

# BOLETIM CLIMATOLÓGICO TRIMESTRAL DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP

- Março a maio de 2017

- outono -



**Seção Técnica de Serviços Meteorológicos**

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

## Sumário

Neste boletim trimestral são apresentadas as principais características meteorológicas observadas durante os meses de março a maio de 2017 (MAM2017) na Estação Meteorológica do IAG/USP, localizada na Av. Miguel Stefano, 4200, Água Funda, São Paulo, SP. Não são utilizadas quaisquer informações adicionais para a elaboração deste documento.

O boletim está organizado de acordo com a seguinte ordem de descrição das variáveis atmosféricas: precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, garoa, orvalho, nevoeiro, trovoadas, irradiação e insolação. Antes, os recordes absolutos da estação do ano em discussão são apresentados.

## Índice

1. Recordes absolutos do trimestre MAM.....	7
2. Precipitação .....	8
3. Temperatura .....	14
4. Umidade relativa do ar.....	21
5. Garoa.....	25
6. Orvalho.....	26
7. Nevoeiro.....	27
8. Trovoadas.....	28
9. Granizo .....	29
10. Radiação Solar Total .....	30
11. Insolação .....	30

## Índice de figuras

Figura 1 – Precipitação mensal (mm) entre junho/2016 e maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal referente ao período 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal do período de 1961 a 1990 e a linha com triângulos representa a média de 1933 a 2016.....	9
Figura 2 – Número de dias com chuva entre junho/2016 e maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017.....	10
Figura 3 – Variação anual da precipitação acumulada durante o trimestre MAM ao longo de toda a série (1933-2017) (a);.....	12
Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre MAM2017: março/2017(a); abril/2017(b) e maio/2017(c).....	13
Figura 5 – Temperatura média mensal (°C) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2016.....	14
Figura 6 – Temperatura média máxima mensal (°C) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017. As marcações em X mostram as temperaturas máximas mensais ao longo do período.....	15
Figura 7 – Número de dias com temperatura acima de 30,0°C entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1933-1960, a linha com triângulos representa a normal 1961-1990 e a linha com X representa a média 1933-2017.....	16
Figura 8 – Número de dias com $T \geq 30,0^\circ\text{C}$ em todos os trimestres MAM (outono) desde MAM1933. ....	16
Figura 9 – Temperatura média mínima mensal (°C) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017. As marcações em X mostram as temperaturas mínimas mensais ao longo do período .....	17
Figura 10 - Número de dias com temperatura abaixo de 5,0°C entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1933-1960, a linha com triângulos representa a normal 1961-1990 e a linha com X representa a média 1933-2017.....	18
Figura 11 - Número de dias com $T \leq 5,0^\circ\text{C}$ em todos os trimestres MAM (outono) desde MAM1933 .....	18
Figura 12 – Temperatura média (a), média máxima (b) e média mínima (c) sazonal para o outono (MAM) de MAM1933 a MAM2017 (pontos azuis). A linha preta representa o ajuste linear e as barras verticais representam um desvio-padrão e indicam a variabilidade dos dados no período. ....	20

Figura 13 – Umidade relativa média mensal (%) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2016. ....	21
Figura 14 – Umidade relativa média mínima mensal (%) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2016. As marcas em X representam os menores valores mensais de cada mês. ....	22
Figura 15 – Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 40%) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990, a linha com círculos representa a média 1958-2016. ....	23
Figura 16 - Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 30%) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990, a linha com círculos representa a média 1958-2016. ....	23
Figura 17 – Número anual de dias com $UR \leq 40\%$ em todos os períodos de outono (MAM) de MAM1957/1958 até MAM2017. Em preto, a linha de tendência. ....	24
Figura 18 - Número anual de dias com $UR \leq 30\%$ em todos os períodos de outono (MAM) de MAM1957/1958 até MAM2017. Em preto, a linha de tendência. ....	25
Figura 19 – Número de dias com garoa entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017. ....	25
Figura 20 – Número de dias com garoa no trimestre MAM1933 até MAM2017. ....	26
Figura 21 – Número de dias com orvalho entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2016. ....	26
Figura 22 – Número de dias com orvalho no trimestre MAM1958 até MAM2017. ....	27
Figura 23 - Número de dias com nevoeiro entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017. ....	27
Figura 24 – Número de dias com nevoeiro no trimestre MAM1933 até MAM2017. ....	28
Figura 25 – Número de dias com trovoadas entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2016. ....	29
Figura 26 – Número de dias com trovoadas no trimestre MAM1958 até MAM2017. ....	29
Figura 27 - Número de dias com granizo no trimestre MAM1958/1959 até MAM2017. ....	30
Figura 28 – Radiação solar total mensal ( $MJ/m^2$ ) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1961-2016. ....	30
Figura 29 – Totais de horas mensais de brilho solar entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017. ....	31

Figura 30 – Médias diárias de totais de horas de brilho solar entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017. .... 31

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Recordes de precipitação acumulada em cada mês do trimestre de outono na Estação Meteorológica do IAG-USP, de MAM1933 até MAM2017.....	7
Tabela 2 - Recordes diários de temperatura do ar próximo à superfície para cada mês, para o trimestre de outono na Estação Meteorológica do IAG-USP, de MAM1933 até MAM2017 .....	7
Tabela 3 - Recordes diários de umidade relativa mínima do ar próximo à superfície para cada mês, para o trimestre de outono na Estação Meteorológica do IAG-USP, de MAM1933 até MAM2017 .....	7
Tabela 4 - Recordes mensais absolutos de número de dias com baixa umidade relativa (UR<40%) no trimestre de outono na Estação Meteorológica do IAG-USP, de MAM1933 até MAM2017 .....	7
Tabela 5 – Precipitação mensal (mm) para os meses de junho/2016 a maio/2017, com destaque em amarelo para MAM2017, além das médias e normais e fração (%) de aumento ou diminuição com relação à média climatológica. A última linha apresenta a diferença relativa (em porcentagem) entre a média climatológica da EM e a precipitação mensal. Os valores marcados em vermelho representam os meses que apresentaram total mensal acima da média climatológica e os em azul, os meses que registraram total mensal abaixo da média climatológica. ....	9

## 1. Recordes absolutos do trimestre MAM

As tabelas abaixo indicam os recordes de precipitação (Tabela 1), de temperatura (Tabela 2) e de mínima umidade relativa do ar próximo à superfície (Tabela 3) e total de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 40%, na Tabela 4) para o trimestre de outono (MAM). Em MAM2017, foi registrado um recorde absoluto: novo máximo absoluto de precipitação diária para o mês de abril. Em 06 de abril de 2017, foi registrado 90,8mm de precipitação (o recorde anterior era 80,0mm, em 7 de abril de 1966).

Tabela 1 - Recordes de precipitação acumulada em cada mês do trimestre de outono na Estação Meteorológica do IAG-USP, de MAM1933 até MAM2017

	Média (1933-2016) [mm]	Recorde Mensal Máximo	Recorde Mensal Mínimo	Recorde Diário	Recorde Horário
MAR	164,0 mm	470,7mm, mar/1991	49,7mm, mar/1960	145,9mm, 6/mar/1966	74,1mm 15h-16h, 17/03/2009
ABR	82,4mm	215,4mm, abr/1991	2,8mm, abr/2016	90,8mm, 6/abr/2017	65,8mm,21h-22h, 07/04/1966
MAI	63,8mm	246,3mm, mai/1987	3,1mm, mai/1943	96,3mm, 24/mai/2005	38,8mm,15h-16h, 08/05/1987

Tabela 2 - Recordes diários de temperatura do ar próximo à superfície para cada mês, para o trimestre de outono na Estação Meteorológica do IAG-USP, de MAM1933 até MAM2017

	Máxima Absoluta (1933-2016)	Mínima Absoluta (1933-2016)
MAR	35,1°C, 01/mar/2012	9,6°C, 23/mar/1933
ABR	34,1°C, 09/abr/2016	4,0°C, 25/abr/1971
MAI	30,9°C, 03/mai/2001	1,4°C, 31/mai/1979

Tabela 3 - Recordes diários de umidade relativa mínima do ar próximo à superfície para cada mês, para o trimestre de outono na Estação Meteorológica do IAG-USP, de MAM1933 até MAM2017

	Mínima Absoluta (1933-2016)
MAR	19%, 01/mar/2003
ABR	24%, 28/abr/2001
MAI	12%, 12/mai/2000

Tabela 4 - Recordes mensais absolutos de número de dias com baixa umidade relativa (UR<40%) no trimestre de outono na Estação Meteorológica do IAG-USP, de MAM1933 até MAM2017

	Recordes Mensais (1933-2016)
MAR	15 dias, 03/2007
ABR	14 dias, 04/2016
MAI	16 dias, 05/1963



## 2. Precipitação

O trimestre MAM2017, período referente ao outono, registrou 464,8mm de chuva acumulada, valor acima da média climatológica, que é de 309,0mm. Foi o 80° outono em total de precipitação (do mais seco para o mais chuvoso) desde MAM1933. O recorde de outono mais chuvoso é MAM1991, com 734,9mm e o menos chuvoso é MAM1940 com 115,7mm.

Dos três meses do período (Figura 1), temos o seguinte resumo:

- março/2017: 141,4mm (a média climatológica, calculada de 1933-2017, é 164,0mm). Foi o 35° mês de março em total de precipitação (do mais seco para o mais chuvoso).
- abril/2017: 187,5mm (a média climatológica, calculada de 1933-2017, é 82,4mm). Foi o 5° mês de abril em total de precipitação (do mais seco para o mais chuvoso).
- maio/2017: 135,9mm (a média climatológica, calculada de 1933-2017, é 63,8mm). Foi o 78° mês de maio em total de precipitação (do mais seco para o mais chuvoso).

Importante observar que a Tabela 5 apresenta as mesmas informações contidas na Figura 1, além de inserir também a média de 1991-2016, e de indicar a fração de aumento ou diminuição da precipitação com relação à média climatológica, destacando os meses do trimestre MAM2017.

Na última linha da Tabela 5 é possível verificar valores de porcentagens que indicam o quanto cada um dos meses ficou acima ou abaixo da média climatológica. Os meses de abril/2017 e maio/2017 ficaram acima da média, respectivamente 28% e 13%. Já o mês de março/2017 ficou 14% abaixo da média climatológica.

Com relação ao número de dias com chuva (Figura 2), março/2017 apresentou 17 dias de chuva (abaixo da média climatológica, que é de 19 dias); abril/2017, 17 dias de chuva (acima da média climatológica, que é de 15 dias) e maio/2017 registrou 12 dias de chuva (abaixo da média climatológica, que é de 14 dias).

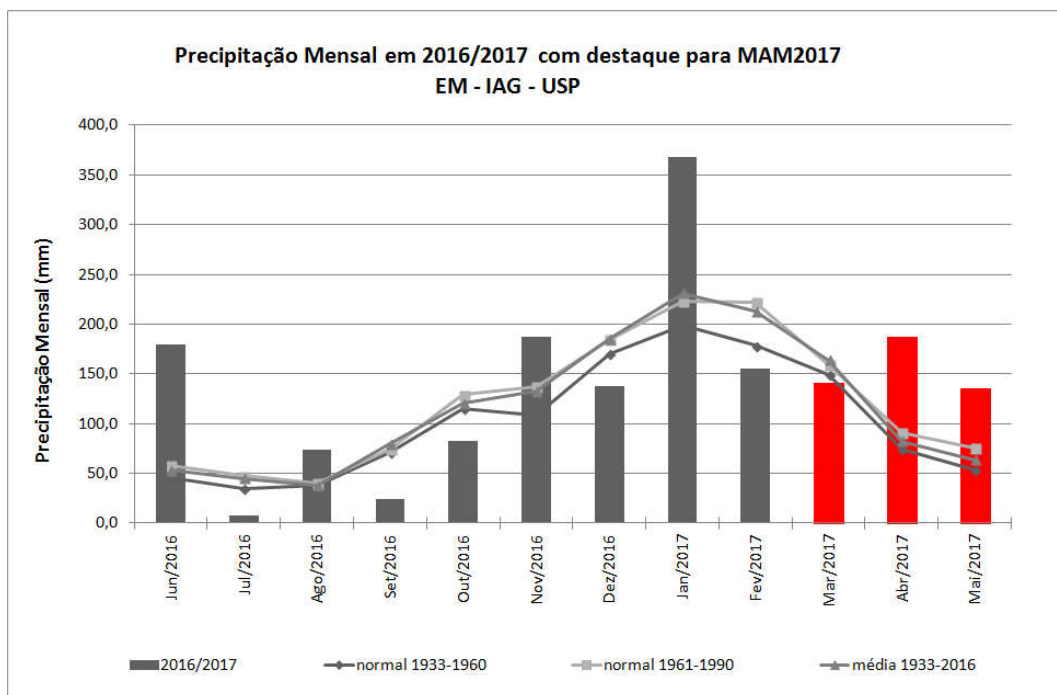


Figura 1 – Precipitação mensal (mm) entre junho/2016 e maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal referente ao período 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal do período de 1961 a 1990 e a linha com triângulos representa a média de 1933 a 2016.

Tabela 5 – Precipitação mensal (mm) para os meses de junho/2016 a maio/2017, com destaque em amarelo para MAM2017, além das médias e normais e fração (%) de aumento ou diminuição com relação à média climatológica. A última linha apresenta a diferença relativa (em porcentagem) entre a média climatológica da EM e a precipitação mensal. Os valores marcados em vermelho representam os meses que apresentaram total mensal acima da média climatológica e os em azul, os meses que registraram total mensal abaixo da média climatológica.

	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI
Normal (1933-1960)	45,9	34,6	38,3	71,0	114,9	108,7	170,8	198,5	178,7	149,4	74,2	53,5
Normal (1961-1990)	57,9	47,6	40,5	74,7	129,2	137,4	184,7	223,0	222,2	159,1	91,0	75,7
Média (1991-2016)	53,8	52,8	32,5	93,2	124,0	145,8	205,9	284,1	241,0	182,5	85,7	57,2
Média Climatológica (1933-2016)	53,5	44,9	37,8	79,5	120,8	132,9	185,5	231,1	213,2	164,0	82,4	63,8
2016/2017	179,6	7,4	73,3	24,6	82,2	187,7	137,7	368,2	155,5	141,4	187,5	135,9
Fração %	235	-84	94	-69	-32	41	-26	59	-27	-14	128	113

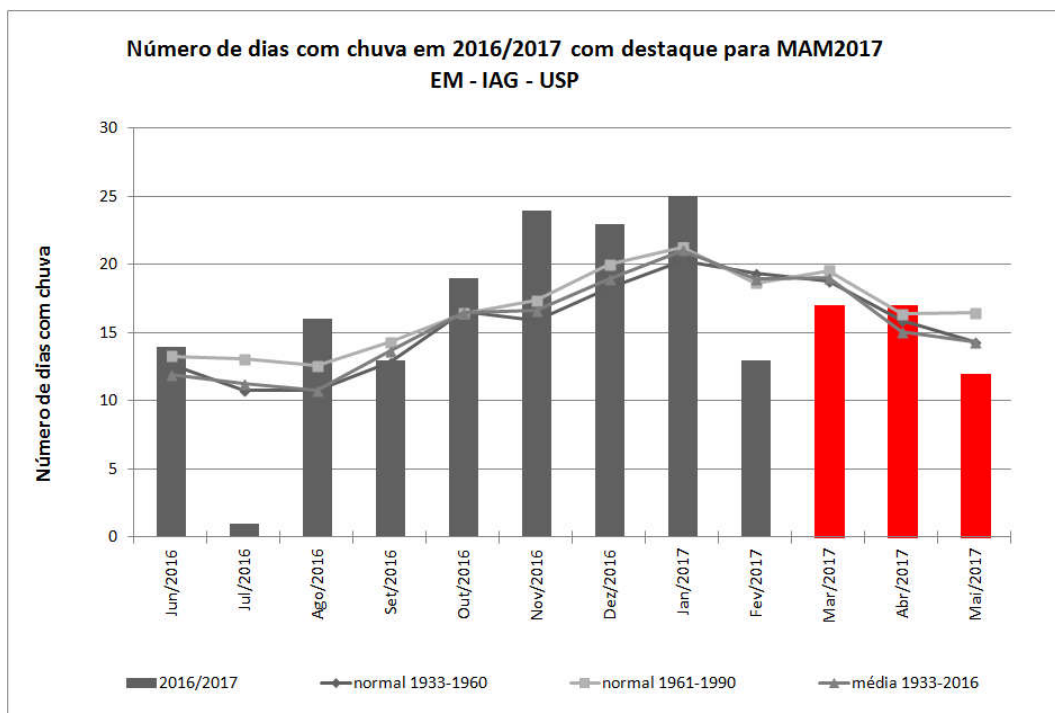


Figura 2 – Número de dias com chuva entre junho/2016 e maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017.

Em termos climatológicos, a Figura 3a mostra que a precipitação acumulada no trimestre MAM ao longo de toda a série climatológica possui tendência de aumento, conforme equação de ajuste linear indicada no gráfico. Apesar dessa tendência, é importante observar que há períodos marcadamente secos e marcadamente chuvosos, o que é indicado pelos acentuados máximos e mínimos da figura.

De acordo com teste T de Student é possível afirmar que a tendência de aumento é significativa considerando todo o trimestre (a condição é ter  $|t| \geq 2,0$  para um nível de 95% de confiança) com  $t=2,5$  para a Figura 3a.

Ao calcular os valores de t para cada um dos meses de outono, tem-se:

- março/2017:  $t=2,2$ , tendência significativa;
- abril/2017:  $t=1,1$ , tendência não significativa;
- maio/2017:  $t=1,8$ , tendência não significativa.

Considerando a equação de ajuste linear expressa na Figura 3a, é possível estimar as seguintes variações ao longo da série:

- MAM1933 até MAM1960: aumento de 31,2mm;
- MAM1961 até MAM1990: aumento de 33,6mm;
- MAM1991 até MAM2017: aumento de 28,9mm;
- Total – MAM1933 até MAM2017: aumento de 96,0mm.

Considerando todos os outonos da série climatológica (conforme a Figura 3a), é possível indicar aqueles que foram mais secos e os que foram mais chuvosos. Com relação aos mais secos, destacam-se:

- MAM 1940: 115,7mm
- MAM 1943: 162,2mm
- MAM 1963: 150,9mm
- MAM 2001: 161,4mm

E com relação aos mais chuvosos, destacam-se (Figura 3a):

- MAM 1937: 426,8mm
- MAM 1966: 490,0mm
- MAM 1983: 671,3mm
- MAM 1991: 734,9mm

Com relação ao número de dias com chuva, a equação de tendência apresentada na Figura 3b mostra uma tendência significativa de redução no total de dias com chuva, de modo que no teste T de Student, obteve-se  $t=-2,1$ .

Realizando o teste T de Student para o total de dias de chuva para cada um dos meses separadamente, temos:

- março/2017:  $t=0,6$ , tendência não significativa;
- abril/2017:  $t=-2,7$ , tendência significativa;
- maio/2017:  $t=-1,4$ , tendência não significativa.

**Informações adicionais:** no trimestre MAM2017, o maior volume de chuva acumulado em apenas 24h foi de 90,8mm, observado em 6 de abril de 2017, valor esse que foi o novo recorde absoluto de precipitação diária para o mês de abril (o recorde anterior era 80,0mm e aconteceu em 7 de abril de 1966).

O maior acumulado em apenas 1h foi 37,6mm e ocorreu entre as 22h-23h também do dia 6 de abril de 2017.

A maior sequência de dias sem chuva do trimestre ocorreu entre 11 e 17 de maio e entre 23 e 29 de maio: 7 dias. E a maior sequência de dias com chuva ocorreu entre 2 e 8 de maio: 7 dias seguidos com chuva.

Considerando a distribuição dos dias de chuva, em março/2017 foram registrados 141,4mm em 17 dias de chuva (Figura 1 e Figura 2). Foram 4,6mm/dia, que é abaixo da média climatológica (5,3mm/dia<sup>1</sup>). A Figura 4a mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de março/2017, com destaque para 7 de março (30,8mm de chuva, 22% do total do mês em questão).

---

<sup>1</sup> Após o Boletim Trimestral de MAM 2016, as taxas de precipitação mensal em mm/dia passaram a ser calculadas utilizando o total mensal de precipitação dividido pelo número total de dias do mês em questão. Nos Boletins Trimestrais anteriores, as taxas de precipitação eram calculadas fazendo a divisão entre o total mensal de precipitação e o número de dias com precipitação.

Em abril/2017 foram registrados 187,5mm de chuva em 17 dias (Figura 1 e Figura 2). Foram 6,3mm/dia, que é acima da média climatológica (2,7mm/dia). A Figura 4b mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de abril/2017, com destaque para 6 de abril (90,8mm de chuva, 48% do total do mês em questão).

Em maio/2017 foram registrados 135,9mm em 12 dias de chuva (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, foram 4,4mm/dia, que é acima da média climatológica (2,1mm/dia). A Figura 4c mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de maio/2017, com destaque para 21 de maio (45,5mm de chuva, 33% do total do mês em questão).

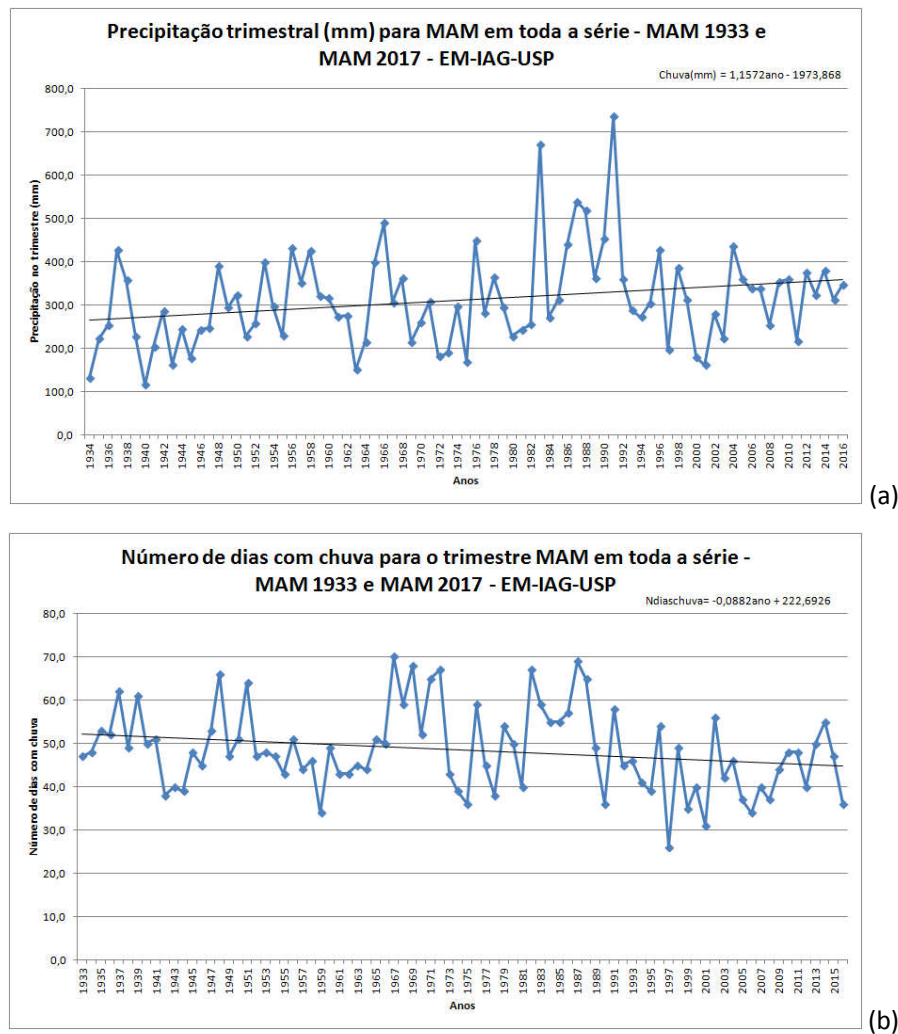


Figura 3 – Variação anual da precipitação acumulada durante o trimestre MAM ao longo de toda a série (1933-2017) (a);

Número de dias de chuva no trimestre MAM ao longo de toda a série (1933-2017) (b).

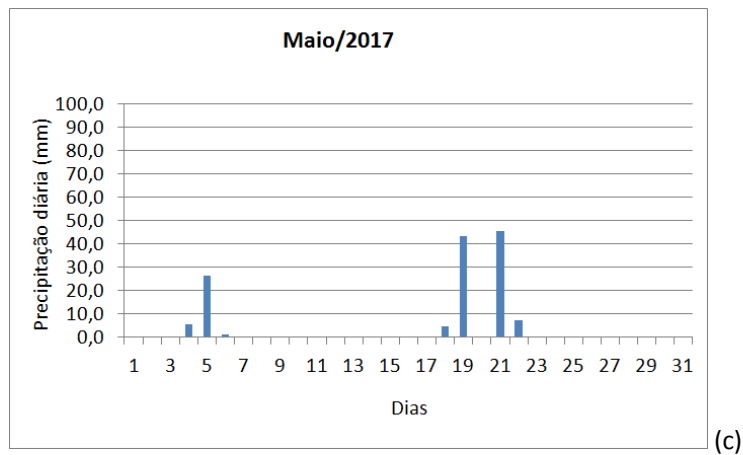
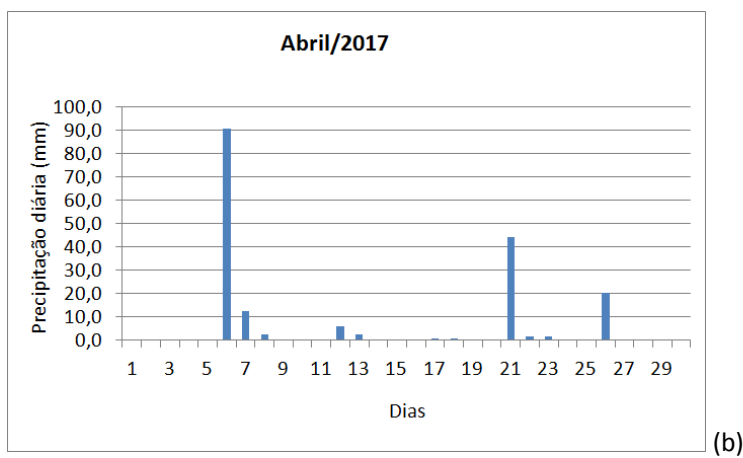
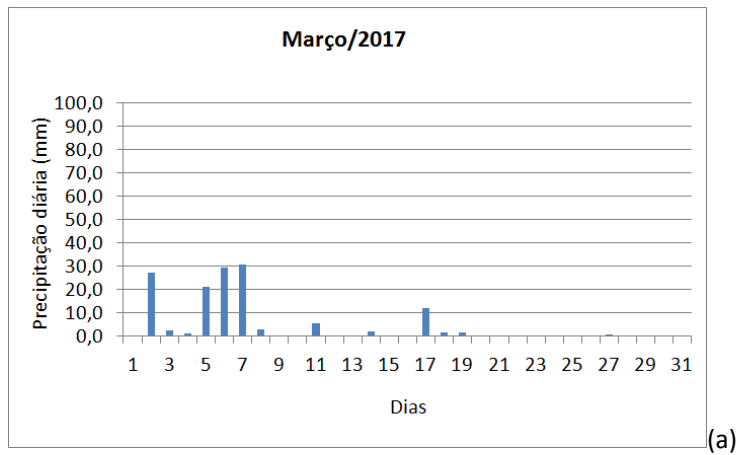


Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre MAM2017: março/2017(a); abril/2017(b) e maio/2017(c).

### 3. Temperatura

A temperatura média de MAM2017 foi 19,9°C, valor acima da média climatológica, estimada de 1933 a 2017 (19,1°C). Considerando o *ranking* de todos os trimestres MAM desde MAM1933, classificado em ordem crescente de temperatura média, MAM2017 consta na 68ª posição. A menor temperatura média de MAM ocorreu em MAM1968 (17,1°C) e a maior temperatura média ocorreu em MAM2002 (21,6°C).

Ao levar em conta a temperatura média máxima, o trimestre MAM2017 registrou 25,5°C (acima da média climatológica, que é 25,0°C). Considerando o *ranking* de todos os trimestres MAM desde MAM1933, classificado em ordem crescente de temperatura média máxima, MAM2017 consta na 58ª posição. A menor temperatura média máxima de MAM ocorreu em MAM1956 (22,7°C) e a maior temperatura média máxima ocorreu em MAM2002 (28,1°C).

E considerando a temperatura média mínima, o trimestre MAM2017 registrou o valor 16,3°C (valor acima da média climatológica, que é 15,1°C). Considerando o *ranking* de todos os trimestres MAM desde MAM1933, classificado em ordem crescente de temperatura média mínima, MAM2017 consta na 77ª posição. A menor temperatura média mínima de MAM ocorreu em MAM1933 (12,6°C) e a maior ocorreu em MAM2002 (17,3°C).

A Figura 5 mostra a temperatura média mensal de junho/2016 até maio/2017, com destaque para o trimestre MAM2017. É possível observar que todos os meses do trimestre ficaram acima de suas respectivas médias climatológicas.

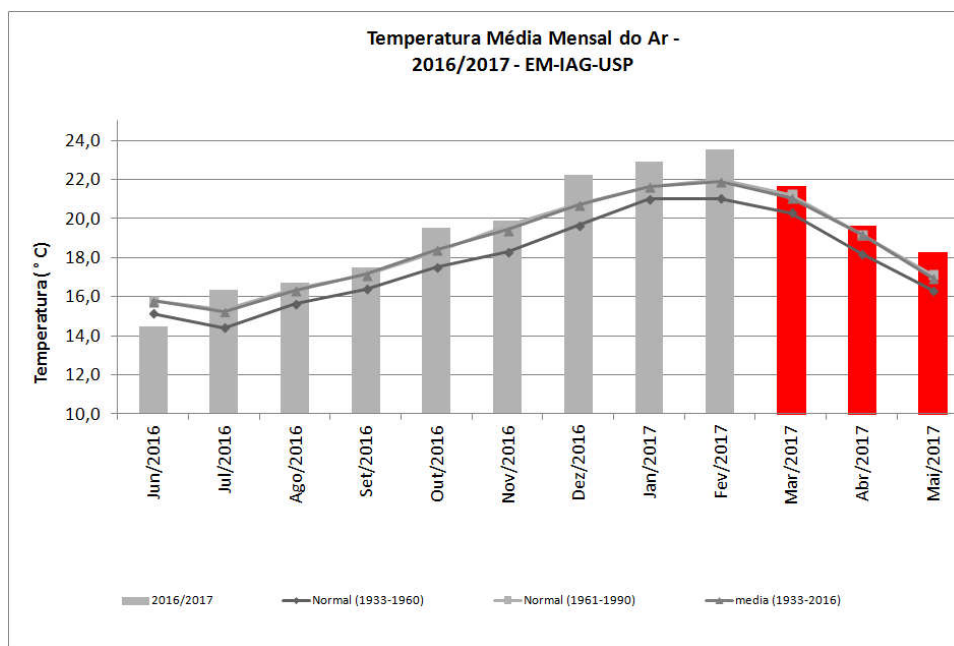


Figura 5 – Temperatura média mensal (°C) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2016.

A Figura 6 indica a temperatura média máxima mensal de junho/2016 até maio/2017, com destaque para o trimestre MAM2017. Os três meses do período ficaram acima de suas respectivas médias climatológicas. A maior temperatura foi de 33,3°C e foi registrada em 10 de março, valor indicado na Figura 6.

A maior temperatura já registrada em um trimestre MAM foi 35,1°C, em 01 de março de 2012. Entretanto, a maior temperatura já registrada na EM-IAG-USP foi 37,2°C (em 17 de outubro de 2014).

A Figura 6 mostra também os máximos absolutos de temperatura para o trimestre MAM2017. Tem-se:

- Março: 33,3°C em 10 de março;
- Abril: 31,7°C em 5 de abril;
- Maio: 29,9°C em 26 de maio.

Em MAM2017, foram registrados 12 dias com temperatura acima de 30,0°C (Figura 7), acima da média climatológica (8 dias). Março e abril tiveram mais dias quentes do que as respectivas médias climatológicas, enquanto maio ficou dentro da média (ou seja, nenhum dia com essa característica), conforme indicado na Figura 7.

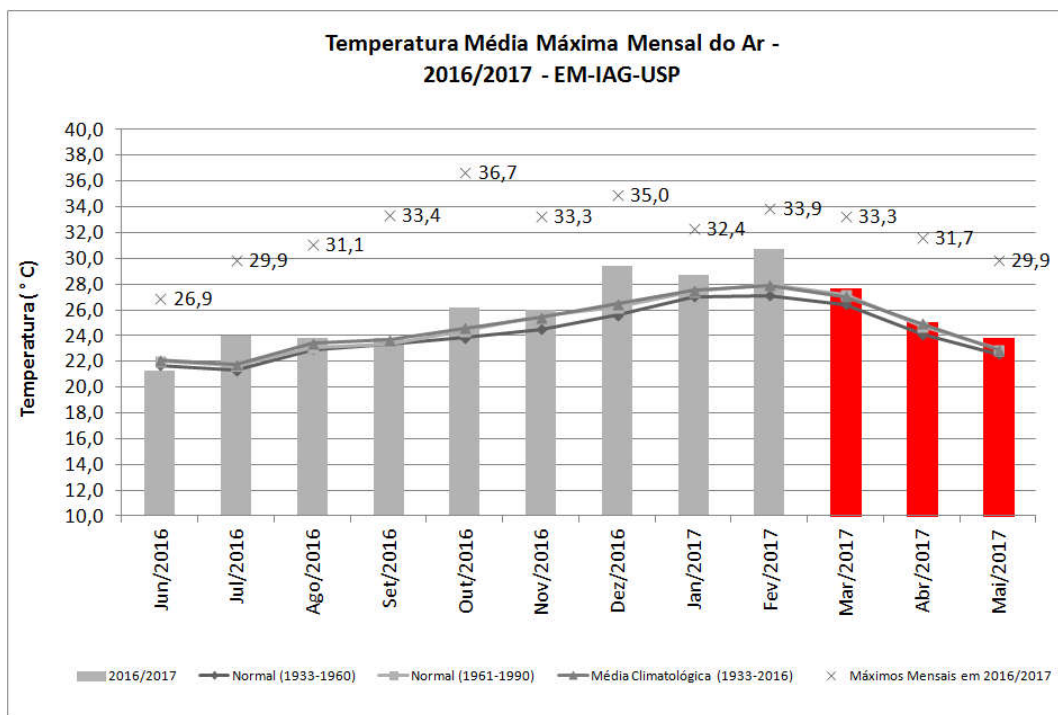


Figura 6 – Temperatura média máxima mensal (°C) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2016. As marcações em X mostram as temperaturas máximas mensais ao longo do período.

Na Figura 8 é apresentado o número de dias com temperatura igual ou superior a 30°C durante o trimestre MAM desde MAM1933. Realizando o teste T de Student, temos  $t=5,3$



(para a tendência ser significativa, a condição é ter  $|t| \geq 2,0$ ). Há uma tendência de aumento do número de dias, a uma taxa de aproximadamente 2,6 dias por década.

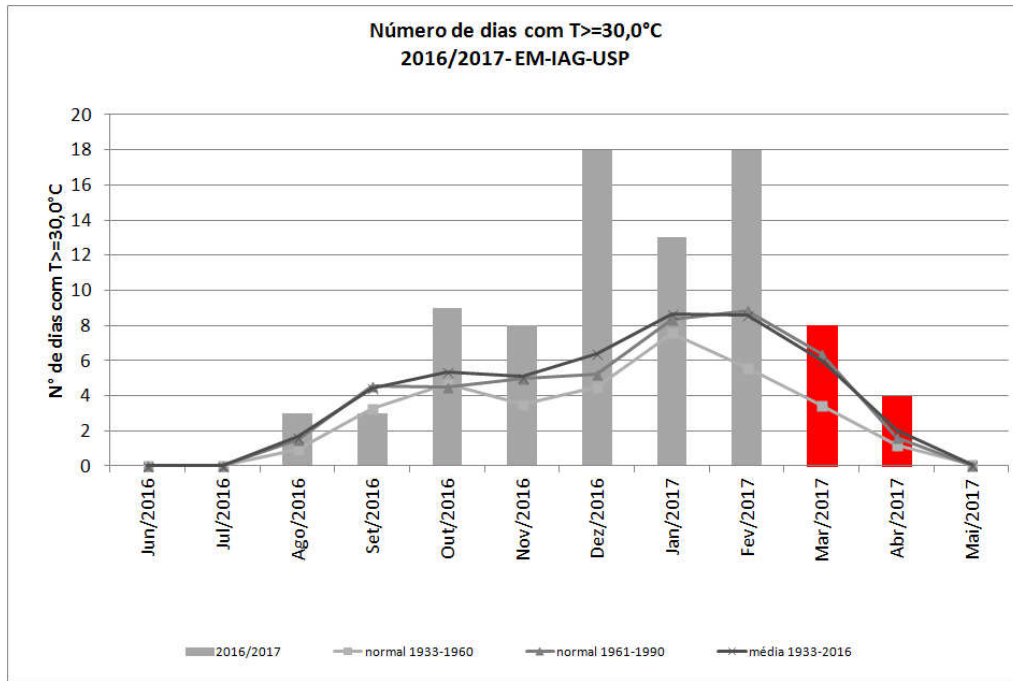


Figura 7 – Número de dias com temperatura acima de  $30,0^\circ\text{C}$  entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1933-1960, a linha com triângulos representa a normal 1961-1990 e a linha com X representa a média 1933-2017.

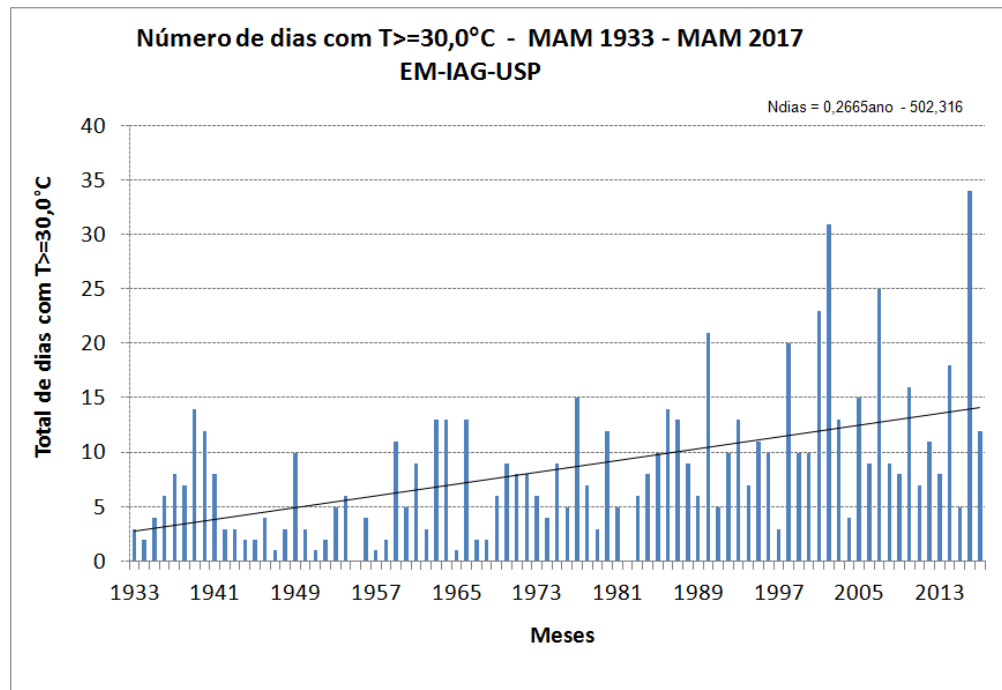


Figura 8 – Número de dias com  $T \geq 30,0^\circ\text{C}$  em todos os trimestres MAM (outono) desde MAM1933.

A maior amplitude térmica (maior diferença entre temperatura máxima e mínima em um mesmo dia) foi 14,9°C e ocorreu em 5 de abril (mínima de 16,8°C e máxima de 31,7°C). Já a menor amplitude térmica ocorreu em 21 de abril: 2,4°C (mínima de 17,1°C e máxima de 19,5°C).

A Figura 9 ilustra a temperatura média mínima mensal de junho/2016 até maio/2017, com destaque para o trimestre MAM2017. É possível observar que todos os meses do período ficaram acima da média climatológica. A Figura 9 mostra também os mínimos absolutos de temperatura para o outono MAM2017. Tem-se:

- Março: 13,8°C em 21 de março;
- Abril: 13,1°C em 19 de abril;
- Maio: 12,4°C em 15 de maio.

Em MAM2017 não foram registrados dias com temperatura abaixo de 5,0°C (Figura 10). A Figura 11 mostra a ocorrência de dias com temperatura abaixo de 5,0°C em todos os trimestres MAM desde MAM1933 e observa-se que desde MAM1990 não são registradas temperaturas abaixo de 5,0°C no trimestre de outono.

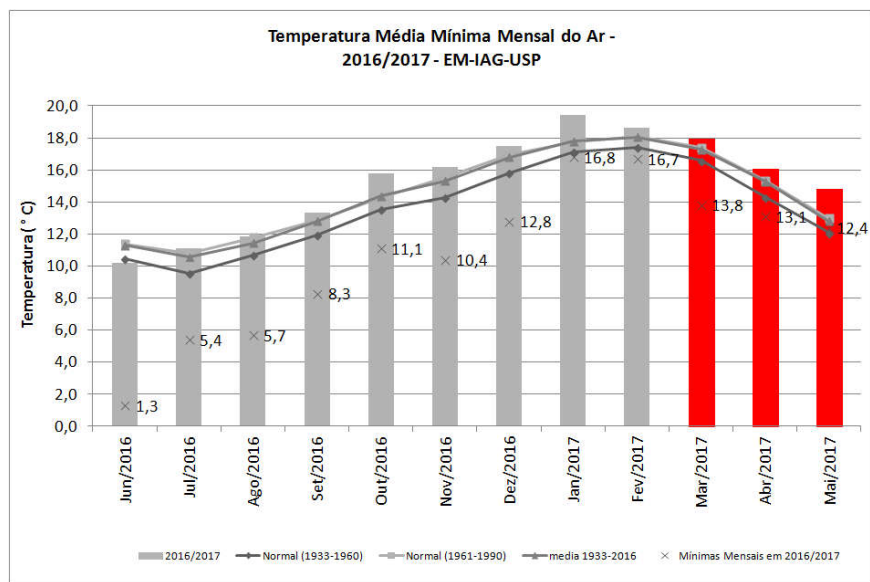


Figura 9 – Temperatura média mínima mensal (°C) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2016. As marcações em X mostram as temperaturas mínimas mensais ao longo do período

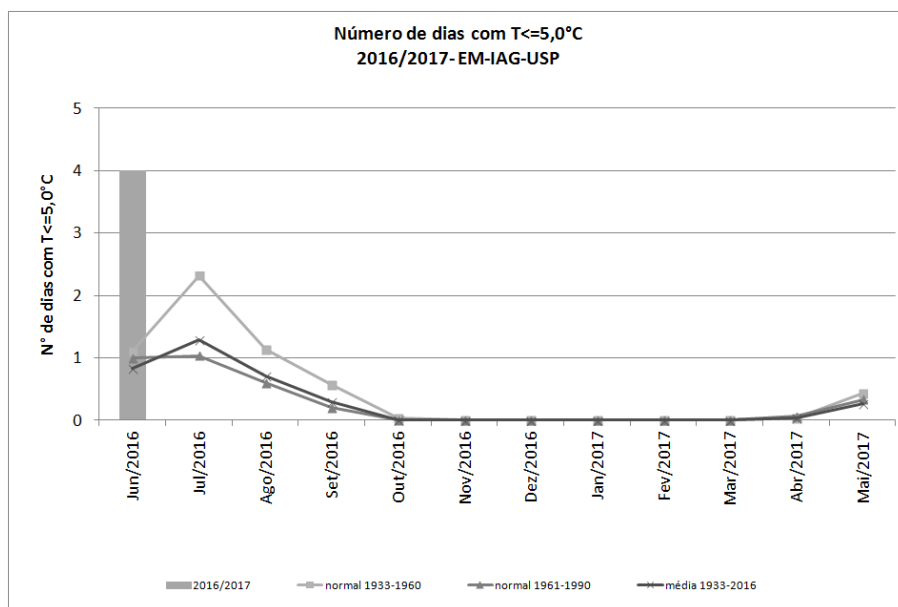


Figura 10 - Número de dias com temperatura abaixo de  $5,0^{\circ}\text{C}$  entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1933-1960, a linha com triângulos representa a normal 1961-1990 e a linha com X representa a média 1933-2017.

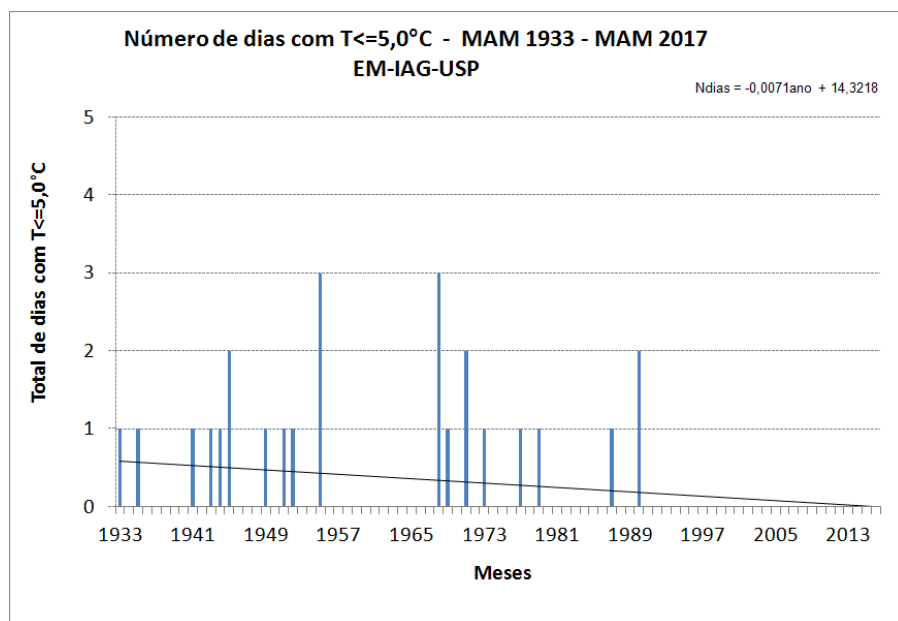
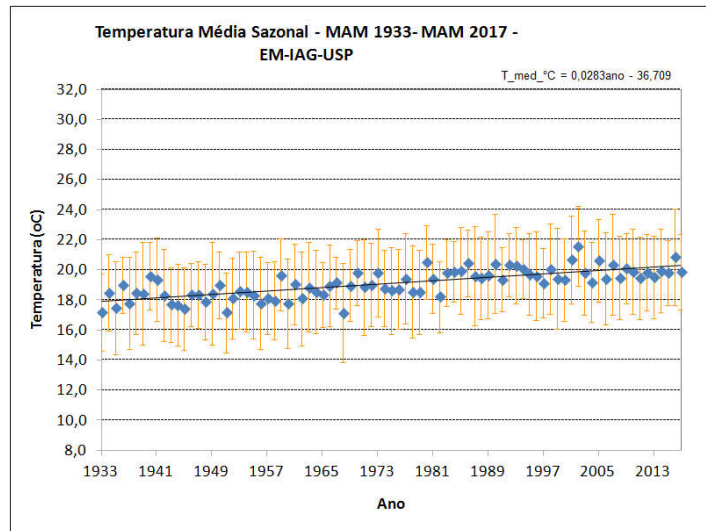


Figura 11 - Número de dias com  $T \leq 5,0^{\circ}\text{C}$  em todos os trimestres MAM (outono) desde MAM1933

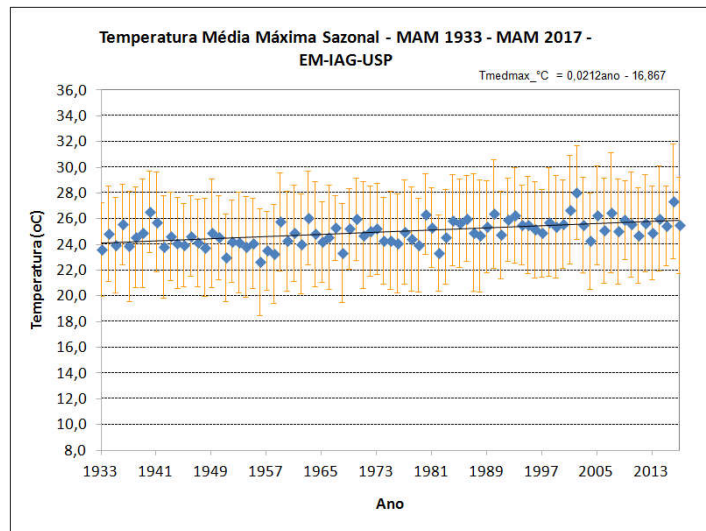
Na Figura 12 apresenta-se a série histórica da temperatura para os meses de outono, além do ajuste linear que permite verificar as tendências de variação. Observa-se que há tendência de elevação da temperatura média (Figura 12a), média máxima (Figura 12b) e média mínima (Figura 12c) para o trimestre MAM1933 até MAM2017.

Em todos os casos, temperatura média, média máxima e média mínima para o trimestre de outono, o teste T de Student indica que a tendência de aumento é significativa para um nível

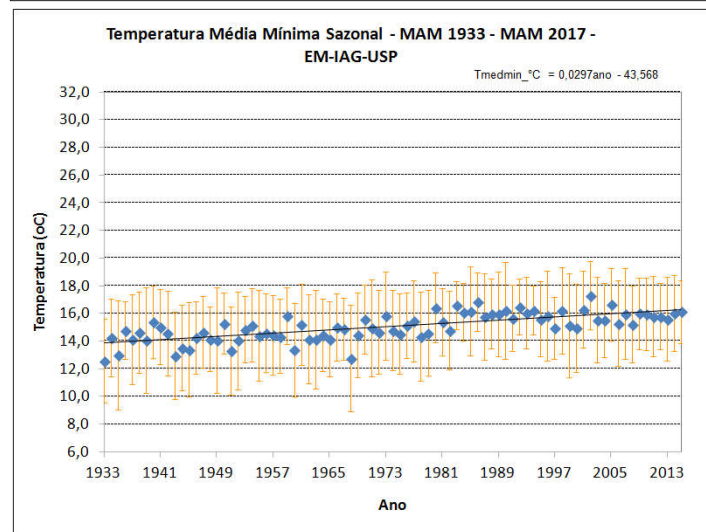
de 95% de confiança, com  $t = 9,3$  para a temperatura média (Figura 12a),  $t = 5,1$  para a média máxima (Figura 12b) e  $t = 8,8$  para a temperatura média mínima do ar próximo à superfície (Figura 12c). Assim, os ajustes lineares expressos pelas equações apresentadas nas respectivas figuras são representativos da evolução temporal dessas variáveis para o trimestre MAM.



(a)



(b)



(c)

Figura 12 – Temperatura média (a), média máxima (b) e média mínima (c) sazonal para o outono (MAM) de MAM1933 a MAM2017 (pontos azuis). A linha preta representa o ajuste linear e as barras verticais representam um desvio-padrão e indicam a variabilidade dos dados no período.

Após constatar que o ajuste linear representa bem os dados na Figura 12a, Figura 12b e Figura 12c e levando em consideração as equações de ajuste linear expostas em cada um dos gráficos, tem-se que:

- de 1933 a 1960: um aumento de 0,8°C para a média, 0,9°C para a média máxima e 0,8°C para a média mínima;
- de 1961 a 1990: um aumento de 0,8°C para a média, 0,9°C para a média máxima e 0,9°C para a média mínima;
- de 1991 a 2016: um aumento de 0,7°C para a média, 0,8°C para a média máxima e 0,8°C para a média mínima;
- de 1933 a 2016: um aumento de 2,4°C para a média, 2,7°C para a média máxima e 2,5°C para a média mínima.

#### 4. Umidade relativa do ar

Com relação à média mensal de umidade relativa em MAM2017 (Figura 13), o mês de março/2017 ficou ligeiramente abaixo da média climatológica, enquanto os meses de abril/2017 e maio/2017 ficaram ligeiramente acima.

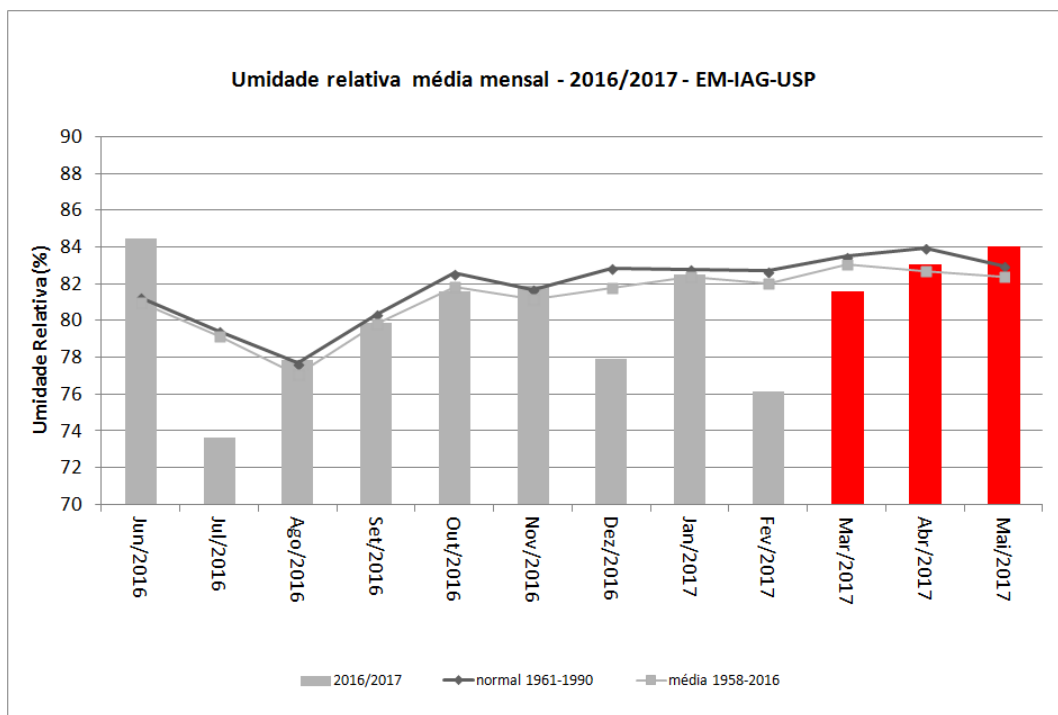


Figura 13 – Umidade relativa média mensal (%) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2016.

Com relação a média mensal de umidade relativa mínima, todos os meses do período ficaram acima de suas respectivas médias climatológicas (Figura 14). A Figura 14 também indica os mínimos de umidade relativa do período de junho/2016 a maio/2017. Destacando o período MAM2017, temos os seguintes mínimos mensais:

- Março: 42%, em 12 de março;
- Abril: 34%, em 5 de abril;
- Maio: 40%, em 9 de maio.

No trimestre, foram registrados 4 dias com umidade relativa abaixo de 40%, valor abaixo da média climatológica (10 dias). A Figura 15 indica o total de dias com umidade relativa abaixo de 40% no período de junho/2016 a maio/2017, com destaque para o trimestre MAM2017. Na Figura 15, observa-se que apenas os meses de abril e maio tiveram dias com essas características. No caso de abril, o total de dias com umidade relativa abaixo de 40% foi igual a média climatológica, enquanto em maio ficou abaixo da média (Figura 15).

Com relação aos dias com umidade relativa abaixo dos 30% (Figura 16), o trimestre MAM2017 não apresentou nenhum dia com essa característica.

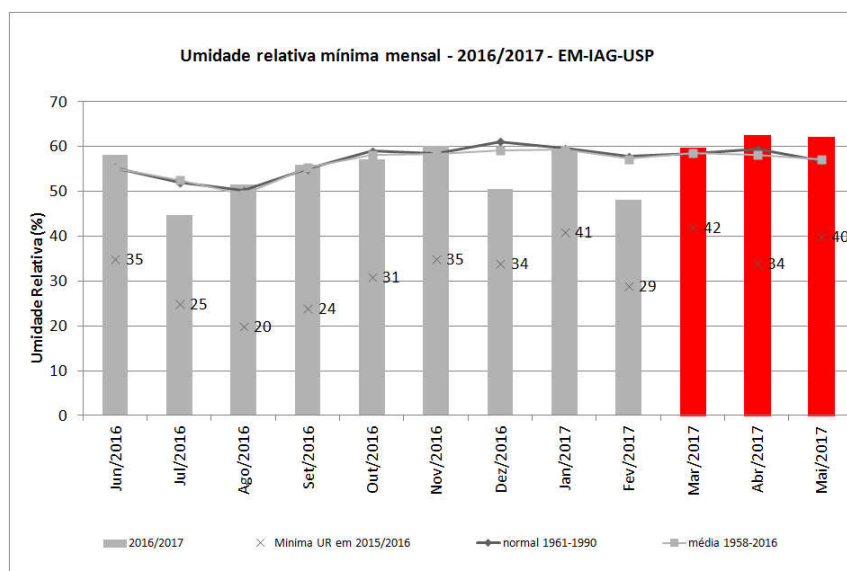


Figura 14 – Umidade relativa média mínima mensal (%) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2016. As marcas em X representam os menores valores mensais de cada mês.

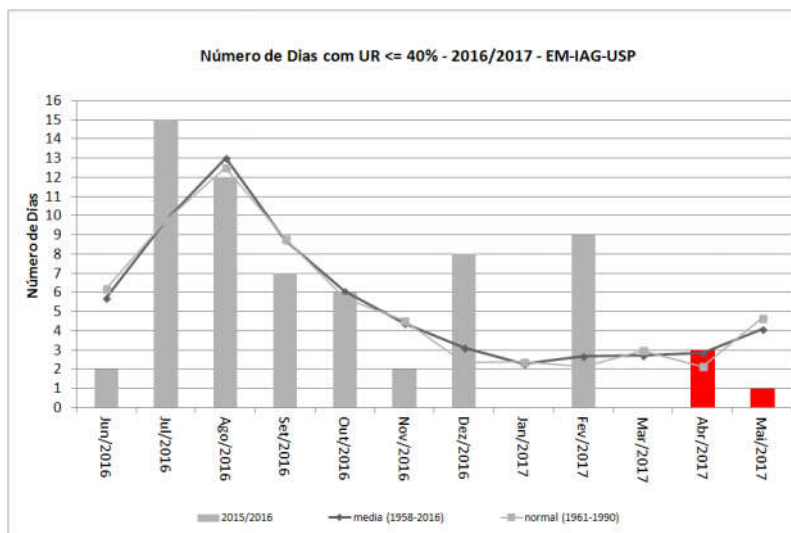


Figura 15 – Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 40%) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990, a linha com círculos representa a média 1958-2016.

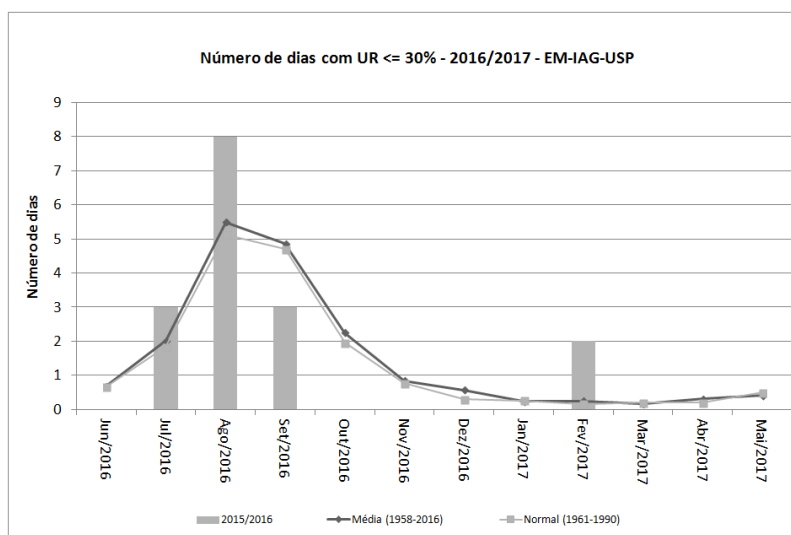


Figura 16 - Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 30%) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990, a linha com círculos representa a média 1958-2016.

Aplicando o teste T de Student para o número de dias com umidade relativa inferior a 40% em toda a série do trimestre MAM desde MAM1957 (Figura 17), verifica-se que  $t=0,6$ , a tendência que não é significativa (espera-se  $|t|>2,0$ , esperado para um nível de confiança de 95%). Portanto, o ajuste linear apresentado na Figura 17 não é representativo.

Ao observar a Figura 17, destacam-se os seguintes trimestres MAM com muitos dias de baixa umidade relativa desde MAM1957:

- MAM1962: 31 dias
- MAM2001: 22 dias



-MAM2006: 19 dias

-MAM2015: 17 dias

Ainda observando a Figura 17, destacam-se os seguintes trimestres MAM com poucos dias de baixa umidade relativa desde MAM1957:

- MAM1957: 1 dia

- MAM1988: 0 dia

Com relação ao total de dias com umidade relativa inferior a 30% (Figura 18), temos que  $t=0,1$ , portanto a tendência não é significativa (espera-se  $|t|>2,0$ , esperado para um nível de confiança de 95%). Assim, o ajuste linear apresentado na Figura 18 não é representativo. No entanto, ao observar a Figura 18, destacam-se os seguintes trimestres MAM com muitos dias de baixa umidade relativa (inferior a 30%) desde MAM1957:

- MAM1963: 7 dias

- MAM2000: 5 dias

- MAM2003: 4 dias

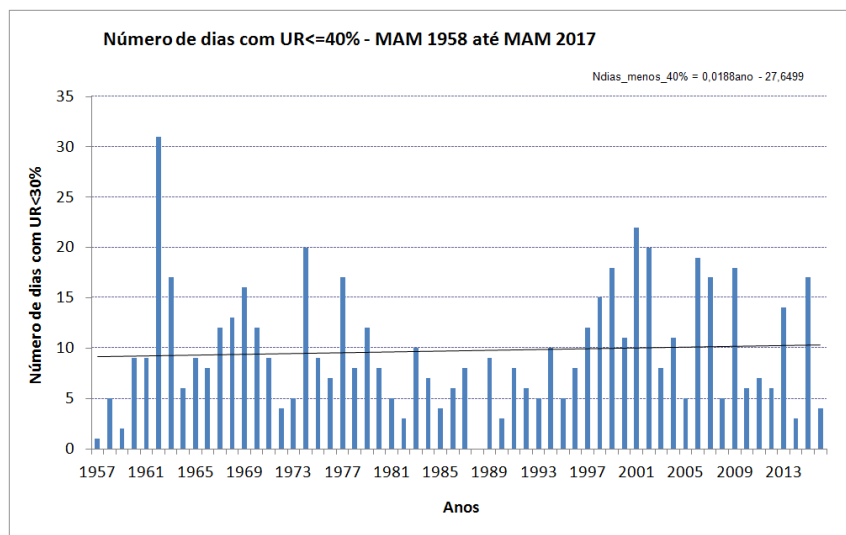


Figura 17 – Número anual de dias com UR<=40% em todos os períodos de outono (MAM) de MAM1957/1958 até MAM2017. Em preto, a linha de tendência.

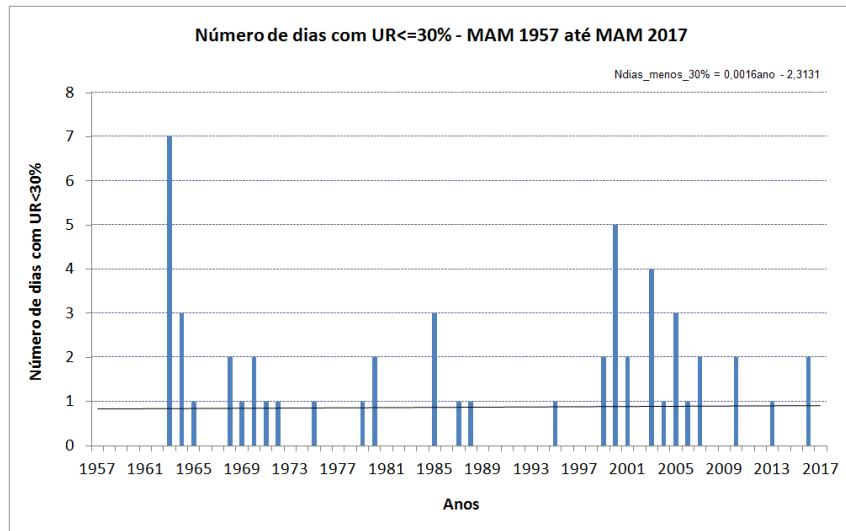


Figura 18 - Número anual de dias com UR≤30% em todos os períodos de outono (MAM) de MAM1957/1958 até MAM2017. Em preto, a linha de tendência.

### 5. Garoa

Durante MAM2017 foram registrados 33 dias com garoa, acima da média climatológica (21 dias). De acordo com a Figura 19, considerando o trimestre MAM todos os meses ficaram acima de suas respectivas médias climatológicas.

Analisando a ocorrência de garoa em todos os trimestres de outono desde 1933, verifica-se que apesar das flutuações interanuais, não há tendência significativa de aumento ou diminuição na quantidade de dias com garoa (Figura 20) o que foi comprovado pelo teste de T de Student, com  $t=1,5$ . Sendo assim, não há nenhum indício de que a quantidade de garoa tenha aumentado ou diminuído ao longo dos anos durante o trimestre de outono.

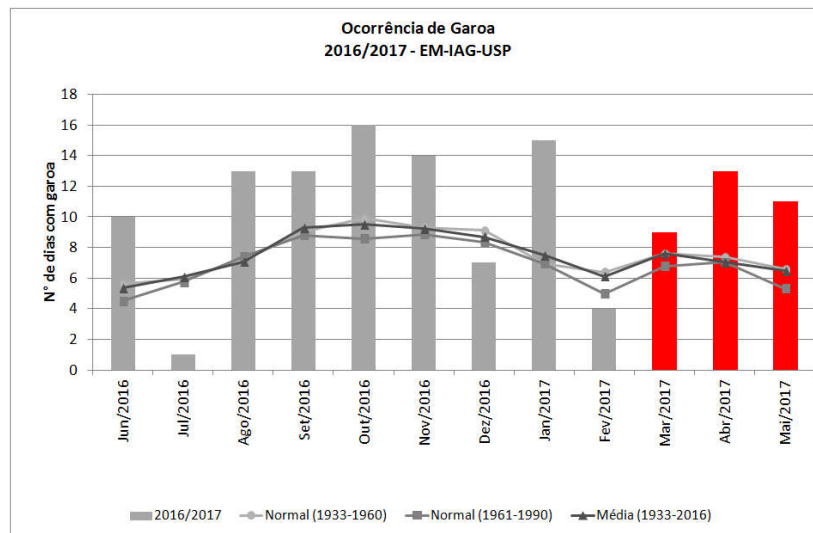


Figura 19 – Número de dias com garoa entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017.

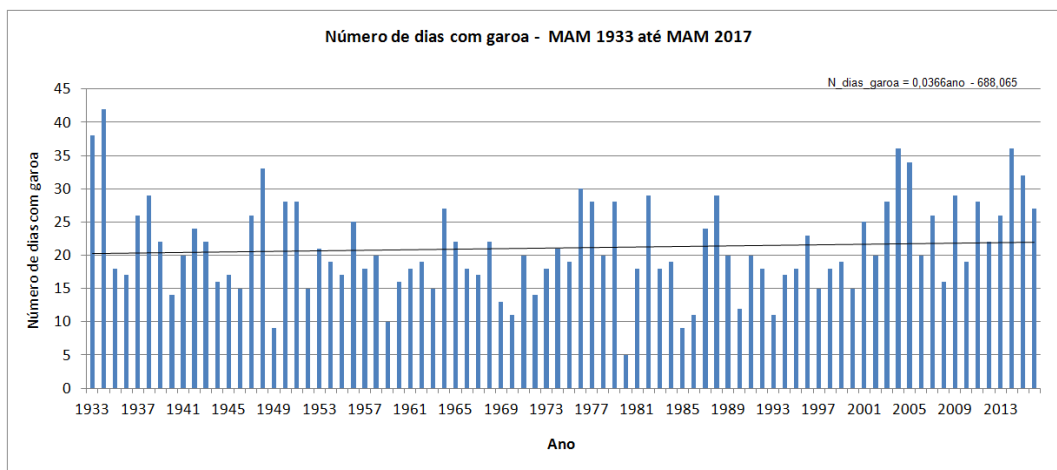


Figura 20 – Número de dias com garoa no trimestre MAM1933 até MAM2017.

## 6. Orvalho

Durante o trimestre MAM2017 foram registrados 40 dias com orvalho enquanto que a média climatológica para esta estação é de 45 dias. De acordo com a Figura 21, todos os meses de MAM ficaram acima de suas respectivas médias climatológicas.

Com relação a todos os trimestres de outono desde MAM1958, quando o fenômeno passou a ser registrado, a equação de tendência aponta aumento da quantidade de dias com orvalho desde então (Figura 22), o que foi comprovado pelo teste de T de Student, com  $t=7,1$ . No entanto, é necessário observar que há uma quebra na série: provavelmente havia uma subnotificação do fenômeno no passado (antes do início da década de 1970).

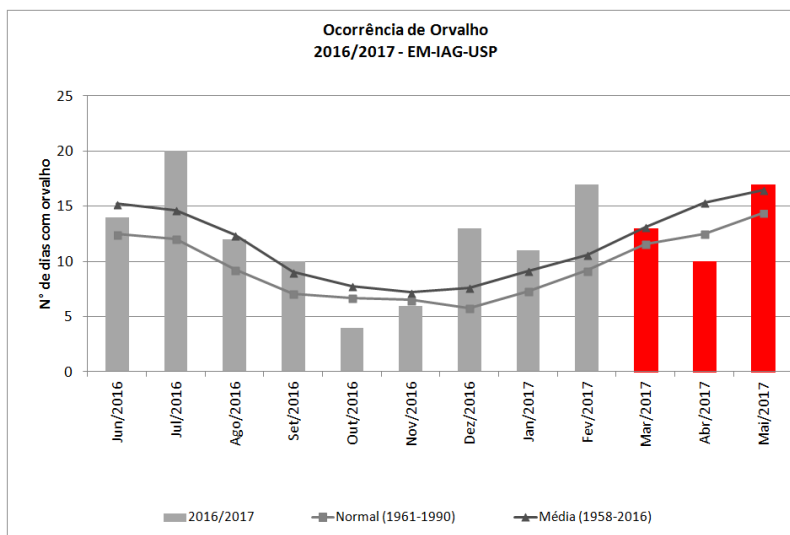


Figura 21 – Número de dias com orvalho entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2016.

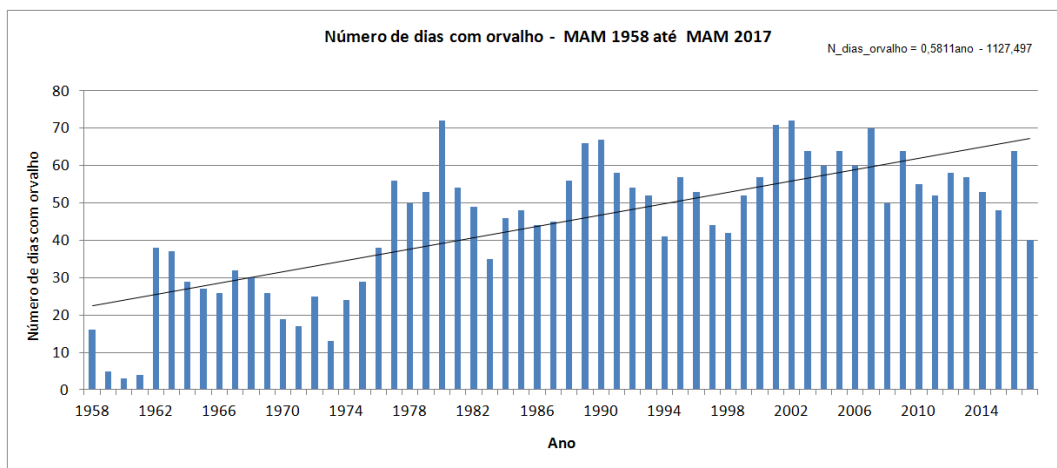


Figura 22 – Número de dias com orvalho no trimestre MAM1958 até MAM2017.

### 7. Nevoeiro

Durante o trimestre MAM2017, foram registrados apenas 10 dias com nevoeiro, sendo que a média climatológica para o outono é de 31 dias. Apenas maio teve registro de dias com nevoeiro e ainda assim, ficou abaixo da média (Figura 23).

Analisando o número de dias com nevoeiro em todos os trimestres de outono desde MAM1933 (Figura 24), observa-se uma tendência de diminuição do número de dias de nevoeiro no trimestre. De acordo com o teste T de Student, a equação de tendência exposta na Figura 24 representa bem a evolução na quantidade de dias com nevoeiro para um nível de confiança de 95% (pois  $t = -7,3$  e espera-se  $|t| > 2,0$  neste caso). Sendo assim, de acordo com esta tendência, houve uma redução de 31 dias na ocorrência de nevoeiro no trimestre MAM, de MAM1933 até MAM2017.

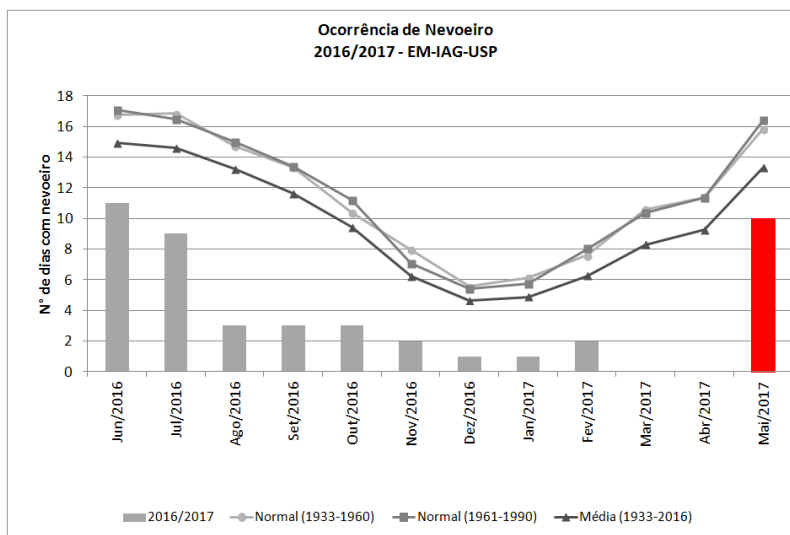


Figura 23 - Número de dias com nevoeiro entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2016.

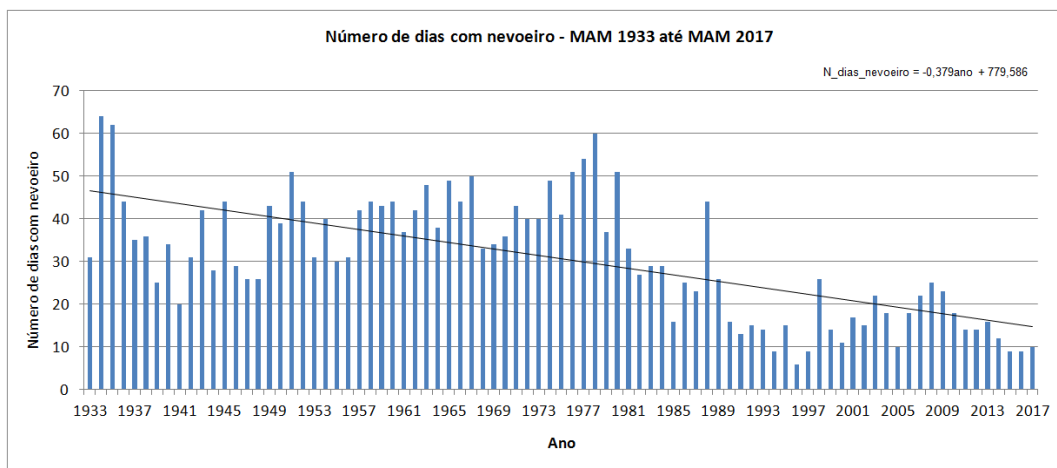


Figura 24 – Número de dias com neveiro no trimestre MAM1933 até MAM2017.

## 8. Trovoadas

Foram registrados 15 dias com trovoada no trimestre MAM2017, valor abaixo da média climatológica, que é de 18 dias (Figura 25). Os meses de março e abril tiveram menos dias de trovoada do que as suas respectivas médias climatológicas, enquanto o mês de maio ficou acima da média (Figura 25).

A Figura 26 indica o total de trovoadas nos trimestres de MAM1958 até MAM2017. É possível verificar flutuações, mostrando trimestres com mais ou com menos trovoadas. Analisando todos os trimestres MAM de MAM1958 até MAM2017 e após aplicar o teste de T de Student na equação de tendência, obteve-se que a tendência de aumento com dias de trovoada é pouco significativa, já que  $t=0,3$ .

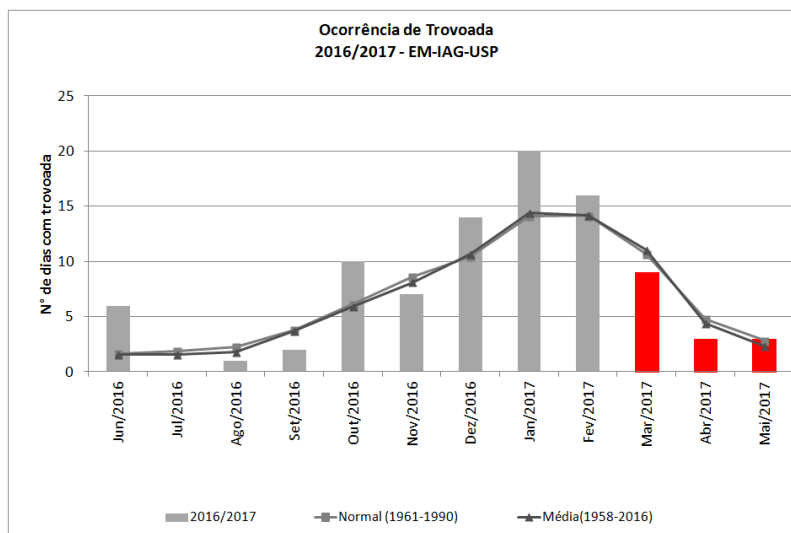


Figura 25 – Número de dias com trovoada entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2016.

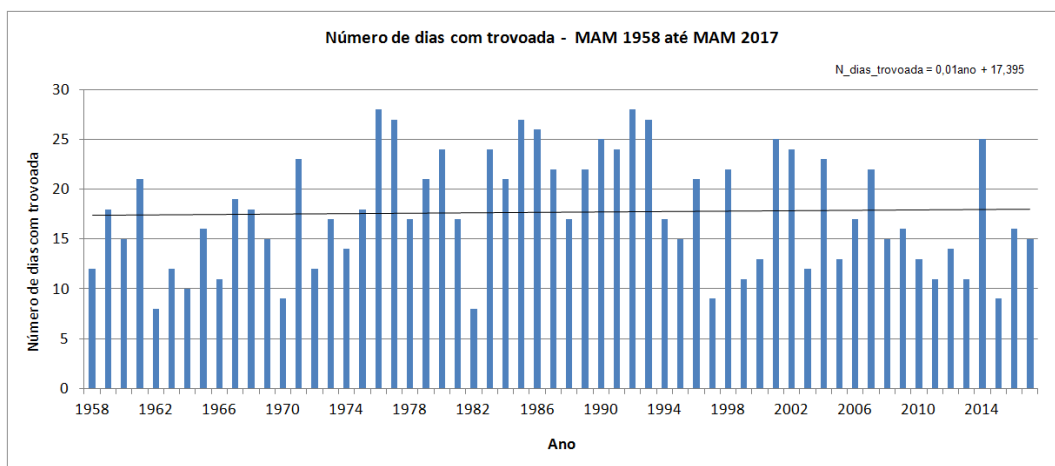


Figura 26 – Número de dias com trovoada no trimestre MAM1958 até MAM2017.

## 9. Granizo

Não foram registradas ocorrências de granizo no período de MAM2017. Conforme indicado na (Figura 27), observa-se que granizo não é um fenômeno típico do outono.

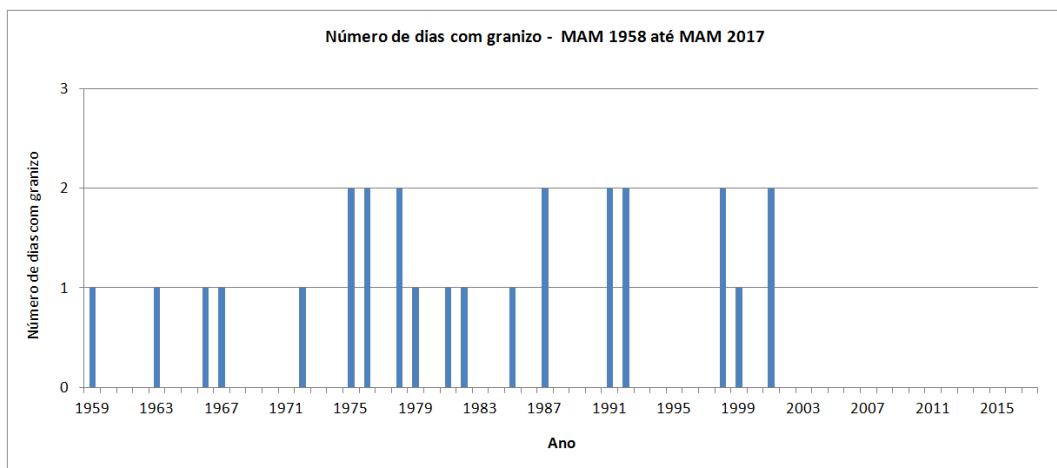


Figura 27 - Número de dias com granizo no trimestre MAM1958/1959 até MAM2017.

## 10. Radiação Solar Total

Os três meses do trimestre MAM2017 apresentaram radiação solar total mensal igual ou ligeiramente abaixo de suas respectivas médias climatológicas, conforme indicado na Figura 28.

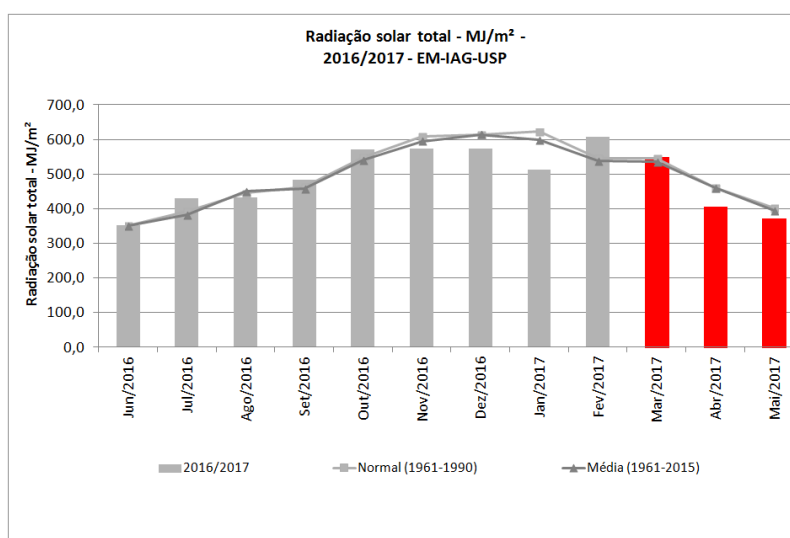


Figura 28 – Radiação solar total mensal ( $\text{MJ/m}^2$ ) entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1961-2016.

## 11. Insolação

Com relação ao total de horas de brilho solar dos meses do trimestre MAM2017 (Figura 29), março ficou ligeiramente acima da média climatológica, enquanto abril e maio ficaram ligeiramente abaixo da média climatológica.

A Figura 30, por sua vez, mostra o número de horas de brilho solar médio diário (ou seja, dividido pelo total de dias do mês).

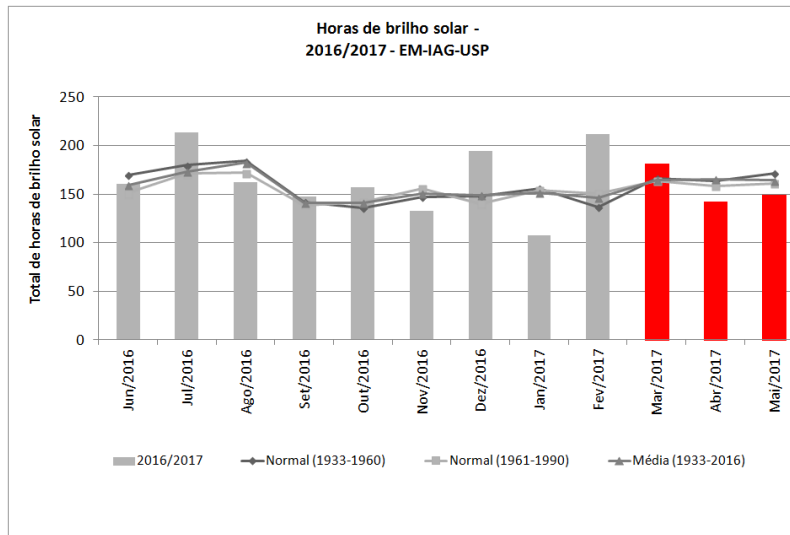


Figura 29 – Totais de horas mensais de brilho solar entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017.

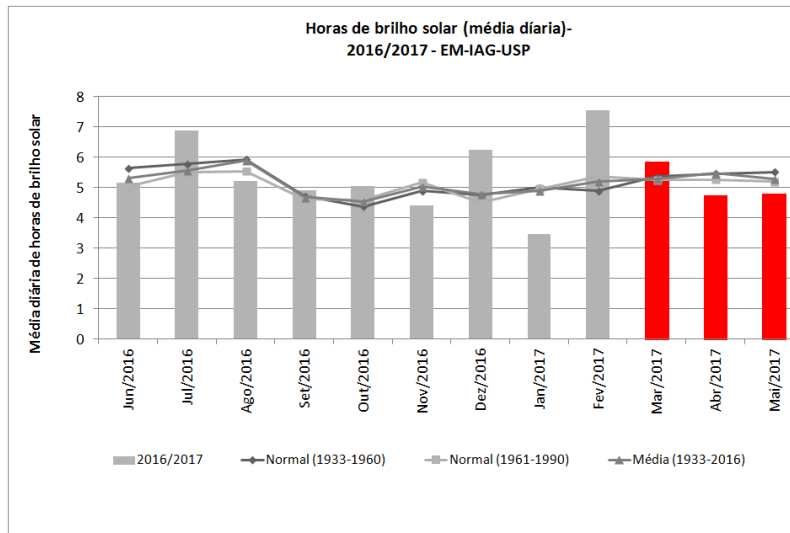


Figura 30 – Médias diárias de totais de horas de brilho solar entre junho/2016 a maio/2017 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses MAM2017. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2017.