

**BOLETIM CLIMATOLÓGICO TRIMESTRAL DA
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP
- JJA 2013 -
- INVERNO -**



Seção Técnica de Serviços Meteorológicos

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

SUMÁRIO

Neste boletim trimestral estão apresentadas as principais características meteorológicas observadas durante os meses Junho, Julho e Agosto de 2013 (JJA 2013) 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 JJA 2013, período referente ao inverno de 2013, foi caracterizado por um total de chuva muito acima da média climatológica (222,9mm, quando a média climatológica é 131,5mm: ou seja, ficou 75% acima da média climatológica). Foi o 9º inverno mais chuvoso da série climatológica. Os meses de Junho e Julho foram meses chuvosos, com chuva muito acima de suas respectivas médias climatológicas:

- Junho/2013: 130,3mm (a média climatológica, calculada de 1933-2012, é 51,6mm). Foi o 6º mês de Junho mais chuvoso da série;

- Julho/2013: 82,5mm (a média climatológica, calculada de 1933-2012, é 44,1mm). Foi o 12º mês de Julho mais chuvoso da série.

Por outro lado, Agosto/2013 foi um mês seco. Choveu um total de apenas 10,1mm, quando a média climatológica é 37,8mm. Foi o 24º mês de agosto mais seco da série.

A Figura 1 indica os totais mensais para os invernos de 2012 e 2013 e as comparações com as normais e médias climatológicas. É possível notar que JJA 2012 e JJA 2013 tiveram um padrão muito semelhante no tocante à chuva: os meses de Junho e Julho dos dois anos foram bastante chuvosos, enquanto os meses de Agosto dos dois anos foram muito secos.

Junho/2013 teve total de chuva menor que Junho/2012, embora os dois meses tenham sido chuvosos. O mesmo tipo de padrão observado para os meses de Junho pode ser observado para Julho/2012 e Julho/2013 (Figura 1). No entanto, Agosto/2013 teve mais chuva que Agosto/2012 (embora os dois meses tenham sido secos, quando comparados com a média).

A Tabela 1 apresenta as mesmas informações contidas na Figura 1, mas insere a média de 1991-2012, além de indicar a fração de aumento ou diminuição da precipitação nos meses do trimestre JJA 2013 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, verificamos que a mais recente é maior que a mais antiga, o que é observado para todos os meses de inverno.

As médias 1991-2012 apresentadas na Tabela 1, serão também em 2020 normais climatológicas. Observando o valor das médias 1991-2012, verifica-se que houve uma redução nas médias dos meses de Julho e de Agosto, quando comparadas com a normal 1961-1990. As tendências de aumento ou diminuição do total de precipitação ao longo dos anos de operação da EM-IAG-USP serão discutidas na Figura 3a. Na Tabela 1 temos também a média climatológica (1933-2012), 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.

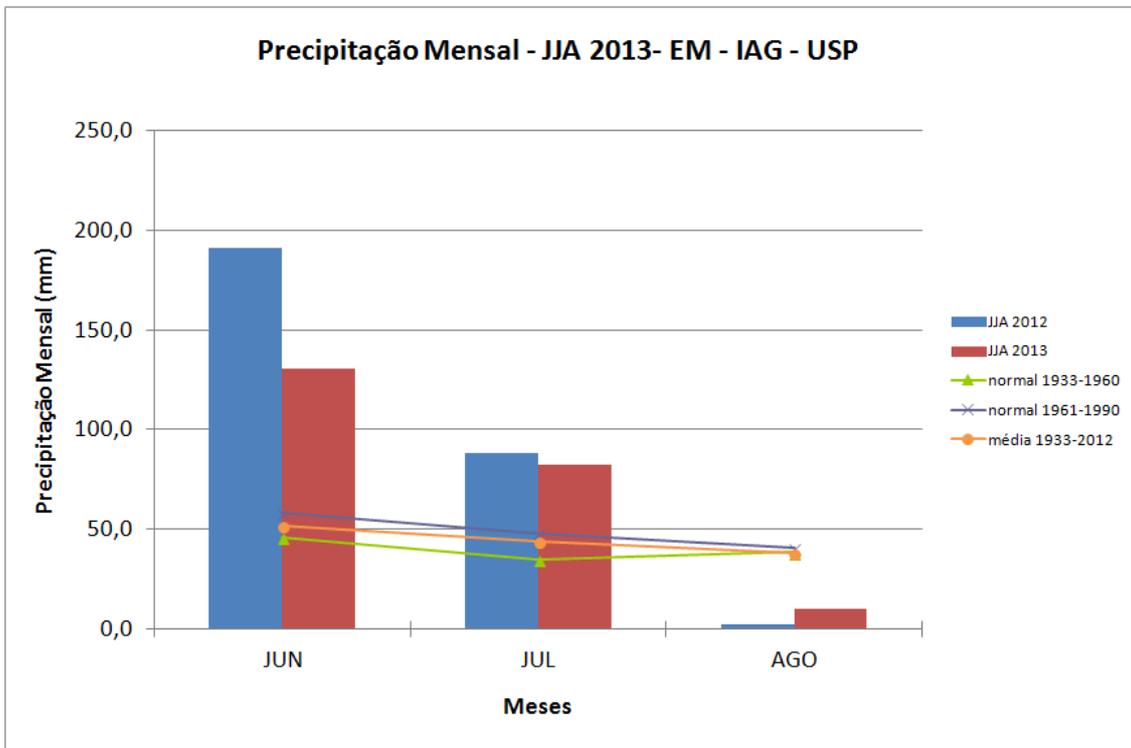


Figura 1 – Precipitação mensal para o trimestre de inverno (JJA) de 2013 (barras vermelhas). As barras azuis representam os meses deste trimestre no ano anterior (JJA 2012). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

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 média mensal acima da média climatológica e os meses marcados em azul tiveram média mensal abaixo da média climatológica. A última linha apresenta a fração (em porcentagem) que a temperatura média máxima mensal 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 (1991-2012)	50,3	51,4	33,6
Média Climatológica (1933-2012)	51,6	44,1	37,8
2012	191,4	88,0	1,8
2013	130,3	82,5	10,1
Fração (%)	153% acima	87% acima	73% abaixo

Os meses de Junho/2013 e Julho/2013 tiveram total de dias com chuva acima da média climatológica (Figura 2). Por outro lado, Agosto/2013 teve poucos dias com chuva, conforme também indica a Figura 2. Comparando com JJA/2012, todos os meses de JJA/2013 tiveram mais dias com chuva do que o inverno anterior (Figura 2).

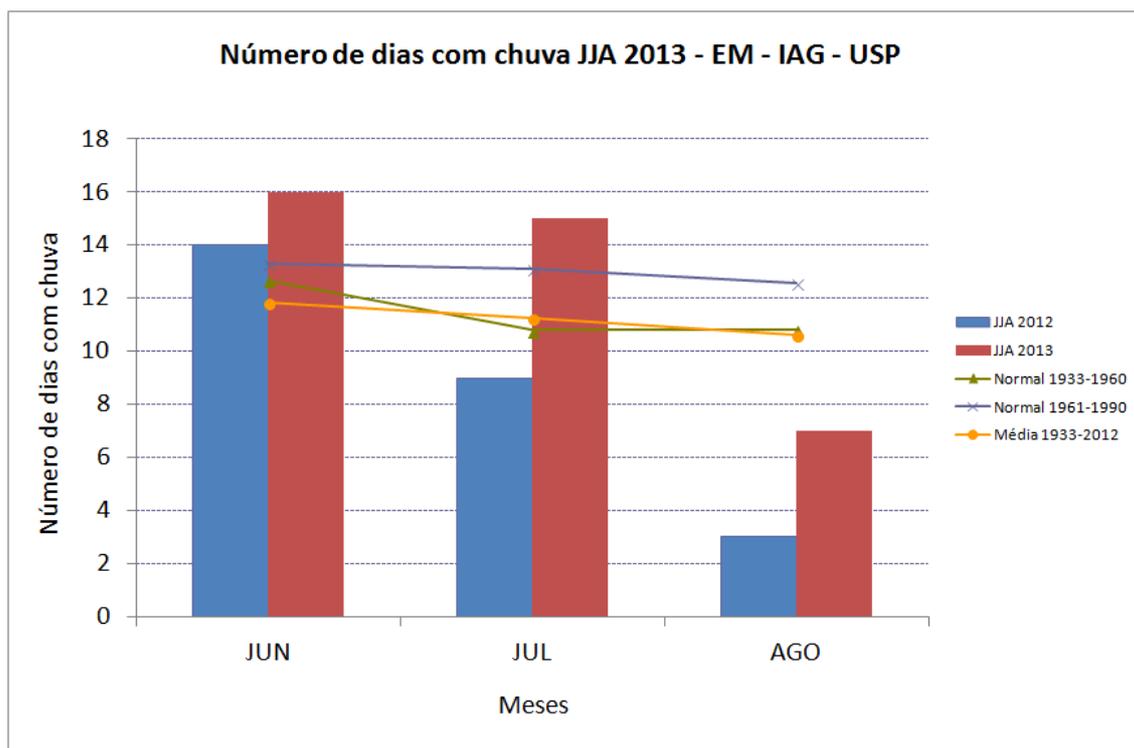


Figura 2 – Número de dias com chuva no inverno de 2012 (em azul) e no inverno de 2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

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 (temos que ter $|t| > 2,0$ para um nível de 95% de confiança e $t = 2,1$ para a Figura 3a).

Se calcularmos os valores de t para cada um dos meses de inverno, teremos:

- Junho/2013: $t = 1,1$, tendência não-significativa;
- Julho/2013: $t = 2,5$, tendência significativa;
- Agosto/2013: $t = -0,6$, tendência não-significativa.

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

- JJA (1933) até JJA (1960): aumento de 17,6mm;
- JJA (1961) até JJA (1990): aumento de 18,9mm;
- JJA (1991) até JJA (2012): aumento de 13,7mm;
- Total - JJA(1933) até JJA(2012): aumento de 51,6mm.

Considerando todos os invernos de toda a série climatológica (conforme a Figura 3a), podemos indicar aqueles que foram mais secos e os que foram mais chuvosos. Com relação aos mais secos, destacam-se:

- JJA 1940: 31,5mm;
- JJA 1950: 46,5mm;
- JJA 1985: 29,9mm;
- JJA 2005: 48,7mm;
- JJA 2010: 106,0mm.

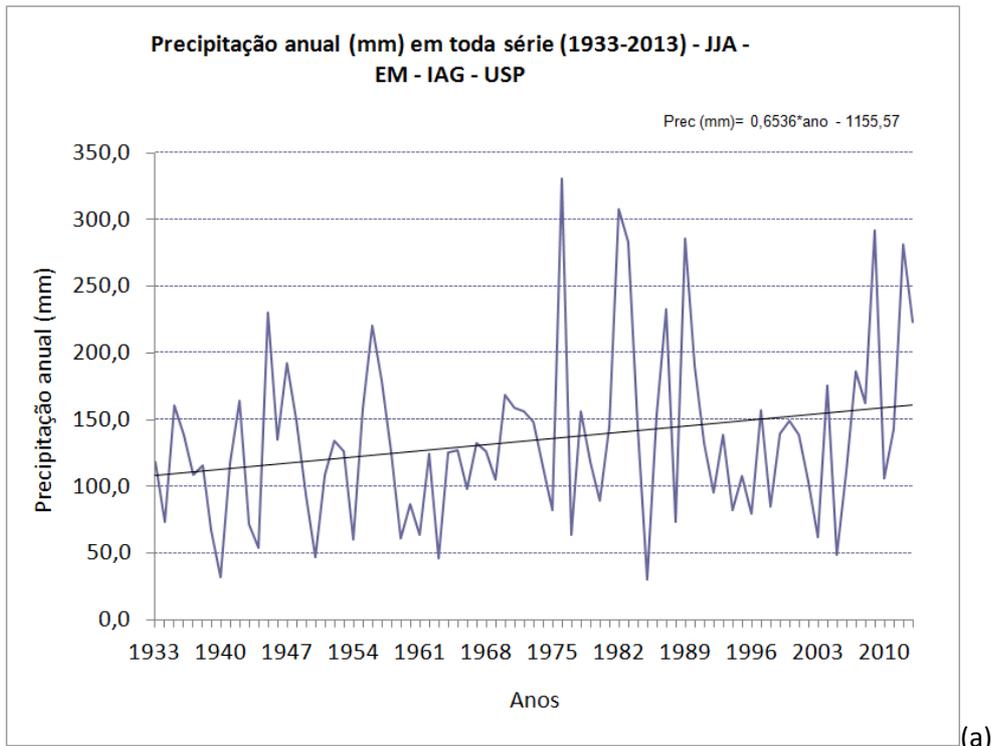
E com relação aos mais chuvosos, destacam-se (Figura 3a):

- JJA 1976: 330,7mm;
- JJA 1982: 308,1mm;
- JJA 1989: 286,2mm;
- JJA 2012: 281,2mm.

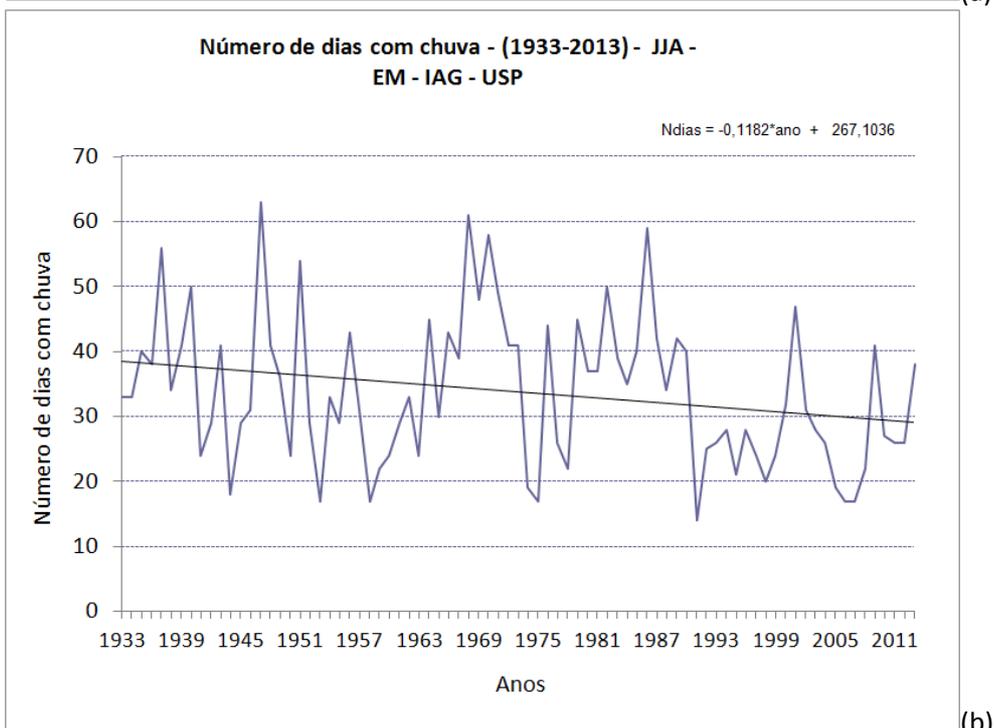
Com relação ao número de dias com chuva, a equação de tendência apresentada na Figura 3b mostra uma tendência de redução. No teste T de Student, obtivemos $t=-2,9$. É, portanto, uma tendência significativa. Considerando a equação de tendência, a redução de número de dias com chuva é de aproximadamente 9 dias (ao considerarmos o período de 1933 até 2012).

Informações adicionais: no trimestre JJA 2013, o maior volume de chuva acumulado em apenas 24h foi de 37,3mm, observado em 26 de Junho de 2013. O maior acumulado em apenas 1h foi de 9,7mm e ocorreu das 14h às 15h do dia 24 de Junho de 2013.

A maior sequência de dias com chuva ocorreu de 19 a 26 de Julho de 2013 e a maior sequência de dias seguidos sem chuva ocorreu de 28 de Julho e 13 de Agosto de 2013. Não registramos ocorrência de granizo neste trimestre.



(a)



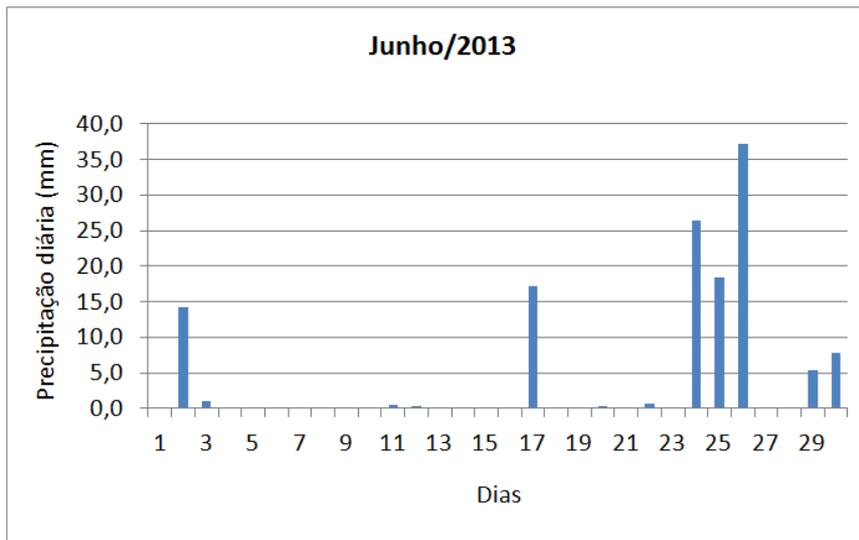
(b)

Figura 3 – Precipitação acumulada durante o trimestre JJA ao longo de toda a série (1933-2012) (a); Número de dias de chuva no trimestre JJA ao longo de toda a série (1933-2012) (b).

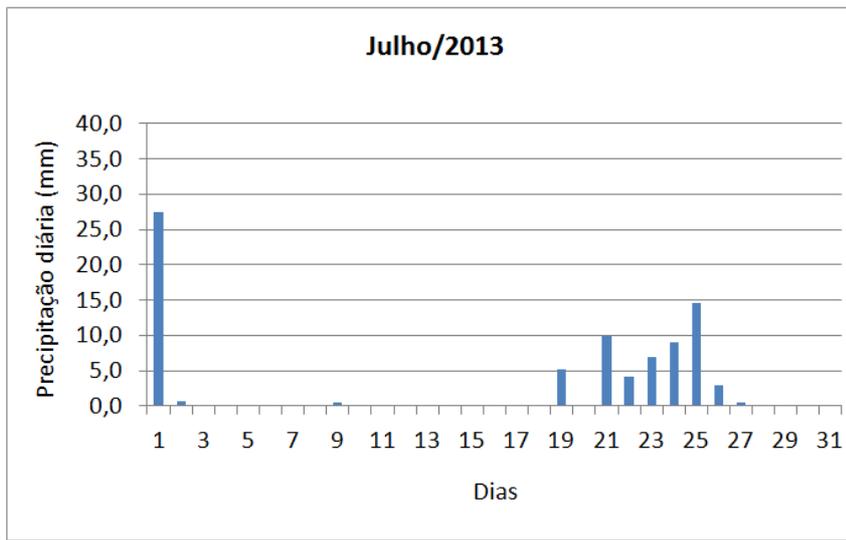
Considerando a distribuição dos dias de chuva, em Junho (Figura 4a), a chuva ficou distribuída ao longo de 16 dias. Sendo assim, tivemos 8,1 mm/dia (130,3mm de chuva e 16 dias de chuva no mês, conforme Figura 1 e Figura 2). A média climatológica é 4,3 mm/dia (51,6mm e 12 dias). A chuva de Julho/2013 ficou concentrada principalmente entre os dias 24 e 26 de julho (a chuva desses 3 dias totalizou 82,3mm, 63% do total do mês).

Em Julho/2013 (Figura 4b), foram 15 dias de chuva e total de 82,5mm (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, tivemos 5,5mm/dia. A média é de 4,0mm/dia (44,1mm e 11 dias de chuva, conforme Figura 1 e Figura 2). Em destaque, tivemos o dia 01 de julho, com 27,5mm (33% do total do mês).

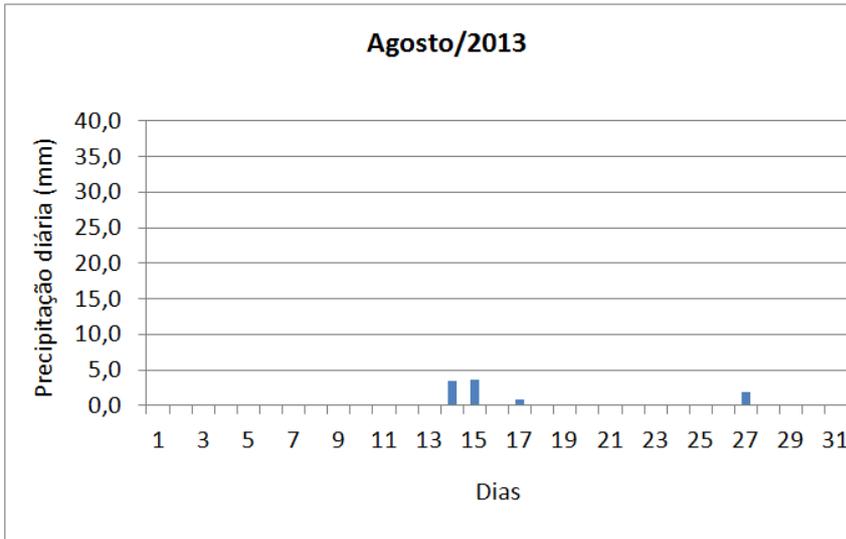
Agosto/2013 (Figura 4c) teve 1,4mm/dia (10,1mm de chuva e 7 dias com chuva, conforme Figura 1 e Figura 2). A média para o mês de Agosto/2013 é 3,4mm/chuva (37,8mm de chuva e 11 dias com o fenômeno, conforme Figura 1 e Figura 2). Destacaram-se os dias 14 e 15 de Agosto: o total acumulado nesses dias foi 7,0mm (69% do total do mês).



(a)



(b)



(c)

Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre: Junho/2013 (a); Julho/2013 (b) e Agosto/2013 (c).

2. Temperatura

A temperatura média de JJA 2013 foi de 16,5°, acima da média climatológica 1933-2012 que é de 15,7°C. Em termos mensais (Figura 5), todos os meses tiveram média mensal acima da média climatológica. Um destaque para Junho/2013, que teve média mensal 1,8°C acima da média climatológica (15,7°C), o que corresponde a cerca de 11,4% acima da média (Tabela 2).

Comparando o JJA 2013 com o mesmo período do ano anterior, verificamos que Junho/2013 teve média mensal superior ao mesmo mês do ano anterior, enquanto Julho/2013 e Agosto/2013 foram, na média, mais frios que os mesmos meses de 2012 (Tabela 2 e 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/2013;
- Aumento de 0,9°C para o mês de Julho/2013;
- Aumento de 0,9°C para o mês de Agosto/2013.

Analisando a média (1991-2012), também observamos um aumento em relação às normais anteriores (1933-1960 e 1961-1990), conforme também indica Tabela 2.

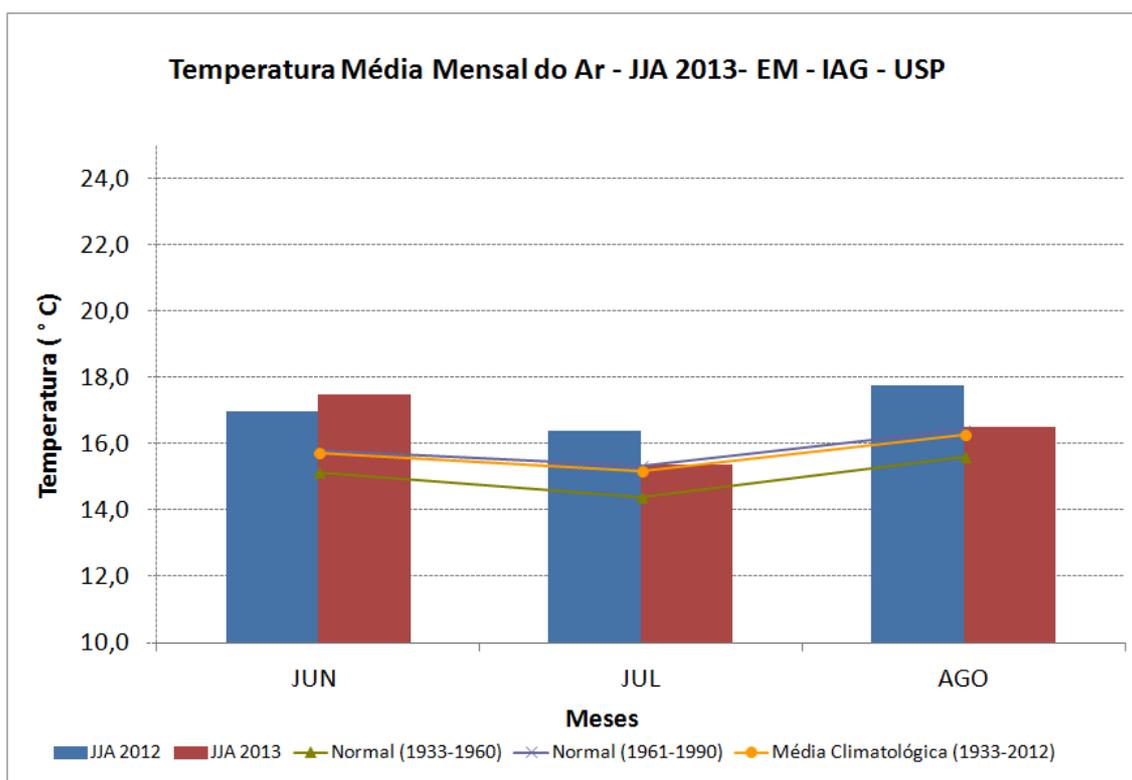


Figura 5 – Temperatura média mensal do ar para JJA 2012 (em azul) e JJA 2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal de 1933-1960, a linha roxa representa a normal de 1961-1990 e a linha laranja representa a média de 1933-2012.

Tabela 2 – Temperatura (°C) média dos meses JJA 2012 e JJA 2013, 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 fração (em porcentagem) que a temperatura média máxima mensal estava em 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 (1991-2012)	16,5	16,1	16,9
Média Climatológica (1933-2012)	15,7	15,2	16,3
2012	17,0	16,4	17,8
2013	17,5	15,4	16,5
Fração (%)	11,4% acima	1,3% acima	1,2% acima

A maior temperatura registrada no período foi 30,8°C em 25 de Agosto. O inverno é uma estação caracterizada por médias mensais mais baixas e menor quantidade de precipitação, o que ficou bem evidenciado principalmente no mês de agosto (Figura 1).

Em JJA 2013, observamos que os meses de Junho/2013 e Agosto/2013 tiveram temperaturas médias máximas ligeiramente acima da média climatológica (Figura 6). Junho/2013 teve média máxima de 22,6°C (0,5°C acima da média climatológica) e Agosto/2013 teve média máxima de 24,2°C (0,9°C acima da média climatológica), conforme indica a Figura 6 e a Tabela 3. Julho/2013 teve média máxima de 21,7°C (valor igual à média climatológica), conforme indica a Figura 6 e a Tabela 3.

A Figura 6 mostra também os máximos absolutos de temperatura para o inverno. Temos:

- 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.

Com relação à JJA 2012, verificamos que Julho/2013 e Agosto/2013 tiveram temperaturas mais amenas que os mesmos meses do ano anterior (Figura 6). Por outro lado, Junho/2013 foi mais quente que Junho/2012 (Figura 6).

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

- Aumento de 0,6°C para o mês de Junho/2013;
- Aumento de 0,4°C para o mês de Julho/2013;
- Aumento de 0,2°C para o mês de Agosto/2013;

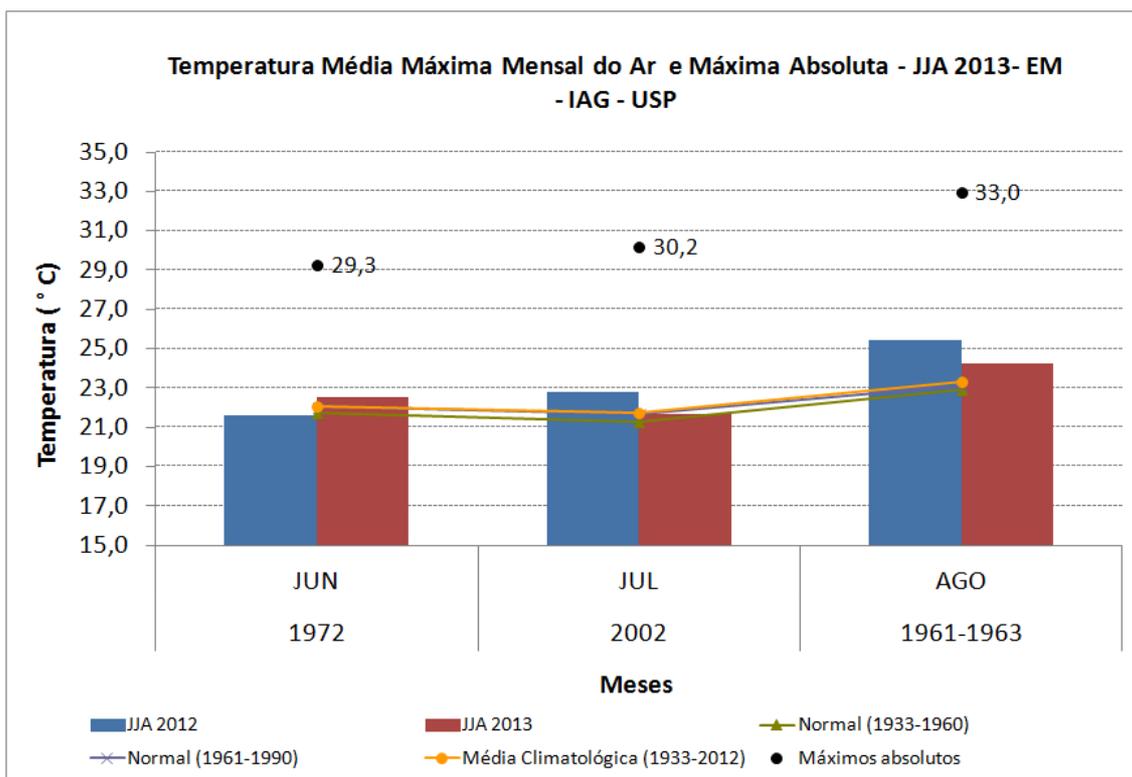


Figura 6 – Temperatura média máxima mensal do ar para JJA 2012 (em azul) e JJA 2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha azul representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

Tabela 3 – Temperatura média máxima (°C) dos meses JJA 2012 e JJA 2013, 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 fração (em porcentagem) que a temperatura média máxima mensal estava em relação à média histórica da EM.

	Junho	Julho	Agosto
Normal (1933-1960)	21,7	21,3	22,9
Normal (1961-1990)	22,1	21,7	23,1
Média (1991-2012)	22,6	22,4	24,1
Média Climatológica (1933-2012)	22,1	21,7	23,3
2012	21,6	22,8	25,4
2013	22,6	21,7	24,2
Fração (%)	2,3% acima	Igual à média climatológica	3,9% acima

A menor temperatura deste inverno foi 5,0°C, registrada em 24 de Julho. A maior amplitude térmica (maior diferença entre temperatura máxima e mínima em um mesmo dia) foi 19,6°C e

ocorreu em 12 de Agosto de 2013 (mínima: 6,2°C e máxima: 25,8°C). A menor amplitude térmica do trimestre foi 2,5°C e ocorreu em 6 de Julho de 2013 (mínima: 15,0°C e máxima: 17,5°C).

A temperatura média mínima mensal ficou acima da média climatológica para os meses de Junho/2013 e Julho/2013 (Figura 7 e a Tabela 4). Junho/2013 teve média mínima mensal de 13,8°C (2,6°C acima da média climatológica) e Julho/2013 teve média mínima mensal de 11,2°C (0,7°C acima da média climatológica). Agosto, por outro lado, teve média mínima de 11,2°C, 0,2°C mais baixa que a média climatológica.

Quando comparamos com JJA/2012, verificamos que Julho/2013 e Agosto/2013 tiveram médias mínimas inferiores aos mesmos meses do ano anterior, enquanto Junho/2013 teve temperatura média mínima mais elevada que Julho/2012 (Figura 7 e a Tabela 4).

A Figura 7 mostra também os mínimos absolutos de temperatura para o inverno. Temos:

- Junho: -0,5°C em 20 de Junho de 1942;
- Julho: -1,2°C em 6 de Julho de 1942 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/2013;
- Aumento de 1,2°C para o mês de Julho/2013;
- Aumento de 1,1°C para o mês de Agosto/2013.

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.

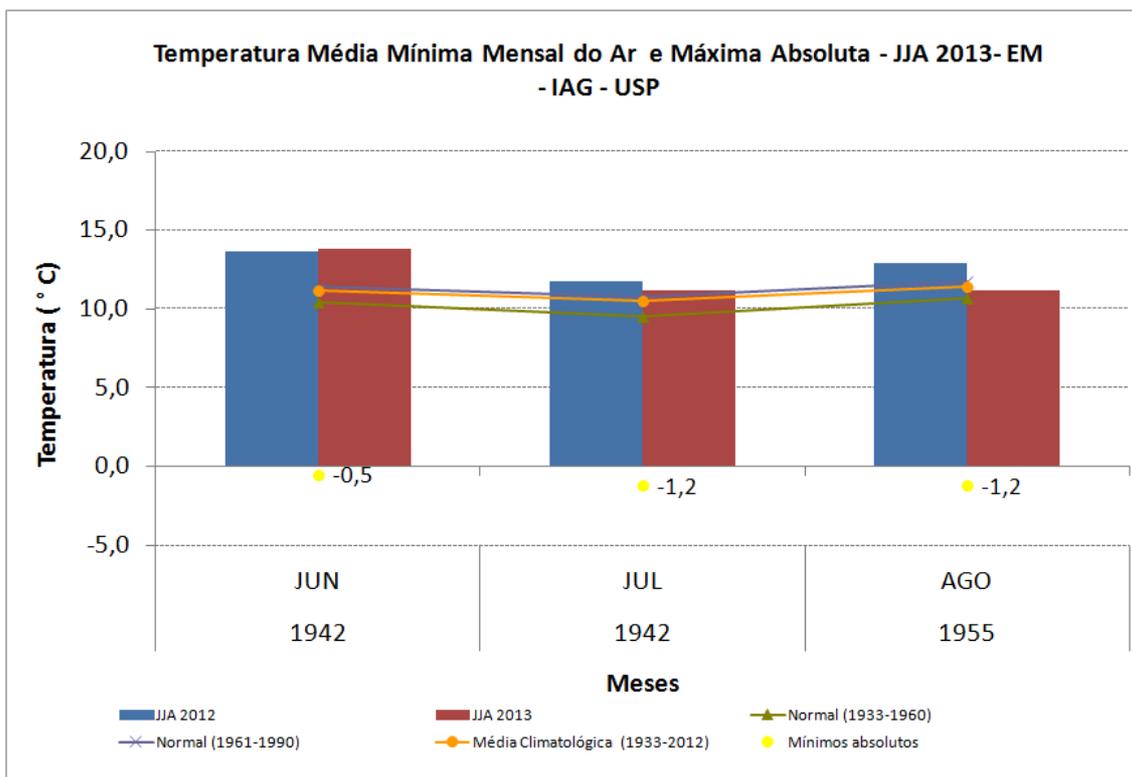


Figura 7 – Temperatura média mínima mensal do ar para JJA 2012 (em azul) e JJA 2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

Tabela 4 – Temperatura média mínima dos meses JJA 2012 e JJA 2013, 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 fração (em porcentagem) que a temperatura média máxima mensal estava em relação à média histórica da EM.

	Junho	Julho	Agosto
Normal (1933-1960)	10,5	9,6	10,7
Normal (1961-1990)	11,4	10,8	11,8
Média (1991-2012)	12,0	11,4	12,0
Média Climatológica (1933-2012)	11,2	10,5	11,4
2012	13,7	11,7	12,9
2013	13,8	11,2	11,2
Fração (%)	23,2% acima	6,7% acima	1,8% abaixo

Na Figura 8 é apresentada a série histórica da temperatura para os meses de inverno, além do ajuste linear a fim de se observar 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 máxima 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 mínima anual para o trimestre JJA.

Após comparar a temperatura média (Figura 8a), temperatura média máxima (Figura 8b) e temperatura média mínima (Figura 8c), verifica-se que a tendência é mais significativa para a temperatura mínima, uma vez que o valor de t para este caso é o maior.

Após constatarmos que o ajuste linear representa bem os dados nas Figura 8a, Figura 8b e Figura 8c, levando em consideração as equações de ajuste linear expostas em cada um dos gráficos, temos 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 2012: um aumento de $0,5^{\circ}\text{C}$ para a média; $0,3^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e $0,6^{\circ}\text{C}$ para a média mínima;
- de 1933 a 2012, um aumento de $1,9^{\circ}\text{C}$ para a temperatura média; $1,2^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e de $2,2^{\circ}\text{C}$ para a média mínima.

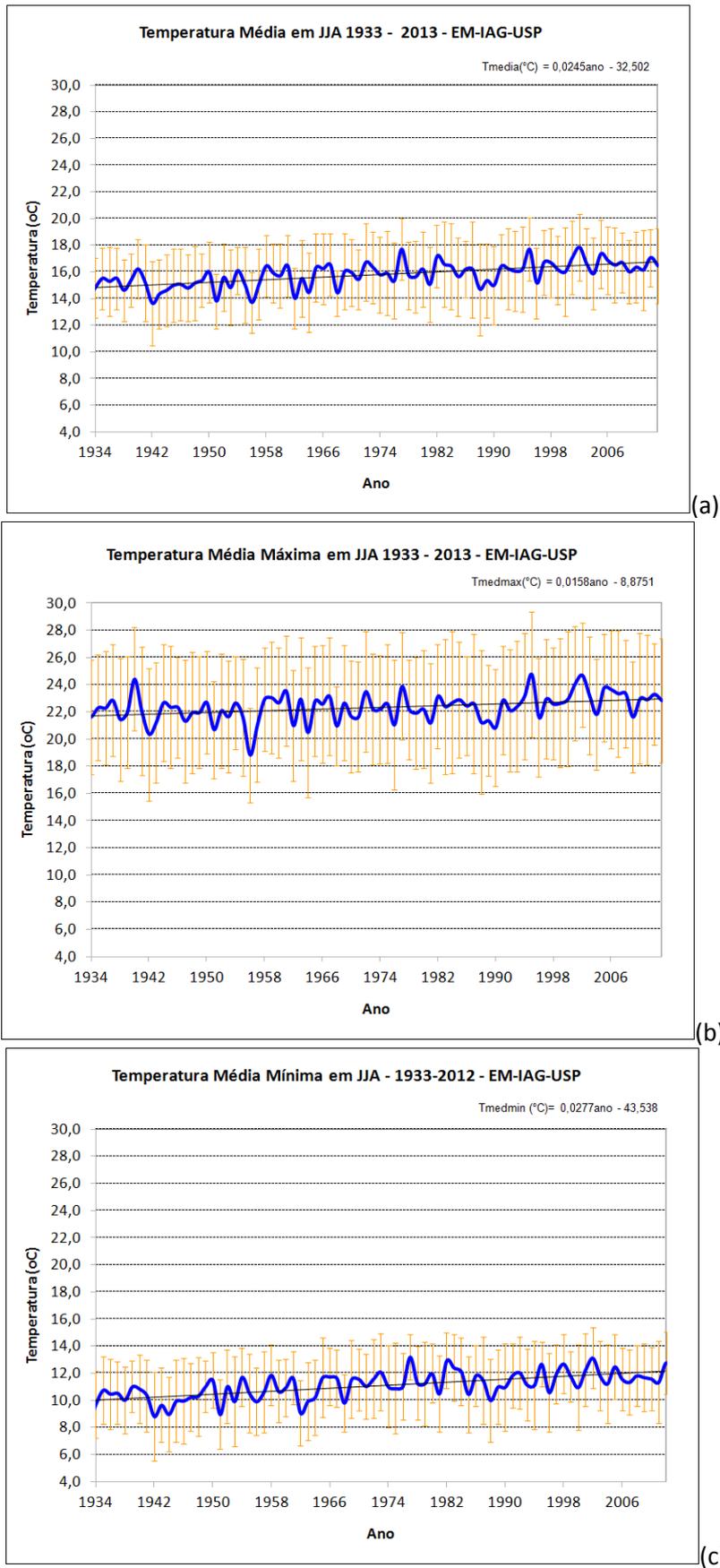


Figura 8 – Temperatura média (a), média máxima (b) e média mínima (c) anual para o inverno (JJA) de 1933 a 2012.

Por fim, o ciclo diário de temperatura (Figura 9) aponta que, na média, as temperaturas em todos os horários do inverno de 2013 foram mais baixas que no mesmo período do ano anterior, com destaque especial para o final da tarde, com diferenças que atingiram 0,9°C (16h).

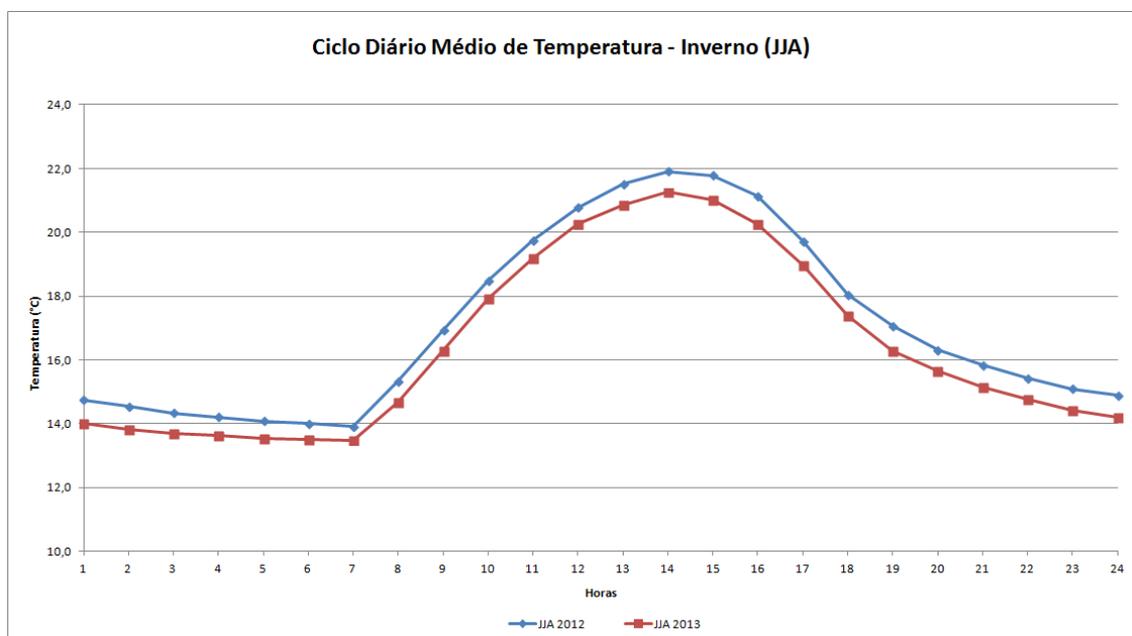


Figura 9 – Ciclo diário médio de temperatura para o inverno 2012 (em azul) e 2013 (em vermelho).

3. Umidade relativa do ar

O mês de Junho/2013 teve umidade relativa média mensal acima da média climatológica (84,8%, enquanto a média é 80,9%), conforme indica a Figura 10. Com relação aos outros dois meses de JJA/2013, pode-se dizer que eles ficaram bem próximos de suas médias climatológicas: 81,9% para Julho/2013 (ligeiramente acima, pois a média climatológica é 79,2%) e 74,3% para Agosto/2013 (ligeiramente abaixo, pois a média climatológica é 77,2%).

Com relação ao trimestre JJA/2012, apenas Junho/2013 foi mais seco que Junho/2012 (Figura 10). Julho/2013 foi mais úmido que Julho/2012, enquanto Agosto/2012 e Agosto/2013 tiveram médias mensais muito próximas (Figura 10).

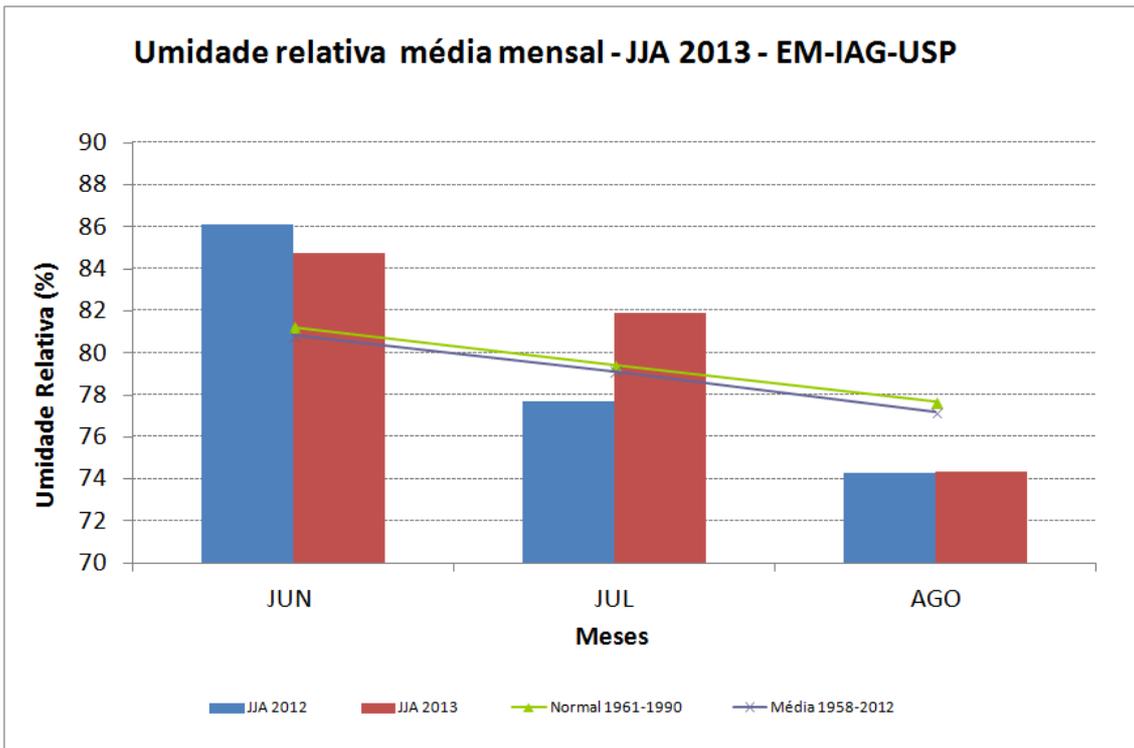


Figura 10 – Umidade relativa média mensal para JJA 2012 (em azul) e JJA 2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2012.

Com relação à média dos valores mínimos de umidade relativa, que aqui chamamos de umidade relativa média mínima mensal (Figura 11), Junho/2013 ficou ligeiramente acima da média climatológica (Figura 11). Os demais meses do trimestre ficaram ligeiramente abaixo da média climatológica (linha roxa, da Figura 11).

Comparando com o inverno de 2012, nota-se que Junho/2013 teve menor umidade relativa média mínima que Junho/2012, enquanto os demais meses do trimestre JJA/2013 (Julho/2013 e Agosto/2013) tiveram umidade relativa média mínima maior que os mesmos meses do trimestre anterior (Figura 11).

A Figura 11 também indica os mínimos absolutos de umidade relativa, levando em consideração toda a série de dados da EM-IAG-USP. Sendo assim, temos:

- Junho: 23%, em 24 de Junho de 1972;
- Julho: 20%, em 9 de Julho de 1985;
- Agosto: 14% em 31 de Agosto de 1963; 28 de Agosto de 1993 e 21 de Agosto de 2012.

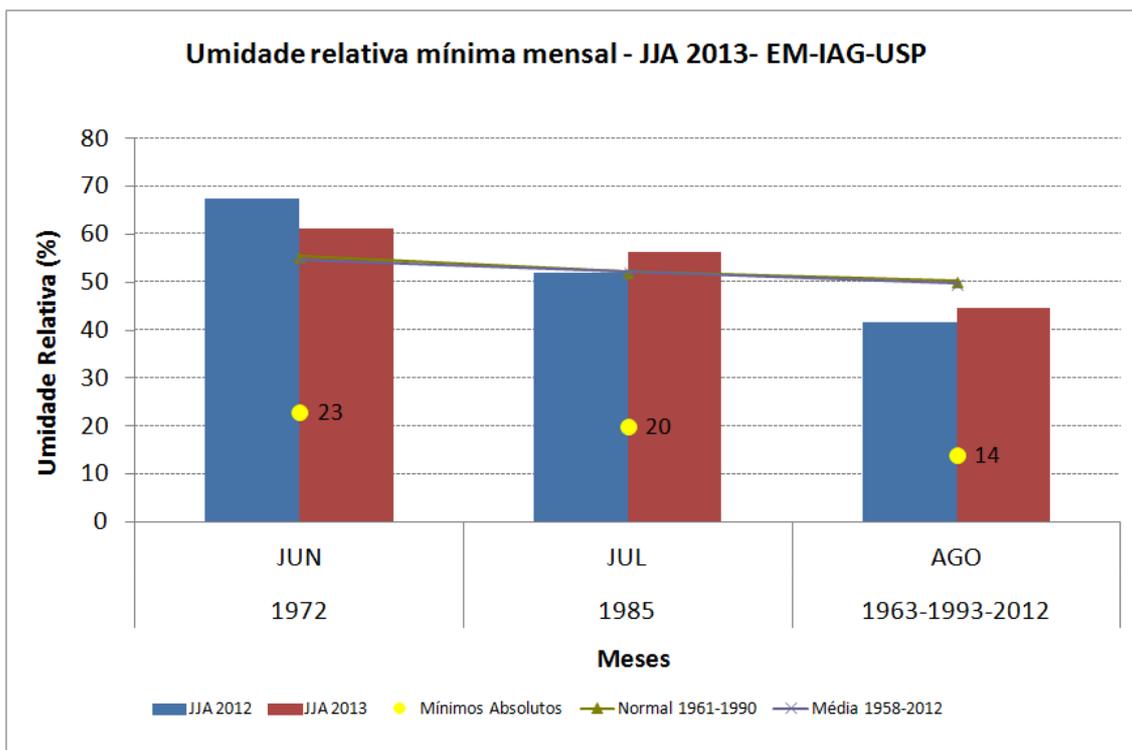


Figura 11 – Umidade relativa média mínima mensal para o JJA 2012 (em azul) e JJA 2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2012. Os pontos amarelos representam os mínimos absolutos mensais

A menor umidade relativa registrada em JJA/2013 foi 20%, no dia 30 de Agosto de 2013. O final do inverno e o início da primavera são estações que se destacam por registrarem muitos dias com baixa umidade relativa (igual ou inferior a 30%). Em JJA/2013 foram 12 dias com essa característica (a média climatológica é de 8 dias). Junho/2013 e a Julho/2013 ficaram dentro da média (Figura 12), enquanto Agosto/2013 foi bastante seco, uma vez que teve mais dias com baixa umidade relativa do que a média climatológica (Figura 12).

Com relação à JJA/2012, Junho/2012 não apresentou dias com essa característica, enquanto Junho/2013 teve 1 dia com baixa umidade relativa (Figura 12). Julho/2013 e Julho/2012 tiveram cada um dois dias com essa característica, enquanto Agosto/2013 foi bem mais seco que Agosto/2012 (Figura 12), apesar de Agosto/2012 ter sido um pouco mais chuvoso que Agosto/2013 (os dois meses foram bem secos em termos de precipitação, conforme indicou a Figura 1).

Os 12 dias de JJA/2013 que tiveram baixa umidade relativa foram:

- 30% em 23 de Junho de 2013;
- 25% em 30 de Junho de 2013;
- 23% em 31 de Julho de 2013;
- 29% em 01 de Agosto de 2013;

- 27% em 02 de Agosto de 2013;
- 30% em 03 de Agosto de 2013;
- 27% em 04 de Agosto de 2013;
- 30% em 21 de Agosto de 2013;
- 28% em 23 de Agosto de 2013;
- 29% em 25 de Agosto de 2013;
- 20% em 30 de Agosto de 2013;
- 23% em 31 de Agosto de 2013.

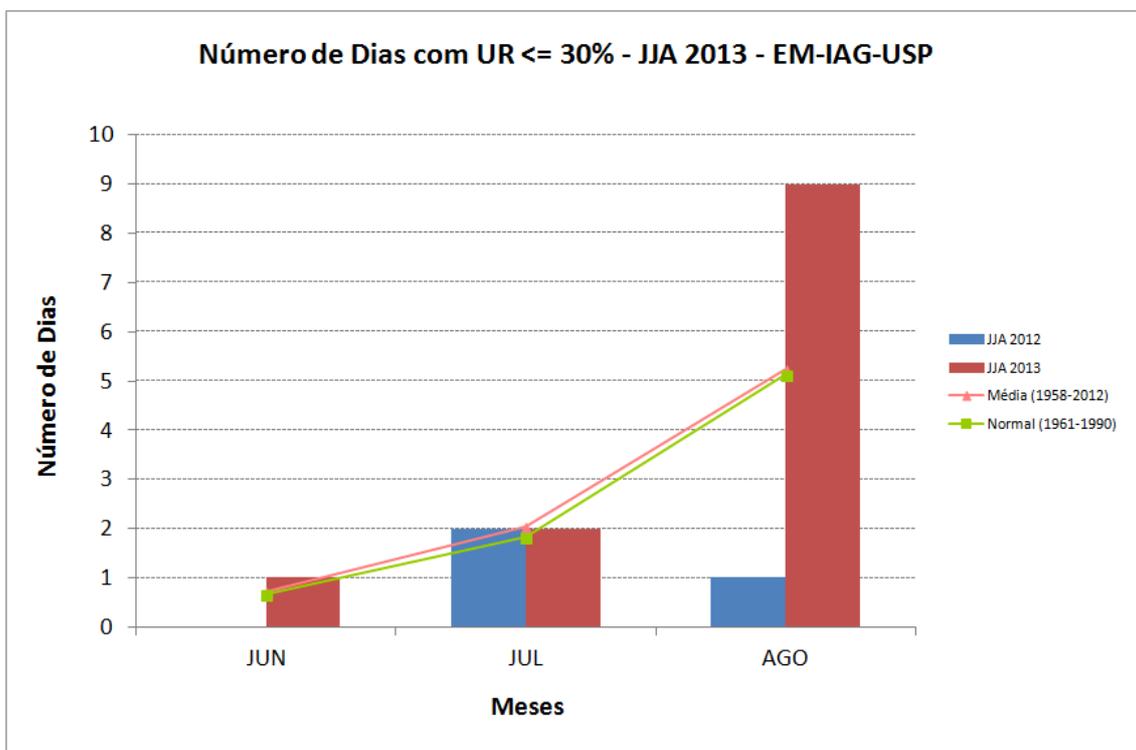


Figura 12 – Número de dias com UR (Umidade Relativa) igual ou inferior a 30% para JJA 2012 (em azul) e JJA 2013 (em vermelho). Além disso, a linha laranja mostra a média 1958-2012 e a linha verde mostra a normal 1961-1990.

Considerando os dias com umidade relativa igual ou inferior a 40%, nota-se que Junho/2013 e Julho/2013 tiveram menos dias com essa característica do que as respectivas médias climatológicas (Figura 13). Já Agosto/2013 teve mais dias com essa característica do que a média climatológica, confirmando mais uma vez que foi um mês realmente bem seco (Figura 13). Com relação ao mesmo período do ano anterior, Junho/2013 teve mais dias com essa característica do que Junho/2012; Julho/2013 teve menos dias com UR <=40% que Junho/2013 e Agosto/2013 e Agosto/2012 tiveram a mesma quantidade de dias com essa característica (Figura 13).

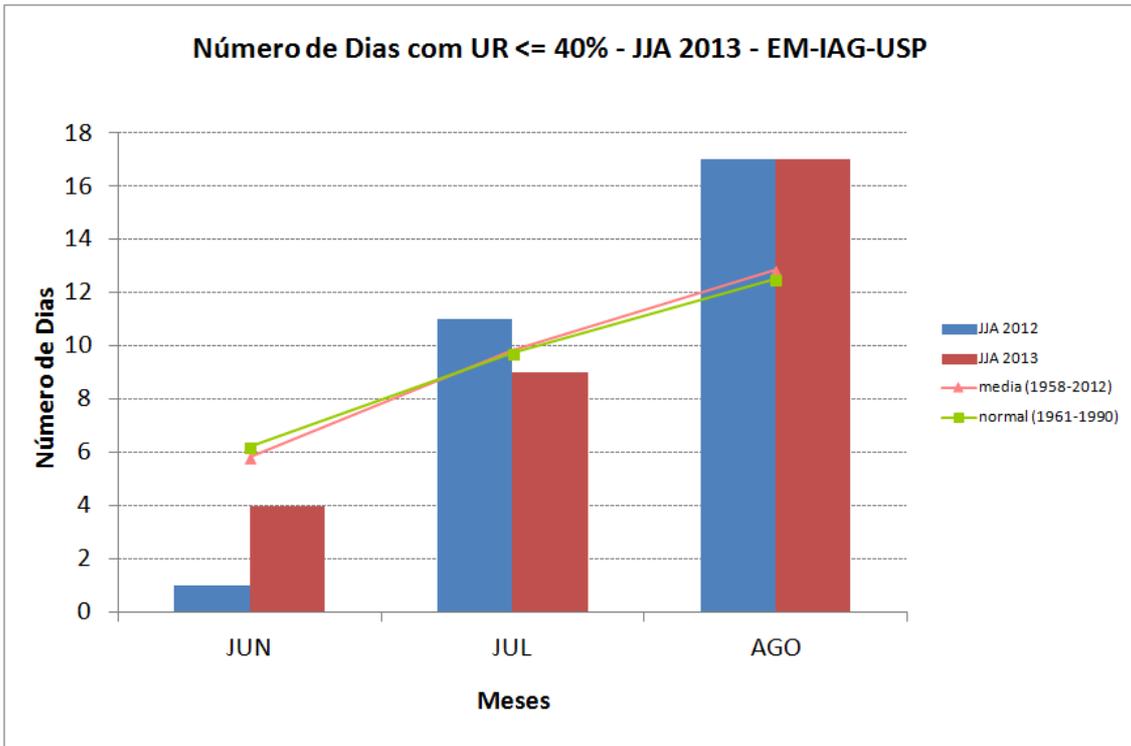


Figura 13 – Número de dias com UR igual ou inferior a 40% para JJA 2012 (em azul) e JJA 2013 (em vermelho). Além disso, a linha laranja mostra a média 1958-2012 e a linha verde mostra a normal 1961-1990.

A Figura 14 mostra a quantidade de dias com UR<30% em todos os trimestres JJA (inverno) de 1958 até 2013. Podemos observar que alguns invernos de alguns anos destacaram-se pela grande quantidade de dias com baixa umidade relativa, em destaque para:

- JJA 1963: 23 dias;
- JJA 1975: 23 dias;
- JJA 1994: 18 dias;
- JJA 2000: 17 dias;
- JJA 2010: 16 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 a tendência não é significativa, embora o ajuste linear sugira um aumento no número de dias com UR <= 30% (Figura 14).

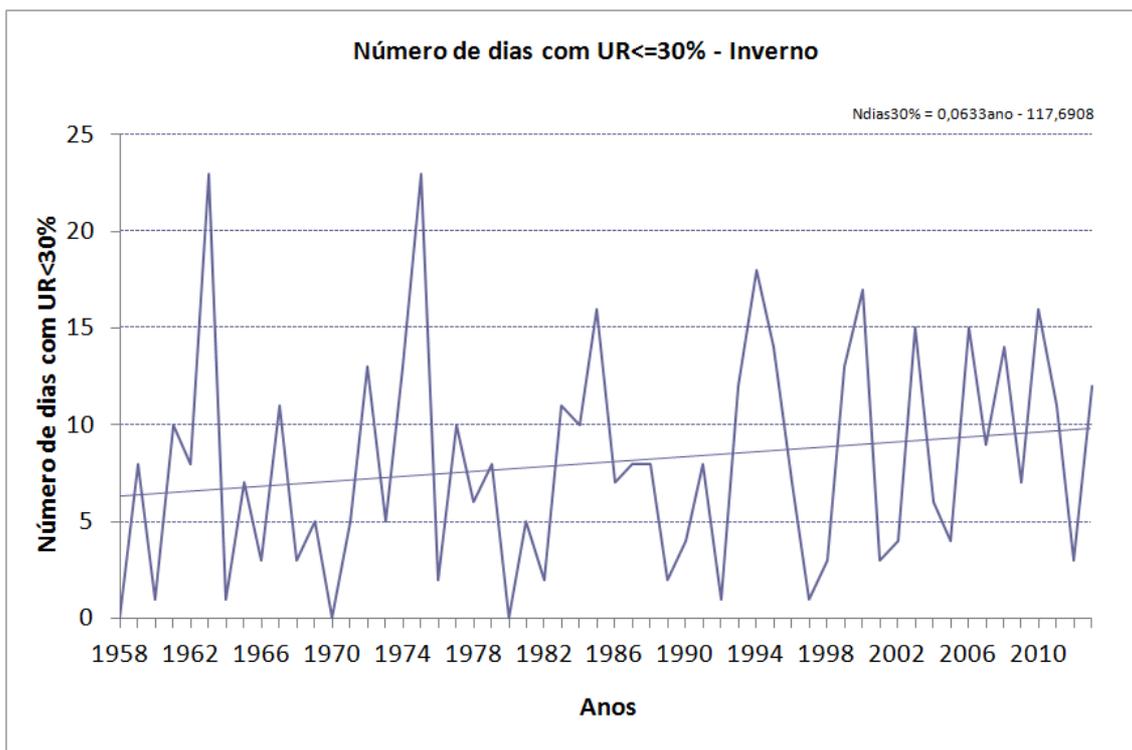


Figura 14 – Número anual de dias com UR<=30% em todos os períodos de inverno (JJA) de 1958 até 2013. Em preto, a linha de tendência.

Fazendo a mesma análise da Figura 14 para o número de dias com umidade relativa igual ou inferior a 40% (Figura 15), temos a indicação de uma tendência de aumento na quantidade de dias com este fenômeno, o que também observamos para o caso da Figura 14. Também é possível observar uma flutuação, com alguns anos que se destacaram por ter muitos dias com UR<=40%:

- JJA 1963: 47 dias;
- JJA 1975: 43 dias;
- JJA 1985: 41 dias;
- JJA 1994: 41 dias;
- JJA 1995: 42 dias;
- JJA 2007: 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 a tendência não é significativa, embora o ajuste linear sugira um aumento no número de dias com UR <= 40% (Figura 15).

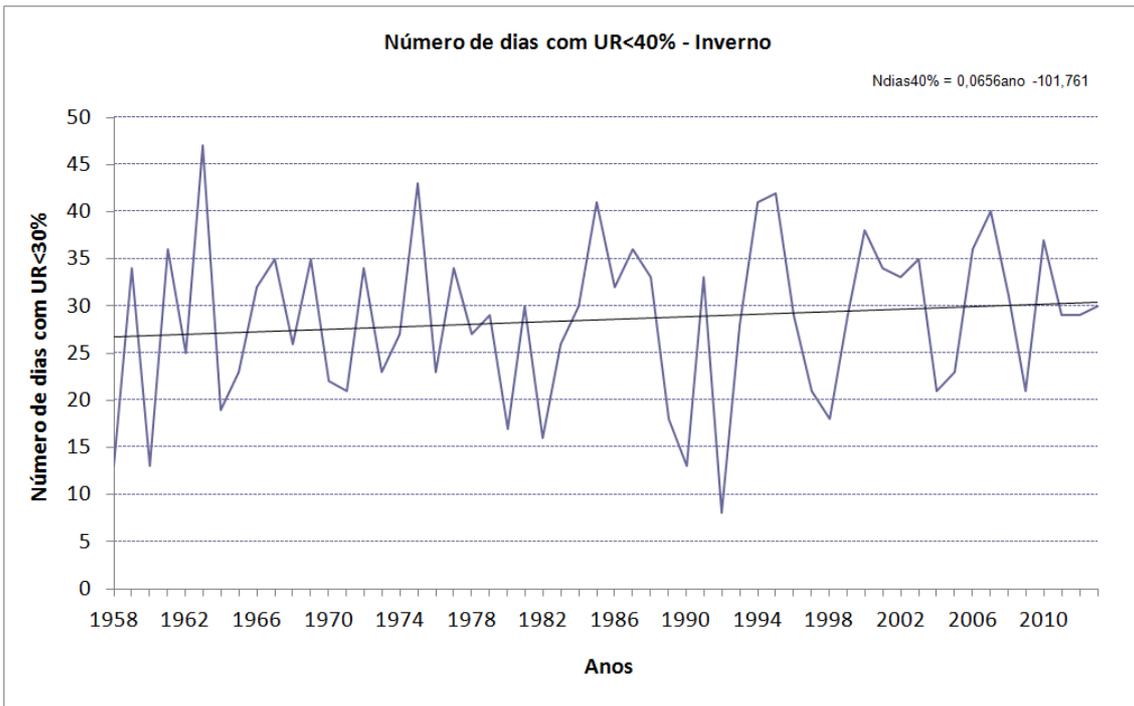


Figura 15 – Número anual de dias com UR<=40% em todos os períodos de inverno (JJA) de 1958 até 2013. Em preto, a linha de tendência.

Avaliando o ciclo diário de umidade relativa (Figura 16), verifica-se que os valores médios horários JJA 2013 ficaram ligeiramente acima dos valores médios horários de JJA 2012, sobretudo durante a madrugada.

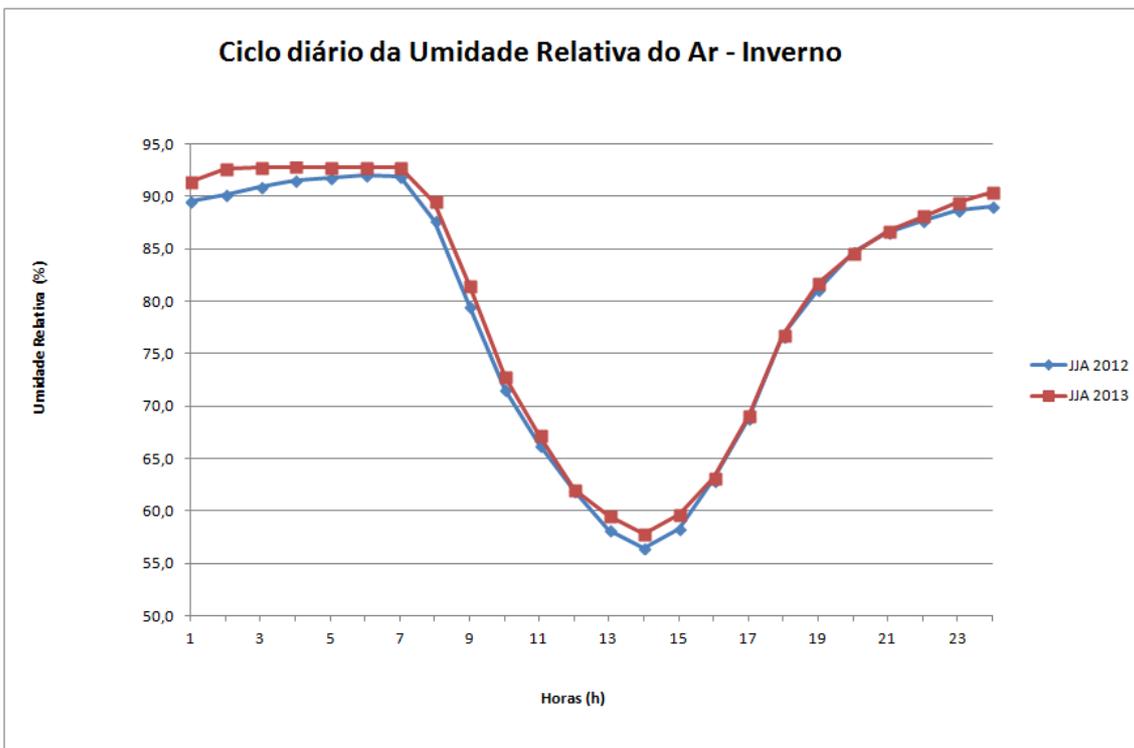


Figura 16 – Ciclo diário médio de Umidade Relativa para JJA 2012 (em azul) e JJA 2013 (em vermelho).

4. Garoa

Durante JJA 2013 foram registrados 33 dias com garoa, acima da média climatológica (19 dias). O trimestre JJA 2012 (inverno anterior) teve 21 dias com este fenômeno.

Junho/2013 teve 11 dias com este fenômeno (5 dias acima da média climatológica, conforme indica a Figura 17). Julho/2013 teve 14 dias com o fenômeno (8 acima da média climatológica) e Agosto/2013 teve 8 dias com o fenômeno (1 acima da média climatológica), Figura 17.

Ao compararmos com o inverno de 2012, verifica-se que Junho/2013 teve menos dias com garoa que o mesmo mês do ano anterior (Figura 17). Julho/2013 e Agosto/2013 tiveram mais dias com garoa quando comparados aos mesmos meses do ano anterior (Figura 17).

Analisando a ocorrência de garoa em todos os trimestres JJA desde 1933, verifica-se que apesar das flutuações interanuais, não há tendência significativa de aumento ou diminuição na quantidade de dias com garoa (Figura 18) o que foi comprovado pelo teste de T de Student, com $t=-0,5$ (e uma baixa correlação de $-0,055$). Sendo assim, não há nenhum indício de que a quantidade de garoa tenha aumentado ou diminuído ao longo dos anos.

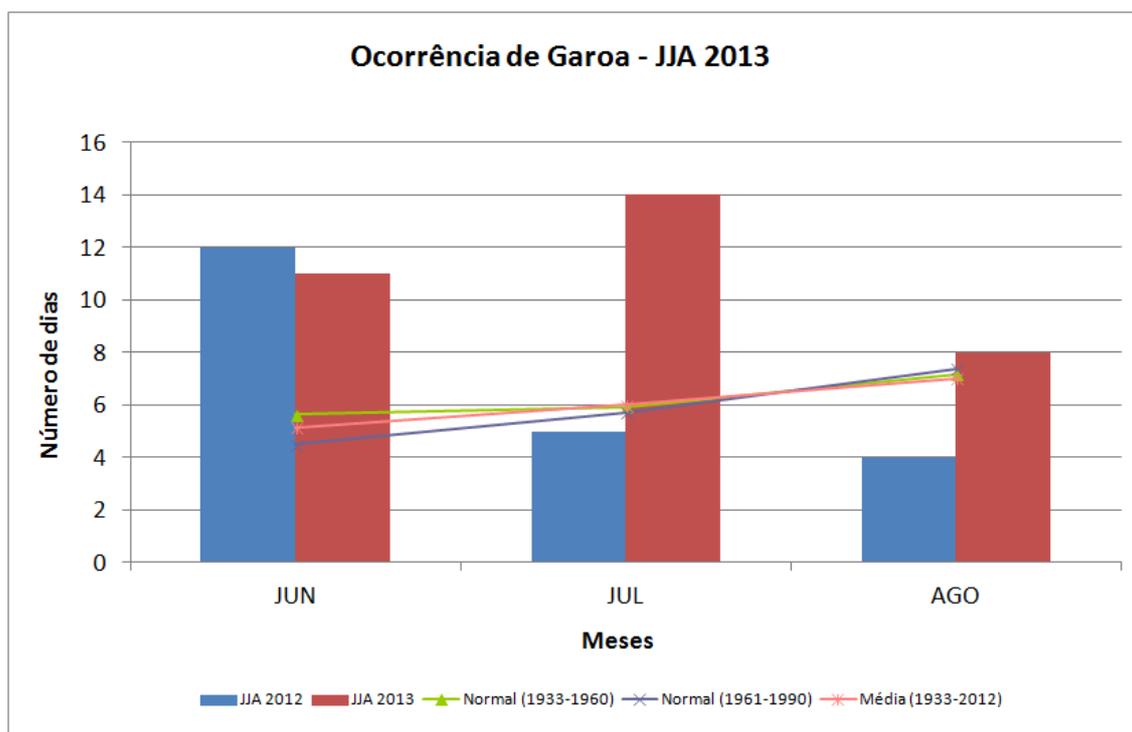


Figura 17 – Número de dias com garoa no trimestre JJA 2012 (azul) e JJA 2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

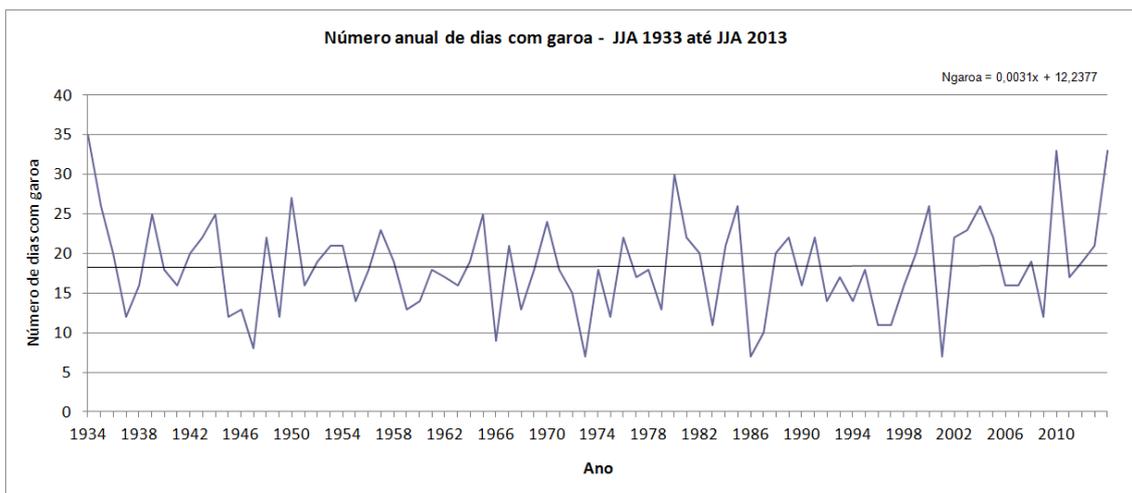


Figura 18 – Número de dias com garoa no trimestre JJA de 1933-2013.

5. Orvalho

Durante o trimestre JJA 2013 foram registrados 54 dias com orvalho enquanto que a média climatológica para este período é de 41 dias. JJA 2012 teve 58 dias com este fenômeno.

Os três meses do período mais episódios de garoa do que suas respectivas médias climatológicas (Figura 19). Comparando com JJA/2012, verifica-se que Junho/2013 e Julho/2013 tiveram mais dias com orvalho do que os mesmos meses do ano anterior (Figura 19). Agosto/2013 teve menos dias com orvalho que Agosto/2012 (Figura 19).

Com relação a todos os trimestres desde 1958, quando o fenômeno passou a ser registrado, a equação de tendência aponta um grande aumento na quantidade de orvalho desde então (Figura 20). 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 1972-2012. Não foi feita nenhum teste estatístico para essa série, pois é necessário descobrir porque a série apresenta esta quebra.

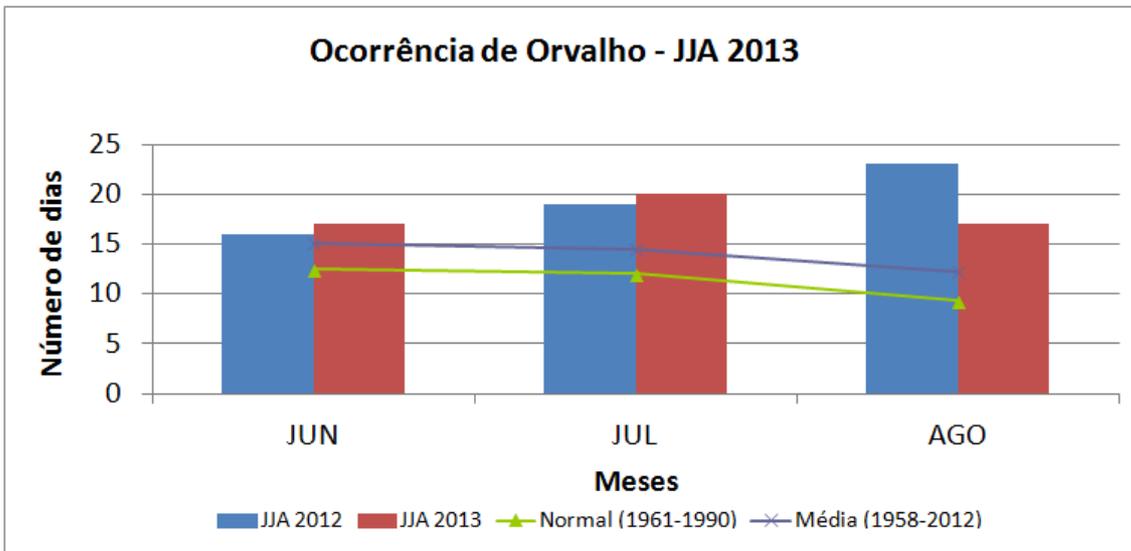


Figura 19 – Número de dias com orvalho no trimestre JJA 2012 (azul) e JJA 2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2012.

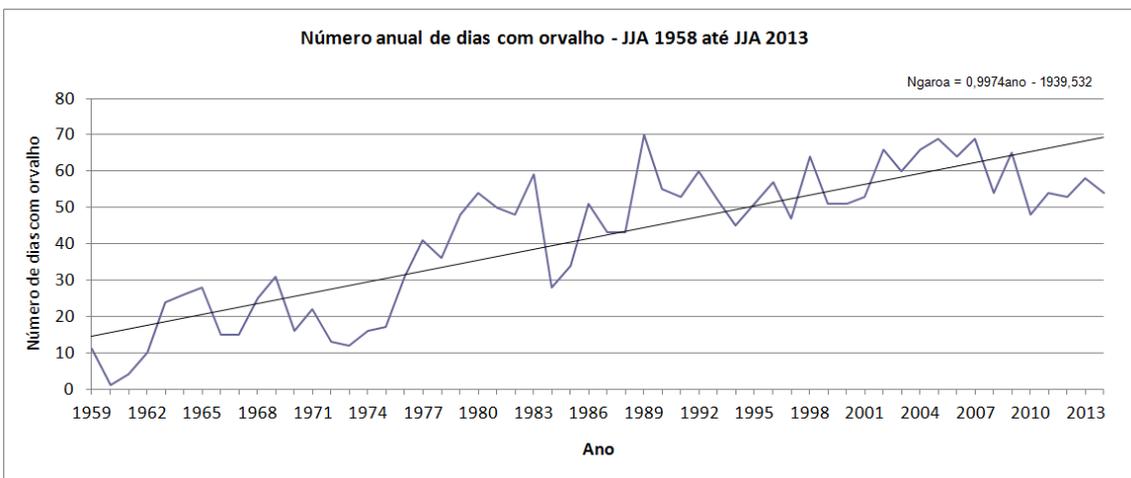


Figura 20 – Número de dias com orvalho no trimestre JJA de 1958-2013.

6. Nevoeiro

Durante o trimestre JJA 2013, foram registrados 29 dias com nevoeiro. A média climatológica para JJA é 42 dias. No inverno passado (JJA 2012), foram 27 dias com o fenômeno.

Todos os meses do trimestre apresentaram menos dias de nevoeiro do que as respectivas médias climatológicas (Figura 19). Comparando com os mesmos meses do ano anterior, Junho/2013 teve 13 dias com o fenômeno, enquanto Junho/2012 teve 15 dias (Figura 19). Por outro lado, Julho/2013 e Agosto/2013 tiveram mais dias com o fenômeno que os mesmos meses do ano anterior (Figura 19).

Analisando o número de dias com nevoeiro em todos os invernos desde 1933 (Figura 21), 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 21 representa bem

a evolução na quantidade de dias com nevoeiro para um nível de confiança de 95% ($t=-5,7$). Sendo assim, de acordo com a equação de tendência exposta na Figura 21, houve uma redução de 22 dias na ocorrência de nevoeiro no trimestre JJA, de 1933 até 2012.

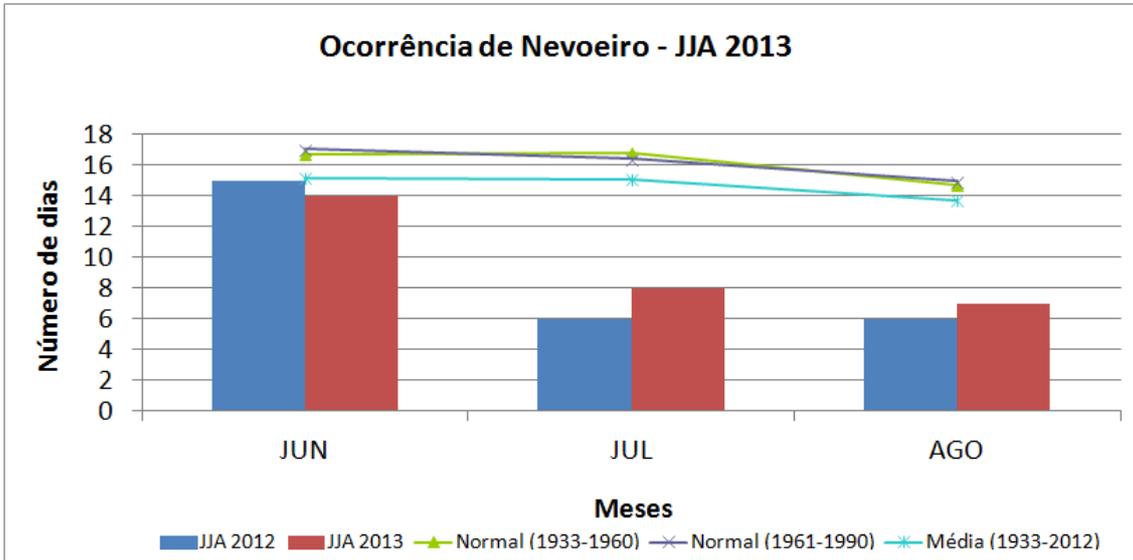


Figura 19 – Número de dias com nevoeiro no trimestre JJA 2012 (azul) e JJA 2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha azul clara representa a média 1933-2012.

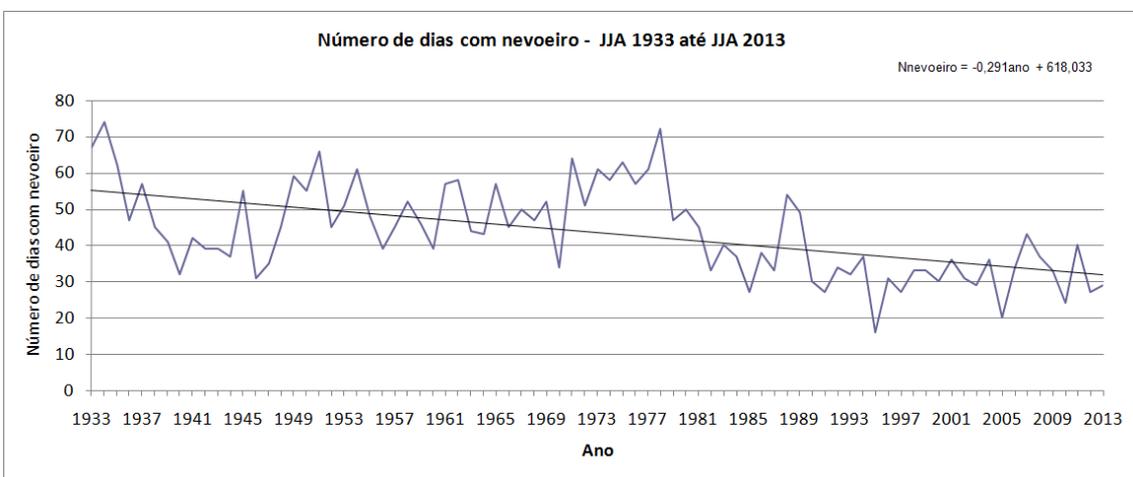


Figura 21 – Número de dias com nevoeiro no trimestre JJA de 1933-2013.

7. Trovoadas

Foram registrados 6 dias com trovoada no trimestre JJA 2013, valor ligeiramente acima da média climatológica (5 dias). No inverno passado (JJA 2012), também registramos 6 dias com to fenômeno. O número de episódios de chuvas convectivas diminui nesta estação do ano, diminuindo também a quantidade de dias com registros de trovoadas. O número de dias com trovoada aumentará novamente entre setembro e outubro, quando se inicia a estação chuvosa.

Junho/2013 destaca-se por ter registrado 5 dias com trovoada, acima da média climatológica (2 dias), conforme observamos na (Figura 22). Julho/2013 e Agosto/2013 tiveram respectivamente 1 e 0 dia com trovada, o que é ligeiramente abaixo da média climatológica, que é de 2 dias para cada um desses meses (Figura 22).

Comparando com JJA/2012, temos que Julho/2013 teve mais dias com trovoada do que Julho/2012 (Figura 22). Julho/2013 teve menos dias com trovoada que Julho/2012 e tanto Agosto/2013 quanto Agosto/2012 não apresentaram nenhuma ocorrência do fenômeno (Figura 22).

Analisando todos os trimestres JJA de 1958 até 2013, é possível verificar uma tendência muito pequena de diminuição no número de dias com trovoada, conforme exposto na equação de ajuste linear da Figura 23; entretanto, após aplicar o teste de T de Student na equação de tendência, obteve-se que a tendência é não é significativa, já que $t=-0,2$.

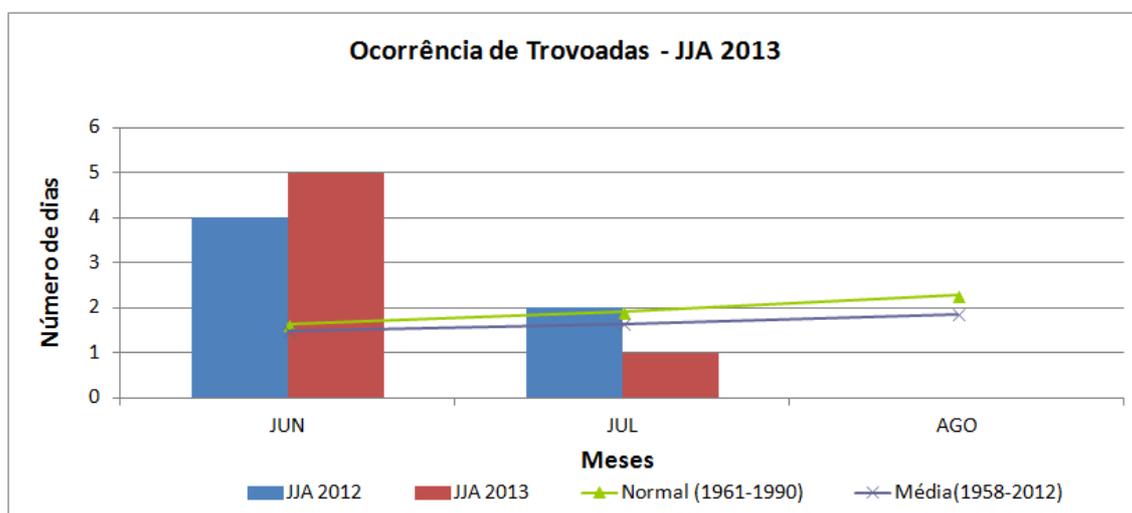


Figura 22 – Número de dias com trovoadas no trimestre JJA 2012 (azul) e JJA 2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha média representa a média 1958-2013.

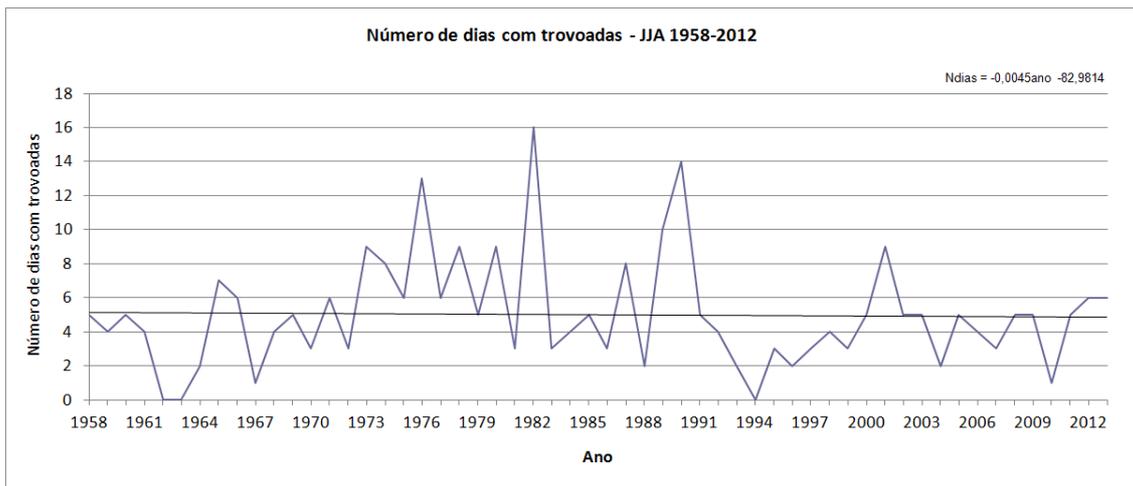


Figura 23 – Número de dias com trovoadas no trimestre JJA de 1958-2013.

8. Irradiação

Junho/2013 e Julho/2013 tiveram irradiação solar total abaixo da média climatológica (Figura 24). Agosto/2013, por outro lado, teve irradiação solar total acima da média climatológica (Figura 24). Comparando com o inverno de 2012, nota-se que Junho/2013 teve irradiação solar total ligeiramente superior a Julho/2013 (Figura 24). Por outro lado, Julho/2013 e Agosto/2013 tiveram irradiação solar total ligeiramente inferior aos mesmos meses do ano anterior (Figura 24).

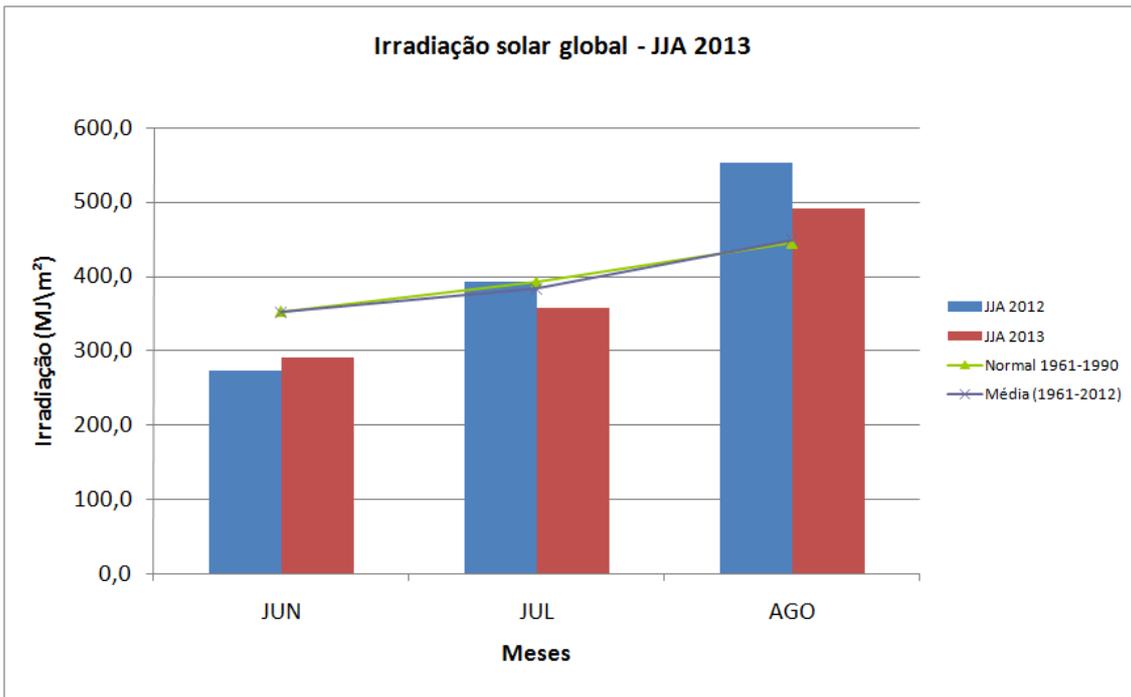


Figura 24 – Irradiação solar global no trimestre JJA 2012 (azul) e JJA 2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1961-2012.

9. Insolação

Julho/2013 e Agosto/2013 tiveram total de horas de brilho solar abaixo da média climatológica (Figura 25). Agosto/2013 ficou muito próximo da média climatológica (Figura 25).

Com relação à JJA/2012, Julho/2013 ficou ligeiramente acima de Julho/2012 (Figura 25), enquanto Julho/2013 e Agosto/2013 tiveram menos horas de brilho solar que os mesmos meses do ano anterior (Figura 25).

A Figura 26 mostra o número de horas de brilho solar médio diário.

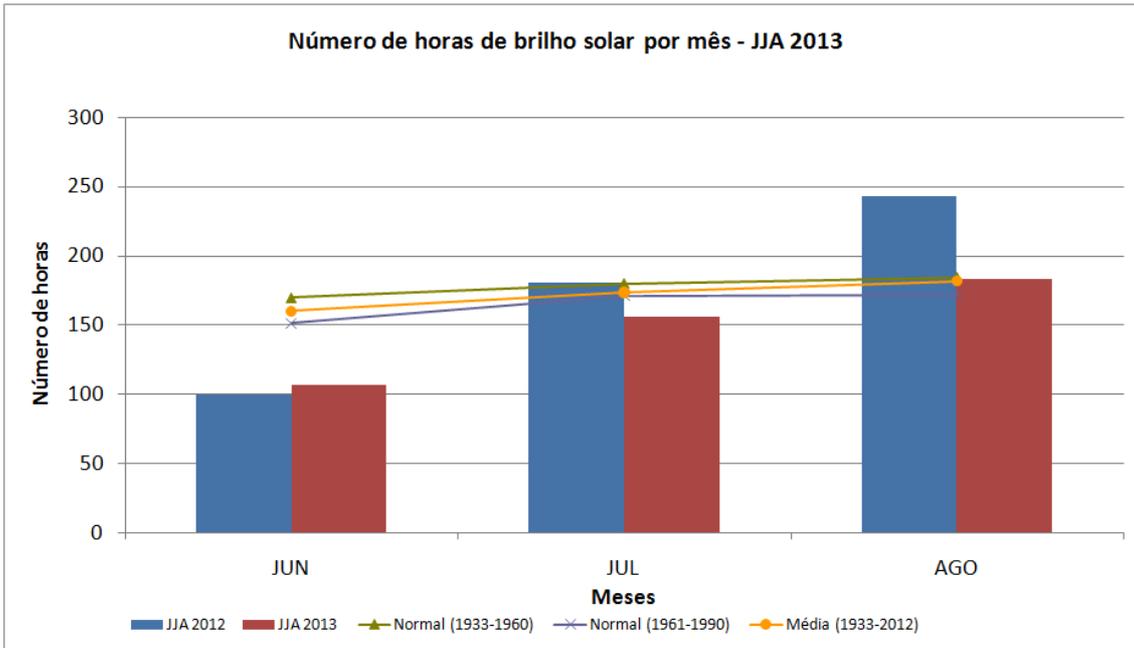


Figura 25 – Número de horas de brilho solar no trimestre JJA 2012 (azul) e JJA 2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

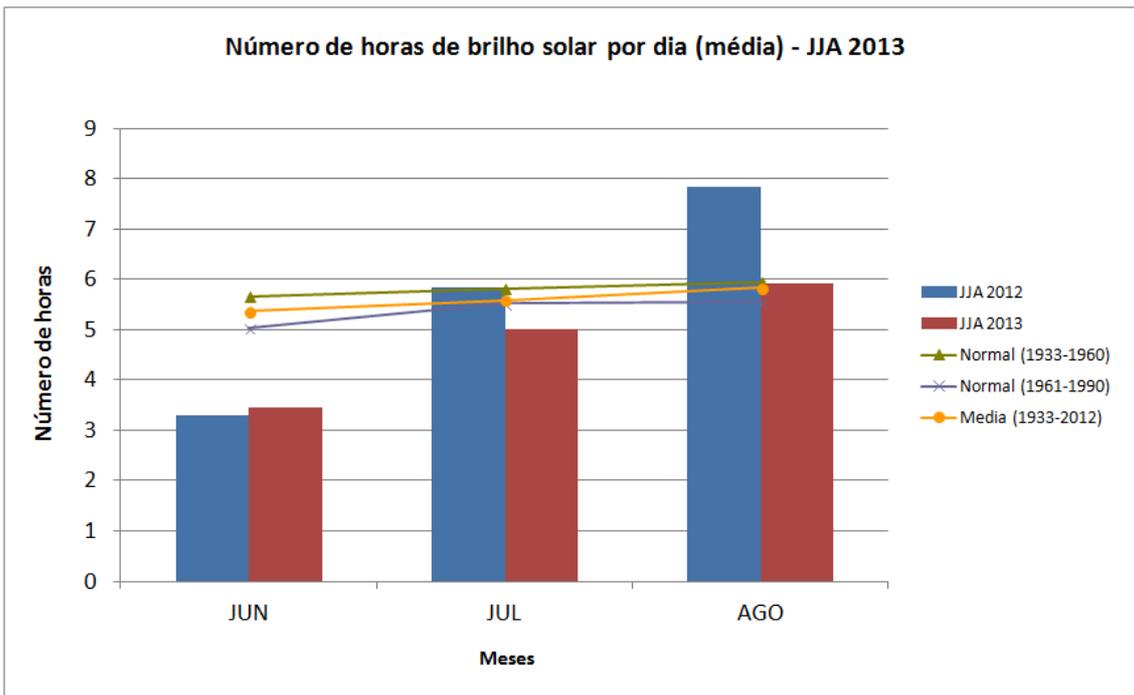


Figura 26 – Número médio diário de horas de brilho solar trimestre JJA 2012 (azul) e JJA 2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.