

**BOLETIM CLIMATOLÓGICO TRIMESTRAL DA
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP
- Junho-Julho-Agosto 2014 -
- 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 Junho, Julho e Agosto de 2014 (JJA2014) 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.

1. Precipitação

O trimestre JJA2014, período referente ao inverno 2014 teve 101,9mm de chuva acumulada, valor abaixo da média climatológica que é de 131,5mm. Em termos históricos, foi o 25º inverno mais seco da série. Em JJA2013, foram acumulados 222,9mm de chuva na EM-IAG-USP.

Dos três meses do período (Figura 1), os dois primeiros tiveram chuva abaixo das respectivas médias climatológicas, enquanto o terceiro foi praticamente igual à sua climatologia:

- Junho/2014: 27,4mm (a média climatológica, calculada de 1933-2013, é 52,6mm). Foi o 28º mês de Junho mais seco da série;

- Julho/2014: 36,7mm (a média climatológica, calculada de 1933-2013, é 44,6mm). Foi o 43º mês de Julho mais seco da série;

- Agosto/2014: 37,8mm (a média climatológica, calculada de 1933-2013, é 37,5mm). Foi um mês muito próximo da média climatológica, por isso pode-se dizer que choveu o esperado.

Comparando JJA2014 com JJA2013, verifica-se que Junho/2014 e Julho/2014 foram meses secos, com total de precipitação abaixo da média climatológica (Figura 1 e Tabela 1). Outra característica de Junho/2014 e Julho/2014 é que esses dois meses também foram mais secos que os mesmos meses do ano anterior (Figura 1 e Tabela 1). Por outro lado, Agosto/2014 teve total de precipitação muito próximo da média climatológica e foi mais chuvoso que Agosto/2013 (Figura 1 e Tabela 1).

Importante observar que a Tabela 1 apresenta as mesmas informações contidas na Figura 1, mas insere a média de 1991-2013, além de indicar a fração de aumento ou diminuição da precipitação nos meses do trimestre JJA2014 com relação às médias climatológicas de cada um desses meses. Na Tabela 1 pode-se observar, dentre outras coisas, a evolução da média climatológica. Comparando as normais 1933-1960 e 1961-1990, verifica-se que a mais recente é maior que a mais antiga, o que é observado para todos os meses de inverno. No entanto, quando comparamos as normais de 1961-1990 e a média de 1991-2013, verifica-se que para Junho e Agosto, a média 1991-2013 é mais baixa que a normal 1961-1990 (Tabela 1), enquanto que para Julho, a média 1991-2013 é mais alta que a normal 1961-1990 (Tabela 1).

Na última linha da Tabela 1 é possível verificar alguns valores de porcentagens. Em azul, as porcentagens referentes aos meses de Junho/2014 e a Julho/2014 (48% e 18%) indicam que esses meses foram bem secos e essas porcentagens indicam o quanto foram secos quando comparados com a média climatológica. Por outro lado, para o mês de Agosto/2014, está indicado apenas 0,8%, mostrando que foi um mês com total de precipitação muito próximo da média climatológica.

Na Tabela 1 encontra-se também a média climatológica (1933-2013), que corresponde à média de todo o período de operação da Estação Meteorológica e é o valor mais usado como referência ao longo do texto deste boletim.

Junho/2014 e Agosto/2014 tiveram mais dias com chuva do que a média climatológica (Figura 2). Julho/2014 ficou ligeiramente da média climatológica nesse aspecto (Figura 2).

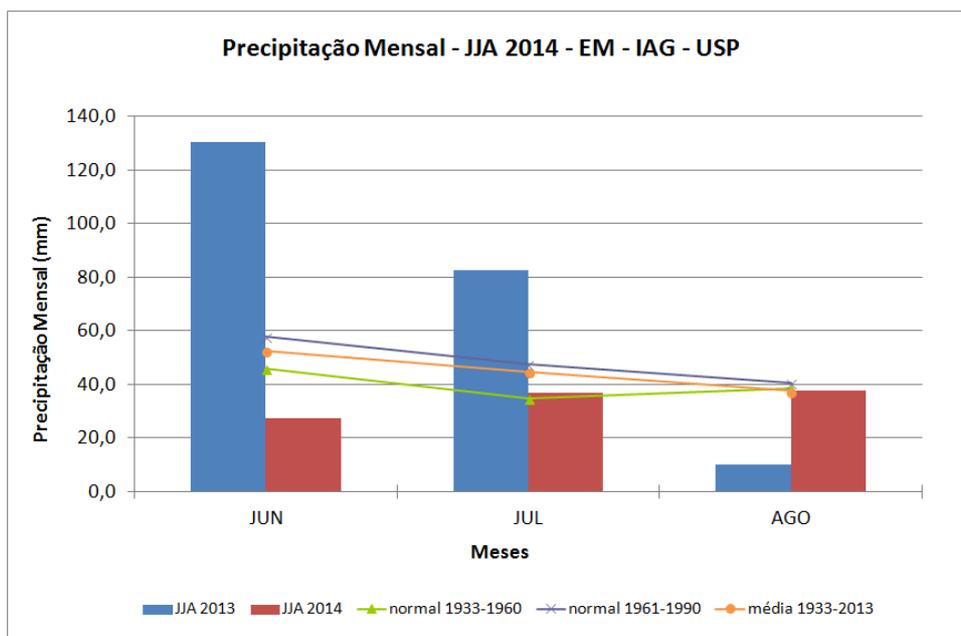


Figura 1 – Precipitação mensal para o trimestre do inverno de 2014 (JJA2014, barras vermelhas). As barras azuis representam os meses deste trimestre no ano anterior (JJA2013). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

Tabela 1 – Precipitação mensal (mm) para o trimestre JJA, 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 fração (em porcentagem) que a precipitação estava em relação à média climatológica da EM.

	Junho	Julho	Agosto
Normal (1933-1960)	45,9	34,6	38,3
Normal (1961-1990)	57,9	47,6	40,5
Média (1991-2013)	53,8	52,8	32,5
Média Climatológica (1933-2013)	52,6	44,6	37,5
2013	130,3	82,5	10,1
2014	27,4	36,7	37,8
Fração JJA2014 com relação à média climatológica	48% abaixo da média climatológica	18% abaixo da média climatológica	0,8% acima da média climatológica

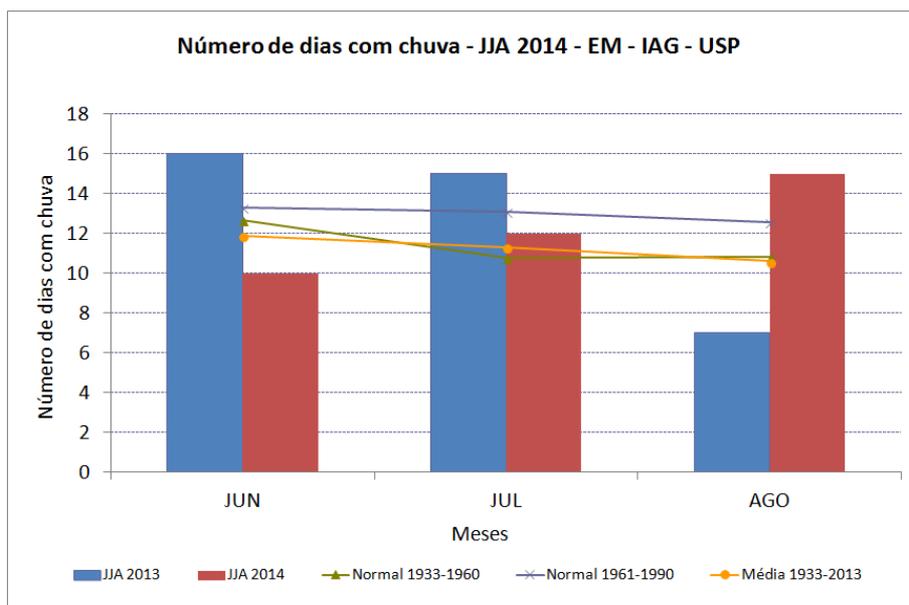


Figura 2 – Número de dias com chuva no inverno 2013 (em azul) e no inverno de 2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

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. De acordo com teste T de Student é possível afirmar que a tendência é significativa (a condição é ter $|t| > 2,0$ para um nível de 95% de confiança e $t=2,1$ para a Figura 3a).

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

- Junho/2014: $t=1,1$, tendência não significativa;
- Julho/2014: $t=2,5$, tendência significativa;
- Agosto/2014: $t=-0,6$, tendência não significativa.

É curioso notar que Agosto possui um valor de t negativo, indicando portanto correlação negativa. Ou seja, se a correlação fosse significativa, Agosto teria tendência de redução de precipitação (considerando todos os meses de Agosto desde 1933) e é o único mês com essa característica¹.

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 16,2mm;
- JJA1961 até JJA1990: aumento de 17,4mm;

¹ Almeida, Samantha N. S. Martins; Salum, Sergio T.; Festa, Mario & Camargo, Ricardo de. **Statistical analysis of monthly precipitation data of IAG-USP Meteorological Station from 1933 to 2012**. In: V SIC - Simpósio Internacional de Climatologia. (V Encontro Sul Brasileiro de Meteorologia e XV Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia da FLISMET). Evento: Interação Oceano-Atmosfera: Impactos Climáticos no Presente e Cenários Futuros - Florianópolis, - SC de 15 a 19 de setembro de 2013. V. 1 p.1

- JJA1991 até JJA2014: aumento de 13,8mm;
- Total – JJA1933 até JJA2014: aumento de 48,7mm.

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 secos, destacam-se:

- JJA1940: 31,5mm; e
- JJA1985: 29,9mm.

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

- JJA1976: 330,7mm; e
- JJA1982: 308,1mm.

Com relação ao número de dias com chuva, a equação de tendência apresentada na Figura 3b mostra uma tendência de redução. No teste T de Student, obteve-se $t=-2,4$. É, portanto, uma tendência significativa de redução no número de dias de chuva.

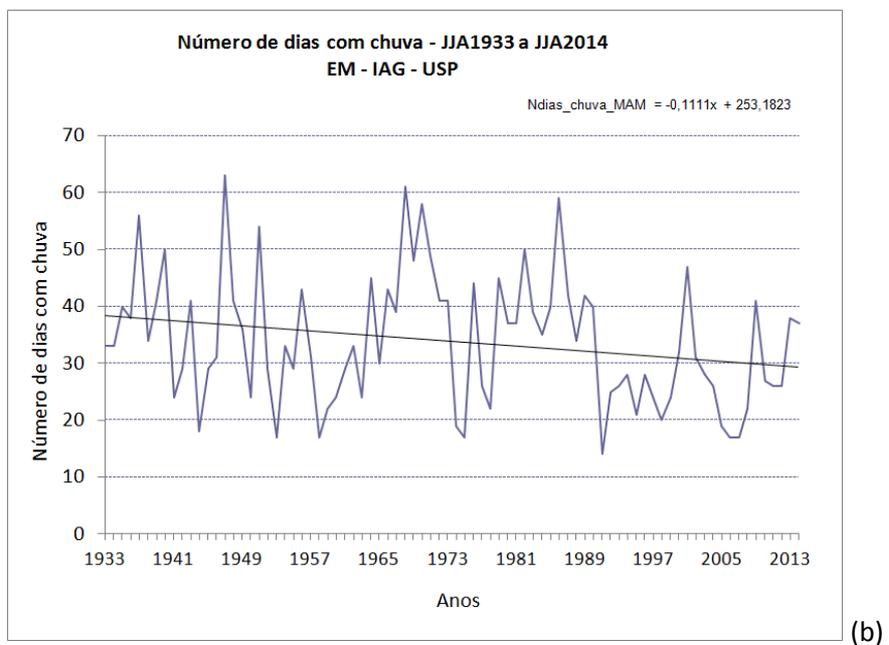
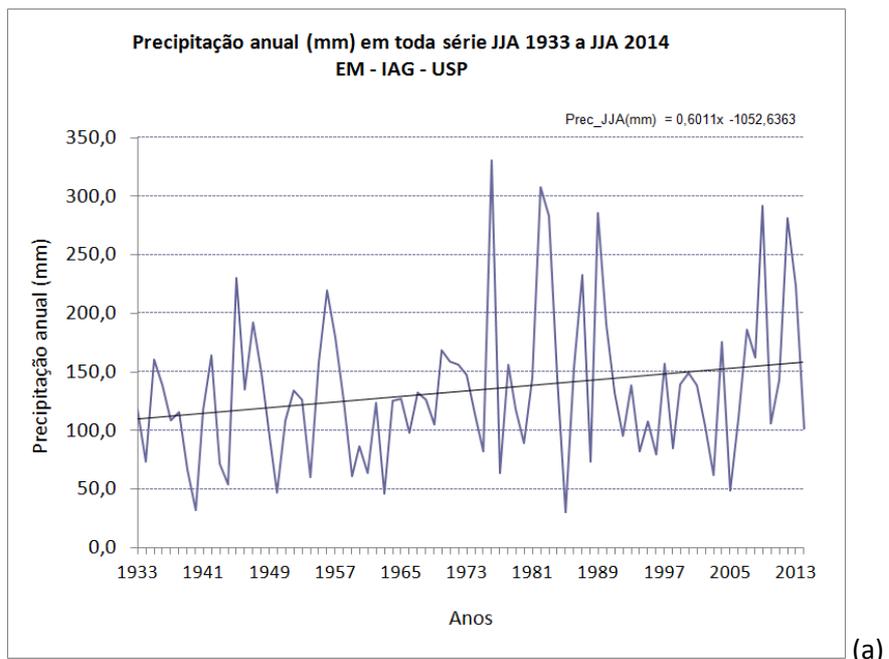
Informações adicionais: no trimestre JJA2014, o maior volume de chuva acumulado em apenas 24h foi de 21,1mm, observado em 06 de Junho de 2014. O maior acumulado em apenas 1h foi de 8,5mm e ocorreu entre 10h e 11h do dia 10 de Julho de 2014.

A maior sequência de dias com chuva ocorreu entre 07 e 12 de Julho e a maior sequência de dias sem chuva ocorreu entre 27 de Junho e 06 de Julho.

Considerando a distribuição dos dias de chuva, em Junho/2014 foram registrados 27,4mm de chuva em 10 dias de chuva (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, foram 2,7mm/dia, que é abaixo da média climatológica (4,4mm/dia, média climatológica de 52,6mm e 12 dias de chuva). A Figura 4a mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de Junho e o maior destaque é o dia 06 de Junho, com 21,1mm (corresponde a 77% do total do mês de Junho/2014, que foi 27,4mm).

Em Julho/2014 (Figura 4b), foram registrados 36,7mm de chuva e 12 dias de precipitação (Figura 1 e Figura 2), perfazendo 3,1mm/dia, valor abaixo da média climatológica (4,1mm/dia, média climatológica de 44,6mm de chuva e 11 dias de precipitação). A Figura 4b mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de Julho, com destaque para o período entre 07 e 12 de Julho, que totaliza 26,9mm de chuva (73% do total de Julho/2014, que é 36,7mm).

Agosto/2014 (Figura 4c) teve 2,5mm/dia (37,8mm de chuva e 15 dias com chuva, conforme Figura 1 e Figura 2). A média climatológica para o mês de Agosto é 3,4mm/dia (37,5mm de chuva e 11 dias com o fenômeno). A Figura 4c mostra a distribuição da chuva ao longo dos dias do mês de Agosto, com destaque para o dia 13 de Agosto, que teve 15,2mm de precipitação (corresponde a 40% do total do mês, que foi 37,8mm).



**Figura 3 – Precipitação acumulada durante o trimestre JJA ao longo de toda a série (1933-2014) (a);
Número de dias de chuva no trimestre JJA ao longo de toda a série (1933-2014) (b).**

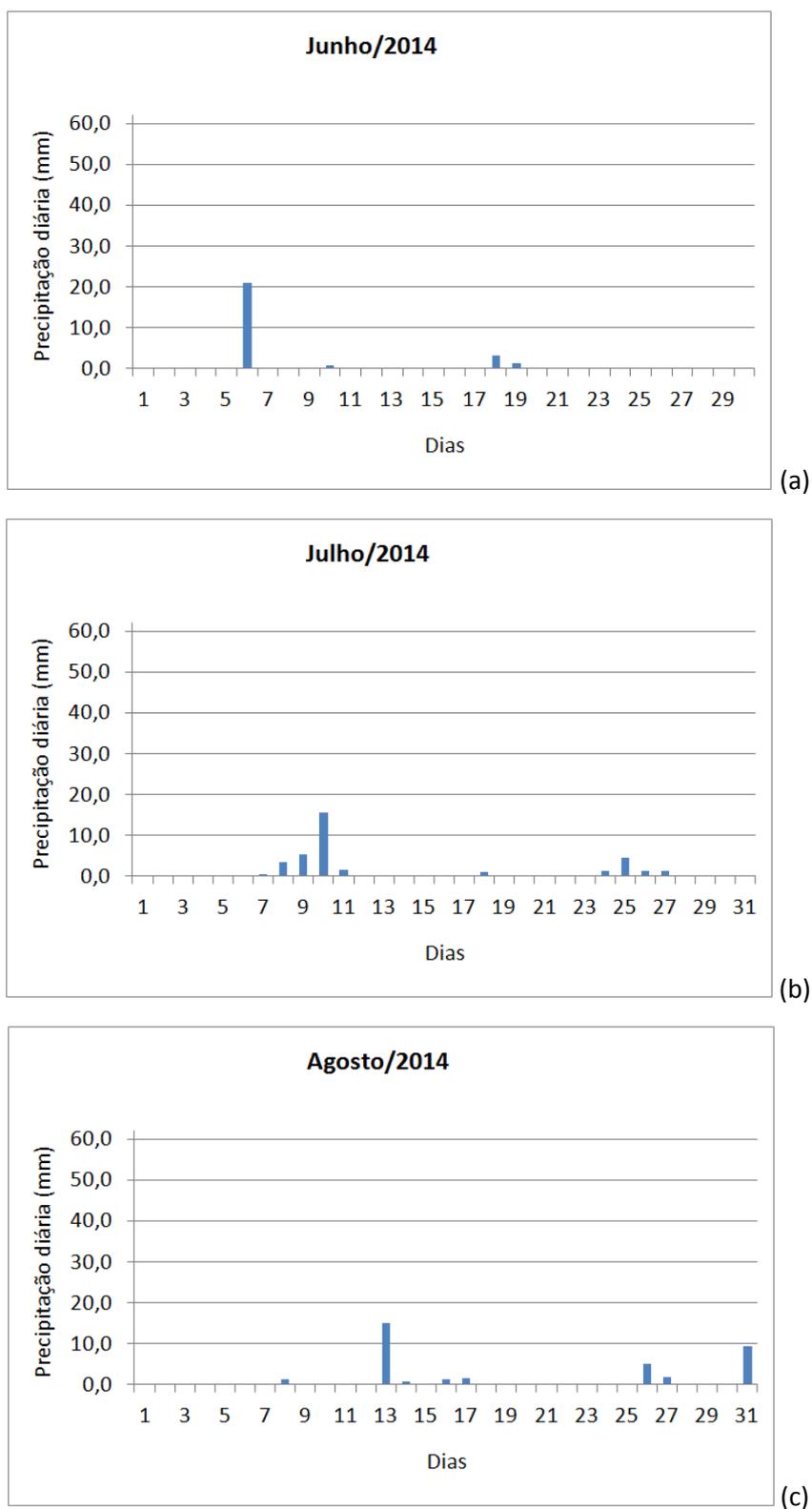


Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre: Junho/2014 (a); Julho/2014 (b) e Agosto/2014 (c).

2. Temperatura

A temperatura média de JJA2014 foi 16,8°C, acima da média climatológica 1933-2013 que é de 15,8°C. Ao levar em conta a temperatura média máxima, o trimestre JJA2014 teve 23,4°C (também acima da média climatológica, que é 22,4°C). E considerando a temperatura média mínima, o trimestre JJA2014 teve 12,2°C (acima da média climatológica, que é 11,1°C).

Em termos mensais (Figura 5), todos os meses tiveram média mensal acima da média climatológica. Destaque principalmente para o mês Junho, que teve média mensal 1,6°C acima da média climatológica (Tabela 2).

Comparando com JJA2013, verifica-se que Julho/2014 e Agosto/2014 tiveram média mensal mais elevada que os mesmos meses do ano anterior (Figura 5). Junho/2014 teve média muito próxima de Junho/2014 (Figura 5).

Através da Tabela 2 e da Figura 5, é possível observar as diferenças entre as normais climatológicas. Comparando a normal 1933-1960 e a normal 1961-1990 nota-se:

- Aumento de 0,7°C para o mês de Junho;
- Aumento de 0,9°C para o mês de Julho;
- Aumento de 0,9°C para o mês de Agosto.

Analisando a média (1991-2013), também se observa um aumento em relação às normais anteriores (1933-1960 e 1961-1990), conforme indica Tabela 2.

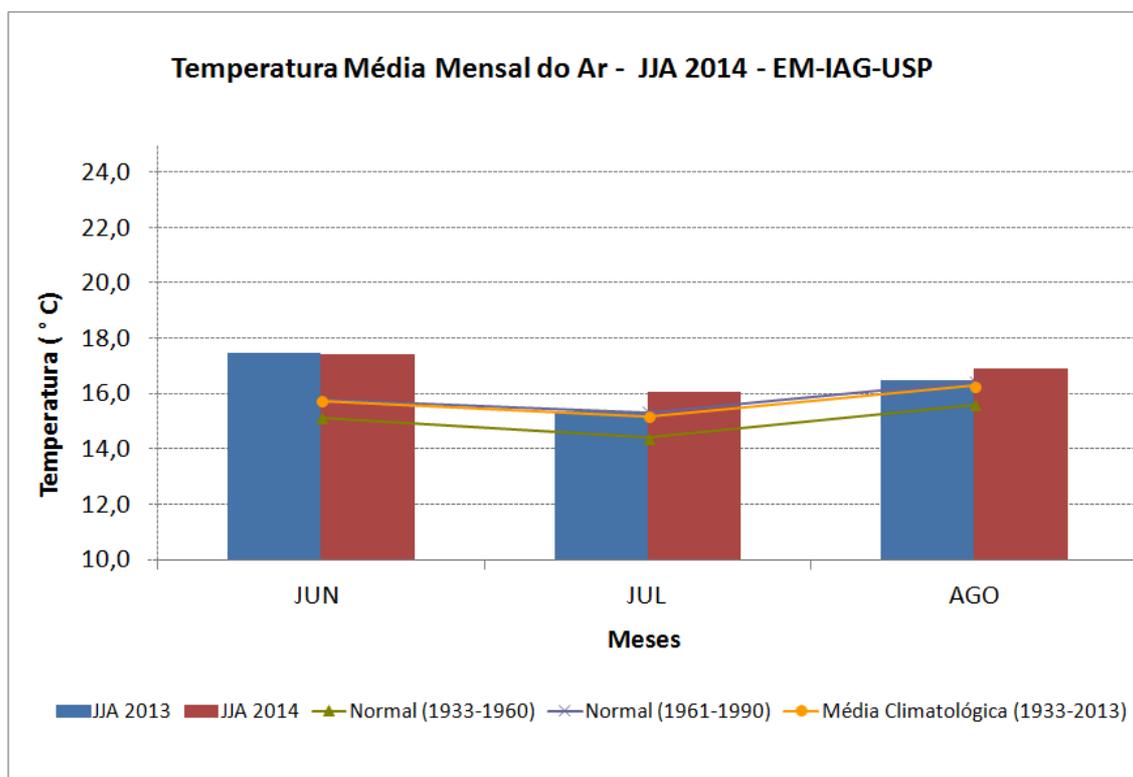


Figura 5 – Temperatura média mensal do ar para JJA2013 (em azul) e JJA2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal de 1933-1960, a linha roxa representa a normal de 1961-1990 e a linha laranja representa a média de 1933-2013.

Tabela 2 – Temperatura (°C) média dos meses JJA2013 e JJA2014, além das normais e da média. Os meses marcados em vermelho tiveram média mensal acima da média climatológica e os meses marcados em azul tiveram média mensal abaixo da média climatológica. A última linha apresenta a comparação entre a temperatura média mensal de 2014 com relação à média climatológica da EM.

	Junho	Julho	Agosto
Normal (1933-1960)	15,1	14,4	15,6
Normal (1961-1990)	15,8	15,3	16,5
Média (1991-2013)	16,6	16,1	16,9
Média Climatológica (1933-2013)	15,8	15,2	16,3
2013	17,5	15,4	16,5
2014	17,4	16,1	16,9
Comparação	1,6°C acima	0,9°C acima	0,6°C acima

A maior temperatura registrada no período foi 31,4°C e foi registrada em 25 de Agosto. A temperatura média máxima de JJA2014 foi 23,4°C, valor acima da média climatológica para o trimestre (22,4°C). Avaliando cada mês, verifica-se que todos ficaram acima das respectivas médias climatológicas (Figura 6), com destaque para Junho que ficou 1,4°C acima da média climatológica (Figura 6 e Tabela 3).

Comparando com JJA2013, verifica-se que todos os meses de JJA2014 tiveram médias máximas mensais ligeiramente maiores que os mesmos meses do trimestre anterior (Figura 6).

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

- Junho: 29,3°C em 29 de Junho de 1972;
- Julho: 30,2°C em 25 de Julho de 2002;
- Agosto: 33,0°C em 28 de Agosto de 1961 e 31 de Agosto de 1963.

Na Tabela 3 é possível observar a diferença entre as duas normais (1933-1960 e 1961-1990):

- Aumento de 0,8°C para o mês de Junho;
- Aumento de 0,7°C para o mês de Julho;
- Aumento de 0,4°C para o mês de Agosto.

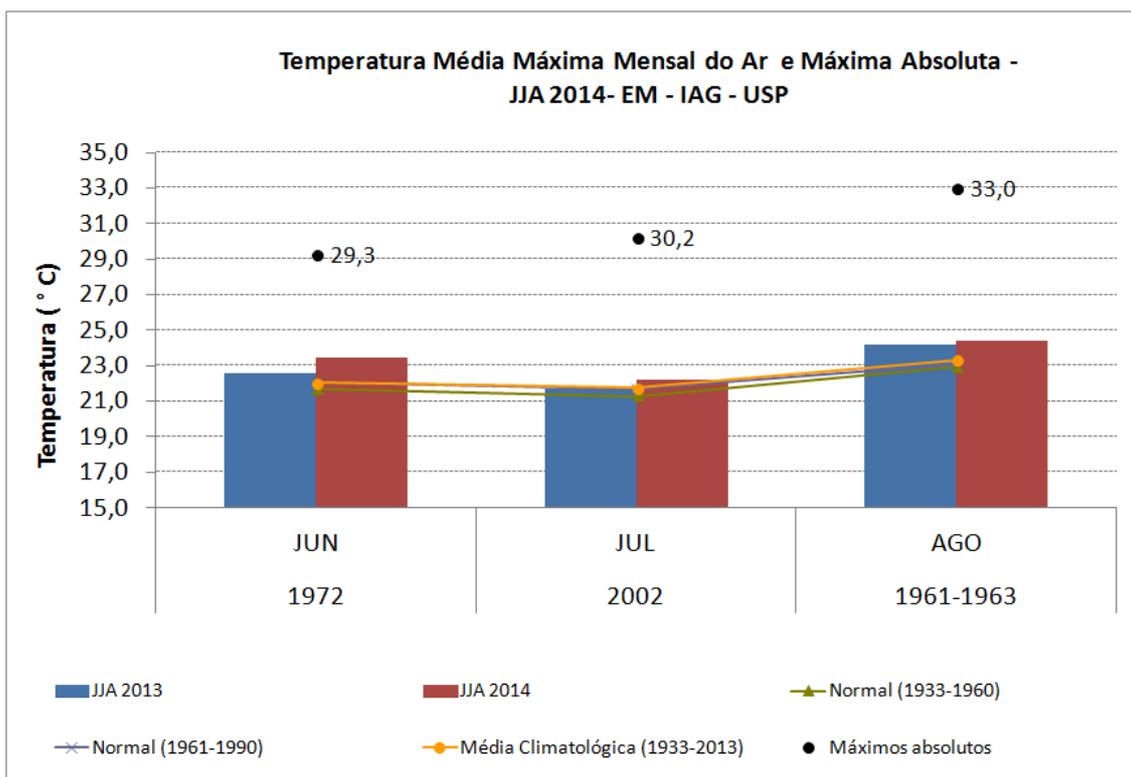


Figura 6 – Temperatura média máxima mensal do ar para JJA2013 (em azul) e JJA2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013. Os pontos representam os máximos absolutos mensais.

Tabela 3 – Temperatura média máxima (°C) dos meses JJA2013 e JJA2014, além das normais e da média. Os meses marcados em vermelho tiveram média máxima mensal acima da média climatológica e os meses marcados em azul tiveram média máxima mensal abaixo da média climatológica. A última linha apresenta a comparação entre a temperatura média máxima mensal de 2014 com relação à média climatológica da EM.

	Junho	Julho	Agosto
Normal (1933-1960)	21,7	21,3	22,9
Normal (1961-1990)	22,1	21,7	23,1
Média (1991-2013)	22,6	22,4	24,1
Média Climatológica (1933-2013)	22,1	21,7	23,3
2013	22,6	21,7	24,2
2014	23,5	22,2	24,4
Comparação	1,4°C acima	0,5°C acima	1,1°C acima

A maior amplitude térmica (maior diferença entre temperatura máxima e mínima em um mesmo dia) foi 19,4°C e ocorreu em três dias:

- 7 de Agosto: mínima de 8,5°C e máxima de 27,9°C;
- 25 de Agosto: mínima de 12,0°C e máxima de 31,4°C; e
- 31 de Agosto: mínima 11,8°C e máxima de 31,2°C.

Já a menor amplitude térmica ocorreu em 27 de Julho: 2,6°C (mínima de 12,4°C e máxima de 15,0°C).

A menor temperatura deste inverno foi 6,3°C, registrada no dia 03 de Junho.

A temperatura média mínima mensal ficou acima da média climatológica em todos os meses do trimestre JJA2014 (Figura 7 e a Tabela 4), com maior destaque para Junho, que teve média mínima mensal 1,9°C acima da média climatológica.

Com relação à JJA2013, Julho/2014 e Agosto/2014 tiveram temperaturas médias mínimas ligeiramente mais elevadas que os mesmos meses do ano anterior, enquanto Junho/2014 foi ligeiramente mais frio que Junho/2014 (Figura 7 e a Tabela 4).

A Figura 7 mostra também os mínimos absolutos de temperatura para o inverno. Tem-se:

- Junho: -0,5°C em 20 de Junho de 1942;
- Julho: -1,2°C em 06 e 12 de Julho de 1942;
- Agosto: -1,2°C em 02 de Agosto de 1955.

Na Tabela 4 também é possível observar a grande diferença entre as duas normais (1933-1960 e 1961-1990):

- Aumento de 0,9°C para o mês de Junho;
- Aumento de 1,2°C para o mês de Julho;
- Aumento de 1,1°C para o mês de Agosto.

Comparando com o aumento verificado entre as normais de temperatura média (Tabela 2) e entre as normais de temperatura média máxima (Tabela 3), verifica-se que o aumento entre as normais de temperatura média mínima (Tabela 4) são ligeiramente maiores.

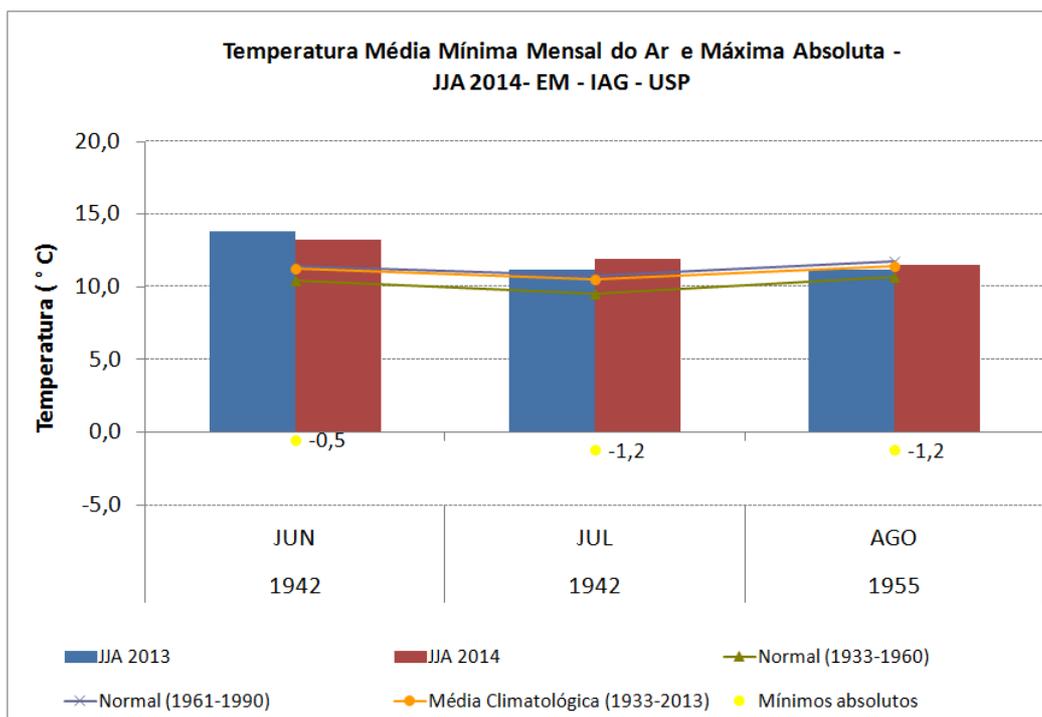


Figura 7 – Temperatura média mínima mensal do ar para JJA2013 (em azul) e JJA2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

Tabela 4 – Temperatura média mínima dos meses JJA2013 e JJA2014, além das normais e da média. Os meses marcados em vermelho tiveram média mínima mensal acima da média climatológica e os meses marcados em azul tiveram média mínima mensal abaixo da média climatológica. A última linha apresenta a comparação entre a temperatura média mínima mensal de 2014 com relação à média climatológica da EM.

	Junho	Julho	Agosto
Normal (1933-1960)	10,5	9,6	10,7
Normal (1961-1990)	11,4	10,8	11,8
Média (1991-2013)	12,1	11,4	11,9
Média Climatológica (1933-2013)	11,3	10,5	11,4
2013	13,8	11,2	11,2
2014	13,2	11,9	11,5
Comparação	1,9°C acima	1,4°C acima	0,1°C acima

Na Figura 8 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 8a), média máxima (Figura 8b) e média mínima (Figura 8c) para o trimestre JJA.

No caso da temperatura média anual do trimestre (Figura 8a), 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 8a representa bem a evolução da temperatura média anual para o trimestre JJA.

No caso da temperatura média máxima anual do trimestre (Figura 8b), 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 8b representa bem a evolução da temperatura média mínima anual para o trimestre JJA.

No caso da temperatura média mínima anual do trimestre (Figura 8c), 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 8c representa bem a evolução da temperatura média máxima anual para o trimestre JJA.

Após constatar que o ajuste linear representa bem os dados nas Figura 8a, Figura 8b e Figura 8c 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 $0,7^{\circ}\text{C}$ para a média, $0,4^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e $0,7^{\circ}\text{C}$ para a média mínima;
- de 1961 a 1990: um aumento de $0,7^{\circ}\text{C}$ para a média, $0,5^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e $0,8^{\circ}\text{C}$ para a média mínima;
- de 1991 a 2013: um aumento de $0,6^{\circ}\text{C}$ para a média, $0,4^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e $0,6^{\circ}\text{C}$ para a média mínima;
- de 1933 a 2013: um aumento de $2,0^{\circ}\text{C}$ para a média, $1,3^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e $2,2^{\circ}\text{C}$ para a média mínima.

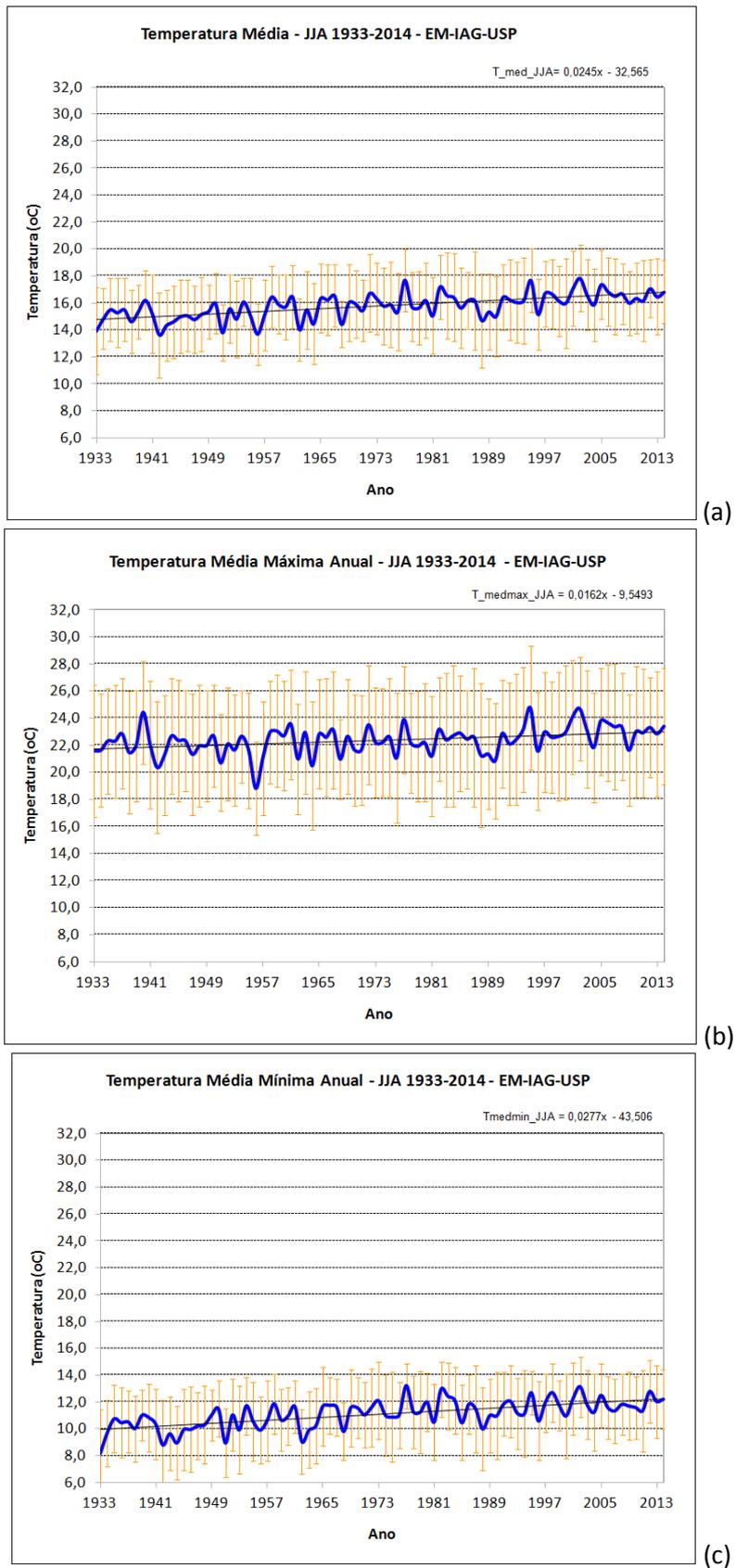


Figura 8 – Temperatura média (a), média máxima (b) e média mínima (c) anual para o inverno (JJA) de 1933 a 2014.

Uma das verificações mais evidente é a redução na quantidade de manhãs frias, ou seja, a temperatura média mínima tem ficado cada vez maior, conforme discussão acima referente à Figura 8c. Fazendo uma verificação do total de dias com temperatura mínima menor que 5°C, constata-se tendência de redução (Figura 9). Considerando um ajuste linear e sua significância pelo método T de Student, tem-se que $t=-5,0$. Ou seja, a tendência de redução do número de manhãs frias com temperatura inferior a 5°C é significativa para um nível de 95%. Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 9 representa bem a evolução da temperatura média mínima anual para o trimestre JJA.

A equação expressa na Figura 9 indica que houve uma redução de 5 dias com temperatura abaixo de 5,0°C desde 1933.

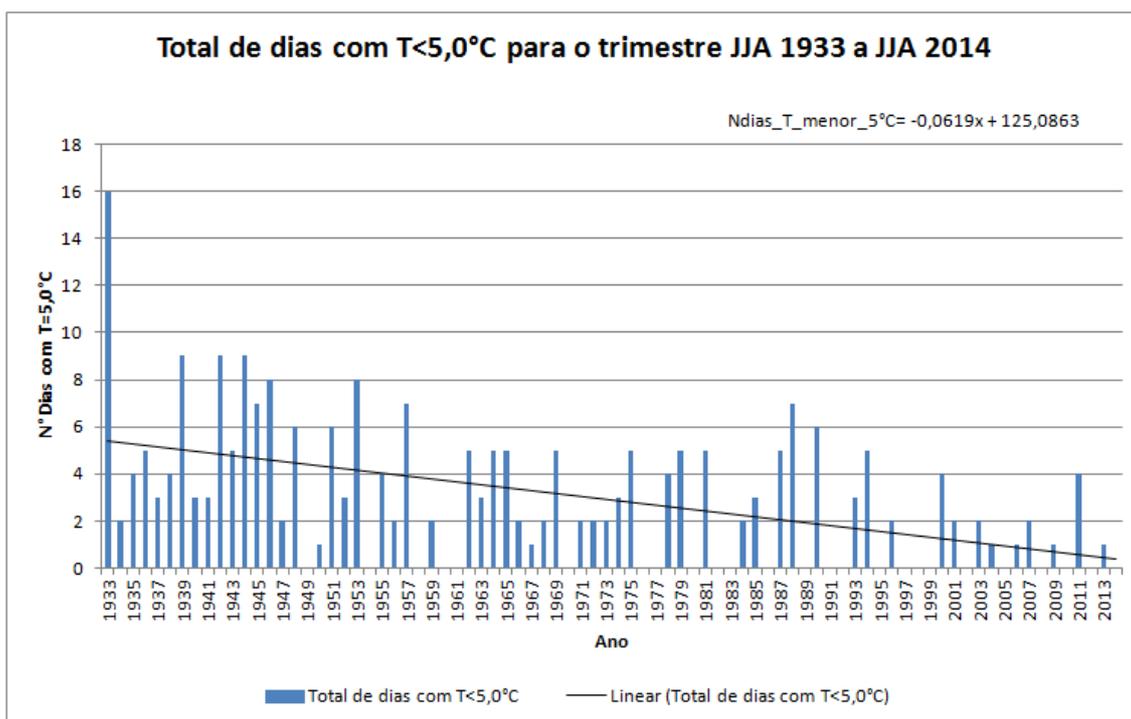


Figura 9 – Total de dias com T<5°C no trimestre JJA, de 1933 até 2014.

Por fim, o ciclo diário de temperatura aponta que, na média, as temperaturas em todos os horários de JJA2014 foram mais altas que no mesmo período do ano anterior, com destaque especial para o período da manhã e início da tarde, com diferenças que chegam a quase 1,0°C entre 12h e 13h (Figura 10).

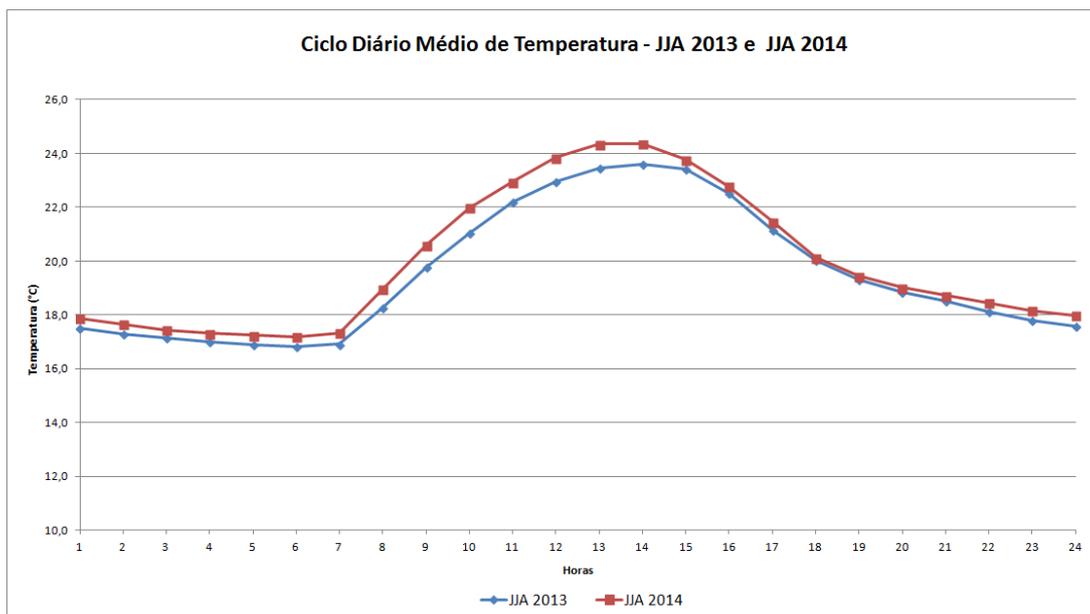


Figura 10 – Ciclo diário médio de temperatura para o inverno 2013 (em azul) e 2014 (em vermelho).

3. Umidade relativa do ar

Todos os meses do trimestre JJA2014 foram secos, com umidade relativa média abaixo da média climatológica (Figura 11). Todos os meses do trimestre JJA2014 foram mais secos que JJA2013 (Figura 11).

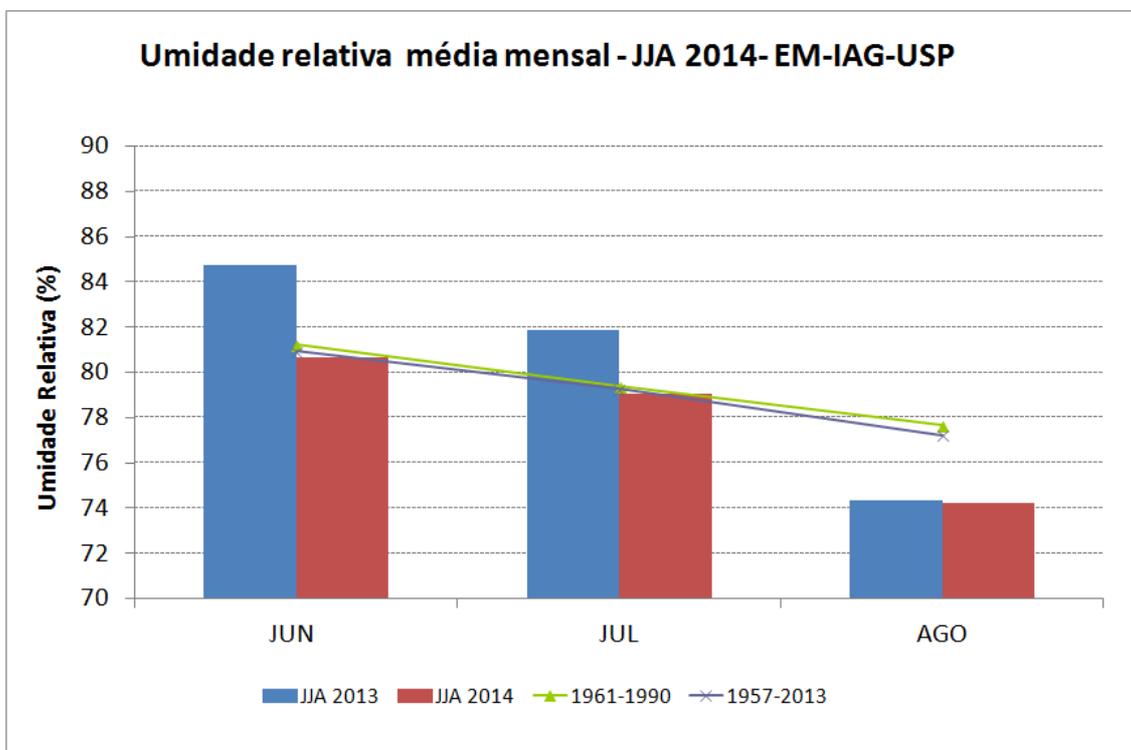


Figura 11 – Umidade relativa média mensal para JJA2013 (em azul) e JJA2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2013.

Com relação à média dos valores mínimos de umidade relativa, que aqui é denominada umidade relativa média mínima mensal, Junho/2014 e Julho/2014 tiveram médias mínimas de umidade relativa bem próximas das respectivas médias climatológicas, enquanto Agosto/2014 ficou abaixo da média (Figura 12).

Junho/2014 e Julho/2014 tiveram valores menores de umidade relativa média mínima mensal que os mesmos meses do ano anterior, enquanto Agosto/2014 teve média mínima mensal maior que Agosto/2014 (Figura 12).

A Figura 12 também indica os mínimos absolutos de umidade relativa, levando em consideração toda a série de dados da EM-IAG-USP. Tem-se:

- Junho: 23%, em 24 de Junho de 1972;
- Julho: 20%, em 09 de Julho de 1985;
- Agosto: 14%, em 31 de Agosto de 1963, 28 de Agosto de 1993 e 21 de Agosto de 2012.

A menor umidade relativa registrada em JJA2014 foi 16%, valor este registrado em 24 de Agosto de 2014. No trimestre, foram registrados 12 dias com umidade relativa igual ou inferior a 30% (Figura 13), com destaque para Agosto/2014, que teve 11 dias com essa característica (bem acima da média climatológica, que é 5 dias).

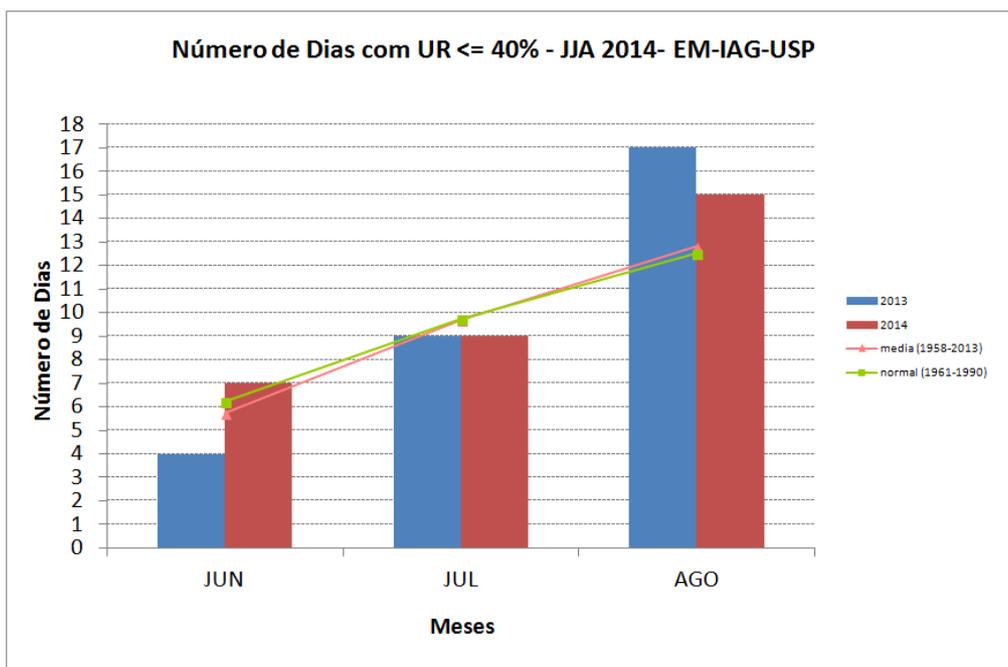


Figura 12 – Umidade relativa média mínima mensal para o JJA2013 (em azul) e JJA2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1958-2013. Os pontos amarelos representam os mínimos absolutos mensais

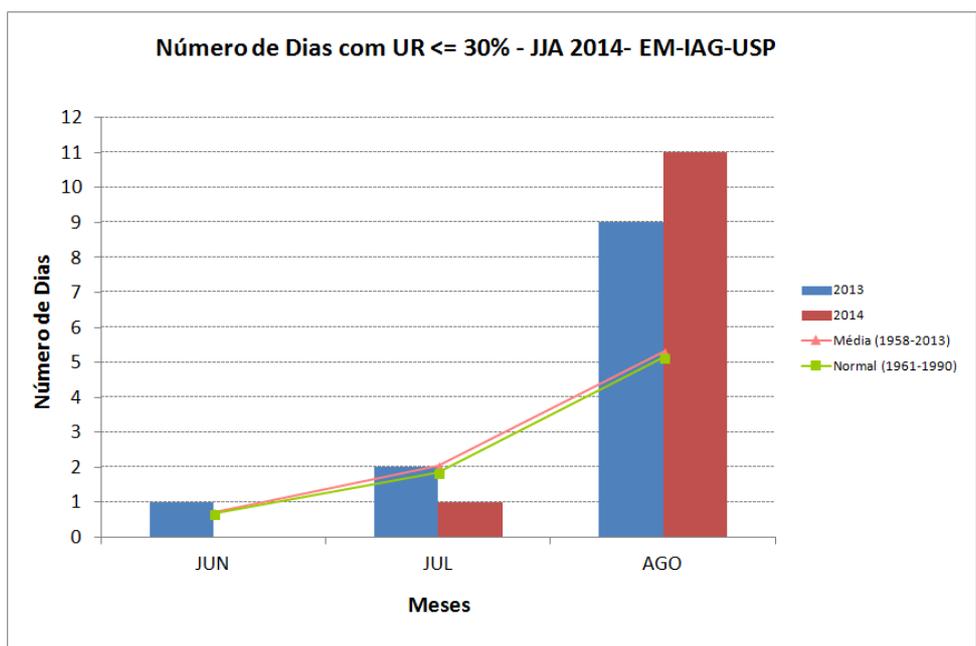


Figura 13 – Número de dias com UR (Umidade Relativa) igual ou inferior a 30% para JJA2013 (em azul) e JJA2014 (em vermelho). Além disso, a linha laranja mostra a média 1958-2013 e a linha verde mostra a normal 1961-1990.

Foram registrados 31 dias com umidade relativa igual ou abaixo de 40% (a média climatológica é de 28 dias). Julho/2014 e Agosto/2014 tiveram respectivamente 7 e 15 dias com esta característica (Figura 14), o que é acima das médias climatológicas para esses meses (6 e 13 dias respectivamente, conforme também indica a Figura 14). Já Julho/2014 teve 9 dias com essa característica e a média climatológica é de 10 dias (Figura 14).

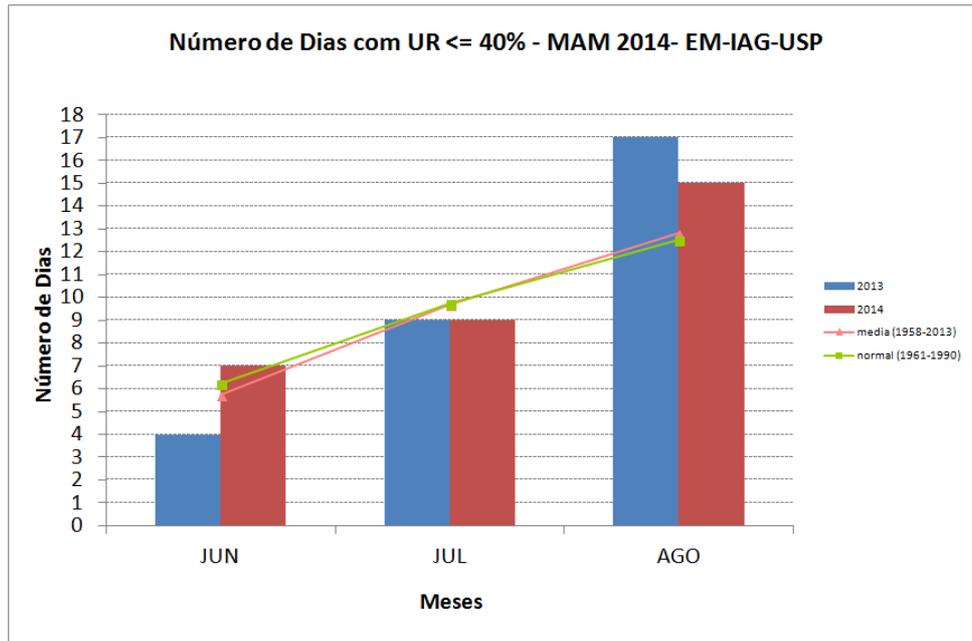


Figura 14 – Número de dias com UR igual ou inferior a 40% para JJA2013 (em azul) e JJA2014 (em vermelho). Além disso, a linha laranja mostra a média 1958-2013 e a linha verde mostra a normal 1961-1990.

A Figura 15 mostra a quantidade de dias com UR<30% em todos os trimestres JJA (inverno) de 1958 até 2014. É possível notar que os invernos de alguns anos destacam-se pela grande quantidade de dias com baixa umidade relativa:

- JJA1963: 23 dias;
- JJA1975: 23 dias;

Aplicando o teste T de Student para o número de dias com umidade relativa inferior a 30% em toda a série do trimestre JJA desde 1958, verifica-se que $t=1,3$, a tendência não é significativa (espera-se $|t|>2,0$, esperado para um nível de confiança de 95%), mas o ajuste linear sugere que a quantidade de dias com UR <= 30% esteja aumentando entre 1958 e 2013 (Figura 15).

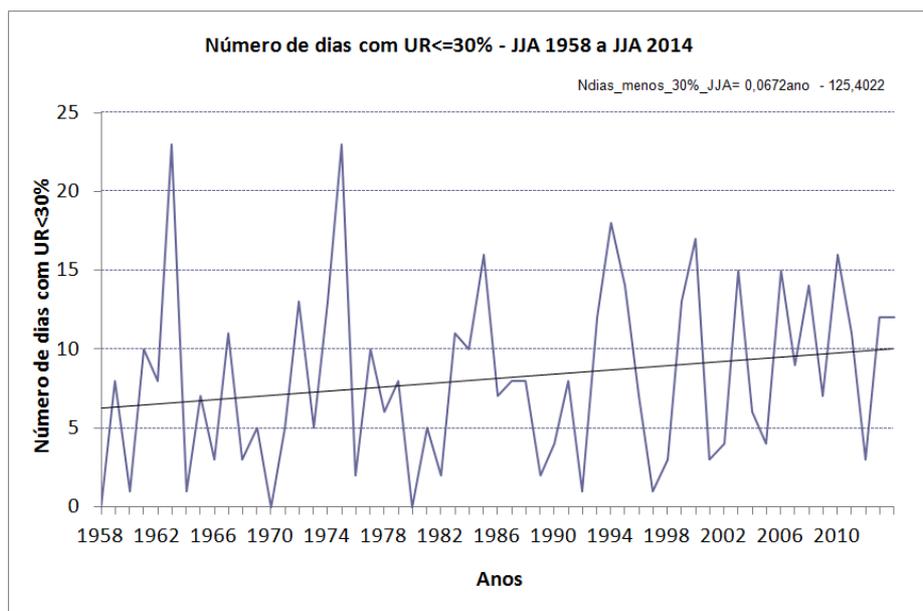


Figura 15 – Número anual de dias com UR<=30% em todos os períodos de inverno (JJA) de 1958 até 2014. Em preto, a linha de tendência.

Fazendo a mesma análise da Figura 15 para o número de dias com umidade relativa igual ou inferior a 40% (Figura 16), obtém-se indicação de uma tendência de aumento na quantidade de dias com este fenômeno. Também é possível observar uma flutuação, com alguns anos que se destacaram por ter muitos dias com UR<=40%:

- JJA1963: 47 dias;
- JJA1976: 43 dias;
- JJA1995: 42 dias;
- JJA2007: 40 dias;

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 1958, verifica-se que $t=1,0$. Ou seja, a tendência não é significativa (deveria haver $|t|>2,0$ para um nível de confiança de 95%). No entanto, o ajuste linear sugere um ligeiro aumento no número de dias com UR <= 40% (Figura 16).

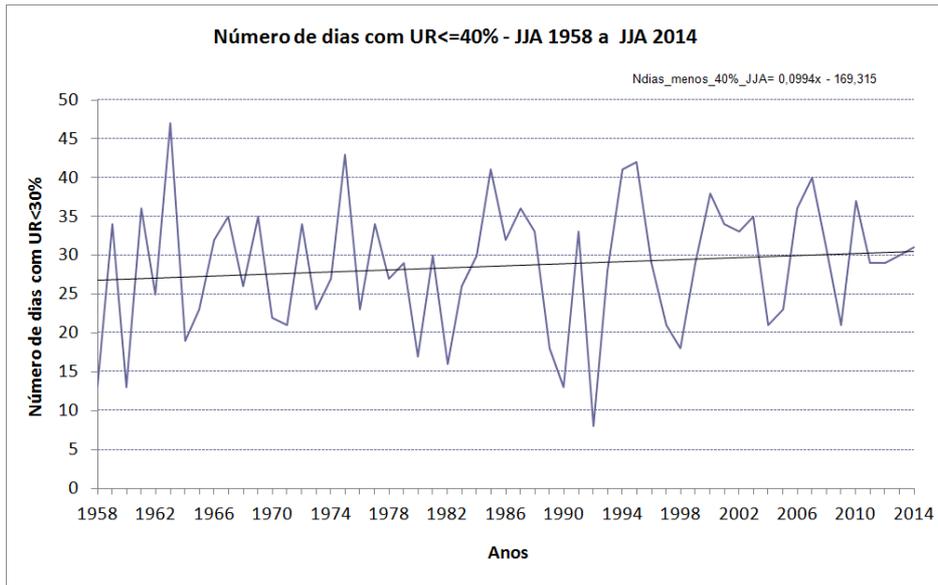


Figura 16 – Número anual de dias com UR<=40% em todos os períodos de inverno (JJA) de 1958 até 2014. Em preto, a linha de tendência.

Avaliando o ciclo diário de umidade relativa (Figura 17), verifica-se que os valores médios horários em JJA2014 ficaram ligeiramente abaixo dos valores médios horários de JJA2013, durante a madrugada, manhã e período da tarde. No início da noite, os valores médios horários de JJA2013 e JJA2014 ficaram muito próximos (Figura 17).

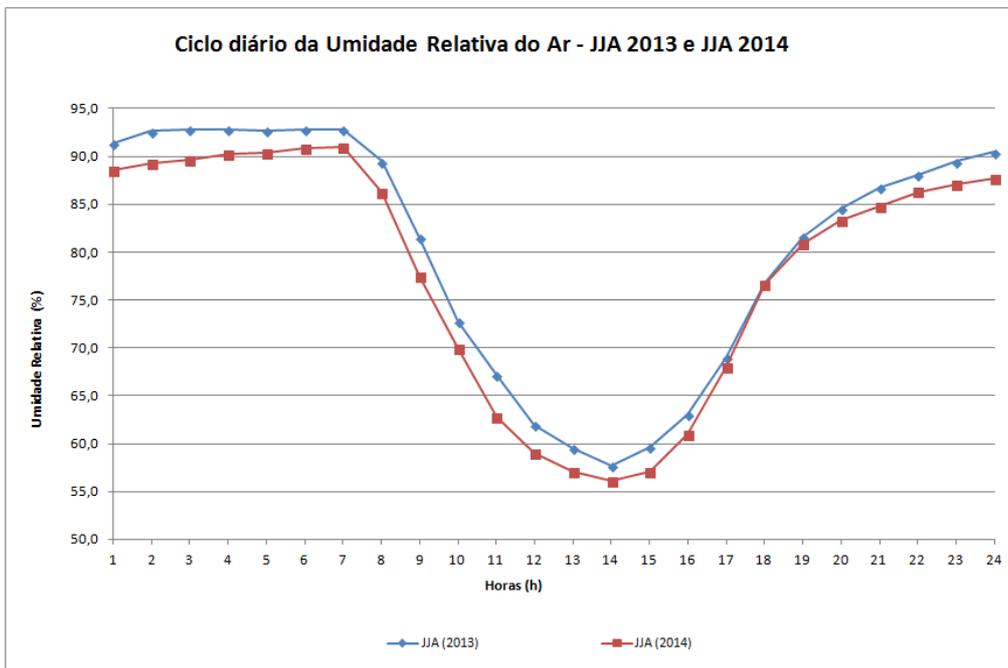


Figura 17 – Ciclo diário médio de Umidade Relativa para JJA2013 (em azul) e JJA2014 (em vermelho).

4. Garoa

Durante JJA2014 foram registrados 26 dias com garoa, acima da média climatológica (18 dias). O trimestre JJA2013 (inverno anterior) teve 33 dias com este fenômeno.

De acordo com a Figura 18, Junho/2014 teve 9 dias com este fenômeno (4 dias acima da média climatológica), Julho/2014 teve 11 dias com o fenômeno (5 acima da média climatológica) e Agosto/2014 teve 6 dias com o fenômeno (1 abaixo da média climatológica).

Ao comparar com o inverno anterior, verifica-se que todos os meses de JJA2014 tiveram menos dias com garoa que os mesmos meses de JJA2013 (Figura 18).

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 19) o que foi comprovado pelo teste de T de Student, com $t=0,3$. Sendo assim, não há nenhum indício de que a quantidade de garoa tenha aumentado ou diminuído ao longo dos anos durante o período de inverno.

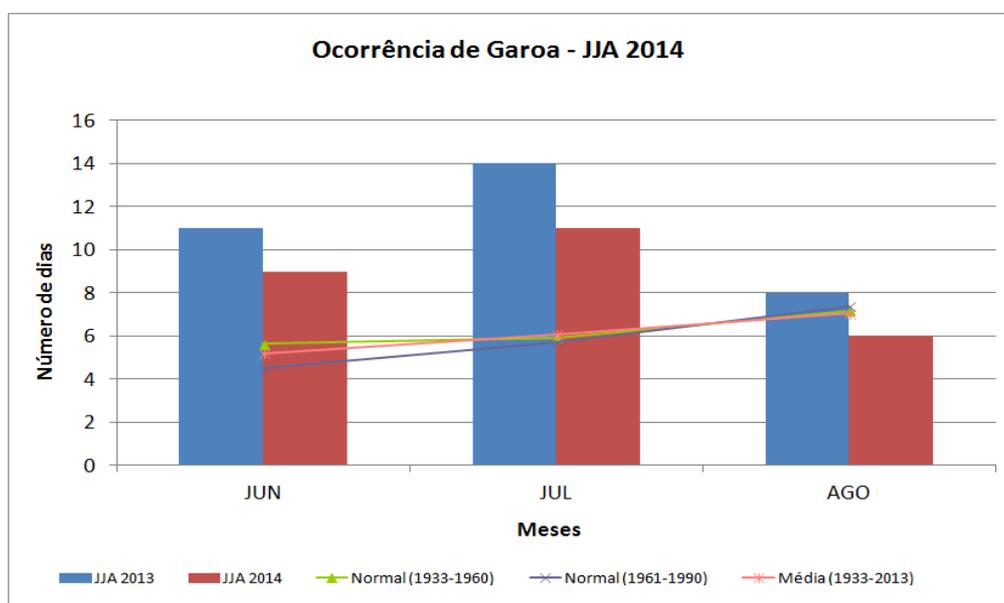


Figura 18 – Número de dias com garoa no trimestre JJA2013 (azul) e JJA2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

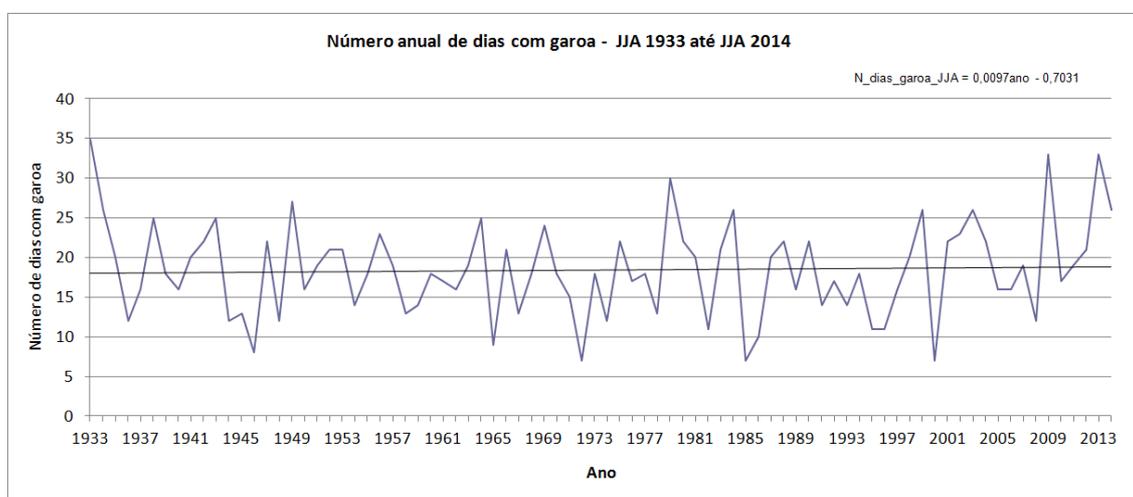


Figura 19 – Número de dias com garoa no trimestre JJA de 1933 a 2014.

5. Orvalho

Durante o trimestre JJA2014 foram registrados 52 dias com orvalho enquanto que a média climatológica para este período é de 41 dias. JJA2013 teve 54 dias com este fenômeno.

Os três meses do período tiveram quantidade de dias com orvalho acima de suas respectivas médias climatológicas. Todos os meses de JJA2014 tiveram mais dias com orvalho que os mesmos meses do anterior (Figura 20).

Com relação a todos os trimestres de inverno desde 1958, quando o fenômeno passou a ser registrado, a equação de tendência aponta um grande aumento na quantidade de orvalho desde então (Figura 21). Porém há indícios de quebra na série, ou seja, como se duas equações de tendência fossem necessárias para descrever um primeiro intervalo de 1958 até 1972 (aproximadamente) e outra equação para descrever o segundo intervalo, de 1972-2013.

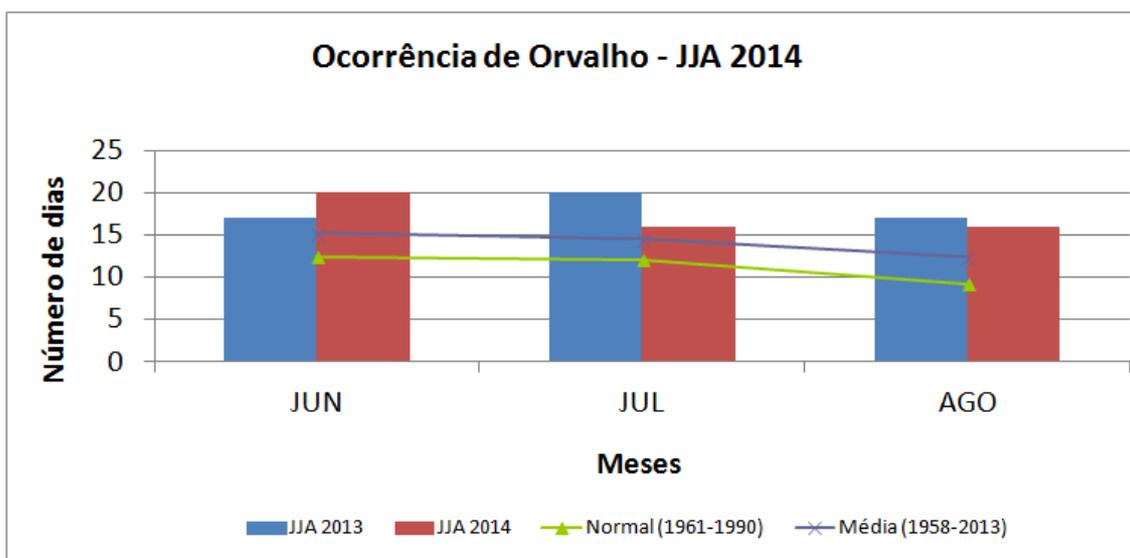


Figura 20 – Número de dias com orvalho no trimestre JJA2013 (azul) e JJA2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2013.

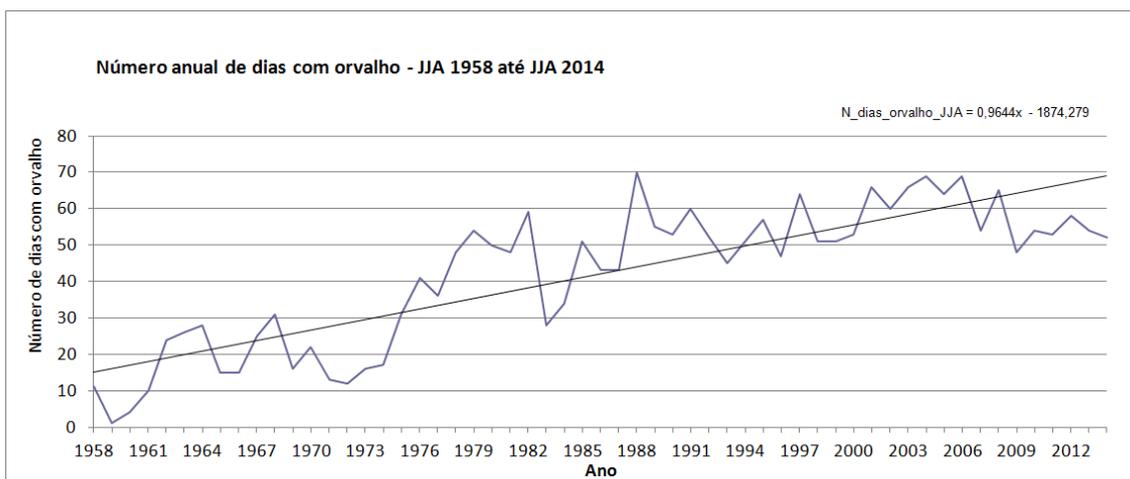


Figura 21 – Número de dias com orvalho no trimestre JJA de 1958 a 2014.

6. Nevoeiro

Durante o trimestre JJA 2014, foram registrados 18 dias com nevoeiro. A média climatológica para JJA é 44 dias. No inverno passado (JJA2013), foram 29 dias com o fenômeno. A pouca quantidade de dias com nevoeiro foi um importante destaque de JJA/2014.

Todos os meses do trimestre apresentaram menos dias de nevoeiro do que as respectivas médias climatológicas. Junho/2014 e Julho/2014 tiveram menos dias de nevoeiro que os mesmos meses do ano anterior, enquanto Agosto/2014 teve mais dias de nevoeiro que Agosto/2013 (Figura 20).

Analisando o número de dias com nevoeiro em todos os invernos desde 1933 (Figura 22), 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 22 representa bem a evolução na quantidade de dias com nevoeiro para um nível de confiança de 95% (pois $t = -5,9$ e espera-se $|t| > 2,0$ neste caso). Sendo assim, de acordo com esta tendência, houve uma redução de 24 dias na ocorrência de nevoeiro no trimestre JJA, de 1933 até 2014.

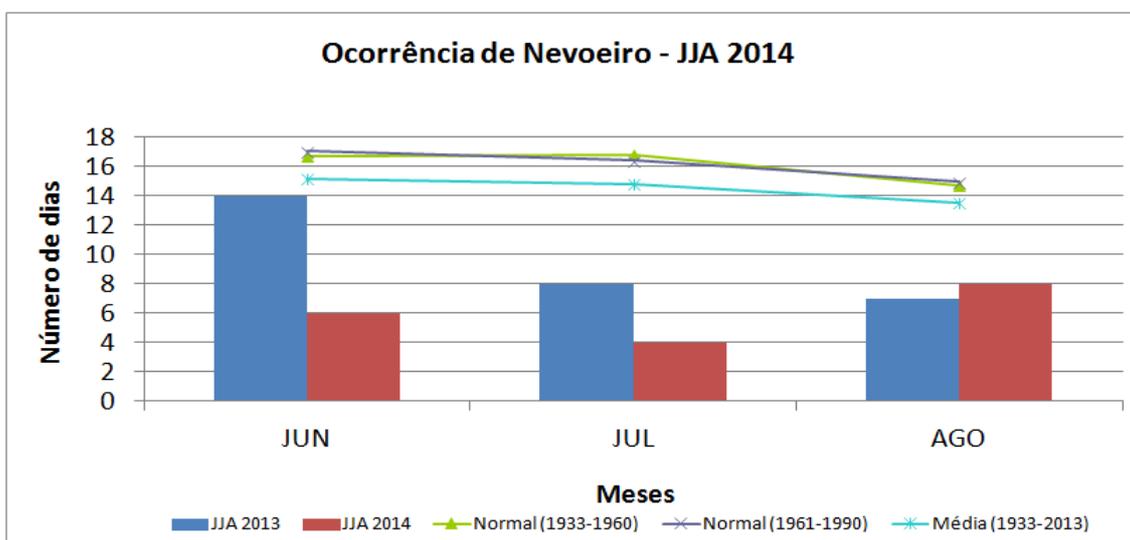


Figura 21 – Número de dias com nevoeiro no trimestre JJA2013 (azul) e JJA2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha azul clara representa a média 1933-2013.

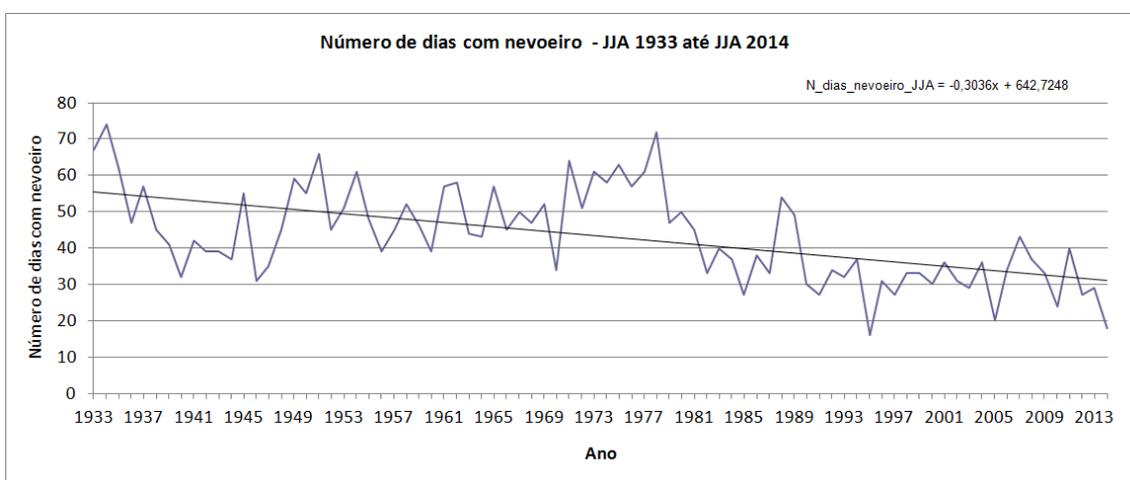


Figura 22 – Número de dias com nevoeiro no trimestre JJA de 1933 a 2014.

7. Trovoadas

Foram registrados 3 dias com trovoada no trimestre JJA2014, valor abaixo da média climatológica (5 dias). No inverno passado (JJA2013), foram observados apenas 6 dias com o fenômeno.

Individualmente, todos os meses do trimestre JJA2014 tiveram total de dias com trovoada abaixo das respectivas médias climatológicas (Figura 23). Em Julho/2014 não foi registrado nenhum dia com trovoada (Figura 23).

Analisando todos os trimestres JJA de 1958 até 2014 e após aplicar o teste de T de Student na equação de tendência, obteve-se que a tendência é pouco significativa, já que $t=-0,3$. Ou seja, não há tendência significativa de aumento ou redução no número de dias com trovoada ao longo dos invernos, desde 1958 quando esse fenômeno passou a ser registrado (Figura 24).

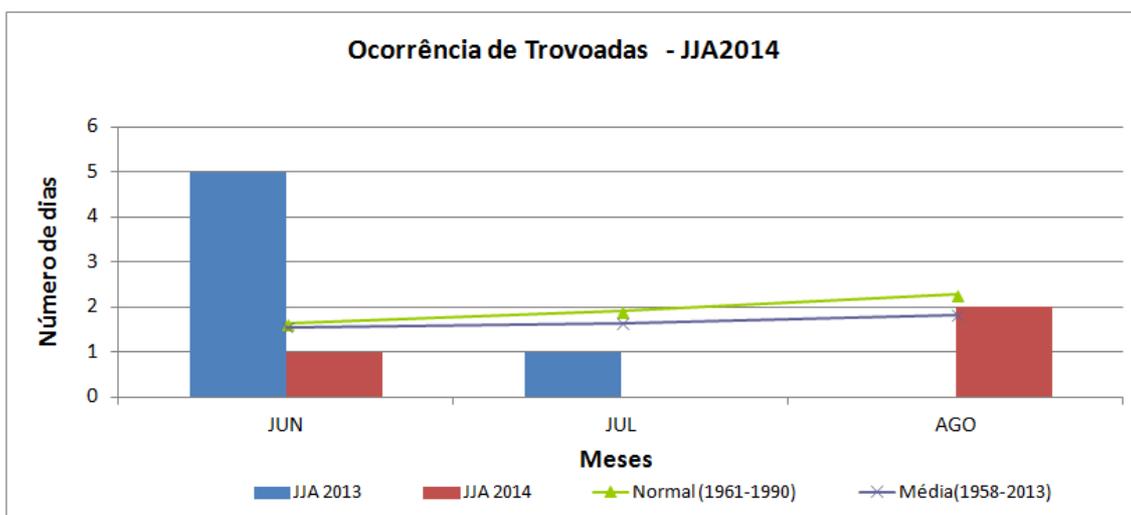


Figura 23 – Número de dias com trovoadas no trimestre JJA2013 (azul) e JJA2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha média representa a média 1958-2013.

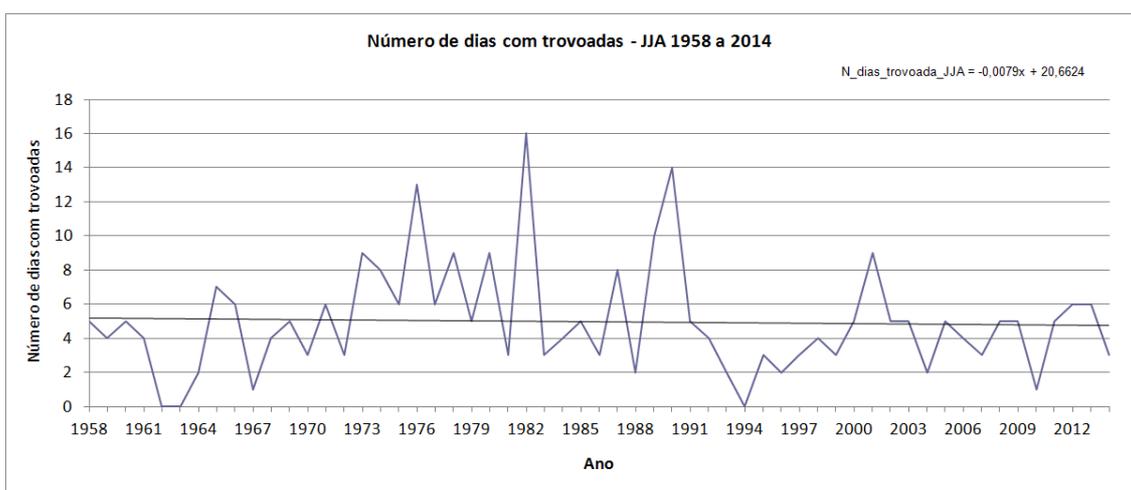


Figura 24 – Número de dias com trovoada no trimestre JJA de 1958 a 2014.

8. Irradiação

Agosto/2014 teve irradiação solar total ligeiramente acima da média climatológica, enquanto Junho/2014 e Julho/2014 tiveram irradiação solar total abaixo da média (Figura 25). Comparando com inverno anterior, Junho/2014 teve irradiação solar total maior que Junho/2013, enquanto Julho/2014 e Agosto/2014 ficaram ligeiramente abaixo dos mesmos meses do ano anterior (Figura 25).

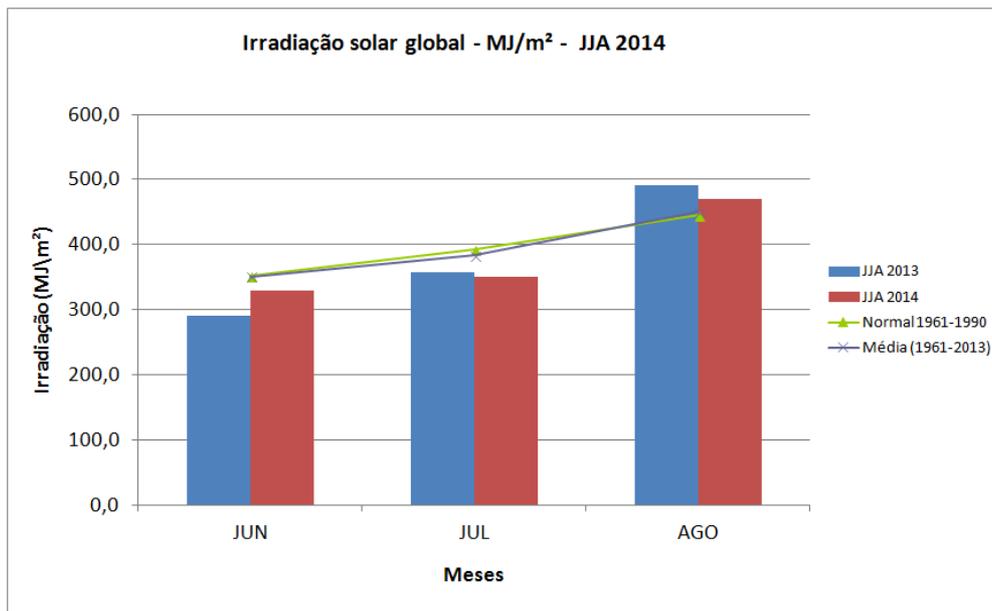


Figura 25 – Irradiação solar global no trimestre JJA2013 (azul) e JJA2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1961-2013.

9. Insolação

Apenas Agosto/2014 teve mais horas de brilho solar que a média climatológica (Figura 26). Junho/2014 e Julho/2014 tiveram menos horas de brilho solar que as respectivas médias climatológicas (Figura 26).

Comparando com o inverno anterior, Julho/2014 e Agosto/2014 tiveram mais horas de brilho solar que os mesmos meses do ano anterior, enquanto Julho/2014 e Julho/2013 tiveram totais de horas de brilho solar muito próximos (Figura 26).

A Figura 27 por sua vez, mostra o número de horas de brilho solar médio diário.

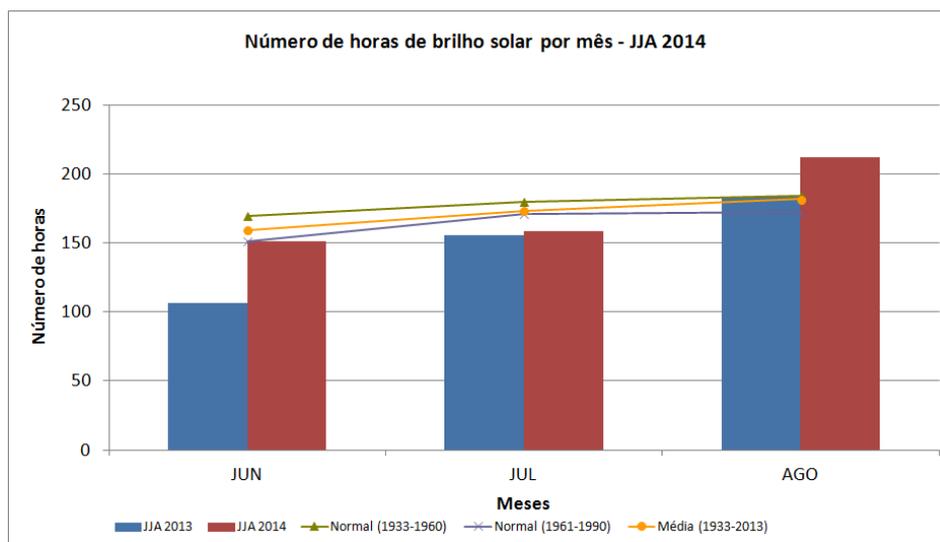


Figura 26 – Número de horas de brilho solar no trimestre JJA2013 (azul) e JJA2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

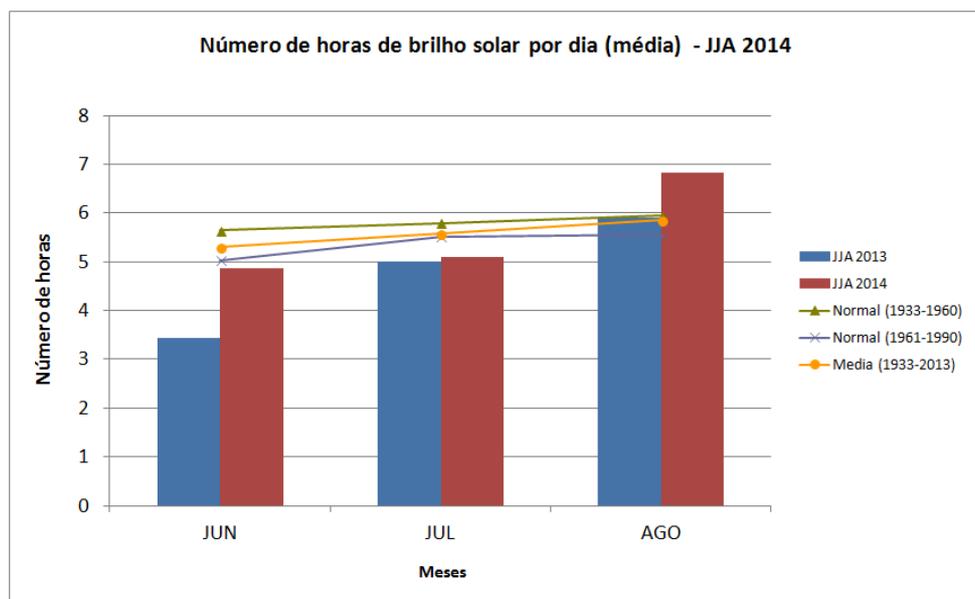


Figura 27 – Número médio diário de horas de brilho solar trimestre JJA2013 (azul) e JJA2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.