

**BOLETIM CLIMATOLÓGICO TRIMESTRAL DA
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP
- DJF 2013/2014 -
- VERÃO -**



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 Dezembro/2013, Janeiro/2014 e Fevereiro/2014 (DJF 2013/2014) 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 DJF2013/2014, período referente ao verão 2013/2014, foi caracterizado por um total de 352,5mm chuva, total bem abaixo da média climatológica que é de 634,8mm. Em outras palavras, choveu apenas 55,5% do esperado. Foi o 2º verão mais seco da série histórica, sendo superado apenas por DJF1940/1941 (que teve 345,7mm acumulado).

Os três meses do período (Figura 1) foram meses destacadamente secos:

- Dezembro/2013: 72,1mm (a média climatológica, calculada de 1933-2013, é 185,9mm). Foi o 2º mês de Dezembro mais seco da série;

- Janeiro/2014: 199,3mm (a média climatológica, calculada de 1933-2013, é 231,9mm). Foi o 28º mês de Janeiro mais seco da série;

- Fevereiro/2014: 81,1mm (a média climatológica, calculada de 1933-2013, é 212,5mm). Foi o 4º mês de Fevereiro mais seco da série;

Comparando DJF 2013/2014 com DJF 2012/2013, verificamos que Dezembro/2012 foi mais chuvoso que Dezembro/2013, do mesmo modo que Fevereiro/2013 foi mais chuvoso que Fevereiro/2014 (Figura 1). Janeiro/2013 teve chuva ligeiramente abaixo de Janeiro/2014 (Figura 1).

Pode-se notar que Janeiro/2013 também foi um mês relativamente seco, mas não teve o mesmo destaque na imprensa que Janeiro/2014. Como os demais meses do verão 2012/2013 foram chuvosos, houve alguma recuperação nos níveis dos reservatórios que abastecem a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), os quais não atingiram os valores críticos que estão sendo noticiados em 2013/2014. Além disso, Janeiro/2013 foi um mês com temperaturas amenas, diferentemente de Janeiro/2014, ponto que será discutido na seção seguinte.

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 DJF 2013/2014 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 verão.

Na última linha da Tabela 1 é possível verificar alguns valores de porcentagens. O fato de todos os valores estarem abaixo de 100% (com destaque para Dezembro/2013 e Fevereiro/2014, 38,8% e 28,2% respectivamente) é um claro indicativo que o total de chuva foi bem inferior às médias climatológicas de cada um dos meses.

As médias 1991-2013 apresentadas na Tabela 1, serão também em 2020 normais climatológicas (subperíodo de 30 anos). Observando o valor das médias 1991-2013, verifica-se que houve uma redução na média apenas no mês de Janeiro. As tendências de aumento ou diminuição do total de precipitação ao longo dos anos de operação da EM-IAG-USP serão discutidas adiante. 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.

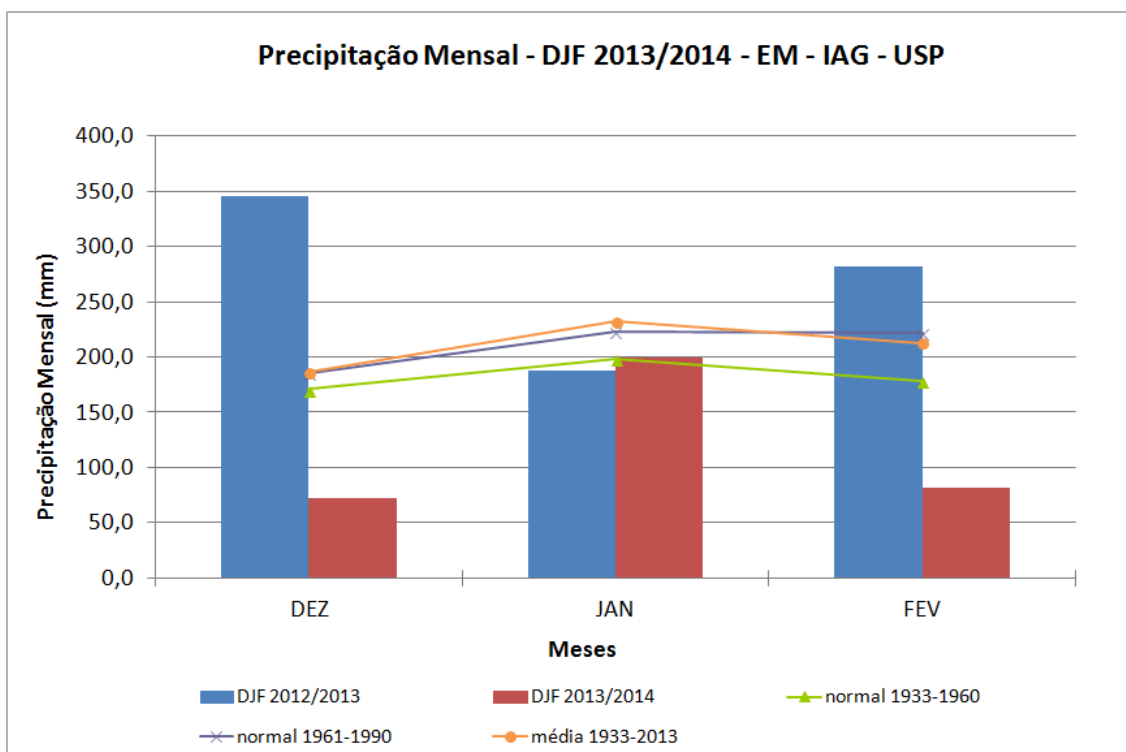


Figura 1 – Precipitação mensal para o trimestre de verão (DJF) de 2013/2014 (barras vermelhas). As barras azuis representam os meses deste trimestre no ano anterior (DJF 2012/2013). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

Tabela 1 – Precipitação mensal (mm) para o trimestre DJF, 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.

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
Normal (1933-1960)	170,8	198,5	178,7
Normal (1961-1990)	184,7	222,9	222,2
Média (1991-2013)	205,9	284,1	241,0
Média Climatológica (1933-2013)	185,9	231,9	212,5
2012/2013	345,0	187,7	281,4
2013/2014	72,1	199,3	81,1
Fração DJF 2013/2014 com relação à média climatológica	38,8% da média	85,9% da média	38,2% da média

Todos os meses do período tiveram menos dias de chuva do que a média climatológica e todos os meses do verão anterior tiveram mais dias de chuva do que DJF 2013/2014 (Figura 2).

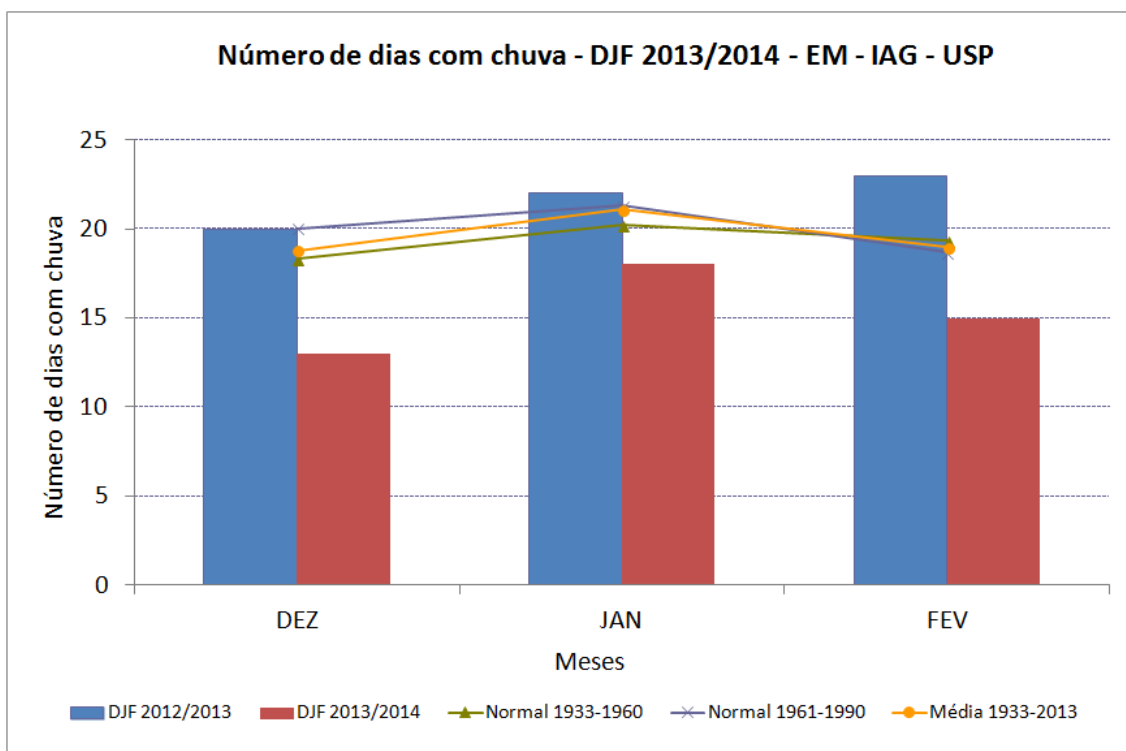


Figura 2 – Número de dias com chuva no verão de 2012/2013 (em azul) e no verão de 2013/2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

Em termos climatológicos, a Figura 3a mostra que a precipitação acumulada no trimestre DJF 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 $t=4,9$ para a Figura 3a).

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

- Dezembro/2013: $t=2,1$, tendência significativa;
- Janeiro/2014: $t=3,9$, tendência significativa;
- Fevereiro/2014: $t=2,6$, tendência significativa.

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

- DJF/1933 até DJF/1960: aumento de 85,6mm;
- DJF/1961 até DJF/1990: aumento de 91,9mm;

- DJF/1991 até DJF 2013/2014: aumento de 69,7mm;
- Total – DJF/1933 até DJF 2013/2014: aumento de 253,6mm.

Considerando todos os verões 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:

- DJF 1940/1941: 345,7mm

- DJF 1963/1964: 396,5mm

- DJF 2013/2014: 325,5mm.

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

- DJF 1959/1960: 818,0 mm.

- DJF 1994/1995: 994,0 mm;

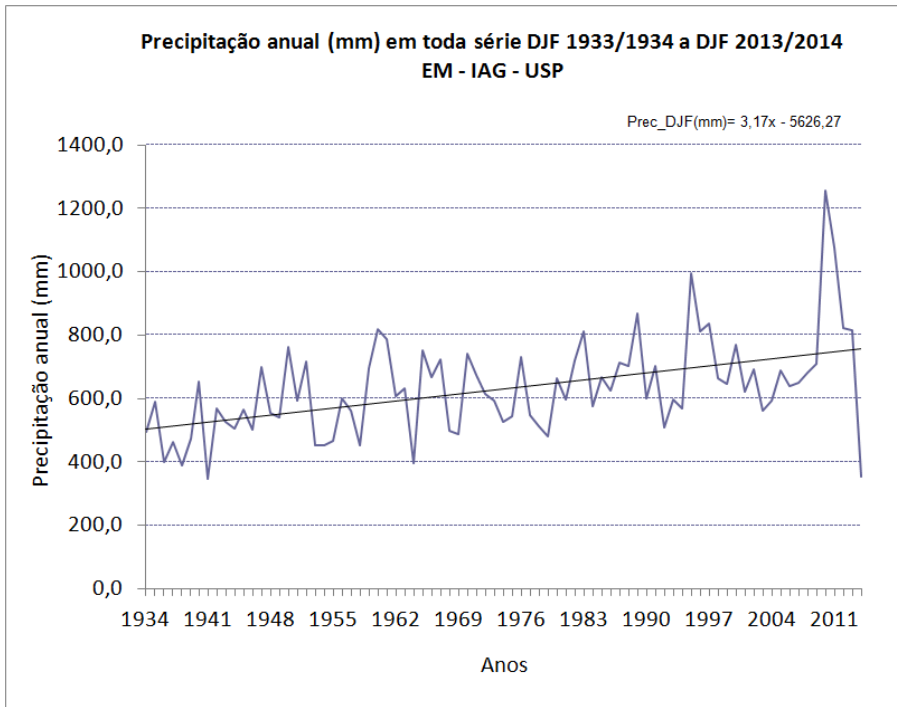
- DJF 2009/2010: 1255,8 mm.

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 $t=-0,1$. É, portanto, uma tendência insignificativa.

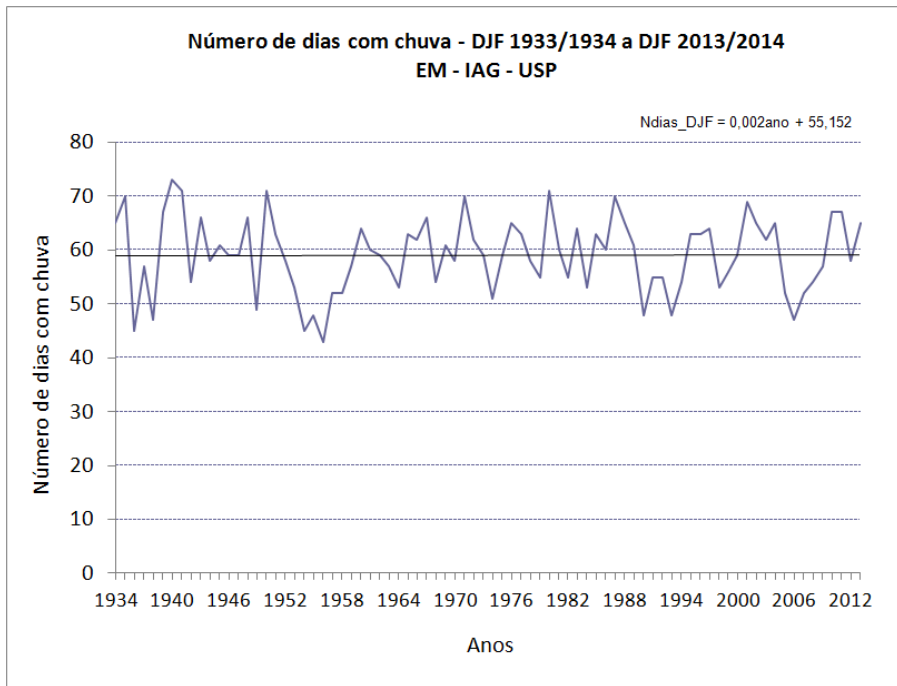
Informações adicionais: no trimestre DJF 2013/2014, o maior volume de chuva acumulado em apenas 24h foi de 47,9mm, observado em 15 de Janeiro de 2014. O maior acumulado em apenas 1h foi de 32,9mm e ocorreu entre 13h e 14h do dia 15 de Janeiro de 2014.

A maior sequência de dias sem chuva ocorreu em duas situações: entre 13 e 20 de dezembro de 2013 e entre 26 de Janeiro e 02 de Fevereiro de 2014. E a maior sequência de dias com chuva ocorreu entre 10 e 17 de Janeiro de 2014.

Não foi registrada ocorrência de granizo neste trimestre.



(a)



(b)

Figura 3 – Precipitação acumulada durante o trimestre DJF ao longo de toda a série (1933-2013) (a); Número de dias de chuva no trimestre DJF ao longo de toda a série (1933-2013) (b).

Considerando a distribuição dos dias de chuva, em Dezembro/2013 foram registrados poucos dias com chuva, a qual ficou concentrada na segunda quinzena do mês (Figura 4a). Com total de 72,1mm de chuva e 13 dias de chuva no mês (Figura 1 e Figura 2), obtém-se uma média de 5,5 mm/dia (a média climatológica é 8,9 mm/dia: 185,9mm em 21 dias). Destaque para o dia 28 de Dezembro de 2013, com 22,0mm de chuva (30% do total do mês).

Em Janeiro/2014 (Figura 4b), foram observados 18 dias de chuva e um acumulado total de 199,3mm (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, obtém-se 11,1mm/dia, o que é muito próximo da climatológica que é de 11,0mm/dia (231,9mm e 21 dias de chuva, conforme Figura 1 e Figura 2). Destaque para os dias 15 e 16 de Janeiro de 2014, os mais chuvosos do mês. Somando a chuva desses dois dias, temos 90,4mm, o que corresponde a 45% do total do mês.

Fevereiro/2014 (Figura 4c) teve 5,4mm/dia (81,1mm de chuva e 15 dias com chuva, conforme Figura 1 e Figura 2). A média climatológica para o mês de Fevereiro é 11,2mm/dia (212,5mm de chuva e 19 dias com o fenômeno). Em Fevereiro/2014, a chuva ficou concentrada principalmente entre os dias 13 e 14. Somando o total de precipitação desses dois dias, temos 43,2mm, o que corresponde a 53% do total deste mês.

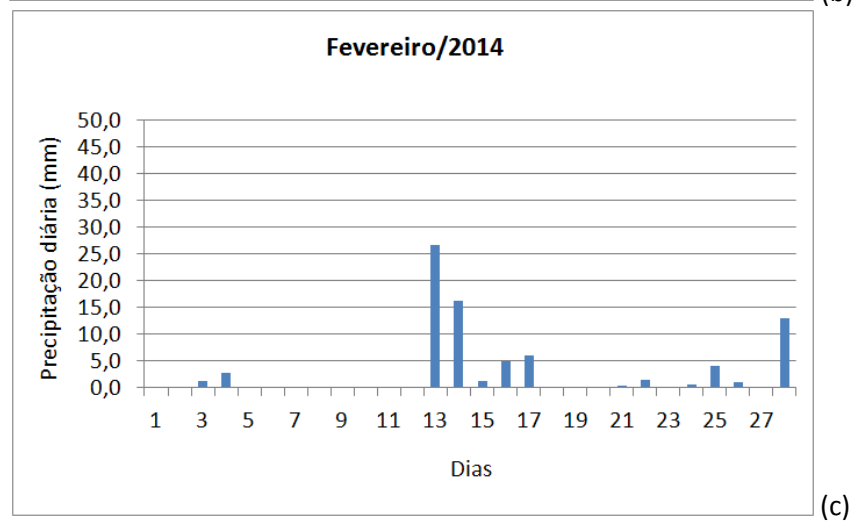
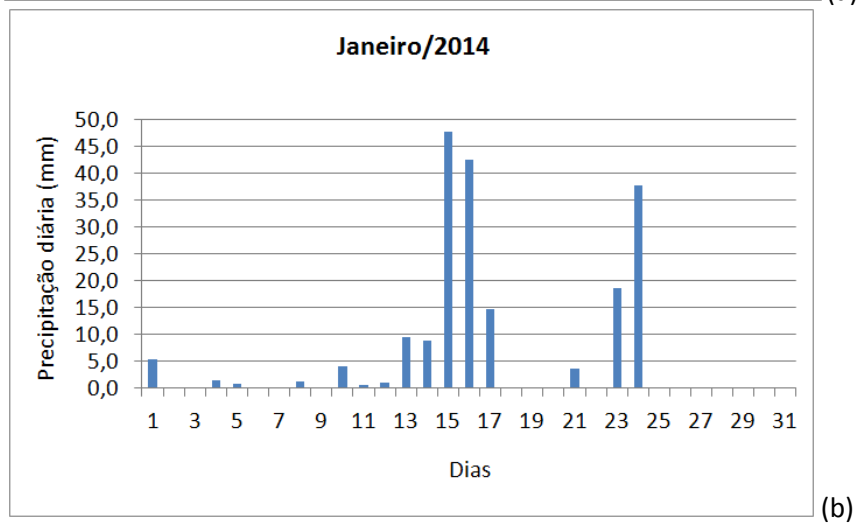
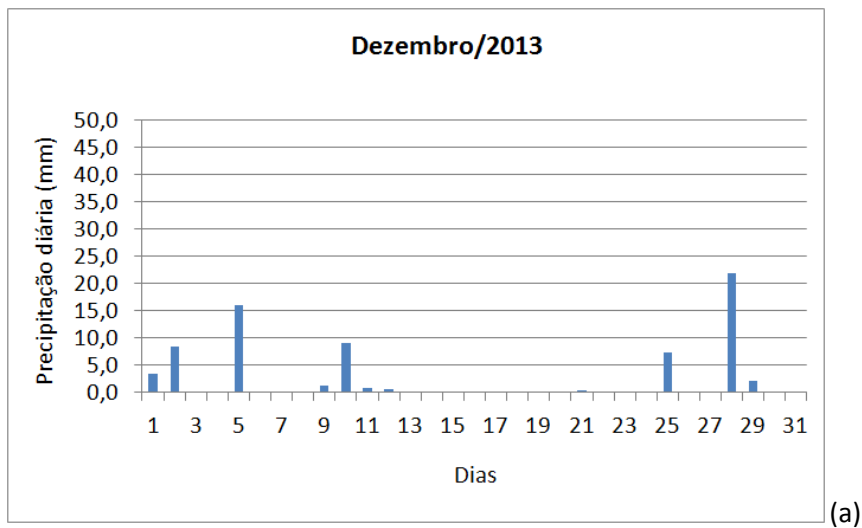


Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre: Dezembro/2013 (a); Janeiro/2014 (b) e Fevereiro/2014 (c).

2. Temperatura

A temperatura média de DJF 2013/2014 foi de 24,1°C, acima da média climatológica 1933-2013 que é de 21,3°C. Ao levarmos em conta a temperatura média máxima, o trimestre DJF 2013/2014 teve 30,6°C (também acima da média climatológica, que é 27,2°C). E considerando a temperatura média mínima, o trimestre DJF 2013/2014 teve 18,8°C (acima da média climatológica, que é 17,5°C). Tanto a temperatura média quanto a temperatura média máxima do trimestre foram as mais altas de toda a série climatológica. Ao longo dos resumos mensais¹ publicados no site² da EM-IAG-USP, as temperaturas elevadas foram destacadas.

Em termos mensais (Figura 5), todos os meses tiveram média mensal acima da média climatológica. Destaque principalmente para os meses de Janeiro e Fevereiro, que tiveram as maiores médias mensais desde 1933. Os recordes anteriores eram 23,9°C em Janeiro/1988 e 24,2°C em Fevereiro/2003.

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 1,0°C para o mês de Dezembro;
- Aumento de 0,6°C para o mês de Janeiro;
- Aumento de 1,0°C para o mês de Fevereiro.

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

¹ <http://www.estacao.iag.usp.br/Mensais/Dezembro2013.pdf>
<http://www.estacao.iag.usp.br/Mensais/Janeyro2014.pdf>
<http://www.estacao.iag.usp.br/Mensais/Fevereiro2014.pdf>

² <http://www.estacao.iag.usp.br>

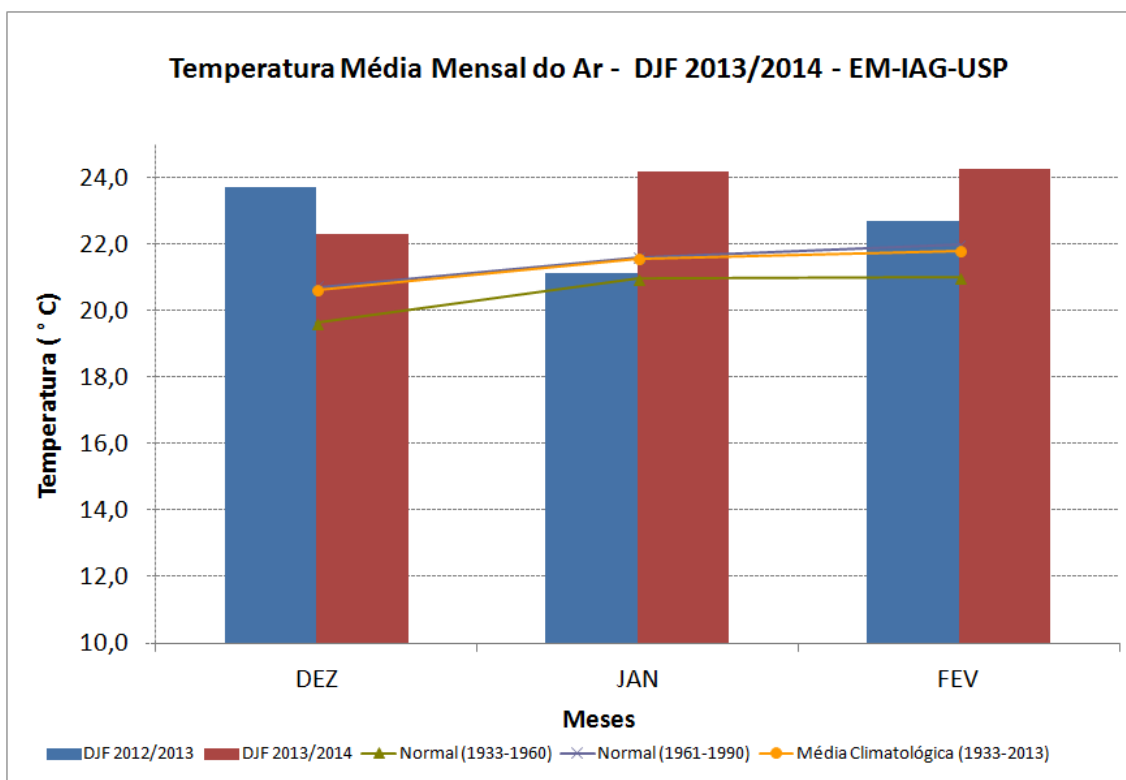


Figura 5 – Temperatura média mensal do ar para DJF 2012/2013 (em azul) e DJF 2013/2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal de 1933-1960, a linha roxa representa a normal de 1961-1990 e a linha laranja representa a média de 1933-2013.

Tabela 2 – Temperatura (°C) média dos meses DJF 2012/2013 e DJF 2013/2014, 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 2013 com relação à média climatológica da EM.

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
Normal (1933-1960)	19,7	21,0	21,0
Normal (1961-1990)	20,7	21,6	22,0
Média (1991-2013)	21,8	22,2	22,6
Média Climatológica (1933-2013)	20,6	21,6	21,8
2012/2013	23,7	21,2	22,7
2013/2014	22,3	24,2	24,3
Comparação	1,7° acima	2,6° acima	2,5° acima

A maior temperatura registrada no período foi 36,1°C e foi registrada em dois dias: 03 de Janeiro e 01 de Fevereiro. Foi a maior temperatura já registrada na Estação Meteorológica do IAG-USP e já está indicada em nossa tabela de recordes³. O recorde anterior era de 35,9°C, registrado em 31 de Outubro de 2012.

A temperatura média máxima de DJF 2013/2014 foi 30,6°C, valor acima da média climatológica para o trimestre (27,2°C). Conforme já foi dito anteriormente, foi o verão com maior temperatura média máxima desde DJF 1933/1934. Avaliando cada mês, verifica-se que todos ficaram acima das respectivas médias climatológicas (Figura 6), com destaque para Janeiro e Fevereiro, que ficaram 4,3°C e 3,8°C, respectivamente, acima da média climatológica (Figura 6 e Tabela 3).

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

- Dezembro: 35,6°C em 07 de Dezembro de 1940;
- Janeiro: 36,1°C em 03 de Janeiro de 2014;
- Fevereiro: 36,1°C em 01 de Fevereiro de 2014;

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 Dezembro;
- Aumento de 0,4°C para o mês de Janeiro;
- Aumento de 0,8°C para o mês de Fevereiro.

³ <http://www.estacao.iag.usp.br/seasons/index.php>

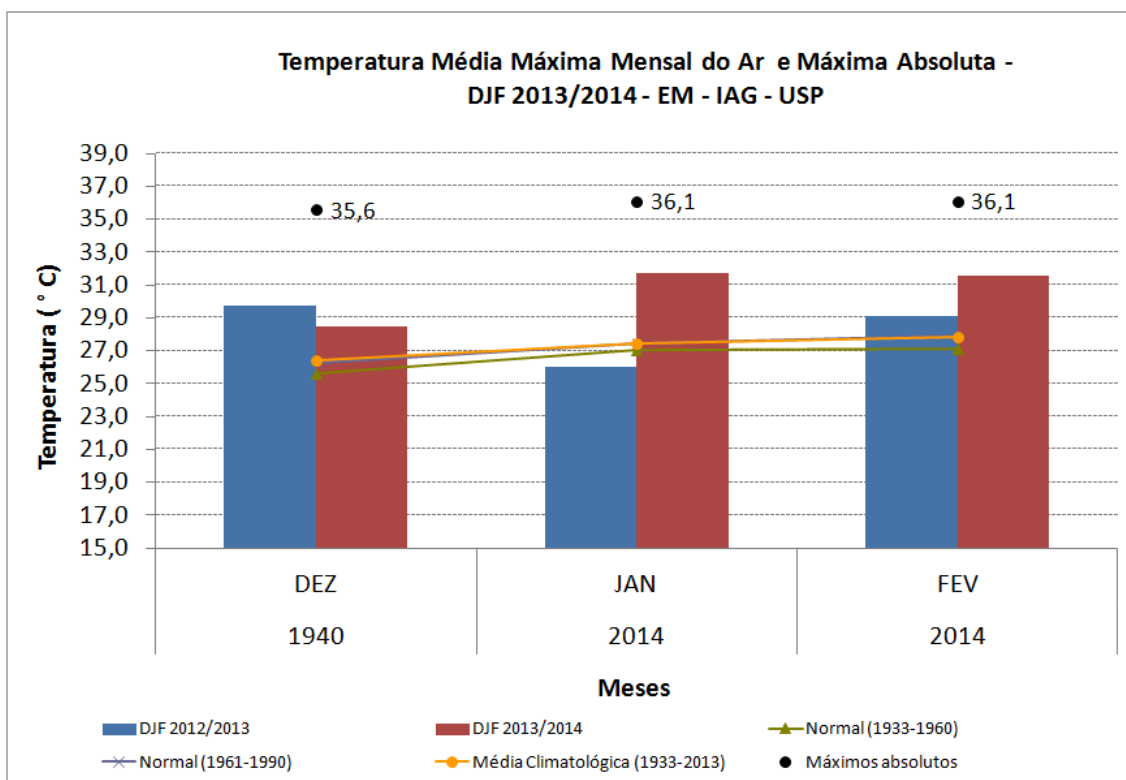


Figura 6 – Temperatura média máxima mensal do ar para DJF 2012/2013 (em azul) e DJF 2013/2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

Tabela 3 – Temperatura média máxima (°C) dos meses DJF 2012/2013 e DJF 2013/2014, 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 2013 com relação à média climatológica da EM.

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
Normal (1933-1960)	25,6	27,0	27,1
Normal (1961-1990)	26,2	27,4	27,9
Média (1991-2013)	27,7	27,9	28,7
Média Climatológica (1933-2013)	26,4	27,4	27,8
2012/2013	29,7	26,0	29,1
2013/2014	28,5	31,7	31,6
Comparação	2,1°C acima	4,3°C acima	3,8°C acima

Outro ponto que se pode considerar em termos de temperatura elevada é o número de dias com temperatura acima de 30,0°C:

- Em Dezembro/2013 foram 11 dias com temperatura superior ou igual a 30,0°C. A média climatológica é de 6 dias para este mês;
- Em Janeiro/2014 foram 23 dias (a média é de 8 dias para este mês);
- Em Fevereiro/2014 foram 20 dias, quando a média climatológica é de apenas 8 dias.

Somando todos os dias com temperatura superior ou igual a 30,0°C, foram 54 dias com essa característica no trimestre DJF 2013/2014. Foi o verão com mais dias com temperatura superior ou igual a 30,0°C, desde DJF 1933/1934.

A maior amplitude térmica (maior diferença entre temperatura máxima e mínima em um mesmo dia) foi 19,5°C e ocorreu em 01 de Fevereiro (mínima de 16,6°C e máxima de 36,1°C). A menor amplitude térmica do trimestre foi 3,2°C e ocorreu em 15 de Fevereiro (mínima de 19,5°C e máxima de 22,7°C).

A menor temperatura deste verão foi 15,6°C, registrada nos dias 17 de Dezembro e 19 de Fevereiro.

A temperatura média mínima mensal ficou acima da média climatológica em todos os meses do trimestre DJF 2013/2014 (Figura 7 e a Tabela 4), com maior destaque para Fevereiro/2013, que teve média mínima mensal 1,5°C acima da média climatológica.

Com relação à DJF 2012/2013, apenas Fevereiro/2013 teve temperatura média mínima maior que Fevereiro/2012 (Figura 7 e a Tabela 4).

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

- Dezembro: 9,1°C em 15 de Dezembro de 1951;
- Janeiro: 9,6°C em 09 de Janeiro de 1943;
- Fevereiro: 9,9°C em 05 de Fevereiro de 1943.

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

- Aumento de 1,1°C para o mês de Dezembro;
- Aumento de 0,7°C para o mês de Janeiro;
- Aumento de 0,7°C para o mês de Fevereiro.

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.

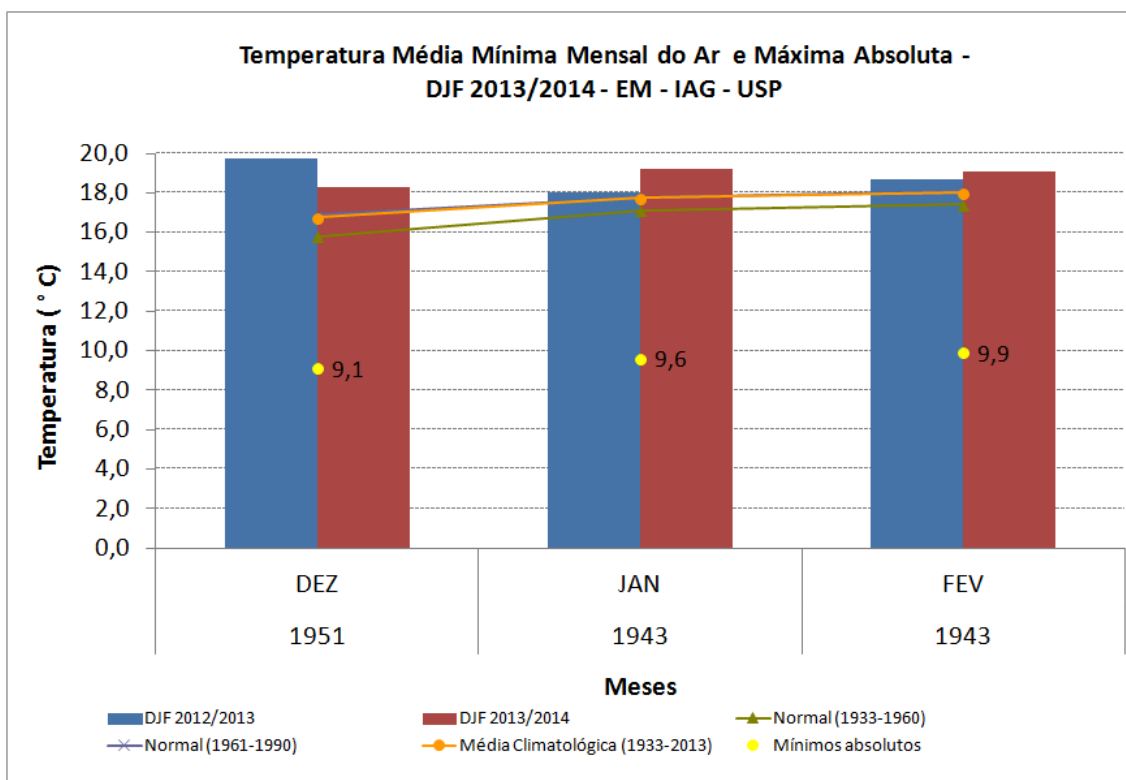


Figura 7 – Temperatura média mínima mensal do ar para DJF 2012/2013 (em azul) e DJF 2013/2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

Tabela 4 – Temperatura média mínima dos meses DJF 2012/2013 e DJF 2013/2014, 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 2013 com relação à média climatológica da EM.

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
Normal (1933-1960)	15,8	17,1	17,4
Normal (1961-1990)	16,9	17,8	18,1
Média (1991-2013)	17,7	18,5	18,7
Média Climatológica (1933-2013)	16,7	17,8	18,0
2012/2013	19,8	18,0	18,7
2013/2014	18,3	19,2	19,1
Comparação	1,6°C acima	1,4°C acima	1,1°C acima

Na Figura 8 apresenta-se a série histórica da temperatura para os meses de verão, 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 DJF.

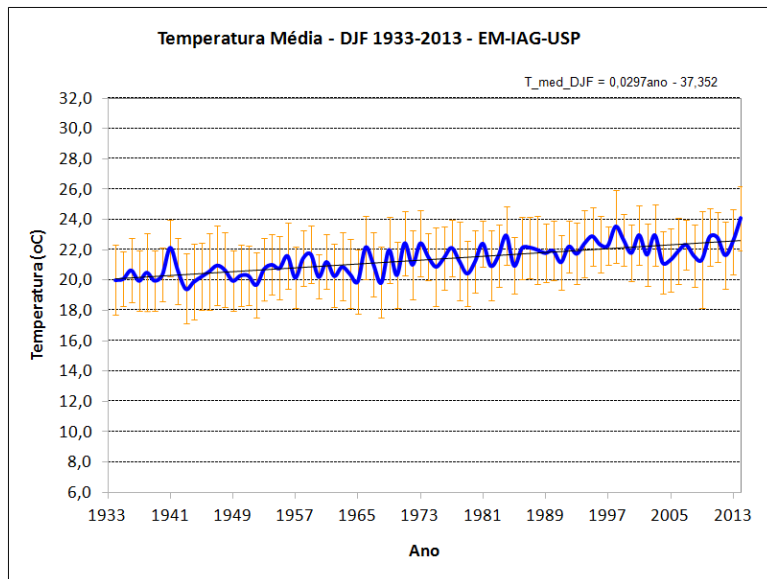
No caso da temperatura média anual do trimestre (Figura 8a), o teste T de Student indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ($t=9,5$). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 8a representa bem a evolução da temperatura média anual para o trimestre DJF.

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 ($t=7,1$). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 8b representa bem a evolução da temperatura média máxima anual para o trimestre DJF.

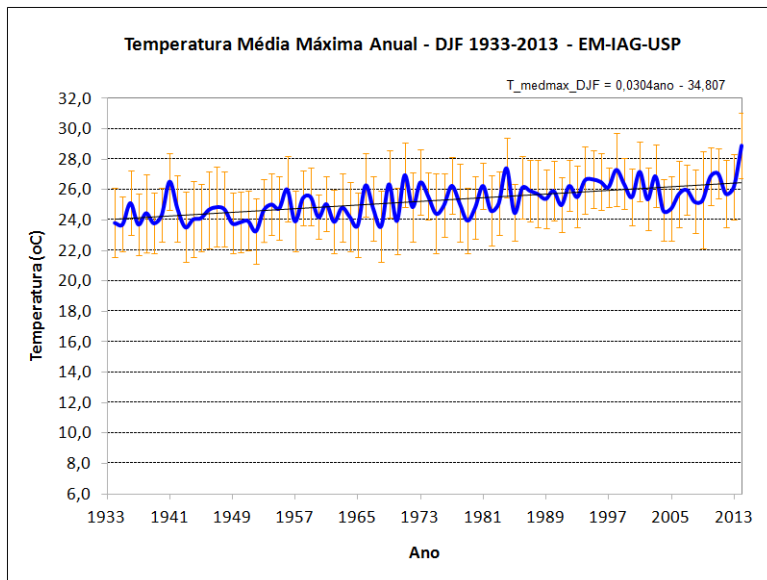
No caso da temperatura média mínima anual do trimestre (Figura 8c), o teste T de Student indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ($t=9,7$). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 8c representa bem a evolução da temperatura média mínima anual para o trimestre DJF.

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:

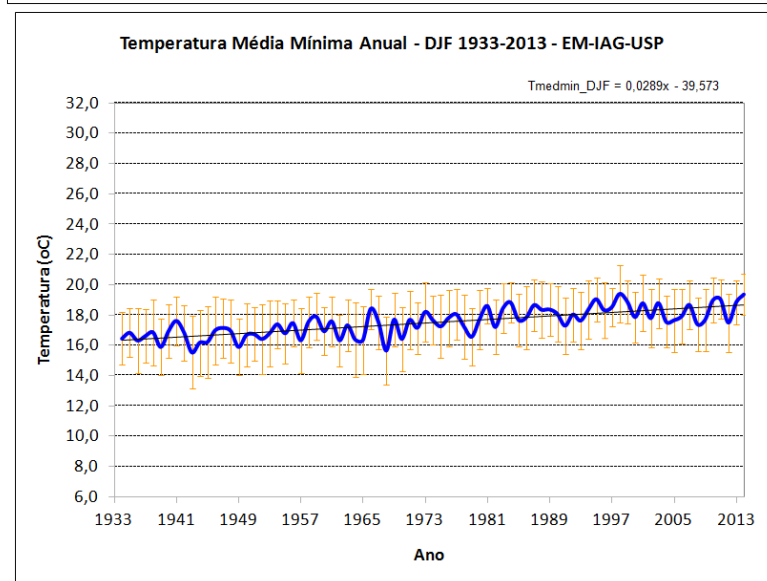
- de 1933 a 1960: um aumento de $0,8^{\circ}\text{C}$ para a média, média máxima e média mínima;
- de 1961 a 1990: um aumento de $0,9^{\circ}\text{C}$ para a média e para a média máxima e $0,8^{\circ}\text{C}$ para a média mínima;
- de 1991 a 2013: um aumento de $0,7^{\circ}\text{C}$ para a média e para a média máxima e $0,6^{\circ}\text{C}$ para a média mínima;
- de 1933 a 2013: um aumento de $2,4^{\circ}\text{C}$ para a média e para a média máxima e $2,3^{\circ}\text{C}$ para a média mínima.



(a)



(b)



(c)

Figura 8 – Temperatura média (a), média máxima (b) e média mínima (c) anual para o verão (DJF) de 1933 a 2013.

Por fim, o ciclo diário de temperatura (Figura 9) aponta que, na média, as temperaturas em todos os horários de verão de 2013/2014 foram mais altas que no mesmo período do ano anterior, com destaque especial para o período da tarde, principalmente durante o horário de máxima temperatura, com diferenças que ultrapassaram 2,5°C.

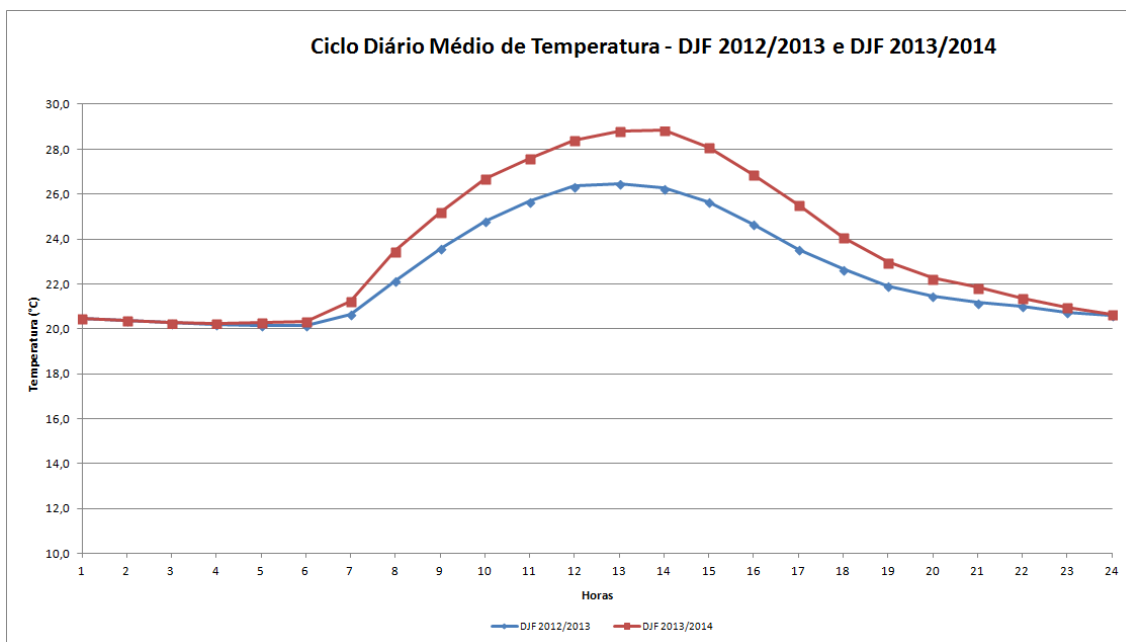


Figura 9 – Ciclo diário médio de temperatura para o verão 2012/2013 (em azul) e 2013/2014 (em vermelho).

3. Umidade relativa do ar

Todos os meses do trimestre DJF 2013/2014 foram secos, com umidade relativa média abaixo da média climatológica (Figura 10), com destaque especial para Fevereiro/2014, com umidade relativa média de 72,8% e média climatológica de 82,3%.

Considerando DJF 2012/2013, todos os meses de DJF 2013/2014 foram mais secos que os mesmos meses do verão anterior (Figura 10). Conforme discutido na seção 1 (Figura 1 e Tabela 1), todos os meses desse trimestre foram secos, com chuva bem abaixo da média climatológica.

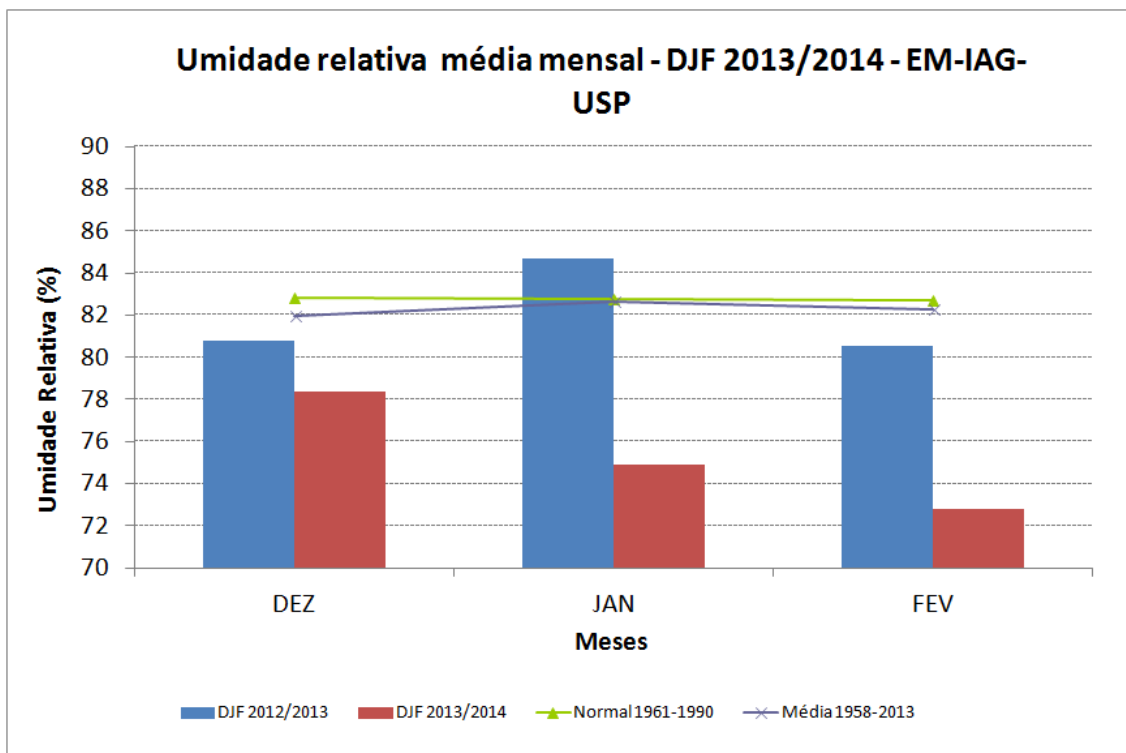


Figura 10 – Umidade relativa média mensal para DJF 2012/2013 (em azul) e DJF 2013/2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2012.

Com relação à média dos valores mínimos de umidade relativa, que aqui é denominada umidade relativa média mínima mensal (Figura 11), todos os meses do trimestre também tiveram médias abaixo da média climatológica. E comparando com o verão de 2012/2013, nota-se que todos os meses do trimestre tiveram menor umidade relativa média mínima do que os mesmos meses do trimestre DJF 2012/2013 (Figura 11). Ou seja, DJF 2013/2014 foi destacadamente seco.

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

- Dezembro: 24%, em 02 de Dezembro de 2007 e 09 de Dezembro de 2008;
- Janeiro: 19%, em 31 de Janeiro de 1990;
- Fevereiro: 25%, em 12 de Fevereiro de 1982.

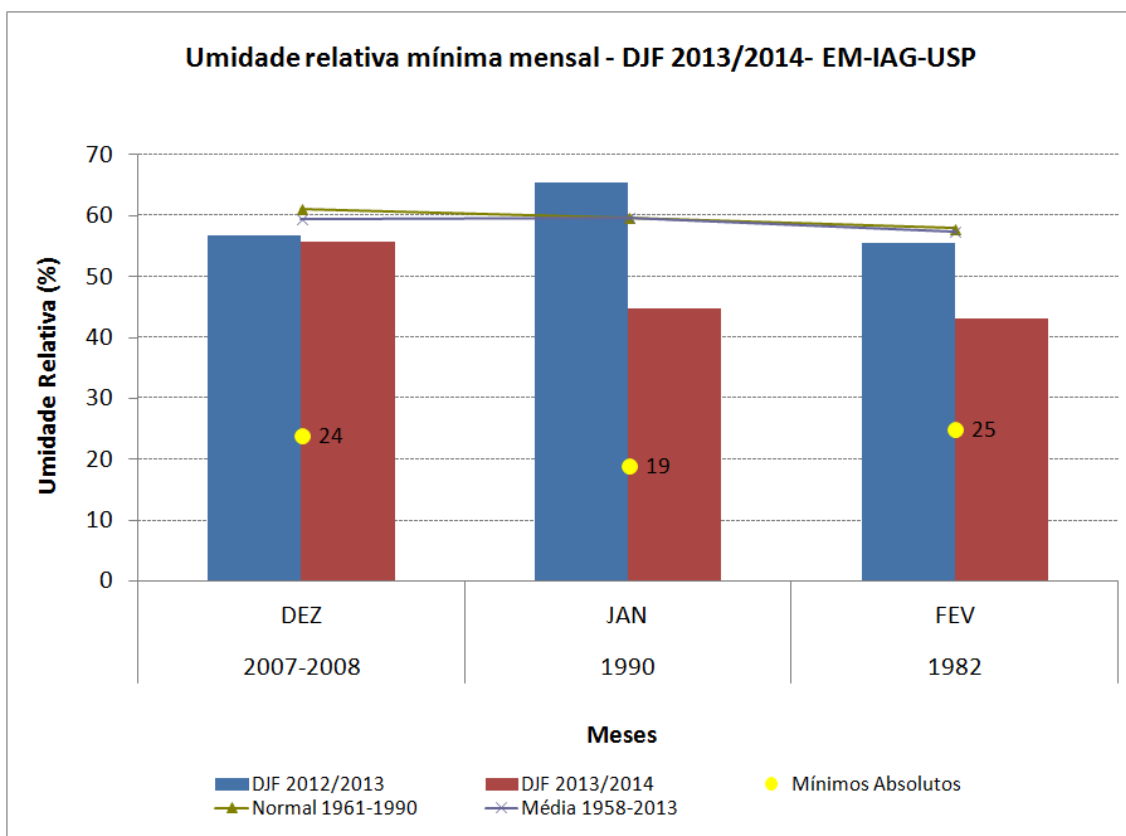


Figura 11 – Umidade relativa média mínima mensal para o DJF 2012/2013 (em azul) e DJF 2013/2014 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2012. Os pontos amarelos representam os mínimos absolutos mensais

A menor umidade relativa registrada em DJF 2013/2014 foi 21%, valor este registrado em 01 de Fevereiro de 2014, dia que também foi muito quente, com máxima chegando aos 36,1°C (ver seção 2).

Foram registrados 10 dias com umidade relativa igual ou abaixo de 30% (a média climatológica é de apenas 1 dia). Todos os meses do período tiveram mais dias de baixa umidade relativa do que a média climatológica (Figura 12). Foi o verão com mais dias de baixa umidade relativa desde DJF 1933/1934. O recorde anterior era de DJF 2011/2012, com 7 dias com essa característica.

Destaque especial para Fevereiro/2014, que teve 6 dias de baixa umidade relativa (Figura 12), sendo um recorde mensal (considerando todos os meses de Fevereiro desde 1933). É interessante notar que DJF 2012/2013 não teve um dia sequer com baixa umidade relativa.

Os 10 dias de DJF 2013/2014 que tiveram baixa umidade relativa foram:

- 30% em 03 de Dezembro de 2013;
- 28% em 27 de Dezembro de 2013;
- 22% em 29 de Janeiro de 2014;

- 27% em 31 de Janeiro de 2014;
- 21% em 01 de Fevereiro de 2014;
- 29% em 02 de Fevereiro de 2014;
- 25% em 07 de Fevereiro de 2014;
- 25% em 08 de Fevereiro de 2014;
- 30% em 09 de Fevereiro de 2014;
- 29% em 10 de Fevereiro de 2014.

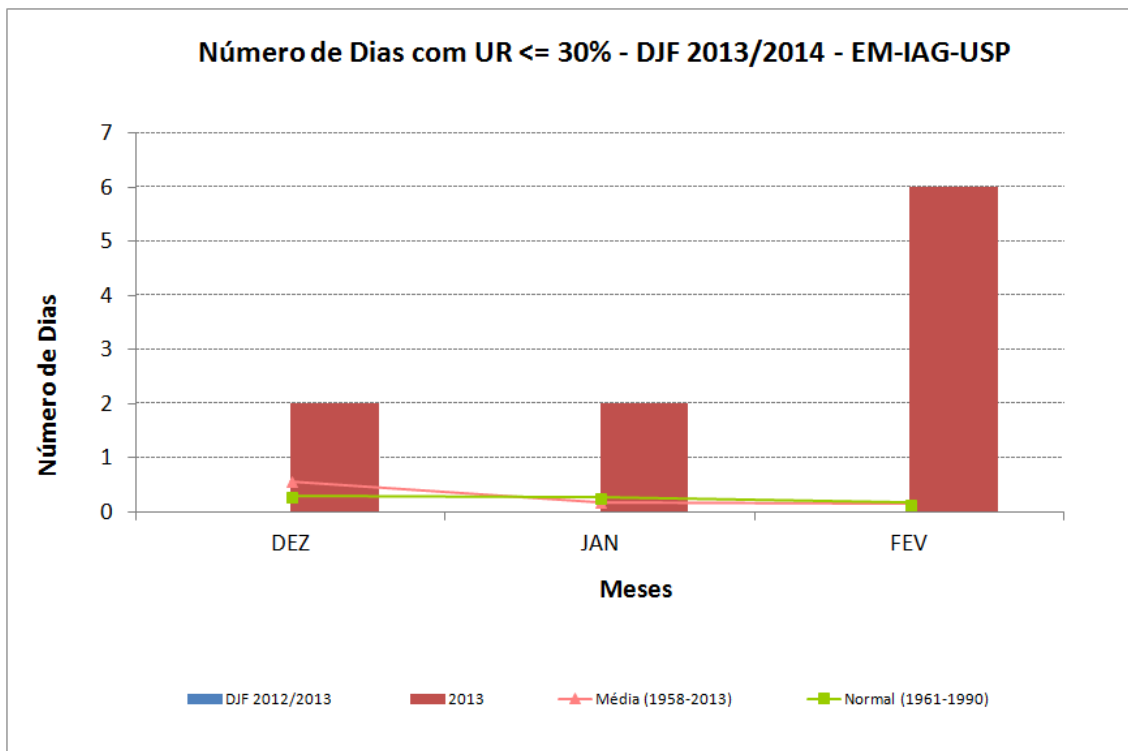


Figura 12 – Número de dias com UR (Umidade Relativa) igual ou inferior a 30% para DJF 2012/2013 (em azul) e DJF 2013/2014 (em vermelho). Além disso, a linha laranja mostra a média 1958-2012 e a linha verde mostra a normal 1961-1990.

Considerando os dias com umidade relativa igual ou inferior a 40%, observa-se mais uma vez que todos os meses de DJF 2013/2014 tiveram muitos dias secos, quando comparados com suas respectivas médias climatológicas (Figura 13). Assim como com relação aos dias com umidade relativa inferior a 30% (Figura 12), Fevereiro/2014 foi o mês de fevereiro com mais dias com umidade relativa inferior a 40% desde 1933 (foram 17 dias com essa característica e a média é de apenas 2 dias). O recorde anterior era de Fevereiro/2003, com 13 dias com essa característica. Somando todos os dias com umidade relativa abaixo de 40% no trimestre DJF 2013/2014, foram 27 dias, sendo o verão com mais dias com esta característica, desde DJF 1933/1934.

E comparando com DJF 2012/2013, todos os meses de DJF 2013/2014 tiveram mais dias com umidade relativa inferior a 40% do que os mesmos meses do verão passado (Figura 13).

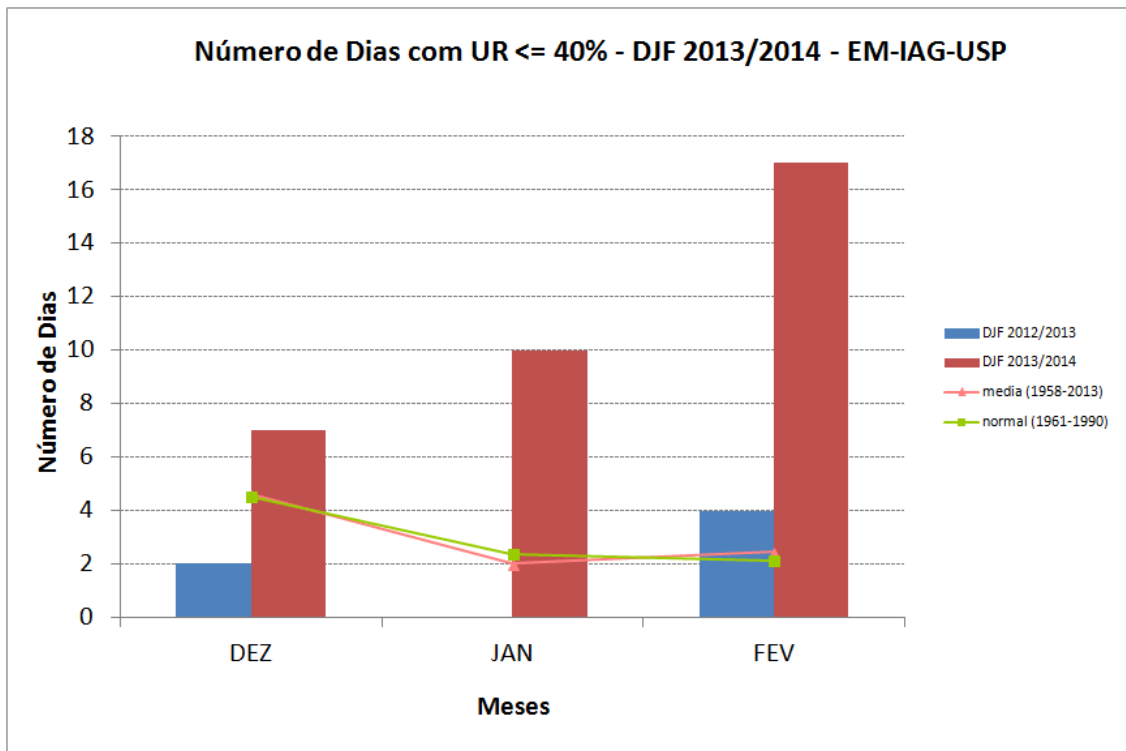


Figura 13 – Número de dias com UR igual ou inferior a 40% para DJF 2012/2013 (em azul) e DJF 2013/2014 (em vermelho). Além disso, a linha laranja mostra a média 1958-2012 e a linha verde mostra a normal 1961-1990.

A Figura 14 mostra a quantidade de dias com UR<30% em todos os trimestres DJF (verão) de 1958 até 2013. É possível notar que os verões de alguns anos destacam-se pela grande quantidade de dias com baixa umidade relativa:

- DJF 1970/1971: 5 dias;
- DJF 2011/2012: 7 dias;
- DJF 2013/2014: 10 dias;

Grande quantidade de dias com baixa umidade relativa não são típicos do verão de São Paulo-SP⁴. Por essa razão, DJF 2013/2014 foi um verão anômalo.

Aplicando o teste T de Student para o número de dias com umidade relativa inferior a 30% em toda a série do trimestre DJF desde 1958, verifica-se que $t=1,8$, a tendência não é significativa (mas está bem próxima de $t=|2,0|$, esperado para um nível de confiança de 95%), embora o ajuste linear sugira um aumento no número de dias com UR <= 30% (Figura 14).

⁴ Leia mais sobre o clima de São Paulo-SP, descrito a partir de dados da Estação Meteorológica do IAG-USP (que está em operação desde 1933), nesse link: <http://www.estacao.iag.usp.br/seasons/index.php>

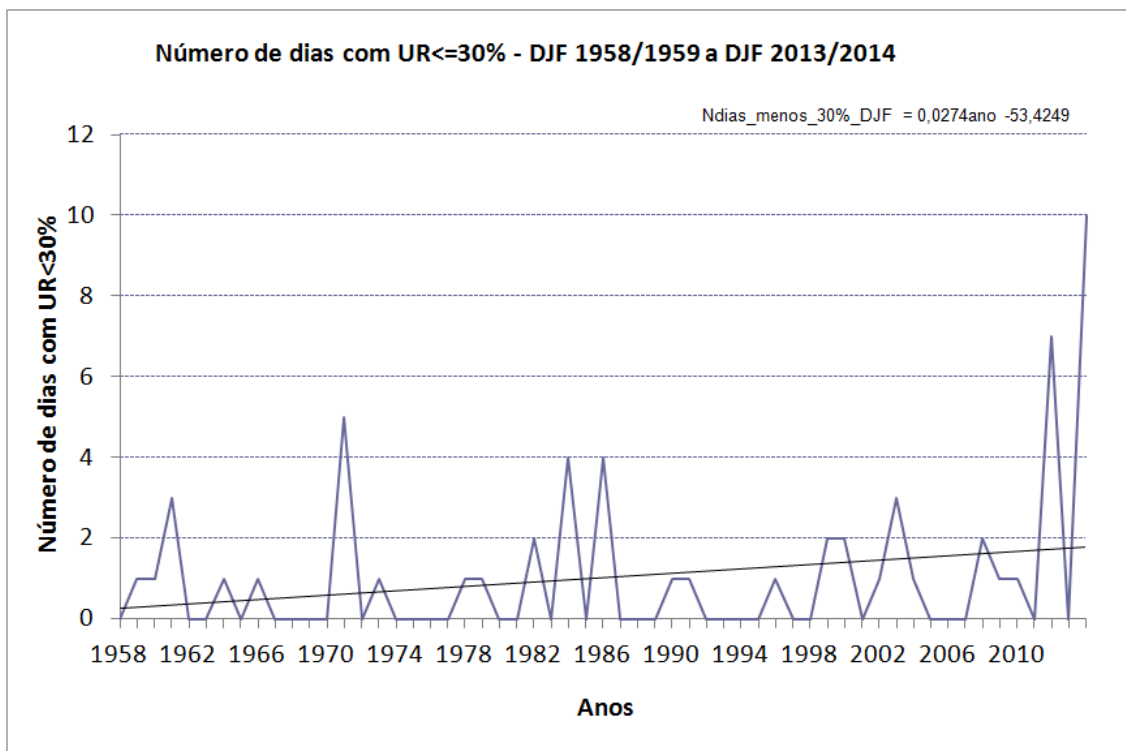


Figura 14 – Número anual de dias com UR<=30% em todos os períodos de verão (DJF) de 1958 até 2013. Em preto, a linha de tendência.

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

- DJF 1971/1972: 22 dias;
- DJF 2003/2004: 21 dias;
- DJF 2013/2014: 27 dias.

Aplicando o teste T de Student para o número de dias com umidade relativa inferior a 40% em toda a série do trimestre DJF desde 1958, verifica-se que $t=1,8$, (valor igual ao obtido para o número de dias com umidade relativa inferior a 30%, Figura 14) a tendência não é significativa (mas está bem próxima de $t=|2,0|$, esperado para um nível de confiança de 95%), embora o ajuste linear sugira um aumento no número de dias com UR <= 40% (Figura 15).

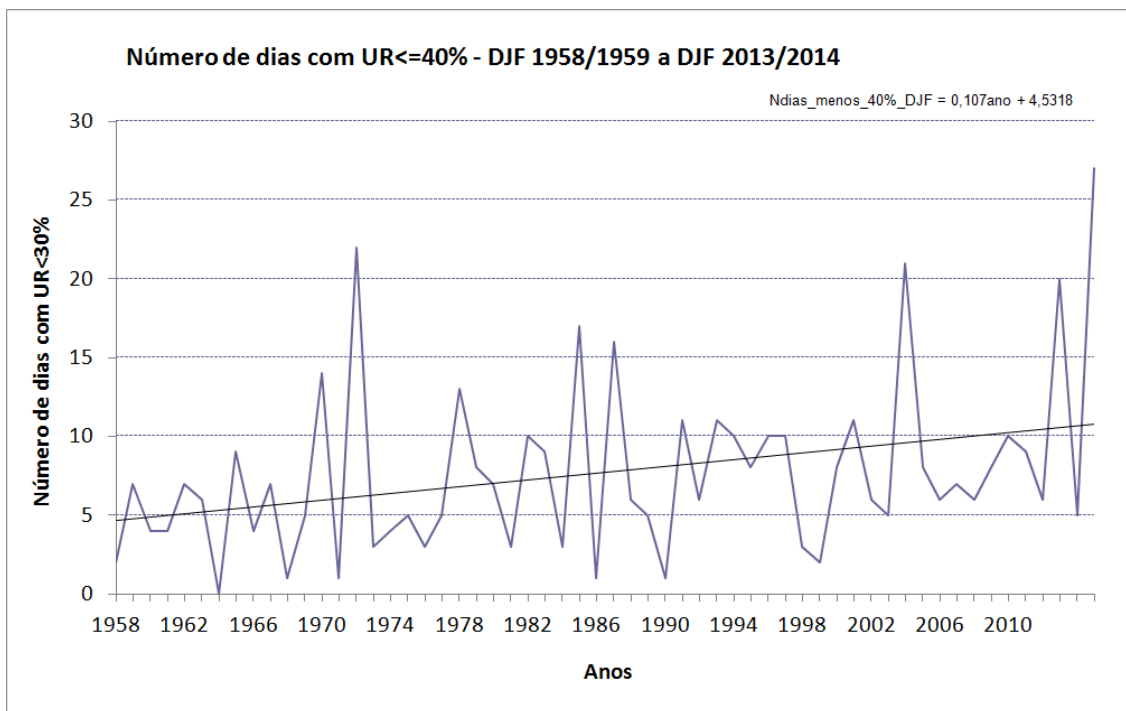


Figura 15 – Número anual de dias com UR<=40% em todos os períodos de verão (DJF) de 1958 até 2013. Em preto, a linha de tendência.

Avaliando o ciclo diário de umidade relativa (Figura 16), verifica-se que os valores médios horários em DJF 2013/2014 ficaram muito abaixo dos valores médios horários de DJF 2012/2013, principalmente durante os horários em que a umidade relativa é mais baixa (entre 10h-15h). No período do dia em que a umidade relativa é mais baixa, a diferença chegou a 15%. Essa informação comprova mais uma vez um dos principais destaques de DJF 2013/2014: foi um verão muito seco.

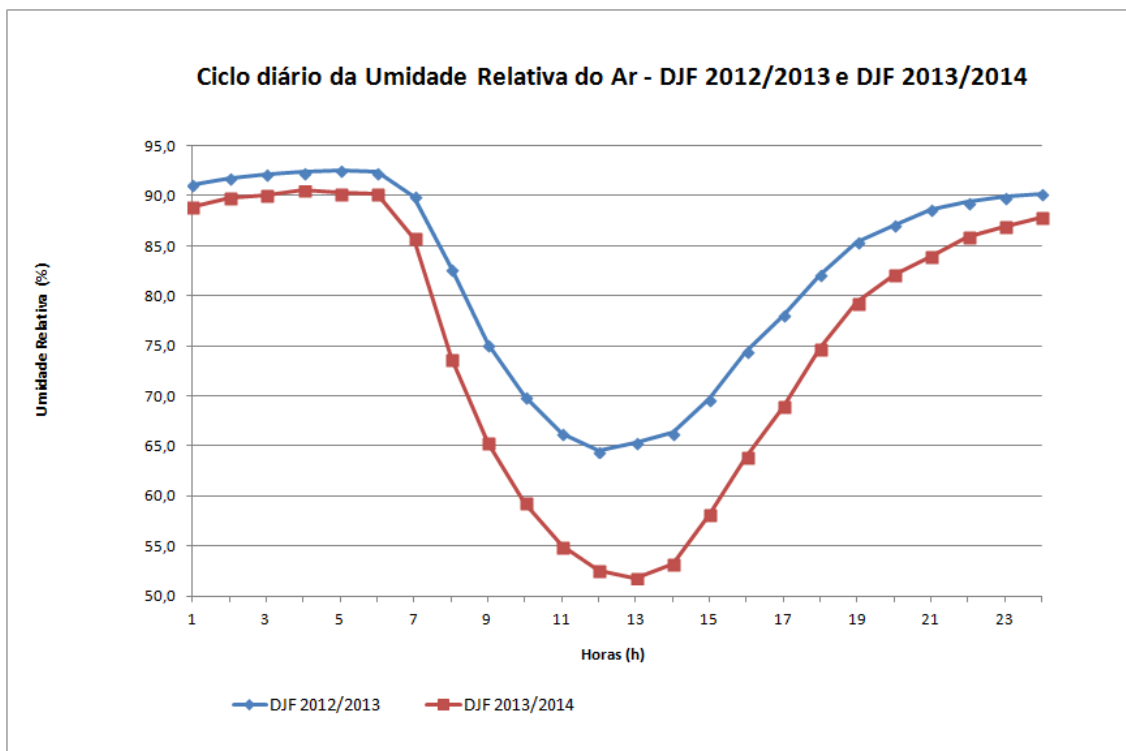


Figura 16 – Ciclo diário médio de Umidade Relativa para DJF 2012/2013 (em azul) e DJF 2013/2014 (em vermelho).

4. Garoa

Durante DJF 2013/2014 foram registrados 30 dias com garoa, acima da média climatológica (22 dias). O trimestre DJF 2012/2013 (verão anterior) teve 45 dias com este fenômeno.

De acordo com a Figura 17, Dezembro/2013 teve 12 dias com este fenômeno (3 dias acima da média climatológica), Janeiro/2013 teve 5 dias com o fenômeno (2 abaixo da média climatológica) e Fevereiro/2013 teve 7 dias com o fenômeno (1 acima da média climatológica).

Ao comparar com o verão de 2012/2013, verifica-se que Dezembro/2012 e Dezembro/2013 tiveram igual quantidade de dias com garoa (Figura 17). Já Janeiro/2014 teve menos dias com garoa (5 dias) do que Janeiro/2013 (23 dias), assim como Fevereiro/2014 que teve 7 dias com garoa, menos que Fevereiro/2013 (10 dias), conforme indica a Figura 17.

Analisando a ocorrência de garoa em todos os trimestres de verão desde DJF 1933/1934, 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 $t=0,2$ (e uma baixa correlação de 0,05). Sendo assim, não há nenhum indício de que a quantidade de garoa tenha aumentado ou diminuído ao longo dos anos.

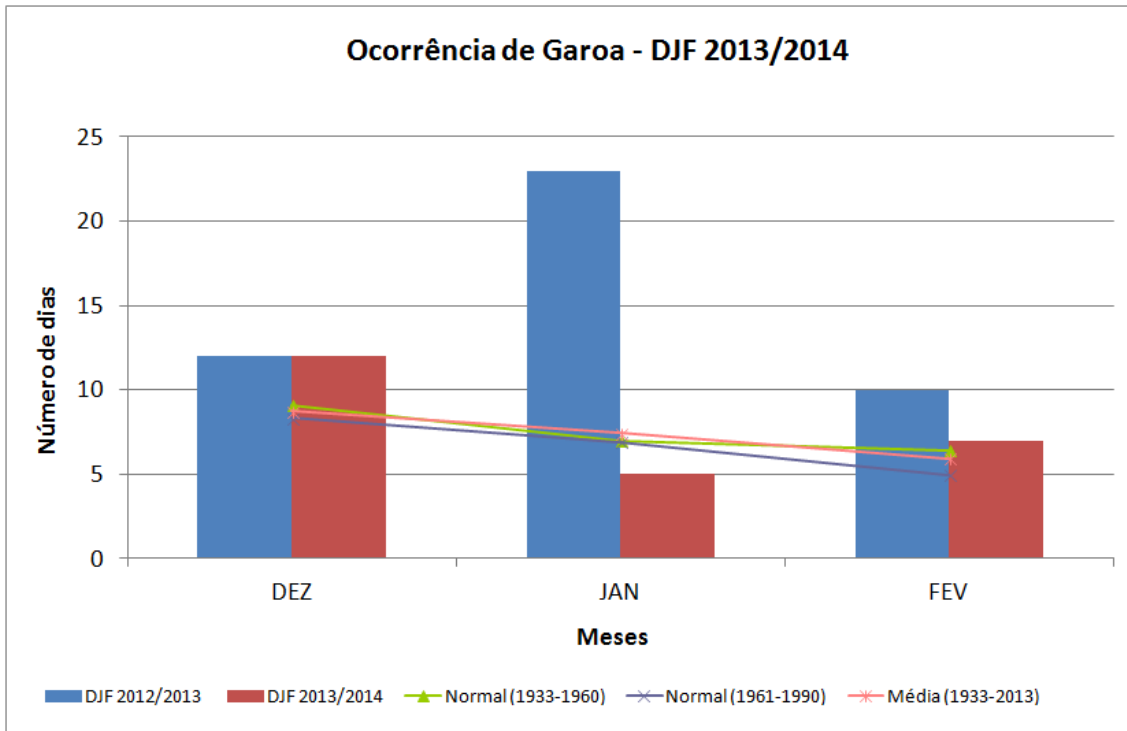


Figura 17 – Número de dias com garoa no trimestre DJF 2012/2013 (azul) e DJF 2013/2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

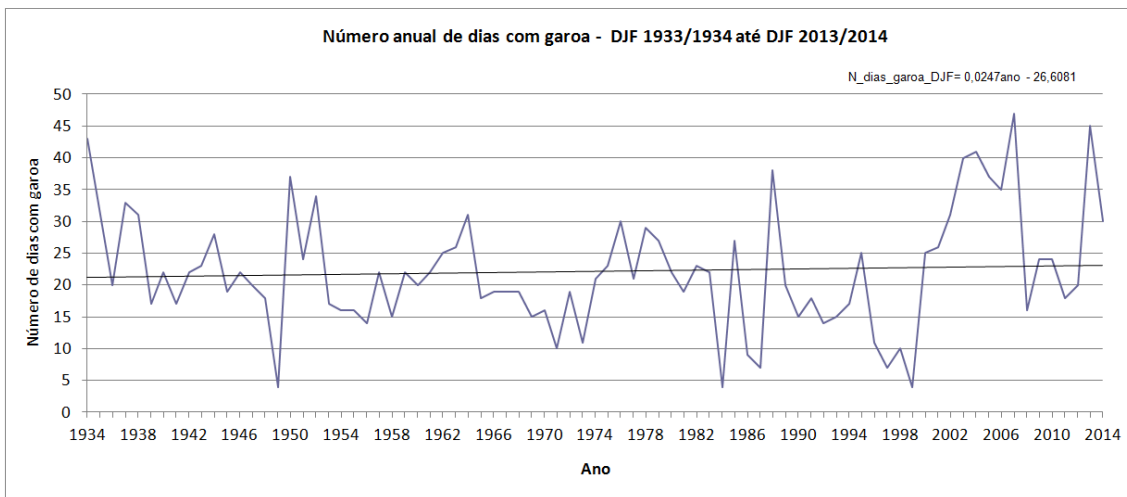


Figura 18 – Número de dias com garoa no trimestre DJF de 1933-2013.

5. Orvalho

Durante o trimestre DJF 2013/2014 foram registrados 43 dias com orvalho enquanto que a média climatológica para este período é de 27 dias. DJF 2012/2013 teve 25 dias com este fenômeno.

Os três meses do período tiveram quantidade de dias com orvalho acima de suas respectivas médias climatológicas (Figura 19). Comparando com DJF 2012/2013, todos os meses de DJF 2013/2014 tiveram mais dias com orvalho que os mesmos meses do verão anterior (Figura 19).

Com relação a todos os trimestres de verão 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 1972-2013. Não foi feita nenhum teste estatístico para essa série, pois é necessário descobrir porque a série apresenta esta quebra.

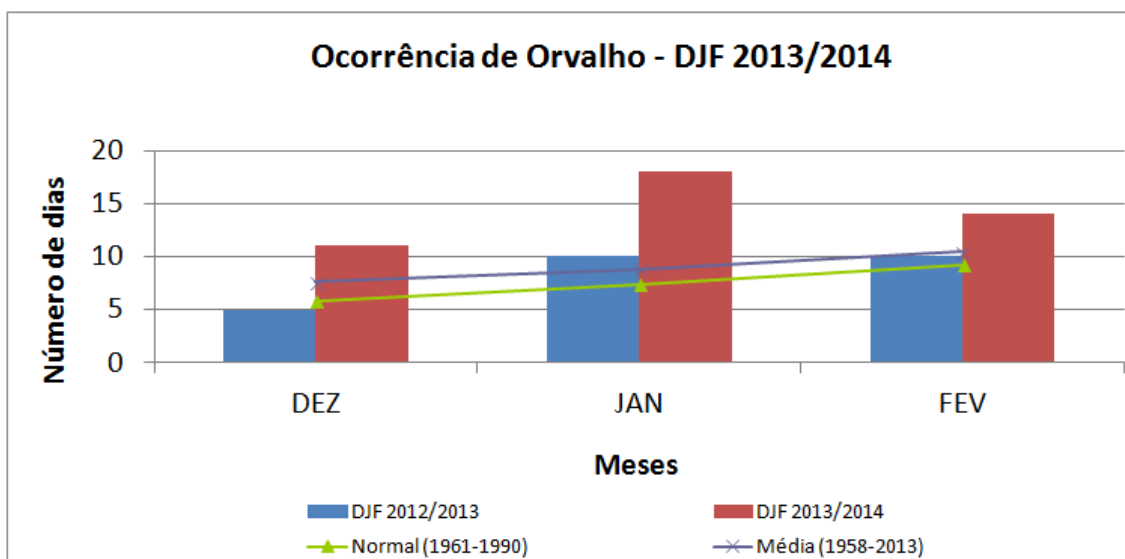


Figura 19 – Número de dias com orvalho no trimestre DJF 2012/2013 (azul) e DJF 2013/2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2013.

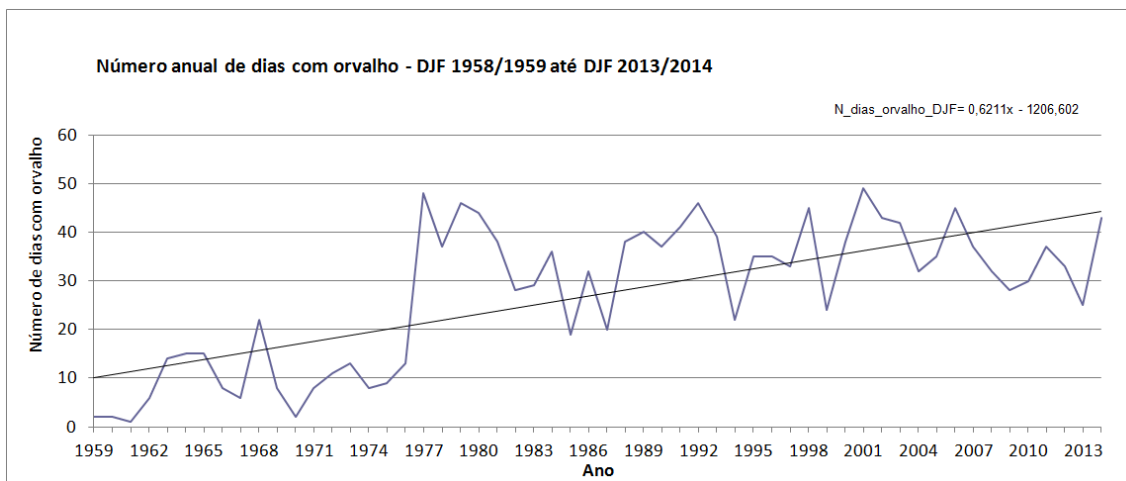


Figura 20 – Número de dias com orvalho no trimestre DJF de 1958-2013.

6. Nevoeiro

Durante o trimestre DJF 2013/2014, foram registrados 2 dias com nevoeiro. A média climatológica para DJF é 16 dias. No verão passada (DJF 2012/2013), foram 3 dias com o fenômeno.

Todos os meses do trimestre apresentaram menos dias de nevoeiro do que as respectivas médias climatológicas (Figura 19). Dezembro/2013, assim como Dezembro/2012 não tiveram nenhum dia com o fenômeno. Janeiro/2014 e Fevereiro/2014 tiveram 1 dia com o fenômeno (Figura 19).

Analisando o número de dias com nevoeiro em todos os verões 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% ($t = -4,6$). Sendo assim, de acordo com esta tendência, houve uma redução de 14 dias na ocorrência de nevoeiro no trimestre DJF, de 1933 até 2012.

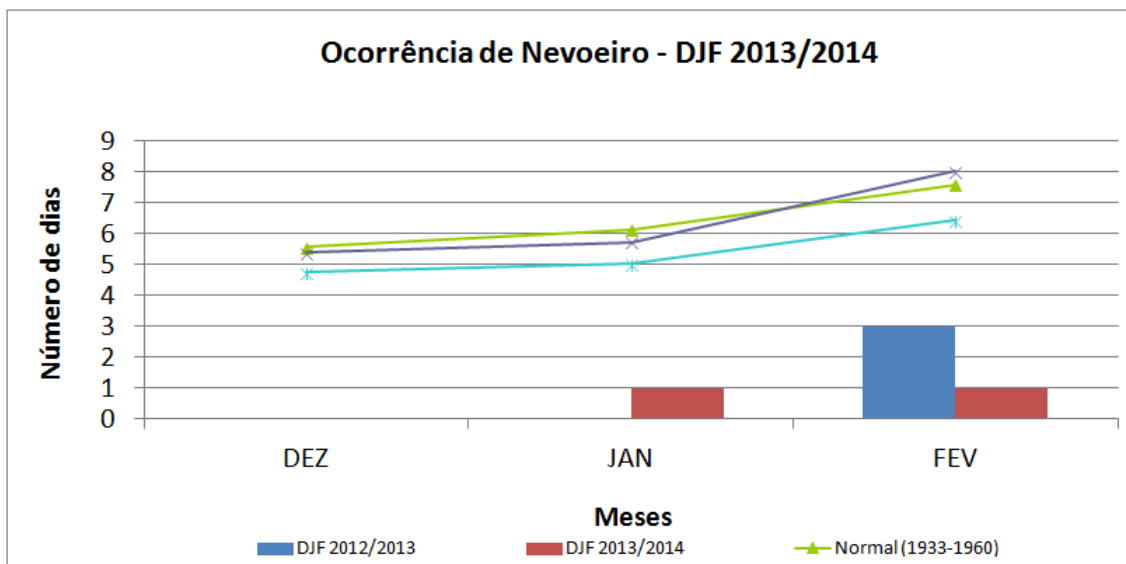


Figura 21 – Número de dias com nevoeiro no trimestre DJF 2012/2013 (azul) e DJF 2013/2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha azul clara representa a média 1933-2013.

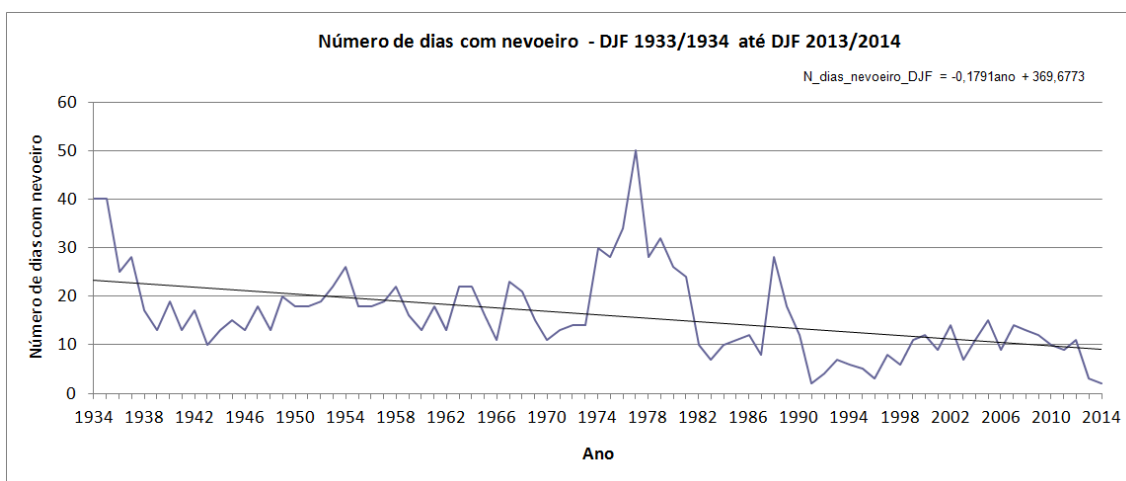


Figura 21 – Número de dias com nevoeiro no trimestre DJF de 1933-2013.

7. Trovoadas

Foram registrados 35 dias com trovoada no trimestre DJF 2013/2014, valor abaixo da média climatológica (39 dias). No verão passado (DJF 2012/2013), foram observados 40 dias com o fenômeno. O verão é a estação do ano com maior quantidade de precipitação acumulada, e normalmente a chuva responsável por esse acúmulo nessa época do ano é convectiva. É também a estação do ano com mais dias com trovoada.

Individualmente, todos os meses do trimestre DJF 2013/2014 tiveram total de dias com trovoada muito próximos ou abaixo das respectivas médias climatológicas (Figura 22).

Destaque para Fevereiro/2014, que apesar de ter sido um mês seco (Figura 1), teve total de dias com trovoada muito próximo da média climatológica. Ao longo deste mês era comum observar a formação de nuvens de tempestade (Cumulonimbus), no entanto essas nuvens não forneciam o total de precipitação típico desta época do ano.

Com relação aos mesmos meses do verão passado, nota-se que Dezembro/2013 teve menos dias com trovoada que Dezembro/2012 (Figura 22). Por outro lado, Janeiro/2014 e Fevereiro/2014 tiveram menos dias com trovoada que os mesmos meses do ano anterior (Figura 22).

Analisando todos os trimestres DJF de 1958/1959 até 2013/2014, é possível verificar uma tendência muito de aumento 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 pouco significativa, já que $t=1,9$.

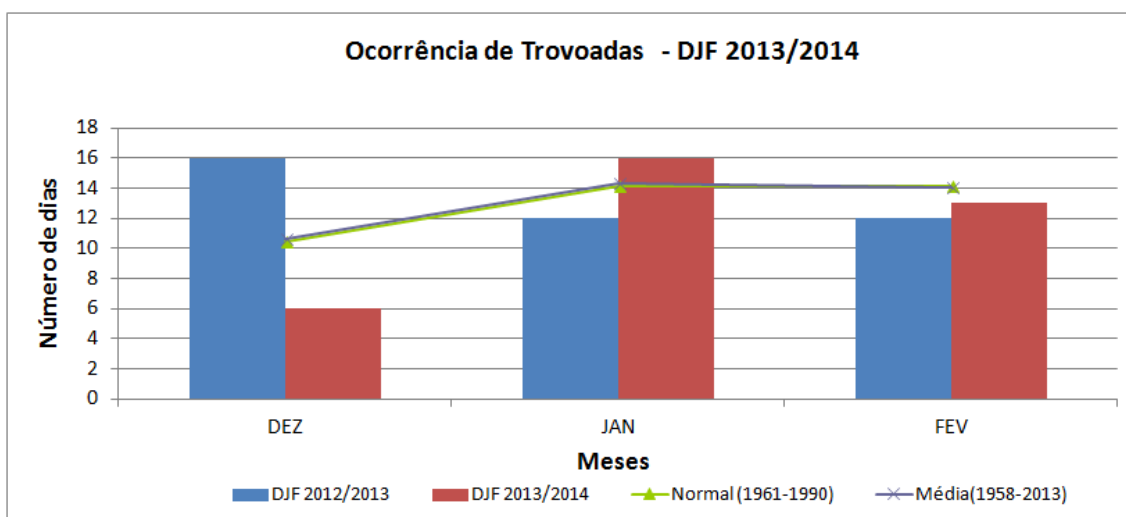


Figura 22 – Número de dias com trovoadas no trimestre DJF 2012/2013 (azul) e DJF 2013/2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha média representa a média 1958-2013.

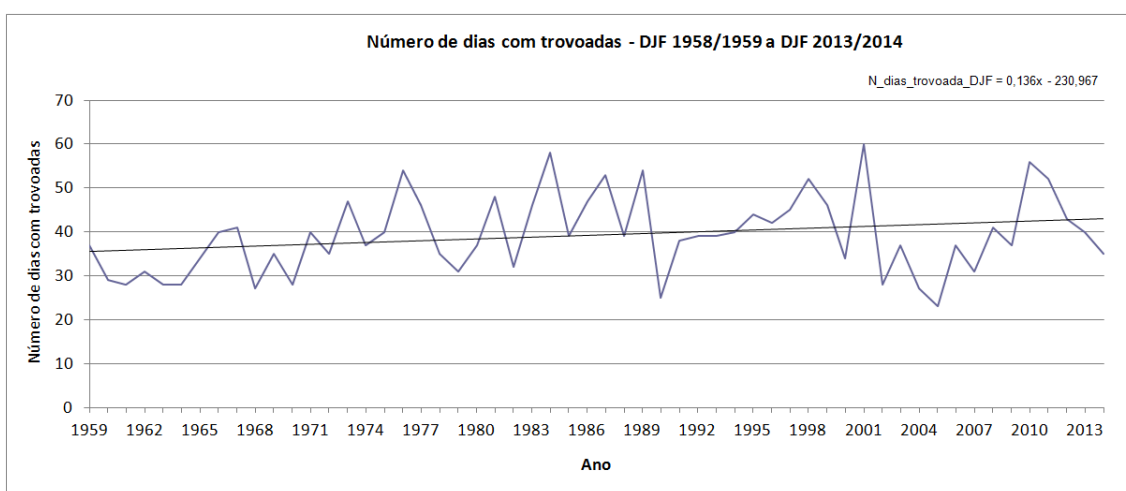


Figura 23 – Número de dias com trovoada no trimestre DJF de 1958-2013.

8. Irradiação

Todos os meses do período tiveram irradiação solar total acima da média climatológica (Figura 24). Destaque especial para Janeiro/2013, que com 732,5 MJ/m² foi o mês de janeiro com maior irradiação total desde 1961 (quando se iniciou o registro dessa variável). Isso certamente tem relação com a pouca nebulosidade registrada nesse período, com muitos períodos de céu com poucas ou sem nenhuma nebulosidade.

Comparando com o verão anterior, nota-se que todos os meses de DJF 2013/2014 tiveram mais irradiação solar global que os mesmos meses do trimestre DJF 2012/2014 (Figura 24).

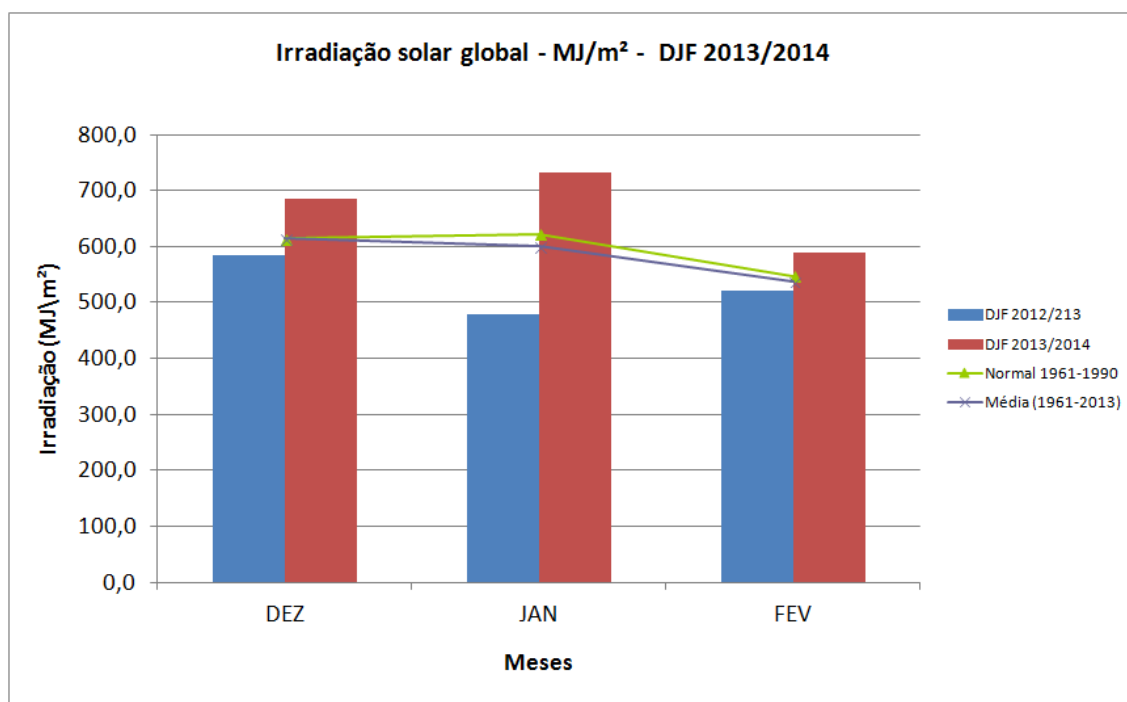


Figura 24 – Irradiação solar global no trimestre DJF 2012/2013 (azul) e DJF 2013/2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1961-2012.

9. Insolação

Todos os meses de DJF 2013/2014 tiveram mais horas de brilho solar do que suas respectivas médias climatológicas (Figura 25). Janeiro/2014 (com 244,7h de brilho solar) foi superado apenas por Janeiro/1971 (com 248,0h mensais de brilho solar). A elevada quantidade de horas de brilho solar tem relação com a pouca nebulosidade registrada nesse período (quando comparamos com a média) e conseqüentemente, com o total de chuvas abaixo da média (Figura 1).

Comparando com o verão anterior, todos os meses de DJF 2013/2014 tiveram mais horas de brilho solar que os mesmos meses do verão passado (Figura 25). A Figura 26 por sua vez, mostra o número de horas de brilho solar médio diário.

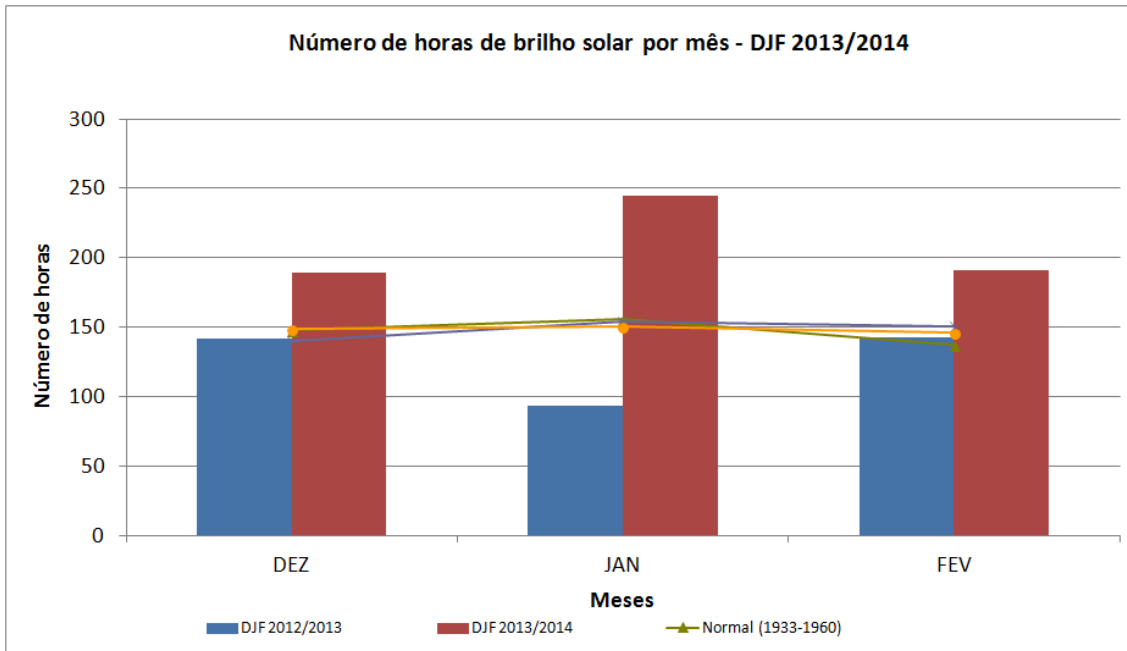


Figura 25 – Número de horas de brilho solar no trimestre DJF 2012/2013 (azul) e DJF 2013/2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.

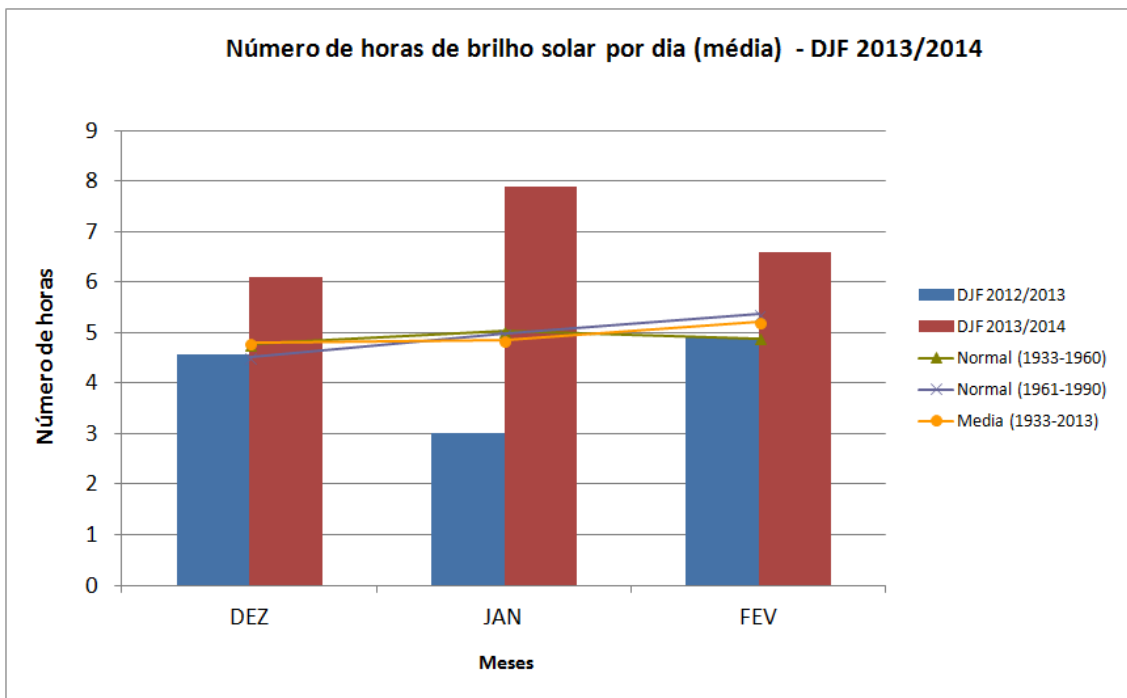


Figura 26 – Número médio diário de horas de brilho solar trimestre DJF 2012/2013 (azul) e DJF 2013/2014 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2013.