

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS

JANNE CHU

**Estudo do Impacto do Material Particulado e  
*Black Carbon*, na Incidência de Doenças do  
Aparelho Respiratório em São Paulo**

São Paulo

2018



JANNE CHU

**Estudo do Impacto do Material Particulado e Black Carbon, na  
Incidência de Doenças do Aparelho Respiratório em São Paulo**

**Versão Original**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Meteorologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Maria de Fátima Andrade

São Paulo

2018



## Agradecimentos

Primeiramente agradeço aos meus pais, minha mãe, dona Gu, que apesar das dificuldades, sempre me deixou livre para tomar minhas próprias decisões e as apoiou mesmo não sendo o que ela queria para mim e, meu pai, senhor Chu, que sempre colocou minha educação e bem estar como prioridade em sua vida.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria de Fátima Andrade, por ter me acompanhado do começo ao fim dessa fase tão importante, compartilhando seu conhecimento e paciência.

À Bruna, Izabella, Ismael e Rubens, com quem eu compartilhei momentos de alegrias, dificuldades e assim se mostraram muito mais que simplesmente amigos.



## Resumo

Segundo a OMS (WHO,2015) 7 milhões de pessoas em todo o mundo são afetadas pela contaminação do ar, tanto indoor quanto outdoor, em especial pela exposição ao material particulado. Dessa forma, é fundamental avaliar se os efeitos deletérios se relacionam com algum dos componentes do Material Particulado, pois, exposições de curto e de longo prazo ao MP<sub>2.5</sub> (Material Particulado Inalável Fino) estão associadas a uma ampla gama de impactos na saúde humana tanto quando inalado como por contato com a pele e alimentos. Estudos apresentados em um relatório da Organização Mundial da Saúde (UNEP/WMO, 2012) mostram que há uma associação evidente entre concentrações de Black Carbon (constituente do MP<sub>2.5</sub>) e mortalidade por doenças cardiovasculares e morbidade por doenças cardiopulmonares. Nesses estudos foram encontrados que as estimativas de impacto à saúde são muito maiores para o BC quando comparados com MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub>. Os estudos dos efeitos do BC à saúde humana são muito escassos, tanto no Brasil quanto no exterior, pois, grande parte da literatura trata apenas do MP<sub>2.5</sub> e não seus componentes. O intuito do trabalho, é avaliar o impacto da concentração do BC na mortalidade e morbidade devida à doenças do aparelho respiratório nos anos de 2007, 2008 e 2013 em São Paulo. Os dados de 2007-2008 foram obtidos em projetos de colaboração com a Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Os resultados mostraram que há uma associação entre aumento da concentração média de Black Carbon na Região Metropolitana de São Paulo e a queima de biomassa na região Centro-Oeste e, que existe correlação entre os valores de concentração de BC e a taxa de mortalidade de pessoas acima de 65 anos.

## Abstract

According to WHO (WHO, 2015) 7 million people worldwide are affected by air pollution, both indoor and outdoor, in particular by exposure to particulate matter. Thus, it is essential to evaluate if the deleterious effects are related to some of the components of the Particulate Matter, since short and long-term exposures to PM<sub>2.5</sub> (Fine Inhalable Particulate Material) are associated with a wide range of health impacts human health both when inhaled and by contact with skin and food. Studies presented in a report from the World Health Organization (UNEP / WMO, 2012) showed that there is an evident association between concentrations of Black Carbon (constituent of PM<sub>2.5</sub>) and mortality due to cardiovascular diseases and morbidity due to cardiopulmonary diseases. In these studies it was found that the health impact estimates are much higher for BC when compared to PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>. The studies of the effects of BC on human health are very scarce, both in Brazil and abroad, because much of the literature deals only with PM<sub>2.5</sub> and not its components. The aim of the study is to evaluate the impact of BC concentration on mortality and morbidity due to respiratory diseases in the years 2007, 2008 and 2013 in São Paulo. The 2007-2008 data were obtained in collaboration projects with the Faculty of Medicine of the University of São Paulo. The results showed that there is an association between the increase of the average concentration of Black Carbon in the Metropolitan Region of São Paulo and the burning of biomass in the Center-West region and that there is a correlation between the values of concentration of BC and the rate of mortality of people over 65 years.





# Sumário

1	Introdução .....	12
1.1	Material Particulado.....	13
1.2	<i>Black Carbon</i> .....	15
2	Objetivos .....	16
3	Metodologia .....	18
3.1	Local de Amostragem.....	18
3.2	Amostragem e dados .....	19
3.2.1	Material Particulado e Black Carbon.....	19
3.2.2	Variáveis Meteorológicas .....	21
3.2.3	Dados Saúde.....	21
3.3	Análise Estatística dos Dados .....	21
4	Caracterização Meteorológica dos Períodos estudados .....	24
4.1	Precipitação.....	24
4.2	Temperatura.....	24
4.3	Umidade .....	25
5	Resultados .....	27
5.1	Material Particulado.....	27
5.2	Black Carbon.....	28
5.3	Impacto das Variáveis Meteorológicas na Concentração de Material Particulado .....	31
5.4	Período de Ocorrência de Queimadas .....	32
5.5	Análises das Retro-Trajetórias de Massas de Ar .....	34
6	Dados Saúde.....	36
7	Conclusão .....	40
8	Referências Bibliográficas .....	41
	Apêndice.....	43



# 1 Introdução

A poluição da atmosfera pode ser definida como a inserção de matéria ou energia nesse meio, que venha a alterar suas propriedades físicas e/ou químicas. Uma fonte expressiva de emissão de poluentes em áreas urbanas é a queima de combustíveis fósseis e bio-combustíveis. A Região Metropolitana de São Paulo possui mais de oito milhões de veículos (DETRAN,2015), que desempenham um papel de destaque nos níveis de poluição do ar desse grande centro urbano. Segundo a CETESB (2017) as emissões veiculares são responsáveis pela emissão de 97% de CO, 78% de NOx, 43% de SOx, 82% de HC e 40% de Material Particulado (MP). Este último pode ser classificado em Material Particulado Inalável (MP<sub>10</sub>) caracterizado por partículas com diâmetro aerodinâmico menor que 10 micra e Material Particulado Fino (MP<sub>2.5</sub>), com partículas menores que 2,5 micra. O material particulado pode ter origem tanto de fontes naturais como vulcões, esporos, fungos, pólen, ação do vento no solo e oceanos (sal da produção de spray marinho) ou antropogênicas como a queima de combustíveis fósseis e biomassa vegetal, emissão de amônia na agricultura e emissões de gases e partículas pelas indústrias. As partículas finas são formadas em geral por processos secundários como a conversão gás-partícula (Seinfeld, 2008).

Dentre os componentes do material particulado, o Black Carbon (BC) tem sido apontado como agente importante no efeito deletério à saúde. Este corresponde a uma porcentagem que pode chegar a 20% do material particulado inalável fino (MP<sub>2.5</sub>) atmosférico em São Paulo (Vara-Vela et al., 2017), emitido diretamente para a atmosfera principalmente pela combustão incompleta de combustíveis fósseis biocombustíveis e biomassa, sendo sua origem praticamente antrópica (com uma pequena participação de queimadas acidentais). Como o BC absorve diretamente a energia de comprimento de onda curta da atmosfera (luz solar), reduz o albedo (refletividade) do ambiente, e também atua como núcleo de condensação de nuvens, tem a capacidade de alterar o balanço da energia radiativa do sistema climático. Assim, ele está associado a uma série de impactos climáticos, como o aumento das temperaturas e a aceleração do derretimento de geleiras (Bond et al., 2013). Além do BC, o material particulado fino contém outros compostos que também podem afetar a saúde. Andrade et al.,2012 e Miranda et al., 2012 discutem a composição do material particulado fino e suas fontes para seis diferentes regiões metropolitanas brasileiras: São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba, Porto Alegre, Belo Horizonte e Recife.

Há muitos estudos relacionando o material particulado (MP) na sua fração Inalável (MP<sub>10</sub>) e Inalável Fina (MP<sub>2.5</sub>) com o aumento da mortalidade e

morbidade (Gouveia et al.,2006; Yanagi, 2012). Segundo a OMS (WHO,2015), as partículas maiores (de 5 a 30µm de diâmetro) depositam-se, pelo impacto da turbulência do ar, no nariz, na boca, na faringe e na traqueia, partículas de 1 a 5µm, geralmente depositam-se por sedimentação na traqueia, nos brônquios e nos bronquíolos e partículas com menos de 1µm de diâmetro, em geral depositam-se por difusão nos pequenos bronquíolos e alvéolos (WHO, 1979), podendo causar irritação brônquica, inflamação, eventos genotóxicos (isto é, cancerígenos) e resposta reduzida de macrófagos ([www.wmo.int](http://www.wmo.int)), bem como a morte prematura do indivíduo, sendo crianças e idosos os grupos mais suscetíveis. Aproximadamente 7 milhões de pessoas em todo o mundo são afetadas pela contaminação do ar, tanto indoor quanto outdoor, e devido a tamanha importância é imprescindível estudos que avaliem se algum componente do MP está associado diretamente com estes efeitos deletérios. Os estudos dos efeitos do Black Carbon na saúde humana são muito escassos, tanto no Brasil quanto no exterior. Grande parte da literatura trata apenas do Material Particulado Fino e não de seus componentes, e tal fato se deve em grande parte à variedade de aspectos envolvidos e à dificuldade em se separar causas isoladas para um determinado efeito. Estudos apresentados em um relatório da Organização Mundial da Saúde (UNEP/WMO, 2012) mostraram que há uma associação evidente entre concentrações de BC e mortalidade por doenças cardiovasculares e morbidade por doenças cardiopulmonares. Nesses estudos foram relatados que as estimativas de impacto à saúde são muito maiores para o BC quando comparados os impactos do MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub>, sugerindo que o BC é um melhor indicador das substâncias particuladas danosas oriundas das fontes do setor de transporte do que a massa total de material particulado. O uso das informações sobre a concentração do BC pode ser útil como um indicador adicional para ações locais que tenham como objetivo reduzir a exposição da população ao material particulado oriundo de combustão (como por exemplo, o tráfego motorizado).

## **1.1 Material Particulado**

A composição do Material Particulado pode ser bem variada, em geral combinações de substâncias inorgânicas e orgânicas. A parte orgânica responde por maior parte da massa das partículas finas de forma geral nos estudos já realizados em diferentes partes do globo e em especial em São Paulo (Pereira et al.,2017).

Devido ao crescimento populacional, industrialização e aumento da frota de veículos, em especial na Região Metropolitana de São Paulo, desde 2013 foi estabelecida uma regulamentação de padrão de qualidade do ar para partículas

finas no Estado de São Paulo, pois, tais partículas  $MP_{2.5}$  ou de diâmetros inferiores trazem maiores riscos à saúde da população, conforme descrito nos trabalhos mais recentes. Essas partículas têm facilidade em penetrar nas vias respiratórias inferiores e estão relacionadas a várias doenças nos pulmões e trato respiratório (asma, bronquites alergias) e coração (arritmia cardíaca e ataques do coração), podendo levar à morte (Gouveia, 2006). Na Tabela 1 apresentam-se os novos valores de padrão de qualidade do ar para o material particulado no Estado de São Paulo e a classificação em termos de qualidade do ar.

Tabela 1: Estrutura do índice de qualidade do ar e padrões de qualidade do ar aplicados no Estado de São Paulo para o material particulado e os efeitos à saúde dos poluentes regulamentados (tabela adaptada de CETESB, 2017).

Estrutura do índice de qualidade do ar				Qualidade do ar e efeitos à saúde
Qualidade	Índice	$MP_{10}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h	$MP_{2.5}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 24h	
Boa	0- 40	0-50	0-25	
Moderada	41-80	>50-100	>25-50	Pessoas de grupos sensíveis (crianças e idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral não é afetada.
Ruim	81-120	>100-150	>50-75	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças e idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Muito Ruim	121-200	>150-250	>75-125	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças e idosos e pessoas com

				doenças respiratórias e cardíacas).
Péssima	>200	>250	>125	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis

## 1.2 Black Carbon

O *Black Carbon* (BC) é um componente das partículas em suspensão (MP) e é emitido diretamente para a atmosfera sob a forma de partículas finas (PM 2,5). É formado pela combustão incompleta de combustíveis fósseis, biocombustíveis e biomassa. Outras fontes também podem ser citadas como o setor industrial (fornos de coque, fábricas de cimento, caldeiras industriais e motores diesel estacionários) e residencial na contribuição aos valores de BC (EPA, 2012; Bond et al., 2013).

Porém, algumas fontes de combustão emitem mais do que outras. Por exemplo, as partículas emitidas por motores à diesel são compostas por cerca de 75% de BC, enquanto as emissões de partículas das queimadas são dominadas por OC (Carbono Orgânico) (EPA,2017).

O Black Carbon também chamado fuligem, ou negro de carbono, pode compor de 5 a 10% de partículas finas e um pouco menos de partículas grossas; perto de rodovias ou áreas com grandes contribuições veiculares, a proporção de fuligem pode chegar de 15 a 20%( Seinfeld, 1998; Zhang,2011).

Assim, reduções de emissões de fontes ricas em BC podem proporcionar benefícios climáticos.

## 2 Objetivos

O objetivo deste trabalho foi analisar o impacto da concentração de Material Particulado Inalável Fino (MP<sub>2.5</sub>), e em especial da concentração do Black Carbon na mortalidade devido à doenças do aparelho respiratório humano na cidade de São Paulo para dois grupos de risco: crianças e idosos. Para isso considerou-se os anos de 2007, 2008 e 2013, com foco em julho de 2007 a julho de 2008.





## 3 Metodologia

### 3.1 Local de Amostragem

Neste estudo foram utilizadas as amostras coletadas em dois locais distintos. As amostras de  $MP_{2.5}$  do período de 15 de junho de 2007 a 16 de Agosto de 2008 foram coletadas no Prédio da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo situado na Avenida Dr. Arnaldo e a do período de 2013, no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG-USP) localizado no interior da Cidade Universitária, bairro do Butantã, zona Oeste de São Paulo. Estes dois pontos de amostragem distam aproximadamente 7,5km (Figura 1).

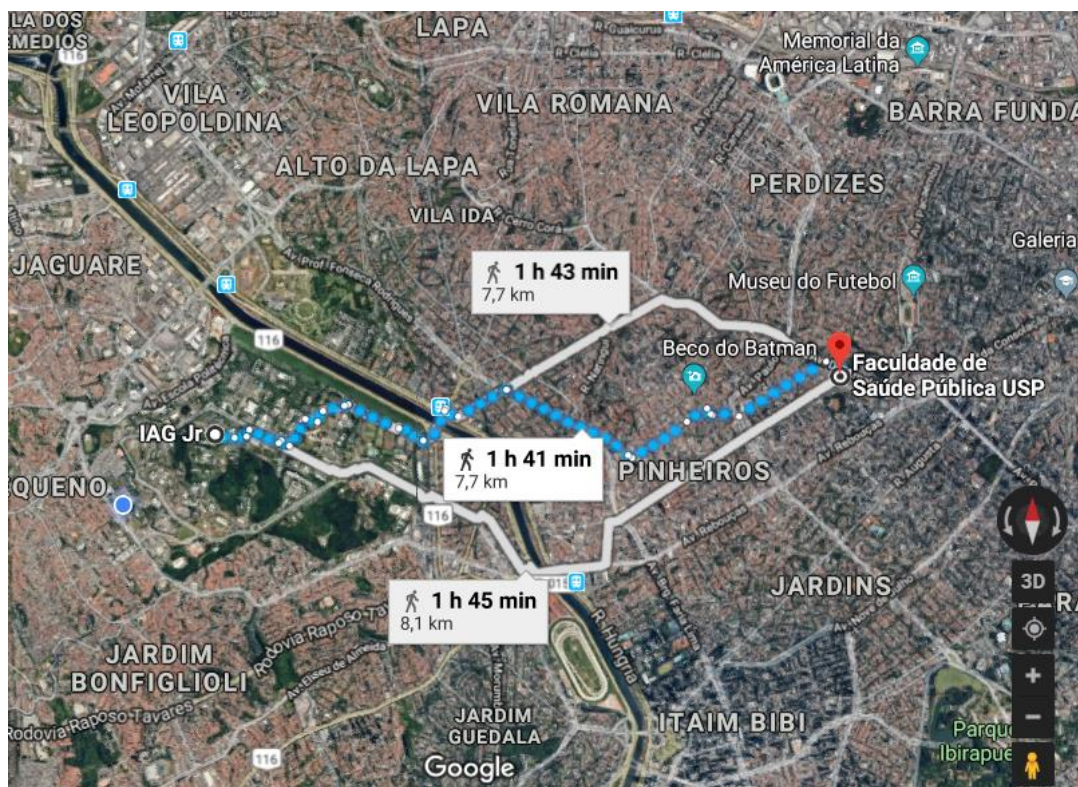


Figura 1: Imagem de satélite da localização dos dois pontos de amostragem do material particulado considerado no trabalho, à esquerda o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas e à direita o Prédio da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Fonte: GoogleMaps

## 3.2 Amostragem e dados

### 3.2.1 Material Particulado e Black Carbon

Os dados utilizados neste trabalho consistem de dois conjuntos de amostras. O primeiro conjunto foi coletado no período de 15 de junho de 2007 a 16 de agosto de 2008 durante o experimento de amostragem que foi realizado no âmbito do projeto: Avaliação da qualidade do ar em seis Regiões Metropolitanas Brasileiras, coordenado pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo com recursos do Ministério da Saúde. Nesse projeto foram coletadas amostras diárias de Material Particulado Fino com um amostrador tipo HARVARD, desenvolvido na Harvard School of Public Health (Miranda et al., 2012)(Figura 2). Já a amostragem do ano de 2013 consistiu na coleta ininterrupta de amostras de MP2.5 e MP10 pelo LAPAt (Laboratório de Análise dos Processos Atmosféricos) no próprio Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas(IAG-USP), utilizando-se de um amostrador com sistema autônomo de troca de filtros em que cada filtro realizava um ciclo de amostragem de 12h. (07:00 – 19:00 / 19:00 – 07:00), Amostrador PARTISOL (Figura 3).



Figura 2: HARVARD, amostrador utilizado na coleta de dados de material particulado, no ano de 2013.



Figura 3: Amostrador contínuo de aerossóis tipo PARTISOL, utilizado na coleta de dados de material particulado, no ano de 2013.

Todas as amostras foram analisadas no LAPAt (Laboratório de Análise dos Processos Atmosféricos) que se encontra localizado no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG-USP). Primeiramente foram pesadas para a determinação das concentrações de massa de aerossol por meio de microbalança eletrônica com capacidade de leitura de  $1 \mu\text{g}$  (Micromatter X). Os filtros em branco (filtros que passam por todos os processos analíticos, mas não são amostrados) correspondentes foram analisados e as concentrações em branco foram subtraídas dos valores obtidos para cada filtro após a amostragem. Uma ilustração dos filtros pode ser observada na Figura 4.

Em seguida, foram submetidas às análises de Refletância óptica para determinação da concentração de *Black Carbon* com o uso de um reflectômetro (smoke stain reflectometer), equipamento que reflete a luz presentes nos filtros, permitindo a determinação da quantidade de material particulado que absorve a radiação (carbono elementar) presente nessas amostras em função de uma curva de calibração. Esta converte a luz refletida para a concentração de BC. A equação de conversão de refletância em concentração foi baseada no trabalho de Loreiro et al., 1994 e Hetem, 2016.



Figura 4: Filtros amostrados no experimento de 2013.

### 3.2.2 Variáveis Meteorológicas

Os dados das variáveis meteorológicas utilizadas neste trabalho foram a precipitação, temperatura, direção do vento e umidade relativa do ar, todas diárias, foram obtidas da Estação Meteorológica do IAG-USP implantada no interior do Parque do Estado ([www.estacao.iag.usp.br](http://www.estacao.iag.usp.br)), zona sul de São Paulo (23.6512°S/46.6224°O).

### 3.2.3 Dados Saúde

Os dados diários de óbitos e internações devido às doenças cardiovasculares e respiratórias foram obtidos junto à plataforma de Serviço de Informação ao Cidadão (SIC) do Ministério da Saúde. Foi utilizada a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10), que é utilizada para padronizar e catalogar as doenças e problemas relacionados à saúde, para filtrar que tipos de óbitos seriam considerados no trabalho, que foram doenças do sistema respiratório (J00-J99).

## 3.3 Análise Estatística dos Dados

Os dados foram primeiramente tratados para cálculo de valores médios e correlações tanto para o conjunto total de dias tanto considerando apenas finais de semana; além disso, levou-se em conta dois grupos de valores: todos os dados e aqueles com valores acima de dois desvios-padrão, sendo este último grupo característico de concentrações elevadas. As análises foram realizadas

com o pacote estatístico Statistica, e os gráficos de variação temporal gerados a partir da ferramenta do software Excel.

Os dias do ano de 2013 em que foram observados altos valores de BC juntamente com a ausência de precipitação, foram selecionados para uma análise de trajetórias com o HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model), desenvolvido por Air Resources Laboratory, NOAA's Office of Atmospheric Research, Nacional Oceanic and Atmospheric Administration. As trajetórias calculadas foram em seguida comparadas com rosas dos ventos para os mesmos períodos. Através do recurso de mapeamento de queimadas disponibilizado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), obtiveram-se os períodos com picos de queimadas que coincidiram com períodos de maior concentração de material particulado.

A amostragem realizada na Faculdade de Medicina (2007 e 2008) apresentava períodos de descontinuidade de dados de MP e para preenchê-los foram utilizados dados de MP10 da estação mais próxima do local que no caso foi a de Cerqueira César, que são disponibilizados pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) em sua plataforma online, através de regressões lineares feitas com o pacote estatístico Rstudio.

Os dados de 2007 e 2008 foram correlacionados com os dados de morbidade diários respiratórios (CID-10, doenças do sistema respiratório) e, os de 2013 com os dados de morbidade diários tanto cardiovasculares quanto respiratórios (CID-10, doenças do sistema respiratório), dando ênfase a dois grupos de risco: crianças (C) consideradas de 0 a 14 anos de idade e idosos (I) sendo considerados indivíduos acima de 60 anos. Foram consideradas essas duas faixas etárias porque, tanto crianças, quanto idosos possuem sistema imunológico mais frágil que os indivíduos de outras faixas etárias (Gouveia,2006). O primeiro porque o sistema imunológico está em formação e o outro devido ao envelhecimento do organismo.

Para os dados diários de saúde no período estudado, foram usados "lags" (defasagem) de 1 a 3 dias com intuito de verificar a existência de correlação entre os dados de saúde devido à doenças respiratórias e a concentração de BC. Este método de "lags" foi aplicado, pois, um indivíduo exposto à poluição em determinado dia pode não ser internado nesse mesmo dia, mas alguns dias após a exposição.

Também através da utilização do software Rstudio, foi aplicado o método de análise dos componentes principais (PCA) aos dados visando a redução de sobreposições e a fim de encontrar formas mais representativas das informações a partir das combinações lineares das variáveis originais. Essa análise faz uma transformação linear nos dados de modo que os dados resultantes tenham componentes mais relevantes nas primeiras dimensões. A matriz de

transformação que é utilizada para o cálculo da PCA é formada por linhas que são autovetores da matriz de covariância estimada dos dados (Hongyu, 2015).

## **4 Caracterização Meteorológica dos Períodos estudados**

### **4.1 Precipitação**

O ano de 2007 apresentou quatro meses em que a precipitação foi ligeiramente acima da média: fevereiro, março, julho e dezembro. Ainda assim, a precipitação total anual observada ficou um pouco abaixo da média climatológica (1372,5mm) com 1344,5mm. Tivemos um mês de julho muito chuvoso, enquanto o mês de agosto por outro lado foi muito seco, com 160,9 e 0,7mm respectivamente. Em 2008 a acumulação anual foi próxima à climatologia, com oscilações na variabilidade mensal acima e abaixo da média respectivamente. Encontramos um verão particularmente mais chuvoso (entre a média e o desvio padrão) se comparados com as normais, com dias com ocorrência de precipitação próxima à média (Apêndice).

Nos meses de inverno tivemos um regime de precipitação não uniforme, com o mês de julho apresentando total acumulado de apenas 0,4 mm, o menor de toda a série registrada pela da estação Meteorológica do IAG/USP, enquanto que o mês de agosto apresentou uma acumulação duas vezes maior que a média. Tratando-se dos totais diários, a precipitação acumulada em 21 de fevereiro (112,8 mm), representou o equivalente a 51,6% da precipitação total mensal. A precipitação máxima observada em um dia, foi de 145,9 mm em 6 de março de 1966, a oitava mais intensa registrada. Por fim, o período de maior estiagem ocorreu entre o final de junho e o começo de julho, onde se observou qualquer precipitação em um intervalo de 13 dias.

Finalmente, o ano de 2013 foi caracterizado por chuvas pouco acima da média climatológica, sendo o total de chuva acumulada de 1501,5mm (7% acima da média climatológica (1405,1mm)), no entanto, vale salientar a má distribuição temporal da chuva ao longo do período, com chuva acima de sua média climatológica (Fevereiro, Março, Abril, Junho, Julho, Setembro e Novembro) e meses com chuva abaixo da média climatológica (Janeiro, Maio, Agosto, Outubro e Dezembro).

### **4.2 Temperatura**

Em relação à temperatura do ano de 2007 os meses de inverno apresentaram temperatura média muito próximas à média climatológica, exceto o mês de junho que foi ligeiramente mais quente. As temperaturas máximas



registradas ocorreram em dois dias distintos, 21 de novembro e 31 de dezembro com 35,1°C. A mínima por sua vez foi aferida em 30 de julho, com 3,3°C.

Em 2008 as temperaturas mínimas e máximas mensais foram relativamente altas ao longo do ano, sendo que somente os meses de janeiro e novembro foram próximos da normal. Observou-se amplitude térmica média de 7,4°C, com menor amplitude em janeiro (5,7°C) e máxima em julho (11,6°C). Ao que tange as variações diurnas ao longo dos meses, notou-se uma queda de 4°C na temperatura média em maio em relação ao mês de abril. Em outubro tivemos aumento significativo da temperatura média, com 3°C acima do encontrado no em relação ao mês anterior. Por fim, no dia 4 de setembro registrou-se a máxima amplitude térmica do ano, 20,0°C (mínima de 12,8°C e máxima de 32,8°C), sendo que a máxima já observada na Estação Meteorológica foi de 25,1°C em 1945 (mínima de 7,6 e máxima de 32,7°C)(Apêndice).

Em todos os meses do ano de 2013 as temperaturas médias ficaram acima das médias climatológicas. Ocorreram temperaturas mensais acima da média nos meses de fevereiro, março, maio, junho, setembro, outubro, novembro e dezembro. As temperaturas médias mínimas mensais observadas nos meses de fevereiro, março, maio, junho, julho, setembro, outubro, novembro e dezembro também foram superiores às respectivas médias climatológicas, enquanto nos meses de janeiro e abril as médias mínimas mensais estiveram bem próximas de suas respectivas médias climatológicas. A maior temperatura registrada foi 35,2°C em 11 de novembro, enquanto a menor foi observada em 24 de julho (5,0°C). A maior amplitude térmica de 2013 foi 19,6°C em 12 de agosto, com mínima de 6,2°C e máxima de 25,8°C, com menor amplitude térmica de 2,2°C (mínima de 18,4°C e máxima de 20,4°C).

### **4.3 Umidade**

Em 2007 a umidade relativa foi ligeiramente inferior à média climatológica tanto nos meses de inverno quanto verão. O mês com menor média observada foi setembro com 74,1%, enquanto a maior foi observada no mês de janeiro. O mês de agosto registrou o dia com menor umidade relativa, em 26 daquele mês, com 21% de umidade relativa.

O ano de 2008 acompanhou a tendência observada no mês anterior e foi relativamente mais seco que o normal (período de 1961 a 1990), todavia os meses de março, maio e julho foram anormalmente muito secos. Julho e agosto registraram índices de UR inferiores a 30% em sete dias respectivamente, sendo observado no mês de setembro o recorde da mínima UR em toda a série histórica da estação: 18%. Observou-se no ciclo diurno que entre 13 e 15 horas a UR mínima, com variação média torno de 30%. Julho por outro lado,

apresentou uma amplitude de 50%, e entre 13 e 17 horas a umidade relativa estava abaixo de 50%.

Por fim, todos os meses de 2013, com exceção de janeiro, junho e julho apresentaram umidade relativa média acima da média climatológica. Se tratando da média mínima de umidade relativa, somente janeiro, março, maio, junho, julho e outubro apresentaram UR acima da média climatológica. A menor umidade relativa, 21%, foi registrada em dois dias distintos: 14 e 15 de setembro. Vale ressaltar que neste mesmo ano, ocorreram 25 dias com baixa umidade relativa (inferior a 30%), sendo que em média, observa-se 17 dias com esta característica.

## 5 Resultados

### 5.1 Material Particulado

A concentração média do MP<sub>2.5</sub> do período de 2007 e 2008, foi de 28,1(13,6)µg/m<sup>3</sup>, superior ao de 2013 que foi de 18,2 (12,5) µg/m<sup>3</sup>. Analisando os valores de MP<sub>2.5</sub> e MP<sub>10</sub>, obtidas no IAG, no período de abril a outubro de 2013 (Figura 5), pode-se observar que a concentração do MP<sub>2.5</sub> foi maior que a do MP<sub>2.5-10</sub> possuindo uma diferença de 3,3 µg/m<sup>3</sup> na média, e que eles tem uma forte correlação (Figuras 6 e 7). Este último ilustra o quanto o material particulado fino tem importância em relação ao material particulado inalável, pois responde por grande parte da massa, 60%, como observado também pela CETESB (2017). Podemos observar os valores de concentração para os períodos na Tabela 2.

Tabela 2: Concentrações médias e desvios-padrão do Material Particulado.

2007/2008	Média	Desvio Padrão
MP <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	28.1	13.6
2013		
MP <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	18.2	12.5
MP <sub>2.5-10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	14.9	8.8
MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	33.1	19.9

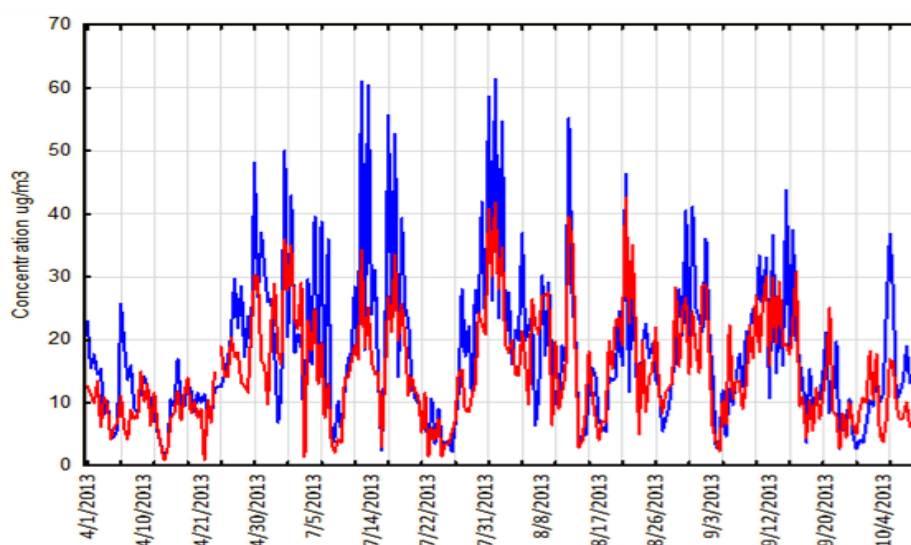


Figura 5: Valores das concentrações de material particulado fino (MP<sub>2,5</sub>) em azul e material particulado grosso (MP<sub>2,5-10</sub>) em vermelho de 01/04/2013 a 13/10/2013.

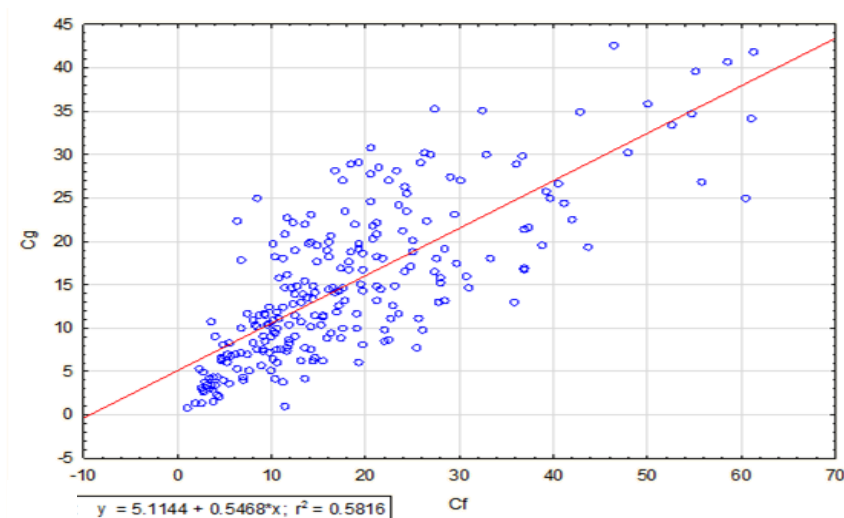


Figura 6: Correlação entre o material particulado grosso ( $MP_{2,5-10}$ ) e material particulado fino ( $MP_{2,5}$ ) do período de 2013.

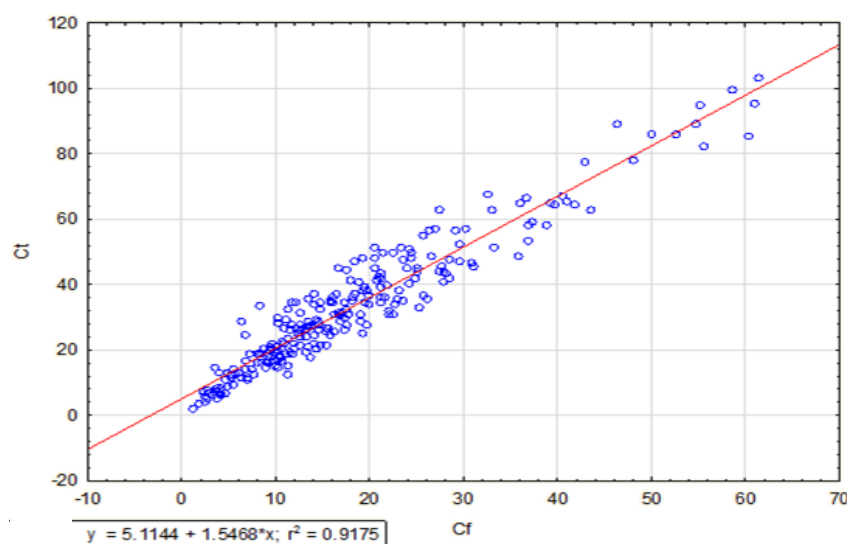


Figura 7: Correlação entre o material particulado fino ( $MP_{2,5}$ ) e o inalável (MPI) de material particulado do período de 2013.

## 5.2 Black Carbon

A média das concentrações de BC para o período de 15 de junho de 2007 a 16 de agosto de 2008 foi de  $10,5(\pm 6,4)$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e considerando-se apenas os dias com concentrações acima de 2 desvios-padrão ( $9,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), que ocorreu em aproximadamente 28% do total (101 amostras), a concentração média obtida foi de  $19,3(\pm 4,6)$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Também se calculou a média das concentrações para os finais de semana, que totalizavam 89 dias, e destes, 23 apresentavam concentrações maiores que 2 sigmas ( $8,4$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), com concentração média de  $13,3 (\pm 3,7)$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tabela 3).

A média das concentrações de BC obtidas no IAG, no período de abril a outubro de 2013, foi de 3,9 ( $\pm 2,1$ )  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e considerando-se os dias com concentrações acima de 2 desvios-padrão a concentração foi de 6,7 ( $\pm 1,9$ )  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . As concentrações do *Black Carbon* obtidas ao longo do período analisado são apresentadas na Figura 8 e os valores médios encontrados na Tabela 3. Podemos observar que no começo do período, os picos de concentração não são tão frequentes em comparação ao restante dos dias de amostragem. Foram analisados também os períodos diurnos e noturnos e os dados são apresentados na Tabela 4, podendo-se observar que no período noturno, são encontrados os maiores valores, tendo como diferença de 1,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  com relação ao grupo de dados com todos os dias de amostragem. Podemos observar que os finais de semana apresentaram valores mais baixos de concentração de *Black Carbon* quando comparados com a média obtida para os dias da semana, ou seja, existe uma maior exposição a esse componente principalmente devido ao grande tráfego de veículos pesados utilizados para o transporte para o trabalho.

As concentrações do *Black Carbon* obtidas ao longo do período de 2007 a 2008 são apresentadas na Figura 8. Como no conjunto de dados havia dados faltantes, foi feita uma regressão linear, partindo dos valores de  $\text{MP}_{10}$  coletados pela estação da CETESB em Cerqueira César, já que ambas as retas obtidas por análise de regressão dos dados indicam que os compostos possuem tendência análoga. Este processo foi realizado com o software RStudio e o gráfico apresentado na Figura 9 com todos os dados completos. Na Figura 10, podemos observar a evolução temporal do BC em 2013.

Tabela 3: Concentrações médias e desvios-padrão de BC (em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Foram considerados conjuntos de dados para fins de semana e também amostras com valores de concentração acima de 2 desvios-padrão para o período de 2007 e 2008.

2007/2008	Média	Desvio Padrão
BC todos os dias ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	10.5	6.4
BC finais de semana ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	7.02	4.2
BC dias com valores de conc $>2\sigma$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	19.3	4.6
BC finais de semana com valores de conc $>2\sigma$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	13.3	3.7
2013		
BC todos os dias ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3.9	2.1
BC dias com valores de conc $>2\sigma$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	6.7	1.9

Tabela 4: Concentrações médias e desvios-padrão de BC (em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) separadas nos períodos diurnos e noturnos. Foram considerados conjuntos de dados para fins de semana e também amostras com valores de concentração acima de 2 desvios-padrão.

	Média e desvio padrão ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Dia	Noite
Todos os dias	3,2 $\pm$ 2,1	4,5 $\pm$ 3,7
Finais de semana	2,7 $\pm$ 2,1	4,0 $\pm$ 2,7

Dias com conc>2sigma	6,4 ±2,6	8,2 ±3,1
Finais de semana com conc>2sigma	6,8 ±3,9	6,8 ±2,2

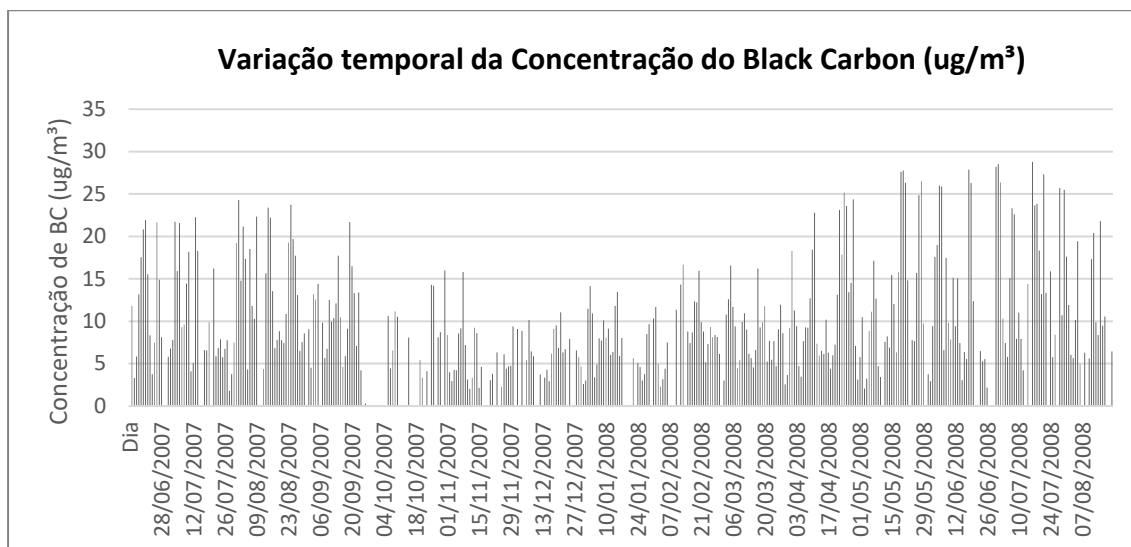


Figura 8: Concentração de BC presente no  $\text{MP}_{2.5}$  em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , de 15 de junho de 2007 a 16 de agosto de 2008, coletado na Faculdade de Medicina da USP.

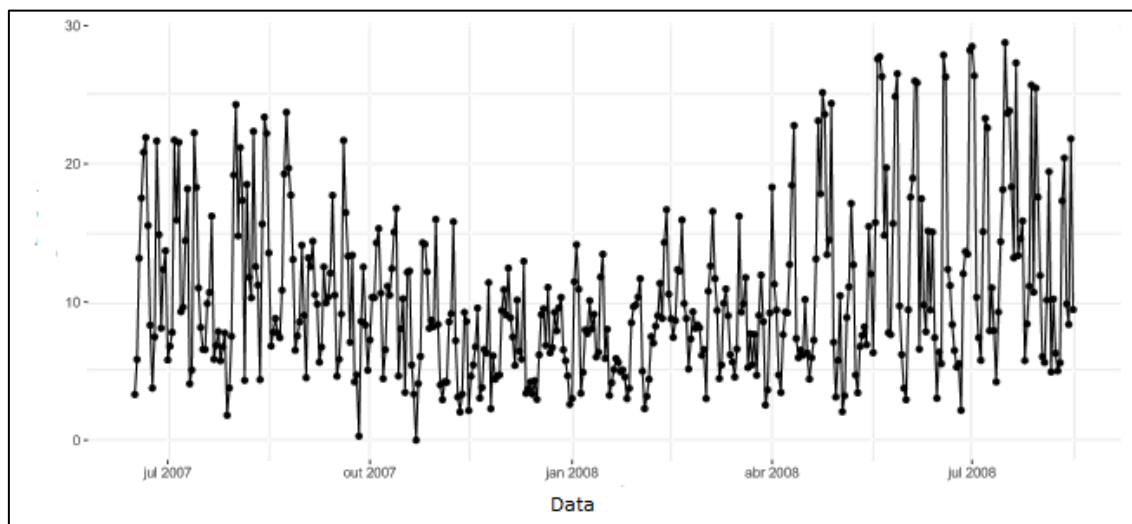


Figura 9: Concentração de BC presente no  $\text{MP}_{2.5}$  em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , de 15 de junho de 2007 a 16 de agosto de 2008, coletado na Faculdade de Medicina da USP, com todos os valores faltantes de  $\text{MP}_{2.5}$  preenchidos por regressão linear a partir da concentração de  $\text{MP}_{2.5}$  da Estação Cerqueira César da CETESB..

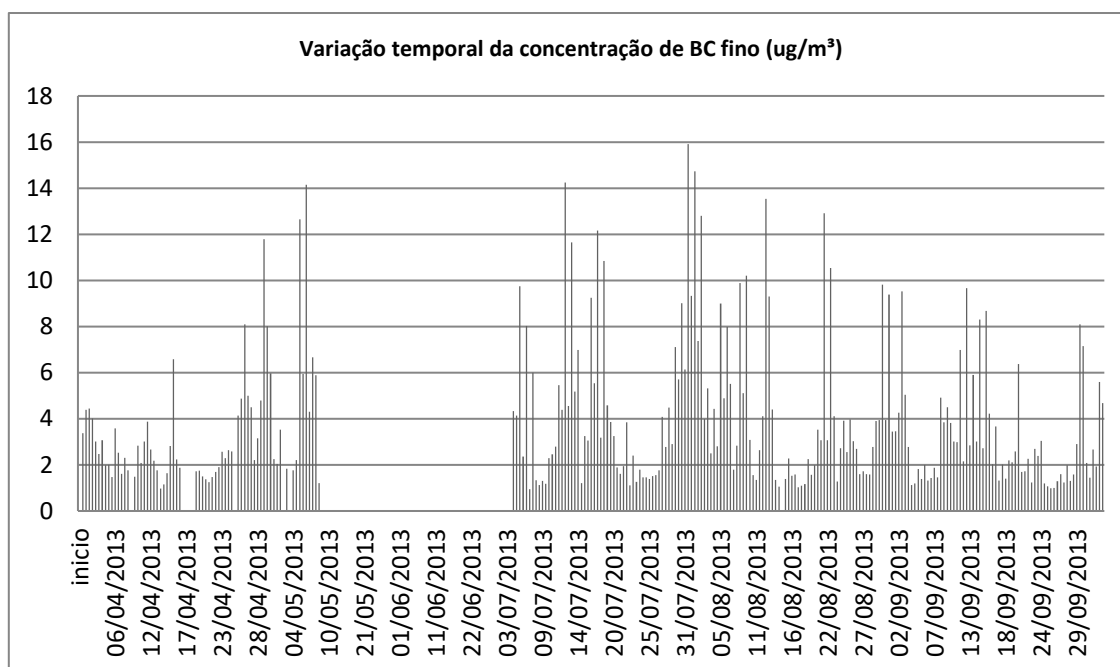


Figura 10: Concentração de BC presente no  $\text{MP}_{2.5}$  em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , em 2013, coletado no IAG-USP.

### 5.3 Impacto das Variáveis Meteorológicas na Concentração de Material Particulado

Na Figura 11, vemos a distribuição do total de material particulado juntamente com os dados de precipitação, e pode-se observar que este, é um fator determinante para a remoção do material particulado na atmosfera, pois, é visível que os valores de  $\text{MP}_{10}$  e  $\text{MP}_{2.5}$  caem, quando é registrado um nível significativo de precipitação. Este período de amostragem apresentou dois períodos em que não foi registrado nenhuma precipitação: do dia 15 de abril a 27 desse mesmo mês, e do dia 28 de julho a 13 de agosto. Nesses períodos houve maiores concentrações de material particulado. Analisando outra variável meteorológica, como o vento, podemos também observar uma forte relação da velocidade do vento com a queda na concentração dos materiais particulados devido à maior dispersão deste. Na Tabela 5, é apresentada a correlação entre o material particulado e as variáveis meteorológicas. A umidade relativa, também foi analisada e como era de se esperar, age analogamente à precipitação.

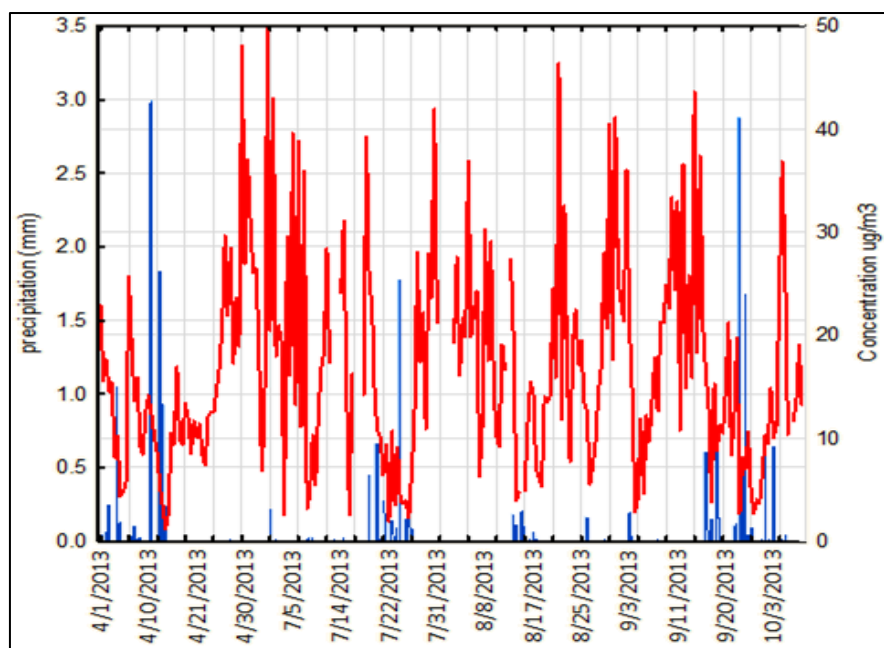


Figura 11: Variação temporal de concentração de MP<sub>2.5</sub> (em vermelho) e os valores de precipitação (em azul) para o ano de 2013.

Tabela 5- Análise de Correlação de Pearson entre as variáveis. Em vermelho as correlações com nível de significância  $p < 0.05$ .

Variável	MP <sub>2,5</sub>	MP <sub>2,5-10</sub>	MPI	Vento	Precipitação	Umidade
MP <sub>2,5</sub>	1.000000	0.723791	0.951931	-0.450622	-0.198618	0.016160
MP <sub>2,5-10</sub>	0.723791	1.000000	0.900360	-0.165403	-0.212699	-0.300539
MPI	0.951931	0.900360	1.000000	-0.357600	-0.219675	-0.123223
Vento	-0.450622	0.165403	0.357600	1.000000	0.024861	-0.441655
Precipitação	-0.198618	0.212699	0.219675	0.024861	1.000000	0.182018
Umidade	0.016160	0.300539	0.123223	-0.441655	0.182018	1.000000

## 5.4 Período de Ocorrência de Queimadas

Após a análise dos valores de *Black Carbon*, foram escolhidos dois períodos para que fossem estudados mais detalhadamente: 15/04/2013 a 25/04/2013, que não apresentou picos consideráveis e de 10/07/2013 a 20/07/2013 quando houve o maior pico de concentração registrada no período todo da amostragem. Observando os mapas de queimada gerados pelo site do



INPE (Figuras 12 e 13), verifica-se que o intervalo de dados do mês de abril comparado com a do mês de julho, apresentou uma porcentagem consideravelmente menor de focos de incêndio ou queimadas. Observou-se uma maior quantidade de focos de queimadas na região Centro-Oeste do país, onde são apresentadas maior queima de biomassa como mostra a Figura 14.

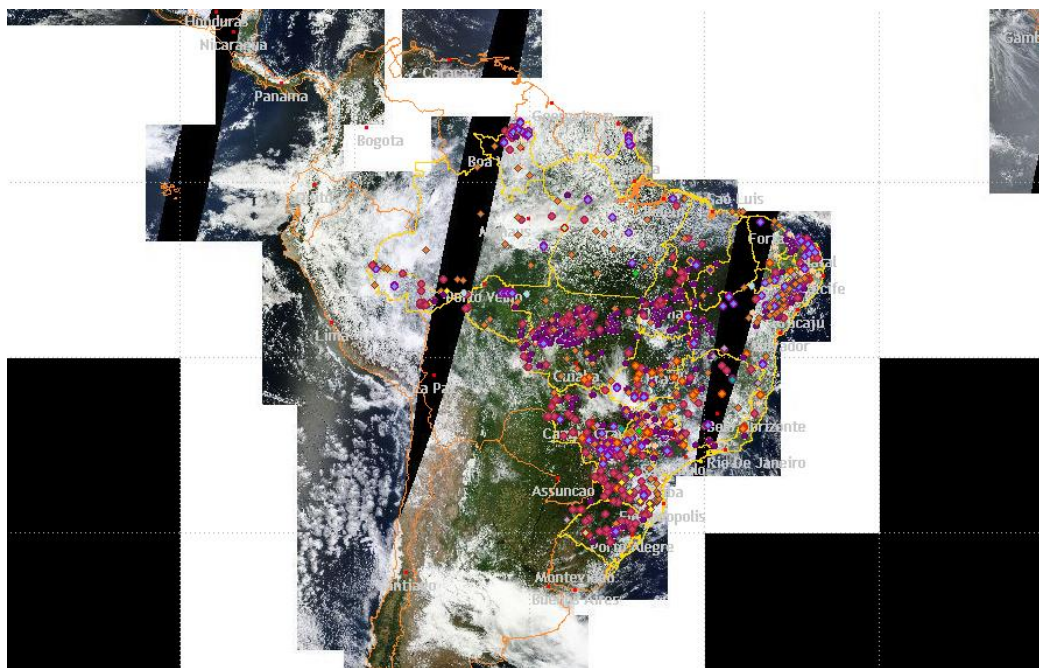


Figura 12: Queimadas no período de 15/04/2013 a 25/04/2013. Fonte: INPE.

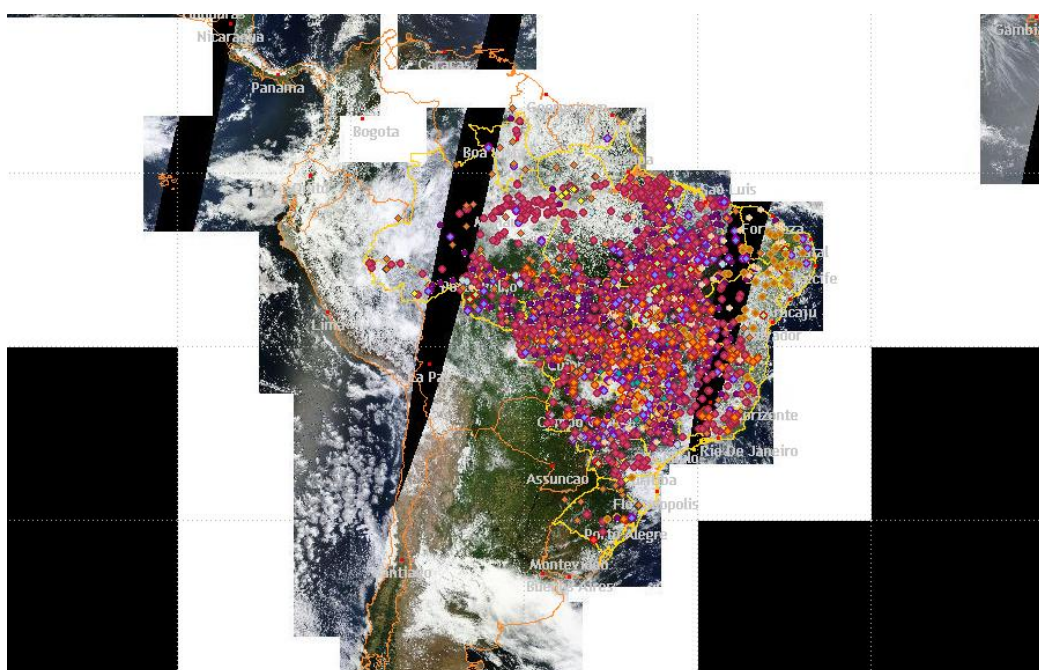


Figura 13: Queimadas no período de 10/07/2013 a 20/07/2013. Fonte: INPE.

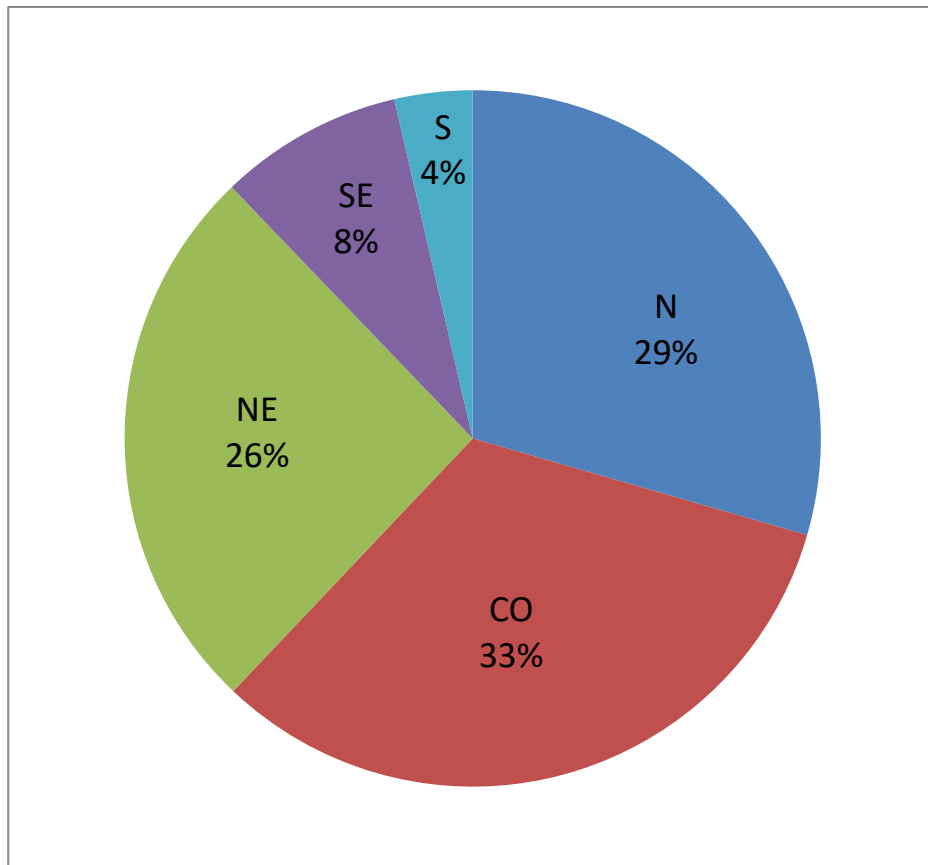


Figura 14: Distribuição de ocorrência de focos de queimadas nos dias com altas concentrações. Dados obtidos no site do INPE.

## 5.5 Análises das Retro-Trajatórias de Massas de Ar

As retro-trajatórias de massas de ar para os dias em que foram observados valores de concentração de BC acima de dois desvios padrão da média, juntamente com a ausência de precipitação, foram calculadas com o HYSPLIT (*Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model*, ARL - NOAA) (Ariel Stein), que em seguida comparadas com rosas dos ventos para os mesmos períodos.

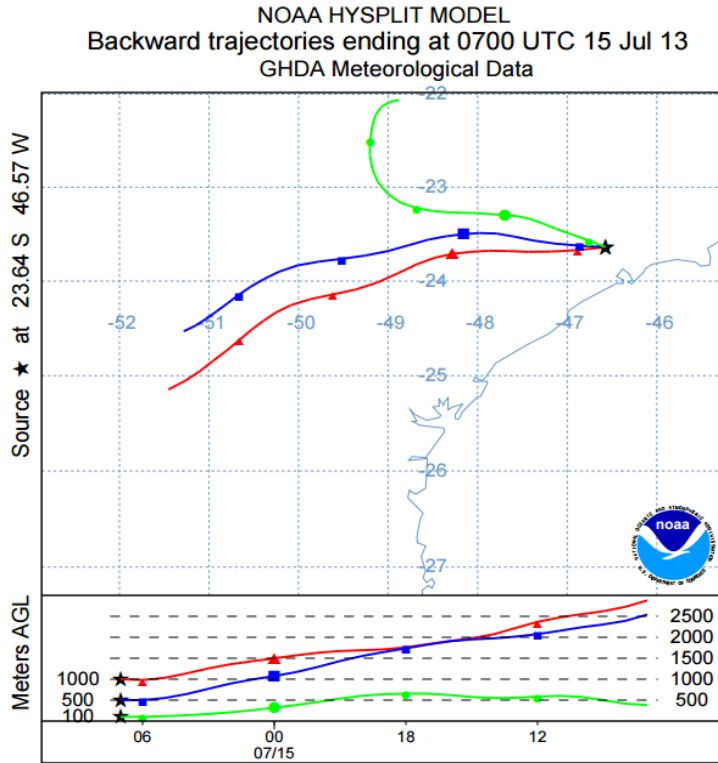


Figura 15: Trajetória do dia 15 de julho de 2013.

Na Figura 16, são apresentadas as direções dos ventos predominantes que chegam à RMSP, em que se observa um transporte em altos níveis de massas de ar vindas de noroeste.

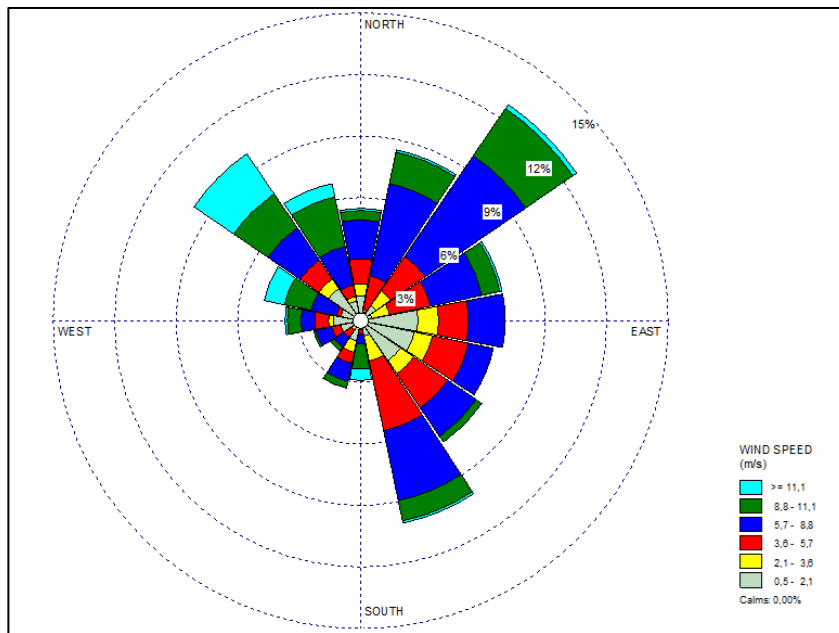


Figura 16: Rosa dos ventos dos dias de alta concentração de BC.

## 6 Dados Saúde

Para os dois conjuntos de dados estudados foram obtidos as informações de saúde fornecidas pelo sistema DATA-SUS (<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205&id=6937&VObj=http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10>). Na Figura 17 é apresentada a distribuição do número de óbitos, juntamente com os valores de concentração de MP<sub>2.5</sub> e BC. Realizou-se análises estatísticas de correlação entre as médias mensais dessas concentrações e os dados fornecidos pelo sistema DATA-SUS. Na Tabela 6, são apresentados os dados de Morbidade por doenças cardiovasculares (DCV), morbidade por doenças respiratórias em crianças de 0 a 14 anos (RESPC), morbidade por doenças respiratórias em idosos acima de 65 anos (RESPI), correlacionados com os dados de BC no dia, 1 dia após 2 dias após e 3 dias após a exposição a esses poluentes para os anos de 2007 e 2008. A análise dos valores iniciais indica que há evidências de correlação entre a concentração de BC e o aumento de mortalidade por doenças respiratórias.

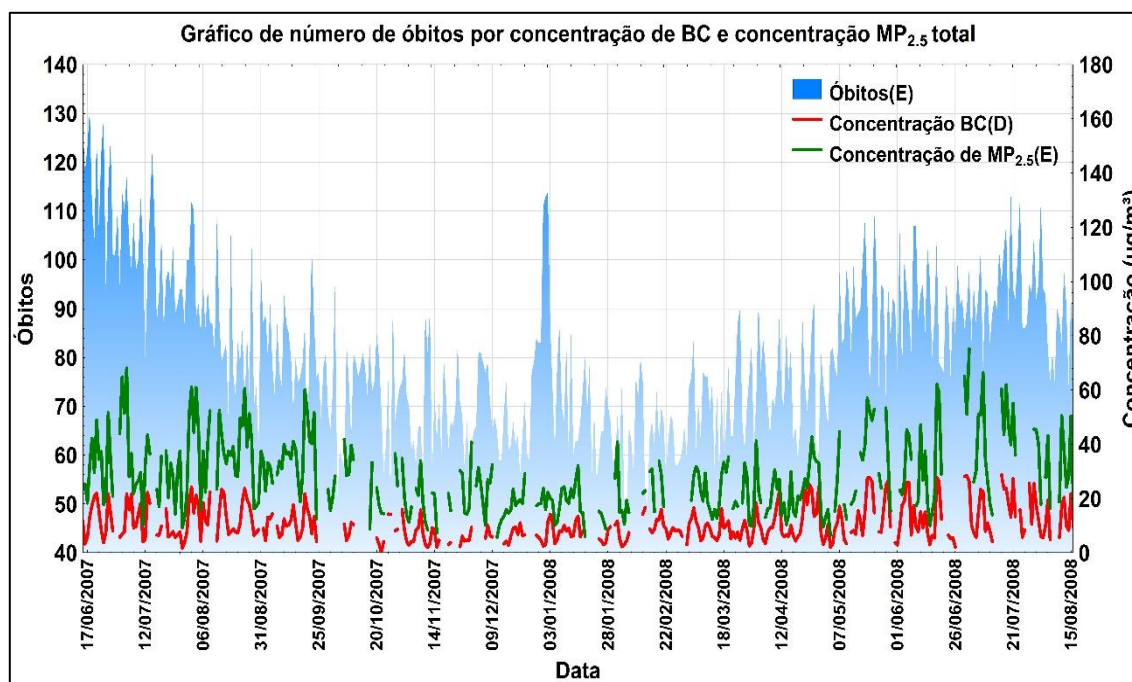


Figura 17: Número de óbitos, concentração de BC e concentração de MP<sub>2.5</sub> no período de 2007 a 2008.

Tabela 6: Valores médios mensais de julho de 2007 a julho de 2008, da mortalidade por doenças respiratórias em crianças (C), idosos (I) e a concentração de *Black Carbon*.

	Óbitos C	Óbitos I	Total	BC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Julho 2007	20	677	838	10,5 $\pm$ 6,2
Agosto 2007	33	657	814	13,9 $\pm$ 6,5
Setembro 2007	25	574	705	10,2 $\pm$ 4,9
Outubro 2007	28	518	659	-
Novembro 2007	17	458	581	5,7 $\pm$ 4,5
Dezembro 2007	13	532	645	6,5 $\pm$ 3,2
Janeiro 2008	15	484	611	7,7 $\pm$ 2,4
Fevereiro 2008	19	410	507	8,9 $\pm$ 3,2
Março 2008	15	475	599	8,3 $\pm$ 3,7
Abril 2008	30	478	619	11,8 $\pm$ 3,6
Mai 2008	17	597	737	12,3 $\pm$ 6,9
Junho 2008	13	617	749	12,8 $\pm$ 7,9
Julho 2008	21	661	791	16,4 $\pm$ 8,6
Desvio Padrão Médio	6,60	87,43	100,12	3,2

Tabela 7: Correlação entre os valores médios mensais da concentração de *Black Carbon* e o número de óbitos por doenças respiratórias de crianças (C) e idosos (I), nos anos em 2007 e 2008.

Correlação	Óbitos C	Óbitos I	Total (todas as faixas etárias)	Significância
BC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,23	0,50	0,49	5%

A análise dos valores médios mensais iniciais obtidos da correlação entre os valores de concentração de BC e o número de óbitos por doenças respiratórias em crianças e idosos, indicam que existem evidências de relação significativa entre a concentração de BC e o aumento de mortalidade por doenças respiratórias.

Na Tabela 8, são apresentadas o número de óbitos por doenças respiratórias correlacionados com os dados de BC, ambos diários, no dia, 1 dia após 2 dias após e 3 dias após a exposição a esses poluentes nos anos de 2007 a 2008.

Tabela 8: Correlações entre os dados diários coletados de *Black Carbon* com os dados de saúde nos anos de 2007 e 2008.

	Dia presente	Lag de 1 dia	Lag de 2 dias	Lag de 3 dias
BC	0,28	0,25	0,27	0,28

Esta aplicação de “lags” (defasagem) de 1 a 3 dias com intuito de verificar a existência de correlação entre os dados de saúde devido a doenças respiratórias e a concentração de BC, mostrou que esses valores tendem a serem bem mais correlacionados quanto se toma um lag de 3 dias.

Foi aplicada a Análise de Componentes Principais com rotação VARIMAX, para a matriz normalizada, das variáveis: óbitos, concentração de MP<sub>2.5</sub>, BC, temperatura máxima diária, temperatura mínima diária, amplitude da umidade relativa diária, velocidade média do vento e precipitação. Os resultados da análise são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Loading dos fatores após a rotação VARIMAX (matriz padrão) com base na matriz de correlação, dos dados de 2007 e 2008.

	RC1	RC2	RC3	RC4	h <sup>2</sup>
Óbitos	-0,79	0,38	0,16	-0,12	0,81
Massa (ug/m <sup>3</sup> )	-0,49	0,65	0,49	-0,23	0,95
BC (ug/m <sup>3</sup> )	-0,60	0,29	0,37	-0,54	0,88
Temp. Máx diária (°C)	0,97	0,11	-0,11	0,04	0,98
Temp. Mín diária (°C)	0,80	-0,45	-0,30	0,12	0,94
Amp. UR Diária	-0,10	0,89	0,34	-0,28	0,99
Vel. Méd. Vento (km/h)	0,07	-0,19	-0,06	0,96	0,97
Precipitação (mm)	0,24	-0,36	-0,88	0,09	0,97

	RC1	RC2	RC3	RC4
Autovalor	2,88	1,81	1,40	1,39
Proporção explicada	0,38	0,24	0,19	0,19
Proporção cumulativa	0,38	0,63	0,81	1,00

O teste de hipótese mostrou que 4 fatores são suficientes para explicar a maior parte da variabilidade dos dados (81%). Os graus de liberdade para o modelo são 2 e qui quadrado tendo valor de 16,73 com prob <0,00023. A comunalidade (h<sup>2</sup>), mostra que a variância das variáveis é explicada com mais de 80% com a retenção dos quatro fatores.

A partir dos resultados, podemos observar que existe considerável relação entre óbitos e mass de MP<sub>2.5</sub> e BC, e que estes são inversamente

proporcionais à precipitação e a velocidade do vento, o que mostra ser consistente com a realidade, pois, a precipitação remove esse material da atmosfera e o vento tem papel importante na sua dispersão.

## 7 Conclusão

Neste trabalho avaliou-se a relação entre a concentração de MP e seu constituinte, o BC, e a saúde humana, medida pela incidência de morbidade e mortalidade. Foram analisados dois períodos, de 2007 a 2008, e para o ano de 2013.

A concentração em massa de MP<sub>2.5</sub> para os dados de 2013, explica 55% do MP<sub>10</sub> e tem uma correlação de Pearson de 0,95 (nível de significância de  $p < 0,05$ ) com MP<sub>10</sub>. O MP<sub>2.5-10</sub> apresentou uma correlação de 0,72 (nível de significância de  $p < 0,05$ ) com MP<sub>2.5</sub>. A correlação entre partículas finas e grossas está associada principalmente à influência de variáveis meteorológicas, vento e precipitação que constituem os principais mecanismos para remoção de poluentes. A velocidade do vento apresentou a maior correlação negativa com a concentração de partículas finas (-0,45), e muito menor com partículas grossas (-0,16). A razão é que o vento é mais eficiente em dispersar as partículas finas e ressuspender as partículas provenientes do solo, em função da sua velocidade.

Pode-se observar que nos períodos em que ocorrem valores dois desvios-padrão acima da média de concentração de *Black Carbon* na Região Metropolitana de São Paulo há um transporte de massas de ar da região Centro-Oeste do país, onde há grande ocorrência de queima de biomassa. As queimadas no interior de São Paulo estão associadas com os processos agrícolas de queima de resíduos da cana-de-açúcar.

Os resultados apresentados da correlação entre os valores de concentrações para o BC e os dados da saúde mostram uma associação com a taxa de mortalidade de pessoas acima de 65 anos. Há evidências estatísticas de dependência entre a concentração de BC e o aumento de mortalidade por doenças respiratórias. A utilização dos “lags” mostrou que o indivíduo exposto, tende a apresentar reação quando se toma um *lag* de 3 dias.

Os índices de correlação obtidos para o BC e os dados da saúde demonstram que não é possível generalizar e afirmar qualquer relação entre os mesmos, pois vemos que existem indícios com a taxa de mortalidade de pessoas acima de 65 anos, porém estas podem estar fortemente associadas à influência de variáveis meteorológicas como precipitação e umidade, fatores que podem alterar bastante os resultados e que devem ser levados em consideração em uma análise com outras ferramentas estatísticas.



## 8 Referências Bibliográficas

ANDRADE, M. F., de Miranda, R. M., Fornaro, A., Kerr, A., Oyama, B., de Andre, P. A., & Saldiva, P. Vehicle Emissions and PM 2.5 Mass Concentrations in Six Brazilian Cities. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 5(1), 79–88. doi:10.1007/s11869-010-0104-5, 2012.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 2017. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>.

EPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Black Carbon, Disponível em: <<https://www3.epa.gov/airquality/blackcarbon/>>. Acesso em: 19 mai 2018.

EPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Emissions of Black Carbon, 2012, Disponível em: <<https://www3.epa.gov/airquality/blackcarbon/2012report/Chapter4.pdf>>. Acesso em: 19 dez 2018.

GOUVEIA, N., Freitas, C., Martins L. C., Marcílio, I.O. Hospitalizações por Causas Respiratórias e Cardiovasculares Associadas à Contaminação Atmosférica no Município de São Paulo. *Cad.Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 22(12):2669-2677, dez, 2006.

HETEM, Ivan. Quantificação da Contribuição Veicular para as Concentrações Atmosféricas de Material Particulado Fino e Black Carbon em São Paulo, Dissertação de mestrado, 2014.

HONGYU, K., Sandanielo, V.L.M., Junior, G.J.O. Análise de Componentes Principais: Resumo teórico, aplicação e interpretação. *Engineering and Science*, 2015.

IAG, INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS – Universidade de São Paulo – Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG/USP -2013.

LOPES, F. Caracterização Química do Material Particulado Suspenso na Atmosfera Empregando a Fluorescência de Raios X Dispersiva em Energia (EDXRF). Dissertação de Mestrado, 2003.

LOREIRO, A.L., Ribeiro, A.C., Artaxo, P., Yamasoe, M.A., Calibration of reflectometer system to measure black carbon and field intercomparison in the Amazon Basin. 5th International Conference on Carbonaceous Particles in the Atmosphere, Berkley, Califórnia, USA, 1994.

MARTINS, L., Latorre, M. R. D., Alves, M. R. C., Gonçalves, F. L. T., Saldiva, P. H. N., Braga, A. Poluição Atmosférica e Atendimentos por Pneumonia e Gripe em São Paulo, Brasil, Revista de Saúde Pública (USP, Impresso), São Paulo, v. 36, n.1, p. 88-94, 2002.

MIRANDA, R. M., Andrade, M. F., Fornaro, A., Astolfo, R., de Andre, P. A., & Saldiva, P. (2012). Urban air pollution: A representative survey of PM 2.5 mass concentrations in six Brazilian cities. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 5, 63–77. doi:10.1007/s11869-010- 0124-1.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Qualidade do ar. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/>>. Acesso em 29/09/2018.

PENG, R., Dominici, F., *Statistical Methods for Environmental Epidemiology with R*, 2008.

SEINFELD, J.H. e S.N. Pandis. *Atmospheric Chemistry and Physics – From Air Pollution to Climate Change*. John Wiley & Sons, 1998.

UNEP/WMO. *Health Effects of Black Carbon*. World Health Organization (WHO)/ Convention Task Force on Health Aspects of Air Pollution.

VARELLA, C.A.A. *Análise de Componentes Principais*. UFRRJ, 2008

WHO, World Health Organization. *Reducing Global Health Risks. Through Mitigation of Short-lived Climate Pollutant*, 2015.

WHO, World Health Organization. *Health Effects Black Carbon*, 2012.

YANAGI, Y., Assunção, J.V., Barrozo, L.V. Influência do material particulado atmosférico na incidência e mortalidade por câncer no município de São Paulo, Brasil. *Cad. Saúde Pública* [online]. 2012, vol.28, n.9, pp.1737-1748.

Zhang, F., Xu, L. Pollution characteristics of organic and elemental carbon in pm2.5 in Xiamen, China. *Journal of Environmental Sciences*, pag 1342-1349, V23, 2011.

# Apêndice

Tabela 21: Valores médios diários de pressão atmosférica e de temperatura do ar para o ano de 2007.

**INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**MÉDIAS DIÁRIAS DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA (hPa=mb) - 2007**

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÉDIAS MENSAIS
JAN.	924,2	924,9	923,1	920,7	919,7	920,9	924,2	924,7	923,9	923,2	922,0	918,2	917,8	919,9	922,9	925,7	923,1	920,8	922,6	923,5	925,4	926,2	924,9	924,1	923,3	923,0	922,2	921,6	921,0	923,4	924,0	922,7
FEV.	923,9	924,1	923,6	923,3	922,3	921,7	922,9	925,3	927,4	926,2	924,1	925,1	923,9	922,7	922,3	921,6	920,7	921,1	922,2	923,4	925,4	928,2	928,7	926,7	925,2	925,1	925,6	925,4				924,2
MAR.	925,0	926,2	927,6	927,7	926,8	927,9	928,3	925,8	923,8	924,1	924,5	925,5	926,2	925,0	923,5	923,5	923,8	921,4	922,2	923,3	923,9	925,3	926,9	927,2	926,8	925,7	926,0	926,5	925,6	924,8	923,8	925,3
ABR.	925,7	925,7	924,4	924,5	926,9	927,7	926,3	923,1	922,4	925,4	927,1	927,7	926,1	929,0	928,9	928,0	927,0	927,5	928,8	928,9	927,3	926,9	926,4	924,8	923,5	921,8	927,4	932,5	929,9	928,2		926,8
MAI.	927,4	926,6	926,6	929,5	927,6	925,2	924,1	924,7	930,5	932,8	931,4	930,7	929,3	926,4	926,0	925,4	926,2	927,0	928,5	928,4	924,8	922,9	921,2	926,8	929,6	927,3	925,0	925,8	926,6	931,5	930,3	927,4
JUN.	925,7	924,4	925,7	926,9	926,8	927,7	927,1	927,9	926,2	926,0	927,8	927,5	926,2	925,9	925,4	926,6	929,1	930,2	931,2	931,2	931,2	928,3	926,2	929,7	933,6	931,8	928,8	926,8	930,9	931,1		928,5
JUL.	933,1	932,7	930,5	930,1	930,0	928,8	926,7	926,9	928,3	926,0	926,9	930,9	928,4	926,3	926,1	927,1	925,4	922,7	926,4	926,9	926,1	921,2	921,7	924,9	923,5	930,8	931,4	934,5	936,6	933,6	929,2	928,2
AGO.	929,0	930,3	930,5	929,3	931,1	929,3	927,3	930,6	930,5	929,7	932,8	933,9	931,9	930,8	931,1	931,3	931,3	929,5	928,6	927,9	931,4	930,4	927,1	925,0	923,3	922,4	924,9	930,0	932,2	933,5	930,7	929,6
SET.	929,8	930,8	931,6	932,2	932,9	932,2	930,7	929,6	929,4	929,3	929,5	929,5	928,1	926,6	925,7	926,1	929,9	927,9	926,1	924,9	927,7	926,5	922,2	926,1	933,0	932,5	929,5	926,9	932,3	932,4		929,1
OUT.	931,7	931,2	929,0	927,0	925,4	924,5	925,6	928,4	927,8	925,3	923,8	920,8	921,7	926,8	927,2	924,2	924,0	925,2	924,8	923,2	923,3	927,3	930,3	929,9	925,9	923,6	922,8	922,6	922,8	922,7	919,9	925,4
NOV.	918,2	919,5	919,5	922,1	925,8	926,0	925,5	922,8	919,0	916,7	920,3	926,4	925,5	923,1	927,0	931,1	929,8	924,9	921,5	924,3	926,6	926,1	924,6	921,0	920,8	921,3	922,3	923,0	923,7	924,4		923,6
DEZ.	924,8	924,6	923,7	922,2	922,5	919,9	920,9	921,2	922,4	923,4	922,8	924,2	925,7	924,0	921,7	921,6	923,6	923,4	920,2	920,5	921,8	923,2	924,4	925,1	924,2	924,6	923,8	923,9	923,5	922,3	922,7	923,0

**MÉDIAS DIÁRIAS DE TEMPERATURA DO AR (Celsius) - 2007**

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÉDIAS MENSAIS
JAN.	21,0	22,0	22,1	22,3	21,8	22,0	23,5	21,3	20,8	21,6	22,9	24,6	20,7	22,2	21,3	20,4	22,3	22,2	24,7	23,2	21,1	19,3	20,0	21,7	22,9	24,0	24,2	24,6	23,6	21,5	21,5	22,2
FEV.	23,0	22,4	22,3	21,8	23,3	24,7	24,8	22,3	24,0	25,3	21,0	19,4	19,4	20,5	21,1	22,5	24,8	23,6	23,6	23,1	23,8	24,1	24,7	25,3	22,5	21,3	21,5	22,2				22,8
MAR.	24,4	24,8	23,7	23,3	23,6	23,5	22,7	23,8	25,2	23,8	23,1	23,3	23,1	21,3	24,1	23,2	20,9	21,5	21,7	21,2	21,1	21,4	22,1	23,1	22,2	22,6	22,9	23,4	22,8	24,4	24,3	23,0
ABR.	23,8	23,7	23,4	23,0	20,3	19,2	20,7	20,1	20,3	20,1	21,5	23,1	21,2	21,4	21,6	21,0	20,8	20,8	21,3	21,4	21,2	21,9	22,4	23,2	24,2	23,3	17,5	16,8	18,5	18,7		21,2
MAI.	18,6	18,8	19,1	19,0	20,1	20,0	20,0	19,2	12,4	14,2	16,0	18,0	18,3	18,4	17,7	20,0	21,0	19,7	16,5	17,3	20,7	17,4	16,7	11,3	11,2	14,3	15,7	15,5	13,2	10,4	13,2	16,6
JUN.	18,3	16,4	15,5	10,9	12,0	14,0	17,9	18,9	19,0	19,0	18,3	18,7	18,4	18,4	20,0	16,8	19,0	19,4	18,2	18,1	17,3	17,7	19,7	16,5	14,7	17,5	19,1	17,8	15,2	15,8		17,3
JUL.	13,9	14,8	14,6	16,8	18,2	18,4	20,3	20,2	18,2	19,4	14,3	11,9	17,8	18,9	17,4	14,5	15,2	14,6	12,0	14,2	16,8	21,1	17,2	14,1	16,5	10,4	11,3	9,8	8,4	9,5	13,0	15,3
AGO.	16,7	18,2	17,1	17,9	14,1	17,8	18,6	15,3	17,3	19,1	14,7	14,8	17,1	18,1	18,2	18,1	14,9	16,1	16,9	13,2	13,8	19,0	20,3	20,3	20,3	22,5	18,7	13,0	13,6	15,4	18,9	17,0
SET.	20,4	18,5	16,6	21,0	20,6	20,9	20,5	18,6	16,9	18,1	18,1	18,6	18,6	21,1	21,2	19,3	16,8	17,3	21,1	24,5	19,5	22,7	24,6	17,7	12,1	13,7	18,8	20,4	16,7	14,9		19,1
OUT.	17,0	17,4	16,4	16,6	18,7	21,5	21,6	18,9	20,3	23,0	21,2	23,9	24,0	18,1	18,9	23,7	19,3	17,1	16,9	22,4	24,5	19,0	16,5	16,2	17,6	21,3	20,9	22,2	23,8	21,7	23,5	20,1
NOV.	24,5	23,8	22,2	18,5	16,6	19,6	20,6	21,0	22,8	22,3	21,5	16,5	19,8	21,4	16,8	15,7	18,7	22,0	20,7	20,0	18,6	16,9	17,8	21,0	22,5	20,9	17,6	17,9	17,6	18,2		19,8
DEZ.	18,5	20,9	21,7	22,8	22,5	22,7	19,0	22,2	23,2	23,1	24,1	19,4	16,8	17,8	19,8	20,7	20,4	21,0	18,5	19,5	20,1	21,5	20,7	22,1	22,8	23,7	25,3	26,1	25,1	26,0	25,1	21,7

Tabela 22: Valores mínimos e máximos de temperatura do ar para o ano de 2007.

**INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**MÍNIMAS DIÁRIAS DE TEMPERATURA DO AR (Celsius) - 2007**

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÍNIMAS MENSAIS
JAN.	17,4	18,9	19,9	20,3	20,0	19,8	20,2	18,8	18,8	18,0	15,8	17,8	18,4	17,0	17,7	15,7	17,4	20,3	20,1	21,1	18,8	17,6	17,6	16,8	18,3	20,0	20,7	21,6	21,1	19,3	19,9	15,7
FEV.	19,4	19,5	18,1	17,0	17,8	19,7	20,9	20,9	20,5	21,3	17,9	16,3	14,0	15,7	16,1	17,2	18,1	20,5	20,6	20,8	20,0	18,5	18,1	19,0	17,6	17,5	18,7	19,3				14,0
MAR.	19,8	18,1	17,8	17,9	17,6	16,8	16,8	16,7	19,4	19,0	20,0	19,4	18,3	18,4	17,8	20,1	18,3	18,8	16,4	16,9	14,4	17,0	16,5	17,9	16,0	16,2	16,8	17,0	16,5	19,5	19,2	14,4
ABR.	20,2	18,0	19,0	20,1	17,0	17,0	17,1	16,0	17,9	16,4	17,3	18,2	19,0	16,8	16,7	16,9	16,7	15,4	17,0	16,9	17,0	19,0	18,6	18,1	19,6	20,0	14,2	13,8	15,9	16,7		13,8
MAI.	13,6	11,3	15,0	17,1	15,7	14,6	13,0	14,3	7,6	9,8	10,7	12,6	13,3	15,2	13,4	15,2	15,4	15,6	14,1	14,4	15,9	16,2	14,2	6,2	5,3	10,1	12,2	11,8	9,5	7,2	9,4	5,3
JUN.	10,5	13,4	8,8	4,1	5,4	6,7	10,5	12,7	14,5	12,9	12,5	12,3	12,1	11,2	12,3	14,2	14,5	14,0	14,3	13,1	11,1	10,8	14,3	11,0	13,2	12,5	12,8	14,4	13,6	10,2		4,1
JUL.	8,4	9,9	8,2	10,7	10,2	11,4	15,2	13,9	11,3	11,8	10,0	9,7	12,6	14,1	14,8	12,3	13,8	10,6	7,7	7,1	8,2	12,0	12,3	12,2	12,7	7,8	7,6	7,5	5,4	3,3	8,0	3,3
AGO.	10,0	11,2	10,4	10,3	12,7	12,8	12,9	9,4	11,8	12,0	11,8	12,4	11,9	12,4	10,2	10,7	12,0	11,8	13,1	12,2	11,3	11,1	12,1	11,8	11,6	12,2	14,7	11,2	11,8	13,8	13,7	9,4
SET.	13,4	14,5	15,0	14,6	15,8	14,8	13,4	12,5	10,8	11,6	12,0	11,9	12,4	14,1	14,0	12,5	15,0	13,8	13,6	16,5	17,0	17,2	15,6	13,0	10,0	11,7	12,0	16,6	14,3	13,4		10,0
OUT.	13,6	13,2	11,9	10,0	12,2	12,4	16,4	15,9	15,2	14,9	15,2	13,5	17,8	16,1	16,4	17,2	16,1	14,6	14,5	15,8	17,2	16,4	14,6	14,4	15,1	16,6	17,0	17,2	18,0	17,8	18,5	10,0
NOV.	18,3	18,9	18,9	14,9	14,6	15,8	16,6	16,0	15,2	19,1	17,4	14,8	14,6	16,3	13,3	12,4	13,9	16,3	18,0	15,4	14,2	11,6	13,6	12,4	16,9	17,7	17,7	11,2	13,0	11,2		11,2
DEZ.	12,1	11,4	14,7	17,9	18,9	18,9	17,1	16,0	19,7	19,5	20,8	15,4	14,8	15,3	16,4	16,9	16,4	15,2	16,5	16,2	16,6	15,2	16,2	15,3	18,9	18,8	17,7	18,0	18,8	17,9	20,8	11,4

**MÁXIMAS DIÁRIAS DE TEMPERATURA DO AR (Celsius) - 2007**

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	--

Tabela 23: Valores médios e mínimos diários de umidade relativa do ar para o ano de 2007.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO																																
MÉDIAS DIÁRIAS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) - 2007																																
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÉDIAS
MÊS																																MENSAIS
JAN.	87,9	85,0	88,8	89,4	86,6	84,5	81,3	89,7	88,8	84,1	72,9	71,4	87,4	89,8	70,3	75,5	78,3	88,6	79,5	82,8	90,3	89,7	84,3	81,0	83,8	82,1	79,8	77,4	82,5	89,5	87,6	82,9
FEV.	83,4	83,8	75,8	78,1	80,2	75,2	76,6	93,8	82,0	76,4	88,2	77,0	74,5	78,1	78,9	78,3	70,1	81,9	83,6	87,9	81,8	77,1	71,0	64,9	77,6	84,0	87,1	84,0	82,5	89,5	87,6	79,6
MAR.	89,7	82,8	72,5	78,2	72,5	77,2	83,3	77,8	70,8	78,4	83,4	84,0	80,8	87,5	73,1	82,1	90,3	88,9	81,2	72,5	70,4	79,8	82,9	75,0	75,6	75,1	78,1	73,2	78,6	73,3	76,9	77,5
ABR.	80,8	78,4	81,8	83,9	90,0	83,5	84,3	90,6	85,9	82,1	80,0	75,9	85,8	78,6	80,0	82,1	81,3	81,0	78,9	79,5	85,0	84,6	83,2	78,4	74,8	78,1	92,3	79,8	80,8	85,5	82,2	82,2
MAI.	78,7	71,5	83,8	85,0	78,3	71,3	68,2	85,4	94,2	79,4	75,0	78,3	80,5	85,9	84,2	70,1	77,1	84,0	94,0	87,9	74,5	89,6	91,8	80,7	88,4	78,7	78,8	80,3	90,2	79,2	81,3	81,5
JUN.	70,4	91,6	79,3	75,5	79,1	70,1	72,0	77,5	77,2	75,0	75,3	72,2	87,9	89,8	87,8	83,9	78,6	78,9	77,1	72,4	71,3	70,5	59,4	80,3	91,4	75,5	70,1	85,7	91,7	80,7	78,2	
JUL.	81,5	79,7	82,1	73,2	70,6	69,1	61,1	56,5	69,8	66,6	87,7	92,7	75,0	67,0	81,5	95,6	90,4	89,3	82,6	77,5	72,3	59,2	84,2	96,3	85,0	82,0	86,3	90,2	84,7	80,3	76,3	78,9
AGO.	70,3	99,3	74,1	70,0	92,1	78,9	83,3	77,9	77,7	84,0	84,2	88,1	77,8	71,8	65,5	62,2	81,3	78,4	84,0	77,3	86,1	84,5	68,3	54,8	53,4	44,4	72,3	90,4	92,0	93,8	80,5	75,1
SET.	71,8	82,2	82,5	70,3	67,9	64,8	65,3	72,8	80,6	78,4	78,8	75,7	75,1	80,2	54,4	68,5	86,8	81,4	68,5	58,7	82,4	69,8	57,6	83,2	82,6	82,6	75,0	74,0	87,1	86,8	74,1	86,8
OUT.	74,8	75,4	78,8	80,5	77,8	89,2	70,2	78,8	75,8	83,5	70,0	56,8	83,7	91,8	92,1	74,4	87,4	86,3	93,8	87,3	83,2	86,4	92,9	96,4	95,6	81,8	88,3	83,2	77,8	82,2	77,9	79,2
NOV.	72,4	74,6	83,6	86,9	91,8	85,8	84,0	83,5	70,0	74,6	82,7	92,3	79,8	78,6	94,8	85,5	81,3	73,3	86,7	78,3	77,0	69,5	75,7	78,2	76,3	85,5	90,2	70,1	73,4	75,4	80,3	80,3
DEZ.	76,7	87,2	74,3	78,0	78,9	82,6	93,6	82,0	81,2	85,2	73,8	93,5	91,8	90,6	86,0	82,1	77,1	76,7	84,8	87,3	83,8	78,4	84,8	77,2	79,0	76,5	83,6	58,0	68,3	88,1	73,6	80,2

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO																																
MÍNIMAS DIÁRIAS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) - 2007																																
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÍNIMAS
MÊS																																MENSAIS
JAN.	75	86	68	77	77	75	55	75	71	68	31	47	80	37	42	54	62	79	54	71	83	77	68	56	54	57	62	60	68	70	75	31
FEV.	53	62	48	56	44	48	54	83	62	50	80	49	52	51	53	42	37	46	63	51	53	43	34	38	40	58	70	48	44	31	37	29
MAR.	40	31	45	34	29	37	58	46	35	39	47	48	45	55	46	55	70	67	80	49	35	56	56	40	34	32	40	34	44	31	37	29
ABR.	56	45	46	64	83	76	65	69	59	65	53	41	69	59	52	55	55	60	51	51	54	57	52	50	50	53	88	66	60	70	41	49
MAI.	43	28	67	72	49	42	36	55	90	53	50	53	60	87	80	38	40	47	91	71	48	82	87	68	72	41	58	49	82	59	55	28
JUN.	47	78	60	42	30	27	42	44	40	42	44	38	35	40	37	69	47	33	43	39	43	40	39	44	86	41	44	55	78	37	27	27
JUL.	41	39	52	36	39	34	36	33	31	37	79	86	42	38	66	91	80	78	50	36	25	35	55	94	60	63	65	81	74	51	47	25
AGO.	40	38	38	39	86	53	32	52	30	29	56	72	40	36	31	30	82	42	52	33	75	57	35	27	22	21	54	84	81	80	42	21
SET.	37	39	55	32	33	34	34	29	50	41	35	36	30	26	29	25	75	52	39	28	71	38	24	64	68	71	43	47	71	78	24	24
OUT.	55	52	58	58	37	28	29	57	45	28	34	23	36	84	78	39	71	72	88	37	27	68	87	94	92	57	58	68	35	67	43	23
NOV.	40	45	61	73	89	67	61	63	42	86	58	88	82	47	92	61	68	37	78	56	57	45	55	40	51	61	77	43	53	59	37	24
DEZ.	59	24	44	45	67	56	85	46	56	54	58	89	83	78	71	86	90	52	91	85	51	52	63	49	50	42	31	28	37	66	33	34

Tabela 24: Velocidade média e direção predominante diária do vento para o ano de 2007.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO																																	
DIREÇÃO PREDOMINANTE DIÁRIA DO VENTO - 2007																																	
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
MÊS																																	
JAN.	NNE	NNE	S	WNW	NNW	NNW	N	SSW	SSE	ESE	E	WNW	S	ESE	ESE	ESE	ENE	ENE	NW	WNW	WNW	SE	SE	E	NNE	NNE	NW	NW	NW	SE	E		
FEV.	ESE	SE	ESE	ENE	ENE	NNW	NNW	E	W	E	SSW	SE	E	E	ENE	NNE	NNW	SSE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ENE	SE	ENE	NE	NW	NNW	SE	E		
MAR.	NE	NE	ESE	SE	SE	ESE	ESE	SE	N	N	SSE	E	ESE	NE	W	NW	ESE	WNW	NW	NW	NW	E	SE	E	NE	SE	SSE	SE	SE	NE	SE		
ABR.	SSE	E	ESE	SE	SE	ESE	E	NE	SSE	ESE	E	NE	SE	SE	NE	ENE	SE	ESE	E	SE	E	E	NNE	NNE	NW	WSW	SSE	ESE	E	ESE	ENE		
MAI.	E	NE	SSE	ENE	NNE	NNW	NNW	S	S	ESE	NE	NE	NE	SSE	SE	NNW	NE	ESE	SE	E	NNE	NW	NW	NW	NW	NW	E	ENE	E	SE	ENE		
JUN.	NNW	WNW	WSW	SE	SE	SE	WNW	SE	WNW	WNW	NW	NW	NW	NW	NW	NE	NW	NE	E	NNE	E	NE	NNE	NNW	NNW	NW	ESE	WNW	NW	SSE	SE	SE	
JUL.	SSW	SE	NNE	NNE	NNE	NE	NNW	NNW	NNW	NNW	NW	SSE	SE	NNE	NW	S	WSW	NNE	NNW	NW	E	WNW	ESE	E	SSE	ESE	E	NE	ESE	E	NE		
AGO.	NE	SSE	SE	WNW	SSE	NE	N	ESE	ESE	NNW	NNW	ESE	NNE	NNE	NNE	SE	ESE	ENE	ESE	SE	SE	E	NNE	NNW	NNW	NNW	SSE	ESE	SE	ESE	E		
SET.	E	S	NE	NE	NNE	SE	SE	E	SE	E	ESE	ESE	SE	NE	ESE	SSE	ESE	ENE	ENE	ENE	E	ENE	NW	SSE	SE	E	ENE	WNW	ESE	ESE	E		
OUT.	E	E	E	ENE	SSE	SSE	ENE	SE	E	ESE	SE	NNW	NNW	SSE	ESE	S	SSE	ESE	E	NE	NE	SSE	SE	SE	N	WNW	NNE	E	NE	SE	NNE		
NOV.	NNE	NW	NW	WNW	ESE	ENE	S	E	NNE	NNW	SE	ESE	NE	NNE	SE	ESE	E	NNE	NE	SSE	ESE	ESE	E	NE	WNW	ESE	SE	ESE	E	SE	E		
DEZ.	ESE	SE	SE	ESE	NW	NW	SE	ESE	NE	ENE	NW	SE	SE	SE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ESE	ENE	NE	ESE	NNW	ESE	NE	NW	ENE

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO																																
VELOCIDADE PREDOMINANTE DIÁRIA DO VENTO (Km/h) - 2007																																
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
MÊS																																
JAN.	9,4	8,9	6,0	5,7	11,1	11,7	6,2	6,4	3,8	4,8	4,1	9,0	4,3	4,8	5,1	7,8	7,4	12,5	7,7	7,7	6,3	6,3	5,5	5,6	5,8	6,6	8,6	9,2	10,5	5,1	5,2	
FEV.	5,7	5,0	6,1	7,5	5,9	6,6	8,4	3,5	4,8	4,0	7,8	8,2	7,5	8,0	7,0	6,8	6,2	5,2	4,9	5,1	5,4	5,0	4,1	5,5	4,5	4,9	5,4	4,2				
MAR.	5,3	5,1	5,5	4,7	4,6	4,3	4,3	5,2	5,8	4,8	5,2	5,5	5,4	4,5	6,4	6,3	4,2	6,3	9,5	8,8	5,0	4,4	4,1	4,8	5,8	5,0	4,1	2,9	6,3	6,5	3,2	
ABR.	4,7	4,7	4,0	5,2	5,6	6,7	5,4	5,7	8,3	5,3	6,0	7,1	5,4	6,1	5,4	4,1	6,1	5,9	7,0	6,1	2,8	4,7	4,7	5,3	6,3	7,7	9,0	9,4	5,5	4,5		
MAI.	4,6	3,5	5,7	8,0	7,1	5,3	4,8	3,6	7,7	9,9	7,1	4,0	4,7	5,1	2,9	6,4	4,5	4,3	4,7	7,8	9,5	6,7	8,9	5,4	4,5	5,7	6,7	4,5	5,8	5,9	7,9	
JUN.	9,3	5,6	6,7	3,0	2,7	3,0	3,3	2,8	3,3	3,2	3,5	4,8	5,4	4,6	6,8	6,3	5,0	3,8	6,0	6,6	4,4	5,8	9,1	4,8	6,9	5,8	5,9	5,3	3,8	4,3		
JUL.	3,3	3,7	3,0	3,3	5,0	3,5	6,7	8,7	3,4	5,3	6,0	5,5	6,2	5,1	4,1	6,8	8,1	10,5	3,0	6,8	4,2	10,3	9,0	7,4	10,2	5,3	4,5	7,0	8,1			

Tabela 25: Totais diários de precipitação para o ano de 2007.

TOTAIS DIÁRIOS DE PRECIPITAÇÃO (mm) - 2007													
DIA / MÊS	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAL.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	
1	5,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3	0,0	
2	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	0,0	0,0	0,5	0,0	12,2	0,0	
3	4,0	0,0	0,0	6,1	0,0	3,1	0,0	0,0	0,5	0,0	8,6	0,0	
4	4,4	0,0	0,0	10,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,7	0,6	
5	0,6	4,2	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	
6	2,8	30,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	
7	19,4	34,9	0,1	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9	
8	0,6	61,7	0,7	5,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	
9	0,0	0,0	3,4	0,0	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	
10	0,0	0,7	3,4	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	4,6	
11	0,0	6,2	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	6,6	0,7	
12	1,4	0,4	26,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,5	14,4	
13	1,0	0,0	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	
14	0,0	0,0	56,4	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	13,1	0,2	
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	3,2	11,4	0,0	
16	0,0	0,0	26,3	0,0	0,0	0,0	42,7	0,0	0,0	2,7	1,1	0,0	
17	0,6	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	
18	18,6	50,3	27,2	0,0	0,3	0,0	10,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	
19	0,0	6,6	16,7	0,0	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	26,3	68,8	
20	3,6	27,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
21	9,2	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	4,2	0,0	34,5	
22	1,1	0,0	0,0	0,2	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	
23	0,0	0,0	0,5	2,8	7,4	0,0	36,7	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	
24	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	2,7	0,0	0,6	38,9	0,2	0,0	
25	13,9	46,7	0,0	0,0	0,0	0,0	54,2	0,0	0,4	10,9	0,1	4,4	
26	4,0	1,5	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,8	0,1	0,0	
27	0,1	1,1	0,0	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	1,1	0,0	
28	4,4	1,4	0,0	0,5	0,0	8,9	0,9	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	
29	25,6	0,0	0,0	0,3	0,0	0,6	0,3	0,9	3,3	0,0	7,8	0,0	
30	4,4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	
31	0,0	0,0	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	
total mensal de precipitação (mm):	126,3	273,5	205,4	78,1	53,9	25,9	140,9	0,7	3,7	95,8	122,5	197,8	total anual de: 1344,5
média 1933-2002 ("valor normal"):	219,8	207,8	165,0	79,6	64,1	50,7	40,0	39,1	77,1	125,5	123,3	181,3	total anual de: 1372,5
desvio em relação ao valor normal:	-93,5	-34,3	-39,6	-1,5	-10,2	-24,8	120,9	-38,4	-73,4	-29,7	-0,8	16,5	desvio de: -28
número de dias com precipitação:	21	14	16	12	12	3	10	4	8	17	18	15	total de: 150
máximo total diário:	25,6	61,7	56,4	33,0	14,8	13,9	54,2	0,3	0,9	38,9	26,3	68,8	

Tabela 26: Pressão atmosférica média diária ao longo de 2008.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO																																
MÉDIAS DIÁRIAS DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA (hPa=mb) - 2008																																
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÉDIAS
MÊS	MENSAL																															
JAN.	924.0	924.7	925.4	925.3	923.3	922.9	923.0	921.9	920.9	920.3	921.2	923.4	924.9	925.4	924.2	921.9	921.3	921.8	920.5	922.3	925.0	926.6	927.4	927.5	926.3	925.9	926.3	925.5	922.1	917.9	916.3	923.4
FEV.	917.4	918.5	921.0	925.4	926.3	926.8	925.9	925.2	923.0	922.4	923.1	923.7	924.2	925.1	925.2	923.9	924.8	926.1	926.2	922.5	921.5	923.8	925.1	924.4	923.6	923.9	924.8	923.6	920.1		923.8	
MAR.	916.4	917.8	920.4	921.5	921.4	922.0	924.6	925.7	926.1	924.3	922.6	922.6	922.5	924.3	926.0	927.7	928.2	927.5	927.2	926.9	925.7	924.5	924.6	925.8	927.5	926.0	922.8	922.5	924.6	926.6	925.3	924.2
ABR.	923.1	922.0	921.6	923.4	924.4	923.7	923.3	925.9	925.9	923.3	921.5	921.2	920.5	921.8	926.8	928.0	928.5	928.2	926.8	925.2	925.4	924.4	922.8	922.1	922.0	922.2	922.9	922.3	921.8	926.7		923.9
MAI.	928.1	924.2	923.3	925.5	924.6	924.6	926.4	925.4	927.1	929.4	930.8	931.3	930.9	929.3	926.2	928.7	929.9	928.4	927.6	927.3	926.0	926.7	926.1	924.5	923.1	925.3	926.2	924.8	924.6	929.9	933.7	927.2
JUN.	932.7	931.2	927.7	927.1	929.0	929.2	929.7	928.5	925.8	924.7	927.8	928.3	927.2	923.7	925.1	930.9	928.8	926.7	926.1	924.2	923.5	927.9	931.2	932.1	931.7	931.1	931.4	931.2	930.0	929.6		928.5
JUL.	930.6	931.3	930.1	929.5	930.5	931.0	931.5	929.8	931.2	934.2	936.0	933.5	931.8	932.0	933.7	932.4	928.0	927.2	928.8	929.7	928.2	926.4	926.6	927.9	928.8	932.0	930.3	930.4	929.1	925.6	926.0	930.1
AGO.	925.2	921.9	922.9	925.7	927.0	927.9	926.2	928.5	929.5	929.8	927.6	926.6	928.7	929.9	928.0	926.1	926.3	927.9	928.7	927.9	927.0	929.1	932.0	930.4	928.3	928.0	926.9	923.8	925.1	929.3	929.6	927.5
SET.	928.0	925.5	924.6	925.2	924.9	924.5	928.3	931.2	930.4	928.9	926.4	925.8	926.9	928.2	929.2	930.5	930.3	930.5	930.0	927.5	922.7	924.1	926.6	929.6	929.5	926.3	925.5	928.0	928.5	926.3		927.5
OUT.	923.1	921.8	924.4	922.8	924.1	929.5	931.8	934.4	932.7	929.5	927.5	926.9	926.1	925.6	925.9	927.1	926.3	924.6	928.5	930.1	928.4	927.4	926.2	926.5	925.9	923.3	923.5	925.5	923.3	924.2	927.6	926.6
NOV.	926.5	924.2	924.9	924.5	922.8	920.4	921.1	922.7	923.1	923.3	924.1	921.0	919.6	918.9	919.9	922.9	925.0	925.4	926.4	927.1	928.0	927.7	926.8	926.0	926.5	926.6	926.7	925.4	924.4	923.6		924.2
DEZ.	921.3	918.4	917.3	922.5	926.4	927.4	928.3	927.1	924.6	921.4	921.8	924.8	925.2	923.3	919.5	917.5	919.7	923.8	924.1	923.2	923.4	924.3	923.8	919.9	918.1	920.5	922.1	922.3	924.4	923.7		922.7

Tabela 27: Temperatura do ar média diária ao longo de 2008.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO																																
MÉDIAS DIÁRIAS DE TEMPERATURA DO AR (Celsius) - 2008																																
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÉDIAS
MÊS	MENSAL																															
JAN.	23.7	21.7	23.5	23.6	21.8	21.3	20.9	21.2	21.7	23.6	24.8	22.4	21.5	21.7	22.2	22.9	23.2	23.0	22.3	19.6	17.7	17.4	18.1	20.0	19.1	19.6	19.1	19.0	17.8	19.0	20.3	21.1
FEV.	22.7	25.3	23.6	18.6	20.1	20.0	20.2	21.5	23.1	23.5	24.2	24.0	23.5	23.1	23.1	23.4	23.7	21.6	21.4	21.1	21.8	22.9	22.1	20.7	21.3	21.3	21.0	20.6	20.6		22.1	
MAR.	23.0	24.2	24.7	24.8	23.4	23.5	23.3	23.0	22.4	22.6	22.9	22.9	19.6	18.3	17.6	18.3	17.5	20.2	22.1	22.4	22.2	22.1	21.6	21.2	20.9	20.5	21.5	21.9	20.2	18.6	18.4	21.5
ABR.	19.5	21.5	20.1	18.3	18.3	19.1	20.8	20.9	22.4	22.8	23.1	22.8	23.3	20.1	16.6	20.0	20.9	19.0	19.9	19.7	20.1	20.2	19.8	19.6	19.2	19.3	20.5	21.7	20.7	15.7		20.2
MAI.	15.7	16.2	16.4	15.2	15.8	15.0	14.4	15.3	15.4	15.0	15.2	15.3	15.7	16.5	17.5	16.6	15.8	19.1	19.5	18.4	18.2	18.3	17.9	18.7	18.9	19.6	18.5	15.0	12.3	16.8		16.8
JUN.	13.3	14.8	17.3	17.4	18.7	19.2	18.3	18.6	20.3	19.1	15.4	18.4	17.7	20.3	18.8	10.6	12.2	15.1	15.9	19.7	18.7	13.3	12.0	12.9	13.4	14.6	15.3	16.6	17.2	16.7		16.4
JUL.	17.4	16.5	16.5	14.9	14.1	15.7	15.4	15.0	14.7	15.2	14.9	14.9	15.2	14.3	14.1	14.4	15.4	16.3	16.2	16.1	17.0	19.1	18.5	17.5	15.7	13.6	16.3	19.7	17.4	18.3	17.8	16.1
AGO.	18.3	20.2	16.2	15.8	17.9	16.5	18.0	15.6	14.6	15.1	17.1	20.0	16.2	17.8	17.4	20.6	20.7	20.8	20.0	18.6	19.7	17.9	15.8	18.0	20.2	17.4	15.8	18.3	17.9	12.3	14.8	17.6
SET.	16.4	18.8	21.2	21.3	19.6	21.4	19.5	14.6	17.3	19.9	24.1	21.2	18.6	14.3	13.6	13.6	13.7	13.6	14.8	15.4	17.3	15.2	14.3	14.3	16.3	16.0	15.6	14.9	16.4	17.4		17.0
OUT.	19.6	20.3	21.0	21.1	18.2	14.8	16.8	13.7	13.4	16.8	18.4	20.4	23.3	24.3	24.7	21.5	19.0	17.8	16.5	18.5	21.3	22.7	23.1	22.8	21.6	25.3	22.8	17.3	19.8	20.7	16.4	19.8
NOV.	18.2	20.9	21.0	19.9	21.5	21.4	20.7	20.6	20.9	20.6	19.7	19.5	19.7	20.0	22.2	20.3	17.6	17.9	15.7	16.8	18.5	18.6	18.6	19.4	18.7	19.8	19.7	19.8	20.1	19.9		19.6
DEZ.	23.6	22.7	18.0	16.5	18.0	18.8	19.4	21.9	24.4	24.1	20.3	17.9	18.1	18.2	19.4	18.5	19.4	19.1	18.9	19.9	20.1	20.7	21.9	24.2	21.7	18.5	17.5	20.7	23.4	21.5	22.4	20.3

Tabela 28: Temperatura do ar mínima diária ao longo de 2008.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO																																
MÍNIMAS DIÁRIAS DE TEMPERATURA DO AR (Celsius) - 2008																																
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÍNIMAS
MÊS	MENSAL																															
JAN.	20.2	19.4	18.8	18.6	19.0	18.1	16.2	15.9	17.0	17.3	19.0	19.5	19.3	18.0	17.9	16.6	18.6	19.4	19.7	16.1	15.6	15.4	13.7	14.4	16.6	16.5	16.1	16.9	16.6	15.6	17.6	13.7
FEV.	18.2	17.6	19.6	16.8	17.0	17.2	17.6	18.3	16.3	18.4	19.2	19.2	18.8	18.3	19.2	19.0	18.3	17.9	16.8	15.8	18.3	18.6	19.5	18.8	17.0	16.4	17.9	15.8	16.6		15.8	
MAR.	19.5	18.5	18.4	17.8	17.1	16.8	19.0	20.0	17.9	17.6	20.4	20.0	16.4	16.3	16.2	16.2	15.7	15.3	16.9	18.6	17.0	18.8	17.2	17.6	18.4	16.8	18.2	15.6	16.2	15.7	13.8	13.8
ABR.	13.5	15.4	17.9	16.5	14.7	16.8	18.1	18.1	18.7	18.1	17.0	18.1	15.8	16.5	14.2	16.1	16.6	14.8	17.0	18.3	17.6	16.3	14.4	13.8	13.1	12.6	13.6	15.2	15.2	12.8		12.6
MAI.	11.2	10.6	13.2	14.0	10.9	9.7	9.0	7.9	13.0	12.5	12.9	12.7	13.4	13.4	13.2	12.6	10.0	14.3	14.3	11.9	11.3	11.4	11.2	11.0	15.8	15.0	14.0	13.5	15.1	10.5	9.6	7.9
JUN.	12.2	14.8	13.3	12.0	14.2	14.0	15.1	13.4	12.6	12.6	12.9	14.2	14.6	15.1	14.2	13.6	13.2	12.9	12.7	9.9	12.4	15.5	14.2	14.1	14.7	12.2	9.8	9.8	12.5	11.4	11.0	9.8
JUL.	12.2	12.1	12.4	10.4	8.3	11.8	9.4	8.8	7.6	10.0	9.6	9.1	9.8	7.8	7.2	8.0	7.2	8.8	9.5	8.6	9.4	11.6	12.8	13.0	11.0	8.7	9.8	12.1	11.2	12.0	12.0	7.2
AGO.	12.2	14.8	13.3	12.0	14.2	14.0	15.1	13.4	12.6	12.6	12.9	14.2	14.6	15.1	14.2	13.6	13.2	12.9	12.7	9.9	12.4	15.5	14.2	14.1	14.7	12.2	9.8	9.8	12.5	11.4	11.0	9.8
SET.	11.8	11.6	12.2	12.8	16.5	15.1	14.6	12.8	13.6	13.5	17.1	17.0	14.8	12.4	12.5	12.0	10.2	10.1	8.9	13.0	14.8	10.2	10.1	12.3	12.6	12.7	13.0	11.8	10.8	14.2		8.9
OUT.	15.8	16.4	15.4	16.0	15.2	13.5	14.1	11.4	11.0	11.7	14.2	16.1	16.8	17.9	16.6	17.6	17.0	16.4	15.4	15.4	17.0	16.8	18.0	18.1	18.2	18.3	17.2	15.8	16.2	16.8	14.2	11.0
NOV.	14.1	17.0	17.6	15.8	15.3	19.2	17.5	15.3	15.3	17.7	17.7	16.3	16.0	16.6	15.5	14.8	16.0	14.0	13.2	11.3	13.7	16.0	14.5	16.4	15.9	16.5	17.6	17.4	16.4	16.4		11.3
DEZ.	17.6	17.9	14.0	10.8	12.4	12.3	14.2	13.9	14.5	19.0	16.5	15.9	15.3	15.8	16.8	15.6	17.0	17.0	16.5	17.1	16.0	15.6	16.9	18.0	19.0	15.7	15.4	16.8	16.2	16.2	19.0	10.8

Tabela 29: Temperatura do

MÁXIMAS DIÁRIAS DE TEMPERATURA DO AR (Celsius) - 2008																																	
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÁXIMAS MENSAIS	
MÊS																																	
JAN.	29.8	25.9	31.4	29.4	28.4	26.6	26.6	27.9	29.1	32.2	32.0	27.2	24.5	26.3	29.2	31.8	29.0	28.4	27.6	21.5	20.8	20.9	22.0	25.7	22.0	24.0	23.3	21.6	18.4	23.0	25.9		32.2
FEV.	31.1	32.4	29.6	20.9	24.9	24.0	24.9	27.7	31.3	29.5	31.6	33.2	28.6	29.5	27.7	29.0	31.2	26.4	27.6	29.4	27.8	28.3	27.6	24.8	26.7	27.0	25.2	26.6	24.5			33.2	
MAR.	29.0	31.0	30.8	31.0	31.6	32.4	31.3	29.4	29.1	30.2	26.3	28.2	21.7	21.7	19.3	20.9	19.2	26.8	28.6	29.8	29.5	28.3	27.4	27.2	25.7	25.1	26.0	29.2	25.9	22.2	24.3	32.4	
ABR.	27.9	28.1	23.3	19.7	22.6	22.4	25.8	26.1	28.0	29.0	30.2	28.4	30.4	22.6	18.2	25.4	27.0	23.8	23.6	21.4	25.3	26.8	25.9	26.4	27.0	28.0	29.2	28.9	28.1	18.2		30.4	
MAI.	17.8	17.2	20.2	20.6	19.8	22.2	22.2	24.0	18.1	18.1	18.8	18.3	18.9	21.0	26.0	24.0	21.4	26.7	27.3	27.2	27.9	27.2	27.1	25.7	26.3	26.3	26.4	27.4	21.2	18.3	15.2	27.9	
JUN.	15.1	18.5	24.1	22.9	26.3	26.5	24.0	25.4	26.5	25.0	22.8	27.0	24.6	26.3	25.2	13.6	19.6	23.2	23.1	26.2	21.7	15.5	12.9	15.1	15.5	21.1	20.6	23.4	24.7	23.3		27.0	
JUL.	25.4	20.6	22.8	20.7	20.7	23.6	23.4	24.2	22.9	21.6	20.8	22.4	23.1	23.5	24.1	24.1	24.8	25.0	25.4	25.3	26.2	27.5	28.5	24.0	22.2	20.4	25.7	27.9	27.2	26.8	26.8	28.5	
AGO.	28.3	24.5	19.1	21.3	26.7	19.5	25.6	17.2	16.7	18.3	25.2	28.7	17.1	22.3	22.4	28.8	29.0	30.0	29.3	28.6	28.3	23.2	17.8	24.8	28.6	25.2	23.8	29.1	26.7	14.1	20.4	30.0	
SET.	25.7	29.4	31.2	32.8	27.6	29.7	24.2	17.1	22.0	30.2	33.4	27.7	23.1	16.3	15.5	15.8	18.8	18.8	20.7	18.0	22.3	21.6	20.0	17.2	22.9	21.0	20.8	18.9	22.2	21.1		33.4	
OUT.	29.8	24.4	27.0	28.5	22.8	15.8	20.1	16.3	15.5	23.5	26.8	26.9	32.2	33.3	34.3	30.8	22.2	21.5	17.5	24.2	28.3	28.3	29.5	31.7	31.2	33.5	28.1	19.9	26.5	26.8	18.3	34.3	
NOV.	24.3	26.8	27.7	26.2	29.6	25.3	27.8	24.8	28.4	25.0	22.9	25.2	26.2	27.4	31.8	25.9	19.0	22.5	18.9	22.2	23.5	24.4	25.4	25.2	23.4	25.7	24.4	24.6	25.1	25.4		31.8	
DEZ.	31.0	31.2	22.9	22.7	24.3	26.2	26.6	31.5	32.9	32.0	25.6	21.2	22.8	22.8	24.6	22.4	25.8	23.3	23.9	24.9	27.3	28.4	29.5	32.7	26.7	21.2	20.0	27.5	31.1	27.5	29.2	32.9	

Tabela 30: Umidade relativa do ar diária média ao longo de 2008.

MÉDIAS DIÁRIAS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) - 2008																																	
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÉDIAS MENSAIS	
MÊS																																	
JAN.	80.1	85.7	75.1	74.8	86.5	82.2	77.1	77.9	76.7	73.0	73.5	87.2	91.5	84.9	79.3	72.5	72.7	82.0	85.9	94.0	88.0	88.3	81.4	77.0	84.4	78.1	77.7	84.3	96.7	91.2	88.4	82.2	
FEV.	81.6	69.1	78.8	89.6	84.3	87.0	91.7	84.4	77.5	79.9	77.5	78.4	77.0	77.7	83.1	80.7	75.8	86.4	83.3	86.6	86.7	82.7	87.4	91.3	82.0	81.9	81.5	75.6	82.8		82.2		
MAR.	81.9	68.5	61.1	58.3	63.5	67.9	74.6	79.5	81.5	81.3	82.7	83.0	95.4	84.6	87.9	86.9	94.9	83.0	79.5	80.5	82.3	82.5	82.0	84.1	85.7	82.4	80.2	78.0	84.2	83.6	76.8	79.9	
ABR.	78.3	78.4	91.6	88.9	84.1	88.6	89.3	87.6	84.6	86.3	76.8	70.2	68.5	86.3	93.2	85.1	83.7	83.3	85.5	92.3	88.2	84.8	76.5	73.7	74.6	73.3	71.0	67.0	77.0	52.3		82.0	
MAI.	86.4	96.3	75.5	70.7	70.5	70.2	76.5	77.0	84.4	84.3	83.5	82.6	84.8	84.7	81.5	77.0	84.6	79.6	73.9	72.0	71.2	72.5	72.7	69.2	66.7	74.7	76.2	69.6	78.5	92.6	80.3	78.1	
JUN.	94.1	86.2	79.3	85.9	81.1	78.6	86.8	78.2	65.4	69.4	86.9	83.8	87.9	71.0	70.7	75.3	80.8	78.6	83.8	70.0	81.2	86.9	93.5	92.7	92.6	84.2	85.0	80.8	78.0	83.1		81.7	
JUL.	73.2	83.5	82.9	81.8	80.3	79.2	74.5	72.7	78.0	77.8	82.8	83.1	81.3	75.4	76.3	68.5	66.4	65.7	68.8	67.5	68.5	61.7	69.8	74.8	80.7	74.9	74.9	63.1	73.2	62.5	67.5	73.9	
AGO.	77.8	61.7	88.3	84.1	84.0	90.7	88.8	95.7	96.0	88.7	81.9	74.9	91.2	88.4	84.6	63.8	55.1	57.4	60.3	64.7	65.0	83.0	92.3	82.3	68.0	79.6	72.7	67.3	74.0	89.7	79.9	78.4	
SET.	72.3	65.3	56.5	63.3	79.2	71.0	78.8	88.5	84.3	80.5	82.3	74.8	81.2	92.7	92.9	91.1	80.3	76.5	75.0	82.3	83.0	63.7	78.5	88.6	78.9	86.2	84.6	87.7	77.9	80.7		78.6	
OUT.	82.3	79.1	78.1	83.0	91.1	96.3	92.0	93.0	89.8	77.2	80.9	77.2	66.0	60.9	63.9	79.8	90.3	93.4	92.9	85.1	77.4	76.3	78.0	79.3	84.4	60.6	74.0	90.8	86.9	82.2	90.3	81.7	
NOV.	76.6	84.5	80.7	79.8	77.6	82.0	81.2	83.3	79.8	84.9	84.8	84.2	86.2	86.3	69.2	80.8	93.8	86.3	85.4	77.6	73.7	82.6	82.6	81.2	84.2	81.0	84.5	81.5	79.5	79.9		81.9	
DEZ.																																	#DIV/0!

Tabela 31: Umidade relativa do ar mínima diária ao longo de 2008.

MÍNIMAS DIÁRIAS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) - 2008																																
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	MÍNIMAS MENSAIS
MÊS																																
JAN.	58	72	40	44	57	66	62	56	47	37	49	73	80	61	48	38	54	61	66	89	78	74	70	57	75	60	64	70	95	77	68	37
FEV.	46	43	56	79	64	67	75	57	41	55	47	44	57	49	61	50	48	68	59	54	61	60	64	73	64	62	71	47	66		41	
MAR.	59	40	41	37	34	33	47	53	59	54	66	62	93	71	78	79	93	53	52	43	48	49	60	63	65	68	57	46	61	67	56	33
ABR.	50	47	81	78	66	73	72	68	61	60	46	49	42	72	87	63	57	65	70	84	65	53	41	45	41	38	38	40	51	84		38
MAI.	73	92	50	51	53	39	38	39	63	73	70	71	71	60	42	46	58	49	32	35	31	39	35	45	47	44	39	35	64	86	68	31
JUN.	91	63	50	65	50	46	68	45	38	54	66	48	63	41	51	64	58	39	57	43	70	75	87	82	85	56	65	53	43	45	38	
JUL.	41	66	59	59	44	40	40	36	39	47	58	49	45	35	29	25	32	36	35	28	32	31	31	44	58	44	41	29	26	28	26	25
AGO.	33	41	76	56	48	79	59	93	92	72	56	39	86	65	59	32	27	24	29	22	29	60	86	60	28	54	45	24	39	83	56	22
SET.	36	24	24	18	45	38	59	74	66	44	25	58	57	87	86	83	62	53	51	65	63	34	56	76	53	69	66	73	52	64		18
OUT.	44	63	48	56	75	93	81	87	83	51	49	48	34	28	25	49	80	83	89	60	49	49	43	43	42	24	53	85	67	57	85	24
NOV.	57	58	50	60	37	65	54	65	51	71	73	64	62	59	28	62	91	72	73	58	53	57	54	59	69	61	66	67	56	58		28
DEZ.	35	42	66	58	43	47	43	31	24	37	67	68	60	66	67	72	70	75	72	68	56	55	51	39	61	85	82	63	44	62	63	24

Tabela 32: Velocidade média diária do vento para o ano de 2008.

VELOCIDADE PREDOMINANTE DIÁRIA DO VENTO (Km/h) - 2008																															
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
MÊS																															
JAN.	6.8	6.2	7.5	4.9	4.9	6.0	5.6	6.8	7.0	6.8	8.7	5.5	3.6	4.5	5.2	7.0	9.4	7.7	10.7	6.4	7.5	9.8	9.6	6.4	7.2	9.0	10.6	9.1	7.2	4.7	4.3
FEV.	4.8	6.3	8.1	6.1	6.3	7.0	6.7	6.0	5.4	6.9	5.3	6.5	6.7	5.2	4.7	5.0	6.7	4.0	4.5	4.5	5.9	5.4	4.6	4.4	5.8	6.5	8.9	7.5	8.0		
MAR.	7.5	8.2	8.9	7.3	5.4	4.8	7.4	7.5	4.7	4.7	7.1	6.3	5.6	6.7	7.3	6.9	5.4	5.4	7.4	6.1	3.8	4.6	4.2	5.0	7.6	7.0	5.1	4.7	5.5	7.6	6.5
ABR.	4.7	4.4	2.8	5.3	6.5	6.0	4.3	3.8	4.3	5.3	3.8	5.4	6.1	6.5	6.7	6.1	4.9	5.3	4.1	5.4	5.1	4.0	5.0	3.7	2.7	3.3	3.8	6.9	7.0	7.2	
MAI.	9.8	8.8	13.7	10.0	19.3	5.0	3.1	2.8	4.2	5.2	7.3	7.3	5.6	3.8	4.4	3.6	5.4	5.4	2.8	2.1	2.3	3.0	1.8	6.9	7.3	4.1	3.6	6.5	8.2	6.5	8.3
JUN.	5.3	5.0	8.3	4.8	4.3	3.6	3.4	6.0	10.7	9.3	4.3	6.1	4.7	9.1	11.1	7.3	6.1	4.7	3.3	7.6	7.0	4.6	6.2	5.6	5.8	6.7	6.4	4.3	3.8	2.6	
JUL.	3.2	1.7	3.8	3.4	4.7	6.1	3.9	3.3	4.5	5.2	6.0	7.0	6.2	2.5	3.8	4.2	5.1	5.6	*	*	5.0	7.5	4.8	6.3	5.0	6.8	5.6	3.3	4.4	5.4	4.6
AGO.	4.3	8.9	6.8	5.4	5.5	4.8	7.3	5.3	5.9	7.2	8.5	7.0	5.8	4.7	4.4	5.7	6.5	3.8	4.2	3.3	SE	5.8	7.0	6.2	4.8	4.6	3.9	5.8	6.9	7.5	8.2
SET.	7.6	4.9	4.3	4.3	6.4	6.8	7.8	7.0	9.0	5.0	6.7	5.6	6.5	4.8	6.1	6.5	7.2	8.9	10.1	7.5	SE	10.0	6.8	6.3	10.2	6.5	5.0	5.8	9.2	7.9	
OUT.	6.3	12.6	5.1	6.0	5.5	4.5	5.4	8.9	8.5	9.0	7.7	7.3	7.0	4.7	6.3	7.4	7.2	6.1	7.0	8.6	7.7	5.1	4.2	4.7	6.3	8.5	6.4	5.8	7.8	8.2	6.5
NOV.	6.9	9.2	6.9	4.8	4.6	7.2	7.5	3.8	5.8	6.4	8.3	7.9	5.0	4.2	5.3	6.8	6.7	7.0	7.1	8.8	11.0	10.4	8.7	9.1	7.8	7.5	8.5	8.5	8.4	6.9	
DEZ.	6.2	5.8	8.3	5.7	7.8	7.4	7.5	5.7	4.8	7.2	6.0	6.7	7.9	7.6	5.4	6.7	4.8	5.0	5.3	5.7	6.0	4.1	6.0	6.4	5.3	6.0	5.9	5.9	4.3	6.1	6.0

Tabela 33: Direção predominante diária do vento para o ano de 2008.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO																																
DIREÇÃO PREDOMINANTE DIÁRIA DO VENTO 2008																																
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
MÊS																																
JAN.	ESE	E	ESE	ESE	N	SSE	ESE	ENE	NE	NNE	NNE	SE	ESE	ESE	ESE	NNE	NW	NNW	NNW	NW	ESE	E	E	ESE	E	E	E	E	ENE	E	ENE	
FEV.	SE	SE	WNW	SSE	E	ESE	NE	NW	ENE	N	WNW	SW	NW	SE	ESE	ESE	N	E	E	ENE	NNE	ENE	ENE	E	ESE	ESE	E	ENE	NE			
MAR.	NNE	WNW	WNW	WNW	W	ENE	NE	E	SE	E	N	NW	SW	ESE	ESE	E	NE	ENE	E	NNE	E	ESE	N	SE	ESE	E	ENE	SE	SE	ESE	ESE	
ABR.	ESE	NNE	WNW	ESE	E	E	SE	SSE	SE	E	SE	SSW	NW	NW	ESE	E	SE	SE	ESE	NE	ENE	N	WNW	C	C	SE	NNW	NW	NW	SSE		
MAI.	E	NNE	WNW	WNW	WNW	WSW	ESE	SE	SE	E	ENE	ENE	ESE	ESE	NNE	ESE	E	E	C	SSE	C	C	SSW	WNW	WNW	WNW	E	NNW	NW	SSE	ESE	
JUN.	ESE	ESE	NNE	ESE	WSW	W	ESE	NNE	NW	WNW	E	NNE	ENE	N	NW	SSE	E	N	NNW	WNW	WNW	SE	ESE	ESE	SE	ENE	NE	NE	NE	NNW		
JUL.	SSW	E	SE	SE	E	NE	E	NNE	ESE	ENE	E	ENE	ESE	ESE	SSE	NE	WNW	WNW	SV	SE	ESE	NNW	NNW	SSW	S	ESE	NNE	NNE	SE	WNW	WNW	
AGO.	SE	NW	WSW	ESE	NE	E	NNE	S	SSE	E	NE	N	SSE	E	NW	N	NW	NW	E	SE	SE	SSE	ESE	E	NE	SSE	SE	ENE	SSE	SE	ESE	
SET.	SE	SE	WNW	WNW	ESE	NE	NW	ESE	E	E	NNE	SSE	SE	SSE	SE	SE	SSE	ESE	E	ENE	NW	WNW	S	SE	E	E	S	SE	E	NE		
OUT.	NE	NW	NW	NE	SSE	SE	SSE	SE	ESE	E	NE	NE	NE	SE	SSE	SE	ESE	SE	ESE	ESE	ESE	SSE	NE	SE	NNE	ESE	W	WNW	SE	SSE	NW	SE
NOV.	E	NE	S	SSE	NNE	NW	WNW	SSE	ENE	SE	ESE	NE	SW	SSE	SE	ENE	ESE	SE	ESE	ESE	ESE	E	NE	NE	NE	E	E	ESE	ESE	E	E	
DEZ.	SSE	NNW	SSE	ESE	E	ENE	SE	SE	SE	NNE	SSE	SSE	SE	E	ESE	E	SE	SE	SE	E	ENE	NE	NE	WNW	ESE	SE	SE	ESE	SE	SE	SE	



Tabela 34: Precipitação diária para o ano de 2008.

DIA / MÊS	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	
1	0,5	0,0	0,0	0,0	1,6	5,0	0,0	0,0	0,0	18,5	0,0	0,0	
2	3,6	0,0	0,0	5,5	41,5	0,0	0,0	0,2	0,0	10,3	13,1	32,8	
3	25,8	15,1	0,0	35,0	0,0	0,0	0,0	12,2	0,0	0,0	0,0	0,7	
4	3,1	0,5	0,0	0,6	0,0	39,6	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	
5	24,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,8	0,0	21,0	0,0	0,0	
6	0,0	3,0	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,9	8,0	0,0	
7	0,0	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	4,7	1,3	15,7	0,0	
8	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	10,3	0,0	1,2	0,0	0,0	
9	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	0,3	0,0	0,0	0,0	
10	0,0	14,2	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	14,3	
11	8,6	0,1	9,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	18,8	
12	40,9	11,2	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	22,2	0,8	
13	7,3	0,2	12,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,9	0,0	0,6	0,1	
14	1,0	0,0	0,8	24,9	0,0	0,0	0,0	3,1	13,1	0,0	2,0	0,0	
15	0,0	0,3	3,3	0,9	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1	
16	5,4	1,0	2,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,3	7,8	
17	9,9	20,0	21,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	17,1	6,8	
18	2,0	2,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	19,4	1,3	0,0	
19	10,6	0,4	0,0	0,4	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	0,1	0,0	
20	40,7	5,1	4,4	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	0,0	0,0	0,0	
21	0,4	112,8	0,0	2,8	0,0	7,6	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0	81,1	
22	5,6	0,1	5,2	5,7	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	2,4	23,6	26,8	
23	0,0	0,8	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	3,0	0,0	39,5	5,7	0,0	
24	0,0	13,7	0,3	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	1,5	0,1	0,0	41,1	
25	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5	
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	9,6	
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	
28	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	
29	64,3	1,1	3,1	26,7	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	6,9	0,0	0,0	
30	0,1		1,6	0,9	10,2	0,0	0,0	1,3	0,1	2,9	0,0	0,0	
31	3,5		0,0		2,0		0,0	0,0		0,4		0,0	
total mensal de precipitação (mm):	263,2	218,7	74,6	121,8	56,9	57,3	0,4	88,8	42,0	145,6	112,8	256,3	total anual de:
média 1933-2002 ("valor normal"):	219,8	207,0	165,0	79,6	64,1	50,7	40,0	39,1	77,1	125,5	123,3	181,3	total anual de:
desvio em relação ao valor normal:	43,4	11,7	-90,4	42,2	-7,2	6,6	-39,6	49,7	-35,1	20,1	-10,5	75,0	desvio de:
número de dias com precipitação:	20	19	14	17	6	7	3	12	12	19	14	14	total de:
máximo total diário:	64,3	112,8	21,1	35,0	41,5	39,6	0,2	21,8	13,4	39,5	23,6	81,1	

### TEMPERATURA MÉDIA MENSAL DO AR

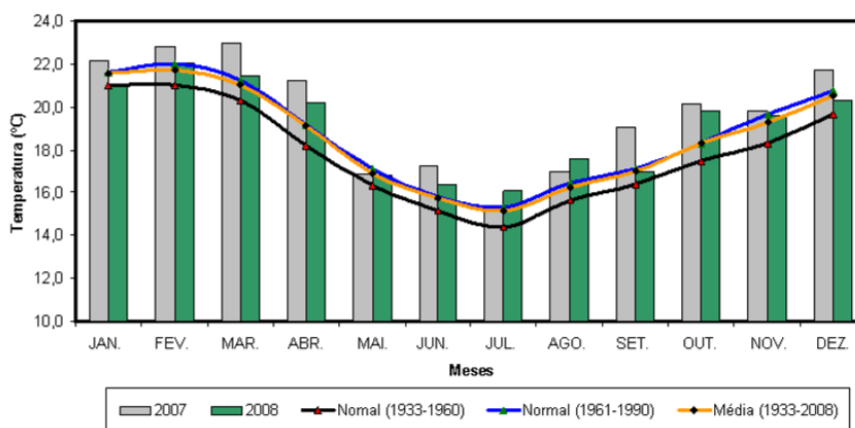


Figura 18: Temperatura média mensal do ar para os anos de 2007 e 2008.

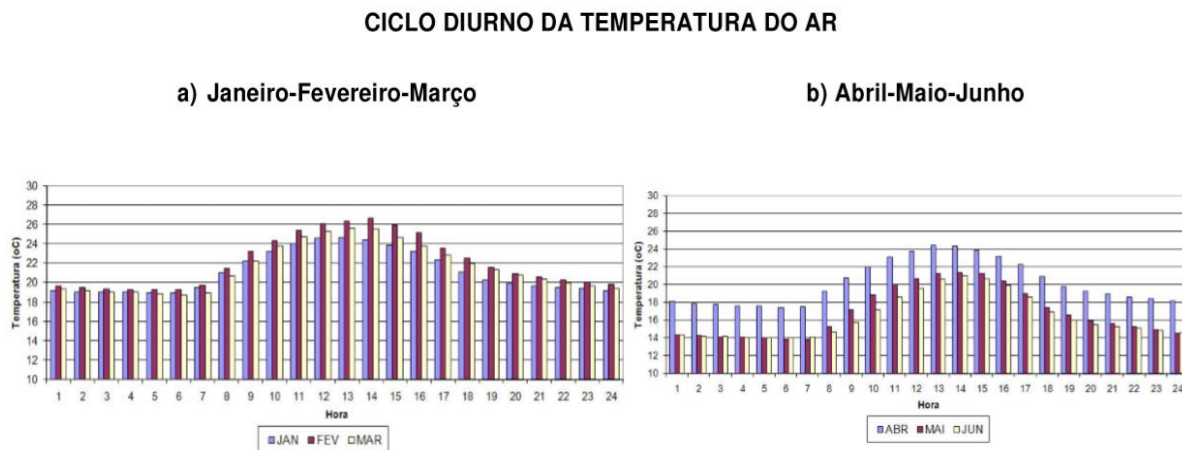


Figura 19: Temperatura média horária em 2008 para as composições de a) Janeiro-Fevereiro-Março; b) Abril-Maio-Junho.

### TEMPERATURA MÍNIMA DO AR E MÍNIMA ABSOLUTA (1933/2008)

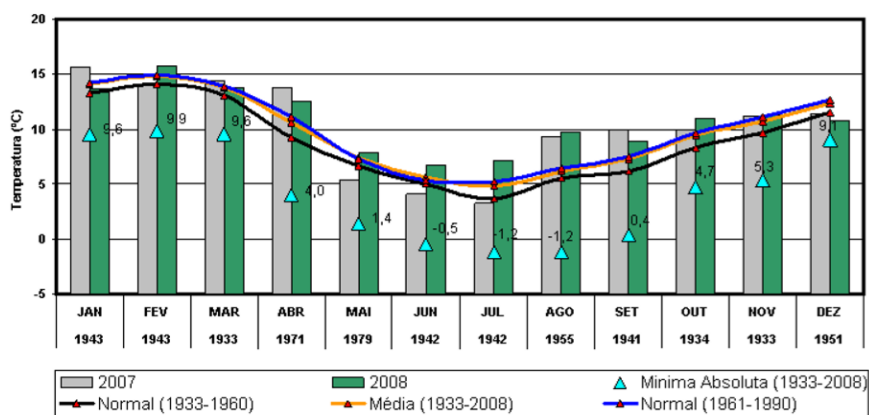


Figura 20: Temperatura do ar mínima mensal para os anos de 2007 e 2008.

### TEMPERATURA MÁXIMA DO AR E MÁXIMA ABSOLUTA (1933 E 2008).

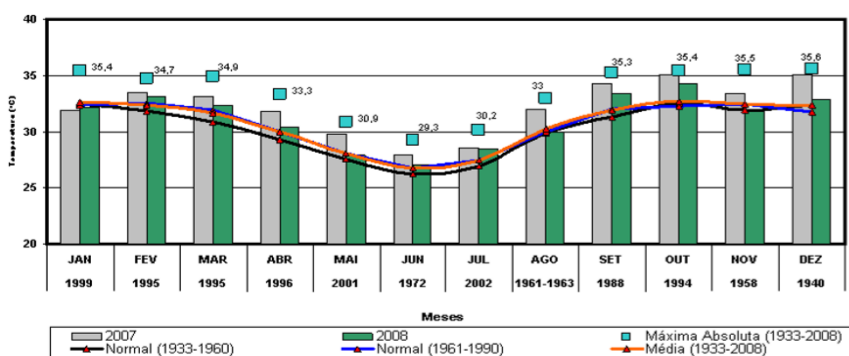


Figura 21: Temperatura do ar máximo mensal para os anos de 2007 e 2008.

### UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA MENSAL

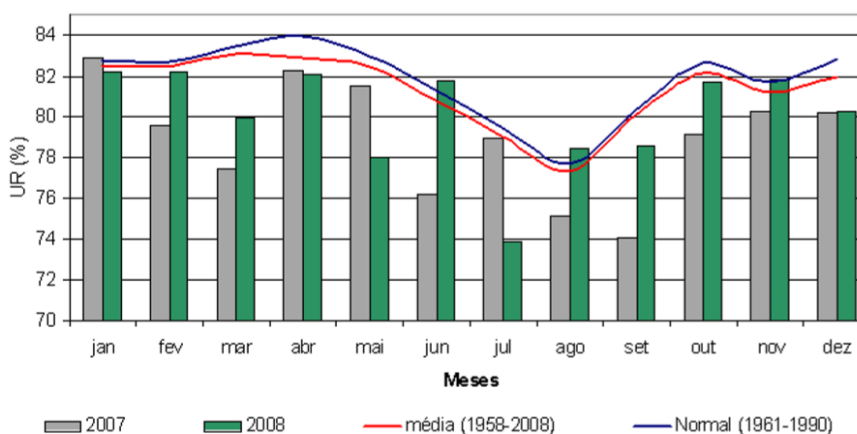


Figura 22: Umidade relativa média mensal para os anos de 2007 e 2008.

### UMIDADE RELATIVA DO AR MÍNIMA MENSAL

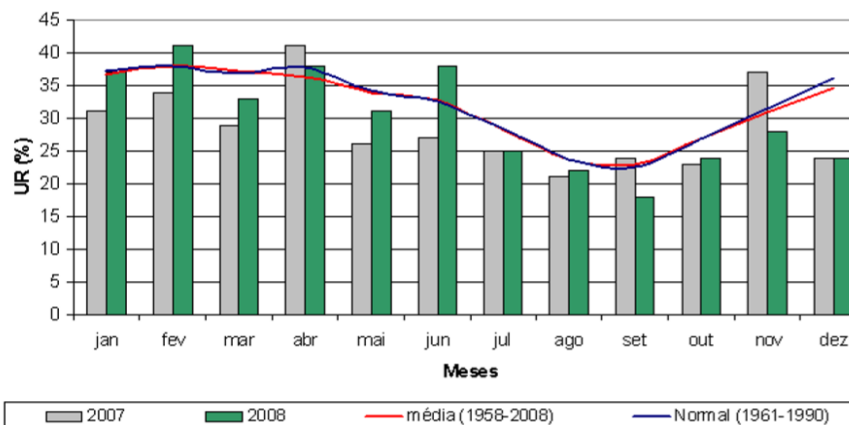


Figura 23: Umidade relativa mínima média mensal para os anos de 2007 e 2008.

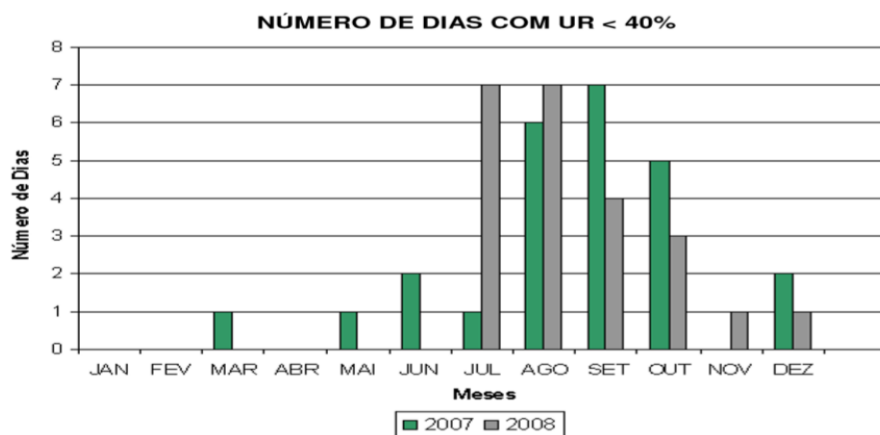


Figura 24: Número de dias mensal com umidade relativa inferior a 40% para os anos de 2007 e 2008.

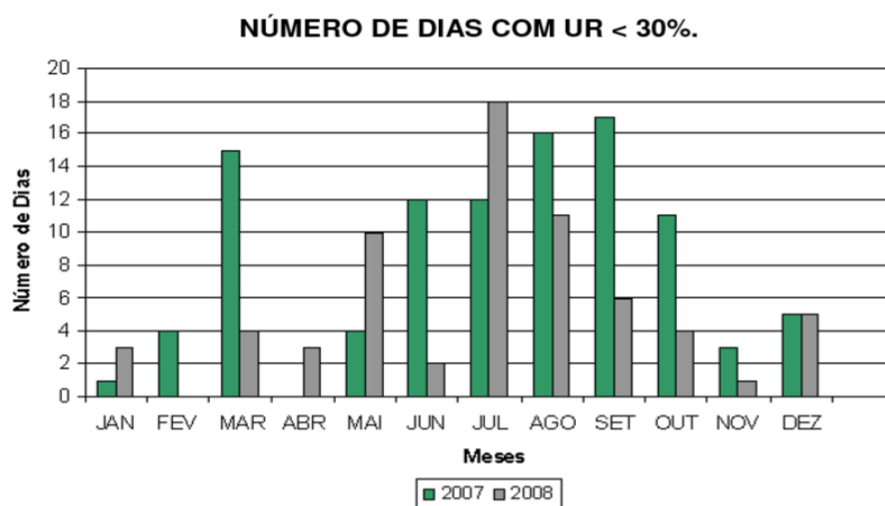
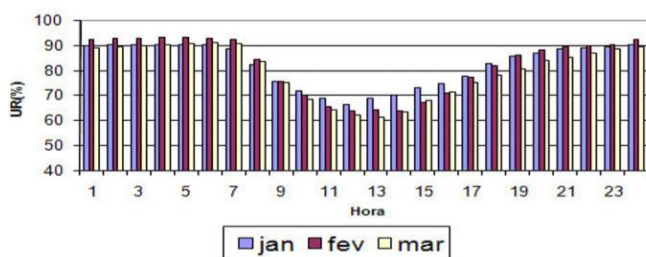


Figura 25: Número de dias mensal com umidade relativa inferior a 30% para os anos de 2007 e 2008.

### CICLO DIURNO DA UMIDADE RELATIVA DO AR

#### a) Janeiro-Fevereiro-Março



#### b) Abril-Maio-Junho

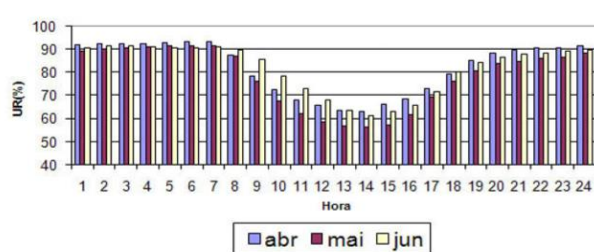


Figura 26: Umidade relativa do ar para as composições de a) Janeiro-Fevereiro-Março; b) Abril-Maio-Junho.

### PRECIPITAÇÃO MENSAL

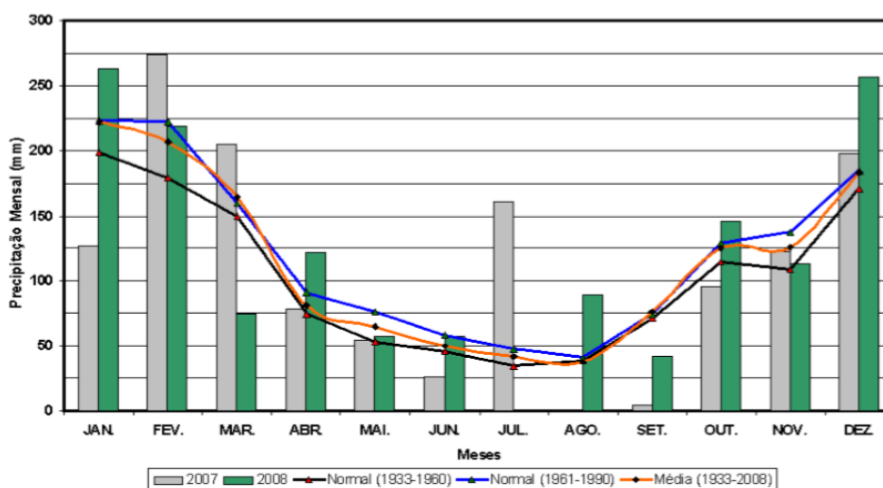


Figura 27: Precipitação mensal ao longo dos anos de 2007 e 2008

### NÚMERO DE DIAS MENSAL COM PRECIPITAÇÃO

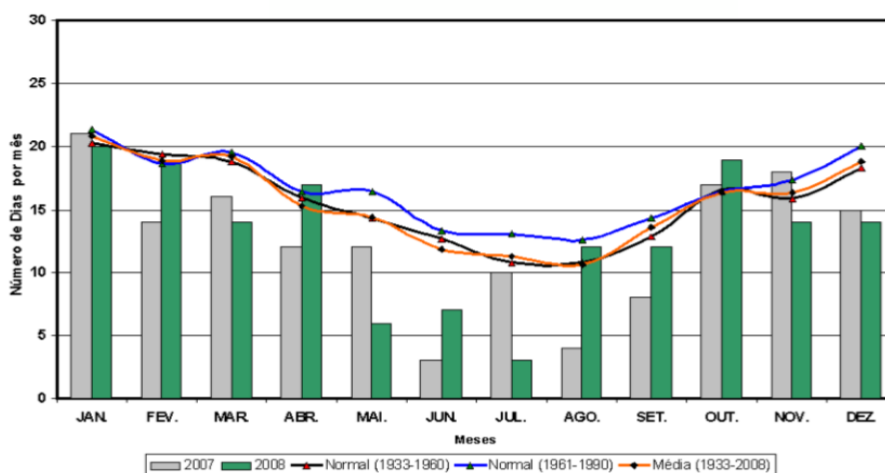


Figura 28: Número de dias mensal com precipitação para os anos de 2007 e 2008.

### Temperatura Média Mensal do Ar - 2013 - EM - IAG - USP

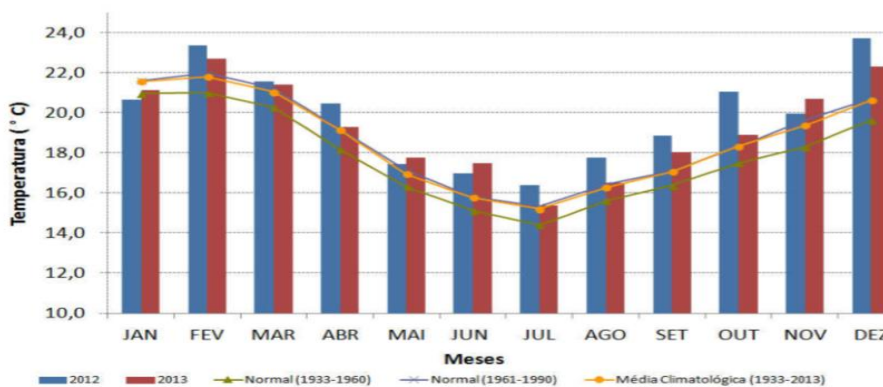


Figura 29: Temperatura média mensal do ar para os anos de 2012 e 2013, normais e médias climatológicas.

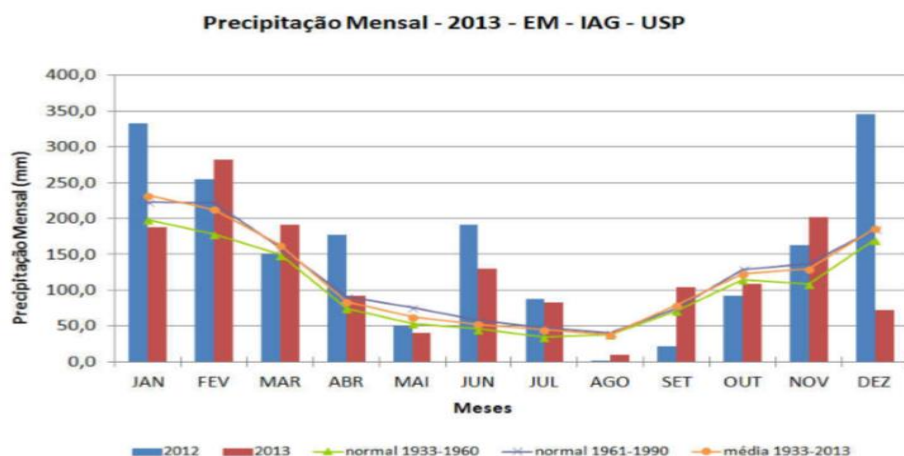


Figura 30: Precipitação mensal acumulada nos anos de 2012 e 2013, além das normais e da média climatológica.

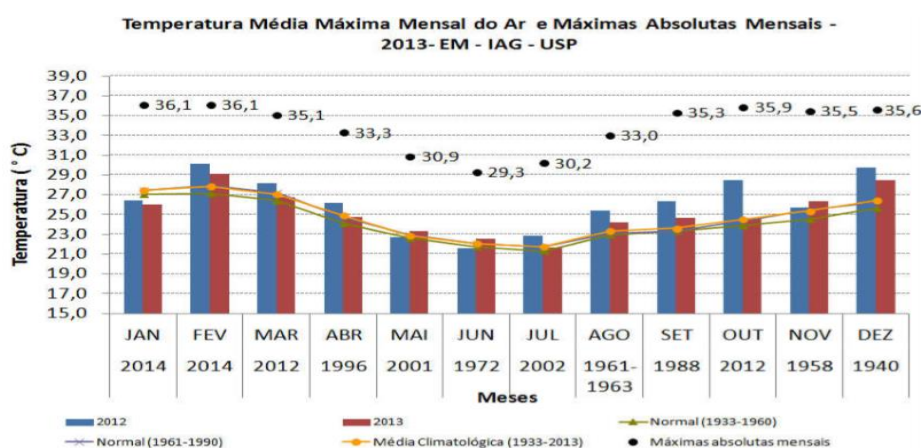


Figura 31: Temperatura média máxima mensal para os anos de 2012 e 2013, valores extremos observados em toda a série (1933-2013), além das normais e da média climatológica.

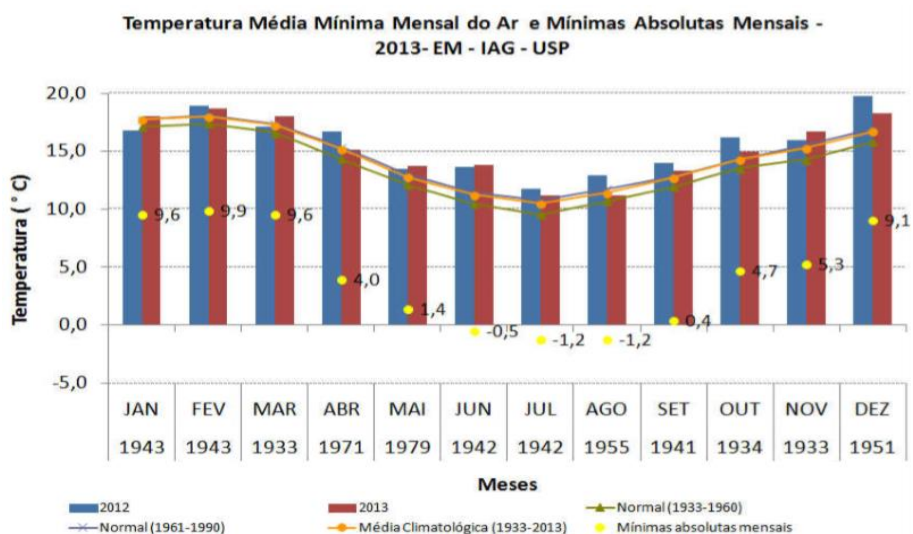


Figura 32: Temperatura média mínima mensal para os anos de 2012 e 2013, valores extremos observados em toda a série (1933-2013), além das normais e da média climatológica.

Tabela 35: Acumulação diária e mensal de precipitação para o ano de 2013.

DIA / MÊS	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	
1	0	11,3	0	0	0	0	27,5	0	0	0,2	0,1	3,4	
2	7,7	4	0	0,8	0	14,2	0,7	0	0	13,5	0	8,5	
3	1,8	4,2	0	3,3	0	1,1	0	0	2,4	10,5	0	0	
4	0	16,9	0	0	0	0,1	0	0	0,4	13,7	42,4	0	
5	0	0	4,7	14	0	0	0	0	0,1	0,4	1	16	
6	18,7	0,7	2,5	0	2,6	0,1	0	0	0	0,1	7,3	0	
7	0	12,1	0	0,4	0,1	0	0	0	0	0,5	4,3	0	
8	14,6	23,6	45	1,6	0	0,1	0	0,1	0,1	0,4	0,1	0	
9	1,1	12,4	43	0	0,1	0	0,5	0	0	0	0	1,3	
10	7,3	12,8	6,6	0	0,2	0	0	0	0	0	0,1	9,1	
11	0	0,4	4,9	35,7	0,1	0,5	0	0	0,1	0	0,1	0,9	
12	16,2	0,4	0,5	1,1	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,6	
13	7,4	51,9	3,3	33,3	0	0	0	0	0	0	0,1	0	
14	47,4	10,4	0,7	1,5	0	0	0,1	3,4	0	0	0	0	
15	1,5	30	0,1	0	0,1	0	0	3,6	0	24,1	0,2	0	
16	22,3	0,1	0	0	1,1	0,1	0,2	0	6,9	24,5	5,5	0	
17	0	0	19,2	0	1,1	17,2	0	0,9	1,1	0,3	46,2	0	
18	8,2	6,6	4,7	0	0	0	0	0,1	1,8	8,1	0	0	
19	1,4	1,4	0,2	0	0	0	5,3	0	10,6	0,2	24,7	0	
20	0,6	0	0,2	0	0	0,4	0,1	0	0	0	0	0	
21	2,3	0	11,1	0	0,1	0	9,9	0	0	0,1	24,2	0,5	
22	0	23,7	0	0	15,3	0,7	4,1	0	18	0	5,6	0,1	
23	2,8	4,6	0,2	0	1,2	0	6,9	0	45,6	3,5	19,5	0	
24	0	14,7	12,7	0	0,5	26,5	9	0	0,8	3,5	6	0	
25	2,2	0,1	0,1	0	0	18,5	14,6	0	1,5	3,1	4,8	7,4	
26	23	39	28,8	0	0	37,3	2,9	0,1	0,3	0,2	8,1	0,1	
27	0,3	0,1	0,2	0	0,5	0,1	0,6	1,9	0	1,9	0	0	
28	0,5	0	0	0,1	5,8	0	0	0	0	0	0	22	
29	0	2,1	0	0,1	5,4	0	0	6,1	0	0,3	2,2	0	
30	0,3	0,3	0	7,5	7,8	0	0,1	8,1	0	1,1	0	0	
31	0,1	0	0	3,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
total mensal de precipitação (mm):	187,7	281,4	191,1	91,8	40,1	130,3	82,5	10,1	103,9	108,8	201,7	72,1	total anual de 1501,5
média 1933-2002 ("valor normal"):	219,8	207,0	165,0	79,6	64,1	50,7	40,0	39,1	77,1	125,5	123,3	181,3	total anual de 1372,5
desvio em relação ao valor normal:	-32,1	74,4	26,1	12,2	-24,0	79,6	42,5	-29,0	26,8	-16,7	78,4	-109,2	desvio de: 129,0
número de dias com precipitação:	22	23	22	10	18	16	15	7	16	19	21	13	total de: 202
máximo total diário:	47,4	51,9	45,0	35,7	15,3	37,3	27,5	3,6	45,6	24,5	46,2	22,0	

Umidade relativa média mensal - 2013 - EM-IAG-USP

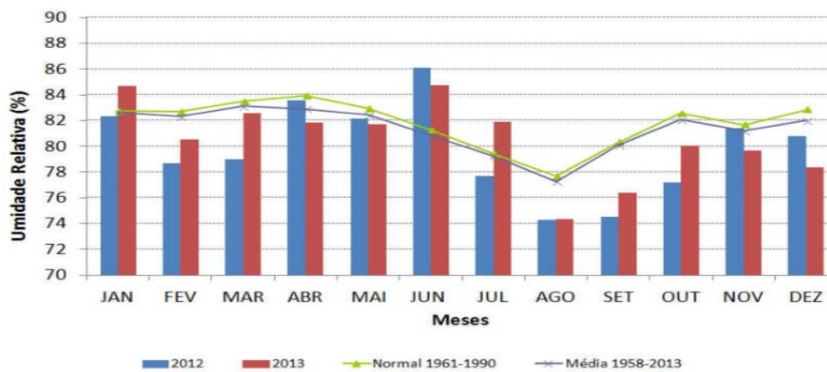


Figura 33: Umidade relativa do ar média mensal para os anos de 2012 e 2013, além da normal e da média.

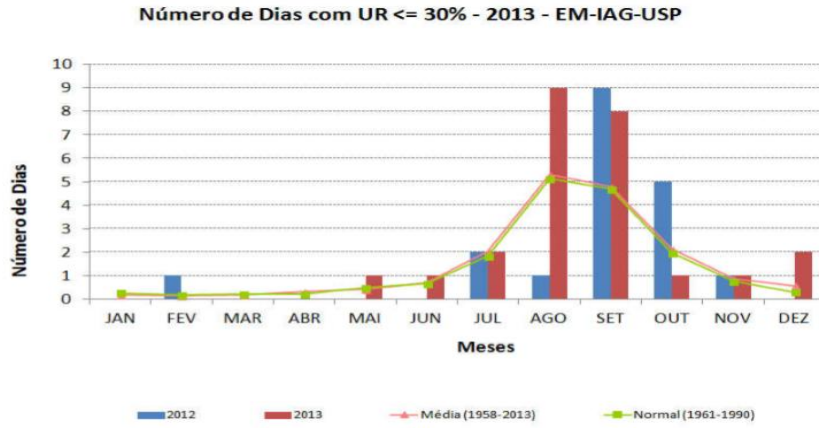


Figura 34: Número de dias com umidade relativa abaixo de 30% em 2012 e 2013, além da média e da normal climatológica.

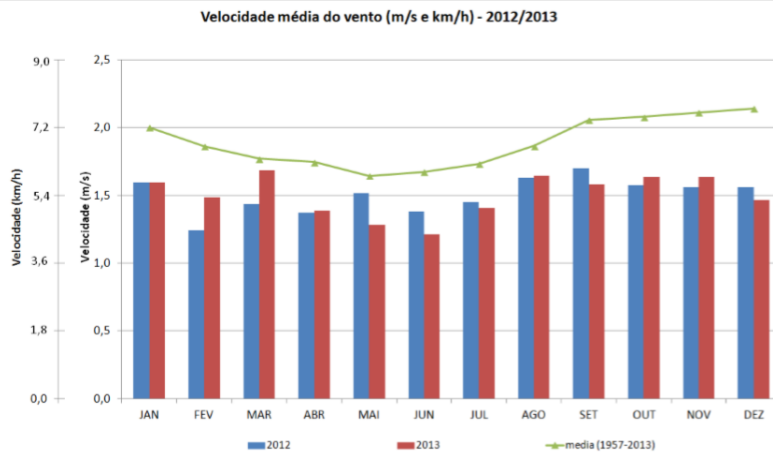


Figura 35: Velocidade média mensal do vento (m/s e k/h) nos anos de 2012 e 2013, além da média climatológica.

Tabela 36: Direção predominante (a) e velocidade média diária (km/h) (b) em 2013.

DIA MÊS	DIREÇÃO PREDOMINANTE - 2013																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Jan	NNW	SSE	ESE	E	E	ENE	NW	NNW	SSE	SSE	SSE	E	E	N	NNE	E	NW	SE	SE	SSE	ESE	E	E	NE	WNW	SSE	E	E	ESE	ESE	SE	
Fev	NE	WNW	NW	SSE	E	E	E	NNE	NE	N	NE	NE	NW	NE	N	ENE	ENE	SSE	ENE	ENE	SSE	SSE	SSE	ESE	ESE	NW	SSE	E	ESE	ESE	SE	
Mar	E	E	NE	NE	ENE	NE	NE	NNE	E	NE	NW	NW	NW	SE	ENE	ESE	SSE	ENE	ENE	SSE	ENE	ENE	ENE	E	NE	ESE	ESE	ESE	ESE	C	WSW	
Abr	SE	ENE	ENE	NW	WSW	SE	SE	E	E	NE	NW	S	SE	ENE	SSW	SE	SE	ESE	SE	SE	SE	ESE	E	E	ENE	NW	NW	NW	NE	E		
Mai	ESE	SE	NNW	NW	SSE	SSE	W	SSE	E	ESE	NE	NNW	NNW	NE	NW	WSW	SE	E	ENE	WSW	SSE	SSE	ESE	E	ENE	NNW	WNW	SW	E	N	SE	
Jun	NNE	NNE	SE	C	NE	C	SE	ENE	NE	NE	E	SE	C	SE	NE	NW	C	SE	NE	NNW	WNW	E	ENE	NNW	WNW	SW	E	N	SE	E	NNE	
Jul	SSE	E	NE	NE	NE	W	SSE	ESE	NE	NE	E	C	C	SSE	SE	C	C	SSE	NE	NW	SE	SE	SSE	SW	SSE	C	C	C	SE	NNE		
Agosto	N	WNW	NW	NW	E	NNE	ENE	NNE	NW	WNW	WNW	E	NNE	S	SSE	ESE	ESE	E	E	NE	NNE	NW	SSE	SW	SSE	W	S	WNW	SSE	NE	E	NE
Set	SE	NNW	SW	SSE	E	ENE	NE	ESE	SE	SE	NE	NE	ENE	ENE	ENE	ENE	NNW	ESE	SE	E	NNW	SE	ENE	S	S	SSE	SE	ENE	NE	N	NE	
Out	WNW	SE	NE	WNW	SSE	SSE	ESE	SE	NE	NE	NE	NE	NNE	SSE	SE	SE	E	S	NE	NW	ESE	NNW	NNW	ESE	NE	ESE	NE	SSE	ESE	E	E	
Nov	ENE	NNE	NE	SSE	SSE	ESE	E	NE	SSE	ENE	NW	ESE	SE	NE	N	SE	E	E	ENE	NNW	ENE	SSW	ESE	ENE	ENE	C	C	C	C	NNW	NW	NNW
Dez	ESE	SE	W	ENE	NW	SSE	SSE	NE	NE	SSE	SSE	SE	E	ENE	E	SE	E	SE	SE	SSE	SE	SSE	SE	SSE	C	C	C	C	NNW	NW	NNW	

DIA MÊS	VELOCIDADE MÉDIA DIÁRIA (km/h) - 2013																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Jan	7.3	6.0	5.3	6.3	5.8	6.1	6.0	7.1	5.1	6.6	6.7	4.2	3.5	4.2	5.8	4.5	7.8	4.0	4.5	5.9	5.5	6.5	6.0	6.1	6.3	4.9	6.0	6.8	5.1	5.1	5.9
Fev	3.9	6.3	6.3	6.2	6.7	6.8	4.0	5.5	3.4	5.0	5.7	5.8	3.6	4.0	5.1	6.0	5.5	4.5	3.9	4.5	5.4	5.4	4.8	4.9	5.9	7.3	4.8	6.8			
Mar	5.9	4.9	6.4	5.6	6.5	6.2	4.8	4.8	6.3	5.6	4.8	5.9	7.4	6.0	8.6	4.3	7.1	6.4	7.8	9.0	7.8	4.5	5.2	5.9	4.9	3.1	5.2	4.8	5.9	6.9	5.8
Abr	3.9	4.7	3.9	7.8	10.8	5.9	3.5	4.5	5.5	6.0	6.7	6.9	6.7	4.8	2.6	4.9	4.4	4.8	4.5	5.0	5.5	5.5	4.0	5.4	4.3	3.7	3.3	3.3	4.4	2.2	
Mai	3.4	4.0	5.1	4.3	3.5	5.6	7.2	4.2	3.8	4.8	4.8	4.2	2.8	4.8	4.8	3.7	5.8	5.0	4.5	3.7	3.5	2.2	3.8	3.5	4.0	4.7	5.5	4.5	10.5	6.5	4.9
Jun	6.8	3.4	2.5	2.3	4.1	3.6	2.4	3.1	4.3	5.2	3.5	3.0	2.3	2.5	3.4	4.8	3.0	2.8	4.7	2.9	10.1	9.5	5.3	6.0	4.6	3.9	2.4	2.9	8.6	3.4	
Jul	4.2	6.0	5.3	6.5	5.2	4.9	3.3	4.5	4.9	7.0	5.9	5.6	4.0	2.8	4.5	3.0	4.2	5.5	4.6	8.9	10.3	3.8	4.7	6.4	5.8	3.7	2.4	2.8	4.0	4.8	
Agosto	3.3	3.1	2.6	5.8	5.1	5.4	6.4	6.1	3.9	9.8	6.8	6.3	5.3	7.9	6.4	6.6	5.5	8.7	6.3	7.4	7.1	6.5	4.4	5.7	3.9	5.3	8.8	6.3	7.8	5.1	4.1
Set	4.2	4.3	3.8	6.1	6.6	3.5	7.2	5.5	4.5	4.0	5.8	6.2	4.7	4.4	4.3	6.3	3.8	4.7	4.4	4.7	9.2	4.6	4.8	5.5	8.1	7.0	6.7	8.5	4.3	3.0	
Out	6.5	4.8	4.3	3.6	5.2	5.3	6.3	7.3	7.2	7.0	6.8	5.9	5.9	4.8	5.6	3.5	3.6	5.1	3.4	6.7	8.5	5.6	4.5	5.0	5.8	6.0	7.2	7.3	6.1	5.5	6.8
Nov	7.2	7.1	5.9	4.5	6.5	6.0	4.7	4.5	4.5	4.8	7.2	11.7	9.5	8.7	6.5	7.7	5.7	5.7	5.0	6.5	5.0	3.8	4.8	5.6	4.8	3.7	3.9	5.9	6.8	5.0	
Dez	4.7	5.4	7.0	5.5	8.0	5.1	6.0	6.8	6.8	7.1	5.8	6.3	6.7	5.7	5.3	5.1	6.4	7.0	5.0	3.1	2.4	3.5	3.2	1.8	2.3	2.5	2.6	4.3	5.2	3.0	10.0



Tabela 37: Pressão atmosférica (hPa) média em 2013.

PRESSÃO ATMOSFÉRICA MÉDIA DIÁRIA (hPa) - 2013																																			
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
MÊS																																			
Janeiro	923,1	926,1	929,0	929,1	926,5	923,6	922,1	922,5	923,4	923,7	923,2	923,7	925,7	924,8	922,0	920,1	921,2	921,4	922,1	924,1	927,4	928,5	926,5	922,0	919,9	922,2	925,8	927,2	927,0	925,7	924,2				
Fevereiro	924,3	924,2	921,8	922,1	925,2	925,6	925,6	925,8	926,2	925,4	923,6	922,6	923,8	924,5	924,0	922,5	923,5	924,4	925,6	925,0	924,1	925,1	926,6	924,7	923,6	925,4	926,4	923,5	924,3	924,7	923,9	926,3	928,8	929,6	929,2
Março	926,1	926,8	926,1	924,2	923,1	923,6	926,4	926,6	924,4	921,5	921,1	920,6	921,1	925,7	926,5	926,1	927,3	928,9	927,4	924,7	923,6	925,4	926,4	923,5	924,3	924,7	923,9	926,3	928,8	928,9	926,3	928,8	929,6	929,2	
Abril	927,7	926,7	925,8	923,2	920,8	923,8	925,1	926,3	926,2	926,5	926,0	923,4	921,5	925,9	925,6	923,8	926,5	927,0	928,2	929,0	928,9	921,9	921,6	920,7	929,9	928,8	928,8	925,4	922,5	921,9	924,9	924,9	928,4	928,4	
Maió	928,2	927,6	925,4	924,6	924,5	926,0	926,4	929,4	920,1	920,2	929,6	927,9	927,8	927,1	925,9	927,1	921,5	921,9	928,9	926,3	924,9	925,0	925,9	927,2	928,8	928,8	925,4	922,5	921,9	924,9	924,9	928,4	928,4		
Junho	926,7	925,8	928,7	920,2	928,8	928,5	920,2	922,2	921,0	929,3	928,7	928,8	928,9	927,4	928,0	925,6	925,3	928,2	926,7	926,8	921,9	924,4	920,2	929,8	927,8	927,4	928,2	926,3	923,6	926,4	926,4	926,4	926,4		
Julho	928,5	920,9	921,8	923,3	921,7	928,7	928,1	922,4	924,3	923,3	921,4	920,5	929,0	927,6	926,9	928,5	927,8	924,9	925,4	921,5	922,2	925,5	929,0	921,8	922,6	925,2	922,3	920,0	922,0	921,7	920,3	921,7	920,3		
Agosto	929,1	927,9	926,9	926,6	920,0	920,4	927,5	925,1	925,7	924,0	926,0	925,2	925,5	929,1	922,1	920,8	921,5	922,7	922,1	921,6	928,9	926,0	926,6	928,5	926,0	924,6	927,7	923,1	922,5	921,0	928,5	928,5			
Setembro	926,1	923,1	925,0	921,0	922,9	921,9	920,1	920,1	920,8	921,3	929,3	927,1	927,5	927,5	925,8	922,4	922,9	929,3	921,0	926,3	921,9	923,9	926,1	925,0	928,1	929,6	929,2	926,9	926,1	924,1	924,1	924,1			
Outubro	923,8	925,4	926,0	923,6	925,8	929,2	922,5	923,3	920,7	929,7	928,7	927,9	925,8	925,0	927,1	926,2	923,2	920,4	921,9	922,7	923,0	925,2	925,8	926,7	929,5	924,7	922,8	926,8	926,5	925,4	927,2	927,2			
Novembro	927,8	926,7	923,2	921,9	926,7	929,6	928,3	925,3	922,9	921,8	919,5	920,7	926,3	928,5	925,1	923,5	925,2	925,0	924,6	925,1	922,7	921,6	923,2	925,3	925,6	922,0	919,0	919,8	923,2	925,7	925,7	925,7			
Dezembro	925,7	921,4	921,3	921,5	922,6	922,5	923,8	924,0	922,5	921,3	922,1	923,4	922,9	922,7	922,2	921,7	921,4	920,7	920,7	920,2	920,4	920,5	920,8	920,9	922,2	923,0	922,6	922,6	922,1	921,6	921,6	921,6			