

# **BOLETIM CLIMATOLÓGICO TRIMESTRAL DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP**

**- Junho a agosto de 2016**

**- Inverno -**



**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 junho/2016 a agosto/2016 (JJA2016) 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 JJA .....	7
2. Precipitação .....	8
3. Temperatura .....	14
4. Umidade relativa do ar .....	22
5. Garoa .....	26
6. Orvalho .....	28
7. Nevoeiro .....	29
8. Trovoadas .....	30
9. Radiação Solar Total .....	32
10. Insolação .....	33

## Índice de figuras

Figura 1 – Precipitação mensal (mm) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 2015.....	9
Figura 2 – Número de dias com chuva entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015.....	10
Figura 3 – Variação anual da precipitação acumulada durante o trimestre JJA ao longo de toda a série (1933-2015) (a); .....	12
Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre JJA2016: junho/2016(a); julho/2016(b) e agosto/2016(c). .....	13
Figura 5 – Temperatura média mensal do ar próximo à superfície (°C) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015. ....	14
Figura 6 – Temperatura média máxima mensal (°C) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015. As marcações em X mostram as temperaturas máximas mensais ao longo do período.....	16
Figura 7 – Número de dias com temperatura acima de 30,0°C entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015. ....	17
Figura 8 – Número de dias com $T \geq 30,0^\circ\text{C}$ em todos os trimestres JJA (inverno) desde 1933..	17
Figura 9 – Temperatura média mínima mensal (°C) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015. As marcações em X mostram as temperaturas mínimas mensais ao longo do período .....	19
Figura 10 - Número de dias com temperatura abaixo de 5,0°C entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015. ....	19
Figura 11 - Número de dias com $T < 5,0^\circ\text{C}$ em todos os trimestres JJA (inverno) desde 1933...	20
Figura 12 – Temperatura média (a), média máxima (b) e média mínima (c) sazonal para o inverno (JJA) de JJA1933 a JJA2016 (curva azul). A linha preta representa o ajuste linear e as barras verticais representam um desvio-padrão e indicam a variabilidade dos dados no período. ....	21
Figura 13 – Umidade relativa média mensal do ar próximo à superfície (%) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os	

meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015. ....	22
Figura 14 – Umidade relativa média mínima mensal (%) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015. As marcas em X representam os menores valores mensais do trimestre. ....	23
Figura 15 – Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 40%) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015. ....	24
Figura 16 - Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 30%) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015. ....	24
Figura 17 – Número anual de dias com UR<=40% em todos os períodos de Inverno (JJA) de JJA1957 até JJA2016. Em preto, a linha de tendência. ....	26
Figura 18 - Número anual de dias com UR<=30% em todos os períodos de Inverno (JJA) de JJA1957 até JJA2016. Em preto, a linha de tendência. ....	26
Figura 19 – Número de dias com garoa entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015. ....	27
Figura 20 – Número de dias com garoa no trimestre JJA1933 até JJA2016. ....	27
Figura 21 – Número de dias com orvalho entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2015. ....	28
Figura 22 – Número de dias com orvalho no trimestre JJA1957-1958 até JJA2016. ....	28
Figura 23 - Número de dias com nevoeiro entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015. ....	29
Figura 24 – Número de dias com nevoeiro no trimestre JJA1933 até JJA2016. ....	30
Figura 25 – Número de dias com trovoada entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2015. ....	31
Figura 26 – Número de dias com trovoada no trimestre JJA1957 até JJA2016. ....	31
Figura 27 – Radiação Solar Total (MJ/m <sup>2</sup> ) incidente em superfície entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1961-2015. ....	32
Figura 28 – Totais de horas mensais de brilho solar entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015. ....	33

Figura 29 – Médias diárias de totais de horas de brilho solar entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. 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 1933-2015. .... 34

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Recordes de precipitação para cada mês, para o trimestre de inverno na Estação Meteorológica do IAG-USP, de 1933 até 2016 .....	7
Tabela 2 - Recordes diários de temperatura do ar próximo à superfície para cada mês, para o trimestre de inverno na Estação Meteorológica do IAG-USP, de 1933 até 2016 .....	7
Tabela 3 - Recordes diários de umidade relativa mínima para cada mês, para o trimestre de inverno na Estação Meteorológica do IAG-USP, de 1933 até 2016 .....	7
Tabela 4 - Recordes mensais absolutos de número de dias com baixa umidade relativa (UR<40%) no trimestre de inverno na Estação Meteorológica do IAG-USP, de 1933 até 2016 ...	7
Tabela 5 – Precipitação mensal acumulada (mm) para os meses de setembro/2015 a agosto/2016, com destaque em amarelo para JJA2016, além das médias e normais e fração (%) de aumento ou diminuição com relação à média climatológica. Os meses marcados em vermelho apresentaram total mensal acima da média climatológica e os meses marcados em azul registraram total mensal abaixo da média climatológica. A última linha apresenta a diferença relativa (em porcentagem) entre a média climatológica da EM e a precipitação mensal. ....	9

## 1. Recordes absolutos do trimestre JJA

As tabelas abaixo indicam os recordes de precipitação (Tabela 1), de temperatura (Tabela 2), de mínima umidade relativa (Tabela 3) e total de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 40%, na Tabela 4) para o trimestre de inverno (JJA). Em JJA2016, não foram registrados recordes absolutos.

Tabela 1 - Recordes de precipitação para cada mês, para o trimestre de inverno na Estação Meteorológica do IAG-USP, de 1933 até 2016

	Média (1933-2015) [mm]	Recorde Mensal Máximo	Recorde Mensal Mínimo	Recorde Diário	Recorde Horário
JUN	52,0	224,5mm, 06/1983	0,8mm, 06/1948	78,8mm, 14/06/1987	28,0mm 3h-4h, 26/06/1982
JUL	45,4	206,9mm, 07/1989	0,4mm, 07/2008	73,8mm, 11/07/2009	34,8mm, 5h-6h, 25/07/2007
AGO	37,3	140,4mm, 08/1976	0,7mm, 08/2007	52,3mm, 24/08/1993	22,4mm, 19h-20h, 13/08/1986

Tabela 2 - Recordes diários de temperatura do ar próximo à superfície para cada mês, para o trimestre de inverno na Estação Meteorológica do IAG-USP, de 1933 até 2016

	Máxima Absoluta (1933-2015)	Mínima Absoluta (1933-2015)
JUN	29,3°C, 20/06/1972	-0,5°C, 20/06/1942
JUL	30,2°C, 25/07/2002	-1,2°C, 06/07/1942 e 12/07/1942
AGO	33,2°C, 31/08/2015	-1,2°C, 02/08/1955

Tabela 3 - Recordes diários de umidade relativa mínima para cada mês, para o trimestre de inverno na Estação Meteorológica do IAG-USP, de 1933 até 2016

	Mínima Absoluta (1933-2015)
JUN	23%, 24/06/1972
JUL	20%, 09/07/1985
AGO	14% em 31/08/1963, 28/08/1993 e 21/08/2012

Tabela 4 - Recordes mensais absolutos de número de dias com baixa umidade relativa (UR<40%) no trimestre de inverno na Estação Meteorológica do IAG-USP, de 1933 até 2016

	Recordes Mensais (1933-2015)
JUN	16 dias, em 06/1972
JUL	22 dias, em 07/1977
AGO	22 dias, em 08/1995



## 2. Precipitação

O trimestre JJA2016, período referente ao inverno, apresentou 260,3mm de chuva acumulada, valor acima da média climatológica, que é de 134,7mm. Foi o 78° inverno em total de precipitação (do mais seco para o mais chuvoso) desde 1933. O recorde de inverno mais chuvoso é JJA1976, com 330,7mm e o menos chuvoso é JJA1985 com 29,9mm.

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

- junho/2016: 179,6mm (a média climatológica, calculada de 1933-2015, é 52,0mm). Foi o 79° mês de junho em total de precipitação (do mais seco para o mais chuvoso).

- julho/2016: 7,4mm (a média climatológica, calculada de 1933-2015, é 45,4mm). Foi o 11° mês de julho em total de precipitação (do mais seco para o mais chuvoso).

- agosto/2016: 73,3mm (a média climatológica, calculada de 1933-2015, é 37,3mm). Foi o 74° 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 1991-2015, e de indicar a fração de aumento ou diminuição da precipitação com relação à média climatológica, destacando os meses do trimestre JJA2016.

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 junho/2016 e agosto/2016 ficaram acima da média, respectivamente 245% e 96% acima. Já o mês de julho/2016 ficou 84% abaixo da média climatológica.

Com relação ao número de dias com chuva (Figura 2), junho/2016 registrou 14 dias de chuva (acima da média climatológica, que é de 12 dias); julho/2016 apresentou 1 dia de chuva (abaixo da média climatológica, que é de 11 dias) e agosto/2016 registrou 16 dias de chuva (acima da média climatológica, que é de 11 dias).

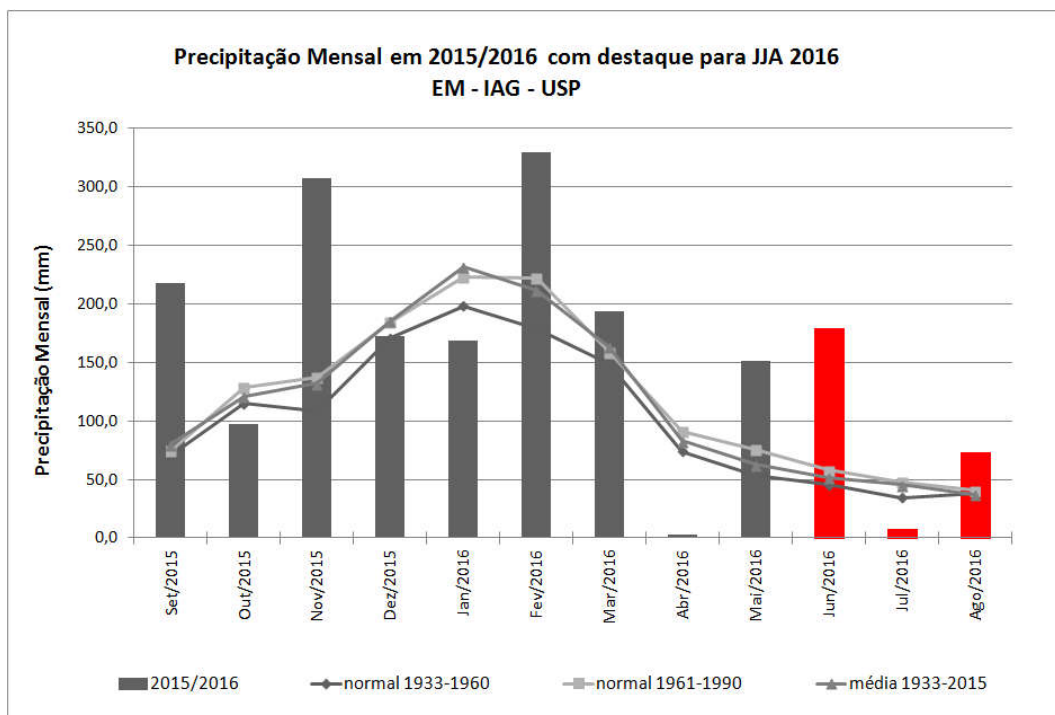


Figura 1 – Precipitação mensal (mm) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal referente ao período 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal do período de 1961 a 1990 e a linha com triângulos representa a média de 1933 a 2015.

Tabela 5 – Precipitação mensal acumulada (mm) para os meses de setembro/2015 a agosto/2016, com destaque em amarelo para JJA2016, além das médias e normais e fração (%) de aumento ou diminuição com relação à média climatológica. Os meses marcados em vermelho apresentaram total mensal acima da média climatológica e os meses marcados em azul registraram total mensal abaixo da média climatológica. A última linha apresenta a diferença relativa (em porcentagem) entre a média climatológica da EM e a precipitação mensal.

	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
Normal (1933-1960)	71,0	114,9	108,7	170,8	198,5	178,7	149,4	74,2	53,5	45,9	34,6	38,3
Normal (1961-1990)	74,7	129,2	137,4	184,7	223,0	222,2	159,1	91,0	75,7	57,9	47,6	40,5
Média (1991-2015)	93,2	124,0	145,8	205,9	284,1	241,0	182,5	85,7	57,2	53,8	52,8	32,5
Média Climatológica (1933-2015)	80,2	121,3	132,3	186,1	231,9	211,7	163,6	83,4	62,7	52,0	45,4	37,3
2015/2016	217,7	97,8	307,8	172,8	168,5	330,1	193,8	2,8	151,5	179,6	7,4	73,3
Fração %	172	-19	133	-7	-27	56	18	-97	141	245	-84	96

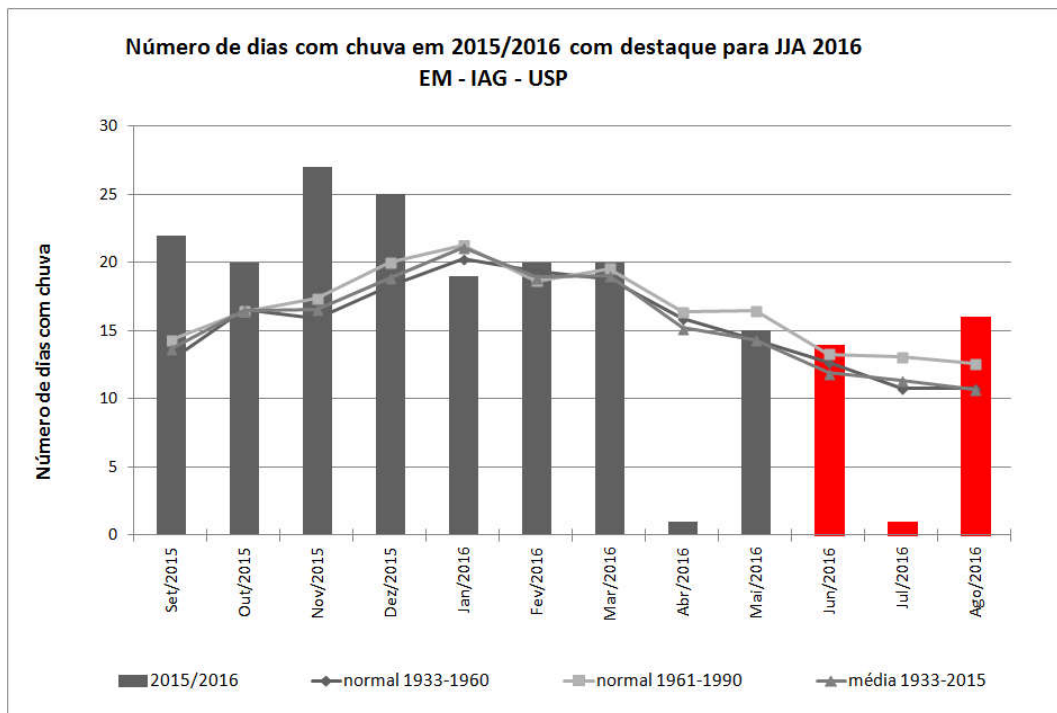


Figura 2 – Número de dias com chuva entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

Em termos climatológicos, a Figura 3a mostra que a precipitação acumulada no trimestre JJA ao longo de toda 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 o teste T de Student é possível afirmar que a tendência de aumento é significativa considerando todo o trimestre, visto que  $t = 2,4$  (a condição é ter  $|t| \geq 2,0$  para um nível de 95% de confiança) para a Figura 3a.

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

- junho/2016:  $t=1,3$ , tendência não significativa;
- julho/2016:  $t=2,5$ , tendência significativa;
- agosto/2016:  $t=-0,5$ , tendência não significativa.

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

- JJA1933 até JJA1960: aumento de 18,9mm;
- JJA1961 até JJA1990: aumento de 20,3mm;
- JJA1991 até JJA2016: aumento de 17,5mm;
- Total – JJA1933 até JJA2016: aumento de 58,0mm.

Considerando todos os invernos 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 chuvosos, destacam-se:

- JJA1976: 330,7mm
- JJA1982: 308,1mm
- JJA1989: 286,2mm
- JJA2009: 292,2mm
- JJA2012: 281,2mm

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

- JJA1940: 31,5mm
- JJA1985: 29,9mm
- JJA2005: 48,7mm

Com relação ao número de dias com chuva, a equação de tendência apresentada na Figura 3b mostra uma tendência pouco significativa de redução no total de dias com chuva, de modo que no teste T de Student, obteve-se  $t=-1,9$ .

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

- junho/2016:  $t=-2,5$ , tendência significativa;
- julho/2016:  $t=-0,5$ , tendência não-significativa;
- agosto/2016:  $t=-1,5$ , tendência não-significativa.

**Informações adicionais:** no trimestre JJA2016, o maior volume de chuva acumulado em apenas 24h foi de 64,2mm, observado em 6 de junho de 2016. O maior acumulado em apenas 1h foi de 21,0mm e ocorreu entre 17h e 18h também no dia 6 de junho de 2016.

A maior sequência de dias sem chuva do trimestre ocorreu entre 25 de junho e 15 de julho: 21 dias. E a maior sequência de dias com chuva ocorreu entre 1 e 7 de junho e 17 e 23 de agosto: 7 dias seguidos com chuva.

Considerando a distribuição dos dias de chuva, em junho/2016 foram registrados 179,6mm em 14 dias de chuva (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, foram 6,0mm/dia, que é acima da média climatológica (1,7mm/dia<sup>1</sup>). A Figura 4a mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de junho/2016, com destaque para 6 de junho (64,2mm de chuva, 36% do total do mês em questão).

Em julho/2016 foram registrados apenas 7,4mm de chuva em apenas 1 dia (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, foram 0,2mm/dia, que é abaixo da média climatológica (1,5mm/dia). A Figura

---

<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.

4b mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de julho/2016, onde temos em evidência apenas o dia 16 de julho, único dia de chuva registrada nesse mês.

Em agosto/2016 foram registrados 73,3mm em 16 dias de chuva (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, foram 2,4mm/dia, que é acima da média climatológica (1,2mm/dia). A Figura 4c mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de agosto/2016, com destaque para 21 de agosto (30,1mm de chuva, 41% do total do mês em questão).

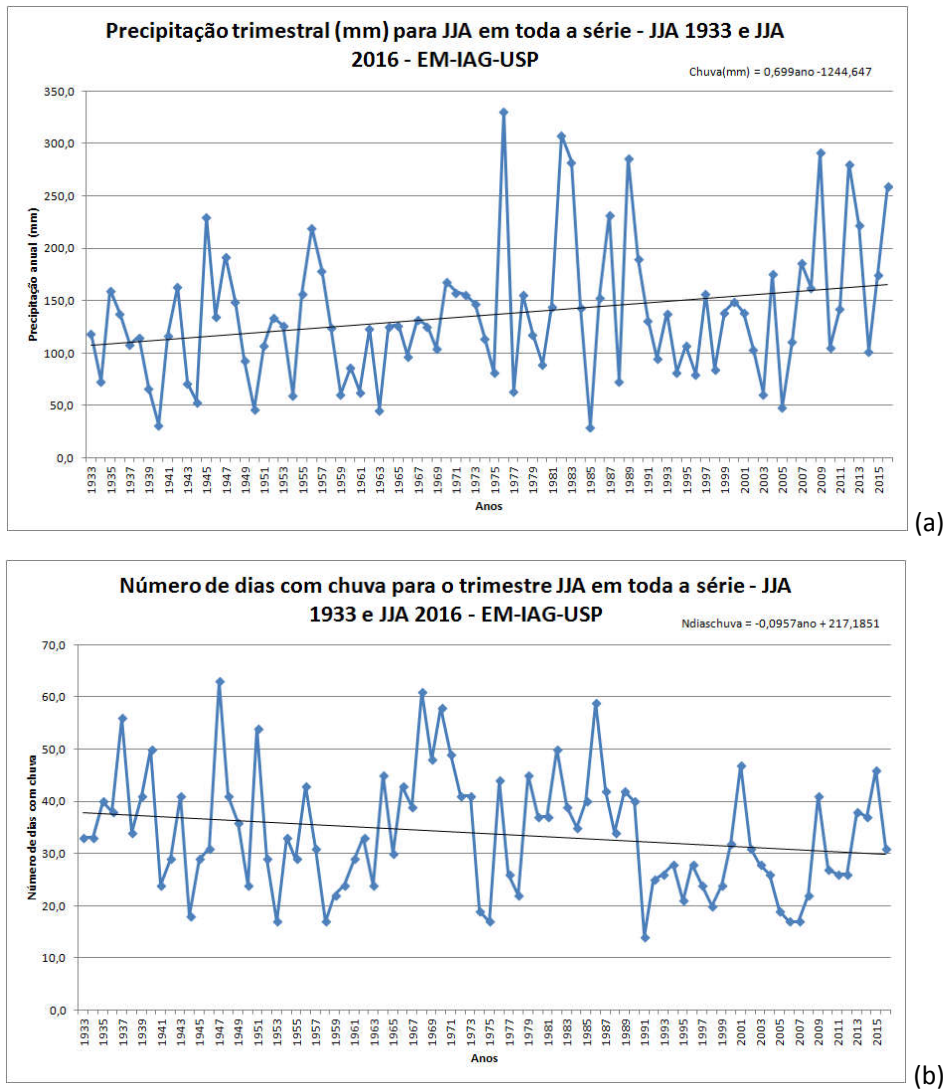


Figura 3 – Variação anual da precipitação acumulada durante o trimestre JJA ao longo de toda a série (1933-2015) (a);

Número de dias com registro de chuva no trimestre JJA ao longo de toda a série (1933-2015) (b).

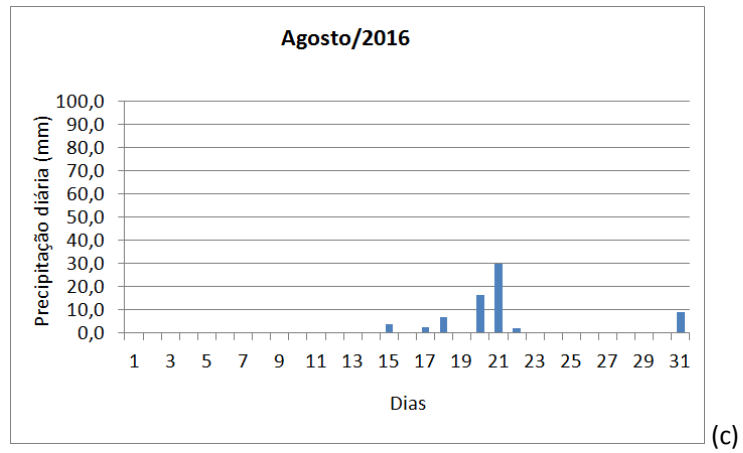
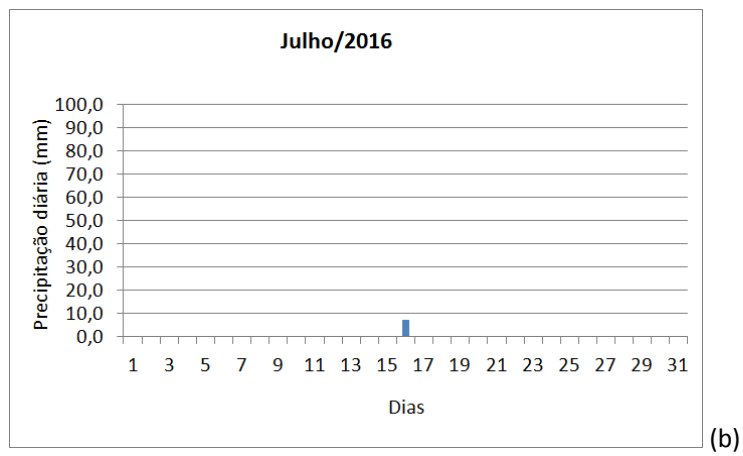
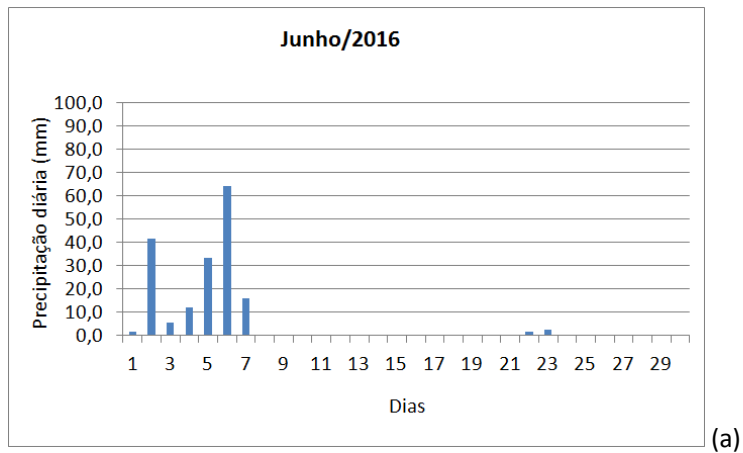


Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre JJA2016: junho/2016(a); julho/2016(b) e agosto/2016(c).

### 3. Temperatura

A temperatura média de JJA2016 foi 15,8°C, mesmo valor da média climatológica 1933-2015. Considerando o *ranking* de todos os trimestres JJA desde 1933, classificado em ordem crescente de temperatura média, JJA2016 consta na 46ª posição. A menor temperatura média de JJA ocorreu em JJA1942 (13,6°C) e a maior temperatura média do trimestre ocorreu em JJA2002 (17,8°C).

Ao levar em conta a temperatura média máxima, o trimestre JJA2016 registrou 23,0°C (acima da média climatológica, que é 22,4°C). Considerando o *ranking* de todos os trimestres JJA desde 1933, classificado em ordem crescente de temperatura média máxima, JJA2016 consta na 64ª posição. A menor temperatura média máxima de JJA ocorreu em JJA1956 (18,8°C) e a maior ocorreu em JJA1995 (24,7°C).

E considerando a temperatura média mínima, para o trimestre JJA2016 estimou-se o valor de 11,1°C (valor que se iguala à média climatológica). Considerando o *ranking* de todos os trimestres JJA desde 1933, classificado em ordem crescente de temperatura média mínima, JJA2016 consta na 41ª posição. A menor temperatura média mínima de JJA ocorreu em JJA1933 (8,2°C) e a maior temperatura média mínima ocorreu em JJA1977 (13,2°C).

A Figura 5 mostra a temperatura média mensal de setembro/2015 até agosto/2016, com destaque para o trimestre JJA2016. É possível observar que o mês de junho ficou abaixo da média climatológica (14,5°C, quando a média climatológica é 15,8°C). Entretanto, os meses de julho e agosto ficaram acima de suas médias: julho com 16,3°C (média climatológica de 15,2°C) e agosto com 16,7°C (média climatológica de 16,3°C).

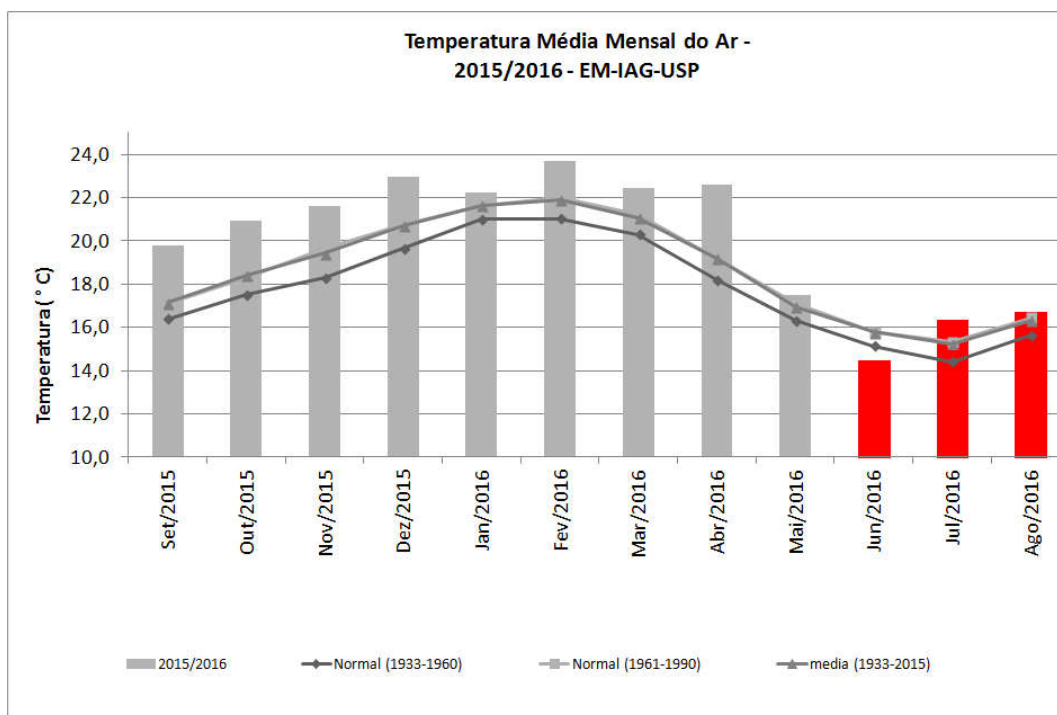


Figura 5 – Temperatura média mensal do ar próximo à superfície (°C) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a

normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

A Figura 6 ilustra a temperatura média máxima mensal de setembro/2015 até agosto/2016, com destaque para o trimestre JJA2016. É possível observar que o mês de junho ficou abaixo da média climatológica (21,3°C, quando a média climatológica é 22,1°C). Entretanto, os meses de julho e agosto ficaram acima de suas médias: julho com 24,0°C (média climatológica de 21,8°C) e agosto com 23,8°C (média climatológica de 23,4°C).

A maior temperatura registrada no período foi de 31,1°C e foi registrada em 28 de agosto, valor indicado na Figura 6. A maior temperatura já registrada em um mês de agosto é 33,2°C em 31 de agosto de 2015, que também consiste na maior temperatura registrada em um trimestre JJA (JJA2015, no caso).

A Figura 6 mostra também os máximos absolutos de temperatura para o trimestre JJA2016. Tem-se:

- Junho: 26,9°C em 17 de junho;
- Julho: 29,9°C em 15 de julho;
- Agosto: 31,1°C em 28 de agosto.

Em JJA2016, foram registrados 3 dias com temperatura acima de 30,0°C (Figura 7), ligeiramente acima da média climatológica (2 dias), todos concentrados em agosto. Esses dias foram:

- 14 de agosto: 30,4°C
- 28 de agosto: 31,1°C
- 29 de agosto: 30,9°C



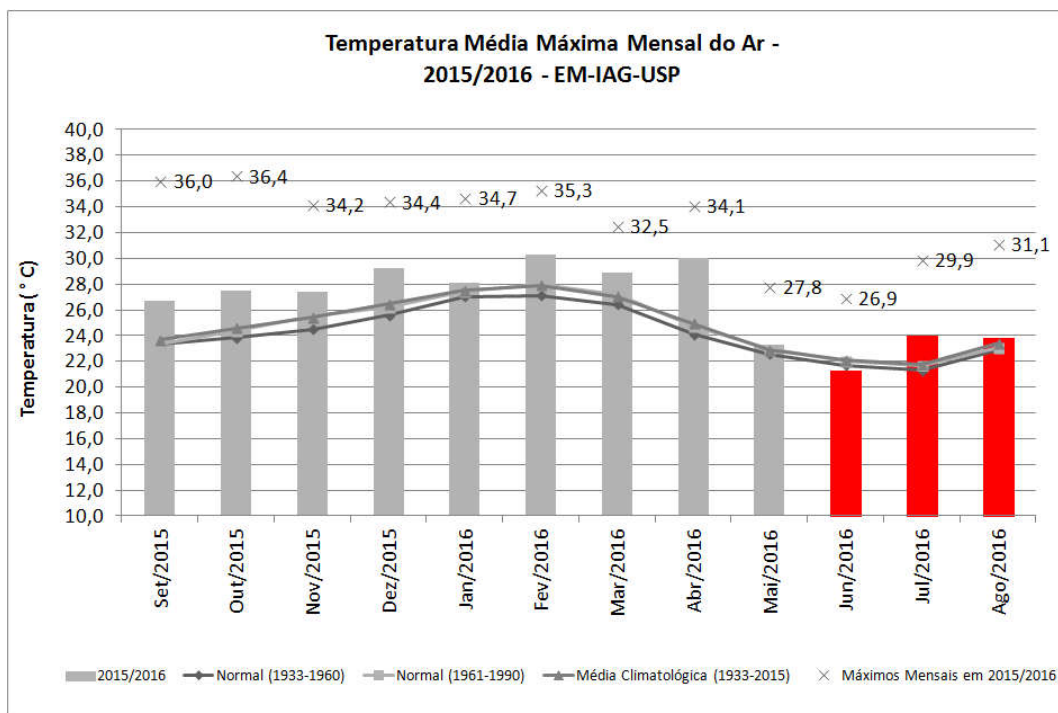


Figura 6 – Temperatura média máxima mensal (°C) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015. 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 JJA desde JJA1933. Realizando o teste T de Student, temos  $t=3,3$  (para a tendência ser significativa, a condição é ter  $|t| \geq 2,0$ ). Há uma tendência de aumento do número de dias, embora a uma taxa muito inferior a 1 dia por década.

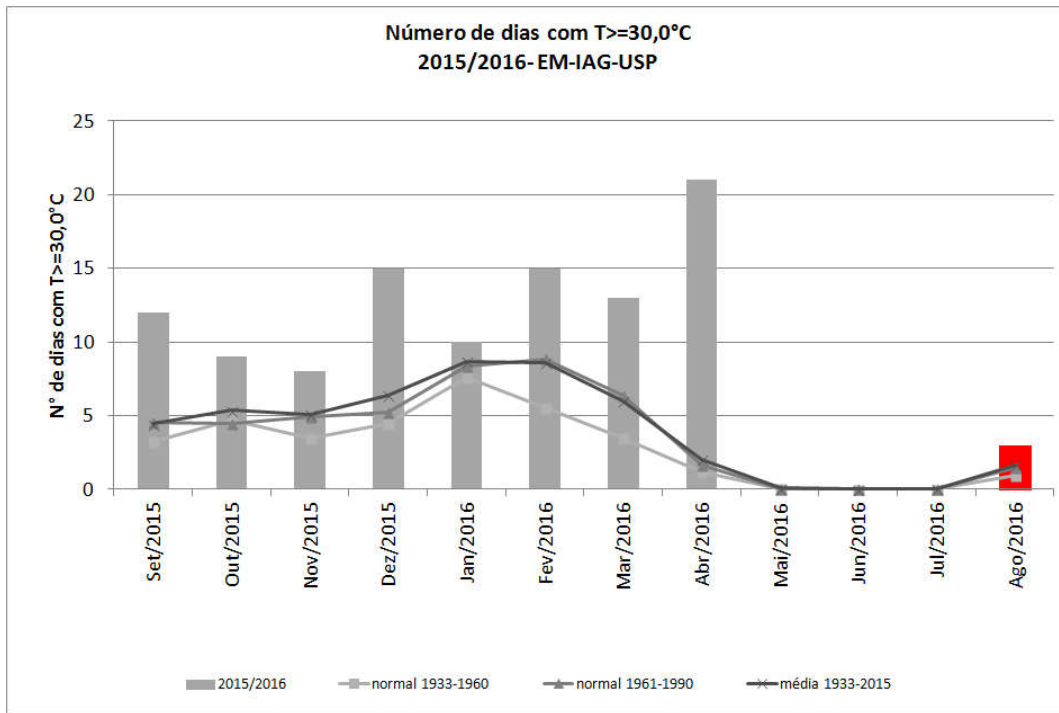


Figura 7 – Número de dias com temperatura acima de  $30,0^{\circ}\text{C}$  entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

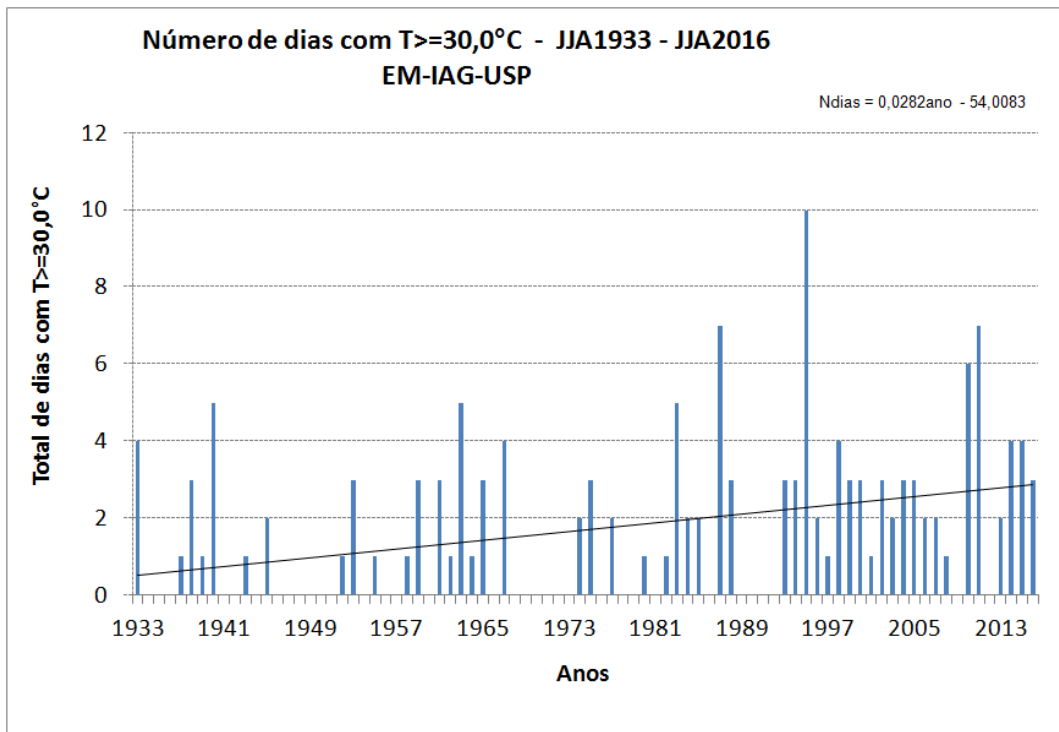


Figura 8 – Número de dias com  $T \geq 30,0^{\circ}\text{C}$  em todos os trimestres JJA (inverno) desde 1933.

A maior amplitude térmica (maior diferença entre temperatura máxima e mínima em um mesmo dia) foi 21,0°C e ocorreu em 14 de agosto (mínima de 9,4°C e máxima de 30,4°C). Já a menor amplitude térmica ocorreu em 7 de junho: 2,3°C (mínima de 12,1°C e máxima de 14,4°C).

A Figura 9 indica a temperatura média mínima mensal de setembro/2015 até agosto/2016, com destaque para o trimestre JJA2016. É possível observar que o mês de junho ficou abaixo da média climatológica (10,2°C, quando a média climatológica é 11,3°C). Entretanto, os meses de julho e agosto ficaram acima de suas médias: julho com 11,1°C (média climatológica de 10,5°C) e agosto com 11,8°C (média climatológica de 11,4°C).

A Figura 9 mostra também os mínimos absolutos de temperatura para o inverno JJA2016. Tem-se:

- Junho: 1,3°C em 13 de junho;
- Julho: 5,4°C em 8 de julho;
- Agosto: 5,7°C em 11 de agosto.

Em JJA2016, foram registrados 4 dias com temperatura abaixo de 5,0°C (Figura 10), ligeiramente acima da média climatológica (2 dias), todos concentrados em junho. Esses dias foram:

- 10 de junho: 3,8°C
- 11 de junho: 2,6°C
- 12 de junho: 3,0°C
- 13 de junho: 1,3°C

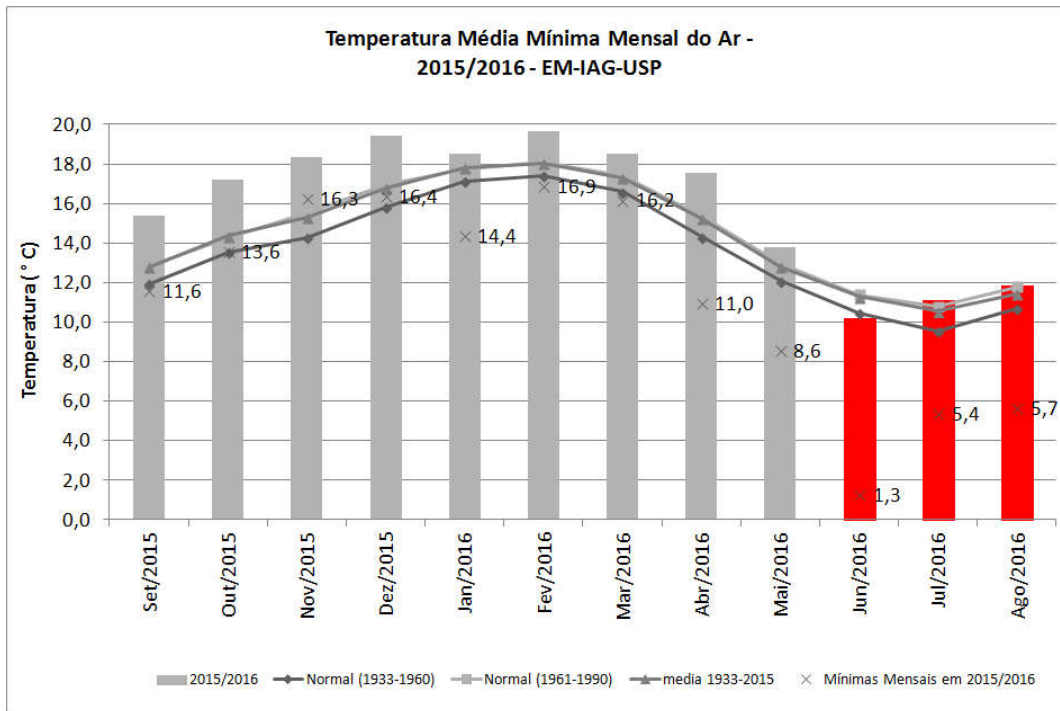


Figura 9 – Temperatura média mínima mensal (°C) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015. As marcações em X mostram as temperaturas mínimas mensais ao longo do período

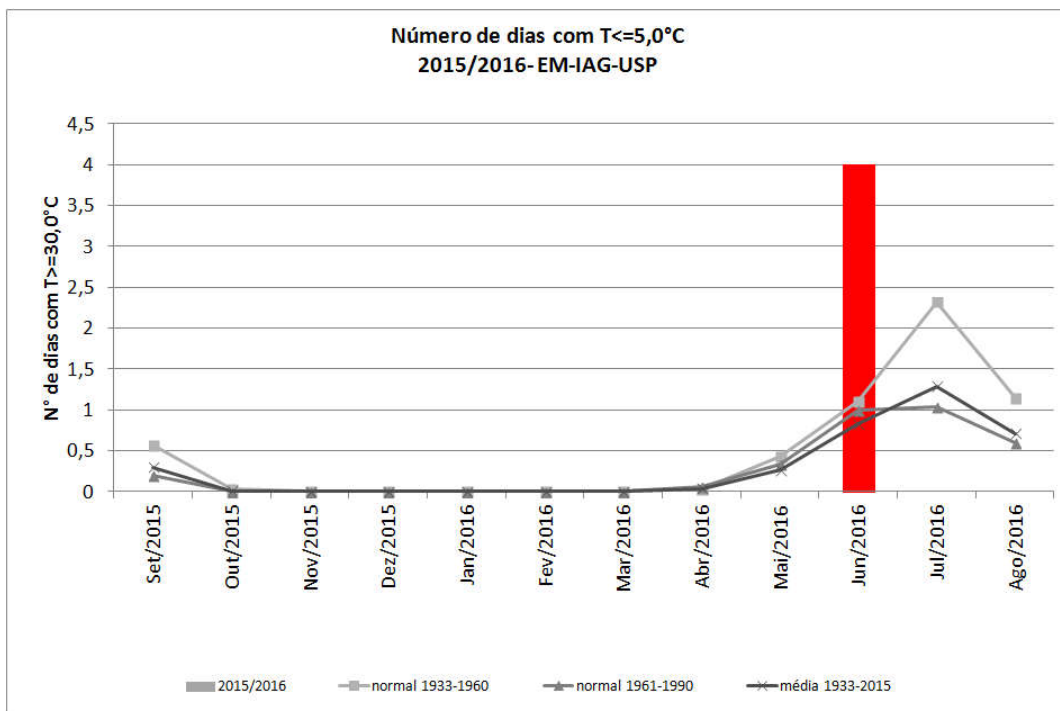


Figura 10 - Número de dias com temperatura abaixo de 5,0°C entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

Na Figura 11 é apresentado o número de dias com temperatura igual ou inferior a 5,0°C durante o trimestre JJA desde JJA1933. Realizando o teste T de Student, temos  $t=-5,0$  (para a tendência ser significativa, a condição é ter  $|t| \geq 2,0$ ). Há uma tendência de redução do número de dias, a uma taxa inferior a 1 dia por década.

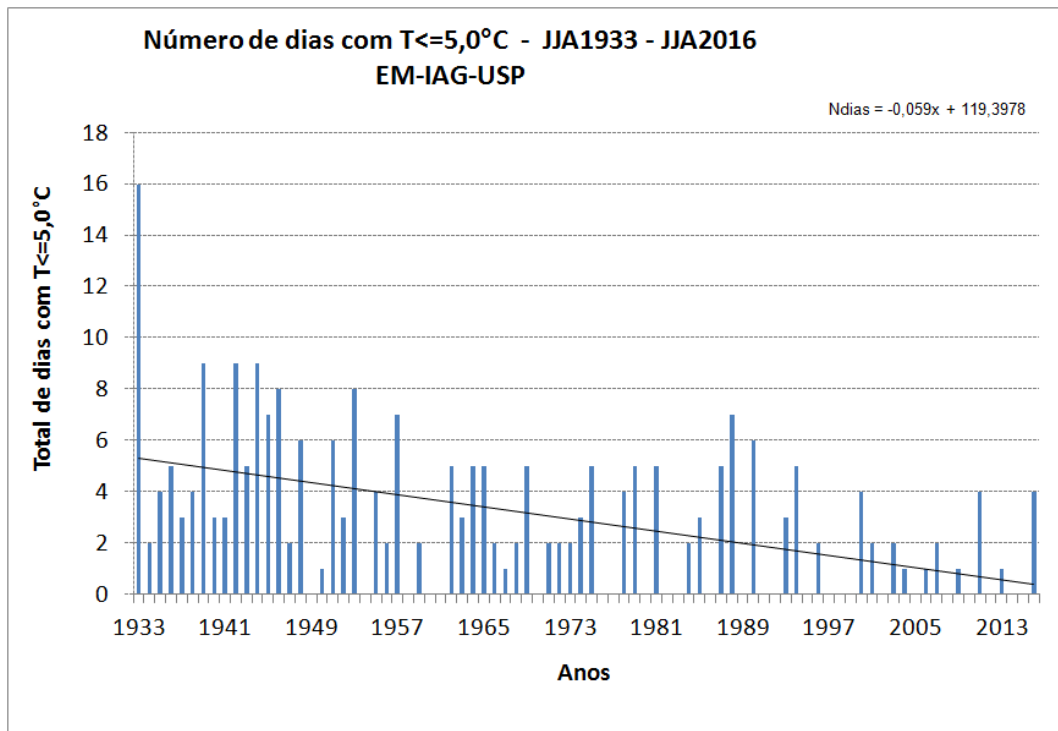


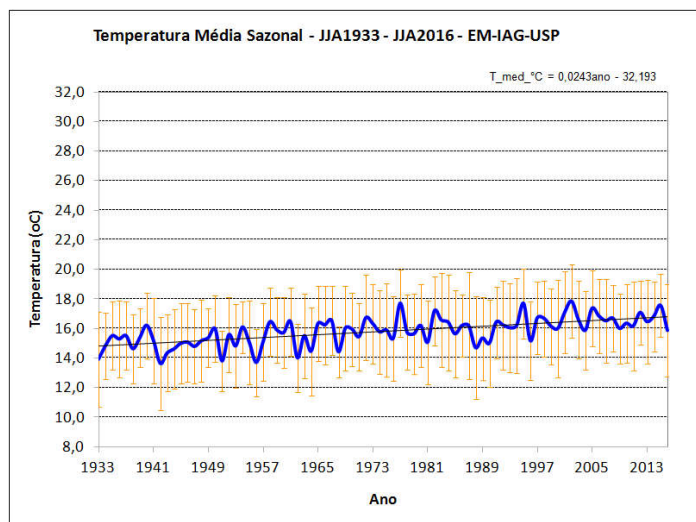
Figura 11 - Número de dias com  $T \leq 5,0^\circ\text{C}$  em todos os trimestres JJA (inverno) desde 1933

Na Figura 12 apresenta-se a série histórica da temperatura para os meses de inverno, 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 JJA1933 até JJA2016.

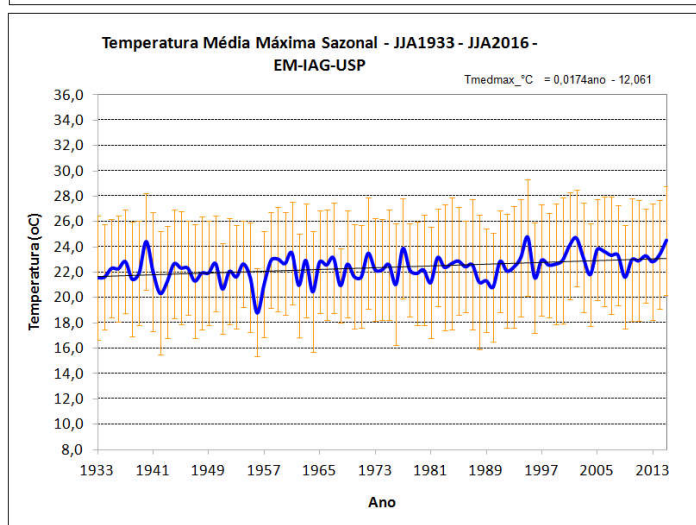
No caso da temperatura média do trimestre (Figura 12a), o teste T de Student indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ( $t=6,9$ ). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 12a representa bem a evolução da temperatura média para o trimestre JJA.

No caso da temperatura média máxima do trimestre (Figura 12b), o teste T de Student também indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ( $t=3,4$ ). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 12b representa bem a evolução da temperatura média máxima para o trimestre JJA.

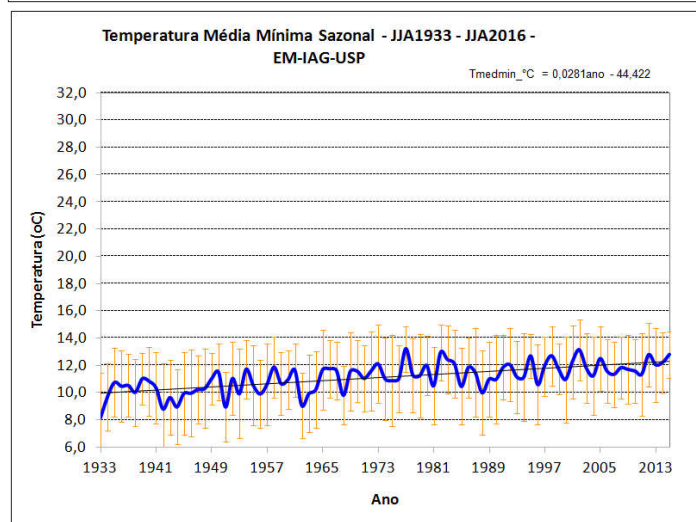
No caso da temperatura média mínima do trimestre (Figura 12c), o teste T de Student indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ( $t=7,1$ ). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 12c representa bem a evolução da temperatura média mínima para o trimestre JJA.



(a)



(b)



(c)

Figura 12 – Temperatura média (a), média máxima (b) e média mínima (c) sazonal para o inverno (JJA) de JJA1933 a JJA2016 (curva azul). 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 0,7°C para a média, 0,5°C para a média máxima e 0,8°C para a média mínima;
- de 1961 a 1990: um aumento de 0,7°C para a média, 0,5°C para a média máxima e 0,8°C para a média mínima;
- de 1991 a 2015: um aumento de 0,6°C para a média, 0,4°C para a média máxima e 0,7°C para a média mínima;
- de 1933 a 2015: um aumento de 2,0°C para a média, 1,4°C para a média máxima e 2,3°C para a média mínima.

#### 4. Umidade relativa do ar

Com relação à média mensal de umidade relativa em JJA2016, os meses de junho/2016 e agosto/2016 ficaram acima da média climatológica, porém julho/2016 apresentou média abaixo da climatologia (Figura 13). Julho/2016 foi um mês seco, conforme já discutido na seção 2 (precipitação) e o mesmo quadro foi observado com relação à média dos valores mínimos de umidade relativa, que aqui é denominada umidade relativa média mínima mensal (Figura 14).

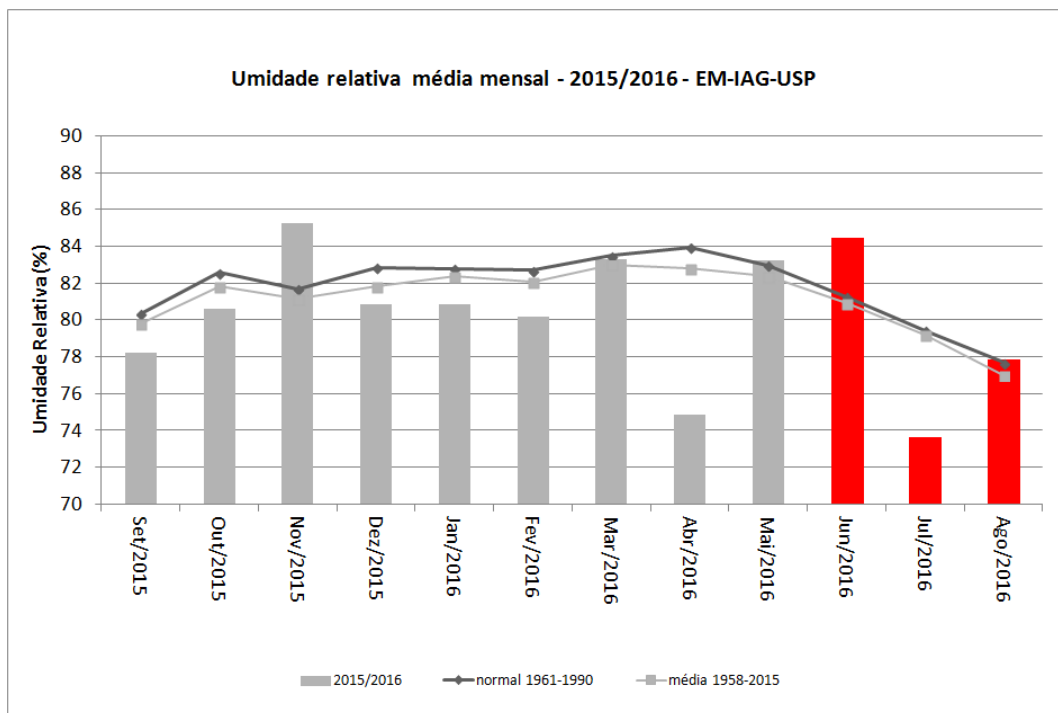


Figura 13 – Umidade relativa média mensal do ar próximo à superfície (%) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015.

A Figura 14 também indica os mínimos de umidade relativa do período de setembro/2015 a agosto/2016. Destacando o período JJA2016, temos os seguintes mínimos mensais:

- Junho: 35%, em 12 de junho;
- Julho: 25%, em 07 de julho;
- Agosto: 20%, em 14 de agosto.

No trimestre, foram registrados 29 dias com umidade relativa abaixo de 40%, valor ligeiramente acima da média climatológica (28 dias). A Figura 15 indica o total de dias com umidade relativa abaixo de 40% no período de setembro/2015 e agosto/2016, com destaque para o trimestre JJA2016. Na Figura 15, observa-se que o mês de julho teve total de dias de baixa umidade relativa acima da média climatológica, enquanto os meses de junho e agosto ficaram abaixo da média.

Com relação aos dias com umidade relativa abaixo dos 30% (Figura 16), os meses de julho e agosto ficaram acima da média climatológica. No total, no trimestre JJA2016, foram 11 dias com essa característica.

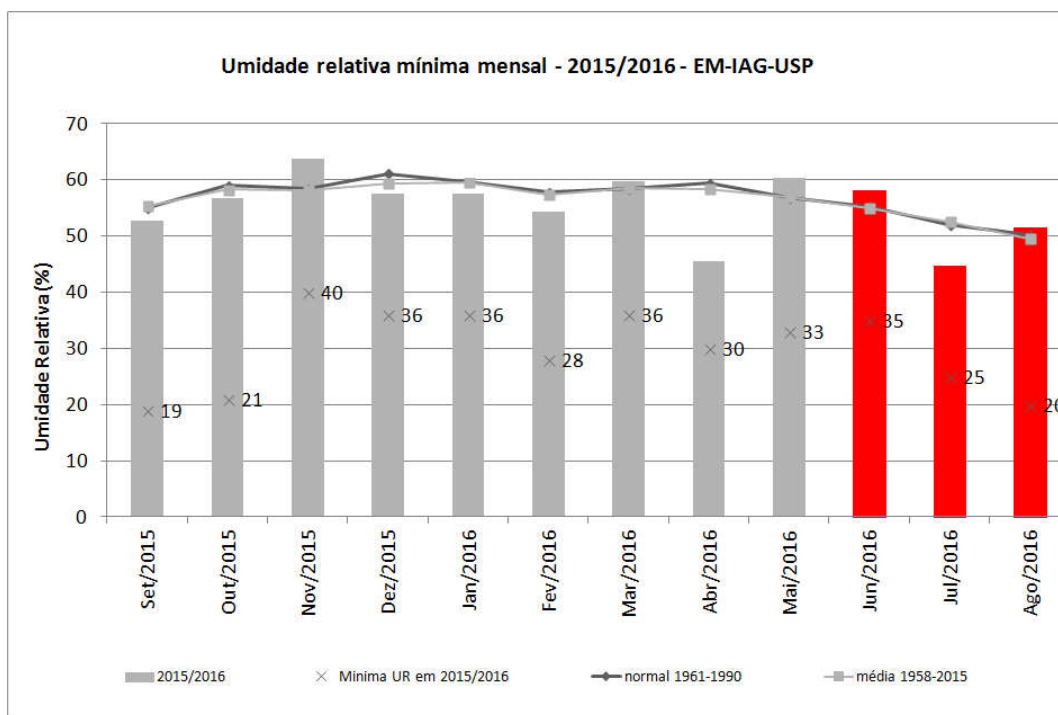


Figura 14 – Umidade relativa média mínima mensal (%) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015. As marcas em X representam os menores valores mensais do trimestre.



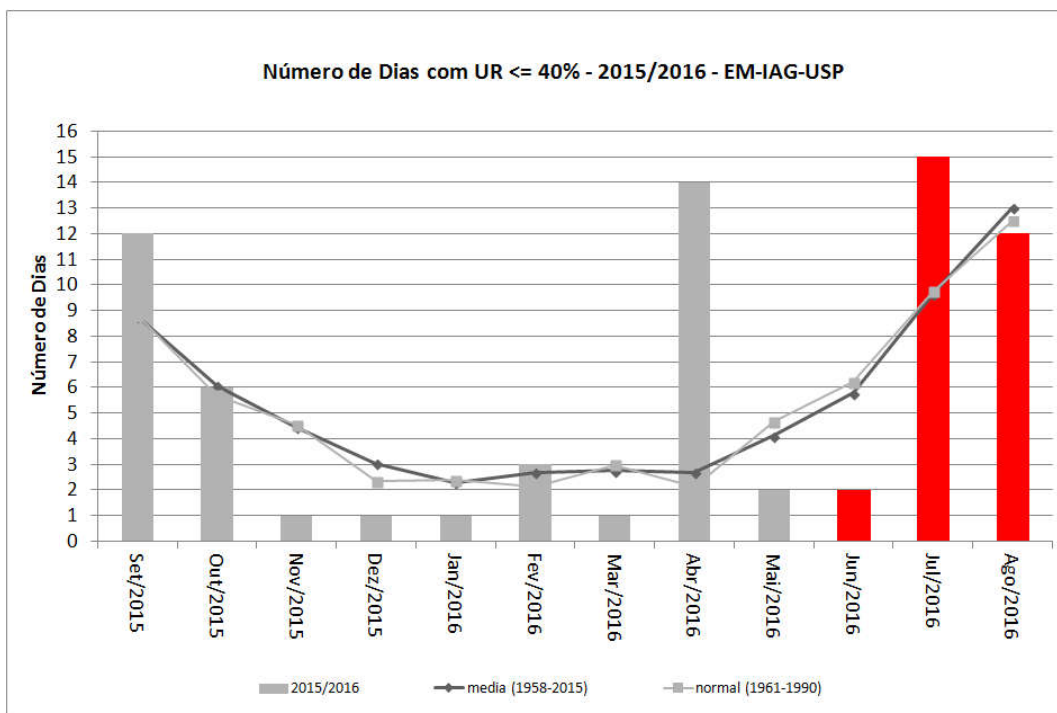


Figura 15 – Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 40%) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015.

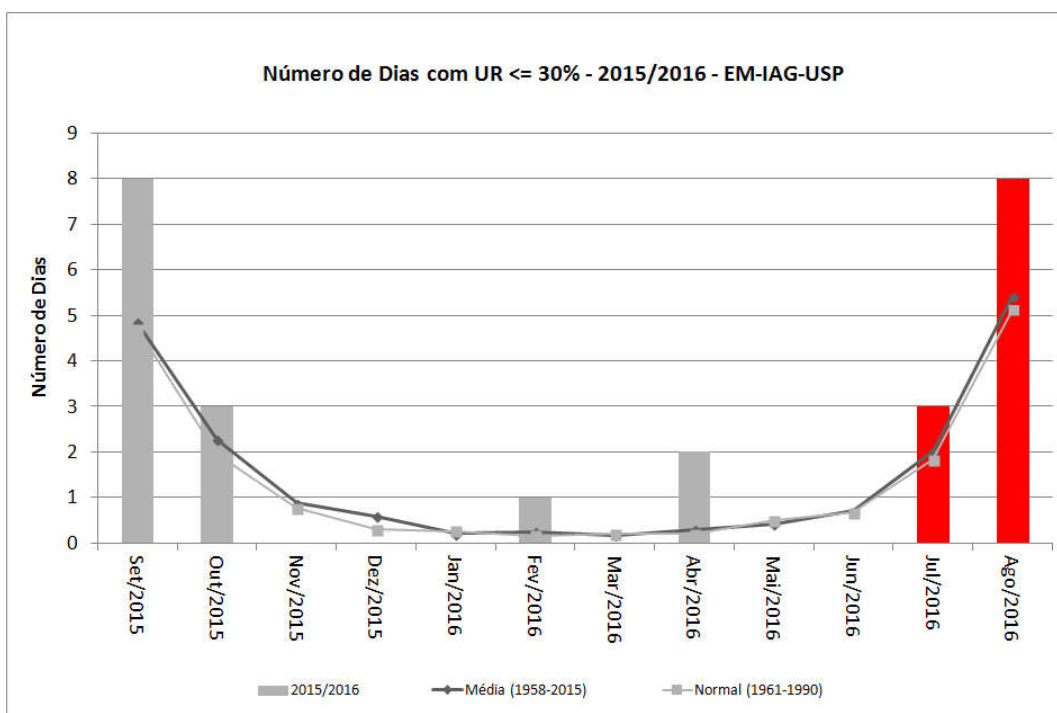


Figura 16 - Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 30%) entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990, a linha com círculos representa a média 1958-2015.

Aplicando o teste T de Student para o número de dias com umidade relativa inferior a 40% em toda a série do trimestre JJA desde JJA1957 (Figura 17), verifica-se que  $t=1,2$  e, portanto, a tendência não é significativa (espera-se  $|t|>2,0$ , para um nível de confiança de 95%). No entanto, ao observar a Figura 17, destacam-se os seguintes trimestres JJA com muitos dias de baixa umidade relativa desde JJA1957:

- JJA1962: 47 dias;
- JJA1974: 43 dias;
- JJA1994: 42 dias.

Ainda observando a Figura 17, destacam-se os seguintes trimestres JJA com poucos dias de baixa umidade relativa desde JJA1957:

- JJA1959: 13 dias;
- JJA1991: 8 dias.

Com relação ao total de dias com umidade relativa inferior a 30% (Figura 18), temos que  $t=1,3$ , portanto a tendência não é significativa (espera-se  $|t|>2,0$ , 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 JJA com muitos dias de baixa umidade relativa (inferior a 30%) desde JJA1957:

- JJA1962: 23 dias;
- JJA1974: 23 dias;
- JJA1993: 18 dias.

Ainda observando a Figura 18, destacam-se os seguintes trimestres JJA com poucos dias de baixa umidade relativa (inferior a 30%) desde JJA1957:

- JJA1957: 0 dia;
- JJA1969: 0 dia;
- JJA1979: 0 dia.

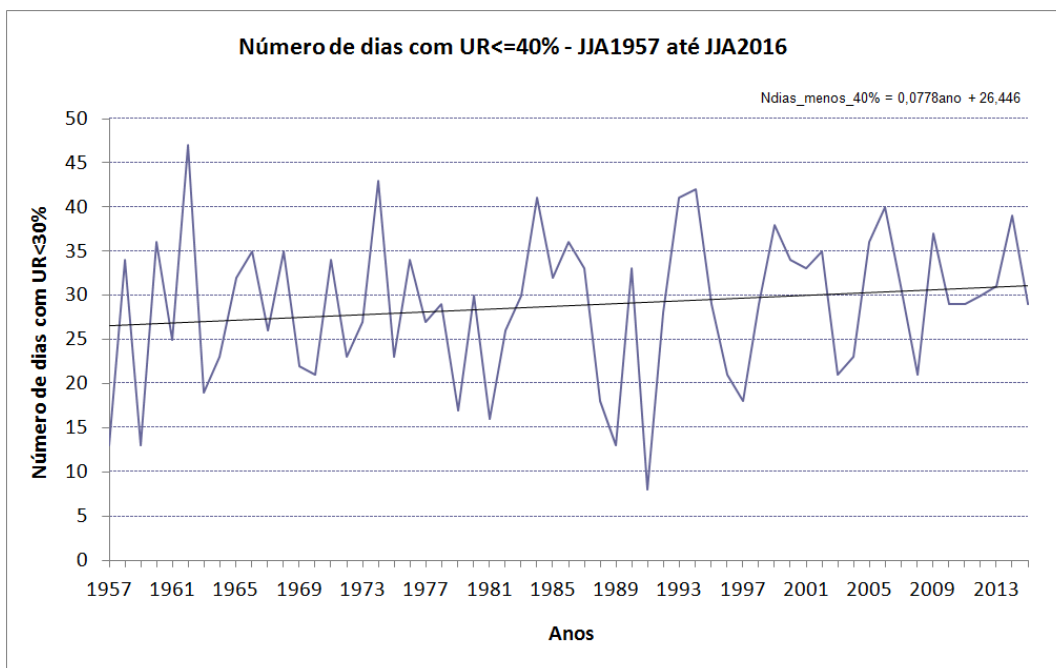


Figura 17 – Número anual de dias com UR ≤ 40% em todos os períodos de Inverno (JJA) de JJA1957 até JJA2016. Em preto, a linha de tendência.

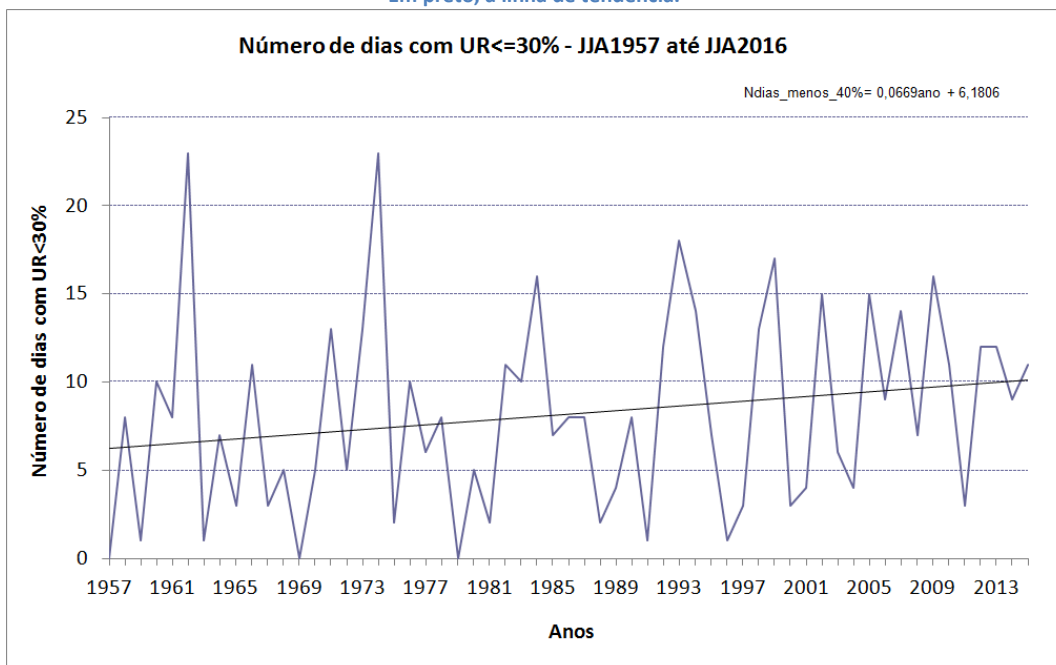


Figura 18 - Número anual de dias com UR ≤ 30% em todos os períodos de Inverno (JJA) de JJA1957 até JJA2016. Em preto, a linha de tendência.

## 5. Garoa

Durante JJA2016 foram registrados 24 dias com garoa, acima da média climatológica (18 dias). De acordo com a Figura 19, os meses de junho/2016 e agosto/2016 registraram mais dias com garoa que a média climatológica, enquanto o mês de julho/2016 ficou abaixo da média.

Analisando a ocorrência de garoa em todos os trimestres de inverno 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  $t=1,0$ . Sendo assim, não há nenhum indício de que a quantidade de garoa tenha aumentado ou diminuído ao longo dos anos durante o trimestre de inverno.

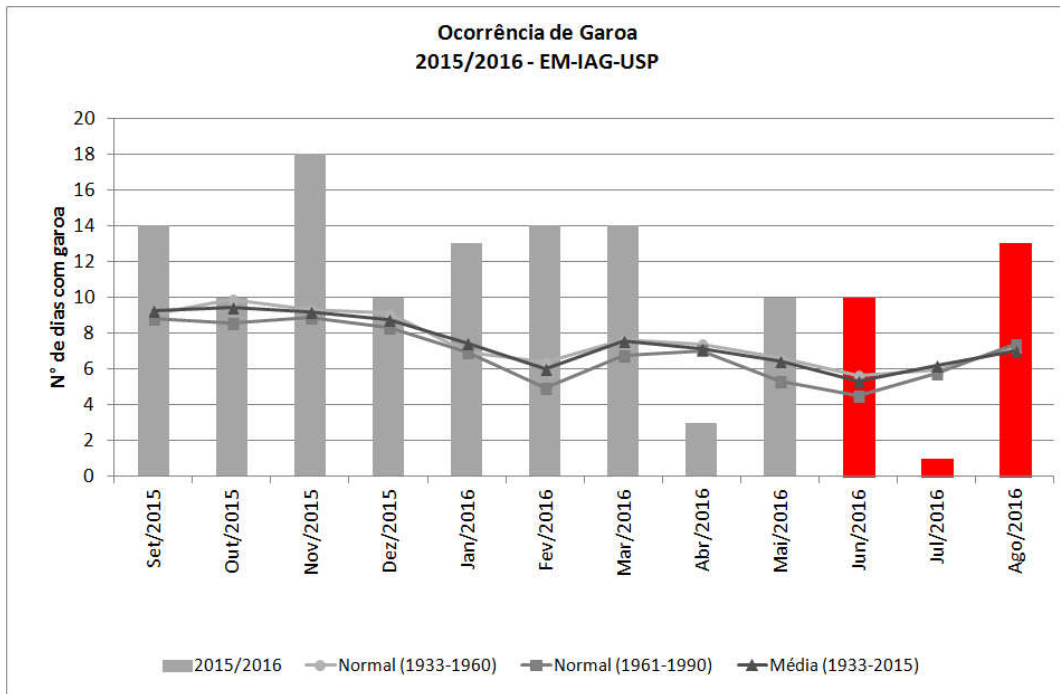


Figura 19 – Número de dias com garoa entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

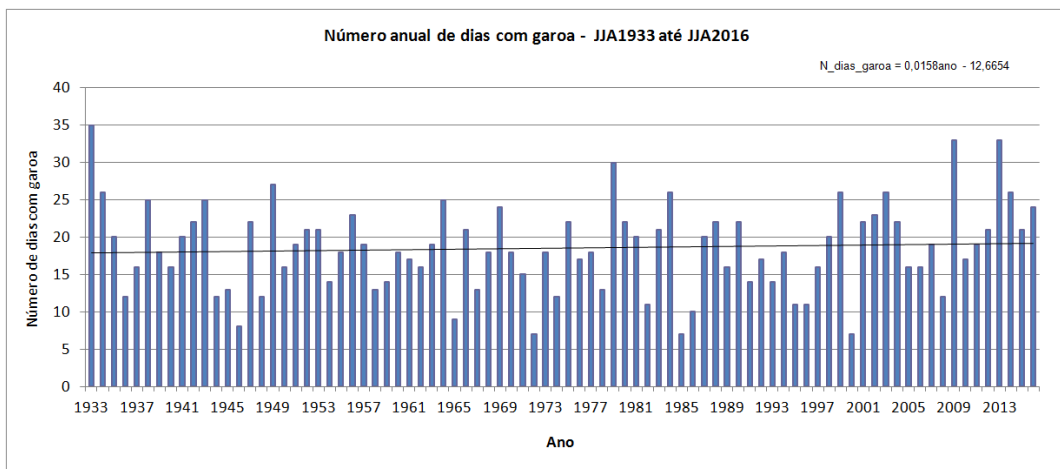


Figura 20 – Número de dias com garoa no trimestre JJA1933 até JJA2016.

## 6. Orvalho

Durante o trimestre JJA2016 foram registrados 46 dias com orvalho enquanto que a média climatológica para esta estação é de 42 dias. De acordo com a Figura 21, junho e agosto ficaram ligeiramente abaixo de suas médias climatológicas, enquanto julho esteve acima da mesma.

Com relação a todos os trimestres de inverno desde JJA1957, quando o fenômeno passou a ser registrado, a equação de tendência aponta um grande aumento na quantidade de orvalho desde então (Figura 22), o que foi comprovado pelo teste de T de Student, com  $t=12,2$ . Sendo assim, há indício de aumento no total de dias de ocorrência de orvalho ao longo da série climatológica.

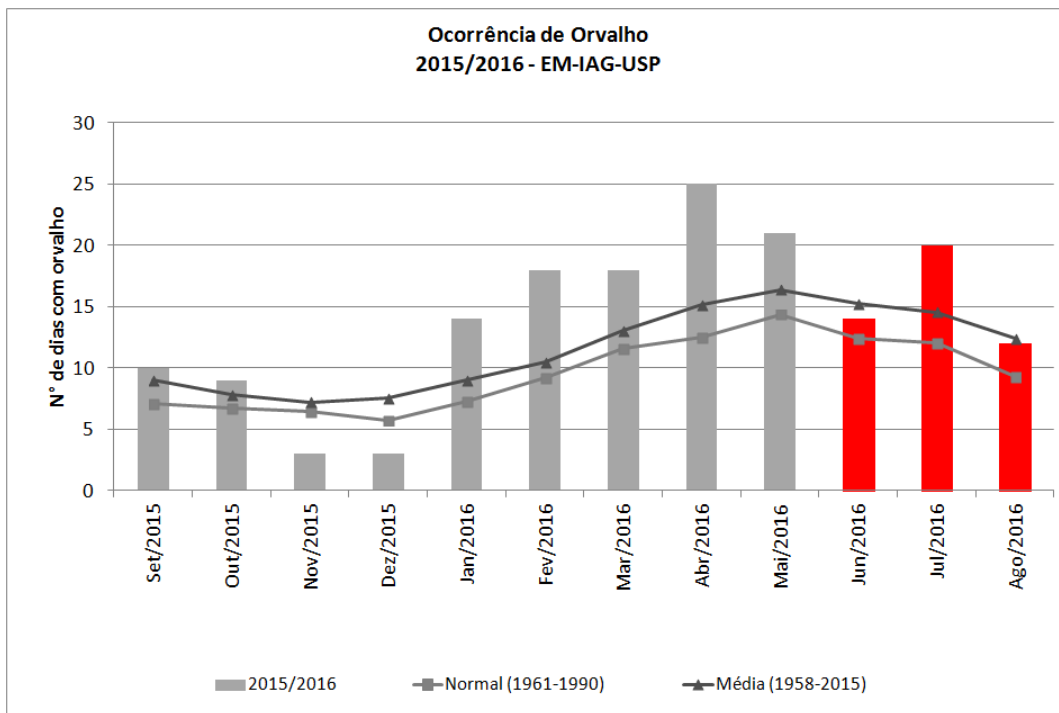


Figura 21 – Número de dias com orvalho entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2015.

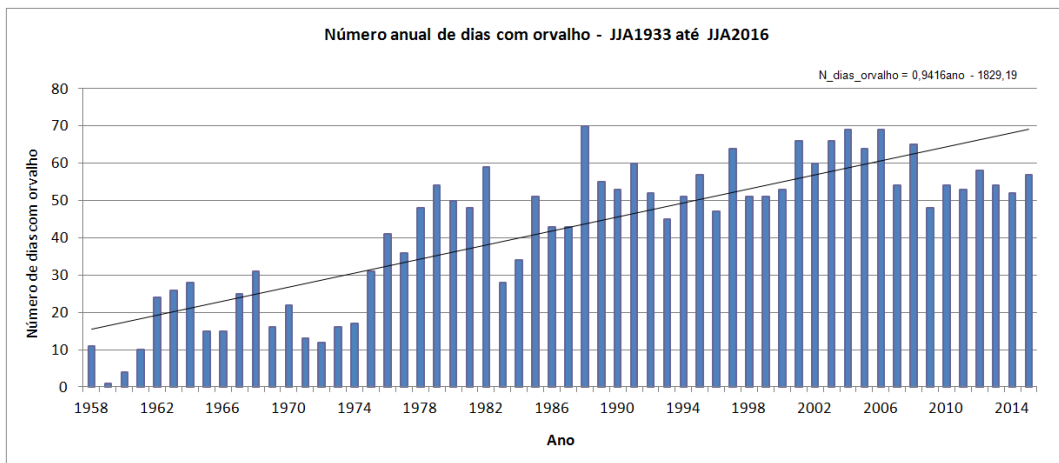


Figura 22 – Número de dias com orvalho no trimestre JJA1957-1958 até JJA2016.

## 7. Nevoeiro

Durante o trimestre JJA2016, foram registrados apenas 23 dias com nevoeiro, sendo que a média climatológica para a inverno é de 43 dias. Todos os meses do trimestre apresentaram menos dias de nevoeiro do que as respectivas médias climatológicas (Figura 23).

Analisando o número de dias com nevoeiro em todos os trimestres de inverno desde JJA1933 (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  $t = -6,3$  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 JJA, de JJA1933 até JJA2016.

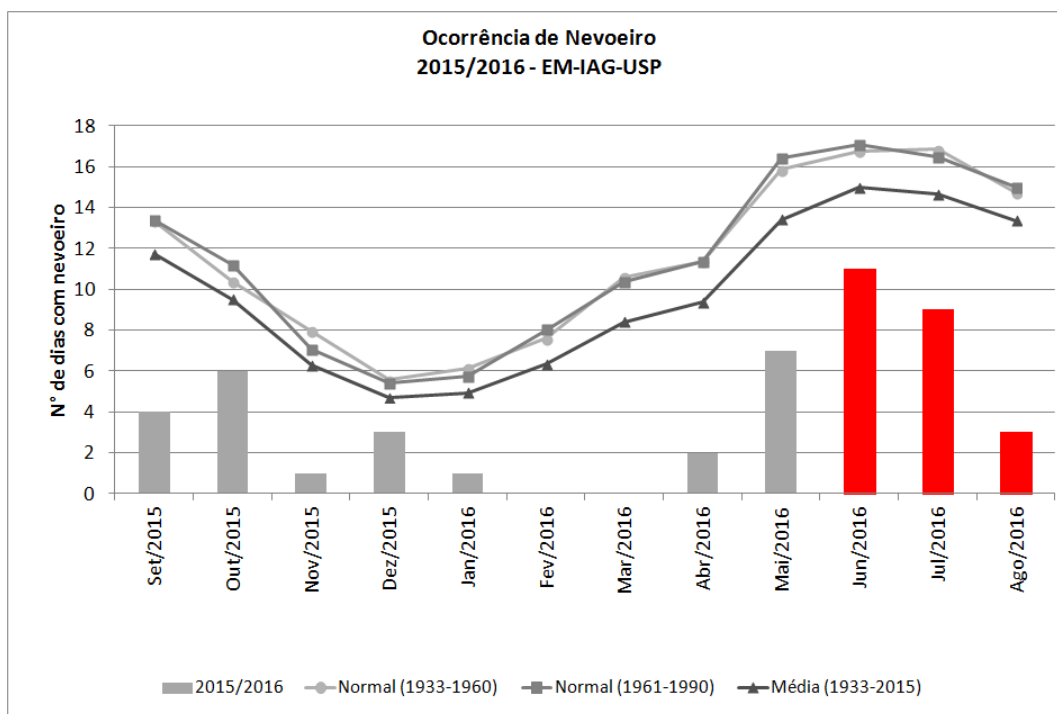


Figura 23 - Número de dias com nevoeiro entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

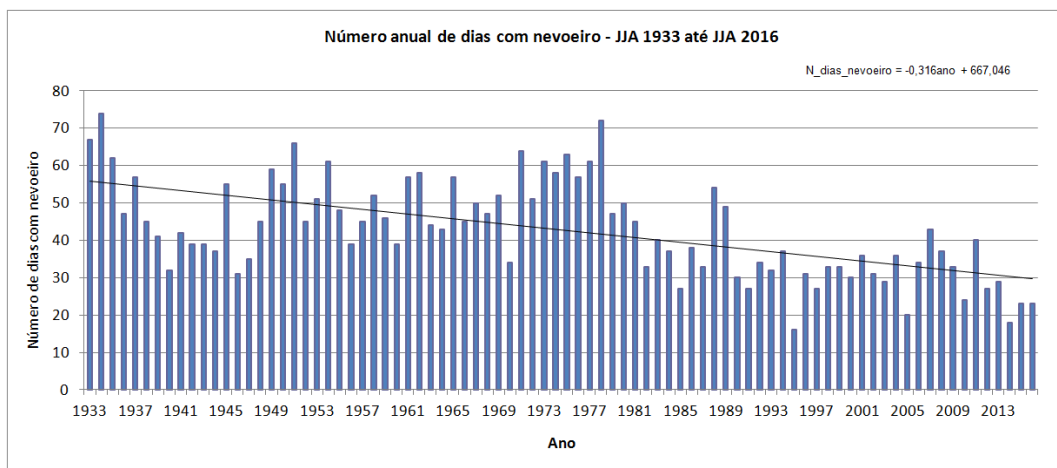


Figura 24 – Número de dias com neveiro no trimestre JJA1933 até JJA2016.

## 8. Trovoadas

Foram registrados 7 dias com trovoada no trimestre JJA2016, valor muito próximo da média climatológica, que é de 5 dias (Figura 25). Em julho não foi registrada nenhuma ocorrência de trovoada, enquanto o mês de junho ficou ligeiramente acima da média e agosto ficou ligeiramente abaixo (Figura 25).

A Figura 26 indica o total de trovoadas nos trimestres de JJA1957 até JJA2016. É possível verificar flutuações, mostrando trimestres com mais ou com menos trovoadas. Analisando todos os trimestres JJA de 1957 até 2016 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  $t=-0,6$ .

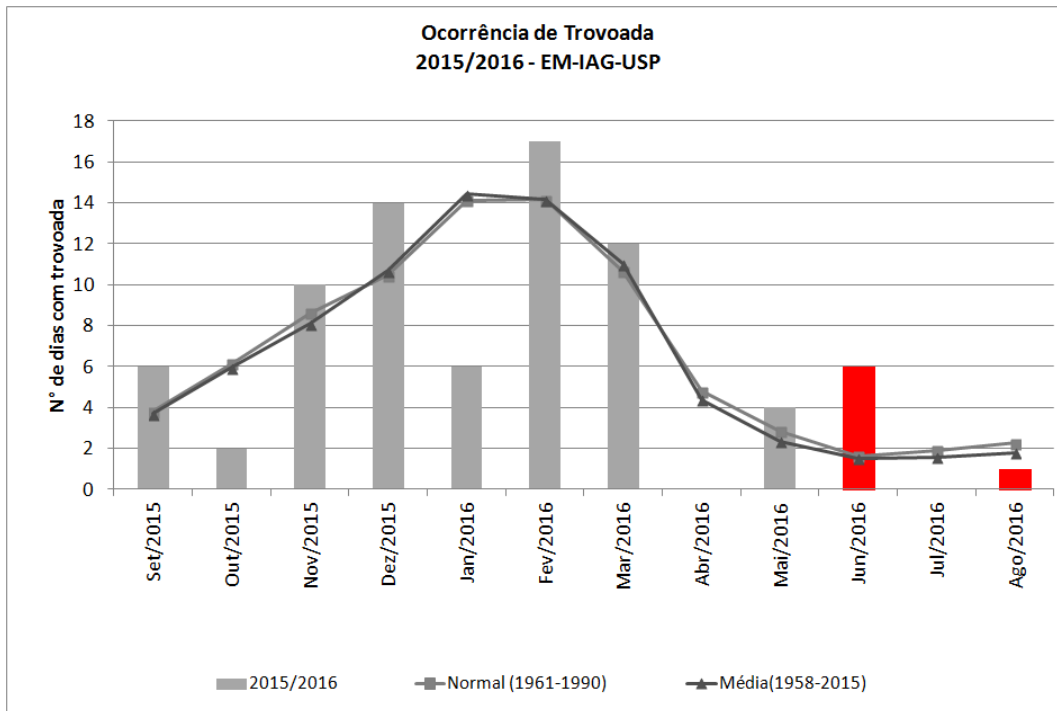


Figura 25 – Número de dias com trovoadas entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2015.

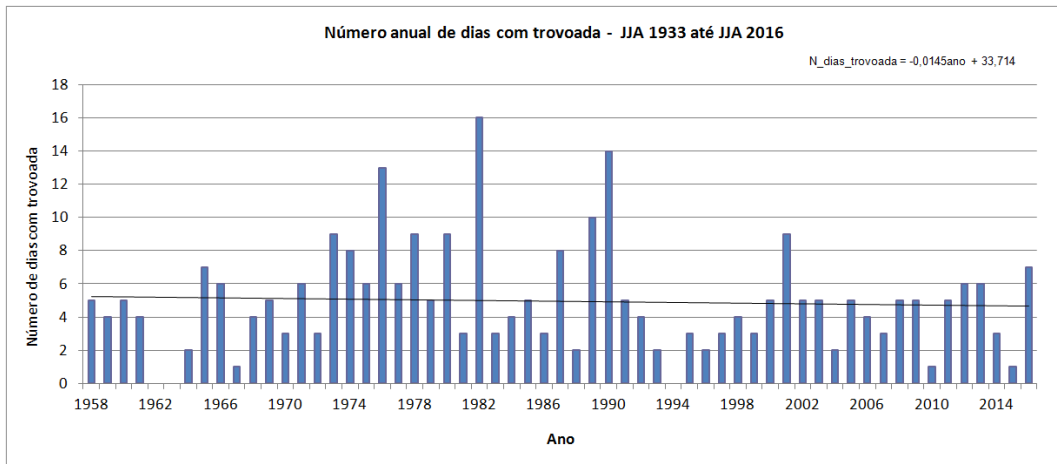


Figura 26 – Número de dias com trovoadas no trimestre JJA1957 até JJA2016.



## 9. Radiação Solar Total

Junho/2016 e agosto/2016 apresentaram radiação solar total muito próximas de suas respectivas médias climatológicas, enquanto julho/2016 registrou radiação solar total acima da média climatológica (Figura 27).

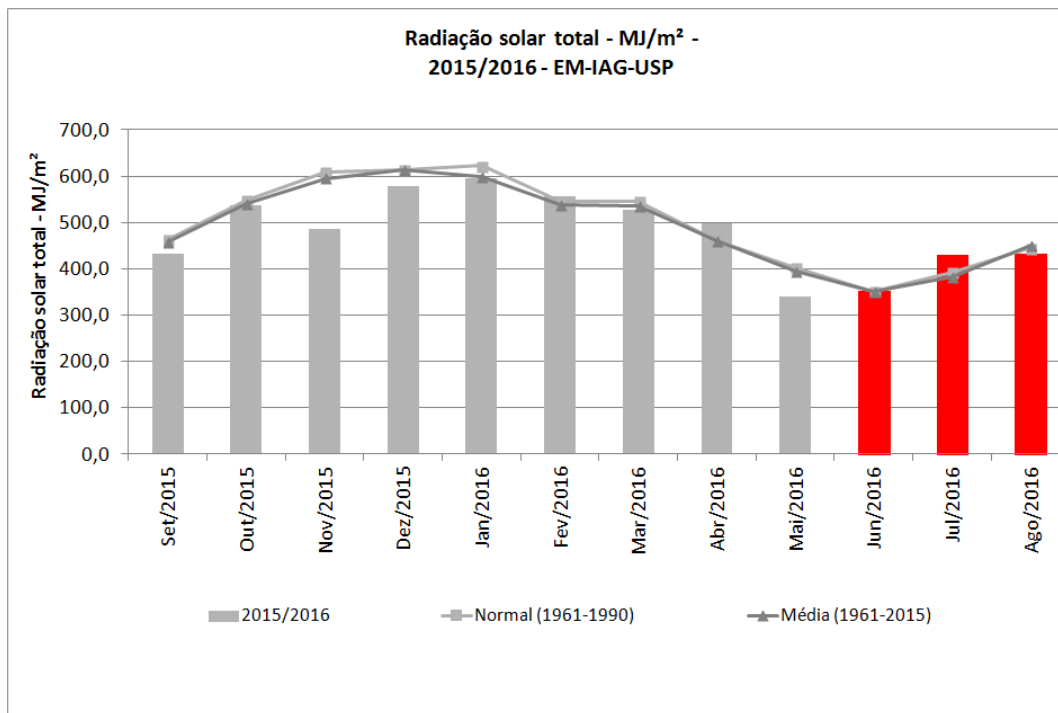


Figura 27 – Radiação Solar Total (MJ/m<sup>2</sup>) incidente em superfície entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1961-2015.

## 10. Insolação

Com relação ao total de horas de brilho solar dos meses do trimestre JJA2016 (Figura 28), os meses de junho/2016 e agosto/2016 ficaram ligeiramente abaixo da média climatológica, enquanto o mês de julho/2016 teve horas de brilho solar acima da média.

A Figura 29 por sua vez, mostra o número de horas de brilho solar médio diário (ou seja, dividido pelo total de dias do mês).

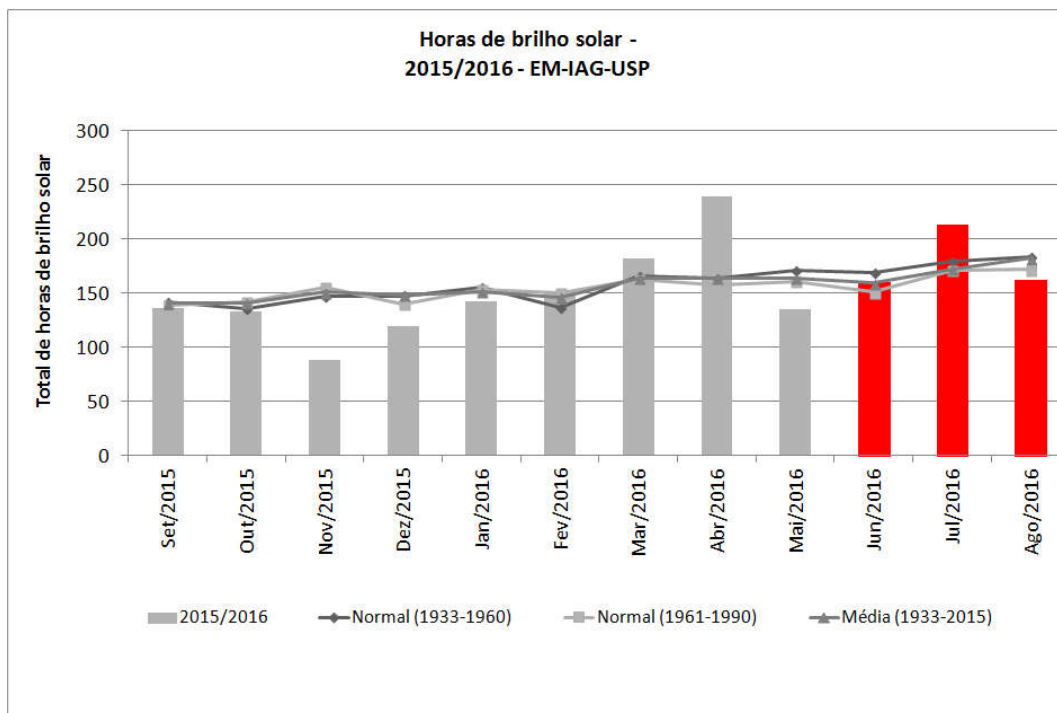


Figura 28 – Totais de horas mensais de brilho solar entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

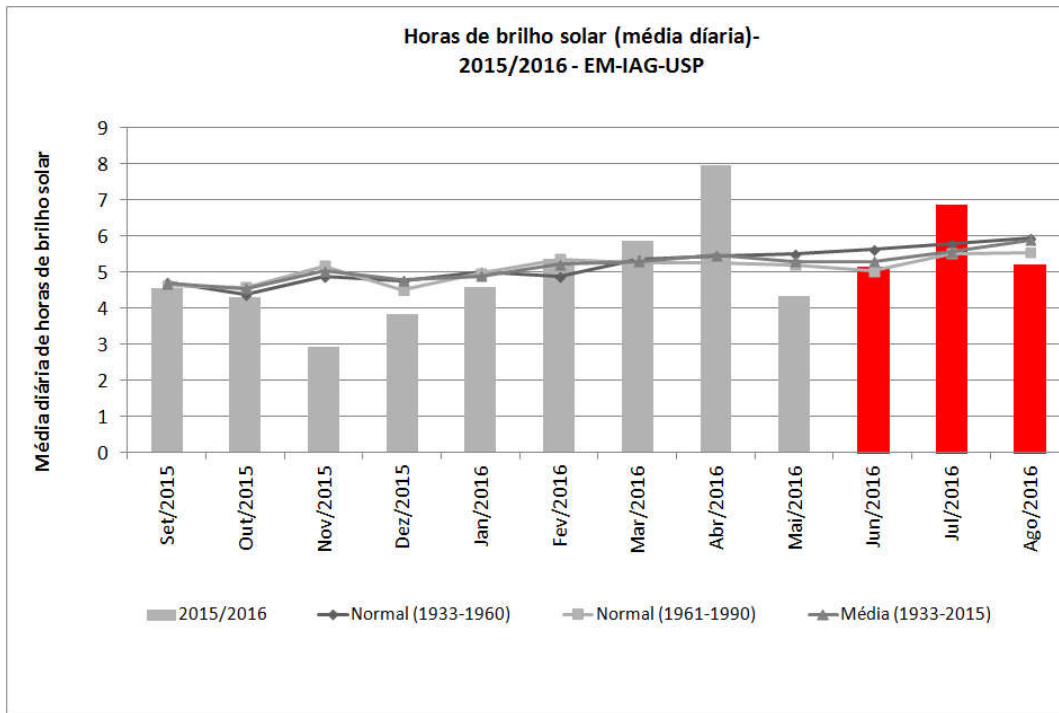


Figura 29 – Médias diárias de totais de horas de brilho solar entre setembro/2015 e agosto/2016 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses JJA2016. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.