

**BOLETIM CLIMATOLÓGICO TRIMESTRAL DA
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP
- SON 2013 -
- PRIMAVERA -**



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 Setembro, Outubro e Novembro de 2013 (SON 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 SON/2013, período referente à primavera de 2013, foi caracterizado por um total de 414,4mm chuva, acima da média climatológica de 331,3mm. Isto significa 25,1% de chuva acima da climatologia. O ano de 2013 teve a 18ª primavera mais chuvosa da série histórica, tendo sido mais chuvosa que SON/2012 (que acumulou 276,7mm).

Os meses de Setembro e Novembro (Figura 1) foram meses chuvosos, com chuva acima de suas respectivas médias climatológicas:

- Setembro/2013: 103,9mm (a média climatológica, calculada de 1933-2012, é 78,4mm). Foi o 25º mês de Setembro mais chuvoso da série;

- Novembro/2013: 201,7mm (a média climatológica, calculada de 1933-2012, é 129,0mm). Foi o 11º mês de Novembro mais chuvoso da série.

Por outro lado, Outubro/2013 (Figura 1) foi um mês seco, registrando um total de 108,8mm (a média climatológica, calculada de 1933-2012, é 122,9mm). Foi o 34º mês de Outubro mais seco da série.

A Figura 1 também indica os totais mensais de SON/2012 e é possível compará-los com SON/2013. Todos os meses de SON/2013 foram mais chuvosos que SON/2012 (Figura 1).

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 SON 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, verifica-se que a mais recente é maior que a mais antiga, o que é observado para todos os meses de primavera.

As médias 1991-2012 apresentadas na Tabela 1, serão também em 2020 normais climatológicas (subperíodo de 30 anos). Observando o valor das médias 1991-2012, verifica-se que houve uma redução na média apenas no mês de Outubro. 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 (1933-2012), 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.

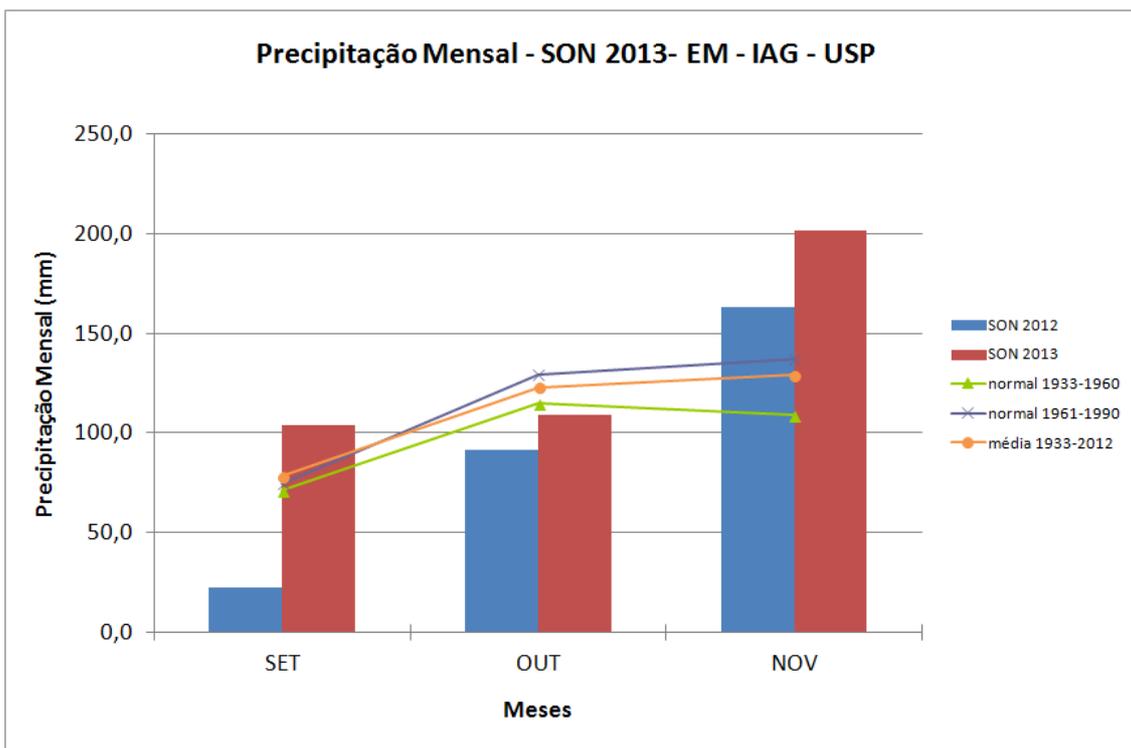


Figura 1 – Precipitação mensal para o trimestre de primavera (SON) de 2013 (barras vermelhas). As barras azuis representam os meses deste trimestre no ano anterior (SON/2012). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média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

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

	Setembro	Outubro	Novembro
Normal (1933-1960)	71,0	114,9	108,7
Normal (1961-1990)	74,7	129,2	137,4
Média (1991-2012)	92,7	124,7	143,3
Média Climatológica (1933-2012)	78,4	122,9	129,0
2012	22,0	91,7	163,0
2013	103,9	108,8	201,7
Fração (%)	32,5%	-11,5%	56,4%

Todos os meses do período tiveram mais dias de chuva do que a média climatológica (Figura 2). Comparando com SON/2012, todos os meses de SON/2013 apresentaram mais dias de chuva (Figura 2).

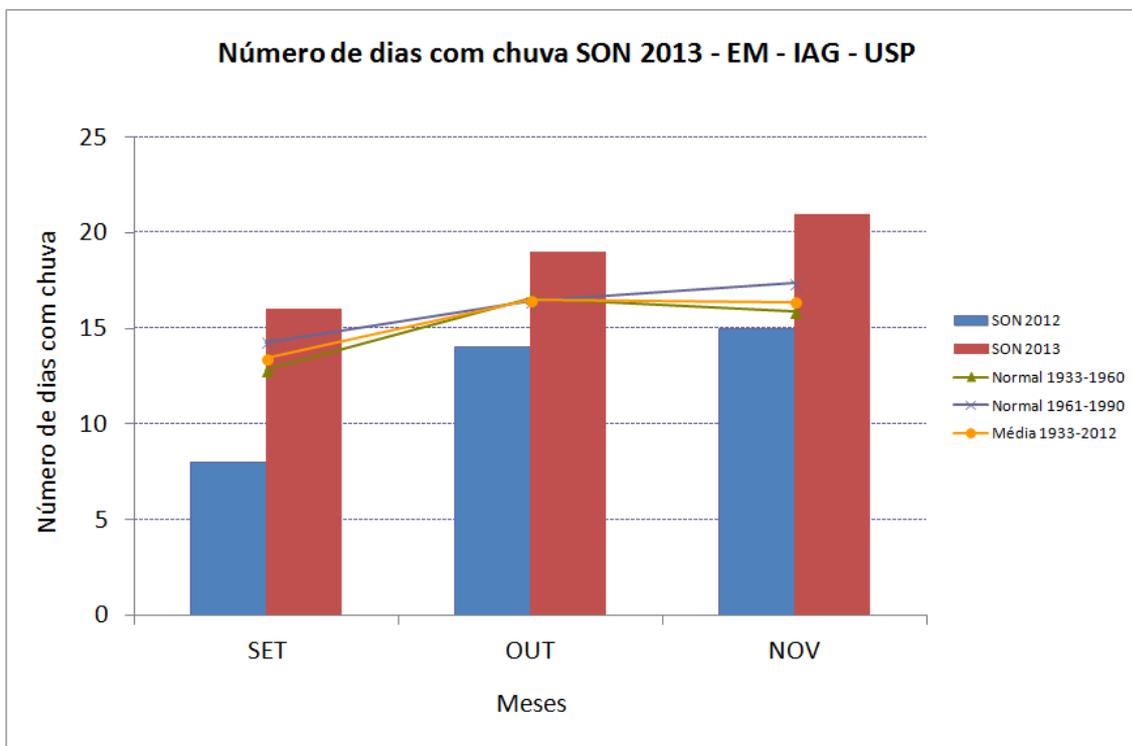


Figura 2 – Número de dias com chuva na primavera de 2012 (em azul) e no primavera de 2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

Em termos climatológicos, a Figura 3a mostra que a precipitação acumulada no trimestre SON ao longo de toda série climatológica possui tendência de aumento, conforme equação de ajuste linear indicada no gráfico. De acordo com teste T de Student é possível afirmar que a tendência é significativa (a condição é ter $|t| > 2,0$ para um nível de 95% de confiança e $t = 2,1$ para a Figura 3a).

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

- Setembro/2013: $t = 1,1$, tendência não-significativa;
- Outubro/2013: $t = 0,2$, tendência não-significativa;
- Novembro/2013: $t = 2,0$, tendência significativa.

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

- SON/1933 até SON/1960: aumento de 27,4mm;
- SON/1961 até SON/1990: aumento de 29,4mm;

- SON/1991 até SON/2012: aumento de 22,3mm;
- Total – SON/1933 até SON/2012: aumento de 81,2mm.

Considerando todas as primaveras 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:

- SON/1942: 126,6mm;

- SON/1994: 191,6mm;

- SON/1999: 172,9mm.

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

- SON/1957: 631,4mm;

- SON/1992: 510,7mm;

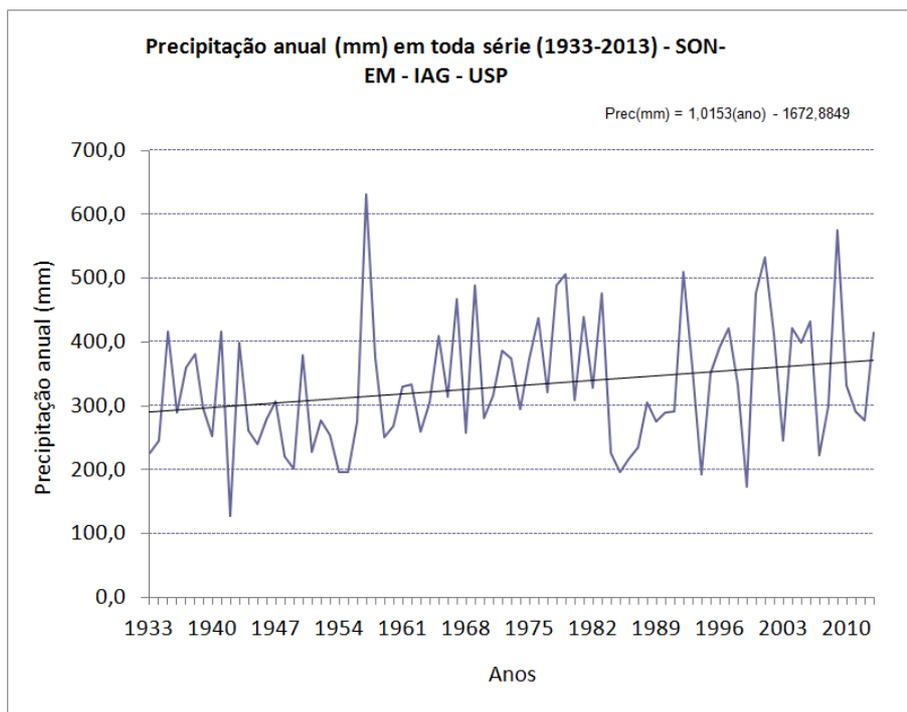
- SON/2001: 532,1mm;

- SON/2009: 575,3mm.

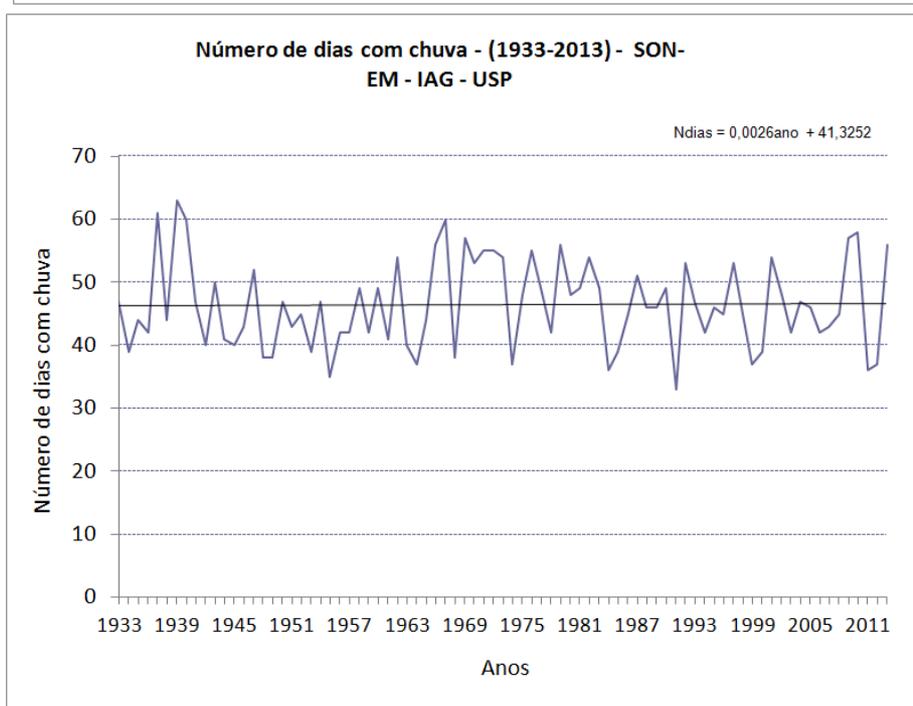
Com relação ao número de dias com chuva, a equação de tendência apresentada na Figura 3b mostra uma tendência de redução. No teste T de Student, obteve-se $t=-0,1$. É, portanto, uma tendência insignificativa. Considerando a equação de tendência, a redução de número de dias com chuva seria inferior a 1 dia (ao considerar o período de 1933 até 2012).

Informações adicionais: no trimestre SON/2013, o maior volume de chuva acumulado em apenas 24h foi de 46,2mm, observado em 17 de Novembro de 2013. O maior acumulado em apenas 1h foi de 19,9mm e ocorreu entre 1h e 2h do dia 17 de Novembro de 2013.

A maior sequência de dias com chuva ocorreu de 9 a 14 de Outubro de 2013 e a maior sequência de dias seguidos sem chuva ocorreu de 21 a 26 de Novembro de 2013. Não foi registrada ocorrência de granizo neste trimestre.



(a)



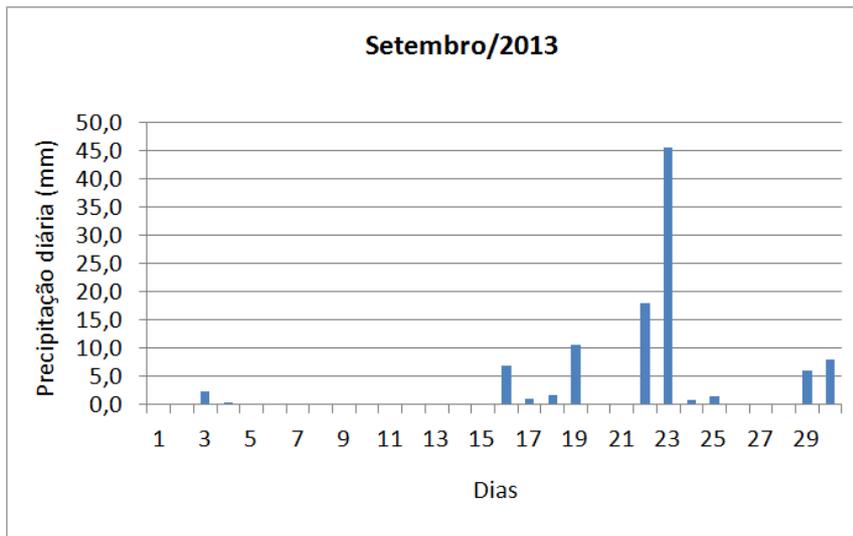
(b)

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

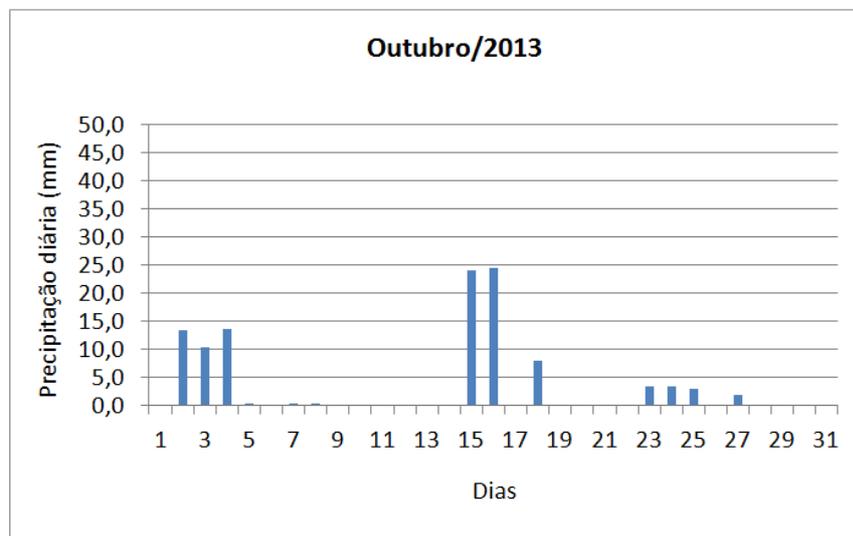
Considerando a distribuição dos dias de chuva, em Setembro/2013 a chuva ficou concentrada na segunda quinzena do mês (Figura 4a). Com total de 103,9mm de chuva e 16 dias de chuva no mês (Figura 1 e Figura 2), obtém-se uma média de 6,5 mm/dia (a média climatológica é 5,7 mm/dia: 78,9mm em 13 dias). A chuva de Setembro/2013 ficou concentrada principalmente nos dias 22 e 23, sendo que nesses 2 dias totalizou-se 63,6mm de chuva, equivalendo a 61,2% do total de precipitação do mês.

Em Outubro/2013 (Figura 4b), foram 19 dias de chuva e um acumulado total de 108,8mm (Figura 1 e Figura 2). Sendo assim, obtém-se 5,7mm/dia para uma média é de 7,7mm/dia (122,9mm e 16 dias de chuva, conforme Figura 1 e Figura 2). Em destaque, os dias 15 e 16 de Outubro, com aproximadamente 50mm de chuva acumulada, o que equivale a quase 50% do total do mês.

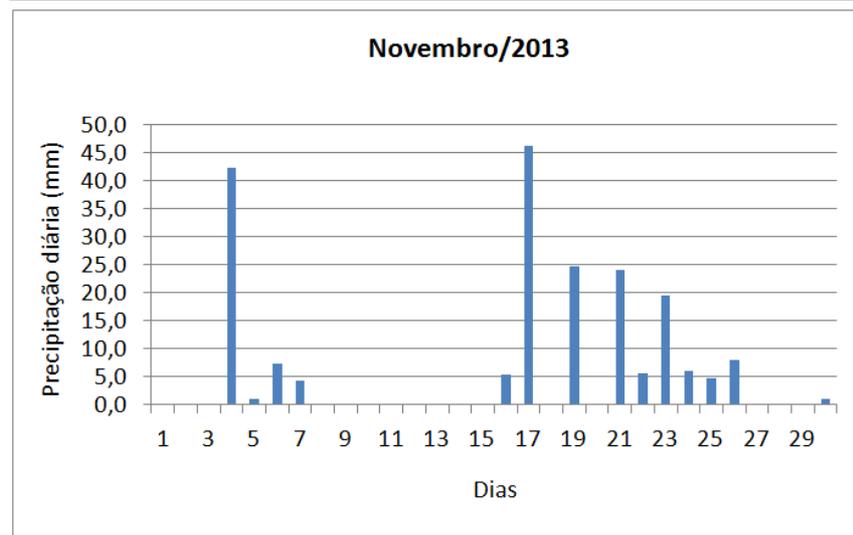
Novembro/2013 (Figura 4c) teve 9,6mm/dia (201,7mm de chuva e 21 dias com chuva, conforme Figura 1 e Figura 2). A média climatológica para o mês de Novembro é 8,1mm/chuva (129mm de chuva e 16 dias com o fenômeno). Em Novembro/2013, destacam-se dois dias com relação ao total diário de precipitação: 4 de Novembro (com 42,4mm) e 17 de Novembro (com 46,2mm).



(a)



(b)



(c)

Figura 4 – Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre: Setembro/2013 (a); Outubro/2013 (b) e Novembro/2013 (c).

2. Temperatura

A temperatura média de SON/2013 foi de 19,2°, acima da média climatológica 1933-2012 que é de 18,3°C. Em termos mensais (Figura 5), todos os meses tiveram média mensal acima da média climatológica. Um destaque para Novembro/2013, que teve média mensal 1,3°C acima da média climatológica, o que corresponde a cerca de 6,7% acima da média (Tabela 2).

SON/2012 teve média de 20,0°C, ou seja, na média foi mais quente que SON/2013. Quando se compara cada mês de SON/2013 com SON/2012, nota-se que Setembro/2013 e Outubro/2013 tiveram temperaturas médias mais baixas que os mesmos meses do ano anterior (Figura 5 e Tabela 2). Novembro/2013, por outro lado, foi mais quente que Novembro/2012 (Figura 5 e Tabela 2).

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 Setembro/2013;
- Aumento de 0,9°C para o mês de Outubro/2013;
- Aumento de 1,3°C para o mês de Novembro/2013.

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

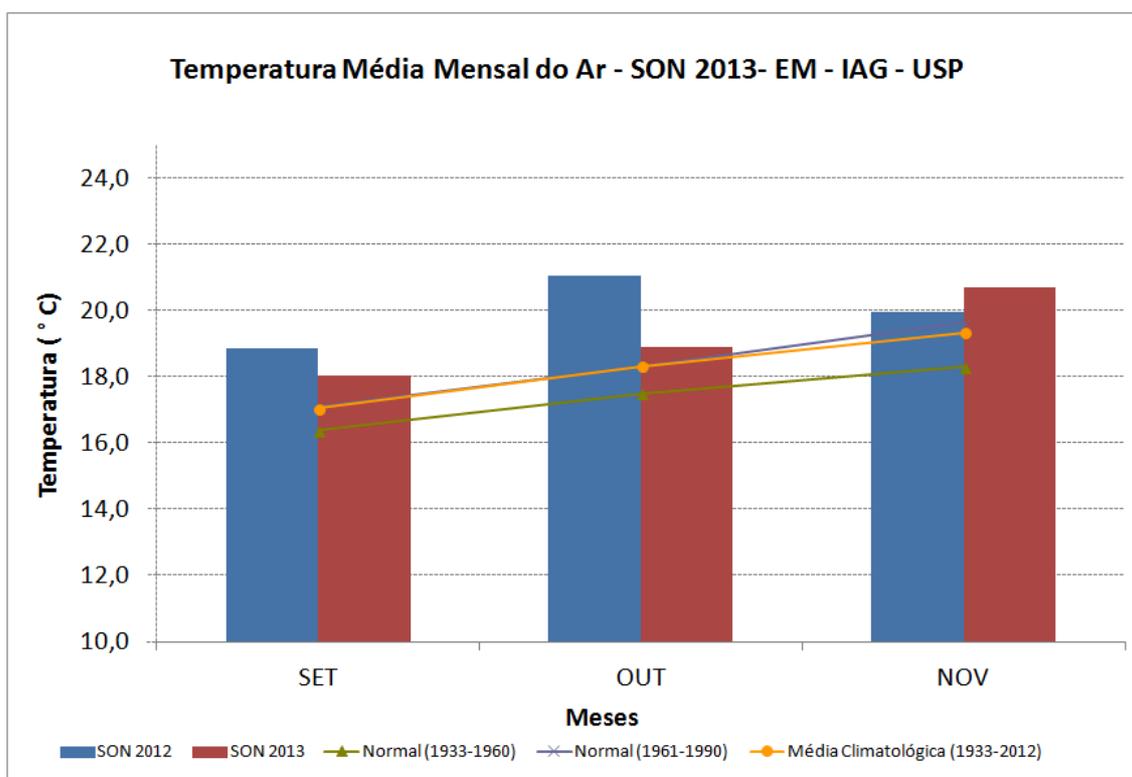


Figura 5 – Temperatura média mensal do ar para SON/2012 (em azul) e SON/2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal de 1933-1960, a linha roxa representa a normal de 1961-1990 e a linha laranja representa a média de 1933-2012.

Tabela 2 – Temperatura (°C) média dos meses SON/2012 e SON/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 comparação entre a temperatura média mensal de 2013 com relação à média climatológica da EM.

	Setembro	Outubro	Novembro
Normal (1933-1960)	16,4	17,5	18,3
Normal (1961-1990)	17,1	18,3	19,6
Média (1991-2012)	17,8	19,4	20,3
Média Climatológica (1933-2012)	17,1	18,3	19,4
2012	18,9	21,1	20,0
2013	18,0	18,9	20,7
Comparação	0,9°C acima	0,6°C acima	1,3°C acima

A maior temperatura registrada no período foi 35,2°C, em 11 de Novembro. Embora seja um valor de destaque, não foi a maior temperatura já registrada em um mês de Novembro. Em 16 de Novembro de 1958, registrou-se 35,5°C. O valor registrado em 11 de Novembro de 2013 foi a segunda maior temperatura já registrada durante um mês de Novembro.

A temperatura média máxima de SON/2013 foi 25,2°C, valor acima da média climatológica para o trimestre (24,4°C). SON/2012 foi mais quente, com média máxima de 26,9°C. Avaliando cada mês, verifica-se que todos ficaram acima das respectivas médias climatológicas (Figura 6), com destaque para Setembro/2013 e Novembro/2013 que ficaram 1,1°C e 1,0°C, respectivamente, acima da média climatológica (Figura 6 e Tabela 3).

Comparando com SON/2012, apenas Novembro/2013 teve temperatura média máxima superior a Novembro/2012 (Figura 6 e a Tabela 3).

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

- Setembro: 35,3°C em 17 de Setembro de 1988;
- Outubro: 35,9°C em 31 de Outubro de 2012;
- Novembro: 35,5°C em 16 de Novembro de 1958.

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

- Aumento de 0,1°C para o mês de Setembro/2013;
- Aumento de 0,4°C para o mês de Outubro/2013;
- Aumento de 1,0°C para o mês de Novembro/2013.

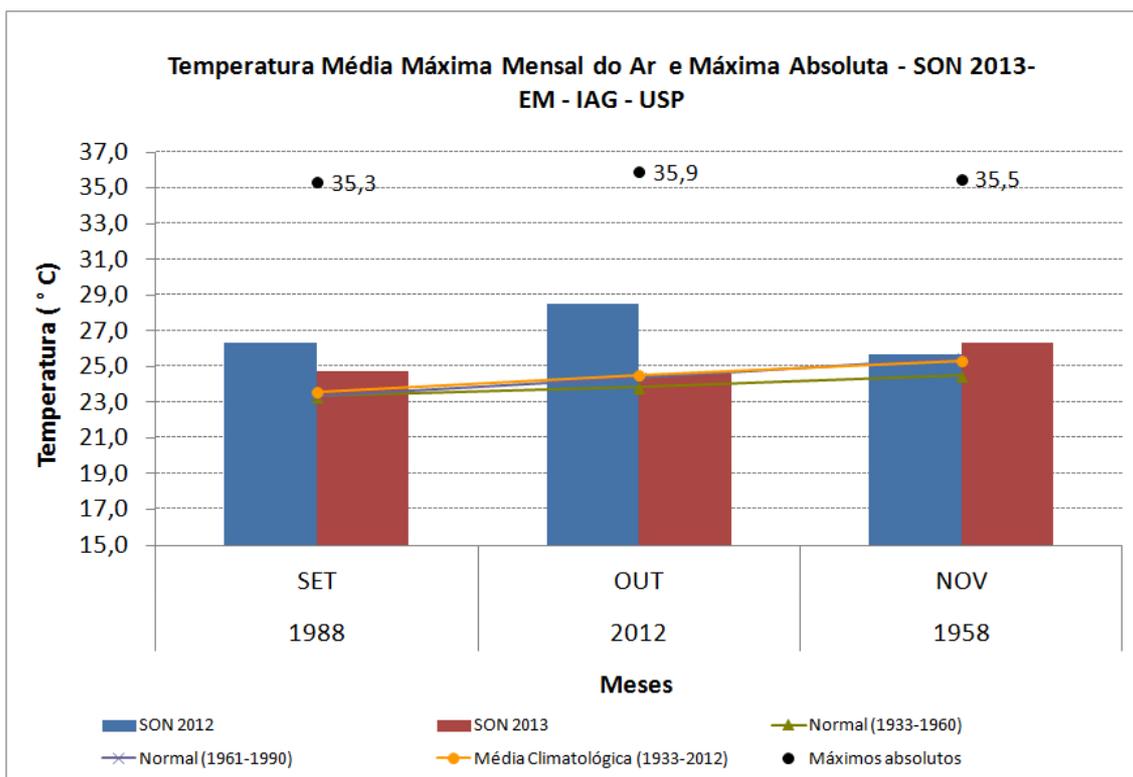


Figura 6 – Temperatura média máxima mensal do ar para SON/2012 (em azul) e SON/2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

Tabela 3 – Temperatura média máxima (°C) dos meses SON/2012 e SON/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 comparação entre a temperatura média máxima mensal de 2013 com relação à média climatológica da EM.

	Setembro	Outubro	Novembro
Normal (1933-1960)	23,3	23,8	24,5
Normal (1961-1990)	23,4	24,4	25,5
Média (1991-2012)	24,0	25,6	26,2
Média Climatológica (1933-2012)	23,6	24,5	25,3
2012	26,4	28,5	25,7
2013	24,7	24,6	26,3
Comparação	1,1°C acima	0,1°C acima	1,0°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 Setembro/2013 foram 6 dias com temperatura superior ou igual a 30,0°C. A média climatológica é de 4 dias para este mês;
- Em Outubro/2013 foram 6 dias (a média é de 5 dias para este mês);
- Em Novembro/2013 foram 10 dias, quando a média climatológica é de apenas 5 dias.

A menor temperatura desta primavera foi 7,4°C, registrada em 27 de Setembro.

A maior amplitude térmica (maior diferença entre temperatura máxima e mínima em um mesmo dia) foi 19,0°C e ocorreu em 2 de Setembro de 2013 (mínima de 12,0°C e máxima de 31,0°C). A menor amplitude térmica do trimestre foi 2,7°C e ocorreu em 6 de Novembro de 2013 (mínima de 13,6°C e máxima de 16,2°C).

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

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

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

- Setembro: 0,4°C em 5 de Setembro de 1941;
- Outubro: 4,7°C em 13 de Outubro de 1934;
- Novembro: 5,3°C em 16 de Novembro de 1933.

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 Setembro/2013;
- Aumento de 0,8°C para o mês de Outubro/2013;
- Aumento de 1,2°C para o mês de Novembro/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.

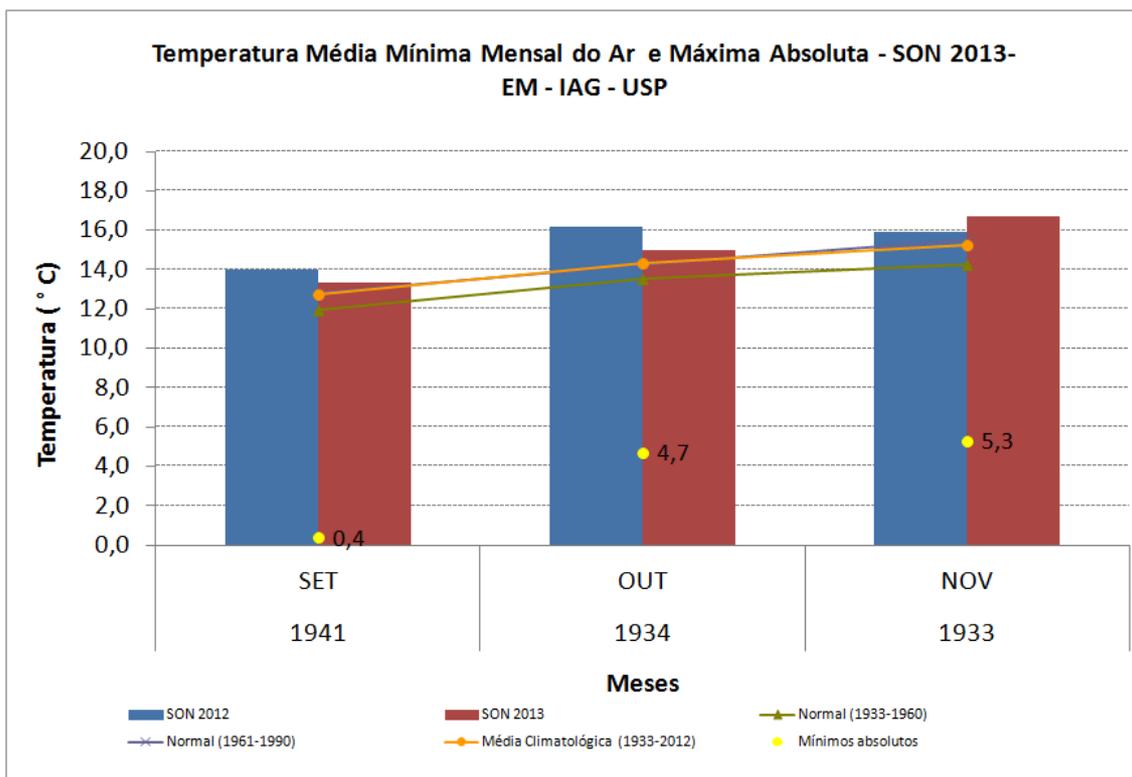


Figura 7 – Temperatura média mínima mensal do ar para SON/2012 (em azul) e SON/2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

Tabela 4 – Temperatura média mínima dos meses SON/2012 e SON/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 comparação entre a temperatura média mínima mensal de 2013 com relação à média climatológica da EM.

	Setembro	Outubro	Novembro
Normal (1933-1960)	11,9	13,5	14,3
Normal (1961-1990)	12,8	14,3	15,5
Média (1991-2012)	13,5	15,3	16,2
Média Climatológica (1933-2012)	12,7	14,3	15,2
2012	14,0	16,2	15,9
2013	13,3	15,0	16,7
Comparação	0,6°C acima	0,7°C acima	1,5°C acima

Na Figura 8 apresenta-se a série histórica da temperatura para os meses de primavera, além do ajuste linear que permite verificar as tendências de variação. Observa-se que há tendência de elevação da temperatura média (Figura 8a), média máxima (Figura 8b) e média mínima (Figura 8c) para o trimestre SON.

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 ($t=9,6$). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 8a representa bem a evolução da temperatura média anual para o trimestre SON.

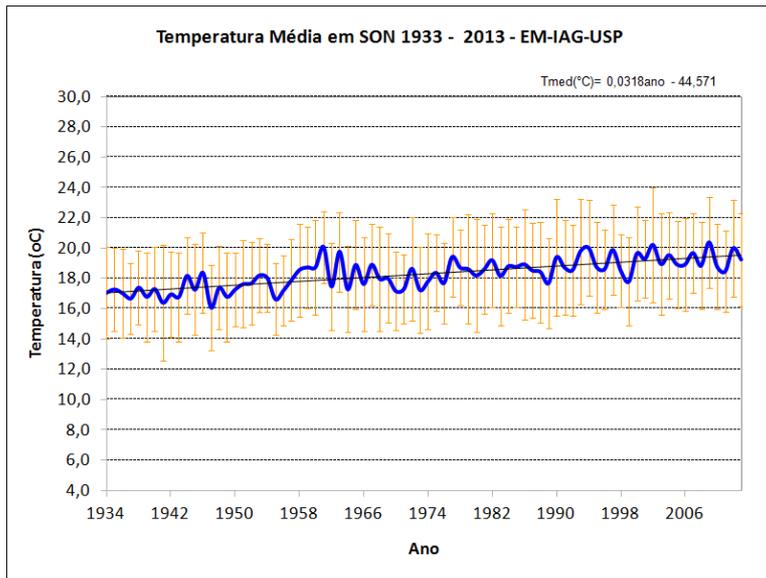
No caso da temperatura média máxima anual do trimestre (Figura 8b), o teste T de Student também indica que a tendência é significativa para um nível de 95% de confiança ($t=5,0$). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 8b representa bem a evolução da temperatura média máxima anual para o trimestre SON.

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 ($t=8,8$). Sendo assim, o ajuste linear expresso pela equação na Figura 8c representa bem a evolução da temperatura média mínima anual para o trimestre SON.

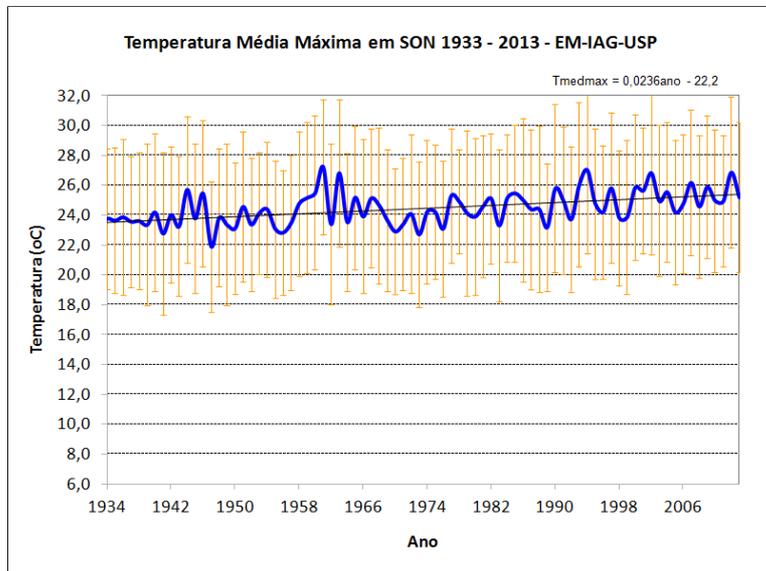
Após comparar a temperatura média (Figura 8a), temperatura média máxima (Figura 8b) e temperatura média mínima (Figura 8c), verifica-se que a tendência é mais significativa para a temperatura média, uma vez que o valor do teste T de Student é o maior para este caso.

Após constatar 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, tem-se que:

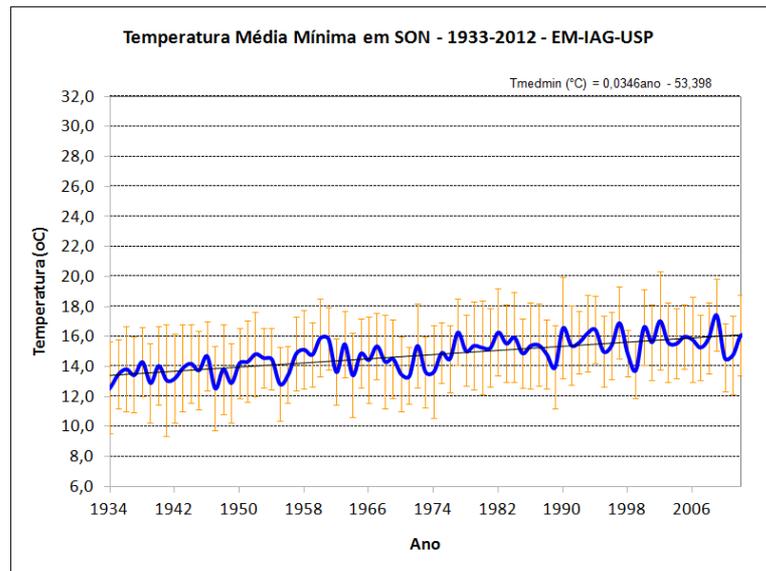
- de 1933 a 1960: um aumento de $0,9^{\circ}\text{C}$ para a média; $0,6^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e $0,9^{\circ}\text{C}$ para a média mínima;
- de 1961 a 1990: um aumento de $0,9^{\circ}\text{C}$ para a média; $0,7^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e $1,0^{\circ}\text{C}$ para a média mínima;
- de 1991 a 2012: um aumento de $0,7^{\circ}\text{C}$ para a média; $0,5^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e $0,7^{\circ}\text{C}$ para a média mínima;
- de 1933 a 2013, um aumento de $2,5^{\circ}\text{C}$ para a temperatura média; $1,9^{\circ}\text{C}$ para a média máxima e de $2,7^{\circ}\text{C}$ para a média mínima.



(a)



(b)



(c)

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

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

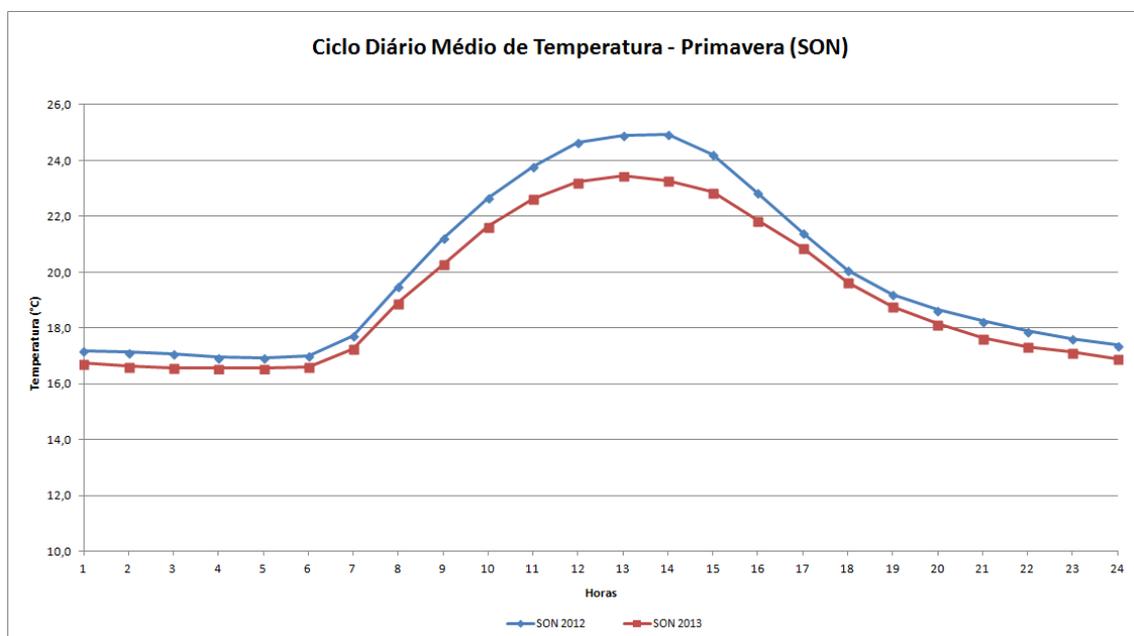


Figura 9 – Ciclo diário médio de temperatura para a primavera 2012 (em azul) e 2013 (em vermelho).

3. Umidade relativa do ar

Todos os meses do trimestre SON/2013 foram secos, com umidade relativa média abaixo da média climatológica (Figura 10), com principal destaque para Setembro/2013 que teve média de 76,4% (a média climatológica vale 80,1%).

Considerando SON/2012, Setembro/2013 e Outubro/2013 tiveram média mensal superior aos mesmos meses do ano anterior (Figura 10). Por outro lado, Novembro/2013 teve média mensal inferior a Novembro/2012. Além disso, conforme foi discutido na seção 1 (Figura 1 e Tabela 1), Novembro/2013 também foi um mês chuvoso comparado à média climatológica e também chuvoso quando comparado a Novembro/2012.

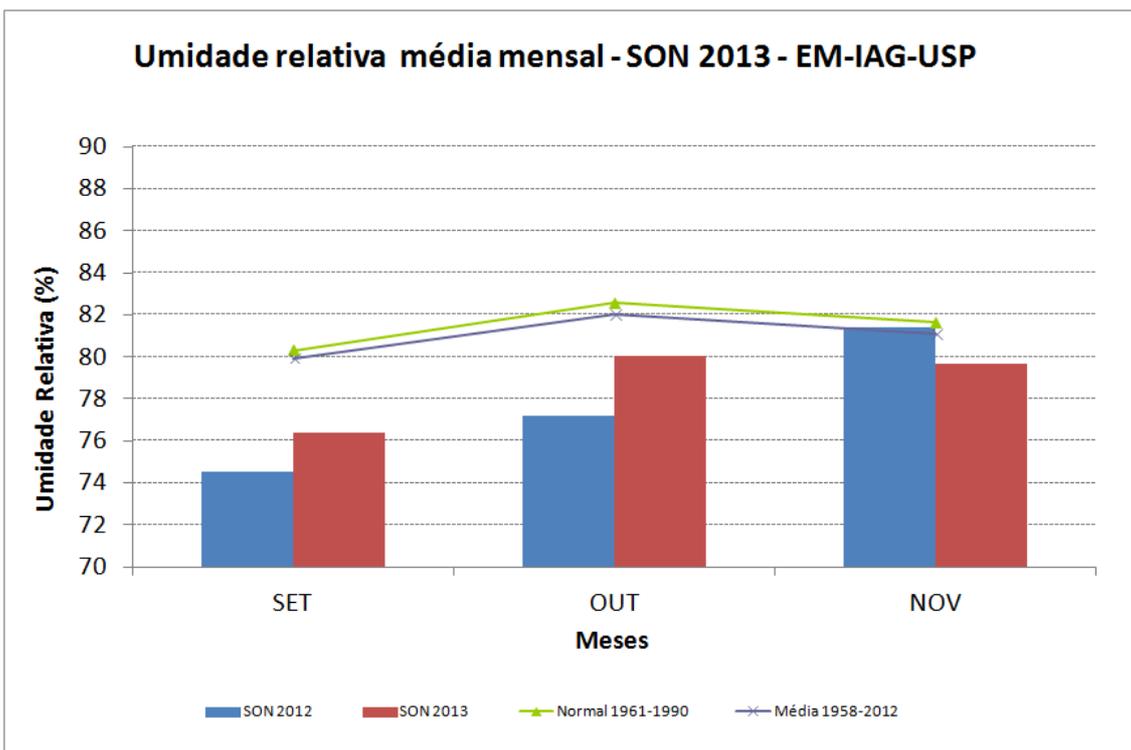


Figura 10 – Umidade relativa média mensal para SON/2012 (em azul) e SON/2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2012.

Com relação à média dos valores mínimos de umidade relativa, que aqui é denominada umidade relativa média mínima mensal (Figura 11), Setembro/2013 ficou abaixo da média climatológica. Os outros meses da estação, no entanto, apresentaram valores muito próximos da média (Figura 11).

Comparando com a primavera de 2012, nota-se que Setembro/2013 e Outubro/2013 tiveram menor umidade relativa média mínima do que os mesmos meses do ano anterior, enquanto Novembro/2013 teve média mínima muito próxima (ligeiramente abaixo) à de Novembro/2012 (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. Tem-se:

- Setembro: 13%, em 23 de Setembro de 1994;
- Outubro: 16%, em 9 de Outubro de 2004;
- Novembro: 12%, em 23 de Novembro de 1968.

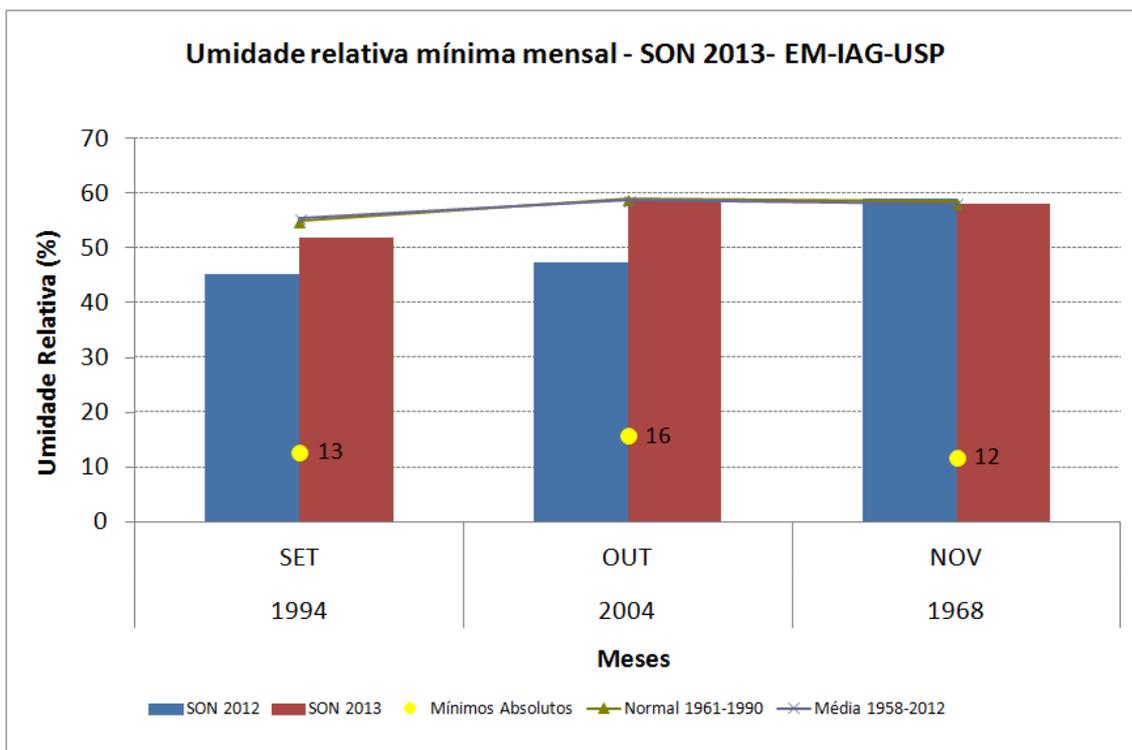


Figura 11 – Umidade relativa média mínima mensal para o SON/2012 (em azul) e SON/2013 (em vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2012. Os pontos amarelos representam os mínimos absolutos mensais

A menor umidade relativa registrada em SON/2013 foi 21%, valor este registrado em dois dias consecutivos: 14 e 15 de Setembro de 2013. Foram registrados 10 dias com umidade relativa igual ou abaixo de 30% (a média climatológica é de 8 dias). Destaque para Setembro/2013, que ficou acima da média, com 8 dias com essa característica (a média é de 5 dias), conforme indica a Figura 12. Outubro/2013 teve 1 único dia com essa característica (a média é de 2 dias) e Novembro/2013 ficou igual à média climatológica (1 dia com essa característica), conforme também indica a Figura 12.

Comparando a SON/2012, verifica-se que Setembro/2013 e Outubro/2013 tiveram menos dias de baixa umidade relativa quando comparados aos mesmos meses do ano anterior (Figura 12). Novembro/2012 e Novembro/2013 tiveram ambos apenas um dia com essa característica (Figura 12).

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

- 24% em 01 de Setembro de 2013;
- 25% em 02 de Setembro de 2013;
- 30% em 08 de Setembro de 2013;
- 28% em 10 de Setembro de 2013;
- 27% em 12 de Setembro de 2013;

- 24% em 13 de Setembro de 2013;
- 21% em 14 de Setembro de 2013;
- 21% em 15 de Setembro de 2013;
- 27% em 20 de Outubro de 2013;
- 30% em 03 de Novembro de 2013.

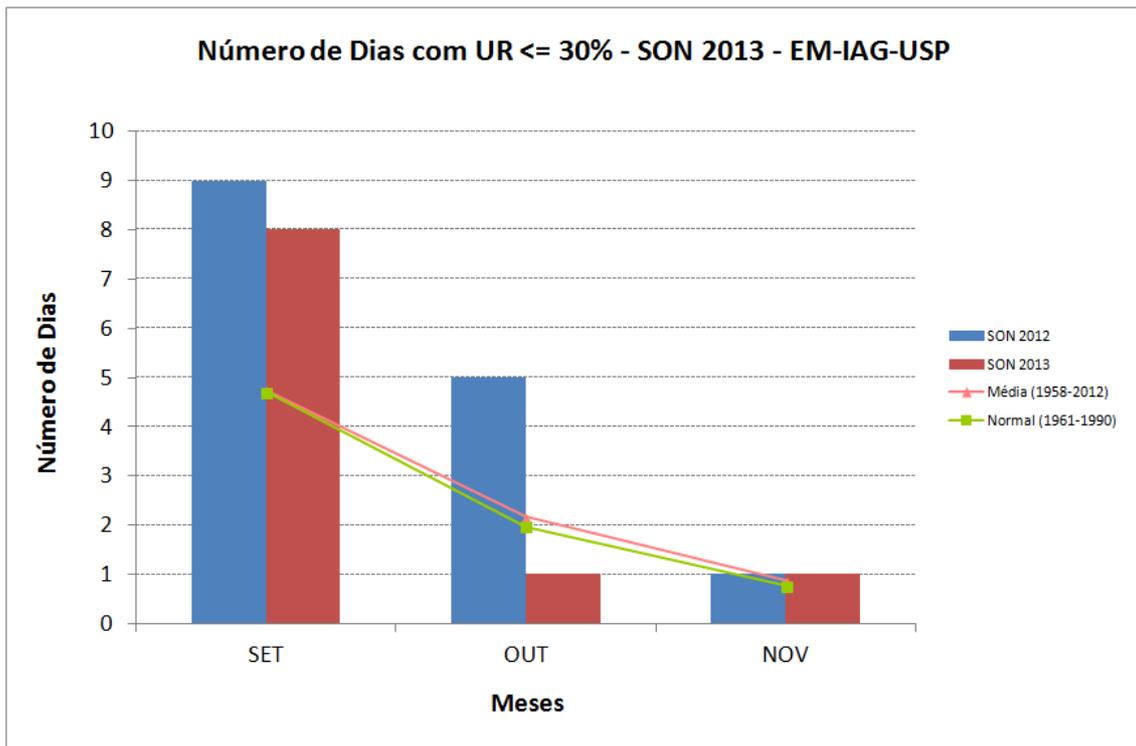


Figura 12 – Número de dias com UR (Umidade Relativa) igual ou inferior a 30% para SON/2012 (em azul) e SON/2013 (em vermelho). Além disso, a linha laranja mostra a média 1958-2012 e a linha verde mostra a normal 1961-1990.

Considerando os dias com umidade relativa igual ou inferior a 40%, nota-se que Setembro/2013 e Novembro/2013 tiveram mais dias com essa característica do que as respectivas médias climatológicas (Figura 13). Por outro lado, Outubro/2013 teve menos dias com essa característica do que a climatologia (Figura 13). Com relação ao mesmo período do ano anterior, Setembro/2013 e Outubro/2013 tiveram mais dias com essa característica do que os mesmos meses do ano anterior, sendo que Outubro/2013 teve menos dias com UR <=40% que Outubro/2012 (Figura 13).

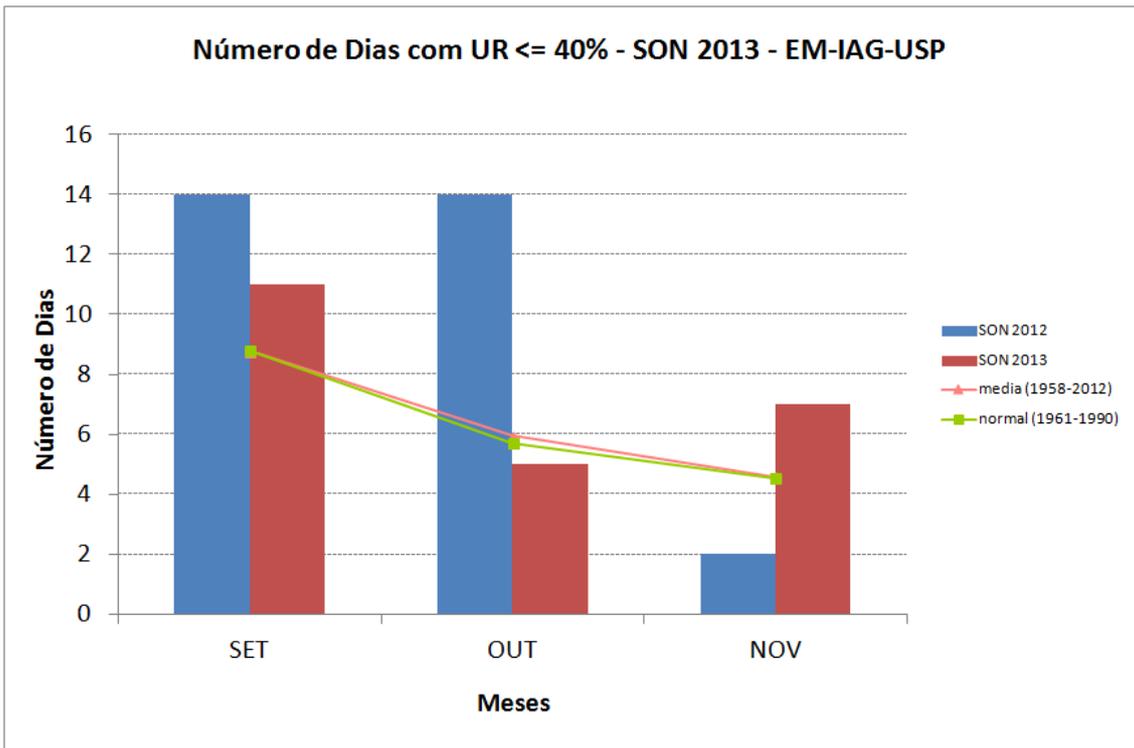


Figura 13 – Número de dias com UR igual ou inferior a 40% para SON/2012 (em azul) e SON/2013 (em vermelho). Além disso, a linha laranja mostra a média 1958-2012 e a linha verde mostra a normal 1961-1990.

A Figura 14 mostra a quantidade de dias com UR<30% em todos os trimestres SON (primavera) de 1958 até 2013. É possível notar que as primaveras de alguns anos diferenciam-se pela grande quantidade de dias com baixa umidade relativa, em destaque para:

- SON 1961: 17 dias;
- SON 1963: 17 dias;
- SON 1994: 21 dias;
- SON 2012: 15 dias.

Aplicando o Teste T de Student para o número de dias com umidade relativa inferior a 30% em toda a série do trimestre SON 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).

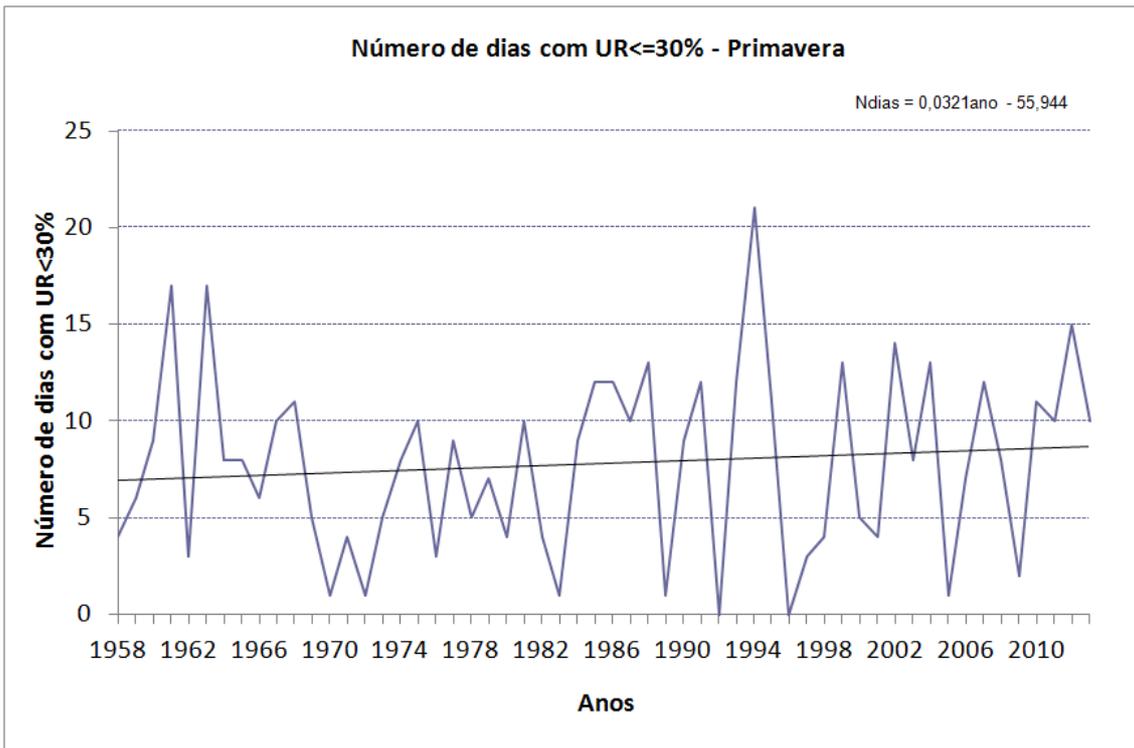


Figura 14 – Número anual de dias com UR<=30% em todos os períodos de primavera (SON) de 1958 até 2013. Em preto, a linha de tendência.

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. Também é possível observar uma flutuação, com alguns anos que se destacaram por ter muitos dias com UR<=40%:

- SON 1961: 30 dias;
- SON 1986: 30 dias;
- SON 1994: 32 dias;
- SON 2007: 17 dias.

Aplicando o Teste T de Student para o número de dias com umidade relativa inferior a 40% em toda a série do trimestre SON desde 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).

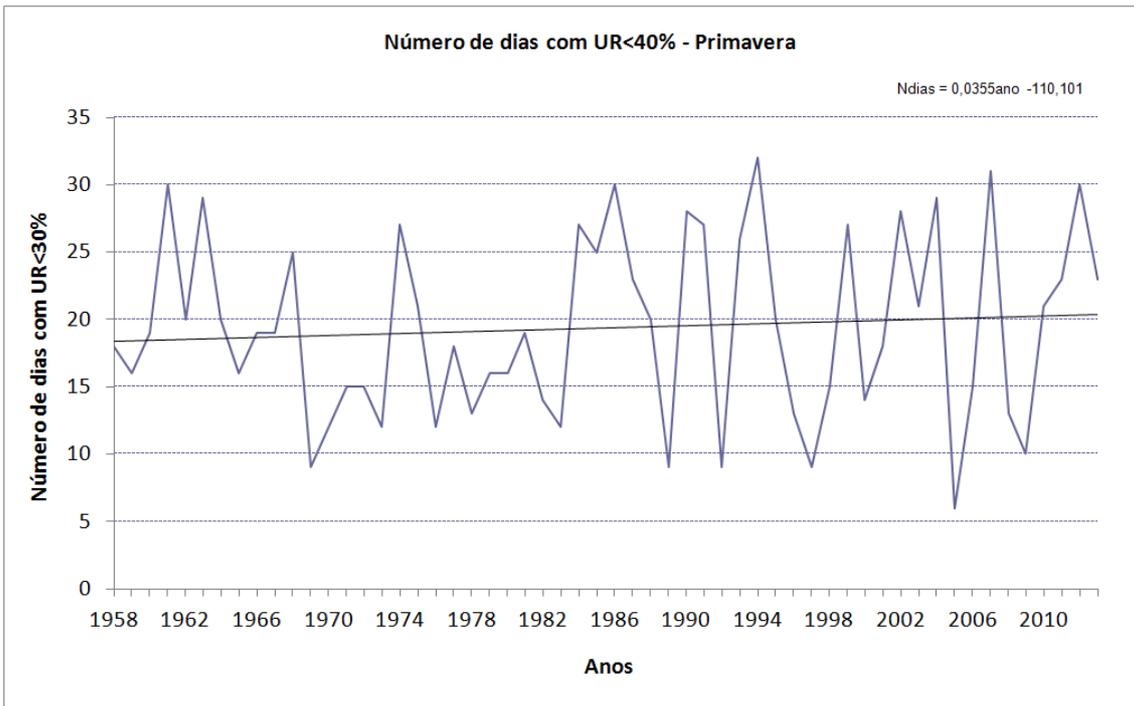


Figura 15 – Número anual de dias com UR<=40% em todos os períodos de primavera (SON) de 1958 até 2013. Em preto, a linha de tendência.

Avaliando o ciclo diário de umidade relativa (Figura 16), verifica-se que os valores médios horários em SON/2013 ficaram ligeiramente acima dos valores médios horários de SON/2012 durante os horários em que a umidade relativa é mais baixa (entre 10h-15h). Durante o final da tarde até a madrugada, os valores médios horários de SON/2013 e SON/2012 ficaram muito próximos (Figura 16).

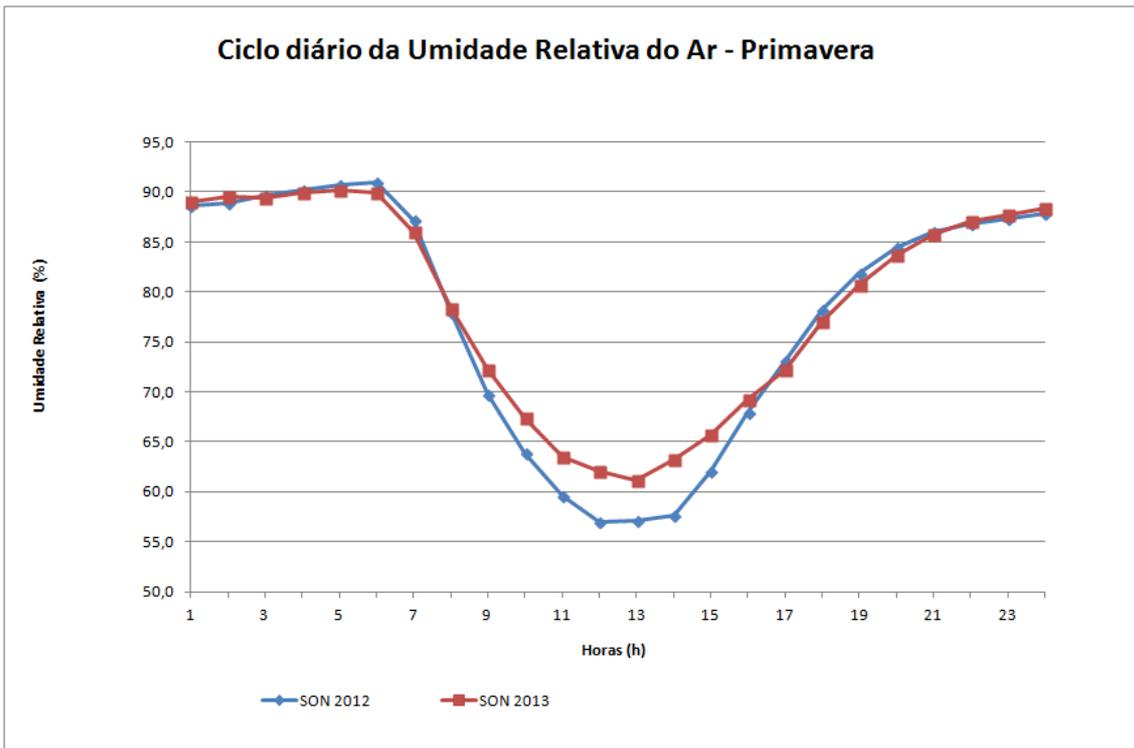


Figura 16 – Ciclo diário médio de Umidade Relativa para SON/2012 (em azul) e SON/2013 (em vermelho).

4. Garoa

Durante SON/2013 foram registrados 35 dias com garoa, acima da média climatológica (27 dias). O trimestre SON/2012 (primavera anterior) teve 30 dias com este fenômeno.

De acordo com a Figura 17, Setembro/2013 teve 12 dias com este fenômeno (3 dias acima da média climatológica), Outubro/2013 também teve 12 dias com o fenômeno (também 3 acima da média climatológica), enquanto Novembro/2013 teve 11 dias com o fenômeno (2 acima da média climatológica).

Ao comparar com a primavera de 2012, verifica-se que Setembro/2013 e Outubro/2013 tiveram menos dias com garoa que os mesmos meses do ano anterior (Figura 17). Outubro/2013 e Novembro/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 SON 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 $t=0,2$ (e uma baixa correlação de 0,025). Sendo assim, não há nenhum indício de que a quantidade de garoa tenha aumentado ou diminuído ao longo dos anos.

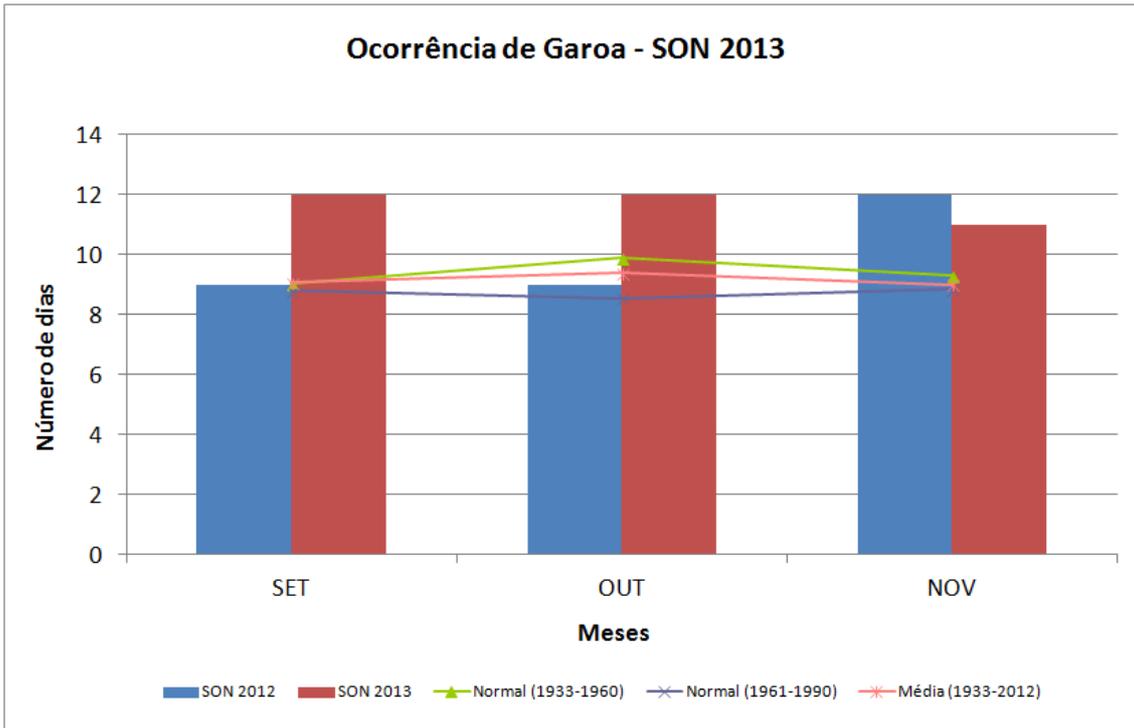


Figura 17 – Número de dias com garoa no trimestre SON/2012 (azul) e SON/2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

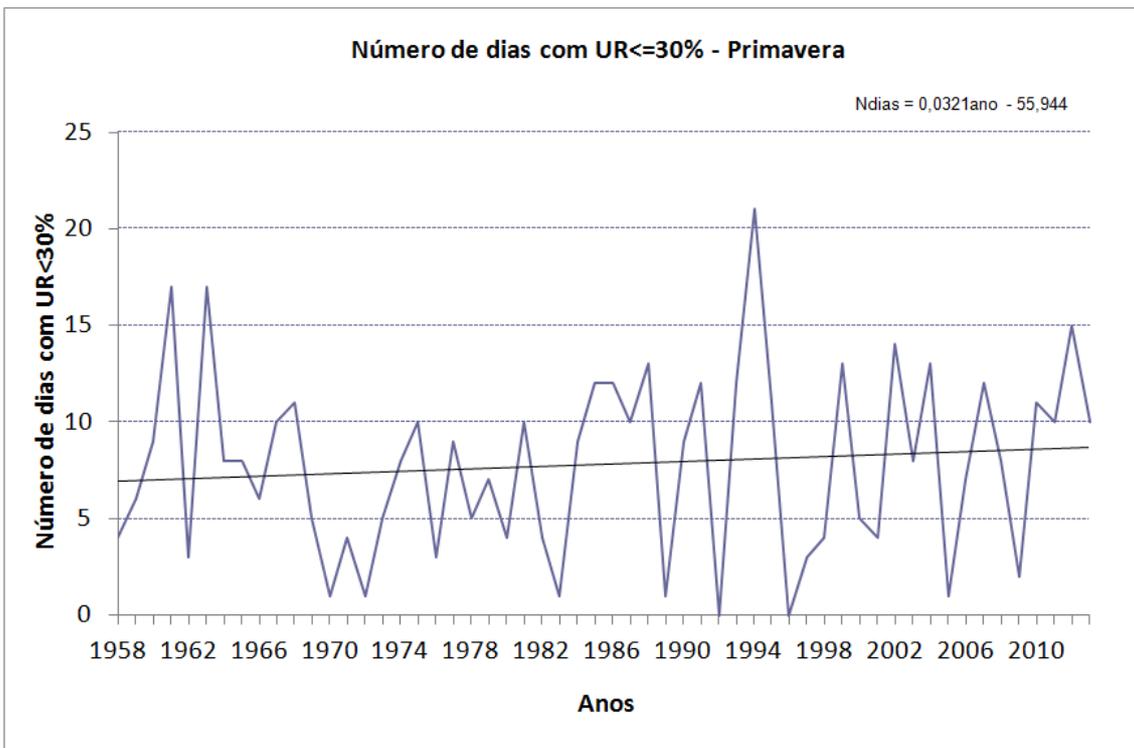


Figura 18 – Número de dias com garoa no trimestre SON de 1933-2013.

5. Orvalho

Durante o trimestre SON 2013 foram registrados 28 dias com orvalho enquanto que a média climatológica para este período é de 23 dias. SON 2012 teve 41 dias com este fenômeno.

Os três meses do período tiveram quantidade de dias com orvalho muito próximas às suas respectivas médias climatológicas (Figura 19). Comparando com SON/2012, verifica-se que Setembro/2013 e Outubro/2013 tiveram mais dias com orvalho do que os mesmos meses do ano anterior (Figura 19). Novembro/2013 teve 9 dias com o fenômeno, a mesma quantidade que Novembro/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.

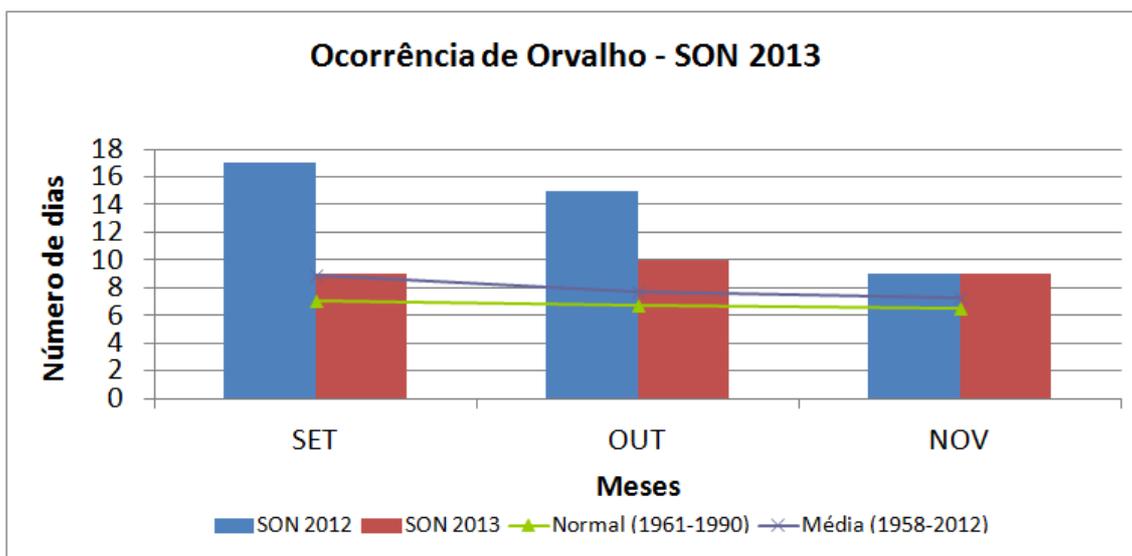


Figura 19 – Número de dias com orvalho no trimestre SON/2012 (azul) e SON/2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1958-2012.

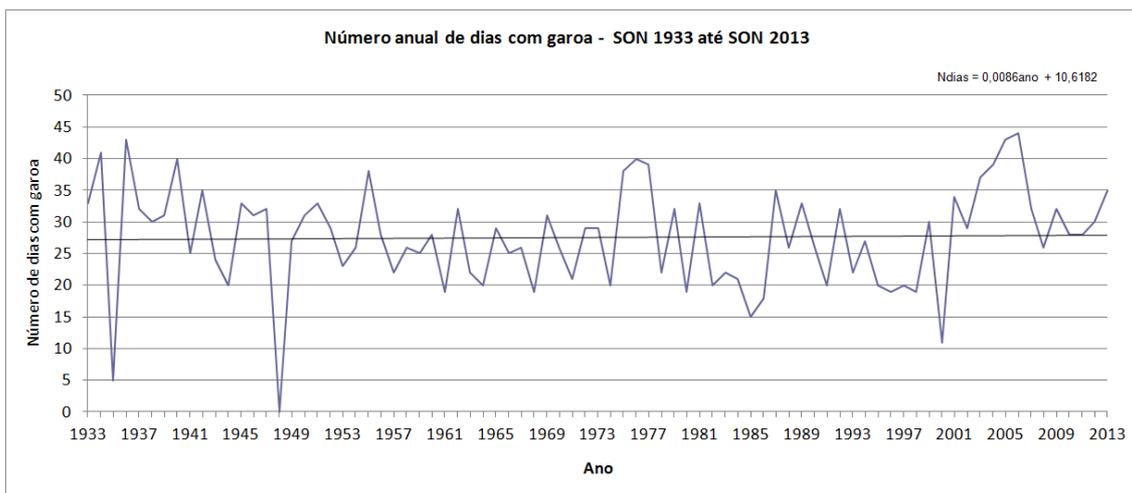


Figura 20 – Número de dias com orvalho no trimestre SON de 1958-2013.

6. Nevoeiro

Durante o trimestre SON/2013, foram registrados 11 dias com nevoeiro. A média climatológica para SON é 29 dias. Na primavera passada (SON/2012), foram também 11 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, Setembro/2013 teve 9 dias com o fenômeno, enquanto Setembro/2012 teve apenas 2 dias (Figura 19). Por outro lado, Outubro/2013 e Novembro/2013 tiveram menos dias com o fenômeno que os mesmos meses do ano anterior (Figura 19).

Analisando o número de dias com nevoeiro em todas as primaveras 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% ($t=4,5$). Sendo assim, de acordo com a equação de tendência exposta na Figura 21, houve uma redução de 23 dias na ocorrência de nevoeiro no trimestre SON, de 1933 até 2012.

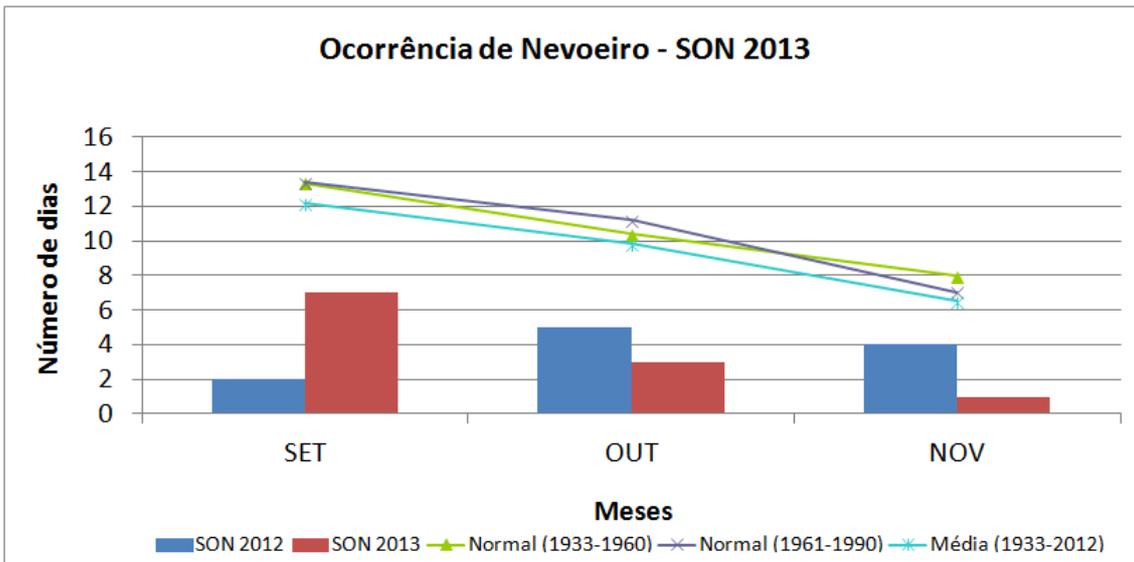


Figura 19 – Número de dias com nevoeiro no trimestre SON/2012 (azul) e SON/2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha azul clara representa a média 1933-2012.

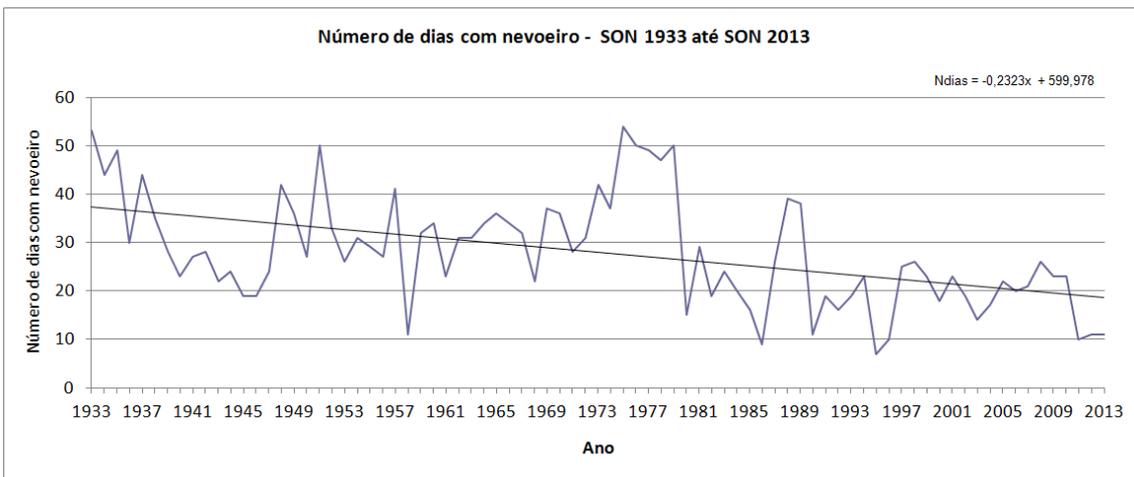


Figura 21 – Número de dias com nevoeiro no trimestre SON de 1933-2013.

7. Trovoadas

Foram registrados 17 dias com trovoada no trimestre SON/2013, valor ligeiramente acima da média climatológica (18 dias). Na primavera passada (SON/2012), foram observados apenas 13 dias com o fenômeno. A primavera é caracterizada pelo aumento de episódios de chuvas convectivas, quando comparada a estação anterior (inverno). A primavera marca o início da estação chuvosa, por essa razão espera-se um aumento no número de dias com trovoada.

Setembro/2013 registrou 5 dias de trovoada (1 dia acima da média climatológica), conforme indica a Figura 22. Outubro/2013 registrou 6 dias com o fenômeno (mesma quantidade que a

média climatológica). Novembro/2013 registrou apenas 6 dias com o fenômeno, enquanto a média climatológica é de 8 dias (Figura 22).

Comparando com SON/2012, verifica-se que Setembro/2013 e Novembro/2013 tiveram mais dias com trovoadas do que os mesmos meses do ano anterior (Figura 22). Já Outubro/2013 teve 6 dias com o fenômeno, mesma quantidade que Outubro/2012 (Figura 22).

Analisando todos os trimestres SON de 1958 até 2013, é possível verificar uma tendência muito pequena de redução no número de dias com trovoadas, 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 $t = -1,1$.

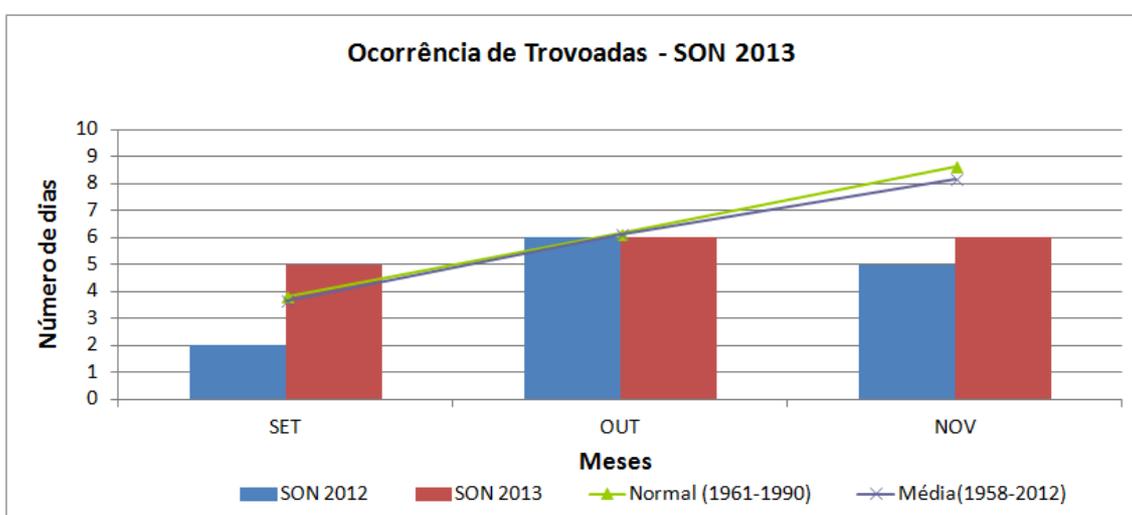


Figura 22 – Número de dias com trovoadas no trimestre SON/2012 (azul) e SON/2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha média representa a média 1958-2013.

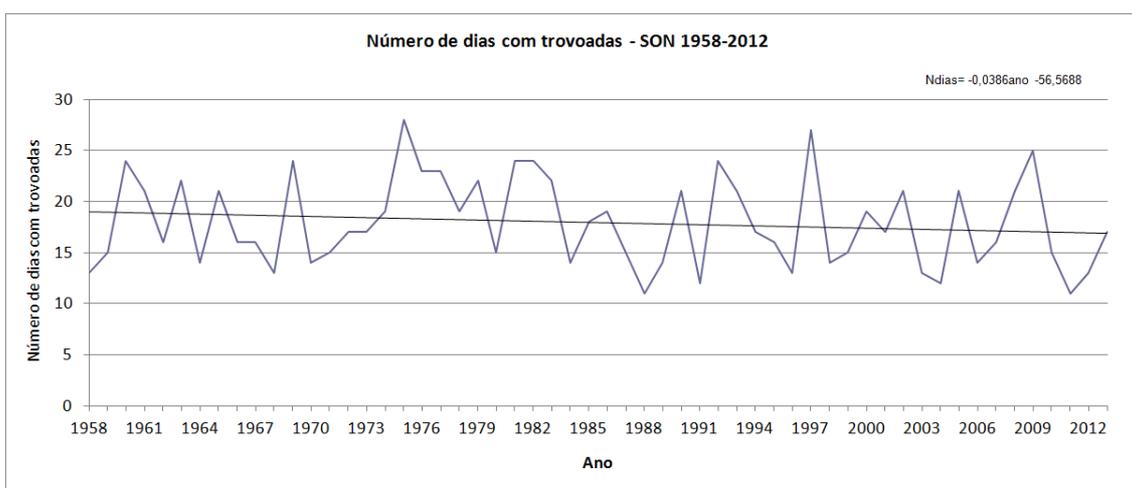


Figura 23 – Número de dias com trovoadas no trimestre SON de 1958-2013.

8. Irradiação

Outubro/2013 e Novembro/2013 tiveram irradiação solar total ligeiramente abaixo da média climatológica (Figura 24). Setembro/2013, por outro lado, teve irradiação solar total ligeiramente acima da média climatológica (Figura 24).

Comparando com a primavera de 2012, nota-se que Setembro/2013 e Outubro/2013 tiveram irradiação solar total inferior aos mesmos meses do ano passado (Figura 24). Já Novembro/2013 e Novembro/2012 apresentaram valores muito próximos (Figura 24).

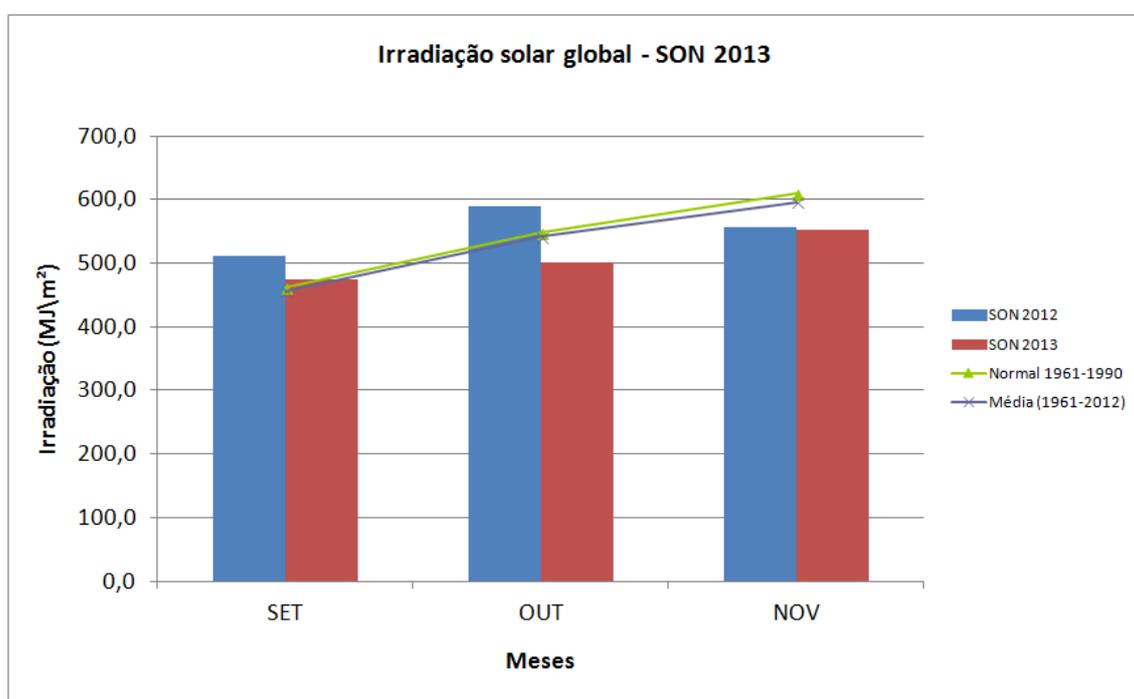


Figura 24 – Irradiação solar global no trimestre SON/2012 (azul) e SON/2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1961-1990 e a linha roxa representa a média 1961-2012.

9. Insolação

Setembro/2013 teve total de horas de brilho solar acima da média climatológica (Figura 25). Outubro/2013 e Novembro/2013 ficaram ligeiramente abaixo da média climatológica (Figura 25).

Com relação ao período SON/2012, Setembro/2013 e Outubro/2013 ficaram ligeiramente abaixo dos mesmos meses do ano anterior (Figura 25), enquanto Novembro/2013 teve mais horas de brilho solar que Novembro/2012 (Figura 25). A Figura 26 mostra o número de horas de brilho solar médio diário.

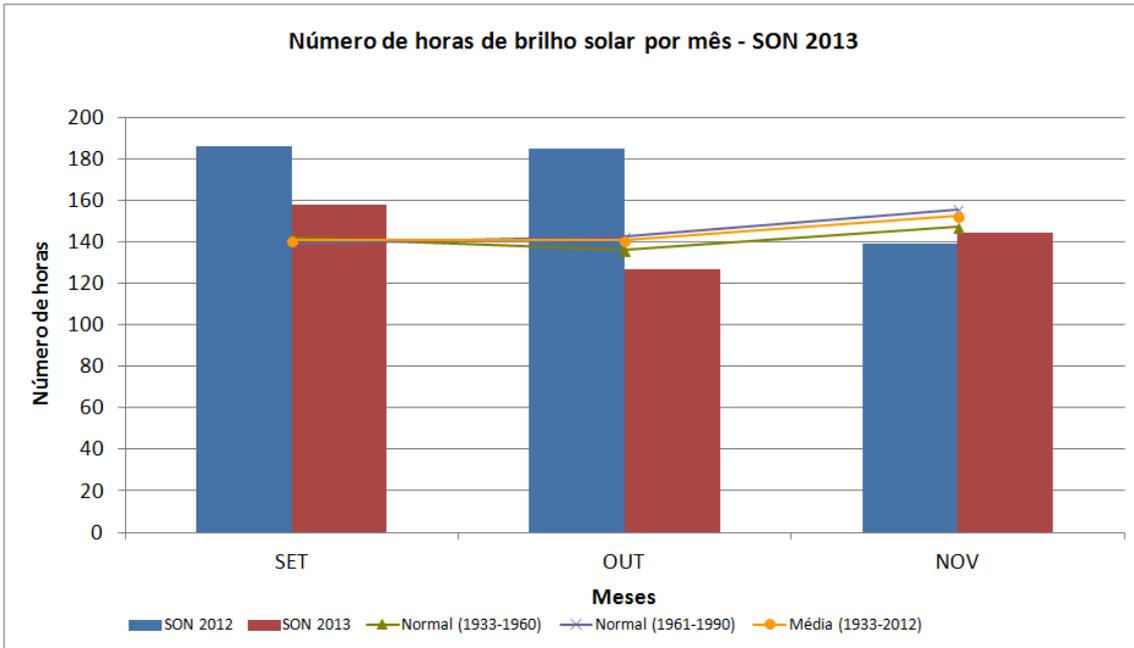


Figura 25 – Número de horas de brilho solar no trimestre SON/2012 (azul) e SON/2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.

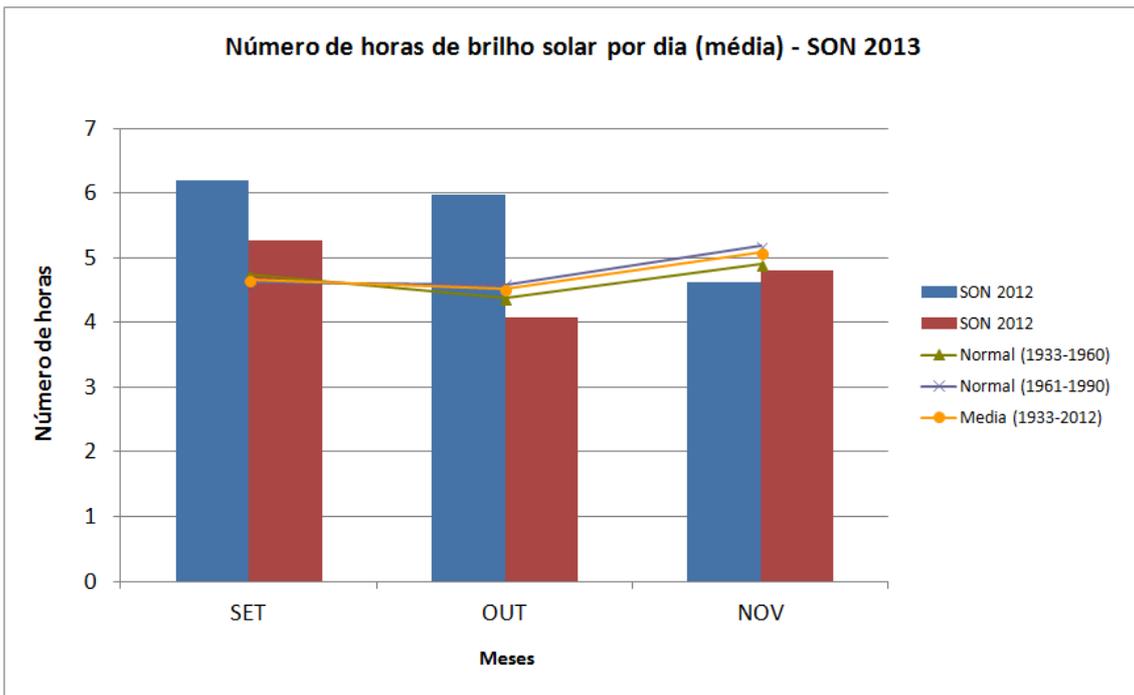


Figura 26 – Número médio diário de horas de brilho solar trimestre SON/2012 (azul) e SON/2013 (vermelho). A linha verde representa a normal 1933-1960, a linha roxa representa a normal 1961-1990 e a linha laranja representa a média 1933-2012.