municípios localizados à jusante das sub-bacias Capivari e Jundiá. (Agência das Bacias PCJ, 2019).

No geral, as médias pluviométricas no interior do Estado de São Paulo são muito semelhantes, principalmente nos municípios onde o clima é subtropical úmido. Apresentam, em comum, altos índices pluviométricos de dezembro a fevereiro (Figura 4), períodos mais secos entre maio e setembro, assim como os municípios da UGRHI-5.

**Figura 4:** Médias pluviométricas anuais de clima subtropical úmido (Cfa).



Fonte: climate-data.org.

## 2.2 Aquisição de Dados

A coleta de dados de material particulado inalável  $MP_{10}$  são feitas pelas estações automáticas e manuais pelas Redes de Monitoramento da CETESB. No presente trabalho foram analisadas apenas os dados das Redes Automáticas, que no total são 10 monitores fixos na UGRHI-5 (Tabela 3).

**Tabela 3.** Localização das estações da Rede Automática utilizadas.

<b>Localização das estações da Rede Automática</b>			
<b>Municípios</b>	<b>Endereço</b>	<b>Coord. UTM SIRGAS 2000</b>	<b>Observações</b>
Americana - Santa Maria	Rua Suécia, 465, esquina com Av. Europa Vila Santa Maria - Americana	23k 259708 7485109	EstaD3:D14ção desativada. Monitoramento de 19/05/2008 a 22/02/2018, como Americana
Americana	Rua Tailândia, 364 Parque das Nações - Americana	23k 258896 7485068	Início da operação: 26/02/2018
Campinas - Centro	Avenida Anchieta, 42, E.E. Carlos Gomes, Centro, Campinas	23k 288991 7465796	Início de operação: 02/02/2000 Qualar: a partir de 01/01/1998
Campinas - Taquaral	Avenida Doutor Heitor Penteado, S/N, Portão 5, Jd N S Auxiliadora, Campinas	23k 288767 7468884	Início da operação: 29/05/2015
Campinas - Vila União	Rua Graciliano Ramos, Alt97, Prq Res VI União, Campinas	23k 282693 7460810	Início da operação: 03/02/2015
Jundiaí	Avenida Amadeu Ribeiro, 500, Anhangabaú, Jundiaí	23k 305834 7433959	Início da operação: 14/10/2008
Limeira	Rua João Kuhl Filho, s/n°, Parque Cidade de Limeira, esquina com a Rua João Jacon. Vila São João. Limeira	23k 251737 7502780	Início da operação: 01/01/2016
Paulínia	Praça Oadil Pietrobon, s/n°, Vila Bressani, Paulínia	23k 278763 7480073	Início da operação: 15/02/2000 Qualar: a partir de 01/01/1998
Paulínia - Santa Terezinha	Rua Vitalino Ferro, 350, Santa Terezinha, Paulínia	23k 280399 7479223	Início de operação: 08/03/2018
Paulínia - Sul	Rua Angelo Pigatto Ferro, s/n°, Santa Terezinha, Paulínia	23k 280664 7478496	Monitoramento de 04/03/2008 a 16/02/2018
Piracicaba	Avenida Monsenhor Martinho Salgot, 560, Vila Areão, Piracicaba	23k 227797 7487124	Início da operação: 02/09/2008
Rio Claro - Jd. Guanabara	Rua 10 JG, 104 B, Jd Guanabara, Rio Claro	23k 234302 7516290	Início da operação: 23/02/2019
Santa Gertrudes	Rua Nossa Senhora Aparecida, 320, Jardim Luciana, Santa Gertrudes	23k 238993 7514053	Início da operação: 24/07/2014

**Fonte:** CETESB, 2019.

As estações da Rede Automática se caracterizam pela capacidade de processar na forma de médias horárias, no próprio local e em tempo real as amostragens realizadas a intervalos de cinco segundos. Essas médias são transmitidas para a central de telemetria e armazenadas em

servidor de banco de dados, onde passam por processo de validação técnica periódica e, posteriormente são disponibilizadas no endereço eletrônico da CETESB (CETESB, 2019). Esses dados podem ser acessados no QUALAR – Sistemas de Informações de Qualidade Do Ar, no mesmo endereço eletrônico.

Das 13 estações automáticas apresentadas na Tabela 3, foi possível obter dados de apenas de 11 estações, sendo elas: Americana, Americana-Vila Sta. Maria, Campinas – Centro, Campinas – Taquaral, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Paulínia-Sul, Piracicaba, Rio Claro e Santa Gertrudes.

Os índices pluviométricos dos 8 municípios foram retirados principalmente do endereço eletrônico do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), do portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do Centro Integral de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) e do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA).

### **2.3 Correlação dos Dados**

Com o objetivo de investigar a relação entre as concentrações de  $MP_{10}$  e os índices pluviométricos, foram gerados tabelas e gráficos mensais a partir de dados diários (fornecidos nos relatórios da CETESB), selecionando apenas os meses que continham índices de qualidade do ar acima do considerado “boa”, ou seja, “moderado”, “ruim” e “muito ruim”, para correlacionar com as estações do ano, supondo que existiria diferenças na dispersão do material particulado com as instabilidades atmosféricas.

Por se tratar de uma ampla base de dados, foram selecionados intervalos entre 2015 a 2020, tanto para material particulado inalável quanto para os índices de precipitação. Alguns relatórios das bases de dados não continham informações completas, o que pode gerar margens de erro. Para cada ano de cada município selecionado da UGRHI-5, mesmo que por vezes incompletos, é possível fazer análises dos produtos gerados.

### 3 RESULTADOS

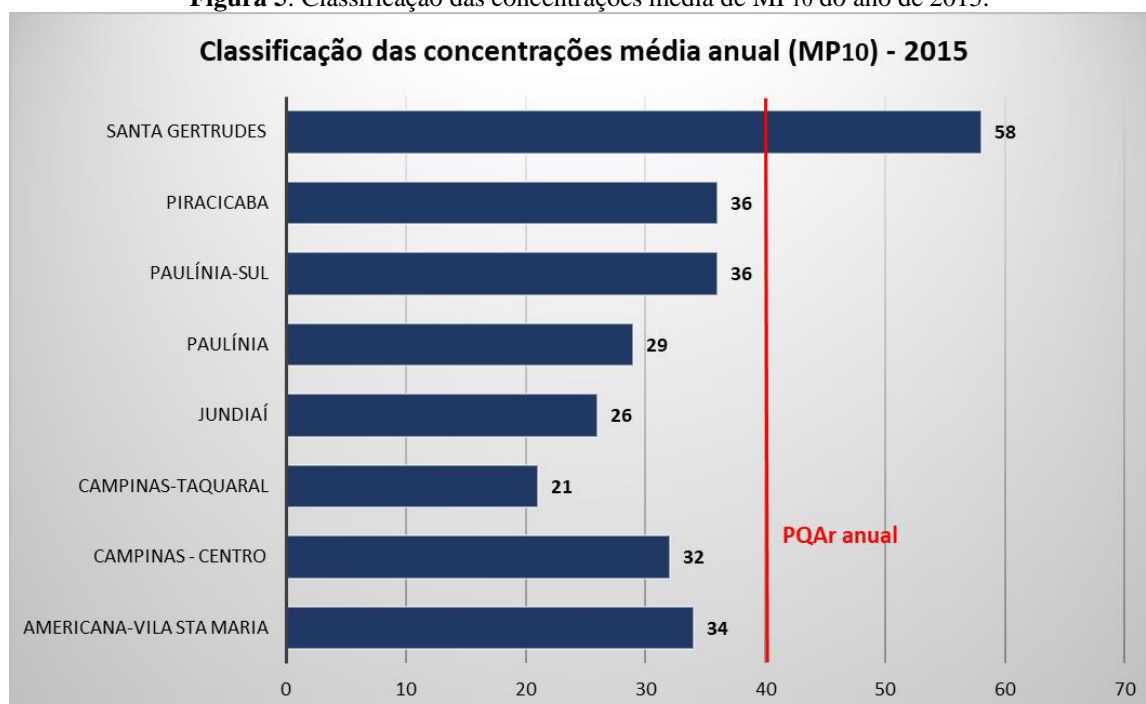
#### 3.1 Análise dos Dados de Concentração de MP<sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2015

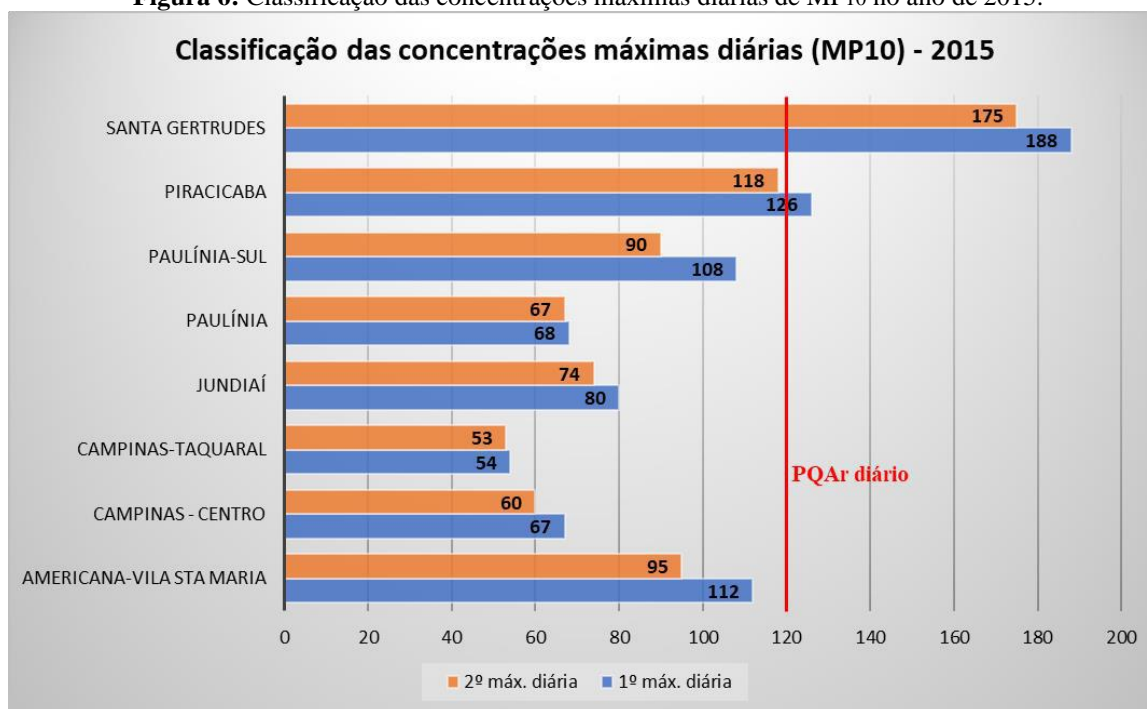
Os dados disponíveis das estações automáticas no ano de 2015 foram: estação Americana-Vila Sta. Maria, Campinas (Centro e Taquaral), Jundiaí, Paulínia e Paulínia-Sul, Piracicaba e Santa Gertrudes. Todas as estações apresentaram falta de dados em pelo menos 1 dia, sendo que as estações de Americana-Vila Sta. Maria e Campinas-Taquaral não forneceram os meses de fevereiro e março, janeiro; fevereiro; março e abril, respectivamente.

Para cada estação, através da organização dos dados em tabelas, foram produzidos gráficos a partir dos meses selecionados cujo os índices excederam a qualidade N1 -Boa (>40), ou seja, quantidade de material particulado inalável acima de 50 µg/m<sup>3</sup> em um período de 24h.

No gráfico da Figura 5 são apresentadas as concentrações médias de 2015 com apenas o município de Santa Gertrudes ultrapassando o padrão de longo prazo (40 µg/m<sup>3</sup>). No padrão de qualidade do ar de curto prazo (120 µg/m<sup>3</sup>) houve ultrapassagens nos municípios de Santa Gertrudes e Piracicaba, sendo que as estações de Americana-Vila Sta. Maria e Paulínia-Sul na primeira máxima ultrapassaram um pouco mais de 100 µg/m<sup>3</sup>, considerado no índice de qualidade “ruim” (Figura 6).

**Figura 5:** Classificação das concentrações média de MP<sub>10</sub> do ano de 2015.



**Figura 6:** Classificação das concentrações máximas diárias de MP<sub>10</sub> no ano de 2015.

### 3.1.1 Estação Americana-Vila Sta. Maria

Para o ano de 2015, apenas a estação Americana-Vila Santa Maria disponibiliza dados históricos da concentração de MP<sub>10</sub>. Os meses que apresentaram ao menos 1 dia do índice de qualidade “moderada”, também foram representados assim como os meses que possuem índice de qualidade “ruim”.

O gráfico da Figura 7 apresenta um único dia em que a qualidade do ar está “moderada”. No mês de maio a precipitação chegou a 55,7mm (Figura 14), sendo a primeira máxima com 33,3mm, no dia 11, e a segunda máxima com 12,1mm no dia 29. Como podemos ver no gráfico (Figura 7), no dia 11 a concentração de MP<sub>10</sub> é mínima. Durante todo o mês e após alguns dias da primeira máxima, a precipitação foi mínima ou igual a 0 até a segunda máxima, o que pode ter ocasionado no final do mês uma pequena elevação nas concentrações dos particulados inaláveis.

**Figura 7:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2015.



No mês de junho a precipitação foi de 49,5mm, a primeira máxima aconteceu no dia 1 com 42,7mm de chuva, já a segunda máxima 4,8mm de chuva no dia 16. As baixas concentrações de MP<sub>10</sub> coincidem com as máximas precipitações do mês, chegando a 58. µg/m<sup>3</sup> no dia 11 (Figura 8).

**Figura 8:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2015.



No mês de julho as precipitações ocorreram de forma distribuída na primeira metade do mês, apesar de não ultrapassar 7,8mm de chuva. Do dia 13 ao dia 25 a precipitação foi igual a

0. Já no dia 26, que foi a primeira máxima, choveu 20mm. No intervalo de 13 dias que a precipitação foi igual a 0, existe um aumento na concentração de MP<sub>10</sub> mas nada significativo, com a máxima de 59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 31 (Figura 9).

**Figura 9:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2015.

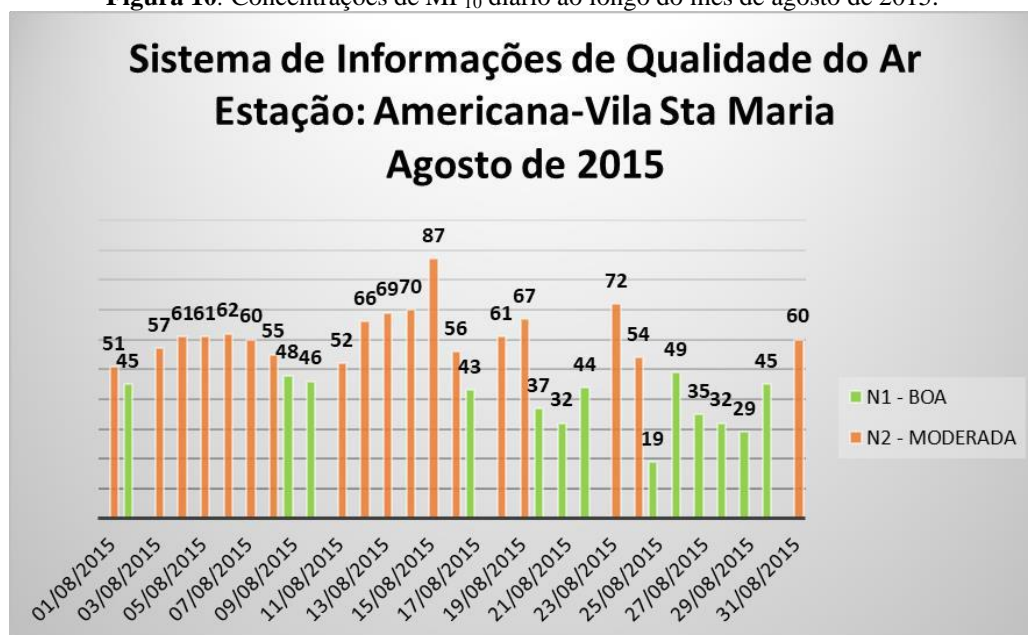


No geral os meses de junho e julho não apresentaram elevadas concentrações de MP<sub>10</sub>, apesar de apresentarem valores de precipitação mais baixo do que o mês de maio. É preciso ressaltar que existem outros fatores meteorológicos que influenciam na dispersão de material particulado.

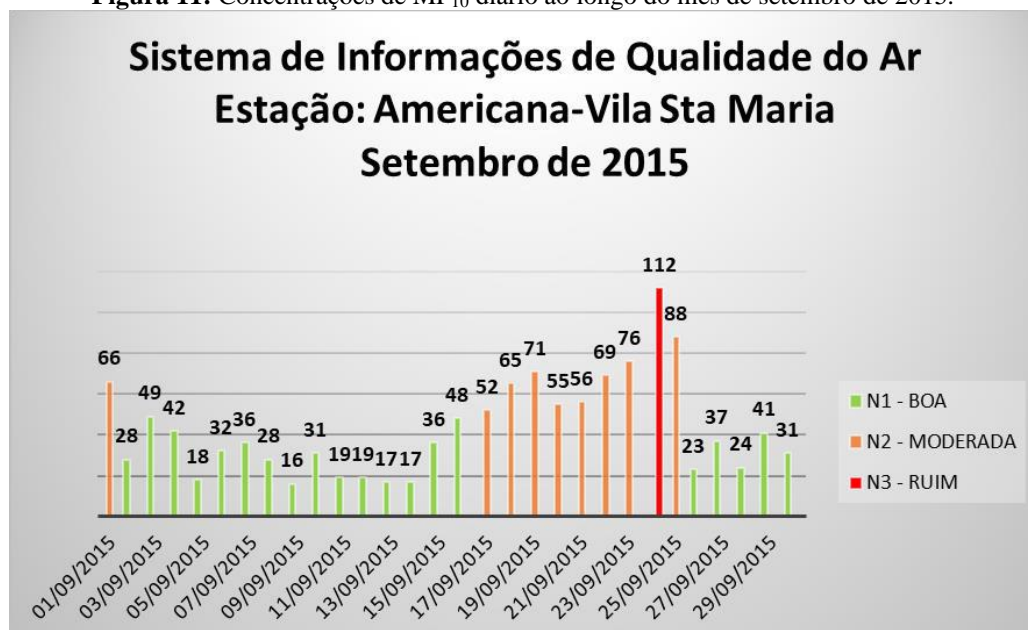
Agosto e setembro são os meses que apresentam as maiores frequências diárias com qualidade “moderada” e “ruim”. Agosto teve os primeiros 24 dias sem chuva e 32,1mm durante o mês inteiro, chovendo apenas no dia 25, 26 e 28, onde apresentaram as concentrações mínimas de MP<sub>10</sub> e a máxima chegou a 87  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 15 (Figura 10).

Os maiores índices pluviométricos durante o mês de setembro foram entre os dias 8 e 12, com a máxima de 90,8mm de chuva. A partir do dia 13 até o dia 27 a precipitação foi igual a 0. No mesmo mês quatro dias não tiveram registro no banco de dados no DAEE e os outros dias restantes tiveram seus índices abaixo de 25mm. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram entre os dias 17 e 25, com a máxima de 112  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 24 (Figura 11).

**Figura 10:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2015.



**Figura 11:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2015.



No mês de outubro os maiores índices pluviométricos iniciaram após o dia 21, com a máxima de 30,8mm de chuva no dia 22, o que pode ter ocasionado a diminuição da concentração de MP<sub>10</sub> após o dia 21, evidenciado no gráfico da Figura 12.

**Figura 12:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2015.

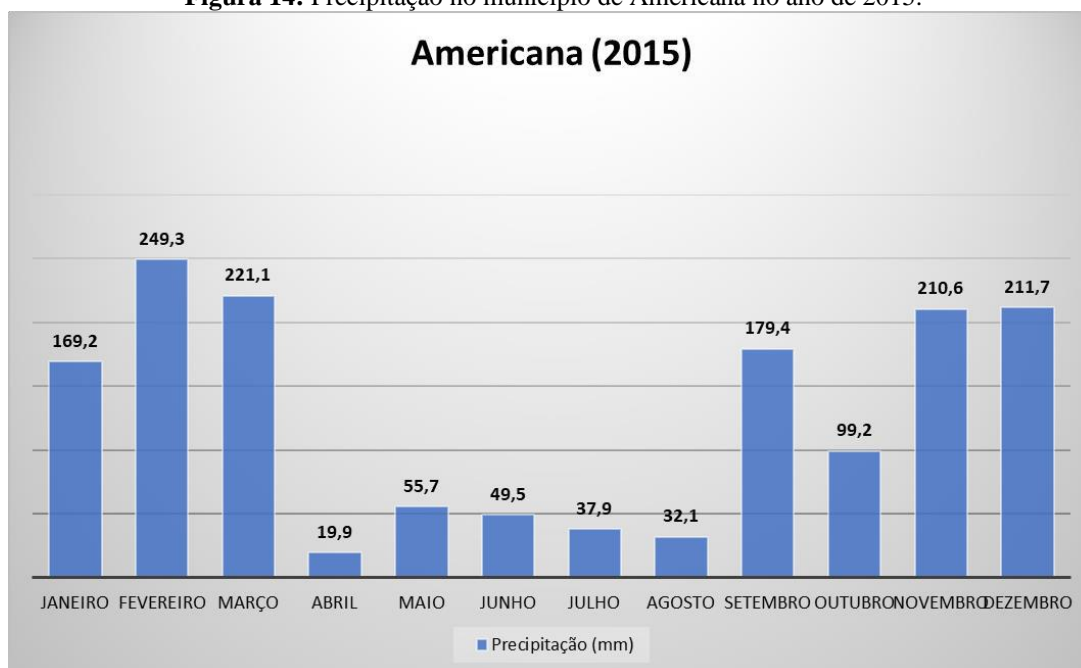


No mês de novembro apenas um único dia ultrapassou a concentração de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 13). Ao longo do mês houve distribuição de chuva com um total de 210,6 mm.

**Figura 13:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de novembro de 2015.



No gráfico da Figura 14 pode ser observado que entre os meses mais frios são os meses com os menores índices de precipitação, que coincide com as maiores concentrações de MP<sub>10</sub>.

**Figura 14:** Precipitação no município de Americana no ano de 2015.

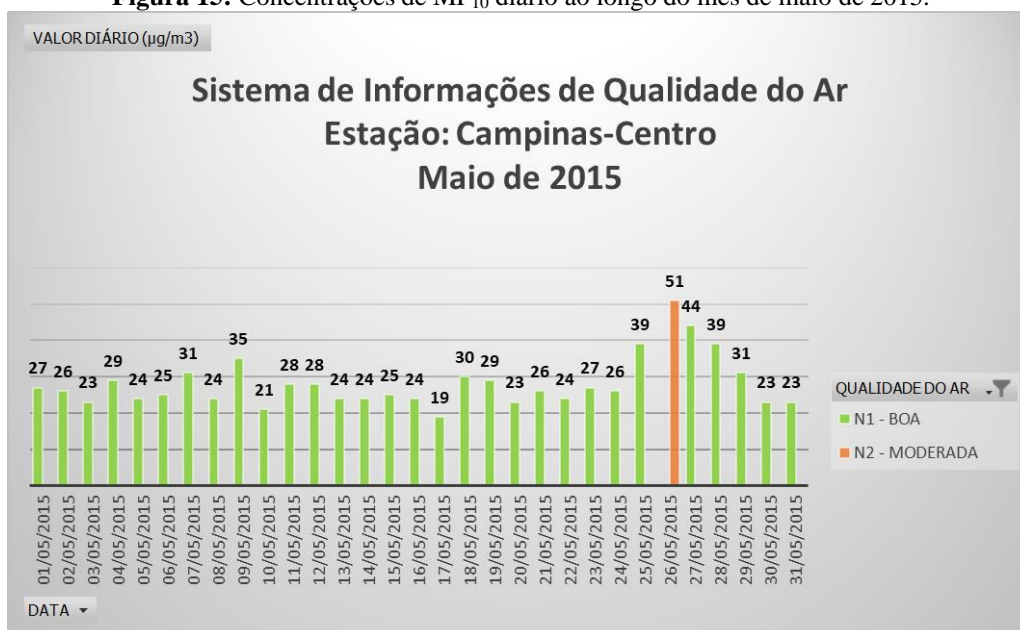
### 3.1.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral)

Em 2015 as duas estações, Campinas-Centro e Campinas-Taquaral, disponibilizaram os dados das concentrações de MP<sub>10</sub>. A estação Campinas-Centro apresentou elevação do material particulado nos meses de maio, julho, agosto, setembro e outubro. Já a estação Campinas-Taquaral teve apenas dois meses com valores acima de 50 µg/m<sup>3</sup>, setembro e outubro.

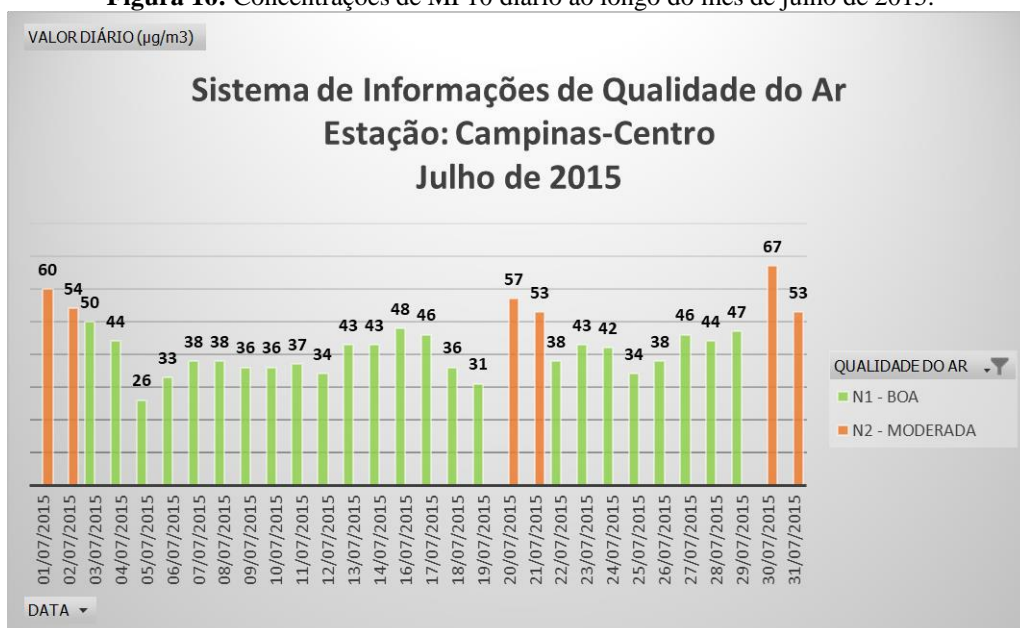
Durante o mês de maio a primeira máxima (precipitação) foi no dia 29, com 53,5 mm, a segunda máxima no dia 12 com 32,1 mm e a terceira máxima no dia 31 com 28,6 mm. No mês inteiro choveu 146,2 mm distribuídos com alguns intervalos entre as precipitações de até 7 dias, sendo este o maior intervalo que iniciou no dia 22 até o dia 28. Esse maior intervalo sem chuva pode ter contribuído com a elevação da concentração de MP<sub>10</sub> no dia 26 (Figura 15).

No mês de junho, apesar dos baixos índices pluviométricos, não há registro na elevação da concentração de material particulado inalável. Porém, no início do mês de julho foram registradas concentrações acima de 50 µg/m<sup>3</sup>, talvez uma decorrência dos índices de precipitação do mês anterior.

**Figura 15:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2015.



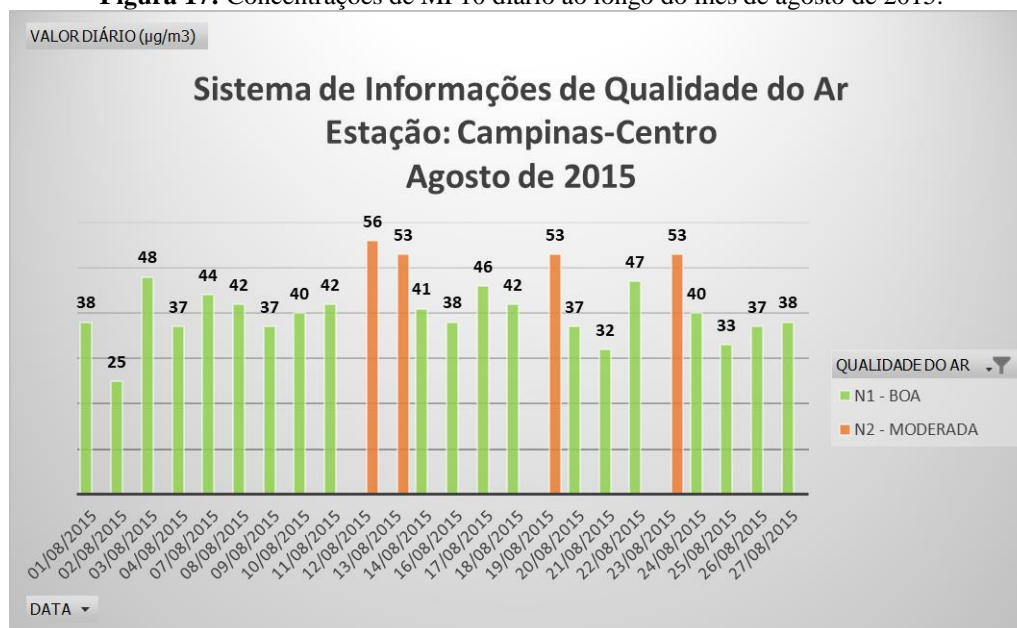
**Figura 16:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2015.



A primeira precipitação máxima no mês de julho foi de 16,8 mm no dia 25, sendo que o total de precipitação no mês foi de 42,3 mm. A partir do dia 3 houve baixas precipitações distribuídas até o dia 12, seguido por um intervalo de 12 dias sem chuva até o dia 25. Após o dia 26 a precipitação foi igual a 0. Os picos de aumento da concentração do material particulado coincidem com os intervalos sem chuva durante o mês. Porém, isso não se repete no mês de agosto, onde não ocorreu precipitação até o dia 24, o que poderia ter colaborado com o aumento na concentração de MP<sub>10</sub> com maior frequência no decorrer dos primeiros dias.

No mês de agosto, Figura 17, apenas 4 dias apresentaram índice “moderado” na concentração de  $MP_{10}$ , mesmo sendo o segundo mês do ano de 2015 com menor índice pluviométrico, 25 mm de chuva. Durante o mês inteiro foi registrado apenas 3 dias de chuva, a primeira máxima no dia 25 com 9,3 mm, a segunda máxima no dia 28 com 7,9 mm, e a terceira máxima no dia 26 com 7,8 mm.

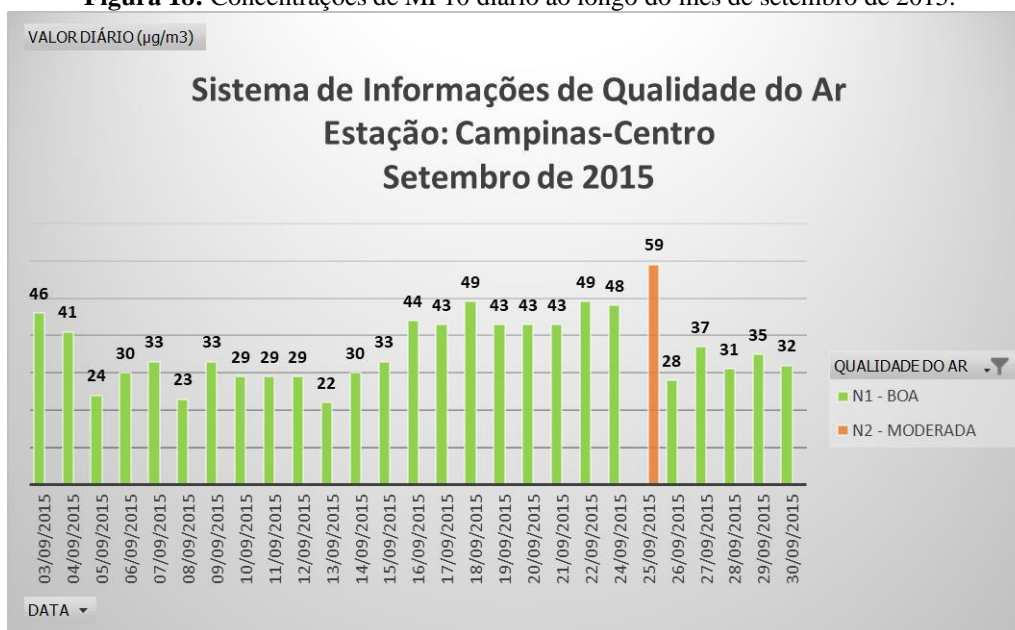
**Figura 17:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2015.



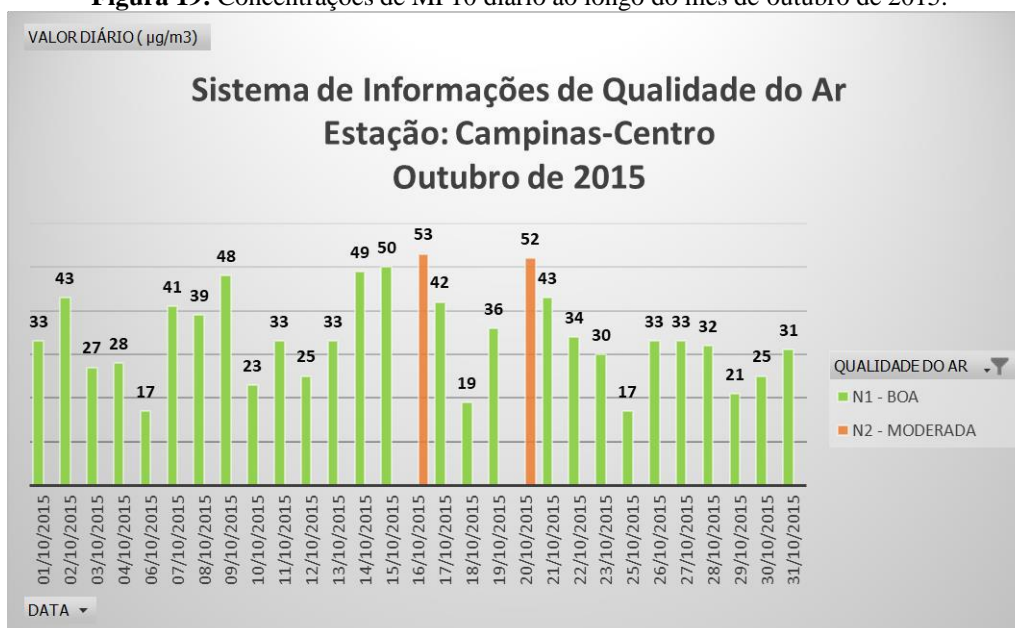
No mês de setembro os maiores índices pluviométricos concentraram entre o dia 8 ao dia 15, chovendo 114,6 mm em 4 dias e a primeira máxima no dia 9 com 51,2 mm. A partir do dia 13 ao dia 25 a precipitação foi igual a 0, que coincide com o aumento da concentração de  $MP_{10}$  no dia 25 com 59  $\mu g/m^3$  (Figura 18) No dia 26 houve a segunda maior máxima precipitação com 27,2 mm. Durante o mês inteiro choveu 154,5 mm, 6 vezes mais do que o mês anterior.

Em outubro, a precipitação foi de 144,1 mm, com um intervalo de 11 dias sem chuva entre os dias 11 e 21. A primeira máxima do mês foi de 62,1 mm no dia 27 e a segunda máxima foi de 26,8 mm no dia 22. Os dois únicos dias com índice “moderado” de  $MP_{10}$  encontram-se no intervalo sem chuva do mês, chegando a 53  $\mu g/m^3$  no dia 16 (Figura 19).

**Figura 18:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de setembro de 2015.

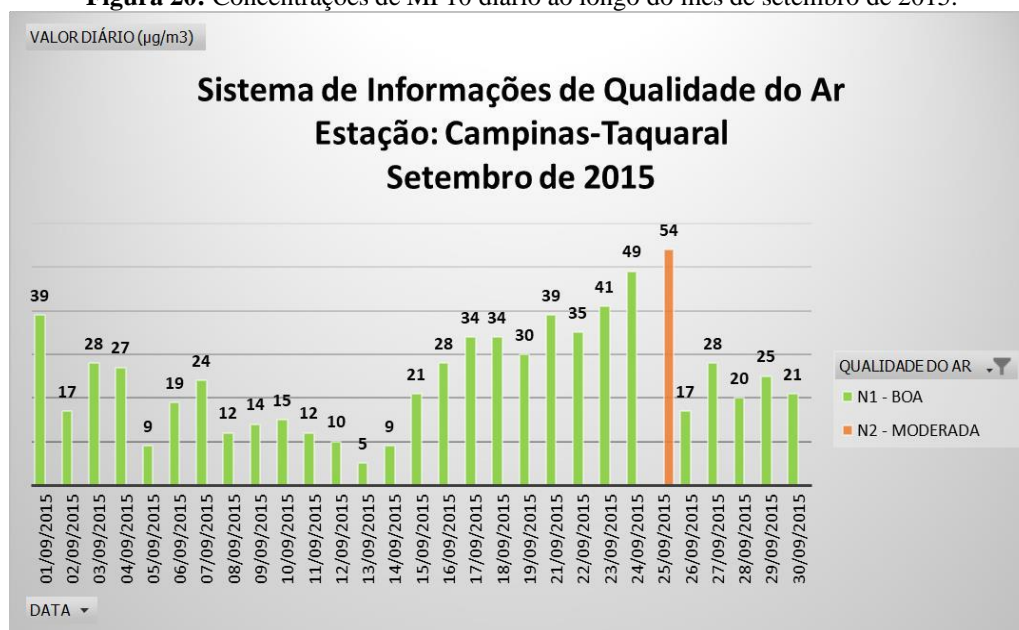


**Figura 19:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de outubro de 2015.



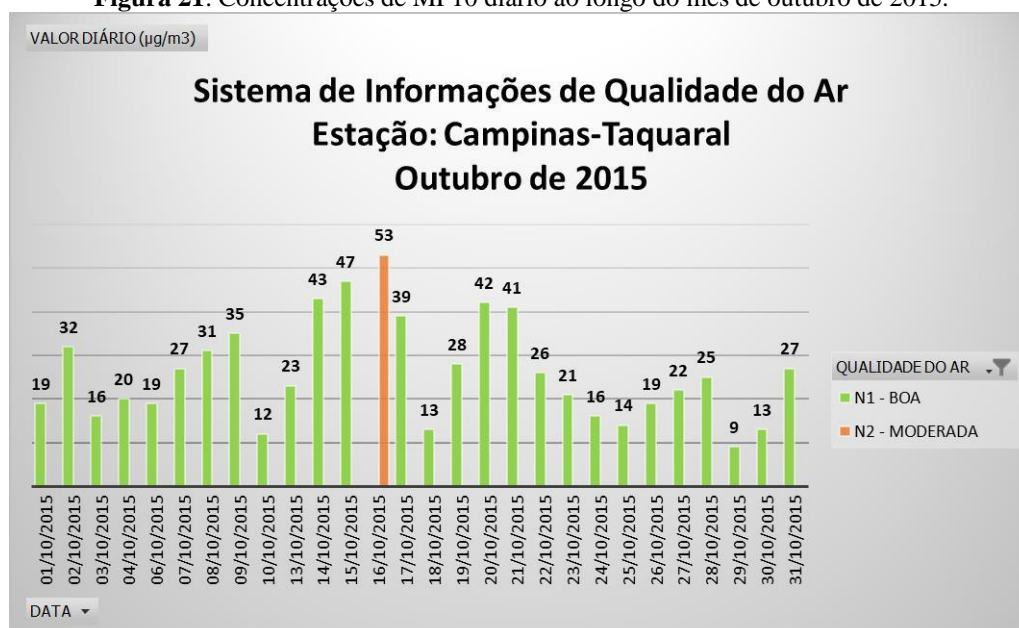
Os dados da estação Campinas-Centro (Figura 18) e Campinas-Taquaral (Figura 20) são semelhantes em relação ao índice “moderado” de MP<sub>10</sub>. Os outros dias que representaram índice de qualidade “boa” possuem concentrações próximas ou semelhantes.

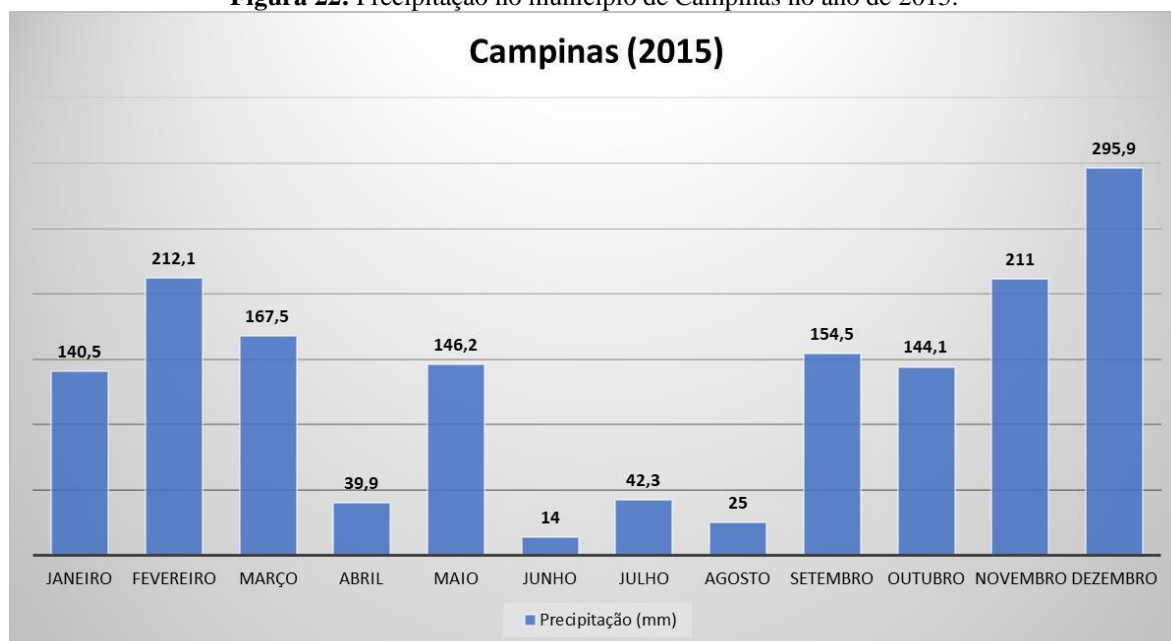
**Figura 20:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de setembro de 2015.



Já no mês de outubro as estações Campinas-Centro (Figura 19) e Campinas-Taquaral (Figura 21), apresentam valores diferentes da concentração de MP10 para o índice de qualidade “moderado” no dia 20. Na estação Campinas-Centro o valor da concentração do material particulado é de  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado índice de qualidade “moderado”, porém, na estação Campinas-Taquaral o valor é de  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mudando a sua classificação para qualidade “boa” (Figura 21).

**Figura 21:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de outubro de 2015.



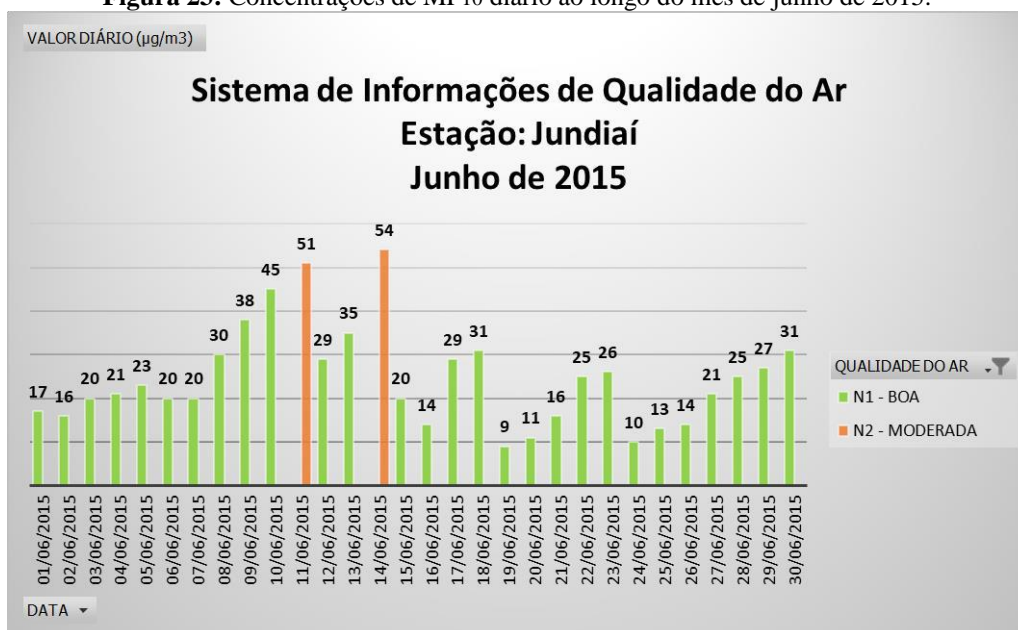
**Figura 22:** Precipitação no município de Campinas no ano de 2015.

### 3.1.3 Estação Jundiaí

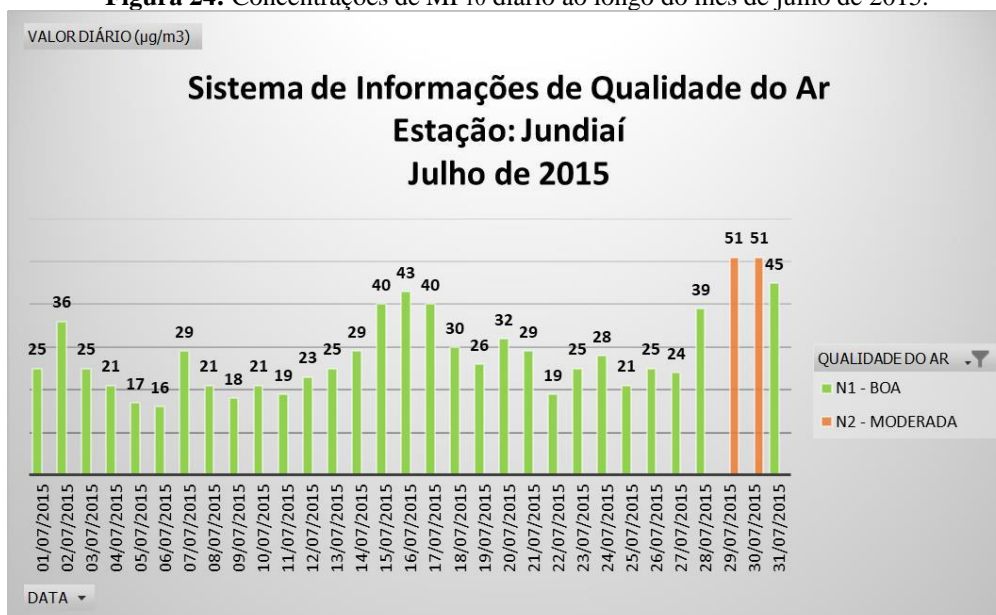
Na estação Jundiaí os meses que apresentaram uma piora no índice de qualidade do ar foram: junho, julho, agosto, setembro e outubro, porém, nenhum mês ultrapassou  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{MP}_{10}$  que é considerado “ruim” pelo índice de qualidade.

No mês de junho a precipitação foi de 20,1 mm, a menor do ano de 2015, com apenas dois de chuva. A primeira máxima ocorreu no dia 1, 13,4 mm, e a segunda máxima no dia 16 com 6,7 mm. Apesar da quantidade de chuva, os índices de concentração de  $\text{MP}_{10}$  não ultrapassaram  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , registrando somente dois dias com concentrações consideradas, pelo índice de qualidade, “moderada” (Figura 23).

A escassez de chuva não foi um fator importante para a dispersão do material particulado no município de Jundiaí, não só para o mês de junho, mas em todos os meses que apresentaram baixos índices pluviométricos e concentrações de  $\text{MP}_{10}$  que não ultrapassaram  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Outros fatores que devem ser considerados são as taxas de emissões dos poluentes de cada setor, a proximidade dos centros industriais, direção e a velocidade do vento, gradiente térmico vertical, topografia, entre outros fatores importantes que somados podem ou não ajudar na dispersão de poluentes.

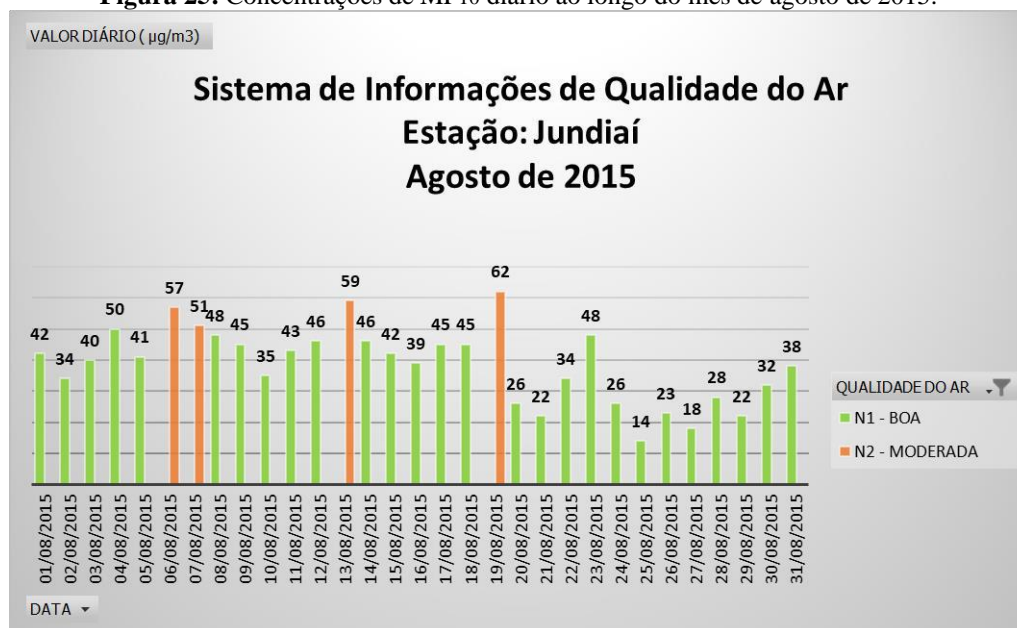
**Figura 23:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de junho de 2015.

No mês de julho houve precipitações nos primeiros 12 dias, com chuva máxima de 15,9 mm no dia 4 e durante todo o mês choveu 56,2 mm. Após 11 dias sem precipitações, no dia 24 foi a segunda máxima do mês com 13,3 mm. Depois do dia 25, que registraram apenas 0,6 mm, a precipitação foi igual a 0. Mesmo não apresentando altos índices pluviométricos a estação não registrou altas concentrações de MP<sub>10</sub> (Figura 24).

**Figura 24:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de julho de 2015.

A precipitação no mês de agosto foi de 37,6 mm, em que os primeiros 24 dias não teve precipitação, com exceção de um dia que choveu apenas 2 mm no dia 7. A primeira máxima ocorreu no dia 28 com 21,6 mm e a segunda máxima no dia 25 chovendo somente 6,7 mm. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  estão no intervalo sem chuva, mas não possuem valores considerados ruins, com a máxima de  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 19 (Figura 25).

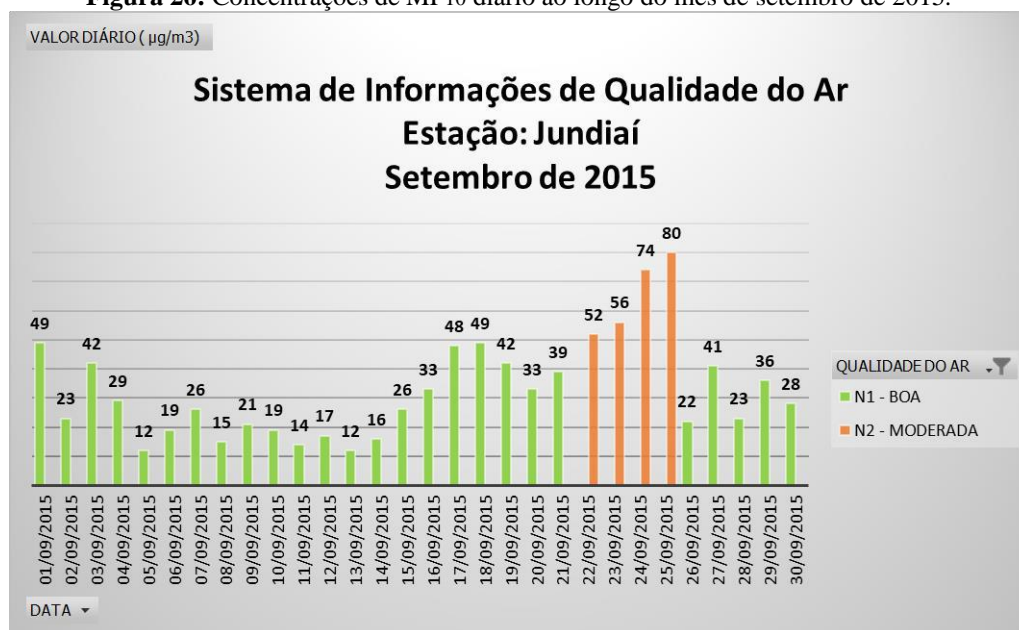
**Figura 25:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2015.



Em setembro a precipitação foi de 308,4 mm, segundo mês com o maior índice pluviométrico durante o ano de 2015. A primeira máxima foi de 74,7 mm no dia 9, a segunda máxima com 66,9 mm no dia 11, e do dia 13 ao dia 25 não ocorreu precipitação. No intervalo sem chuva os índices de  $MP_{10}$  aparecem mais elevados do que no restante do mês, principalmente nos dias 22, 23, 24 e 25, com a máxima de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 25 (Figura 26).

O mês de outubro apresentou uma queda no índice pluviométrico em relação ao mês anterior, com uma precipitação de 93,1 mm, a primeira máxima foi de 25,9 mm no dia 3 e a segunda máxima foi de 25,3 no dia 23. Do dia 14 ao dia 21 a precipitação foi igual a 0, primeiro maior intervalo sem chuva do mês. O segundo maior intervalo sem chuva foi do dia 4 ao dia 9. As três maiores concentrações de  $MP_{10}$  foram registradas no maior intervalo sem chuva do mês, chegando a  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 16 (Figura 27).

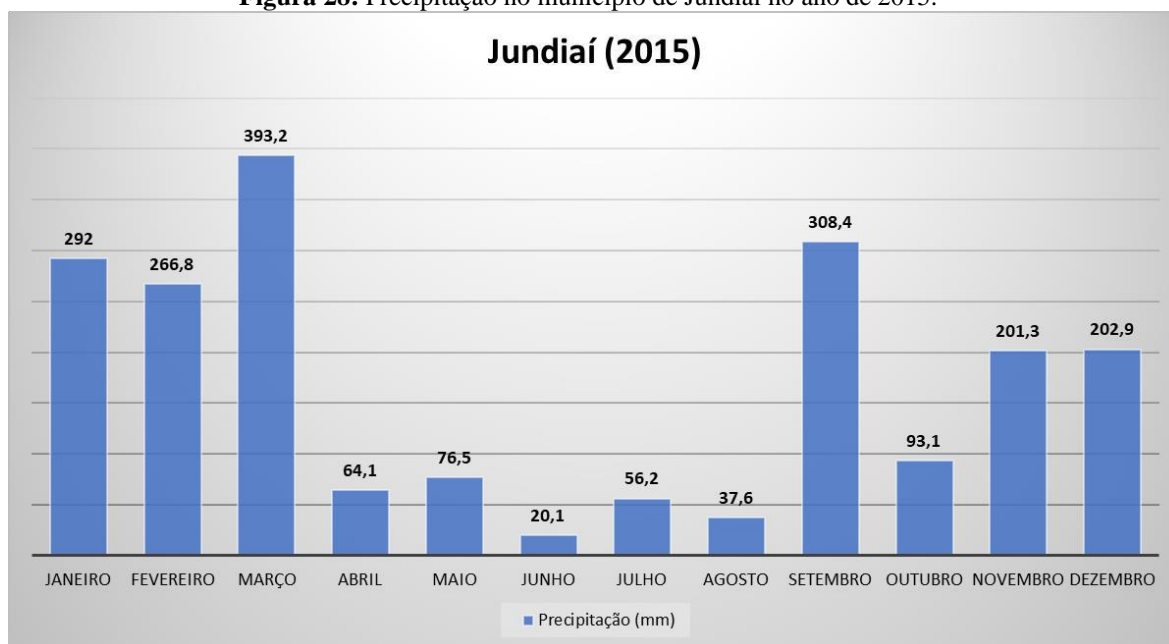
**Figura 26:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de setembro de 2015.



**Figura 27:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de outubro de 2015.



O índice pluviométrico foi baixo nos meses de abril, maio junho, julho, agosto e outubro, chovendo menos de 100 mm mensais. Já os meses de janeiro, fevereiro, março, setembro, novembro e dezembro a precipitação média é maior do que 270 mm.

**Figura 28:** Precipitação no município de Jundiaí no ano de 2015.

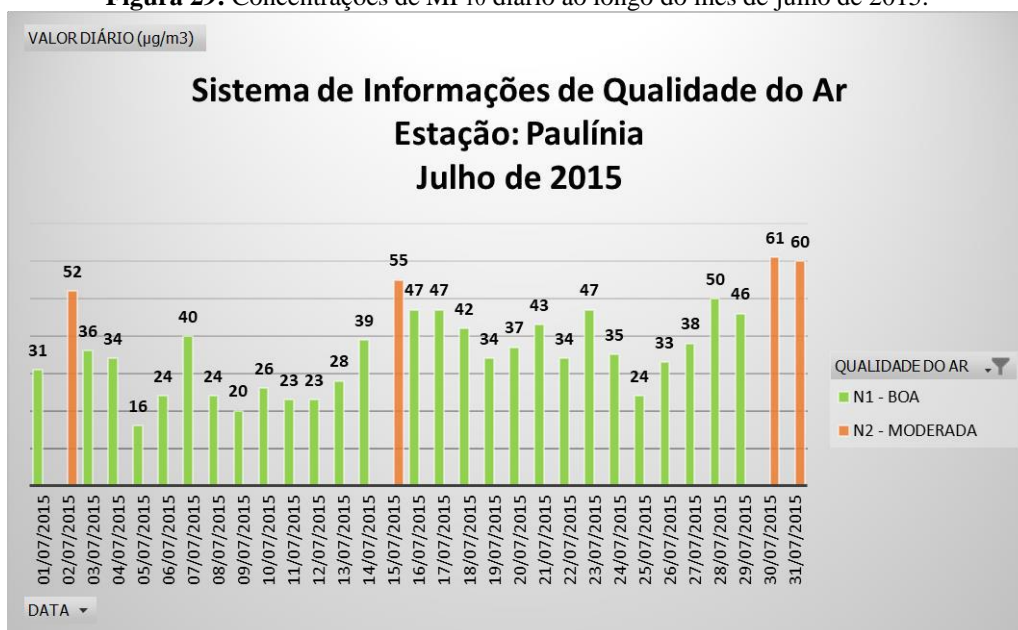
### 3.1.4 Estação Paulínia e Paulínia-Sul

O município de Paulínia não possui dados completos dos índices pluviométricos no ano de 2015, apenas o mês de janeiro tem registro no banco de dados no Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO). Deste modo, a análise comparativa entre o índice pluviométrico e a concentração de  $MP_{10}$  não poderá ser realizada.

A estação Paulínia não apresentou concentrações do material particulado inalável acima de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mesmo nos meses que geralmente possuem baixos índices pluviométricos. Já a estação Paulínia-Sul os índices de  $MP_{10}$  são mais frequentes e elevados, principalmente nos meses de agosto e setembro, que ultrapassaram  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 37 e 38). As estações são relativamente próximas, entretanto há divergências nas concentrações de  $MP_{10}$ .

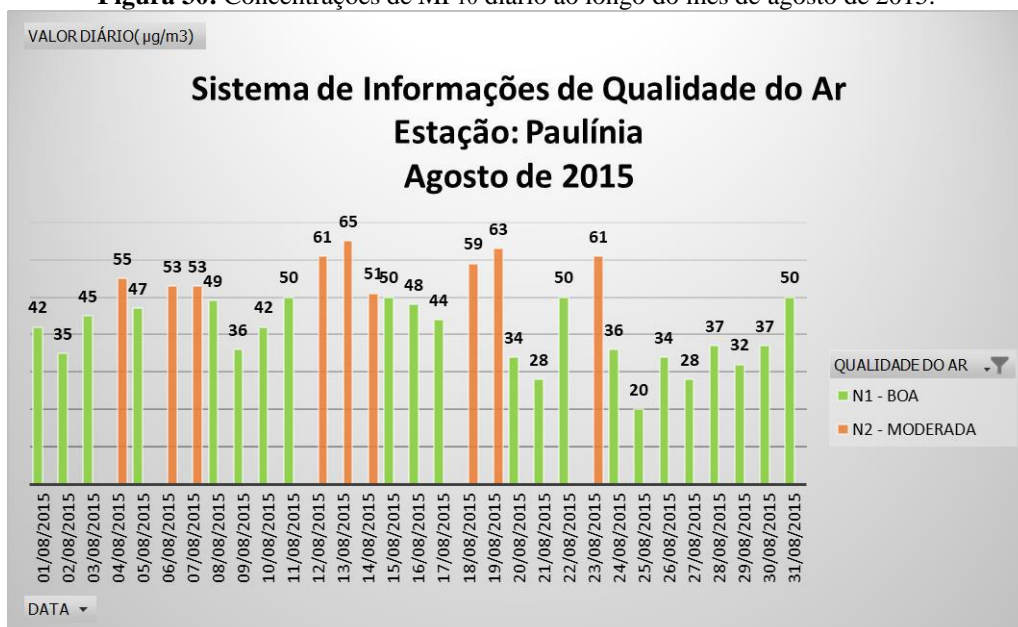
No mês de julho as concentrações ocorreram em quatro dias, com a máxima de  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mantendo a classificação entre “boa” e “moderada” no índice de qualidade do ar (Figura 29).

**Figura 29:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2015.

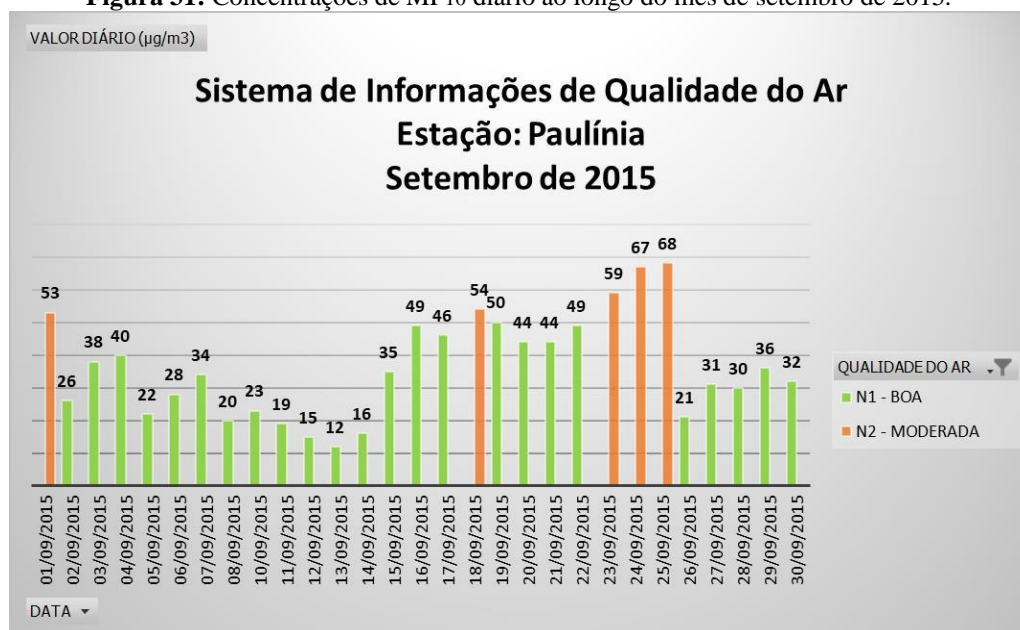


No mês de agosto as concentrações de MP<sub>10</sub> foram um pouco mais altas, chegando a 65 µg/m<sup>3</sup> no dia 13 (Figura 30).

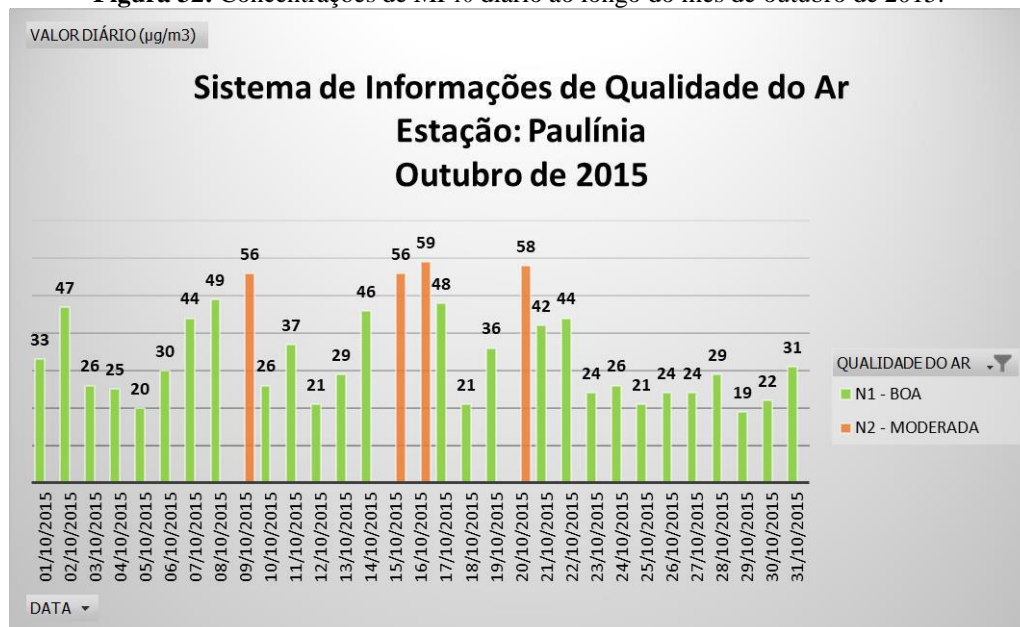
**Figura 30:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2015.



Em setembro as concentrações de MP<sub>10</sub> foram maiores entre os dias 16 e 25, com a máxima de 68 µg/m<sup>3</sup> no dia 25 (Figura 31).

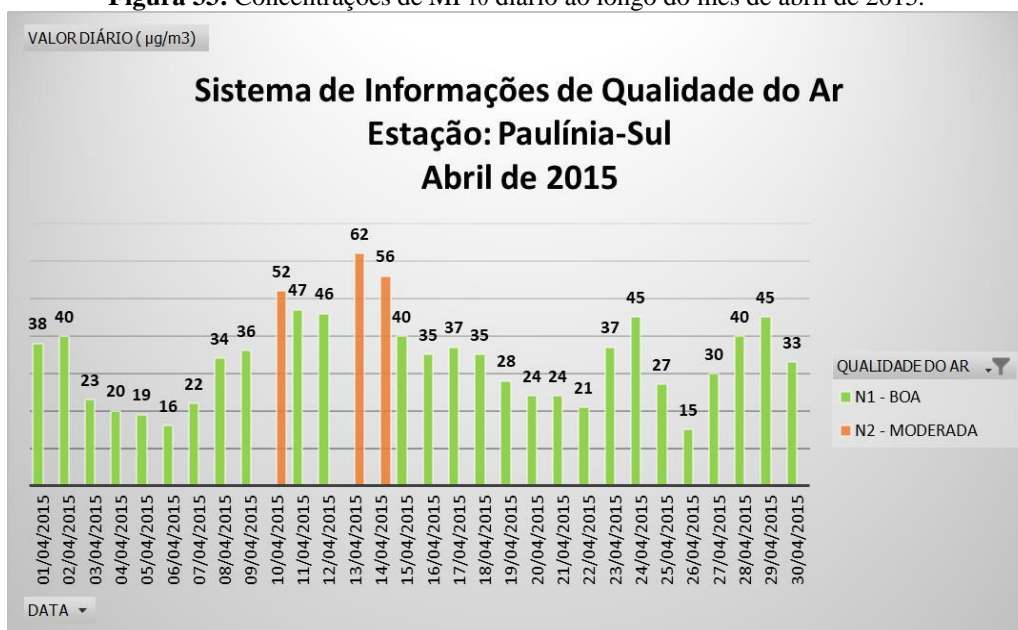
**Figura 31:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2015.

Em outubro as concentrações de MP<sub>10</sub> foram relativamente baixas, chegando a 59 µg/m<sup>3</sup> no dia 16 (Figura 32).

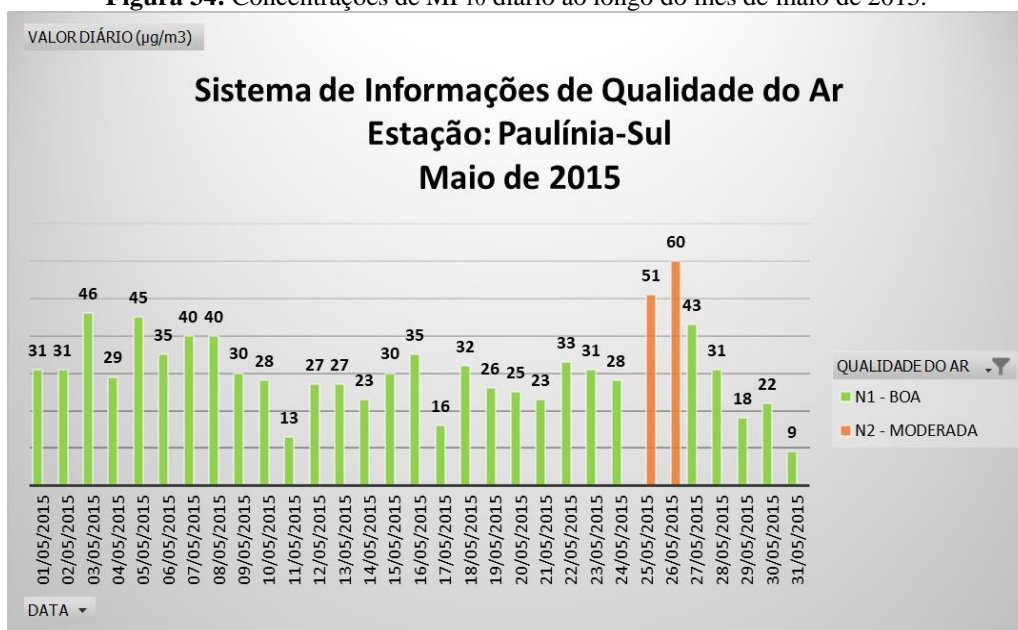
**Figura 32:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2015.

Na estação Paulínia-Sul as concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> foram registradas desde o mês de abril a dezembro, menos o mês de novembro. Os meses de abril e maio tiveram baixas concentrações, máximas de 62 e 60 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura 33 e 34).

**Figura 33:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de abril de 2015.

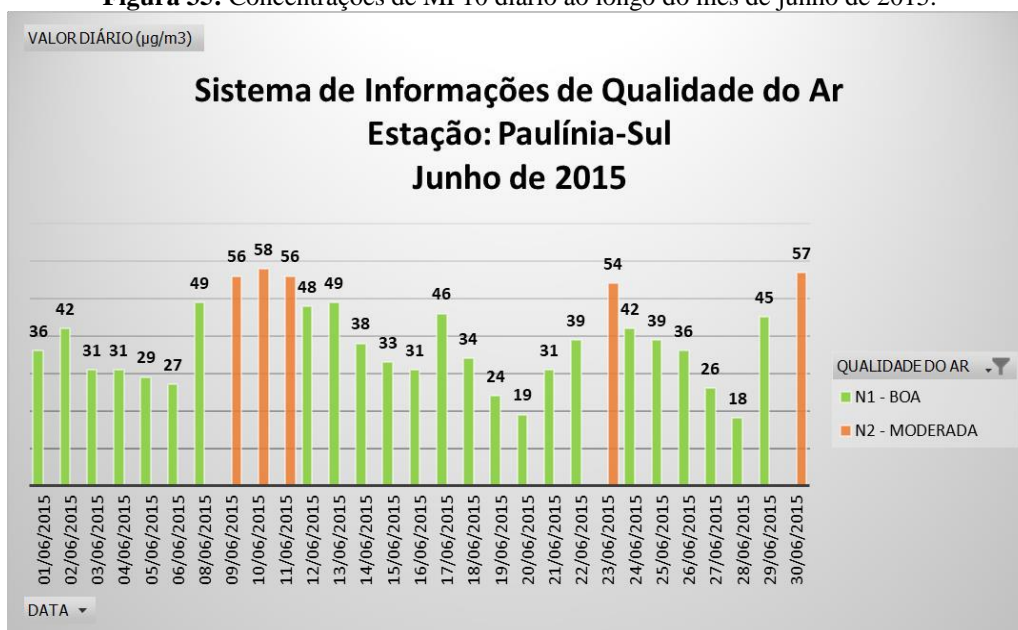


**Figura 34:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de maio de 2015.



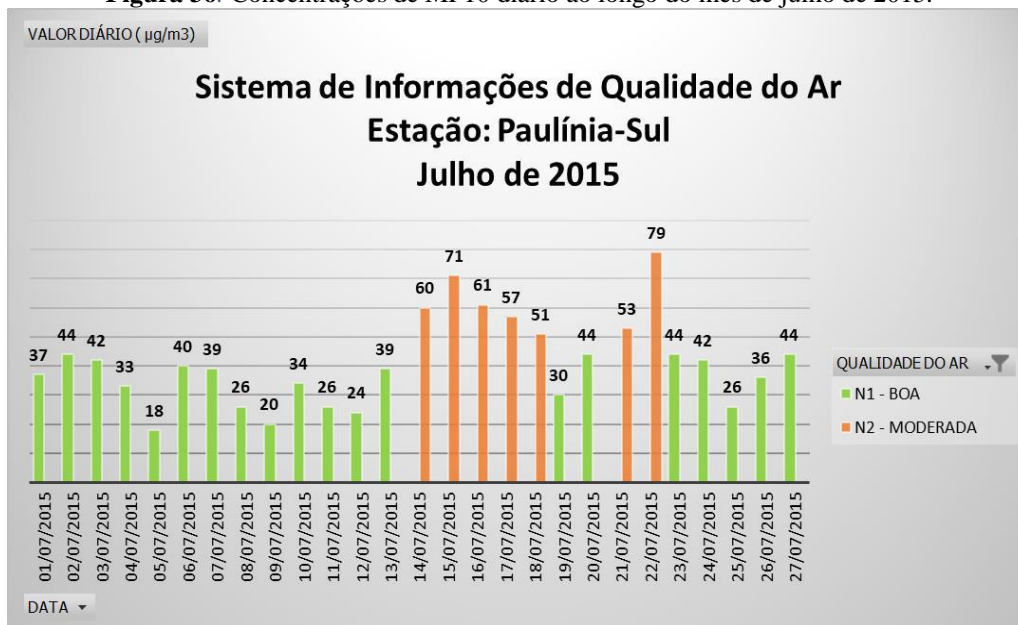
O mês de junho teve um pequeno aumento nas concentrações do material particulado, apesar disso, manteve os índices de qualidade do ar entre “boa” e “moderada”, com a máxima de  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 35).

**Figura 35:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2015.

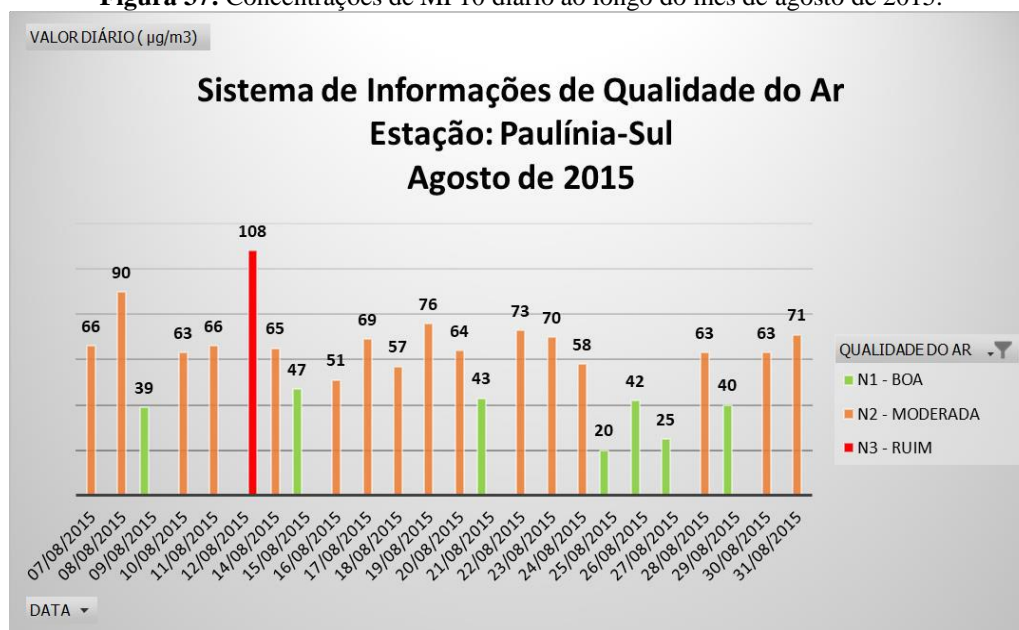


O mês de julho apresentou uma maior frequência de MP<sub>10</sub> entre os dias 14 e 22, com a máxima de 79 µg/m<sup>3</sup> (Figura 36).

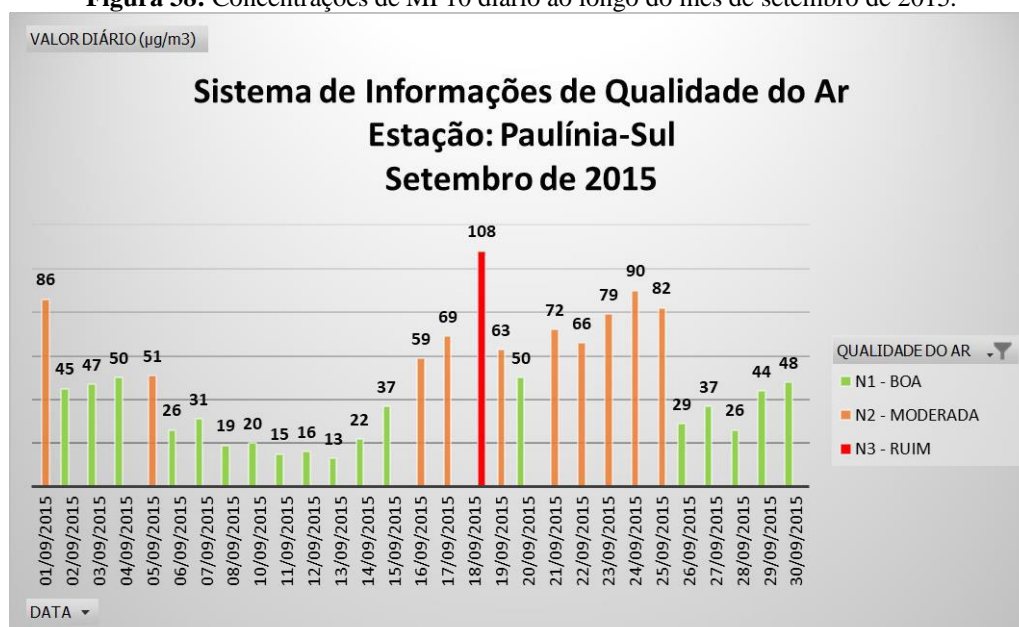
**Figura 36:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2015.



Agosto teve os piores índices de qualidade do ar e maior frequência na concentração de MP<sub>10</sub>. Praticamente o mês inteiro registrou concentrações acima de 50 µg/m<sup>3</sup> e um dia acima de 100 µg/m<sup>3</sup>, considerado “ruim” pelo PQAr (Figura 37).

**Figura 37:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de agosto de 2015.

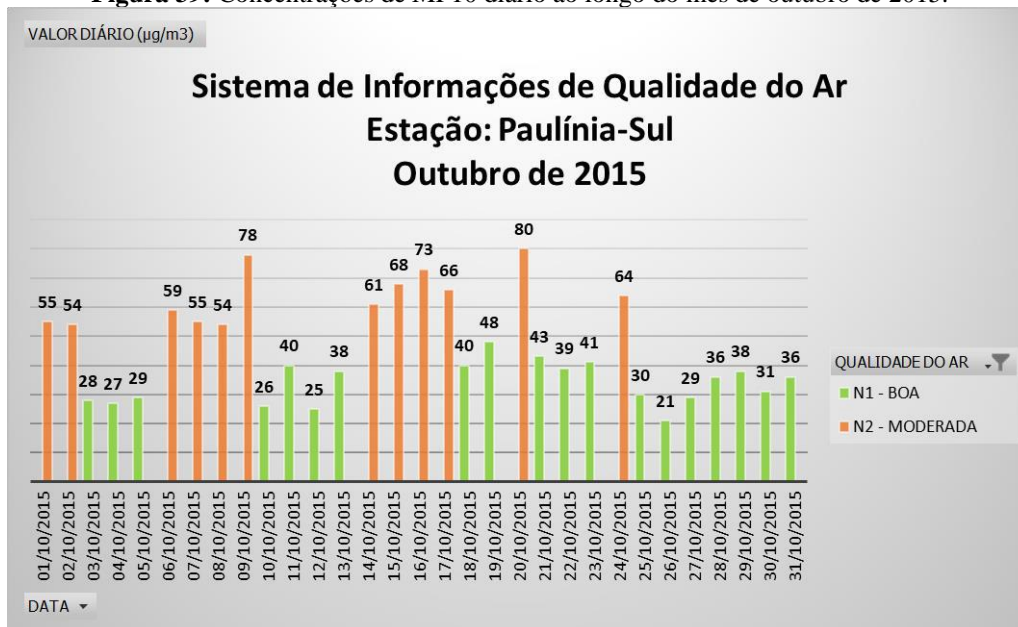
Em setembro as concentrações de MP<sub>10</sub> também foram altas, foi o segundo mês com os piores índices do material particulado. A maior frequência ocorreu entre os dias 16 e 25, com a máxima de 108 µg/m<sup>3</sup> no dia 18 (Figura 38).

**Figura 38:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de setembro de 2015.

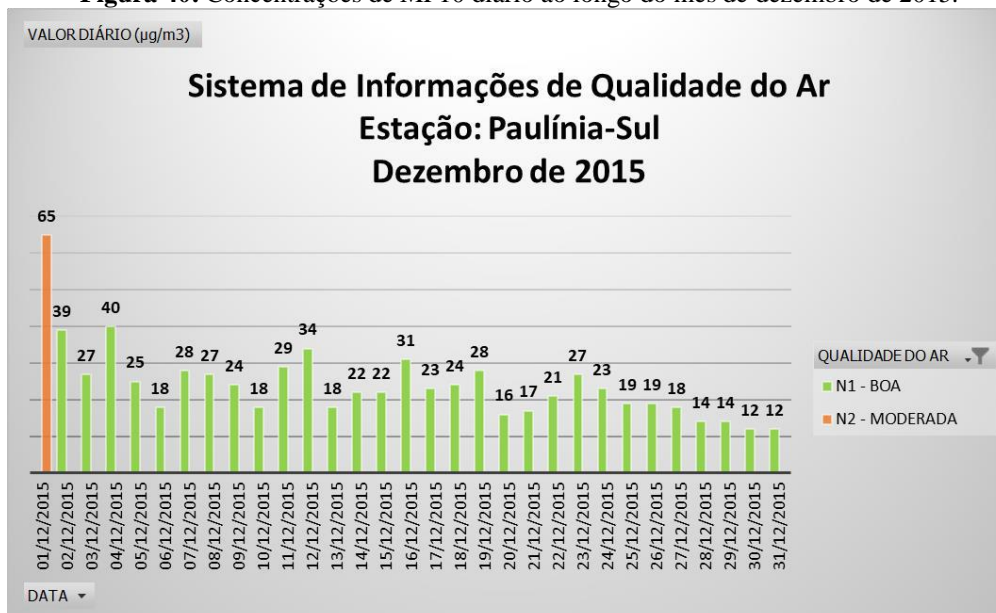
No mês de outubro houve uma queda nas concentrações de MP<sub>10</sub>, porém a quantidade de dias que manteve as concentrações acima de 50 µg/m<sup>3</sup> foi alta, chegando a 80 µg/m<sup>3</sup> (Figura

39). Já em dezembro as concentrações foram baixas, apenas um dia registrou índice “moderado”, com 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 1 (Figura 40).

**Figura 39:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de outubro de 2015.



**Figura 40:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de dezembro de 2015.



### 3.1.5 Estação Piracicaba

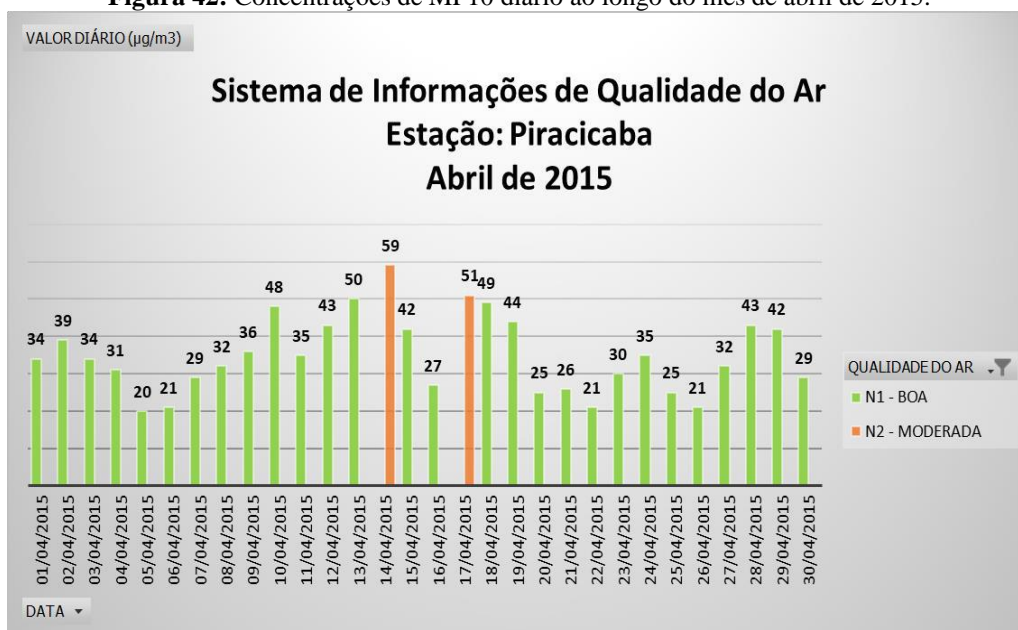
No ano de 2015 os meses que registraram os menores índices pluviométricos foram: abril, maio, junho, julho e agosto, sendo o mês de junho com o menor índice de todos os meses, chovendo apenas 10,7 mm (Figura 50). Novembro foi o mês com o maior índice pluviométrico, no geral, os meses de janeiro, fevereiro, março, setembro, novembro e dezembro, os índices foram maiores do que 130 mm.

Apesar de fevereiro ser o segundo mês com maior precipitação distribuída ao longo dos dias, no início do mês de março foi registrado no dia 4 um índice de qualidade “moderada”, porém, todos os dias restantes apresentaram baixos níveis de concentração do material particulado inalável (Figura 41). A precipitação no mês de março ocorreu de forma distribuída, com um total de 134,9 mm e poucos intervalos sem chuva.

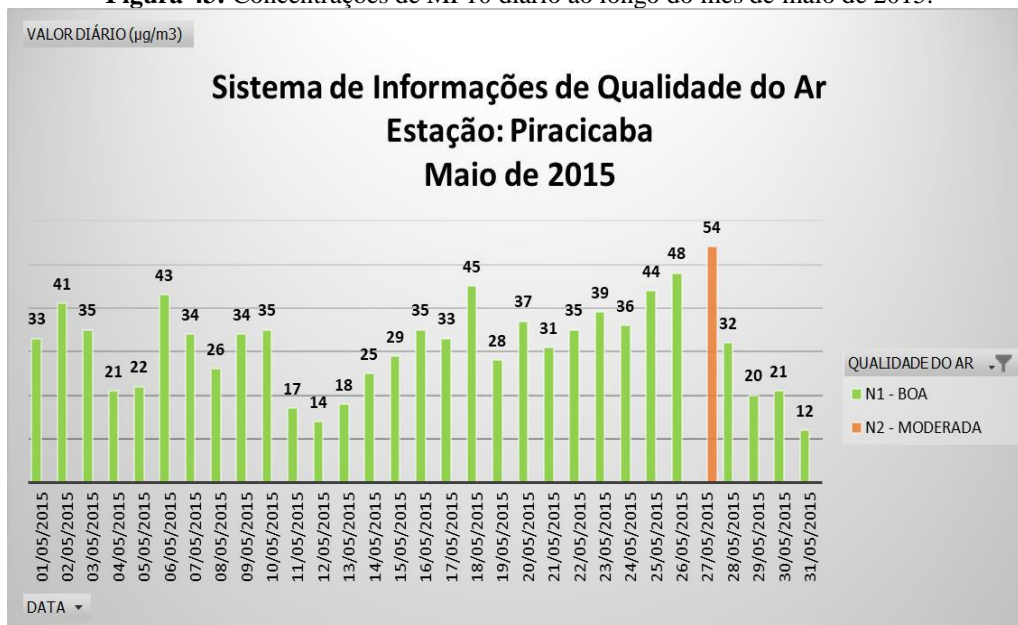
**Figura 41:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de março de 2015.



Embora o mês de abril tenha um total de precipitação de 31,2 mm, não apresentou altos índices de concentração de MP<sub>10</sub>. Com apenas 2 dias de precipitação, a primeira máxima ocorreu no dia 20, com 26,2 mm, a segunda máxima com 5 mm no dia 6 e o maior intervalo sem chuva entre o dia 6 ao dia 20. As concentrações de MP<sub>10</sub> consideradas “moderadas” pelo índice de qualidade, estão no maior intervalo sem chuva do mês.

**Figura 42:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de abril de 2015.

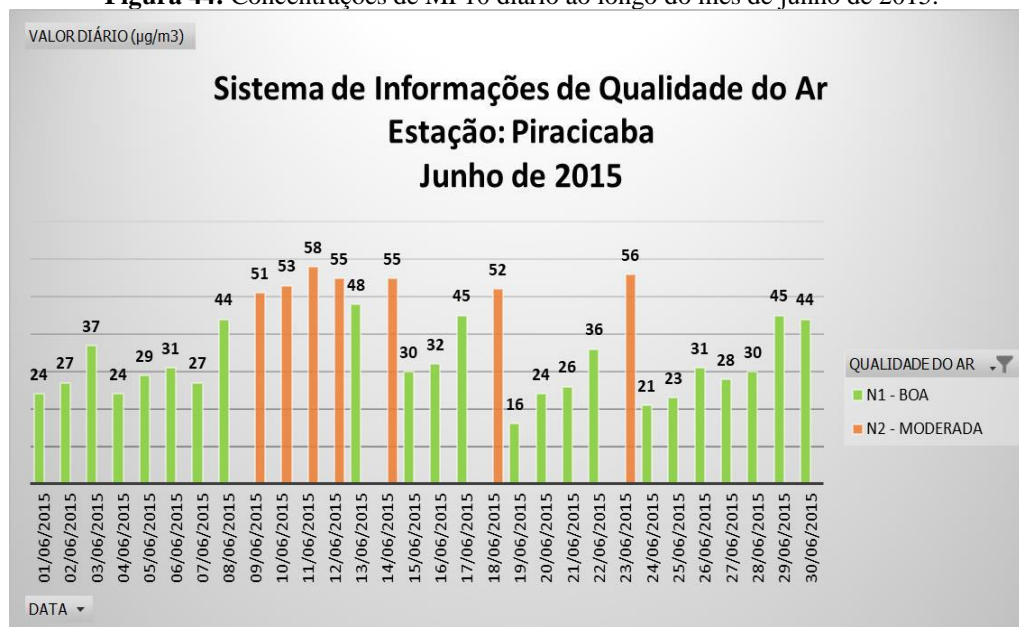
No mês de maio o total de precipitação foi de 70,2 mm, sendo que a primeira máxima foi de 21,5 mm no dia 31 e no mesmo dia teve o menor registro da concentração de MP<sub>10</sub>. Apenas um dia ultrapassou 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 43), anteriormente ao dia 27 houve o maior intervalo sem chuva durante o mês, 14 dias sem precipitação e um dia nesse intervalo com 1,7 mm de chuva.

**Figura 43:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de maio de 2015.

O mês de junho teve uma precipitação total de 10,7 mm, chovendo 9,4 mm no dia 1 e 1,3mm no dia 16, o restante do mês a precipitação foi igual a 0. Mesmo com dois intervalos de

14 dias cada sem precipitação, o índice de qualidade não ultrapassou  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em nenhum dia (Figura 44).

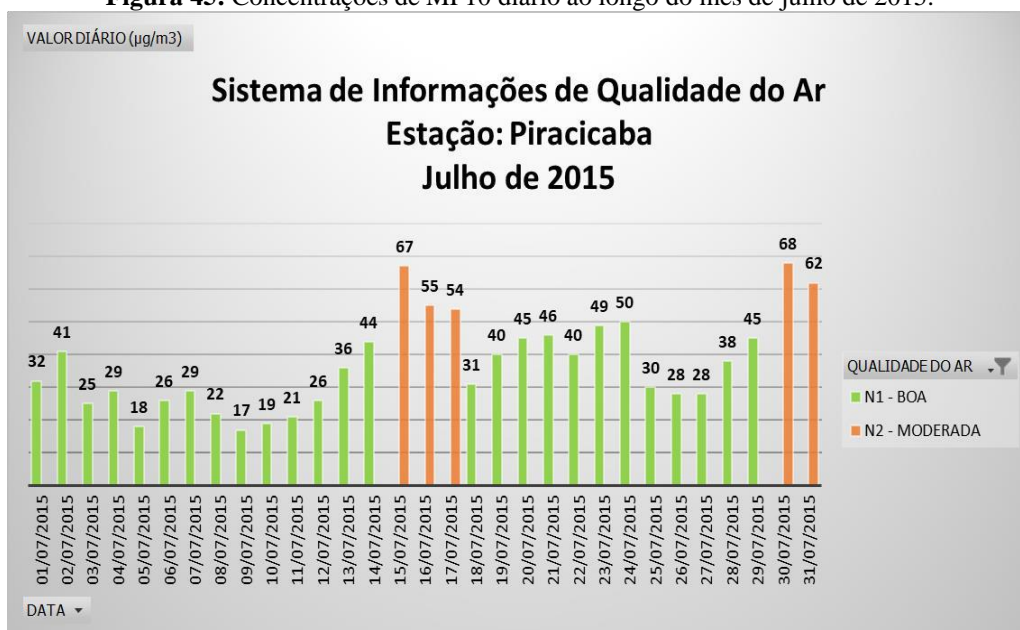
**Figura 44:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2015.



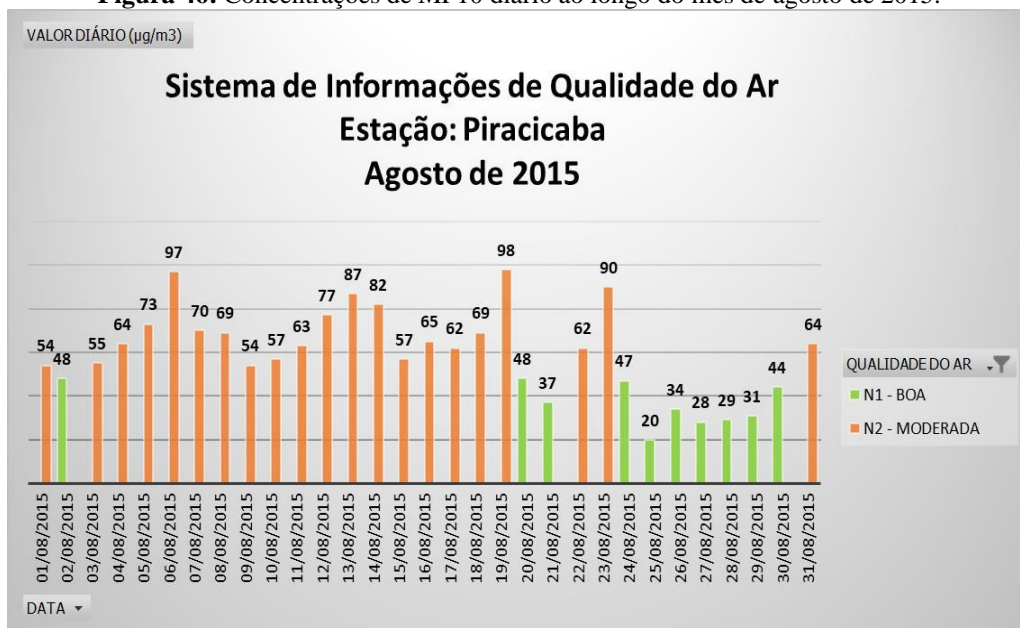
No mês de julho a precipitação foi um pouco maior do que no mês anterior, 34,1 mm. Até o dia 11 as chuvas ocorreram de forma distribuída, entre os dias 12 e 24 a precipitação foi igual a 0 e a primeira máxima foi de 10,5 mm no dia 25. A partir do dia 26 não houve precipitações. As concentrações de MP<sub>10</sub> consideradas “moderadas” coincidem com os dois intervalos sem chuva do mês. (Figura 45).

O mês de agosto apresentou uma maior frequência no índice de qualidade “moderada” nos primeiros 19 dias, com a máxima de  $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 19 (Figura 46). Contando que os últimos 5 dias do mês de julho mais os primeiros 24 dias do mês de agosto não houve precipitação, é justificável a alta frequência de índices mais elevados. O total de precipitação foi de 18,3 mm, com a primeira máxima no dia 25, com 11,1 mm e a segunda máxima no dia 26 com 7,2 mm. Após o dia 26 não foi registrado nenhum dia com chuva até o dia 8 do próximo mês.

**Figura 45:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de julho de 2015.

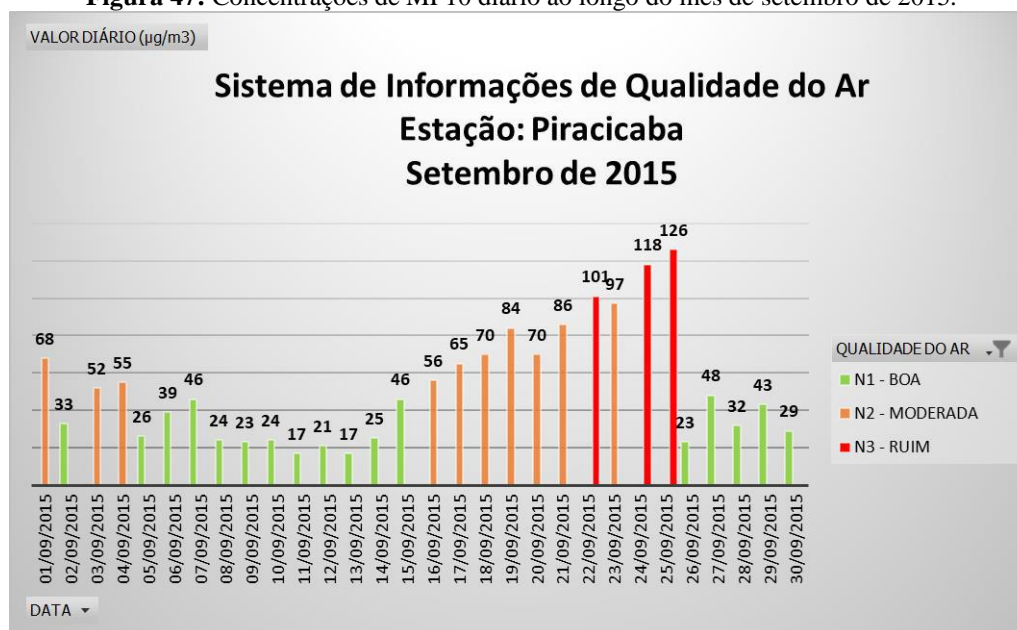


**Figura 46:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de agosto de 2015.



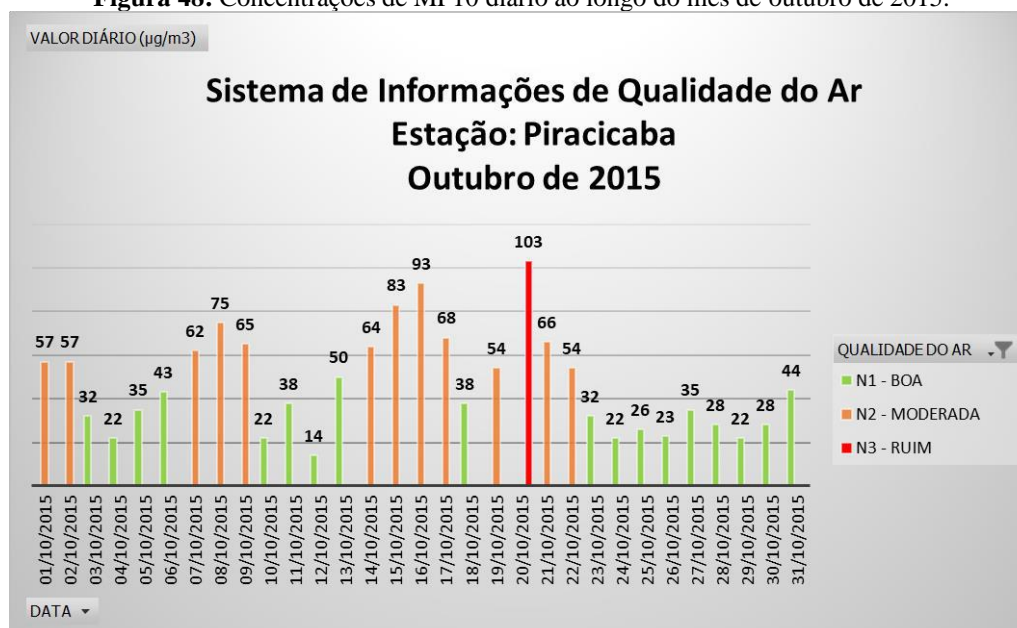
No mês de setembro os 7 primeiros dias não teve precipitações, do dia 8 ao dia 13 choveu 101,2 mm, com a máxima de 40,8mm no dia 9. Após esse período, não teve chuva por 12 dias até a segunda máxima no dia 26 com 34,3 mm. Ao total, setembro registrou 186 mm de chuva. No maior intervalo em que não houve precipitação é notável o aumento da concentração de MP<sub>10</sub> chegando até 126  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 25, considerado “ruim” pelo índice de qualidade (Figura 47).

**Figura 47:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de setembro de 2015.



No mês de outubro a precipitação foi de 81,5 mm, com a primeira máxima de 23 mm no dia 10, um intervalo de 6 dias anteriores e 7 dias posteriores sem chuva em relação a primeira máxima. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram entre os dias 14 e 20, no mesmo intervalo sem chuva do mês (Figura 48).

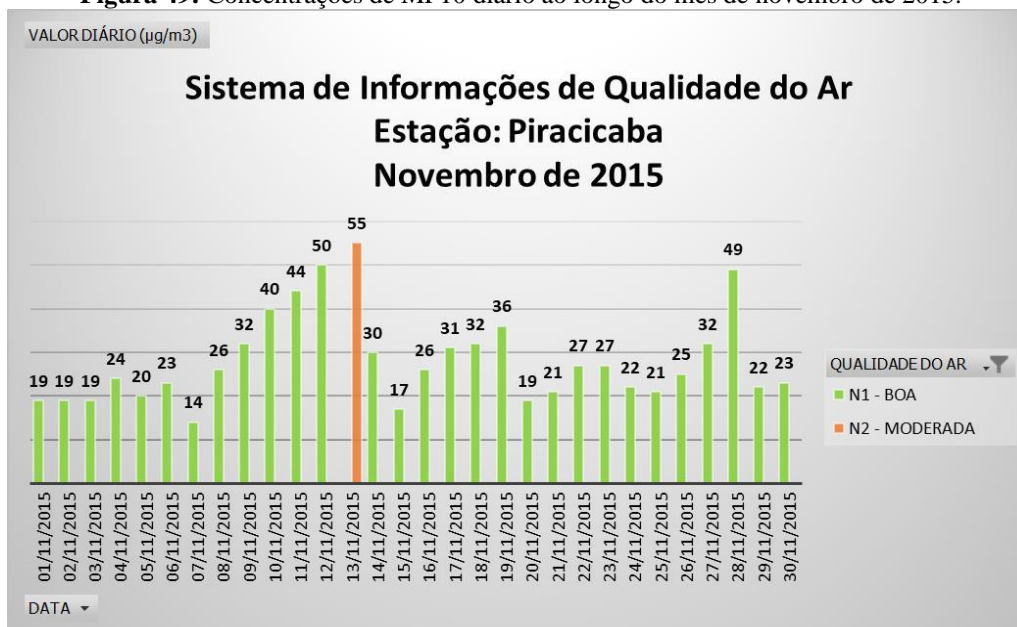
**Figura 48:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de outubro de 2015.



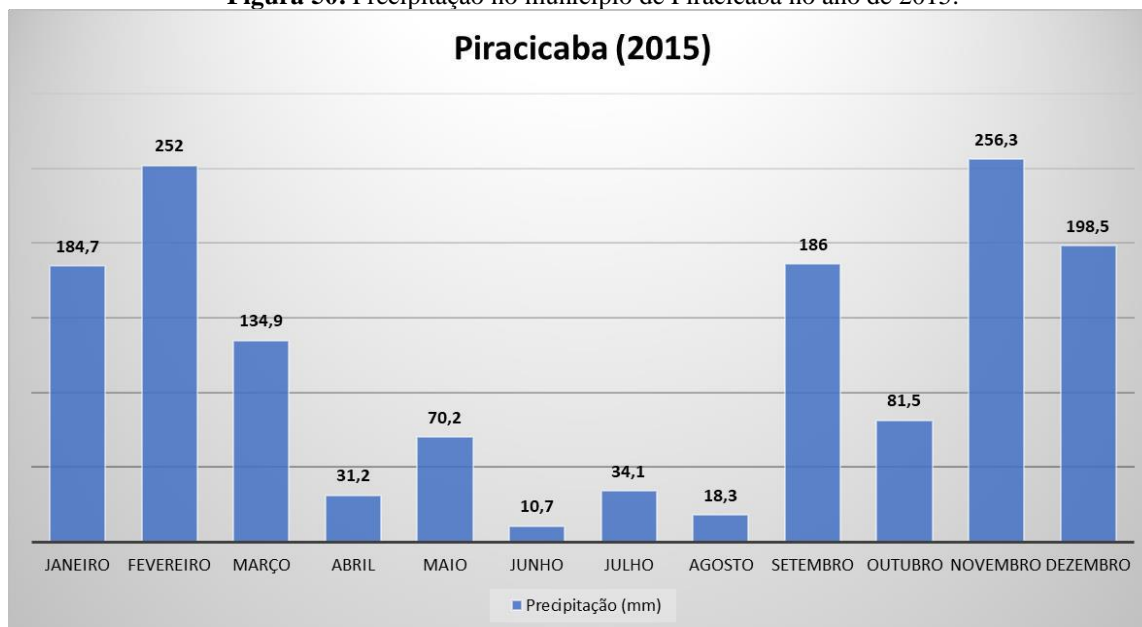
Novembro foi o mês que mais choveu em 2015 no município de Piracicaba, com 256,3 mm bem distribuídos ao longo do mês. A primeira máxima foi 32,6 mm no dia 30 e a segunda

máxima no dia 5 com 27,8 mm. Houve dois pequenos intervalos sem chuva, do dia 6 ao dia 8 e do dia 10 ao dia 13. Durante o mês inteiro somente 1 dia registrou índice de qualidade “moderado”, com uma concentração de 55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 13 (Figura 49).

**Figura 49:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de novembro de 2015.



**Figura 50:** Precipitação no município de Piracicaba no ano de 2015.



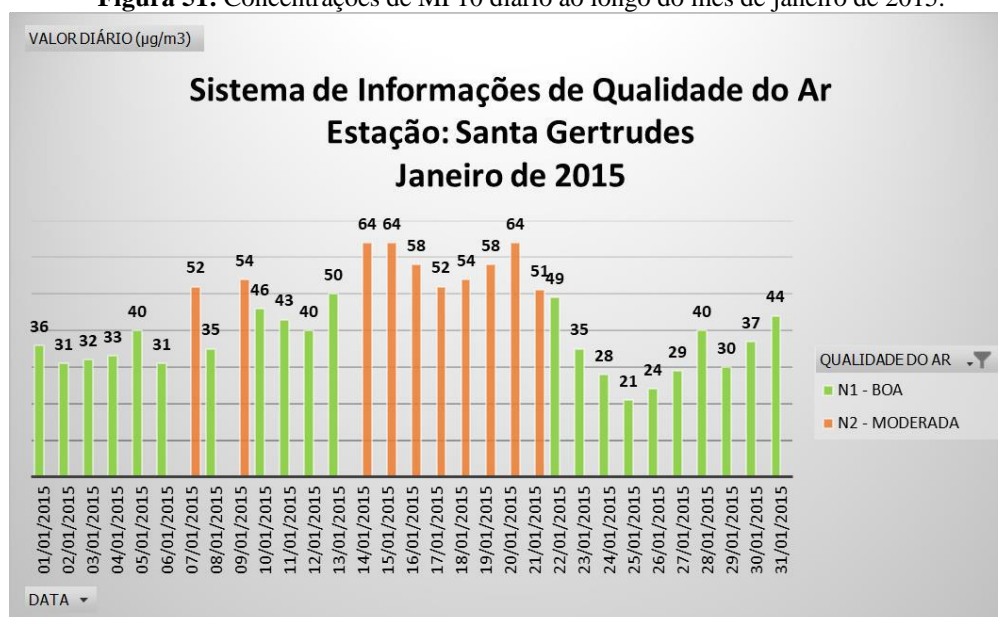
### 3.1.6 Estação Santa Gertrudes

O município de Santa Gertrudes é o único que apresenta concentração de material particulado MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup>, considerado “moderada” pelo índice de qualidade, desde o mês de janeiro. Mesmo apontando altos índices pluviométricos durante os meses mais chuvosos, a precipitação não foi um fator considerável para a dispersão de MP<sub>10</sub>. Esse resultado pode estar associado as grandes quantidades de MP<sub>10</sub> lançado na atmosfera por atividades ceramistas, que envolve o processo de extração, beneficiamento e transporte da matéria prima, além dessa atividade, a emissão fugitiva contribui de forma significativa na qualidade do ar.

No mês de janeiro os 11 primeiros dias não tem registros dos índices pluviométricos, assim como os dias 23 e 24. Já no dia 12 houve a primeira máxima de 113,5 mm. Do dia 13 ao dia 19 a precipitação foi igual a 0. No dia 20 a precipitação foi mínima, com 4 mm, a segunda máxima foi de 46 mm no dia 25 e o restante do mês não teve precipitações. Como existe a falta de registro de alguns dias, a análise comparativa entre índice pluviométrico e material particulado (MP<sub>10</sub>) será baseada apenas em dados fornecidos.

Durante o intervalo sem precipitação houve um aumento na concentração de material particulado entre os dias 14 e 21 (Figura 51). Na segunda máxima precipitação a concentração de MP<sub>10</sub> é a menor do mês.

**Figura 51:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de janeiro de 2015.

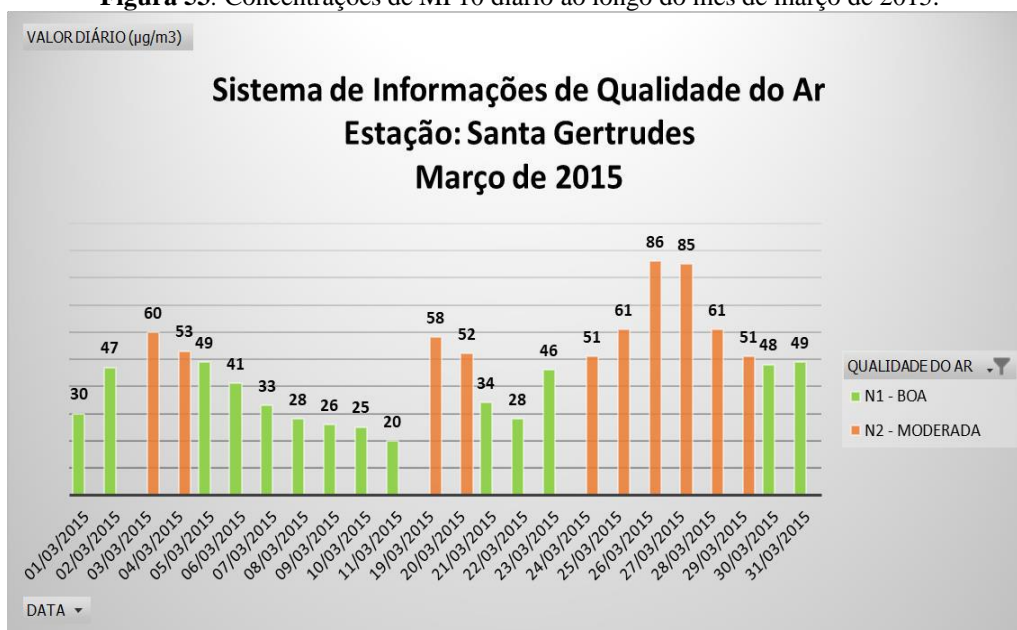


Fevereiro teve o maior índice pluviométrico no ano de 2015, com 313 mm distribuídos ao longo do mês. Do dia 13 ao dia 16 e 29 a 31 não houve registro de precipitações. Os pequenos intervalos sem chuva ocorreram entre os dias 7 e 10, dia 12, 20 a 22 e dia 25. Como não há registro de chuva no dia 13, a análise da concentração de  $MP_{10}$  no mesmo dia não poderá ser concluída (Figura 52). Em relação aos baixos índices de  $MP_{10}$  a precipitação que ocorreu de forma distribuída se mostrou efetiva na dispersão do material particulado.

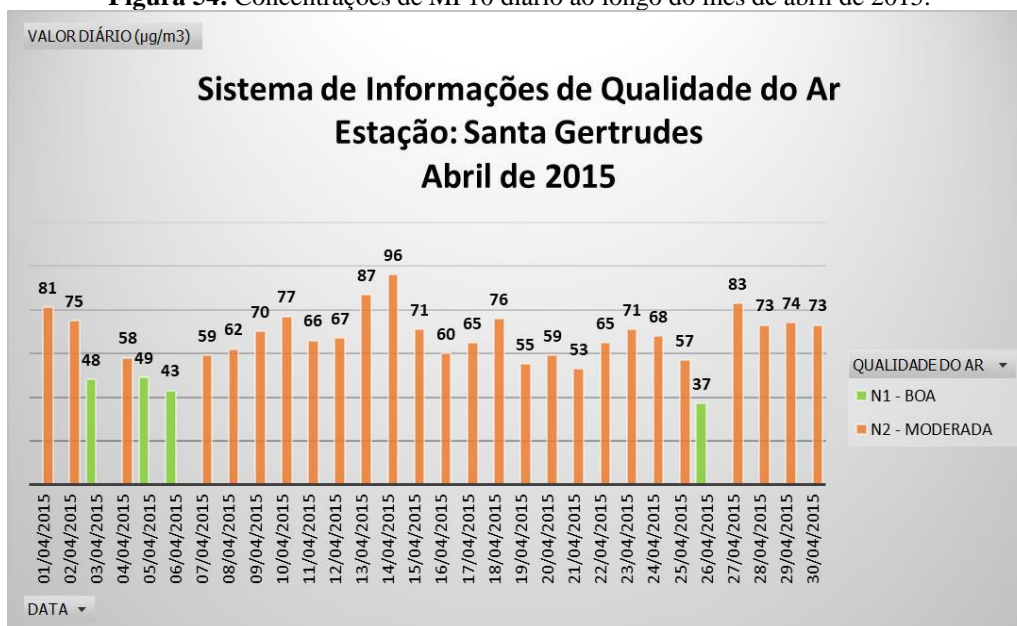
**Figura 52:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de fevereiro de 2015.



No mês de março a precipitação foi de 150,1, com a primeira máxima no dia 22, 48,9 mm e a segunda máxima de 24,9 mm no dia 8. O maior intervalo sem precipitação ocorreu entre os dias 23 a 28, logo após a primeira máxima, e o segundo intervalo entre os dias 2 e 5. O restante dos dias foram intercalados com pequenas precipitações e dias sem chuva. A maior frequência da concentração de  $MP_{10}$  intercorreu no primeiro intervalo onde a precipitação foi igual a 0 (Figura 53).

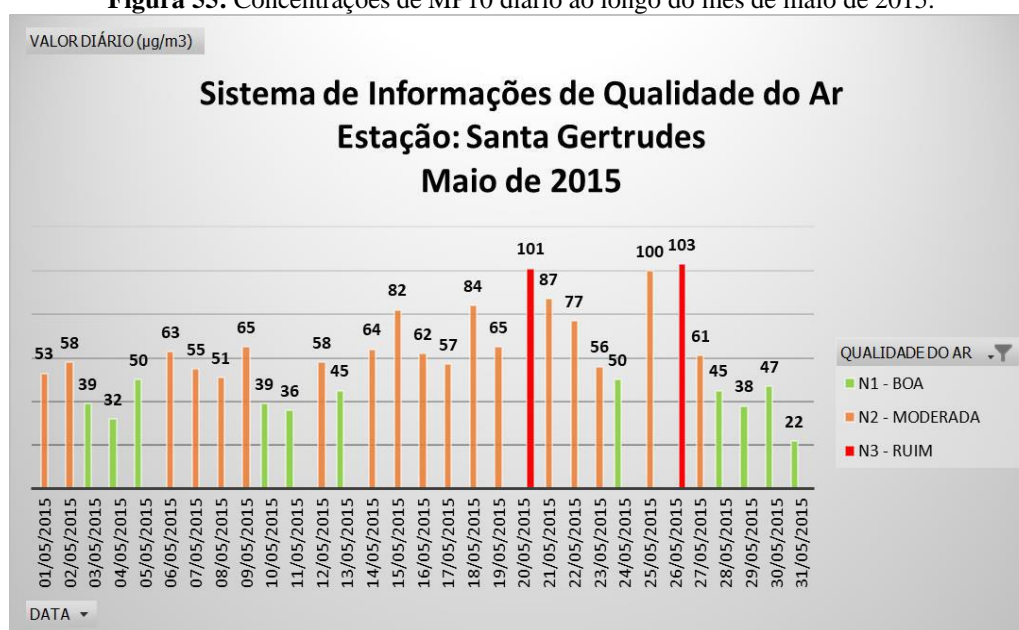
**Figura 53:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de março de 2015.

O mês de abril foi o segundo mês com o menor índice pluviométrico do ano de 2015, com apenas 9,6 mm de chuva e a primeira máxima de 5,7 mm no dia 15. Os primeiros 14 dias, dia 16 ao dia 18, 20 e 22 ao dia 30, a precipitação foi igual a 0. A ausência de chuva refletiu no aumento da concentração de MP<sub>10</sub> em 26 dias, com a máxima de 96  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 14 (Figura 54).

**Figura 54:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de abril de 2015.

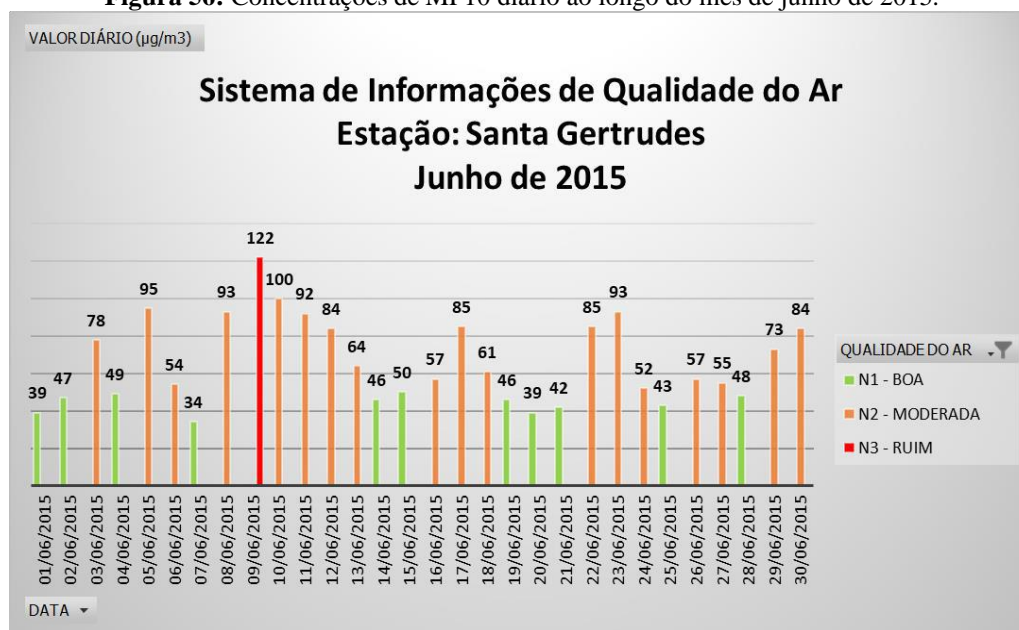
O início do mês de maio teve reflexo da baixa precipitação e/ou ausência do final do mês de abril, porém dia 3 e 4 iniciaram as primeiras chuvas do mês. A precipitação total foi de 86,4 mm, com a primeira máxima de 54 mm no dia 31, onde há o menor registro de concentração de  $MP_{10}$  do mês (Figura 55) e segunda máxima de 18,5 mm no dia 10. O maior período sem chuva foi do dia 19 ao dia 30, mesmo intervalo que apresentou dois picos de concentração de  $MP_{10}$  considerados “ruim” pelo índice de qualidade. Apesar disso, 11 dias apresentaram índices abaixo de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e os índices de qualidade considerados “moderados” exibiram valores menores do que os valores do mês de abril.

**Figura 55:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de maio de 2015.



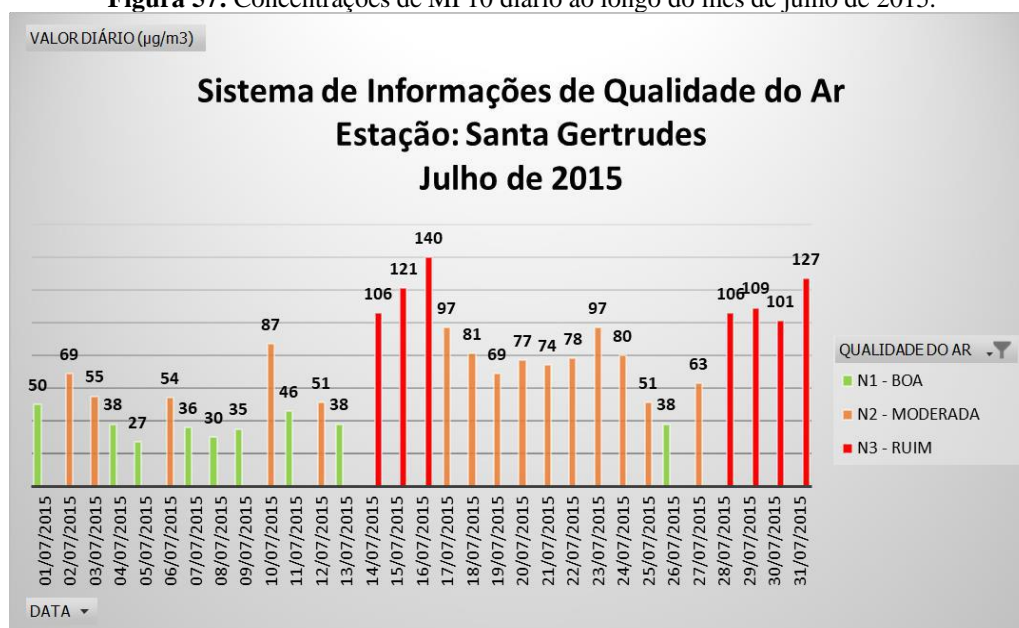
O mês de junho registrou o menor índice pluviométrico no ano de 2015, com apenas um dia de chuva, 2 mm no dia 14, todos os outros dias a precipitação foi igual a 0. Outros fatores devem ter contribuído para a dispersão do material particulado, somente um dia ultrapassou  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 56).

**Figura 56:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de junho de 2015.



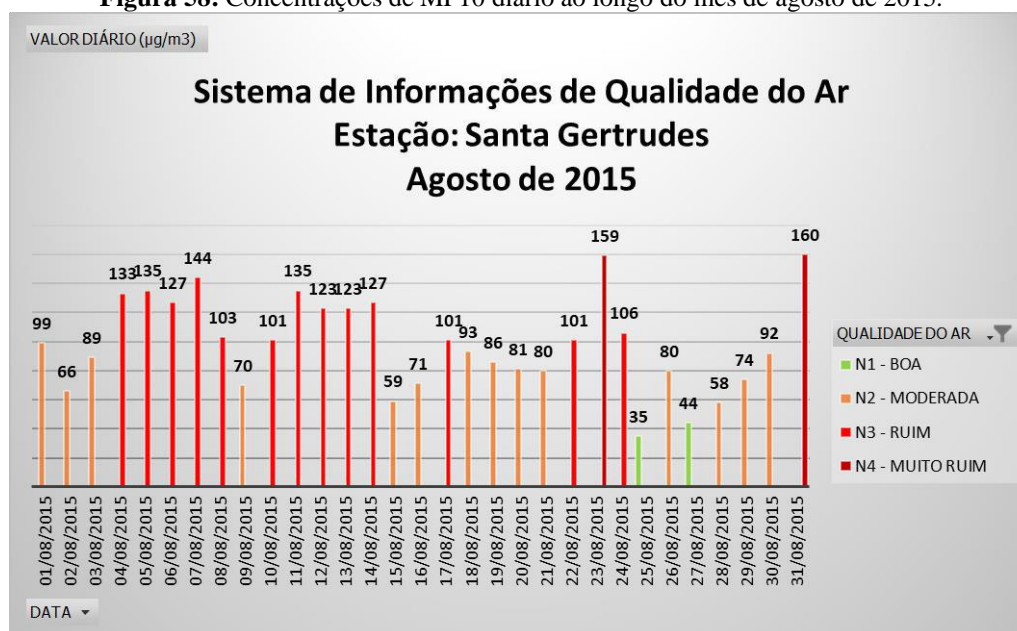
No mês de julho 4 dias não tiveram registro de precipitação no banco de dados, dias 3, 4, 24 e 25. A precipitação do mês inteiro foi de 52,9 mm, com a primeira máxima de 25,7 no dia 26. Entre os dias 10 e 23, 27 e 31, a precipitação foi igual a 0. Nesses períodos a concentração de MP<sub>10</sub> ultrapassou 100 µg/m<sup>3</sup> em 7 dias (Figura 57), somente 9 dias foram considerados adequados pelo índice de qualidade.

**Figura 57:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de julho de 2015.

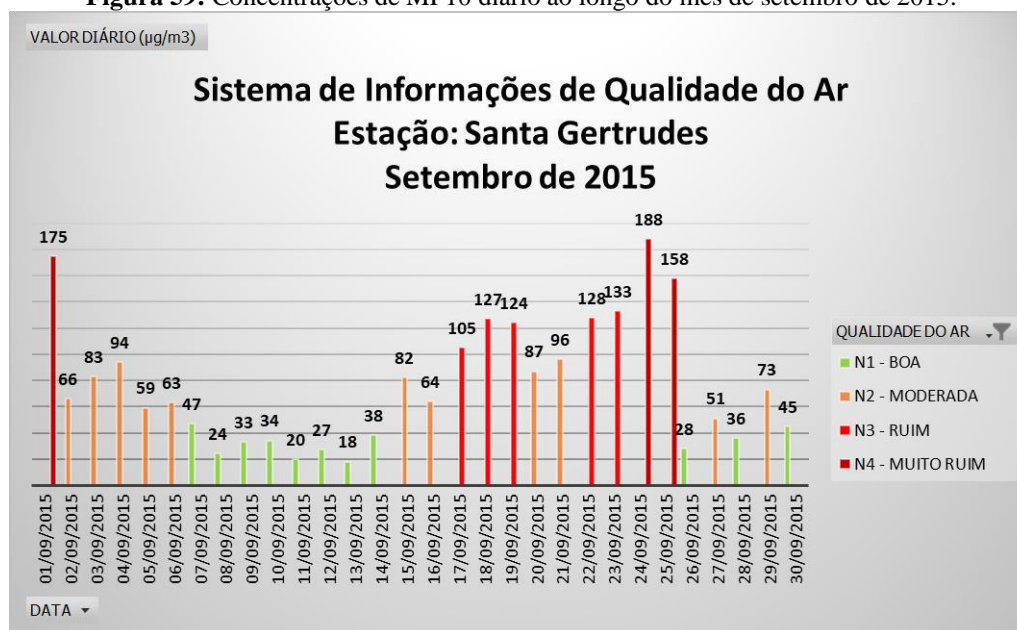


Nos primeiros 23 dias do mês de agosto não houve precipitação, assim como o dia 26, 28, 29, 30 e 31. Durante o mês inteiro choveu apenas 3 dias com um total de 32,4 mm, sendo a primeira máxima de 19 mm no dia 27 e o restante distribuídos nos dias 24 e 25. A ausência de chuva no final do mês de julho somado aos primeiros 23 dias do mês de agosto refletem em altas concentrações do material particulado (MP<sub>10</sub>), praticamente o mês inteiro, excedendo 120 µg/m<sup>3</sup> em 10 dias, ultrapassando os padrões de qualidade do ar estabelecidos no Decreto Estadual n° 59.113/2013 (São Paulo, 2013). Em dois dias, 23 e 31, as concentrações de MP<sub>10</sub> foram maiores que 150 µg/m<sup>3</sup>, classificadas como “muito ruim” no índice de qualidade do ar (Figura 58).

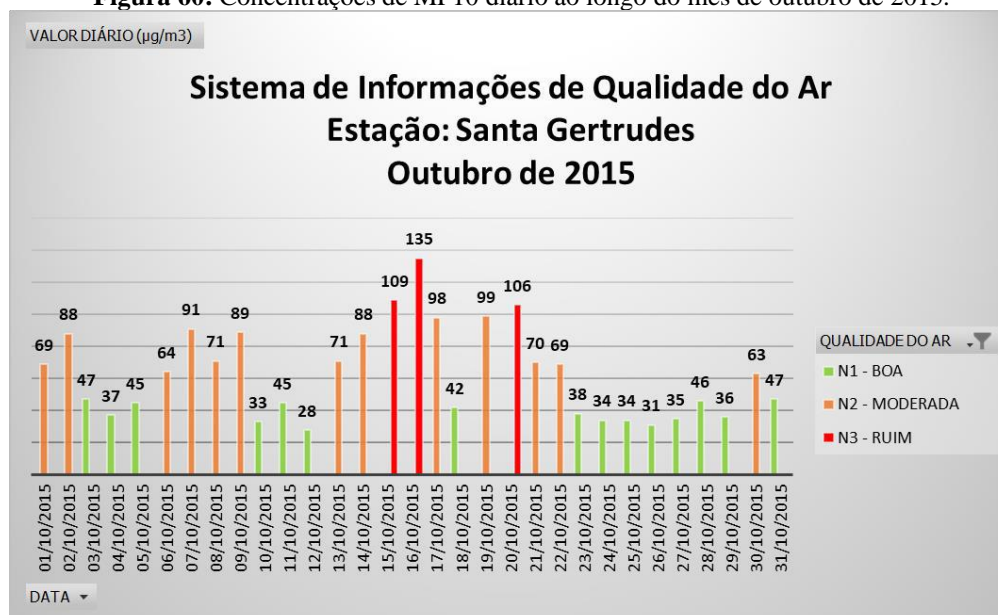
**Figura 58:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2015.



Em setembro, apesar de apresentar maior índice pluviométrico do que o mês anterior, com 190 mm, teve alguns períodos sem precipitação. O maior intervalo sem chuva foi do dia 15 ao dia 25, e outros pequenos intervalos de até 3 dias, do dia 1 ao dia 3. Nos dias 4, 5, 6, 7 e 31, não há registros nos bancos de dados. A primeira máxima precipitação foi de 54,9 mm no dia 8, a segunda foi de 44,3 mm no dia 9 e a terceira foi de 40,7 mm no dia 26. No gráfico da Figura 59 é perceptível a diminuição da concentração de MP<sub>10</sub> nos dias com maior precipitação. Assim como o mês de agosto, setembro apresentou altas concentrações do material particulado nos intervalos sem chuva.

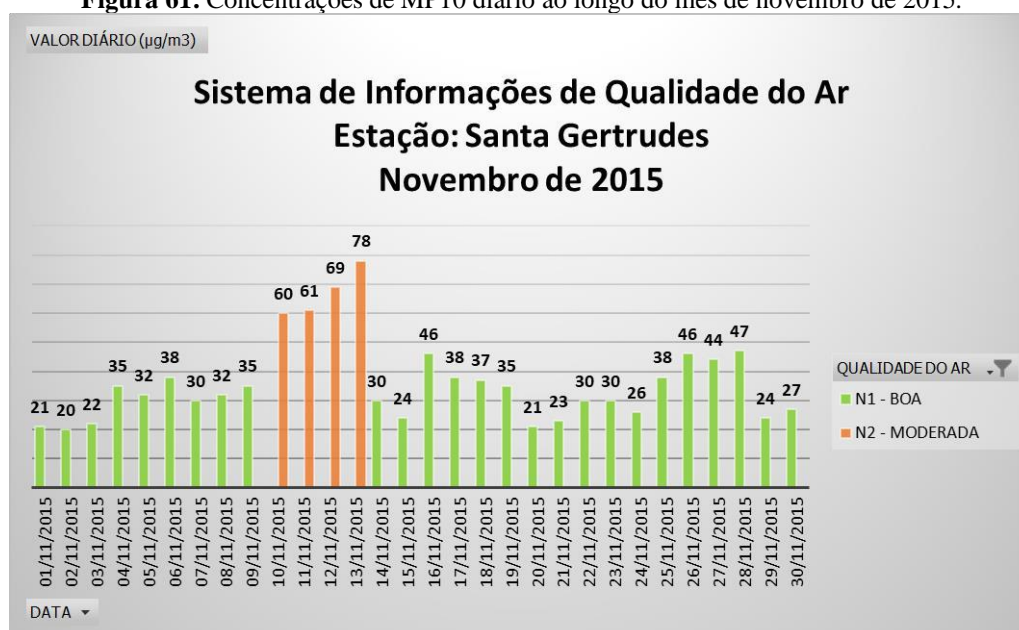
**Figura 59:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de setembro de 2015.

O mês de outubro teve um intervalo de 12 dias seguidos sem precipitação, entre os dias 10 e 21, sendo o maior intervalo, e dois intervalos de 5 dias, um no início do mês (do dia 4 ao dia 8) e outro no final do mês (do dia 27 ao dia 31). O total precipitado foi de 66,4 mm, com a primeira máxima de 39,7 mm no dia 22. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorrem no intervalo de 12 dias sem chuva 9 (Figura 60).

**Figura 60:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de outubro de 2015.

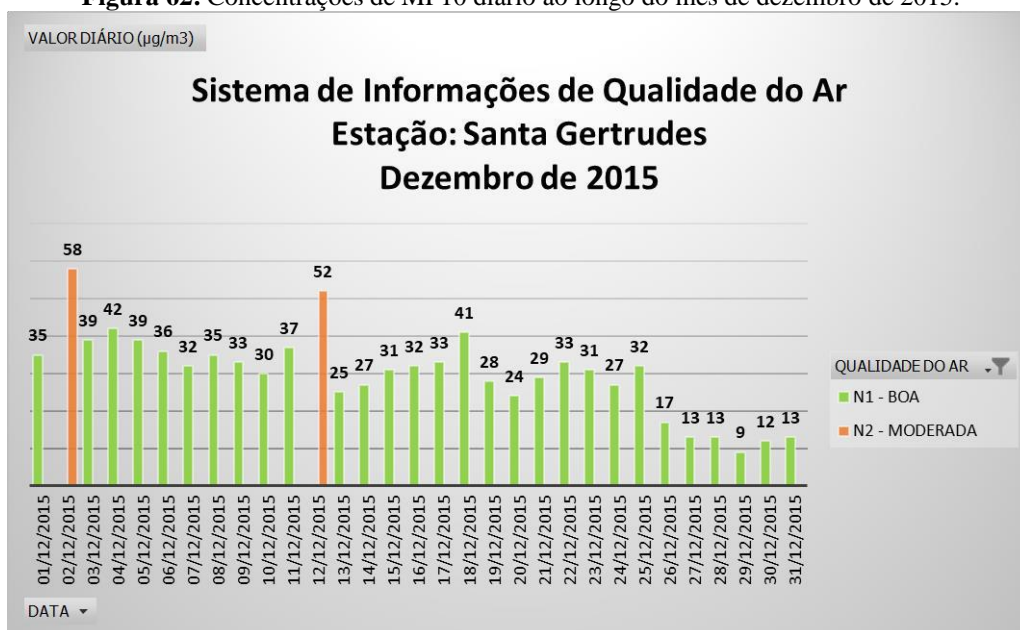
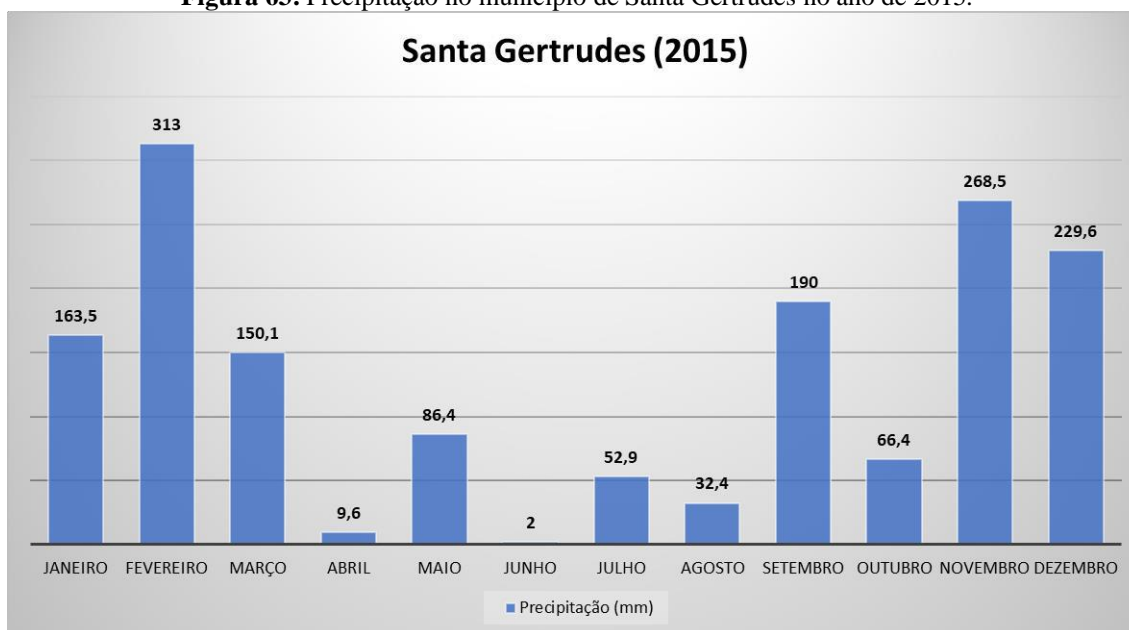
Em novembro a precipitação foi de 268,5 mm bem distribuídos ao longo do mês. Dois dias não tiveram registro no banco de dados, dias 1 e 31. A primeira máxima foi de 69,4 mm no dia 2 e a segunda máxima foi de 60,1 mm no dia 30. Houve pequenos intervalos sem chuva durante o mês, o maior deles de 4 dias, entre o dia 26 e 29 e dois intervalos de 3 dias (9, 10, 11 e 13, 14 e 15). As concentrações acima de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  não foram tão expressivas quanto nos meses anteriores (Figura 61).

**Figura 61:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de novembro de 2015.



Assim como o mês de novembro, dezembro apresentou maiores índices pluviométricos e menores concentrações de MP10 (Figura 62). A precipitação foi de 229,6 mm distribuídos ao longo do mês, com a primeira máxima de 80 mm no dia 30. Pequenos intervalos sem chuva coincidem com os mesmos dias onde a concentração de MP10 foi considerada “moderada”.

Os meses de abril, maio, junho, julho, agosto e outubro apresentaram os menores índices pluviométricos no ano de 2015, esse ocorrido foi muito semelhante aos municípios anteriores, assim como os meses que registraram precipitações elevadas.

**Figura 62:** Concentrações de MP10 diário ao longo do mês de dezembro de 2015.**Figura 63:** Precipitação no município de Santa Gertrudes no ano de 2015.

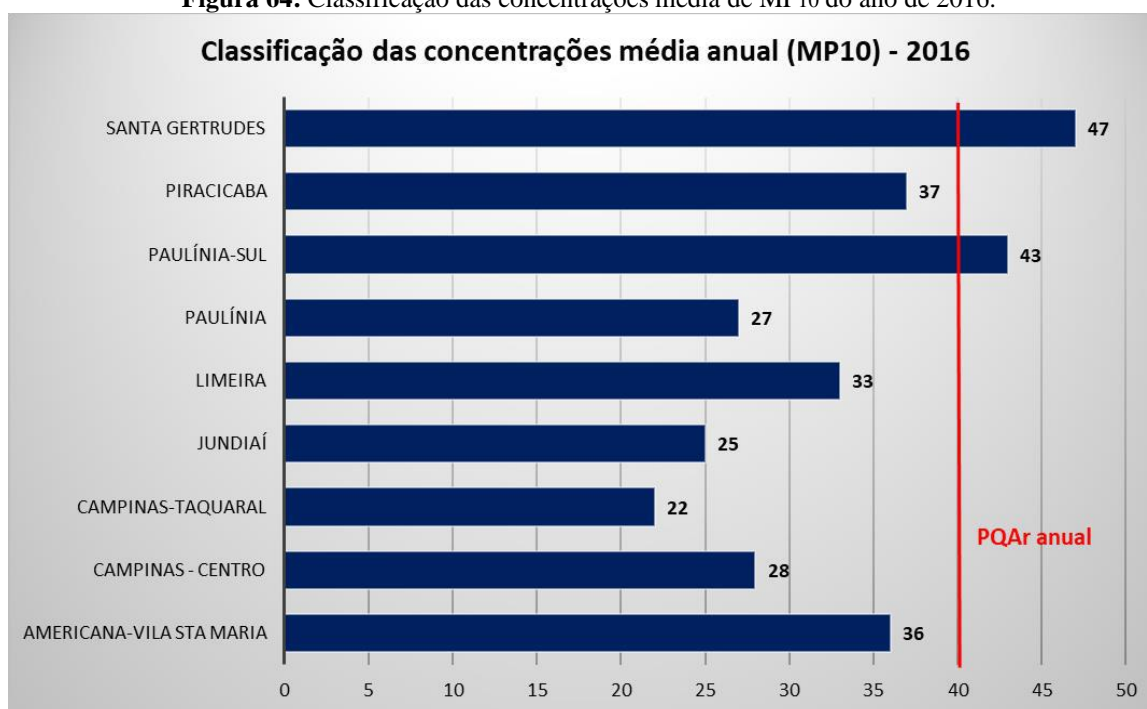
### 3.2 Análise dos Dados de Concentração de MP<sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2016

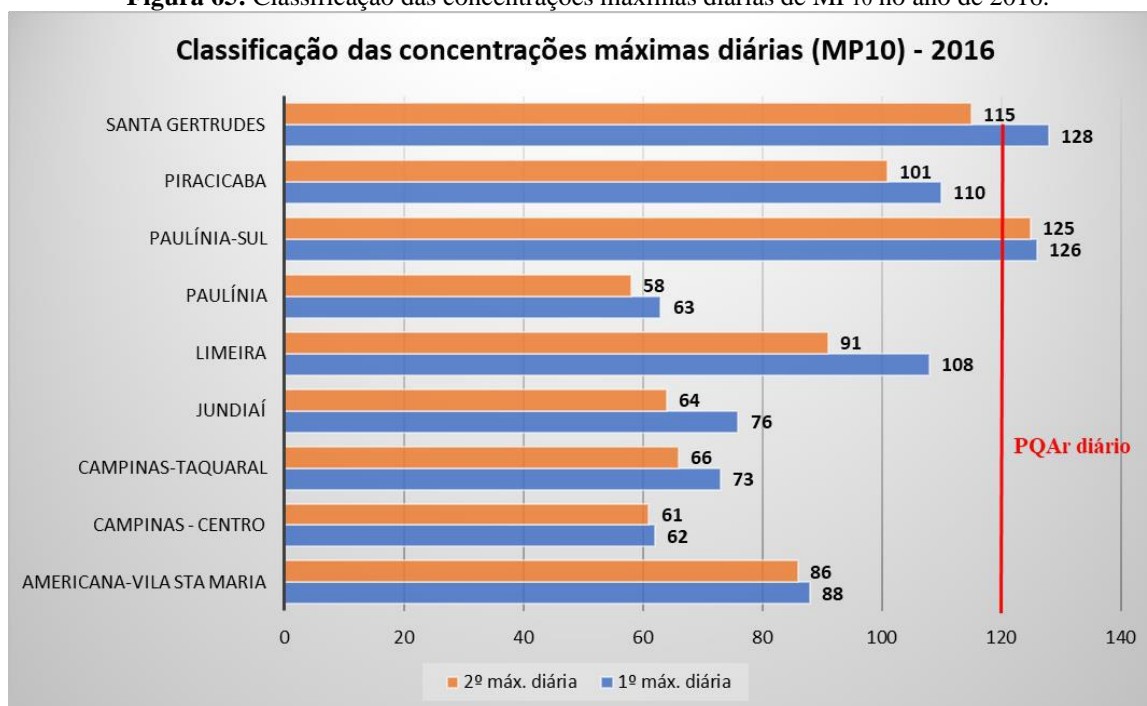
Os dados disponíveis das estações automáticas no ano de 2016 foram: estação Americana-Vila Sta. Maria, Campinas (Centro e Taquaral), Jundiaí, Limeira, Paulínia e Paulínia-Sul, Piracicaba e Santa Gertrudes. Todas as estações apresentam falta de dados, ao menos 1 dia ao longo dos 12 meses.

Para cada estação, através da organização dos dados em tabelas, foram produzidos gráficos a partir dos meses selecionados cujo os índices excederam a qualidade N1 -Boa (>40), ou seja, quantidade de material particulado inalável acima de 50 µg/m<sup>3</sup> em um período de 24h.

No gráfico da Figura 64 são apresentadas as concentrações médias do ano de 2016 com os municípios de Santa Gertrudes e Paulínia (estação Paulínia-Sul) ultrapassando o padrão de longo prazo (40 µg/m<sup>3</sup>). No padrão de qualidade do ar de curto prazo (120 µg/m<sup>3</sup>) houve ultrapassagens nos municípios de Santa Gertrudes e Paulínia, sendo que as estações de Limeira e Piracicaba na primeira máxima ultrapassaram um pouco mais de 100 µg/m<sup>3</sup>, considerado no índice de qualidade “ruim” (Figura 65).

**Figura 64:** Classificação das concentrações média de MP<sub>10</sub> do ano de 2016.

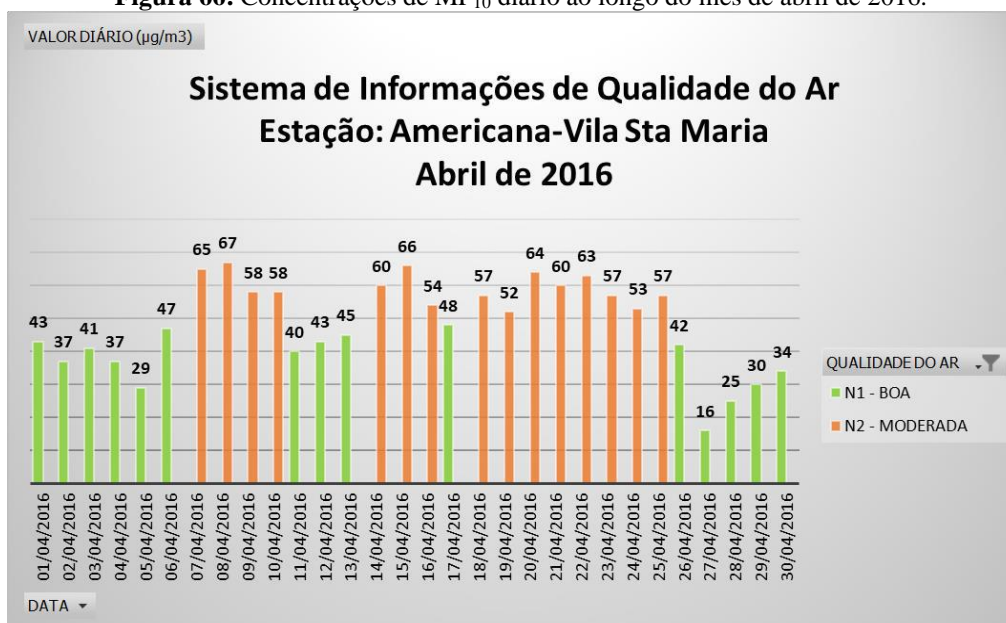


**Figura 65:** Classificação das concentrações máximas diárias de MP<sub>10</sub> no ano de 2016.

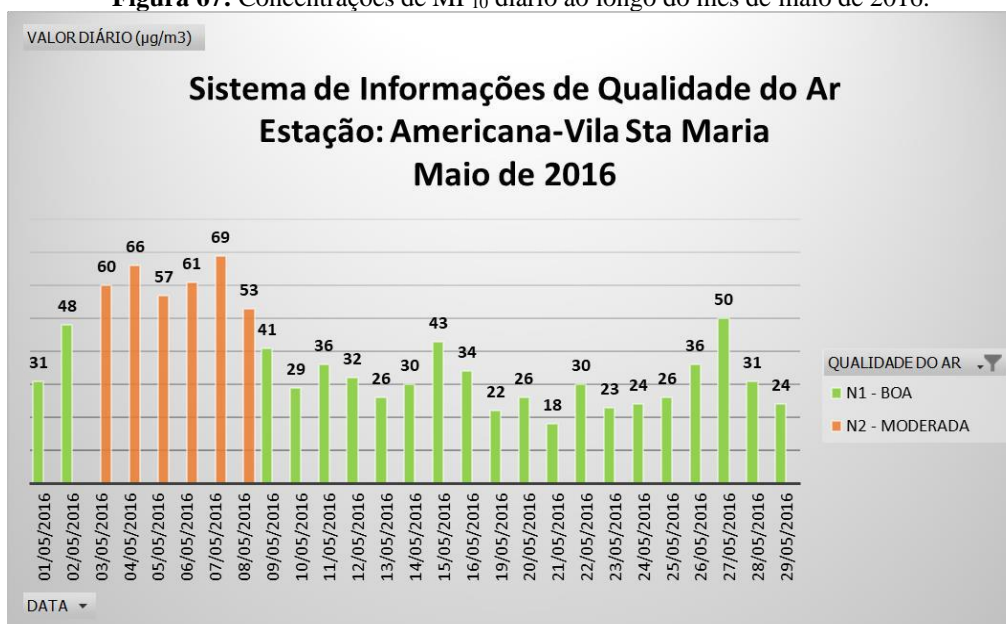
### 3.2.1 Estação Americana-Vila Sta. Maria

Para o ano de 2016 somente a estação Americana-Vila Sta. Maria registrou dados do material particulado inalável (MP<sub>10</sub>). Os meses que apresentaram concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> diários serão explicitados juntamente com os dados pluviométricos.

No mês de abril os primeiros 26 dias a precipitação foi igual a 0, com apenas 1 dia de chuva, o mês registrou 4,7 mm no dia 27, o restante dos dias não choveu. No gráfico da Figura 66, a menor concentração de MP<sub>10</sub> coincidiu com o único dia de chuva do mês, e a máxima chegou a 67 µg/m<sup>3</sup> no dia 8.

**Figura 66:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2016.

No mês de maio, apesar do aumento no índice pluviométrico, os primeiros 15 dias não houve precipitação. Durante o mês inteiro choveu 138,2 mm, distribuídos entre os dias 16 e 23, 30 e 31. A primeira máxima ocorreu no dia 21 com 50,6 mm de chuva e no mesmo dia foi registrado a menor concentração de MP<sub>10</sub>. A máxima chegou a 69 µg/m<sup>3</sup> no dia 7 (Figura 67).

**Figura 67:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2016.

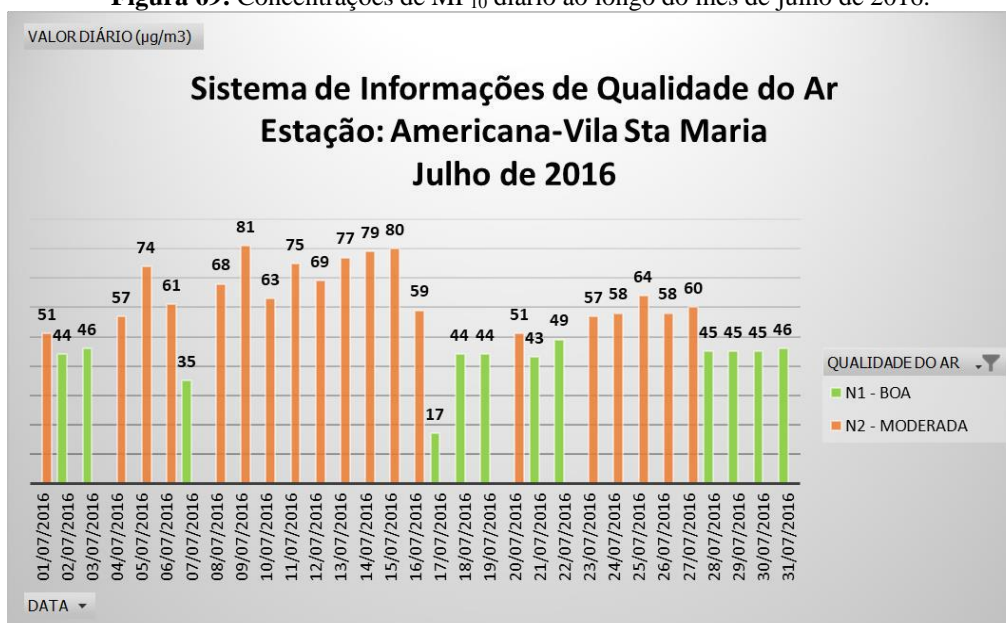
O mês de junho possui dados de MP<sub>10</sub> a partir do dia 17, os dias anteriores não foram fornecidos na base de dados. Apesar de ser um mês que normalmente representa períodos mais

secos, no ano de 2016, junho foi o terceiro mês com maior índice pluviométrico, um total de 210,6 mm distribuídos nos primeiros 10 dias, a partir do dia 11 não teve precipitação. A primeira máxima foi no dia 2 com 79,1 mm. A ausência de chuva por 20 dias pode ter contribuído para a elevação do material particulado (Figura 68).

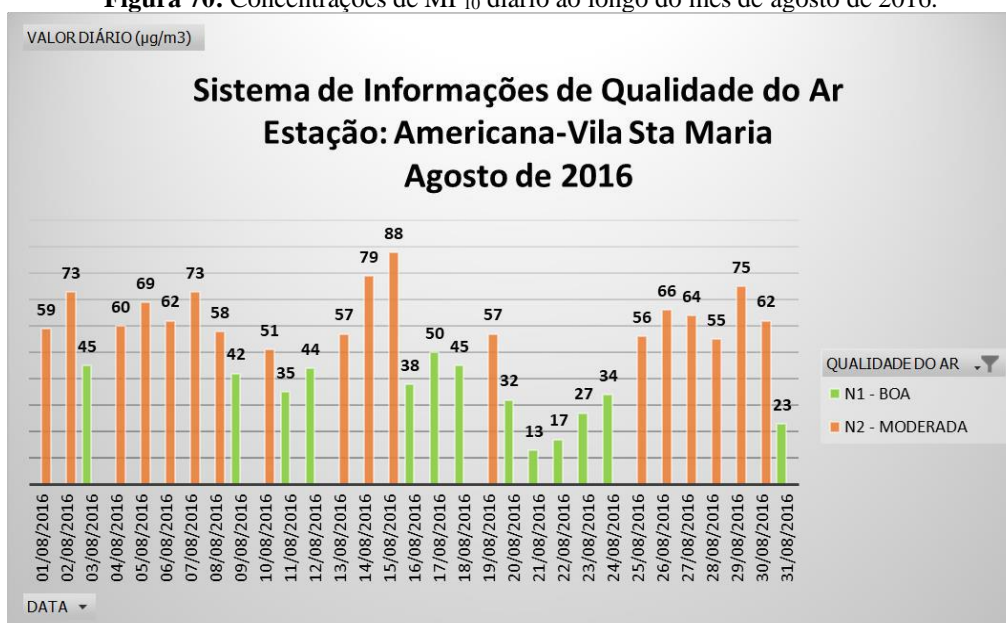
**Figura 68:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2016.



Com a falta de chuva nos últimos 20 dias do mês de junho somados aos primeiros 16 dias sem chuva do mês de julho, houve um aumento significativo na concentração de MP<sub>10</sub> nos primeiros 16 dias (Figura 69). Um total 3,1 mm, o mês de julho apresentou o menor índice pluviométrico do ano de 2016. Com 1 dia de chuva, no dia 17, os outros 14 dias não houve precipitação. A menor concentração de MP<sub>10</sub> do mês coincide com o único dia de chuva.

**Figura 69:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2016.

Os primeiros 15 dias do mês de agosto, dia 17 ao dia 20, 22 ao dia 30, não teve precipitações. Com um total de 47,6 mm, a primeira máxima foi de 35 mm no dia 21, mesmo dia com a menor concentração no mês de MP<sub>10</sub> (Figura 70).

**Figura 70:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2016.

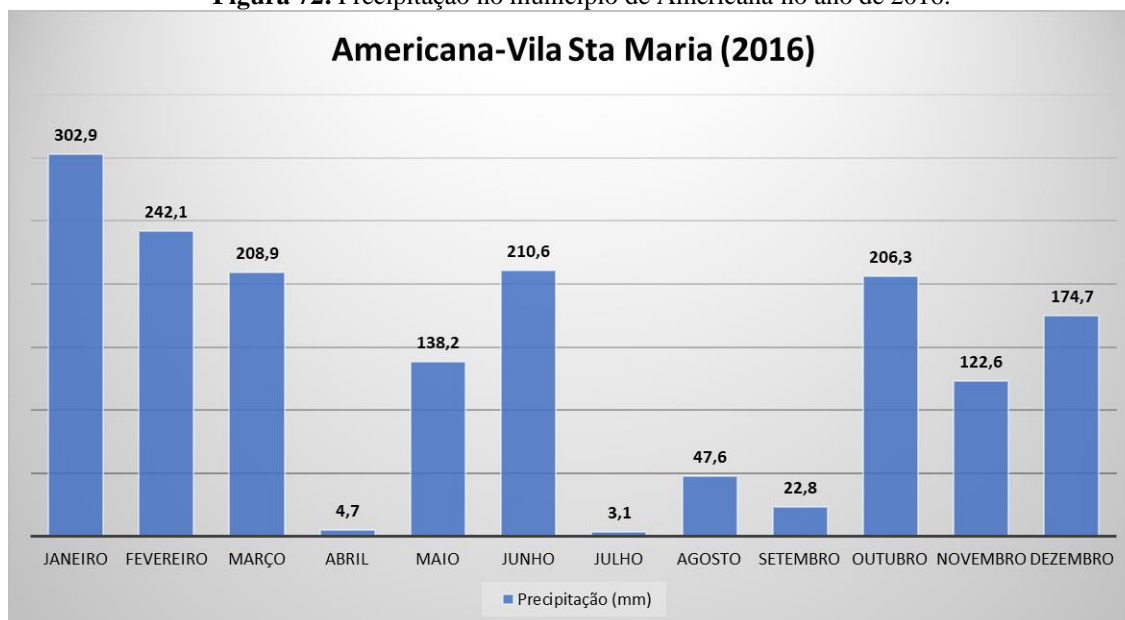
Setembro foi o terceiro mês com o menor índice pluviométrico no ano de 2016, com um total de 22,8 mm, a primeira máxima foi de 11,6 mm no dia 6 e a segunda máxima de 11 mm

no dia 1. O maior intervalo sem chuva foi do dia 7 ao dia 18, com as maiores concentrações de  $MP_{10}$  (Figura 71).

**Figura 71:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2016.



**Figura 72:** Precipitação no município de Americana no ano de 2016.

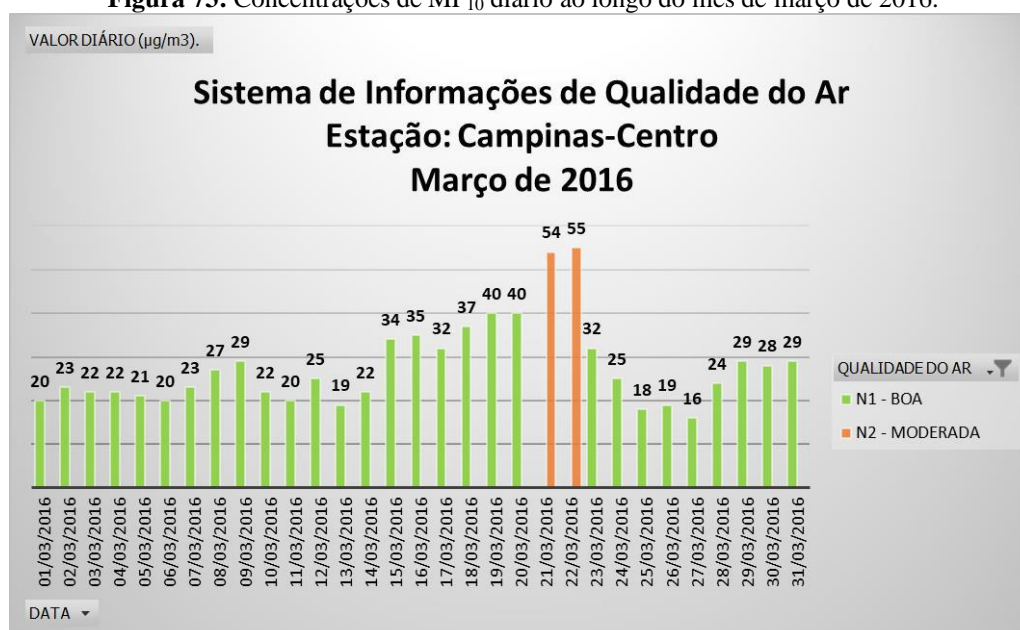


### 3.2.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral)

No município de Campinas as duas estações automáticas, Campinas-Centro e Campinas-Taquaral, apresentaram concentrações de  $MP_{10}$  abaixo de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e poucas ocorrências diárias.

No mês de março a precipitação foi de 268,4 mm distribuídos ao longo do mês, com pequenos intervalos sem chuva, sendo o maior com 7 dias, entre 17 e 23 e a primeira máxima com 103,3 mm no dia 11. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  ocorrem no maior intervalo sem chuva do mês (Figura 73).

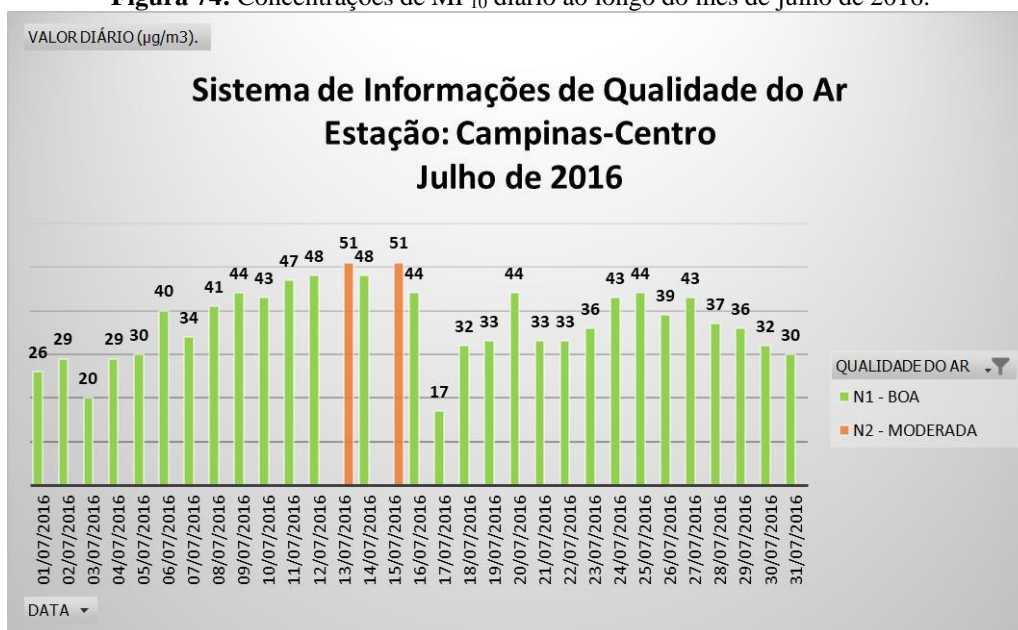
**Figura 73:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de março de 2016.



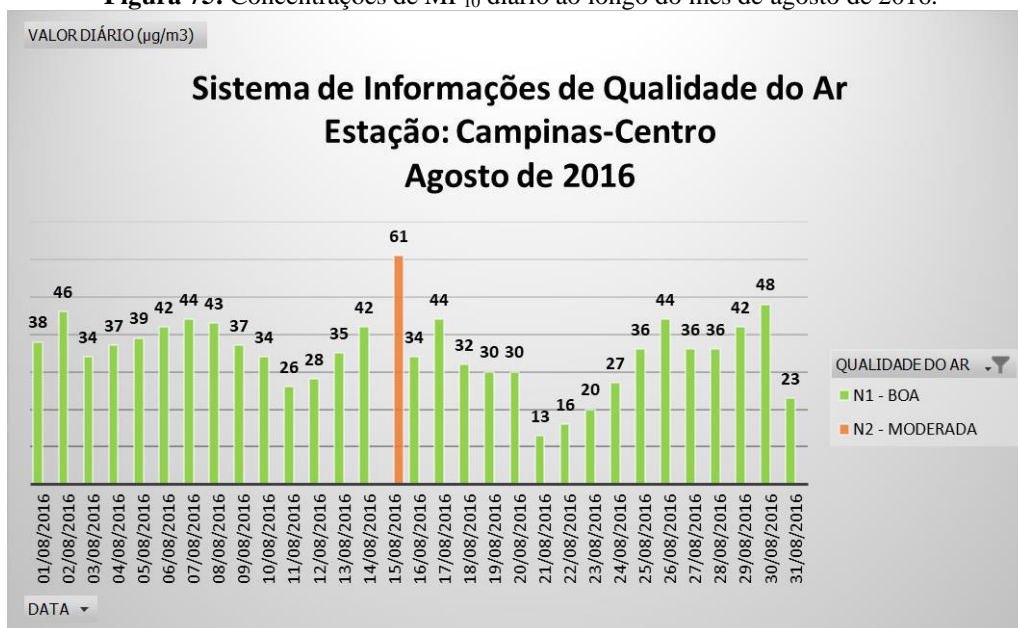
Julho foi o mês com o menor índice pluviométrico no ano de 2016, com apenas um dia de chuva, 1,2 mm no dia 16. Embora o volume de precipitação seja baixo, a concentração de  $MP_{10}$  foi registrada em 2 dias com  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerada “moderada” pelo índice de qualidade (Figura 74). Outros fatores podem ter contribuído para a dispersão do material particulado com maior eficácia do que a chuva.

O mês de agosto choveu 72,5 mm, com a primeira máxima de 54 mm no dia 22 e a segunda máxima de 14,3 mm no dia 31. Os primeiros 15 dias do mês foi o maior intervalo sem chuva e o segundo maior intervalo foi entre os dias 23 e 30. Somente o dia 15 excedeu o limite de concentração considerado “boa”. (Figura 75).

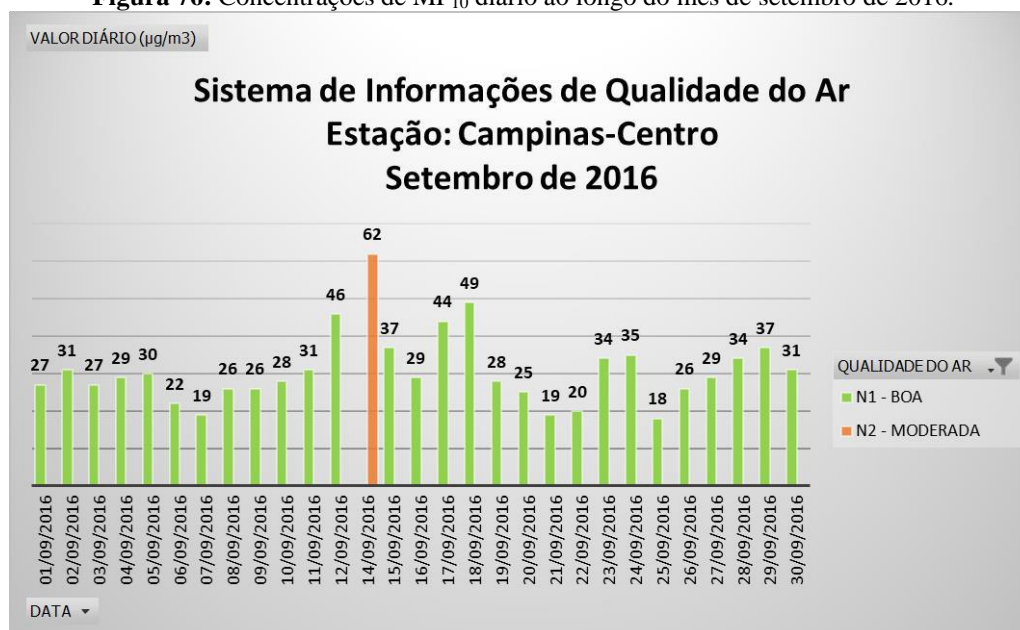
**Figura 74:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2016.



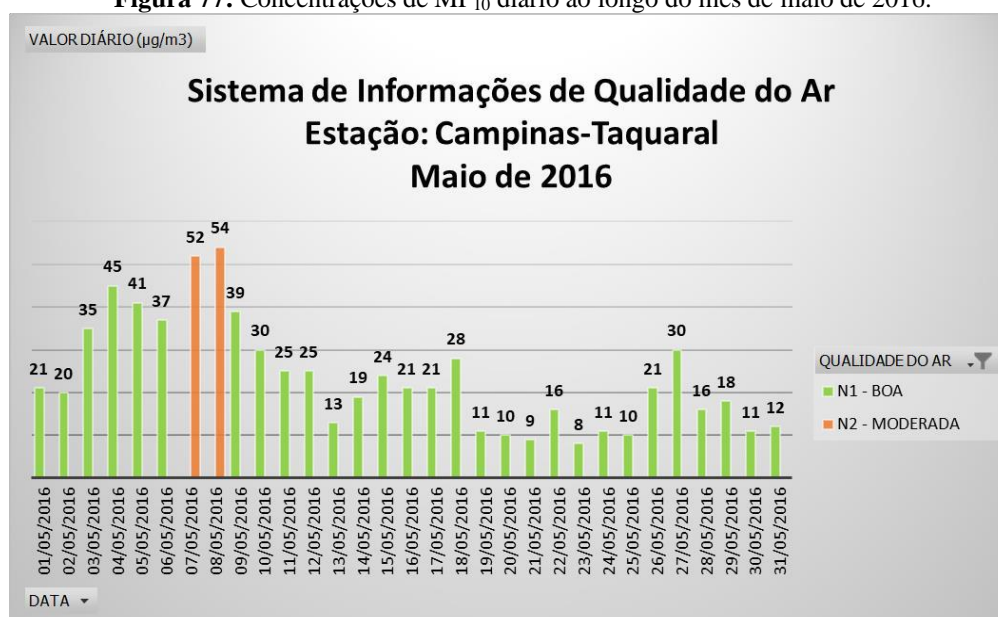
**Figura 75:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2016.



Assim como o mês de agosto, setembro apresentou baixas na concentração do material particulado, com 62 µg/m<sup>3</sup> no dia 14 (Figura 76) e baixo índice pluviométrico. A precipitação total foi de 19 mm, com a primeira máxima de 14,5 mm no dia 6.

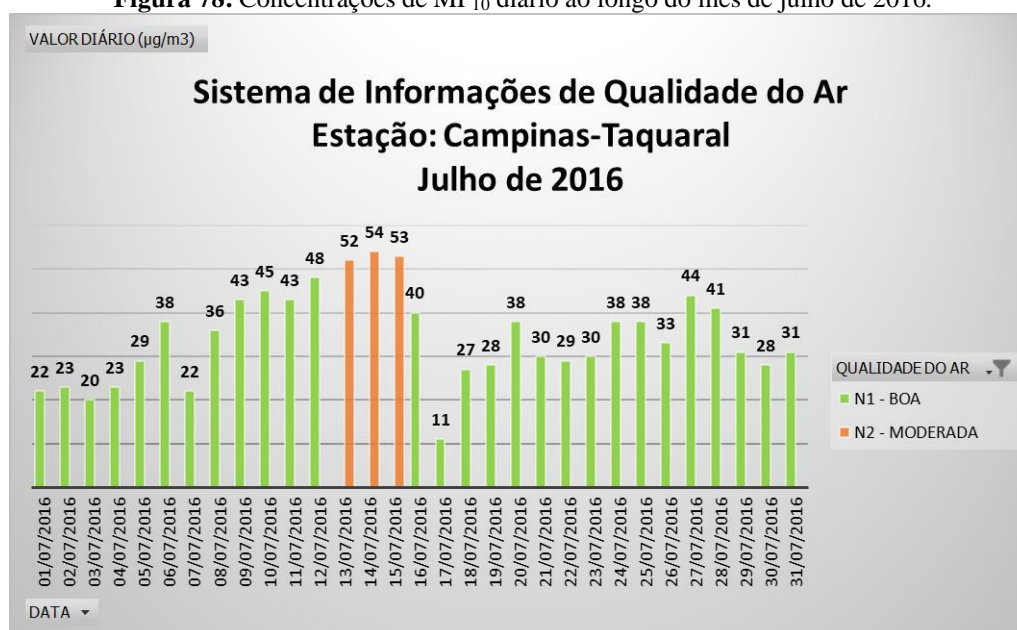
**Figura 76:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2016.

Na estação Campinas-Taquaral os meses que apresentaram valores acima de 50 µg/m<sup>3</sup> foram os mesmos da estação Campinas-Centro, com exceção do mês de maio. Nos primeiros 18 dias a precipitação foi igual a 0, o acumulado do mês foi de 80,4 mm e a máxima precipitação foi 36,5 mm no dia 21. As concentrações do material particulado foram relativamente baixas durante o mês inteiro e somente dois dias acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 77).

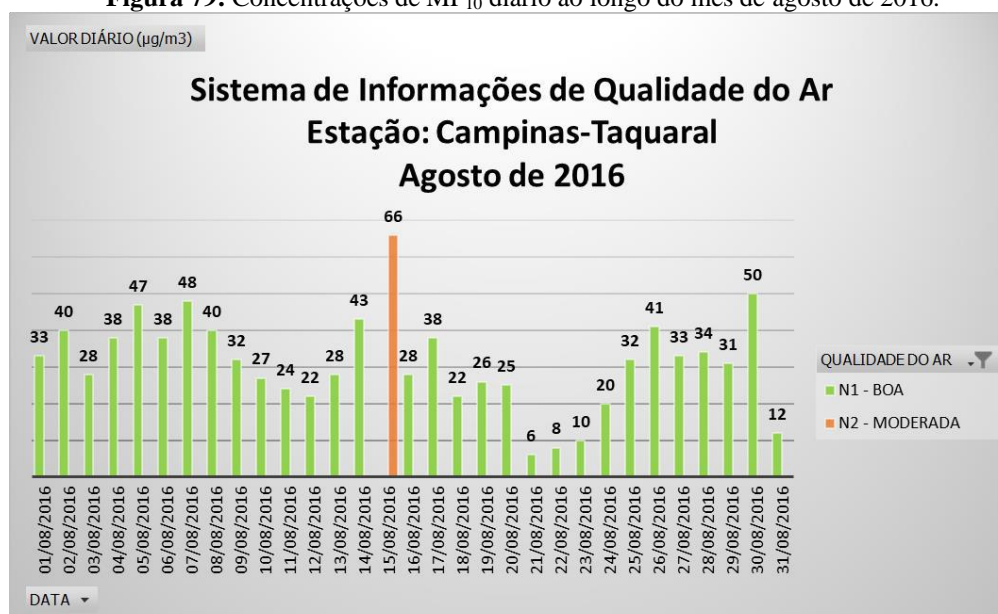
**Figura 77:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2016.

A diferença entre os meses de julho e agosto, de estações diferentes, são os valores de concentração de MP<sub>10</sub> (Figura 78 e 79). Na estação Campinas-Taquaral os valores do material particulado foram maiores do que os dados da estação Campinas-Centro, porém, nada significativo.

**Figura 78:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2016.

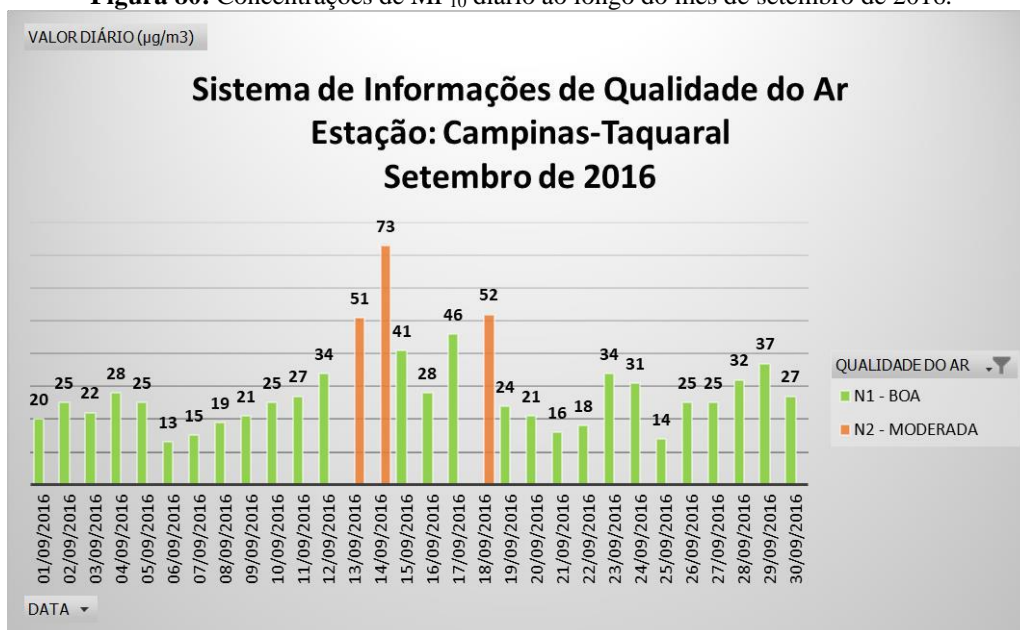


**Figura 79:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2016.

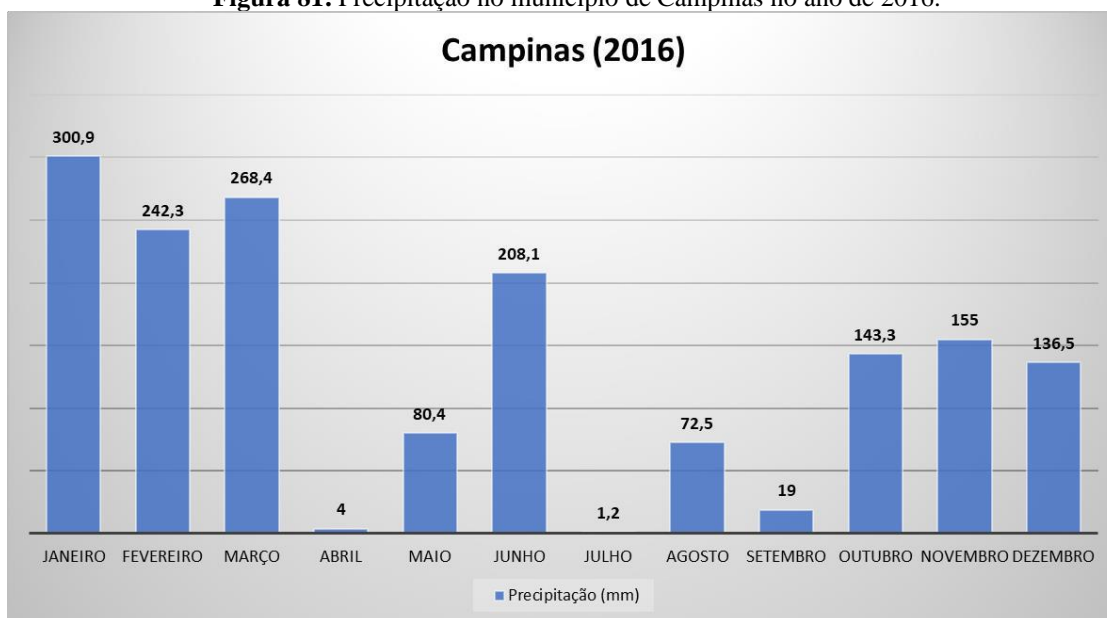


O mês de setembro na estação Campinas-Taquaral apresentou dois dias a mais com concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e valores maiores do que os apresentados na estação Campinas-Centro (Figura 80).

**Figura 80:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2016.



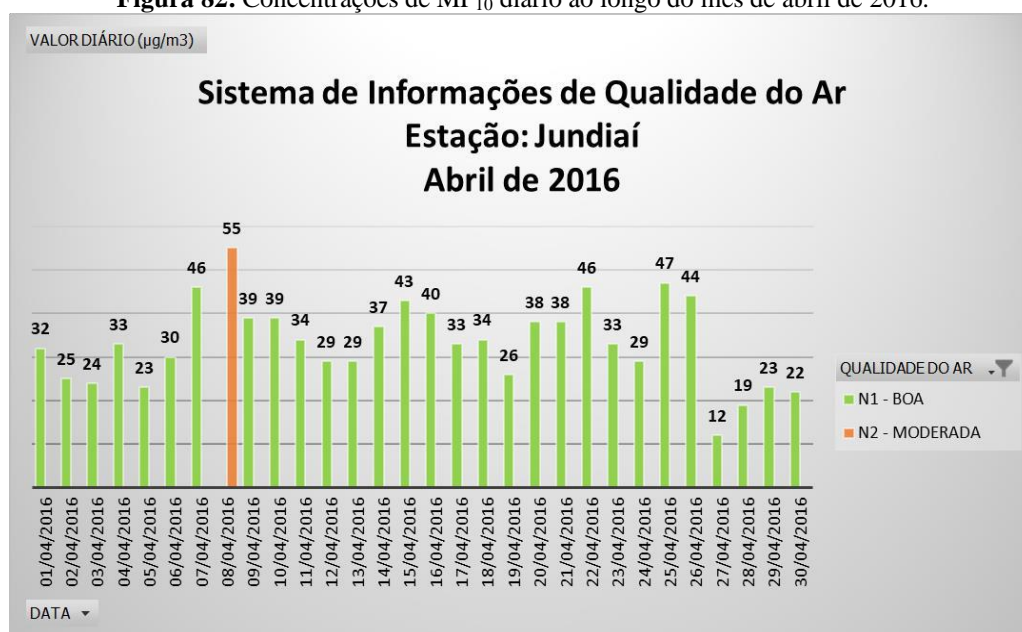
**Figura 81:** Precipitação no município de Campinas no ano de 2016.



### 3.2.3 Estação Jundiaí

No ano de 2016 os meses que apresentaram menor índice pluviométrico registraram ao menos um dia de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup>, considerado “moderada” pelo índice de qualidade do ar. No mês de abril choveu 5,3 mm, no dia 27, o menor registro do ano, o restante do mês a precipitação foi igual a 0.

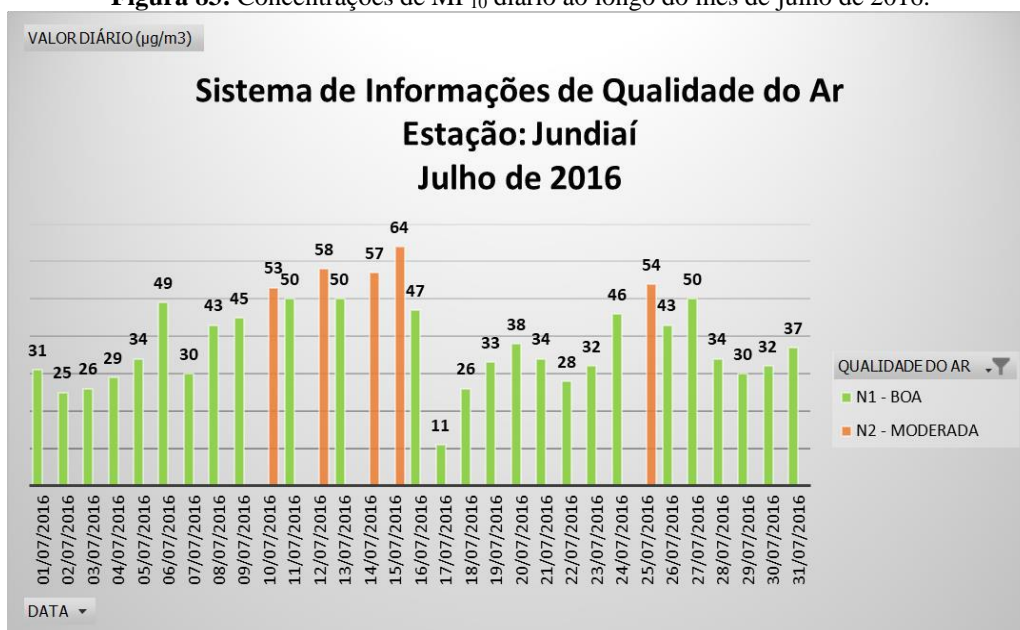
**Figura 82:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2016.



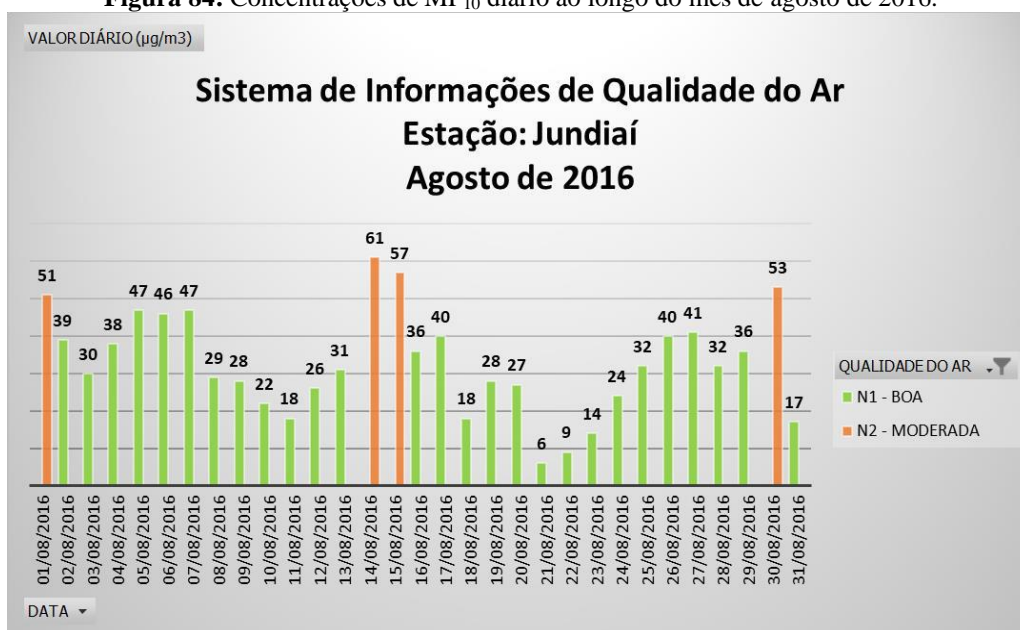
O mês de julho teve apenas um dia de chuva, com apenas 6,4 mm no dia 17, sendo o segundo mês com o menor índice pluviométrico no ano de 2016 no município de Jundiaí. No dia 17 foi registrado a menor concentração do material particulado MP<sub>10</sub> e outros 5 dias apresentaram valores considerados “moderados” (Figura 83).

Os primeiros 15 dias do mês de agosto e os últimos 8 dias não teve precipitações. A primeira máxima foi de 36 mm no dia 21 e a segunda máxima foi de 10,3 mm no dia 22, o total de precipitação do mês foi de 61,6 mm. Os dias que apresentaram menor concentração de MP<sub>10</sub> coincidem com os dias de chuva (Figura 84).

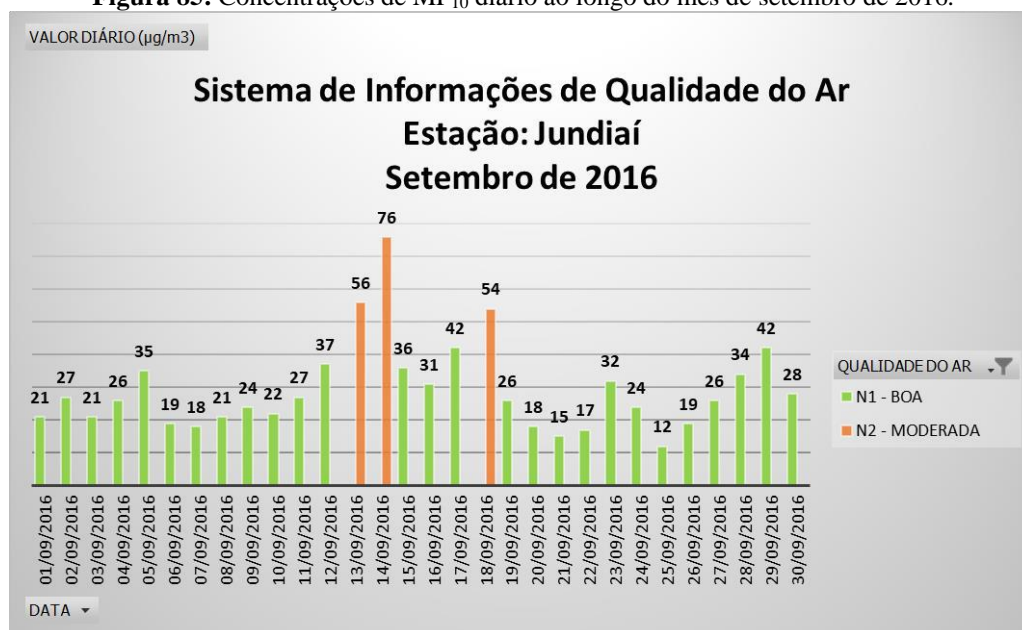
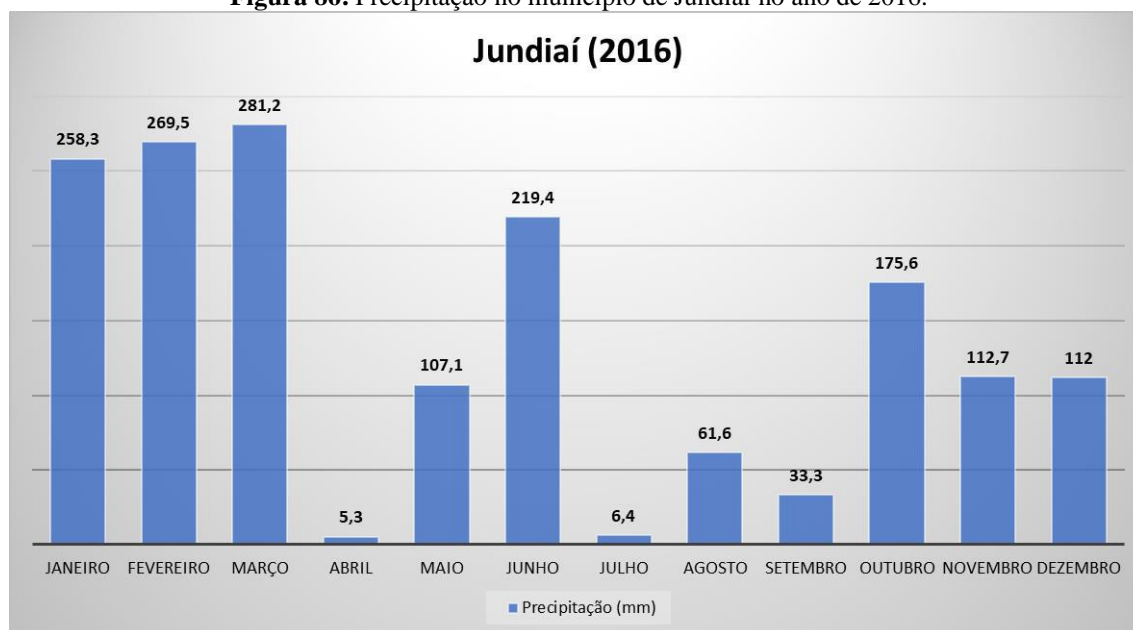
**Figura 83:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2016.



**Figura 84:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2016.



No mês de setembro a precipitação foi de 33,3 mm, com 2 intervalos de 11 dias sem chuva, do dia 8 ao dia 18 e do dia 20 ao dia 30. As maiores concentração de MP<sub>10</sub> aparecem no primeiro intervalo sem chuva, do dia 8 ao dia 18 (Figura 85).

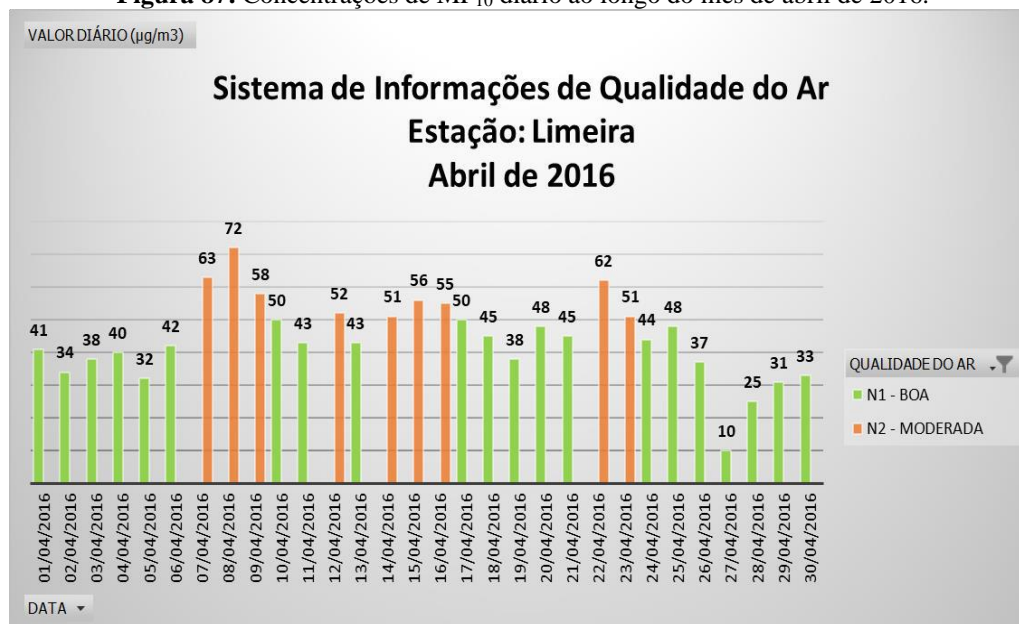
**Figura 85:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2016.**Figura 86:** Precipitação no município de Jundiá no ano de 2016.

### 3.2.4 Estação Limeira

No ano de 2016 foram apresentados dados do material particulado MP<sub>10</sub> no município de Limeira, 6 meses exibiram concentrações acima de 50 µg/m<sup>3</sup>, desde o mês de abril até o mês de setembro.

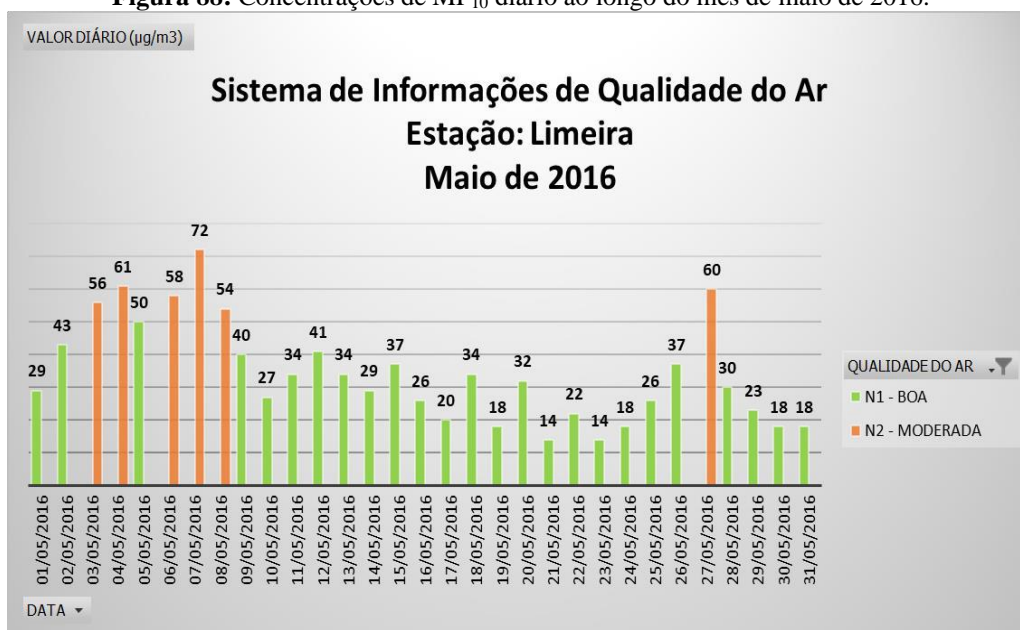
Abril foi o segundo mês com o menor índice pluviométrico no ano de 2016. Nos primeiros 26 dias e os últimos 4 dias do mês a precipitação foi igual 0, choveu somente 4,1 mm no dia 27. Apesar da escassez de água as concentrações de MP<sub>10</sub> não foram tão elevadas (Figura 87).

**Figura 87:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2016.



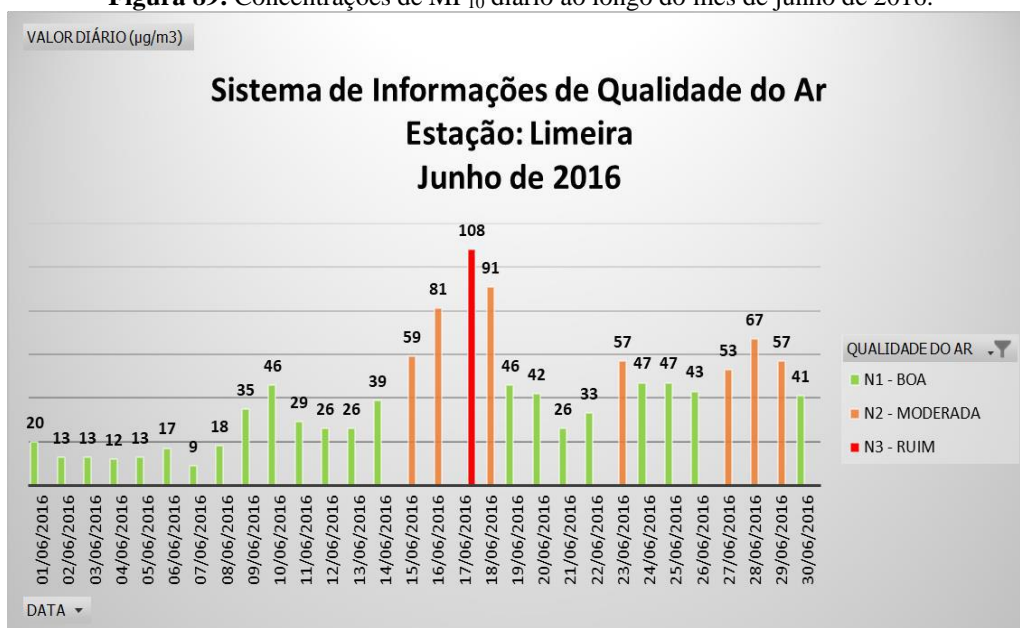
Ao contrário do mês de abril, maio choveu 107,9 mm, entretanto, os primeiros 15 dias não houve precipitações e o segundo maior intervalo sem chuva foi do dia 24 ao dia 29. A primeira máxima precipitação foi de 46,5 mm no dia 21 e a segunda máxima de 29 mm no dia 31. Os dias que apresentaram um aumento nas concentrações de MP<sub>10</sub> estão nos intervalos sem chuva e nos dias de máxima precipitação, menores concentrações do material particulado (Figura 88).

**Figura 88:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2016.



Em junho a precipitação foi de 90,6 mm distribuídos nos 7 primeiros dias, após essa data não precipitou até o final do mês. No dia 17 a concentração de MP<sub>10</sub> chegou a 108 µg/m<sup>3</sup>, considerada “ruim” pelo índice de qualidade do ar (Figura 89).

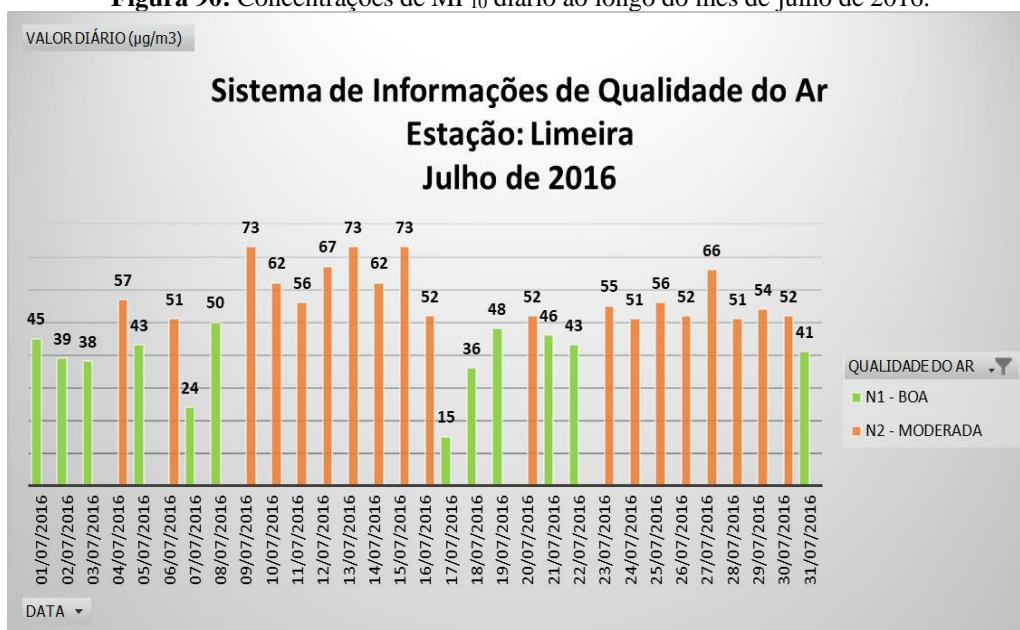
**Figura 89:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2016.



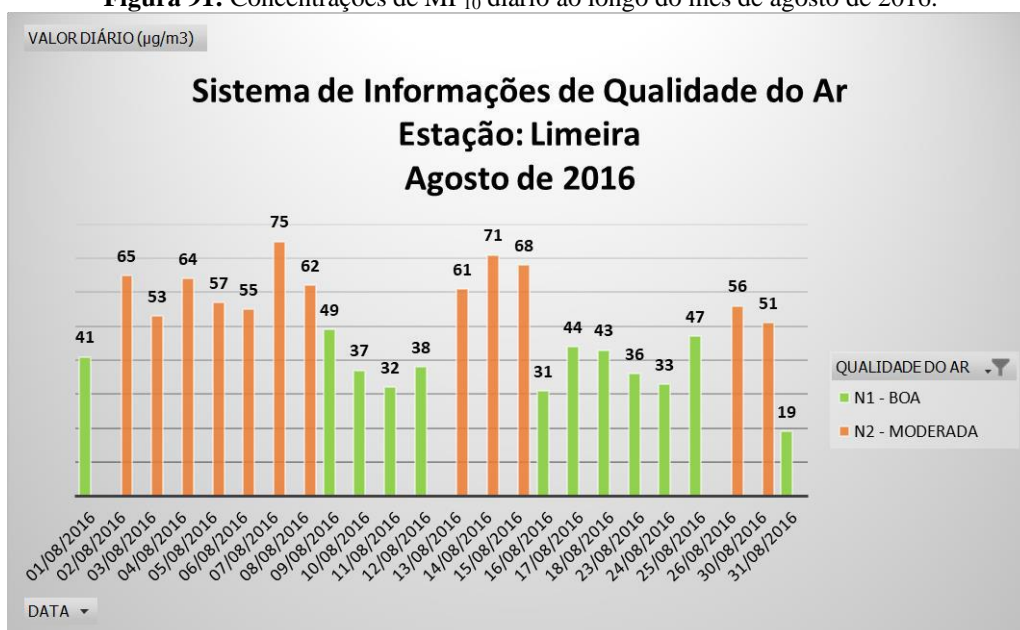
O mês de julho teve a menor concentração de chuva do ano, com apenas 2,1 mm em um dia. Praticamente o mês inteiro manteve as concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 90).

No mês de agosto choveu 33,8 mm entre os dias 15 e 21 intercalados com dias sem chuva. A primeira máxima foi de 18,5 mm no dia 20 e a segunda máxima foi 11 mm no dia 21. Esses 2 dias não possuem informações de  $MP_{10}$  no banco de dados (Figura 91).

**Figura 90:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2016.

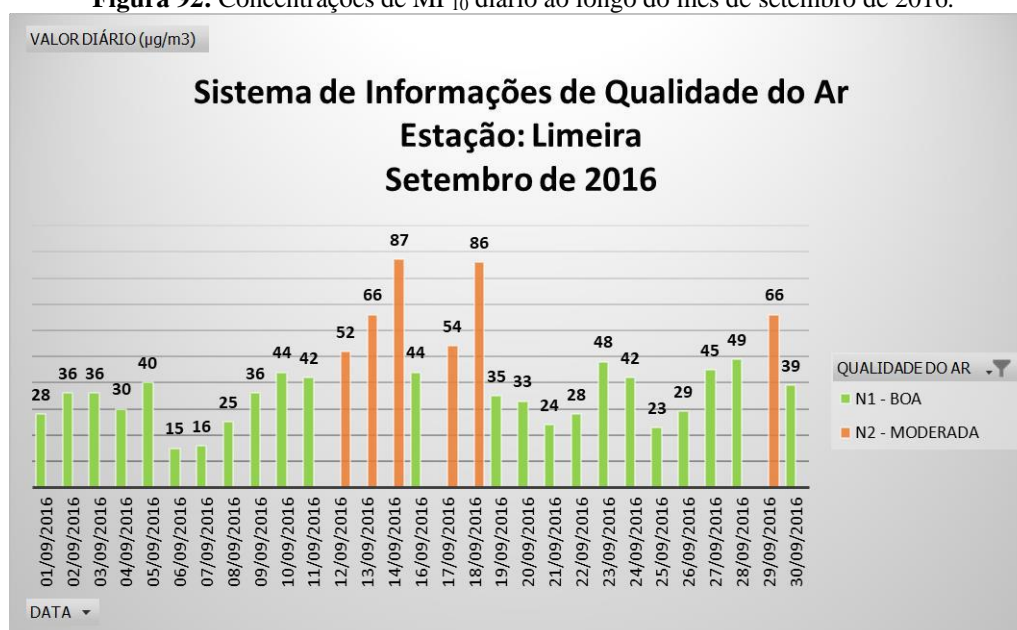


**Figura 91:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2016.

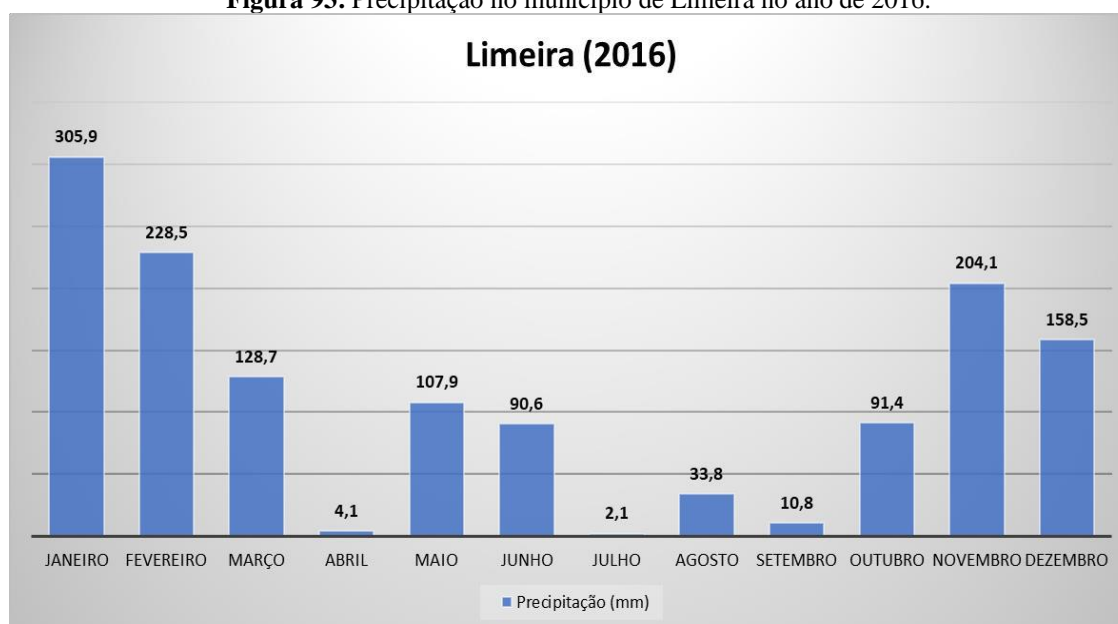


Em setembro a precipitação foi 10,8 mm divididos nos dias 6 e 7, no restante do mês não há registro de chuva. As menores concentrações de  $MP_{10}$  ocorrem nos únicos dias de chuva, apesar da falta de chuva apenas 5 dias tiveram concentrações do material particulado acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Figura 92:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2016.



**Figura 93:** Precipitação no município de Limeira no ano de 2016.

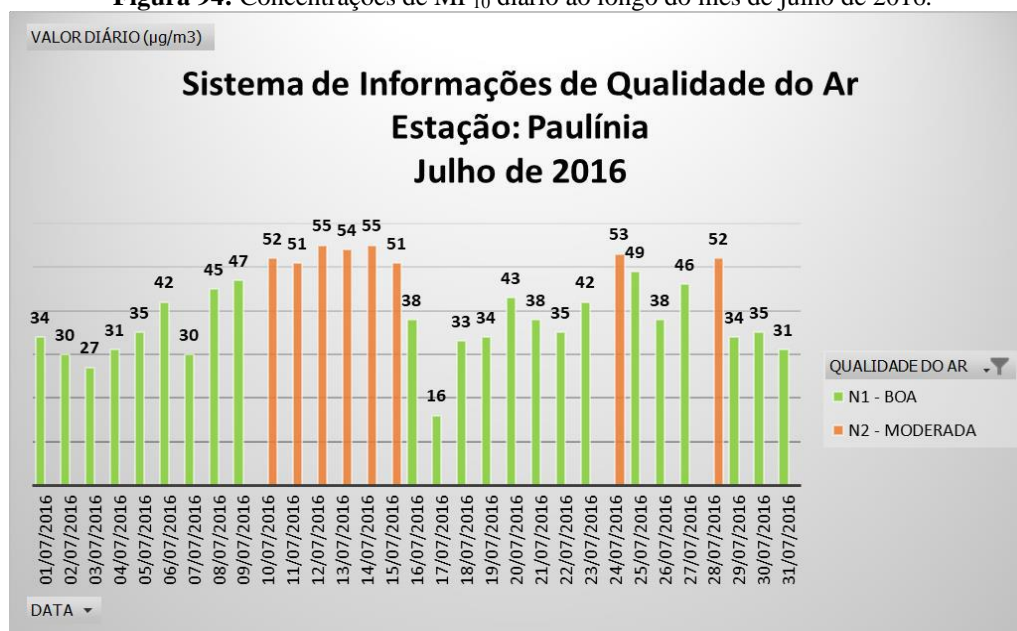


### 3.2.5 Estação Paulínia e Paulínia-Sul

No ano de 2016 a estação Paulínia não registrou altos índices de concentração de  $MP_{10}$ , somente índices “moderados” nos meses de julho, agosto e setembro. Na estação Paulínia-Sul quase todos os meses apresentaram concentrações acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , menos o mês de março. Como não há dados disponíveis dos índices pluviométricos diários de todos os meses da mesma estação, as análises serão baseadas apenas nos índices mensais, pois existe diferença nos valores e falta de dados.

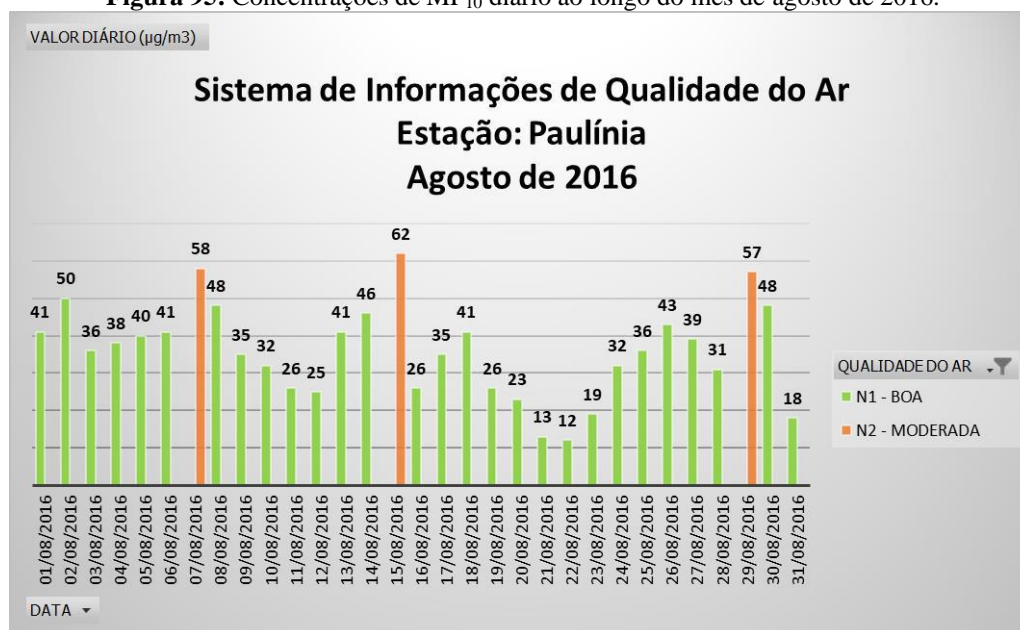
O mês de julho registrou o menor índice pluviométrico no ano de 2016, segundo CIIAGRO, com 2,6 mm de chuva. Apesar disso, a concentração de  $MP_{10}$  não excedeu  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durante todo o mês (Figura 94).

**Figura 94:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2016.

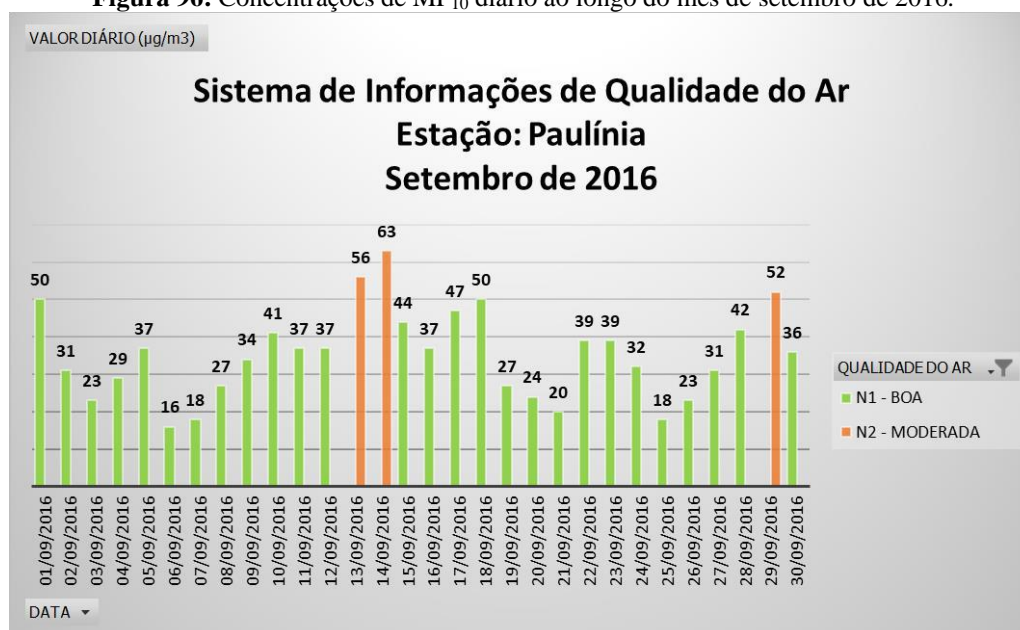


No mês de agosto a precipitação foi de 48,8 mm e a ocorrência da concentração do material particulado foi baixa, somente 3 dias apresentaram índices “moderado” (Figura 95). A precipitação no mês de setembro foi muito semelhante ao mês anterior, com 48,9 mm de chuva e 3 dias com concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 96).

**Figura 95:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2016.

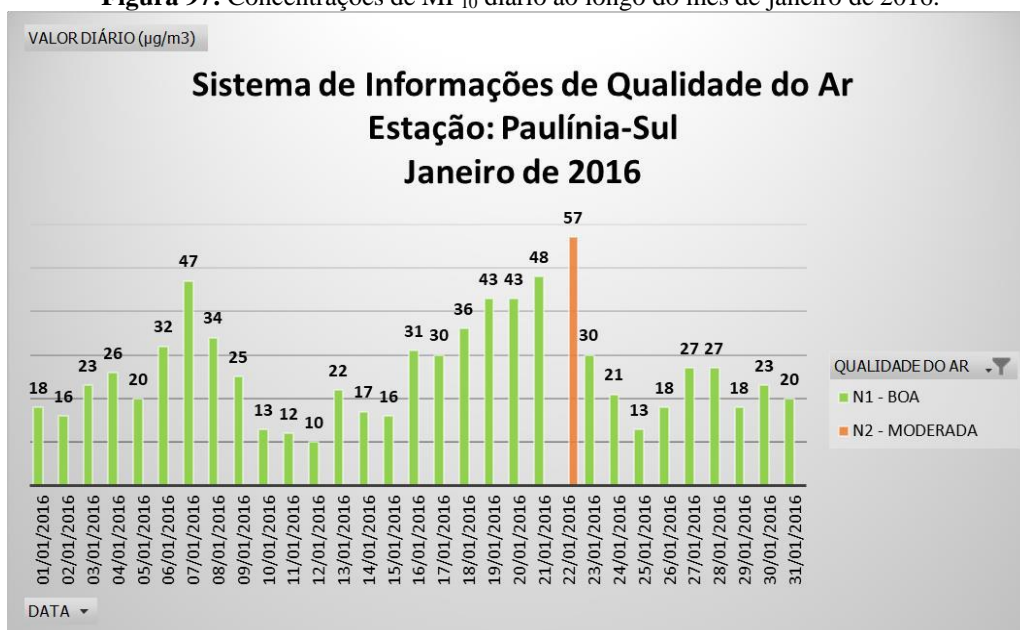


**Figura 96:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2016.



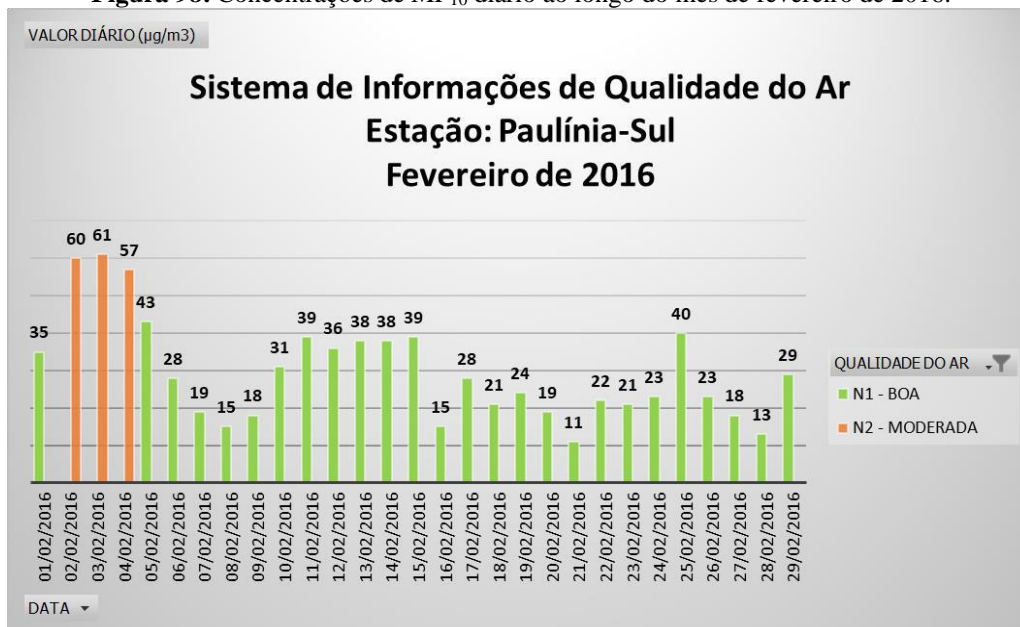
O mês de janeiro não possui dado pluviométrico mensal e diário no ano de 2016, no entanto, os meses posteriores registraram índices acima de 100 mm de chuva, isso mostra que o ano 2016 possa ser semelhante aos meses seguintes. Durante o mês, só o dia 22 apresentou índice “moderado” de MP<sub>10</sub> (Figura 97).

**Figura 97:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de janeiro de 2016.

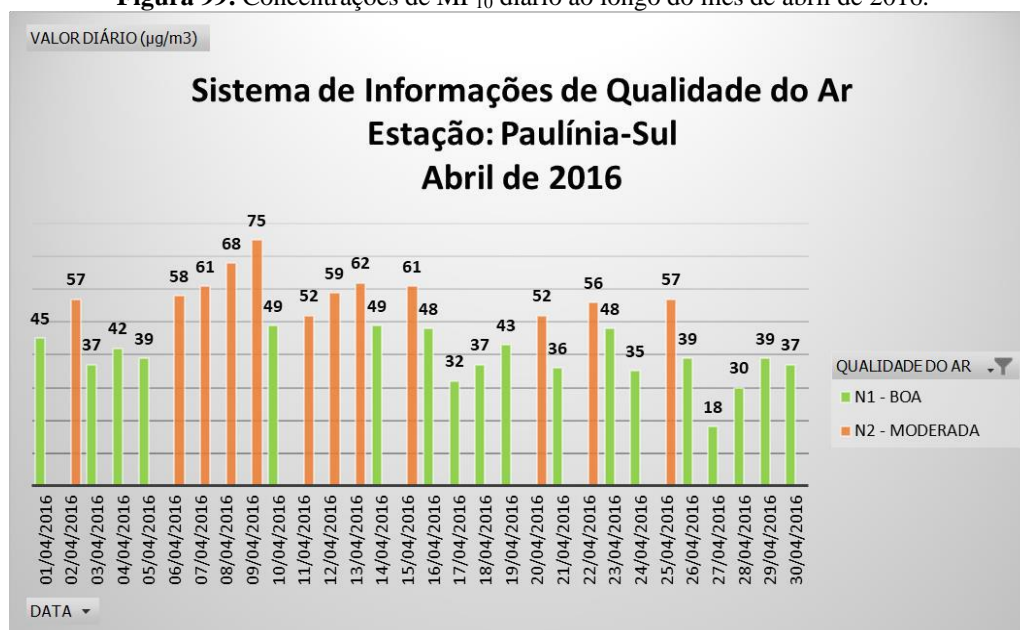


Fevereiro tem o maior índice pluviométrico no ano de 2016, com 236,1 mm de chuva. Contudo, 3 dias ultrapassaram 50 µg/m<sup>3</sup> do material particulado (Figura 98).

**Figura 98:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de fevereiro de 2016.



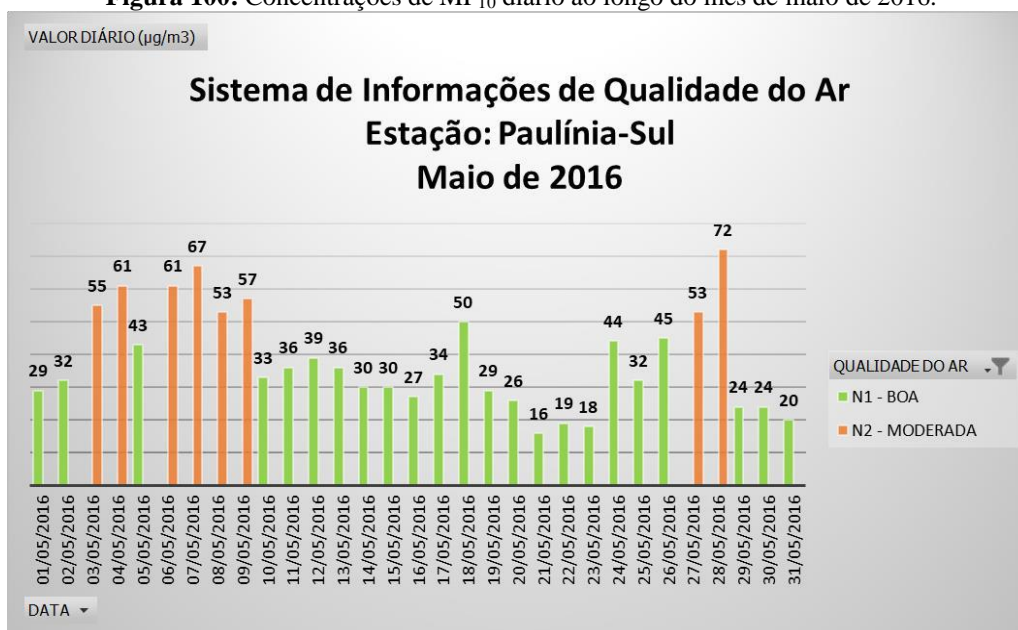
Abril foi o segundo mês com o menor índice pluviométrico no ano de 2016, com 4,6 mm de chuva. Mesmo com a baixa precipitação, a maior concentração de MP<sub>10</sub> foi de 75 µg/m<sup>3</sup> (Figura 99). Em relação aos meses anteriores a frequência dos índices “moderados” diários foram maiores no mês de abril.

**Figura 99:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2016.

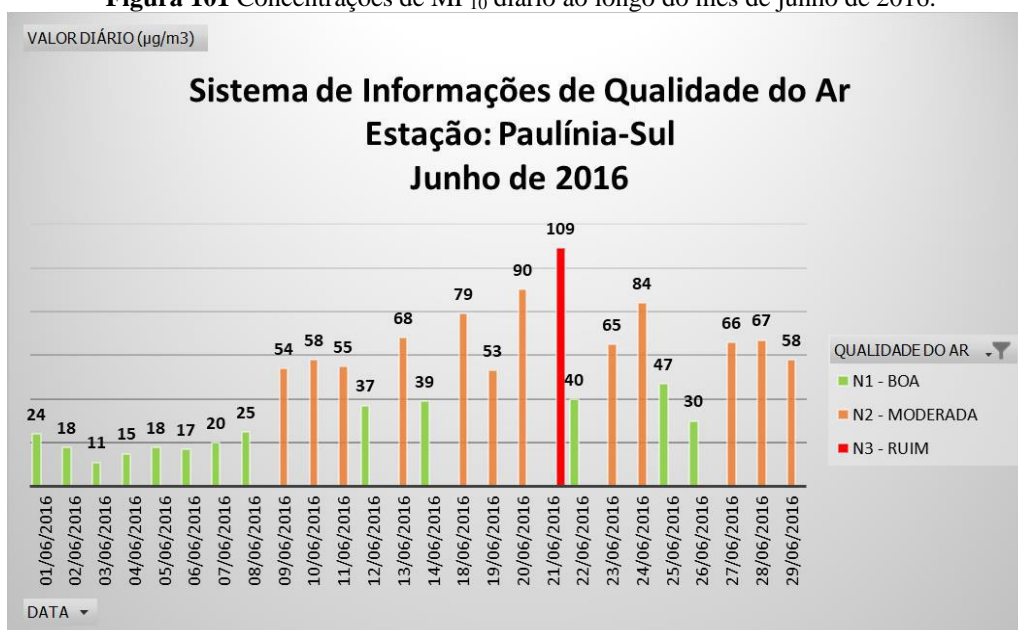
A precipitação no mês de maio foi de 106,3 mm, quase 24 vezes a mais do que abril. As concentrações de MP<sub>10</sub> foram menos frequentes, porém os primeiros dias do mês os valores permaneceram elevados em dias consecutivos (Figura 100).

Segundo o CIIAGRO, o mês de junho registrou 208,3 mm de chuva. Pela configuração do gráfico da Figura 101, é possível que esse acumulado de chuva tenha ocorrido durante os 8 primeiros dias, porém, não será possível afirmar tal conclusão sem os dados pluviométricos diários. Do dia 9 ao dia 29 as concentrações de MP<sub>10</sub> permaneceram elevadas, com um pico máximo no dia 21 de 109 µg/m<sup>3</sup>, considerado “ruim” pelo índice de qualidade.

**Figura 100:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2016.

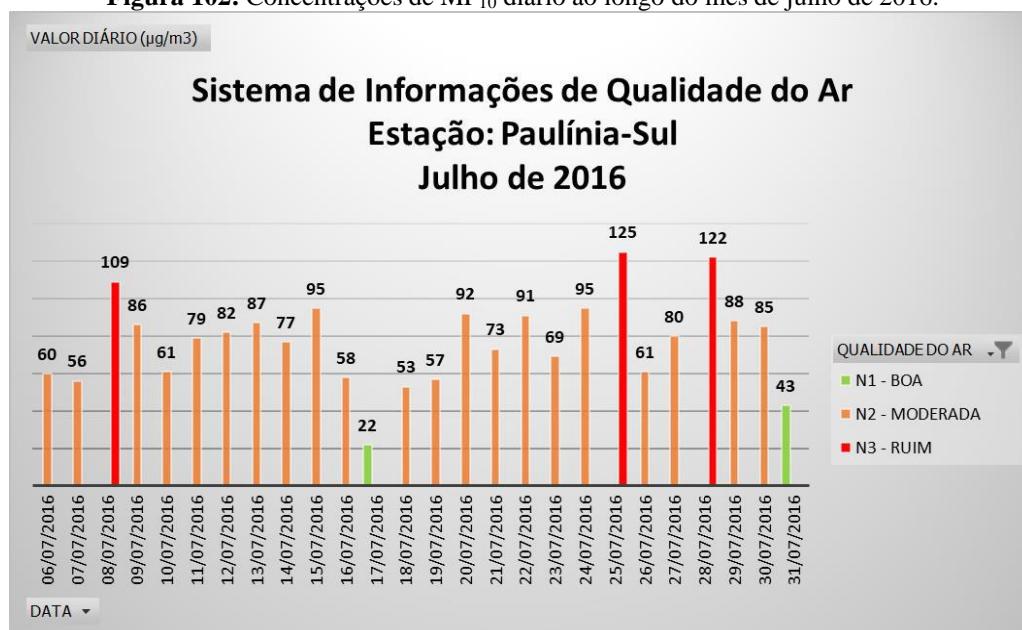


**Figura 101** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2016.



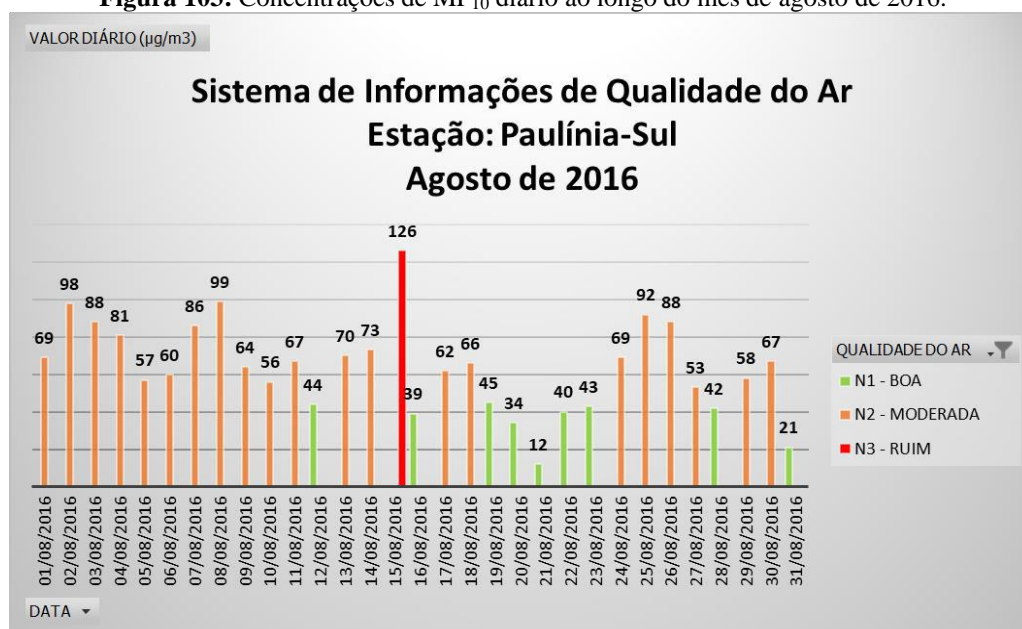
O mês de julho teve o menor índice pluviométrico no ano de 2016, com 2,6 mm de chuva, também registrou os piores índices de concentração de MP<sub>10</sub>. Somente dois dias apresentaram índice de qualidade “boa”, o restante do mês manteve as concentrações acima de 50 µg/m<sup>3</sup> e 3 dias acima de 100 µg/m<sup>3</sup>.

**Figura 102:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2016.

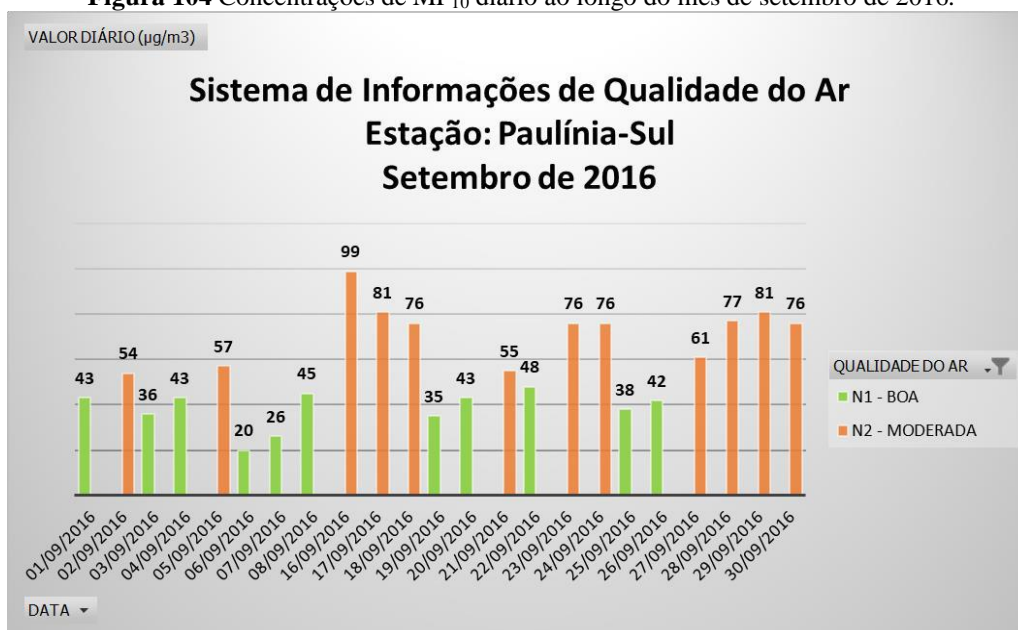


Diferentemente da estação Paulínia, a estação Paulínia-Sul apresenta altas concentrações de MP<sub>10</sub> ao longo do mês de agosto. A máxima concentração de MP<sub>10</sub> foi de 126 µg/m<sup>3</sup> no dia 15 (Figura 103).

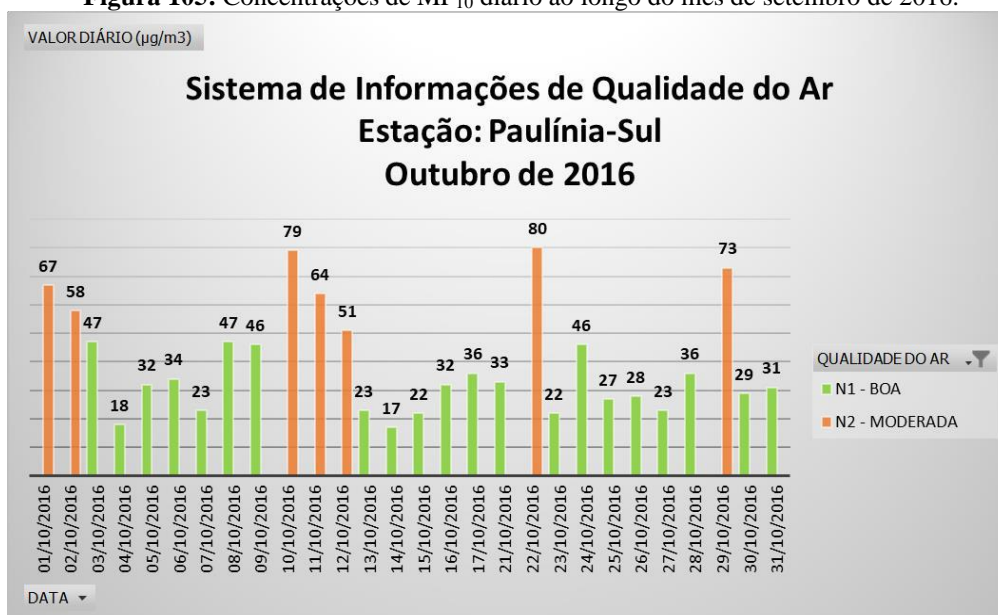
**Figura 103:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2016.



Apesar dos índices pluviométricos dos meses de agosto e setembro serem muito semelhantes, a concentração do material particulado é menor no mês de setembro, chegando no máximo 99 µg/m<sup>3</sup> (Figura 104).

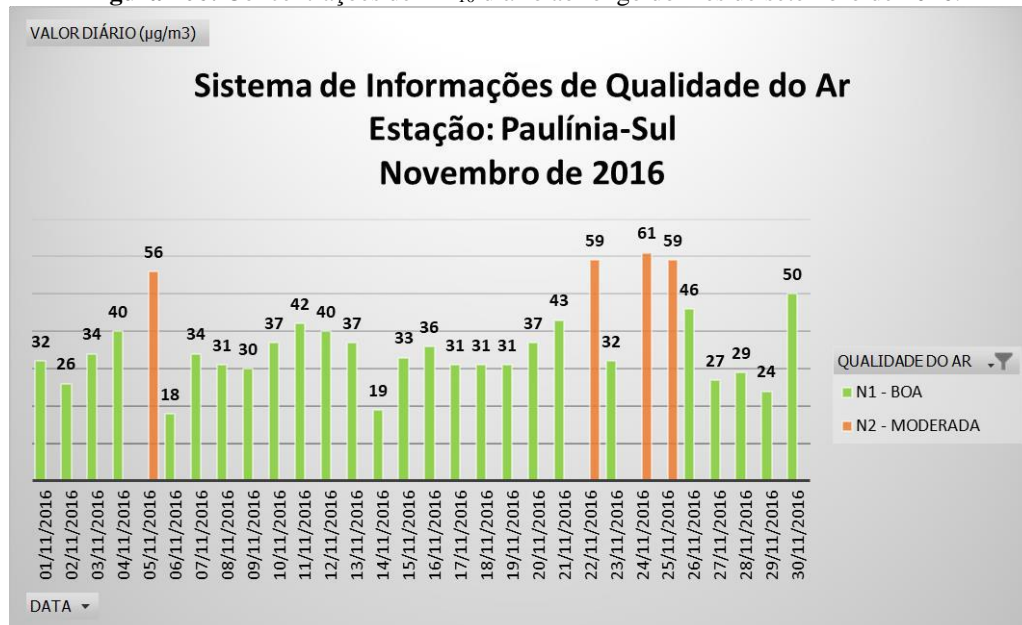
**Figura 104** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2016.

A precipitação no mês de outubro foi de 136,5 mm e a qualidade do ar, duas vezes melhor do que no mês anterior (Figura 105). Novembro e dezembro a precipitação foi 176 e 72,4 mm de chuva, respectivamente. As concentrações de MP<sub>10</sub> foram relativamente baixas e com pouca frequência diária (Figura 106 e 107). A falta de dados pluviométricos diários dificulta na correlação com os dados de concentração diária do poluente.

**Figura 105:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2016.

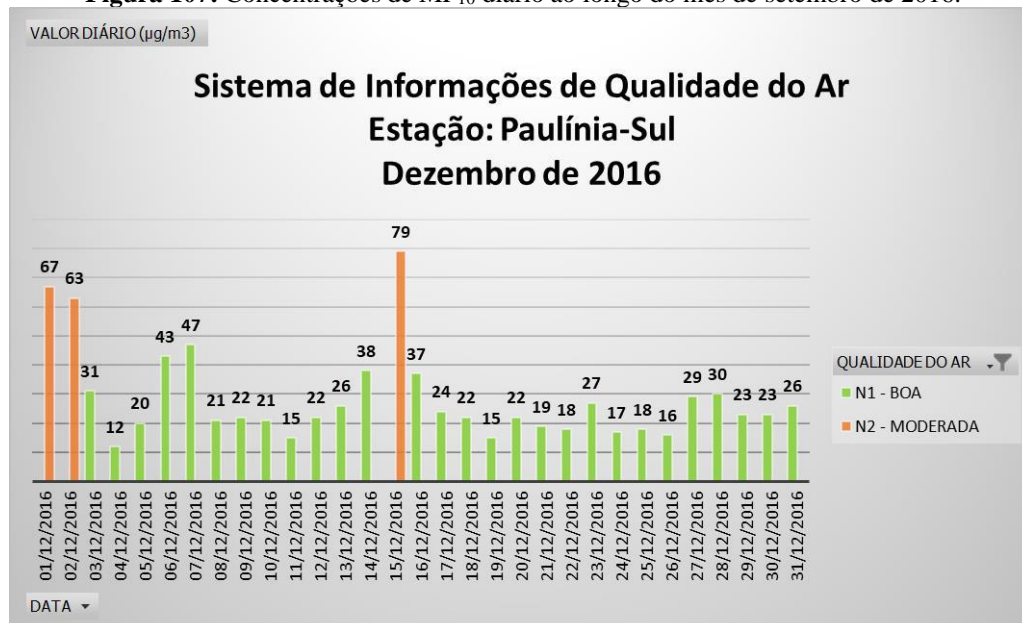
Em novembro a precipitação foi de 176 mm e as concentrações de  $MP_{10}$  forma mais baixas (Figura 106).

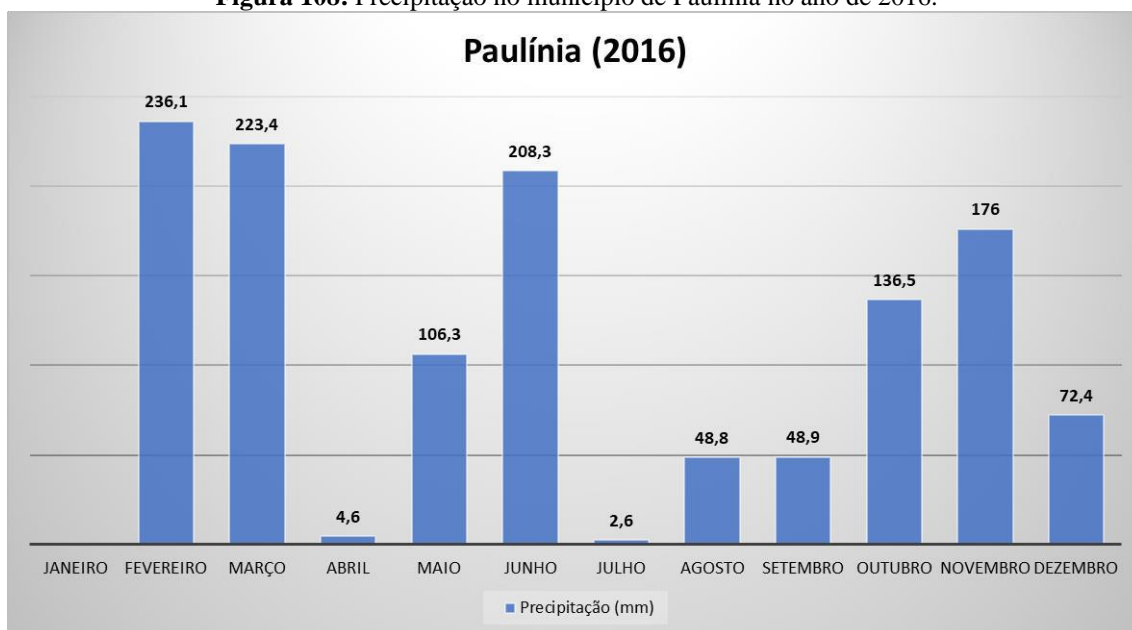
**Figura 106:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2016.



Em dezembro a precipitação foi um pouco menor, 72,4 mm, porém as concentrações de  $MP_{10}$  não aumentaram, chegando a  $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 15 (Figura 107).

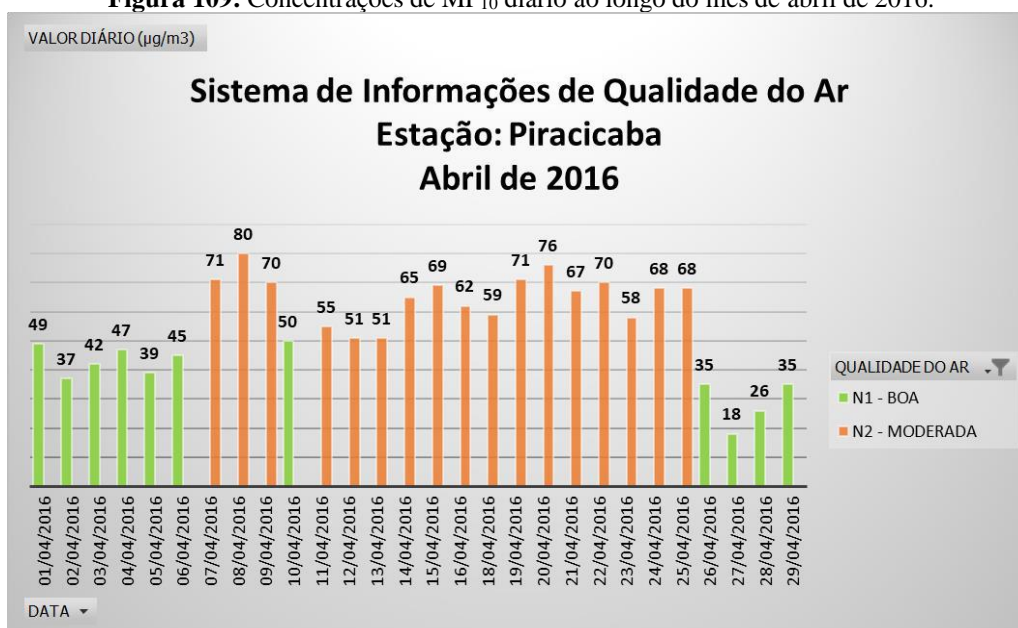
**Figura 107:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2016.



**Figura 108:** Precipitação no município de Paulínia no ano de 2016.

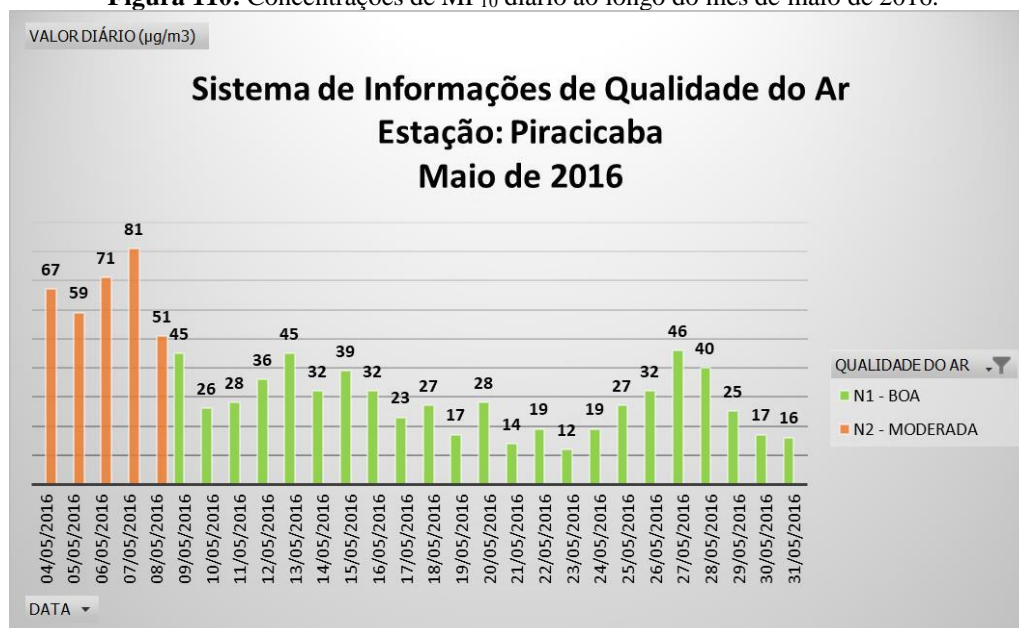
### 3.2.6 Estação Piracicaba

O mês de abril teve uma precipitação de 5,4 mm, a segunda menor no ano de 2016. Os primeiros 25 dias a precipitação foi igual a 0, no dia 26 e 27 choveu 0,4 e 5 mm, respectivamente. A concentração de MP<sub>10</sub> permaneceu “moderada” durante 17 dias e com a máxima de 80 µg/m<sup>3</sup> (Figura 109).

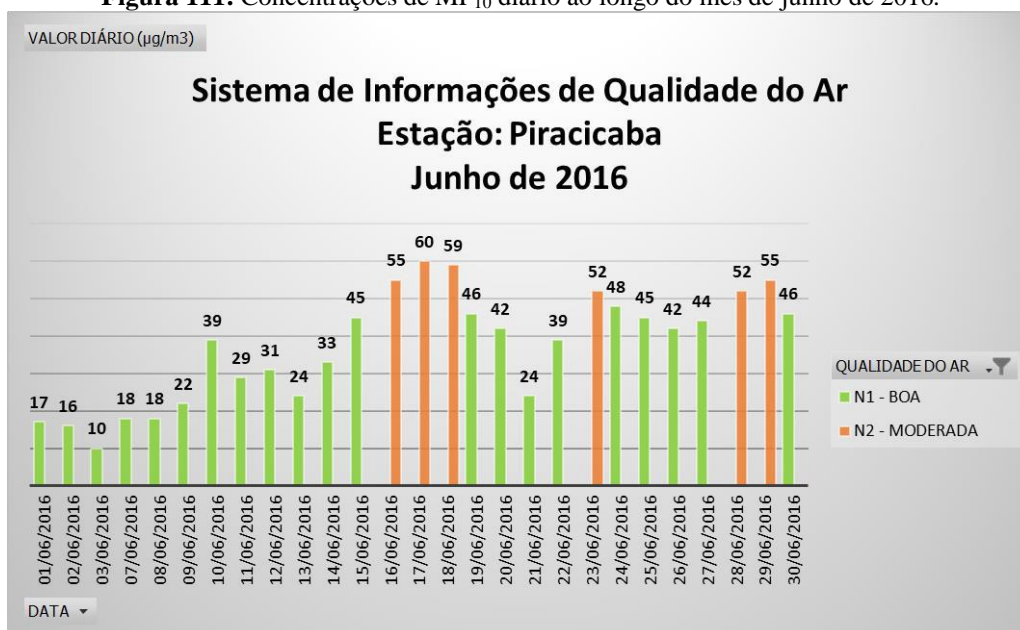
**Figura 109:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2016.

No mês de maio a precipitação foi de 119,1 mm, com a primeira máxima de 42,7 mm no dia 31 e a segunda máxima com 19,3 mm no dia 19. Os primeiros 10 dias a precipitação foi igual a 0. A concentração de MP<sub>10</sub> foi relativamente baixa durante o mês, com apenas 5 dias em alta de qualidade “moderada” (Figura 110).

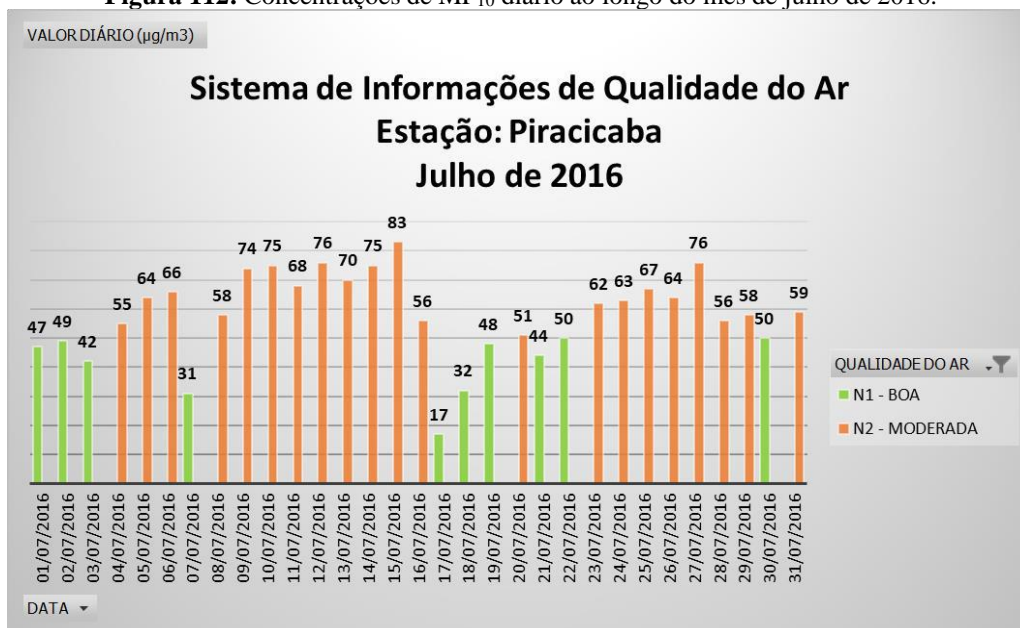
**Figura 110:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2016.



No mês de junho choveu 202,5 mm nos primeiros 9 dias, o restante do mês não registrou precipitação. As concentrações mais baixas de MP<sub>10</sub> ocorreram nos primeiros 9 dias do mês e somente 6 dias apresentaram concentrações “moderada” (Figura 111).

**Figura 111:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2016.

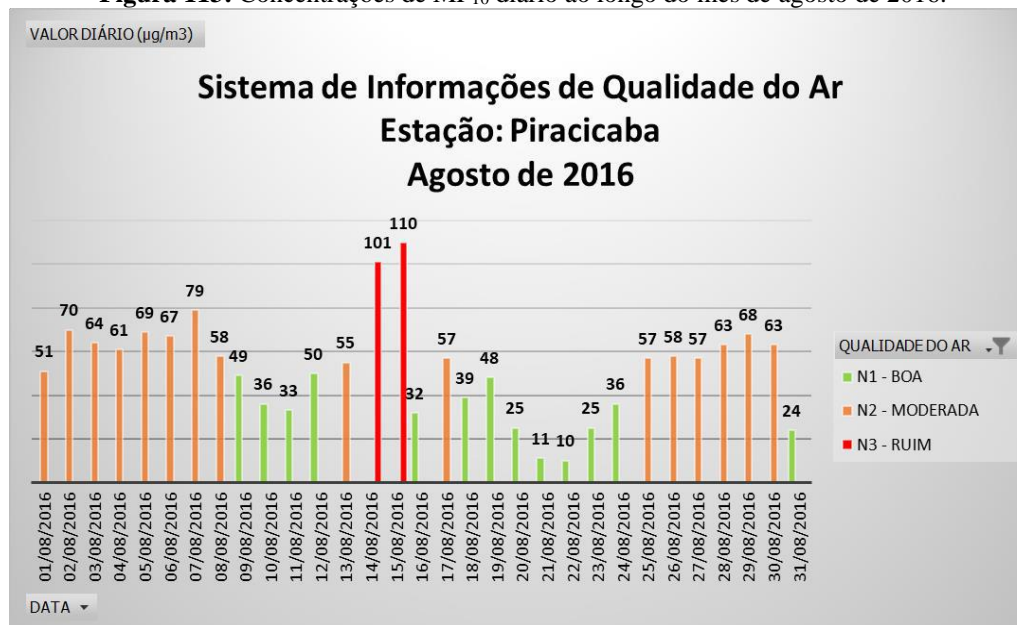
Os primeiros 16 dias de julho e os últimos 14 dias não teve precipitação, apenas no dia 17 choveu 2,1 mm, menor índice pluviométrico no ano de 2016. Maior parte do mês manteve as concentrações de MP<sub>10</sub> elevadas, com a máxima de 83 µg/m<sup>3</sup> no dia 15 e a mínima 17 µg/m<sup>3</sup> no dia 17 (Figura 112).

**Figura 112:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2016.

No mês de agosto a precipitação foi de 32,4 mm, com a primeira máxima de 20 mm no dia 21 e a segunda máxima de 8,6 mm no dia 31. Os 15 primeiros dias, do dia 17 ao dia 20 e do dia

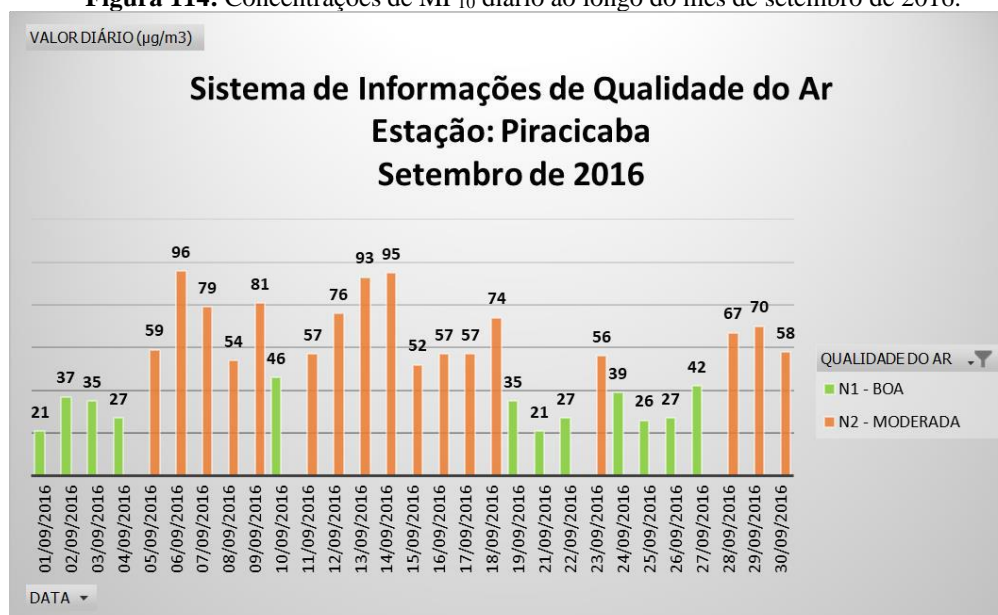
22 ao dia 30 a precipitação foi igual a 0. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  ocorreram nos dias 14 e 15, ultrapassando  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , consideradas “ruim” pelo índice de qualidade (Figura 113).

**Figura 113:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2016.



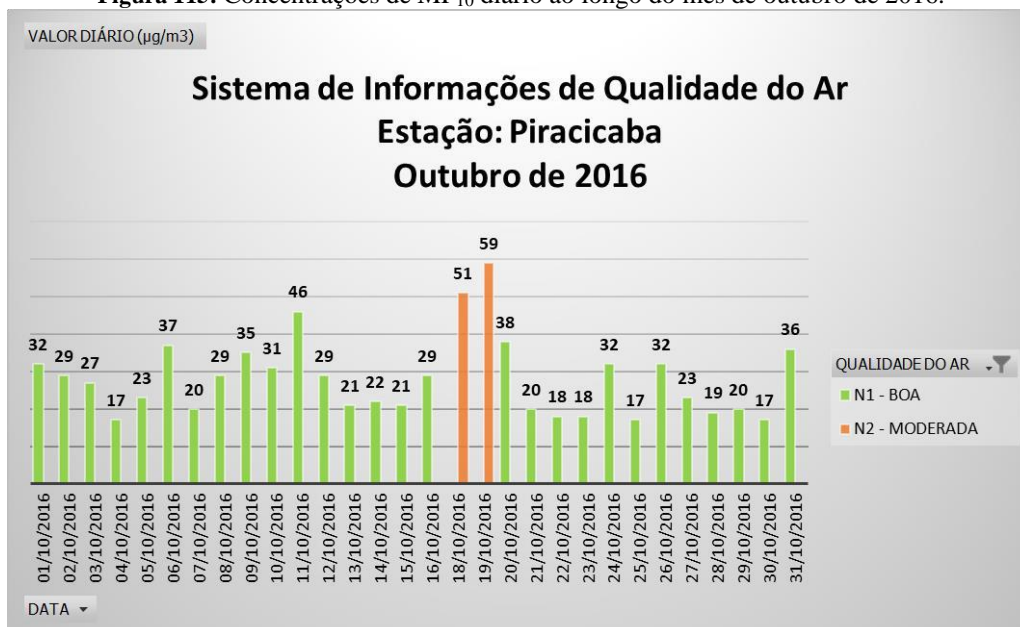
Em setembro choveu 25,8 mm, com a primeira máxima de 10,4 mm no dia 6 e a segunda máxima de 8,1 mm no dia 1. Os dois maiores intervalos sem chuva foram do dia 8 ao dia 18 e do dia 20 ao dia 30. A maior frequência no aumento das concentrações de  $MP_{10}$  ocorreram entre os dias 5 e 18 (Figura 114).

**Figura 114:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2016.

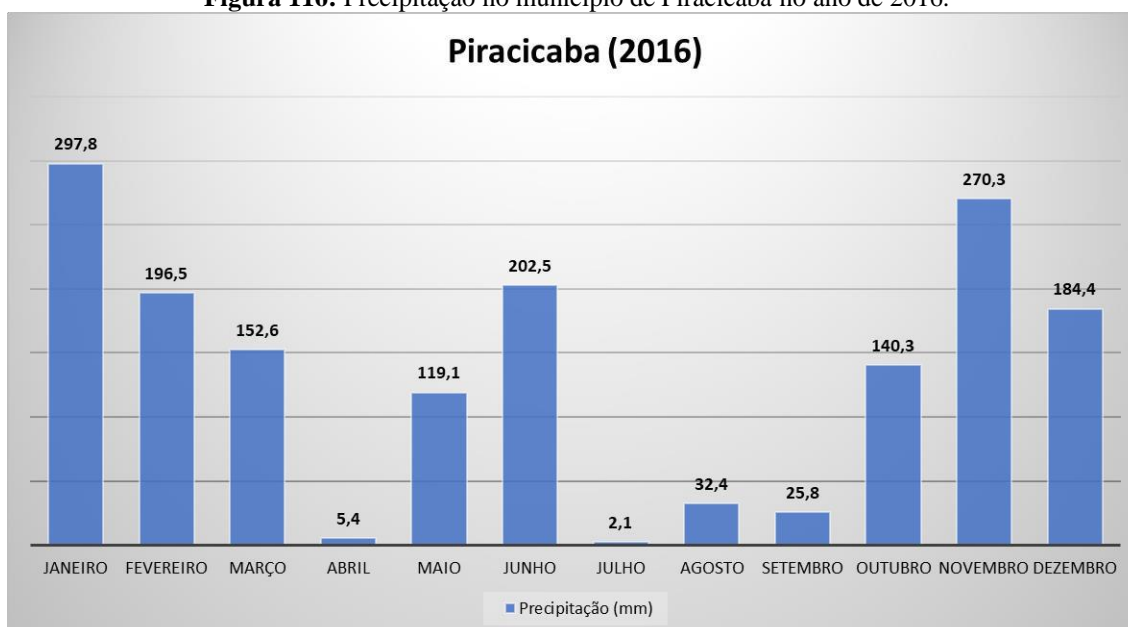


No mês de outubro a precipitação foi de 140,3 mm distribuídos ao longo do mês, com pequenos intervalos sem chuva e um de 8 dias no início do mês. Somente 2 dias ultrapassaram  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 115).

**Figura 115:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de outubro de 2016.



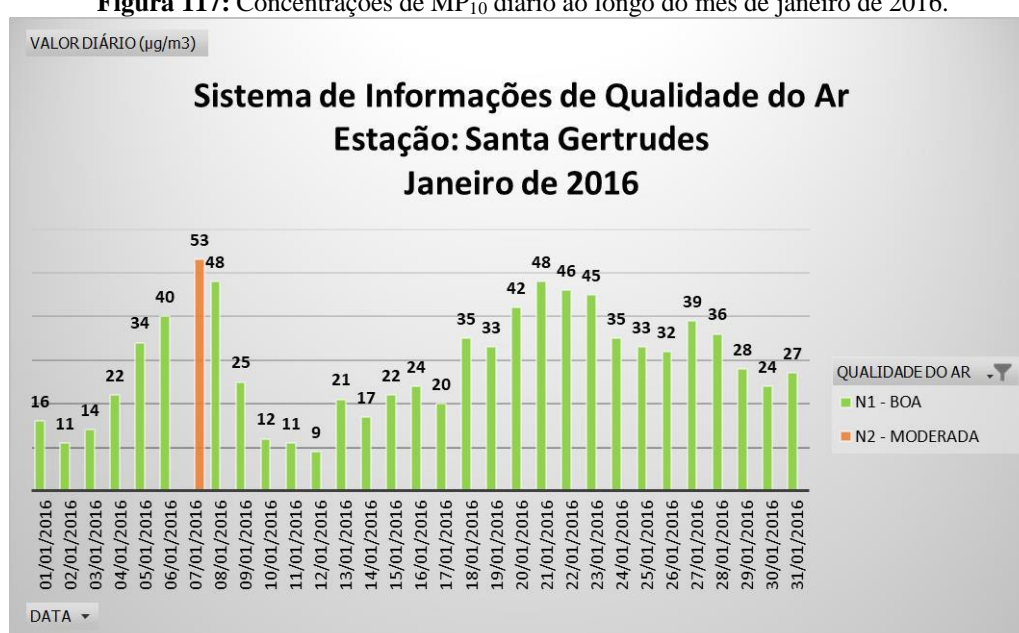
**Figura 116:** Precipitação no município de Piracicaba no ano de 2016.



### 3.2.7 Estação Santa Gertrudes

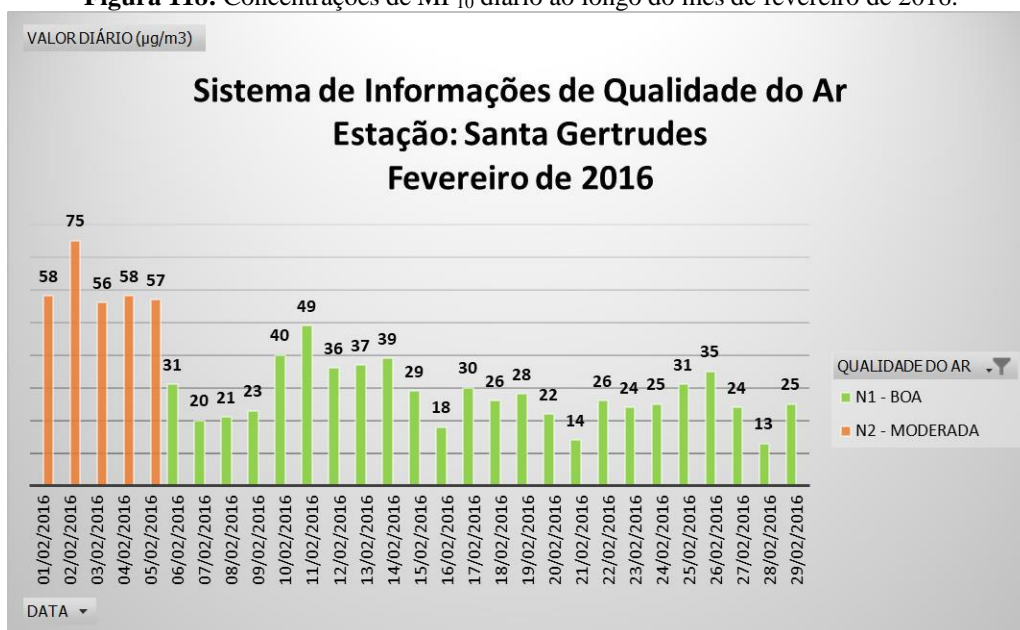
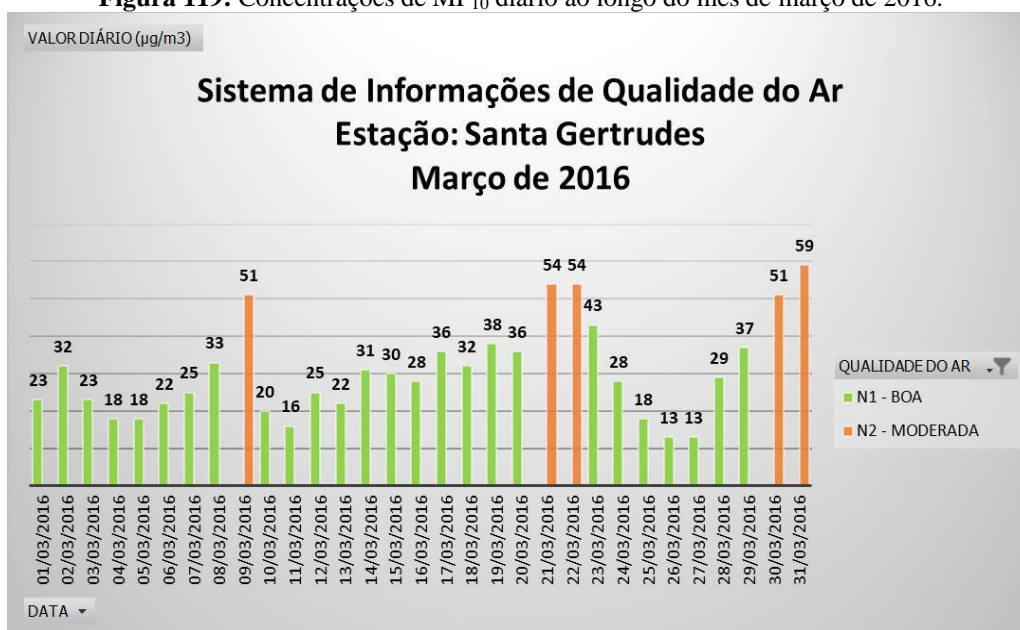
Em 2016 o município de Santa Gertrudes foi o único a apresentar concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de janeiro a dezembro. O mês de janeiro teve o maior índice pluviométrico do ano, com 572,6 mm, a primeira máxima de 168 mm no dia 11 e a segunda máxima de 111,5 mm no dia 13. Houve dois pequenos intervalos sem chuva, o primeiro do dia 5 ao dia 9 e o segundo, do dia 19 ao dia 26. A única concentração de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  foi no dia 7 (Figura 117).

**Figura 117:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de janeiro de 2016.

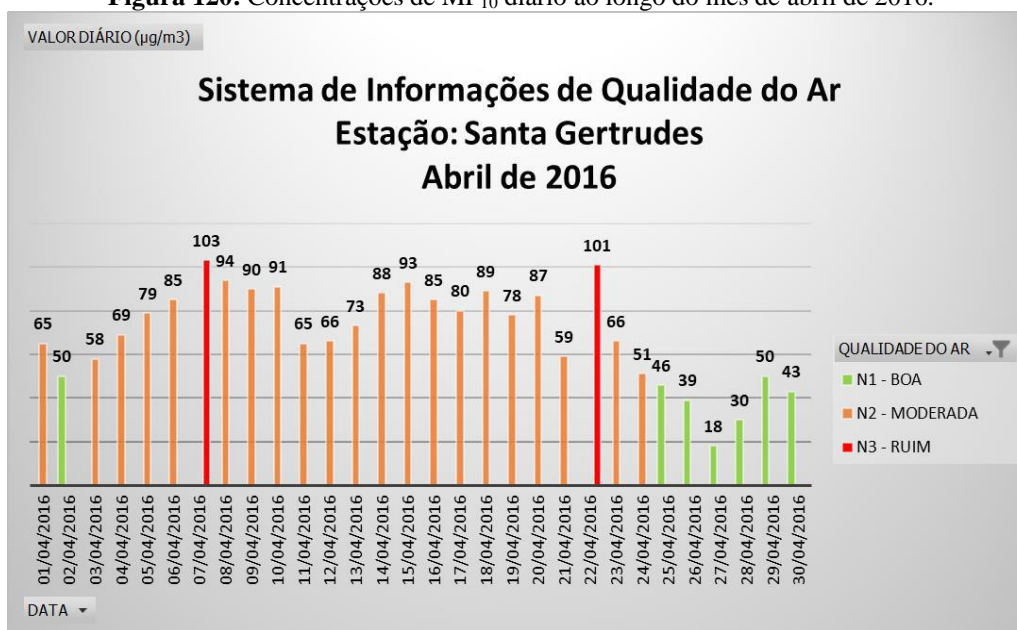


Em fevereiro a precipitação foi de 152,9 mm distribuídos ao longo do mês com pequenos intervalos sem chuva, os 5 primeiros dias do mês e do dia 11 ao dia 14. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  coincidem com o primeiro intervalo sem chuva (Figura 118).

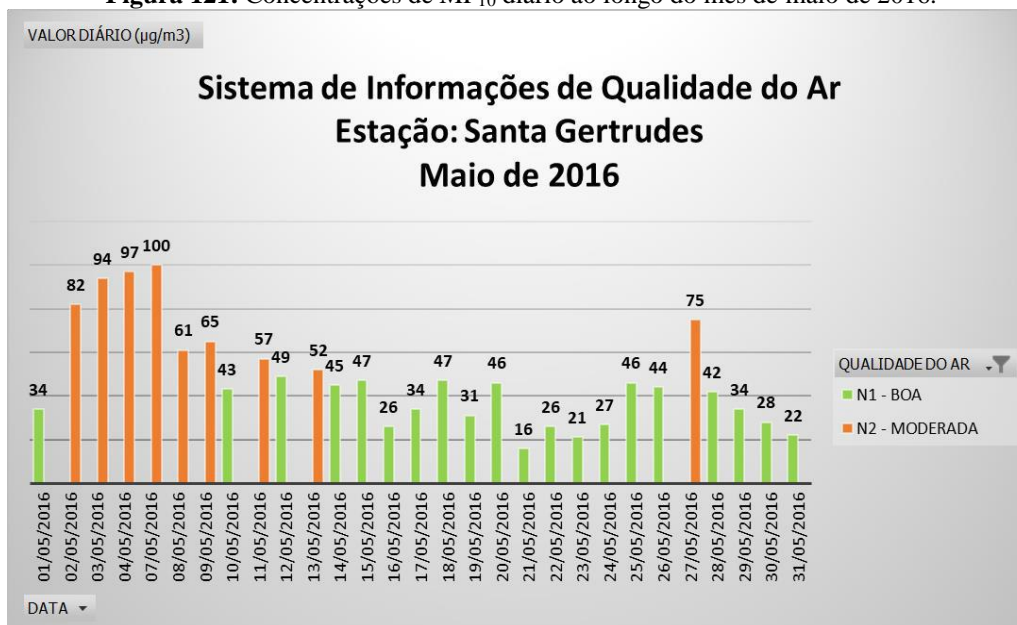
Em março a precipitação foi de 199,2 mm bem distribuídos e com pequenos intervalos sem chuva, o maior deles com 5 dias, entre 19 e 23. A primeira máxima foi de 33,5 mm no dia 4 e a segunda máxima de 32,5 mm no dia 3. A concentração de  $MP_{10}$  foi relativamente baixa, com apenas 5 dias acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 119).

**Figura 118:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de fevereiro de 2016.**Figura 119:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de março de 2016.

Abril foi o terceiro mês com o menor índice pluviométrico, 7,8 mm divididos em dois dias, 7,2 mm no dia 27 e 0,6 mm no dia 30. É o segundo mês com a maior concentração de MP<sub>10</sub>, depois de julho, com dois picos acima de 100 µg/m<sup>3</sup> e 21 dias com concentrações consideradas “moderado” pelo índice de qualidade (Figura 120).

**Figura 120:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2016.

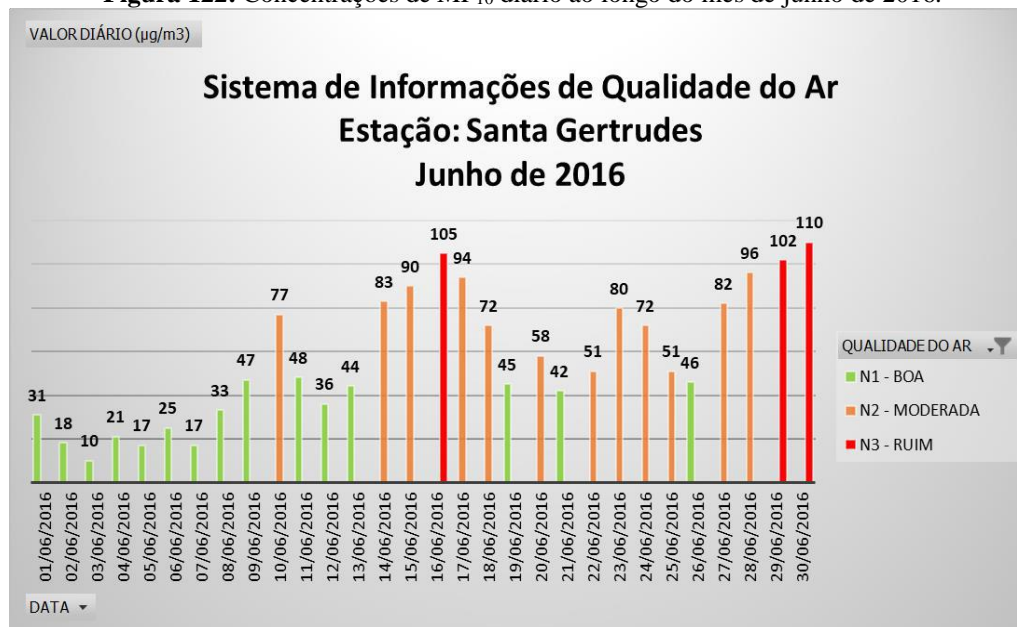
A precipitação no mês de maio foi de 134,4 mm, com a primeira máxima de 53,7 mm no dia 21 e a segunda máxima de 34,3 mm no dia 31. O primeiro intervalo sem chuva foi do dia 1 ao dia 10, do dia 12 ao dia 15 e do dia 23 ao dia 29. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram no início do mês, com a máxima de 100 µg/m<sup>3</sup> no dia 7 (Figura 121).

**Figura 121:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2016.

Em junho a precipitação foi de 158 mm distribuídos somente nos 8 primeiros dias. A primeira máxima foi de 52,1 mm no dia 3 e a segunda máxima foi 50,8 mm no dia 5. Os maiores

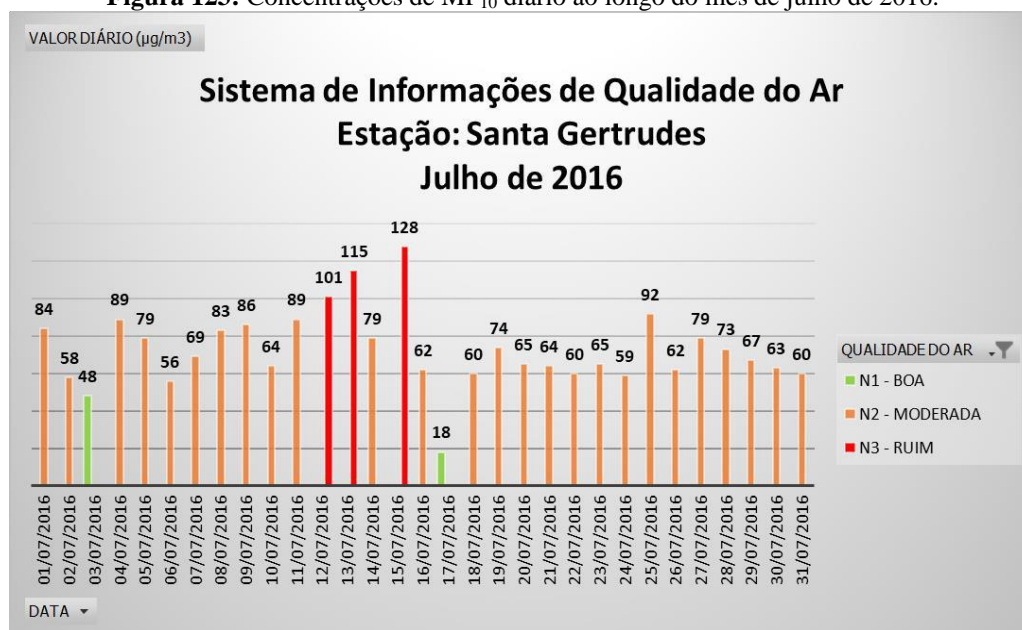
picos de concentração de  $MP_{10}$  ocorreram em 3 dias, 16, 29 e 30, no intervalo sem chuva do mês e as menores concentrações nos dias de máxima precipitação (Figura 122).

**Figura 122:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de junho de 2016.



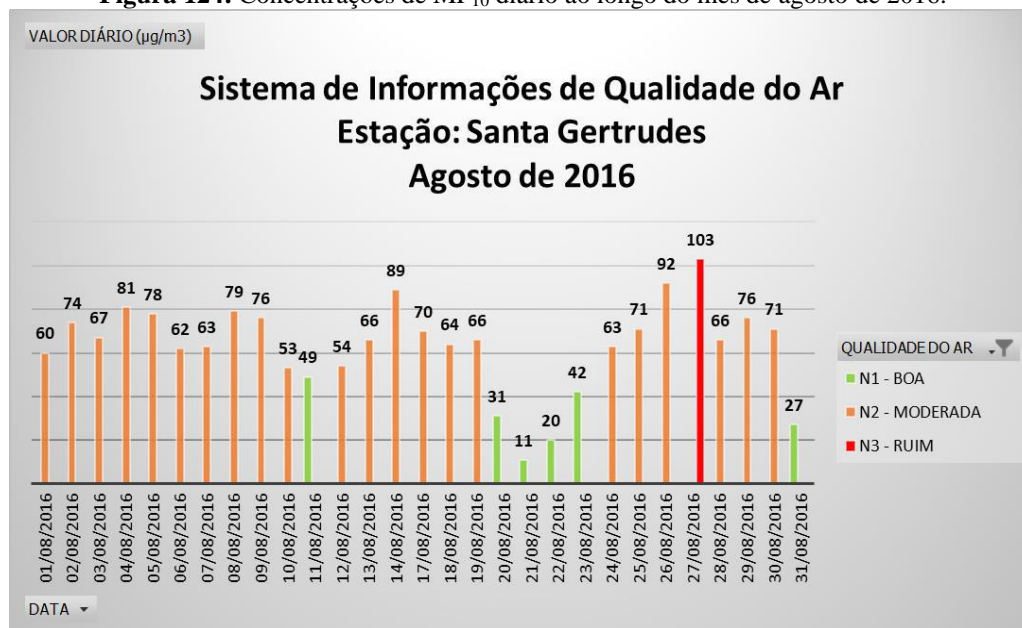
O mês de julho teve o menor índice pluviométrico no ano de 2016, somente 1mm de chuva no dia 17 e a maior concentração de  $MP_{10}$  do ano. Ao longo do mês, 3 dias ultrapassaram  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , em 26 dias os valores registraram acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e 2 dias as concentrações foram consideradas “boas” pelo índice de qualidade (Figura 123). No dia 15 a concentração de  $MP_{10}$  passou o limite dos Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013).

**Figura 123:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2016.



Em agosto a precipitação foi 37,5 mm divididos em 4 dias, a primeira máxima foi de 18,5 mm no dia 21, a segunda máxima foi 9,3 mm no dia 31 e os outros dois dias restantes foram 22 e 30. Na maioria dos dias as concentrações de MP<sub>10</sub> foram “moderada” e um dia (27) atingiu 103 µg/m<sup>3</sup> (Figura 124).

**Figura 124:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2016.



O mês de setembro teve o segundo menor índice pluviométrico no ano de 2016, com 6,9 mm. A primeira máxima foi de 2,4 mm no dia 3, a segunda no dia 19 com 2,3 mm. O primeiro

maior intervalo sem chuva foi do dia 20 ao dia 30 e o segundo maior intervalo foi do dia 10 ao dia 16. Os outros dias sem chuva foram intercalados com as baixas precipitações. Mais da metade do mês as concentrações de  $MP_{10}$  excederam  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e um dia (29) com  $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 125).

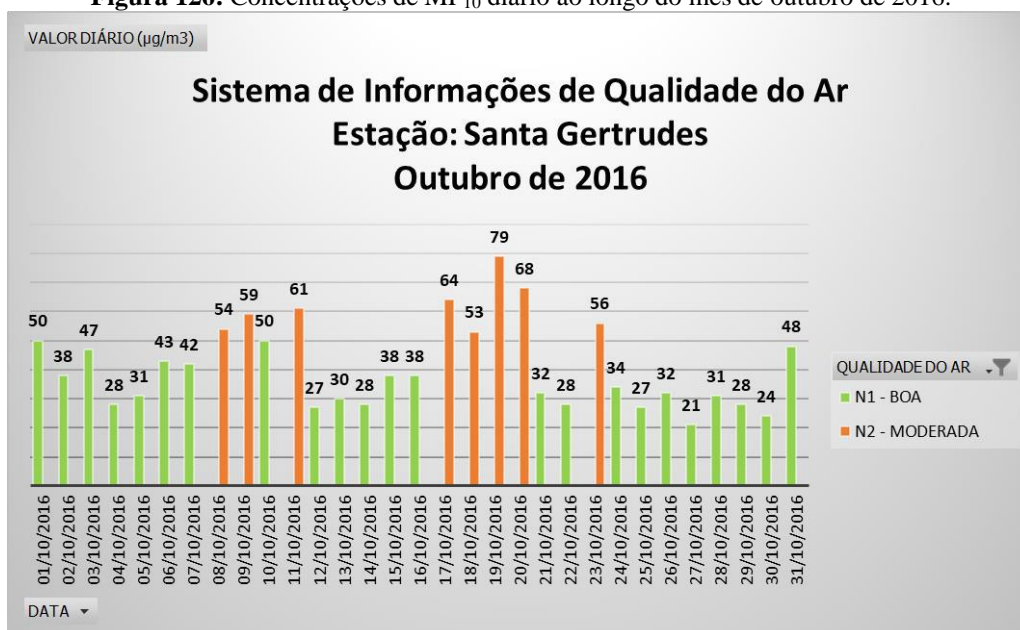
**Figura 125:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2016.



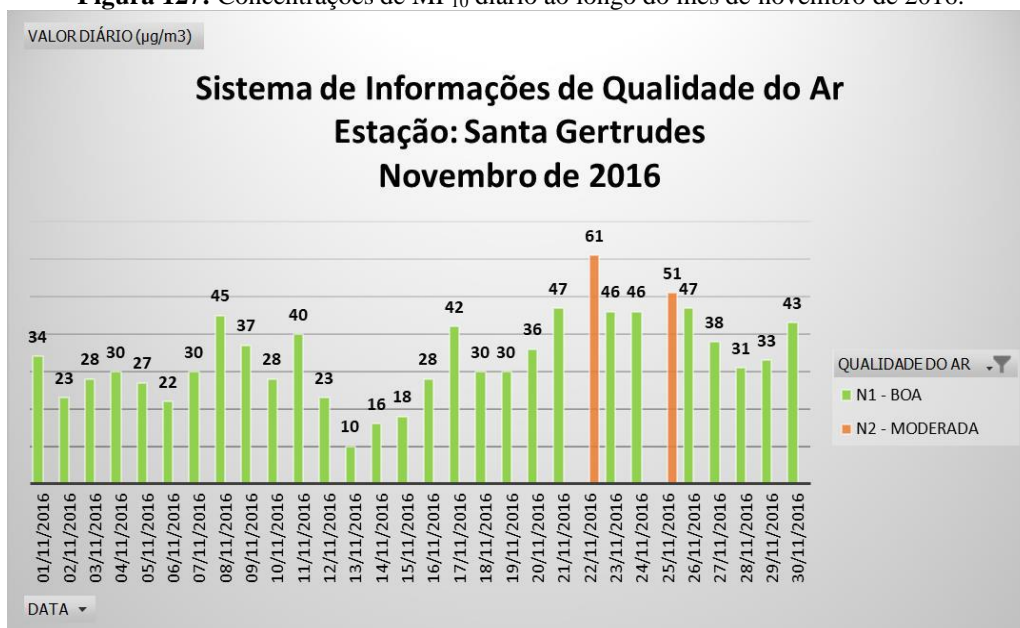
No mês de outubro a precipitação foi de 186,3 mm distribuídos ao longo do mês. O maior intervalo sem chuva foi do dia 5 ao dia 11 e o segundo do dia 28 ao dia 31. Nos dias em que a concentração de  $MP_{10}$  ficou acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  não houve precipitações, menos o dia 18 que choveu 1,7 mm (Figura 126).

Em novembro a precipitação foi de 202,4 mm, com a primeira máxima de 57,4 mm no dia 14 e a segunda de 50,9 mm no dia 10. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 24 e 31, e o segundo entre os dias 18 e 22. Somente dois dias as concentrações de  $MP_{10}$  passaram  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 127).

**Figura 126:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2016.

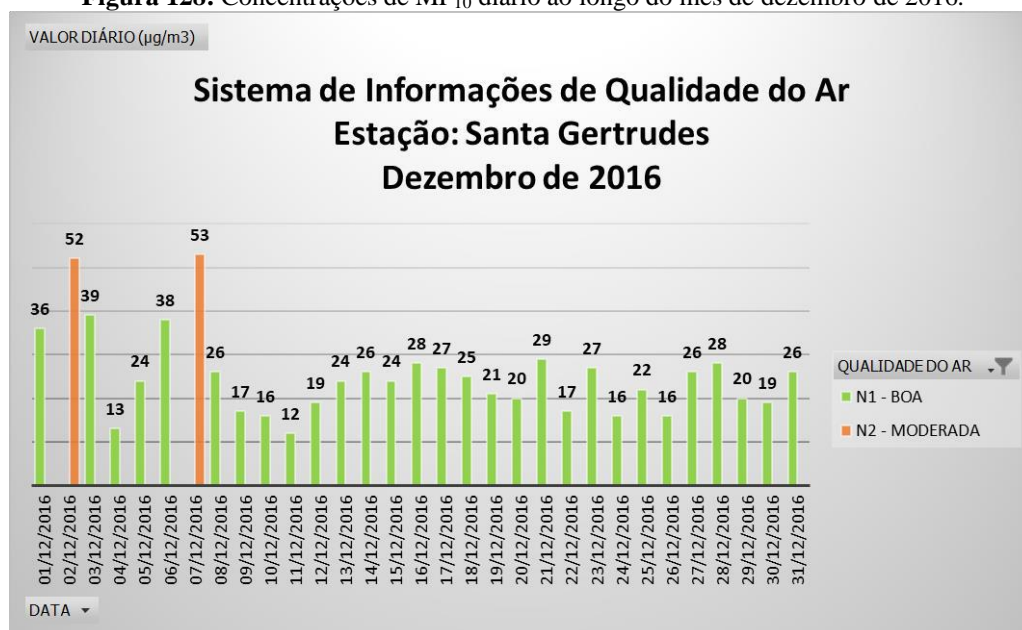


**Figura 127:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de novembro de 2016.

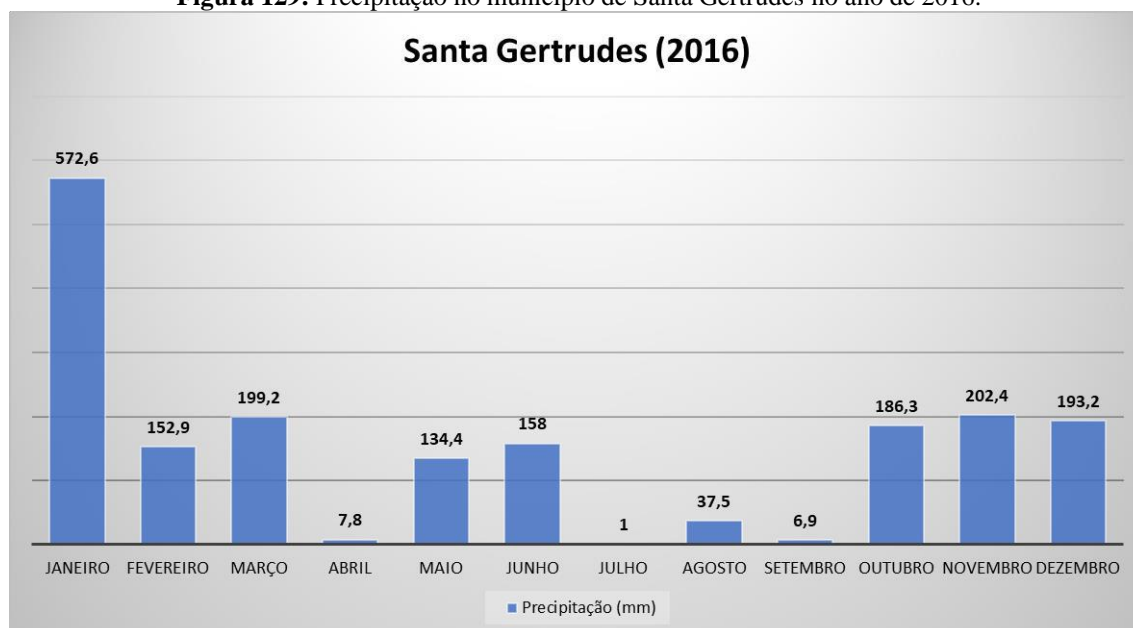


No mês de dezembro a precipitação foi de 193,2 mm bem distribuídos ao longo do mês. A primeira máxima ocorreu no dia 26 com 44,3 mm e a segunda com 23,6 mm no dia 4. Nos dias 2 e 7, onde a concentração de MP<sub>10</sub> excedeu 50 µg/m<sup>3</sup> coincidiu com os dias sem chuva (Figura 128).

**Figura 128:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de dezembro de 2016.



**Figura 129:** Precipitação no município de Santa Gertrudes no ano de 2016.



### 3.3 Análise dos Dados de Concentração de MP<sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2017

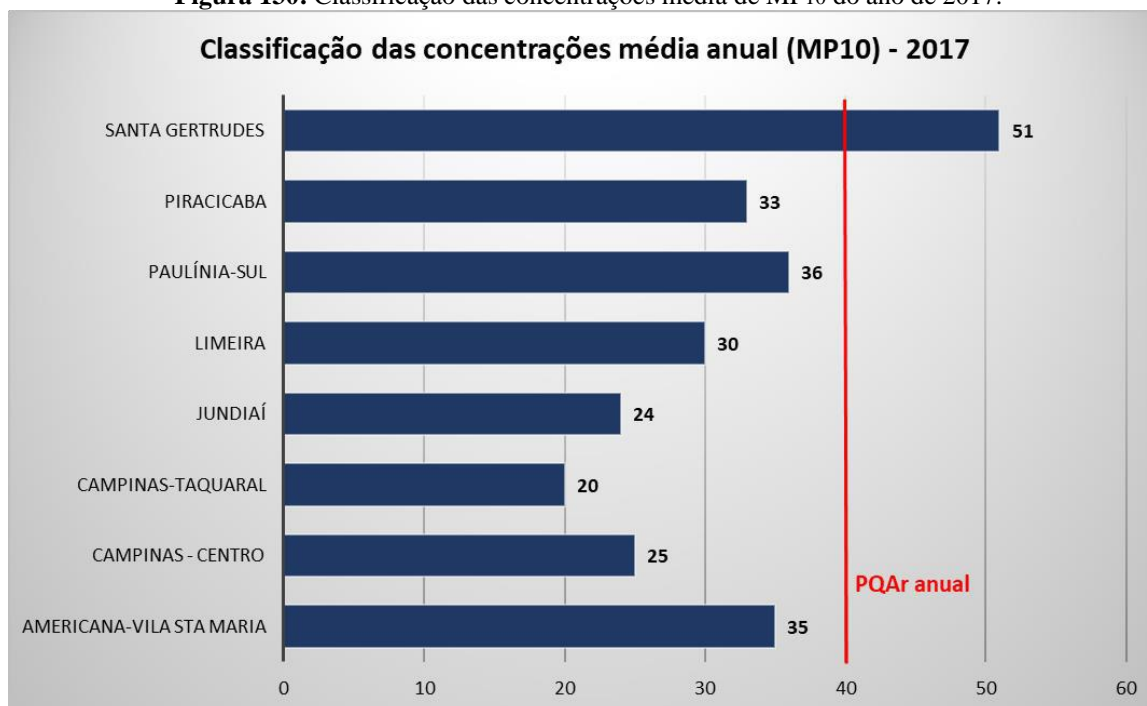
Em 2017 os dados disponíveis das estações automáticas foram: estação Americana-Vila Sta. Maria, Campinas (Centro e Taquaral), Jundiaí, Limeira, Paulínia-Sul, Piracicaba e Santa Gertrudes. Todas as estações apresentaram falta de dados em ao menos 1 dia, sendo que as

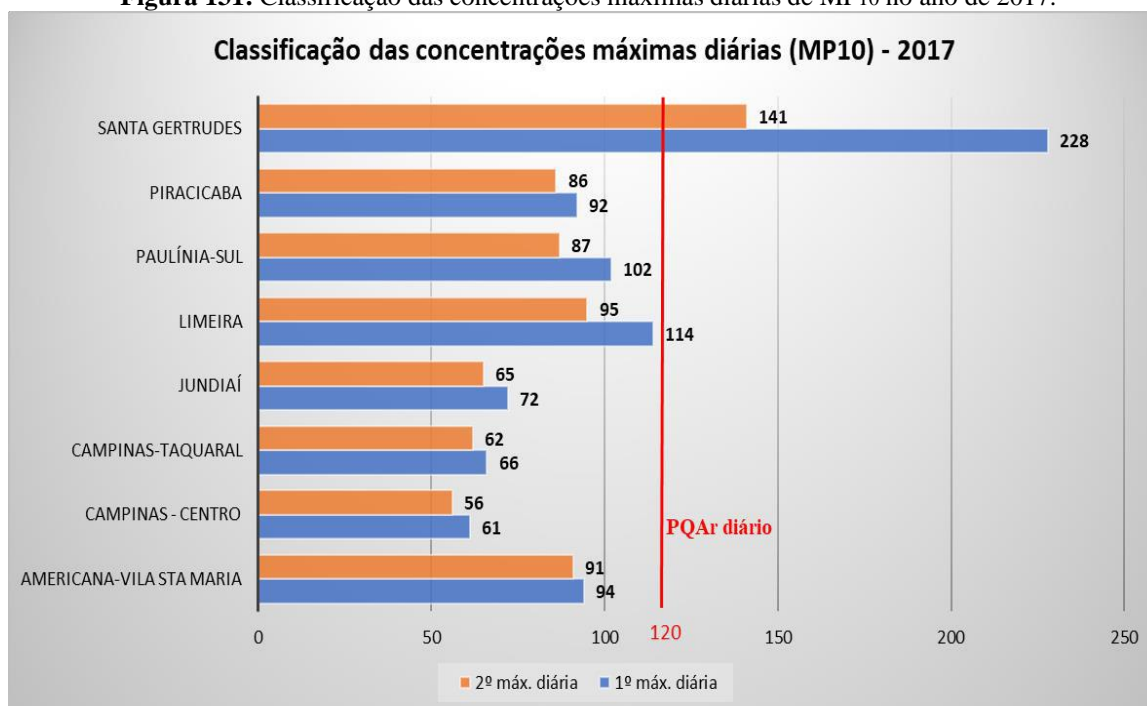
estações Paulínia-Sul e Santa Gertrudes não forneceram os meses de novembro e outubro, respectivamente.

Para cada estação, através da organização dos dados em tabelas, foram produzidos gráficos a partir dos meses selecionados cujo os índices excederam a qualidade N1 -Boa (>40), ou seja, quantidade de material particulado inalável acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em um período de 24h.

No gráfico da Figura 130 são apresentadas as concentrações médias de 2017, com apenas o município de Santa Gertrudes ultrapassando o padrão de longo prazo ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) com uma média de  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . No padrão de qualidade do ar de curto prazo ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) o município de Santa Gertrudes excedeu as concentrações máximas diárias, a primeira máxima com  $228 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e a segunda máxima com  $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , classificadas como “muito ruim” pelo índice de qualidade do ar. Os municípios de Limeira e Paulínia registraram médias diárias acima de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , consideradas “ruim” no índice de qualidade (Figura 131).

**Figura 130:** Classificação das concentrações média de MP10 do ano de 2017.



**Figura 131:** Classificação das concentrações máximas diárias de MP<sub>10</sub> no ano de 2017.

### 3.3.1 Estação Americana-Vila Sta. Maria

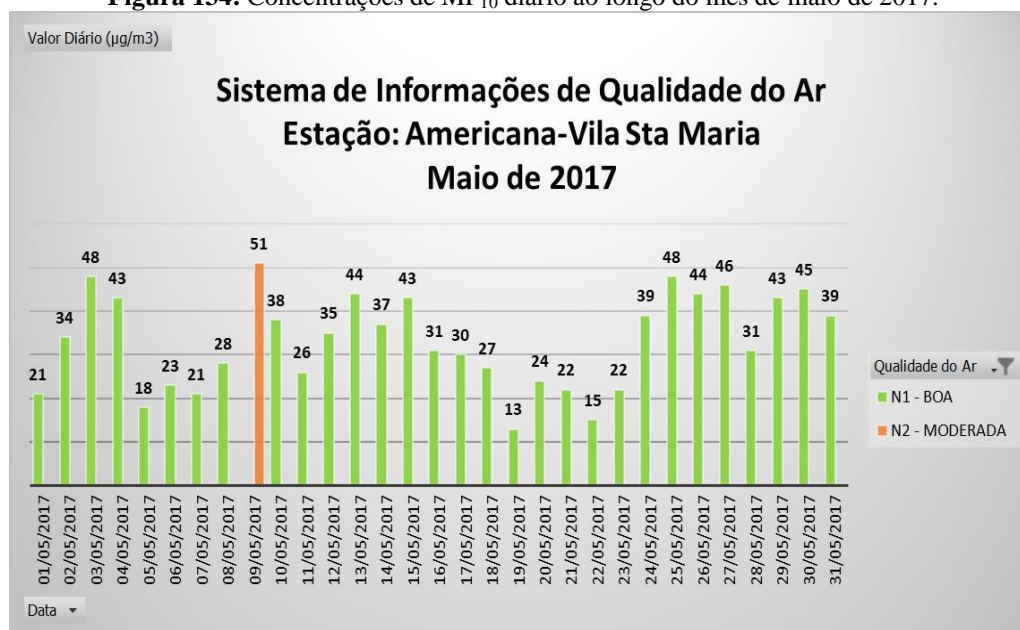
A precipitação do município de Americana no mês de fevereiro foi de 89,9 mm, bem abaixo em relação aos anos anteriores. A primeira máxima foi no dia 25 com 18,6 mm e a segunda máxima no dia 3 com 18,4 mm. O maior intervalo sem chuva ocorreu do dia 8 ao dia 17, e o segundo maior intervalo, do dia 19 ao dia 24. Os últimos 3 dias do mês não possuem dados registrados. Nos dias 17 e 24 a concentração de MP<sub>10</sub> foi de 56 µg/m<sup>3</sup>, considerada “moderada” pelo índice de qualidade do ar (Figura 132).

Em abril a precipitação foi de 100,7 mm, com a primeira máxima de 37,4 mm no dia 27 e a segunda máxima de 23,6 mm no dia 7. O maior intervalo sem chuva ocorreu do dia 8 ao dia 20, o segundo maior intervalo foram os 5 primeiros dias do mês. Assim como o mês de fevereiro, abril registrou 2 dias, 5 e 11, de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 133).

**Figura 132:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de fevereiro de 2017.**Figura 133:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2017.

No mês de maio a precipitação foi de 171,6 mm, com a primeira máxima no dia 19 com 57,3 mm e a segunda máxima com 37,5 mm no dia 22. O maior intervalo sem chuva foi entre os dias 23 e 31, e o segundo maior intervalo ocorreu entre os dias 7 e 14. No dia 9 a concentração de MP<sub>10</sub> foi a única e mais elevada do mês, com 51 µg/m<sup>3</sup> (Figura 134).

**Figura 134:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2017.



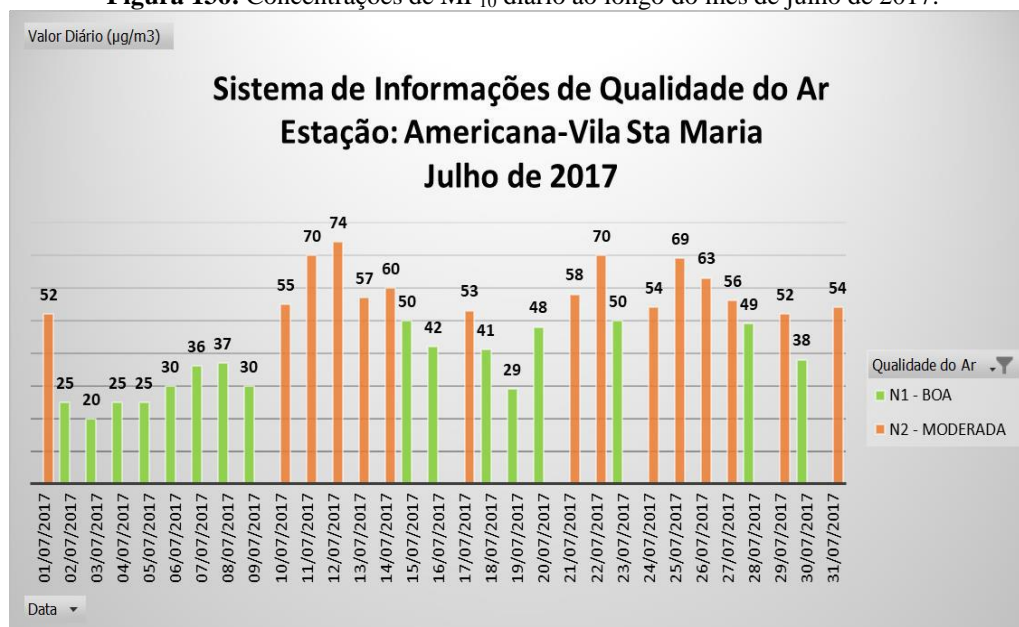
No mês de junho a precipitação foi de 17,6 mm, a terceira menor do ano. A primeira máxima foi de 11,8 mm no dia 6. Os últimos 14 dias a precipitação foi igual a 0, maior intervalo sem chuva. Apesar de ser o terceiro mês com o menor índice pluviométrico, apenas 4 dias tiveram concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 135).

**Figura 135:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2017.



Segundo os dados do DAEE, o mês de julho não teve precipitações, no entanto os valores de  $MP_{10}$  não foram tão elevados quanto esperado, a máxima concentração foi de  $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 136).

**Figura 136:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2017.



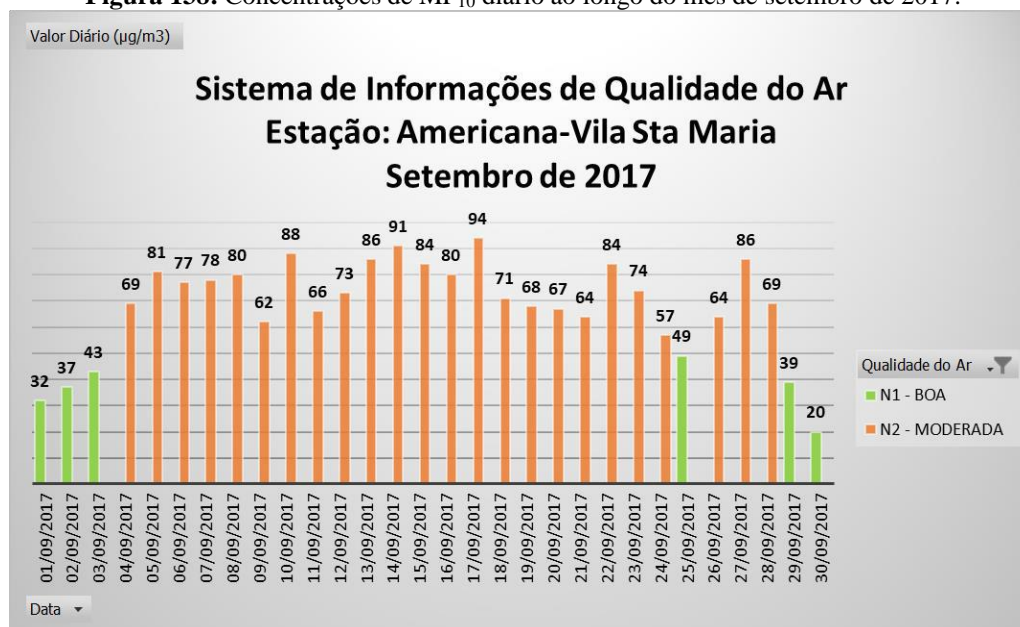
Em agosto a precipitação foi de 39,8 mm, com a primeira máxima de 20,5 mm no dia 21 e a segunda máxima de 9,4 mm no dia 17. Os primeiros 15 dias e do dia 22 ao dia 31 a precipitação foi igual a 0. A maior concentração de  $MP_{10}$  ocorreu no dia 9 com  $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Figura 137:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2017.



Em setembro a precipitação foi de 13 mm em um único dia (31), segundo mês com o menor índice pluviométrico e o primeiro com maior concentração de  $MP_{10}$ , chegando a  $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 138).

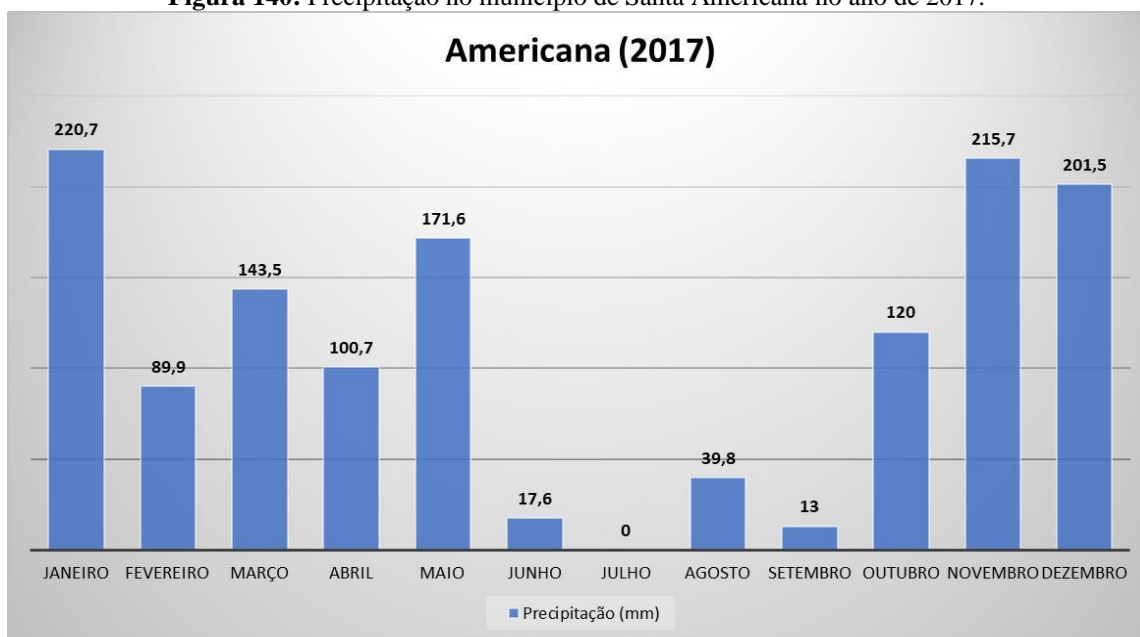
**Figura 138:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2017.



Em outubro a precipitação foi mais elevada, com 120 mm distribuídos no início e no final do mês. O maior intervalo sem chuva foi do dia 13 ao dia 22. Outros dois pequenos intervalos de 3 dias foram do dia 4 ao 6 e 9 a 11. Somente 2 dias ultrapassaram  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . (Figura 139).

**Figura 139:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de outubro de 2017.



**Figura 140:** Precipitação no município de Santa Americana no ano de 2017.

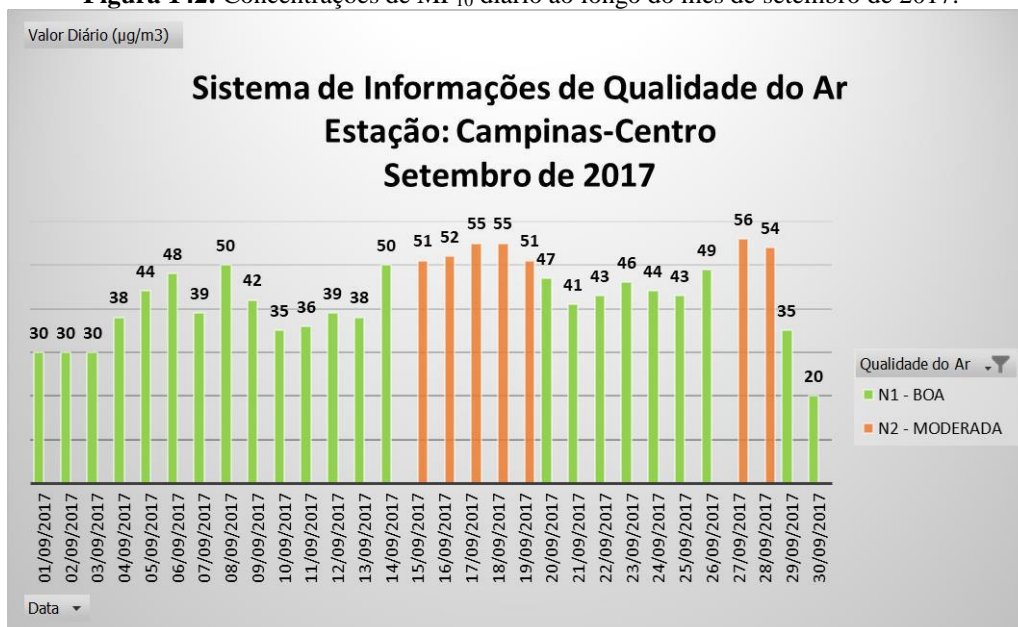
### 3.3.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral)

No mês de agosto a precipitação foi de 34,3 mm divididos em 3 dias, a primeira máxima no dia 21 com 23,3 mm e a segunda máxima de 5,8 mm no dia 18. Os primeiros 16 dias e os últimos 10 dias a precipitação foi igual a 0. Mesmo com a falta de chuva as concentrações de MP<sub>10</sub> nas estações Campinas-Centro e Caminas-Taquaral foram relativamente baixas e com pouca frequência (Figura 141 e 143).

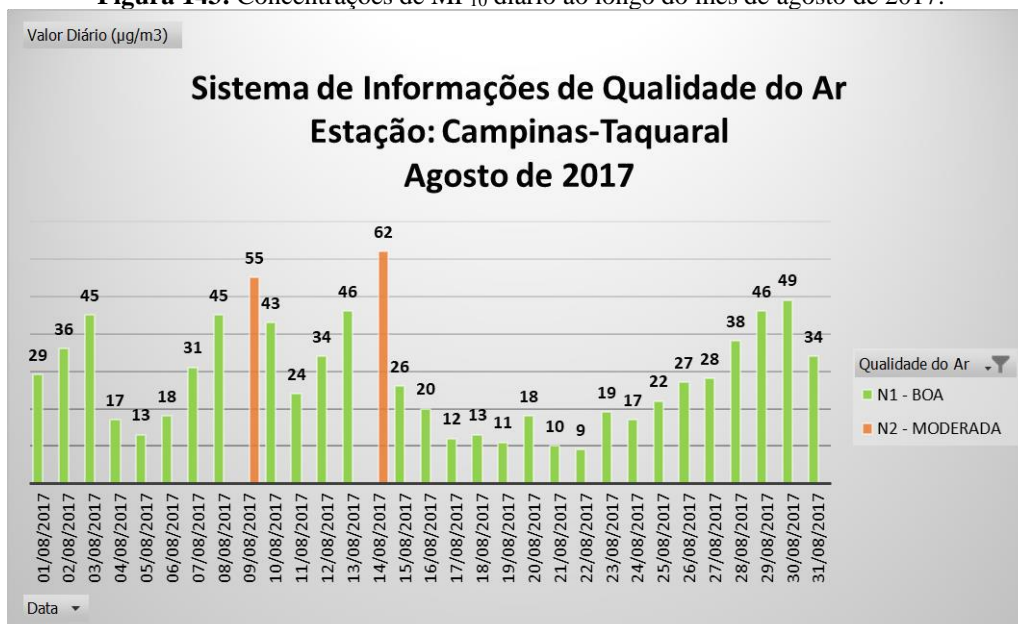
**Figura 141:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2017.

No mês de setembro apenas no dia 30 choveu 12,5 mm, os 29 dias anteriores a precipitação foi igual a 0. A estação Campinas-Taquaral registrou 2 dias a mais de concentração de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> do que a estação Campinas-Centro (Figura 142 e 144).

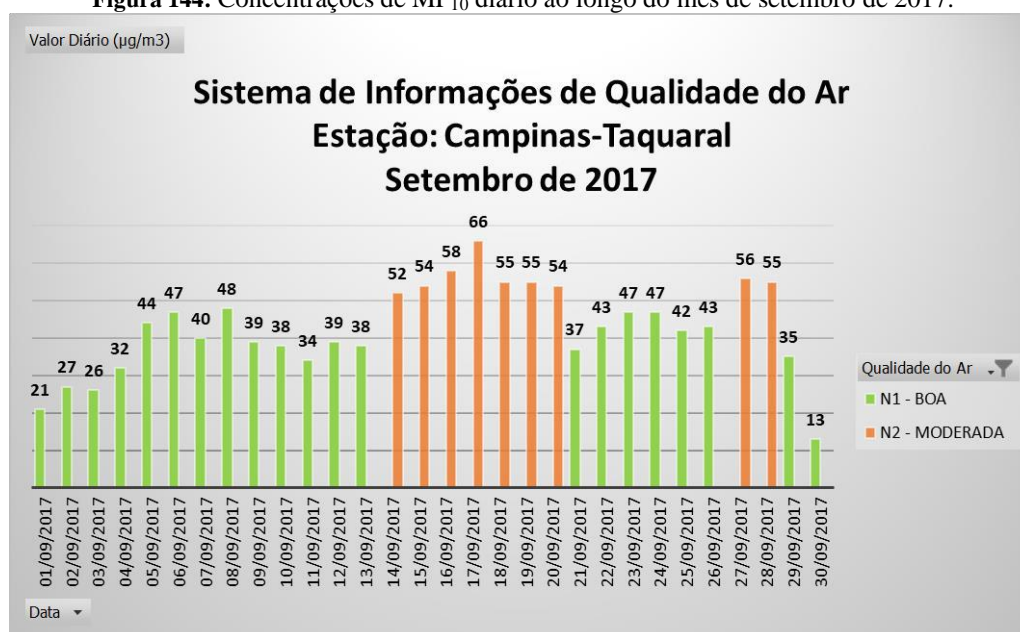
**Figura 142:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2017.



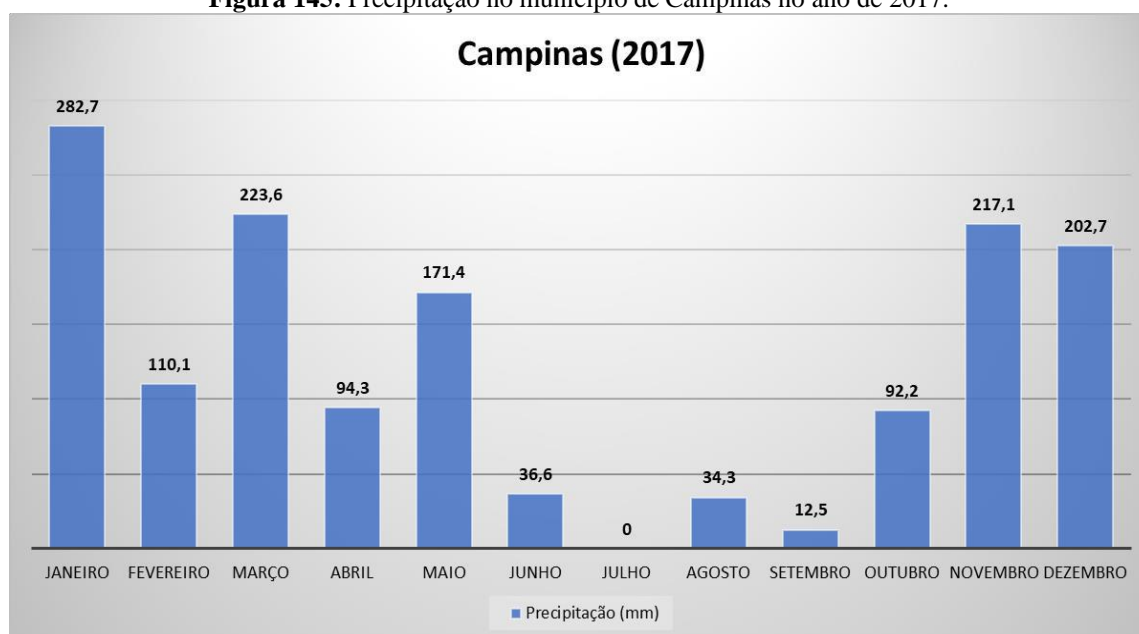
**Figura 143:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2017.



**Figura 144:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2017.



**Figura 145:** Precipitação no município de Campinas no ano de 2017.



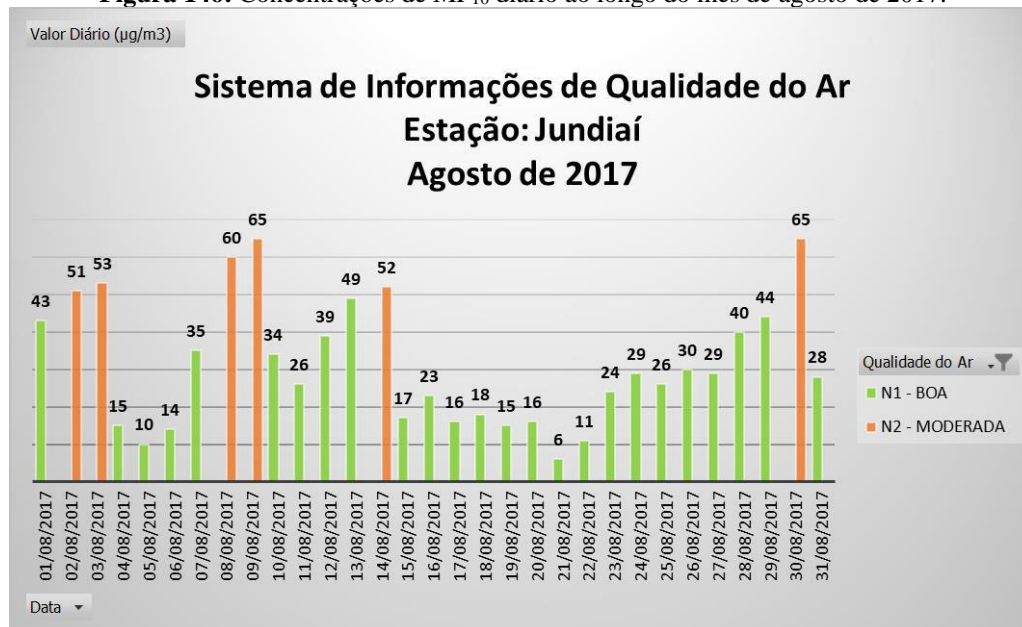
### 3.3.3 Estação Jundiaí

No município de Jundiaí somente os meses de agosto e setembro apresentaram índices de concentração de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup>.

Em agosto a precipitação foi de 41,4 mm distribuídos entre os dias 16 a 21, sendo a primeira máxima de 12,8 mm no dia 21 e a segunda máxima de 6,5 mm no dia 19. O primeiro intervalo

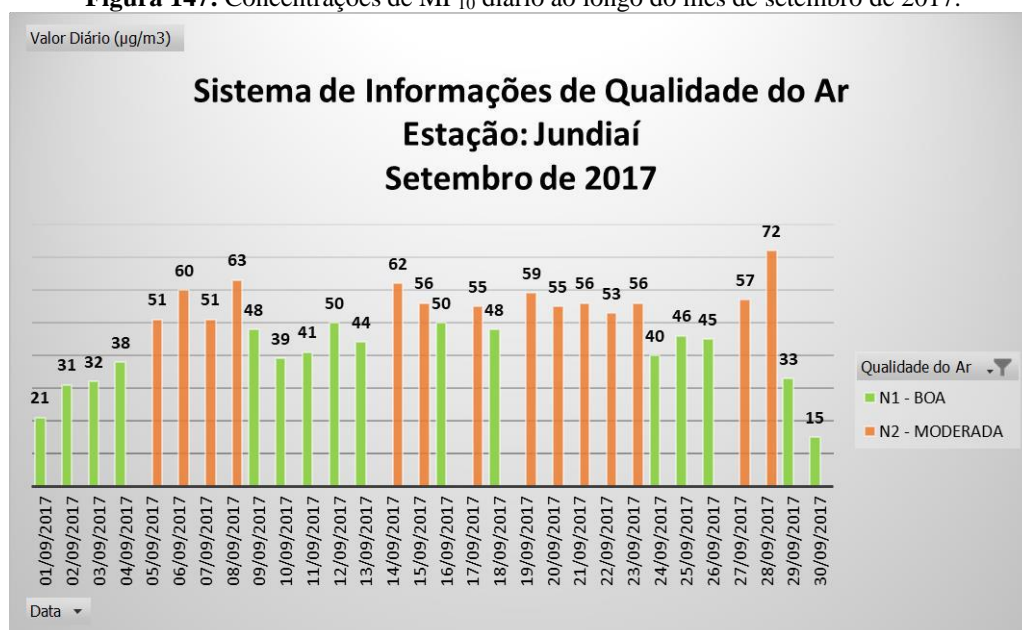
sem chuva foi do dia 5 ao dia 15 e o segundo maior intervalo entre os dias 22 e 31. As concentrações de  $MP_{10}$  no mês de agosto ocorreram em 6 dias com a máxima de  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

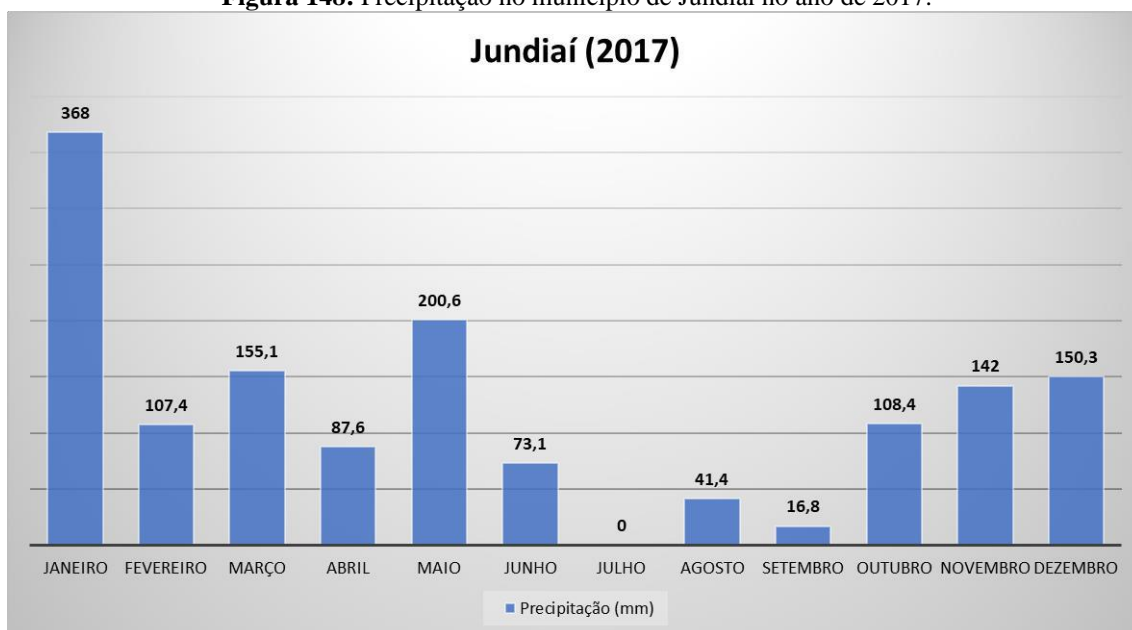
**Figura 146:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2017.



O mês de setembro registrou o segundo menor índice pluviométrico no ano de 2017, com 16,8 mm no dia 30. Houve um aumento nas concentrações de  $MP_{10}$  em relação ao mês anterior e a máxima foi de  $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 147).

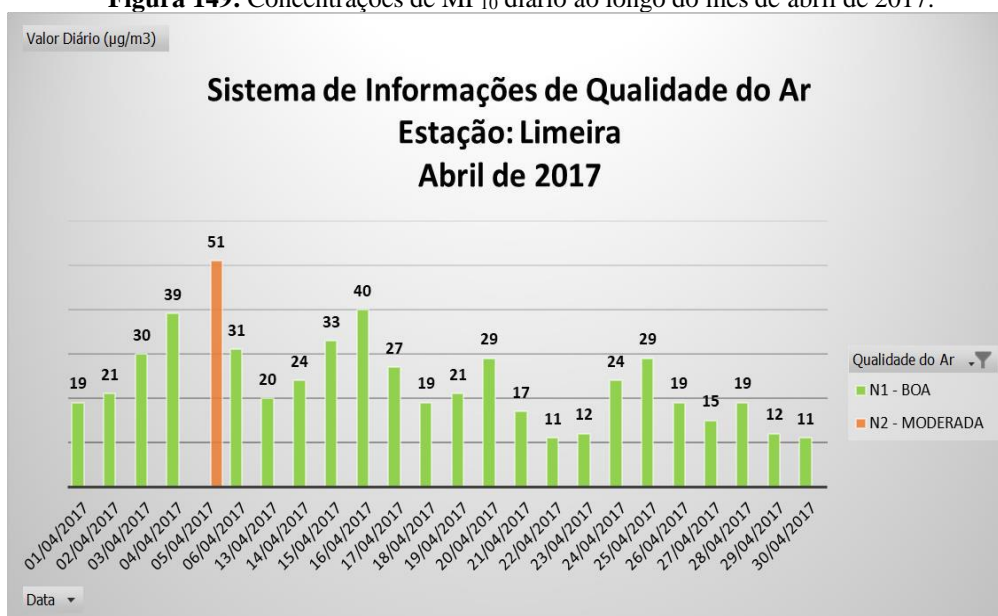
**Figura 147:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2017.



**Figura 148:** Precipitação no município de Jundiá no ano de 2017.

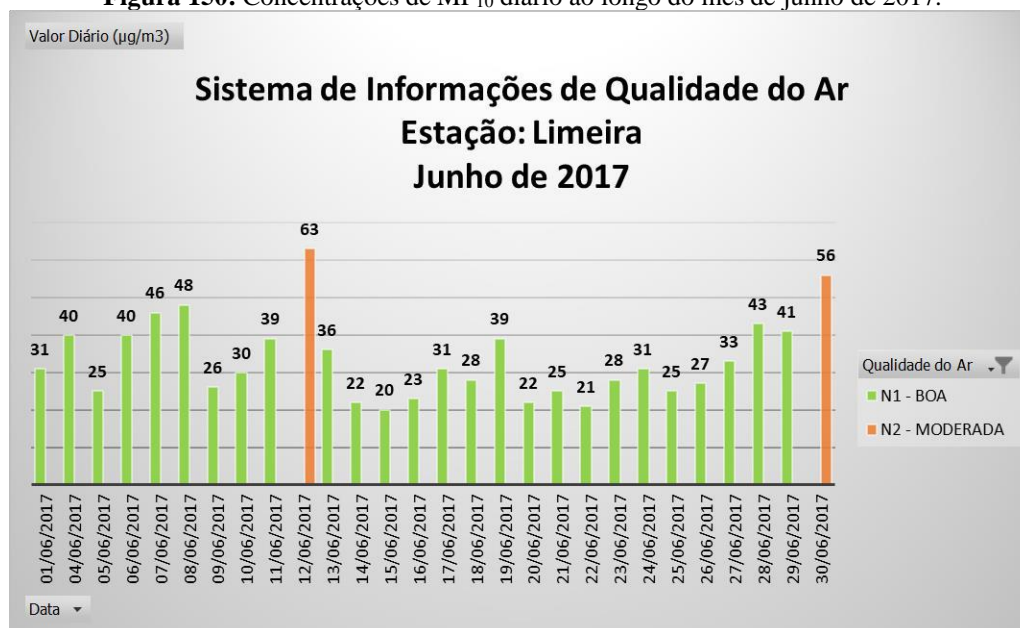
### 3.3.4 Estação Limeira

No mês de abril a precipitação foi de 113,2 mm, a primeira máxima de 36,5 mm no dia 27 e a segunda máxima de 28 mm no dia 22. O primeiro intervalo sem chuva foi nos dias 8 a 21 e o segundo intervalo nos primeiros 4 dias. A concentração de MP<sub>10</sub> foi relativamente baixa durante o mês inteiro e um dia acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 149).

**Figura 149:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2017.

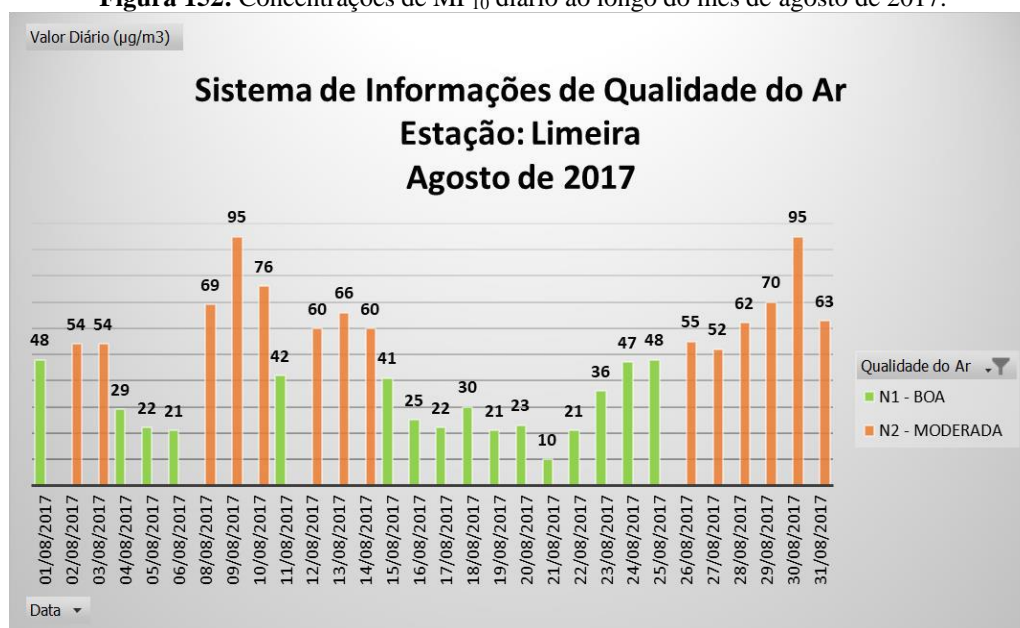
O terceiro mês com o menor índice pluviométrico foi o mês de junho, com 18,9 mm, distribuídos entre os dias 6 e 14, intercalados com pequenos intervalos sem chuva. Os últimos 17 dias não teve precipitações. As concentrações de  $MP_{10}$  tiveram um aumento em apenas 2 dias, 12 e 30, com a máxima de  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 150).

**Figura 150:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de junho de 2017.

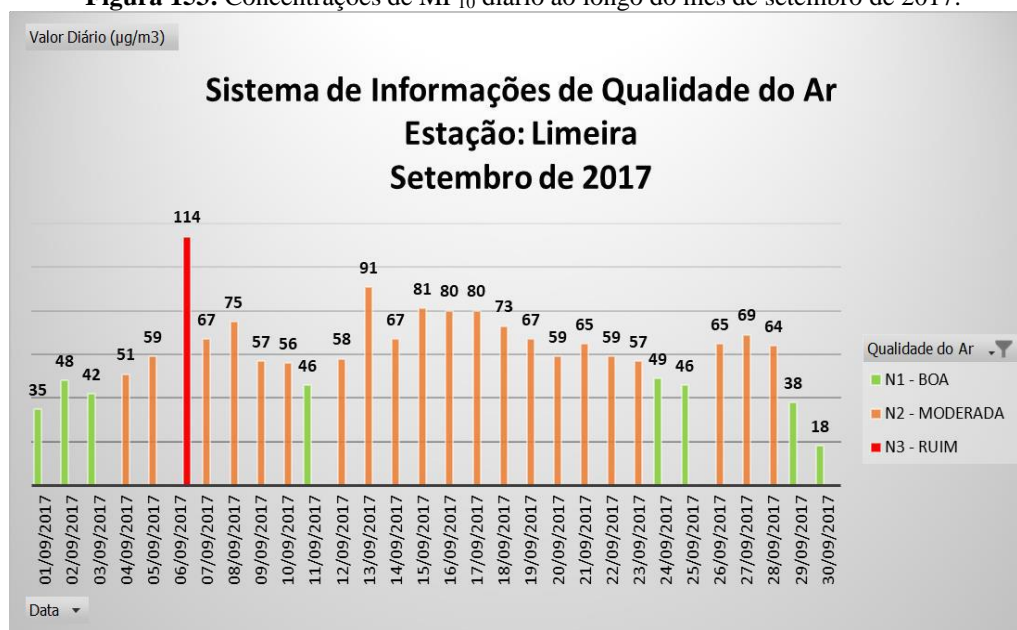


O mês de julho não teve registro de precipitações, apesar da escassez de chuva, as concentrações de  $MP_{10}$  foram mais baixas do que o esperado (Figura 151). Meses com índices pluviométricos mais alto, em alguns casos, apresentam maiores concentrações do material particulado.

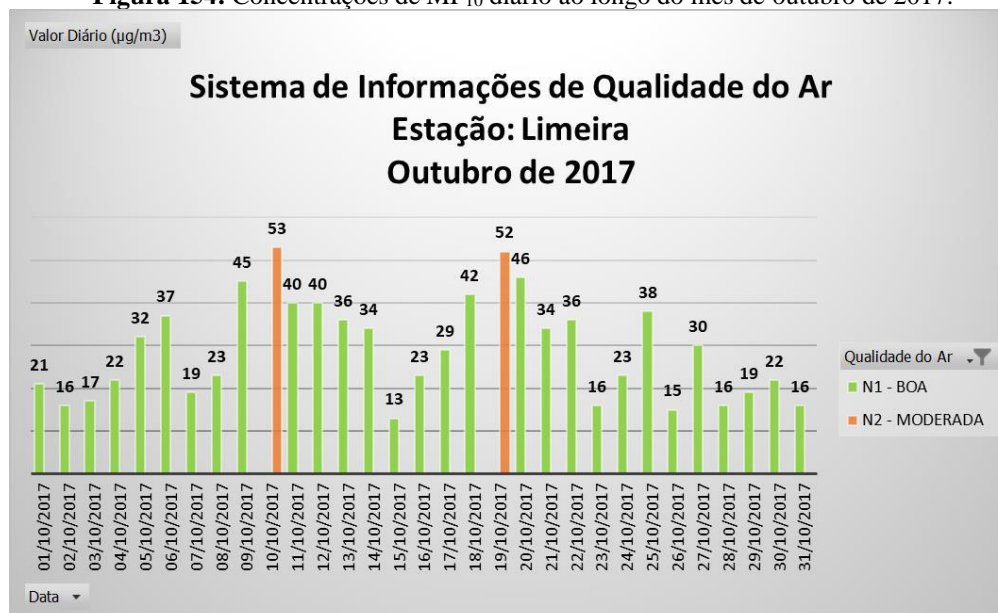
No mês de agosto a precipitação foi de 50,1 mm entre os dias 16 e 21. Os primeiros 15 dias e os últimos 10 dias a precipitação foi igual a 0. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  estão nos maiores intervalos sem chuva do mês, as máximas concentrações atingiram  $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 152).

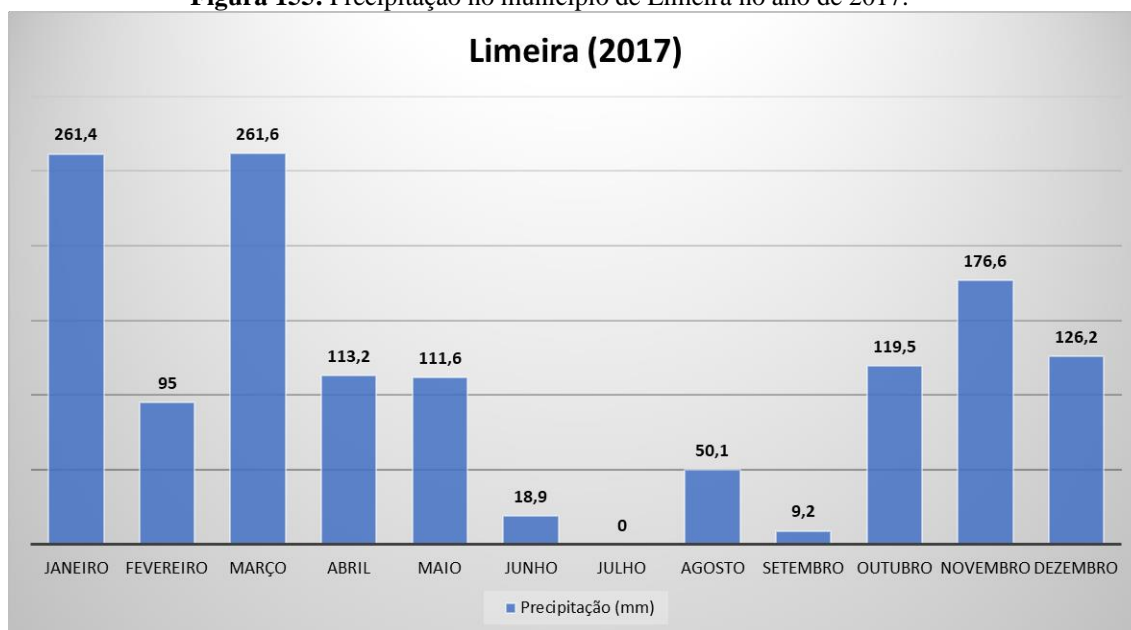
**Figura 151:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2017.**Figura 152:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2017.

O mês de setembro foi o segundo com o menor índice pluviométrico no ano de 2017, chovendo 9,2 mm no dia 30 e o restante do mês 0 mm de chuva. Setembro apresentou as maiores concentrações de MP<sub>10</sub> do ano no município de Limeira, com a máxima de 114  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 6 e mais da metade do mês acima de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 153).

**Figura 153:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2017.

Em outubro a precipitação foi de 119,5 mm distribuídos ao longo do mês e com um intervalo sem chuva, entre os dias 13 e 21. A mudança na concentração de MP<sub>10</sub> de setembro para outubro é significativa, somente 2 dias acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 154).

**Figura 154:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2017.

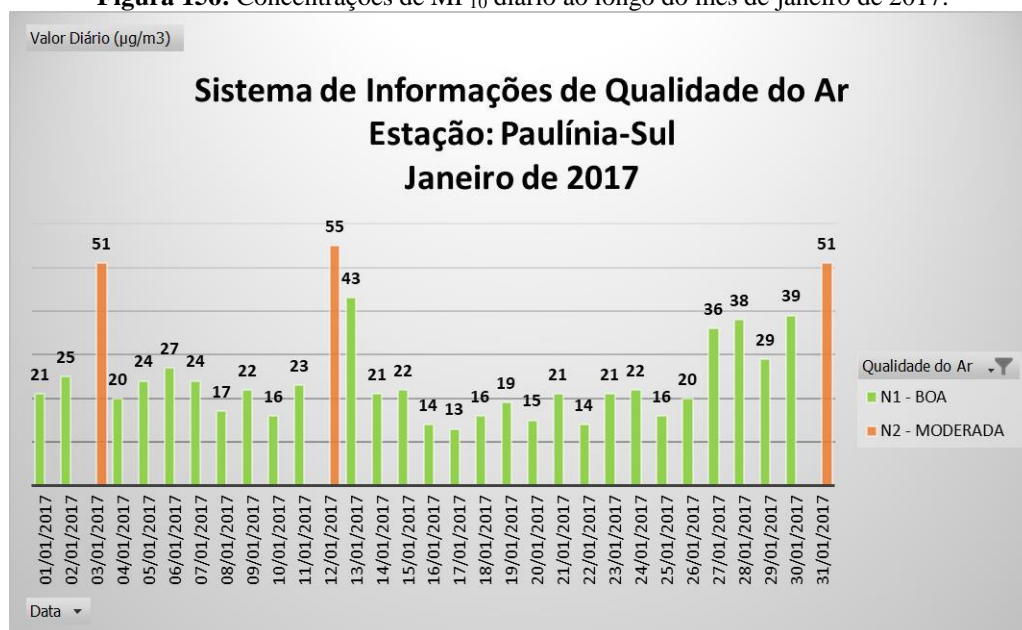
**Figura 155:** Precipitação no município de Limeira no ano de 2017.

### 3.3.5 Estação Paulínia-Sul

No município de Paulínia as análises entre índice pluviométrico e concentração de  $MP_{10}$  só poderão ser feitas com os valores mensais de precipitação, sem avaliar a quantidade diária, devido à ausência de dados fornecidos pelos bancos de dados virtuais.

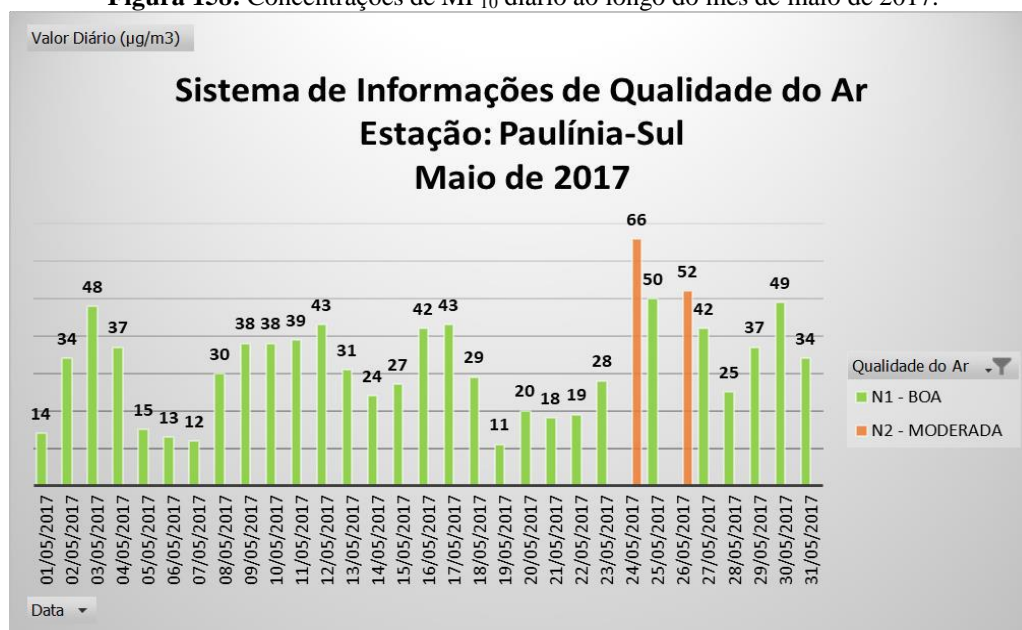
No município de Paulínia o mês de janeiro registrou o maior índice pluviométrico no ano de 2017, com 329,3 mm. As concentrações de  $MP_{10}$  foram baixas durante todo mês, com exceção de 3 dias, que passaram dos  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 156).

Em fevereiro a precipitação foi de 109 mm e um dia de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nota-se um pequeno aumento nos dias 17 e 21, mas as classificações continuaram sendo “boas” pelo índice de qualidade do ar (Figura 157).

**Figura 156:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de janeiro de 2017.**Figura 157:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de fevereiro de 2017.

No mês de maio precipitou 165,4 mm e assim como o mês de fevereiro, a concentração de MP<sub>10</sub> foi relativamente baixa durante o mês inteiro, com duas exceções que atingiram 66 e 52 µg/m<sup>3</sup> (Figura 158).

**Figura 158:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2017.



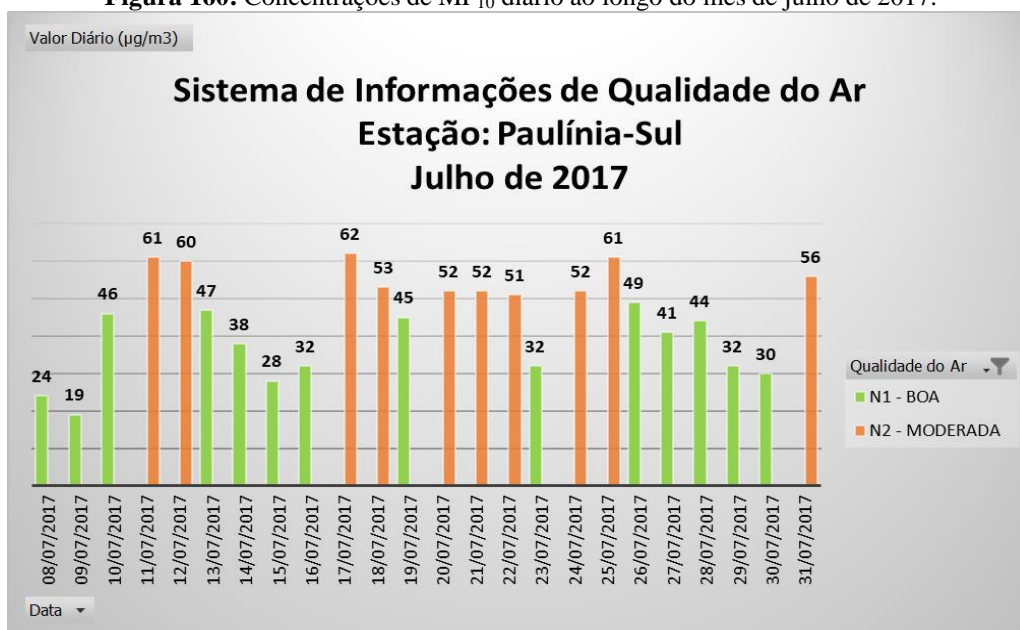
No mês de junho a precipitação foi de 29,1 mm, a terceira menor no ano de 2017, porém registrou apenas um dia de aumento na concentração de MP<sub>10</sub>, 65 µg/m<sup>3</sup> no dia 12 (Figura 159).

**Figura 159:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2017.



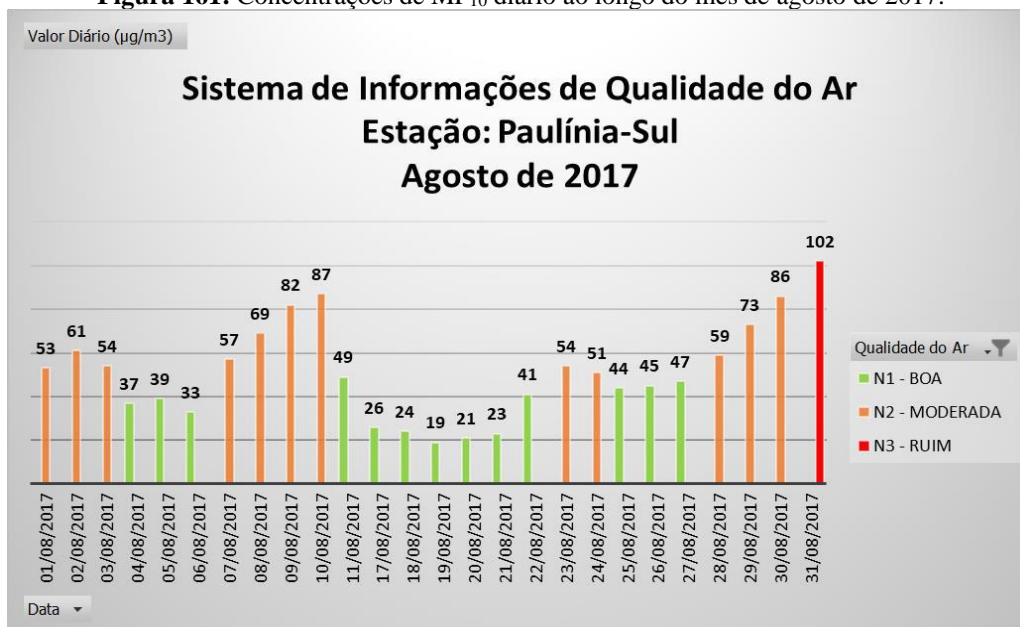
No mês de julho a precipitação foi igual a 0 mm e houve um aumento das concentrações do material particulado em 10 dias distribuídos ao longo do mês (Figura 160).

**Figura 160:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2017.

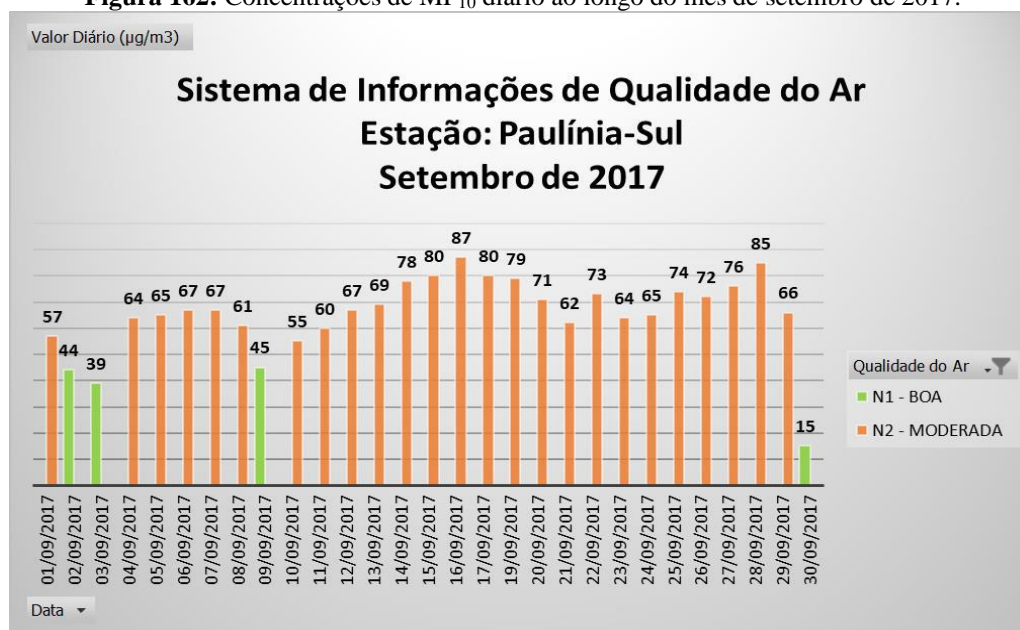


Em agosto a precipitação foi de 31,3 mm e as concentrações de MP<sub>10</sub> elevadas, ultrapassando 100 µg/m<sup>3</sup> no dia 31, considerada “ruim” pelo índice de qualidade do ar, e em 12 dias durante o mês, acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 161).

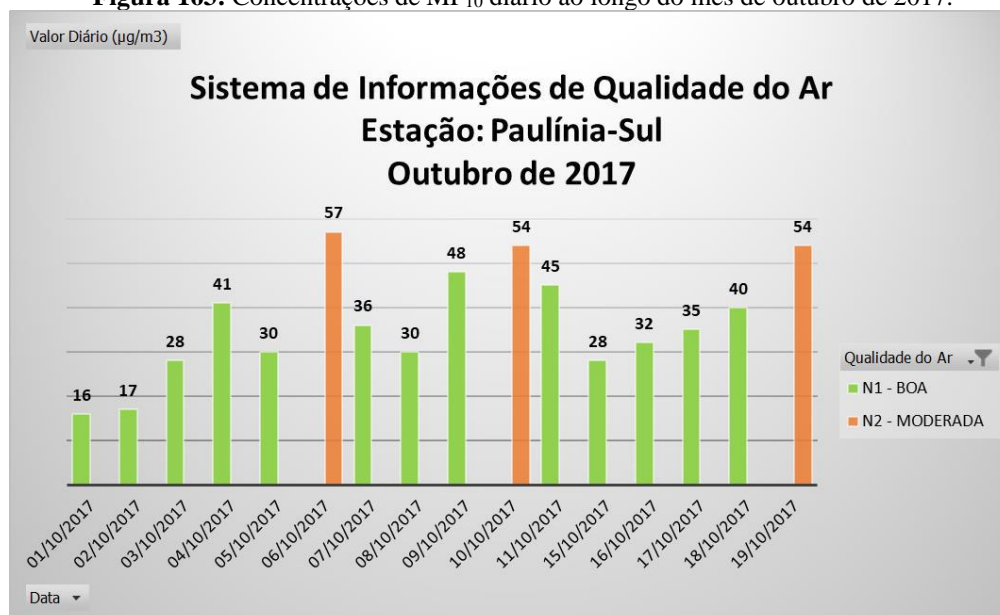
**Figura 161:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2017.

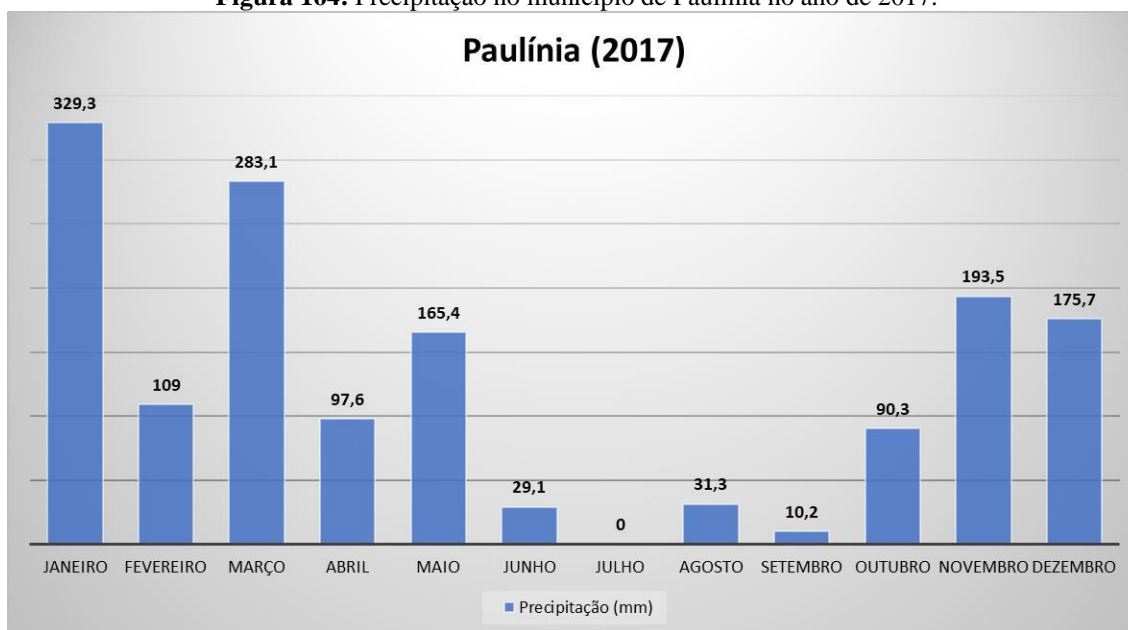


Em setembro, segundo mês com o menor índice pluviométrico, choveu 10,2 mm e praticamente o mês inteiro as concentrações de MP<sub>10</sub> oscilaram entre 50 µg/m<sup>3</sup> e 87 µg/m<sup>3</sup> (Figura 162).

**Figura 162:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2017.

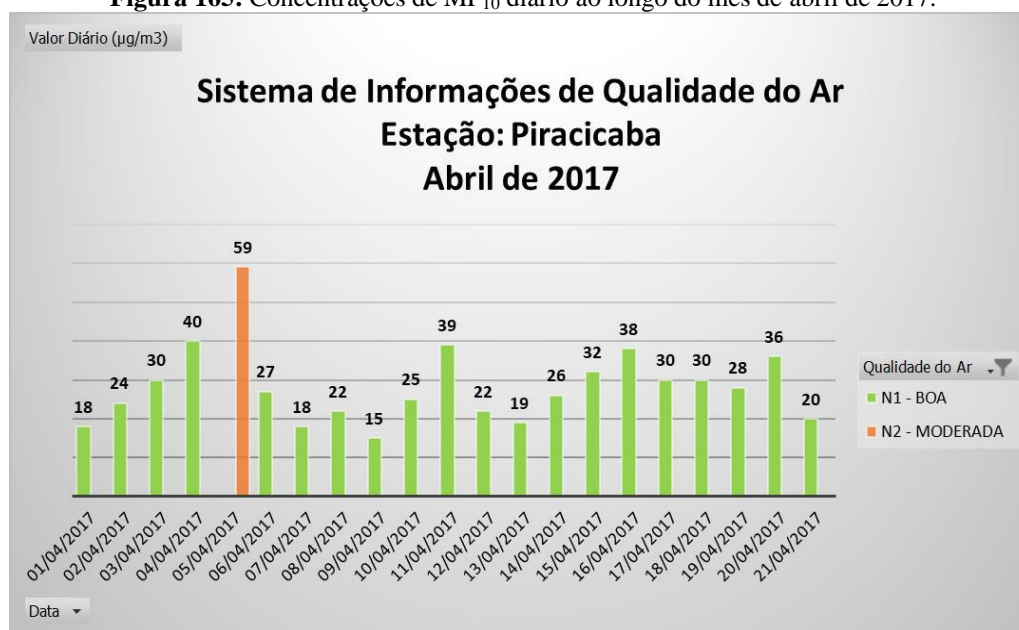
Com índices pluviométricos mais elevados do que os 5 meses anteriores, outubro choveu 90,3 mm e as concentrações de MP<sub>10</sub> diminuíram para uma ocorrência de 3 dias (Figura 163).

**Figura 163:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2017.

**Figura 164:** Precipitação no município de Paulínia no ano de 2017.

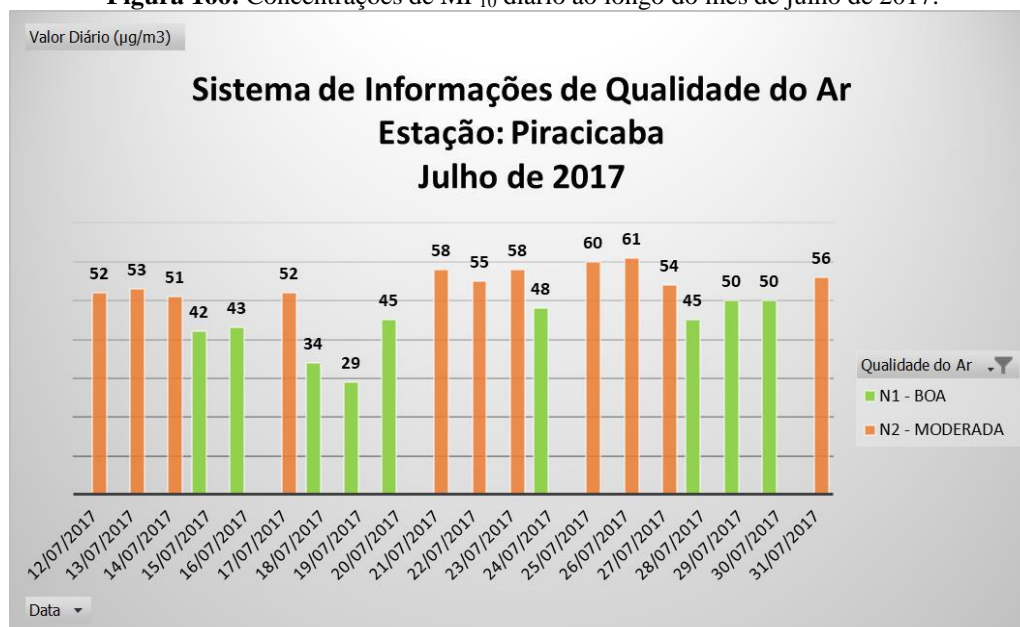
### 3.3.6 Estação Piracicaba

No mês de abril a precipitação no município foi de 121,7 mm, com a primeira máxima de 48,1 mm no dia 7 e a segunda máxima de 31,5 mm no dia 27. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 11 e 20 e o segundo maior intervalo nos 5 primeiros dias. A concentração de  $MP_{10}$  foi baixa, com a máxima de  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 5 (Figura 165).

**Figura 165:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de abril de 2017.

Em julho, assim como os municípios anteriores, não teve precipitação, mesmo com a escassez de água a concentração de MP<sub>10</sub> chegou a 61 µg/m<sup>3</sup>, considerada “moderada” pelo índice de qualidade do ar.

**Figura 166:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2017.



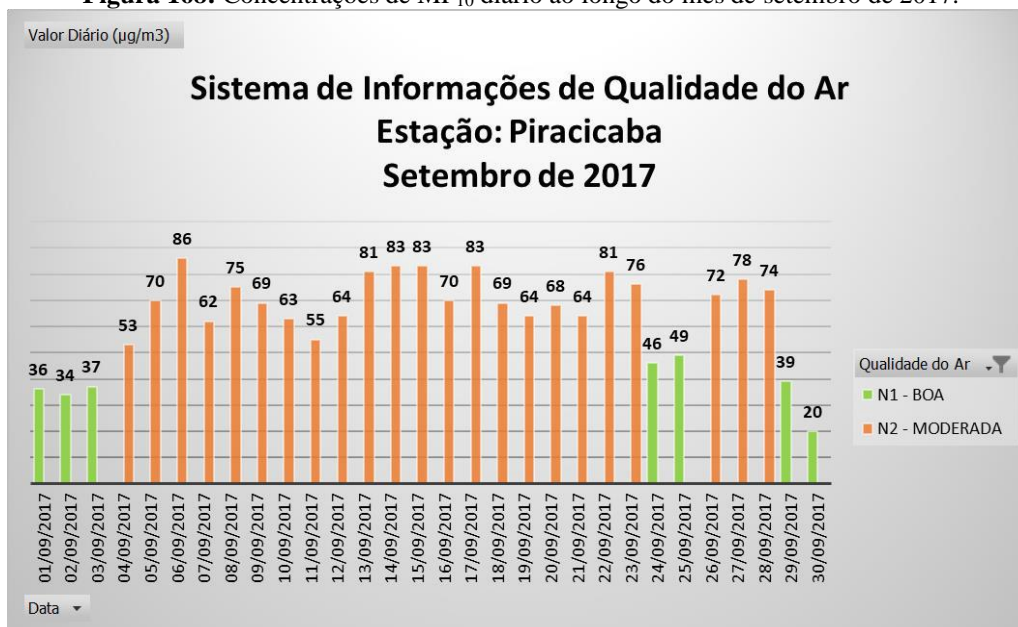
Em agosto a precipitação foi de 45,9 mm, com a primeira máxima de 14,5 mm no dia 21 e a segunda máxima de 10,9 mm no dia 17. O maior intervalo sem chuva foi nos primeiros 15 dias e nos últimos 10 dias do mês. A máxima concentração de MP<sub>10</sub> foi 92 µg/m<sup>3</sup> (Figura 167).

**Figura 167:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2017.



Em setembro choveu 27,6 mm em um único dia (30), os 29 dias anteriores não teve precipitações. Setembro foi o mês com maior frequência de concentração de  $MP_{10}$  no ano de 2017, com a máxima de  $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 168).

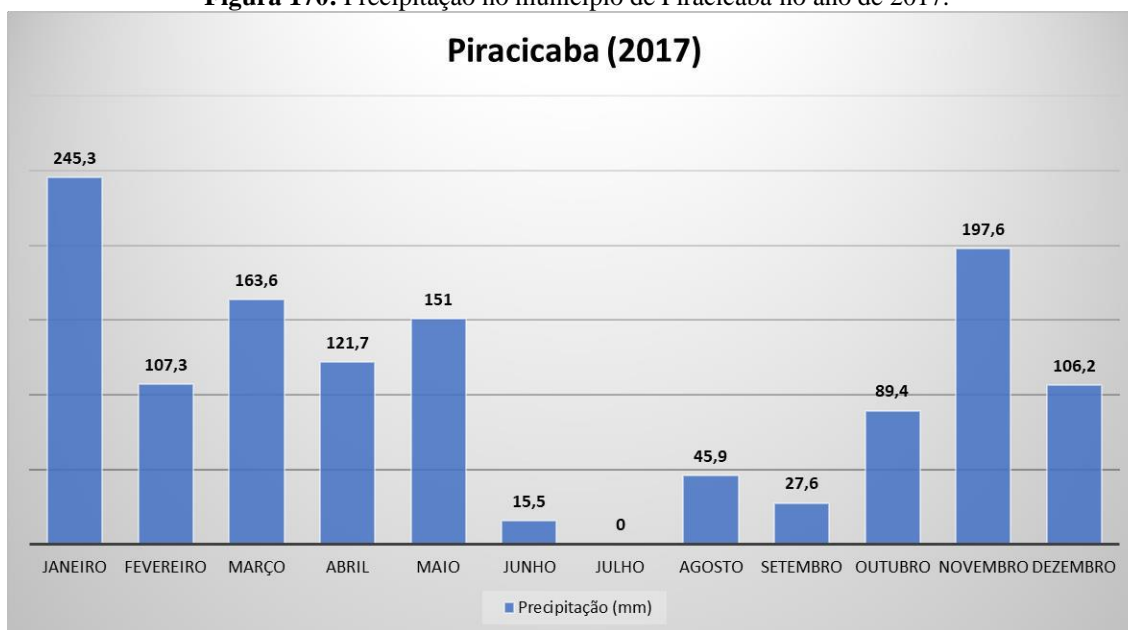
**Figura 168:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2017.



Em outubro a precipitação foi 89,4 mm distribuídos no início e final do mês. A primeira máxima foi de 19 mm no dia 1 e a segunda máxima de 15 mm no dia 8. O maior intervalo sem chuva foi entre os dias 9 e 22. As maiores concentrações não excederam  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 169).

**Figura 169:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de outubro de 2017.



**Figura 170:** Precipitação no município de Piracicaba no ano de 2017.

### 3.3.7 Estação Santa Gertrudes

No ano de 2017 o município de Santa Gertrudes apresentou concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos meses de janeiro a dezembro, menos o mês de outubro.

No mês de janeiro a precipitação foi de 322,9 mm bem distribuídos ao longo do mês e com pequenos intervalos sem chuva. O primeiro intervalo foi do dia 2 ao dia 9, e o segundo maior intervalo nos dias 29, 30 e 31. A concentração de  $MP_{10}$  ocorreu apenas no dia 30. (Figura 171).

**Figura 171:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de janeiro de 2017.

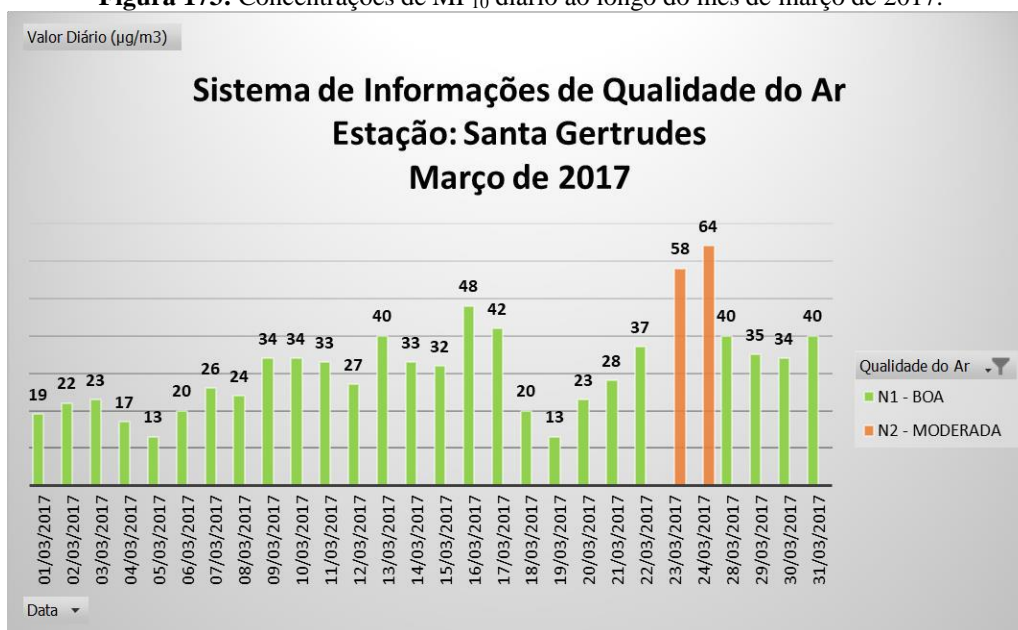
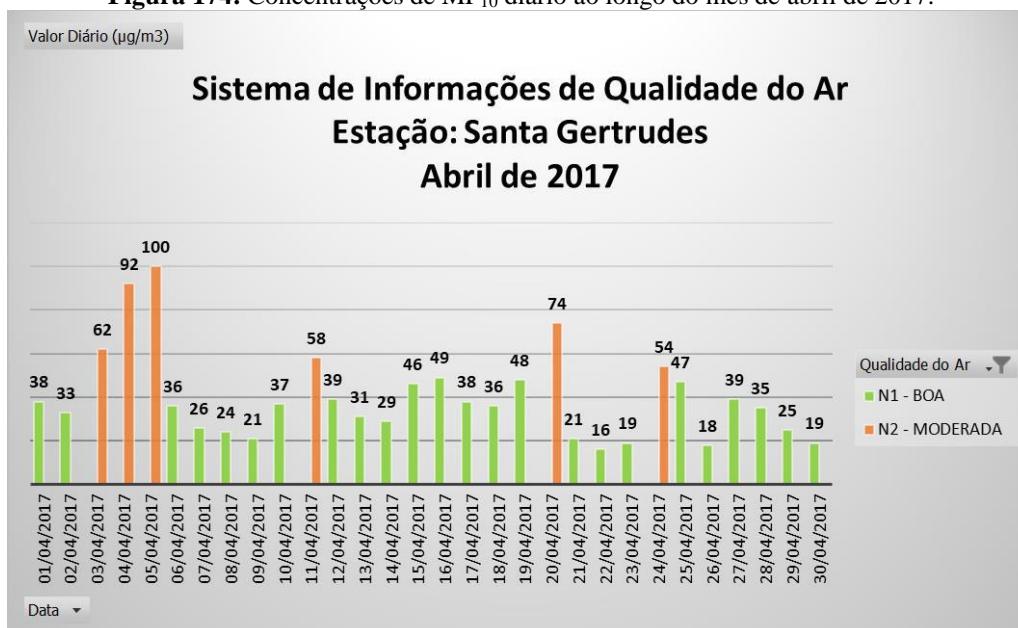
No mês de fevereiro de 2017 a precipitação foi de 41,1 mm, menor do que nos últimos 2 anos. A primeira máxima foi de 11,8 mm no dia 3 e a segunda máxima de 7,2 mm no dia 27. O maior intervalo sem chuva foi entre os dias 8 e 24. As únicas concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram no intervalo sem chuva e com a máxima de 62 µg/m<sup>3</sup> (Figura 172).

**Figura 172:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de fevereiro de 2017.



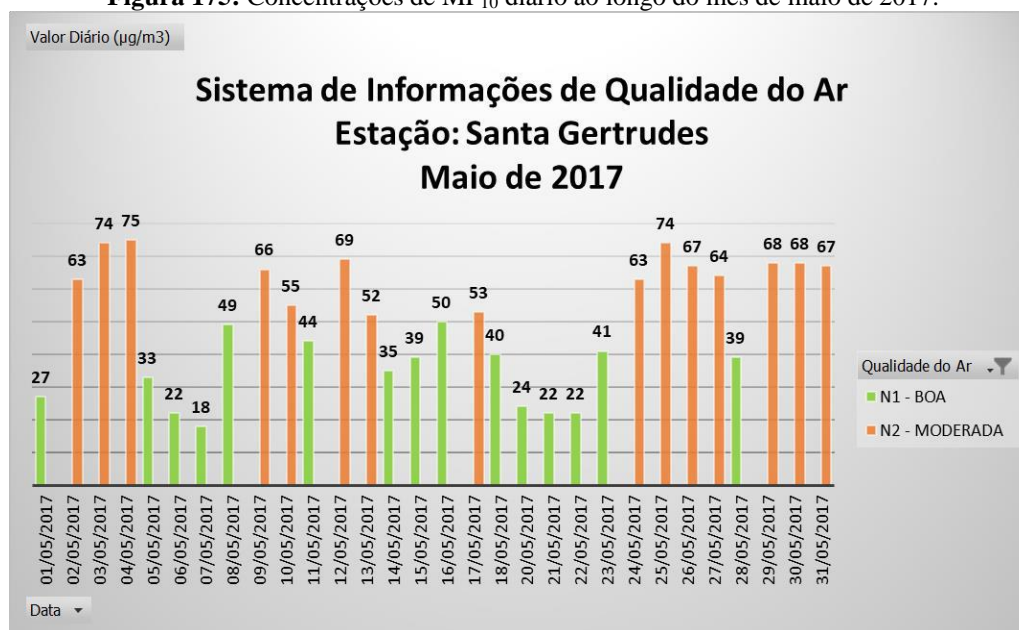
No mês de março a precipitação foi de 157,8 mm bem distribuídos nos 20 primeiros dias. A primeira máxima foi no dia 4 com 44,7 mm de chuva, e a segunda máxima ocorreu no dia 5 com 38,1 mm. O maior período sem chuva do mês aconteceu entre os dias 21 e 31. A concentração de MP<sub>10</sub> não foi significativa, somente 2 dias registraram concentrações acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 173).

O mês de abril teve uma precipitação total de 112,6 mm, com a primeira máxima de 54,5 mm no dia 27 e a segunda máxima de 33,5 mm no dia 7. A quantidade de intervalos sem chuva nesse mês foram maiores do que no mês de março, o maior deles ocorreu entre os dias 13 e 20, do dia 1 ao dia 5, 22 a 26, 28 a 31 e o menor intervalo, do dia 9 ao dia 11. Todas as concentrações de MP<sub>10</sub> estão nesses intervalos sem chuva, com a máxima de 100 µg/m<sup>3</sup> (Figura 174).

**Figura 173:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de março de 2017.**Figura 174:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2017.

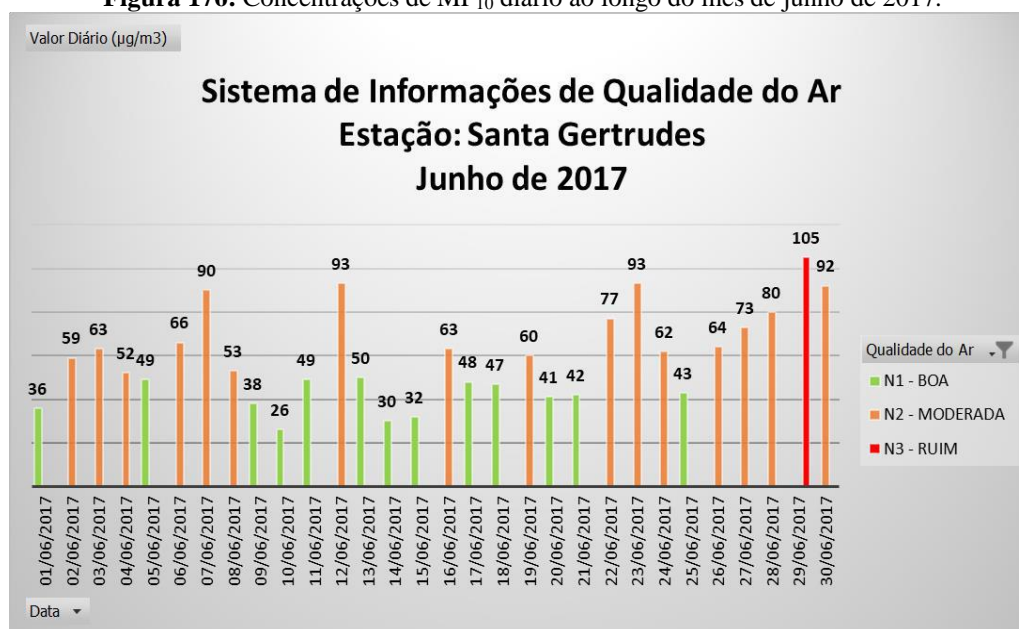
A distribuição de chuva no mês de maio é muito semelhante ao mês de abril, dias de chuva com intervalos de 3 a 9 dias sem. A precipitação total foi de 133 mm, a primeira máxima foi de 33 mm no dia 19 e a segunda máxima no dia 20 com 29,5 mm. O maior intervalo sem chuva foi do dia 23 ao dia 31 e o segundo maior intervalo entre os dias 7 e 14. Nos 4 primeiros dias também não houve precipitação. Todos os dias que exibiram concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> encontram-se nos intervalos sem chuva (Figura 175).

**Figura 175:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2017.



A precipitação de junho foi a terceira menor no ano de 2017, com 11,8 mm divididos em dois dias, 6 e 14. As concentrações de MP<sub>10</sub> são parcialmente altas e um dia acima de 100 µg/m<sup>3</sup> (Figura 176).

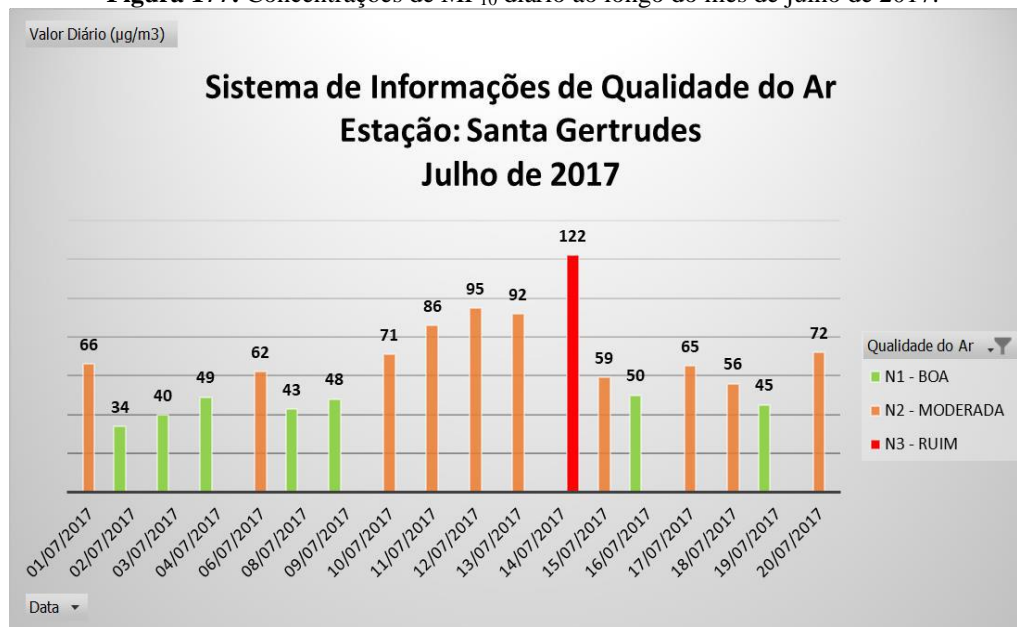
**Figura 176:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2017.



No mês de julho, o município de Santa Gertrudes também não registrou nenhuma chuva ao longo do mês. Apesar disso, a ocorrência das concentrações de MP<sub>10</sub> são semelhantes ao

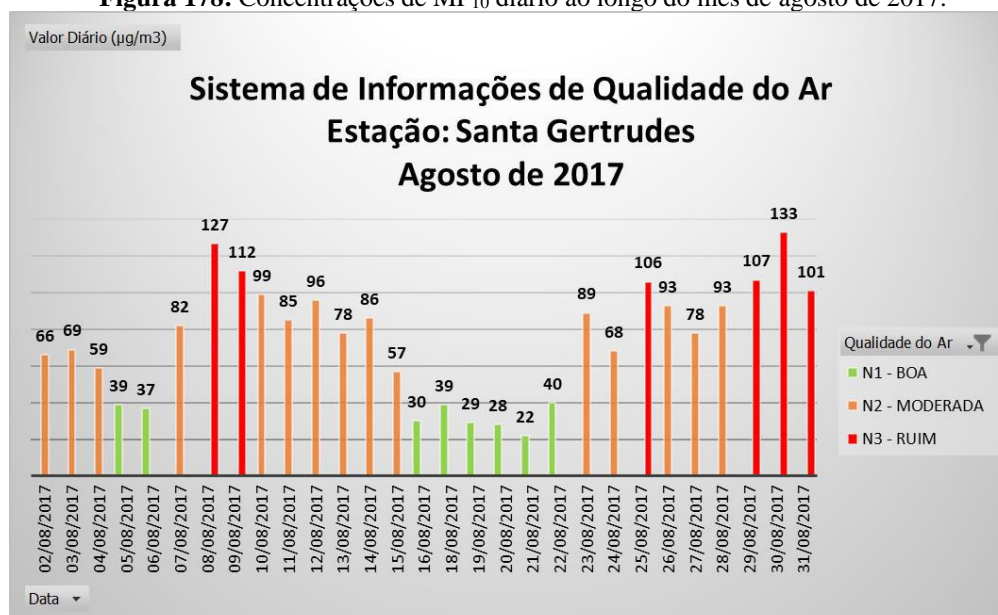
mês anterior, sendo a maioria dos dias com concentrações “moderada” e um dia acima de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 177).

**Figura 177:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2017.



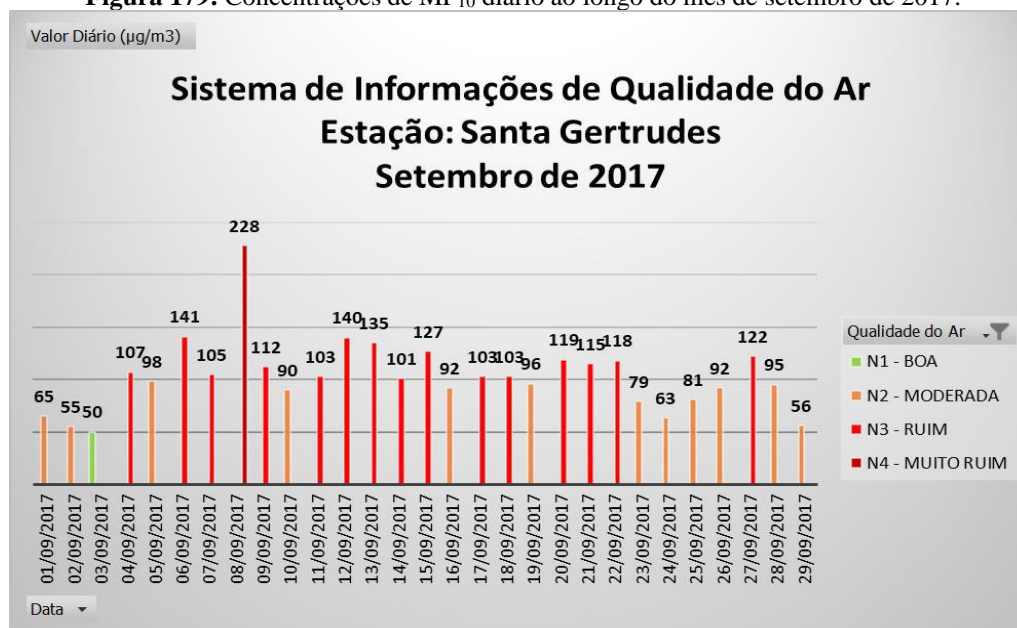
Já no mês de agosto há um aumento nas concentrações acima de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerada “ruim” pelo índice de qualidade do ar, e em dois dias, a concentração ultrapassou os limites diários de curto prazo estabelecidos (Figura 178). A precipitação desse mês foi de 40,8 mm, distribuídos entre os dias 16 e 21.

**Figura 178:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2017.



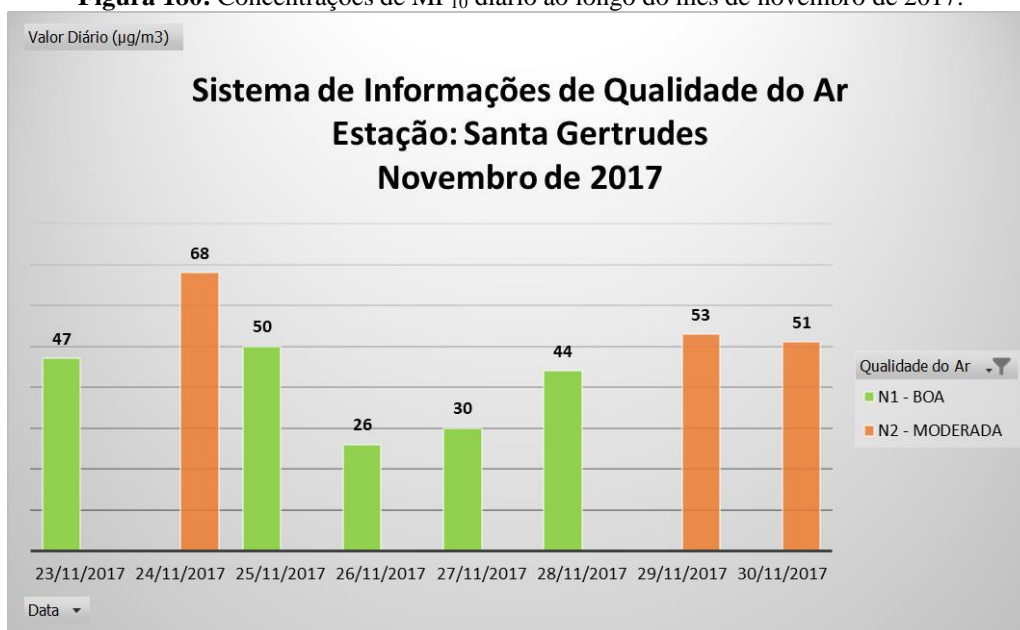
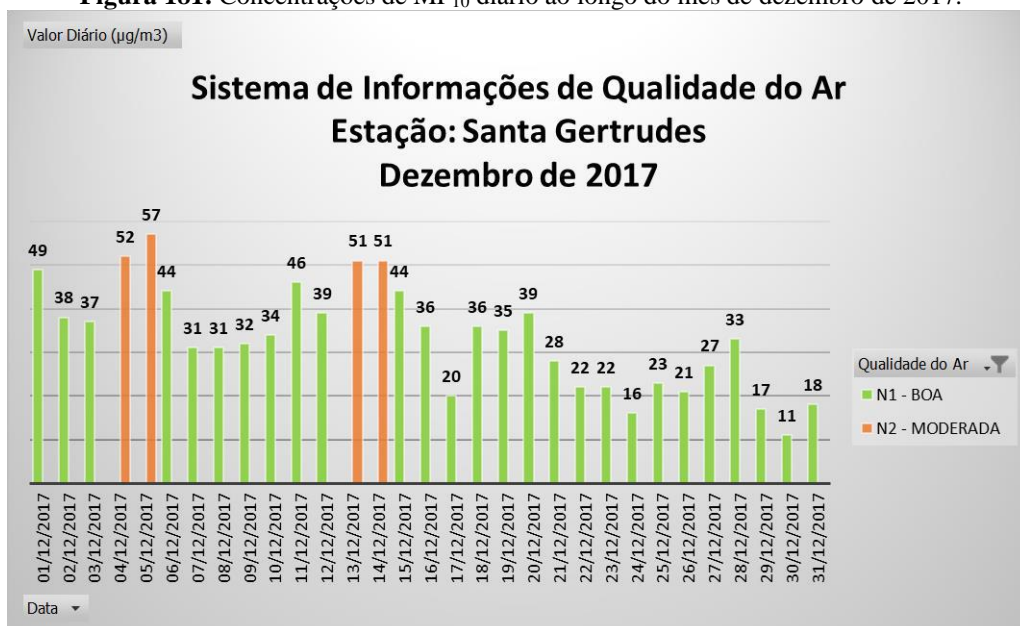
O mês de setembro teve o segundo menor índice pluviométrico no ano de 2017, com 1,2 mm de chuva no dia 29. Foi o primeiro mês com a maior concentração de MP<sub>10</sub>, chegando a 228 µg/m<sup>3</sup>, considerado “muito ruim” pelo índice de qualidade e valores acima do limite dos Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013) (Figura 179).

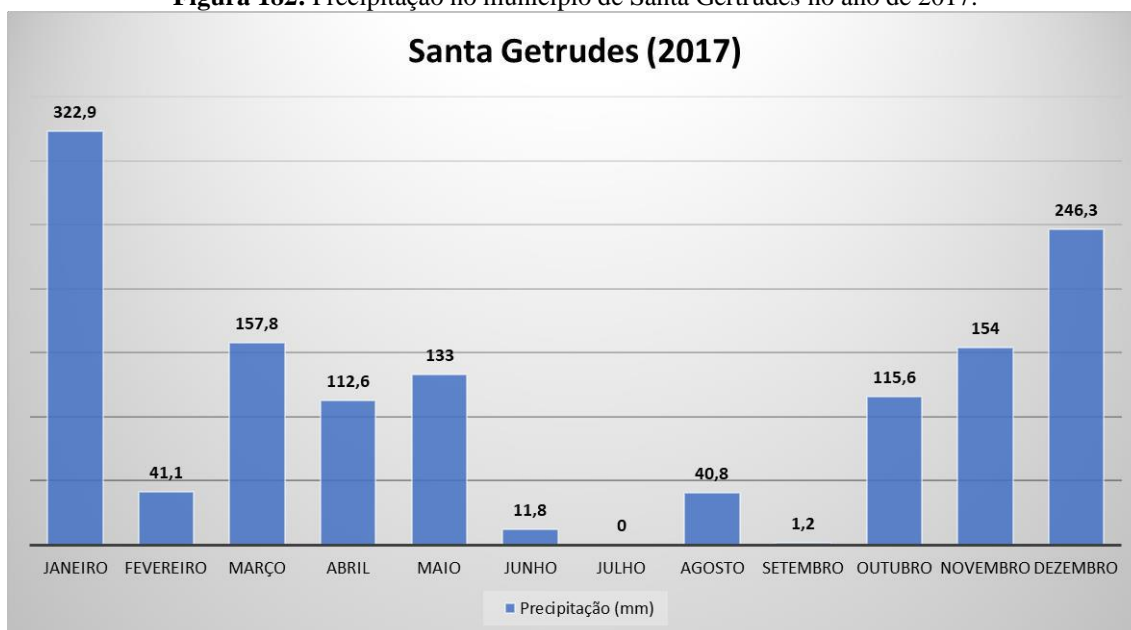
**Figura 179:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2017.



O mês de novembro apresentou melhoras no índice de qualidade do ar, porém há falta de dados nos registros históricos (Figura 180). A precipitação foi de 154 mm ao longo do mês, com pequenos intervalos sem chuva de até 4 dias.

Em dezembro o índice pluviométrico foi o segundo maior do ano, com 246,3 mm intercalados com intervalos de até 6 dias sem chuva. A primeira máxima foi de 56,1 mm no dia 20 e a segunda máxima de 55,4 mm no dia 31. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 12 e 17, o segundo maior entre os dias 2 e 6, e o terceiro entre 23 a 26. A concentração de MP<sub>10</sub> foi baixa com apenas 4 dias acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 181).

**Figura 180:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de novembro de 2017.**Figura 181:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de dezembro de 2017.

**Figura 182:** Precipitação no município de Santa Gertrudes no ano de 2017.

### 3.4 Análise dos Dados de Concentração de MP<sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2018

Em 2018 os dados disponíveis das estações automáticas foram: estação Americana, Americana-Vila Sta. Maria, Campinas (Centro e Taquaral), Jundiá, Limeira, Paulínia, Paulínia (Santa Terezinha e Sul), Piracicaba e Santa Gertrudes. As estações Americana-Vila Sta. Maria e Paulínia-Sul só possuem os dados dos meses de janeiro e fevereiro, as estações Americana e Paulínia-Sta. Terezinha não têm dados de janeiro a abril. Todas as estações apresentaram falta de dados em ao menos 1 dia.

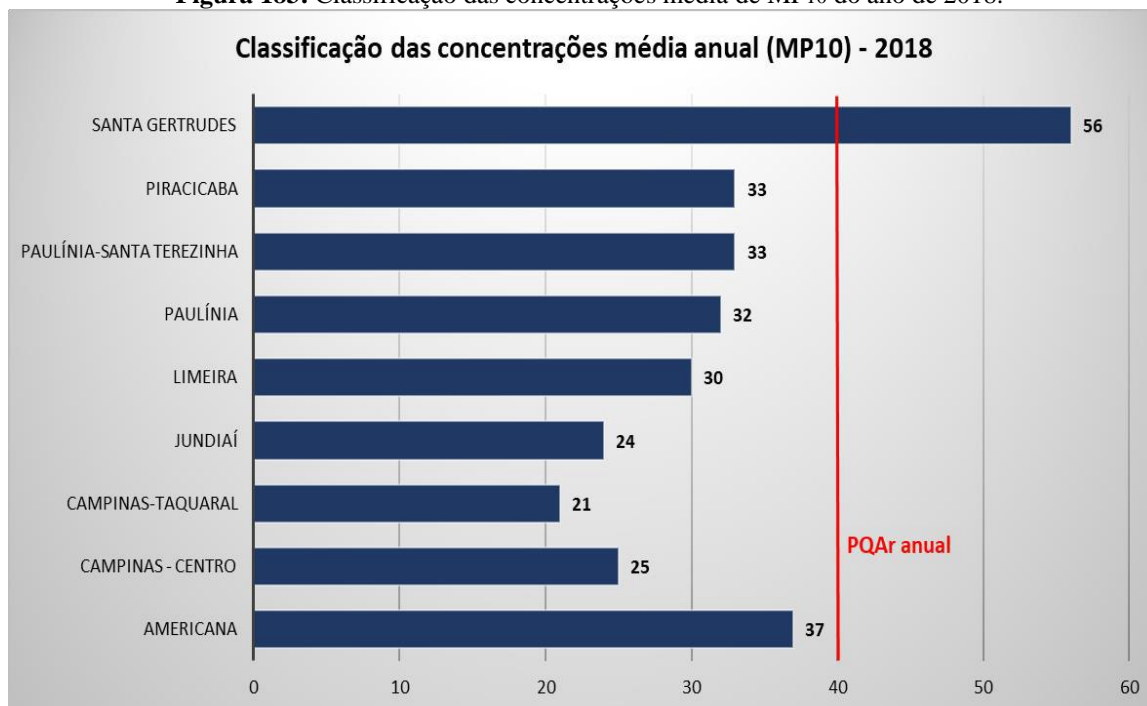
Para cada estação, através da organização dos dados em tabelas, foram produzidos gráficos a partir dos meses selecionados cujo os índices excederam a qualidade N1 -Boa (>40), ou seja, quantidade de material particulado inalável acima de 50 µg/m<sup>3</sup> em um período de 24h.

No gráfico da Figura 183 são apresentadas as concentrações médias de 2018, com apenas o município de Santa Gertrudes ultrapassando o padrão de longo prazo (40 µg/m<sup>3</sup>) com uma média de 56 µg/m<sup>3</sup>. As estações Americana-Vila Sta. Maria e Paulínia-Sul não foram incluídas pela falta de dados, podendo interferir nos valores das médias de forma equivocada

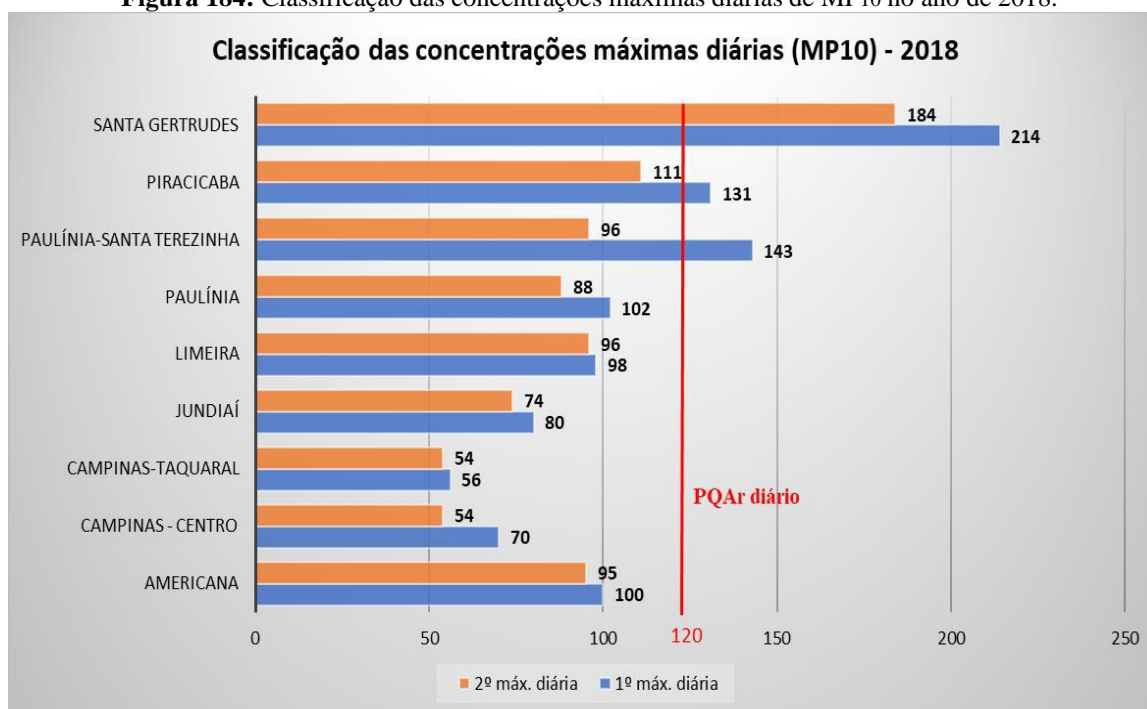
No padrão de qualidade do ar de curto prazo (120 µg/m<sup>3</sup>) o município de Santa Gertrudes, Paulínia (estação Sta. Terezinha) e Piracicaba excederam as concentrações máximas diárias, as primeiras máximas com 214 µg/m<sup>3</sup>, 143 µg/m<sup>3</sup>, 131 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente, classificadas

como “muito ruim” pelo índice de qualidade do ar. As estações Paulínia e Americana registraram médias diárias acima ou igual a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , consideradas “ruim” no índice de qualidade (Figura 184).

**Figura 183:** Classificação das concentrações média de MP10 do ano de 2018.



**Figura 184:** Classificação das concentrações máximas diárias de MP10 no ano de 2018.



### 3.4.1 Estação Americana

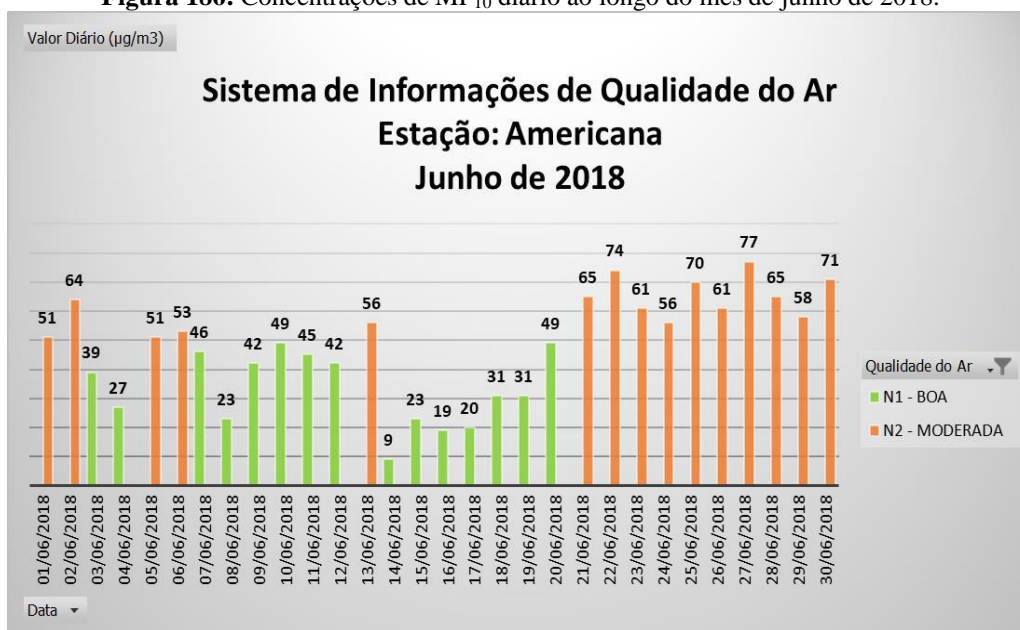
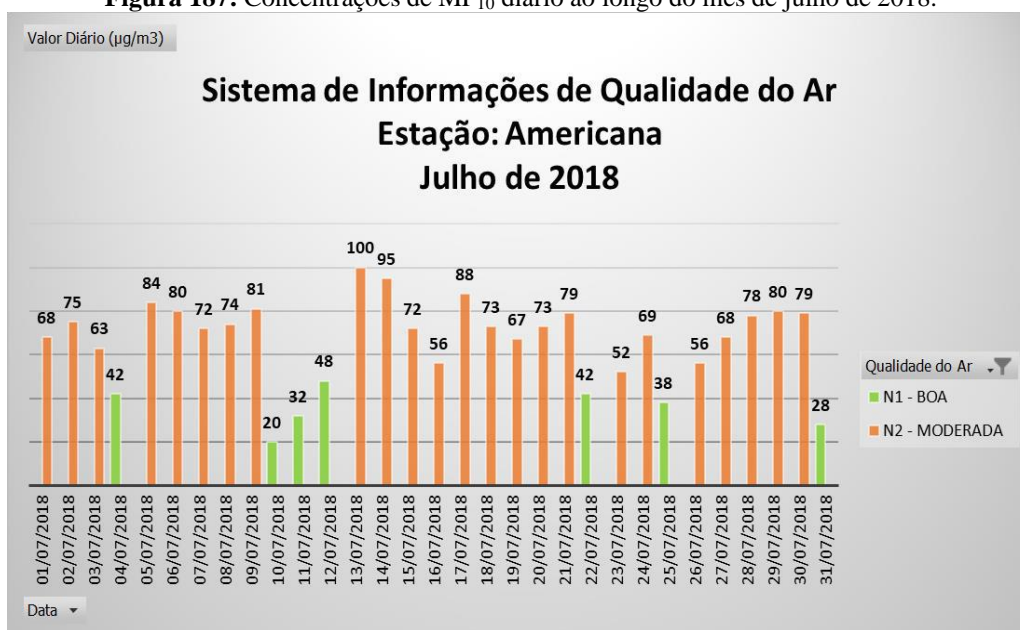
No mês de maio o município de Americana teve um índice pluviométrico de 25,20 mm, com a primeira máxima de 17,3 mm no dia 17 e a segunda máxima de 3,5 mm no dia 16. Os 15 primeiros dias e os últimos 11 dias não houve precipitação. As concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram nos intervalos sem chuva e com a máxima de 58 µg/m<sup>3</sup> (Figura 185).

**Figura 185:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2018.



O mês de junho apresentou o segundo menor índice pluviométrico do ano, com 12,7 mm divididos em 4 dias, 7 e 8, 13 e 14. O maior intervalo sem chuva aconteceu entre os dias 15 e 30, o segundo maior intervalo nos 6 primeiros dias e entre os dias 9 e 12. A maior frequência na concentração de MP<sub>10</sub> foi no maior intervalo sem chuva do mês, com a máxima de 77 µg/m<sup>3</sup> (Figura 186).

A precipitação no mês de julho foi de 2,50 mm, a menor do ano, no dia 31. Em julho teve a maior média de concentração do material particulado inalável, praticamente o mês inteiro registrou valores acima de 50 µg/m<sup>3</sup> e a máxima chegou a 100 µg/m<sup>3</sup> (Figura 187).

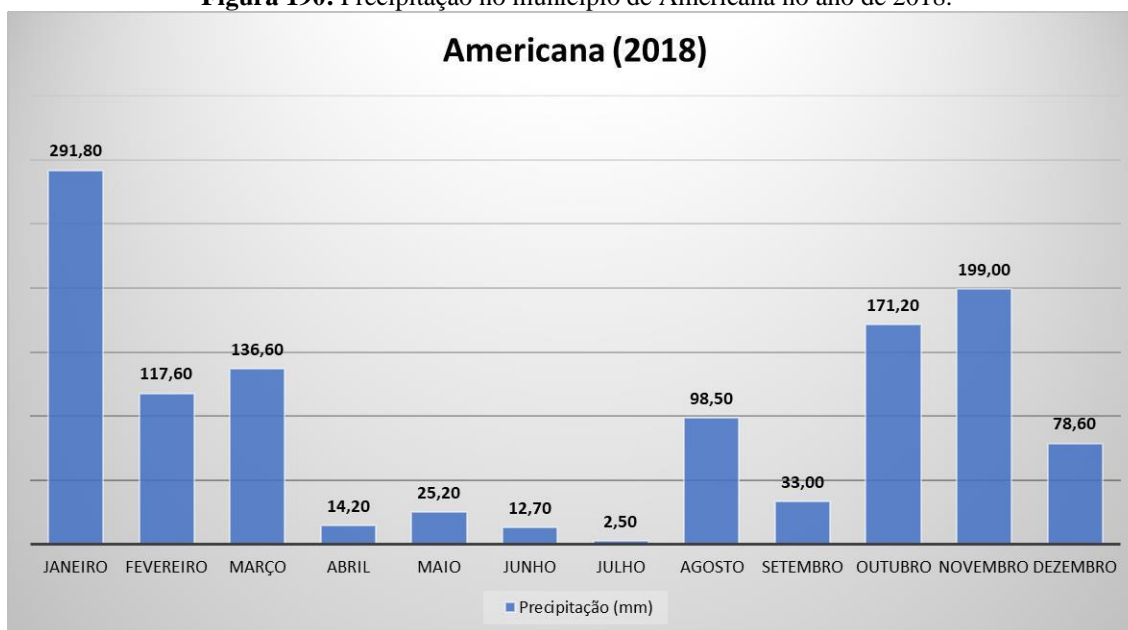
**Figura 186:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2018.**Figura 187:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2018.

Em agosto a precipitação foi maior, 98,50 mm, distribuídos nos 9 primeiros dias e no dia 25. O maior intervalo sem chuva foi entre os dias 10 e 24. Os maiores valores de MP<sub>10</sub> aparecem entre os dias 20 e 24, chegando a 80 µg/m<sup>3</sup> (Figura 188).

**Figura 188:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2018.

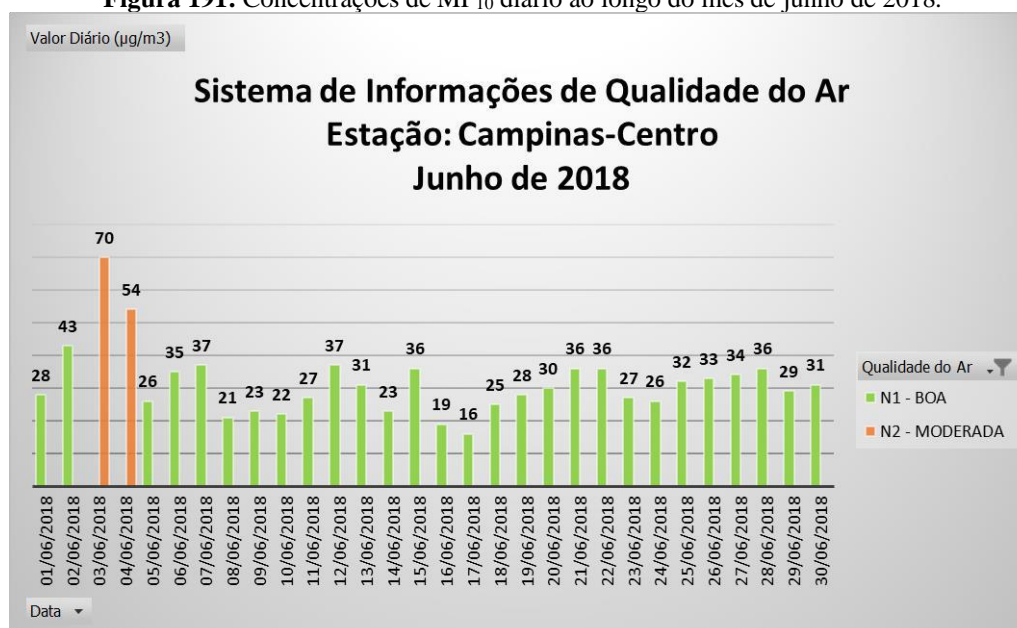
No mês de setembro a precipitação foi de 33 mm intercalados com intervalos sem chuva, o maior entre os dias 6 e 13, o segundo maior entre os dias 22 e 27 e os 3 primeiros dias do mês. As concentrações de MP<sub>10</sub> foram menos frequentes e com a máxima de 74 µg/m<sup>3</sup> (Figura 189).

**Figura 189:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2018.

**Figura 190:** Precipitação no município de Americana no ano de 2018.

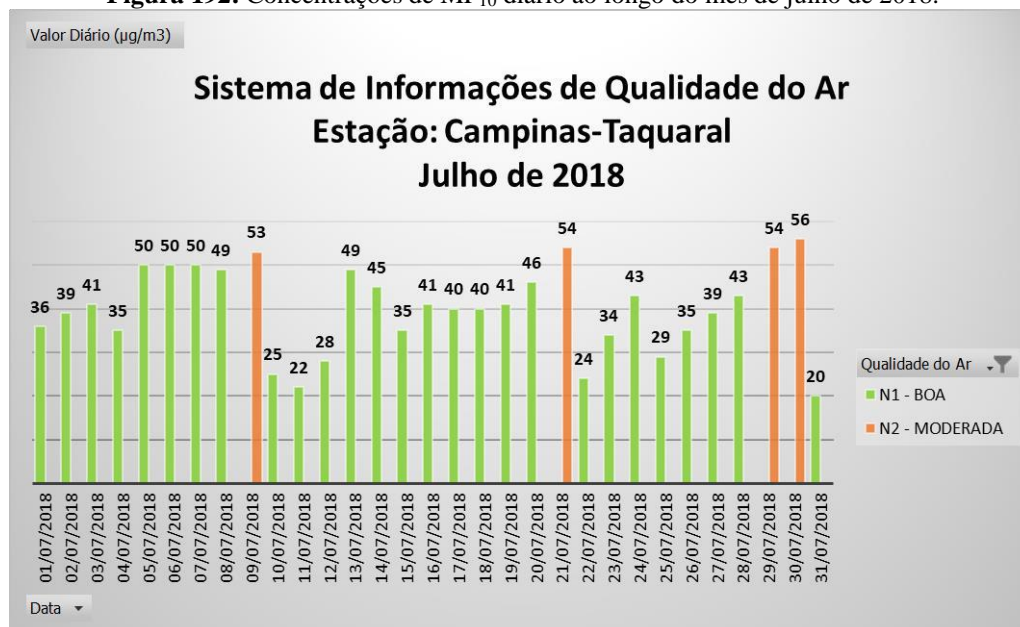
### 3.4.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral)

As estações Campinas-Centro e Campinas-Taquaral registraram concentrações de  $MP_{10}$  nos meses de junho e julho, respectivamente. Em junho, a precipitação foi de 7,2 mm, divididos nos dias 8 e 13. Mesmo com o baixo índice pluviométrico, os maiores valores de  $MP_{10}$  foram registrados nos dias 3 e 4, com a máxima de  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 191).

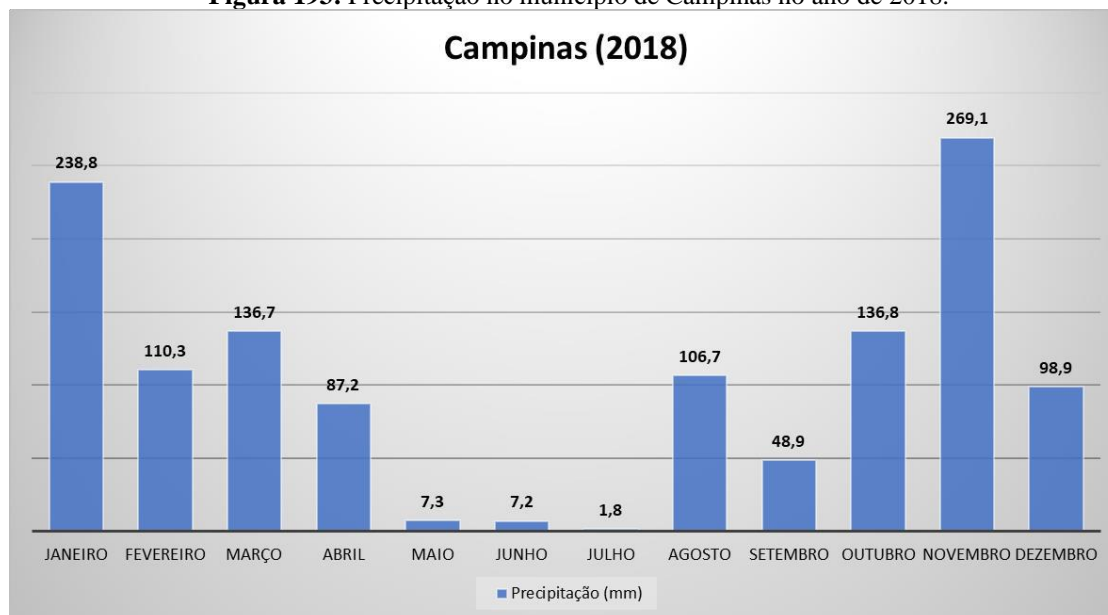
**Figura 191:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de junho de 2018.

Em julho precipitou 1,8 mm no dia 31, o menor índice do ano. Assim como o mês anterior, julho não apresentou altas concentrações de MP<sub>10</sub> ao longo do mês, a máxima chegou a 56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 192).

**Figura 192:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2018.



**Figura 193:** Precipitação no município de Campinas no ano de 2018.



### 3.4.3 Estação Jundiáí

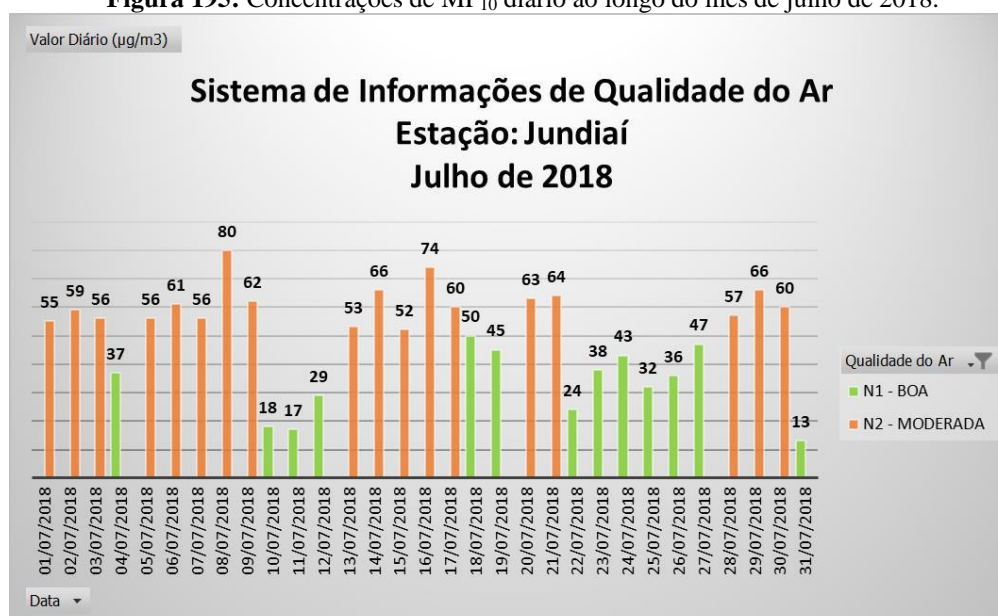
Em junho a precipitação foi de 16,8 mm, sendo a primeira máxima de 12,9 mm no dia 12. Porém, apenas um dia excedeu a concentração de  $MP_{10}$  na qualidade “moderada” (Figura 194).

**Figura 194:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de junho de 2018.



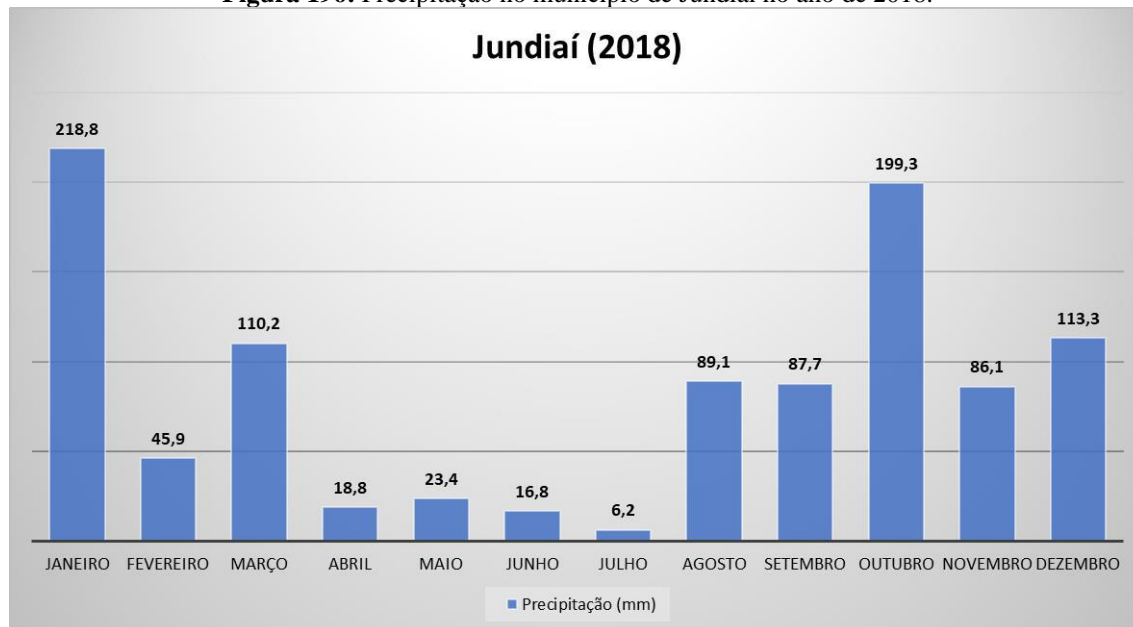
No mês de julho a precipitação foi de 6,2 mm, a menor do ano, no dia 31. Durante o mês, as concentrações de  $MP_{10}$  ultrapassaram os  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 195).

**Figura 195:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2018.



Embora os índices pluviométricos sejam baixos, as concentrações de  $MP_{10}$  não chegaram a ser classificadas como “ruim”, pelo índice de qualidade do ar.

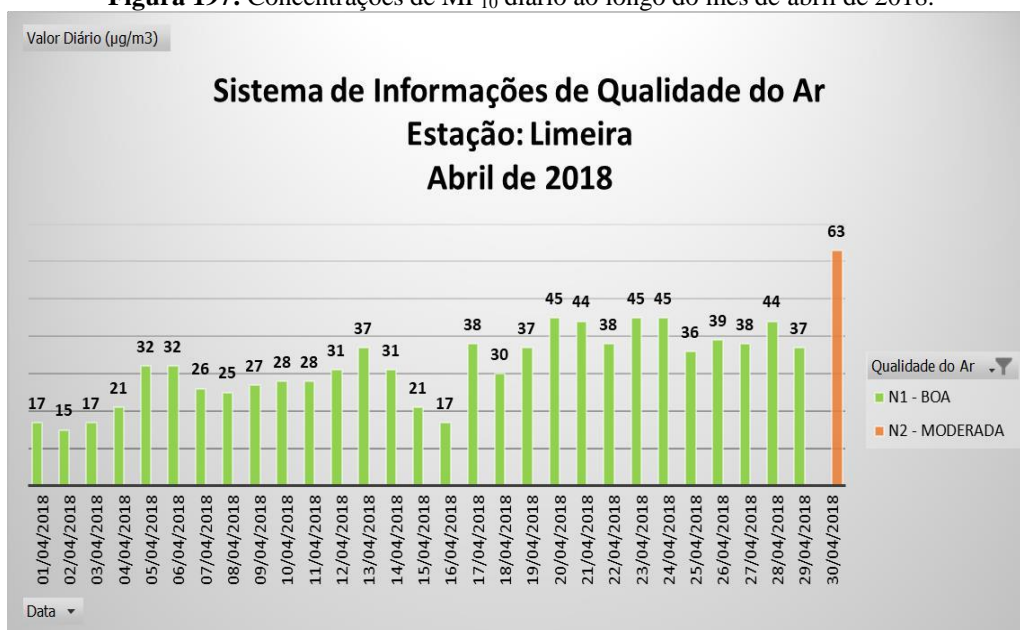
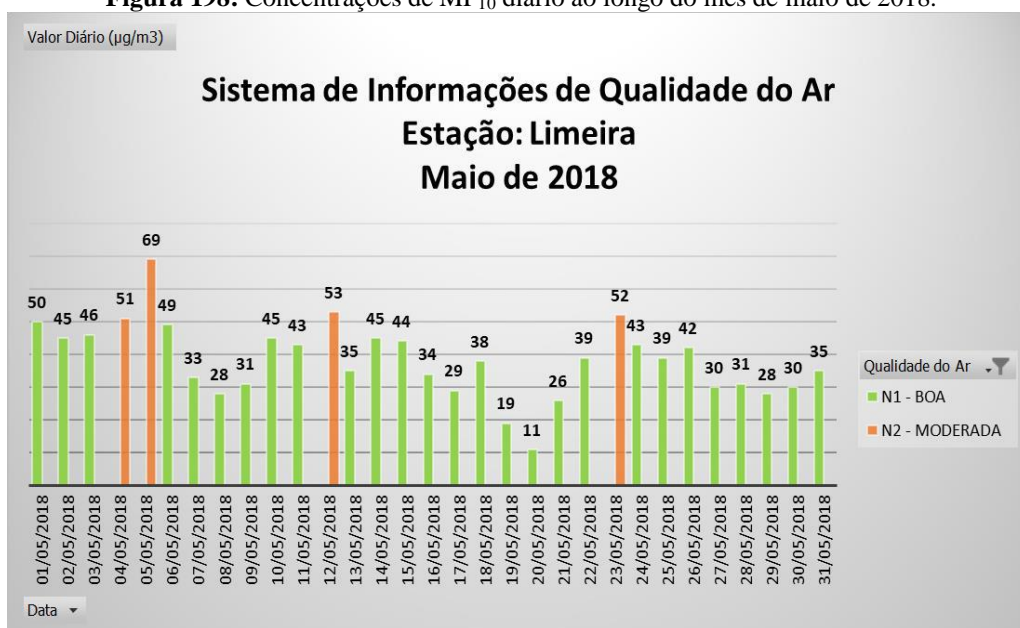
**Figura 196:** Precipitação no município de Jundiaí no ano de 2018.



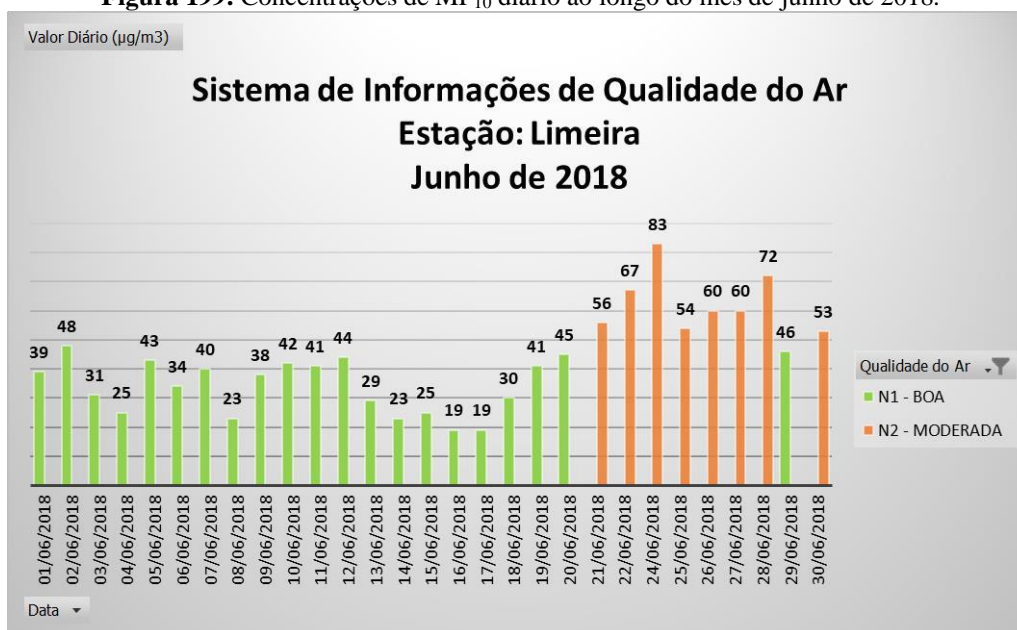
#### 3.4.4 Estação Limeira

Em Limeira, as concentrações de  $MP_{10}$  classificadas como “moderada” começam a ser registradas desde o mês de abril até o mês de outubro, para o ano de 2018. No mês de abril a precipitação foi de 18,1 mm, com a primeira máxima de 16,4 mm no dia 4. Do dia 5 ao dia 30 a precipitação foi igual a 0. Ainda assim, um dia apresentou valor acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , o restante do mês permaneceu com valores ideais para o índice de qualidade do ar (Figura 197).

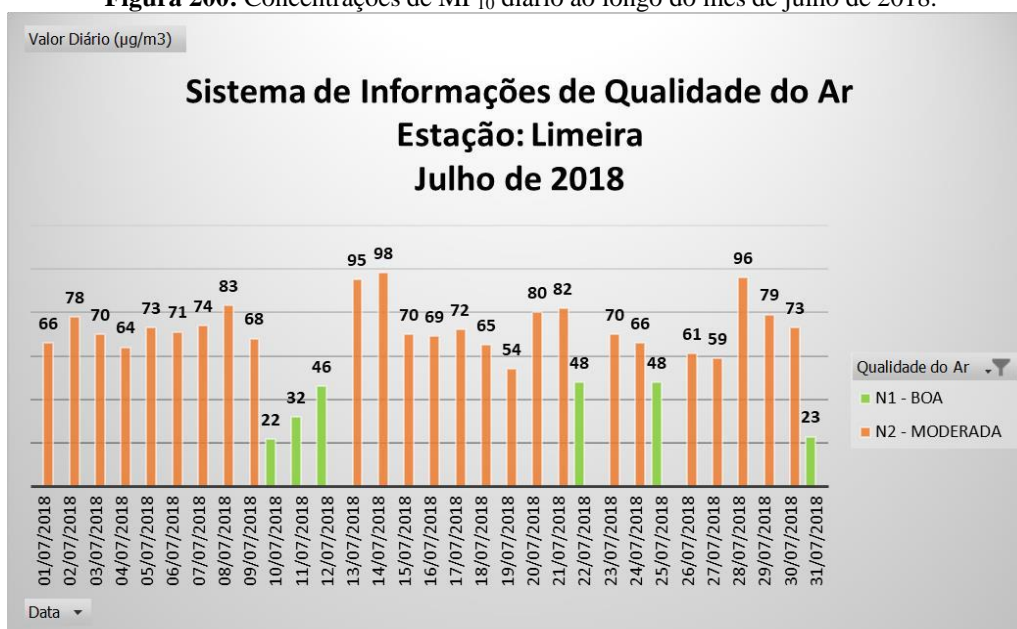
No mês de maio a precipitação ocorreu em um único dia, com 15,1 mm de chuva no dia 20. Em 4 dias as concentrações de  $MP_{10}$  excederam  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos intervalos sem chuva do mês, pouco significativo se comparado com o município de Santa Gertrudes, por exemplo. A máxima concentração foi de  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . (Figura 198).

**Figura 197:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2018.**Figura 198:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2018.

No mês de junho a precipitação foi de 2,4 mm, a menor no ano de 2018. A primeira máxima foi de 1,5 mm no dia 8. O maior intervalo sem chuva foi nos últimos 17 dias, mesmo intervalo que as concentrações de MP<sub>10</sub> foram mais frequentes e elevadas, com a máxima de 83 µg/m<sup>3</sup> (Figura 199).

**Figura 199:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2018.

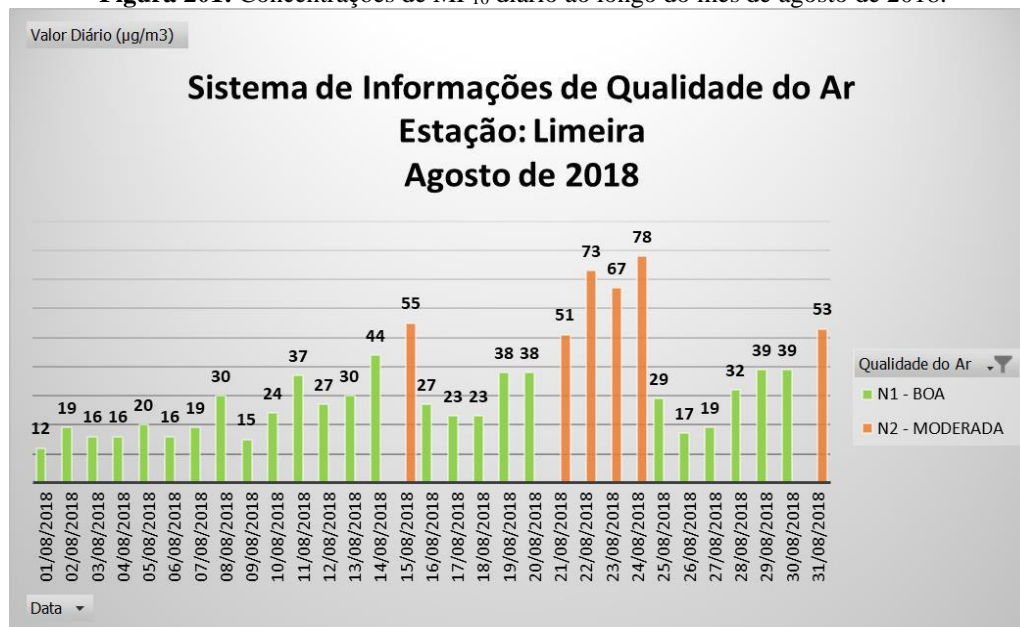
No mês de julho a precipitação foi de 2,7 mm no dia 31, a segunda menor do ano. As concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> foram mais frequentes e a máxima chegou a 98 µg/m<sup>3</sup> (Figura 200).

**Figura 200:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2018.

No mês de agosto a precipitação foi melhor distribuída nos 10 primeiros dias, com 97,6 mm chuva, a primeira máxima de 42,2 mm no dia 4 e a segunda máxima de 24,4 mm no dia 7. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 11 e 24 e o segundo maior entre os dias 27

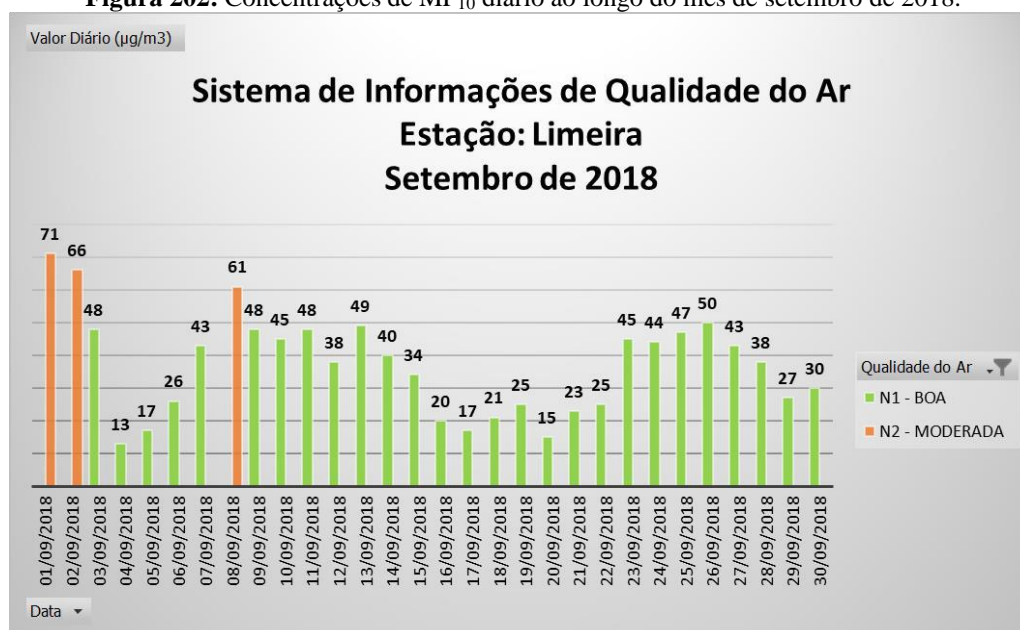
e 31. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  estão no maior intervalo sem chuva do mês (Figura 201).

**Figura 201:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2018.



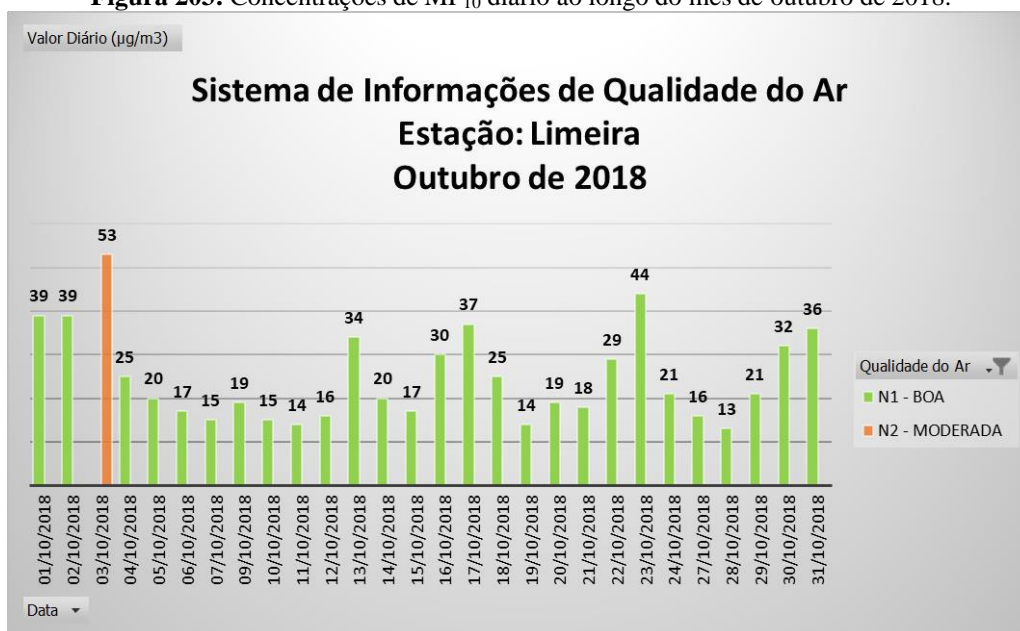
Em setembro a precipitação foi menor, 25,2 mm, com a primeira máxima de 12,5 mm no dia 21. Os intervalos sem chuva são nos três primeiros dias, do dia 6 ao dia 14, 22 a 30. Somente em três dias as concentrações de  $MP_{10}$  excederam os  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 202).

**Figura 202:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2018.

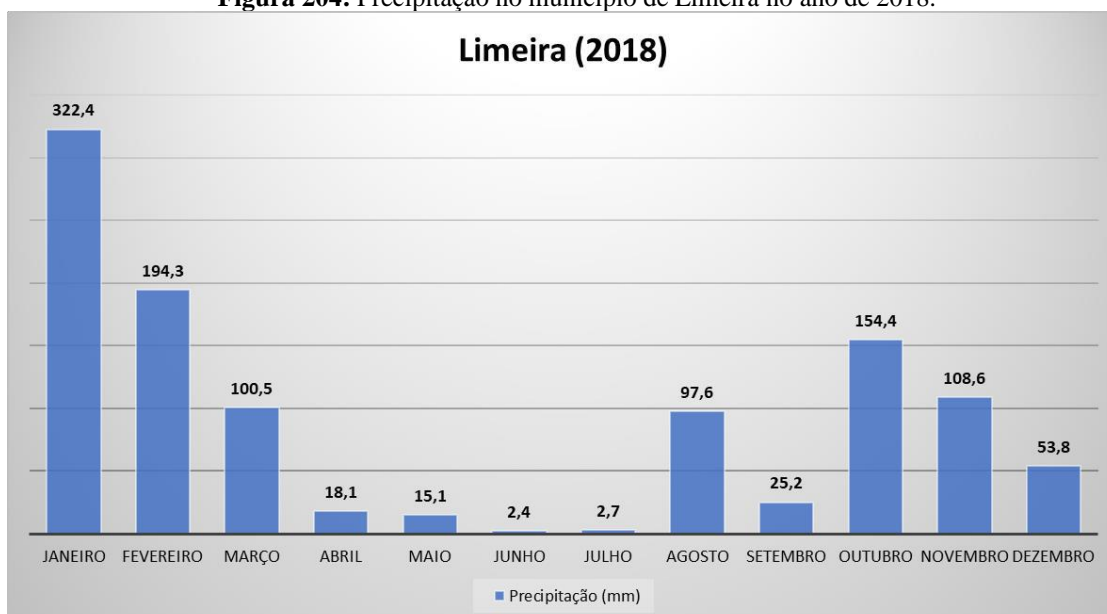


Em outubro a precipitação foi a terceira maior do ano, com 154,4 mm distribuídos ao longo do mês, intercalados com pequenos intervalos sem chuva. A primeira máxima foi de 27,1 mm no dia 11 e a segunda máxima de 24 mm no dia 26. A concentração de  $MP_{10}$  foi mínima, com apenas um dia acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 203).

**Figura 203:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de outubro de 2018.



**Figura 204:** Precipitação no município de Limeira no ano de 2018.

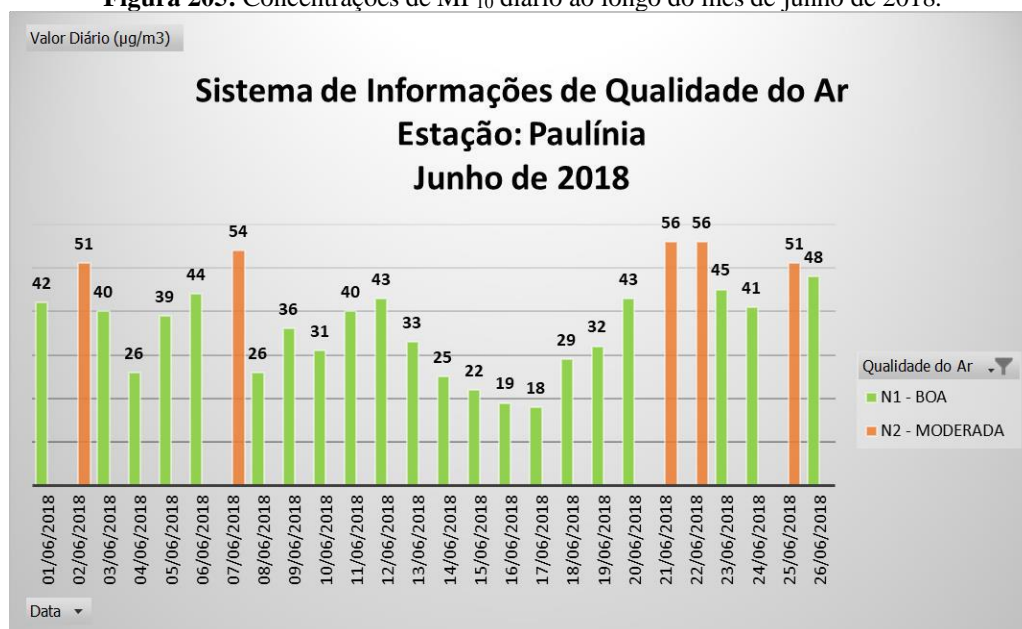


### 3.4.5 Estação Paulínia e Paulínia-Sta. Terezinha

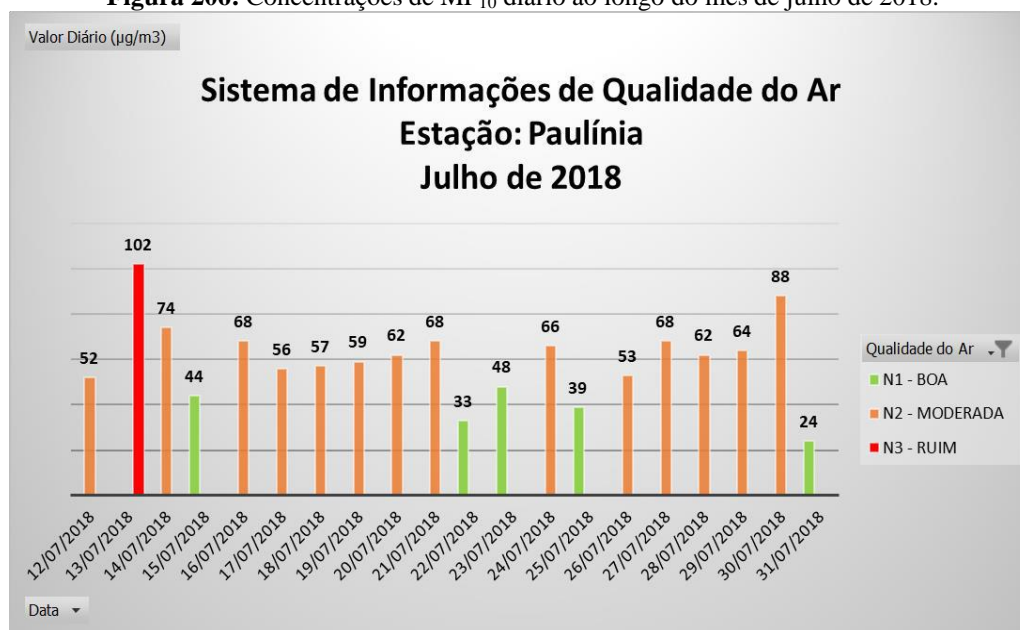
A estação Paulínia apresentou altas nas concentrações de  $MP_{10}$  nos meses de junho a setembro e a estação Paulínia-Sta. Terezinha exibiu concentrações excedentes nos meses de junho e julho. Os dados históricos para a análise são os índices pluviométricos mensais, os dados diários da mesma estação não estão disponíveis para consulta.

No mês de junho a precipitação foi de 12,4 mm de chuva e a concentração de  $MP_{10}$  esteve acima em 5 dias, com a máxima de  $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na estação Paulínia (Figura 205). Na estação Paulínia-Sta. Terezinha as concentrações de  $MP_{10}$  foram maiores no final do mês, entre os dias 21 e 26, com a máxima de  $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (figura 209).

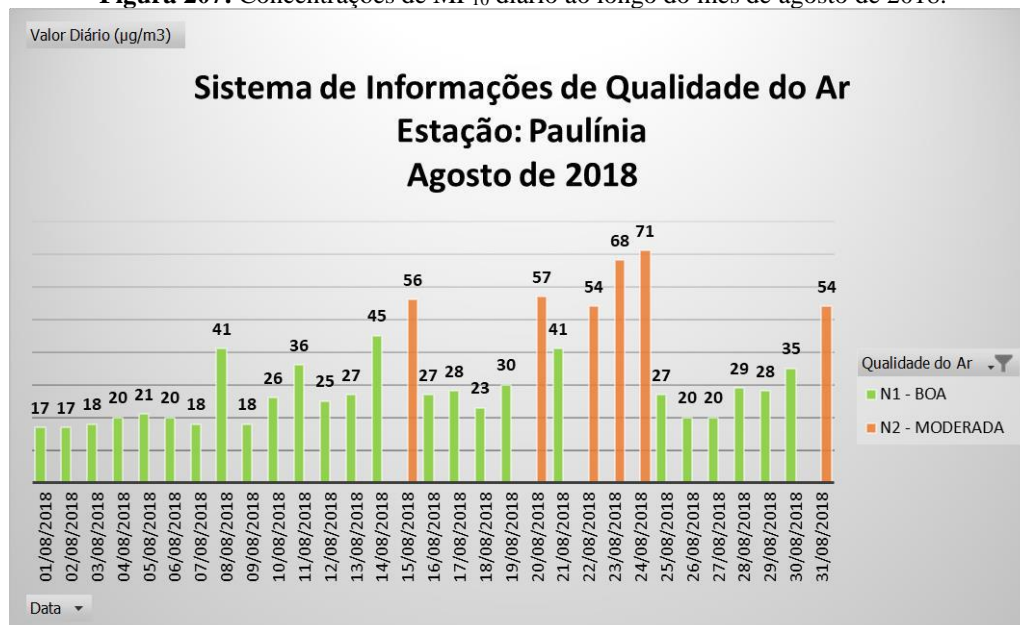
**Figura 205:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de junho de 2018.



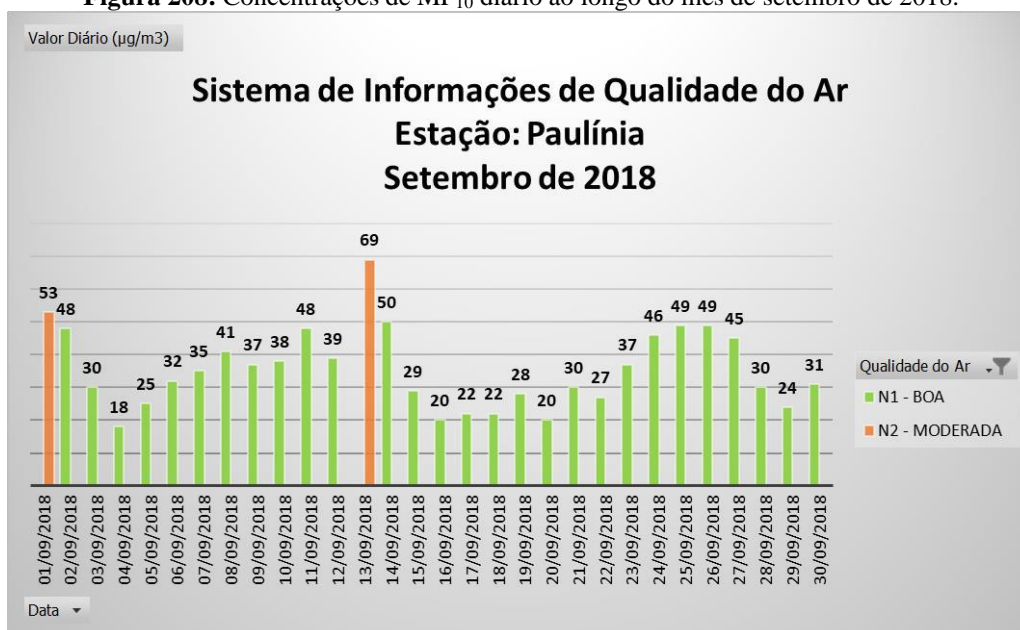
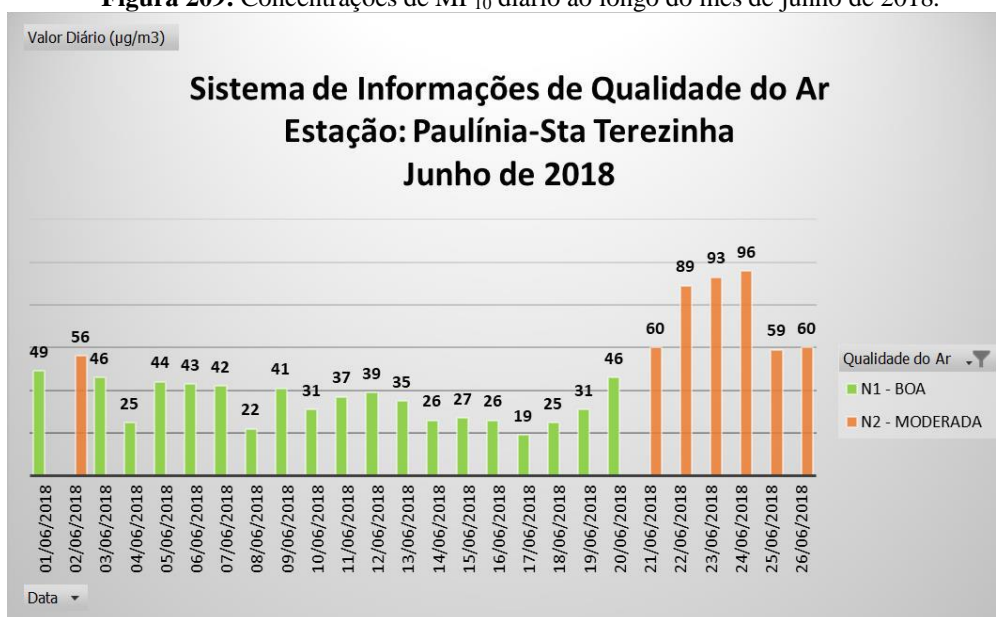
Em julho a precipitação foi a menor no ano de 2018, com 1,5 mm de chuva. As estações Paulínia (Figura 206) e Paulínia-Sta. Terezinha (Figura 210) apresentaram as maiores concentrações de  $MP_{10}$  do município no mês de julho, com máximas de  $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $143 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente. As concentrações entre  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  também foram mais frequentes nesse mês.

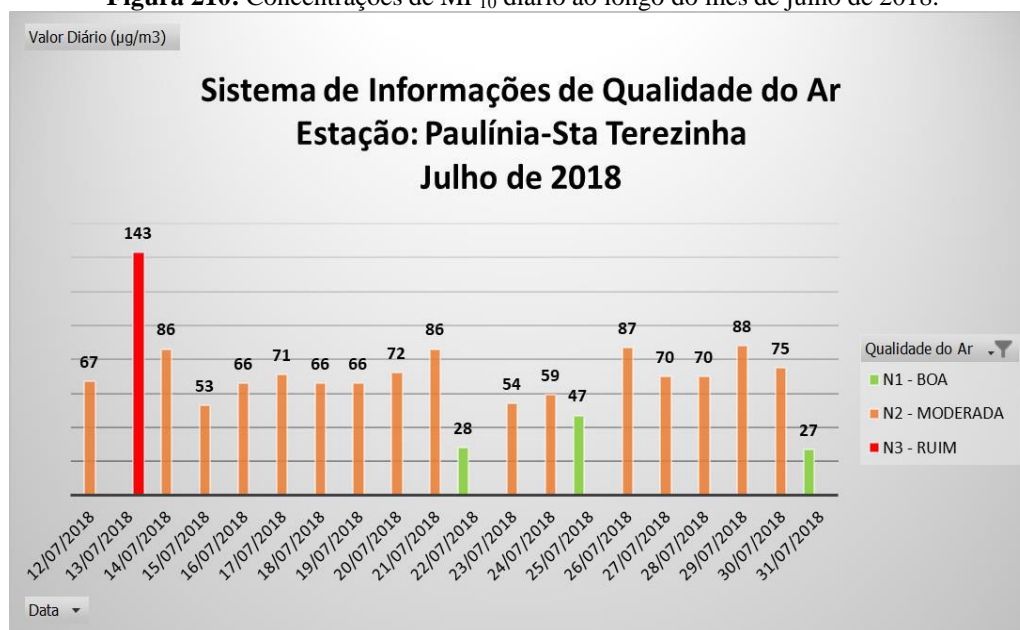
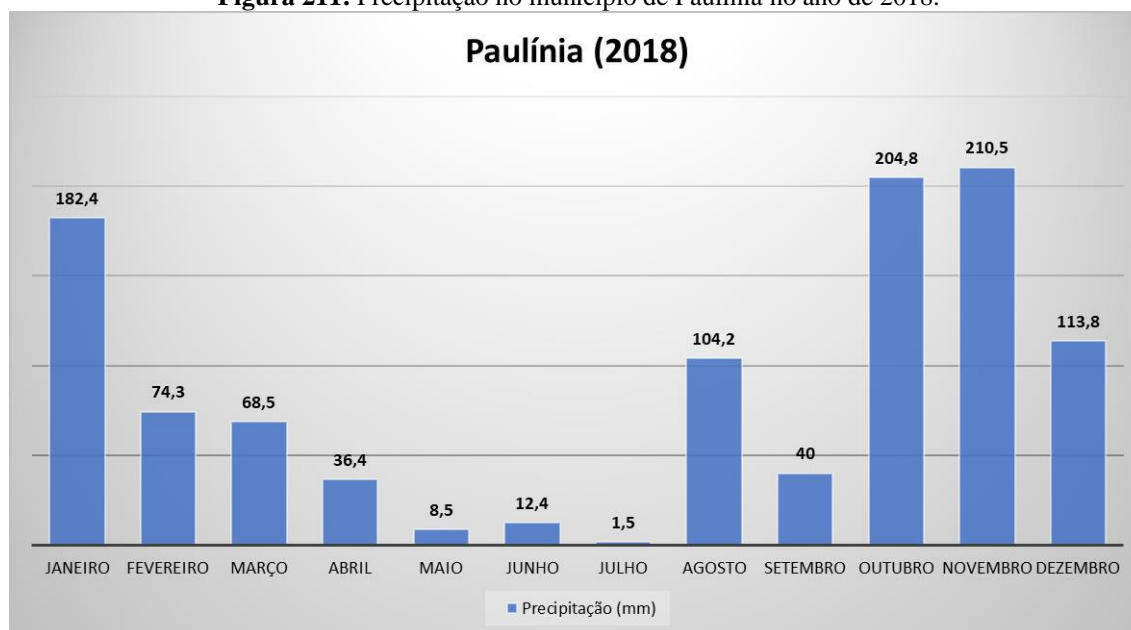
**Figura 206:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2018.

Em agosto a precipitação foi mais alta, com 104,2 mm de chuva. As concentrações de MP<sub>10</sub> foram menores do que no mês anterior, com a máxima de 71 µg/m<sup>3</sup> (Figura 207).

**Figura 207:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2018.

No mês de setembro a precipitação foi de 40 mm, apesar do volume ser inferior ao mês de agosto, somente dois dias exibiram concentrações acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 208).

**Figura 208:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2018.**Figura 209:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2018.

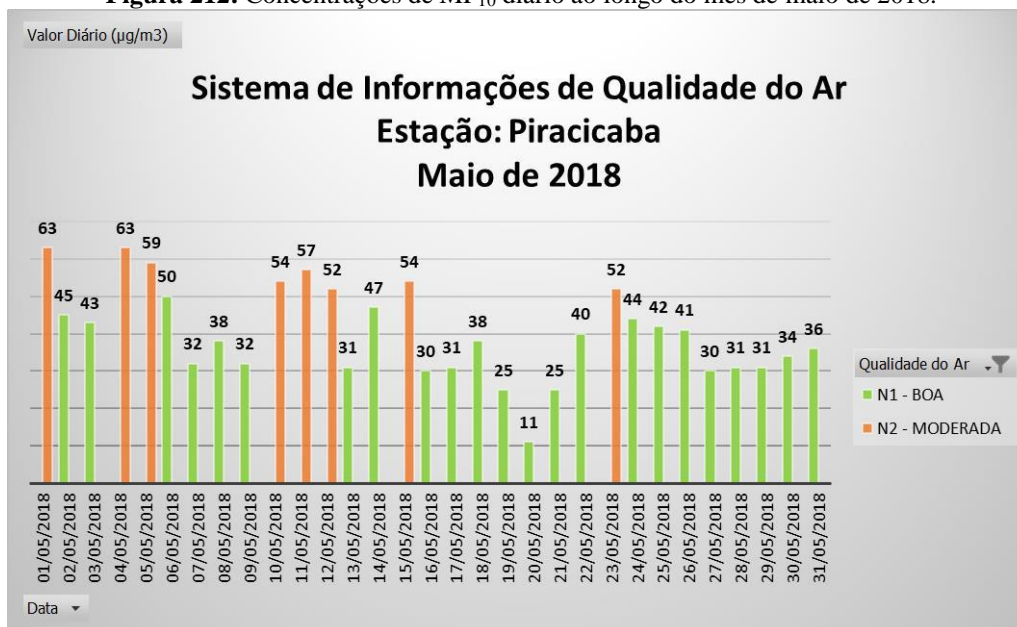
**Figura 210:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2018.**Figura 211:** Precipitação no município de Paulínia no ano de 2018.

### 3.4.6 Estação Piracicaba

No município de Piracicaba as concentrações de MP<sub>10</sub> foram maiores nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, sendo que o mês de julho obteve os piores índices em 24h.

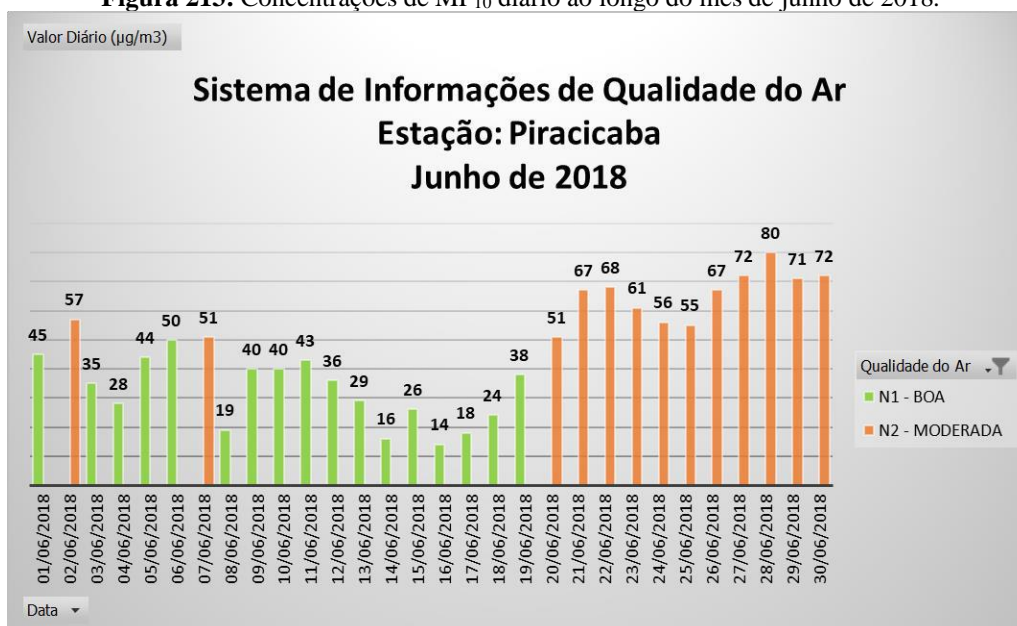
No mês de maio a precipitação foi de 9,5 mm, a terceira menor do ano, dividido em dois dias, dia 16 com 5,3 mm e dia 20, com 4,2 mm. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram nos primeiros 15 dias sem chuva do mês, com a máxima de 63 µg/m<sup>3</sup> (Figura 212).

**Figura 212:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2018.



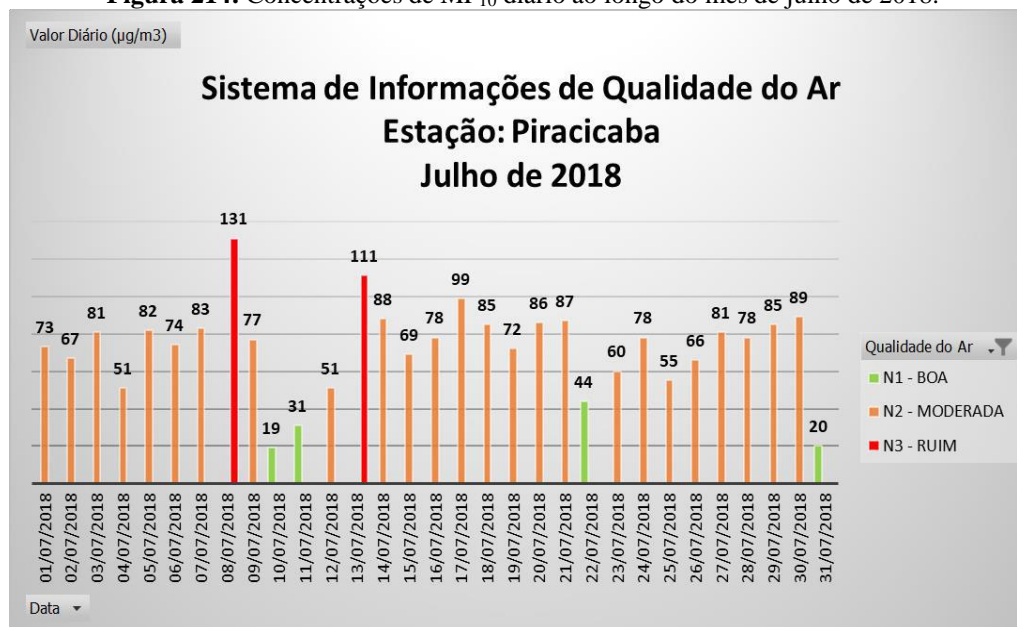
No mês de junho houve o segundo menor índice pluviométrico do ano, com 4,1 mm de chuva. O maior intervalo sem chuva ocorreu nos últimos 17 dias, mesmo período em que as concentrações de MP<sub>10</sub> aumentaram (Figura 213).

**Figura 213:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2018.



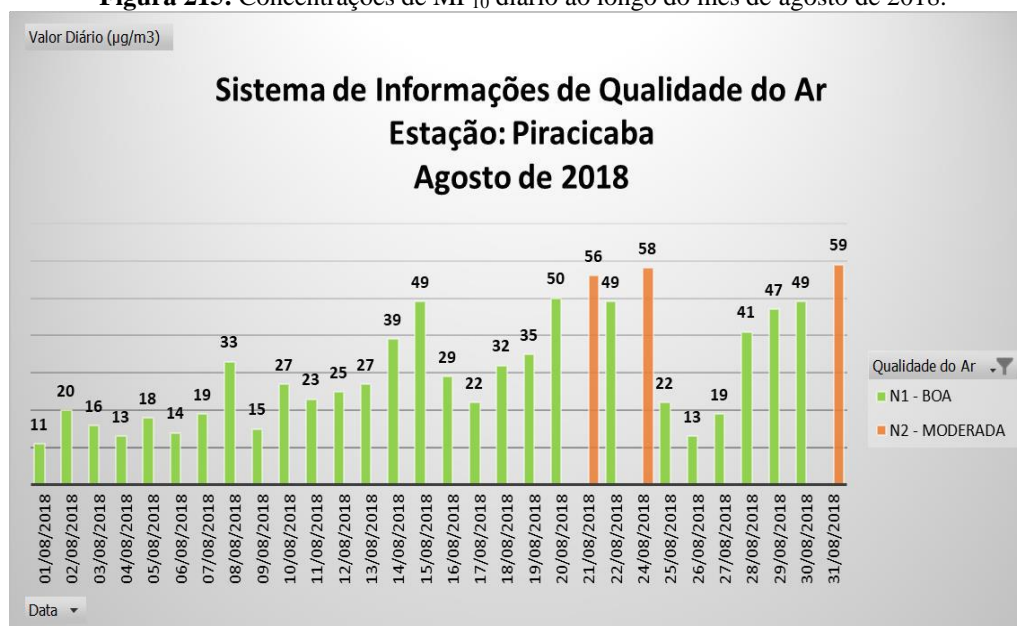
No mês de julho as concentrações de  $MP_{10}$  foram as piores no ano de 2018, ao mesmo tempo em que o índice pluviométrico foi igual a 0. No dia 8 a concentração de  $MP_{10}$  ultrapassou o limite estabelecido como padrão de qualidade do ar de curto prazo ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Figura 214).

**Figura 214:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2018.



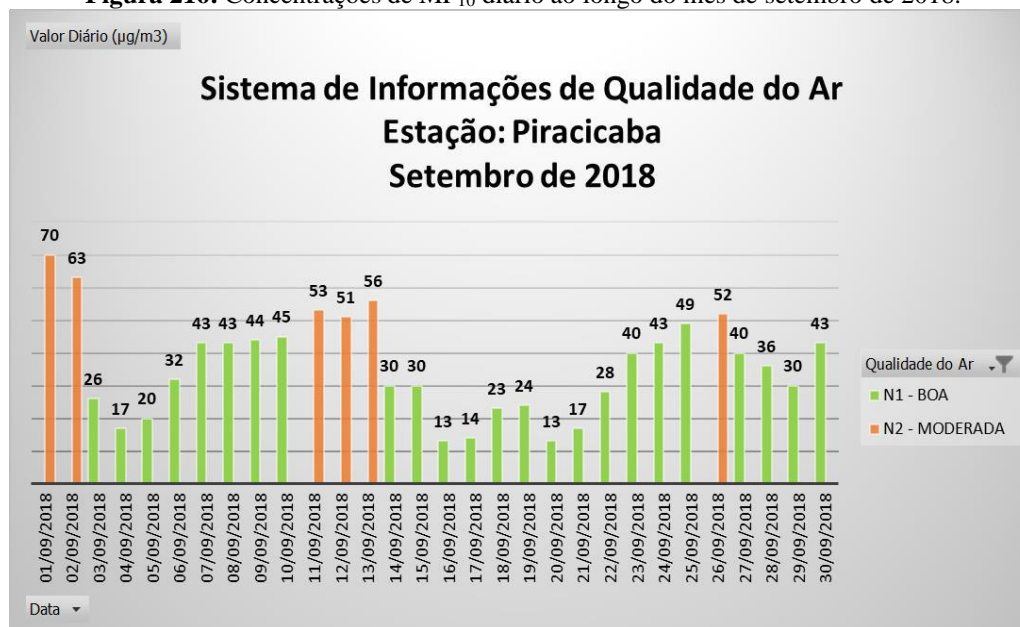
Em agosto a precipitação foi de 110 mm. O maior intervalo sem chuva aconteceu entre os dias 10 e 24, e o segundo maior intervalo entre os dias 26 e 31. A concentração de  $MP_{10}$  foi baixa, com apenas 3 dias acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 215).

**Figura 215:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2018.

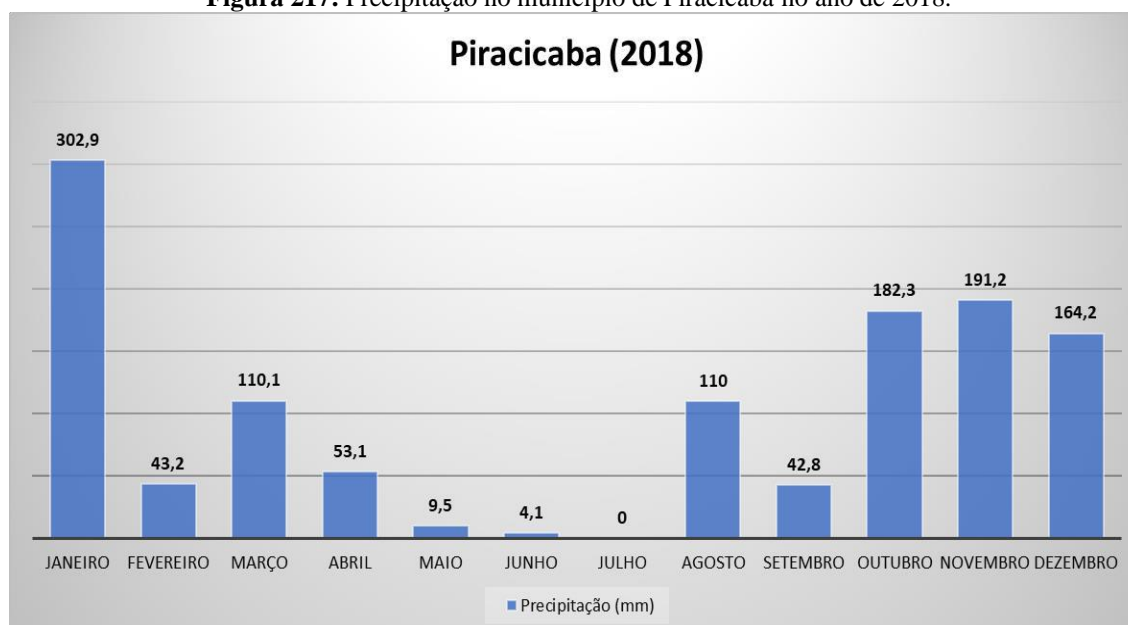


Em setembro choveu 42,8 mm, distribuídos entre os dias 14 e 21. Os 13 primeiros dias e os últimos 9 dias não houve precipitação. A maior concentração de  $MP_{10}$  foi no dia 1 com  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 216).

**Figura 216:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2018.



**Figura 217:** Precipitação no município de Piracicaba no ano de 2018.



### 3.4.7 Estação Santa Gertrudes

Em 2018, no município de Santa Gertrudes, as concentrações de  $MP_{10}$  excederam  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a partir do mês de fevereiro até dezembro. É o único município em 2018 que registrou valores acima de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado “muito ruim” pelo PQAr.

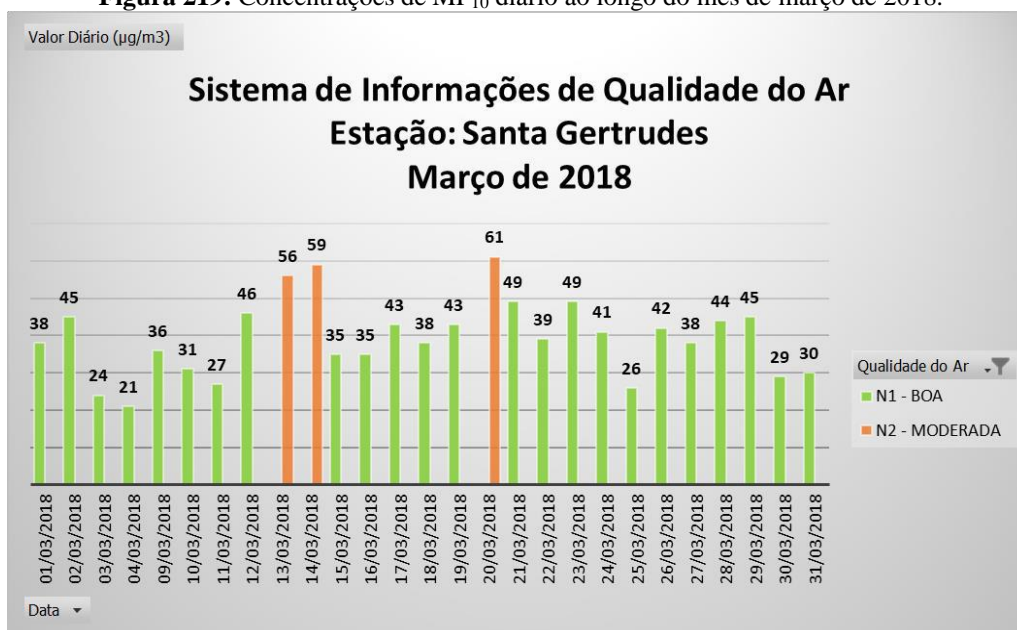
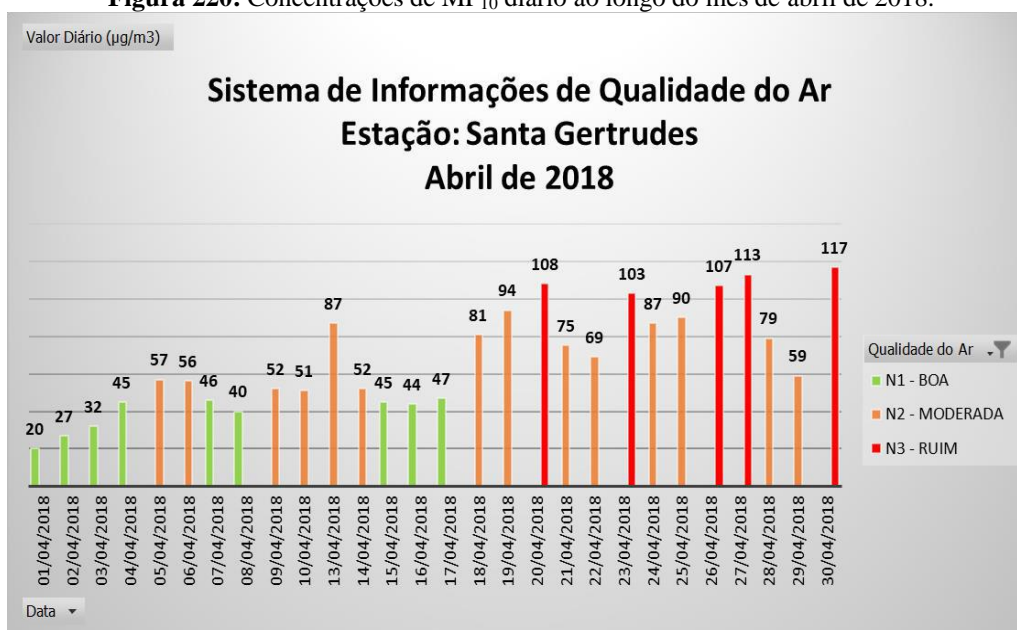
O mês de fevereiro choveu 177,9 mm, com a primeira máxima de 58 mm no dia 27 e a segunda máxima de 36,5 mm no dia 16. O maior intervalo sem chuva ocorreu nos 11 primeiros dias. As concentrações de  $MP_{10}$  foram baixas, com a máxima de  $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 218).

**Figura 218:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de fevereiro de 2018.



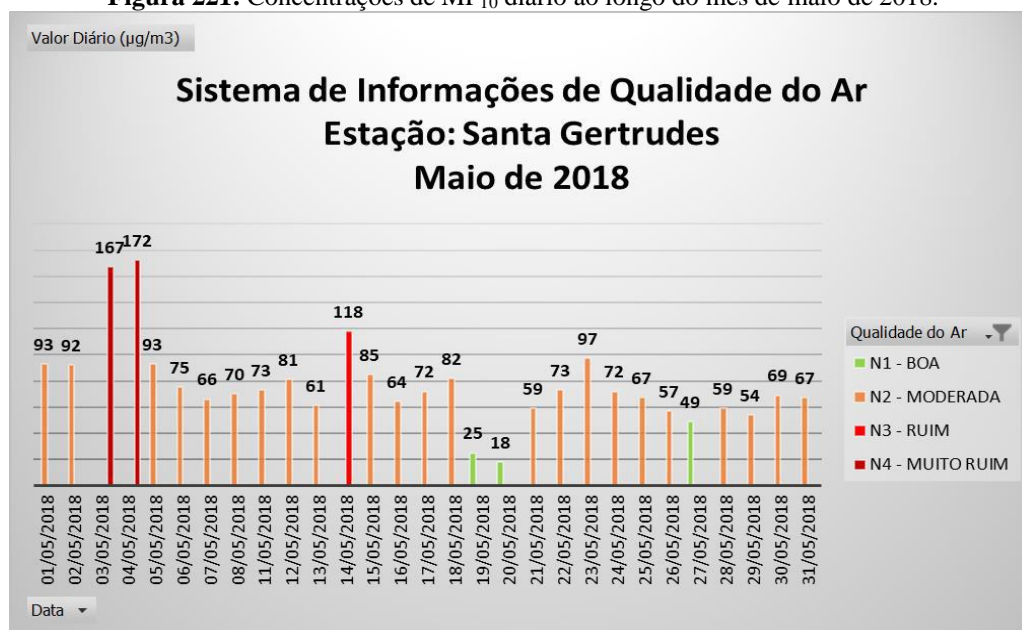
No mês de março a precipitação foi de 142,1 mm bem distribuídos ao longo do mês e com pequenos intervalos sem chuva de até 5 dias. As concentrações de  $MP_{10}$  dos dias 13, 14 e 20, estão nos pequenos intervalos sem chuva do mês. A máxima concentração foi de  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 219).

No mês de abril a precipitação foi menor, 44,1 mm de chuva distribuída entre os dias 2 e 4. A máxima precipitação foi de 40,3 mm no dia 4 e a segunda de 2,1 mm no dia 3. A partir do dia 5 não houve precipitações. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  iniciaram a partir do dia 18, chegando a  $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 30 (Figura 220).

**Figura 219:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de março de 2018.**Figura 220:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2018.

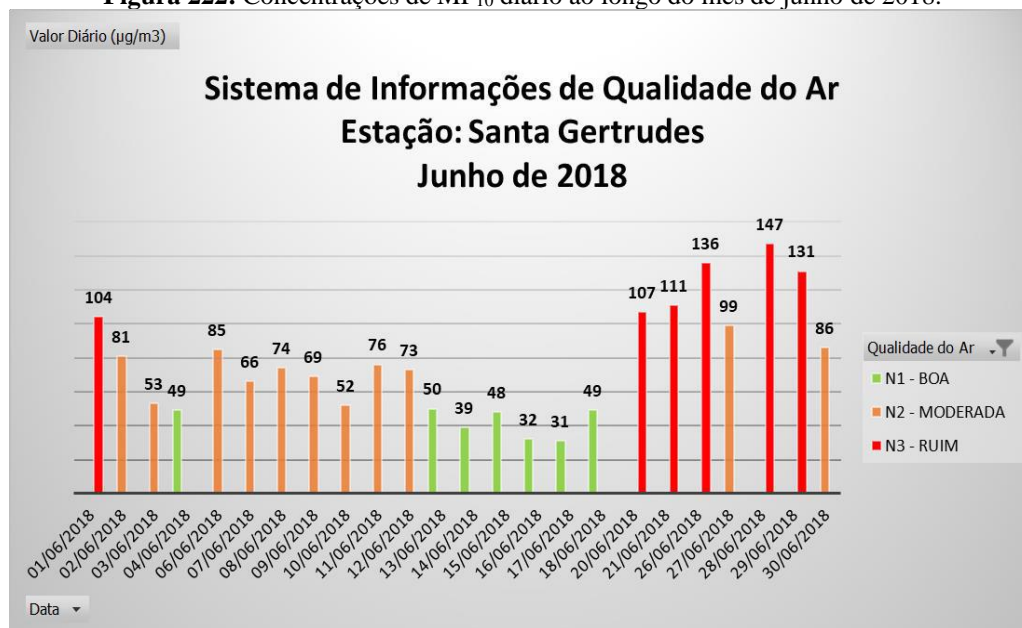
No mês de maio não houve precipitação, menor índice no ano de 2018. Em relação ao material particulado (MP<sub>10</sub>), foi o segundo mês com a maior concentração depois de julho. Nos dias 3 e 4 as concentrações excederam o limite padrão decretado pelo estado, com 167 e 172 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente (Figura 221).

**Figura 221:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2018.



Em junho a precipitação foi de 8 mm, a terceira menor do ano, com a primeira máxima de 6 mm no dia 6. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> estão no maior intervalo sem chuva, do dia 14 ao dia 30. O segundo menor intervalo são os 5 primeiros dias do mês. A maior concentração de MP<sub>10</sub> foi de 147 µg/m<sup>3</sup> no dia 28 (Figura 222).

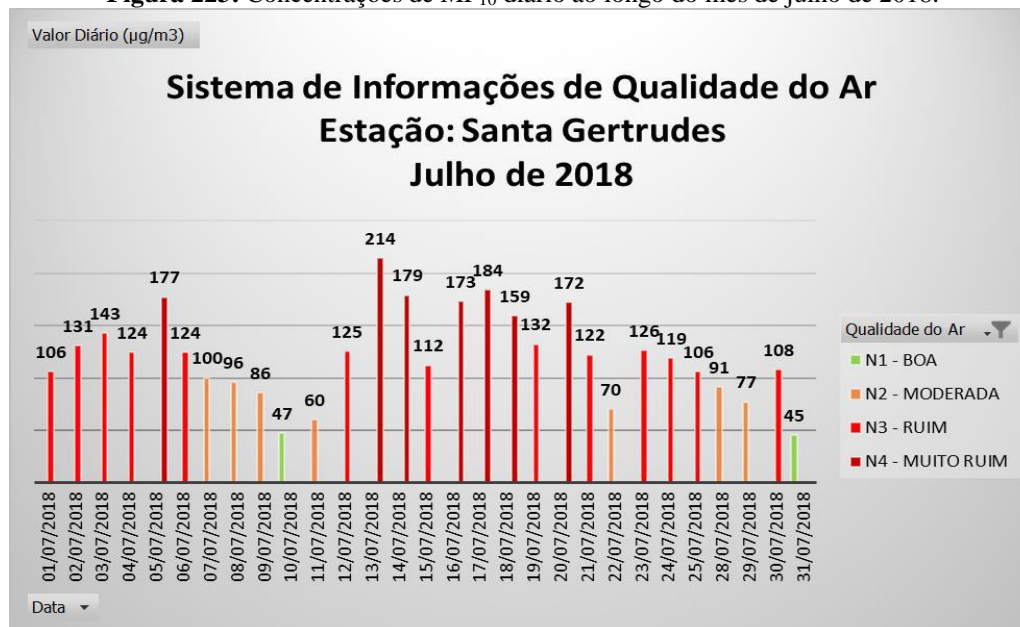
**Figura 222:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2018.



Em julho a precipitação foi de 3,2 mm no dia 31, o restante do mês a precipitação foi igual a 0. A média de concentração de MP<sub>10</sub> foi a mais alta no ano de 2018, ultrapassando em 7 dias

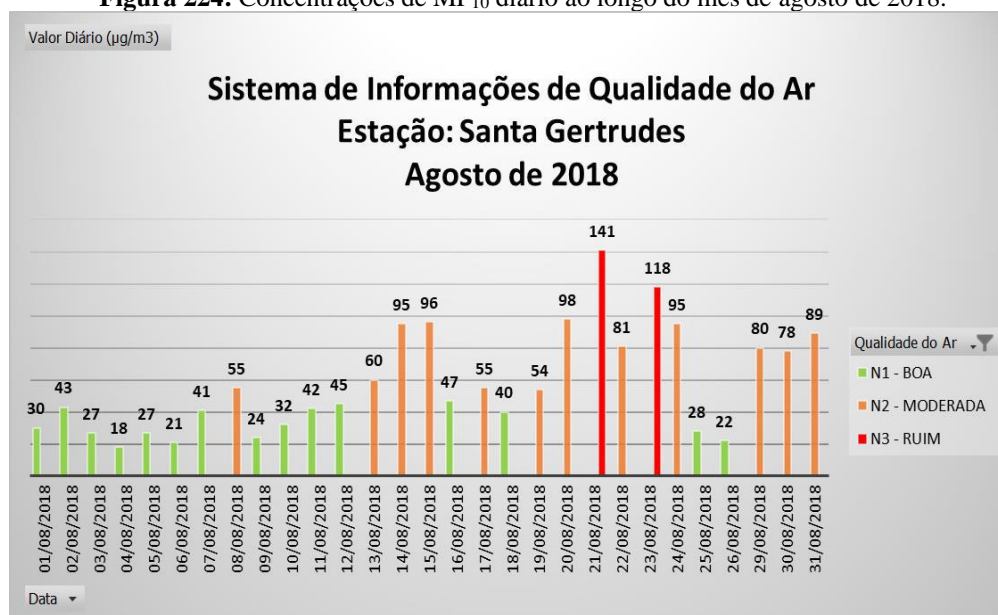
150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado “muito ruim” pelo PQAr e 13 dias acima de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado “ruim” pelo PQAr (Figura 223).

**Figura 223:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2018.



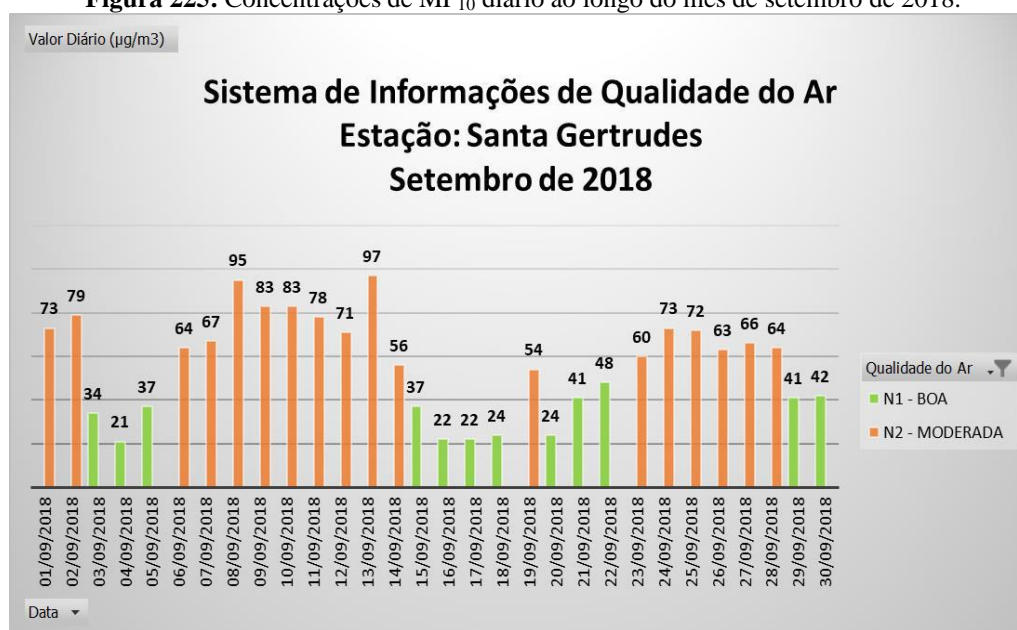
No mês de agosto a precipitação foi de 80,8 mm, distribuídos em 4 dias em quantidades diferentes. A primeira máxima foi de 54,5 mm no dia 4 e a segunda de 12,1 mm no dia 25. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 10 e 24, mesmo intervalo com as maiores concentrações de  $\text{MP}_{10}$  (Figura 224).

**Figura 224:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2018.



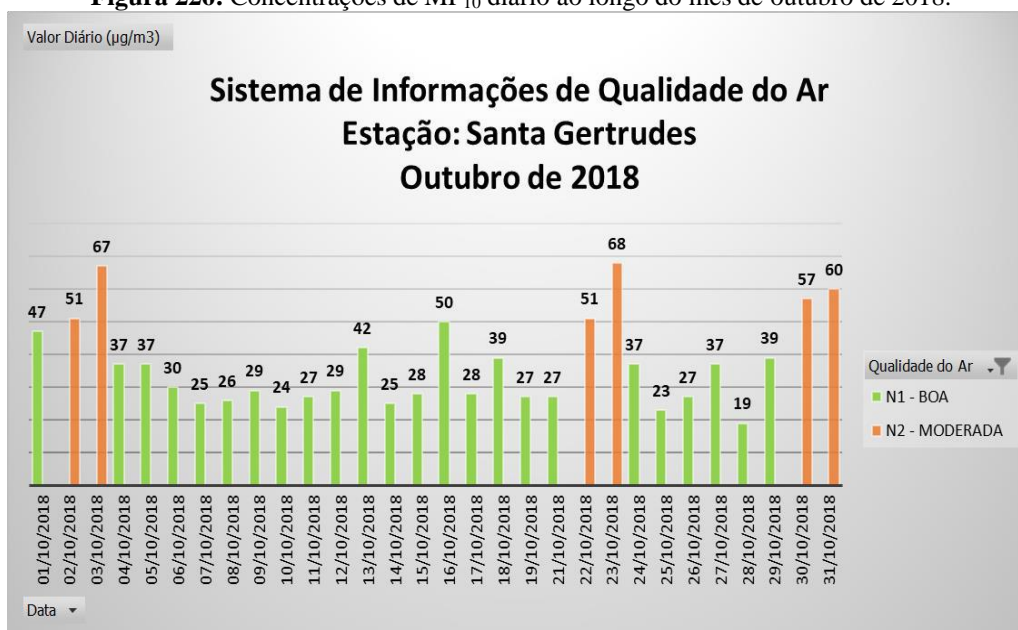
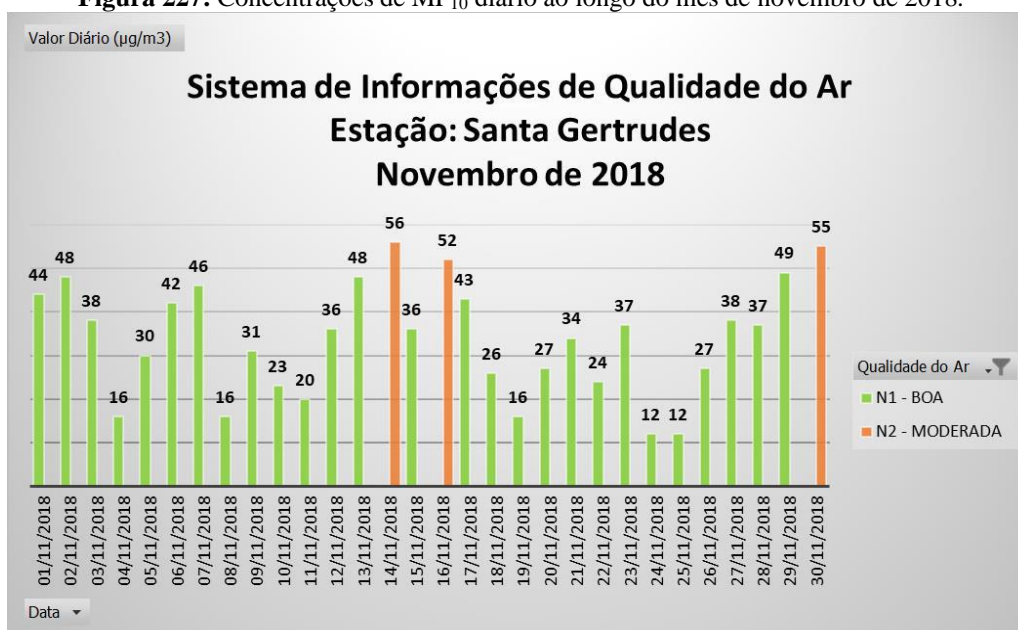
Em setembro a precipitação foi de 76,5 mm distribuídos entre os dias 14 e 21. A primeira máxima foi de 29,2 mm no dia 21 e a segunda máxima de 21,3 mm no dia 20. Os maiores intervalos sem chuva foram entre os dias 5 e 13, 22 e 30. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> estão nos intervalos sem chuva do mês., chegando a 97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 225).

**Figura 225:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2018.



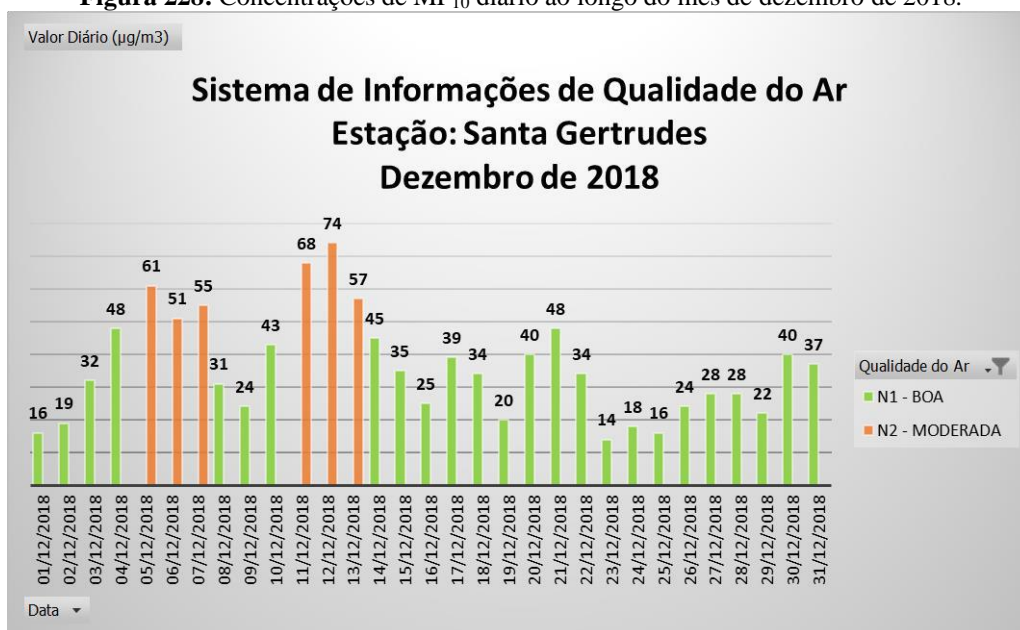
Em outubro a precipitação foi de 130,5 mm bem distribuído até o dia 19, do dia 20 ao dia 26, e do dia 28 ao dia 31, a precipitação foi igual a 0. Esses foram os maiores intervalos sem chuva do mês, outros pequenos intervalos ocorreram nos três primeiros dias e nos dias 5, 6, e 7. A partir do mês de outubro as concentrações de MP<sub>10</sub> diminuem, tanto na frequência quanto na concentração diária, chegando com uma máxima de 68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 226).

Em novembro a precipitação foi um pouco menor, 125 mm, com a primeira máxima de 32,5 mm no dia 24 e a segunda máxima de 32,2 mm no dia 25. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 5 e 18, e o segundo entre os dias 27 e 30. A maior concentração de MP<sub>10</sub> foi 56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 14 (Figura 227).

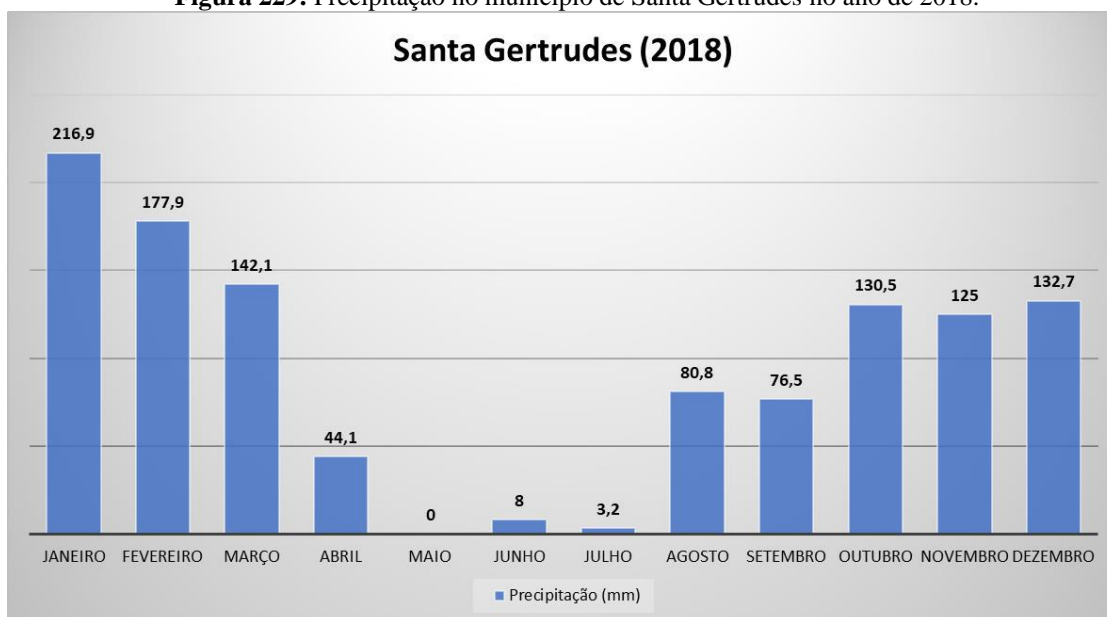
**Figura 226:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2018.**Figura 227:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de novembro de 2018.

No mês de dezembro choveu 132,7 mm mal distribuídos, a primeira máxima foi de 89,5 mm no dia 1 e a segunda máxima de 16,7 mm no dia 25. Houve um intervalo sem chuva entre as duas máximas precipitações de 16 dias, do dia 3 ao dia 18. Nesse intervalo as concentrações de MP<sub>10</sub> aumentaram, chegando a 74 µg/m<sup>3</sup> (Figura 228).

**Figura 228:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de dezembro de 2018.



**Figura 229:** Precipitação no município de Santa Gertrudes no ano de 2018.



### 3.5 Análise dos Dados de Concentração de MP<sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2019

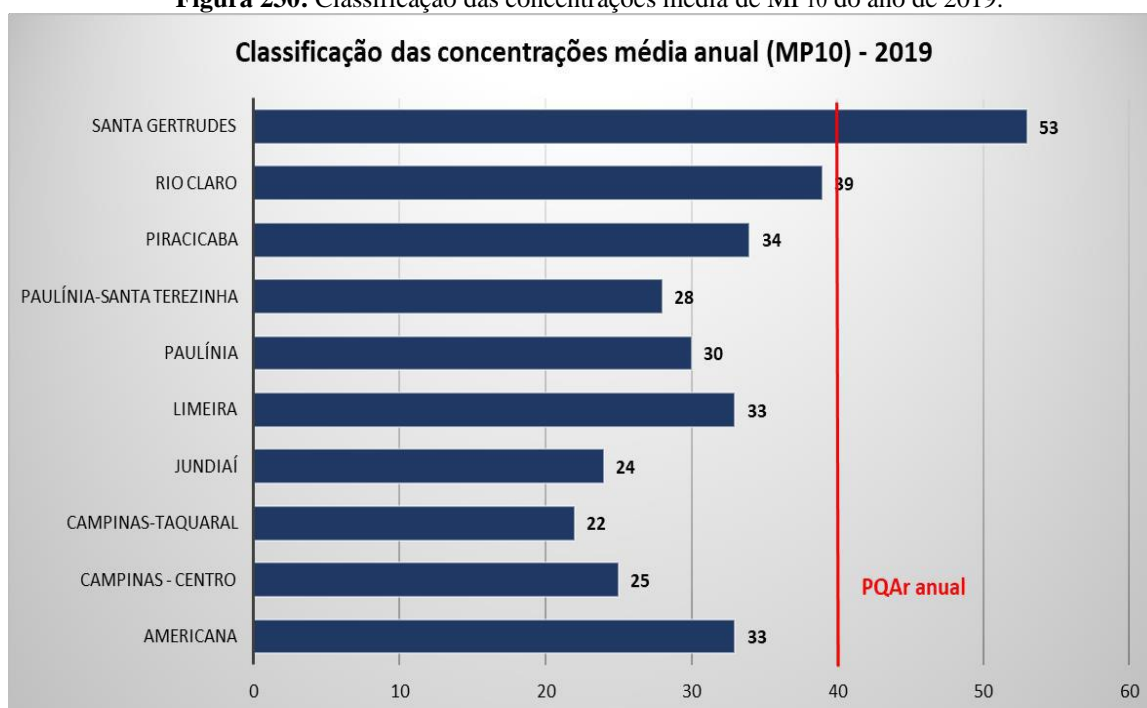
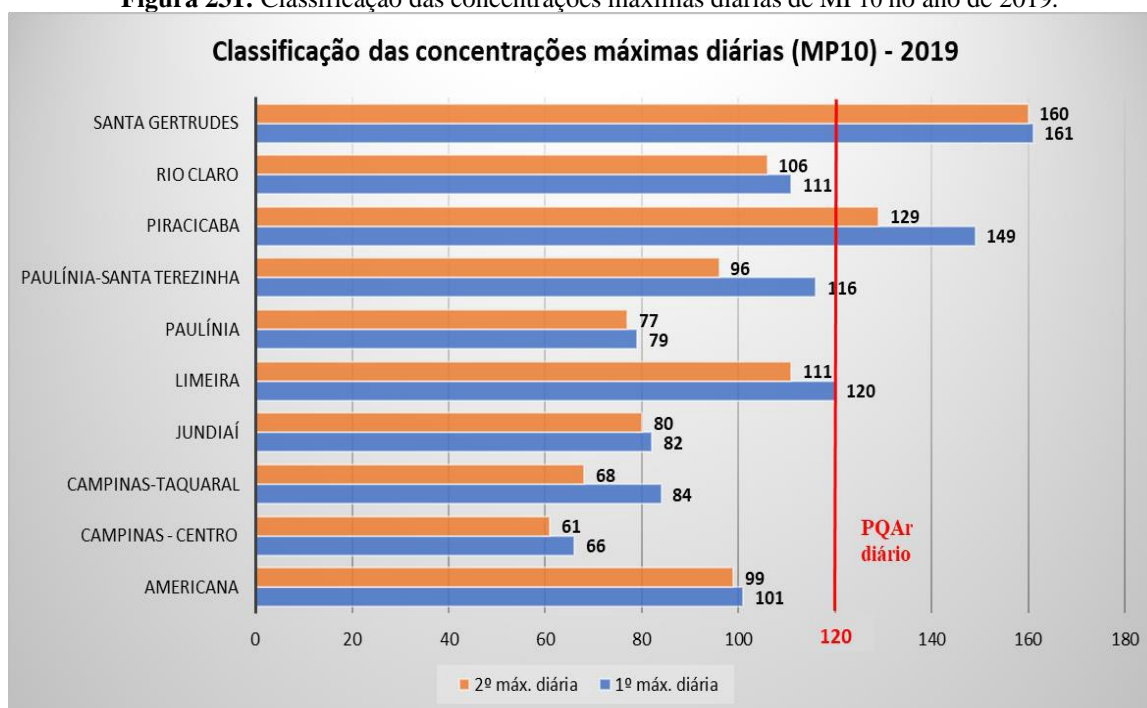
Em 2019 os dados disponíveis das estações automáticas foram: estação Americana, Campinas (Centro e Taquaral), Jundiaí, Limeira, Paulínia, Paulínia (Santa Terezinha), Piracicaba, Rio Claro (Jd. Guanabara) e Santa Gertrudes. As estações Americana, Campinas-Taquaral, Jundiaí, Limeira, Paulínia-Sta. Terezinha e Rio Claro apresentaram falta de dados de MP<sub>10</sub> a partir de 10 dias a um mês.

No mês de abril, a estação Americana não forneceu dados de 12 dias, na estação Campinas-Taquaral e Jundiaí faltaram 25 e 27 dias no mês de março, respectivamente. Na estação Limeira faltaram 11 dias no mês de março, em junho 27 dias e no mês de julho 12 dias. Na estação Paulínia-Sta. Terezinha não forneceram 18 dias no mês de junho, e na estação Rio Claro faltou o mês de janeiro e 24 dias do mês de fevereiro. Todas as estações apresentaram falta de dados em ao menos 1 dia.

Para cada estação, através da organização dos dados em tabelas, foram produzidos gráficos a partir dos meses selecionados cujo os índices excederam a qualidade N1 -Boa (>40), ou seja, quantidade de material particulado inalável acima de 50 µg/m<sup>3</sup> em um período de 24h.

No gráfico da Figura 230 são apresentadas as concentrações médias de 2019, com apenas o município de Santa Gertrudes ultrapassando o padrão de longo prazo (40 µg/m<sup>3</sup>) com uma média de 53 µg/m<sup>3</sup>. A estação Rio Claro chegou próximo do limite, com 39 µg/m<sup>3</sup>.

No padrão de qualidade do ar de curto prazo (120 µg/m<sup>3</sup>) o município de Santa Gertrudes, Piracicaba e Limeira excederam as concentrações máximas diárias, as primeiras máximas com 160 µg/m<sup>3</sup>, 149 µg/m<sup>3</sup> e 120 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente, classificadas como “muito ruim” e “ruim” pelo índice de qualidade do ar. As estações Americana, Paulínia Sta. Terezinha e Rio Claro, registraram médias diárias acima de 100 µg/m<sup>3</sup>, consideradas “ruim” no índice de qualidade (Figura 231).

**Figura 230:** Classificação das concentrações média de MP10 do ano de 2019.**Figura 231:** Classificação das concentrações máximas diárias de MP10 no ano de 2019.

### 3.5.1 Estação Americana

Na estação Americana os meses que apresentaram maiores concentrações de  $MP_{10}$  foram: abril, maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro, sendo que setembro registrou a maior concentração diária no ano de 2019.

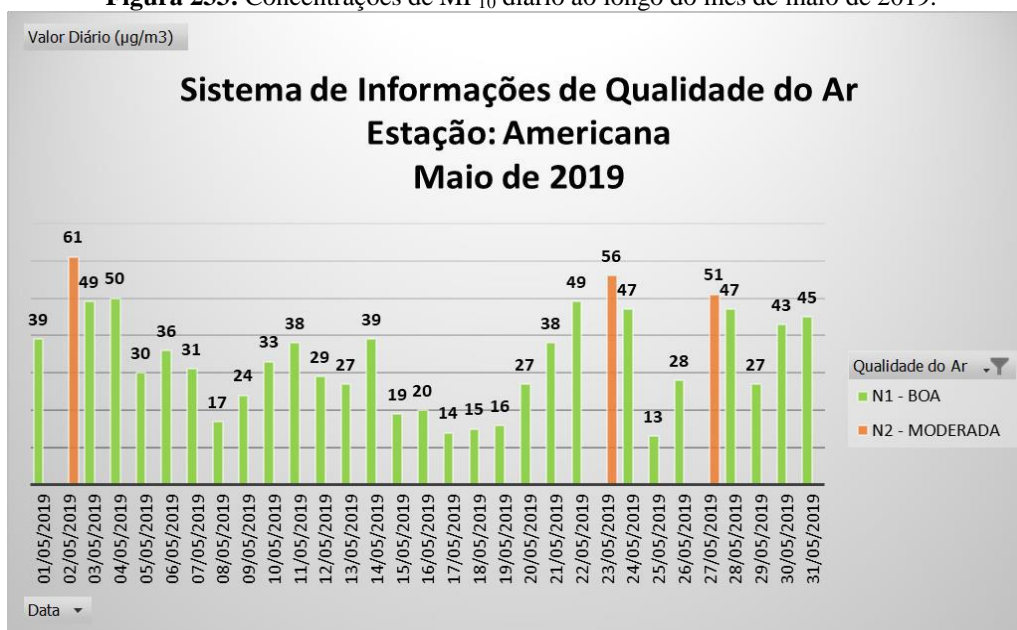
No mês de abril a precipitação foi de 136,8 mm intercalados por intervalos de 4 a 6 dias sem chuva. Os dois maiores intervalos foram os 6 primeiros dias e entre os dias 18 e 23. Não há dados de  $MP_{10}$  em 12 dias, o que pode interferir na análise dos dados. A concentração de  $MP_{10}$  é “moderada” em 3 dias, chegando a  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 232).

**Figura 232:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de abril de 2019.



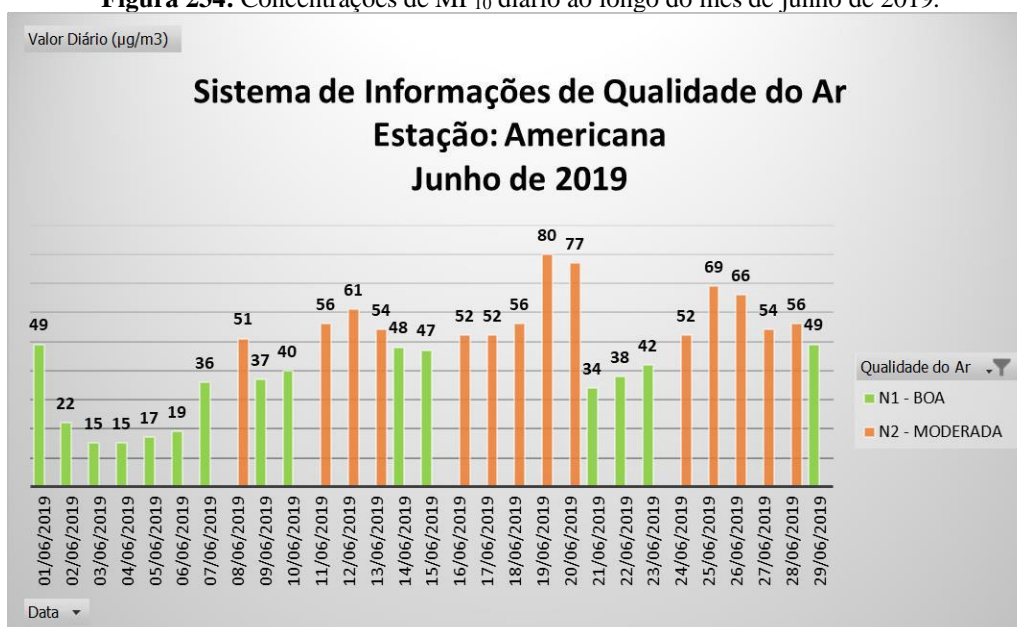
No mês de maio a precipitação foi de 36,8 mm, a terceira menor do ano. O maior intervalos sem chuva ocorreu no final do mês, entre os dias 21 e 28, o segundo maior intervalos foi nos 6 primeiros dias do mês. O aumento na concentração de  $MP_{10}$  sucedeu nos intervalos sem chuva, com a máxima de  $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 233).

**Figura 233:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2019.



No mês de junho choveu 16,6 mm em um único dia (16), o restante do mês a precipitação foi igual a 0. Houve um aumento nas concentrações de MP<sub>10</sub> a partir do dia 8 e a maior concentração foi de 80 µg/m<sup>3</sup> no dia 19 (Figura 234).

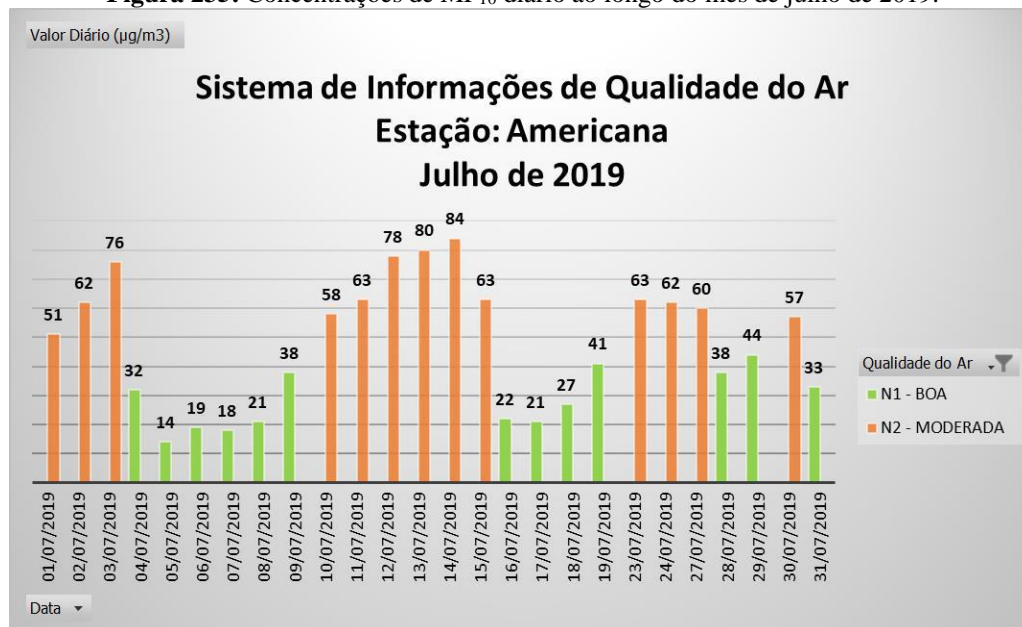
**Figura 234:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2019.



Em julho a precipitação foi de 59,3 mm, com a primeira máxima de 41 mm no dia 5 e a segunda máxima de 10,5 mm no dia 6. Os intervalos sem chuva ocorreram nos 3 primeiros dias,

entre os dias 7 e 15, e entre os dias 17 e 30. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  estão no segundo intervalo sem chuva, chegando a  $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 235).

**Figura 235:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2019.



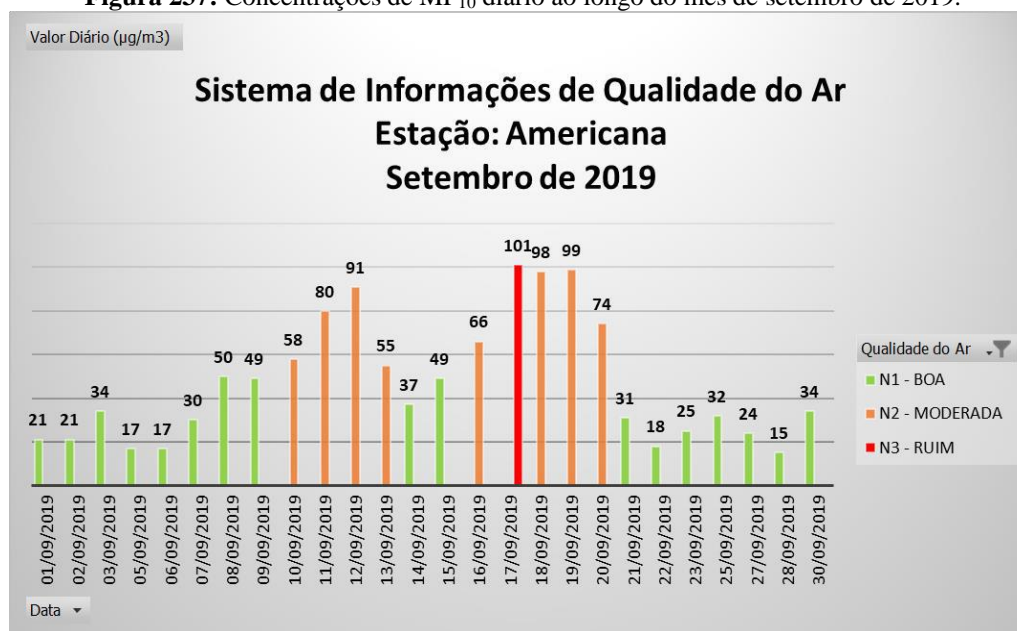
Agosto teve o menor índice pluviométrico do ano, com 11,3 mm de chuva e a primeira máxima de 3,8 mm no dia 5. Nos dias 1 e 2, entre os dias 6 e 19, 21 e 30, não houve precipitações. As concentrações de  $MP_{10}$  tiveram um aumento no início, meio e fim do mês, chegando a  $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 236).

**Figura 236:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2019.



No mês de setembro a precipitação foi de 48 mm, distribuídos principalmente nos 4 primeiros dias do mês. Não choveu entre os dias 5 e 24, 28 e 30. A maior concentração de  $MP_{10}$  ocorreu entre os dias 10 e 20, chegando a  $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 17, considerado “ruim” pelo índice de qualidade do ar (Figura 237).

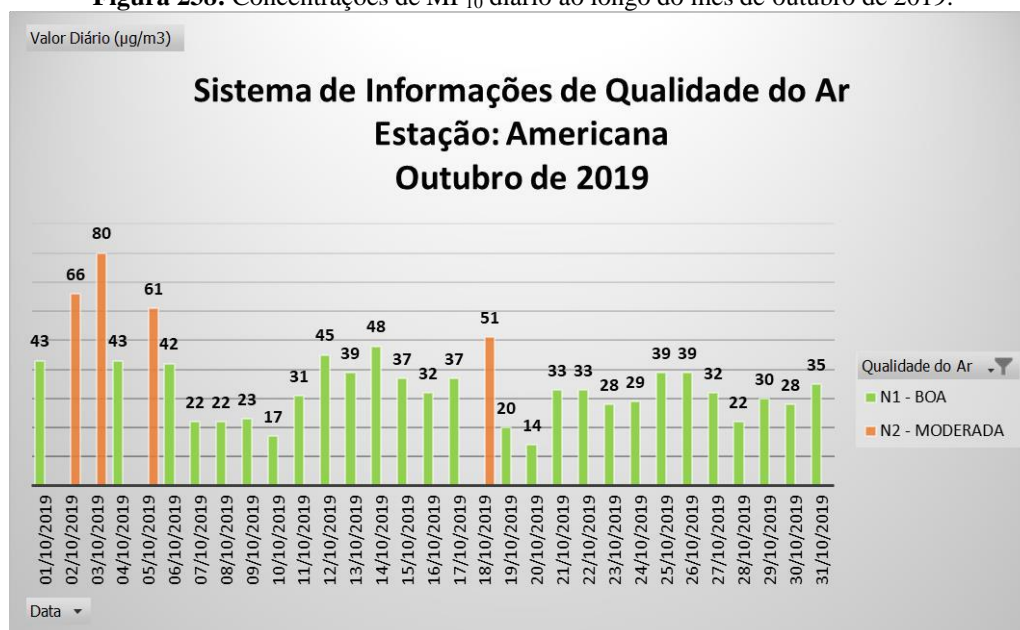
**Figura 237:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2019.



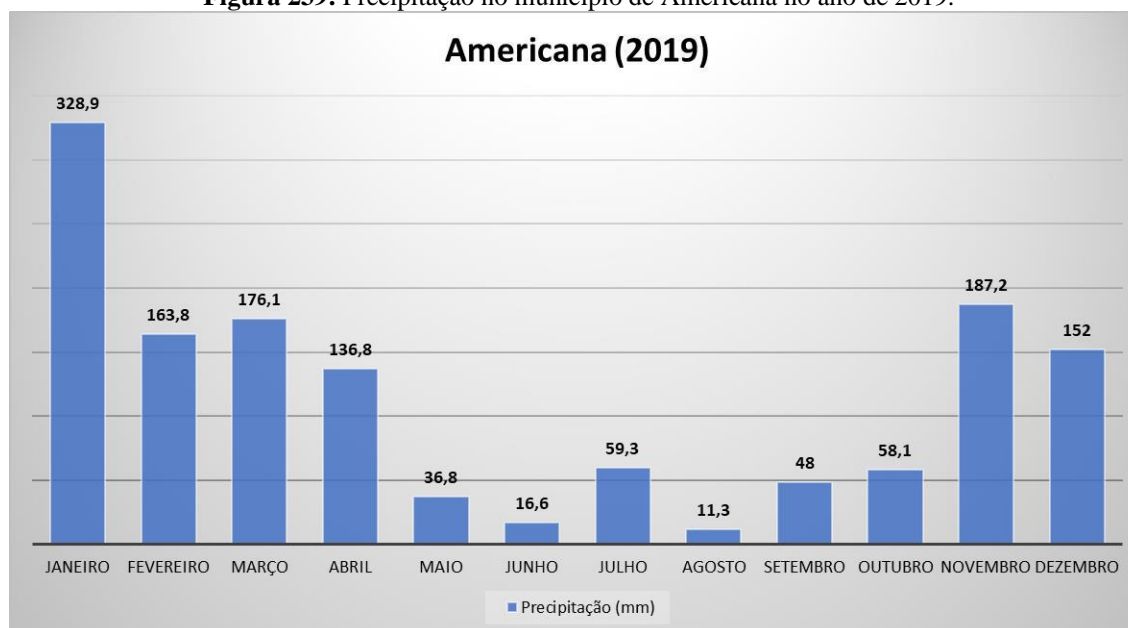
Em outubro a precipitação foi um pouco maior, 58,1 mm, a primeira máxima foi de 23,6 mm no dia 9 e a segunda máxima de 13,5 mm no dia 19. Os maiores intervalos sem chuva foram entre os dias 1 e 8, 10 e 18, 20 e 27. Apesar do baixo índice pluviométrico, as concentrações de  $MP_{10}$  não foram frequentes e a máxima foi de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 238).

Em 2019 o índice pluviométrico no município de Americana foi melhor do que no ano de 2018, menos o mês de agosto que apresentou uma baixa em relação ao ano anterior. As concentrações de  $MP_{10}$  entre 50 e  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  foram mais frequentes em 2018, porém nenhum dia foi classificado como “ruim” pelo índice de qualidade do ar. Já em 2019 as concentrações classificadas como “moderadas” foram menos frequentes e um dia ultrapassou os  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Figura 238:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2019.



**Figura 239:** Precipitação no município de Americana no ano de 2019.

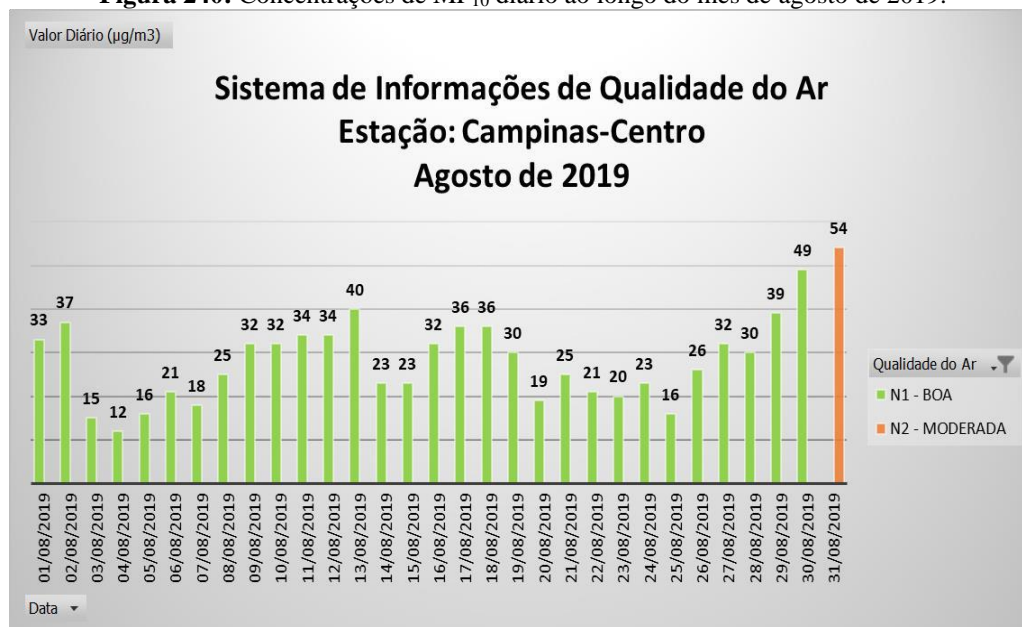


### 3.5.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral)

No município de Campinas, no ano de 2019, as concentrações de MP<sub>10</sub> foram relativamente baixas, apenas 5 meses registraram concentrações entre 52 e 84 µg/m<sup>3</sup> em duas estações diferentes. A estação Campinas-Centro apresentou dados de agosto e setembro, já a estação Campinas-Taquaral, apontou dados das concentrações nos meses de julho a setembro.

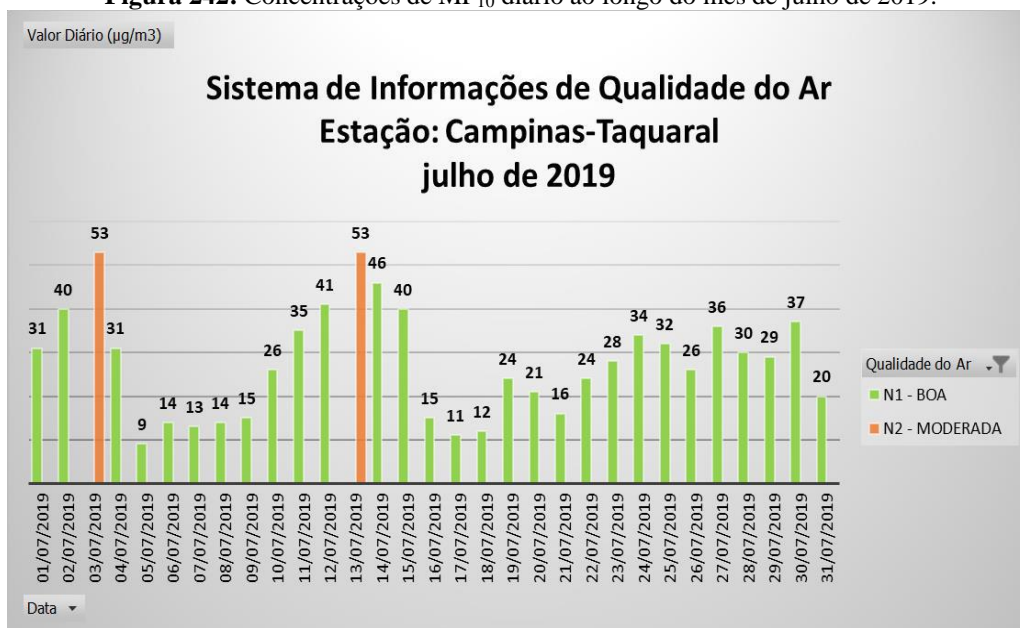
O mês de agosto a precipitação foi de 4 mm, a menor do ano, chovendo em um único dia (3), apesar da falta de chuvas as concentrações de MP<sub>10</sub> foram baixas, com um dia acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 240).

**Figura 240:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2019.

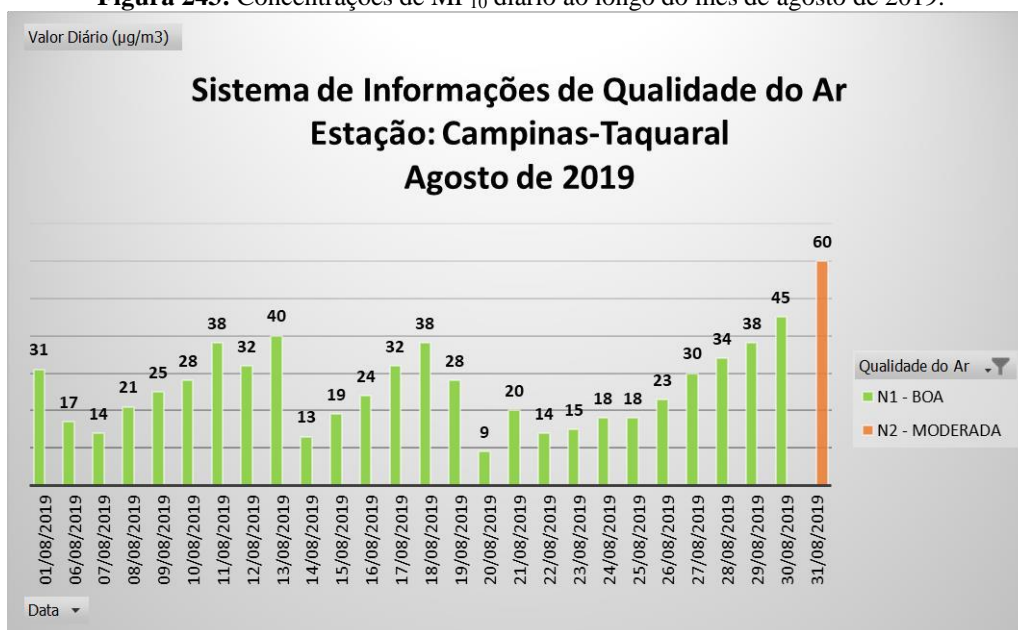
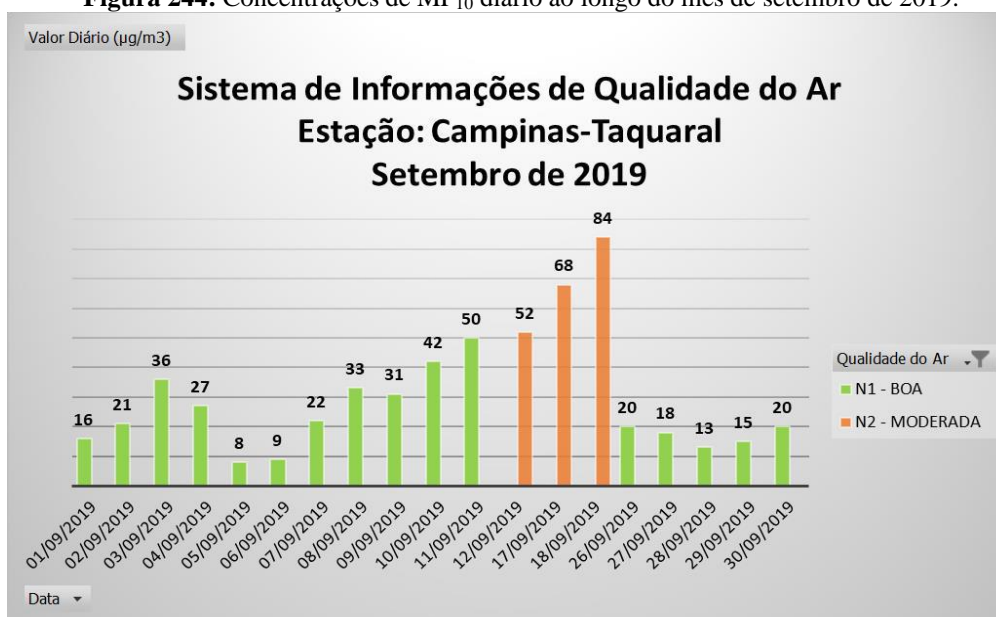


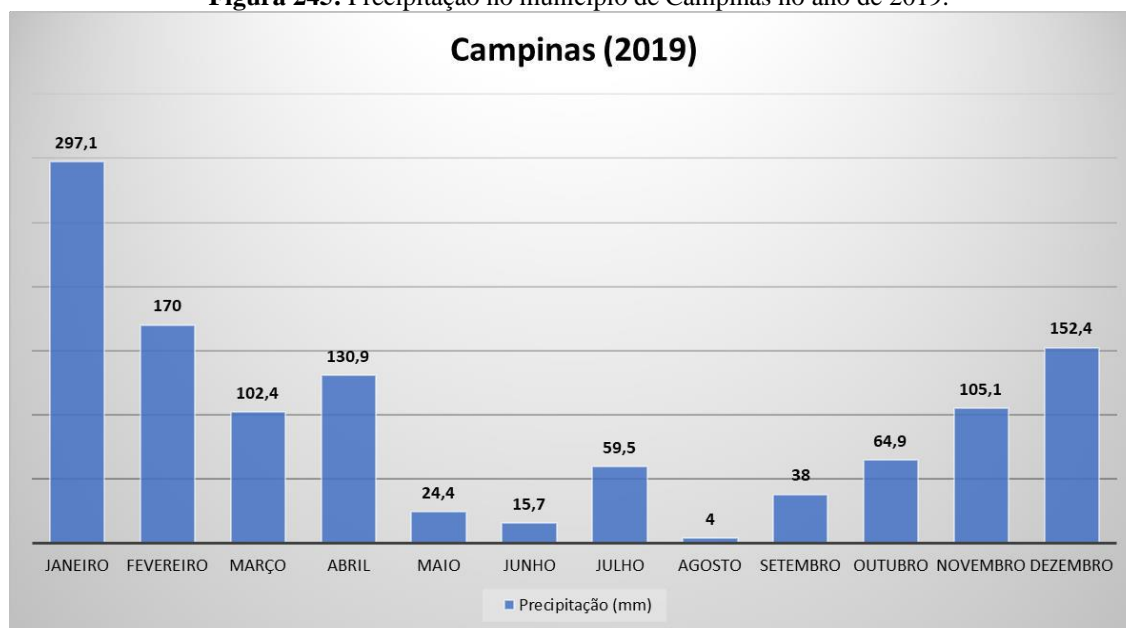
No mês de setembro a precipitação foi de 38 mm, distribuídos nos dias 2, 26 e 27. A primeira máxima foi de 18,5 mm no dia 26 e a segunda máxima de 18 mm no dia 2. O maior intervalo ocorreu entre as duas primeiras máximas, do dia 3 ao dia 25. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> aconteceram no intervalo sem chuva, chegando a 66 µg/m<sup>3</sup> em dois dias consecutivos (Figura 241).

Na estação Campinas-Taquaral, o mês de julho registrou dois dias de concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup>, que coincidem nos intervalos sem chuva do mês (Figura 242). Nesse mês a precipitação foi de 59,5 mm divididos em 3 dias, a primeira máxima de 52 mm no dia 5 e a segunda máxima de 4,2 mm no dia 31. Os intervalos sem chuva foram nos primeiros 4 dias, entre os dias 6 e 15, e entre os dias 17 e 30.

**Figura 241:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2019.**Figura 242:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2019.

Os dados de MP<sub>10</sub> nos meses de agosto e setembro na estação Campinas-Taquaral são muito semelhantes aos dados da estação Campinas-Centro. O mês de agosto nas duas estações apresentaram uma maior concentração de MP<sub>10</sub> no dia 31, a diferença que na estação Campinas-Taquaral a concentração foi de 60 µg/m<sup>3</sup> e na estação Centro foi de 54 µg/m<sup>3</sup> (Figura 243). Em setembro a estação Campinas-Taquaral registrou um dia a menos que a estação Centro (Figura 244).

**Figura 243:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2019.**Figura 244:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2019.

**Figura 245:** Precipitação no município de Campinas no ano de 2019.

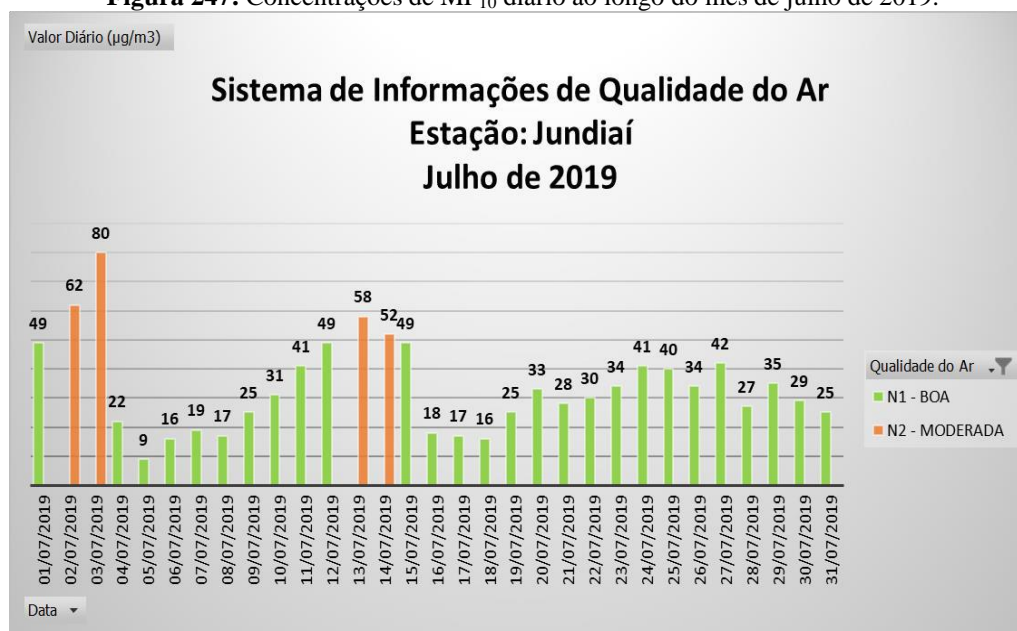
### 3.5.3 Estação Jundiaí

Em junho a precipitação foi de 75,4 mm, um pouco acima dos anos anteriores, porém com grandes intervalos sem chuva entre as precipitações. A primeira máxima foi de 59,4 mm no dia 3 e a segunda de 15,7 mm no dia 4. Apenas um dia foi classificado como “moderado” pelo índice de qualidade do ar (Figura 246).

**Figura 246:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2019.

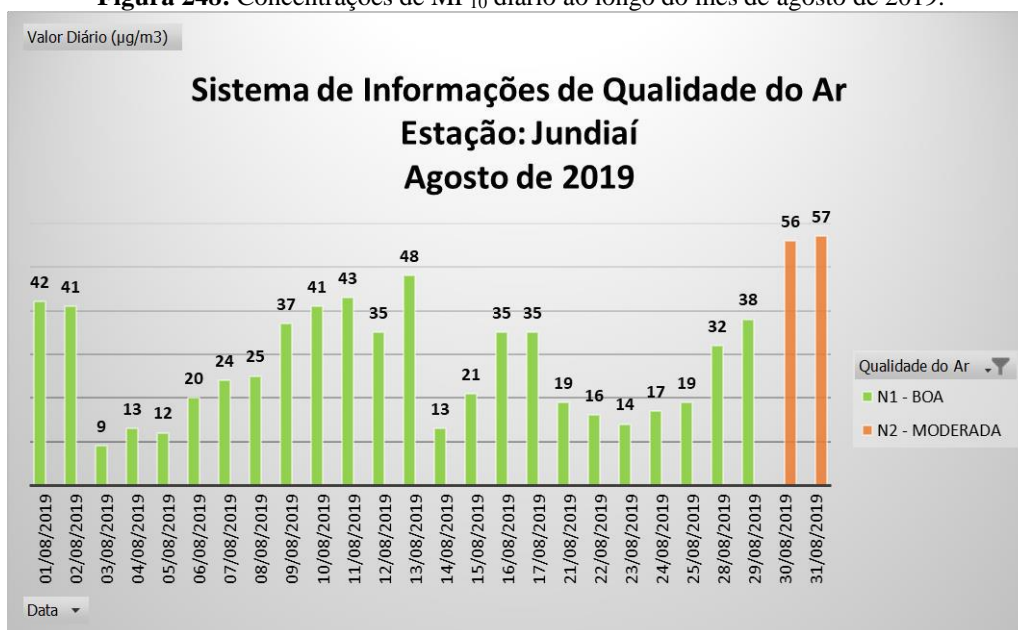
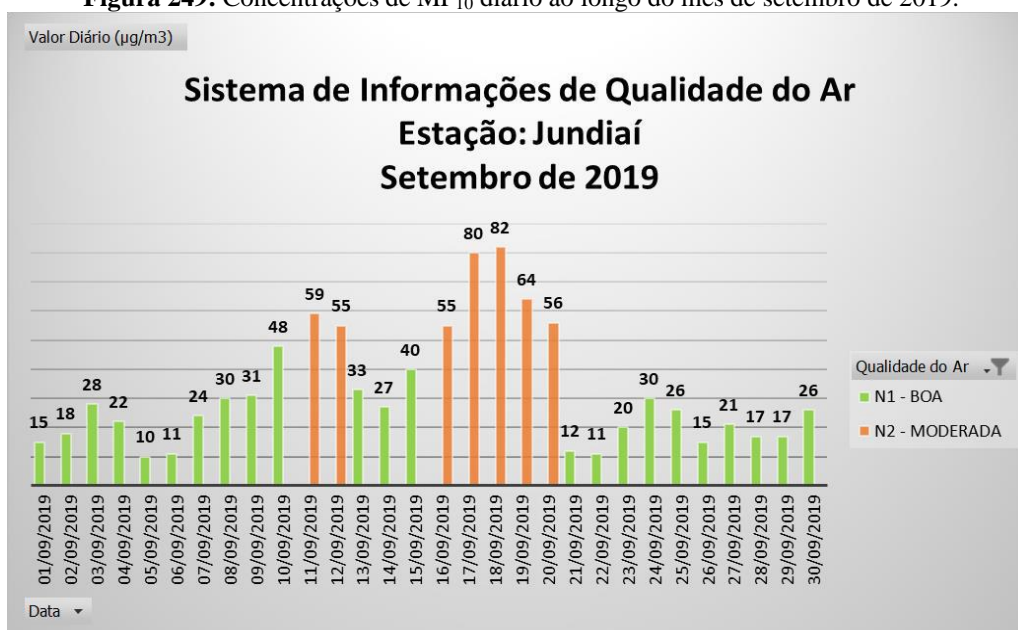
Em julho a precipitação foi de 140,9 mm, muito acima dos anos anteriores, porém, houve dois grandes intervalos, entre as duas primeiras máximas e depois da segunda máxima. A primeira foi de 116,8 mm no dia 4 e a segunda de 9,2 mm no dia 16. As concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram nos intervalos sem chuva, chegando a 80 µg/m<sup>3</sup> (Figura 247).

**Figura 247:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2019.

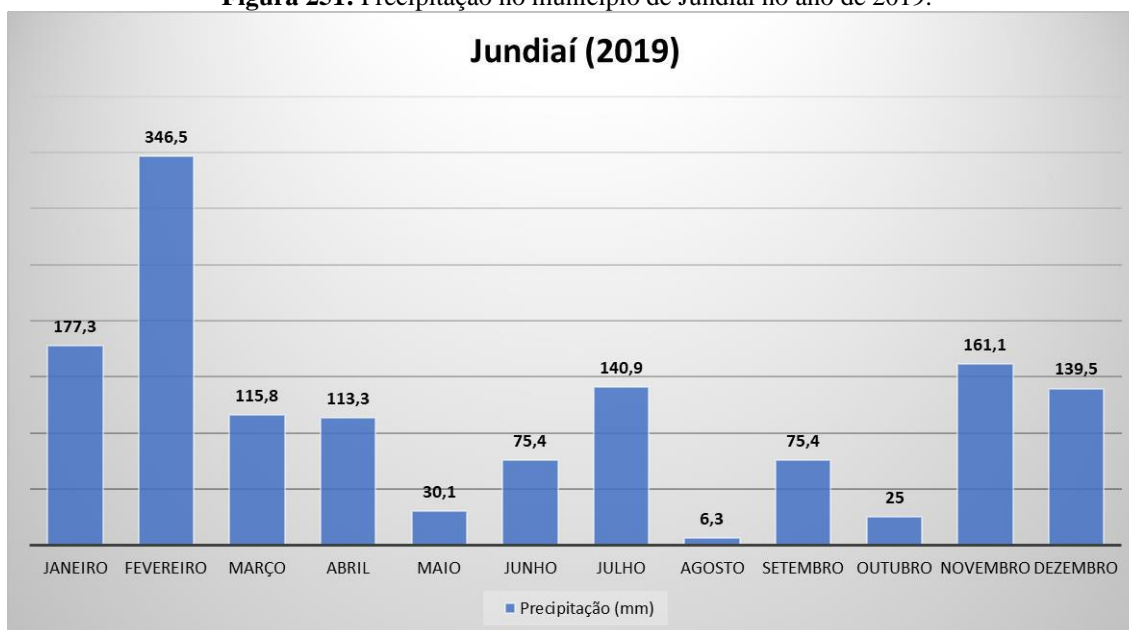


Em agosto a precipitação foi a menor do ano, com 6,3 mm em um único dia (31), após passar o mês inteiro sem chuva, as concentrações de MP<sub>10</sub> aumentaram nos dois últimos dias do mês (Figura 248).

No mês de setembro a precipitação foi de 75,4 mm distribuídos no início e no final do mês. A primeira máxima foi de 32,6 mm no dia 2 e a segunda máxima de 12,5 mm no dia 26. Entre os dias 8 e 24 não teve precipitação, e nesse mesmo intervalo as concentrações de MP<sub>10</sub> aumentaram, chegando a 82 µg/m<sup>3</sup> (Figura 249).

**Figura 248:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2019.**Figura 249:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2019.

Em outubro a precipitação foi de 25 mm, com a primeira máxima de 20,1 mm no dia 9 e a segunda máxima de 2,1 mm no dia 29. Mesmo sendo o segundo mês com o menor índice pluviométrico, a concentração de MP<sub>10</sub> foi maior em um dia (3) (Figura 250).

**Figura 250:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2019.**Figura 251:** Precipitação no município de Jundiaí no ano de 2019.

### 3.5.4 Estação Limeira

Em 2019, os dados pluviométricos (completo) fornecidos pelo DAEE se restringiram para os meses de janeiro, abril e maio. Para fazer a análise dos meses de junho, agosto, setembro e outubro, foi preciso selecionar uma estação automática próxima a estação da CETESB, dentro do banco de dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

(Cemaden). No entanto, há diferenças nos valores entre as estações no mesmo município, o que pode levar a não exatidão na correlação dos dados.

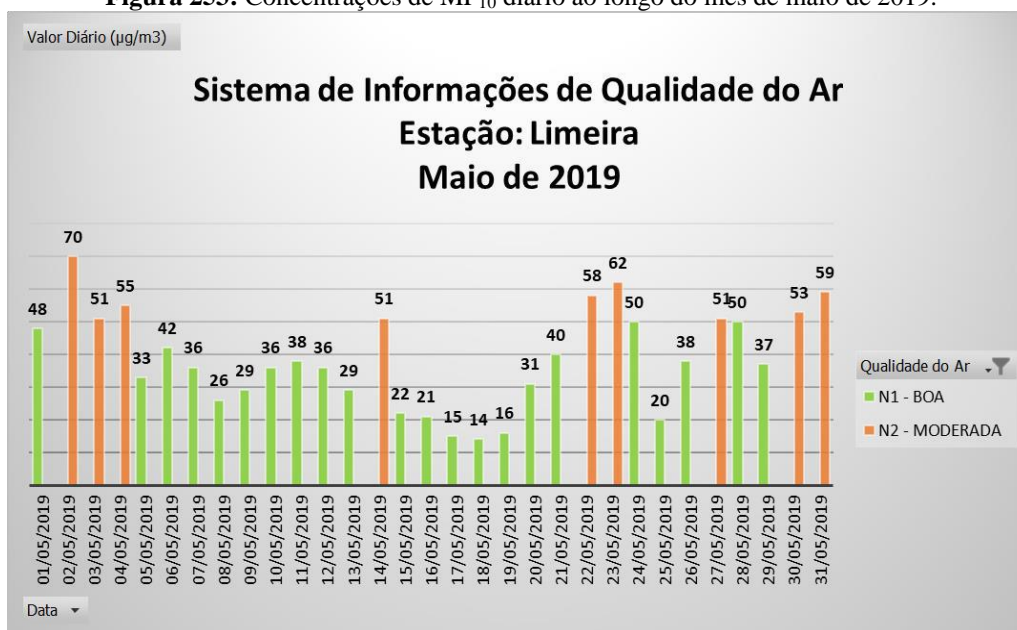
Em abril a precipitação foi de 124,6 mm distribuídos ao longo do mês, separados por pequenos intervalos sem chuva. Os maiores intervalos sem chuva foram entre os dias 18 e 24, os 5 primeiros dias e do dia 10 ao dia 13. As concentrações mais altas ocorreram no início do mês, no primeiro intervalo sem chuva, com a máxima de  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 252).

**Figura 252:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de abril de 2019.



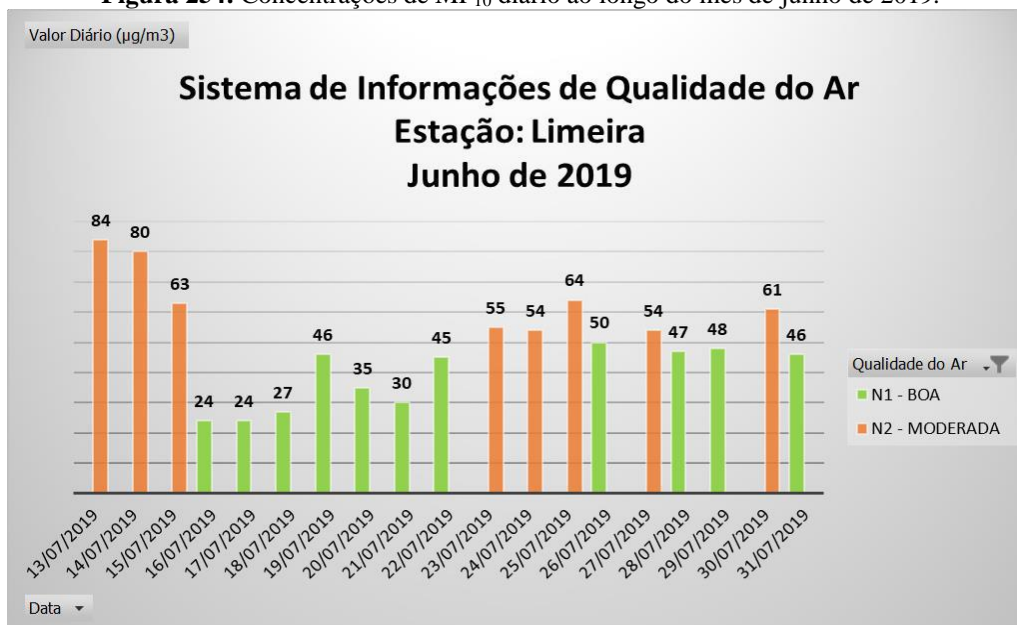
No mês de maio a precipitação foi 27,4 mm, a terceira menor do ano. Os primeiros 7 dias e os últimos 12 dias a precipitação foi igual a 0. A primeira máxima foi no dia 19 com 8,3 mm e a segunda máxima de 6 mm no dia 8. Todas as concentrações de  $\text{MP}_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  estão nos intervalos sem chuva do mês, a máxima chegou a  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 2 (Figura 253).

**Figura 253:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2019.



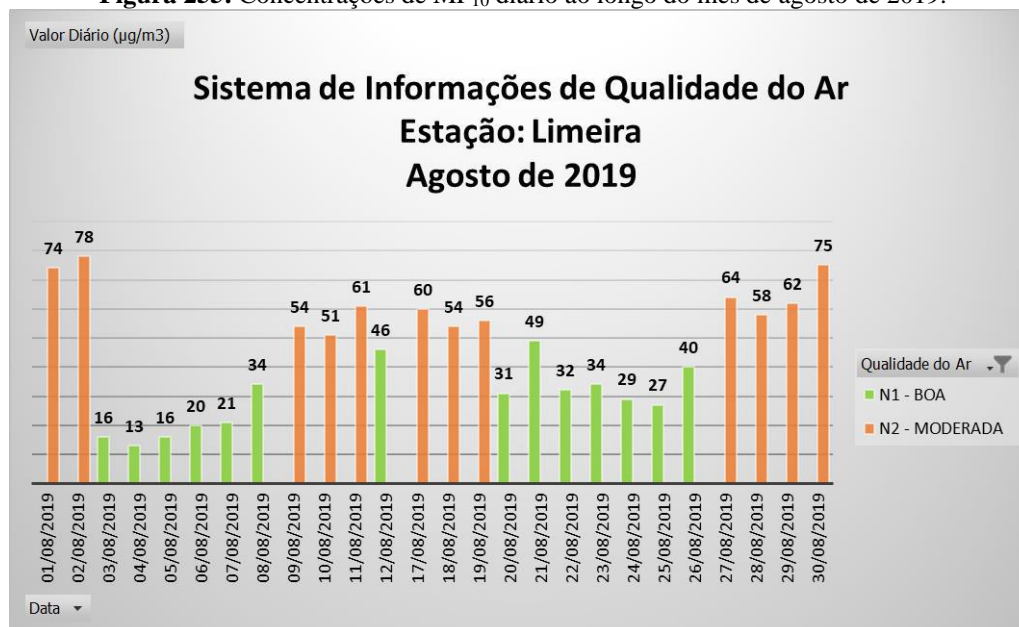
No mês de junho choveu 16,4 mm em dois dias, 16,2 mm no dia 3 e 0,2 mm no dia 4, segunda menor precipitação do ano. As concentrações de MP<sub>10</sub> dos primeiros 12 dias não foram fornecidas pelo banco de dados da CETESB. Para os dados existentes, a máxima chegou a 84 µg/m<sup>3</sup> (Figura 254).

**Figura 254:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2019.



O mês de agosto teve o menor índice pluviométrico do ano, com 10,2 mm. A primeira máxima foi de 4,6 mm no dia 5 e a segunda no dia 4 com 3,2 mm. Um pouco menos da metade do mês ficou classificado como “moderada” pelo índice de qualidade do ar.

**Figura 255:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2019.



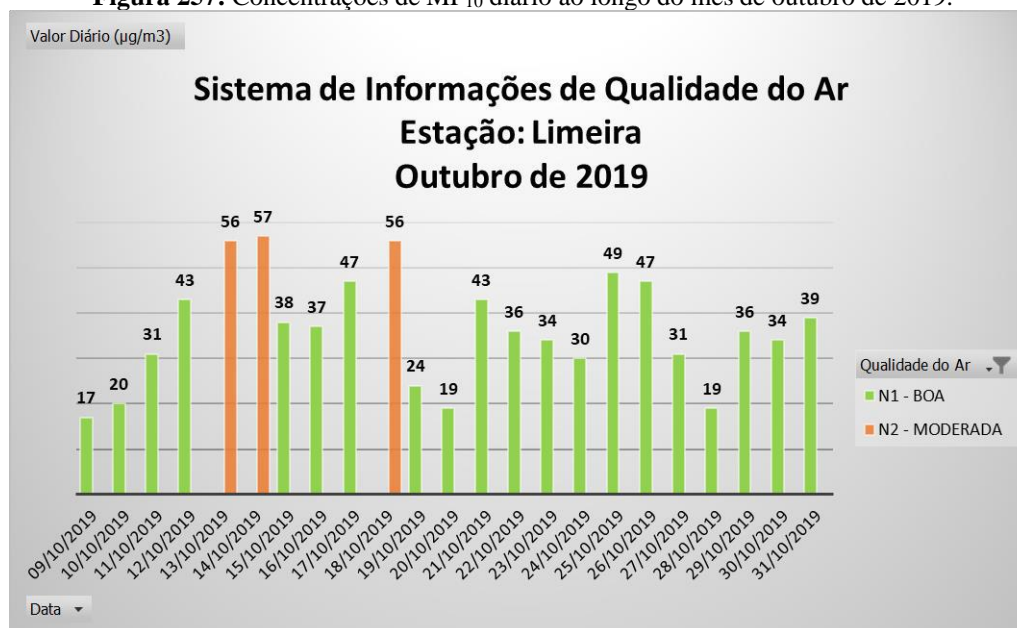
Em setembro a precipitação foi de 67,2 mm, com a primeira máxima de 22,6 mm no dia 1 e a segunda máxima de 20,8 mm no dia 25. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> estão no intervalo de 16 dias sem chuva, com três registros acima de 100 µg/m<sup>3</sup> (Figura 256).

**Figura 256:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2019.

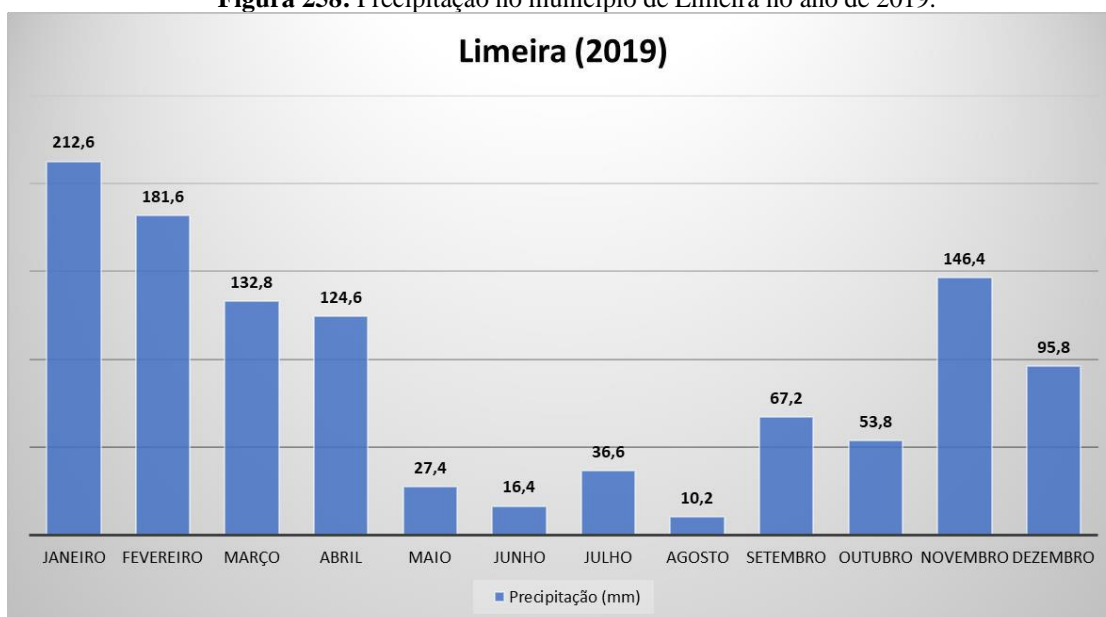


No mês de outubro o índice pluviométrico ainda é baixo, com 53,8 mm, porém, melhor distribuído ao longo do mês e com poucos e pequenos intervalos sem chuva. O maior deles ocorre entre os dias 10 e 17. As concentrações de  $MP_{10}$  foram mais altas nesse intervalo, chegando a  $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 257). Os 8 primeiros dias não foram fornecidos pela base de dados da CETESB.

**Figura 257:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de outubro de 2019.



**Figura 258:** Precipitação no município de Limeira no ano de 2019.



### 3.5.5 Estação Paulínia e Paulínia-Sta. Terezinha

A estação Paulínia apresentou concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, no entanto, as concentrações permaneceram com o índice de qualidade “moderado”. Já a estação Paulínia-Sta. Terezinha registrou concentrações de  $MP_{10}$  maiores do que a estação Paulínia, principalmente no mês de setembro.

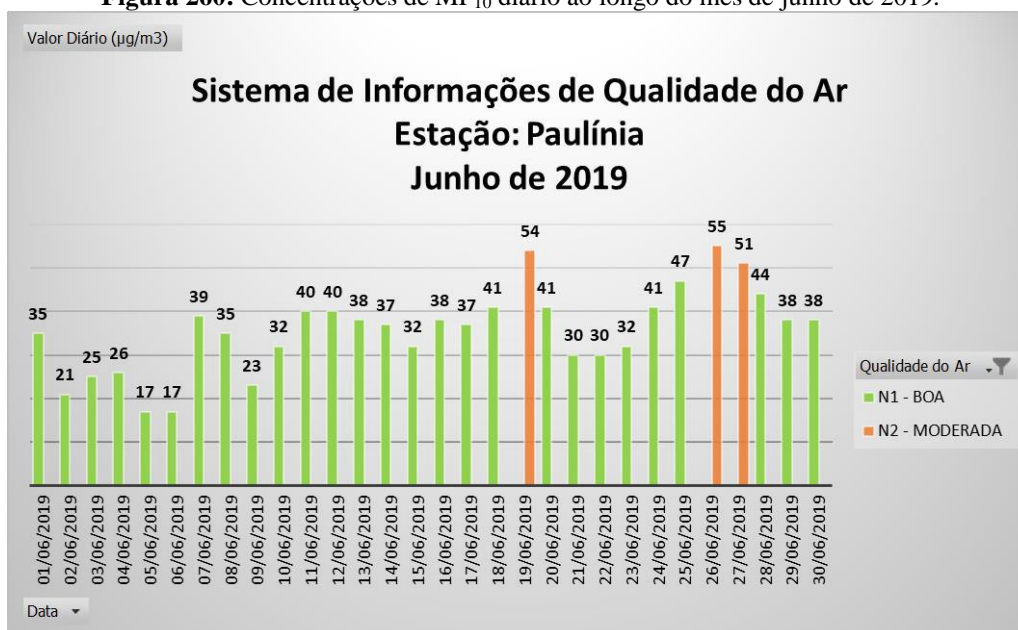
Como os anos anteriores, o banco de dados do CIIAGRO só fornece os dados pluviométricos mensais do município. No geral, as precipitações foram muito baixas de abril a outubro.

No mês de maio a precipitação foi de 14,7 mm, segundo os dados do CIIAGRO. Pelo banco de dados do Cemaden, a precipitação foi um pouco maior, 45,2 mm distribuídos ao longo do mês, com períodos sem chuva de até 8 dias. A concentração de  $MP_{10}$  foi baixa, com a máxima de  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 20 (Figura 259).

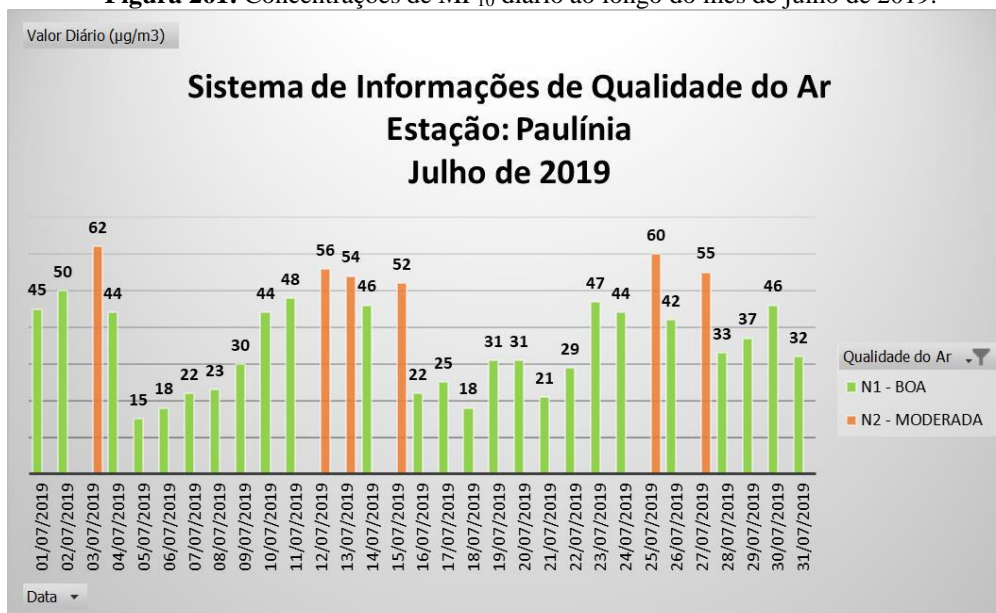
**Figura 259:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de maio de 2019.



No mês de junho a precipitação foi de 15,4 mm, tanto pelo CIIAGRO quanto Cemaden. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 5 e 19, o segundo foi entre os dias 21 e 30. As concentrações  $MP_{10}$  consideradas “moderada” pelo índice de qualidade foram registradas nos intervalos sem chuva do mês (Figura 260).

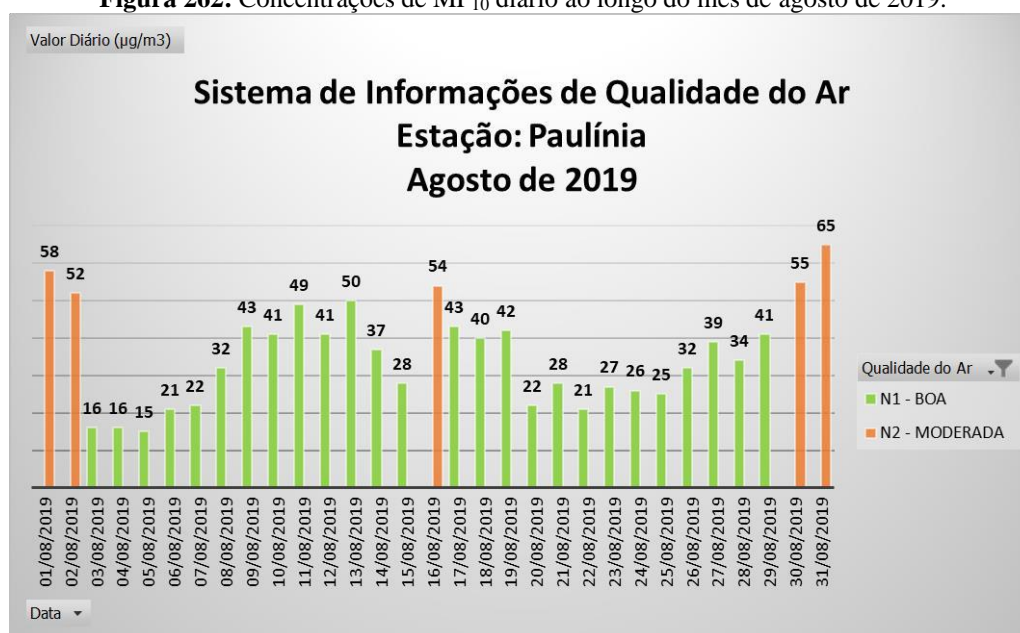
**Figura 260:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2019.

No mês de julho, a precipitação registrada pelo CIIAGRO foi de 29,3 mm e pelo Cemaden 49,6 mm. Os três primeiros dias, entre os dias 7 e 15, e do dia 17 ao dia 29, a precipitação foi igual a 0. Os dias que excederam os 50 µg/m<sup>3</sup> estão nos intervalos sem chuva do mês, chegando a 62 µg/m<sup>3</sup> no dia 3 (Figura 261).

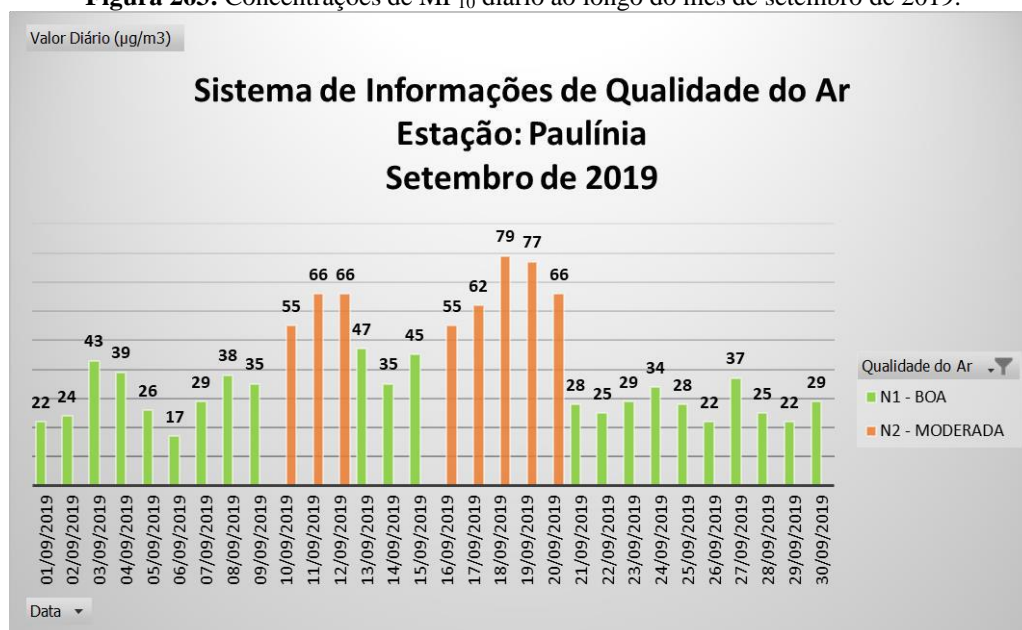
**Figura 261:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2019.

No mês de agosto a precipitação foi de 2,1 mm pela série histórica do CIIAGRO e 7,4 mm pelo Cemaden. Os intervalos sem chuva ocorreram nos dois primeiros dias, do dia 6 ao dia 18, e do dia 21 ao dia 31 do mês. Durante o mês, cinco dias apresentaram concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup>, com a máxima de 65 µg/m<sup>3</sup> no dia 31 (Figura 262).

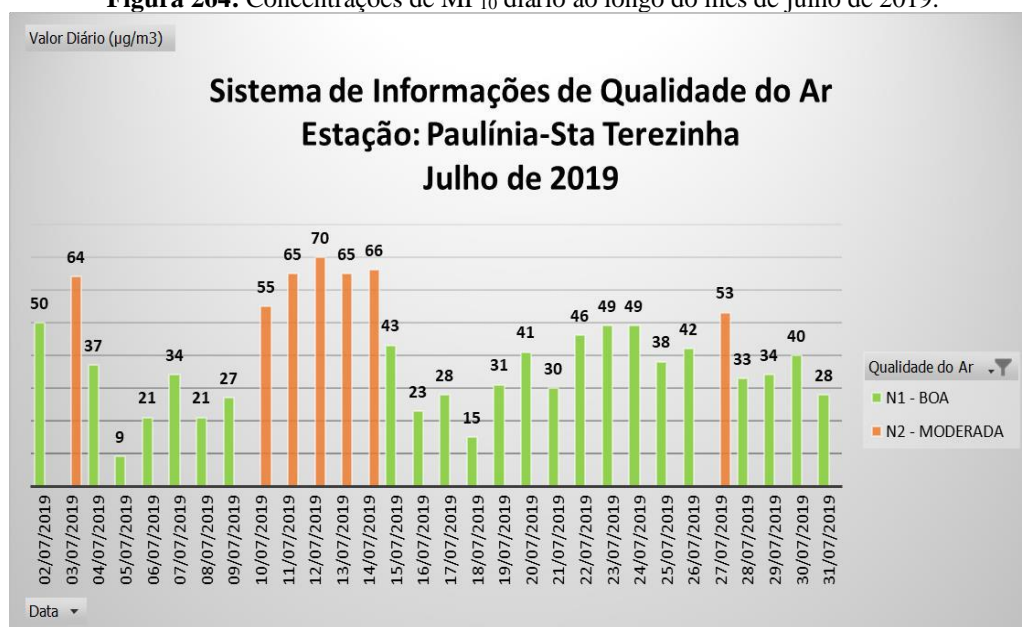
**Figura 262:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2019.



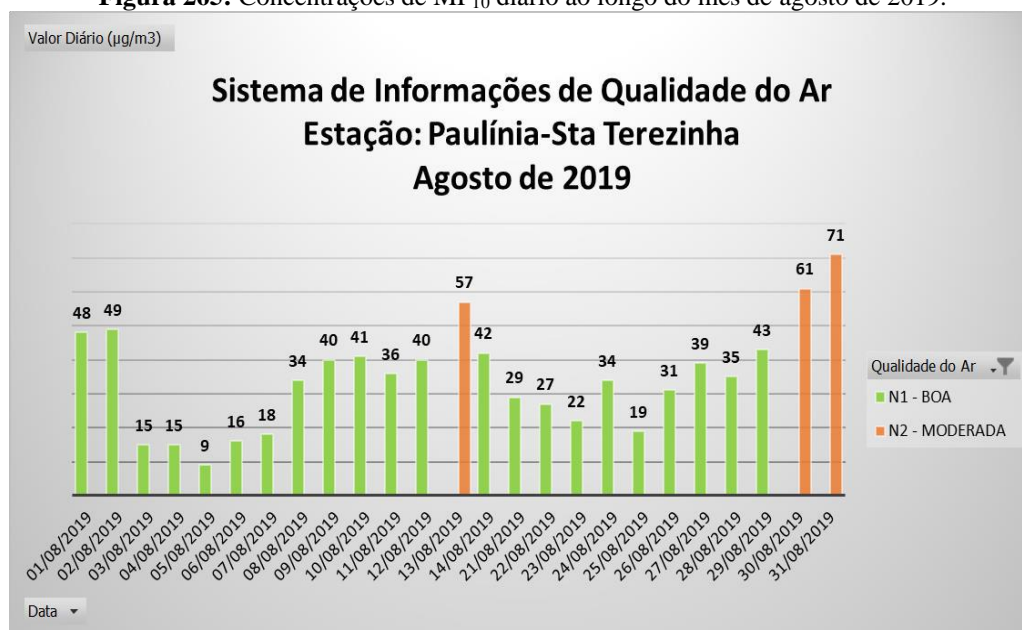
Em setembro, a diferença entre os dados dos índices pluviométricos do CIIAGRO e do Cemaden foram discrepantes, com 9,1 mm e 50,6 mm, respectivamente. O maior intervalo sem chuva foi entre os dias 7 e 20, o segundo maior entre os dias 28 e 31. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram no maior intervalo sem chuva do mês, com a máxima de 79 µg/m<sup>3</sup> no dia 18 (Figura 263). Da estação Paulínia, o mês de setembro registrou um aumento nas concentrações de MP<sub>10</sub> e o mês de maio deteve as menores concentrações. Porém, as classificações das concentrações do material particulado permaneceram entre “boa” e “moderada”.

**Figura 263:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2019.

No mês de julho, na estação Paulínia-Sta. Terezinha, as concentrações de MP<sub>10</sub> foram maiores e mais frequentes do que na estação Paulínia, no entanto, também ocorreram nos mesmos intervalos sem chuva do mês. A maior concentração foi de 70 µg/m<sup>3</sup> (Figura 264).

**Figura 264:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2019.

No mês de agosto da estação Paulínia-Sta. Terezinha a concentração de MP<sub>10</sub> foi menor, somente 3 dias tiveram suas concentrações acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 265).

**Figura 265:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2019.

As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram nos meses de setembro, principalmente na estação Paulínia-Sta. Terezinha e no maior intervalo sem chuva do mês, entre os dias 7 e 20. As máximas chegaram a 116 e 96 µg/m<sup>3</sup>, consideradas como “ruim” e “moderada” pelo índice de qualidade do ar.

**Figura 266:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2019.

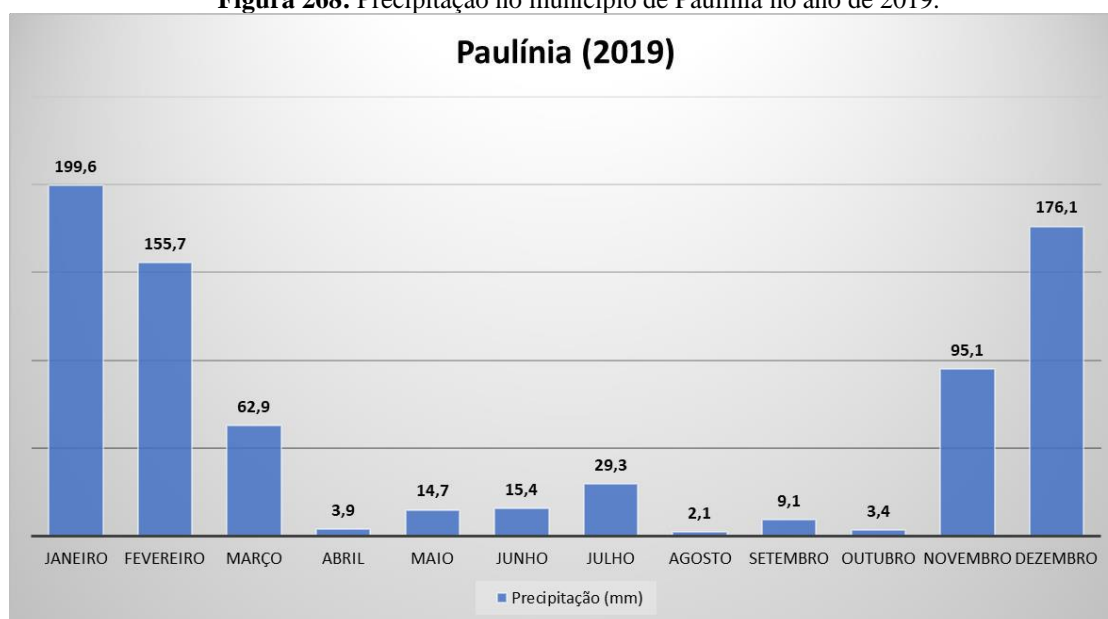
Os dados históricos dos índices pluviométricos da estação CIAGRO em relação ao Cemaden para o mês de outubro são muito diferentes, o primeiro registrou 3,4 mm e o segundo

82,8 mm. Como o CIIAGRO só fornece os valores mensais, para o município de Paulínia, as análises diárias são baseadas nos dados fornecidos pelo Cemaden. A precipitação no mês de outubro foi distribuída ao longo do mês com pequenos intervalos sem chuva, o primeiro intervalo ocorreu nos 6 primeiros dias e o segundo entre os dias 10 e 17, sendo esses os mais significativos. A concentração de  $MP_{10}$  foi baixa e com um dia acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 3 (Figura 267).

**Figura 267:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de outubro de 2019.



**Figura 268:** Precipitação no município de Paulínia no ano de 2019.



### 3.5.6 Estação Piracicaba

No ano de 2019, no município de Piracicaba, as concentrações de  $MP_{10}$  começam a aumentar a partir do mês de abril e permanecem até o mês de outubro.

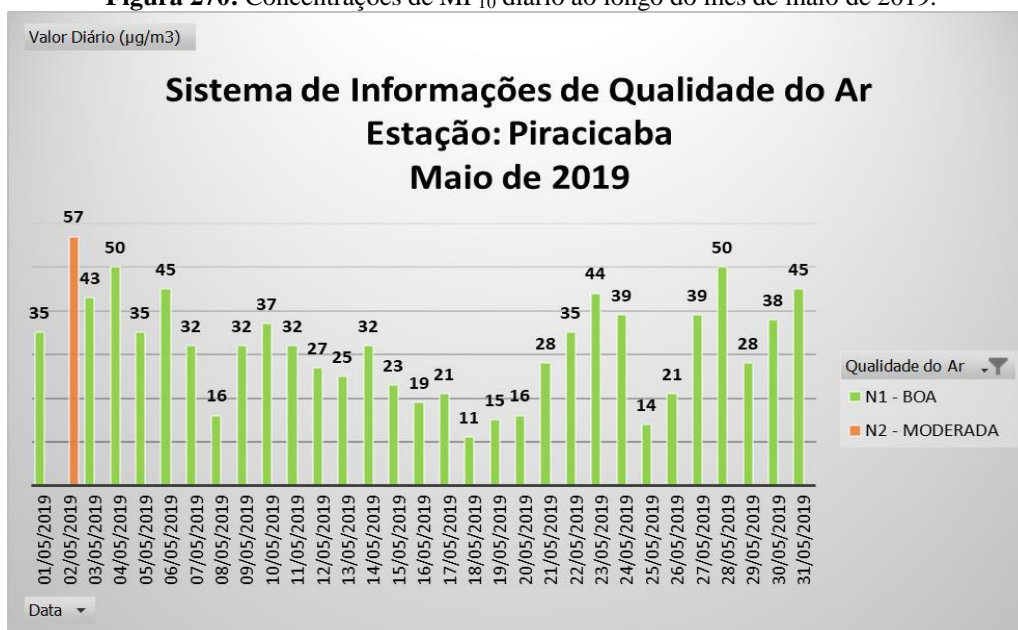
Em abril a precipitação foi de 227,7 mm distribuídos ao longo do mês, com pequenos intervalos de 1 a 5 dias sem chuva. A primeira máxima foi de 97,6 mm no dia 8 e a segunda máxima de 34,3 mm no dia 7. Os dois maiores intervalos sem chuva foram nos 5 primeiros dias e do dia 18 ao dia 22. As concentrações de  $MP_{10}$  do mês foram baixas, com apenas um dia acima  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 4 (Figura 269).

**Figura 269:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de abril de 2019.



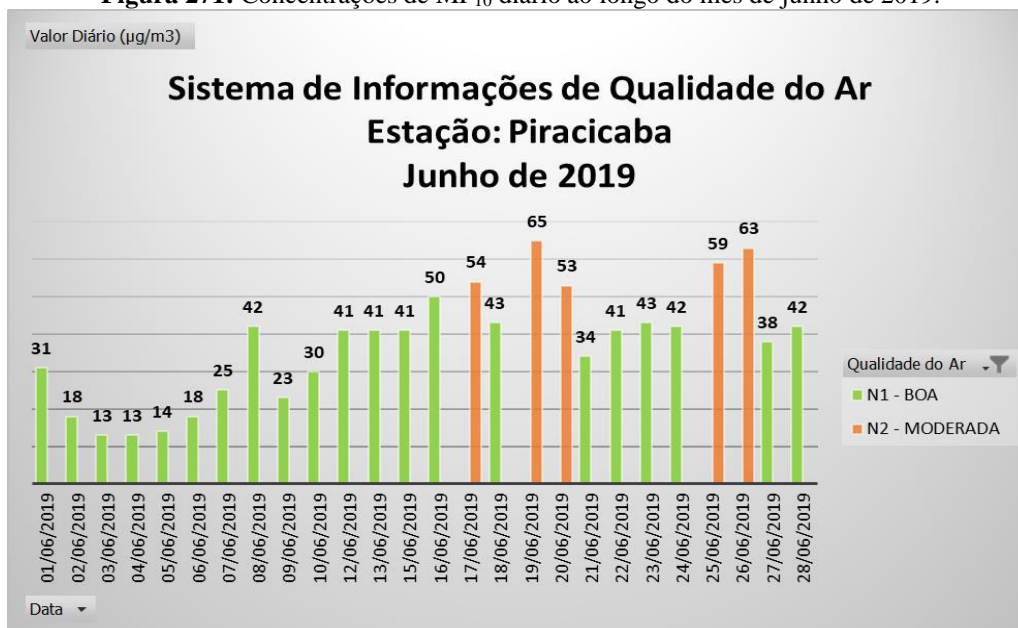
No mês de maio a precipitação foi de 45,4 mm, divididos em 4 dias, intercalados por grandes intervalos sem chuva. A primeira máxima foi de 18,8 mm nos dias 18 e 19, e a segunda máxima de 4,6 mm no dia 29. Nos 11 primeiros dias, do dia 13 ao dia 17, e entre os dias 20 e 28, a precipitação foi igual a 0, sendo os maiores intervalos sem chuva do mês. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  ocorreram nos maiores intervalos sem chuva, porém, somente um dia excedeu os  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 270).

**Figura 270:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2019.



Em junho choveu apenas 11,2 mm divididos em 2 dias, a primeira máxima de 6,2 mm no dia 3 e 5mm no dia 4. As concentrações de MP<sub>10</sub> começaram a aumentar após o dia 8 e a máxima foi de 65 µg/m<sup>3</sup> no dia 19 (Figura 271). Apesar do baixo índice pluviométrico, não teve um grande aumento nas concentrações do material particulado.

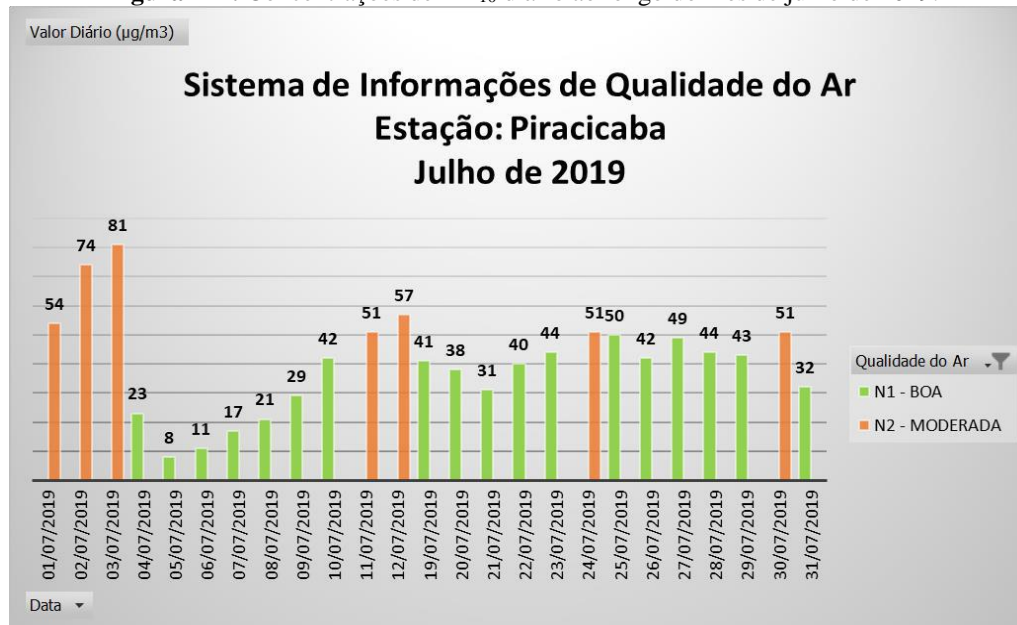
**Figura 271:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2019.



No mês de julho a precipitação foi um pouco mais alta do que o mês anterior, com 43,2 mm divididos em 4 dias de chuva. A primeira máxima foi de 33,2 mm no dia 5 e a segunda

com 7,7 mm no dia 4. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  ocorreram nos intervalos sem chuva do mês, com a máxima de  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 3 (Figura 272).

**Figura 272:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2019.



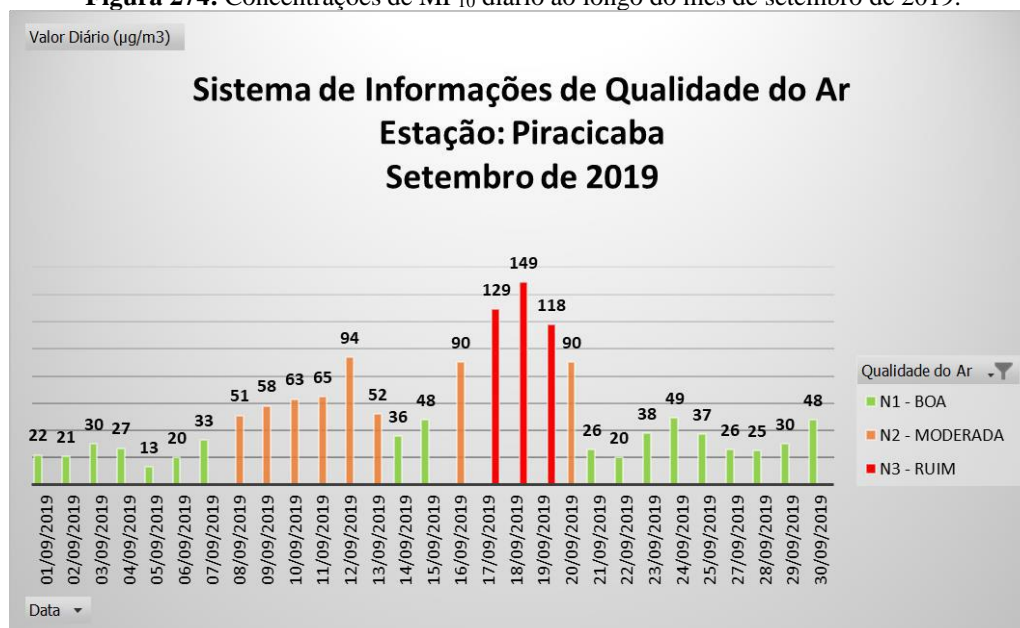
No mês de agosto a precipitação foi 0 mm, contudo, as concentrações de  $MP_{10}$  não ultrapassaram  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado “ruim” pelo PQAr. A máxima concentração foi de  $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 31 (Figura 273).

**Figura 273:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2019.



Em setembro a precipitação foi de 45 mm divididos no início e final do mês. A primeira máxima foi de 28 mm no dia 2 e a segunda máxima de 10 mm no dia 1, após esses dois dias de chuva, houve um intervalo do dia 3 ao dia 25 sem precipitação. As concentrações de MP<sub>10</sub> começaram a aumentar após o dia 8 até o dia 20, ultrapassando em três dias 100 µg/m<sup>3</sup>, considerado “ruim” pelo índice de qualidade do ar (Figura 274).

**Figura 274:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2019.

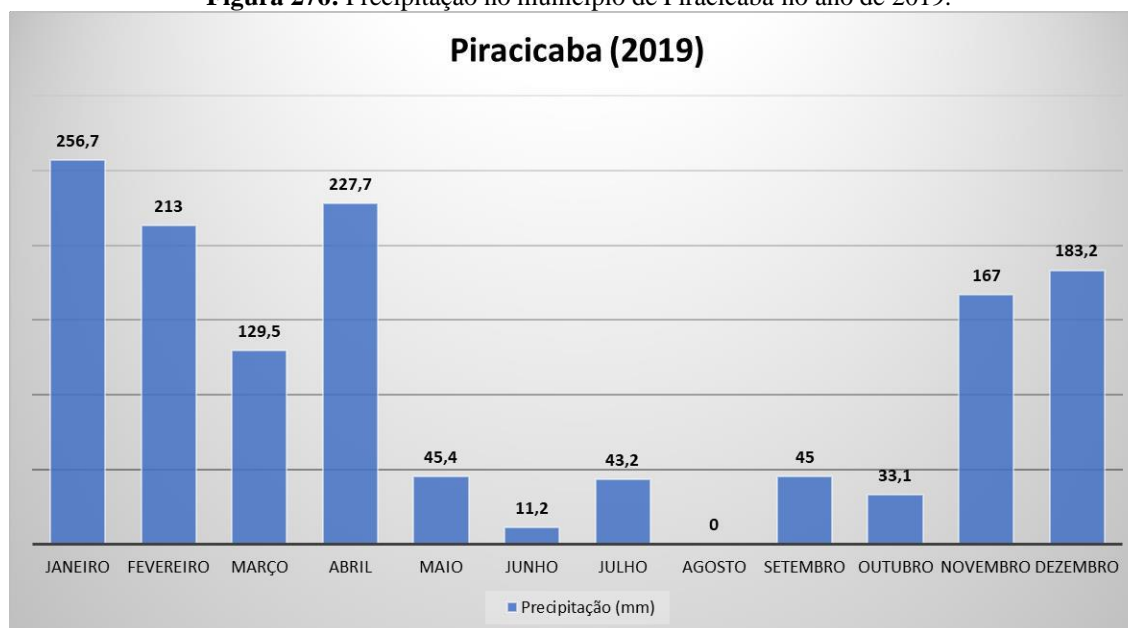


No mês de outubro a precipitação foi de 33,1 mm, menor que o mês anterior, porém, melhor distribuída. A primeira máxima foi de 10,9 mm no dia 19 e a segunda máxima de 10,5 mm no dia 31. Os três maiores intervalos sem chuva foram nos seis primeiros dias, entre os dias 11 e 17, e do dia 23 ao dia 27. A maior frequência e os maiores valores de concentração de MP<sub>10</sub> ocorreram nos seis primeiros dias do mês, chegando a 87 µg/m<sup>3</sup> no dia 3 (Figura 275).

**Figura 275:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2019.



**Figura 276:** Precipitação no município de Piracicaba no ano de 2019.



### 3.5.7 Estação Rio Claro

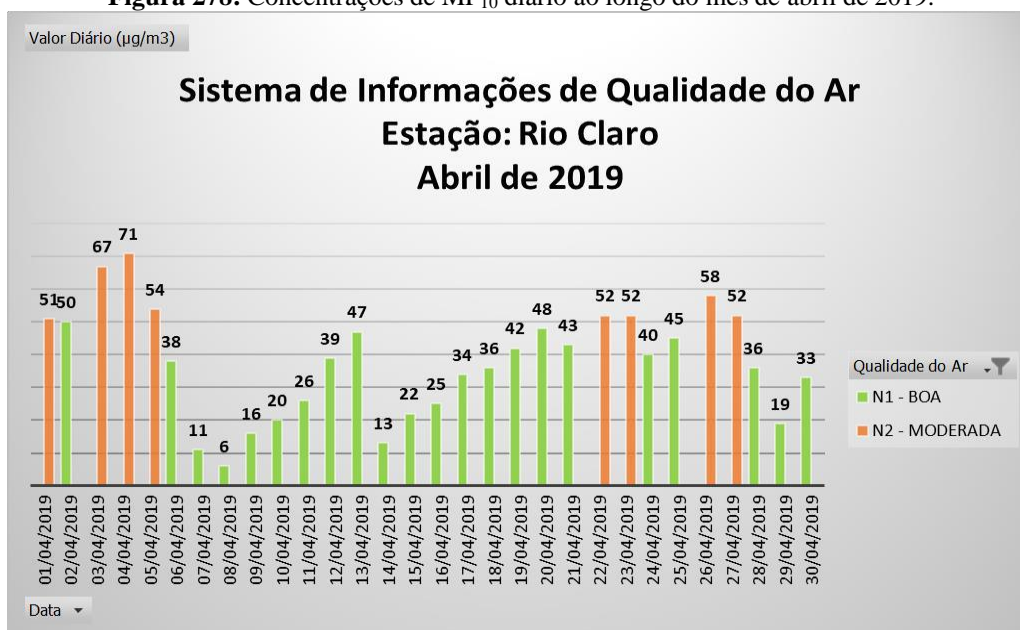
No ano de 2019 a estação Rio Claro (rede automática) foi incluída nos dados históricos da CETESB, fornecendo informações sobre as concentrações de MP<sub>10</sub>. Essas concentrações começaram a ultrapassar 50 µg/m<sup>3</sup> desde o mês de março a outubro, classificando a qualidade do ar entre “boa”, “moderada” e “ruim”.

Em março a precipitação foi de 209,4 mm, distribuída ao longo do mês com intervalos sem chuva de 2 a 11 dias. A primeira máxima foi de 84,5 mm no dia 14 e a segunda máxima de 46 mm no dia 1. O maior período sem chuva ocorreu entre os dias 21 e 31, nesse intervalo foram registradas as maiores concentrações de  $MP_{10}$  do mês, chegando a  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 26 (Figura 277). O mês de março teve a menor concentração de  $MP_{10}$  em relação aos outros meses que apresentaram algum aumento nos valores diários.

**Figura 277:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de março de 2019.



No mês de abril a precipitação foi de 205,6 mm distribuídos em 6 dias ao longo do mês, separados por intervalos de 4 a 13 sem chuva. A primeira máxima foi de 58,5 mm no dia 8 e a segunda máxima de 42,5 mm no dia 7. Os seis primeiros dias e entre os dias 16 a 28, a precipitação foi igual a 0, sendo estes os dois maiores intervalos sem chuva do mês. Os dias que apresentaram maiores concentrações de  $MP_{10}$  estão nesses intervalos, chegando a  $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 4 (Figura 278).

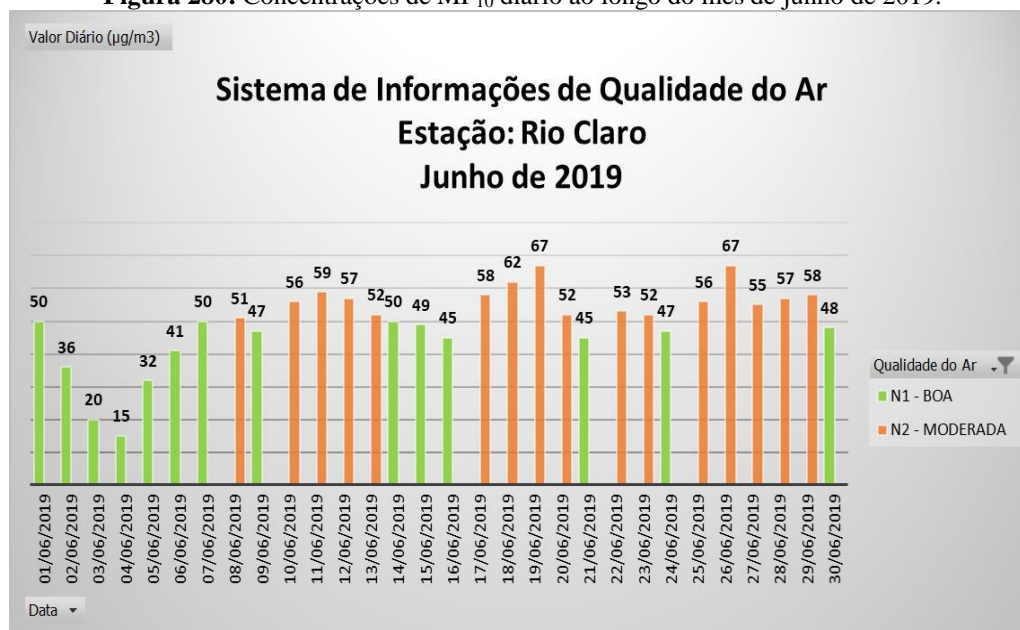
**Figura 278:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2019.

A partir do mês de maio o índice pluviométrico diminuiu significativamente, com 28 mm, a primeira máxima de 16,7 mm no dia 18 e a segunda máxima de 7,5 mm no dia 20. No mês houve dois grandes intervalos sem chuva, nos 17 primeiros dias e do dia 21 ao dia 28. A frequência da concentração de MP<sub>10</sub> no mês de maio aumentou em relação ao meses anteriores, chegando a 62 µg/m<sup>3</sup> no dia 23 (Figura 279).

**Figura 279:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2019.

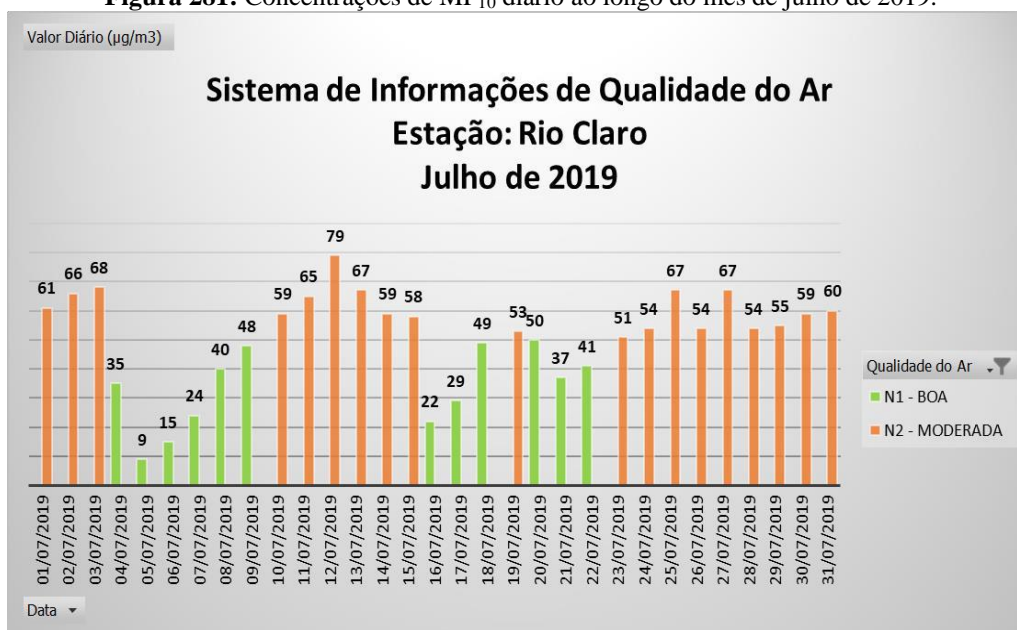
Segundo os dados pluviométricos do DAEE a precipitação no mês de junho foi de 0 mm, já a estação UNESP registrou uma precipitação de 11,3 mm. Pelos dados da UNESP as chuvas diárias teriam ocorrido nos dias 3 e 4, com precipitações de 0,6 e 10,7 mm respectivamente. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  iniciaram a partir do dia 8, com a máxima de  $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos dias 19 e 26 (Figura 280).

**Figura 280:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de junho de 2019.



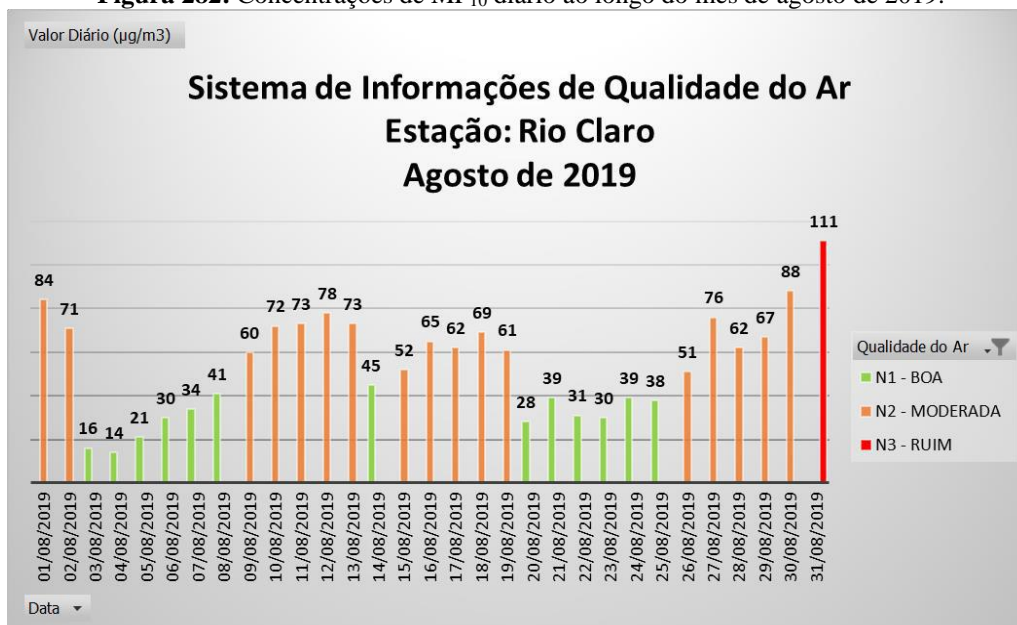
Em julho a precipitação foi de 20,6 mm divididos em 2 dias, com a primeira máxima de 19,4 mm no dia 5 e a segunda no dia 16 com 1,2 mm. As menores concentrações de  $MP_{10}$  ocorreram nos mesmos dias das precipitações, e as maiores tiveram um aumento na frequência e na concentração diária, principalmente entre os dias 10 e 15, com a máxima de  $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e entre os dias 23 e 31 (Figura 281).

**Figura 281:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2019.



No mês de agosto a precipitação foi de 11,7 mm, com a primeira máxima de 8,2 mm no dia 5 e a segunda de 2 mm no dia 3. Todas as concentrações acima de 50 µg/m<sup>3</sup> estão nos intervalos sem chuva do mês. A máxima foi de 111 µg/m<sup>3</sup> no dia 31, considerada “ruim” pelo índice de qualidade do ar.

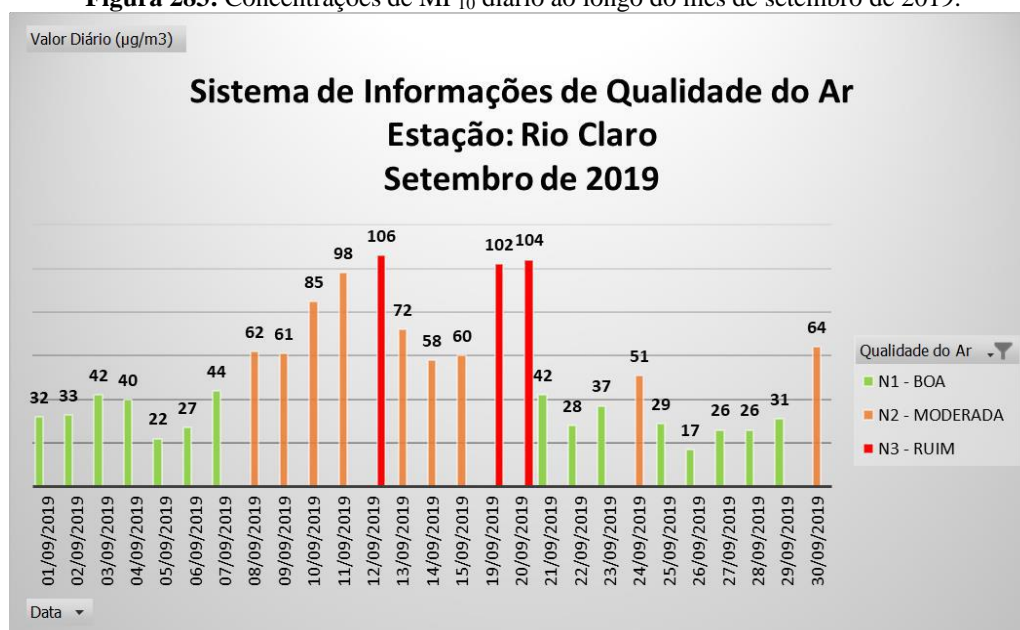
**Figura 282:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2019.



O mês de setembro teve as piores concentrações de MP<sub>10</sub> do ano, com três dias acima de 100 µg/m<sup>3</sup>, consideradas “ruim” pelo PQAr. A maior frequência ocorreu entre os dias 8 e 20

(Figura 283). A precipitação total foi de 41,7 mm, com a primeira máxima de 20 mm no dia 2. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 7 e 20 e o segundo maior entre os dias 27 e 30.

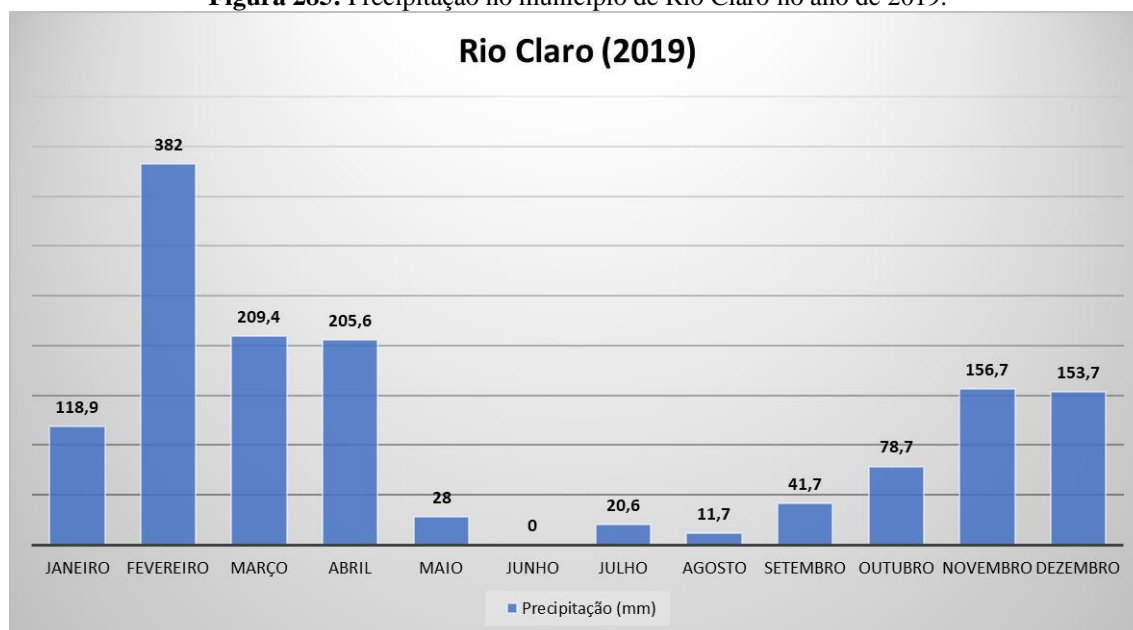
**Figura 283:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2019.



No mês de outubro a precipitação foi um pouco maior, 78,7 mm, com a primeira máxima de 34,8 mm no dia 28. As concentrações de MP<sub>10</sub> diminuíram em relação ao mês anterior, chegando a 86 µg/m<sup>3</sup>, ocorrendo nos intervalos sem chuva do mês (Figura 284).

**Figura 284:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2019.

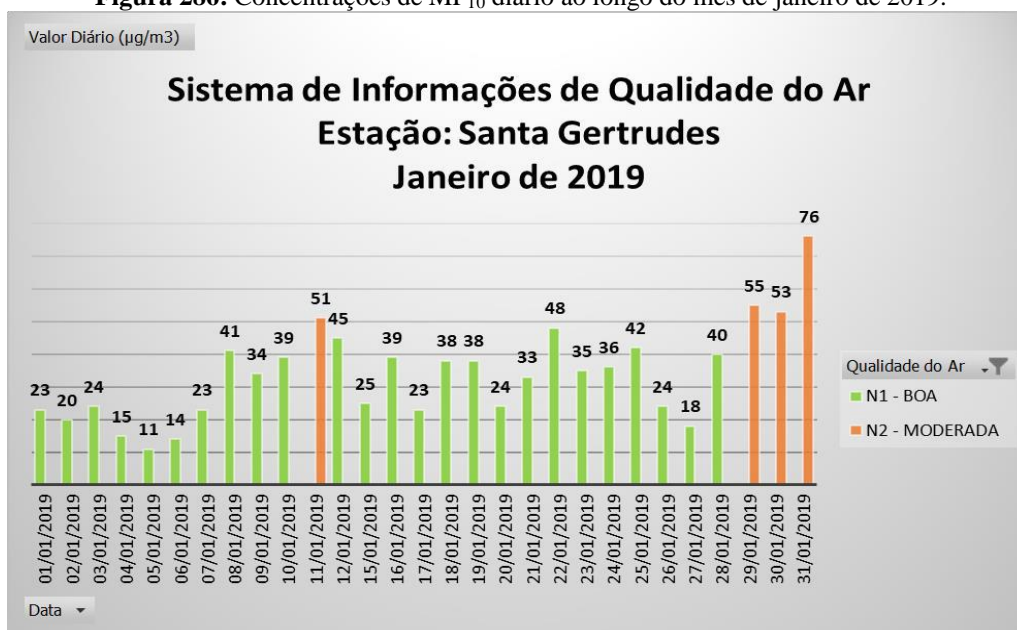


**Figura 285:** Precipitação no município de Rio Claro no ano de 2019.

### 3.5.8 Estação Santa Gertrudes

Em 2019, no município de Santa Gertrudes, o aumento das concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  começaram a partir do mês de janeiro e permaneceram até o mês de novembro. Os meses que tiveram os índices de qualidade entre “boa” e “moderada” foram janeiro, fevereiro, março, abril e novembro. Em maio, junho, julho e outubro, as concentrações de  $MP_{10}$  excederam  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado “ruim” pelo PQAr, e os meses de agosto e setembro obtiveram os maiores valores de  $MP_{10}$  do ano, concentrações acima de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , classificada como “muito ruim” pelo índice de qualidade do ar.

No mês de janeiro a precipitação foi de 127,2 mm distribuídas nos 12 primeiros dias com pequenos intervalos sem chuva de até 2 dias. A partir do dia 13 até o dia 31 a precipitação foi igual a 0. Os dias que apresentaram concentrações acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  estavam nos intervalos sem chuva do mês. A máxima foi de  $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 31 (Figura 286).

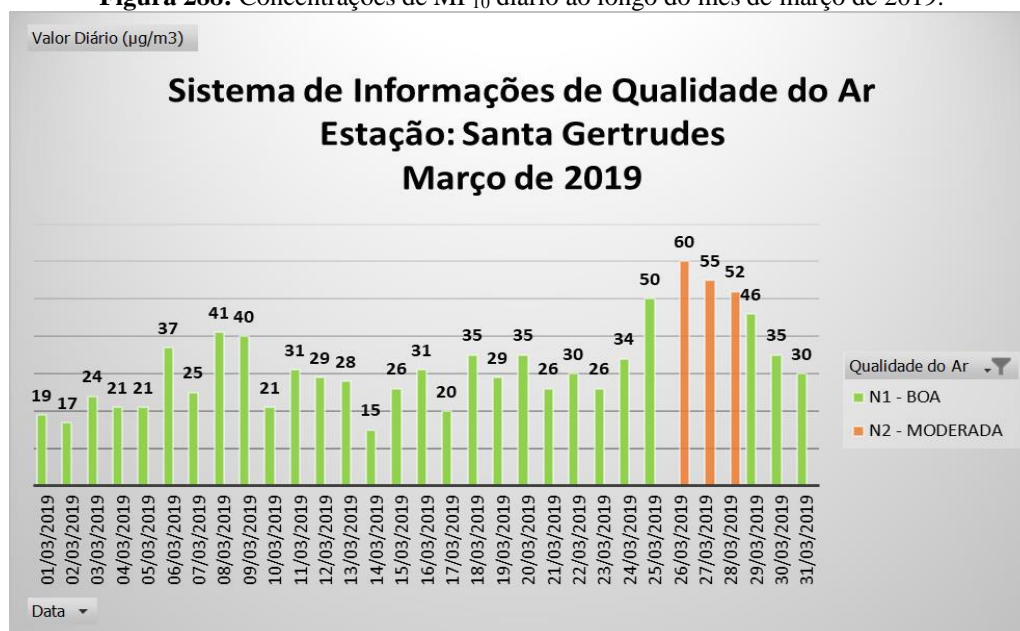
**Figura 286:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de janeiro de 2019.

A precipitação no mês de fevereiro foi de 200,8 mm, com a primeira máxima de 46,5 mm no dia 28 e a segunda máxima de 46 no dia 6. Houve intervalos sem chuva de 2 a 7 dias, no início do mês, entre os dias 1 e 4, 7 e 11, e o maior deles entre os dias 13 e 19. As concentrações de MP<sub>10</sub> no mês de fevereiro foram as mais baixas entre os meses que se destacaram, com a máxima de 69 µg/m<sup>3</sup> no dia 1 e 66 µg/m<sup>3</sup> no dia 2 (Figura 287).

**Figura 287:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de fevereiro de 2019.

Em março a precipitação foi a maior do ano, com 217 mm distribuídos somente nos primeiros 14 dias, com intervalos sem chuva de 2 a 6 dias. A primeira máxima foi de 95,1 mm no dia 14 e a segunda máxima de 75,6 mm no dia 1. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  estão no maior intervalo sem chuva do mês, com a máxima de  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 26 (Figura 288).

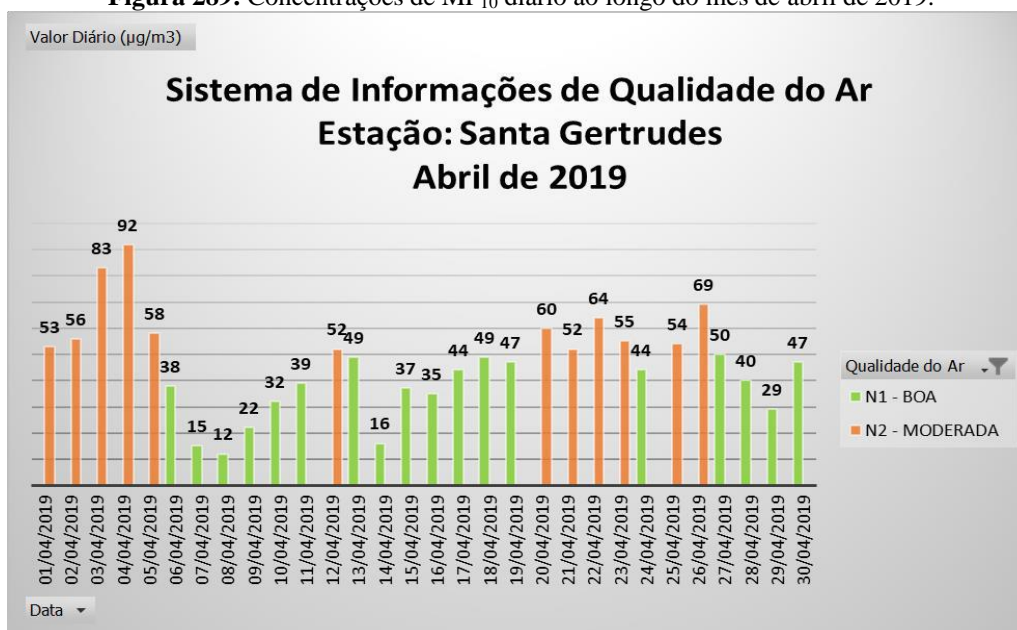
**Figura 288:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de março de 2019.



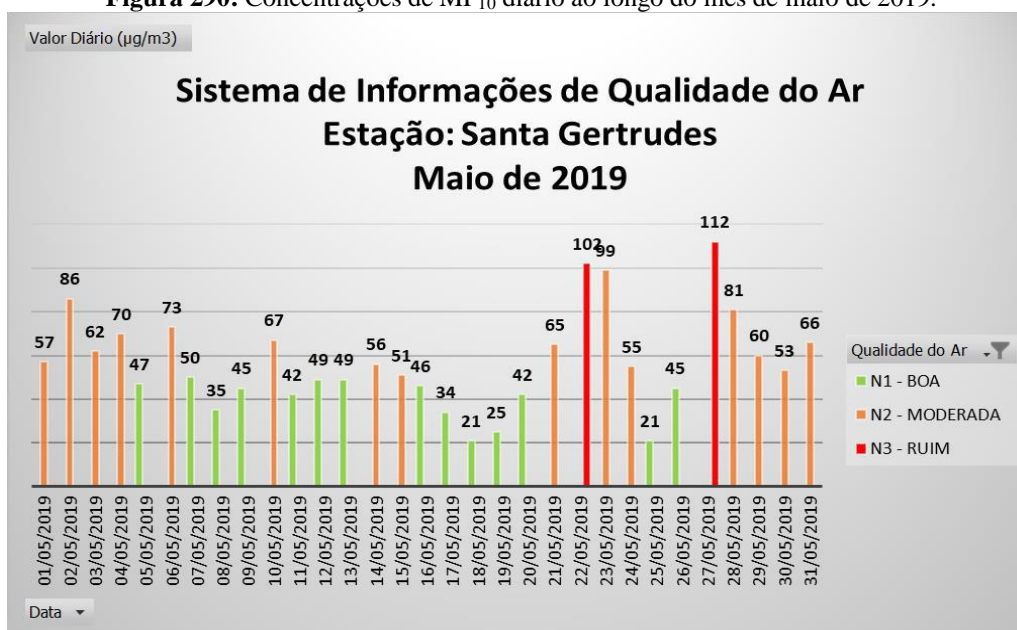
No mês de abril a precipitação foi de 134,7 mm, com a primeira máxima de 48,1 mm no dia 8 e a segunda máxima de 38,4 mm no dia 14. As concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  estão nos intervalos sem chuva do mês. As máximas concentrações estão no primeiro período sem chuva, nos 5 primeiros dias, com a máxima de  $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 4 e a segunda máxima de  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 3 (Figura 289). Porém, ainda no mês de abril os índices de qualidade do ar permaneceram entre “boa” e “moderada”.

Já o mês de maio, as concentrações do material particulado aumentaram, excedendo em dois dias  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado “ruim” pelo índice de qualidade do ar. A frequência acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  também aumentou em relação aos meses anteriores (Figura 289). A precipitação foi menor, com 40,4 mm, a primeira máxima de 14 mm no dia 18 e a segunda de 7,9 mm nos dias 19 e 25.

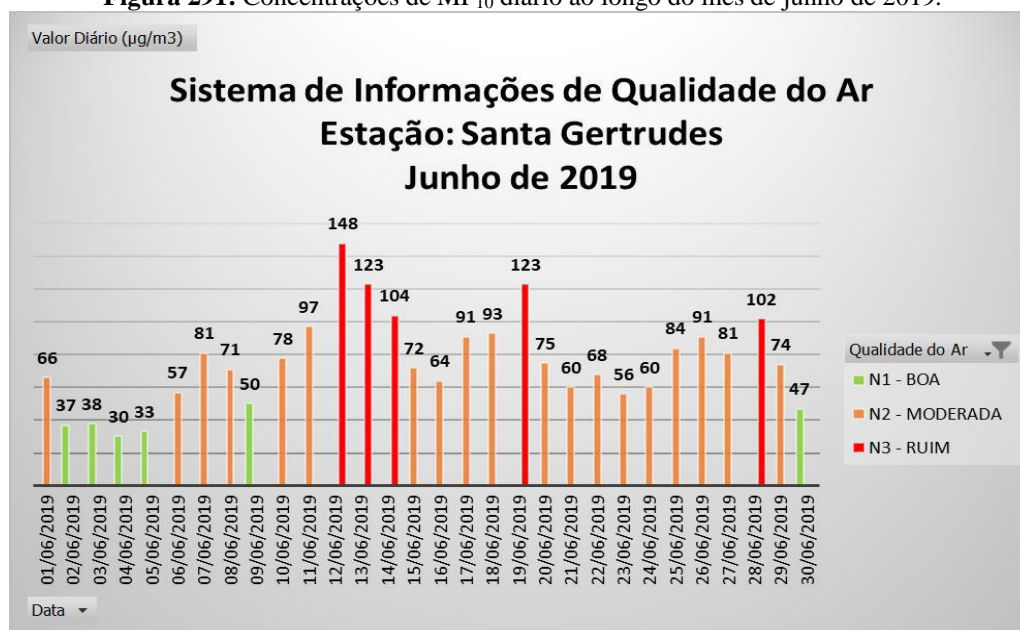
**Figura 289:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2019.



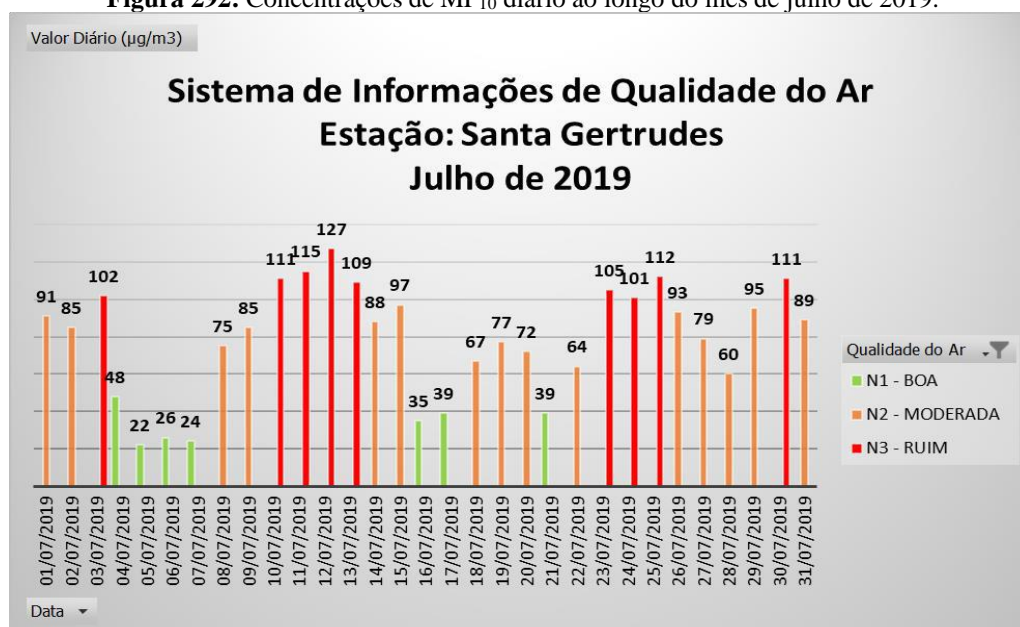
**Figura 290:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2019.



O mês de junho a precipitação foi de 18,7 mm, a segunda menor do ano, com apenas dois dias de chuva, 12,9 mm no dia 3 e 5,8 mm no dia 4. As concentrações de MP<sub>10</sub> começaram a aumentar a partir do dia 6 e chegaram a ultrapassar 100 µg/m<sup>3</sup> em 5 dias, com a máxima de 148 µg/m<sup>3</sup> no dia 12 (Figura 291).

**Figura 291:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2019.

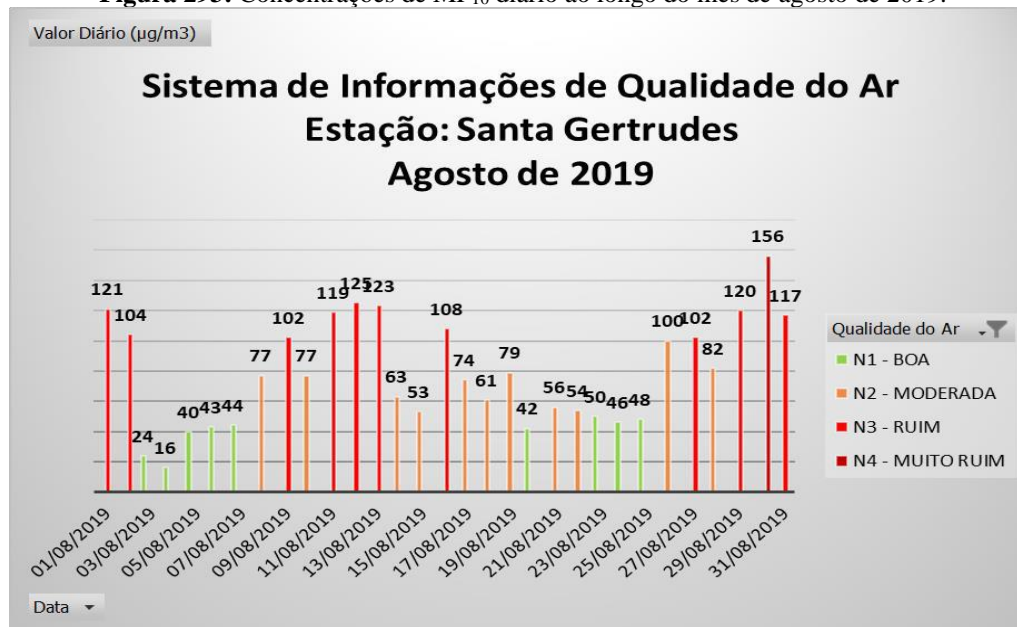
Em julho a precipitação foi de 34,3 mm divididos em 4 dias, a primeira máxima foi de 30,7 mm no dia 5 e a segunda máxima de 1,4 mm nos dias 4 e 6. As concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 100 µg/m<sup>3</sup> foram mais frequentes, com a máxima de 127 µg/m<sup>3</sup> no dia 12 (Figura 292).

**Figura 292:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2019.

No mês de agosto a precipitação foi de 10,3 mm, a menor do ano, divididos em 3 dias, a primeira máxima de 6 mm no dia 4 e a segunda de 3 mm no dia 3. Na maior parte do mês as

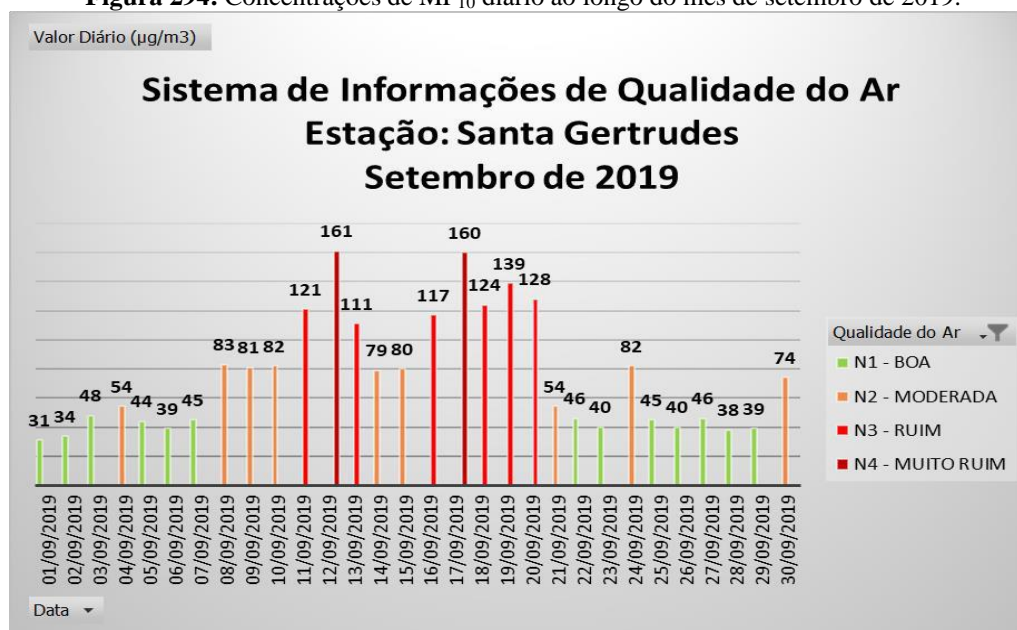
concentrações de  $MP_{10}$  foram acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , entre as classificações “moderada”, “ruim” e “muito ruim”, na qual a máxima registrada foi de  $156 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 30 (Figura 293).

**Figura 293:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2019.

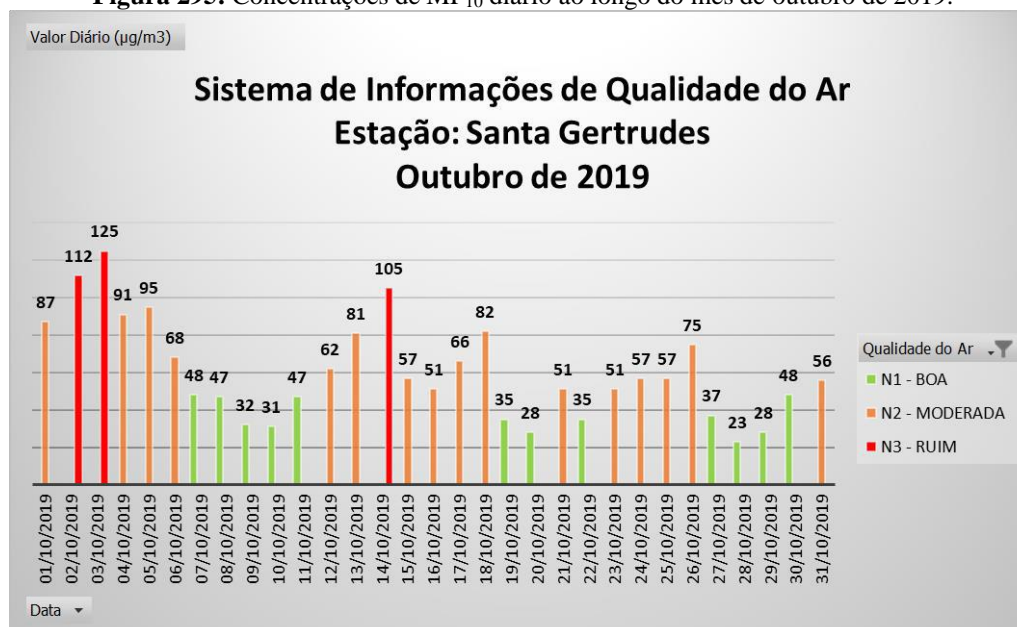


No mês de setembro a frequência das concentrações de  $MP_{10}$  entre  $50$  e  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  diminuíram, porém, acima de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aumentaram em um dia em relação ao mês anterior. Os maiores valores foram entre os dias 8 e 20, com a máxima de  $161 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 12 (Figura 294). A precipitação foi de  $48,9$  mm, com a primeira máxima de  $30,6$  mm no dia 1 e a segunda máxima de  $5,6$  mm no dia 3. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 4 e 20, os outros dois foram entre os dias 22 e 24, 28 e 30.

Mesmo que os meses de agosto e setembro apresentaram índice “muito ruim”, a média aritmética foi menor do que a média do mês de julho, pois o número de dias com qualidade “boa” no mês de julho foi inferior do que nos outros meses.

**Figura 294:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2019.

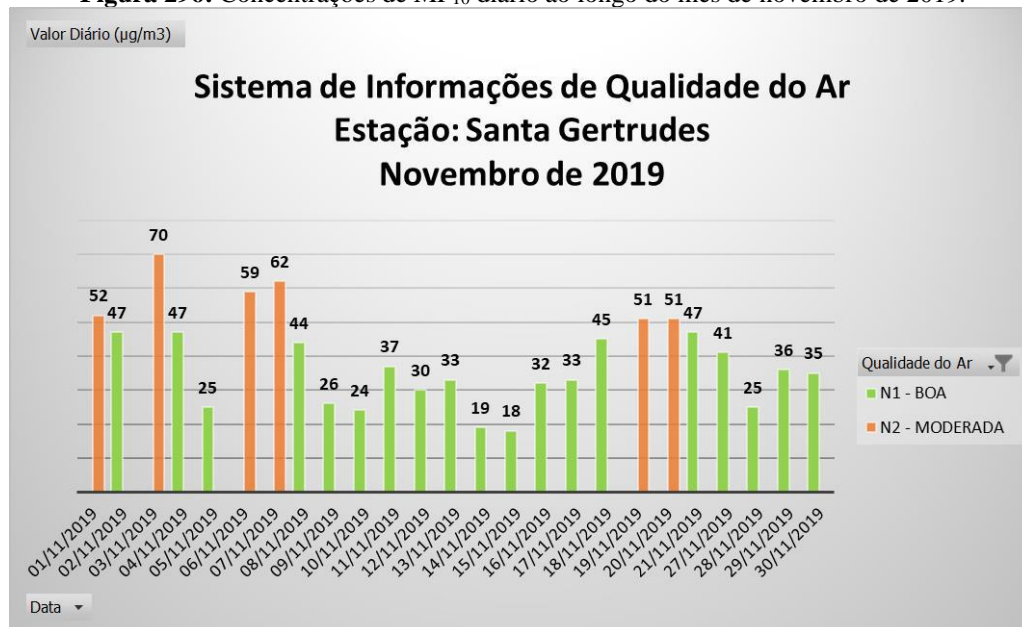
Em outubro as concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 100 µg/m<sup>3</sup> diminuíram e as concentrações entre 50 e 100 µg/m<sup>3</sup> permaneceram frequentes. Especificamente no mês de outubro não há registros nos dados pluviométricos.

**Figura 295:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2019.

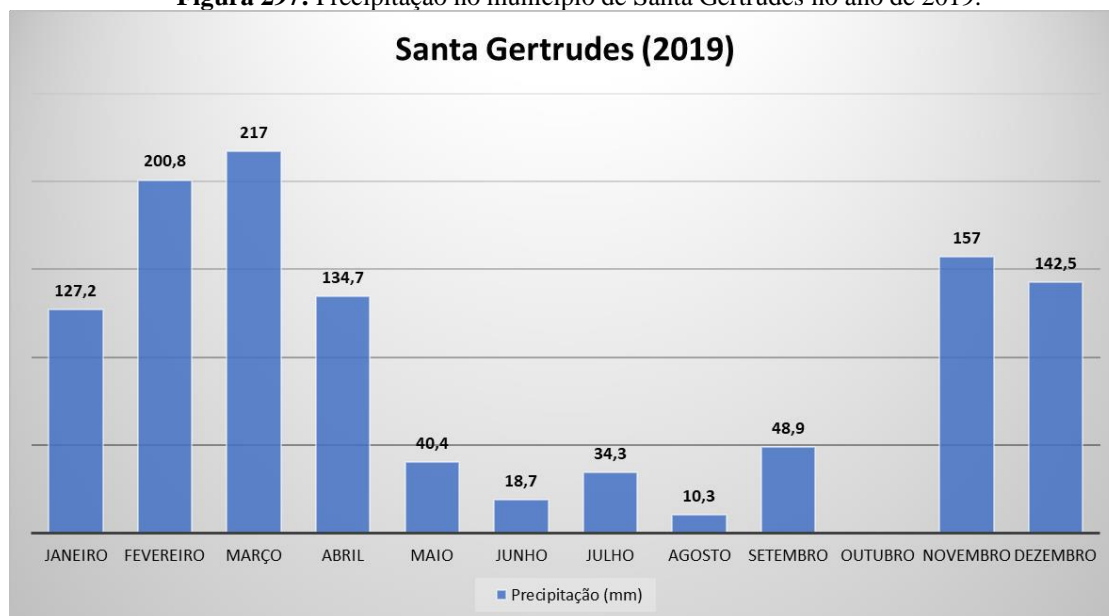
No mês de novembro a precipitação foi de 157 mm distribuídos ao longo do mês, com pequenos intervalos de até 4 dias sem chuva. O maior intervalo foi nos primeiros 4 dias, os outros foram entre os dias 7 e 8, 11 e 13, 17 e 19, 21 e 22, 26 e 27. As maiores concentrações

de  $MP_{10}$  ocorreram nos primeiros intervalos sem chuva do mês, com a máxima de  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 3 (Figura 296).

**Figura 296:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de novembro de 2019.



**Figura 297:** Precipitação no município de Santa Gertrudes no ano de 2019.



### 3.6 Análise dos Dados de Concentração de MP<sub>10</sub> das Redes Automáticas das UGRHI-5 no ano de 2020

Em 2020 os dados disponíveis das estações automáticas foram: estação Americana, Campinas (Centro e Taquaral), Jundiaí, Limeira, Paulínia, Paulínia (Santa Terezinha), Piracicaba, Rio Claro (Jd. Guanabara) e Santa Gertrudes. As estações Americana, Campinas (Centro e Taquaral), Jundiaí, Limeira Paulínia e Paulínia-Sta. Terezinha, Rio Claro e Santa Gertrudes, apresentaram falta de dados de MP<sub>10</sub> a partir de 23 dias no mês de dezembro.

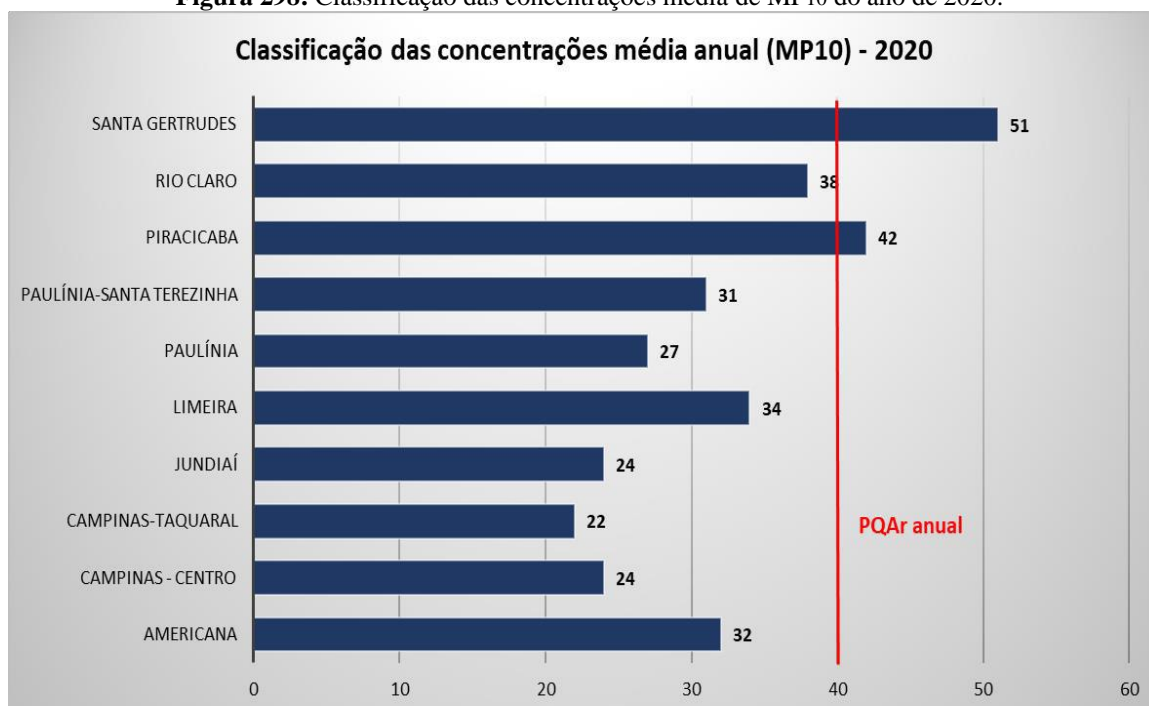
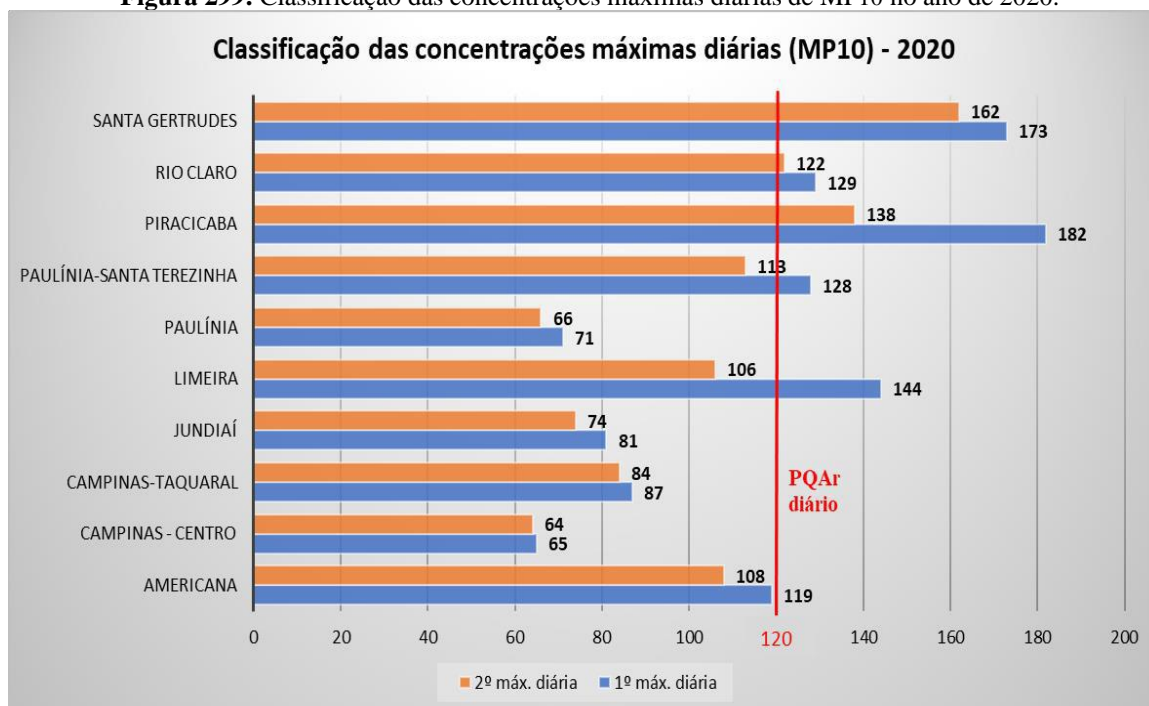
No mês de abril, a estação Campinas-Taquaral não forneceu os dados do mês inteiro, na estação Paulínia e Paulínia-Sta. Terezinha faltaram 20 e 21 dias no mês de outubro e março, respectivamente, além da estação Paulínia não fornecer os dados do mês de setembro. Todas as estações apresentaram falta de dados em ao menos 1 dia, porém, mais de 10 dias há possibilidade de ocultar informações importantes para as análises.

Para cada estação, através da organização dos dados em tabelas, foram produzidos gráficos a partir dos meses selecionados cujo os índices excederam a qualidade N1 -Boa (>40), ou seja, quantidade de material particulado inalável acima de 50 µg/m<sup>3</sup> em um período de 24h.

No gráfico da Figura 298 são apresentadas as concentrações médias de 2020, na qual os municípios de Santa Gertrudes e Piracicaba ultrapassaram o padrão de longo prazo (40 µg/m<sup>3</sup>), com uma média de 51 µg/m<sup>3</sup> e 42 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente. A estação Rio Claro chegou próximo do limite, com 38 µg/m<sup>3</sup>.

No padrão de qualidade do ar de curto prazo (120 µg/m<sup>3</sup>) os municípios de Santa Gertrudes, Rio Claro, Piracicaba, Paulínia e Limeira, excederam as concentrações máximas diárias, as primeiras máximas com 173 µg/m<sup>3</sup>, 129 µg/m<sup>3</sup>, 182 µg/m<sup>3</sup>, 128 µg/m<sup>3</sup> e 144 µg/m<sup>3</sup>, respectivamente, classificadas como “muito ruim” e “ruim” pelo índice de qualidade do ar. A estação Americana, registrou média diária acima de 100 µg/m<sup>3</sup>, considerada “ruim” no índice de qualidade do ar (Figura 299).

Em relação as concentrações máximas diárias, no ano de 2020 houve um aumento significativo na quantidade de municípios que apresentaram concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 120 µg/m<sup>3</sup>, ou próximo, em comparação aos anos anteriores.

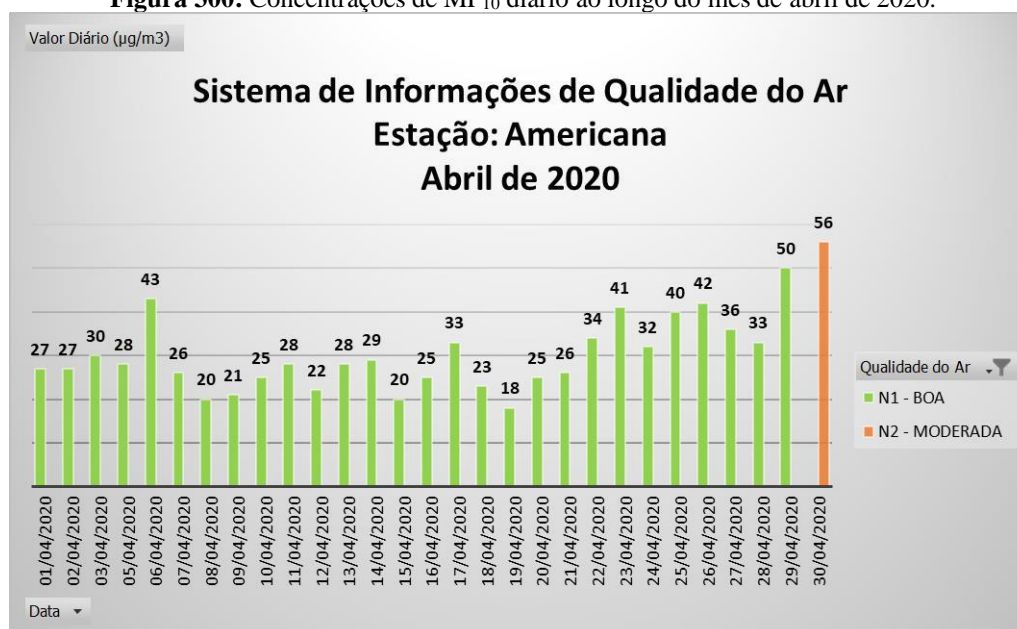
**Figura 298:** Classificação das concentrações média de MP10 do ano de 2020.**Figura 299:** Classificação das concentrações máximas diárias de MP10 no ano de 2020.

### 3.6.1 Estação Americana

Na estação Americana os meses de abril a outubro apresentaram concentrações acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo que os meses de julho, agosto e setembro, exibiram maior frequência e altas concentrações de  $\text{MP}_{10}$ . A partir do mês de março o índice pluviométrico diminuiu e permaneceu abaixo de 100 mm até o mês de dezembro.

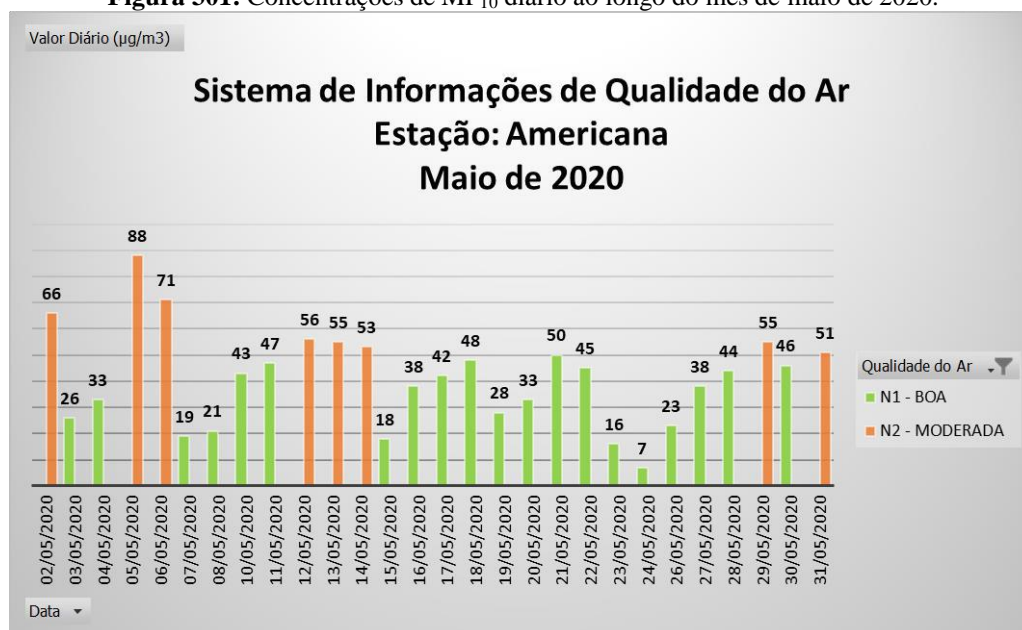
No mês de abril a precipitação foi de 9,8 mm, chovendo apenas no dia 15. A concentração de  $\text{MP}_{10}$  no mês é relativamente baixa, com um aumento a partir do dia 23 e a máxima de  $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 30 (Figura 300).

**Figura 300:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de abril de 2020.



Em maio a precipitação foi de 11,26 mm distribuídos em dois dias, com a primeira máxima de 9,46 mm no dia 23 e a segunda máxima de 1,8 mm no dia 15. Nos primeiros 14 dias, entre os dias 16 e 22, e, 24 e 31, a precipitação foi igual a 0. As concentrações de  $\text{MP}_{10}$  foram mais elevadas no início do mês, nos primeiros 14 dias, chegando a  $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 5 (Figura 301).

**Figura 301:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2020.



No mês de junho a precipitação foi um pouco maior, 69,23 mm, com a primeira máxima de 37,97 mm no dia 7 e a segunda máxima de 16,8 mm no dia 27. O maior intervalo sem chuva foi entre os dias 11 e 25. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram nos dois primeiros dias do mês, com 68 e 62 µg/m<sup>3</sup> (Figura 302).

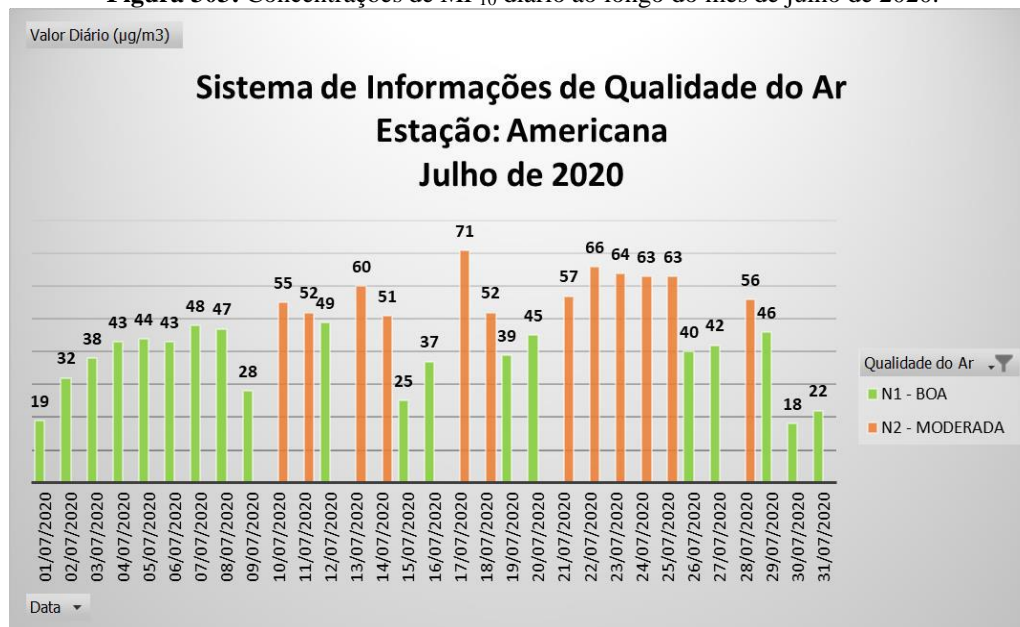
**Figura 302:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2020.



Em julho a precipitação foi de 6,5 mm divididos em três dias, a primeira máxima no dia 1 com 3,8 mm e a segunda máxima de 1,8 mm no dia 9. Todas as concentrações de MP<sub>10</sub> que

estão acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  encontram-se nos intervalos sem chuva, chegando a  $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 17 (Figura 303).

**Figura 303:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2020.



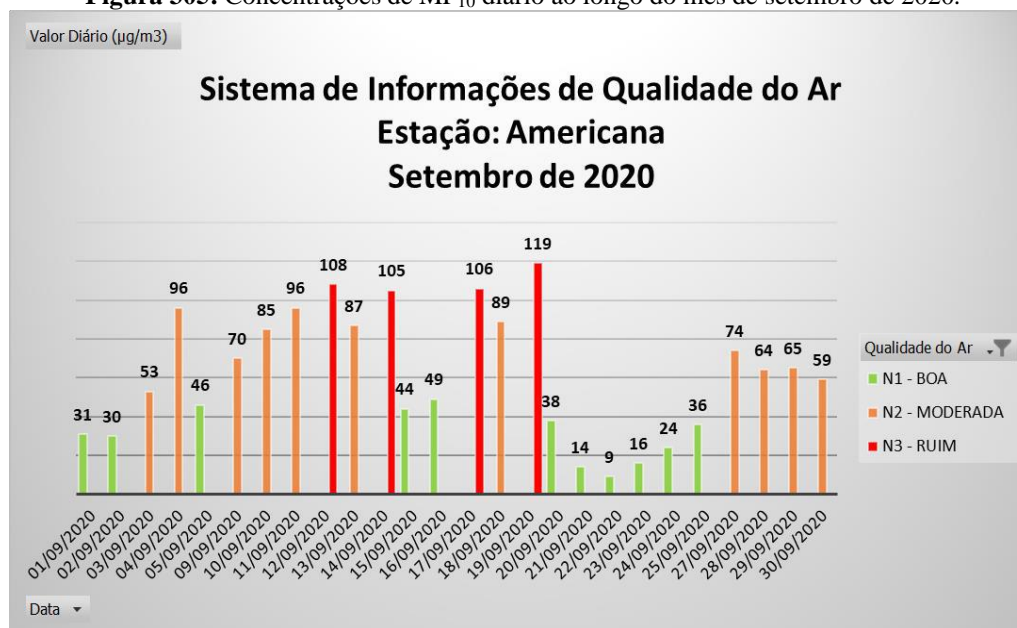
No mês de agosto a precipitação foi de 36,8 mm, com a primeira máxima de 20,4 mm no dia 18 e a segunda máxima de 7 mm no dia 22. Houve dois grandes intervalos sem chuva, nos primeiros 16 dias e nos últimos 9 dias do mês. As maiores concentrações de  $\text{MP}_{10}$  ocorreram entre os dias 4 e 15, com a máxima de  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 14 (Figura 304).

**Figura 304:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2020.



No mês de setembro foram registrados os piores índices de qualidade do ar no município, em quatro dias as concentrações de  $MP_{10}$  ultrapassaram  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado “ruim” pelo PQA (Figura 305). Nesse mês, a precipitação foi de 13,2 mm com a primeira máxima de 10,5 mm no dia 22 e 2,7 mm no dia 29. Nos primeiros 21 dias e entre os dias 23 e 28, a precipitação foi igual a 0

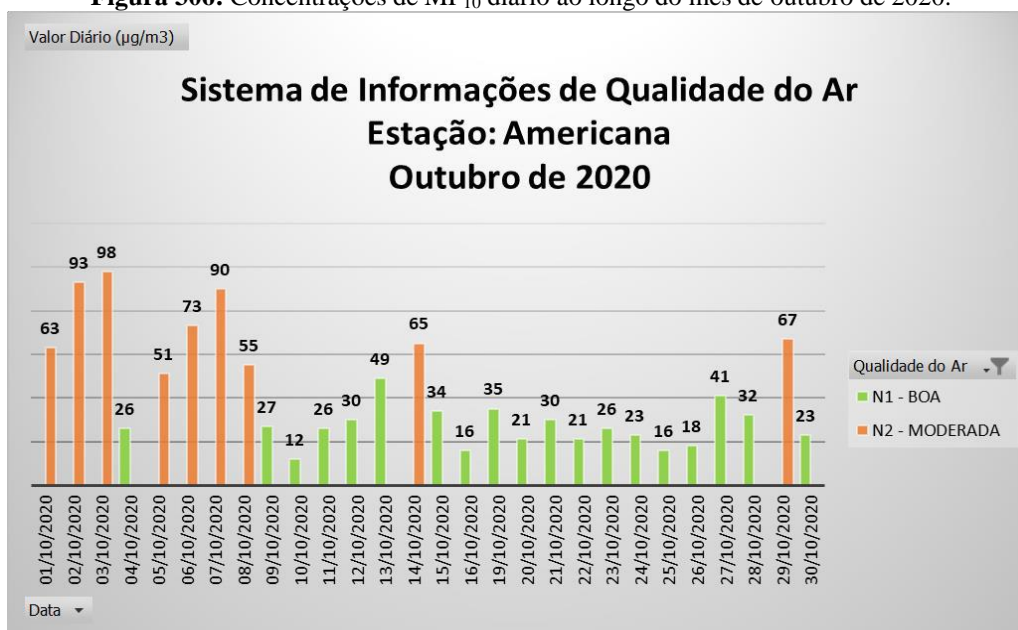
**Figura 305:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2020.



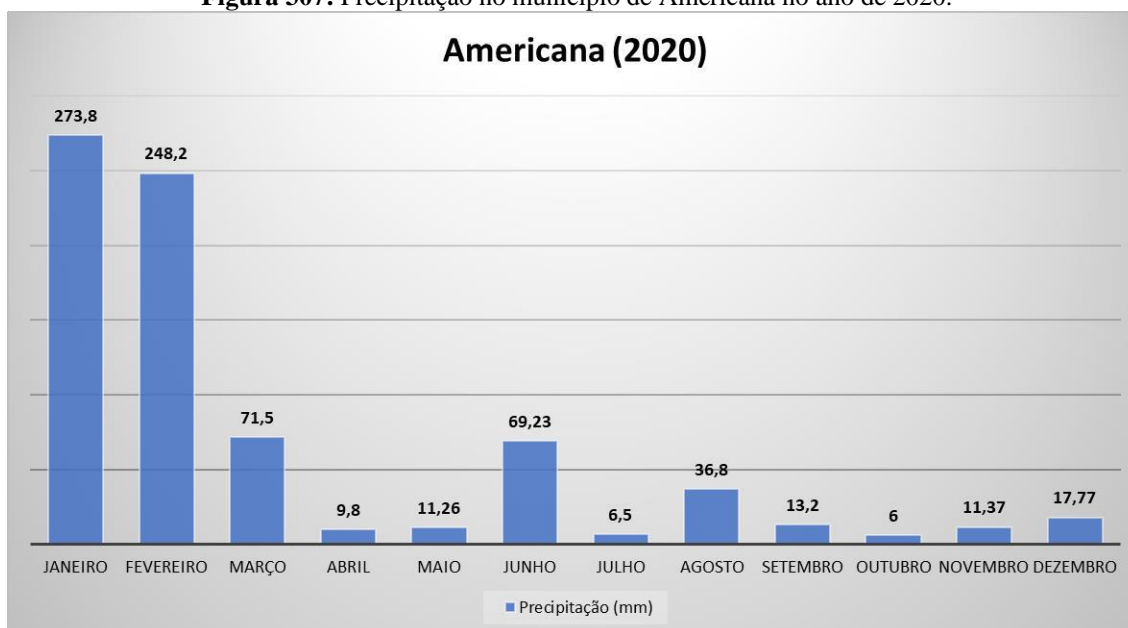
Em outubro a precipitação foi de 6 mm, a menor do ano, porém, ocorreu de forma distribuída, com pequenos intervalos sem chuva. A precipitação média do mês foi de 0,19 mm, com a primeira máxima de 2,4 mm no dia 9. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  foram registradas no maior período sem chuva do mês, nos 7 primeiros dias, com a máxima de  $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 3 (Figura 306).

Os meses de maio, junho, outubro, novembro e dezembro não constavam no banco de dados do DAEE, portanto houve a necessidade de complementar com os dados fornecidos pelo Cemaden. No geral, no ano de 2020, os índices pluviométricos apresentaram ausência de dados lançados em diversos sistemas.

**Figura 306:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2020.



**Figura 307:** Precipitação no município de Americana no ano de 2020.

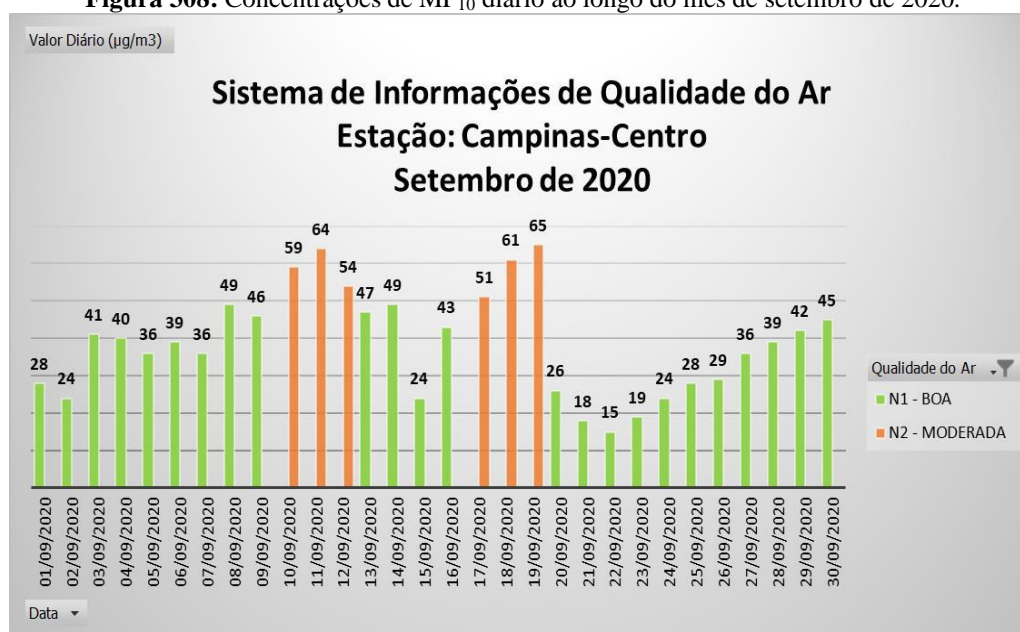


### 3.6.2 Estação Campinas (Centro e Taquaral)

Na estação Campinas-Centro os meses que apresentaram concentrações acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  foram os meses de setembro e outubro, já a estação Campinas-Taquaral, os meses foram agosto, setembro e outubro. Os índices de qualidade do ar permaneceram entre “boa” e “moderada”.

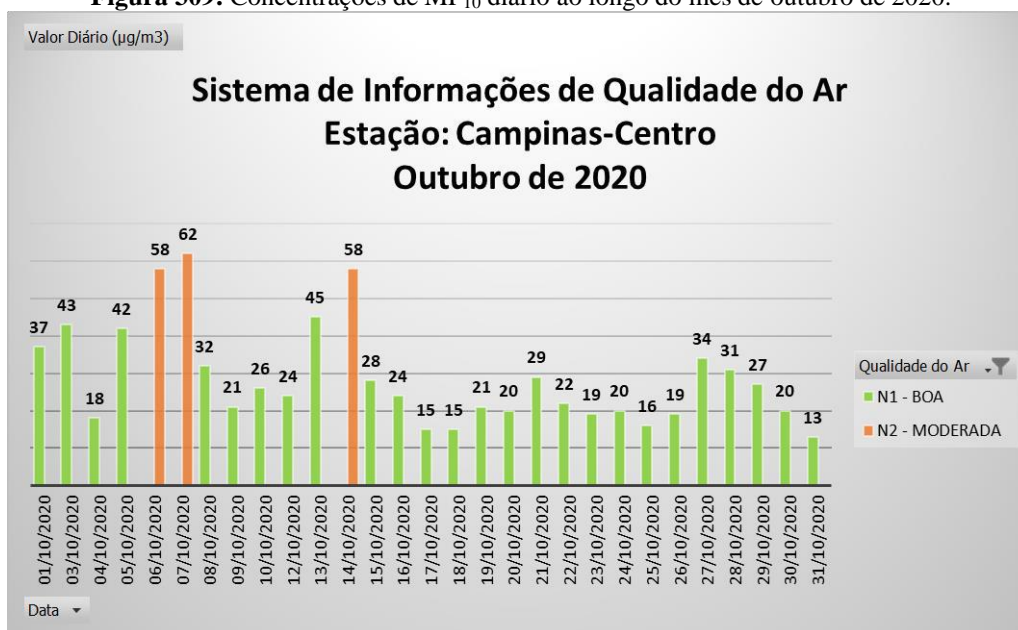
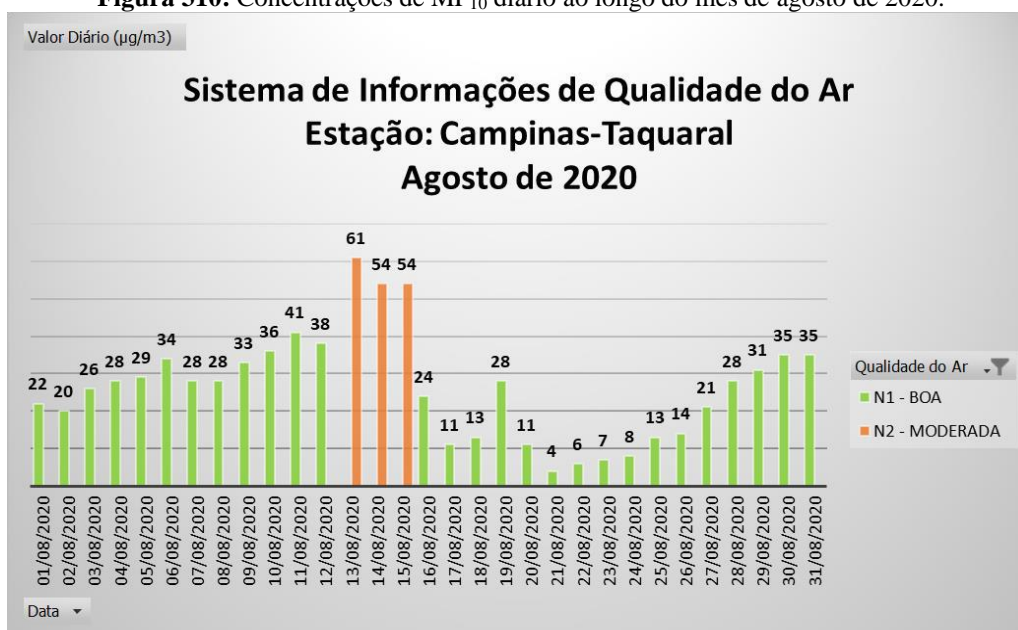
No mês de setembro a precipitação foi de 21,54 mm, com a primeira máxima de 13,63 mm no dia 22 e a segunda máxima de 6,91 mm no dia 21. Houve três intervalos sem chuva durante o mês, nos primeiros 19 dias, entre os dias 23 e 27, e 29 a 31. As maiores concentrações de  $\text{MP}_{10}$  ocorreram no primeiro intervalo sem chuva, chegando a  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 19 (Figura 308).

**Figura 308:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2020.

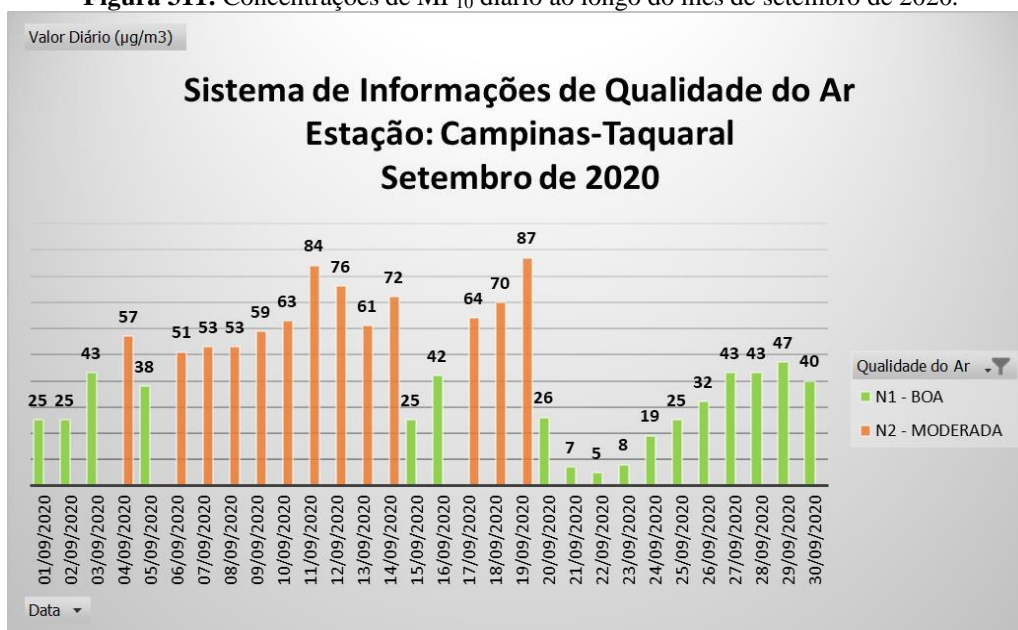


Em outubro a precipitação foi de 49,5 mm distribuídos ao longo do mês, com a primeira máxima de 11,73 mm no dia 30 e a segunda máxima de 10,08 mm no dia 15. A concentração de  $\text{MP}_{10}$  foi relativamente baixa, com apenas três dias acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 309).

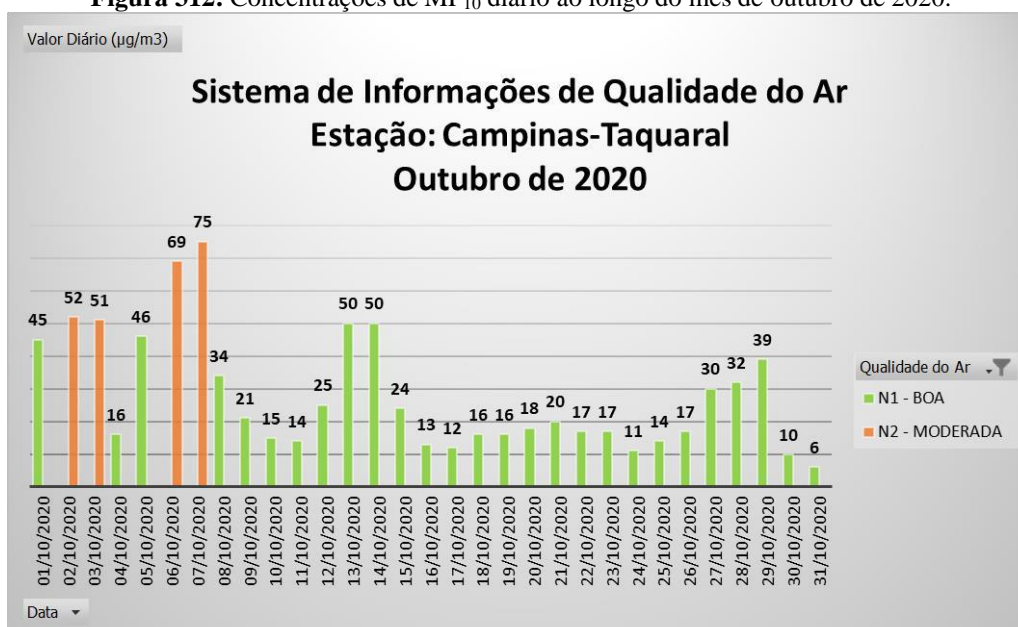
Na estação Campinas-Taquaral, o mês de agosto também apresentou concentrações de  $\text{MP}_{10}$  parcialmente baixas e em três dias consecutivos acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 310), que estão inseridos no maior intervalo sem chuva. A precipitação durante o mês foi de 54 mm, com a primeira máxima de 40,9 mm no dia 18 e a segunda máxima de 8,2 mm no dia 17.

**Figura 309:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2020.**Figura 310:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2020.

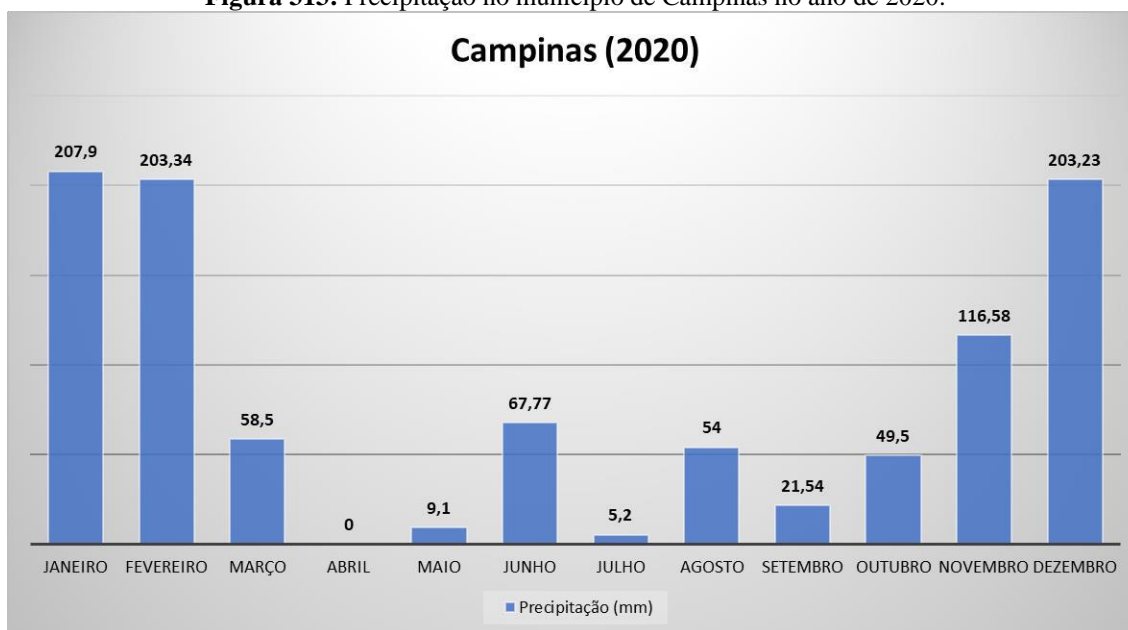
No mês de setembro, na estação Capinas-Taquaral, as concentrações de MP<sub>10</sub> começaram a aumentar a partir do dia 4 até o dia 19, chegando a 87 µg/m<sup>3</sup> no dia 19 (Figura 311). Esse período de maior frequência de MP<sub>10</sub> está inserido no maior intervalo sem chuva do mês.

**Figura 311:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2020.

No mês de outubro, as concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> foram mais frequentes no início do mês, com a máxima de 75 µg/m<sup>3</sup> no dia 7 (Figura 312), no maior intervalo sem chuva do mês

**Figura 312:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2020.

Apesar do mês de abril registrar o menor índice pluviométrico do ano, com 0 mm de chuva (Figura 313), as concentrações de MP<sub>10</sub> permaneceram com o índice de qualidade “boa”.

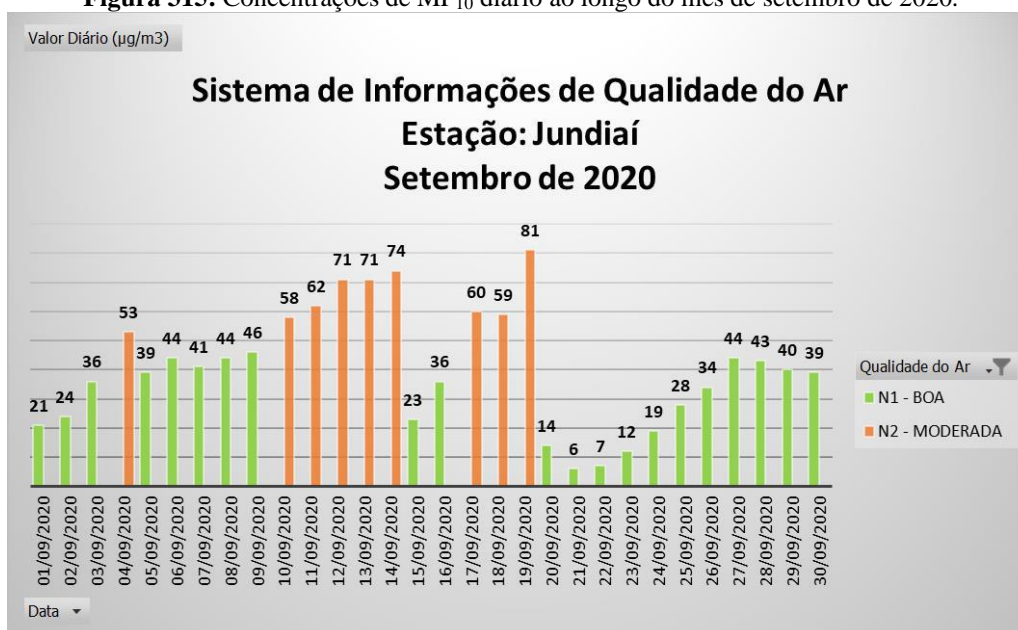
**Figura 313:** Precipitação no município de Campinas no ano de 2020.

### 3.6.3 Estação Jundiaí

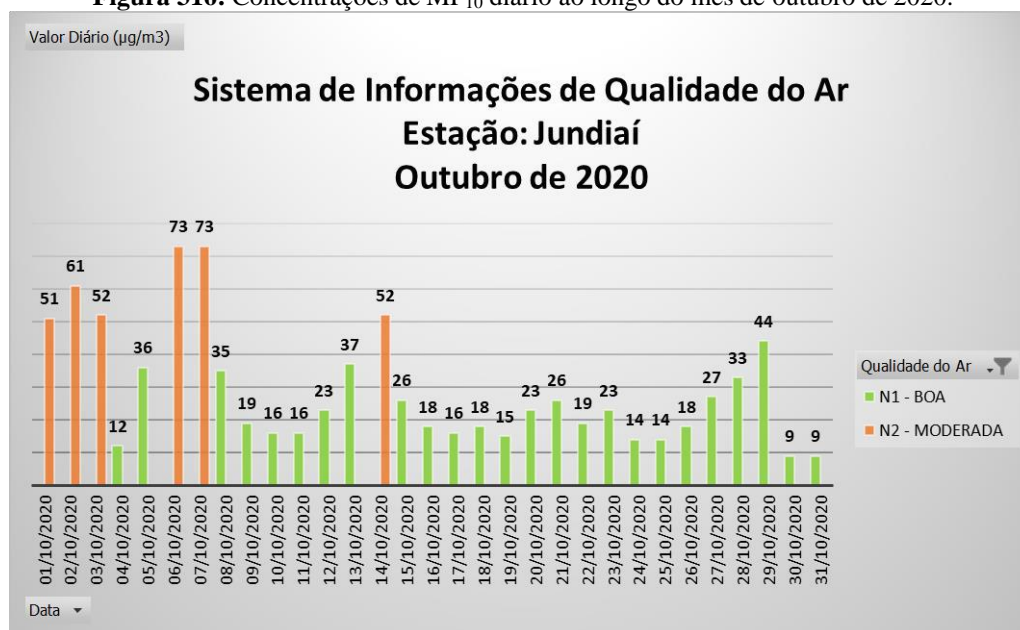
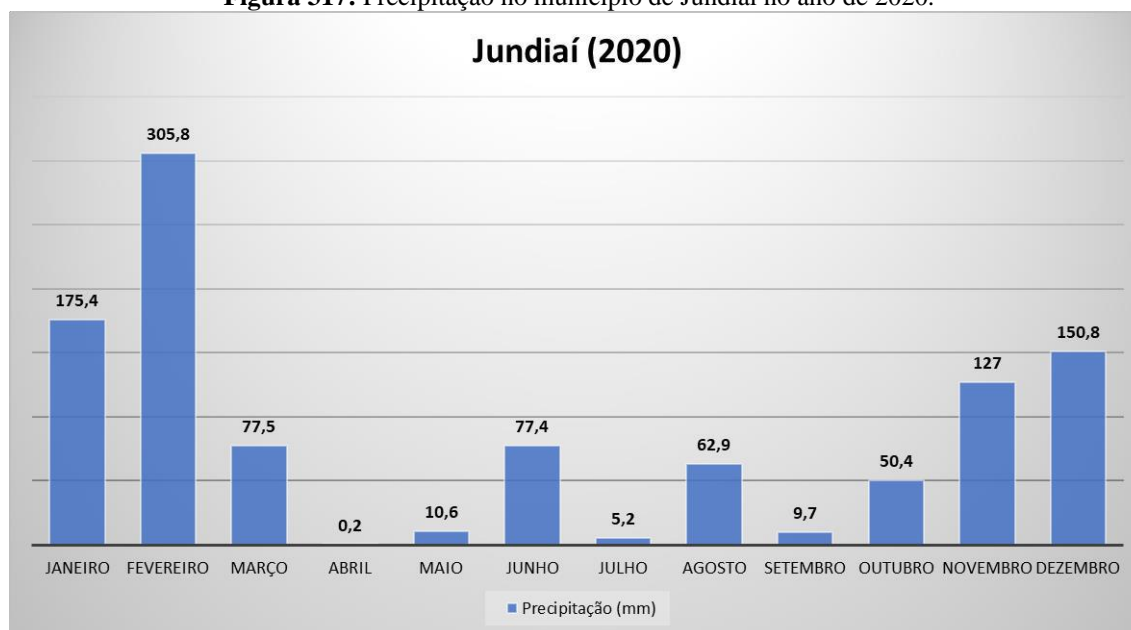
Na estação Jundiaí somente três meses apresentaram concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e índices de qualidade do ar entre “boa” e “moderada”.

No mês de agosto a precipitação foi de 62,9 mm distribuídos entre os dias 16 a 20, com a primeira máxima de 30 mm no dia 17 e a segunda máxima de 17,4 mm no dia 16. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  estão no primeiro intervalo sem chuva do mês, chegando a  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 14 (Figura 314).

Em setembro a concentração de  $MP_{10}$  foi maior e mais frequente entre os dias 10 e 19, com a máxima de  $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 19 (Figura 315). A precipitação durante o mês foi de 9,7 mm divididos nos dias 21, 22, 23, 24 e 26. Nos primeiros 20 dias a precipitação foi igual a 0.

**Figura 314:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2020.**Figura 315:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2020.

No mês de outubro a precipitação foi de 50,4 mm distribuídos ao longo do mês, com pequenos intervalos sem chuva de 2 a 4 dias. A primeira máxima foi de 15,6 mm no dia 25 e a segunda máxima de 13,8 no dia 9. As concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ocorreram nos dias sem chuva e foram mais frequentes no início do mês, chegando a 73  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  em dois dias seguidos (Figura 316).

**Figura 316:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2020.**Figura 317:** Precipitação no município de Jundiaí no ano de 2020.

### 3.6.4 Estação Limeira

No município de Limeira as concentrações de MP<sub>10</sub> exibiram valores acima de 50 µg/m<sup>3</sup> desde de o mês de maio ao mês de outubro. Os índices de qualidade do ar alteraram entre “boa”, “moderada” e “ruim”, sendo que os meses de setembro e outubro apresentaram os piores índices no ano de 2020.

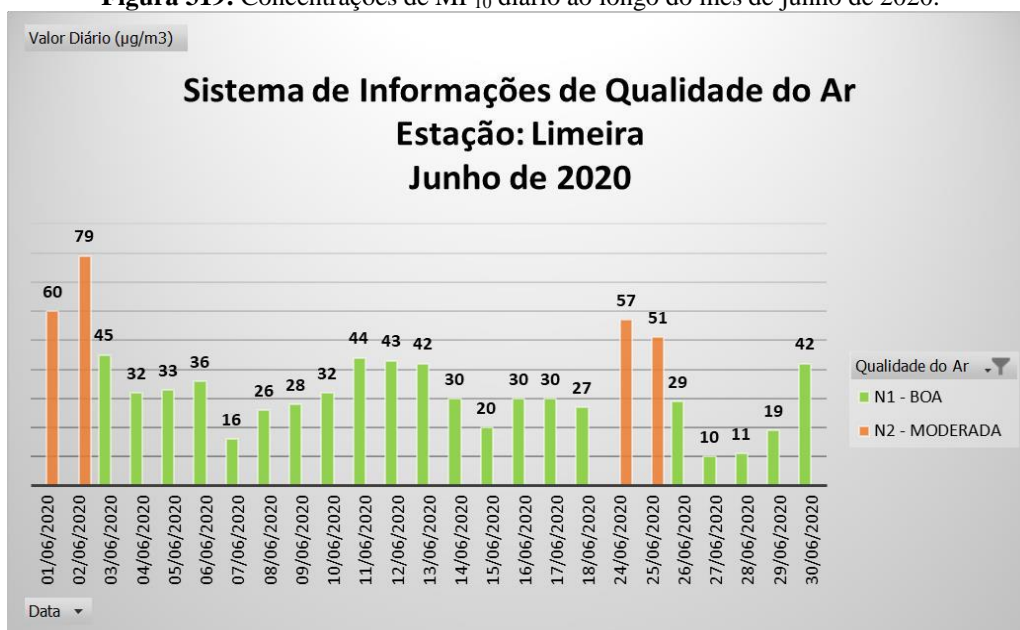
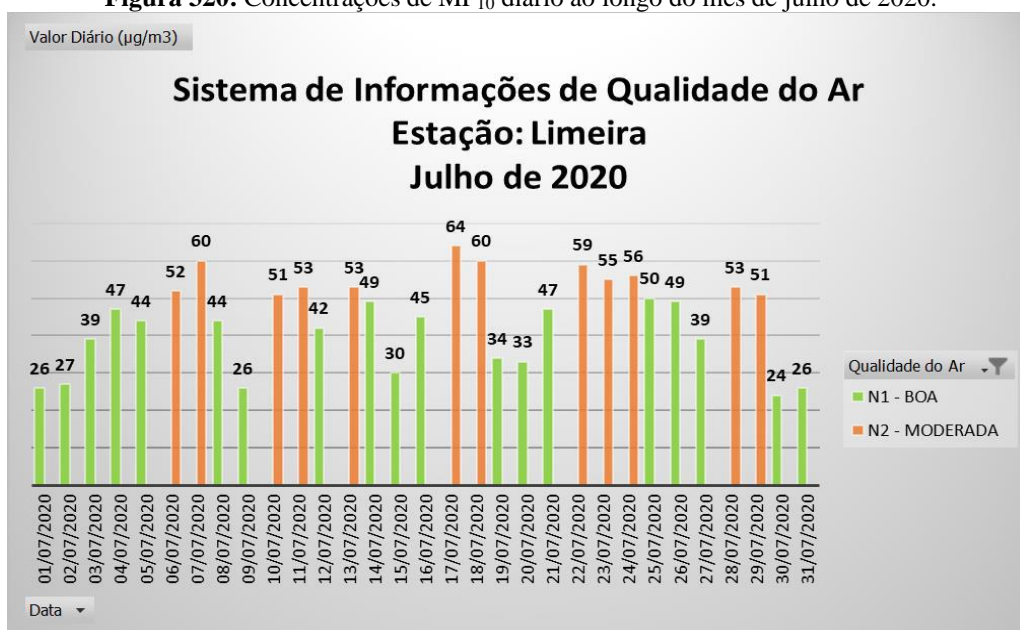
A precipitação no mês de maio foi de 22 mm, com a primeira máxima de 20 mm no dia 23 e a segunda de 2 mm no dia 14. Houve três intervalos entre os dias de precipitação, o primeiro intervalo sem chuva ocorreu nos 13 primeiros dias, o segundo entre os dias 15 e 22, e o terceiro, entre os dias 24 e 31. Apesar do mês de abril ter registrado 0 mm de chuva e o mês de maio apresentar baixo índice pluviométrico, a concentração de  $MP_{10}$  foi relativamente baixa, chegando a  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 5 (Figura 318).

**Figura 318:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de maio de 2020.



Em junho a precipitação ocorreu de forma mais distribuída nos primeiros 9 dias e no final do mês, com um total de 49,2 mm, a primeira máxima de 19,4 mm no dia 9 e a segunda máxima de 15 mm no dia 27. Entre as duas primeiras máximas houve o maior intervalo sem chuva de 16 dias. A maior concentração de  $MP_{10}$  foi de  $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 2 (Figura 319). Na maior parte do mês as concentrações permaneceram abaixo de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

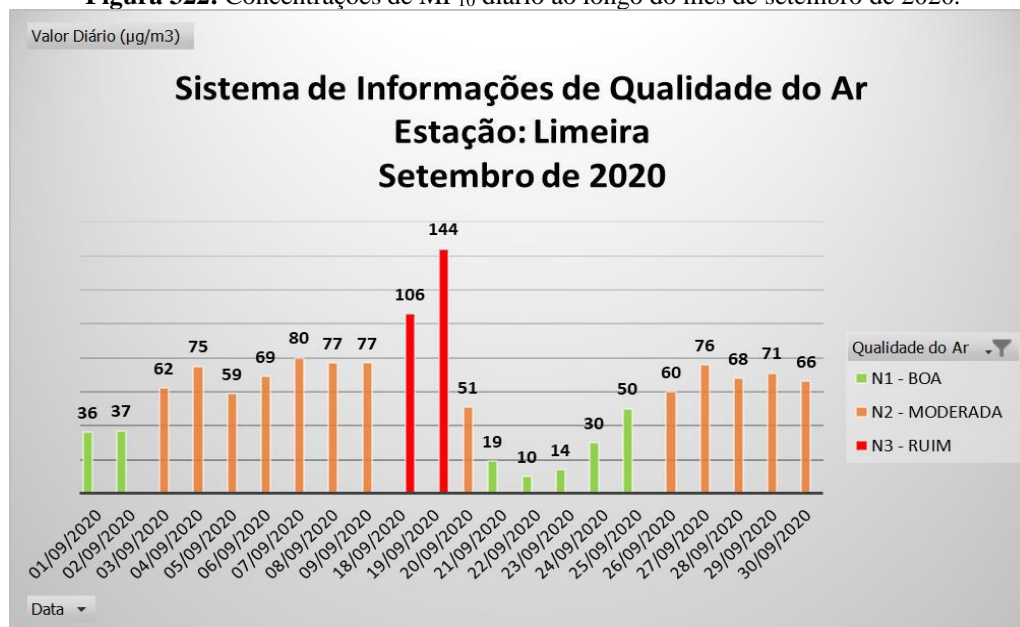
No mês de julho choveu apenas nos dias 1 e 9, com 3,4 e 3,6 mm respectivamente. A concentração de  $MP_{10}$  começou a aumentar a partir do dia 6 até o dia 29, variando o índice de qualidade do ar entre “boa” e “moderada”. A concentração máxima diária foi de  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 17 (Figura 320).

**Figura 319:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2020.**Figura 320:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2020.

A concentração de MP<sub>10</sub> no mês de agosto foi maior e mais frequente entre os dias 4 e 15, chegando a 87 µg/m<sup>3</sup> no dia 13 (Figura 321), essa ocorrência está no maior intervalo sem chuva do mês. A precipitação total foi de 34,6 mm, com a primeira máxima de 16,8 mm no dia 17 e a segunda máxima de 9,6 mm no dia 18.

**Figura 321:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2020.

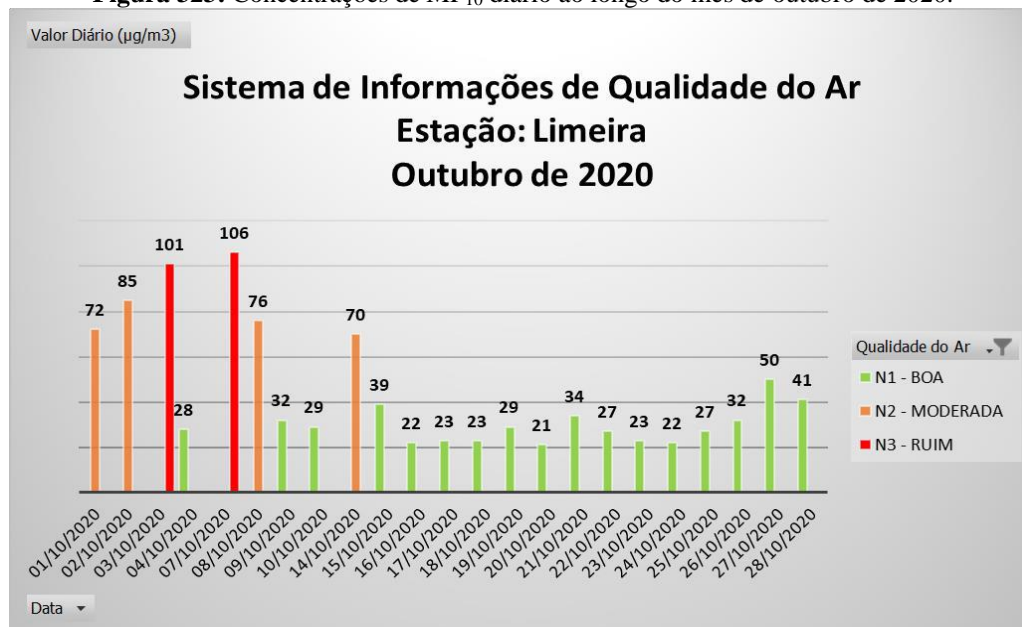
Em setembro a precipitação foi de 8,8 mm divididos em 2 dias, 8,6 mm no dia 22 e 0,2 mm no dia 28. Com o pior índice de qualidade do ar, o mês registrou uma máxima de 144 µg/m<sup>3</sup> no dia 19 (Figura 322).

**Figura 322:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2020.

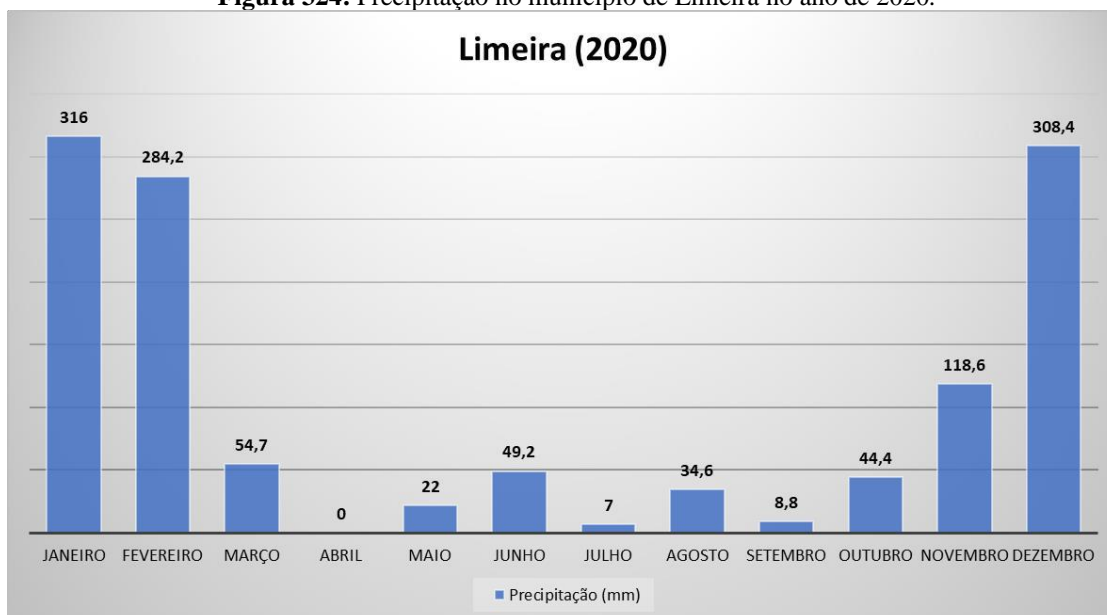
Outubro foi o segundo mês com o índice de qualidade “ruim” em dois dias, as maiores concentrações de MP<sub>10</sub> estão entre os primeiros dias, chegando a 106 µg/m<sup>3</sup> no dia 7 (Figura 323). A precipitação total foi de 44,4 mm distribuídos ao longo do mês e com pequenos

intervalos sem chuva, com a primeira máxima de 19 mm no dia 29 e a segunda máxima de 7,6 mm no dia 23.

**Figura 323:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2020.



**Figura 324:** Precipitação no município de Limeira no ano de 2020.



### 3.6.5 Estação Paulínia e Paulínia-Sta. Terezinha

Na estação Paulínia os meses que apresentaram concentrações acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  foram: maio, junho, julho e agosto. Já na estação Paulínia-Sta. Terezinha, as concentrações de  $\text{MP}_{10}$  ultrapassaram  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  desde o mês de abril a novembro, visto que o mês de setembro registrou o pior índice de qualidade do ar.

Os dados históricos dos índices pluviométricos no município foram fornecidos pelo Cemaden, único banco de dados que contém dados diários, porém os meses de setembro e outubro só possuem dados mensais e o mês de novembro, a partir do dia 17.

No mês de maio a precipitação foi de 10,6 mm divididos em dois dias, 9,8 mm no dia 23 e 0,8 mm no dia 15. O único dia que apresentou concentrações de  $\text{MP}_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  está no maior intervalo sem chuva do mês, com a máxima de  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 14 (Figura 325).

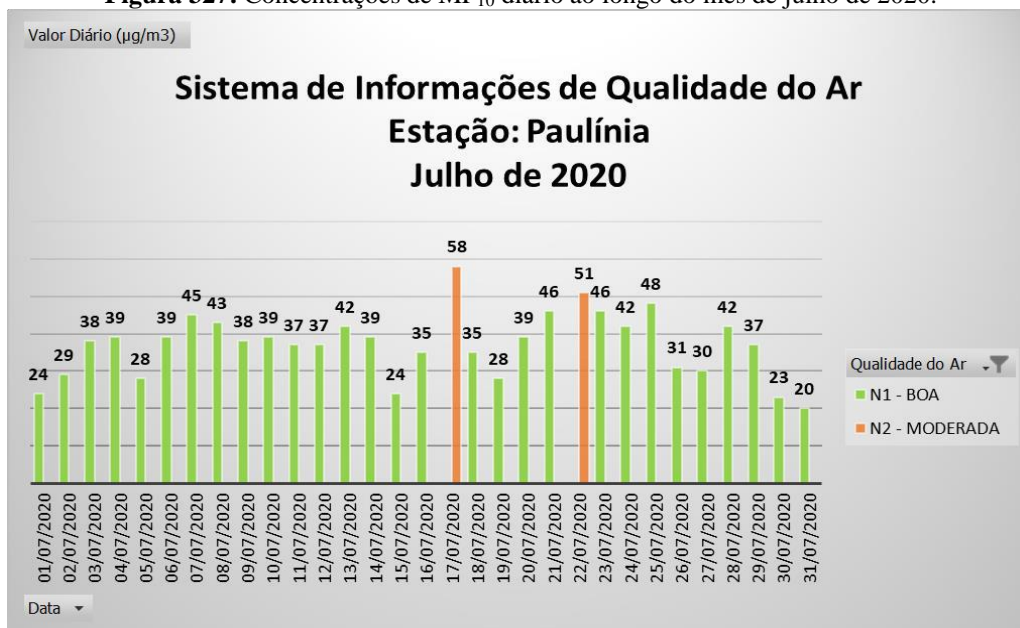
**Figura 325:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de maio de 2020.



Em junho a precipitação foi um pouco maior, com 81,2 mm, distribuídos no início e final do mês, com a primeira máxima de 50 mm no dia 7 e a segunda máxima de 21 mm no dia 27. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 10 e 25 e o segundo maior nos últimos 4 dias. A maior concentração de  $\text{MP}_{10}$  foi no dia 24 com  $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 326).

**Figura 326:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2020.

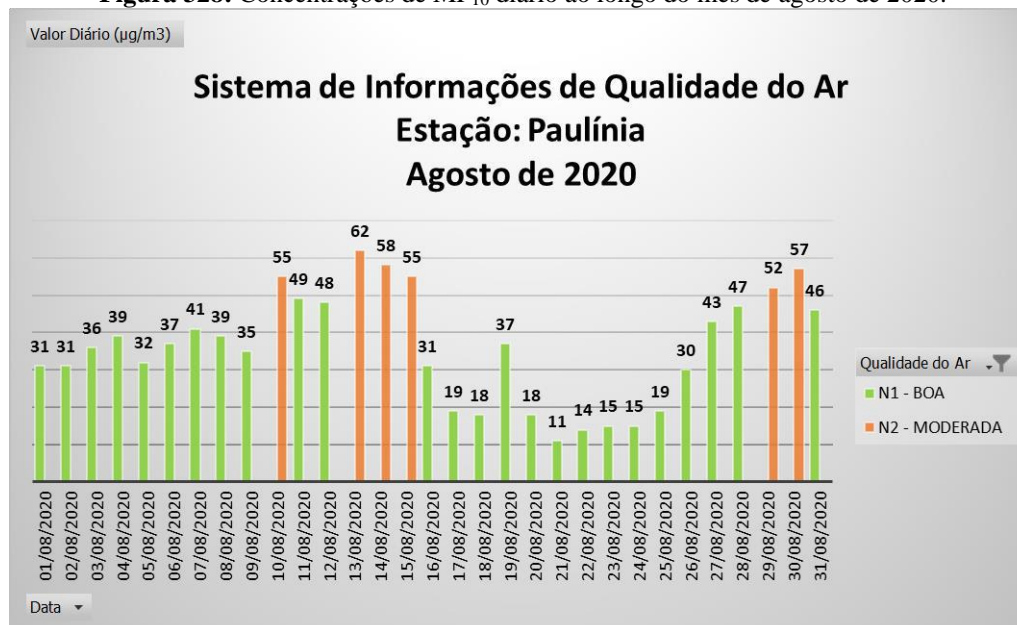
No mês de julho a precipitação foi baixa, com 6,4 mm, divididos em três dias, com a primeira máxima de 3,8 mm no dia 1 e a segunda máxima de 1,6 mm no dia 9. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 15 e 30, mesmo intervalo com as duas ocorrências de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 327).

**Figura 327:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2020.

Em agosto a precipitação foi de 44,8 mm distribuídos entre os dias 17 e 22, com a primeira máxima de 23 mm no dia 18 e a segunda de 9,2 mm no dia 17. As concentrações de MP<sub>10</sub> acima

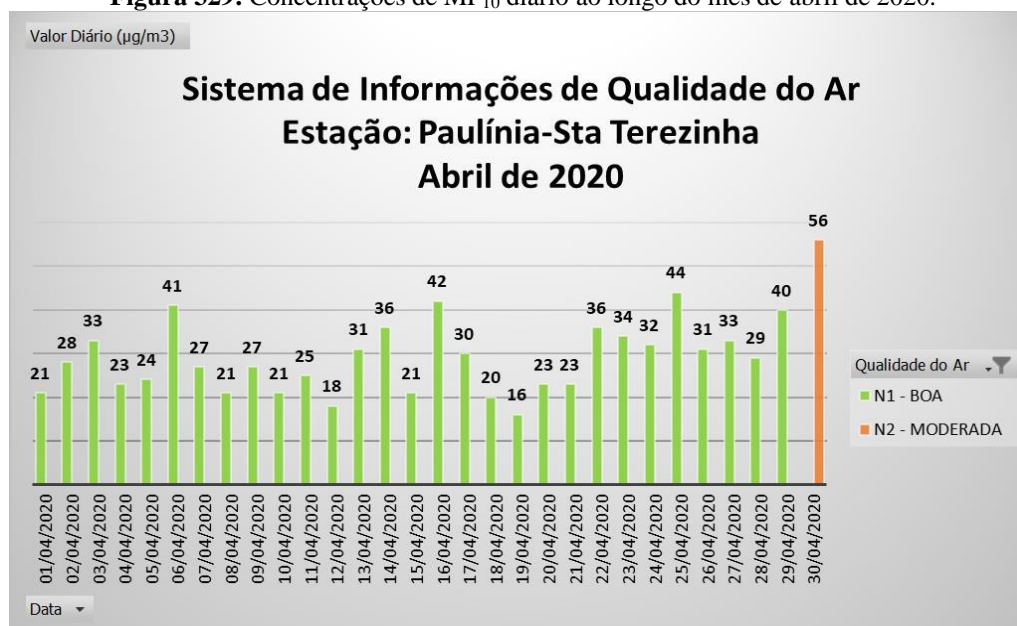
de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ocorreram nos intervalos sem chuva do mês, com a máxima de  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 13 (Figura 328).

**Figura 328:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2020.



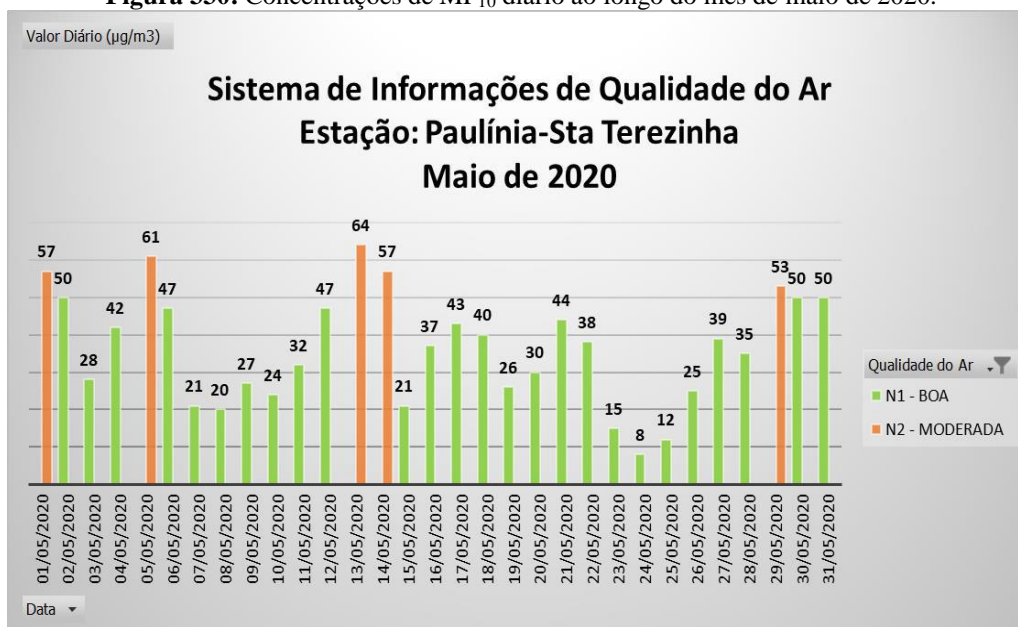
Na estação Paulínia-Sta. Terezinha o mês de abril apresentou um dia com concentração de  $\text{MP}_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 30 (Figura 329). Apesar de registrar o menor índice pluviométrico do ano, 0,6 mm no dia 14, o mês registrou concentrações de  $\text{MP}_{10}$  relativamente baixas.

**Figura 329:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de abril de 2020.



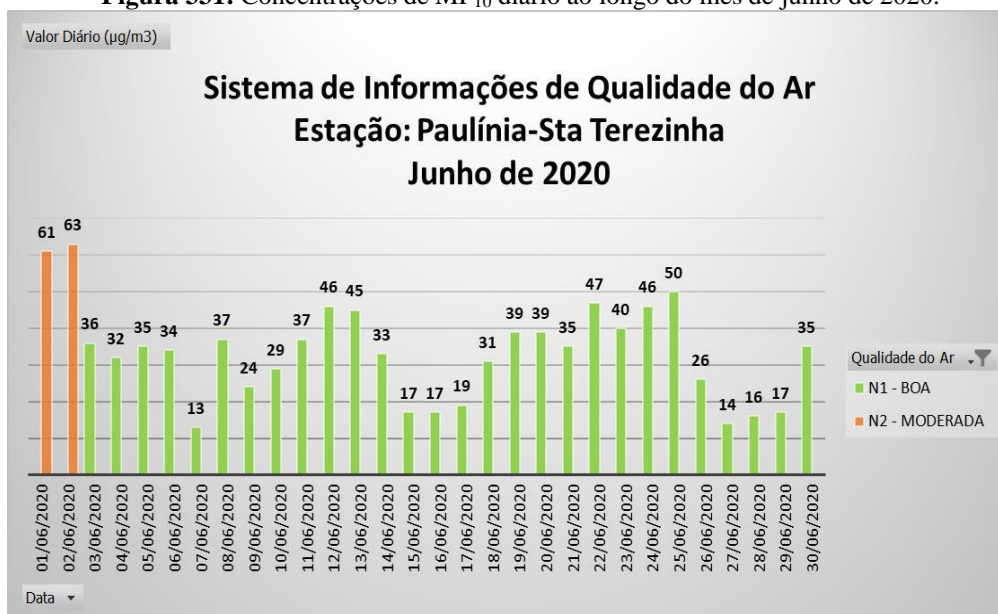
Na estação Paulínia-Sta. Terezinha o mês de maio apresentou uma frequência maior nas concentrações de  $MP_{10}$  em relação a estação Paulínia, chegando a  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 13 (Figura 330).

**Figura 330:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de maio de 2020.



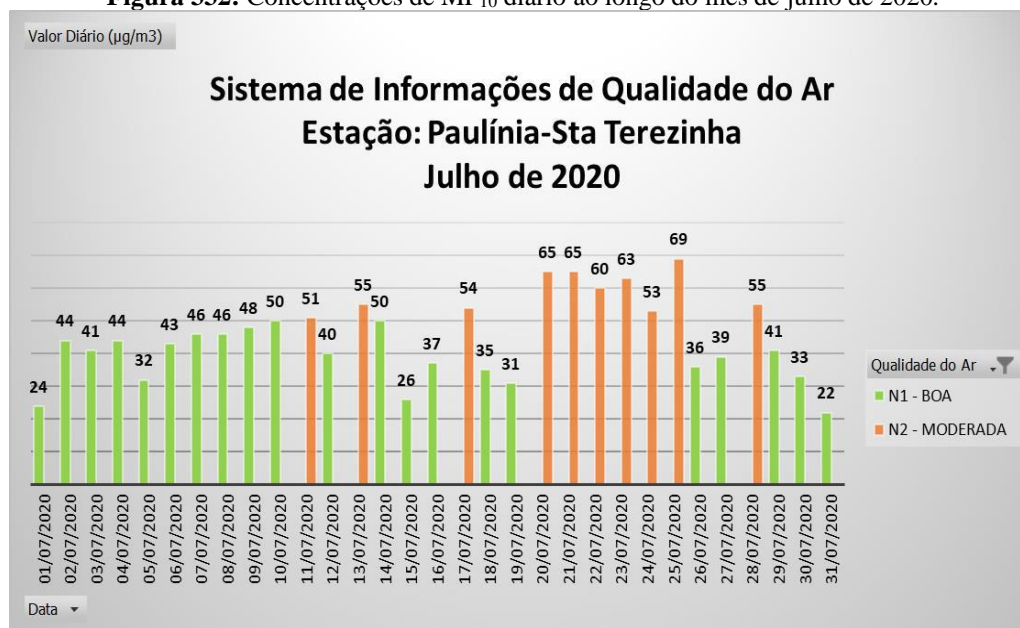
Em junho as concentrações de  $MP_{10}$  excederam  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  somente nos dois primeiros dias, com a máxima de  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 2 (Figura 331). Mesmo com um grande intervalo sem chuva entre os dias 10 e 25, a máxima durante esse intervalo foi de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Figura 331:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de junho de 2020.



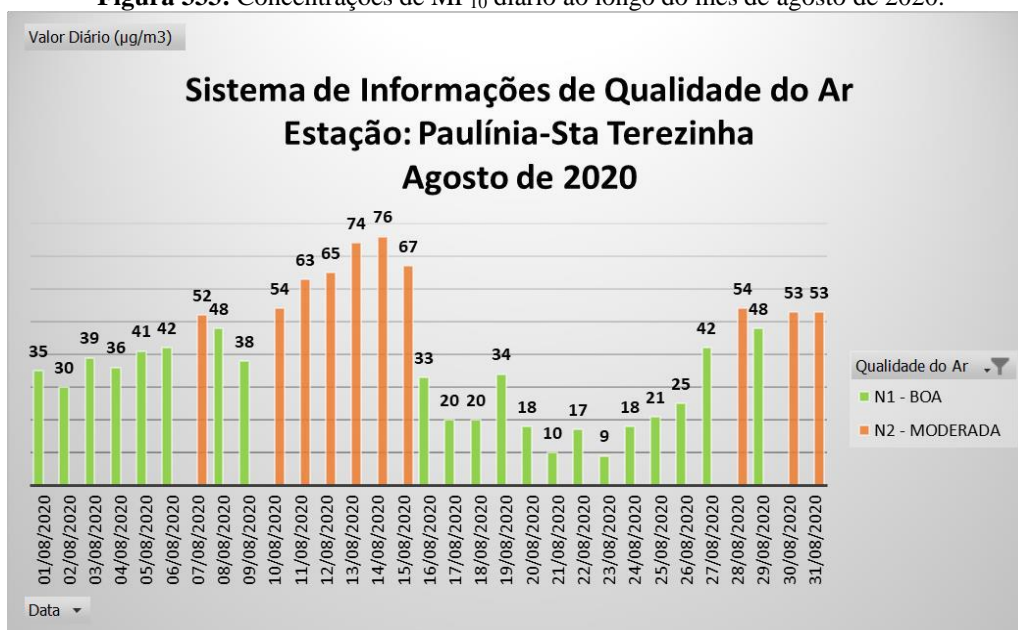
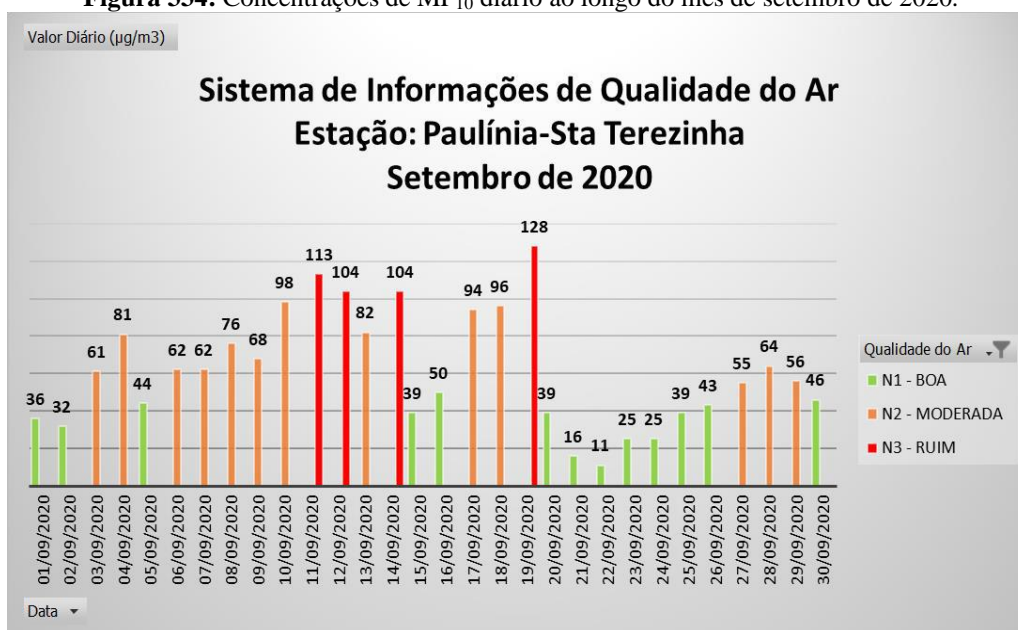
A concentração de  $MP_{10}$  no mês de julho registrado na estação Paulínia-Sta. Terezinha é 5 vezes maior do que na estação Paulínia. As concentrações acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  são mais frequentes entre os dias 11 e 28, com a máxima de  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 25 (Figura 332). Todos os dias que apresentaram índice de qualidade do ar “moderada” ocorreram nos intervalos sem chuva do mês.

**Figura 332:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2020.



Em agosto as concentrações de  $MP_{10}$  na estação Paulínia-Sta. Terezinha ocorreram nos mesmos intervalos da estação Paulínia, exceto que a frequência e a concentração de  $MP_{10}$  foram maiores, chegando a  $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 14 (Figura 333).

O mês de setembro teve o pior índice de qualidade do ar no ano de 2020, mais da metade do mês as concentrações de  $MP_{10}$  ultrapassaram  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo que em quatro dias as concentrações excederam  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , com a máxima de  $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 19, considerada “ruim” pelo índice de qualidade do ar (Figura 334). A precipitação foi de 6,1 mm, o segundo menor índice pluviométrico. As precipitações diárias para o mês de setembro não foram fornecidas nos bancos de dados, apenas a pluviosidade mensal.

**Figura 333:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2020.**Figura 334:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2020.

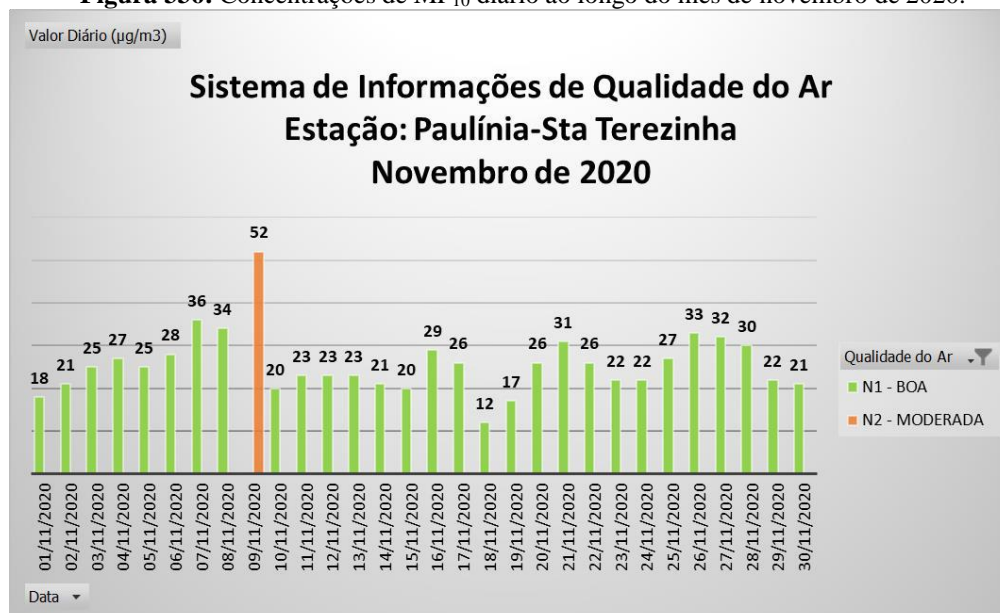
No mês de outubro a precipitação foi de 15,9 mm, assim como o mês de setembro, os valores de precipitação diária não foram fornecidos pelos bancos de dados. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram no início do mês, com a máxima de 92 µg/m<sup>3</sup> no dia 7 (Figura 335).

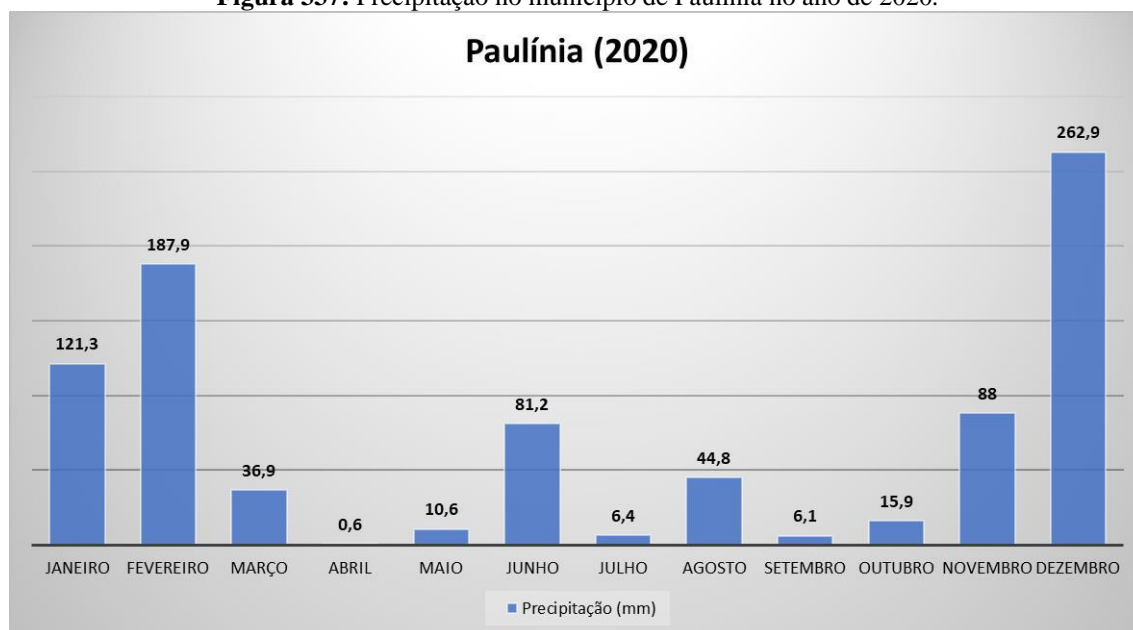
**Figura 335:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2020.



Em novembro o índice pluviométrico foi um pouco maior, com 88 mm, com a primeira máxima de 42,6 mm no dia 18 e a segunda máxima de 33,6 mm no dia 17. O maior intervalo sem chuva do mês ocorreu nos primeiros 16 dias. Um único dia excedeu 50 µg/m<sup>3</sup> e o restante do mês registrou concentrações de MP<sub>10</sub> relativamente baixas.

**Figura 336:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de novembro de 2020.

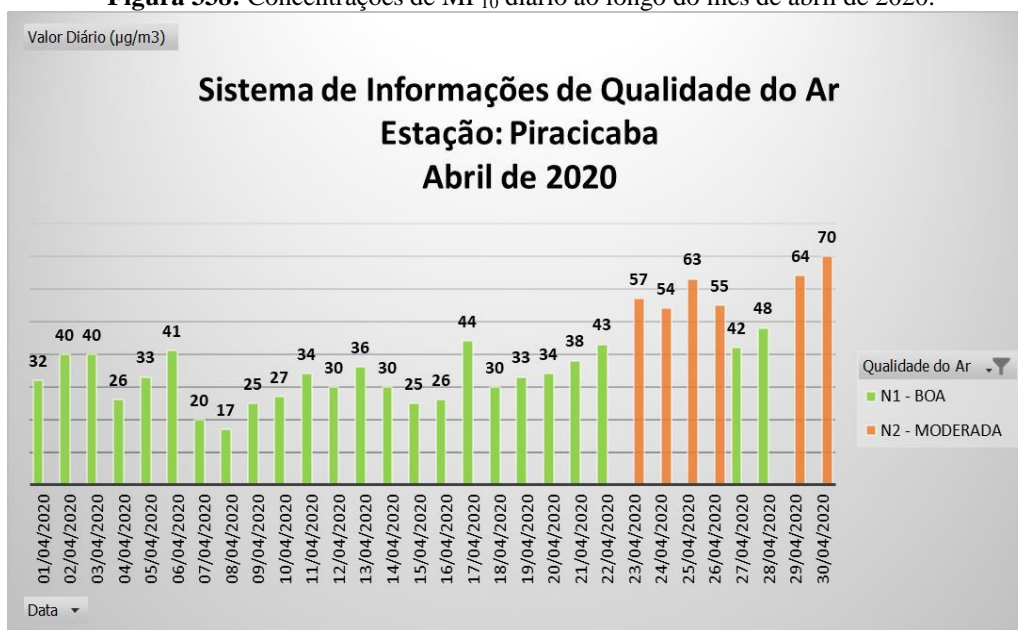


**Figura 337:** Precipitação no município de Paulínia no ano de 2020.

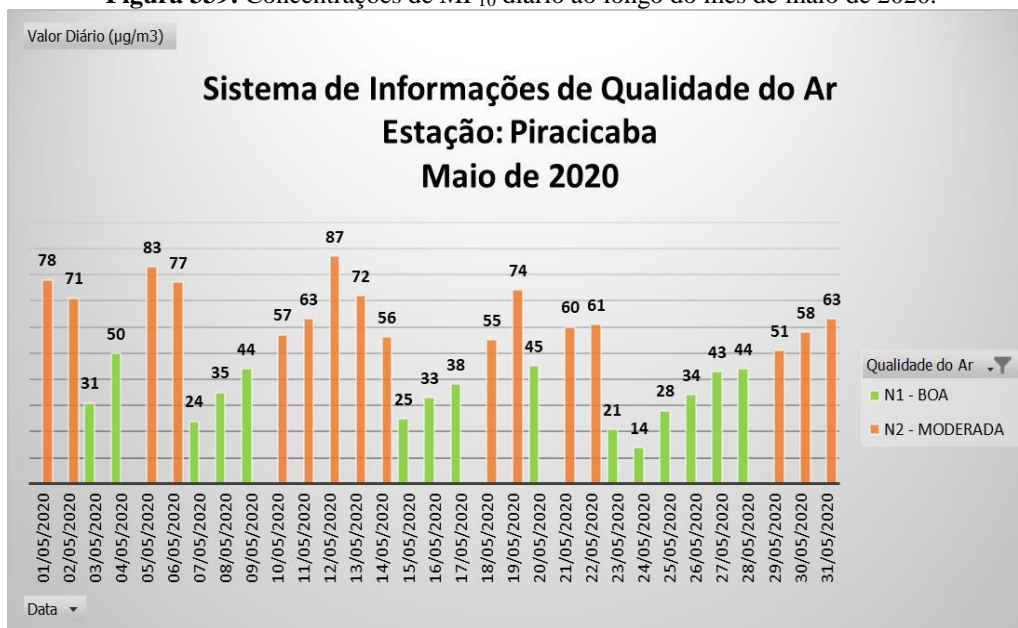
### 3.6.6 Estação Piracicaba

Na estação Piracicaba as concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  começaram desde o mês de abril até o mês de outubro. A partir do mês de julho, a concentração do material particulado inalável começa a aumentar, tanto na concentração diária quanto na frequência. Nos meses de agosto, setembro e outubro as concentrações de  $MP_{10}$  excedem  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e em setembro ultrapassa  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerado “ruim” e “muito ruim” pelo índice de qualidade do ar, respectivamente. Após o mês de fevereiro o índice pluviométrico permaneceu abaixo dos 100 mm até o mês de outubro, com um pequeno aumento na precipitação nos meses de novembro e dezembro.

Em abril a precipitação foi de 2,2 mm no dia 15, o menor índice pluviométrico no ano de 2020. As concentrações de  $MP_{10}$  começaram a aumentar no final do mês, entre os dias 23 e 30, chegando a  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 30 (Figura 338). Embora o índice pluviométrico tenha sido o pior do ano, as concentrações de  $MP_{10}$  foram relativamente baixas.

**Figura 338:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2020.

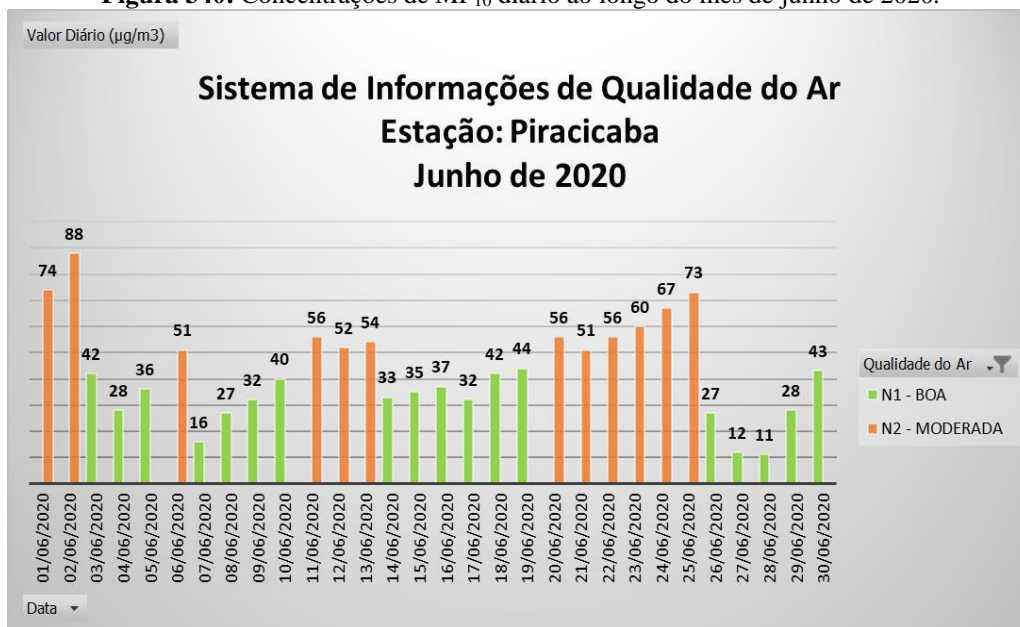
No mês de maio a precipitação foi de 13,8 mm, sendo que a primeira máxima foi de 13,5 mm no dia 22 e a segunda de 0,3 mm no dia 15. Houve um aumento considerável na concentração de MP<sub>10</sub> durante o mês inteiro em comparação ao mês de abril, chegando a 87 µg/m<sup>3</sup> no dia 12 (Figura 339).

**Figura 339:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2020.

Em junho teve uma pequena queda na concentração de MP<sub>10</sub> ao longo do mês, com a máxima de 88 µg/m<sup>3</sup> no dia 2 (Figura 340). A precipitação foi um pouco maior do que os meses

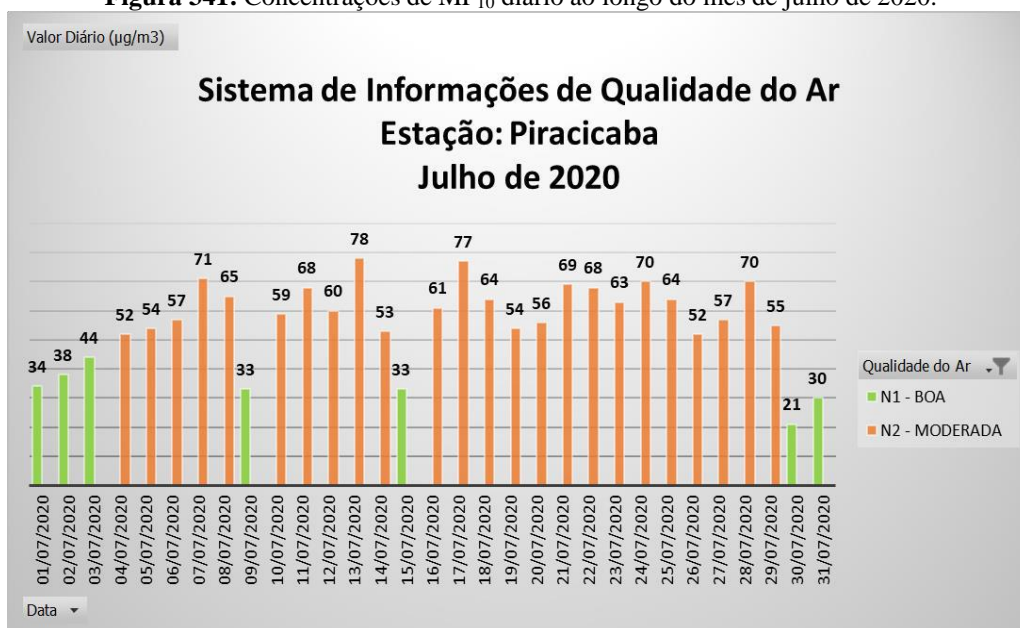
anteriores, com 62,9 mm, com a primeira máxima de 22,4 mm no dia 7 e a segunda máxima de 21,3 mm no dia 28. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 11 e 25, e os menores nos dias 1 e 2, 8 e 9, e, 29 e 30.

**Figura 340:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2020.



No mês de julho a precipitação foi de 8,1 mm, com a primeira máxima de 4,1 mm no dia 15 e a segunda máxima de 1,7 mm no dia 2. Todas as concentrações de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup> estão nos intervalos sem chuva do mês, chegando a 78 µg/m<sup>3</sup> no dia 13 (Figura 341).

**Figura 341:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2020.



No mês de agosto a precipitação foi de 50,6 mm entre os dias 16 e 21, com a primeira máxima de 31,2 mm no dia 18 e a segunda máxima de 14,2 mm no dia 17. As concentrações mais elevadas de MP<sub>10</sub> ocorreram no primeiro intervalo sem chuva do mês, chegando a 117  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 14 (Figura 342).

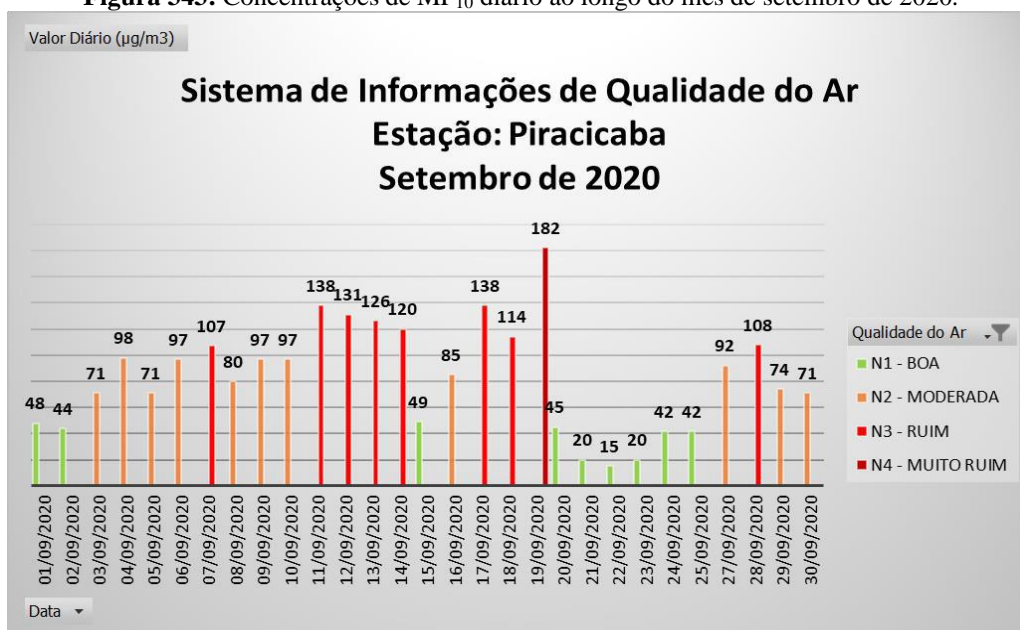
**Figura 342:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2020.



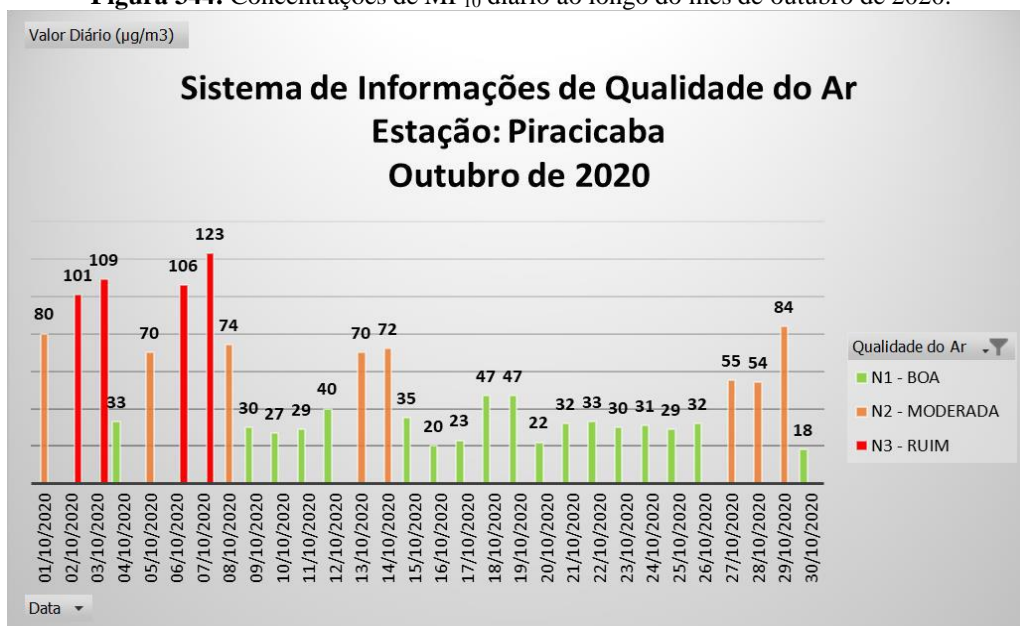
O mês de setembro teve o pior índice de qualidade no ano de 2020, com 11 dias acima de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 8 dias acima de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e um dia com 182  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 19 (Figura 343). Os primeiros 20 dias e os últimos 9 dias a precipitação foi igual a 0. No total choveu 12,6 mm divididos em 2 dias, 5,2 mm no dia 21 e 7,4 mm no dia 22, foi o terceiro mês com o menor índice pluviométrico do ano.

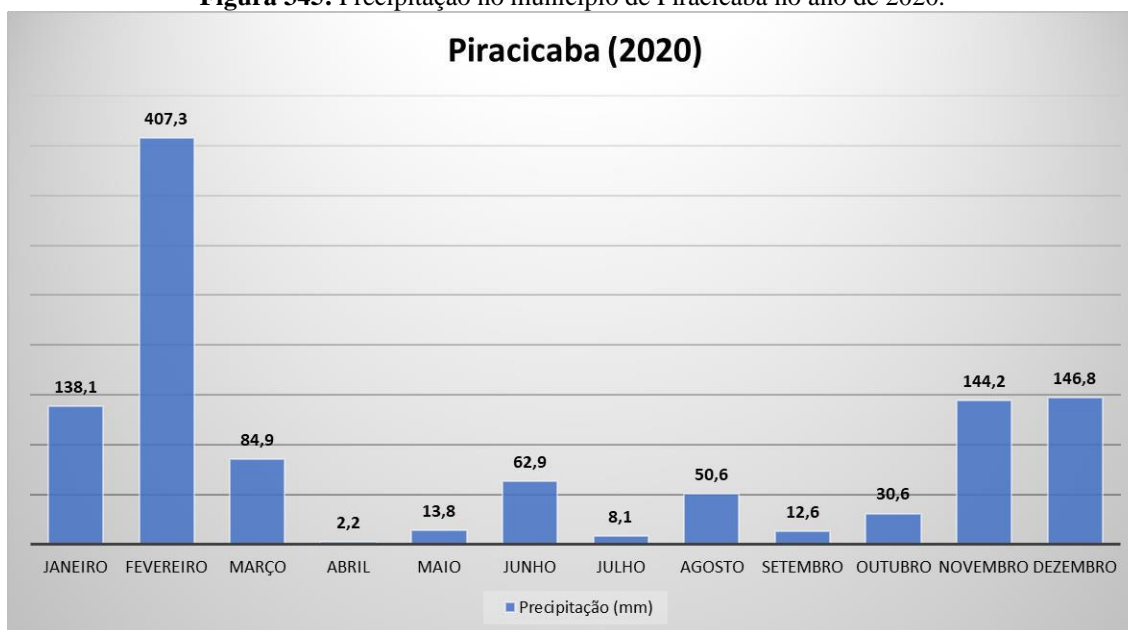
Em outubro a precipitação foi de 30,6 mm distribuídos ao longo do mês, com pequenos intervalos sem chuva de até 6 dias. A primeira máxima foi de 12 mm no dia 15 e a segunda máxima de 7,4 mm no dia 29. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram no primeiro intervalo sem chuva do mês, chegando a 123  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 7 (Figura 344).

**Figura 343:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2020.



**Figura 344:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2020.



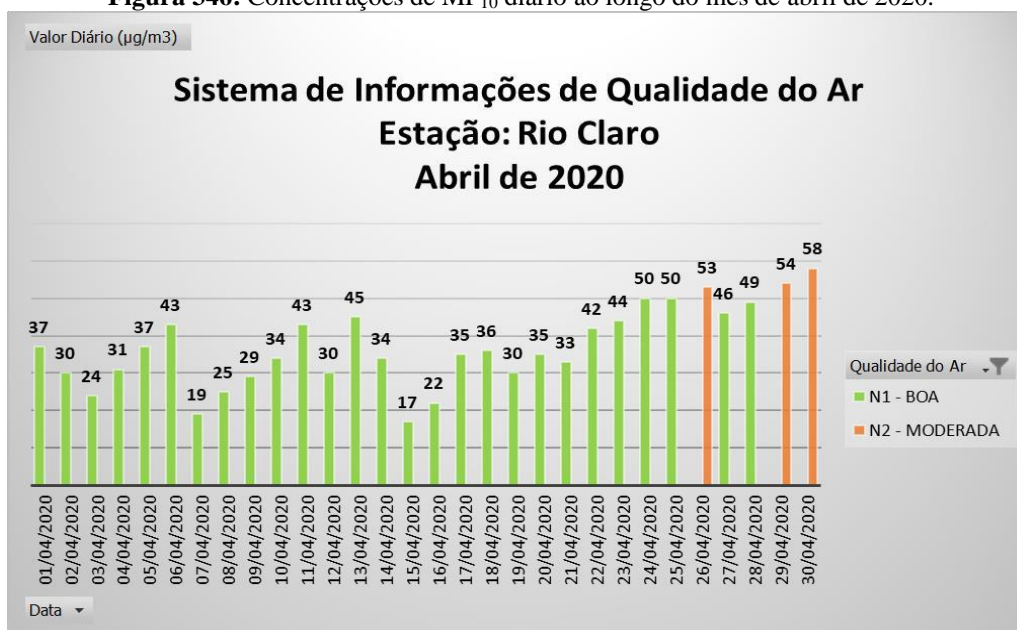
**Figura 345:** Precipitação no município de Piracicaba no ano de 2020.

### 3.6.7 Estação Rio Claro

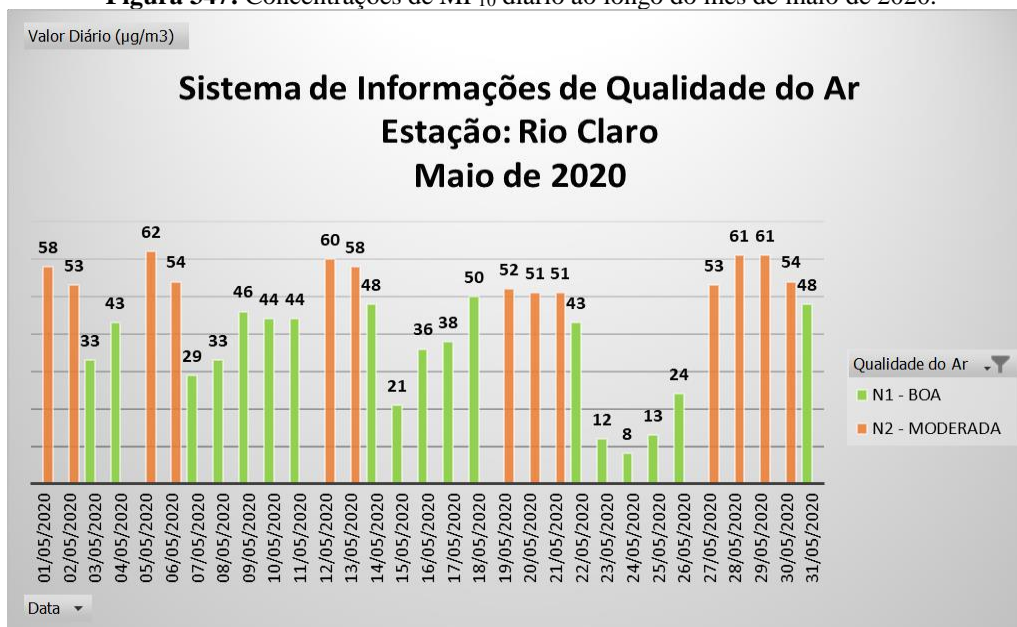
Na estação Rio Claro as concentrações de  $MP_{10}$  apresentaram valores acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nos meses de abril a novembro, com um aumento significativo a partir do mês de julho. Os meses de setembro e outubro registraram índices de qualidade do ar de “moderada” a “ruim”, sendo que setembro obteve a pior média no ano.

O índice pluviométrico no município de Rio Claro teve uma queda a partir do mês de março e permaneceu abaixo de 100 mm até o mês de outubro, com os piores índices nos meses de abril, julho e setembro.

No mês de abril a precipitação foi de 6,3 mm no dia 14, o segundo mês com o pior índice pluviométrico do ano. Antes do dia 14 e após essa data, a precipitação foi igual a 0. Apesar disso, as concentrações de  $MP_{10}$  começaram a aumentar nos últimos cinco dias do mês, chegando a  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 30 (Figura 346).

**Figura 346:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2020.

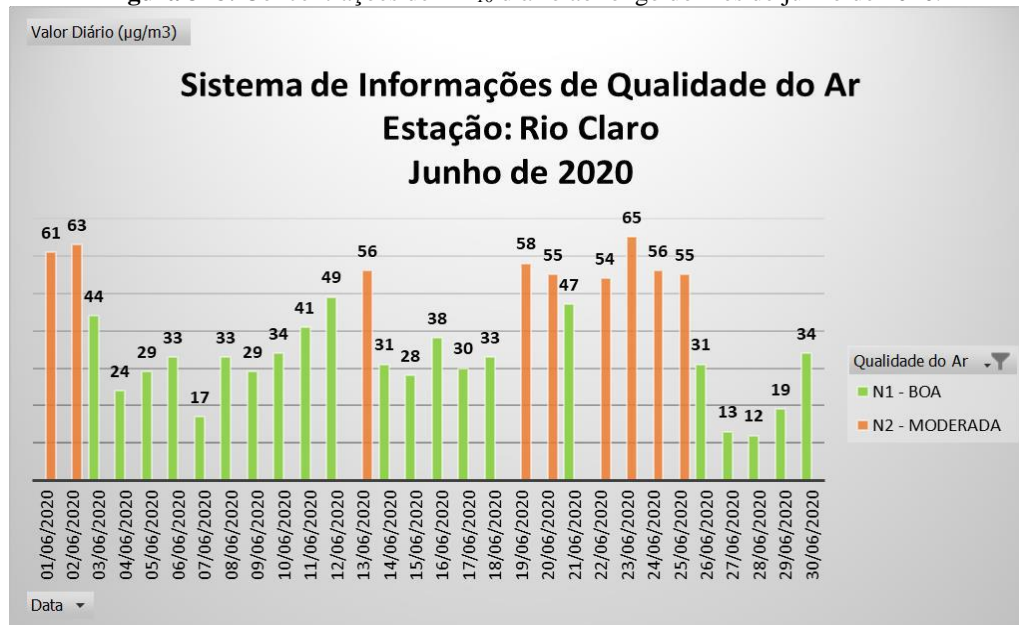
Em maio a precipitação foi de 17,2 mm divididos em dois dias, 16,5 mm no dia 23 e 0,7 mm no dia 24. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram nos períodos sem chuva, com a máxima de 62 µg/m<sup>3</sup> no dia 5, e as menores nos dois dias 23 e 24 (Figura 347).

**Figura 347:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2020.

No mês de junho a precipitação foi de 64,2 mm distribuídos no início do mês, com a primeira máxima de 41,6 mm no dia 10 e a segunda máxima de 16,5 mm no dia 7. O maior intervalo sem chuva ocorreu após o dia 11 até o dia 30, o segundo intervalo foram nos cinco

primeiros dias e o último, entre os dias 8 e 9. As concentrações de  $MP_{10}$  foram maiores e mais frequentes no maior intervalo sem chuva, chegando a  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 23 (Figura 348).

**Figura 348:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de junho de 2020.



No mês de julho as concentrações de  $MP_{10}$  aumentaram significativamente, mais da metade do mês excedeu  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , com a máxima de  $89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 23 (Figura 349). A precipitação foi de 3 mm no dia 9, o menor índice pluviométrico no ano de 2020.

**Figura 349:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de julho de 2020.



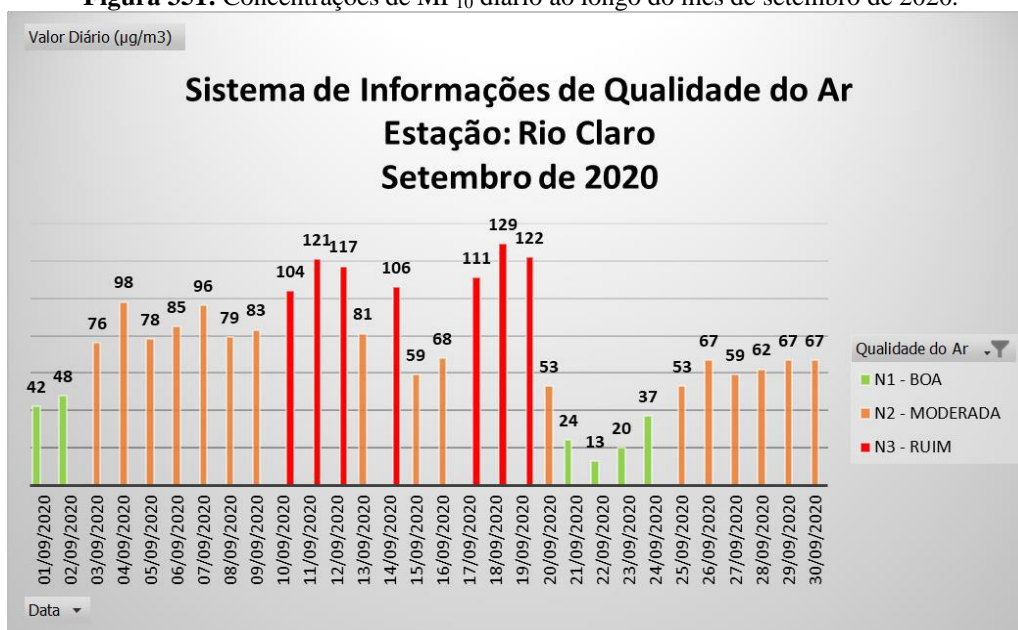
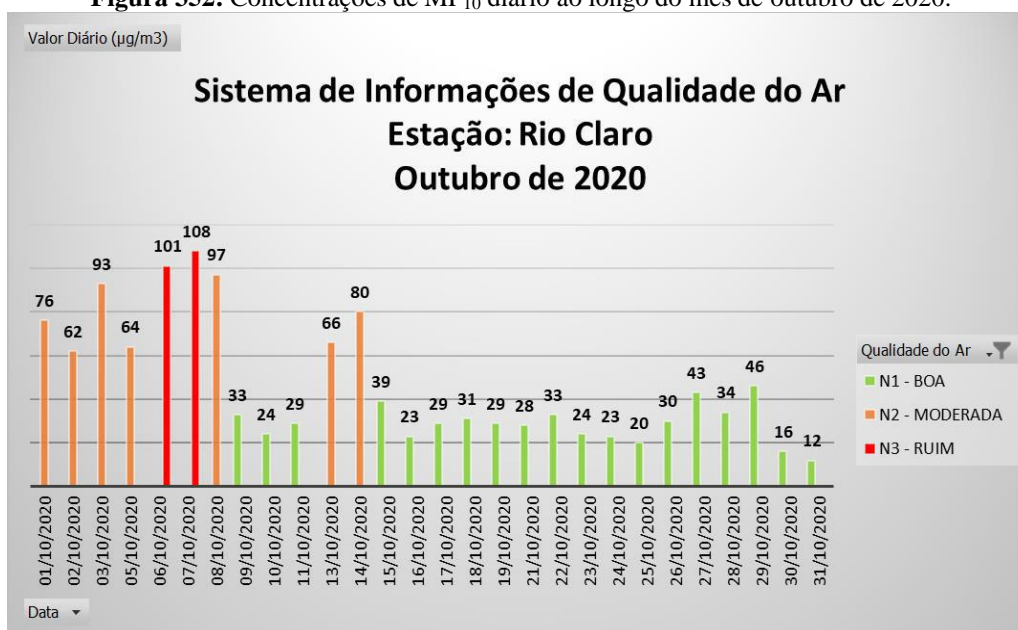
Assim como o mês de julho, agosto apresentou concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na maior parte do mês. Porém, as maiores concentrações foram mais frequentes entre os dias 3 e 16, chegando a  $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 5 (Figura 350). A precipitação foi de 24,7 mm divididos em dois dias, 17,2 mm no dia 18 e 7,5 mm no dia 22.

**Figura 350:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de agosto de 2020.

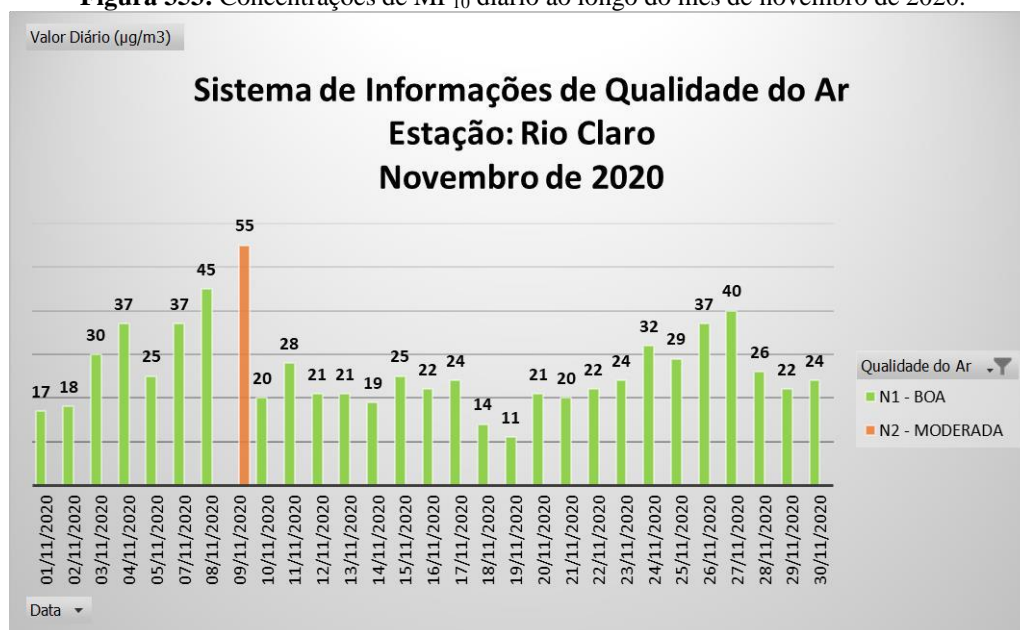
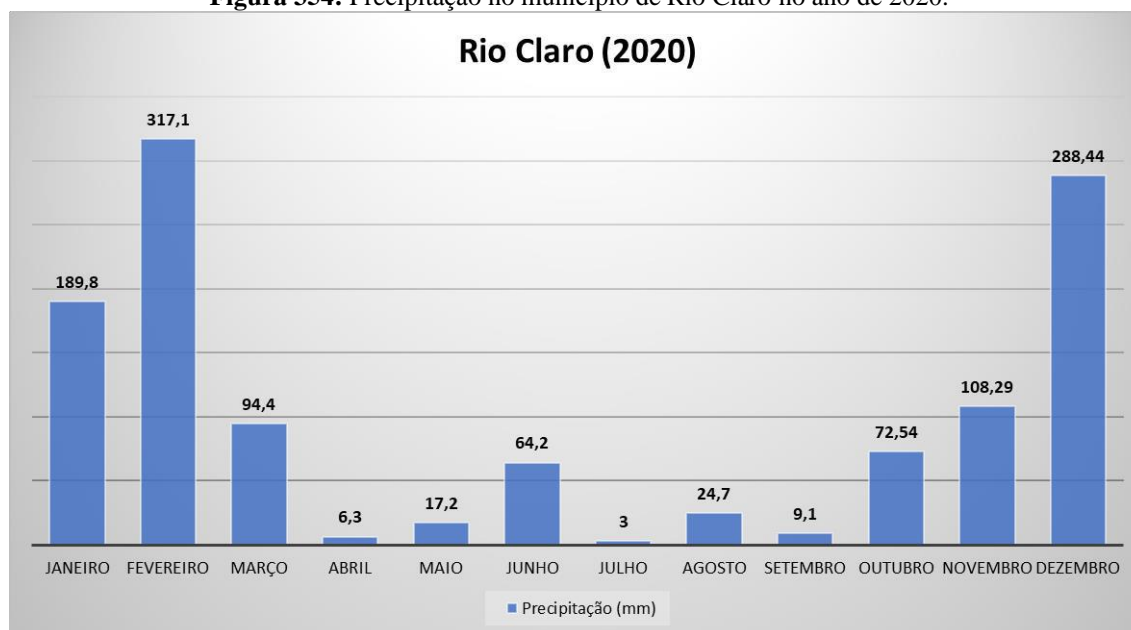


A precipitação no mês de setembro foi de 9,1 mm divididos em dois dias, 7mm no dia 22 e 2,1 mm no dia 29, terceiro mês com o pior índice pluviométrico do ano. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  ocorreram entre os dias 3 e 20, chegando a  $129 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 18 (Figura 351). Setembro registrou o pior índice de qualidade do ar, com 17 dias de qualidade “moderada” e 7 dias com qualidade “ruim”.

No mês de outubro a precipitação foi um pouco maior, 72,54 mm distribuídos ao longo do mês, com pequenos intervalos sem chuva de até quatro dias. A primeira máxima foi de 19,67 mm no dia 23 e a segunda máxima de 14,2 mm no dia 29. As maiores concentrações de  $MP_{10}$  ocorreram nos 8 primeiros dias, chegando a  $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 7 (Figura 352).

**Figura 351:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de setembro de 2020.**Figura 352:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de outubro de 2020.

Em novembro a precipitação foi de 108,29 mm distribuídos ao longo do mês, com intervalos sem chuva, sendo que o maior ocorreu nos nove primeiros dias e o segundo entre os dias 21 e 26. Apenas um dia a concentração de MP<sub>10</sub> ultrapassou 50 µg/m<sup>3</sup> (Figura 353).

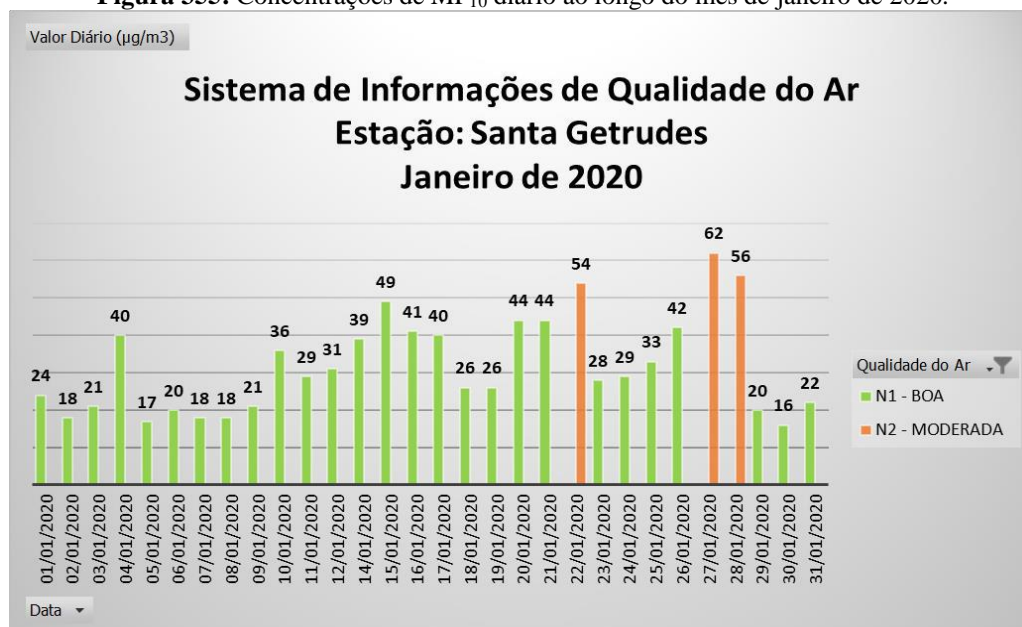
**Figura 353:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de novembro de 2020.**Figura 354:** Precipitação no município de Rio Claro no ano de 2020.

### 3.6.8 Estação Santa Gertrudes

No município de Santa Gertrudes as concentrações de MP<sub>10</sub> excederam 50 µg/m<sup>3</sup> nos meses de janeiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro, sendo que a partir do mês de maio os registros começaram a apresentar índices de qualidade “ruim” e “muito ruim”, principalmente o mês de setembro.

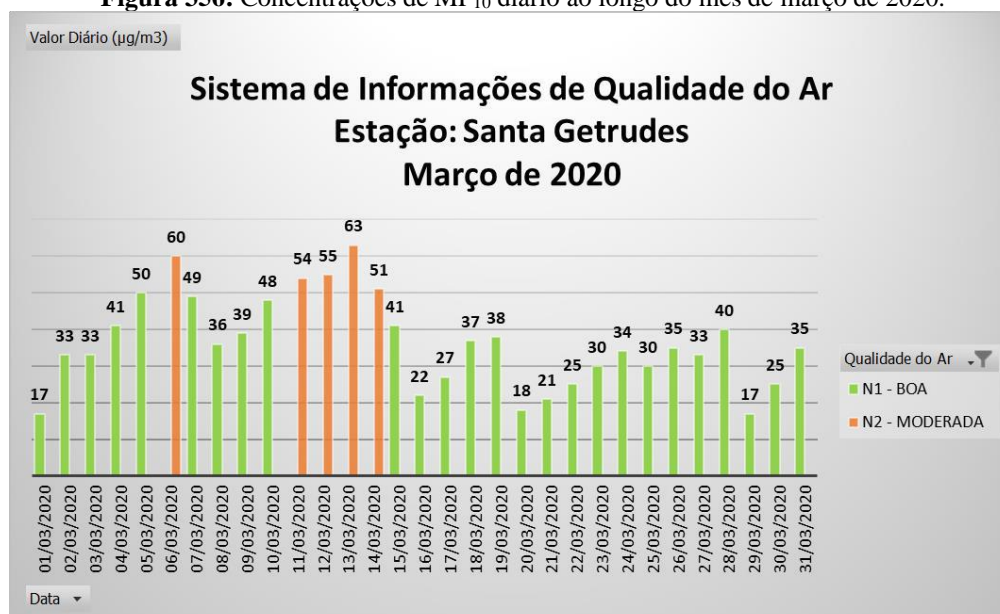
No mês de janeiro a precipitação foi de 238 mm bem distribuídos ao longo do mês e com pequenos intervalos sem chuva, nos últimos oito dias e entre os dias 17 e 21. As concentrações de  $MP_{10}$  foram relativamente baixas, com a máxima de  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 27. (Figura 355).

**Figura 355:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de janeiro de 2020.



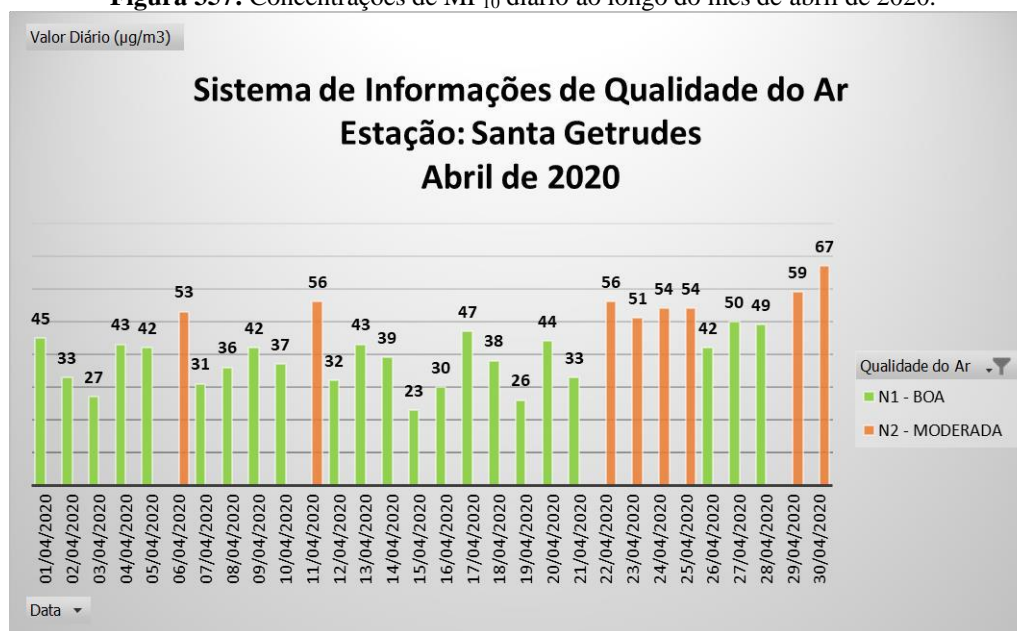
Em março a precipitação foi muito inferior em relação a janeiro e fevereiro, apenas 18,6 mm, com a primeira máxima de 6,5 mm no dia 16. As concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ocorreram nos intervalos sem chuva, com a máxima de  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 13 (Figura 356).

**Figura 356:** Concentrações de  $MP_{10}$  diário ao longo do mês de março de 2020.



No mês de abril a precipitação foi de 8,5 mm no dia 15, antes e após essa data houve dois intervalos sem chuva. Embora o índice pluviométrico seja baixo, o índice de qualidade do ar permaneceu entre “boa” e “moderada”. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> ocorreram a partir do dia 22, chegando a 67 µg/m<sup>3</sup> no dia 30 (Figura 357).

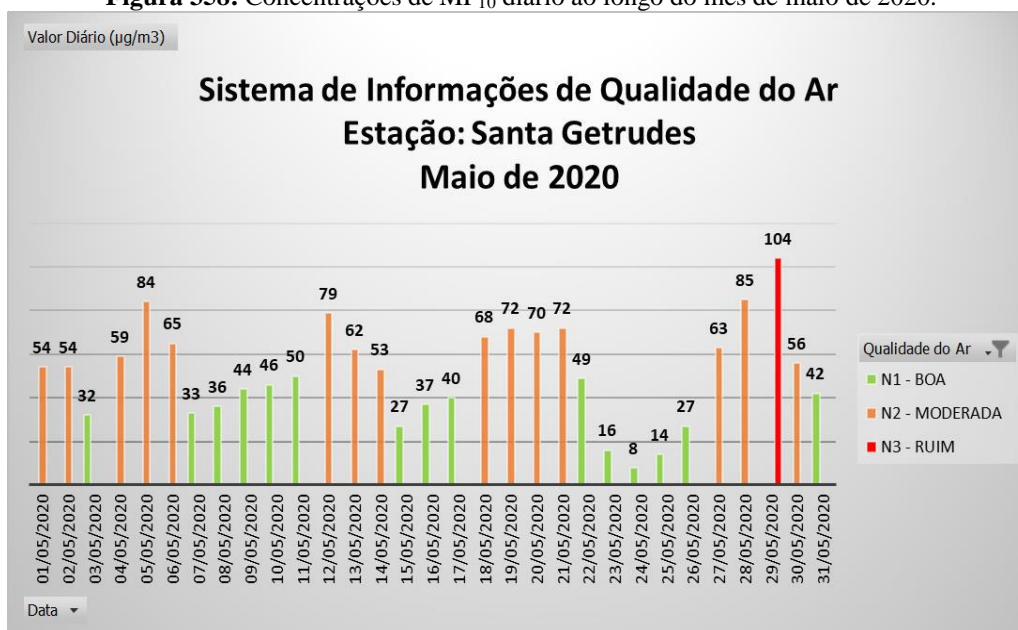
**Figura 357:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de abril de 2020.



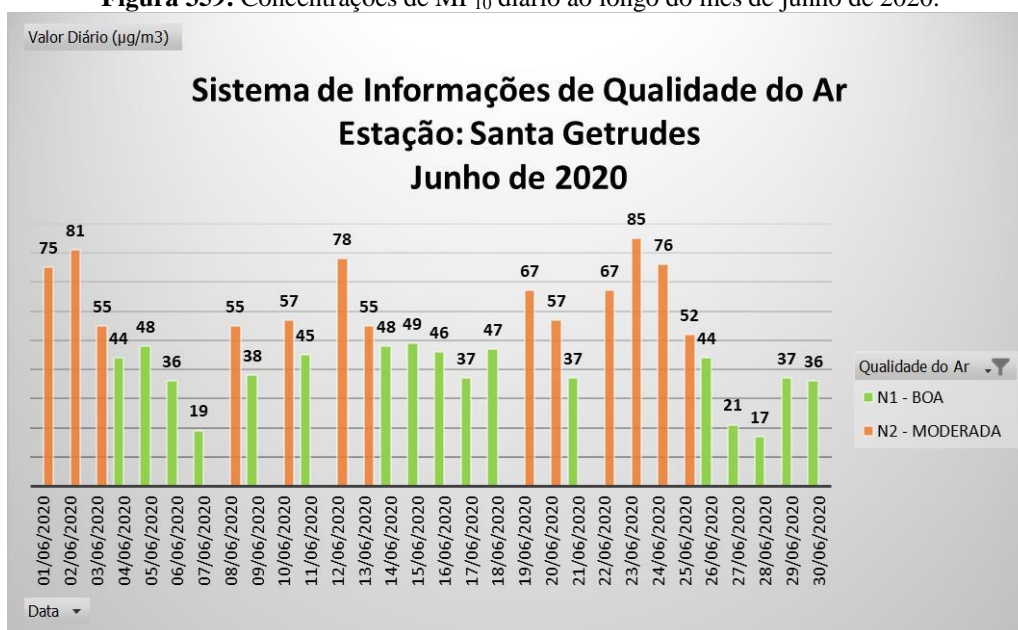
No mês de maio a precipitação foi de 16,6 mm, com a primeira máxima de 12,6 mm no dia 23 e a segunda máxima de 1,6 mm no dia 24. Todas as concentrações que excederam 50 µg/m<sup>3</sup> estão nos períodos sem chuva. Um pouco mais da metade do mês registrou índice de qualidade “moderada” e um dia excedeu 100 µg/m<sup>3</sup>, considerado “ruim” pelo PQAr (Figura 358).

Em junho as concentrações permaneceram “moderada” durante o mês, chegando a 85 µg/m<sup>3</sup> no dia 23 (Figura 359). A precipitação foi de 65,5 mm, com a primeira máxima de 27,5 mm no dia 10 e a segunda máxima de 20,5 mm no dia 28. O maior intervalo sem chuva ocorreu entre os dias 11 e 27.

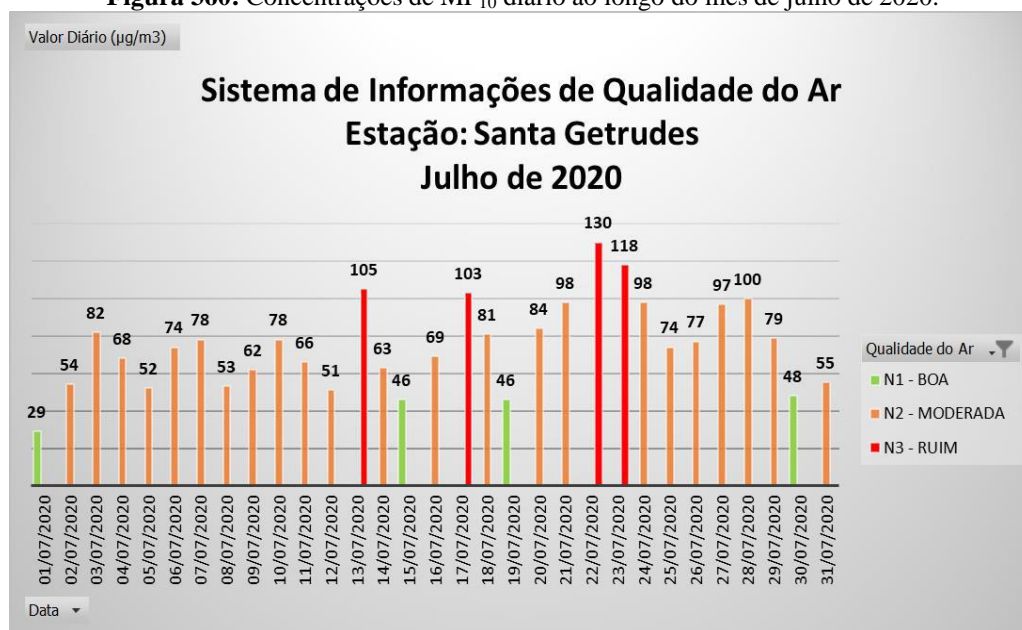
**Figura 358:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de maio de 2020.



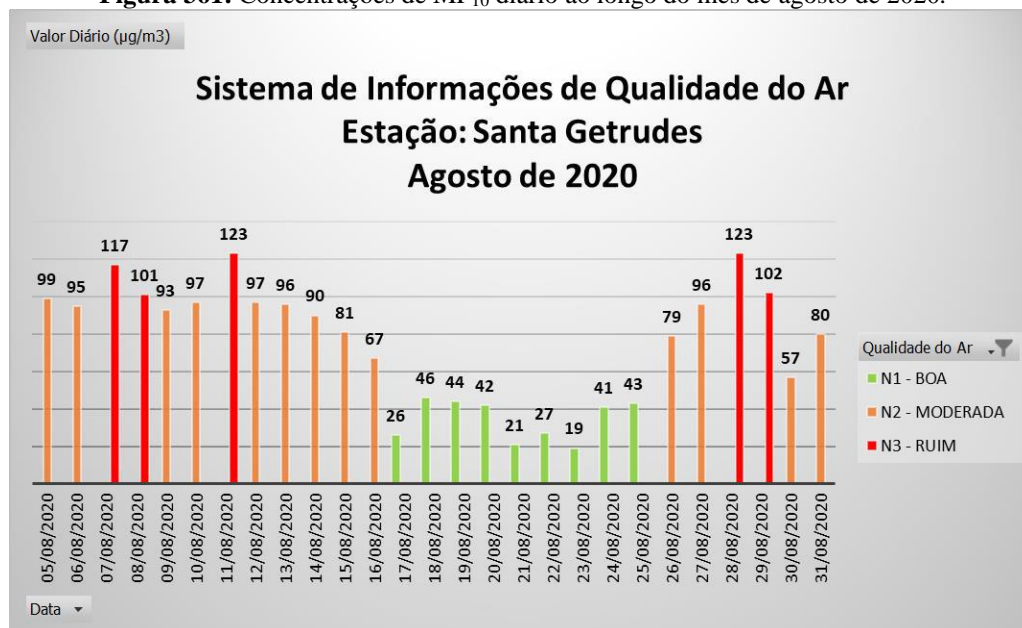
**Figura 359:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de junho de 2020.



No mês de julho a precipitação foi de 3,2 mm divididos nos dias 1 e 9, o menor índice pluviométrico no ano de 2020. As concentrações de MP<sub>10</sub> são elevadas praticamente o mês inteiro, com 23 dias entre 50 e 100 µg/m<sup>3</sup> (moderada) e 4 dias acima de 100 µg/m<sup>3</sup>, com a máxima de 130 µg/m<sup>3</sup> no dia 22, considerada “ruim” pelo índice de qualidade (Figura 360).

**Figura 360:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de julho de 2020.

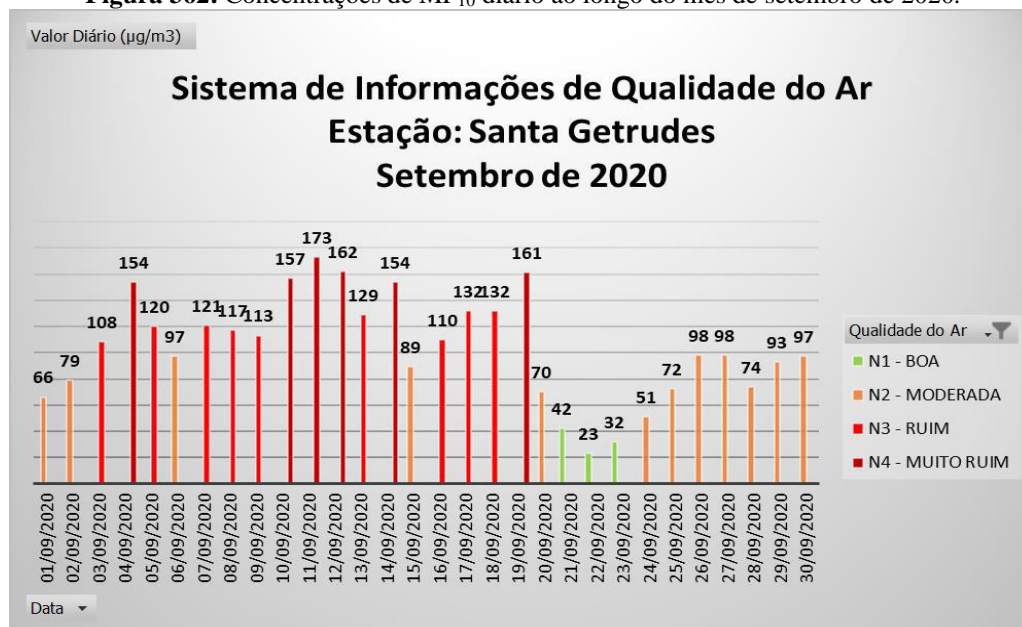
Em agosto a precipitação foi de 30,4 mm distribuídos entre os dias 17 e 22, com a primeira máxima de 15,3 mm no dia 18 e a segunda de 8,5 mm no dia 17. As maiores concentrações de MP<sub>10</sub> estão nos primeiros 16 dias e nos últimos 6 dias, mesmos intervalos sem chuva do mês. A máxima concentração chegou a 123 µg/m<sup>3</sup> em dois dias, 11 e 28 (Figura 361).

**Figura 361:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de agosto de 2020.

O mês de setembro teve o pior índice de qualidade do ar do ano no município de Santa Getrudes, 6 dias apresentaram PQAr “muito ruim”, ou seja, acima de 150 µg/m<sup>3</sup>; 9 dias com

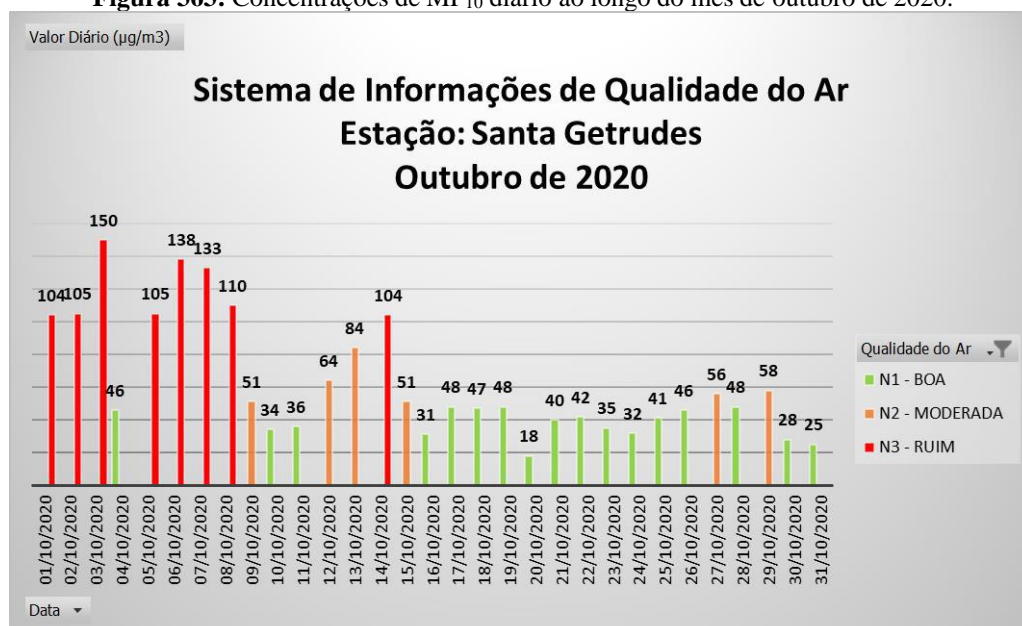
PQAr “ruim”; e 12 dias com PQAr “moderada”, restando somente 3 dias com PQAr “boa”. A máxima foi de  $173 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 11 (Figura 362). A precipitação foi de 5,9 mm no dia 22, segundo menor índice pluviométrico no ano.

**Figura 362:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de setembro de 2020.



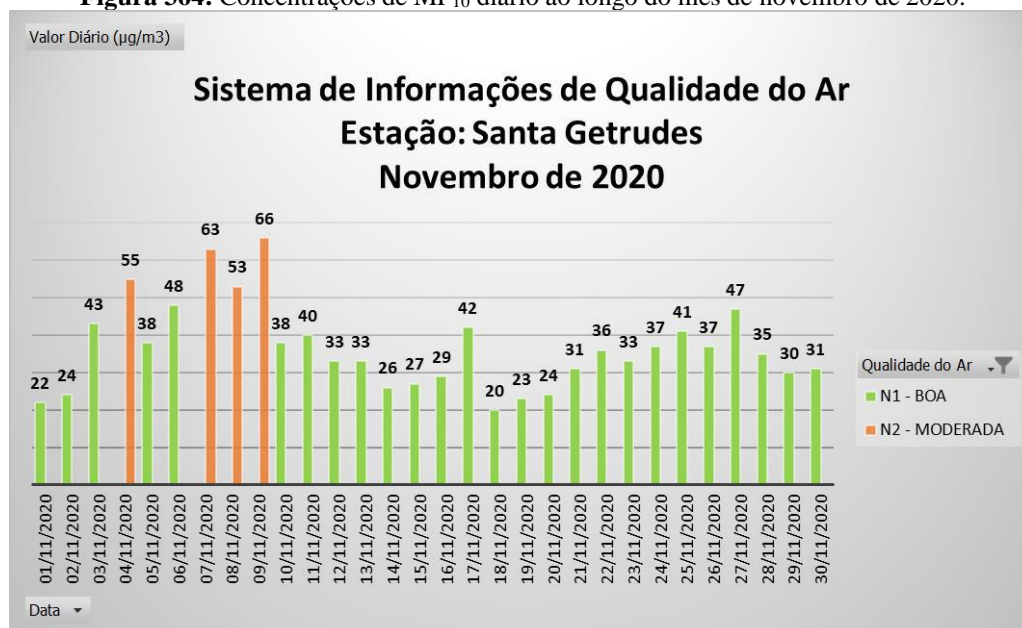
Em outubro a precipitação foi de 42,7 mm, com o maior intervalo sem chuva nos 8 primeiros dias e a primeira máxima de 23 mm no dia 31. As maiores concentrações de  $\text{MP}_{10}$  ocorreram nos 8 primeiros dias, chegando a  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no dia 3 (Figura 363).

**Figura 363:** Concentrações de  $\text{MP}_{10}$  diário ao longo do mês de outubro de 2020.

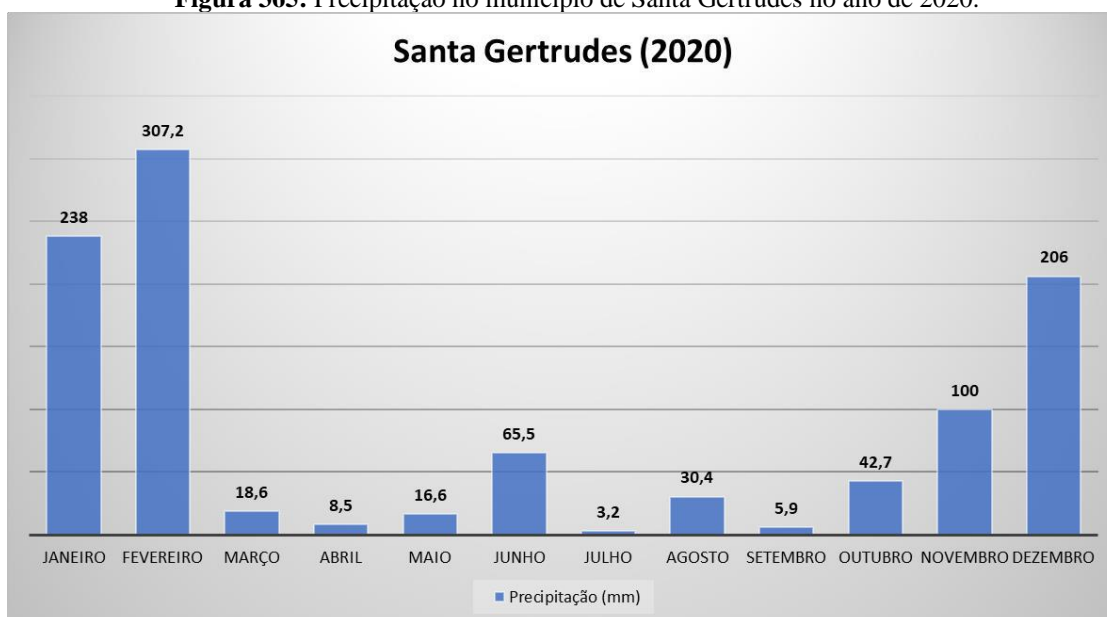


Novembro teve uma precipitação de 100 mm distribuídos ao longo do mês, com a primeira máxima de 34 mm no dia 19 e a segunda máxima de 25,6 mm no dia 18. Os maiores intervalos sem chuva ocorreram nos primeiros 9 dias e entre os dias 21 e 26. As concentrações de MP<sub>10</sub> diminuíram em relação aos meses anteriores, excedendo 50 µg/m<sup>3</sup> em apenas quatro dias, com a máxima de 66 µg/m<sup>3</sup> no dia 9 (Figura 364).

**Figura 364:** Concentrações de MP<sub>10</sub> diário ao longo do mês de novembro de 2020.



**Figura 365:** Precipitação no município de Santa Getrudes no ano de 2020.



#### 4 DISCUSSÃO

A concentração média anual e as concentrações máximas diárias de  $MP_{10}$  são estabelecidas pelos Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013) para efeitos de divulgação e saúde, são classificados pelo tempo de amostragem em um período de 24h, padrão diário de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , e pela Média Aritmética Anual (MAA), padrão anual de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . O único município que ultrapassou o padrão anual e diário nos anos de 2015 a 2020 foi Santa Gertrudes, com exceção de Paulínia e Piracicaba que excederam o padrão anual em 2016 e 2020, respectivamente.

Em relação as concentrações máximas diárias, o município de Santa Gertrudes ultrapassou  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de 2015 a 2020; Paulínia também excedeu suas concentrações diárias nos anos de 2016, 2018 e 2020; Piracicaba superou o limite nos anos de 2015, 2018, 2019 e 2020; no ano de 2019 o município de Limeira chegou no limite de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e no ano de 2020 excedeu o padrão diário; para o município de Rio Claro, os dados de concentração de  $MP_{10}$  foram disponibilizados pelas estações automáticas a partir do ano de 2019, em 2020 o padrão diário foi ultrapassado.

No município de Americana, entre os anos de 2015 e 2020, foi observado que quando o índice pluviométrico é abaixo de 100 mm a partir de 6 meses, as concentrações de  $MP_{10}$  aumentam, ultrapassando  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , principalmente no mês de setembro. O aumento da concentração do material particulado inalável é gradual desde abril/maio, com crescimento significativo nos meses de agosto/setembro, sendo exceção o ano 2018, que registrou sete meses com índice pluviométrico abaixo de 100 mm e não apresentou concentração de  $MP_{10}$  acima de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

O município de Campinas apresentou baixas concentrações de  $MP_{10}$  em todo o período de 2015 a 2020, dispondo dos melhores padrões diários e anuais. No ano de 2018 apenas 4 meses tiveram os índices pluviométricos menores que 100 mm (maio, junho, julho e setembro), também foi o ano que registrou as menores concentrações de  $MP_{10}$ . Embora o ano de 2020 tenha apresentado o menor índice pluviométrico, as concentrações de  $MP_{10}$  aumentaram apenas nos meses de agosto, setembro e outubro. Essa exceção pode estar relacionada com a diminuição de frota de veículos e/ou outras atividades, devido as exigências sanitárias estabelecidas pelo Governo do Estado de São Paulo para contenção da pandemia.

O município de Jundiaí, apesar da sua proximidade com a grande São Paulo e por registrar baixos índices pluviométricos durante o inverno, não apresentaram altos níveis de concentração

de  $MP_{10}$  acima do “moderado”. Esse fato pode estar relacionado com a geomorfologia em torno do município, a direção do vento, tempo de vida na atmosfera e distância percorrida. Ao redor de Jundiá, na porção sudeste e sudoeste, há uma pequena cadeia de montanha conhecida como Serra do Japi e mais a sudeste, sentido Guarulhos, a Serra da Cantareira. Quando a direção do vento é de sudeste para noroeste, de São Paulo para Jundiá, passa por essas pequenas cadeias montanhosas arborizadas, essa dinâmica pode ser um fator importante para a disseminação do  $MP_{10}$  concentrado na Região Metropolitana de São Paulo.

Os dados fornecidos para o município de Limeira iniciaram no ano de 2016 a 2020. Todos os anos, exceto 2018, registraram concentrações de  $MP_{10}$  acima de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em pelo menos um mês, só no ano de 2020 que dois meses consecutivos ultrapassaram esse limite. Também nesse ano, cerca de 8 meses tiveram índice pluviométrico abaixo de 100 mm. Geograficamente Limeira está próximo de Santa Gertrudes, no entanto, não pode ser afirmado se está sob influência da poluição das atividades industriais de Santa Gertrudes, porém, está inserido nas atividades do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes. Segundo Johnson et al., (2011), o tempo de vida do  $MP_{10}$  na atmosfera é de minutos a dias, e a distância percorrida é geralmente menor que 10 km, entre os limites dos dois municípios tem um pouco mais de 10 km. Essa distância percorrida é muito relativa, uma vez que depende de diversos fatores atmosféricos.

Paulínia possui um parque industrial expressivo, composto por refinaria e indústrias químicas. Esse fator pode ter contribuído para a frequência da concentração de  $MP_{10}$  em diversos meses, mesmo que não tenha sido como o município de Santa Gertrudes. No ano de 2016, por exemplo, os meses de janeiro a dezembro, exceto o mês de março, apresentaram ao menos um dia de concentrações acima de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , com destaque para os meses de junho, julho e agosto que ultrapassaram  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mesmo sendo o ano com maior índice pluviométrico do que os outros. O ano de 2020, de março a novembro a precipitação foi abaixo de 100 mm, a menor da série histórica.

Piracicaba é um dos municípios da UGRHI-5 que apresentou altas concentrações de  $MP_{10}$  nos últimos seis anos, comumente nos meses de abril a outubro, com exceção dos anos de 2015 e 2020, que expôs um mês a mais e registrou o pior índice de concentração do poluente da série histórica, respectivamente. Tanto na área urbana quanto na zona rural, o poluente é emitido por veículos, na queima de combustíveis, ressuspensão da poeira do solo, onde há grande movimentação, seja na agricultura, nos movimentos pendulares das cidades vizinhas e/ou dentro da própria cidade. Outra fonte de poluição notável seria nos processos industriais e queimadas.

Do ano de 2019 para o ano de 2020, no município de Rio Claro, houve uma pequena mudança na concentração de MP<sub>10</sub> e no índice pluviométrico, aumentando a quantidade do poluente e diminuindo a quantidade de chuvas durante o ano de 2020. Rio Claro tem influência das fontes de poluição do município de Santa Gertrudes, por estar englobada no Polo Cerâmico, aumento de queimadas nas zonas rurais e fontes da própria cidade.

Segundo os dados dos relatórios de Qualidade do Ar da CETESB, Santa Gertrudes é considerada uma área crítica em termos de poluição, pois está inserida nas etapas das atividades ceramistas do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes. As principais fontes do poluente estão nas etapas que envolvem extração, beneficiamento e transporte da matéria-prima para fabricação de pisos a partir da argila (CETESB, 2019). Na série histórica de 2015 a 2020 as concentrações de MP<sub>10</sub> sempre foram elevadas, ultrapassando o limite aceitável diário e anual em todos os anos. Assim como os municípios anteriores, em 2020, foi registrado o menor índice pluviométrico, com oito meses abaixo de 100 mm de chuva.

Na maioria dos casos analisados, independentemente de o mês ter altas precipitações, se essa for mal distribuída, ou seja, concentrada em apenas alguns dias e/ou em um único dia, aparecerá pelo menos algum dia com concentração de MP<sub>10</sub> acima de 50 µg/m<sup>3</sup>. Também foi observado que quando o mês não possui grandes intervalos sem chuva, não há um aumento considerável na concentração do material particulado.

## 5 CONCLUSÃO

Segundo o Instituto Saúde e Sustentabilidade (2015), no Estado de São Paulo, estudos apontam que mais de 11 mil pessoas morrem todos os anos devido aos problemas de saúde agravados pela má qualidade do ar. O levantamento de dados, feito pela diretora do Instituto, especialista em Patologia Clínica, alerta que medidas preventivas deverão ser tomadas até 2030, caso contrário o Estado terá um gasto de mais de R\$1 bilhão em saúde. A poluição pode agravar quadros de pneumonia, doenças pulmonares, doenças cardiovasculares e acidentes vasculares cerebrais, dependendo do potencial e o grau de exposição, estão associadas ao câncer de pulmão e bexiga.

Os maiores níveis de poluição são das cidades industrializadas, como Cubatão, Santa Gertrudes, Paulínia, Campinas e São Bernardo do Campo. Esse setor industrial contribui com 10% na emissão de MP<sub>10</sub> (CETESB, 2019) Vale destacar o aumento constante da frota de veículos, principalmente em grandes centros urbanos, seja transporte individual, coletivo ou de

carga. Os veículos pesados são responsáveis pela maior porcentagem no setor de transporte, cerca de 32% de emissão relativa de MP<sub>10</sub>, 6,2% para veículos leves e 1,8% para motocicletas (CETESB, 2019).

A contribuição dos outros 50% são provenientes de aerossol secundário e ressuspensão de poeira de solo, podendo ser de origem industrial, agrícola, mineração e estradas de terra (CETESB, 2019). Na Mesorregião de Piracicaba a ressuspensão de poeira de diversas origens é comum, pois algumas atividades ligadas a alguns setores contribuem para isso, como o Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, mineração, transporte de carga, movimento pendular da população (veículos leves) e a agricultura da cana-de-açúcar.

O fenômeno que causa a baixa umidade do ar agrava o problema da poluição, aumentando a concentração do material particulado, tornando as condições desfavoráveis para a circulação dos poluentes, principalmente nos horários que a atmosfera está mais estável, ocorrendo a chamada “inversão térmica de baixa altitude” (CETESB, 2019).

Segundo Johnson *et al.* (2011) existem cinco principais fatores que determinam como uma substância química será dispersa na atmosfera, turbulência; velocidade e direção do vento; estabilidade; e, umidade. Outro fator que pode afetar na dispersão é a topografia, com obstruções ou áreas livres. No decorrer do trabalho foi observado que a instabilidade associada a umidade são fatores de extrema importância para a dispersão dos poluentes.

A estabilidade se refere a tendência de a atmosfera resistir ou propagar movimentos verticais. A estabilidade está relacionada com a velocidade do vento e com as mudanças de temperatura na direção vertical chamado de "gradiente adiabático". A dispersão da poluição depende dos processos naturais de mistura em diversas escalas de movimento, espacial e temporal. Nos meses de verão, na parte da tarde, a transferência de calor da superfície do solo para a atmosfera estabelece a formação de correntes convectivas que provocam intensa mistura na vertical, formando uma camada cuja extensão depende da temperatura inicial, podendo atingir alturas elevadas, expandindo o volume de ar disponível diluindo os poluentes na troposfera inferior (Johnson *et al.*, 2011).

Já nos meses de inverno esse processo é inibido devido à excessiva estabilidade atmosférica e menor altura da camada de mistura que faz com que piore a qualidade do ar. Na atmosfera mais estável, ocorre um fenômeno chamado de inversão térmica, no qual, a temperatura aumenta com a elevação e causa o episódio de poluição do ar, sendo este fenômeno similar a uma "tampa" na atmosfera que restringe o volume de ar e resulta na pluma mais concentrada

de substâncias químicas. A situação de estagnação do ar somente desaparece quando o ar se torna instável (Almeida, 1999; Kawano, 2003).

Em virtude dos fatos mencionados, as concentrações mais altas de MP<sub>10</sub> foram notadas nos períodos compreendido entre os meses de maio a setembro, devido a maior ocorrência de inversões térmicas em baixos níveis, alta porcentagem de calma e baixos índices pluviométricos. Quando o índice pluviométrico aumentava, nos meses em que a probabilidade da estabilidade atmosférica é alta, a concentração do poluente diminuía, isso porque, segundo Johnson *et al.* (2011), algumas substâncias químicas são solúveis em vapor de água, tendendo a ter a sua concentração reduzida na atmosfera. Porém, a umidade não é um fator que neutraliza a poluição em todos os casos, visto que há exceções, como nos dias em que houve precipitação e a concentração do material particulado inalável manteve-se alta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I. T. D.; A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto (Dissertação de Doutorado, Universidade de São Paulo). 1999.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G.; Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

AIR POLLUTION. *Annual Review Public Health, United States*. v. 15, n.1, p. 107-132, 1994. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/toc/publhealth/15/1>>.

BACIAS PCJ. *Agencias das Bacias PCJ*, 2021. Disponível em: <<https://www.agencia.baciaspcj.org.br/bacias-pcj/>>.

BARROS, L. V. L.; Avaliação da relação entre parâmetros meteorológicos e concentrações de material particulado inalável (MP10) no campus da UFSC. 2014.

BRASIL. (2018). Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.

CARDOSO, Nathalia Chaves et al. Avaliação do Teor de Material Particulado Atmosférico inalável (MP10) na Região Metropolitana de Porto Alegre no Período 2010–2012. IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 150p, 2014.

CERUTTI, P. F. Carvão e meio ambiente. Centro de ecologia, UFRGS. Porto Alegre: Ed. Universidade, p. 667-695, 2000.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Qualidade do ar no estado de São Paulo*. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>.

CHOI, Y.S.; HO, C.H.; CHEN, D.; NOH, Y.H.; SONG, C.K. Spectral analysis of weekly variation in PM10 mass concentration and meteorological conditions over China. *Atmospheric Environment*, v. 42, n. 4, p. 655-666, 2008.

CLEMENTE, Daniela de Amorim. Estudo do impacto ambiental das fontes industriais de poluição do ar no município de Paulínia – SP: empregando o modelo ISCST3. 2000. 179p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/267562>>.

CLIMATE-data.org, 2021. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo-200/>>.

DOCKERY, D.W.; POPE, C.A. Acute respiratory effects of particulate SÃO PAULO. (2016). Lei Estadual no 16.337, de 14 de dezembro de 2016, que dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH e da providencias correlatas.

FIDELIS, Carlos Henrique de Vasconcelos et al. Caracterização do material particulado inalável (MP10) na atmosfera de Paulínia e região. 2003.

FREITAS, Adriana de Marques; SOLCI, Maria Cristina. Caracterização do MP10 e MP2, 5 e distribuição por tamanho de cloreto, nitrato e sulfato em atmosfera urbana e rural de londrina. *Química Nova*, v. 32, n. 7, p. 1750-1754, 2009.

Instituto Saúde e Sustentabilidade, setembro, 2013. Disponível em: <<https://www.saudeesustentabilidade.org.br/noticias/confira-os-resultados-da-pesquisa-sobre-poluicao-atmosferica-em-sao-paulo-lancada-recentemente-pelo-instituto-saude-e-sustentabilidade/>>.

JOHNSON, Todd M., et al. Tools for improving air quality management: A review of top-down source apportionment techniques and their application in developing countries. 2011.

KAI, Zhang et al. Properties of nitrate, sulfate and ammonium in typical polluted atmospheric aerosols (PM10) in Beijing. *Atmospheric Research*, v. 84, n. 1, p. 67-77, 2007.

KAWANO, M.; Desenvolvimento, validação e aplicação de um modelo matemático para dispersão de poluentes atmosféricos (2003).

LORETI JUNIOR, Roberto; SARDOU FILHO, Ruben; CALTABELOTI, Fabrizio Prior. Projeto polo cerâmico de Santa Gertrudes: estado de São Paulo. Repositório Institucional de Geociências – CPRM, 2014. 67p. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17799>>.

RECOMENDAÇÕES da OMS. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR), 2021. Disponível em: <<http://www.ccdr-lvt.pt/pt/recomendacoes-da-oms/1670.htm>>.

SANTOS, Tailine C. dos; REBOITA, Michelle Simões; CARVALHO, Vanessa Silveira Barreto. Investigação da Relação entre Variáveis Atmosféricas e a Concentração de MP10 E O3 no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 33, n. 4, p. 631-645, 2018. SÃO PAULO. (2013). Decreto Nº 59.113, de 23 de abril de 2013. Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado de São Paulo*.

SIMONI, Walter de; PINHEIRO, Berta; ESTURBA, Talita & SANT'ANNA, André; ALENCAR, Ane; ARAÚJO, Carmen; VORMITTAG, Evangelina; WICHER, Hélio; CUNHA, B. Kamyla da; FARIA, Marcel; ANDRADE, F. Maria de; PORTO, Paulínia; ARTAXO, Paulo; ROCHA, Rudi. O Estado da Qualidade do Ar no Brasil. WRI Brasil. janeiro, 2021. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/o-estado-da-qualidade-do-ar-no-brasil>>.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; MARTINS, Luiz Alberto. Determinação dos fatores que influenciam na concentração do material particulado inalável na cidade de Juiz de Fora–MG. *Geoambiente On-line*, n. 5, p. 01-23 pág., 2005.

UNITED STATES. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. OFFICE OF AIR QUALITY PLANNING (EPA) et al. National air quality and emissions trends report. US Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards, 2003.