

BOLETIM CLIMATOLÓGICO ANUAL DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP - 2009 -



Seção Técnica de Serviços Meteorológicos

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
Universidade de São Paulo

Universidade de São Paulo

Reitor: Prof. Dr. João Grandino Rodas

Vice Reitor: Prof. Dr. Hélio Nogueira da Cruz

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

Diretor: Prof. Dr. Tércio Ambrizzi

Vice-Diretor: Prof. Dr. Laerte Sodré Júnior

Seção Técnica de Serviços Meteorológicos

Chefe: Prof. Dr. Carlos Augusto Morales Rodriguez

Vice-Chefe: Msc. Mario Festa

Av. Miguel Stefano, nº 4200, Água Funda

CEP: 04301-904, São Paulo, SP, Brasil

Telefone/FAX: 11-5073-9151 / 11-50776315

e-mail: estação@model.iag.usp.br

<http://www.estacao.iag.usp.br>

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação do IAG-USP

Boletim Climatológico Anual da Estação Meteorológica do IAG-USP/ Seção Técnica do Serviço Meteorológico – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – v 13, 2009 – São Paulo: IAG-USP, 2009

Anual

ISSN 1415-4374

1. Meteorologia; 2. São Paulo – Climatologia; 3. Umidade do Ar; 4. Irradiação Solar Global Diária; 5. Insolação Relativa Diária; 6. Temperatura do Ar; 7. Precipitação/Evaporação; 8. Pressão Atmosférica; 9. Vento; 10. Fenômenos Meteorológicos; Estação Meteorológica / Seção Técnica de Serviços Meteorológicos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas / Universidade de São Paulo.

ISSN 1415-4374



Capa: Composição de fotos tiradas na Estação Meteorológica, em datas diversas –Nuvem Stratocumulus (nesse caso, designada também por Asperatus), por Mário Festa (1); Nuvem Cumulonimbus, pelo Prof. Dr. Carlos Augusto Morales Rodriguez (2) e Nuvem Contrail (trilha de condensação), por Mário Festa (3). No centro, o novo logo da Estação Meteorológica.

BOLETIM CLIMATOLÓGICO ANUAL DA ESTAÇÃO
METEOROLÓGICA DO IAG/USP

-2009-

Seção Técnica de Serviços Meteorológicos

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
Universidade de São Paulo

PREFÁCIO

Este boletim apresenta um sumário das principais observações da Estação Meteorológica do IAG USP, obtidas de forma ininterrupta durante o ano de 2009. Adicionalmente às observações meteorológicas, médias climatológicas e normais são apresentadas e utilizadas para uma avaliação das características climatológicas de 2009. O detalhamento dos instrumentos em operação, procedimentos de observação meteorológica e análise, e organização do acervo de dados estão contidos no Relatório Técnico nº 1, disponível no portal da internet da Estação Meteorológica (<http://www.estacao.iag.usp.br>). Este boletim é editado com frequência anual com informações devidamente revistas e atualizadas.

Desde o início de 2009, a Estação Meteorológica conta com um portal na internet, <http://www.estacao.iag.usp.br>, aonde além das informações observadas em tempo real, dados históricos e características de cada estação do ano estão disponíveis. Além da disseminação pública das informações meteorológicas, a Estação Meteorológica transmite ininterruptamente os dados meteorológicos observados nos horários SYNOP para a Organização Meteorológica Mundial (OMM) através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sob o número 83004.

A Seção Técnica de Serviços Meteorológicos do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo está localizada no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (antigo Parque do Estado), Bairro da Água Funda, Capital, SP. Ela é constituída de um cercado meteorológico, de um conjunto de salas no terraço do edifício da administração do CIENTEC (“terraço da Estação”), e de uma torre no alto deste mesmo edifício (“torre da Estação”). Em termos geográficos, tanto o cercado quanto o edifício se encontram nos arredores do marco da latitude 23°39' S, longitude 46°37' W e Altitude 799,2m.

As instalações da Estação Meteorológica têm sido praticamente as mesmas desde o início de suas atividades em 22 de novembro de 1932. Além de medir, observar, analisar e disseminar variáveis de superfície, e de receber visitantes de quase todas as faixas escolares ao longo do ano, a Estação Meteorológica tem sido utilizada como laboratório didático para aulas práticas do curso de Bacharelado em Meteorologia. Uma descrição detalhada das atividades desenvolvidas do ano de 2009 pode ser encontrada no Relatório Anual disponível no IAG-USP.

O cumprimento de todas as tarefas mencionadas acima esteve a cargo do corpo técnico especializado do IAG USP constituído de três Especialistas em Laboratório: Mário Festa, Samantha Novaes Santos Martins e Sérgio Torre Salum e seis Técnicos de Laboratório: Carlos Teixeira de Oliveira, Edvaldo Gomes da Silva, Edvaldo Mendes dos Santos, Maria Aparecida Fialho, Pety Runha Lourenço e Willians Garcia. Destaca-se a inestimável contribuição do Prof. Dr. Paulo Marques dos Santos para a manutenção do mais alto padrão e rigor das atividades desenvolvidas na Estação Meteorológica do IAG USP em boa parte das últimas décadas e do Dr. Frederico Luiz Funari, que mesmo aposentado em 2008 vem contribuindo com a Estação Meteorológica.

Portanto, o bom funcionamento diário da *Estação* é fruto do trabalho de profissionais qualificados e dedicados, cuja contribuição pessoal à riqueza do acervo é incontestável. Espera-se que este boletim seja um indicador do esforço desenvolvido ao longo destas muitas décadas de serviço.

São Paulo, 23 de Março de 2010.

Carlos Augusto Morales Rodriguez
Chefe da Seção Técnica de Serviços Meteorológicos

SUMÁRIO

PREFÁCIO

LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	8
1. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS - SUMÁRIO	9
2. RELATÓRIOS TÉCNICOS.....	11
3. ACERVO DE DADOS.....	12
3.1 Verificações no Banco de Dados	13
3.2 Banco de Dados MySQL®	14
3.3 Novos Procedimentos	14
3.4 Normais e Médias Climatológicas	14
4. DADOS CLIMATOLÓGICOS DE 2009 E COMPARAÇÃO COM A SÉRIE HISTÓRICA.....	15
4.1 Temperatura.....	15
4.2 Precipitação.....	22
4.3 Umidade relativa do ar.....	29
4.4 Vento	33
4.5 Pressão	37
4.6 Fenômenos diversos.....	38
4.7 Irradiação e Insolação	41
5. ATIVIDADES DE APOIO: ENSINO E SOCIEDADE.....	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura média mensal do ar para os anos de 2008 e 2009.....	15
Figura 2 - Temperatura média máxima mensal para o anos de 2008 e 2009, valores extremos observados em toda série (1933-2009), normais e média climatológica.....	16
Figura 3 - Temperatura média mínima mensal para o anos de 2008 e 2009, valores extremos observados em toda série (1933-2009), além das normais e da média climatológica.....	17
Figura 4 - Temperatura Média Mensal para o período de 1933-2009..	19
Figura 5 – Temperatura média máxima (a) e média mínima (b) para o período de 1933-2009.	19
Figura 6 - Temperatura média anual de 1933-2009 para as estações do ano (a) verão; (b) outono (c) inverno; (d) primavera.....	20
Figura 7 - Precipitação Mensal acumulada nos anos de 2008 e 2009	22
Figura 8 - Precipitação diária máxima absoluta mensal para o período de 1933-2009 com a indicação da data de sua ocorrência	23
Figura 9 - Máximos mensais absolutos de precipitação acumulada para o período de 1933-2009.....	24
Figura 10 - Mínimos mensais absolutos de precipitação acumulada para o período de 1933-2009.....	24
Figura 11 - Número de dias com precipitação para os anos de 2008 e 2009	25
Figura 12 - Precipitação acumulada anualmente (1933-2009)	26
Figura 13 - Número de dias com chuva a cada ano ao longo de toda a série (1933-2009)	26
Figura 14 - Umidade relativa do ar média mensal para os anos de 2008 e 2009, além da normal e da média climatológica.....	29
Figura 15 - Número de dias com umidade relativa abaixo de 30% em 2008 e 2009.....	30
Figura 16 - Umidade relativa média mínima mensal e os valores extremos observados em toda série (1933-2009).	30
Figura 17 - Umidade relativa média horária em 2009 para cada estação do ano: a) verão; b) outono; c) inverno; d) primavera	31
Figura 18 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para os anos de 2008 e 2009.....	34
Figura 19 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para DJF de 2007/2008 e 2008/2009	35
Figura 20 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para MAM de 2007/2008 e 2008/2009.....	35
Figura 21 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para JJA de 2007/2008 e 2008/2009	36
Figura 22 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para SON de 2007/2008 e 2008/2009	36
Figura 23 - Número de dias por mês em que se registrou garoa nos anos de 2008 e 2009, além da média (1933-2002)..	38
Figura 24 - Número de dias por mês em que se registrou orvalho nos anos de 2008 e 2009, além da média climatológica..	39
Figura 25 - Número de dias por mês em que se registrou orvalho nos anos de 2008 e 2009, além da média climatológica..	39

Figura 26 - Número de dias por mês em que se registraram trovoadas nos anos de 2008 e 2009, além da média climatológica..	40
Figura 27 - Número de dias anuais com trovoadas em toda a série (1958-2009).....	41
Figura 28 - Irradiação Solar Global para os anos de 2008 e 2009.....	42
Figura 29 – Irradiação solar global mínima mensal.....	42
Figura 30 - Irradiação solar global máxima mensal.....	43
Figura 31 - Número de horas de brilho solar por mês (insolação) em 2008 e 2009.....	43
Figura 32 – Recordes mínimos dos totais mensais de horas de brilho solar	44
Figura 33 – Recordes máximos dos totais mensais de horas de brilho solar.....	44
Figura 34 – Média diária do número de horas de brilho solar (insolação) em 2008 e 2009	45
Figura 35 – Consultas atendidas em ensino e pesquisa.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de recordes registrados na Estação Meteorológica durante todo o período de funcionamento (1933-2009)	9
Tabela 2 - Situação em que se encontra a digitalização do acervo de dados e respectivos arquivos	12
Tabela 3 - Exemplo da saída do algoritmo para a variável temperatura	13
Tabela 4 - Temperatura do ar (a)mínima; (b) média; (c) máxima diária ao longo de 2009	21
Tabela 5 – Média climatológica e normais mensais e anual	22
Tabela 6 - Acumulação diária e mensal de precipitação para o ano de 2009.....	27
Tabela 7 - Totais mensais e anuais de precipitação de 1933-2009.....	28
Tabela 8 - Umidade relativa do ar (a) média; (b) mínima mensal em 2009.....	32
Tabela 9 - Direção predominante (a) e velocidade média diária em 2009	37
Tabela 10 - Médias diárias de Pressão Atmosférica para 2009.....	37
Tabela 11 - Fornecimento de dados à sociedade.....	46
Tabela 12 - Visitas escolares recebidas na Estação Meteorológica para o ano de 2009	47

1. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS - SUMÁRIO

O ano de 2009 destacou-se principalmente por ser mais chuvoso que a média climatológica, apresentar dois recordes históricos de precipitação diária e por ter o mês de julho extremamente úmido. Nos próximos parágrafos são apresentadas de forma sucinta as principais características observadas na temperatura do ar, umidade relativa, precipitação, fenômenos meteorológicos e radiação solar ao longo de 2009. Maiores detalhes são apresentados e discutidos na seção 4 deste boletim. Para referência dos leitores, a Tabela 1 apresenta os recordes históricos observados na Estação Meteorológica (EM) ao longo dos 77 anos de existência.

Tabela 1 - Lista de recordes registrados na Estação Meteorológica durante todo o período de funcionamento (1933-2009)

Recorde	Valor	Data
Maior temperatura	35,6°C	7 de dezembro de 1940
Menor Temperatura	-1,2°C	6 de julho de 1942
Mês mais chuvoso ¹	470,7mm	Março de 1991
Mês menos chuvoso	0,4mm	Julho de 2008
Maior acumulação de precipitação em 24h	145,9mm	6 de março de 1966
Ano mais chuvoso	2236,0mm	1983
Menor Umidade Relativa	12%	23 de novembro 1968

Temperatura do ar: as temperaturas médias mensais foram similares ou pouco maiores que a média climatológica e as normais, porém o mês de junho apresentou temperatura média abaixo da média climatológica. As temperaturas máximas médias tiveram valores próximos aos da média e das normais, com exceção dos meses de junho e julho, que apresentaram médias máximas abaixo da média e novembro que apresentou médias máximas acima da média. Com relação às médias mínimas, a maior parte dos meses também apresentou valores próximos aos da média e das normais. Entretanto, o mês de junho apresentou mínima mais fria que a média. Por outro lado, o mês de novembro apresentou mínima mais quente que a média climatológica. A maior amplitude térmica registrada no ano de 2009 foi de 18,8°C no dia 5 de junho, quando a temperatura máxima registrada foi 26,1°C e a mínima foi 7,3°C. A maior temperatura registrada na Estação em 2009 foi 33,7°C no dia 19 de novembro e a mínima foi de 4,6°C no dia 4 de junho.

Umidade relativa do ar: em geral, os meses de 2009 apresentaram valores médios de umidade relativa próximos à média climatológica, com exceção dos meses de julho, setembro, outubro e dezembro, que apresentaram valores de umidade superiores às médias climatológicas. Com grande destaque, temos o mês de julho que apresentou umidade relativa média de 86,6%, superior às normais e a média climatológica. Foram registrados 9 dias com umidade relativa inferior a 30%, o que contrasta com o ano de 2008, em que foram registrados 23 dias com esta

¹ O mês de janeiro de 2010 superou este recorde, pois foram acumulados 653,2mm.

característica. A menor umidade relativa registrada ao longo de 2009 foi de 16%, no dia 14 de agosto.

Precipitação: a precipitação acumulada no ano de 2009 foi de 1883,6mm, que é superior a média climatológica. Os meses de março, julho, setembro e novembro se destacaram por serem mais chuvosos que a climatologia. O maior destaque do ano de 2009 foi a acumulação do mês de julho: 200mm, que é bem superior a média climatológica e contrapõe com julho/2008, em que foi acumulado apenas 0,4mm. A maior estiagem observada no ano de 2009 ocorreu entre os dias 13 e 24 de junho. A maior acumulação diária de precipitação em 2009 ocorreu no dia 17 de março (139,3mm), porém o recorde histórico é de março de 1966, com 145,9mm (Tabela 1). Porém, foram registrados 2 recordes de maior acumulação diária, em outros meses: no dia 11 de julho, com acumulação de 73,8mm (correspondendo a aproximadamente 143% da média desse mês, ou seja em apenas um dia choveu mais do que costuma chover no mês de julho) e dia 8 de setembro, onde observou-se 84,2mm (equivalente a 93% da média mensal).

Garoa: durante o ano de 2009 foram registrados 116 dias em que houve ocorrência de garoa, o que contrasta com o ano de 2008, em que foram registrados 67 dias. Como a média climatológica é de 79 ocorrências, temos que o ano de 2009 apresentou mais ocorrências do que a média climatológica. O registro de garoa depende de observação visual, portanto pode apresentar um desvio padrão elevado, o que é discutido na seção 4.6.

Orvalho: durante o ano de 2009, foram registrados 172 dias com orvalho (em 2008, foram registrados 171 dias), que é superior a média climatológica (133 dias).

Nevoeiro: Em contrapartida ao orvalho, a quantidade de dias com nevoeiro em 2009 foi de 93 dias, que é inferior aos 115 dias que correspondem à média climatológica. Esse fato também foi observado no ano de 2008, em que foram registrados 100 dias com nevoeiro.

Trovoadas: O número de dias com trovoadas ao longo de 2009 foi de 85 dias, o que é acima da média climatológica (62 dias). Os meses mais quentes foram relativamente mais ativos do que a média e os meses mais frios apresentaram valores próximos à média.

Irradiação: Os totais mensais de irradiação do ano de 2009 ficaram abaixo ou muito próximos da média climatológica. Um destaque para o mês de julho, que apresentou valor mensal abaixo da média, sendo inclusive um recorde de mínimo mensal de irradiação em toda a série. Esses dados estão relacionados com a precipitação acumulada em 2009, que foi acima da média, com destaque para o mês de julho.

Insolação: O total de horas de brilho solar médio diário em 2009 foi de 4,9h, que é ligeiramente abaixo da média climatológica (5,2h). Porém os meses de janeiro e julho apresentaram uma redução significativa de 29% e 41% de número de horas médio diário, quando comparado com a média climatológica diária para os respectivos meses.

2. RELATÓRIOS TÉCNICOS

As informações sobre os instrumentos meteorológicos utilizados na Estação Meteorológica (EM), bem como os procedimentos adotados durante as observações podem ser encontradas no Relatório Técnico nº 1 da Estação Meteorológica do IAG-USP. O referido documento e os boletins anteriores estão disponíveis no Portal da EM2 em versão PDF ou na Biblioteca do IAG-USP.

À medida que novos instrumentos ou procedimentos venham a ser implementados na EM, novos relatórios técnicos serão publicados e divulgados via *web*.

Ao longo de 2010, estaremos publicando o Relatório Técnico nº2 da EM que irá apresentar a comparação entre os instrumentos utilizados atualmente com os usados antes de 1958. Nessa análise, o segundo semestre de 1957 é utilizado como referência, uma vez que apresentou observações concomitantes entre os instrumentos daquela época.

A partir de julho de 2008, foi dado início a última consistência dos dados horários digitados, com o objetivo de elaborar um banco de dados digital on-line que estará disponível no Portal da Internet da Estação Meteorológica. Neste processo de consistência de dados são empregados métodos estatísticos como *quantis* e *outliers*, conforme Katz et al. (2002) e Sugahara et al. (2008). Através destes métodos, é feita uma averiguação das informações, pois podem existir erros de digitação ou de leitura das folhas de observação, mais detalhes no item 3.1.

3. ACERVO DE DADOS

O processo de digitalização de todo o acervo de dados, que foi iniciado em 1997, continua sendo processado em planilhas eletrônicas do Microsoft EXCEL (3) e a partir de julho de 2008 iniciou-se a conversão para formato ASCII para que os dados pudessem ser inseridos em um banco de dados MySQL (item 3.2).

As variáveis meteorológicas medidas na EM, descritas na Tabela 2, são digitalizadas continuamente durante o período de observações (7 as 24 horas) em uma planilha de observação, convencionada como Folha. Além deste processo de digitalização, os diagramas disponíveis diariamente (barógrafo, pluviógrafo, anemógrafo, actinógrafo e higrógrafo) são reduzidos de forma horária e transcritos para cardenetas e planilhas EXCEL individuais (Folha, Vento, Precipitação, Solar, Umidade Relativa, Temperatura, Pressão Atmosférica), conforme descrito na Tabela 2. Adicionalmente, a Tabela 2 apresenta o estágio atual da digitalização dos dados históricos em função de cada variável bem como o período disponível de observações.

Tabela 2 - Situação em que se encontra a digitalização do acervo de dados e respectivos arquivos

Variáveis	Período de Observação	Período já digitalizado (tipo de arquivo)
Visibilidade horizontal	07/1958 – hoje	- digitalização contínua (folha)
Nebulosidade	01/1933 – hoje	- digitalização contínua (folha) - períodos já digitalizados: 1950-1951; 1953-1958; 1973-1976; 1979-1981; 1983-1986; 1989-2007
Vento horizontal	01/1933 – hoje	- digitalização contínua (folha) - planilha individual até 12/2009
Pressão atmosférica	01/1933 – hoje	- digitalização contínua (folha) - planilha individual até 12/2009
Temperatura do ar	01/1933 – hoje	- digitalização contínua (folha) - planilha individual até 12/2009
Umidade Relativa do ar	01/1933 – hoje	- digitalização contínua (folha) - planilha individual até 12/2009
Temperatura do solo	07/1957 – hoje	- digitalização contínua (folha)
Evaporação	01/1933 – hoje	- digitalização contínua (folha)
Precipitação	01/1933 – hoje	- digitalização contínua (folha) - planilha individual até 12/2009
Irradiação solar global	01/1961 – hoje	- digitalização contínua (folha)
Duração do brilho solar	01/1933 – hoje	- digitalização contínua (folha) - planilha individual em andamento
Fenômenos diversos	01/1950 - hoje	- digitalização contínua (folha) - planilha individual até 12/2009

Desde Julho de 2008, os dados observados também estão disponíveis no Portal da Internet da Estação Meteorológica.

3.1 Verificações no Banco de Dados

Neste processo de consistência de dados, análises estatísticas baseadas em quantis, máximas e mínimas, *outliers*, padrões e tendências horárias são empregados para a verificação de dados errôneos ou mal digitados, Katz et al. (2002) e Sugahara et al. (2008). Por exemplo, a Tabela 3 apresenta a saída de um algoritmo que utiliza esses procedimentos mencionados anteriormente.

No presente momento, somente dados a partir de 1958 estão sendo consistidos estatisticamente, pois no período anterior os instrumentos eram diferentes. No exemplo da Tabela 3, o algoritmo apresenta valores com gradientes significativos entre as horas próximas. O arquivo de saída deste algoritmo consiste em uma listagem, onde cada linha indica um possível dado discrepante, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Exemplo da saída do algoritmo para a variável temperatura (indicada pela letra T, dada em °C)

Dif.	Ano	Mês	Dia	Hora	T(h-1)	T(h)	T(h+1)
-5,6	2005	10	13	18	32,5	31	25,4

Na Tabela 3, temos um exemplo de uma linha da saída do algoritmo. Cada coluna representa respectivamente: diferença encontrada, ano, mês, dia, horário (h) com o dado suspeito, valor no horário (h-1) anterior, valor no horário (h) e valor no horário (h+1) posterior.

Com estas listagens, cada dado é verificado individualmente, a partir da comparação da lista com as folhas de observação e com os diagramas de cada data. Efetuando este procedimento, foram encontrados alguns erros de digitação, erros nas leituras dos diagramas, além de prováveis erros na leitura dos instrumentos.

Nem todos dados da lista foram erros reais. Pelo contrário, apenas cerca de 10% dos valores da lista (que possui aproximadamente 2850 linhas) configuram algum tipo de erro. Entretanto, depois de detectado, cada erro foi corrigido nas folhas de observações e nas planilhas eletrônicas.

Até o presente momento, os dados que passaram por este processo de verificação foram: pressão, temperatura do bulbo seco e úmido, sendo que no ano de 2010 deu-se início a análise do vento.

3.2 Banco de Dados MySQL®

Atualmente, o banco de dados digital está disponível em 2 formatos: o tradicional, no formato de planilhas compatíveis com o Microsoft Excel® e um novo, em fase inicial, no formato ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*²), gerenciado pelo MySQL. O objetivo é sincronizar estes dois bancos de dados e então optar por um deles de acordo com as necessidades do solicitante.

A cada observação horária, os técnicos digitam os dados observados em uma página PHP e nas planilhas Excel. Os dados digitados são armazenados e podem ser gerenciados via MySQL. Scripts criados pelo IDL também estão sendo utilizados para gerenciar os dados e realizar cálculos estatísticos.

3.3 Novos Procedimentos

Foram adicionados dois novos procedimentos à rotina padrão da estação meteorológica: a redução dos diagramas de chuva a cada 10min e a leitura da maior rajada de vento a cada hora. Dessa maneira, eventos extremos poderão ser mais bem avaliados.

A partir do ano de 2009, foi incorporada em nossa rotina a redução dos diagramas a cada 10min, sendo que todos os diagramas de precipitação deste ano já se encontram reduzidos para 10min.

Para verificar a persistência da ocorrência de rajadas de vento ao longo de todo dia, também acrescentamos em nossa rotina diária, a partir de 2010, a anotação das maiores rajadas de vento a cada hora. Anteriormente, era anotada apenas a maior rajada de vento do dia.

3.4 Normais e Médias Climatológicas

As normais climatológicas e as médias das séries de dados diferenciam um pouco para cada uma das variáveis, isso devido a mudanças dos instrumentos da estação no ano de 1957. Essa mudança afetou principalmente os registros de vento e umidade relativa, já que os instrumentos trocados possuem concepção diferente dos utilizados atualmente. Mais informações sobre esta troca de instrumentos podem ser encontradas no Relatório Técnico nº1.

² Código Americano Padrão para troca de informação

- Temperatura, precipitação e insolação: temos a Normal (1933-1960) e a Normal (1961-1990), além da média climatológica, obtida entre o período de 1933-2008.

- Umidade relativa: a Normal de 1933-1960 não foi calculada pois durante este período houve troca do psicrômetro. Até 1957, tinha-se o psicrômetro Assman estático, enquanto que a partir de 1958, utilizou-se o modelo aspirado, o que resultou em valores diferentes de umidade relativa. Dessa maneira, utiliza-se a normal de 1961-1990 e a média climatológica de 1958-2008.

- Vento: temos a Normal (1961-1990) e a média climatológica de 1958-2008. O período anterior a 1958 não foi utilizado na composição da média e da normal, pois outro instrumento era utilizado neste período (conforme consta no Relatório Técnico n°1)

- Irradiação: temos a Média (1974-2003).

- Fenômenos diversos: Neste relatório, estamos utilizando a Normal (1961- 1991) e a média climatológica de 1950-2008, uma vez que corresponde ao período de digitalização e padronização destas informações, Tabela 2.

4. DADOS CLIMATOLÓGICOS DE 2009 E COMPARAÇÃO COM A SÉRIE HISTÓRICA

4.1 Temperatura

As temperaturas médias mensais (Figura 1) foram relativamente maiores que as duas normais e que a média (Figura 1), com exceção do mês de junho. Sendo que podemos destacar o mês de novembro, que teve uma média de 23,3°C bem superior à média e às normais climatológicas.

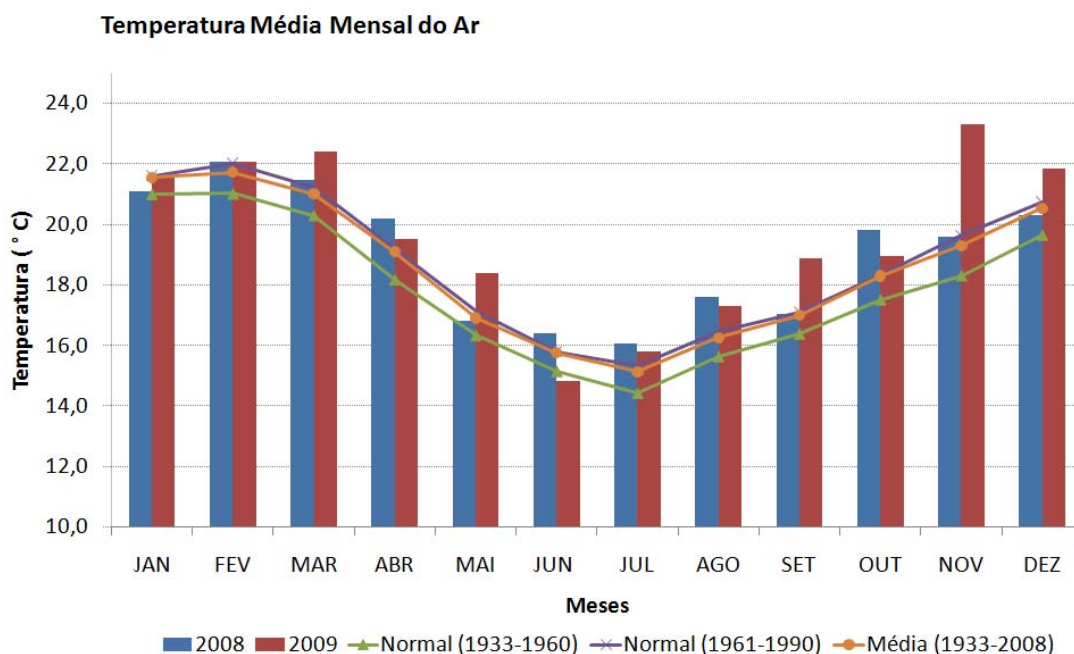


Figura 1 - Temperatura média mensal do ar para os anos de 2008 e 2009

Com relação às temperaturas máximas (Figura 2) destacam-se os meses de junho e julho, cujas máximas foram menores que as normais e que a média (Figura 2). Os demais meses apresentaram máximas ligeiramente maiores que a média e as normais, com destaque para o mês de novembro, que apresentou máxima de 33,7°C, bem superior a média e as normais com relação aos demais meses deste ano.

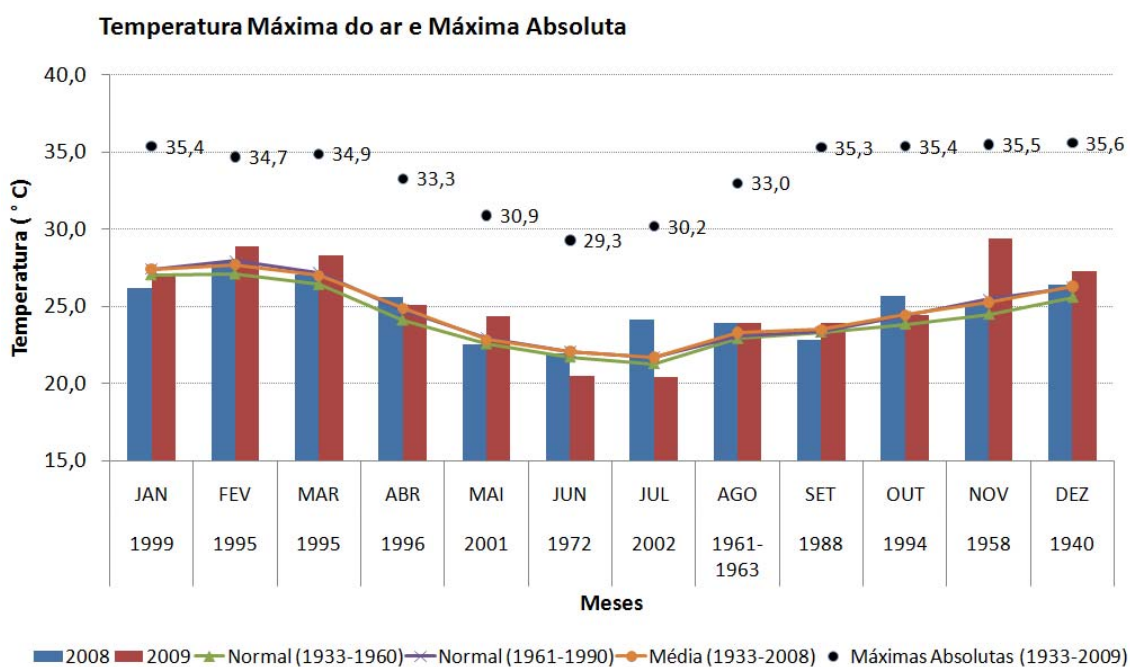


Figura 2 - Temperatura média máxima mensal para o anos de 2008 e 2009, valores extremos observados em toda série (1933-2009), normais e média climatológica.

As temperaturas mínimas (Figura 3) ficaram ligeiramente maiores que as normais e a média, com exceção do mês de junho, que apresentou mínima mais baixa que a normal(1961-1990) e que a média (1933-2008). O mês de novembro mais uma vez pode ser destacado, pois a mínima mensal encontrada foi de 19,3°C, bem superior à média e as normais com relação aos demais meses deste ano.

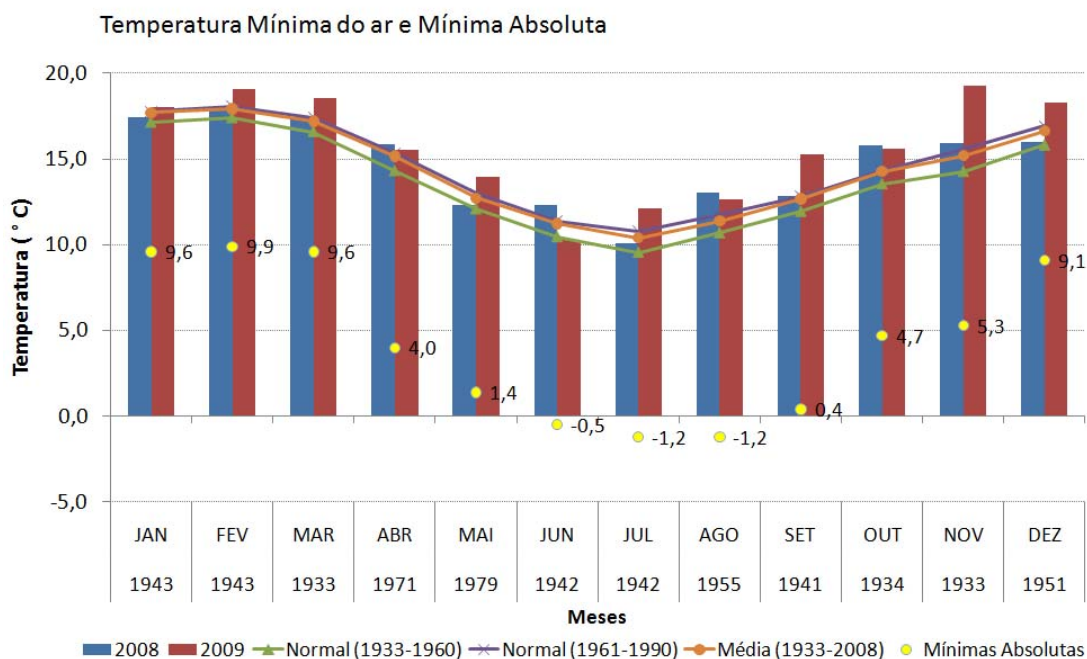


Figura 3 - Temperatura média mínima mensal para os anos de 2008 e 2009, valores extremos observados em toda série (1933-2009), além das normais e da média climatológica.

A maior amplitude térmica registrada no ano foi de 18,7°C no dia 5 de junho (mínima de 7,3°C e máxima de 26,1°C), enquanto a menor foi de 2,6°C, no dia 6 de setembro (máxima de 19,4°C e mínima de 16,8°C). A máxima temperatura registrada na EM foi 33,7°C, no dia 19 de novembro, enquanto a mínima registrada foi de 4,6°C, no dia 4 de junho.

Analisando a evolução da temperatura média anual ao longo de toda série da EM (Figura 4), verifica-se que apesar das flutuações interanuais, as temperaturas médias, máximas e mínimas possuem uma tendência de aumento ao longo da série da EM. De acordo com o ajuste linear, as seguintes informações podem ser extraídas:

- no período de 1933-1960, a temperatura média na EM aumentou cerca de 0,7°C;
- no período de 1961-1990, a temperatura média na EM aumentou cerca de 0,8°C;
- e finalmente, de 1933-2008, a temperatura média na EM aumentou cerca de 2°C

A mesma análise foi feita para as temperaturas médias máximas e mínimas (Figura 5a e Figura 5b):

Para a temperatura média máxima (Figura 5a), obtivemos:

- aumento de cerca de 0,6°C entre 1933-1960 e entre 1961-1990
- aumento de cerca de 1,6°C entre 1933-2008

Para a temperatura média mínima (Figura 5b), obtivemos:

- aumento de cerca de 0,8°C entre 1933-1960
- aumento de cerca de 0,9°C entre 1961-1990
- aumento de aproximadamente 2,3°C entre 1933-2008

Avaliando sazonalmente as taxas de variação da temperatura média anual (Figura 6), temos:

- *Verão (Figura 6a)*
 - aumento de aproximadamente 0,7°C entre 1933-1960
 - aumento de aproximadamente 0,8°C entre 1961-1990
 - aumento de aproximadamente 2,1°C entre 1933-2008
- *Outono (Figura 6b)*
 - aumento de aproximadamente 0,8°C entre 1933-1960
 - aumento de aproximadamente 0,9°C entre 1961-1990
 - aumento de aproximadamente 2,3°C entre 1933-2008
- *Inverno (Figura 6c)*
 - aumento de aproximadamente 0,7°C entre 1933-1960
 - aumento de aproximadamente 0,7°C entre 1961-1990
 - aumento de aproximadamente 1,9°C entre 1933-2008
- *Primavera (Figura 6d)*
 - aumento de aproximadamente 0,79C entre 1933-1960
 - aumento de aproximadamente 1,0°C entre 1961-1990
 - aumento de aproximadamente 2,5°C entre 1933-2008

Para fins de consulta diária, a Tabela 4 apresenta as médias diárias de temperatura mínima, média e máxima para todo o ano de 2009.

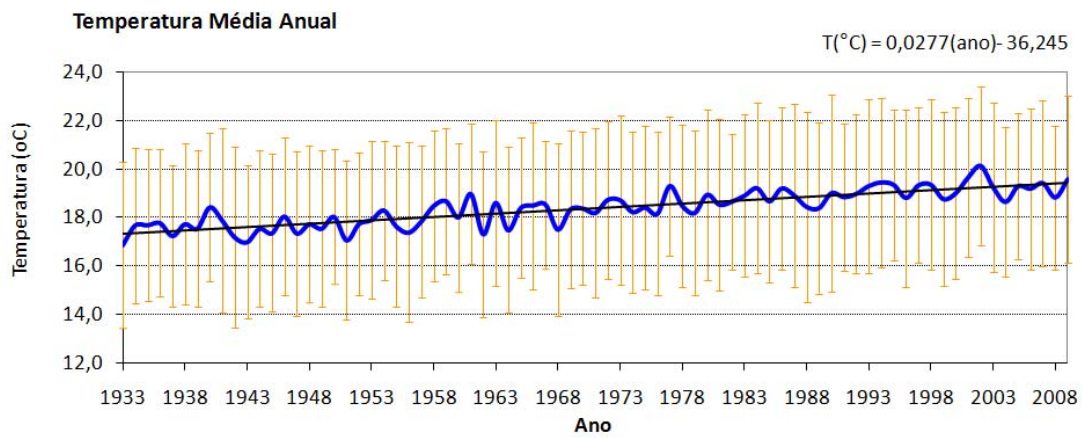


Figura 4 - Temperatura Média Mensal para o período de 1933-2009. As barras verticais indicam os desvios padrões.

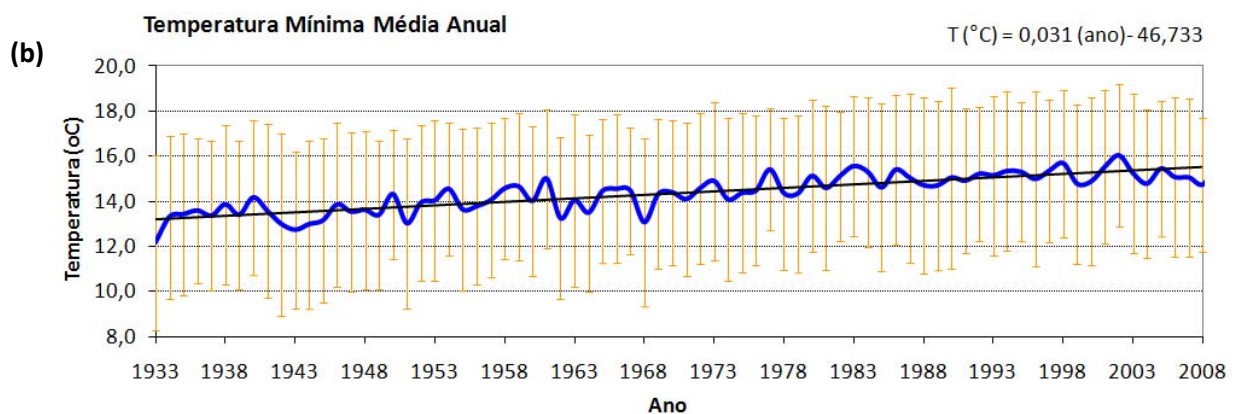
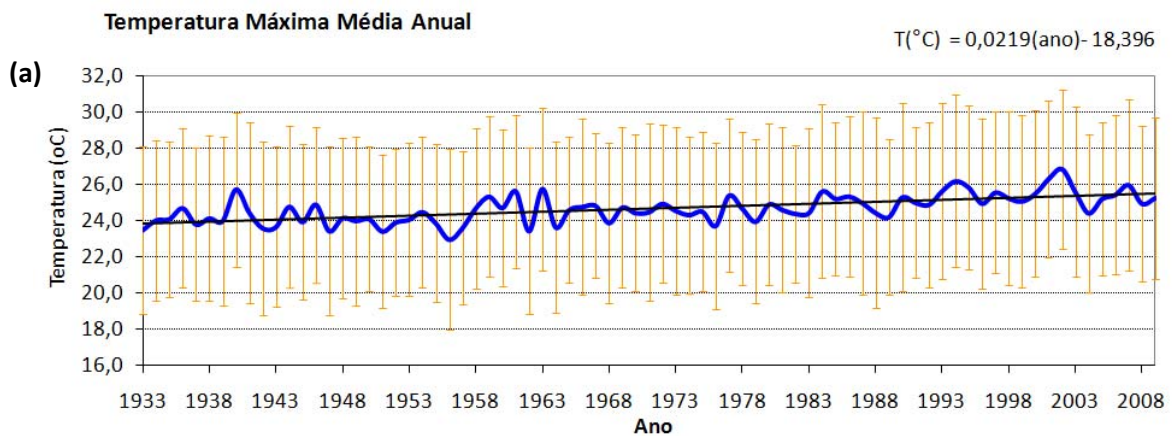


Figura 5 – Temperatura média máxima (a) e média mínima (b) para o período de 1933-2009. As barras verticais indicam os desvios padrões.

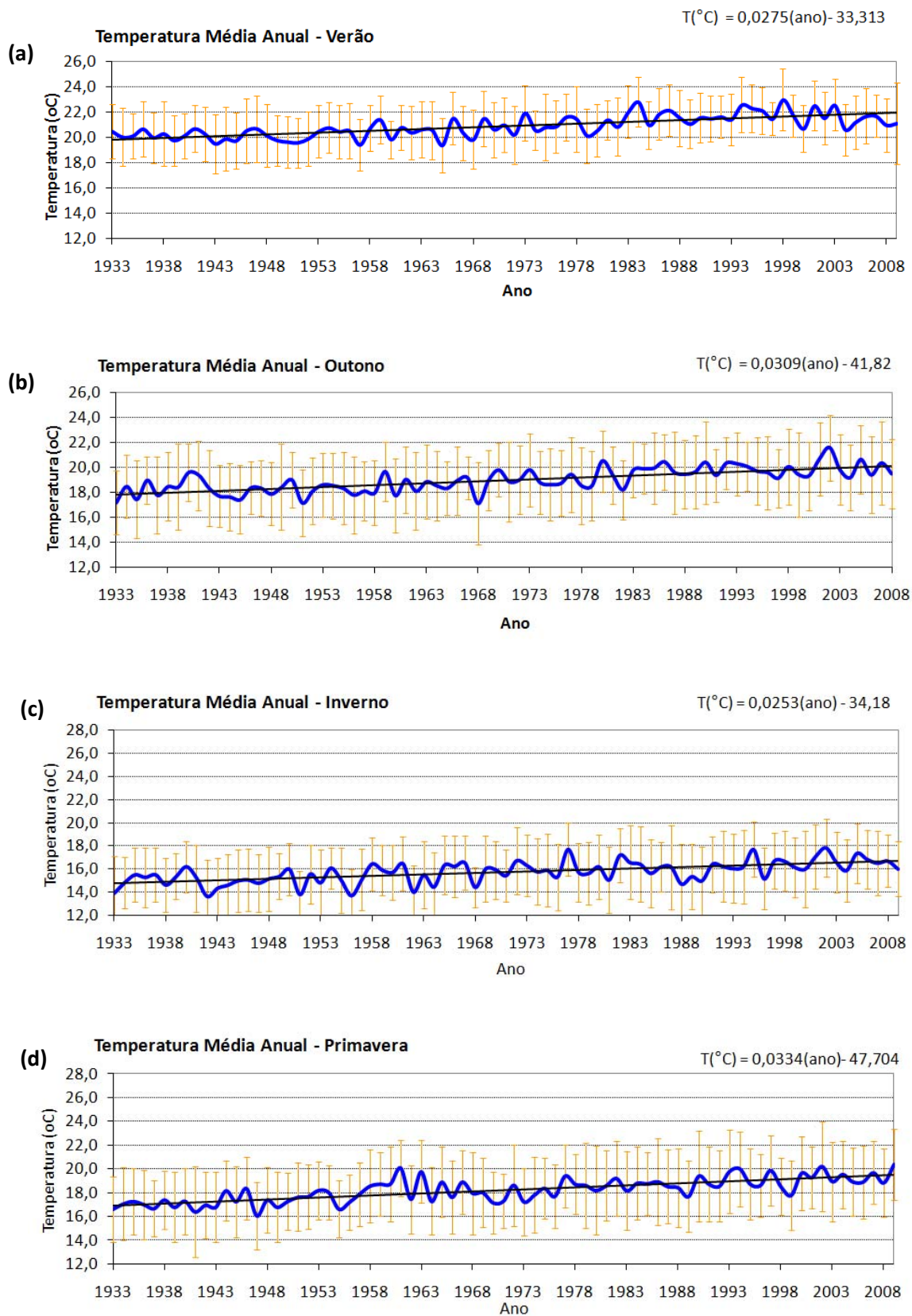


Figura 6 - Temperatura média anual de 1933-2009 para as estações do ano (a) verão; (b) outono (c) inverno; (d) primavera

4.2 Precipitação

O ano de 2009 teve uma acumulação anual de 1883,6mm, que é superior a média de 1933-2008 (1377,9mm). Nos meses de março, julho, setembro e novembro, a precipitação foi bem maior que a média climatológica mensal (Figura 7). Sendo que o mês de julho teve uma acumulação de 200mm, enquanto a média climatológica é de 40mm. Em contrapartida, no ano de 2008 choveu apenas 0,4mm em julho.

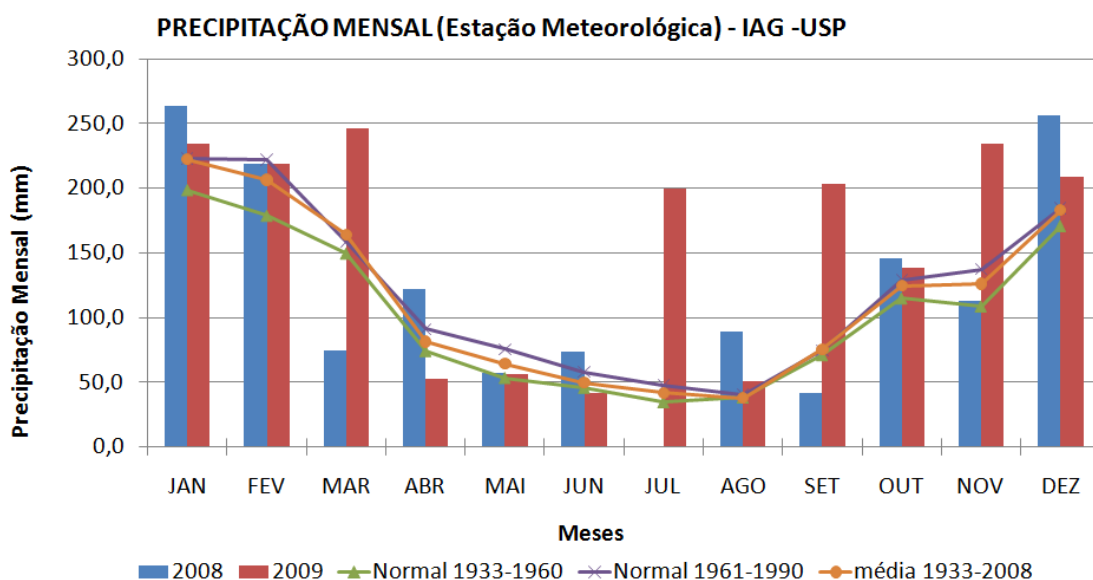


Figura 7 - Precipitação Mensal acumulada nos anos de 2008 e 2009

A Tabela 5 apresenta as normais e as médias mensais e anuais, para fins de consulta.

Tabela 5 – Média climatológica e normais mensais e anual

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	<u>ANUAL</u>
Normal (1933-1960)	222,3	206,4	164,2	81,3	64,5	49,8	41,8	37,8	75,7	124,8	126,3	183,1	1377,9
Normal (1961-1990)	198,5	178,7	149,4	74,2	53,5	45,9	34,6	38,3	71,0	114,9	108,7	170,8	1238,5
Média (1933-2008)	256,8	223,3	198,4	74,8	62,4	42,3	51,6	33,4	90,9	133,0	140,3	200,1	1507,4
2009	233,9	219,2	245,9	52,3	56,2	41,7	200,0	50,5	202,9	138,0	234,4	208,6	1883,6

Em termos de extremos de precipitação, temos que a maior estiagem em 2009 foi observada entre os dias 13 e 24 de junho (12 dias) e a maior acumulação diária ocorreu no dia 17 de março (139,3mm, Tabela 6), que ocorreu entre as 14h e as 21h deste dia. Adicionalmente, o ano de 2009 apresentou dois recordes mensais de acumulação diária de precipitação: no dia 11 de julho foram acumulados 73,8mm e no dia 8 de setembro foram acumulados 84,2mm (Figura 8).

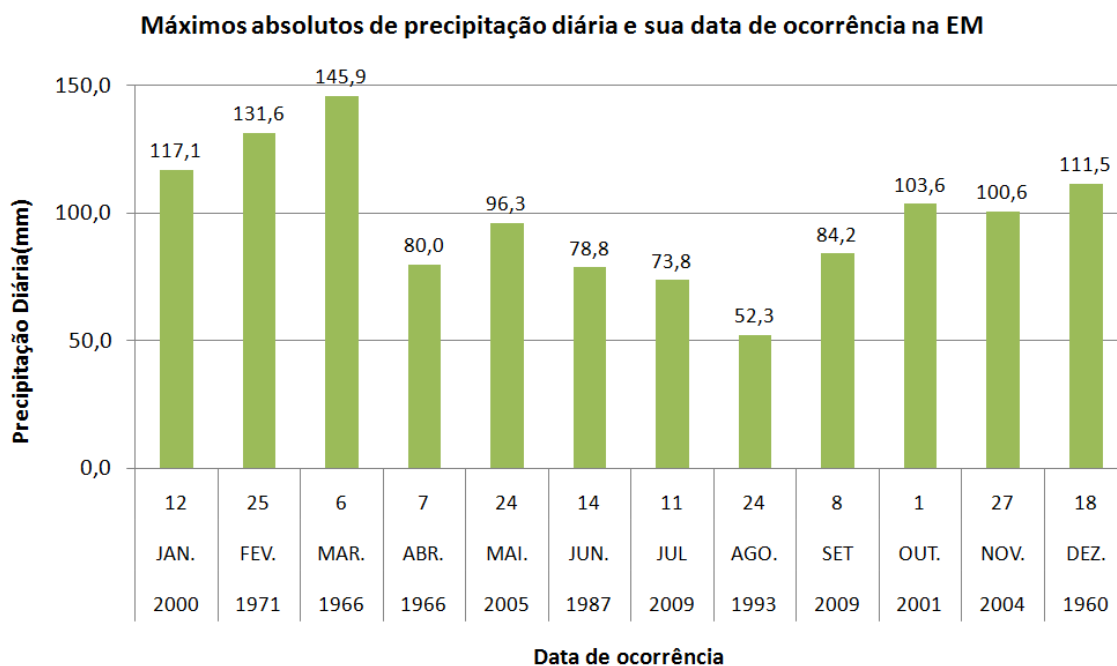


Figura 8 - Precipitação diária máxima absoluta mensal para o período de 1933-2009 com a indicação da data de sua ocorrência (dia, mês e ano)

Com relação aos máximos e mínimos mensais de precipitação acumulada, não surgiu nenhum recorde no ano de 2009. Na Figura 9 e na Figura 10 são apresentados os máximos e os mínimos respectivamente.

Máximos absolutos de precipitação mensal e seu ano de ocorrência na EM

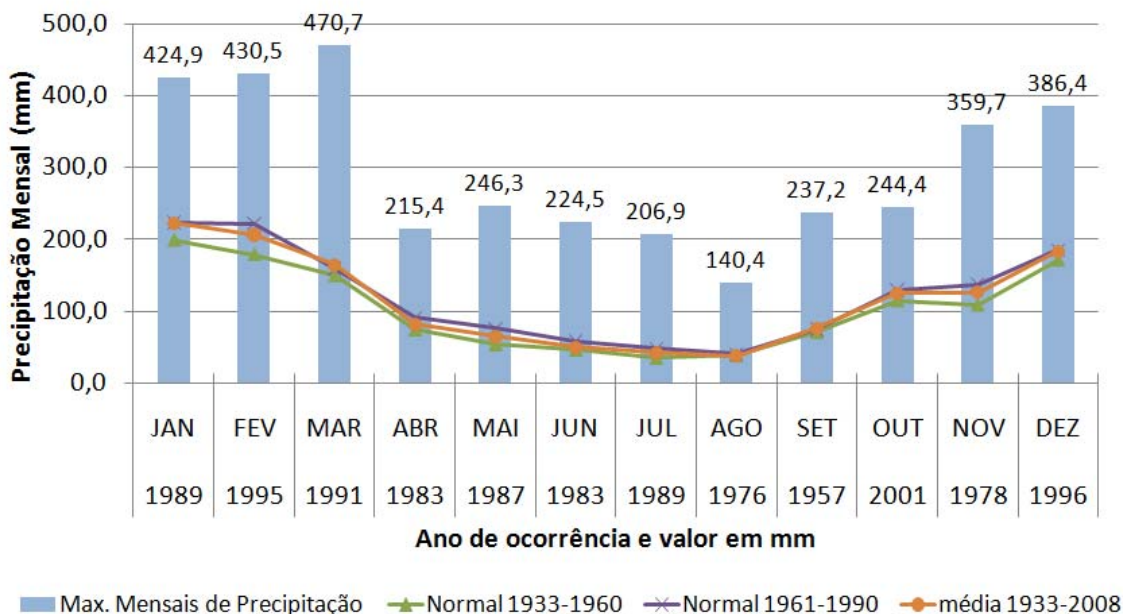


Figura 9 - Máximos mensais absolutos de precipitação acumulada para o período de 1933-2009

Mínimos absolutos de precipitação mensal e seu ano de ocorrência na EM

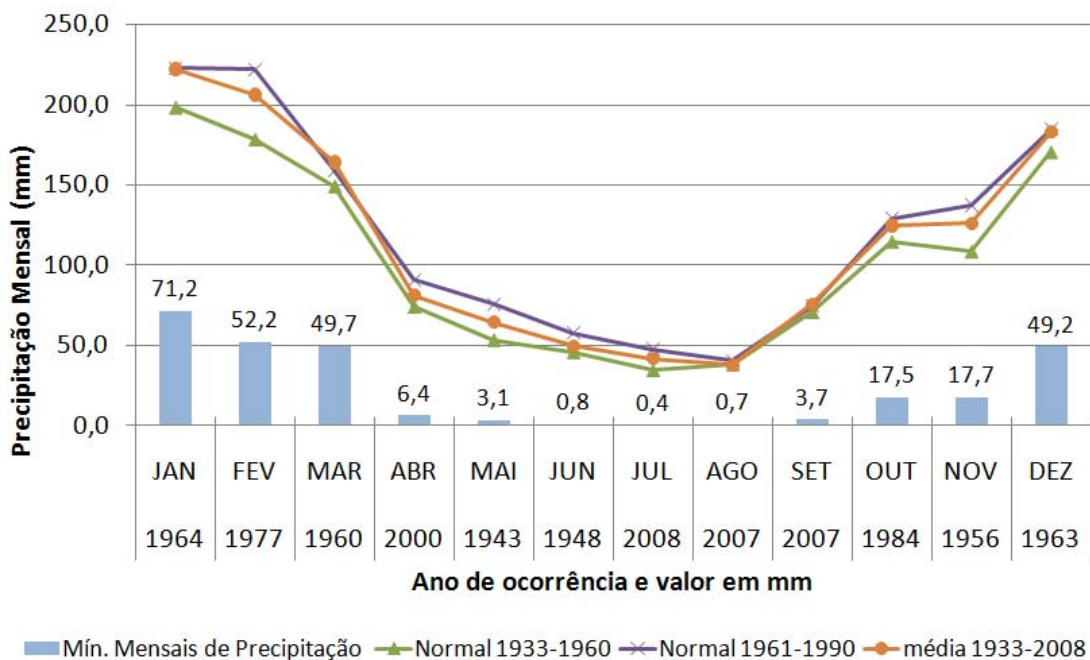


Figura 10 - Mínimos mensais absolutos de precipitação acumulada para o período de 1933-2009

O ano de 2009 registrou 207 dias com precipitação, o que está acima da média climatológica de 1933-2008 (186 dias). Por exemplo, a Figura 11 apresenta o número de dias mensal com chuva e nota-se que os meses de julho, novembro e dezembro, apresentam mais dias de chuva que a média climatológica, em especial o mês de julho que foi bem diferente de julho/2008 (em 2008 choveu apenas durante 3 dias, enquanto em julho/2009 choveu durante 20 dias).

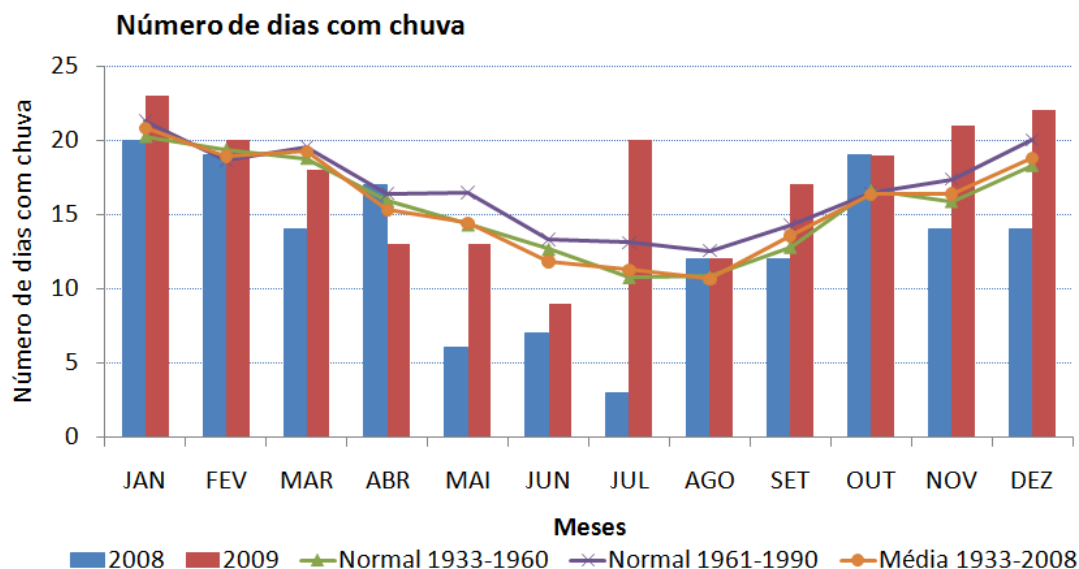


Figura 11 - Número de dias com precipitação para os anos de 2008 e 2009

Em termos de precipitação anual, a Figura 12 apresenta a série histórica de chuva anual acumulada desde 1933 e verifica-se que existe uma tendência de aumento na precipitação na área da EM. Por outro lado, de acordo com a Figura 13 há uma indicação de que o número de dias com precipitação por ano vem diminuindo. De acordo com as equações de tendência da Figura 12 e da Figura 13, temos:

- de 1933-1960, houve o aumento de aproximadamente 158,5mm na precipitação e a redução de aproximadamente 6 dias no total anual de dias com chuva.
- de 1961-1990, houve o aumento de aproximadamente 170,3mm na precipitação e a redução de aproximadamente 6 dias no total anual de dias com chuva.
- finalmente, de 1933-2008, houve o aumento de aproximadamente 440,3mm na precipitação e a redução de aproximadamente 17 dias no total anual de dias com chuva.

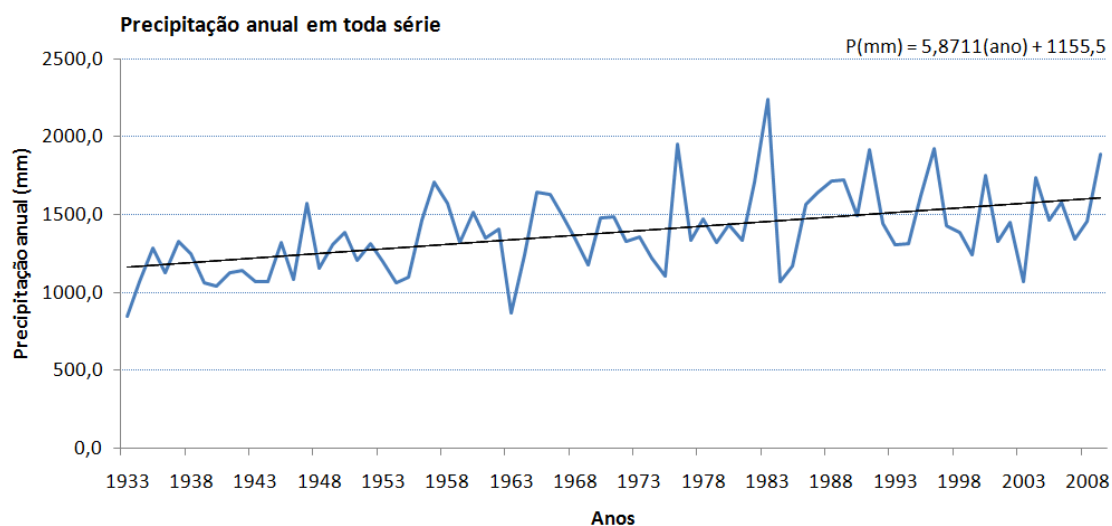


Figura 12 - Precipitação acumulada anualmente (1933-2009)

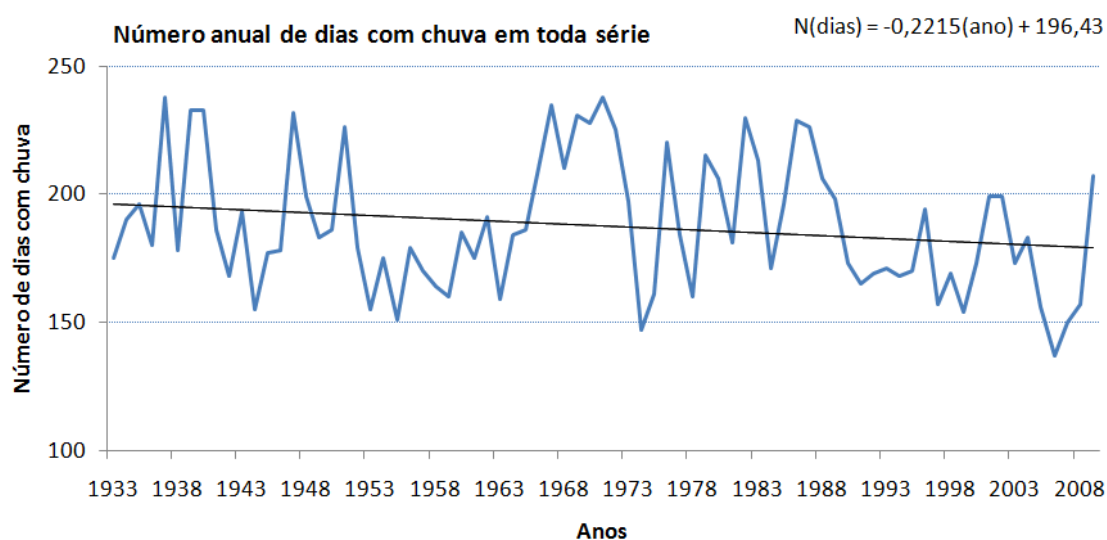


Figura 13 - Número de dias com chuva a cada ano ao longo de toda a série (1933-2009)

Para fins de consulta geral e rápida, a Tabela 6 apresenta os totais diários e mensais de precipitação para todo o ano de 2009, enquanto a Tabela 7 apresenta os totais mensais e anuais de 1933-2009.

Tabela 6 - Acumulação diária e mensal de precipitação para o ano de 2009

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

TOTAIS DIÁRIOS DE PRECIPITAÇÃO (mm) - 2009

DIA / MÊS	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	
1	16,7	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	
2	27,3	1,3	0,1	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	
3	6,7	0,7	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	9,0	
4	1,7	21,4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	16,9	0,0	0,0	3,1	
5	1,5	6,4	0,2	18,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	1,2	
6	0,0	0,0	2,3	2,1	0,0	0,0	0,1	0,0	19,0	5,9	0,2	0,0	
7	0,0	72,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	1,1	0,1	36,6	
8	0,1	11,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,2	11,8	29,1	47,4	
9	0,0	0,8	9,6	2,4	20,0	0,0	0,0	0,0	2,7	0,4	13,5	0,0	
10	0,1	0,0	0,1	0,0	0,5	19,5	8,6	0,0	0,4	0,0	0,2	0,1	
11	0,9	5,7	2,6	0,0	0,0	3,5	73,8	2,9	0,0	0,0	0,1	1,0	
12	0,1	9,1	9,5	0,0	0,0	1,7	0,1	0,0	0,0	6,8	0,0	4,1	
13	12,8	10,4	30,3	10,2	0,0	0,0	0,1	0,0	3,8	0,3	0,0	7,6	
14	24,2	1,9	0,7	3,5	5,6	0,0	0,0	0,1	12,6	0,0	0,0	0,0	
15	0,0	18,1	6,2	0,2	6,1	0,0	0,2	0,0	0,0	12,8	45,8	0,0	
16	7,3	3,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	2,9	0,4	
17	6,4	0,0	139,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	31,3	0,1	12,9	
18	0,0	0,0	24,9	0,0	0,0	0,0	0,6	7,4	0,0	6,4	0,0	0,1	
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,4	0,0	13,1	0,0	0,0	
20	9,8	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	1,2	8,4	0,0	0,0	6,7	0,0	
21	5,4	0,5	0,0	2,9	0,0	0,0	0,1	17,1	8,5	0,0	17,6	0,2	
22	1,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,6	9,5	3,9	0,0	
23	2,9	1,4	0,0	6,7	0,0	0,0	12,9	5,6	10,8	0,3	4,7	0,0	
24	0,0	22,3	0,1	4,9	0,0	0,0	28,1	1,7	2,3	0,0	34,1	0,0	
25	19,5	16,0	0,0	0,1	0,0	12,0	17,5	3,4	0,6	0,1	2,8	6,1	
26	29,3	15,3	0,1	0,0	2,3	0,2	8,1	0,0	0,0	33,9	49,8	33,6	
27	27,3	0,8	0,0	0,4	8,8	1,6	2,9	0,0	0,0	1,2	10,5	21,8	
28	3,9	0,0	14,8	0,0	9,5	0,1	3,9	0,2	18,5	0,3	0,9	7,7	
29	0,7	0,0	0,0	0,0	0,8	0,1	35,6	0,0	0,8	1,8	10,9	3,2	
30	28,3		0,0	0,0	0,0	3,0	0,2	0,0	1,0	0,8	0,1	5,2	
31	0,0		0,0		0,8		0,0	0,0				1,2	
total mensal de precipitação (mm):	233,9	219,2	245,9	52,3	56,2	41,7	200,0	50,5	202,9	138,0	234,4	208,6	total anual de: 1883,6
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:	14,1	12,2	80,9	-27,3	-7,9	-9,0	160,0	11,4	125,8	12,5	111,1	27,3	desvio de: 511,2
número de dias com precipitação:	23	20	18	13	13	9	20	12	17	19	21	22	total de: 207
máximo total diário:	29,3	72,7	139,3	18,7	20,0	19,5	73,8	17,1	84,2	33,9	49,8	47,4	

4.3 Umidade relativa do ar

No ano de 2009, destacaram-se os meses de julho, setembro e outubro, por terem sido mais úmidos que a normal e a média climatológica (Figura 14). Como destaque, temos o mês de julho, que em 2008 apresentou umidade relativa média de 73,4% (abaixo da média) e em 2009 foi de 86,6% (acima da média). Esse grande contraste também é verificado ao observarmos a precipitação no mesmo mês (Figura 7). Setembro e outubro também foram considerados meses úmidos. Os demais meses, não apresentaram desvio significativo com relação à Normal (1936-1990) e a Média (1936-2008).

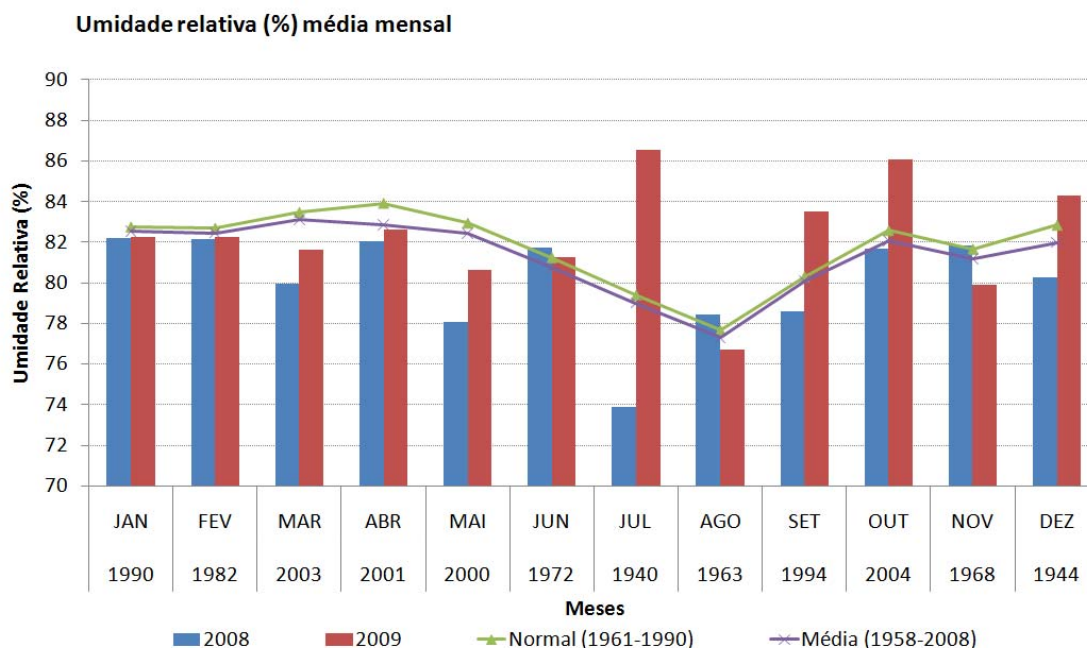


Figura 14 - Umidade relativa do ar média mensal para os anos de 2008 e 2009, além da normal e da média climatológica.

Foram registrados apenas 9 dias com umidade relativa abaixo dos 30%, o que contrasta com o ano de 2008, em que foram registrados 23 dias com umidade abaixo de 30% (Figura 15). Destaca-se o mês de julho, que em 2008 apresentou 7 dias com baixa umidade relativa³, enquanto em 2009 não apresentou nenhum dia com umidade tão baixa. Porém, a umidade relativa mais baixa registrada em 2009 foi 16%, no dia 14 de agosto.

Na Figura 16 é apresentada a distribuição de umidade relativa mínima média mensal. E observa-se que os meses de julho, setembro e outubro são mais úmidos.

Analisando sazonalmente o ciclo diurno de umidade relativa sazonalmente (Figura 17), verifica-se que o horário de máxima umidade relativa modifica-se ao longo dos meses. No Verão (Figura 17), verifica-se que o horário de máxima umidade relativa modifica-se ao longo dos meses. No Verão (Figura 17a), verificou-se que o horário de máxima umidade relativa em Janeiro ficou em torno das 14h, enquanto que nos outros meses da estação a máxima umidade relativa ocorreu mais cedo. Também nota-se que os valores máximos diários de umidade

³ De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), umidade relativa abaixo de 30% já é considerado prejudicial à saúde.

relativa foram maiores nos meses de dezembro e fevereiro. Já no outono (Figura 17b), observa-se que a máxima umidade relativa diária não diferenciou significativamente entre os meses dessa estação, porém o horário de máxima umidade relativa foi por volta das 14h nos meses de abril e maio e um pouco mais cedo em março. Um resultado interessante é verificado no Inverno (Figura 17c) em que o ciclo diurno de umidade relativa do mês de julho possui valores mais elevados que os demais meses dessa estação (o que seguramente está associado à precipitação bastante acima da média que tivemos neste mês, o que foi discutido no item 4.2). Na primavera (Figura 17d) destaca-se o mês de novembro, com o ciclo diurno médio de umidade relativa apresentando valores mais baixos que os demais meses desta estação.

Para fins de consulta dos valores diários de umidade relativa, a Tabela 8 apresenta as médias diárias dos valores médios e dos valores mínimos de umidade relativa.

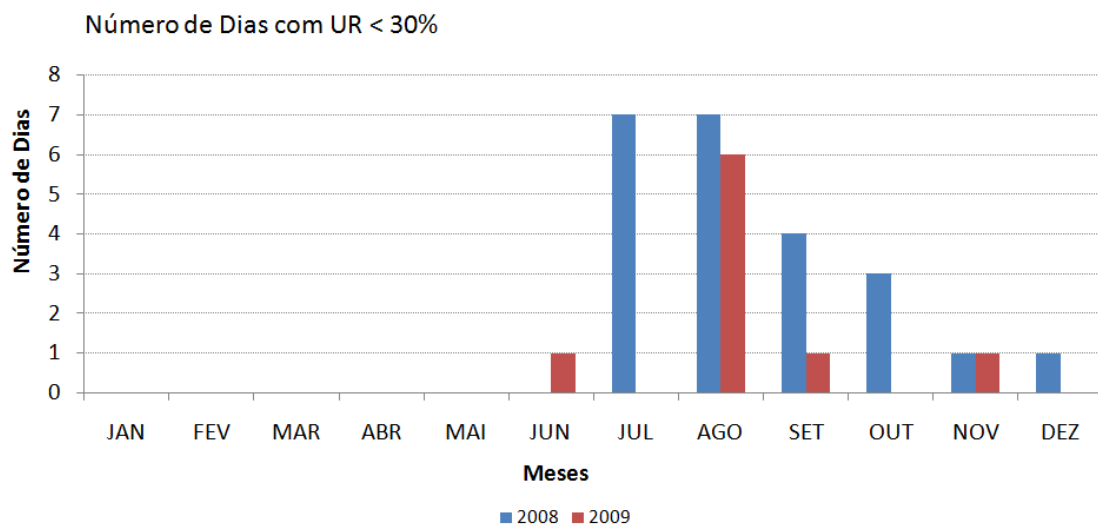


Figura 15 - Número de dias com umidade relativa abaixo de 30% em 2008 e 2009.

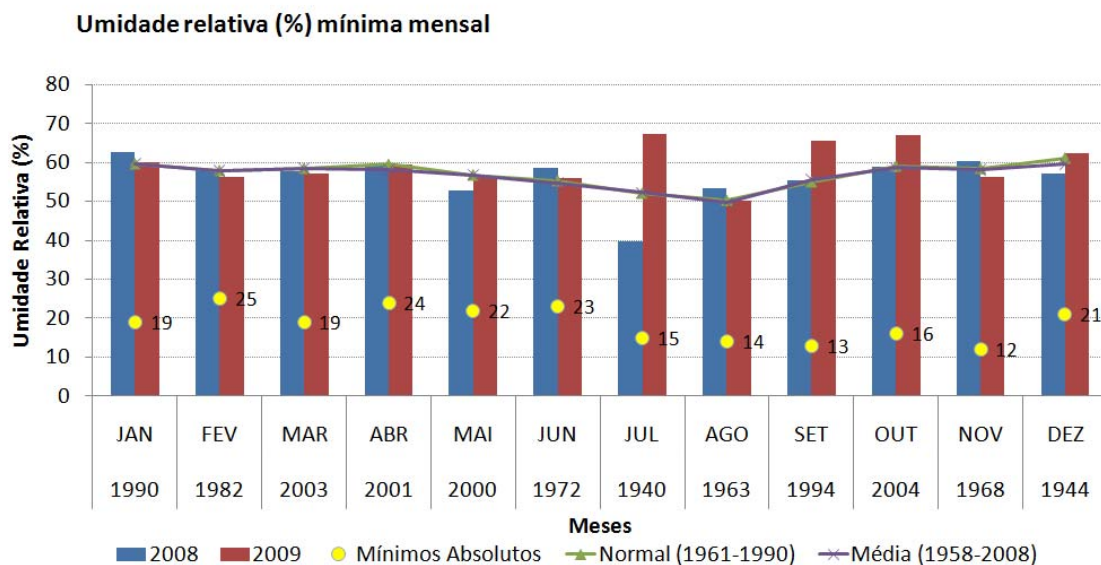
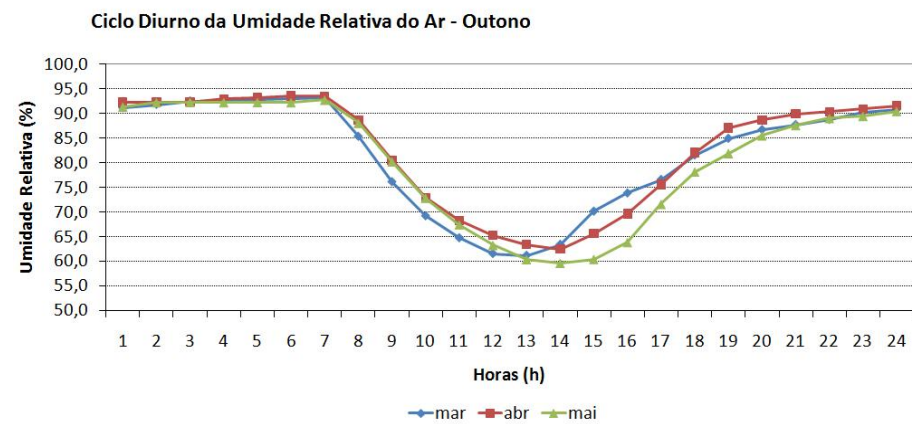
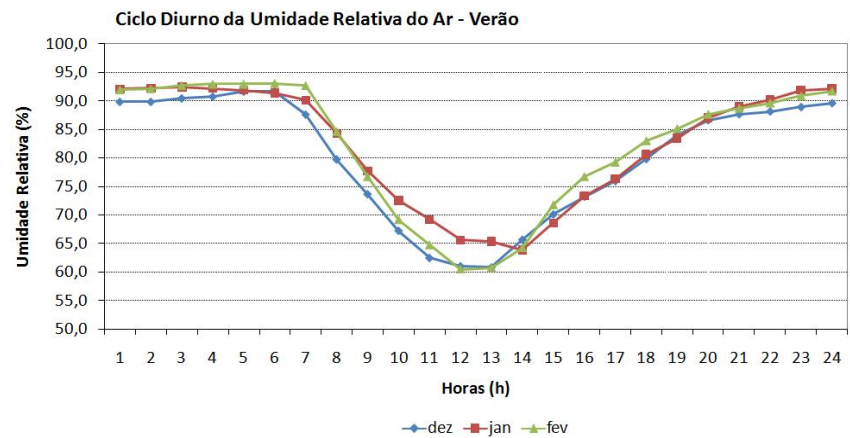
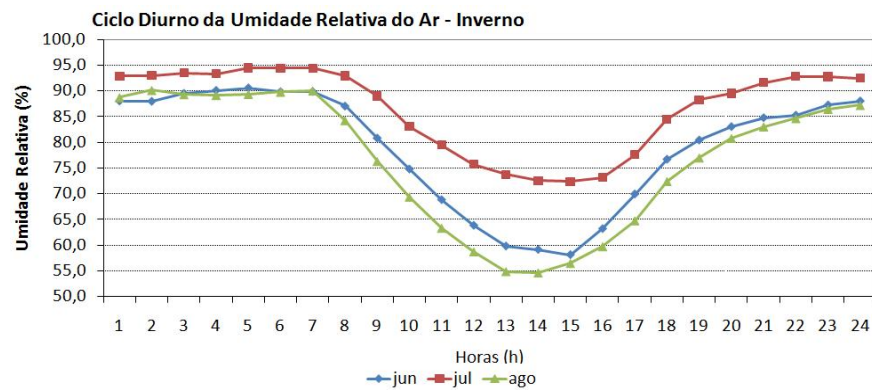


Figura 16 - Umidade relativa média mínima mensal e os valores extremos observados em toda série (1933-2009).

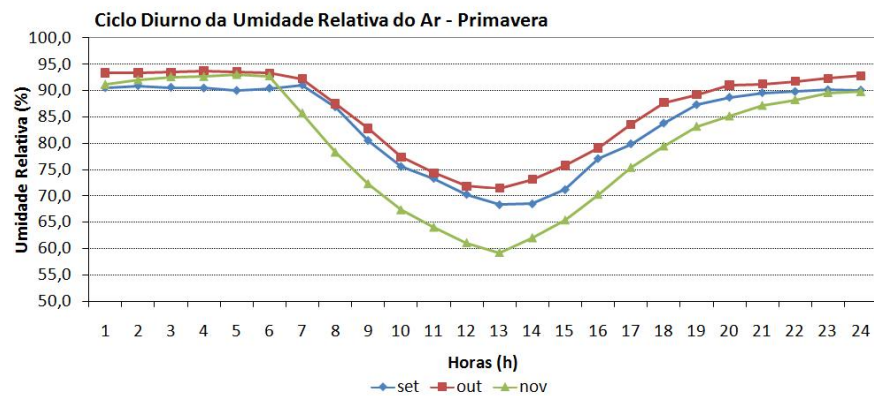


A)



C)

B)



D)

Figura 17 - Umidade relativa média horária em 2009 para cada estação do ano: a) verão; b) outono; c) inverno; d) primavera

Tabela 8 - Umidade relativa do ar (a) média; (b) mínima mensal em 2009

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

MÉDIAS DIÁRIAS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) - 2009

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.	80,9	90,9	85,4	88,5	89,1	84,8	81,1	79,0	81,3	77,2	73,3	68,9	65,5	82,1	74,3	78,3	84,5	77,9	75,8	86,6	91,2	90,8	86,4	86,5	84,5	89,0	89,3	89,1	81,5	82,8	73,0	82,2
FEV.	71,8	82,9	79,2	80,9	87,1	79,0	79,4	86,2	86,1	81,0	78,9	88,1	87,5	88,8	89,5	84,9	77,3	79,3	77,2	77,8	80,3	81,0	78,1	88,2	88,3	86,5	78,2	79,4				82,2
MAR.	79,9	72,7	79,7	79,4	76,6	81,4	87,1	77,5	80,6	82,0	85,8	78,3	85,8	82,0	83,8	80,2	83,3	87,4	81,9	77,2	80,7	84,7	84,0	83,3	78,3	77,3	81,4	88,7	86,4	83,1	80,9	81,7
ABR.	82,7	83,0	80,0	77,7	79,8	89,4	85,0	80,7	83,4	80,8	72,2	85,9	89,8	87,8	84,2	80,9	82,2	78,4	71,3	83,3	88,2	80,3	85,3	90,0	88,6	84,0	86,6	82,6	80,0	75,3	58,0	81,8
MAI.	83,6	82,5	81,5	82,9	70,8	67,6	73,0	81,7	79,4	86,8	82,5	79,6	75,0	68,0	91,3	80,4	82,2	80,2	82,1	86,0	79,5	77,8	74,3	76,9	74,8	77,4	89,4	92,0	93,5	84,8	83,1	80,7
JUN.	71,8	70,4	77,9	70,4	73,0	75,8	77,8	78,4	72,3	92,0	91,6	93,6	88,0	82,4	85,2	83,5	74,4	80,0	81,2	84,5	81,9	79,2	66,4	76,3	93,9	92,8	91,8	92,2	81,3	77,4	62,0	80,6
JUL.	78,7	94,6	94,6	85,8	84,9	82,7	79,5	75,7	73,4	88,6	93,2	84,3	80,6	77,1	92,6	81,3	72,8	80,0	89,2	90,4	81,4	73,0	88,1	95,6	96,7	92,5	94,5	94,3	96,2	95,6	95,8	86,6
AGO.	89,6	79,5	72,8	81,4	68,9	69,2	84,7	70,6	66,0	65,4	90,8	80,4	76,8	61,4	57,5	55,9	60,5	90,3	74,3	82,6	90,8	87,8	91,3	89,5	93,7	86,2	80,7	72,1	70,3	70,6	66,2	76,7
SET.	64,8	58,6	66,8	89,4	86,2	94,3	70,5	89,2	91,6	90,9	86,6	80,1	77,1	94,0	90,8	84,3	91,2	84,5	74,7	87,5	94,1	96,1	89,5	92,0	86,0	78,8	61,4	70,1	93,3	91,5	99,1	84,0
OUT.	85,2	75,3	91,4	90,5	79,7	82,5	92,3	95,5	91,8	90,0	77,5	79,7	92,4	82,8	84,3	89,5	94,9	87,5	88,7	83,5	84,2	82,4	82,0	69,6	87,7	86,8	93,1	91,1	93,2	85,5	78,3	86,1
NOV.	78,4	75,9	66,2	73,4	70,3	68,3	64,5	83,6	89,0	83,5	85,4	80,8	82,0	77,6	88,0	86,9	80,0	74,5	67,6	80,5	92,2	81,9	87,0	85,7	80,3	80,2	81,8	81,4	89,3	80,6	61,0	79,3
DEZ.	90,0	86,6	84,2	92,0	85,1	84,0	90,0	94,3	87,8	85,3	84,9	80,8	92,5	84,7	84,1	82,8	77,3	83,9	80,3	76,8	74,0	74,3	79,1	80,5	80,1	85,5	85,1	87,2	88,8	87,6	84,3	84,3

(a)

MÍNIMAS DIÁRIAS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (%) - 2009

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.	46,0	75,0	68,0	71,0	74,0	66,0	54,0	43,0	59,0	52,0	49,0	40,0	37,0	44,0	57,0	50,0	66,0	62,0	53,0	64,0	77,0	81,0	68,0	72,0	63,0	60,0	67,0	73,0	64,0	58,0	48,0	37
FEV.	39,0	65,0	53,0	57,0	68,0	40,0	42,0	53,0	64,0	64,0	61,0	72,0	72,0	80,0	63,0	60,0	37,0	47,0	47,0	48,0	48,0	58,0	48,0	71,0	63,0	56,0	54,0	44,0			37	
MAR.	42,0	43,0	49,0	55,0	47,0	48,0	76,0	39,0	52,0	63,0	71,0	54,0	66,0	55,0	53,0	51,0	51,0	67,0	70,0	50,0	58,0	65,0	68,0	67,0	58,0	50,0	57,0	58,0	70,0	64,0	58,0	39
ABR.	61,0	60,0	67,0	47,0	52,0	78,0	71,0	55,0	63,0	51,0	47,0	66,0	83,0	63,0	62,0	64,0	59,0	40,0	31,0	59,0	80,0	55,0	57,0	74,0	65,0	59,0	67,0	65,0	44,0	41,0		31
MAI.	68,0	68,0	58,0	61,0	44,0	41,0	46,0	54,0	50,0	64,0	55,0	43,0	45,0	34,0	85,0	59,0	58,0	48,0	55,0	70,0	49,0	43,0	40,0	49,0	50,0	53,0	72,0	72,0	89,0	71,0	62,0	34
JUN.	55,0	52,0	45,0	26,0	41,0	45,0	60,0	49,0	39,0	81,0	75,0	88,0	67,0	54,0	55,0	58,0	41,0	44,0	48,0	52,0	41,0	38,0	31,0	56,0	90,0	87,0	76,0	80,0	51,0	52,0		26
JUL.	48,0	90,0	85,0	64,0	57,0	58,0	47,0	39,0	42,0	64,0	71,0	60,0	38,0	53,0	85,0	57,0	41,0	52,0	77,0	79,0	58,0	42,0	68,0	94,0	94,0	80,0	83,0	85,0	91,0	92,0	92,0	38
AGO.	74,0	36,0	57,0	62,0	32,0	37,0	58,0	33,0	29,0	40,0	86,0	56,0	40,0	16,0	33,0	33,0	34,0	72,0	61,0	68,0	82,0	71,0	78,0	64,0	86,0	70,0	46,0	29,0	30,0	18,0	29,0	16
SET.	31,0	27,0	38,0	77,0	62,0	90,0	43,0	71,0	75,0	75,0	70,0	40,0	39,0	82,0	84,0	52,0	83,0	49,0	54,0	79,0	92,0	94,0	81,0	83,0	68,0	51,0	38,0	42,0	87,0	81,0	94,0	27
OUT.	67,0	41,0	80,0	80,0	40,0	61,0	82,0	93,0	86,0	84,0	42,0	48,0	87,0	48,0	67,0	78,0	80,0	62,0	66,0	57,0	55,0	61,0	60,0	37,0	78,0	53,0	88,0	81,0	85,0	68,0	61,0	37
NOV.	53,0	47,0	26,0	37,0	43,0	47,0	47,0	70,0	74,0	59,0	69,0	62,0	64,0	52,0	73,0	69,0	62,0	43,0	45,0	45,0	75,0	60,0	60,0	51,0	50,0	47,0	58,0	67,0	74,0	58,0		26
DEZ.	70,0	64,0	54,0	83,0	71,0	61,0	77,0	83,0	77,0	64,0	63,0	60,0	87,0	65,0	62,0	52,0	46,0	63,0	64,0	44,0	35,0	37,0	52,0	53,0	58,0	62,0	59,0	68,0	73,0	59,0	67,0	35

(b)

4.4 Vento

A frequência média da direção do vento (Figura 18a) indica que as direções predominantes na EM são de SSE, SE e SSE em 2009, enquanto que em 2008 apresentou também uma frequência considerável na direção E. Com relação à intensidade do vento (Figura 18b), ambos os anos 2008 e 2009, apresentaram distribuições de frequência de velocidade média similares.

Com relação ao verão de 2008 e 2009 (DJF de 2007/2008 e de 2008/2009), a direção do vento (Figura 19a) concentrou-se mais na direção ESE em 2008 e na direção SE em 2009. A intensidade do vento nos mesmos períodos (Figura 19b) indica que em DJF de 2008/2009 o vento foi mais intenso que no mesmo período de 2007/2008.

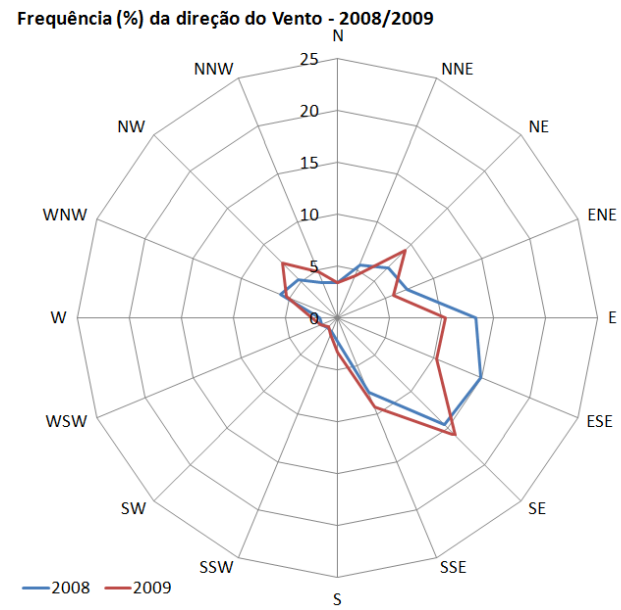
O outono de 2008 apresentou uma maior predominância da direção WNW que em 2009, conforme Figura 20a. Entretanto, nos dois anos analisados, as direções predominantes são E, SSE e SE. Avaliando a intensidade do vento, não há muitas variações entre os dois anos (Figura 20b).

No inverno não houve muitas diferenças entre os dois anos analisados, seja com relação à direção ou à intensidade (Figura 21a e Figura 21b).

Na primavera de 2008, as direções predominantes do vento foram de SE e ESE, enquanto na primavera de 2009, as direções predominantes foram SSE e SE (Figura 22a). Com relação à intensidade do vento (Figura 22b) não houve diferença significativa entre os dois anos avaliados.

Para fins de consulta diária, a velocidade e a direção predominantes em cada dia do ano de 2009 estão apresentadas na Tabela 9.

a)



b)

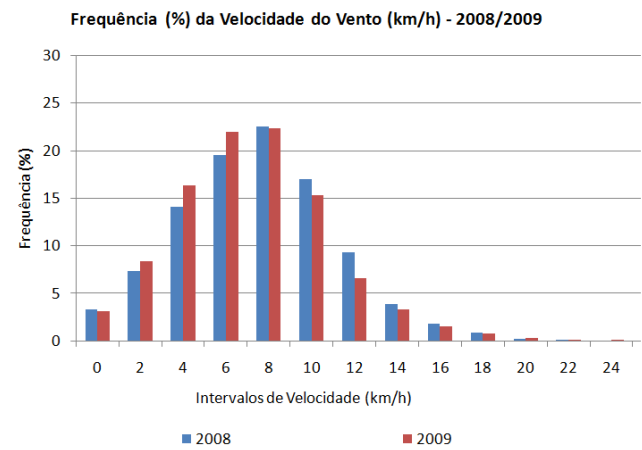
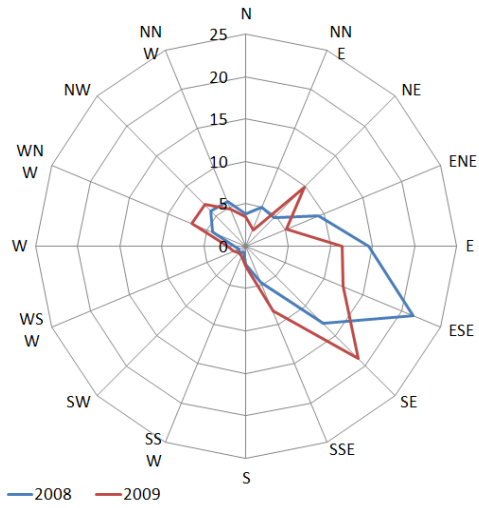


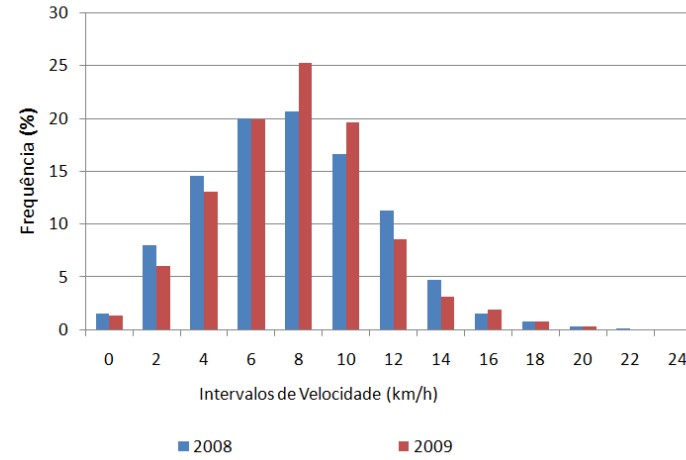
Figura 18 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para os anos de 2008 e 2009

Frequência (%) da direção do Vento - DJF 2008/2009



a)

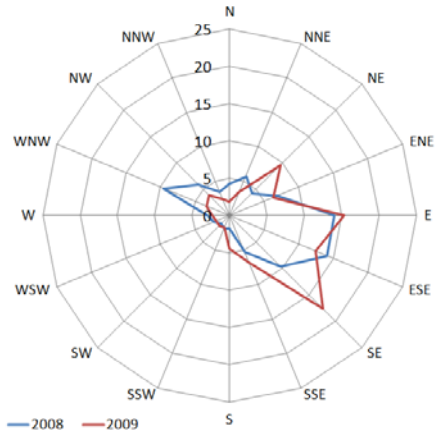
Frequência (%) da Velocidade do Vento (km/h) - DJF 2008/2009



b)

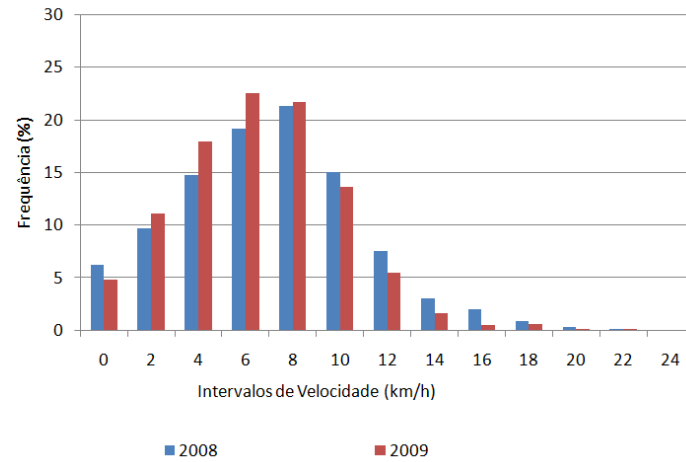
Figura 19 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para DJF de 2007/2008 e 2008/2009

Frequência (%) da direção do Vento - MAM 2009



a)

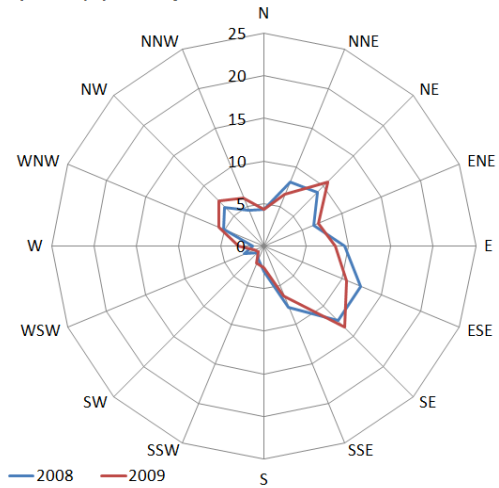
Frequência (%) da Velocidade do Vento (km/h) - MAM 2009



b)

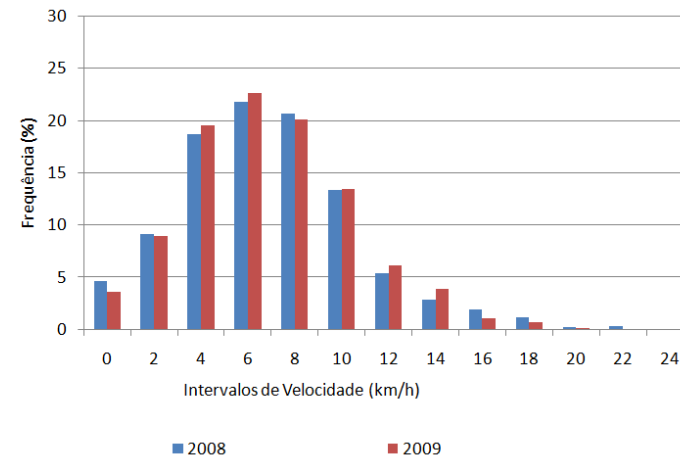
Figura 20 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para MAM de 2007/2008 e 2008/2009

Frequência (%) da direção do Vento - JJA 2009



a)

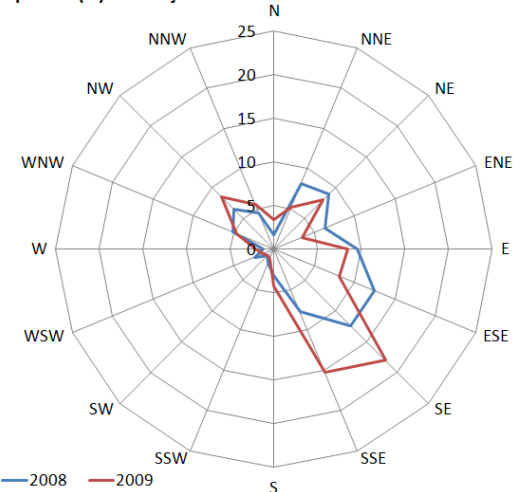
Frequência (%) da Velocidade do Vento (km/h) - JJA 2009



b)

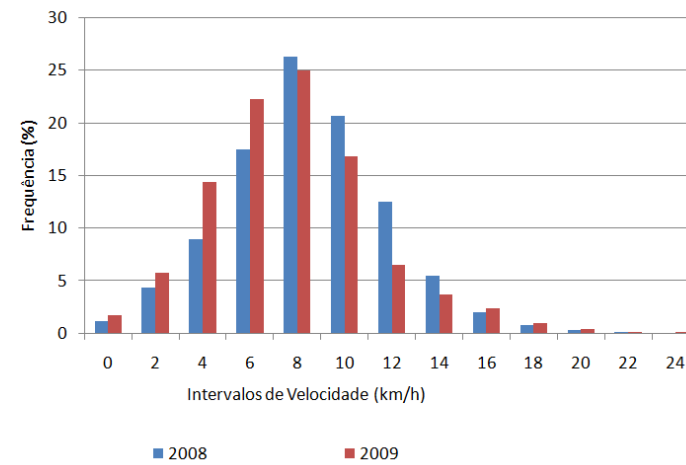
Figura 21 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para JJA de 2007/2008 e 2008/2009

Frequência (%) da direção do Vento - SON 2009



a)

Frequência (%) da Velocidade do Vento (km/h) - SON 2009



b)

Figura 22 - Frequência da direção do vento (a) e de sua intensidade (b) para SON de 2007/2008 e 2008/2009

4.6 Fenômenos diversos

a) Garoa

A Figura 23 indica o número de dias em que houve a ocorrência de garoa nos anos de 2008 e 2009, além da média climatológica. Destacam-se os meses de julho e abril de 2009, com número de dias de ocorrência de garoa bem superior a média, em comparação com os outros meses.

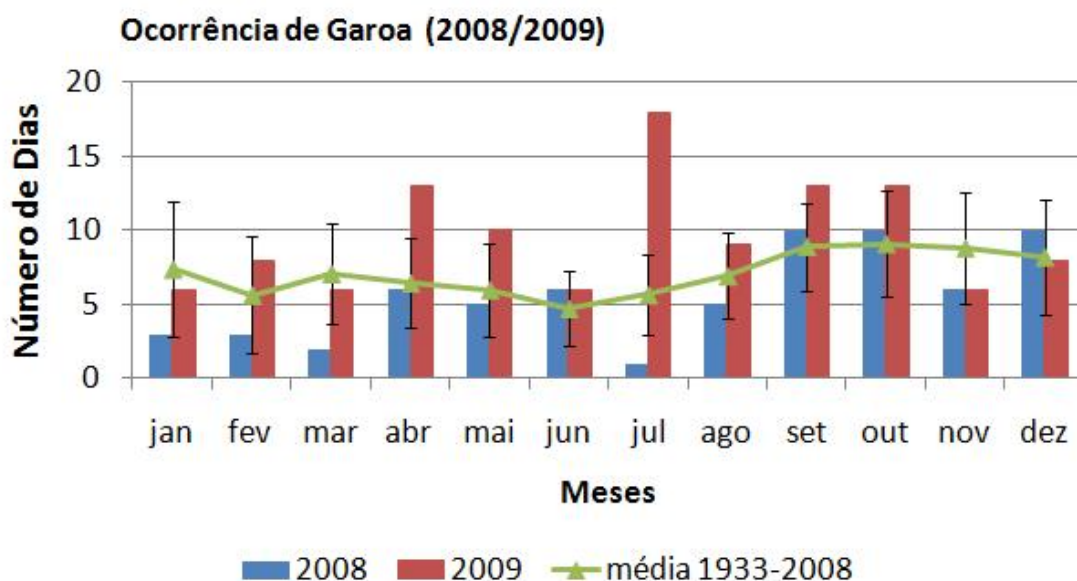


Figura 23 - Número de dias por mês em que se registrou garoa nos anos de 2008 e 2009, além da média (1933-2002). As barras indicam o desvio padrão.

b) Orvalho

O número de dias em que houve orvalho é maior entre os meses de abril e agosto, que coincide com o período de diminuição da temperatura. Na Figura 24 é ilustrada a distribuição mensal do número de dias com orvalho ao longo dos anos de 2008 e 2009, e comparado com a média climatológica.

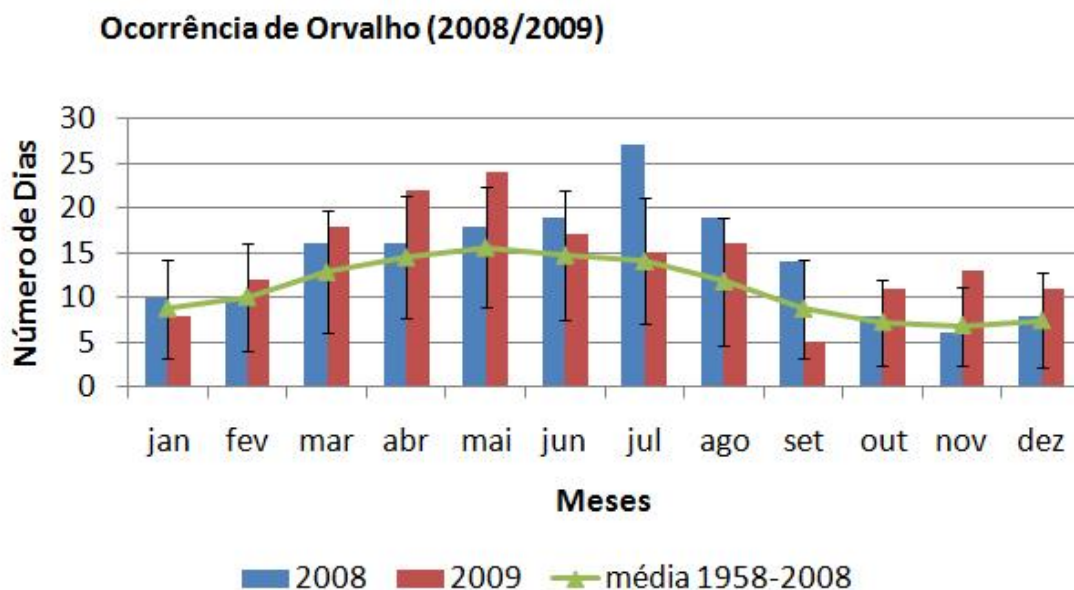


Figura 24 - Número de dias por mês em que se registrou orvalho nos anos de 2008 e 2009, além da média climatológica. As barras indicam o desvio padrão.

c) *Nevoeiro*

A Figura 25 mostra o número de dias mensal em que ocorreu nevoeiro nos anos de 2008 e 2009. A época de maior ocorrência de nevoeiro coincide com a época de maior ocorrência de orvalho (Figura 24), que também coincide com o período de temperatura mais baixa (conforme Figura 1). De um modo geral, a Figura 25 indica que a quantidade de dias com nevoeiro nos anos de 2008/2009 está abaixo da média climatológica.

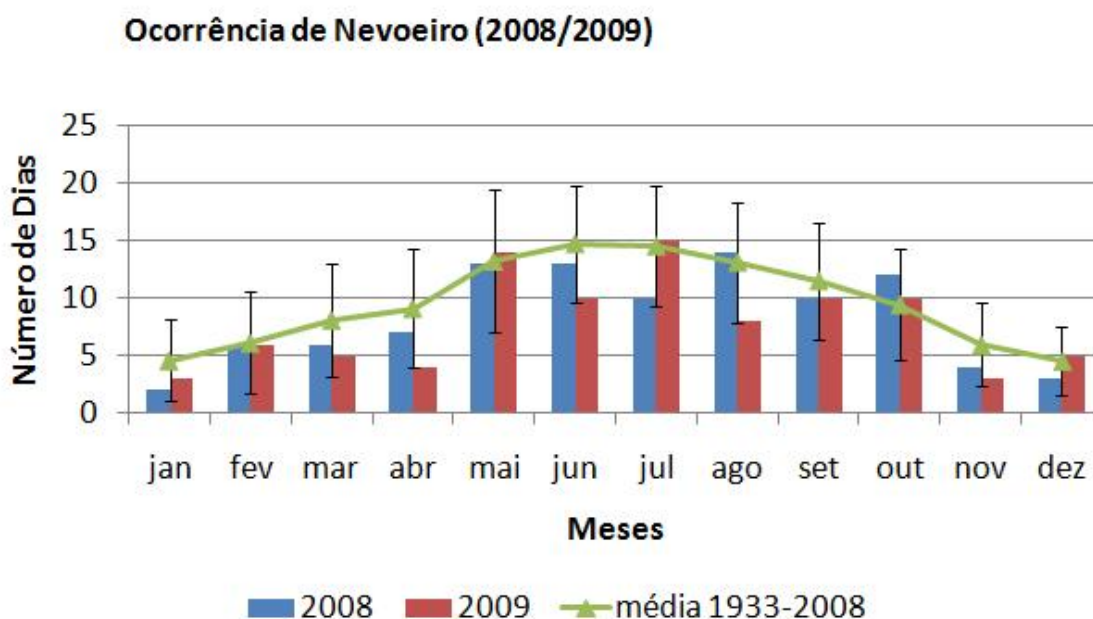


Figura 25 - Número de dias por mês em que se registrou orvalho nos anos de 2008 e 2009, além da média climatológica. As barras indicam o desvio padrão.

d) Trovoadas

Na Figura 26 é apresentado o ciclo anual do número de dias mensal da ocorrência de trovoadas ou relâmpagos nos anos de 2008 e 2009, além da média climatológica de 1958-2008. Comparando-se o número de dias mensal com a média, nota-se que os meses de novembro e dezembro apresentaram maior atividade elétrica, que coincide com o aumento no volume de chuva desses meses (Figura 7).

Em termos do número de dias anual (Figura 27), observa-se uma tendência de aumento do número de dias com trovoada, porém esta série apresenta muitos ciclos. De acordo com a equação de tendência, de 1958-2008, houve um aumento de 12 dias no número total anual de dias com trovoada.

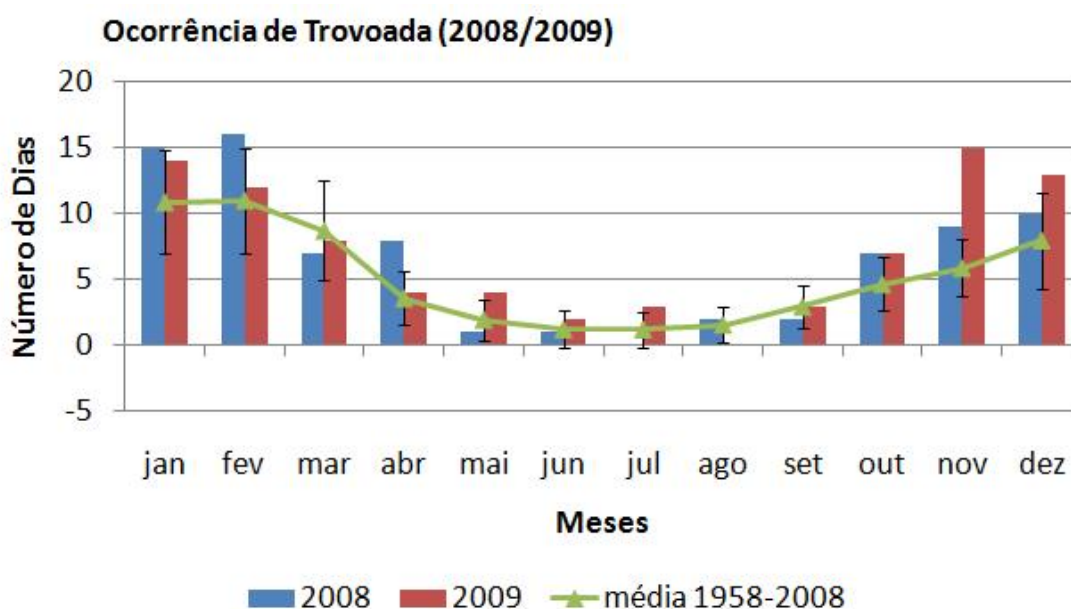


Figura 26 - Número de dias por mês em que se registraram trovoadas nos anos de 2008 e 2009, além da média climatológica. As barras indicam o desvio padrão.

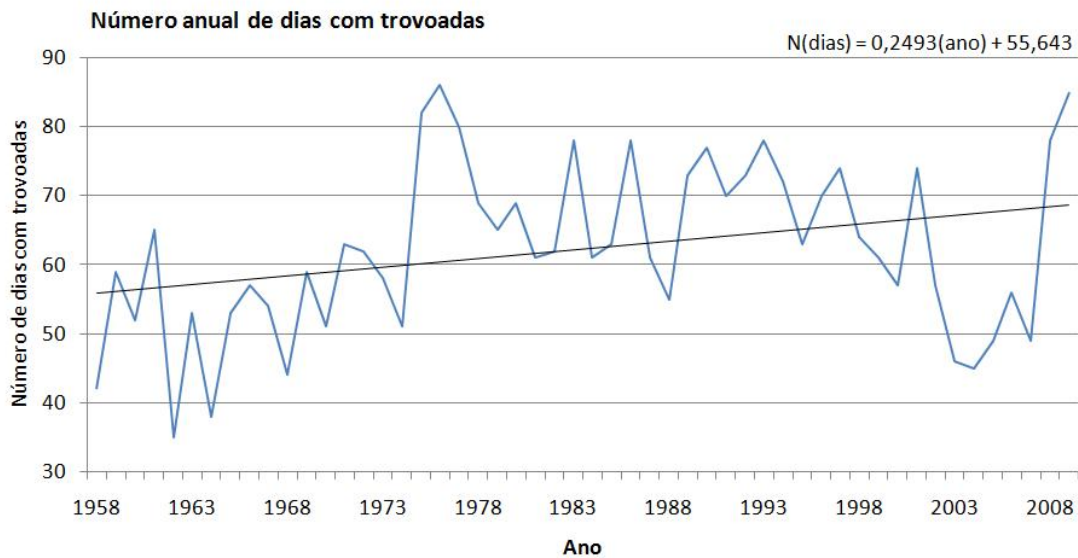


Figura 27 - Número de dias anuais com trovoadas em toda a série (1958-2009)

4.7 Irradiação e Insolação

a) Irradiação solar global

A Figura 28 apresenta a distribuição mensal média de irradiação solar global para os anos de 2008 e 2009, além da média climatológica e da normal. Observa-se que o ano de 2008 apresentou valores próximos da média ou um pouco mais abaixo, em especial o mês de Julho que apresentou um recorde de mínimo (Figura 29), vale ressaltar que esse mês foi extremamente chuvoso.

A Figura 30 corresponde aos máximos mensais de irradiação para toda a série de dados. No ano de 2009, não foi registrado nenhum recorde de valor máximo de irradiação, o que certamente está associado com o elevado volume de chuvas deste ano (o que foi discutido na seção 4.2).

b) Insolação

Com relação ao número de horas de brilho solar, a Figura 31 apresenta a insolação mensal para os anos de 2008 e 2009, e observa-se que esses anos ficaram próximos e um pouco abaixo da média climatológica. Como observado anteriormente, o mês de julho de 2009 apresentou um número de horas bem abaixo da média e da normal, diferentemente de julho de 2008, que ficou acima (o ano de 2009 foi extremamente chuvoso, enquanto 2008 foi seco, conforme Figura 7). Para fins de consulta, a Figura 34 apresenta a média diária de horas de

brilho solar, ou seja, consiste na informação Figura 31 dividida pelo número de dias de cada mês.

Analisando toda a série histórica, verificamos que o total de horas de brilho solar do mês de julho de 2009 constituiu em um recorde de mínimo de toda a série, o que podemos ver na Figura 32. Por outro lado, a Figura 33 apresenta os máximos dos totais mensais de horas de brilho solar, mostrando que não houve recordes de máximos para o ano de 2009.

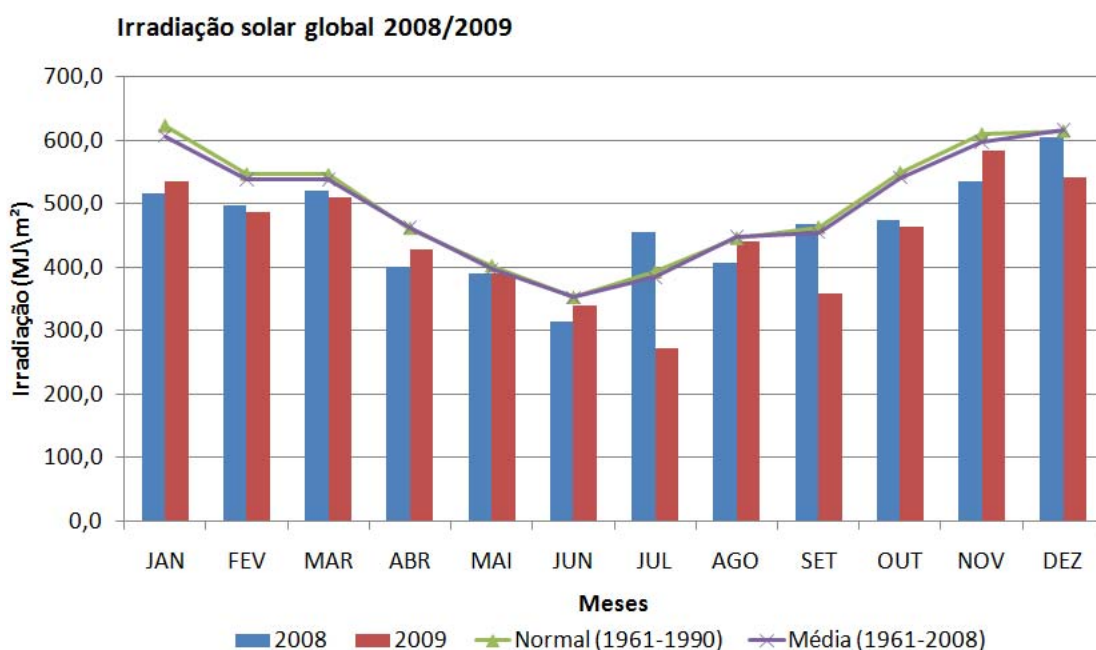


Figura 28 – Irradiação Solar Global para os anos de 2008 e 2009

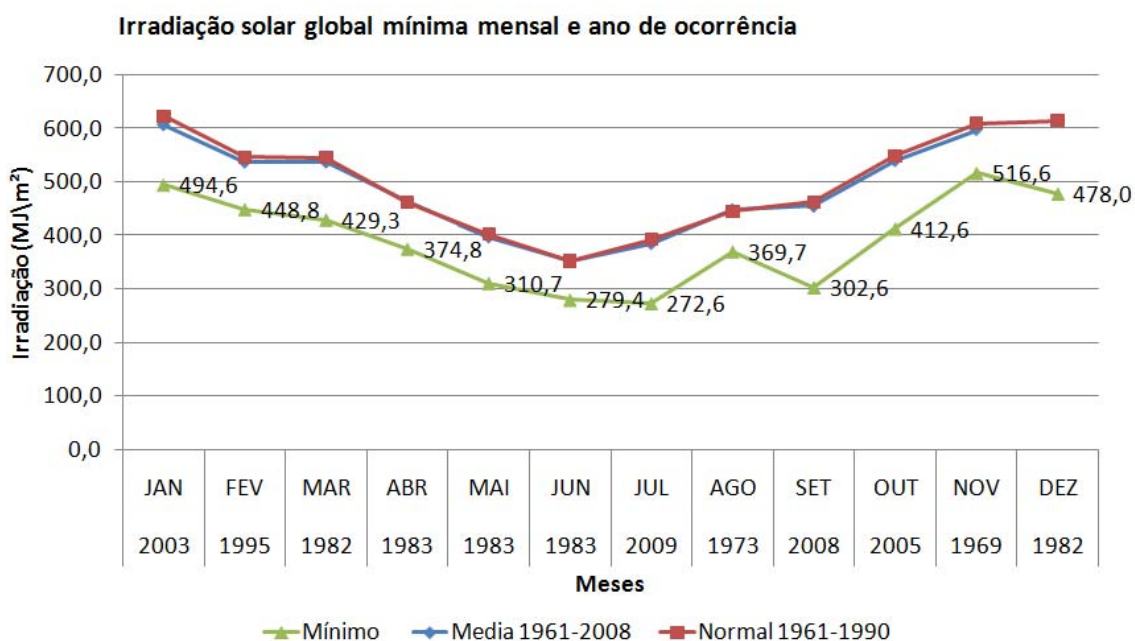


Figura 29 – Irradiação solar global mínima mensal

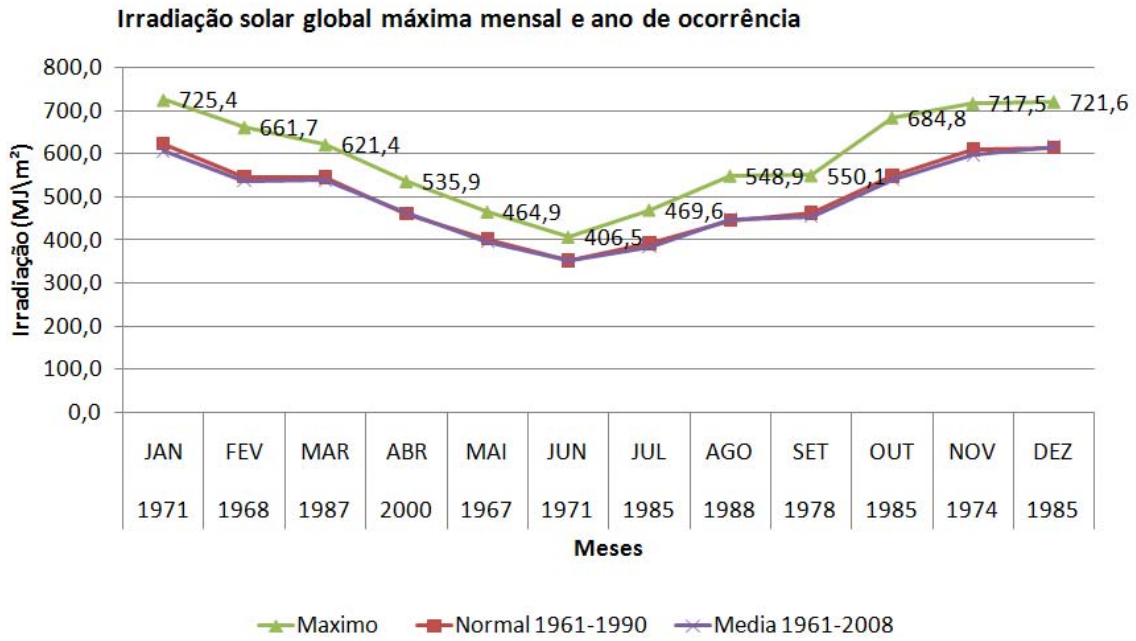


Figura 30 - Irradiação solar global máxima mensal

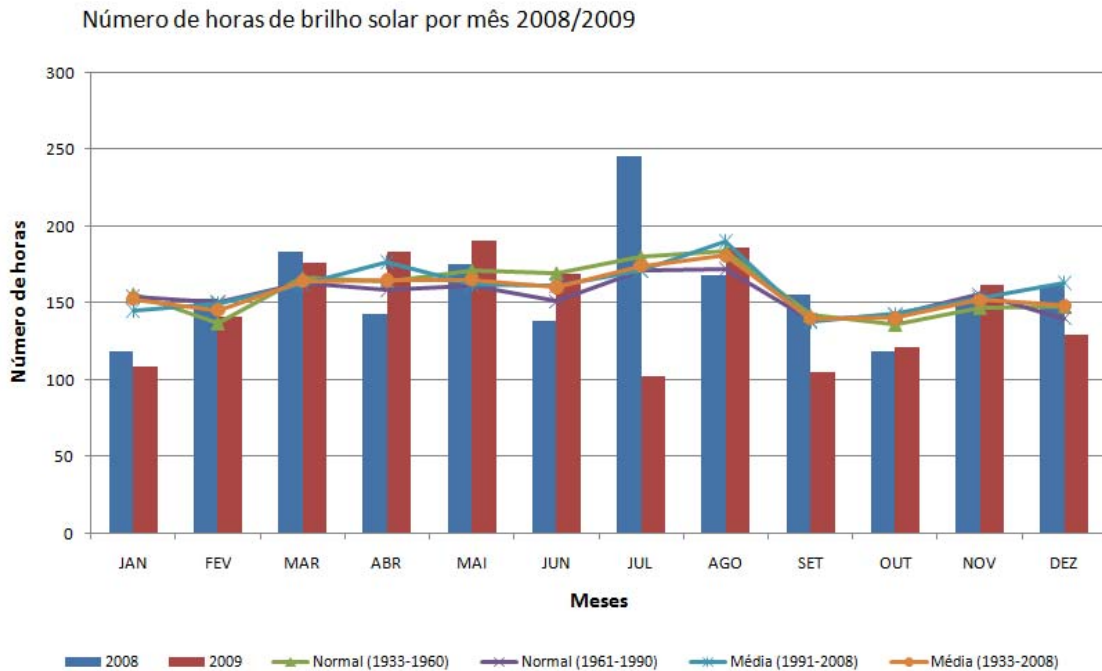


Figura 31 - Número de horas de brilho solar por mês (insolação) em 2008 e 2009.

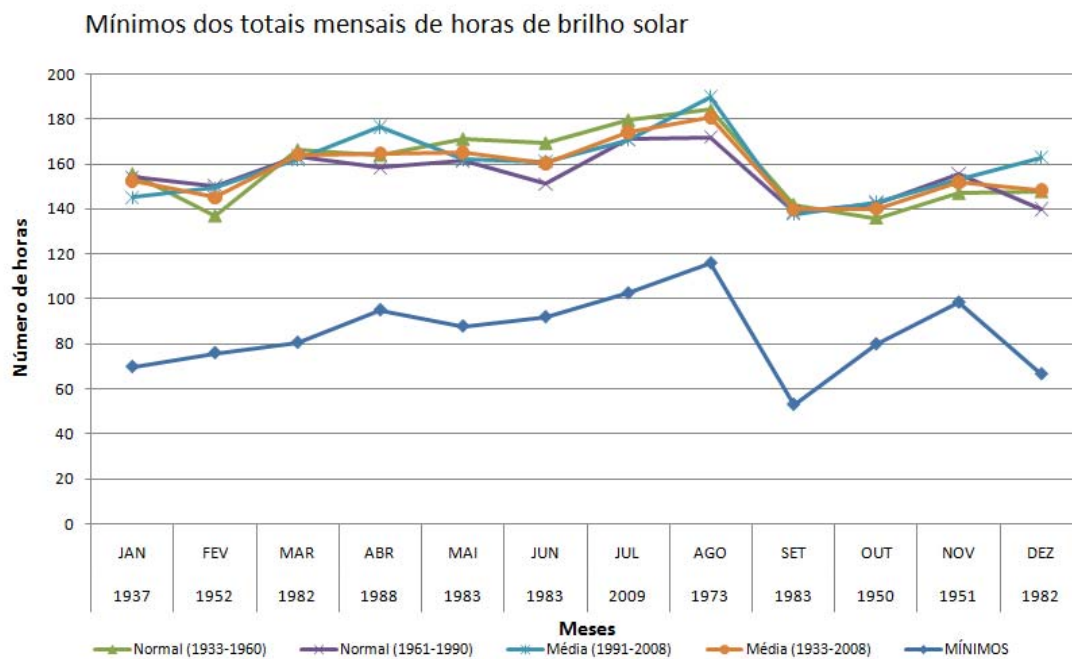


Figura 32 – Recordes mínimos dos totais mensais de horas de brilho solar

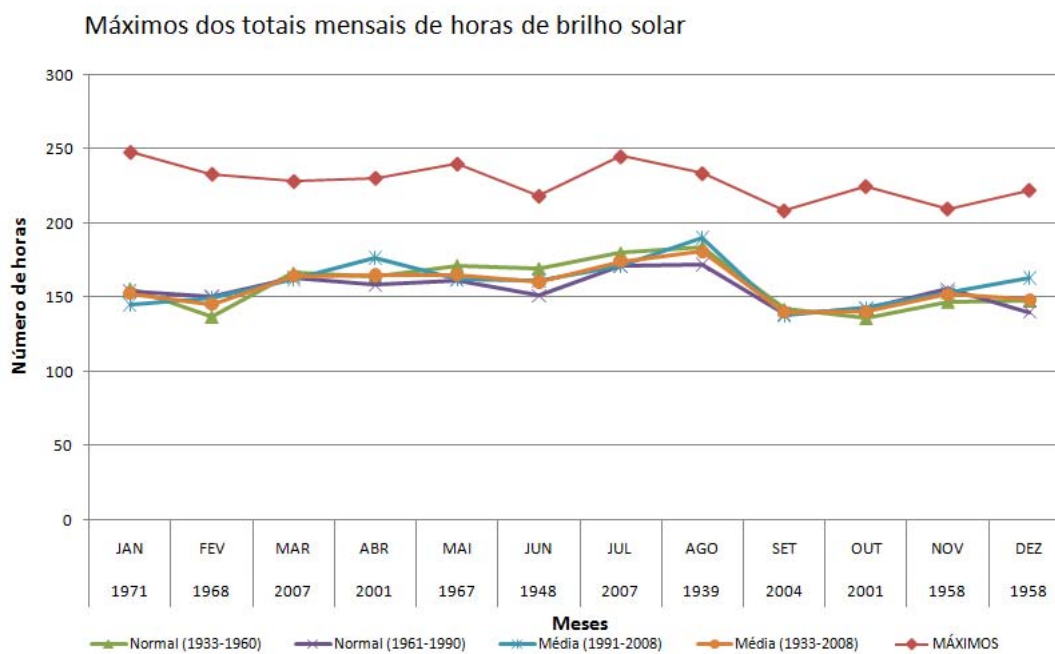


Figura 33 – Recordes máximos dos totais mensais de horas de brilho solar

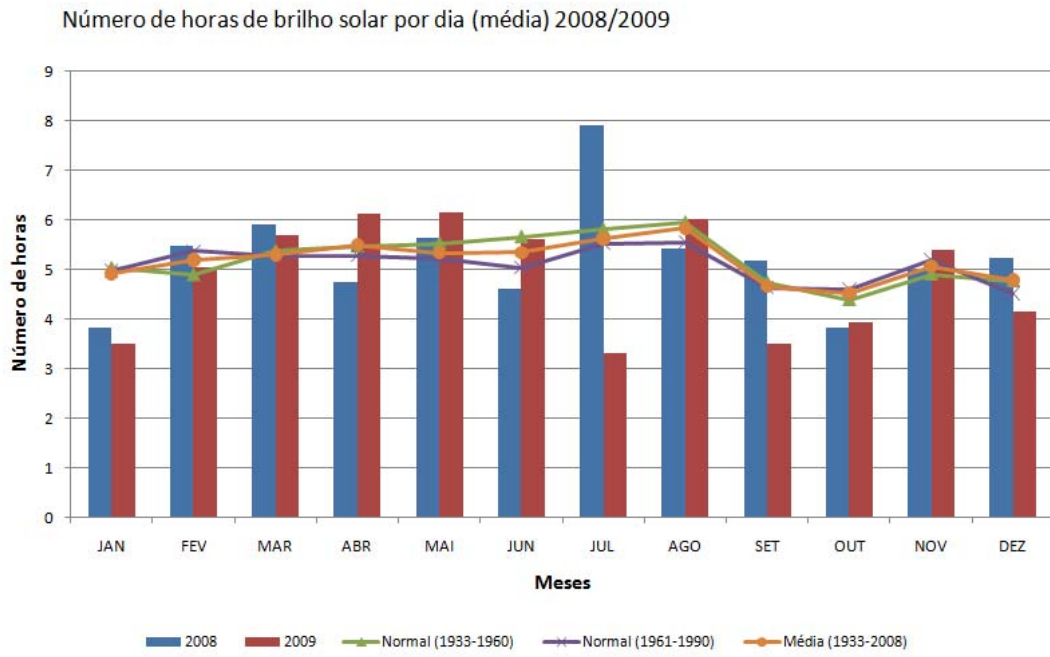


Figura 34 – Média diária do número de horas de brilho solar (insolação) em 2008 e 2009

5. ATIVIDADES DE APOIO: ENSINO E SOCIEDADE

A EM do IAG-USP presta serviços de apoio ao ensino, pesquisa e a sociedade em geral. No ano de 2009 foi realizado um total de 321 consultas, separadas de acordo com a tabela abaixo (Tabela 11). A maior parte das consultas é proveniente de instituições públicas de ensino, principalmente a USP (e em maior parte, ao IAG), conforme indicam a Figura 35a e Figura 35b.

As consultas por telefone correspondem a informações sobre as condições meteorológicas dadas a jornalistas, programas de rádio e hospitais (calibração de equipamentos hospitalares).

Tabela 11 - Fornecimento de dados à sociedade

Apoio à Pesquisa	Nº de Atendimentos
Dissertações de Mestrado, Teses de Doutorado e Monografias	32
Pesquisas em geral (projetos temáticos ou artigos de pesquisadores)	57
Instituições Privadas (exceto justificativa de atraso de obras)	2
Boletins de condições meteorológicas	6
Dados p/ justificativa de atraso de obras (inclui instituições públicas e privadas)	19
Comparação de Instrumentos	2
Consultas mensais (instituições públicas e privadas)	72
Consultas rápidas por telefone	131

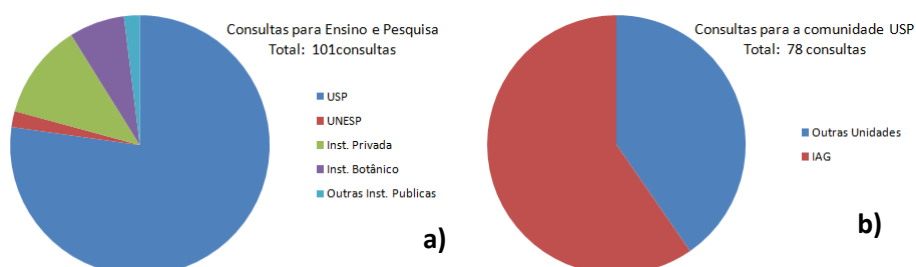


Figura 35 – Consultas atendidas em Ensino e pesquisa: a) Todas; b) USP (outras unidades e IAG)

Além dos dados fornecidos aos usuários, 940 alunos visitaram a EM e assistiram a uma palestra sobre Meteorologia ministrada por Mário Festa. A Tabela 12 apresenta o total de escolas que visitaram a EM de acordo com o nível de escolaridade.

Tabela 12 - Visitas escolares recebidas na Estação Meteorológica para o ano de 2009

	Quantidade de Escolas
Ensino Fundamental I	3
Ensino Fundamental II	22
Ensino Médio	4
Ensino Superior	6
Outros	6
Total Geral	41

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Katz, R. W.; Parlange, M.B; Noveau, P.: 2008. Statistics of extremes in hydrology. *Advances in Water Resources* **25**: 1287-1304

Relatório técnico da Estação Meteorológica do IAG-USP nº1: 2010. São Paulo. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. [<http://www.estacao.iag.usp.br>]

Sugahara, S.; Rocha, R. P.; Silveira, R.: 2008. Non-stationary frequency analysis of extreme daily rainfall in São Paulo, Brazil. *Int. J. Climate*, DOI:10.1002/joc.1760

Equipe Técnica:

Técnicos de Laboratório
Carlos Teixeira de Oliveira
Edvaldo Mendes dos Santos
Edvaldo Gomes da Silva
Maria Aparecida Fialho
Pety Runha Lourenço
Willians Garcia

Especialistas em Laboratório

Msc. Mario Festa
Msc. Samantha Novaes Santos Martins (organizadora)
Eng. Sérgio Torre Salum

Consultores:

Prof. Dr. Paulo Marques dos Santos
Dr. Frederico Luiz Funari

Seção Técnica de Serviços Meteorológicos

Chefe: Prof. Dr. Carlos Augusto Morales Rodriguez
Vice-Chefe: Msc. Mario Festa

MEDIÇÕES E OBSERVAÇÕES DE SUPERFÍCIE

EFETUADAS PELA SEÇÃO TÉCNICA DE SERVIÇOS METEOROLÓGICOS – 2009

100 exemplares

ISSN 1415-4374