

# BOLETIM CLIMATOLÓGICO TRIMESTRAL DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP

- JJA 2012 -

- INVERNO -



**Seção Técnica de Serviços Meteorológicos**

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas.

Universidade de São Paulo

Neste boletim trimestral apresentamos as principais características meteorológicas observadas durante os meses Junho, Julho e Agosto de 2012 (JJA/2012) na estação meteorológica do IAG/USP. O boletim está organizado da seguinte forma: 1) precipitação; 2) temperatura; 3) umidade relativa do ar; 4) garoa; 5) orvalho; 6) nevoeiro; 7) trovoadas; 8) irradiação e; 9) insolação.

## 1. Precipitação

O trimestre de JJA/2012, o inverno de 2012, caracterizou-se por apresentar chuva acima da média climatológica e restrita basicamente a 2 meses. O total acumulado no trimestre foi de 281,2mm enquanto que a média climatológica (1933-2011) para o período é de 131,2mm. Ou seja, no inverno 2012 choveu 114% acima da média climatológica. Para fins de comparação, o inverno 2011 foi mais seco que o inverno 2012: o inverno 2011 teve total de 142,8mm, ou seja, 8% acima da média climatológica. Foi o 6º inverno mais úmido de toda a série climatológica.

De acordo com a Figura 1, os meses de junho e julho destacaram-se por terem apresentado mais chuva que a média climatológica. Em junho/2012, a chuva medida foi quase 4 vezes superior a média climatológica. Foram registrados 191,4mm, sendo o quarto mês de junho mais chuvoso de toda a série climatológica, superado por: 1983 (224,5mm), 1987 (204,4mm) e 1982 (200,9mm). Julho/2012 teve total de 88mm de chuva, 100% acima da média climatológica (Figura 1). Foi o 10º mês mais chuvoso desde 1933, sendo o mais chuvoso julho de 1989 (206,9mm).

Por outro lado, agosto foi um mês muito seco. Choveu apenas 1,8mm de chuva, 96% abaixo da média climatológica (Figura 1). Foi o 4º mês de agosto menos chuvoso. Nos primeiros lugares estão agosto/2007 (0,7mm), agosto/1950 (1,5mm) e agosto/1944 (1,6mm).

Com relação ao mesmo período do ano anterior, na Figura 1 podemos observar que os meses de junho/2012 e julho/2012 foram mais chuvosos que os mesmos meses do anterior (66% e 86%, respectivamente, mais chuvosos). Já agosto/2012 foi bem mais seco que agosto/2011 (em agosto/2012 choveu apenas 2,5% do total de agosto/2011), conforme também indica a Figura 1.

Na Tabela 1, verifica-se, dentre outras coisas, a evolução da média climatológica. Comparando as normais de 1933-1960 e de 1961-1990, verificamos que as normais 1961-1990 são maiores que as normais 1933-1960 nos três meses do inverno. Também foram calculadas as médias 1991-2011, que em 2020 serão também normais climatológicas. Estes resultados sugerem uma tendência de aumento no acumulado mensal de chuva ao longo dos anos. Esse aumento será melhor discutido na Figura 3a. Na Tabela 1 temos também a média climatológica (1933-2011), que corresponde a média de todos o período de operação da Estação Meteorológica e é o valor mais usado como referência ao longo do texto deste boletim.

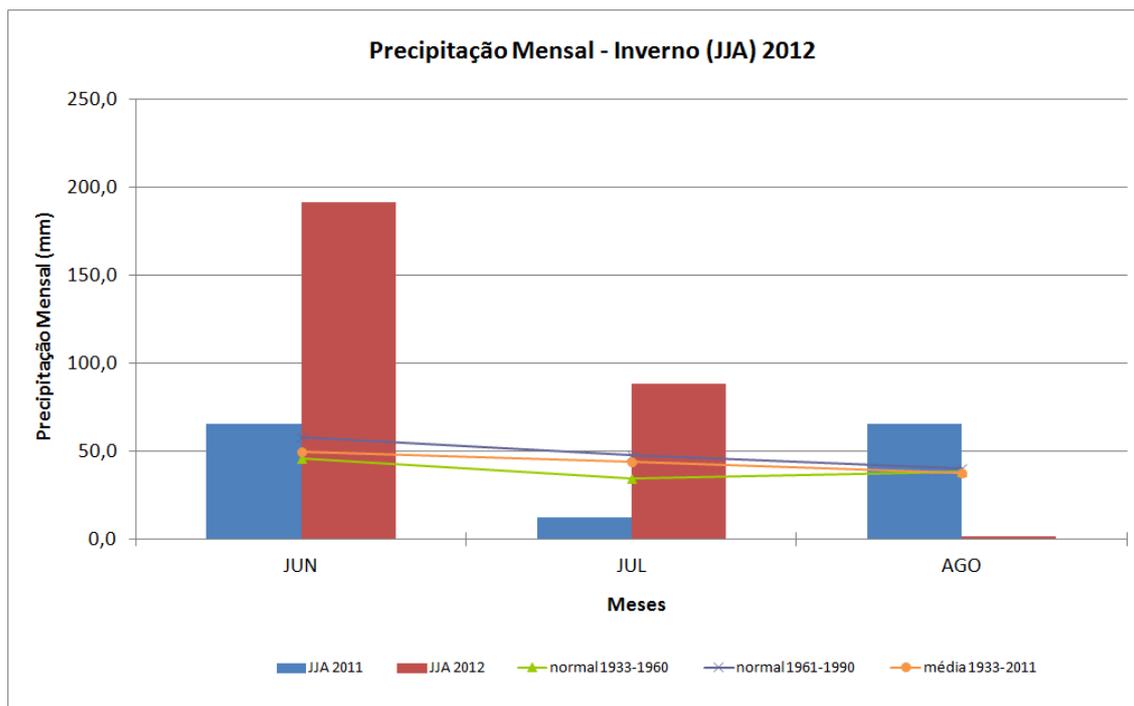


Figura 1 : Precipitação Mensal para o trimestre de inverno(JJA) de 2012 (barras vermelhas). As barras azuis representam os meses do trimestre anterior (JJA/2011). A linha verde representa a normal de 1933-1960, a linha roxa representa a normal de 1961-1990 e a linha laranja representa a média de 1933-2011.

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 (1991-2011)	42,0	51,5	33,5
Média Climatológica (1933-2011)	49,4	44,0	37,9
2011	65,4	12,2	65,2
2012	191,4	88,0	1,8
Fração (%)	387% acima	200% acima	96% abaixo

O mês de junho teve mais dias de chuva que a média climatológica (14 dias, enquanto a média é de 12 dias, conforme a Figura 2). Já julho (9 dias e média de 11 dias) e agosto (3 dias e média de 10 dias) tiveram menos dias que a média climatológica (Figura 2).

Com relação ao inverno anterior, junho/2012 teve mais dias que junho/2011 (14 e 6 dias, respectivamente), conforme Figura 2. Julho/2012 e julho/2011 tiveram a mesma quantidade de dias com chuva (9 dias, Figura 2) e agosto/2012 teve menos dias de chuva que agosto/2011 (3 dias e 11 dias respectivamente).

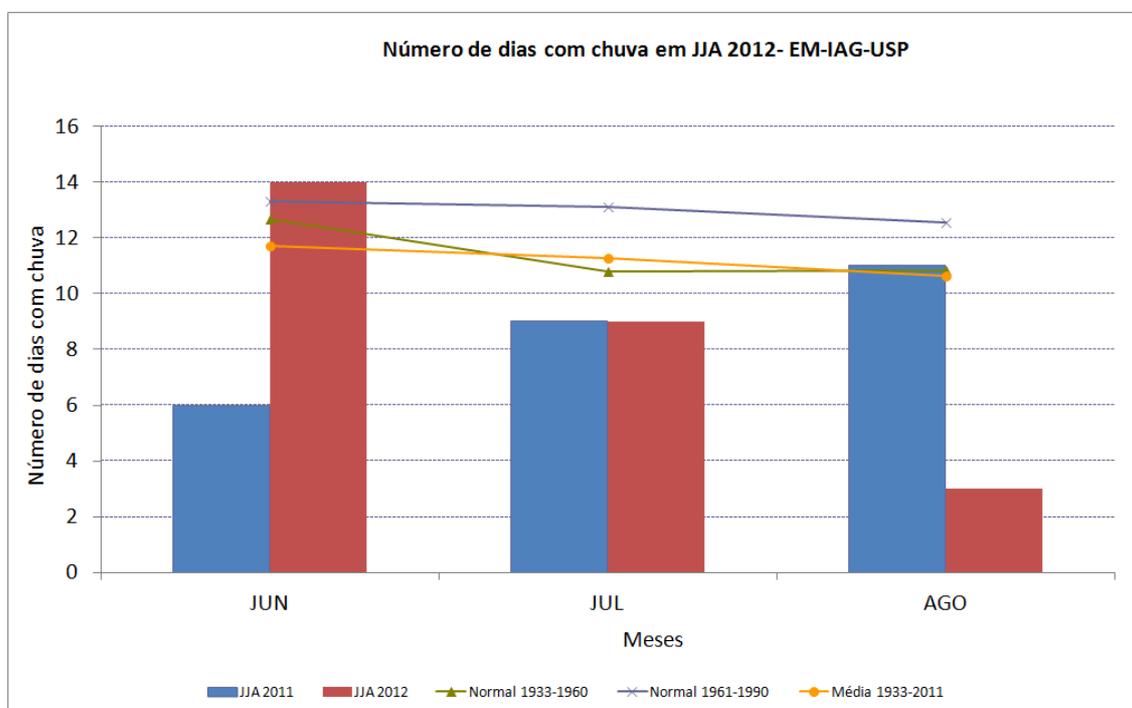


Figura 2 - Número de dias com chuva no inverno (JJA) de 2012 (em azul) e no inverno de 2011 (em vermelho). A linha verde representa a normal de 1933-1960, a linha roxa representa a normal de 1961-1990 e a linha laranja representa a média de 1933-2011.

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 pouco significativa (temos que ter  $|t| > 2,0$  para um nível de 95% de confiança<sup>1</sup>) uma vez que para os totais de chuva nos invernos de 1933-2012  $t=1,8$ .

Entretanto, se calcularmos o valor de t para os meses de junho, julho e agosto, teremos:

- junho:  $t=0,8$ , tendência pouca significativa;
- julho:  $t=2,3$ , tendência é significativa;
- agosto:  $t=-0,5$ , tendência pouca significativa;

Apesar da tendência ser pouco significativa para o trimestre todo, conforme demonstrado anteriormente, se considerássemos o ajuste linear expresso na Figura 3<sup>a</sup>, poderíamos estimar que ao longo da série tivemos:

<sup>1</sup> Tabela do Teste T de Student consultada em [http://www.icesb.ucsb.edu/gem/tabela\\_t-student.htm](http://www.icesb.ucsb.edu/gem/tabela_t-student.htm). Essa tabela foi utilizada em todos os testes T de Student feitos ao longo deste boletim. Site elaborado pela Prof. Dr. Leila Véspoli de Carvalho

- JJA (1933) até JJA (1960): aumento de 15,5mm
- JJA (1961) até JJA (1990): aumento de 16,7mm
- JJA (1991) até JJA (2012): aumento de 12,1mm
- Total - JJA(1933) até JJA (2012): aumento de 45,4mm

Considerando todos os invernos de toda a série climatológica na Figura 3a, também é possível notar como alguns invernos destacam-se da série. Alguns exemplos de invernos de destacaram-se por terem sido chuvosos:

- JJA/1976: 330,7mm
- JJA/1982: 308,1mm
- JJA/1989: 286,2mm
- JJA/2009: 292,2mm
- JJA/2012: 281,0mm

E outros invernos que destacaram-se na Figura 3a por terem sido secos:

- JJA/1985: 29,9mm
- JJA/1940: 31,5mm
- JJA/1950: 46,5mm
- JJA/2005: 48,7mm

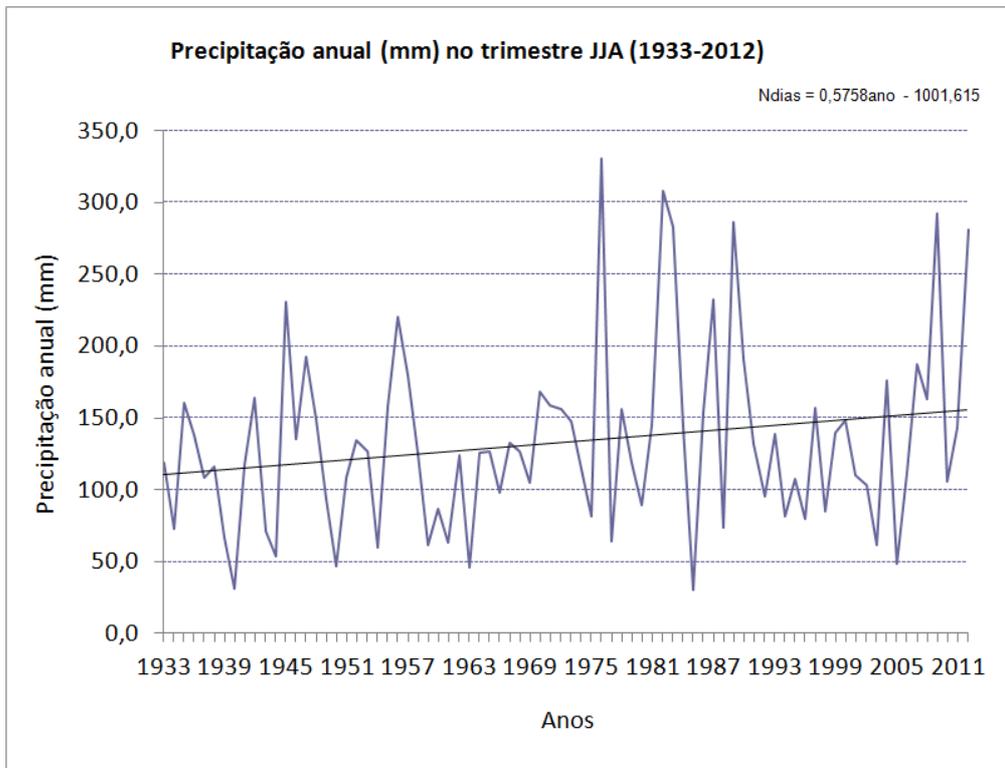
Com relação à quantidade de dias de chuva, a equação de tendência apresentada na Figura 3b mostra uma insignificante tendência de redução, ou seja, no teste T de Student obtivemos  $t=-2,5$ .

Se considerarmos a equação de tendência apresentada na Figura 3b, teremos que:

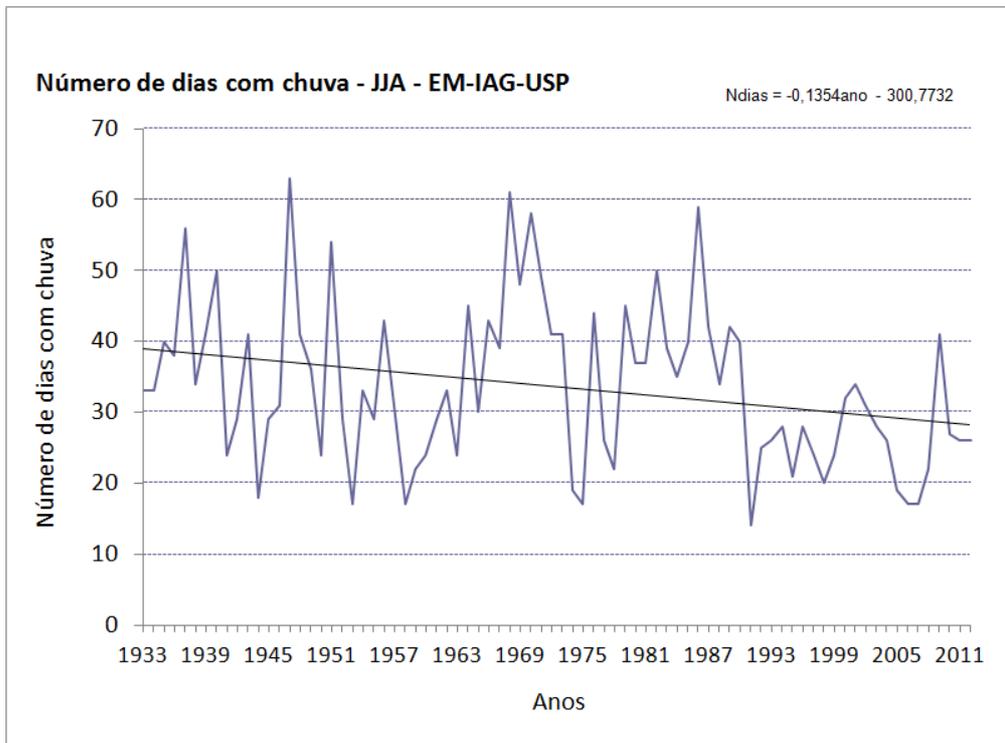
- JJA (1933) até JJA (1960): redução de 4 dias na quantidade de dias com chuva;
- JJA (1961) até JJA (1990): redução de 4 dias;
- JJA (1991) até JJA (2012): redução de 3 dias;
- Total - JJA(1933) até JJA (2012): redução de 11 dias.

Informações adicionais: no trimestre JJA/2012, o maior volume de chuva acumulado em apenas 24h foi de 52,4mm no dia 5 de junho de 2012. O maior acumulado em apenas 1h foi de 15,5mm e ocorreu das 16h às 17h do dia 17 de julho de 2012. A maior sequência de dias

sem chuva ocorreu de 6 a 27 de agosto e a maior sequência de dias seguidos com chuva ocorreu de 7 a 9 de junho. Não foi registrada ocorrência de granizo ao longo do trimestre.



a)



b)

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

Considerando a distribuição dos dias de chuva, em Junho/2012 (Figura 4a) as chuvas concentraram-se principalmente em dois períodos do mês: de 4 a 9 (117,3mm, 230% acima da média e 61% do total de junho/2012 ) e de 19 a 22(63,4mm, 128% acima da média e 33% do total de junho/2012).

Em julho/2012 (Figura 4b), a chuva total do mês concentrou-se principalmente nos dias 16 e 17 do mês (total de 60,3mm nesses dias, 137% acima da média e 69% do total deste mês).

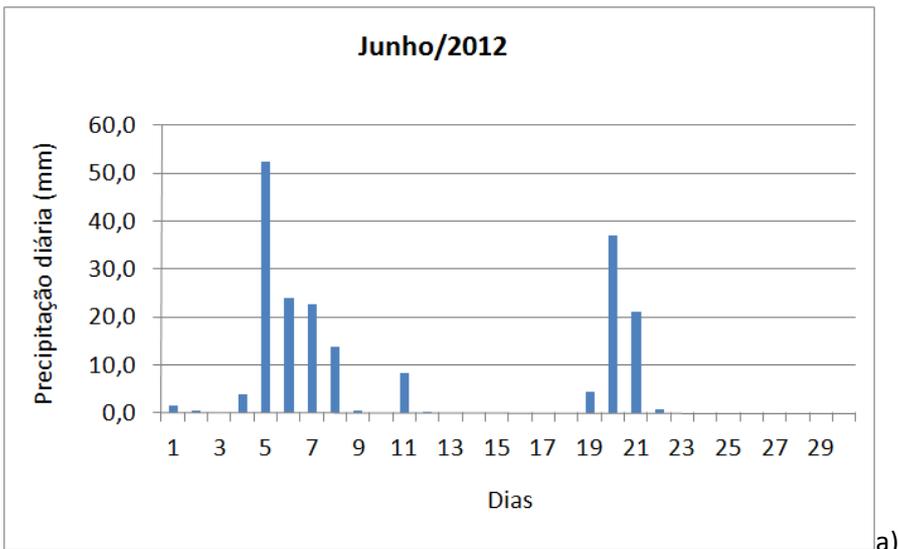
Em agosto/2012, pouca chuva foi registrada. Choveu apenas em 3 dias do mês, com total inferior a 1,0mm nesses dias (Figura 4c).

É importante ressaltar que chuva diária média representa o total acumulado em um determinado mês, dividido pela quantidade de dias efetivamente chuvosos. Sendo assim:

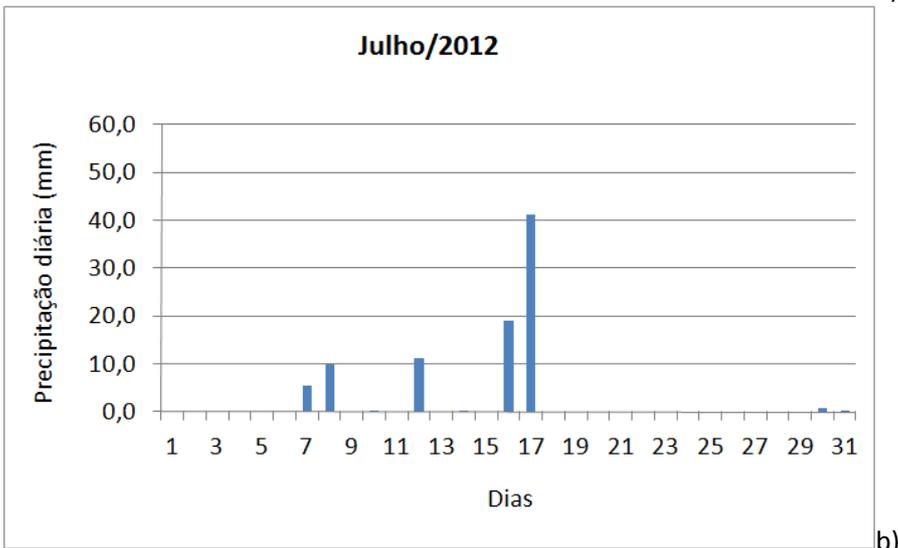
- Em Junho/2012 tivemos 14 dias com chuva (Figura 2) e chuva total de 191,4mm (Tabela 1 e Figura 1). Sendo assim, tivemos chuva diária de 13,7mm/dia. A média climatológica (1933-2011) é de 4,5mm/dia (média de 49,4mm e média de 11 dias).

- Em Julho/2012 tivemos 9 dias com chuva (Figura 2) e chuva total de 88,0mm (Tabela 1 e Figura 1). Sendo assim, tivemos chuva diária de 9,7mm/dia. A média climatológica (1933-2011) é de 4,0mm/dia (média de 44,0mm e média de 11 dias).

- Em Agosto/2012 tivemos 3 dias com chuva (Figura 2) e chuva total de 1,8mm (Tabela 1 e Figura 1). Sendo assim, tivemos chuva diária de 0,5mm/dia. A média climatológica (1933-2011) é de 3,8mm/dia (média de 37,9mm e média de 10 dias).



a)



b)



c)

Figura 4 - Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre: Junho/2012 (a); Julho/2012 (b) e Agosto/2012 (c).

## 2. Temperatura:

A temperatura média de JJA/2012 ficou acima da média climatológica, ou seja, a temperatura média do trimestre foi de 17,1°C enquanto a média climatológica (1933-2011) é de 15,7°C.

Em termos mensais (Figura 5), os três meses do trimestre tiveram médias mensais acima da média climatológica: Junho/2012 teve média de 17,0°C (média climatológica: 15,7°C), Julho/2012 teve média de 16,4°C (média climatológica: 15,2°C) e Agosto/2012 teve média de 17,8°C (média climatológica: 16,3°C).

Com relação a JJA/2011, os meses de Junho/2012 e Agosto/2012 tiveram médias mensais superiores aos mesmos meses do ano anterior, enquanto a temperatura média de Julho/2012 foi igual a de Julho/2011 (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 1,3°C para os mês de Junho;
- Aumento de 1,2°C para o mês de Julho;
- Aumento de 1,5°C para o mês de Agosto;

Analisando a média (1991-2011), também observamos um aumento em relação às normais anteriores (1933-1960 e 1961-1990), conforme também indica Tabela 2.

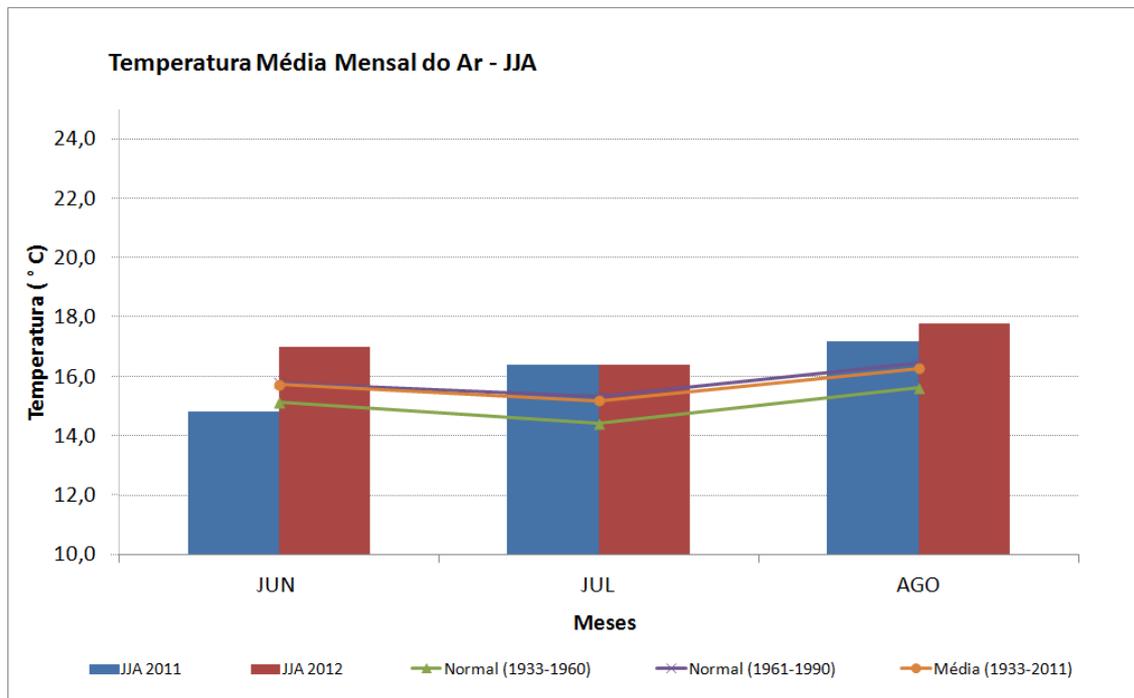


Figura 5 - Temperatura média mensal do ar para JJA/2011 (em azul) e JJA/2012 (em vermelho). A linha verde representa a normal de 1933-1960, a linha roxa representa a normal de 1961-1990 e a linha laranja representa a média de 1933-2011.

**Tabela 2 - Temperatura (°C) média dos meses JJA/2011 e DJF/2012, 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)	14,4	15,6	16,4
Normal (1961-1990)	15,8	15,3	16,5
Média (1991-2011)	16,5	16,1	16,9
Média Climatológica (1933-2011)	15,7	15,2	16,3
2011	14,8	16,4	17,2
2012	17,0	16,4	17,8
Fração (%)	1,1% acima	1,1% acima	1,1% acima

A maior temperatura registrada nesse período foi 28,4°C no dia 21 de agosto e a menor temperatura foi registrada no dia 14 de julho: 5,4°C. A maior amplitude térmica do trimestre foi 15,7°C, registrada no dia 15 de agosto (mínima de 19,3°C e máxima de 26,8°C) e a menor amplitude térmica foi 2,5°C e ocorreu no dia 6 de junho (mínima de 15,0°C e máxima de 17,5°C).

A temperatura média máxima do mês de junho/2012 (21,6°C) ficou ligeiramente abaixo da média climatológica (22,1°C). Por outro lado, julho/2012 e agosto/2012 tiveram médias máximas ligeiramente acima da média climatológica (22,8°C para junho/2012 e média climatológica de 21,7°C; 25,4°C para agosto/2012 e média climatológica de 23,3°C), conforme indicam a Figura 6 e a Tabela 3.

Comparando o trimestre JJA/2012 com JJA/2011, verificamos que os meses de junho/2012 e julho/2011 tiveram praticamente as mesmas médias máximas (21,6°C e 21,7°C, respectivamente). O mesmo pode ser dito com relação a julho/2012 e julho/2011 (22,8°C e 23,1°C). Por outro lado, agosto/2012 teve temperatura média máxima maior que agosto/2011 (25,4°C e 23,9°C respectivamente), de acordo com informações da Figura 6 e a Tabela 3.

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

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

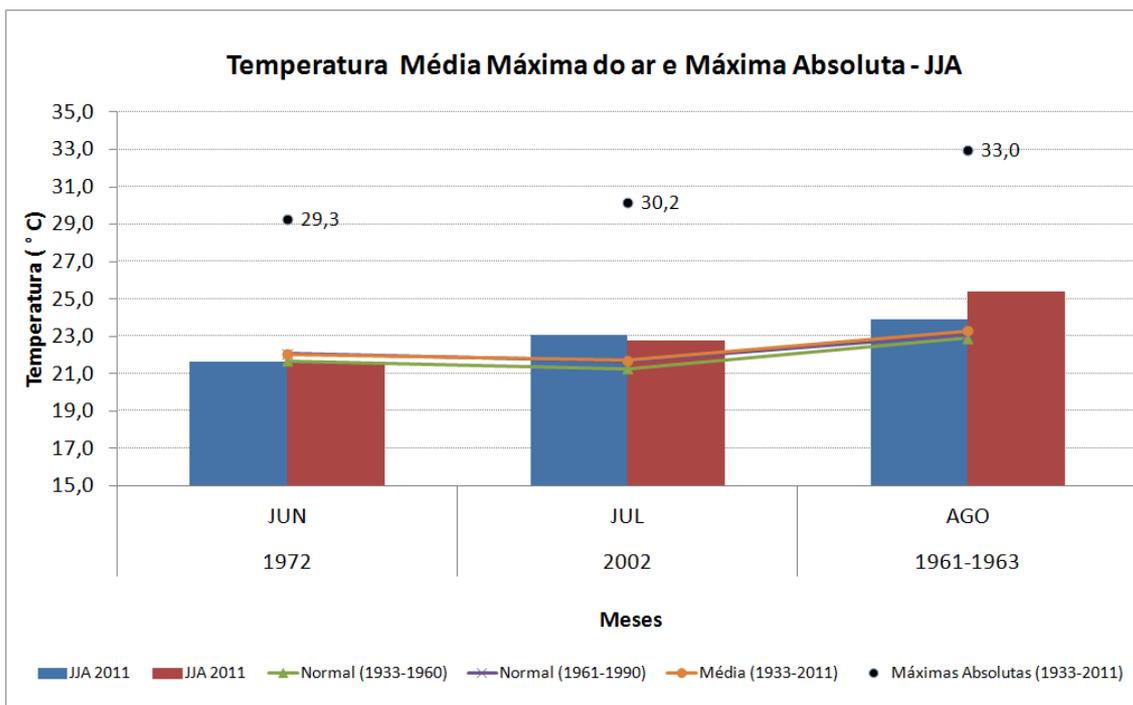


Figura 6 - Temperatura média máxima mensal do ar para JJA/2011 (em azul) e JJA/2012 (em vermelho). A linha verde representa a normal de 1933-1960, a linha roxa representa a normal de 1961-1990 e a linha laranja representa a média de 1933-2011.

Tabela 3- Temperatura média máxima (°C) dos meses JJA/2011 e JJA/2012, 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 (1991-2011)	22,6	22,4	24,0
Média Climatológica (1933-2011)	22,1	21,7	23,3
2011	21,7	23,1	23,9
2012	21,6	22,8	25,4
Fração (%)	3% abaixo	5% acima	9% acima

A temperatura média mínima mensal (Figura 7) ficou acima da média climatológica em todos os meses do trimestre, o que podemos ver na Figura 7 e a Tabela 4. Podemos destacar junho/2012, que teve média mínima de 13,7°C, 22,3% acima da média climatológica (Tabela 4)

Fazendo uma comparação com os mesmos meses do ano anterior, observa-se que junho/2012 teve média mínima bastante acima de junho/2011 (13,7°C e 9,7°C, respectivamente), conforme Figura 7 a Tabela 4. Já julho/2012 teve média mínima muito próxima a julho/2011

(11,7°C e 11,8°C, respectivamente) e agosto/2012 teve média mínima ligeiramente superior a agosto/2011 (12,9°C e 12,5°C, respectivamente).

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

- Aumento de 0,9°C para os mês de Junho;
- Aumento de 0,6°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.

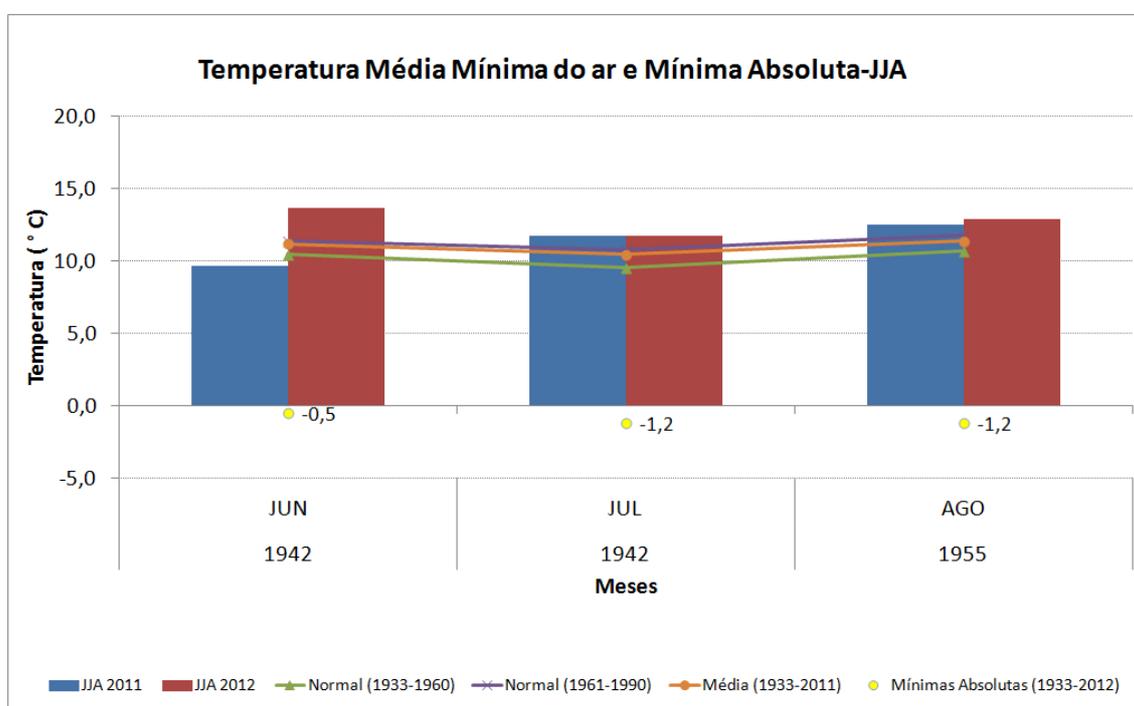


Figura 7 - Temperatura média mínima mensal do ar para JJA/2011 (em azul) e JJA/2012 (em vermelho). A linha verde representa a normal de 1933-1960, a linha roxa representa a normal de 1961-1990 e a linha laranja representa a média de 1933-2011.

Tabela 4 - Temperatura média mínima dos meses JJA/2011 e JJA/2012, 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 (1991-2011)	12,0	11,4	11,9
Média Climatológica (1933-2011)	11,2	10,5	11,4
2011	9,7	11,8	12,5
2012	13,7	11,7	12,9
Fração (%)	22,3% acima	11,4% acima	13,2% acima

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 mínima anual do trimestre (Figura 8b), o teste T de Student também indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ( $t=7,1$ ). 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 máxima anual do trimestre (Figura 8c), o teste T de Student 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 8c representa bem a evolução da temperatura média máxima anual para o trimestre JJA.

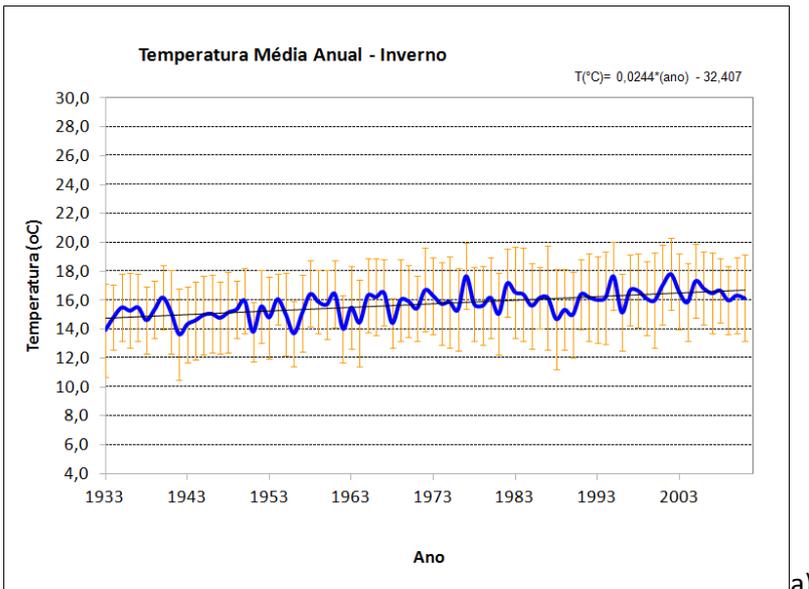
Após constatarmos que o ajuste linear representa bem os dados nas Figura 8a, Figura 8b e Figura 8c, levando em consideração as equações de ajuste linear expostas em cada um dos gráficos, temos que:

- de 1933-1960: um aumento de 0,7°C para a média; 0,4°C para a média máxima e 0,8°C para a média mínima.

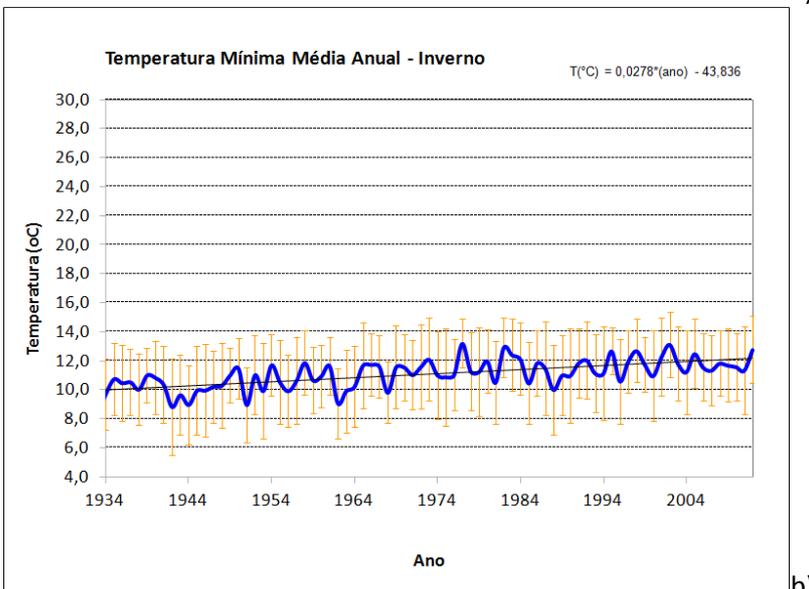
- de 1961-1990: um aumento de 0,7°C para a média; 0,5°C para a média máxima e 0,8°C para a média mínima.

- de 1991-2011: um aumento de 0,5°C para a média; 0,3°C para a média máxima e 0,6°C para a média mínima.

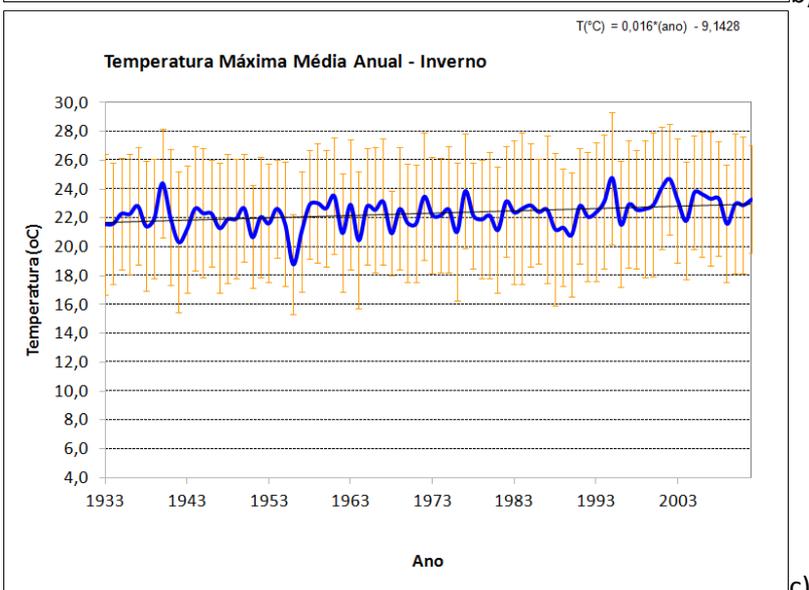
- de 1933-2011, um aumento de 1,9°C para a temperatura média; 1,3°C para a média máxima e de 2,2°C para a média mínima.



a)



b)



c)

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

Por fim, o ciclo diário de temperatura (Figura 9) aponta que na média, as temperaturas em todos os horários do inverno/2012 foram mais altas que no mesmo período do ano anterior, com destaque especial para a noite e para a madrugada, onde as diferenças foram superiores a 1,0°C.

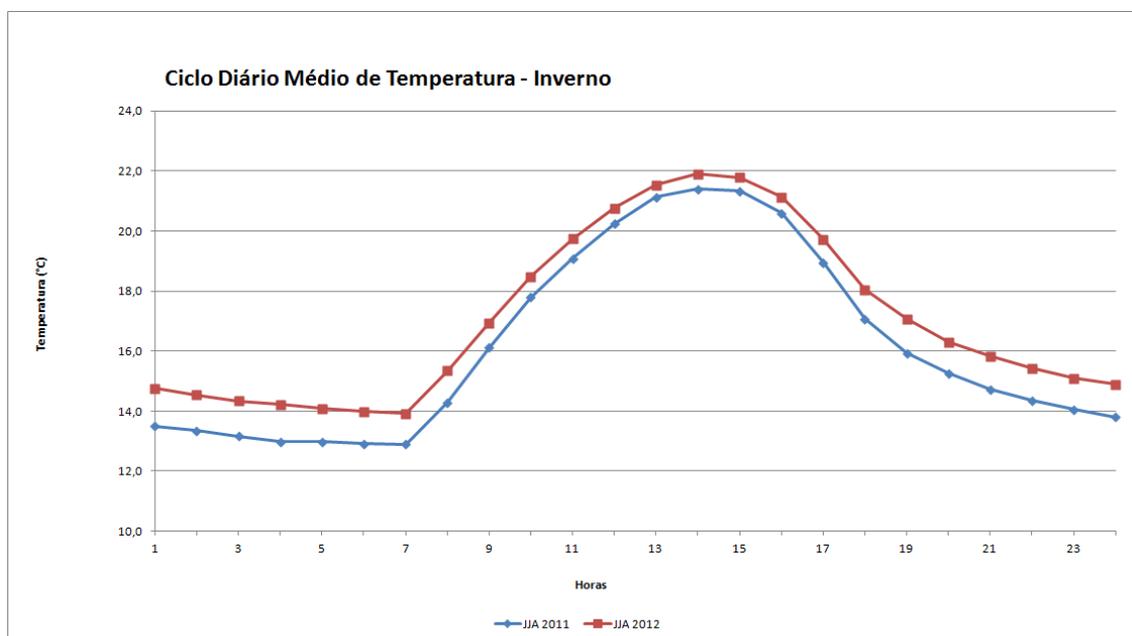


Figura 9 - Ciclo diário médio de temperatura para o inverno 2011 (em azul) e 2012 (em vermelho).

### 3. Umidade relativa do ar

O mês de Junho/2012 teve umidade relativa média acima da média climatológica (88,6% e média climatológica de 80,7%), de acordo com a Figura 10. Conforme vimos na Figura 1 e na Tabela 1, julho/2012 foi um mês bastante chuvoso. Os meses de julho/2012 e agosto/2012 tiveram umidade relativa média abaixo da média climatológica (julho: 77,7% e média climatológica de 79,2%; agosto: 74,3% e média climatológica de 77,2%), de acordo com a Figura 10.

Com relação aos mesmos meses do inverno/2011, junho/2012 foi mais úmido que junho/2011 (86,1% e 81,1%, respectivamente), enquanto junho/2012 foi mais seco que junho/2011 (77,7% e 79,3%, respectivamente) e agosto/2012 também foi mais seco que agosto/2011 (74,3% e 77,3%, respectivamente), conforme a Figura 10.

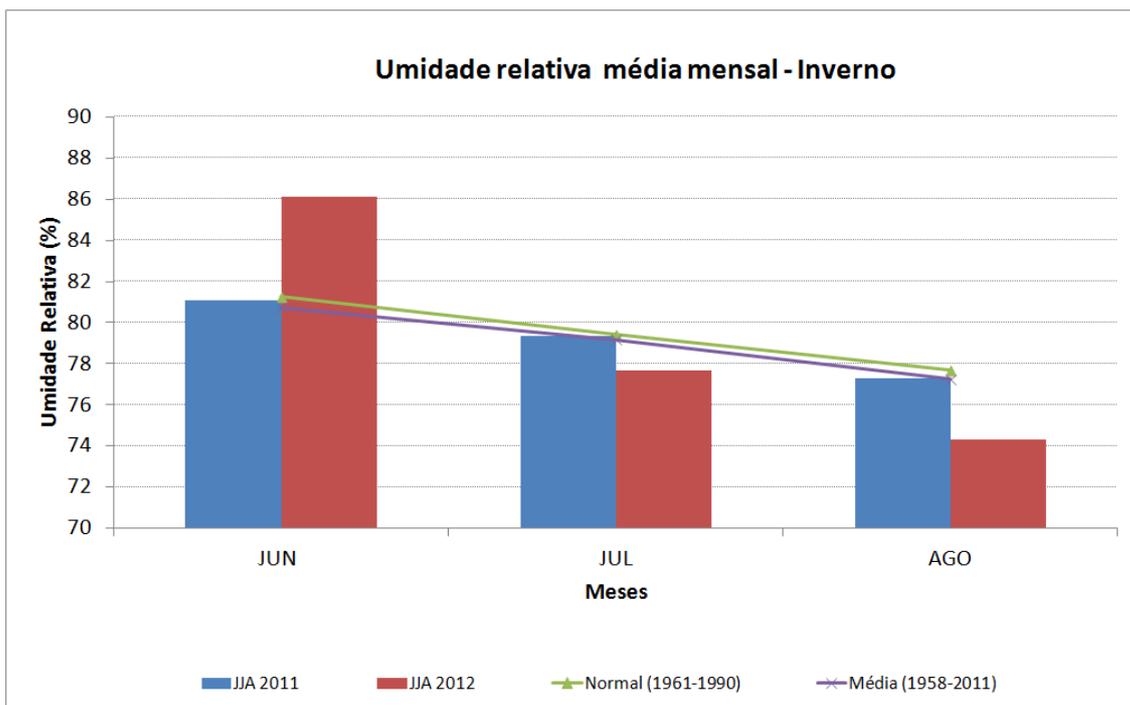


Figura 10 - Umidade relativa média mensal para JJA/2011 (em azul) e JJA/2012 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2011.

A umidade relativa média mínima mensal (Figura 11) esteve acima da média climatológica no mês de junho/2012 (67,4% e média climatológica de 67,4%). Como no caso da Figura 10, os meses de julho/2012 e agosto/2012 também tiveram valores inferiores à media climatológica, já que julho/2012 teve média mínima de 52% (média climatológica: 52,3%) e agosto/2012 teve média mínima de 41,5% (média climatológica de 49,7%).

Com relação aos mesmos meses do inverno/2011, a Figura 11 indica que junho/2012 foi mais úmido que junho/2011 (67,4% e 52,6% respectivamente); julho/2012 foi ligeiramente mais seco que julho/2011 (52,0% e 52,4%) e agosto/2012 foi significativamente mais seco que agosto/2011 (41,5% e 49,7%).

Os círculos amarelos na Figura 11 indicam os recordes de mínimos absolutos (1958-2012) para cada um dos meses do trimestre. No dia 21 de agosto de 2012 tivemos umidade relativa mínima de 14%, que é o valor mínimo de umidade relativa obtido em um mês de agosto e também é o menor valor do inverno/2012. Este valor iguala-se a outros dois recordes do mesmo mês, obtidos nos dias 31 de agosto de 1963 e 28 de agosto de 1993.

Ao longo do trimestre, tivemos apenas 3 dias com umidade relativa abaixo dos 30% (a média climatológica para o trimestre é de 8 dias). Por outro lado, se formos levar em consideração a quantidade de dias com UR<40%, tivemos 29 dias ao longo de todo o trimestre, que é o mesmo valor da média climatológica. Conforme vimos anteriormente, os meses de junho/2012 e julho/2012 foram bem úmidos, enquanto agosto/2012 foi seco (Figura 1, Figura 10 e Figura 11). Sendo assim, ao calcularmos o total de dias com umidade relativa abaixo de 40%, temos um valor que é igual à média climatológica (29 dias), pois os meses de junho e julho compensaram o mês de agosto no total. Dessa maneira, vamos analisar os meses individualmente no quesito número de dias com baixa umidade relativa.

O mês de junho/2012 apresentou apenas um dia com umidade relativa inferior a 40%, abaixo da média climatológica, que é 3 dias (Figura 12). Por outro lado, os meses de julho/2012 e agosto/2012 tiveram mais dias com esta característica, quando comparados com a média climatológica (julho: 11 dias e média climatológica de 3 dias; agosto: 17 dias e média climatológica de 4 dias).

Com relação ao inverno/2011, nota-se que junho/2012 teve menos dias com esta característica, quando comparado a junho/2011 (1 e 3 dias, respectivamente), julho/2012 também teve menos dias com esta característica quando comparado com julho/2011 (11 e 12 dias respectivamente) e finalmente, agosto/2012 teve mais dias secos que agosto/2011 (17 e 14 dias respectivamente).

Nota-se que agosto/2012 foi um mês de destaque pela secura, o que já foi discutido na seção 1 (Precipitação). De acordo com o ranking de média mínima de umidade relativa, temos que agosto foi o 4º mês mais seco desde 1958. Os primeiros colocados neste ranking de média mínima de umidade relativa são:

1º agosto/1988: 39,5%

2º agosto/1975: 39,8%

3º agosto/1999: 40,9%

4º **agosto/2012**: 41,5%

Levando em consideração o ranking de quantidade de dias com baixa umidade relativa (umidade inferior a 40%), agosto/2012 também está em quinto lugar. Abaixo, a classificação:

1º agosto/1995: 21 dias

2º agosto/1961, agosto/1985: 20 dias

3º agosto/1975, agosto/1988: 19 dias

4º agosto/1965, agosto/1967 e agosto/2002: 18 dias

5º agosto/1974, agosto/1996 e **agosto/2012**: 17 dias

Avaliando o número de dias com umidade relativa inferior a 40% em toda a série do trimestre JJA desde 1958, nota-se que há uma tendência de aumento na quantidade de dias com esta característica (Figura 13), apesar das flutuações interanuais. Entretanto esta tendência não é significativa de acordo com o teste T de Student.

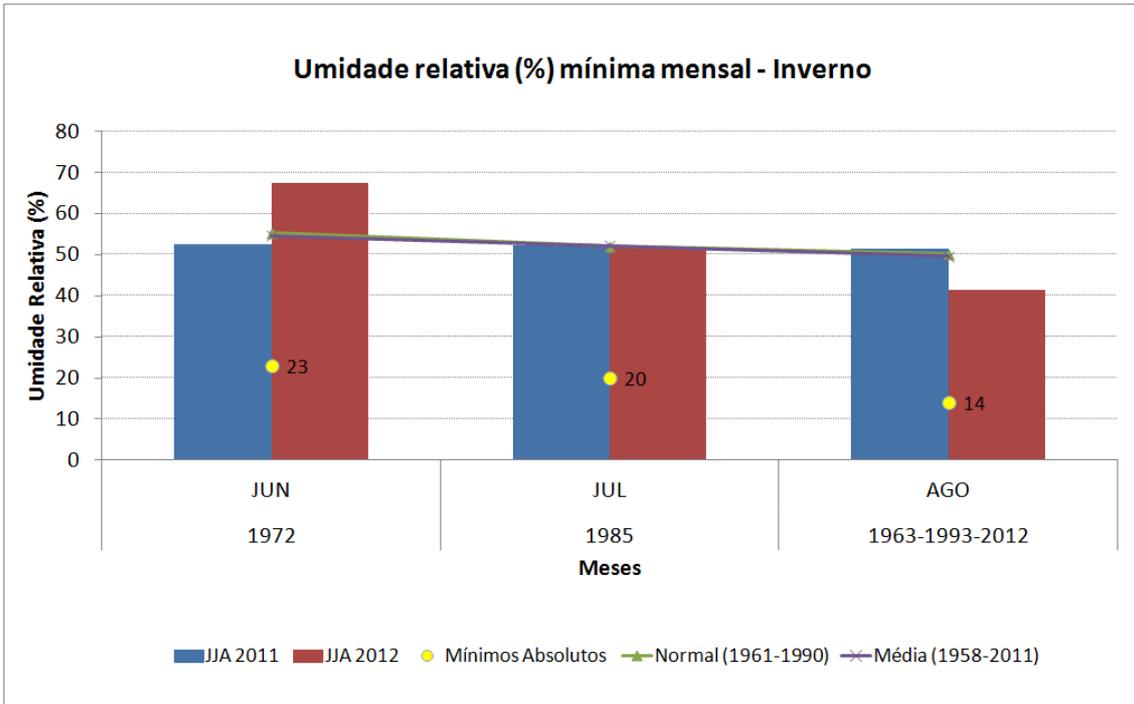


Figura 11 - Umidade relativa média mínima mensal para o JJA/2011 (em azul) e JJA/2012 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2011.

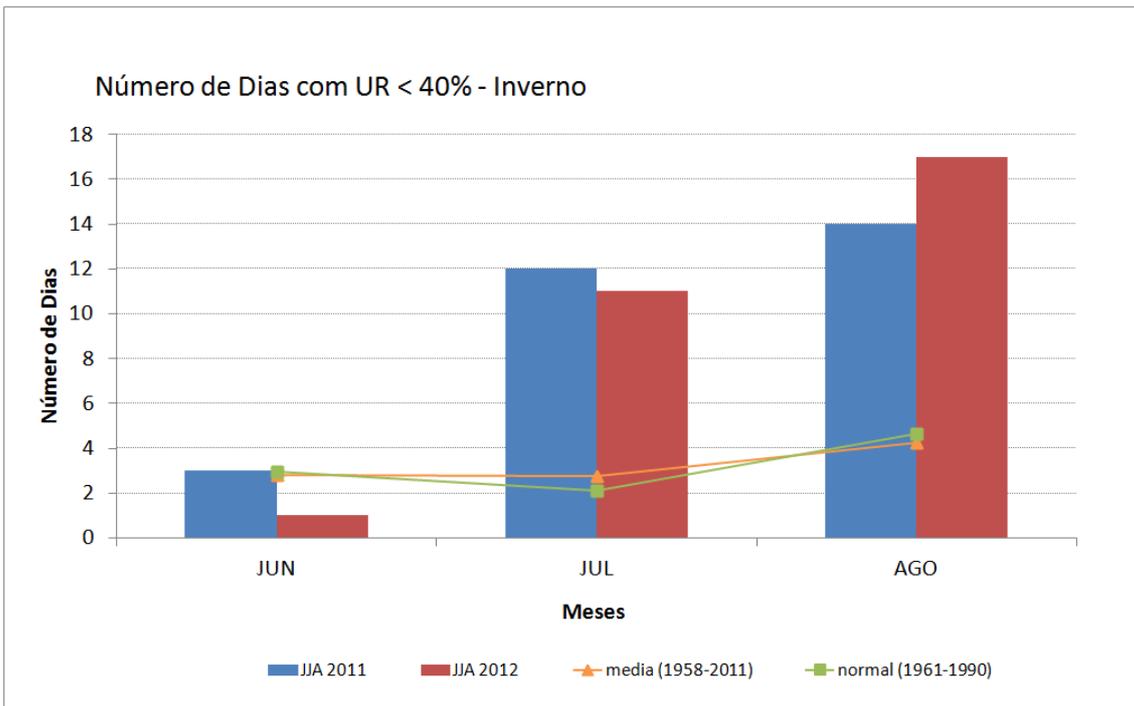


Figura 12 - Número de dias com UR inferior a 40% para JJA/2011 (em azul) e JJA/2012 (em vermelho). Além disso, a linha laranja mostra a média 1958-2011 e a linha verde mostra a normal 1961-1990.

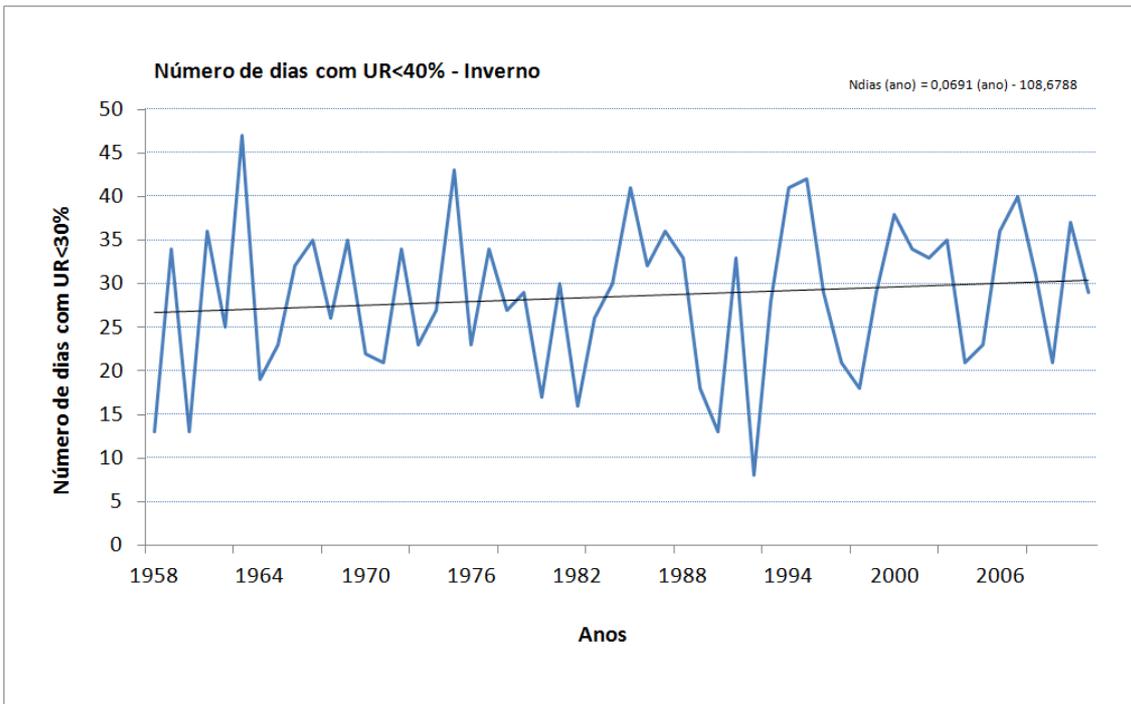


Figura 13 - Número de dias com umidade relativa inferior a 40% no trimestre JJA de 1958-2012.

Avaliando o ciclo diário de umidade relativa (Figura 14), verifica-se que os valores médios horários JJA/2012 ficaram muito próximos dos valores médios horários de JJA/2011.

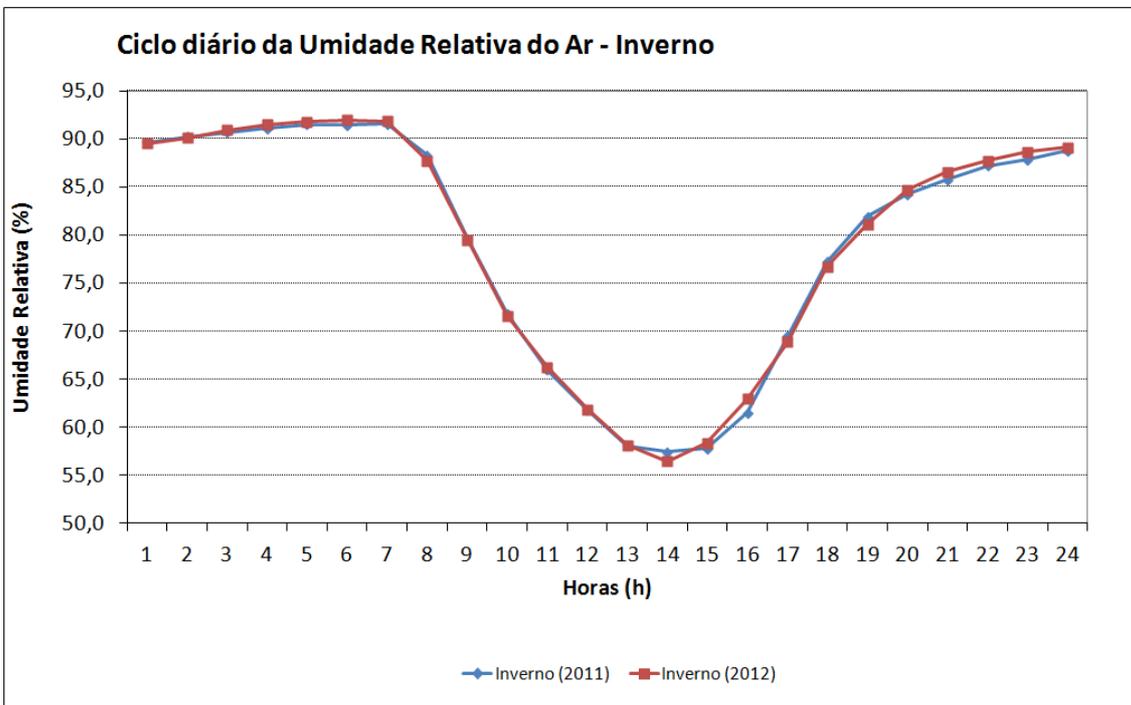


Figura 14 - Ciclo diário médio de Umidade Relativa para JJA/2011 (em azul) e JJA/2012 (em vermelho).

#### 4. Garoa

Durante JJA/2012 foram registrados 21 dias com garoa, ligeiramente acima da média climatológica (18 dias). O trimestre JJA/2011 (inverno anterior) teve 19 dias com este fenômeno.

O mês de junho/2012 teve mais dias de garoa que a média climatológica (12 dias e a média climatológica é de 5 dias). Já os meses de julho/2012 e agosto/2012 tiveram menos dias com este fenômeno se comparados a média climatológica (julho/2012: 5 dias e média climatológica de 6 dias e agosto/2012: 4 dias e média climatológica de 7 dias), conforme Figura 15.

Com relação ao mesmo período do ano anterior, junho/2012 teve mais dias com garoa que junho/2011 (12 e 4 dias, respectivamente); julho/2012 teve menos dias com garoa que julho/2011 (5 e 6 dias respectivamente) e agosto/2012 também teve menos dias com garoa que agosto/2011 (4 e 9 dias respectivamente), conforme indica a Figura 15.

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 16) o que foi comprovado pelo teste de T de Student.

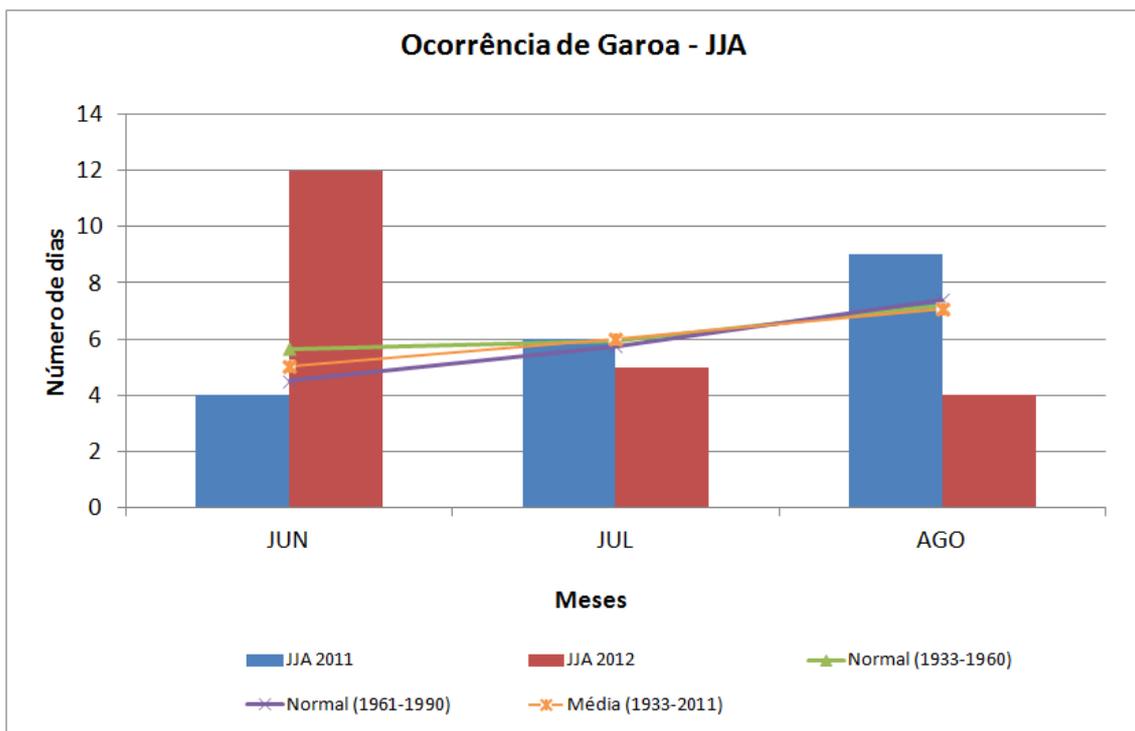


Figura 15 – Número de dias com garoa no trimestre JJA/2011 (azul) e JJA/2012 (vermelho). A linha verde representa a normal (1933-1960), a linha roxa representa a normal (1961-1990) e a linha laranja representa a média (1933-2011).

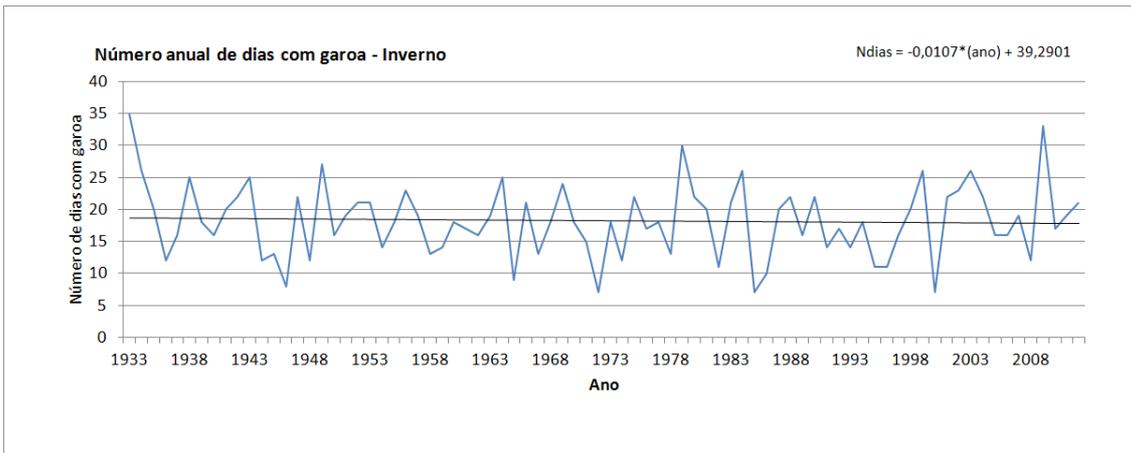


Figura 16 - Número de dias com garoa no trimestre JJA de 1933-2012.

## 5. Orvalho

Durante o trimestre JJA/2012 foram registrados 57 dias com orvalho enquanto que a média climatológica para este período é de 41 dias. JJA/2011 teve 53 dias com este fenômeno. Julho/2012 e agosto/2012 apresentaram menos dias com orvalho que as respectivas médias climatológicas, enquanto junho/2012 teve quantidade igual à média climatológica (Figura 17).

Com relação a JJA/2011 (Figura 17), junho/2012 teve menos dias com orvalho que junho/2011 (15 e 24 dias respectivamente), julho/2012 também teve menos dias com o fenômeno quando comparado a julho/2011 (19 e 21 dias respectivamente) e agosto/2012 teve mais dias com orvalho que agosto/2011 (24 e 7 dias respectivamente), conforme Figura 17.

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 18). Porém existe 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.

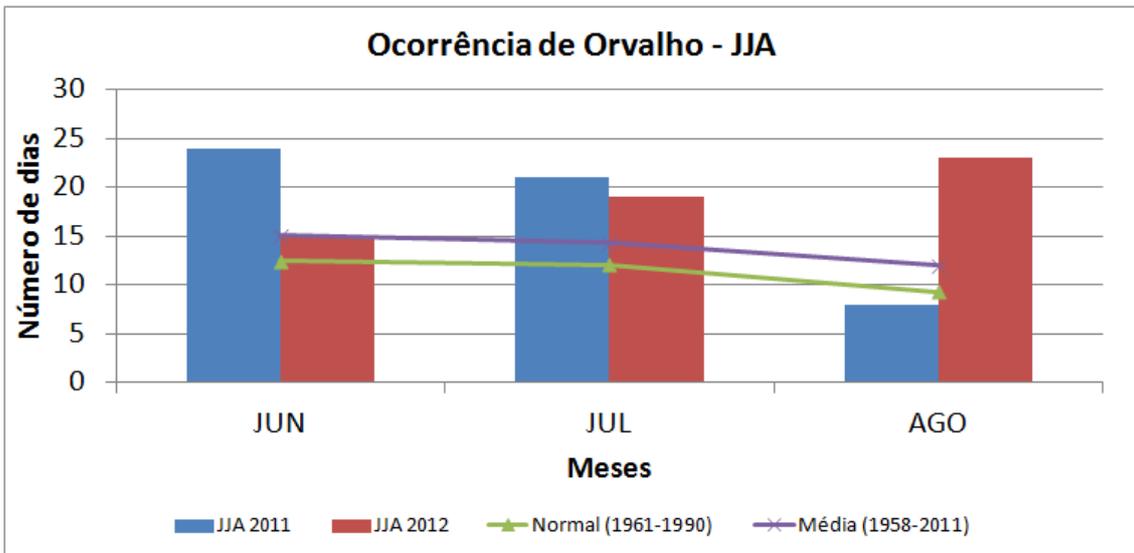


Figura 17 - Número de dias com orvalho no trimestre JJA/2011(azul) e JJA/2012 (vermelho). A linha verde representa a normal (1961-1990) e a linha roxa representa a média (1958-2011).

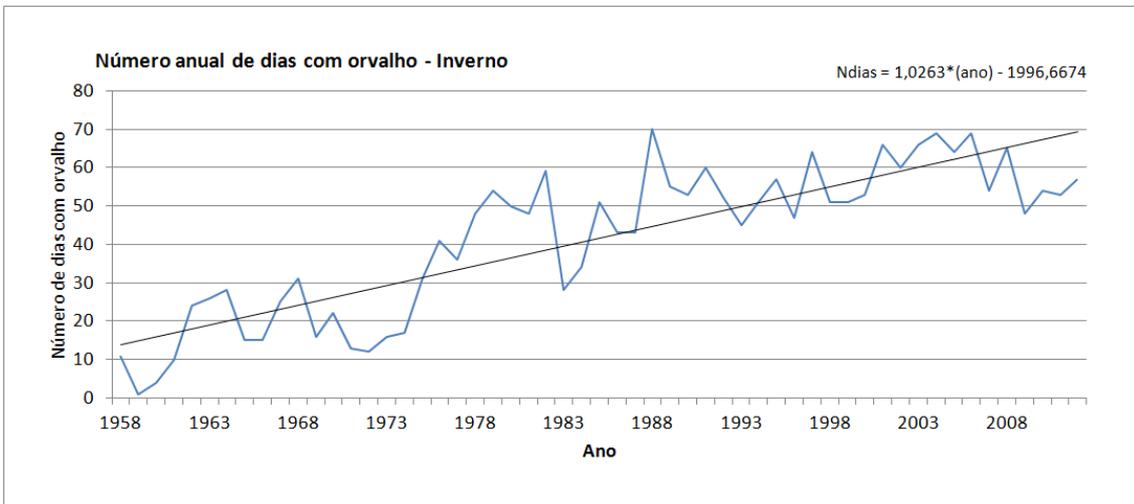


Figura 18 - Número de dias com orvalho no trimestre JJA de 1958-2012.

## 6. Nevoeiro

Durante o trimestre JJA/2012, foram registrados 29 dias com nevoeiro, o que é abaixo da média climatológica (44 dias). Os mês de junho/2012 teve 17 dias com nevoeiro, mesmo valor que a média climatológica (Figura 19). Por outro lado, os meses de junho/2012 e agosto/2012 tiveram menos dias com fenômeno, quando comparados com a média climatológica (julho: 6 dias e média climatológica de 16 dias; agosto: 6 dias e média climatológica de 15 dias), conforme a Figura 19.

Com relação ao inverno/2011, junho/2012 teve mais dias com nevoeiro quando comparado a junho/2011 (17 e 16 dias, respectivamente); julho/2012 teve menos dias com nevoeiro quando comparado a julho/2011 (6 e 13 dias, respectivamente) e agosto/2012 também teve menos

dias com nevoeiro quando comparado a agosto/2011 (6 e 11 dias, respectivamente), conforme Figura 19.

Analisando o número de dias com nevoeiro em todos os verões desde 1933 (Figura 20), observa-se uma tendência de diminuição do número de dias de orvalho 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% ( $t=-5,5$ ).

Sendo assim, de acordo com a equação de tendência exposta na Figura 20, houve uma redução de 23 dias na ocorrência de nevoeiro no trimestre JJA, de 1933 até 2012.

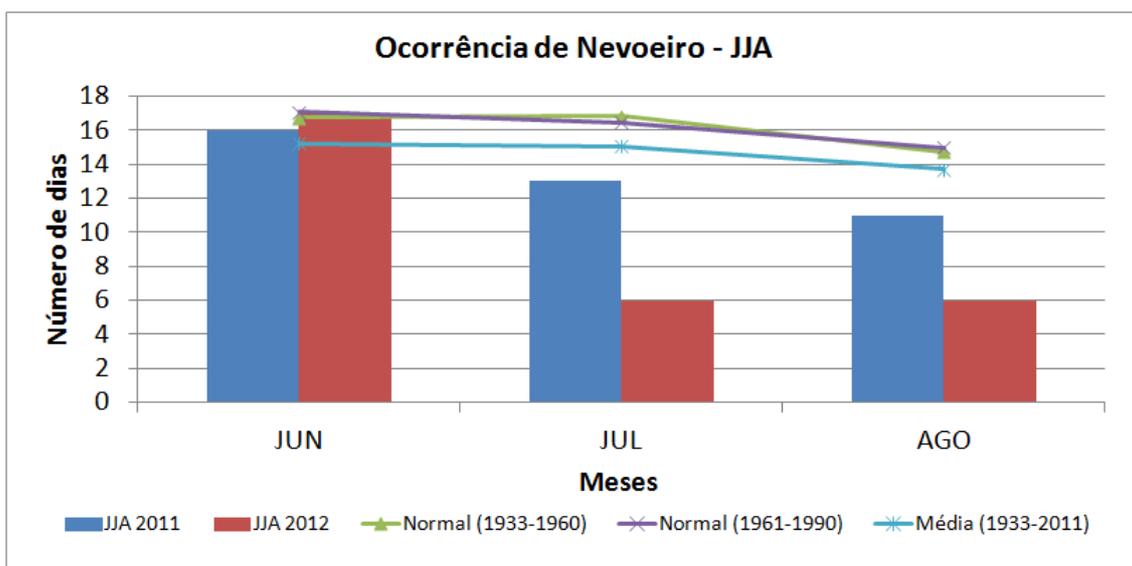


Figura 19 - Número de dias com nevoeiro no trimestre JJA/2011 (azul) e JJA/2012 (vermelho). A linha verde representa a normal (1933-1960), a linha roxa representa a normal (1961-1990) e a linha azul clara representa a média (1933-2011).

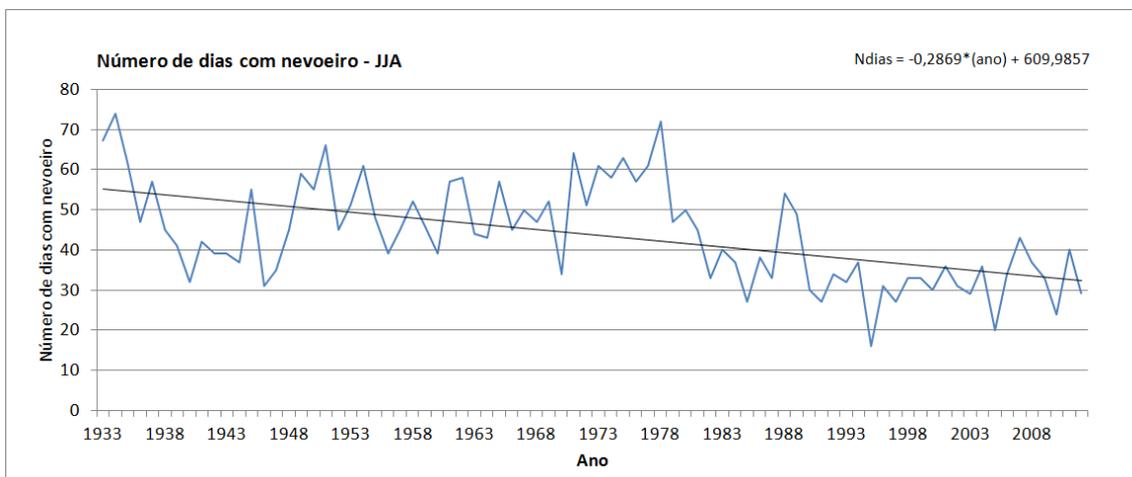


Figura 20 - Número de dias com nevoeiro no trimestre JJA de 1933-2012.

## 7. Trovoadas

O número de dias com trovoada ao longo de JJA/2012 foi de 6 dias. A média climatológica é de 5 dias. No inverno passado (JJA/2011), registramos 5 dias com trovoadas. Desde o início do registro deste fenômeno (1958), JJA/1982 foi o inverno com mais atividade elétrica: 16 dias com ocorrência de trovoada.

Junho/2012 foi um mês bastante chuvoso, conforme discutido na seção 1. Também foi um mês com quantidade de dias com trovoada acima da média climatológica (4 dias e média climatológica de 2 dias), conforme indica a Figura 21. Junho/2012 teve o mesmo número de dias com trovoada que a média climatológica (2 dias) e agosto/2012 não teve nenhum dia com trovoada (a média é de 2 dias), conforme indica a Figura 21.

Com relação ao inverno/2012, temos que junho/2012 teve mais dias com o fenômeno que junho/2011 (4 e 3 dias, respectivamente); julho/2012 teve mais dias com o fenômeno que julho/2011 (2 e 0 dias, respectivamente) e agosto/2012 não teve nenhum dia com trovoada, enquanto agosto/2011 teve 2 dias (Figura 21).

Analisando todos os trimestres JJA de 1958 até 2011, é possível verificar uma tendência de aumento no número de dias com trovoada, conforme exposto na equação de ajuste linear da Figura 22, entretanto após aplicar o teste de T de Student na equação de tendência obteve-se que a tendência não é significativa.

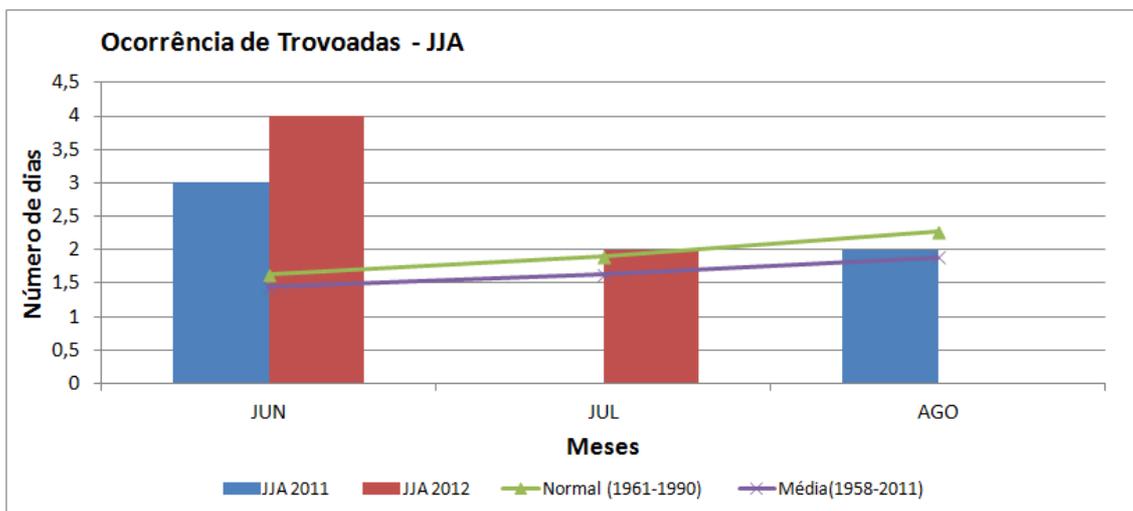


Figura 21 - Número de dias com trovoadas no trimestre JJA/2011 (azul) e JJA/2012 (vermelho). A linha verde representa a normal (1961-1990) e a linha média representa a média (1958-2011).

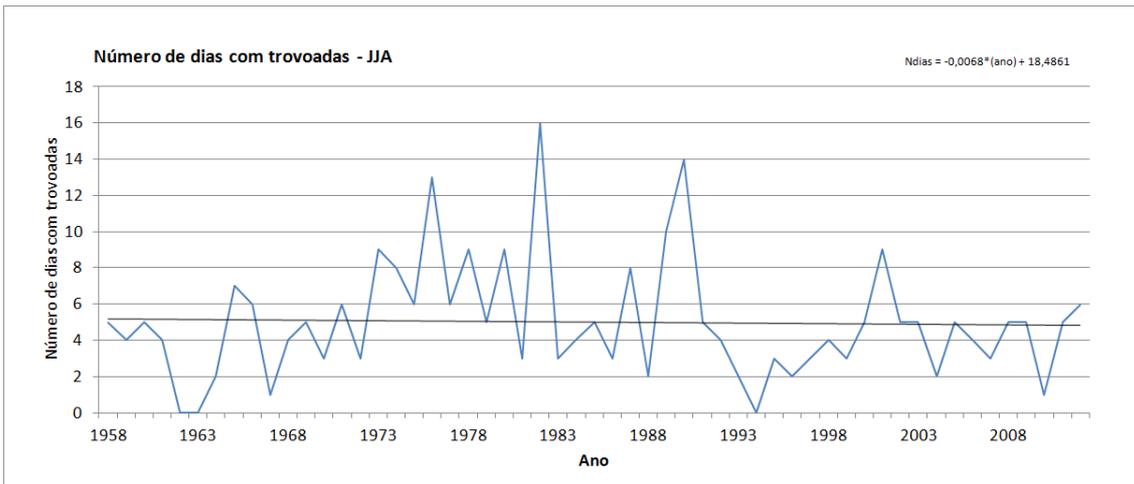


Figura 22 - Número de dias com trovoadas no trimestre JJA de 1958-2012.

## 8. Irradiação

Junho/2012 teve irradiação solar total inferior à média climatológica (Figura 23). Isso certamente deve-se ao número elevado de dias com precipitação, que sugere uma maior cobertura de nuvens (Figura 2). Também de acordo com a Figura 23, julho/2012 teve irradiação solar total muito próxima da média climatológica e agosto/2012 ficou acima da média climatológica (o que certamente deve-se aos poucos dias com precipitação, que sugere uma menor cobertura por nuvens (Figura 2).

Com relação ao inverno/2011, junho/2012 teve total de irradiação solar total inferior a julho/2011 (Figura 23). Por outro lado, julho/2012 e agosto/2012 tiveram totais superiores aos mesmos meses do ano anterior (Figura 23).

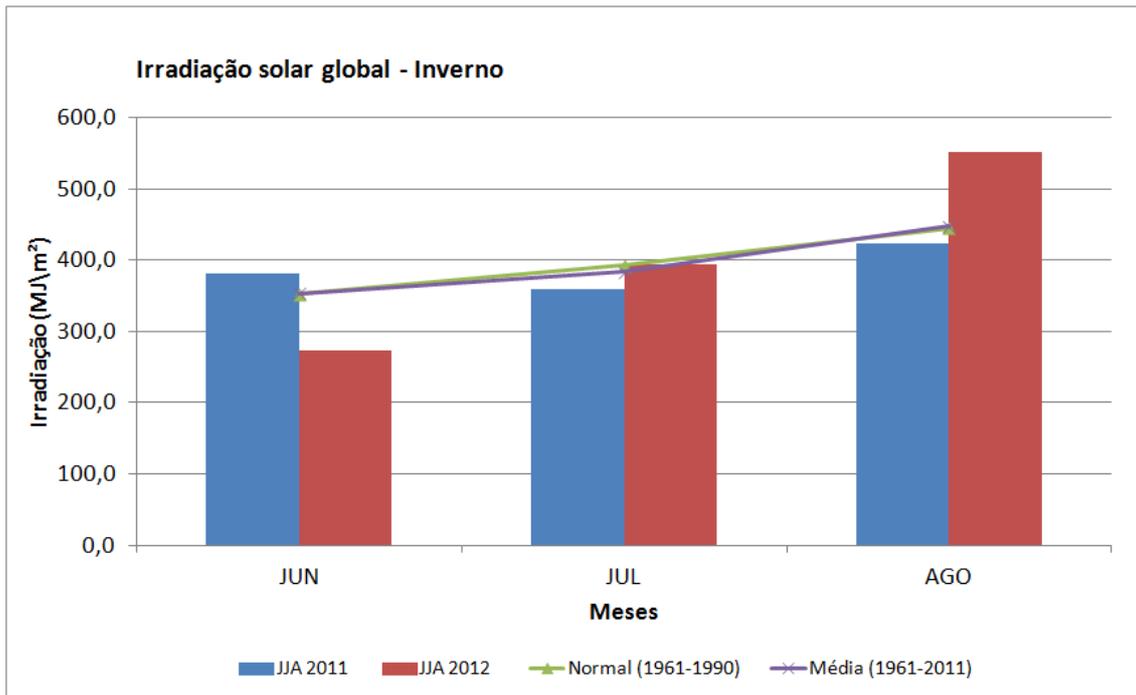


Figura 23 - Irradiação solar global no trimestre JJA/2011 (azul) e JJA/2012 (vermelho). A linha verde representa a Normal (1961-1990) e a linha roxa representa a média (1961-2011).

## 9. Insolação

O mês de junho/2012 destaca-se por apresentar total de horas de brilho solar inferior à média climatológica (Figura 24). Julho/2012 teve total de horas de brilho solar muito próximo à média climatológica e agosto/2012 teve total superior à média climatológica. Essas observações estão em concordância com o discutido na seção 8.

Com relação ao inverno/2011, junho/2012 teve total de horas de brilho solar inferior a julho/2011 (Figura 24). Por outro lado julho/2012 e agosto/2012 tiveram totais superiores aos mesmos meses do inverno anterior (Figura 24).

A Figura 25 mostra o número de horas de brilho solar médio diário.

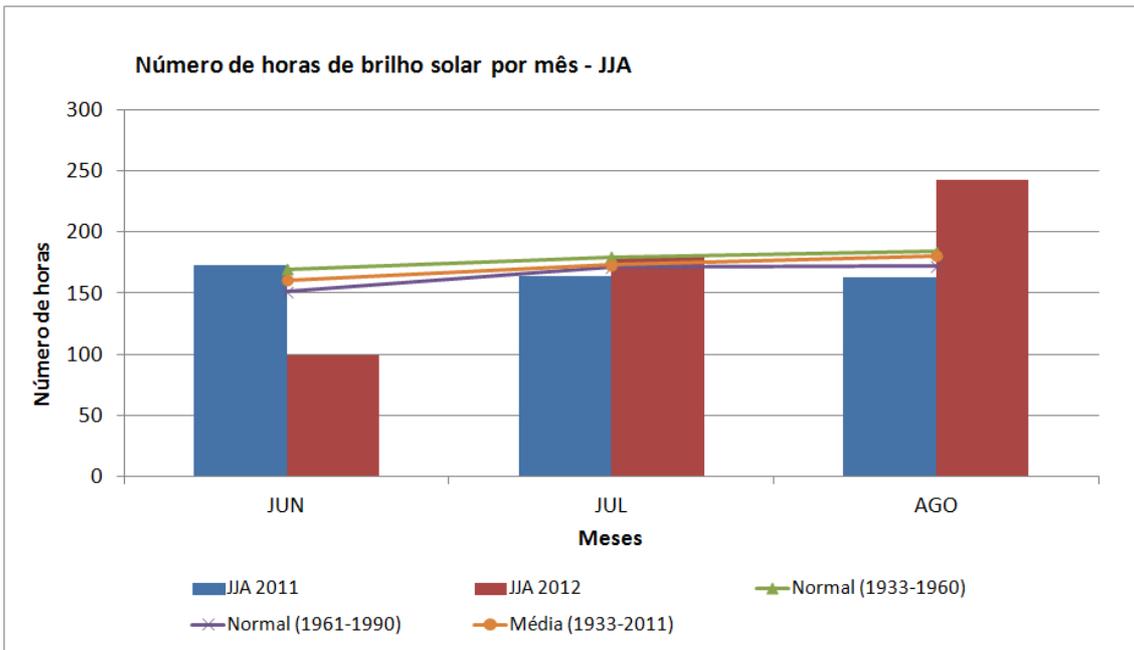


Figura 24 - Número de horas de brilho solar no trimestre JJA/2011 (azul) e JJA/2012 (vermelho). A linha verde representa a normal (1933-1960). A linha roxa representa a normal (1961-1990) e a linha laranja representa a média (1933-2011).

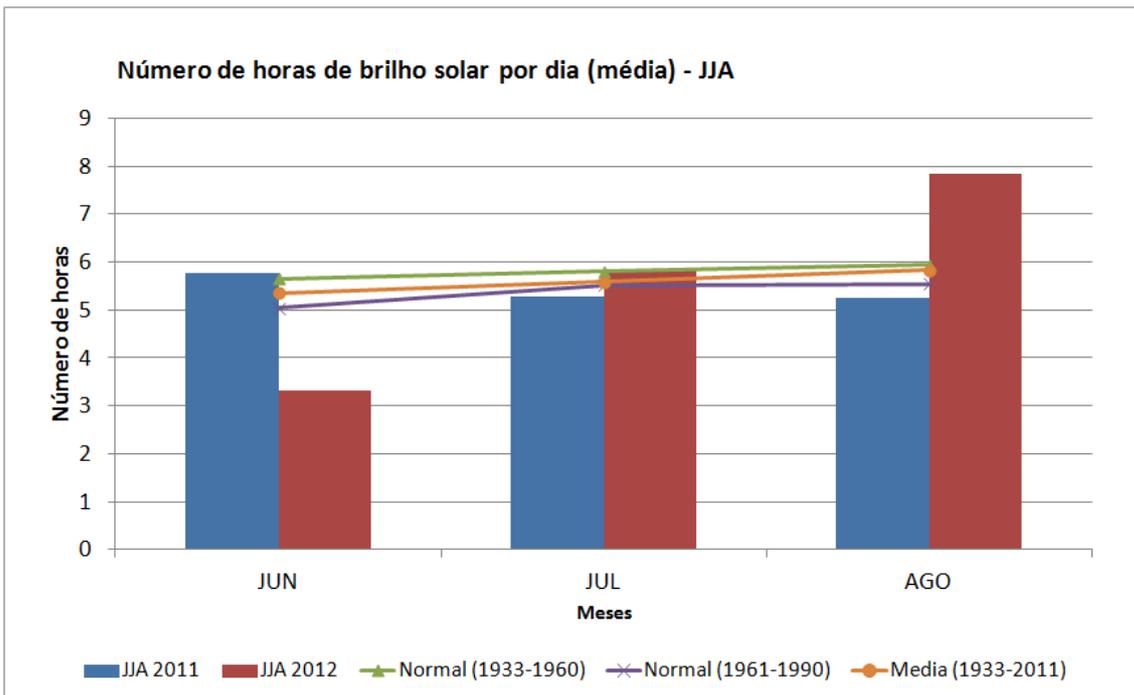


Figura 25 – Número médio diário de horas de brilho solar trimestre JJA/2011 (azul) e JJA/2012 (vermelho). A linha verde representa a normal (1933-1960). A linha roxa representa a normal (1961-1990) e a linha laranja representa a média (1933-2011).