

BOLETIM CLIMATOLÓGICO TRIMESTRAL DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP

- Setembro a novembro de 2015

- Primavera -



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 setembro a novembro de 2015 (SON2015) 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 SON.....	6
2. Precipitação	7
3. Temperatura	13
4. Umidade relativa do ar.....	18
5. Garoa.....	21
6. Orvalho.....	23
7. Nevoeiro.....	24
8. Trovoadas.....	25
9. Radiação Solar Total	26
10. Insolação	27

Índice de figuras

Figura 1 – Precipitação mensal (mm) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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.....	8
Figura 2 – Número de dias com chuva entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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.	9
Figura 3 – Variação anual da precipitação acumulada durante o trimestre SON ao longo de toda a série (1933-2015) (a);.....	11
Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre SON: setembro/2015(a); outubro/2015(b) e novembro/2015(c).	12
Figura 5 – Temperatura média mensal (°C) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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.	13
Figura 6 – Temperatura média máxima mensal (°C) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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.....	14
Figura 7 – Número de dias com temperatura acima de 30°C entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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.....	15
Figura 8 – Número de dias com $T \geq 30,0^{\circ}\text{C}$ em todos os trimestres SON (Primavera) desde 1933.....	15
Figura 9 – Temperatura média mínima mensal (°C) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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.....	16
Figura 10 – Temperatura média (a), média máxima (b) e média mínima (c) sazonal para o Primavera (SON) de 1933 a 2015 (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.	17
Figura 11 – Umidade relativa média mensal (%) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015.....	18
Figura 12 – Umidade relativa média mínima mensal (%) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015.	

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.... 19

Figura 13 – Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 40%) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015..... 20

Figura 14 – Número anual de dias com UR<=40% em todos os períodos de Primavera (SON) de 1958 até 2015. Em preto, a linha de tendência. 21

Figura 15 – Número de dias com garoa entre Dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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. 22

Figura 16 – Número de dias com garoa no trimestre SON 1933 até SON2015. 22

Figura 17 – Número de dias com orvalho entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2015. 23

Figura 18 – Número de dias com orvalho no trimestre SON 1958 até SON2015. 23

Figura 19 - Número de dias com nevoeiro entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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. 24

Figura 20 – Número de dias com nevoeiro no trimestre SON 1933 até SON2015. 24

Figura 21 – Número de dias com trovoada entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2015. 25

Figura 22 – Número de dias com trovoada no trimestre SON 1958 até SON2015..... 25

Figura 23 – Radiação Solar Total (MJ/m²) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1961-2015. 26

Figura 24 – Totais de horas mensais de brilho solar entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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 25 – Médias diárias de totais de horas de brilho solar entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. 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..... 28

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Recordes de Precipitação do trimestre SON	6
Tabela 2 - Recordes diários de temperatura para cada mês, para o trimestre de primavera na Estação Meteorológica do IAG-USP	6
Tabela 3 - Recordes diários de umidade relativa mínima para cada mês, para o trimestre de primavera na Estação Meteorológica do IAG-USP	6
Tabela 4 - Recordes mensais absolutos de número de dias com baixa umidade relativa (UR<40%) no trimestre de primavera na Estação Meteorológica do IAG-USP	6
Tabela 5 – Precipitação mensal (mm) para os meses de dezembro/2014 a novembro/2015, com destaque em amarelo para SON2015, além das médias e normais e fração (%) de aumento ou diminuição com relação à média climatológica. Os meses marcados em vermelho tiveram total mensal acima da média climatológica e os meses marcados em azul tiveram 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.....	8

1. Recordes absolutos do trimestre SON

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 primavera (SON). Em SON2015, o recorde de maior temperatura mensal para setembro foi superado (Tabela 2), uma vez que em 24 de setembro de 2015 foi registrada máxima de 36,1°C, superando o recorde anterior (35,3°C, em 25/set/1988).

Tabela 1 - Recordes de Precipitação do trimestre SON

	Média (1933-2015) [mm]	Recorde Mensal Máximo	Recorde Mensal Mínimo	Recorde Diário	Recorde Horário
SET	76,7mm	237,2mm, set/1957	3,7mm, set/2007	84,2mm, 8/set/2009	48,6mm 16h-17h, 13/09/1956
OUT	71,0mm	244,4mm, out/2001	17,5mm, out/1984	103,6mm, 01/out/2001	79,6mm, 17h-18h, 16/10/1967
NOV	74,7mm	359,7mm, nov/1978	17,7mm, nov/1956	100,6mm, 27/nov/2004	34,1mm, 15h-16h, 26/11/1950

Tabela 2 - Recordes diários de temperatura para cada mês, para o trimestre de primavera na Estação Meteorológica do IAG-USP

	Máxima Absoluta (1933-2015)	Mínima Absoluta (1933-2015)
SET	36,1°C em 24/set/2015	0,4°C em 5/set/1941
OUT	37,2°C em 17/out/2014	4,7°C em 13/out/1934
NOV	35,5°C em 16/nov/1958	5,3°C em 16/nov/1933

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

	Mínima Absoluta (1933-2015)
SET	13%, 09/set/1994
OUT	16%, 9/out/2004
NOV	12%, 23/nov/2004

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

	Recordes Mensais (1933-2015)
SET	19 dias, em set/1963
OUT	15 dias, em out/2002
NOV	12 dias, em nov/1993

2. Precipitação

O trimestre SON2015, período referente à primavera teve 623,3mm de chuva acumulada, valor acima da média climatológica, que é de 333,7mm. Foi a segunda primavera mais chuvosa desde 1933, sendo superada apenas por SON 1957 (631,4mm).

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

- setembro/2015: 217,0mm (a média climatológica, calculada de 1933-2015, é 77,1mm). Foi o 3º mês de setembro mais chuvoso da série;
- outubro/2015: 97,8mm (a média climatológica, calculada de 1933-2015, é 125,5mm). Foi o 54º mês de outubro mais seco da série;
- novembro/2015: 307,8mm (a média climatológica, calculada de 1933-2015, é 123,3mm). Foi o 2º mês de novembro mais chuvoso da série.

Importante observar que a Tabela 5 apresenta as mesmas informações contidas na Figura 1, além de inserir também a média de 1991-2014, e de indicar a fração de aumento ou diminuição da precipitação com relação à média climatológica, destacando os meses do trimestre SON2015.

Na última linha da Tabela 5 é possível verificar valores de porcentagens que indicam o quanto cada um dos meses ficou acima da média climatológica. Os meses de setembro e novembro de 2015 ficaram acima da média, respectivamente 172% e 133% acima. Já o mês de outubro ficou 19% abaixo da média climatológica.

Com relação ao número de dias com chuva (Figura 2), setembro/2015 teve 22 dias de chuva (acima da média climatológica, que é de 14 dias); outubro/2015 teve 21 dias de chuva (acima da média climatológica, que é de 16 dias) e novembro/2015 teve 27 dias de chuva (acima da média climatológica, que é de 17 dias).

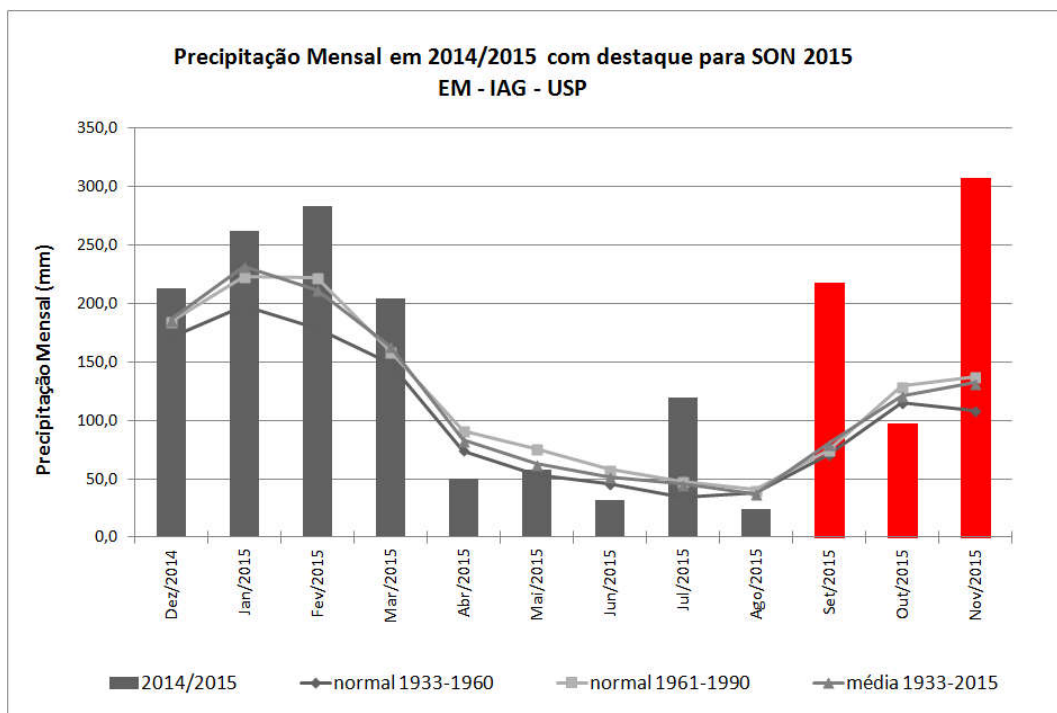


Figura 1 – Precipitação mensal (mm) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal referente ao período 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal do período de 1961 a 1990 e a linha com triângulos representa a média de 1933 a 2015.

Tabela 5 – Precipitação mensal (mm) para os meses de dezembro/2014 a novembro/2015, com destaque em amarelo para SON2015, além das médias e normais e fração (%) de aumento ou diminuição com relação à média climatológica. Os meses marcados em vermelho tiveram total mensal acima da média climatológica e os meses marcados em azul tiveram 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.

	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Normal (1933-1960)	170,8	198,5	178,7	149,4	74,2	53,5	45,9	34,6	38,3	71,0	114,9	108,7
Normal (1961-1990)	184,7	223,0	222,2	159,1	91,0	75,7	57,9	47,6	40,5	74,7	129,2	137,4
Média (1991-2014)	205,9	284,1	241,0	182,5	85,7	57,2	53,8	52,8	32,5	93,2	124,0	145,8
Média Climatológica (1933-2014)	186,1	231,9	211,7	163,6	83,4	62,7	52,0	45,4	37,3	80,2	121,3	132,3
2014/2015	213	262	283,4	204,2	50,1	57,9	32	119	24,5	218	97,8	308
Fração %	15	13	34	25	-40	-8	-38	162	-34	172	-19	133

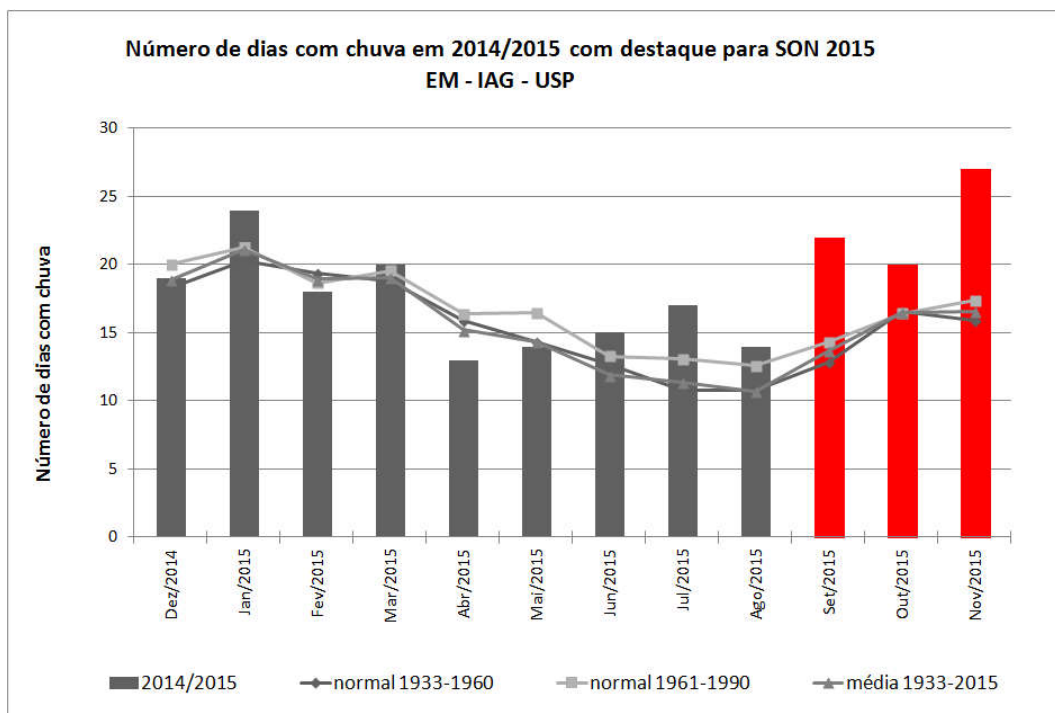


Figura 2 – Número de dias com chuva entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

Em termos climatológicos, a Figura 3a mostra que a precipitação acumulada no trimestre SON 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 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) $t=2,4$ para a Figura 3a.

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

- setembro/2015: $t=1,4$, tendência não-significativa;
- outubro/2015: $t=0,3$, tendência não-significativa;
- novembro/2015: $t=2,0$, tendência significativa.

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

- SON1933 até SON1960: aumento de 30,2mm;
- SON1961 até SON1990: aumento de 32,4mm;
- SON1991 até SON2015: aumento de 26,9mm;
- Total – SON1933 até SON2015: aumento de 91,7mm.

Considerando todas as primaveras da série climatológica (conforme a Figura 3a), é possível indicar aquelas que foram mais secas e as que foram mais chuvosas. Com relação às mais secas, destacam-se:

- SON1942: 126,6mm
- SON1985: 195,7mm
- SON1999: 172,9mm

E com relação às mais chuvosas, destacam-se (Figura 3a):

- SON1957: 631,4mm
- SON2009: 575,3mm
- SON2015: 623,3mm

Com relação ao número de dias com chuva, a equação de tendência apresentada na Figura 3b mostra uma tendência pouco significativa de aumento no total de dias com chuva, de modo que no teste T de Student, obteve-se $t=0,6$.

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

- setembro/2015: $t=0,2$, tendência não-significativa;
- outubro/2015: $t=-0,2$, tendência não-significativa;
- novembro/2015: $t=0,0$, tendência não-significativa.

Informações adicionais: no trimestre SON2015, o maior volume de chuva acumulado em apenas 24h foi de 85,0mm, observado em 8 de setembro de 2015. O maior acumulado em apenas 1h foi de 20,7mm e ocorreu entre 16h e 17h do dia 8 de setembro de 2015.

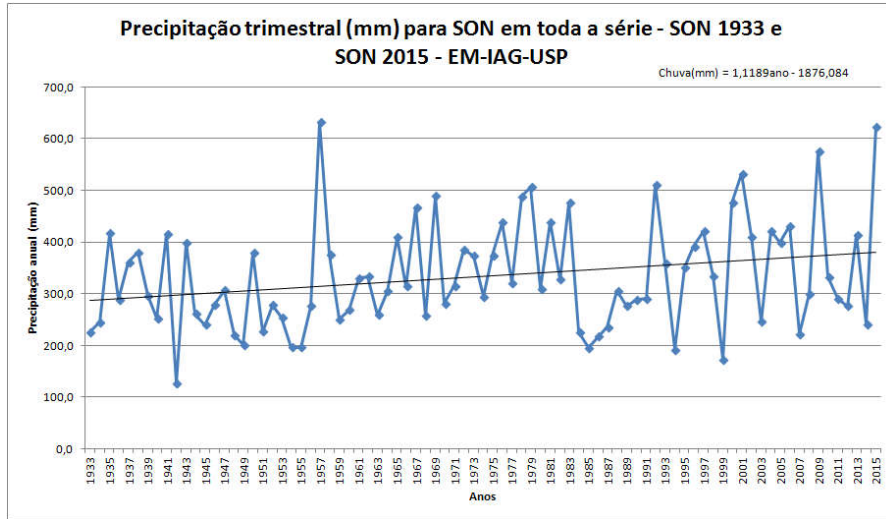
As maiores sequências de dias com chuva ocorreram entre 4 e 14 de setembro de 2015 e entre 20 e 30 de novembro de 2015. E a maior sequência de dias sem chuva ocorreu entre 6 e 9 de outubro de 2015.

Considerando a distribuição dos dias de chuva, em setembro/2015 foram registrados 217,7mm em 22 dias de chuva (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, foram 9,9mm/dia, que é acima da média climatológica (5,5mm/dia, média climatológica de 77,1mm e 14 dias de chuva). A Figura 4a mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de setembro/2015, com destaque para 8 de setembro (85,0mm de chuva, 39% do total do mês em questão).

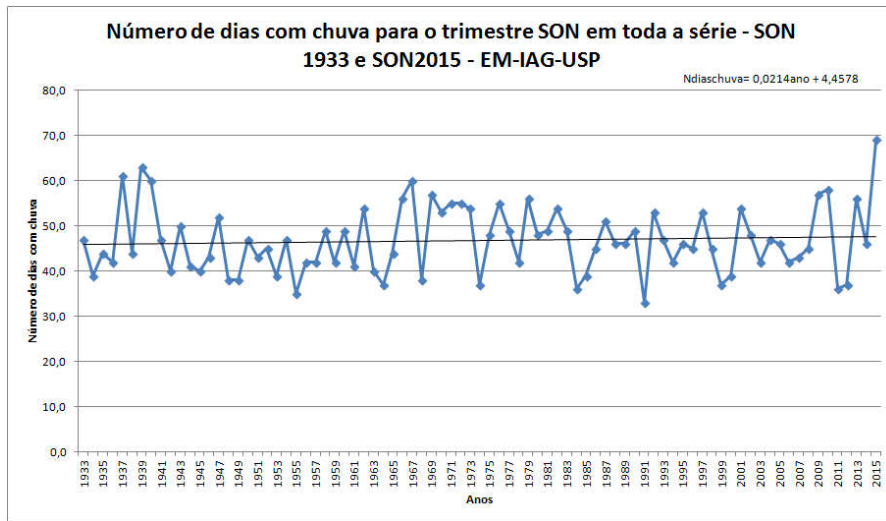
Em outubro/2015 foram registrados 97,8mm de chuva em 21 dias (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, foram 4,7mm/dia, que é abaixo da média climatológica (7,8mm/dia, média climatológica de 125,5mm e 16 dias de chuva). A Figura 4b mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de outubro/2015, com destaque para 26 de outubro (22,5mm de chuva, 23% do total do mês em questão).

Em novembro/2015 foram registrados 307,8mm em 27 dias de chuva (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, foram 11,4mm/dia, que é acima da média climatológica (7,3mm/dia, média climatológica de 123,3mm e 17 dias de chuva). A Figura 4c mostra a distribuição da chuva ao

longo dos dias do mês de novembro/2015, com destaque para 2 de novembro (47,1mm de chuva, 15% do total do mês em questão).



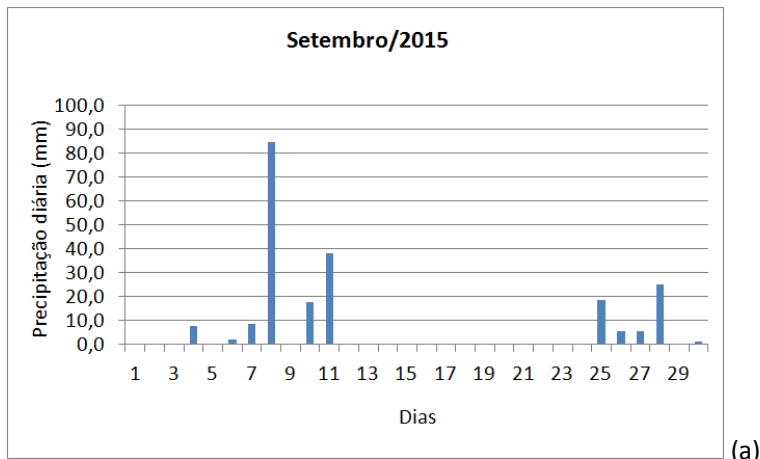
(a)



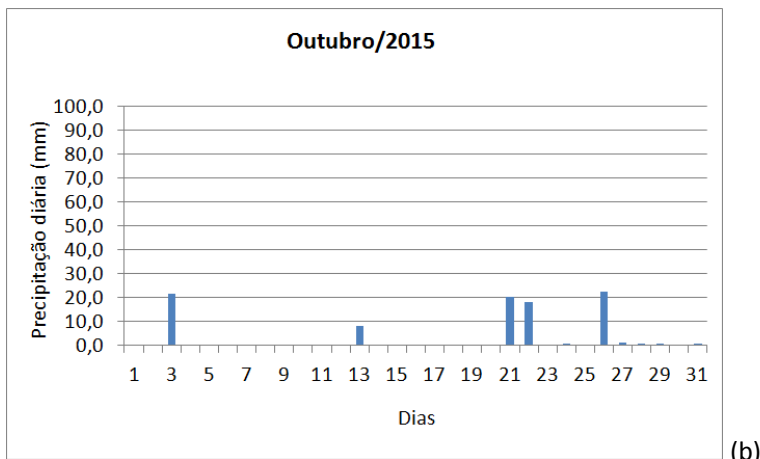
(b)

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

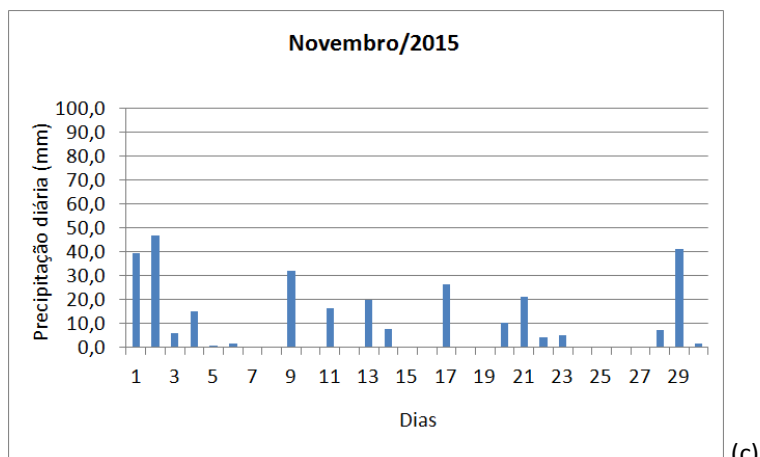
Número de dias de chuva no trimestre SON ao longo de toda a série (1933-2015) (b).



(a)



(b)



(c)

Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre SON2015: setembro/2015(a); outubro/2015(b) e novembro/2015(c).

3. Temperatura

A temperatura média de SON2015 foi 20,8°C, acima da média climatológica 1933-2015 que é de 18,3°C. Ao levar em conta a temperatura média máxima, o trimestre SON2015 registrou 27,2°C (também acima da média climatológica, que é 24,6°C). E considerando a temperatura média mínima, o trimestre SON2015 registrou o valor 17,0°C (acima da média climatológica, que é 14,2°C).

Levando em consideração a temperatura média, a temperatura média máxima e a temperatura média mínima do trimestre SON2015, tem-se o seguinte:

- Temperatura média: 20,8°C. É a maior temperatura média de um trimestre de primavera. O recorde anterior era de 2009 (20,4°C). O menor valor é de SON1947, com 16,1°C.
- Temperatura média máxima: 27,2°C. É a 2º maior temperatura média máxima de um trimestre de primavera, junto com SON1961. A maior temperatura média máxima ocorreu em SON2014 e foi 27,3°C. A menor ocorreu em SON1947 (21,9°C).
- Temperatura média mínima: 17,0°C. É a maior temperatura média mínima de um trimestre de primavera. O recorde anterior era de SON2009, com 16,7°. A menor ocorreu em SON1941 (11,9°C).

A Figura 5 mostra a temperatura média mensal de dezembro/2014 até novembro/2015, com destaque para o trimestre SON2015. É possível observar que todos os meses do trimestre apresentaram média mensal acima da média climatológica, conforme já discutido.

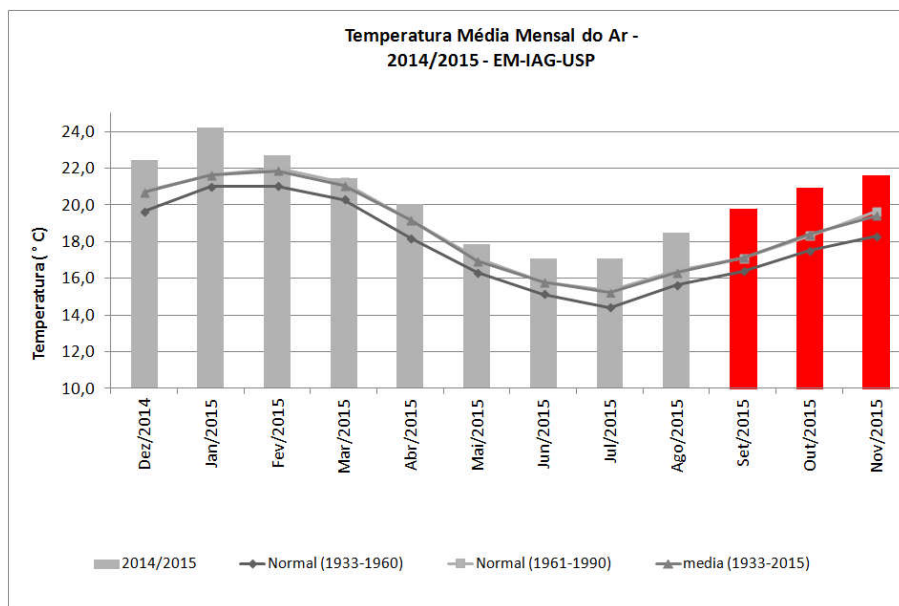


Figura 5 – Temperatura média mensal (°C) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

A maior temperatura registrada no período foi de 36,1°C e foi registrada em 24 de setembro de 2015, valor indicado na Figura 6 e esse também foi a maior temperatura já registrada em um mês de setembro (o recorde anterior foi 35,3°C, em 27 de setembro de 1988, conforme já mencionado anteriormente).

A Figura 6 mostra também os máximos absolutos de temperatura para o trimestre SON2015. Tem-se:

- Setembro: 36,1°C em 24 de setembro;
- Outubro: 36,4°C em 15 de outubro;
- novembro: 34,2°C em 11 de novembro.

Em SON2015, foram registrados 29 dias com temperatura acima de 30,0°C (Figura 7), acima da média climatológica (15 dias). Considerando cada um dos meses separadamente, na Figura 7, observa-se que cada um dos meses teve total de dias com temperatura maior que 30,0°C acima das respectivas médias climatológicas.

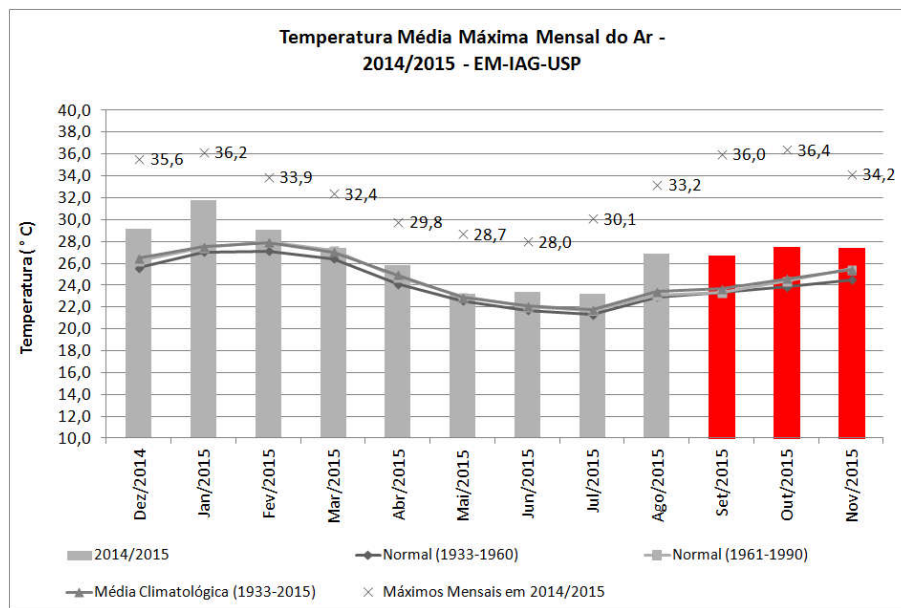


Figura 6 – Temperatura média máxima mensal (°C) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015. As marcações em X mostram as temperaturas máximas mensais ao longo do período.

Conforme ilustrado na Figura 8, na qual se apresenta o número de dias com temperatura igual ou superior a 30°C durante o trimestre SON desde SON1933. Realizando o teste T de Student, temos $t=4,6$ (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 aproximada de pouco mais de 1 dia por década.

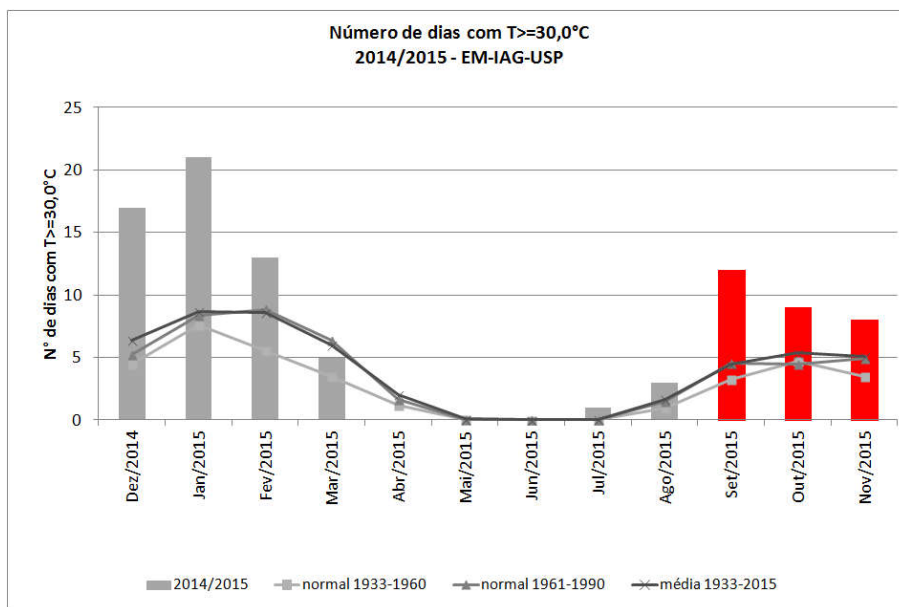


Figura 7 – Número de dias com temperatura acima de 30°C entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

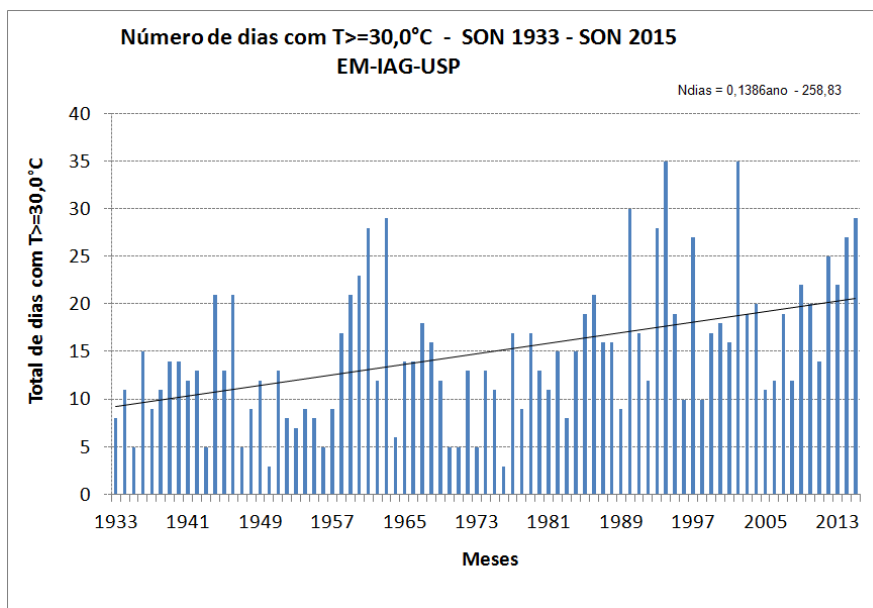


Figura 8 – Número de dias com $T \geq 30,0^{\circ}\text{C}$ em todos os trimestres SON (primavera) desde 1933.

A maior amplitude térmica (maior diferença entre temperatura máxima e mínima em um mesmo dia) foi $18,9^{\circ}\text{C}$ e ocorreu em 19 de setembro de 2015 (mínima de $17,1^{\circ}\text{C}$ e máxima de $36,0^{\circ}\text{C}$). Já a menor amplitude térmica ocorreu em 8 de setembro de 2015: $2,9^{\circ}\text{C}$ (mínima de $15,9^{\circ}\text{C}$ e máxima de $18,8^{\circ}\text{C}$).

A temperatura média mínima mensal ficou acima da média climatológica em todos os meses do trimestre SON2015 (Figura 9).

A Figura 9 mostra também os mínimos absolutos de temperatura para a primavera. Tem-se:

- Setembro: 11,6°C em 13 de setembro;
- Outubro: 13,6°C em 6 de outubro;
- Novembro: 16,3°C em 30 de novembro.

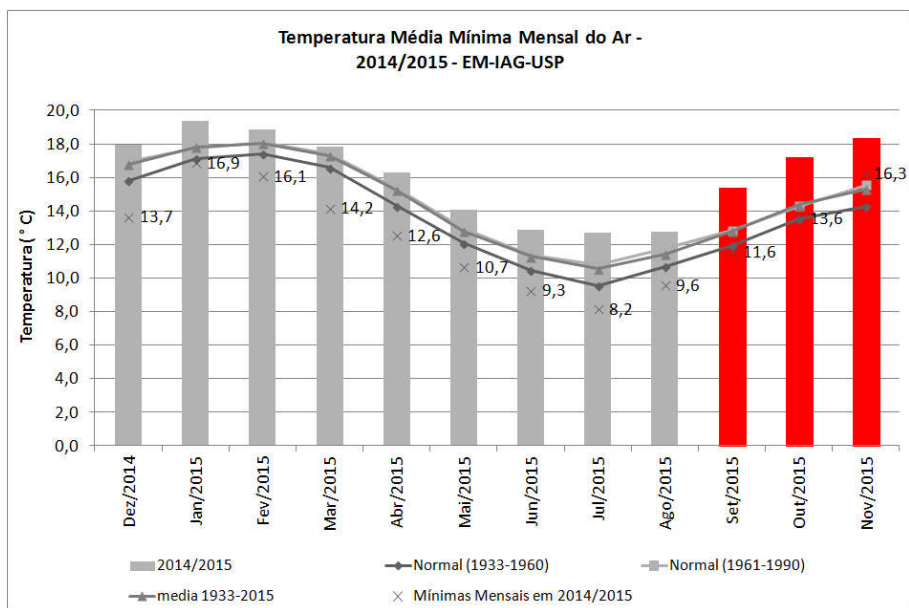


Figura 9 – Temperatura média mínima mensal (°C) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015. As marcações em X mostram as temperaturas mínimas mensais ao longo do período

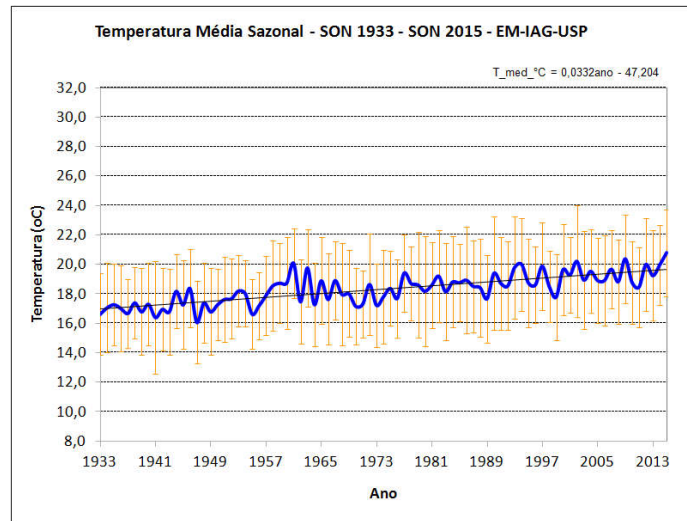
Na Figura 10 apresenta-se a série histórica da temperatura para os meses de primavera, além do ajuste linear que permite verificar as tendências de variação. Observa-se que há tendência de elevação da temperatura média (Figura 10a), média máxima (Figura 10b) e média mínima (Figura 10c) para o trimestre SON2015.

No caso da temperatura média do trimestre (Figura 10a), o teste T de Student indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ($t=10,4$). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 10a representa bem a evolução da temperatura média para o trimestre SON2015.

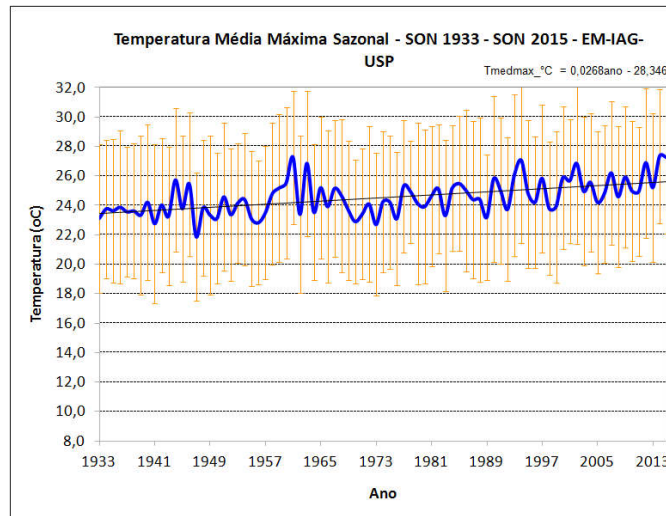
No caso da temperatura média máxima do trimestre (Figura 10b), o teste T de Student também indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ($t=5,7$). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 10b representa bem a evolução da temperatura média máxima para o trimestre SON2015.

No caso da temperatura média mínima do trimestre (Figura 10c), o teste T de Student indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ($t=9,3$). Sendo assim, o

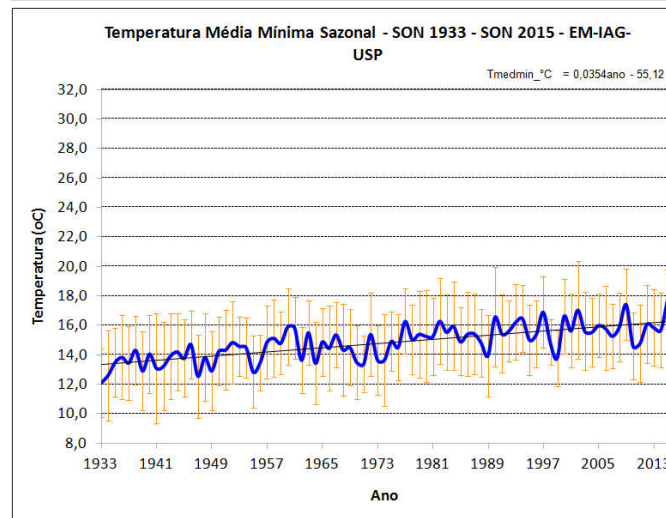
ajuste linear expresso pela equação na Figura 10c representa bem a evolução da temperatura média mínima para o trimestre SON2015.



(a)



(b)



(c)

Figura 10 – Temperatura média (a), média máxima (b) e média mínima (c) sazonal para a primavera (SON) de SON1933 a SON2015 (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 10a, Figura 10b e Figura 10c 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 0,9°C para a média, 0,7°C para a média máxima e 1,0°C para a média mínima;
- de 1961 a 1990: um aumento de 1,0°C para a média, 0,8°C para a média máxima e 1,0°C para a média mínima;
- de 1991 a 2015: um aumento de 0,8°C para a média, 0,6°C para a média máxima e 0,8°C para a média mínima;
- de 1933 a 2015: um aumento de 2,7°C para a média, 2,2°C para a média máxima e 2,9°C para a média mínima.

4. Umidade relativa do ar

Com relação à média mensal de umidade relativa em SON2015, os meses de setembro/2015 e outubro/2015 ficaram ligeiramente abaixo da média climatológica, enquanto novembro/2015 ficou acima da média (Figura 11). 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 12).

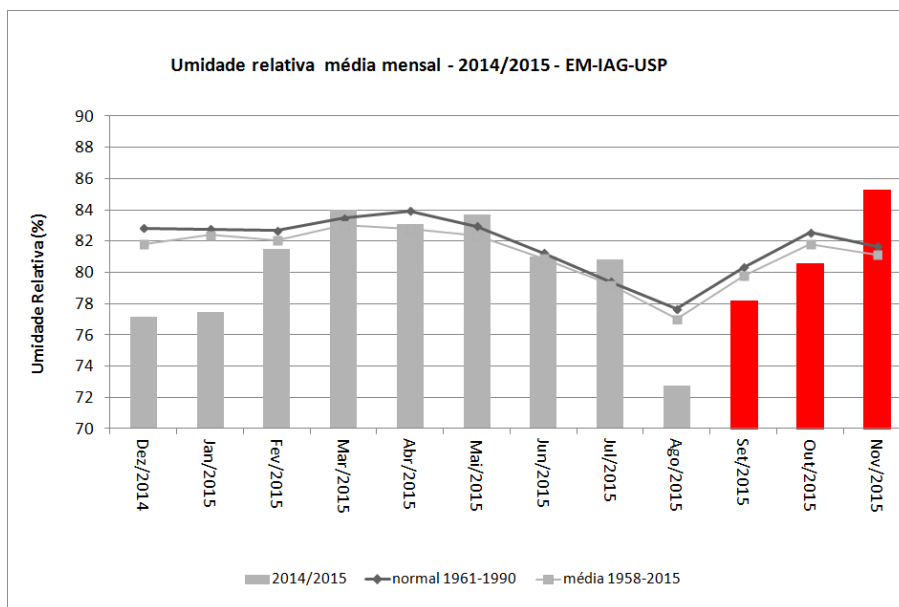


Figura 11 – Umidade relativa média mensal (%) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015.

A Figura 12 também indica os mínimos de umidade relativa do período de dezembro/2014 a novembro/2015. Destacando o período SON2015, temos os seguintes mínimos mensais:

- Setembro: 19%, em 24 de setembro;
- Outubro: 21%, em 15 de outubro;
- Novembro: 40%, em 11 de novembro.

No trimestre, foram registrados 19 dias com umidade relativa abaixo de 40%, valor igual à média climatológica. A Figura 13 indica o total de dias com umidade relativa abaixo de 40% no período de dezembro/2014 a novembro/2015, com destaque para o trimestre SON2015. Na Figura 13, o maior destaque para setembro/2015, com 12 dias com essa característica (a média é 4 dias).

Com relação ao total de dias com umidade relativa abaixo de 30%, foram registrados 11 dias com essa característica, quando a média é de 8 dias.

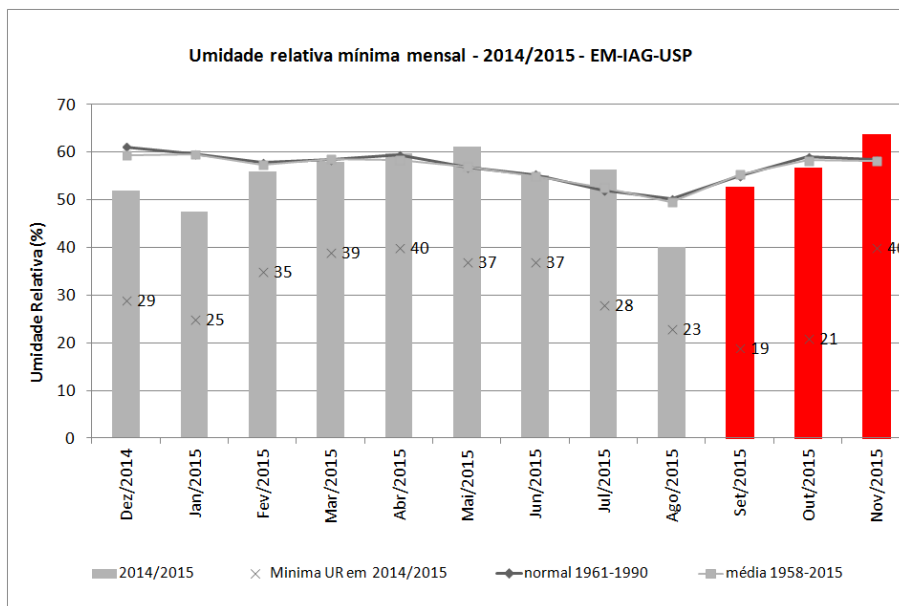


Figura 12 – Umidade relativa média mínima mensal (%) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015. As marcas em X representam os menores valores mensais do trimestre.

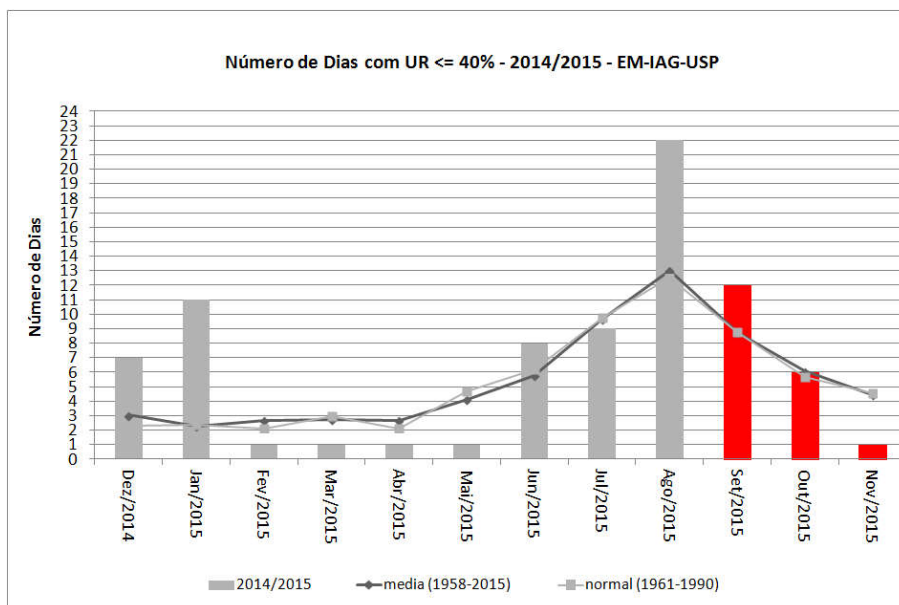


Figura 13 – Número de dias com baixa umidade relativa (abaixo de 40%) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1961-1990, a linha com quadrados representa a média 1958-2015.

Aplicando o teste T de Student para o número de dias com umidade relativa inferior a 40% em toda a série do trimestre SON desde SON1958 (Figura 14), verifica-se que $t=0,8$, a tendência não é significativa (espera-se $|t|>2,0$, esperado para um nível de confiança de 95%). O ajuste linear apresentado na Figura 14 sugere que não houve aumento ou diminuição no total de dias com umidade relativa do ar abaixo de 40%.

Observando a Figura 14, destacam-se os seguintes trimestres SON com muitos dias de baixa umidade relativa desde 1958:

- SON1971: 22 dias;
- SON2003: 21 dias;
- SON2014: 34 dias.

Ainda observando a Figura 14, destacam-se os seguintes trimestres SON com poucos dias de baixa umidade relativa desde 1958:

- SON1963: 0 dia;
- SON1967, SON1970, SON1980 e SON1989: 1 dia;

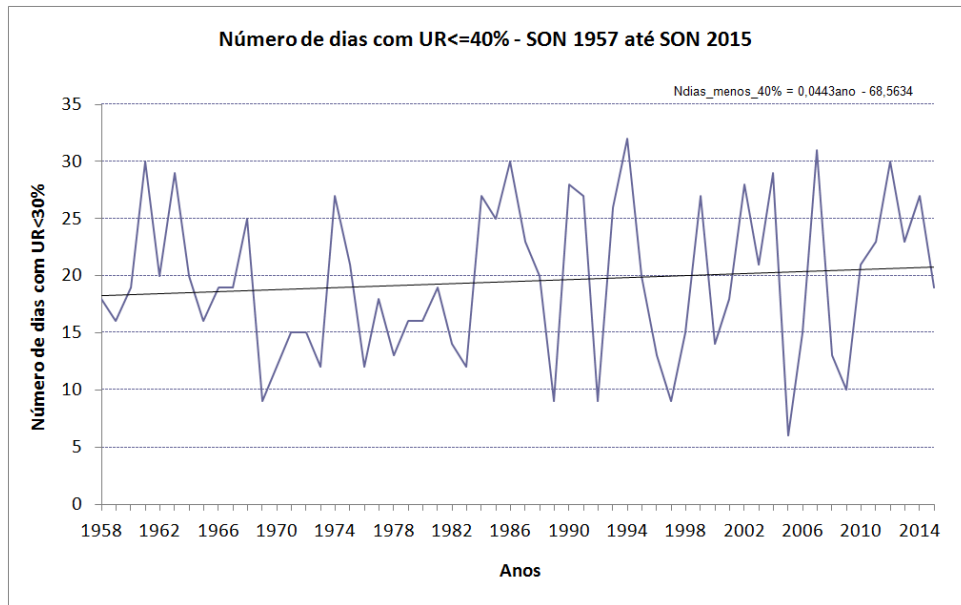


Figura 14 – Número anual de dias com UR<=40% em todos os períodos de Primavera (SON) de 1958 até 2015. Em preto, a linha de tendência.

5. Garoa

Durante SON2015 foram registrados 42 dias com garoa, acima da média climatológica (27 dias). De acordo com a Figura 15, em setembro/2015 foram registrados 14 dias de garoa (acima da média, que é de 9 dias), em outubro/2015 houve 10 dias com garoa (acima da média, que é de 9 dias) e em novembro foram 18 dias com garoa (acima da média, que é de 9 dias).

Analisando a ocorrência de garoa em todos os trimestres de primavera desde 1933, verifica-se que apesar das flutuações interanuais, não há tendência significativa de aumento ou diminuição na quantidade de dias com garoa (Figura 16) o que foi comprovado pelo teste de T de Student, com $t=0,4$. Sendo assim, não há nenhum indício de que a quantidade de garoa tenha aumentado ou diminuído ao longo dos anos durante o período de primavera.

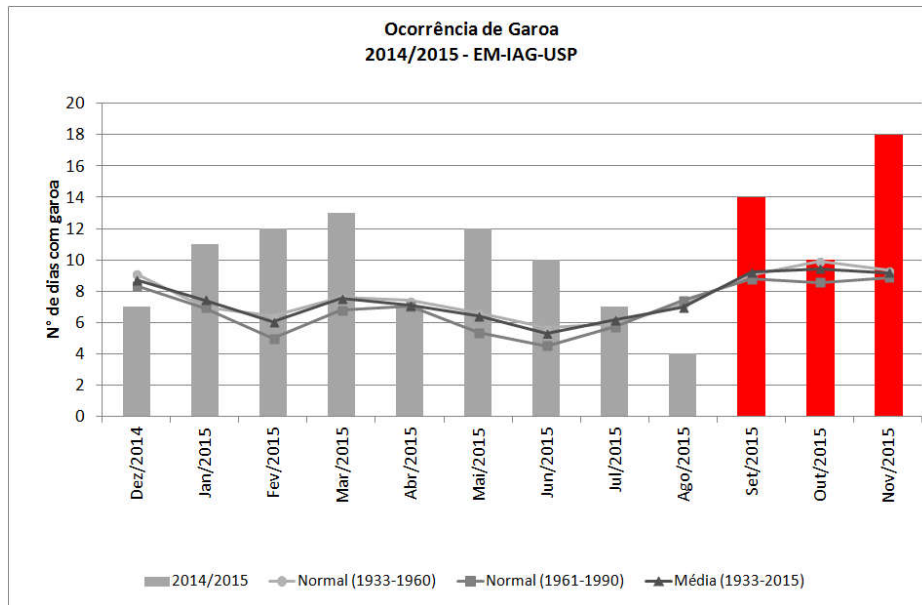


Figura 15 – Número de dias com garoa entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

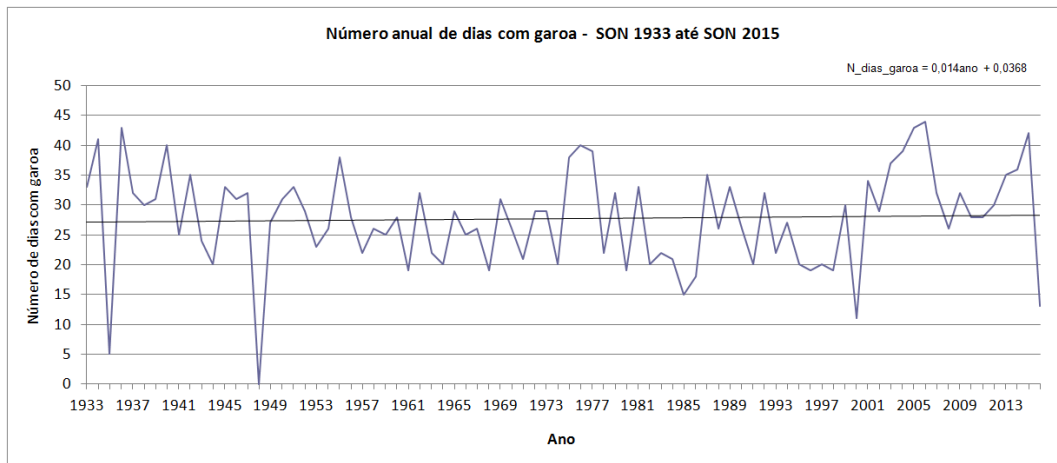


Figura 16 – Número de dias com garoa no trimestre SON1933 até SON2015.

6. Orvalho

Durante o trimestre SON2015 foram registrados 22 dias com orvalho enquanto que a média climatológica para esta estação é de 24 dias. De acordo com a Figura 17, os meses de setembro/2015 e outubro/2015 ficaram acima da média climatológica e o mês de novembro/2015 esteve abaixo da média.

Com relação a todos os trimestres de primavera desde 1958, quando o fenômeno passou a ser registrado, a equação de tendência aponta um grande aumento na quantidade de orvalho desde então (Figura 18), o que foi comprovado pelo teste de T de Student, com $t=7,8$. Sendo assim, há indício de aumento no total de dias de ocorrência de orvalho ao longo da série climatológica.

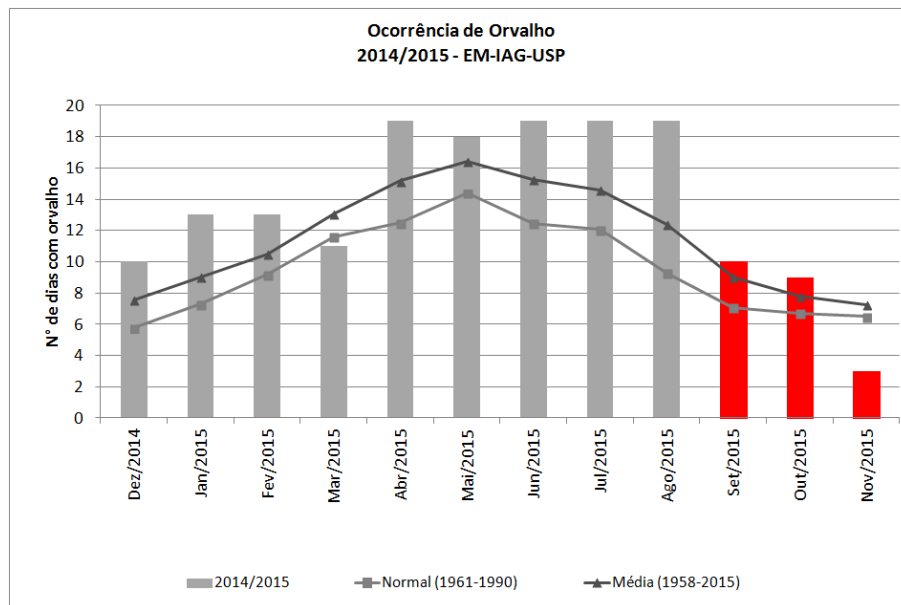


Figura 17 – Número de dias com orvalho entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2015.

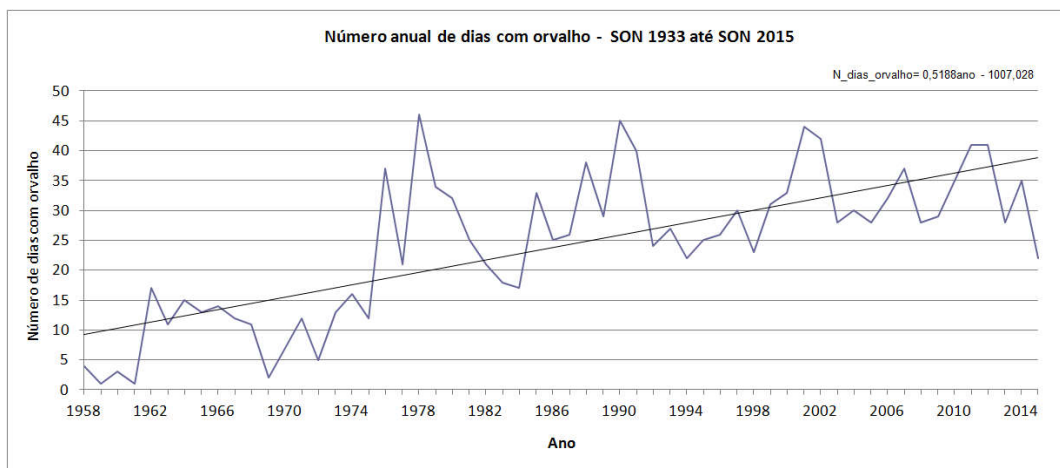


Figura 18 – Número de dias com orvalho no trimestre SON1958 até SON2015.

7. Nevoeiro

Durante o trimestre SON2015, foram registrados apenas 11 dias com nevoeiro, sendo que a média climatológica para a primavera é de 27 dias. Todos os meses do trimestre apresentaram menos dias de nevoeiro do que as respectivas médias climatológicas (Figura 19).

Analisando o número de dias com nevoeiro em todas as primaveras desde SON1933 (Figura 20), 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 20 representa bem a evolução na quantidade de dias com nevoeiro para um nível de confiança de 95% (pois $t = -5,3$ e espera-se $|t| > 2,0$ neste caso). Sendo assim, de acordo com esta tendência, houve uma redução de 21 dias na ocorrência de nevoeiro no trimestre SON, de 1933 até 2015.

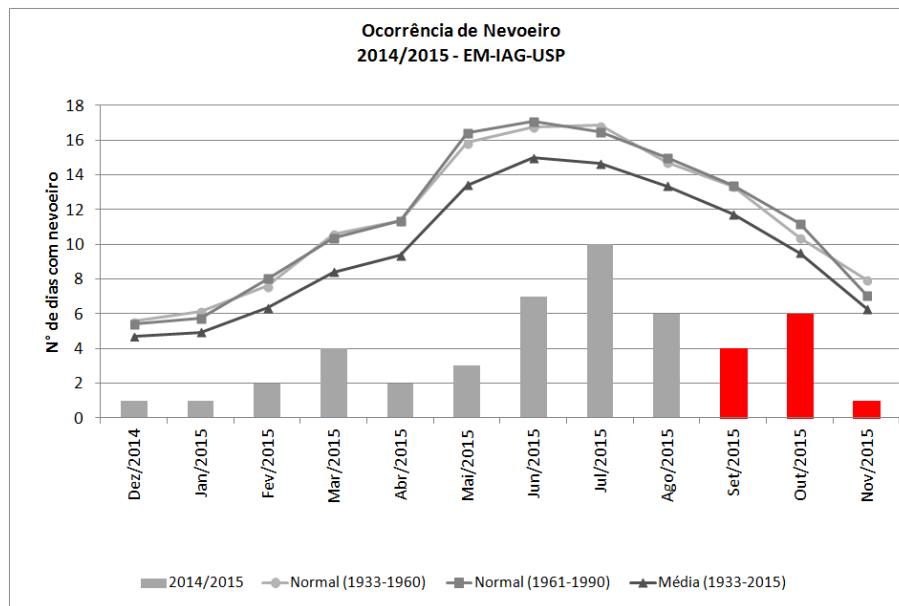


Figura 19 - Número de dias com nevoeiro entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

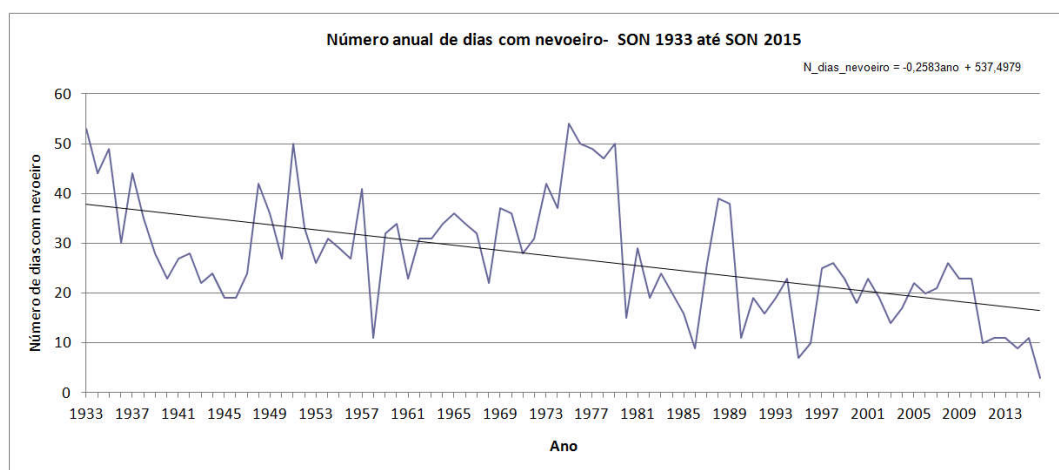


Figura 20 - Número de dias com nevoeiro no trimestre SON1933 até SON2015.

8. Trovoadas

Foram registrados 18 dias com trovoada no trimestre SON2015, valor igual à média climatológica (Figura 21). Setembro/2015 e novembro/2015 ficaram ligeiramente acima da média climatológica e outubro/2015 ficou abaixo (Figura 21).

A Figura 22 indica o total de trovoadas nos trimestres de SON1958 até SON2015. É possível verificar flutuações, mostrando trimestres com mais ou com menos trovoadas. Analisando todos os trimestres SON de SON1958 até SON2015 e após aplicar o teste de T de Student na equação de tendência, obteve-se que a tendência de redução com dias de trovoada é pouco significativa, já que $t=-1,5$.

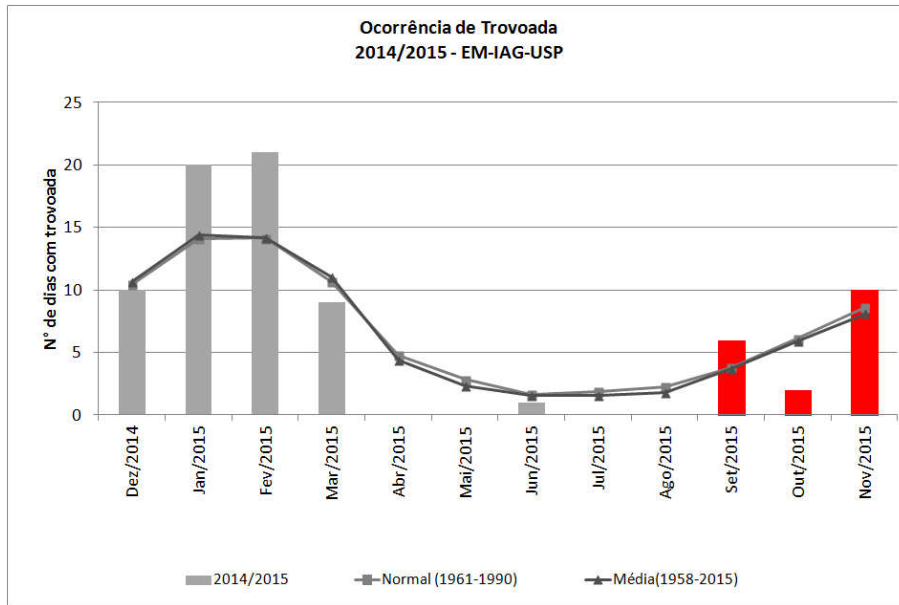


Figura 21 – Número de dias com trovoada entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1958-2015.

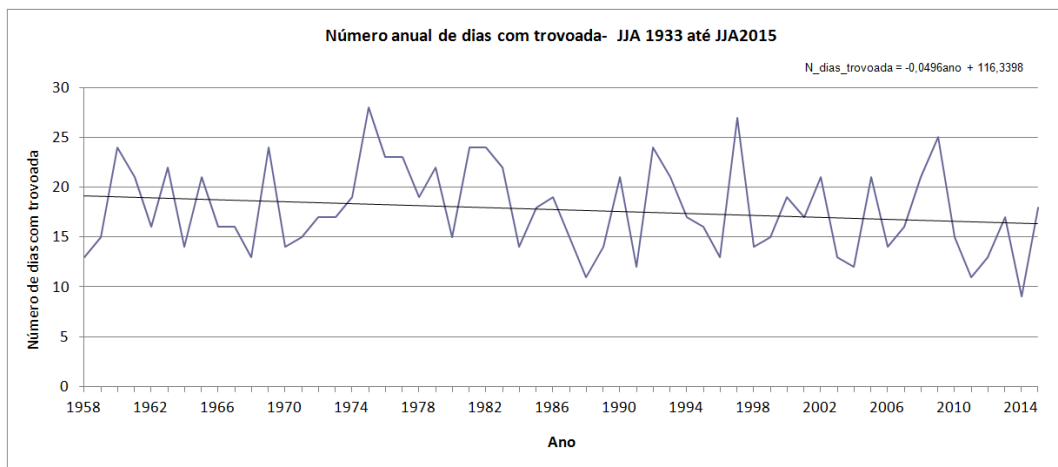


Figura 22 – Número de dias com trovoada no trimestre SON1958 até SON2015.

9. Radiação Solar Total

Todos os meses do trimestre apresentaram radiação solar total abaixo da média climatológica, (Figura 23), com destaque para novembro/2015 (que teve radiação solar total de 485,2 MJ/m², sendo a média 595,2 MJ/m²).

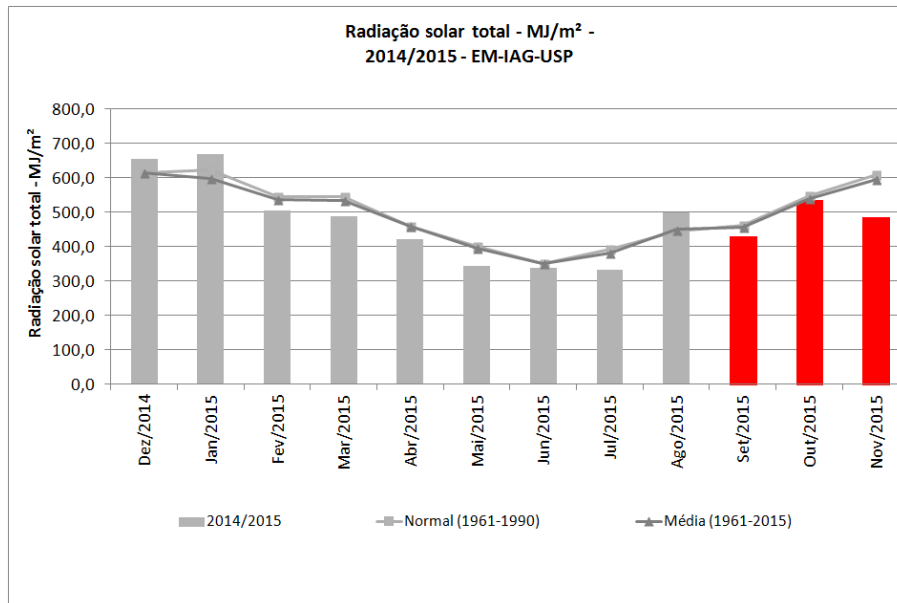


Figura 23 – Radiação Solar Total (MJ/m²) entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1961-2015.

10. Insolação

Com relação ao total de horas de brilho solar dos meses do trimestre SON2015 (Figura 24), todos os meses do período estiveram abaixo da média climatológica, com destaque para novembro/2015, que registrou 88,3h de brilho solar, sendo a média 151,9h.

Novembro/2015 foi o mês de novembro que registrou menos horas de brilho solar desde o início dos registros, em 1933. O recorde anterior era novembro/1951 (98,4h de brilho solar).

A Figura 25 por sua vez, mostra o número de horas de brilho solar médio diário (ou seja, dividido pelo total de dias do mês).

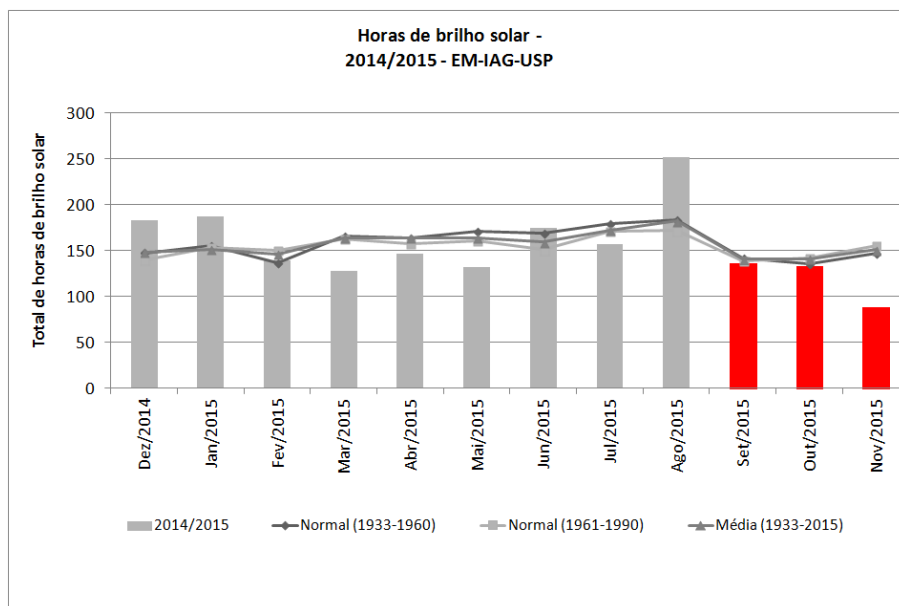


Figura 24 – Totais de horas mensais de brilho solar entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.

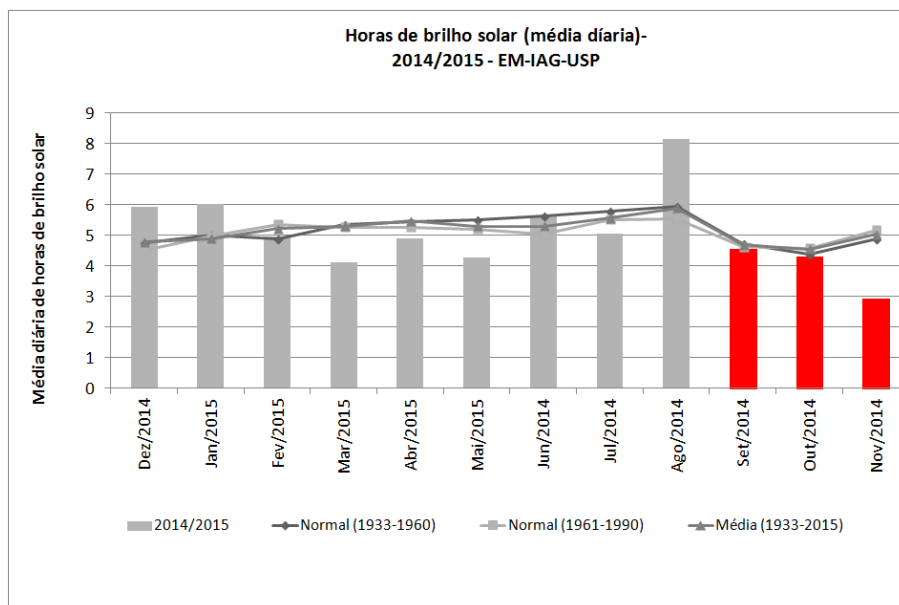


Figura 25 – Médias diárias de totais de horas de brilho solar entre dezembro/2014 e novembro/2015 (barras). As barras destacadas em vermelho representam os meses SON2015. A linha com círculos representa a normal 1933-1960, a linha com quadrados representa a normal 1961-1990 e a linha com triângulos representa a média 1933-2015.