

**BOLETIM CLIMATOLÓGICO TRIMESTRAL DA
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO IAG/USP
- DJF 2010/2011 -
- VERÃO -**



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 Dezembro (2010), Janeiro (2011) e Fevereiro (2011) 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 dezembro (2010), janeiro (2011) e fevereiro (2011), o verão 2010/2011, caracterizou-se por apresentar chuva bem acima da média climatológica. O total acumulado no trimestre foi de 1074,5mm enquanto que a média climarológica (1933-2010) para o período é de 618,0mm.

Para fins de comparação, o verão anterior, 2009/2010, foi o mais chuvoso de toda série climatológica, com 1255,8mm, enquanto o verão 2010/2011 foi o segundo mais chuvoso.

De acordo com a Figura 1, os três meses do trimestre apresentaram chuva acima da média climatológica, com destaque para o mês de janeiro, que teve 466,3mm de chuva (que corresponde a aproximadamente ao dobro da média climatológica para este mês, que é 227,9mm).

Com relação ao ano anterior, apenas o mês de dezembro/2010 apresentou maior acumulação que o mesmo mês do ano anterior (Figura 1). Já os meses de janeiro/2011 e fevereiro/2011 tiveram menores acumulações que os mesmos meses do ano anterior (Figura 1). Além da Figura 1, a precipitação mensal também está disposta na Tabela 1.

Na Tabela 1, verifica-se o quanto a média climatológica está distante da normal (1933-1960). Por exemplo, a normal (1933-1960) para o mês de janeiro é de 198,5mm, enquanto a média climatológica (1933-2010) é de 227,9mm. Ou seja, conclui-se que houve um considerável aumento na precipitação mensal de janeiro, fato que não ocorreu somente nesse mês: também é verificado para dezembro e fevereiro (Tabela 1).

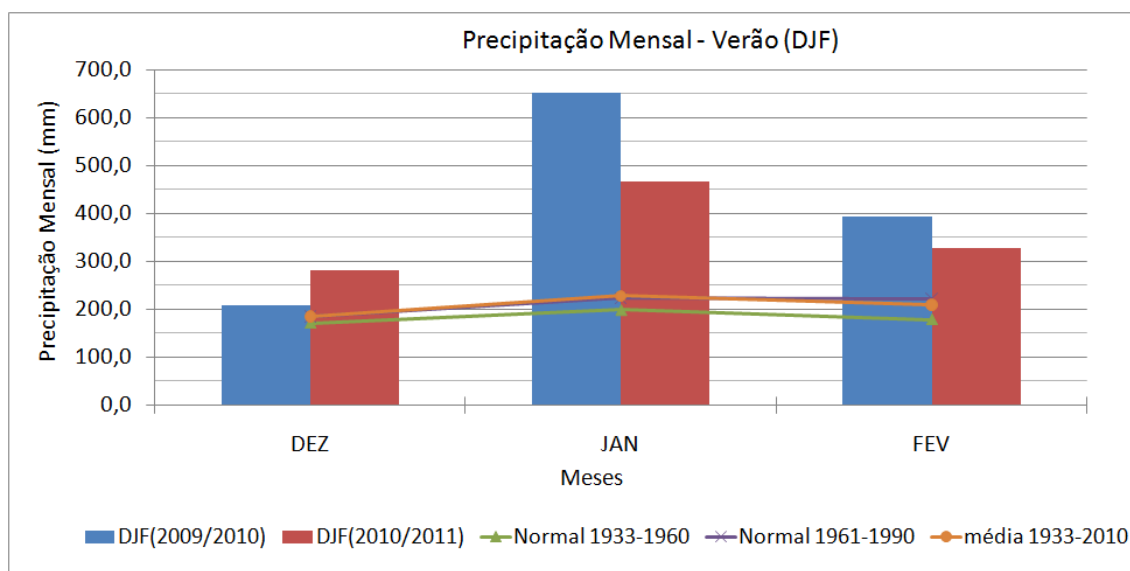


Figura 1 : Precipitação Mensal para o trimestre de verão(DJF), de 2010/2011

Tabela 1 - Precipitação mensal para o trimestre DJF, médias e normais

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
2009/2010	208,6mm	653,2mm	394,0mm
2010/2011	280,6mm	466,3mm	327,6mm
Normal (1933-1960)	170,8mm	198,5mm	178,7mm
Normal (1961-1990)	184,7mm	222,9mm	222,2mm
Média Climatológica (1933-2010)	184,7mm	227,9mm	209,0mm

Os três meses do período apresentaram número de dias de chuva igual ou superior a média climatológica (Figura 2), sendo que Dezembro teve 22 dias (média: 19 dias), Janeiro 26 dias (média: 21 dias) e Fevereiro, 19 dias (média: 19 dias). Com relação ao trimestre DJF (2009/2010), o número de dias de chuva foi bem semelhante: dezembro/2009 e dezembro 2010 tiveram a mesma quantidade de dias com chuva, janeiro/2010 apresentou 28 dias com chuva (dois a mais que janeiro/2011) e fevereiro 2010 teve 17 dias com chuva (dois a menos que fevereiro/2011). Desse modo, DJF (2009/2010) e DJF (2010/2011) tiveram o mesmo número de dias com chuva: 67 dias. O verão com mais dias de chuva foi o verão 1939/1940 com 73 dias de chuva.

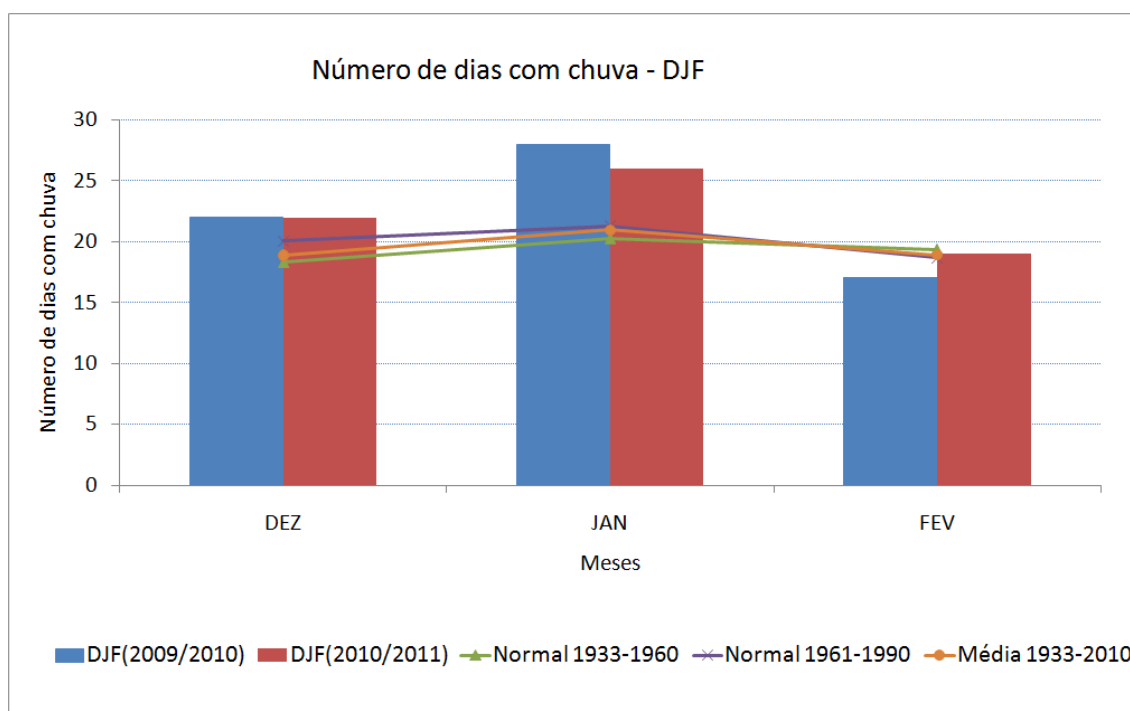


Figura 2: Número de dias com chuva no verão (DJF), de 2009/2010 (em azul) e 2010/2011 (em vermelho)

Em termos climatológicos, a Figura 3a mostra que a precipitação acumulada no trimestre DJF ao longo de toda série climatológica teve as seguintes tendências de aumento de acordo com a linha de tendência do gráfico, separadas por períodos:

- DJF (1933-1934) até DJF (1960-1961): aumento de 91,7mm
- DJF (1961-1962) até DJF (1989-1990): aumento de 98,5mm
- Total - DJF(1933-1934) até DJF (2010-2011): aumento de 261,6mm

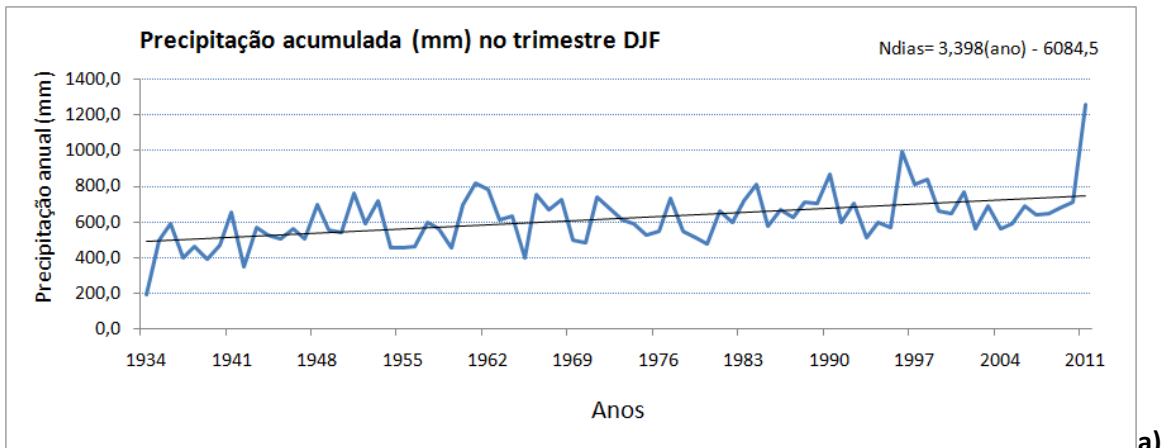
Dessa maneira, pode-se observar que as tendências de aumento na precipitação acumulada no trimestre são bastante significativas, o que proporcionou uma mudança considerável nas normais ao longo dos anos de funcionamento da EM. Na Tabela 1 é possível verificar as diferenças entre as normais de 1933-1960 e 1961-1990. Para janeiro, por exemplo, a normal 1933-1960 para precipitação é de 198,5mm, enquanto a normal 1961-1990 é de 222,9mm (Tabela 1).

Considerando todos os verões de toda a série climatológica na Figura 3a, é possível notar como DJF(2009/2010) e DJF(2010/2011) estão destacados, com relação ao acumulado de precipitação bastante superior aos demais verões da série. Os dois últimos verões foram os mais chuvosos de toda a série climatológica: DJF(2009/2010) foi o mais chuvoso, com 1255,8mm e DJF(2010/2011) ficou em segundo lugar, com 1074,5mm.

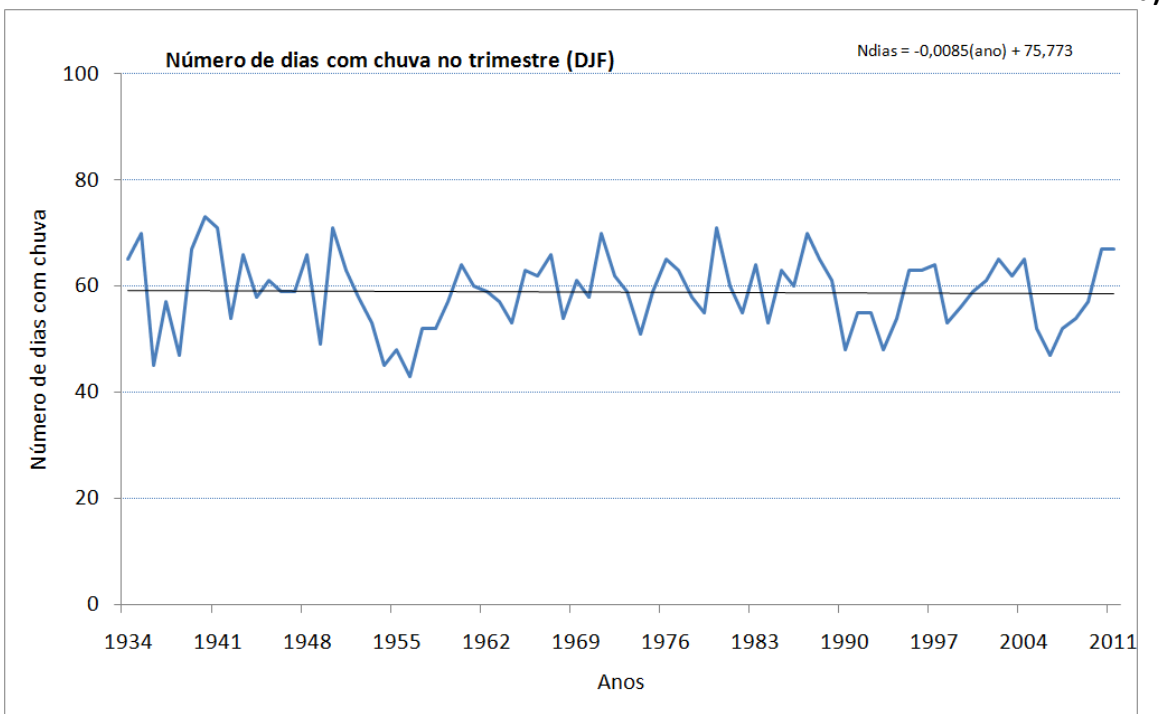
Com relação à quantidade de dias de chuva, a Figura 3b mostra uma insignificante tendência de redução. A equação exposta na Figura 3b mostra uma diminuição inferior a 1 dia no número de dias com chuva de DJF(1933-1934) até DJF (2010-2011). Cabe lembrar um resultado bastante interessante obtido nos boletins trimestrais do ano passado (2009/2010): apenas na primavera (SON) foi verificada uma tendência de aumento no número de dias com chuva. Nas demais estações: outono (MAM) e inverno (JJA), foram obtidos resultados muito semelhantes ao verão, com uma tendência, nem que muito pequena, na redução do número de dias com chuva.

No trimestre DJF(2010/2011), o maior volume de chuva acumulado em apenas 24h foi de 97,8mm no dia 14 de janeiro. O maior acumulado em apenas 1h foi de 46,0mm e ocorreu das 15h as 16h do dia 15 de fevereiro.

Nesse verão foram registradas duas ocorrências de granizo, ambas no mês de fevereiro. No verão 2009/2010 foram 4 ocorrências.



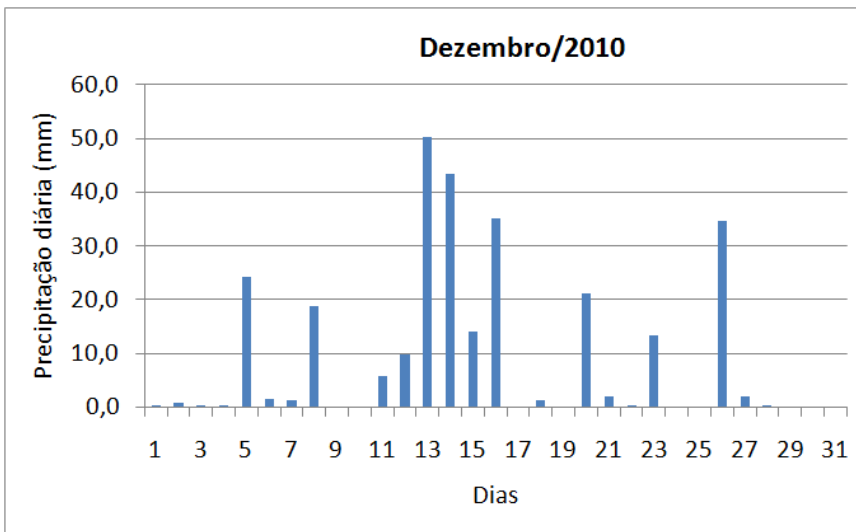
a)



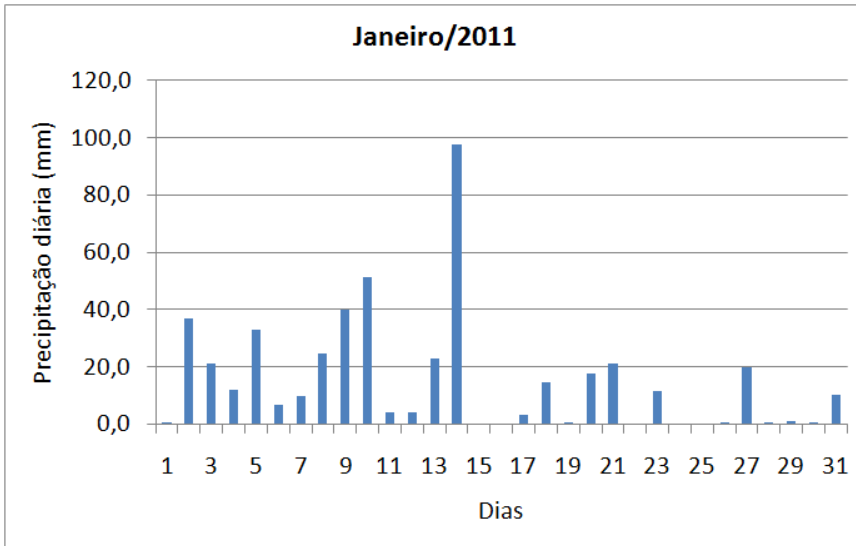
b)

Figura 3 - Precipitação acumulada durante o trimestre DJF ao longo de toda a série (1933-2010) em a); Número de dias de chuva no trimestre DJF ao longo de toda a série (1933-2010) em b).

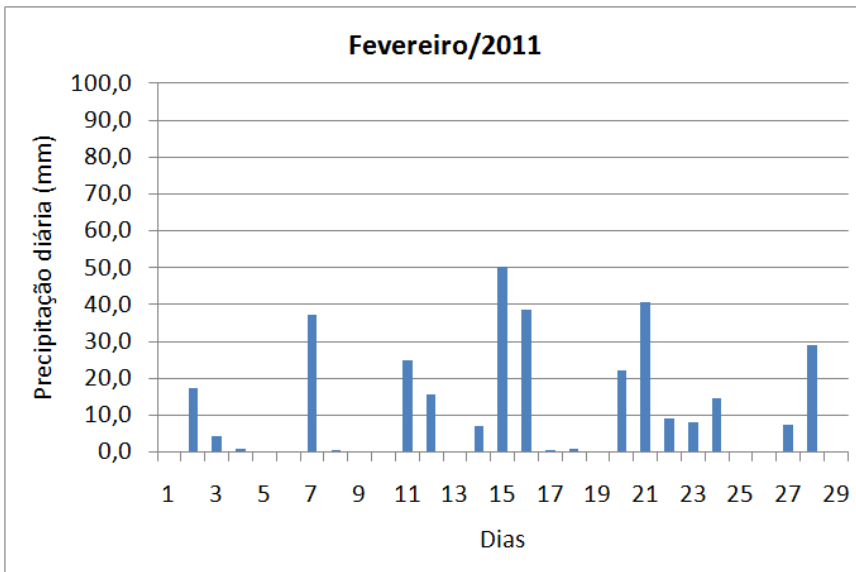
Considerando a distribuição dos dias de chuva, em dezembro/2010 as chuvas concentraram-se entre os dias 13 e 16 (Figura 4a), com destaque para o dia 13 de dezembro, com acumulado de 50,7mm (que corresponde a 27% da média climatológica, conforme Tabela 1). Em janeiro/2011 (Figura 4b), as chuvas ficaram mais concentradas na primeira quinzena desse mês, com destaque para o dia 14, com acumulado de 97,8mm (que corresponde a cerca de 43% da média climatológica, conforme Tabela 1). No mês de fevereiro/2011 (Figura 4c), as chuvas ficaram bem distribuídas ao longo do mês, com destaque para o dia 16 de fevereiro com 38,6mm (18% da média climatológica, conforme Tabela 1) e para o dia 21 de fevereiro, com 40,6mm (19% da média climatológica, conforme Tabela 1).



a)



b)



c)

Figura 4 - Precipitação diária ao longo dos meses do trimestre: Dezembro/2010 (a); Janeiro/2011 (b) e Fevereiro/2011 (c).

2. Temperatura:

A temperatura média de DJF ficou ligeiramente acima da média climatológica, ou seja, a temperatura média do trimestre foi de 22,8°C enquanto a média climatológica (1933-2010) é de 21,3°C.

Em termos mensais (Figura 5), os três meses tiveram médias superiores às suas médias climatológicas. Com relação ao verão anterior, os meses de dezembro e janeiro tiveram médias inferiores aos mesmos meses do verão anterior, enquanto o mês de fevereiro/2011 apresentou temperatura média inferior a fevereiro/2010 (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 1,1°C para os meses de dezembro;
- Aumento de 0,6°C para o mês de janeiro;
- Aumento de 1,0°C para o mês de fevereiro;

Essas variações nas normais mostram como a média climatológica de temperatura subiu ao longo dos anos no trimestre DJF.

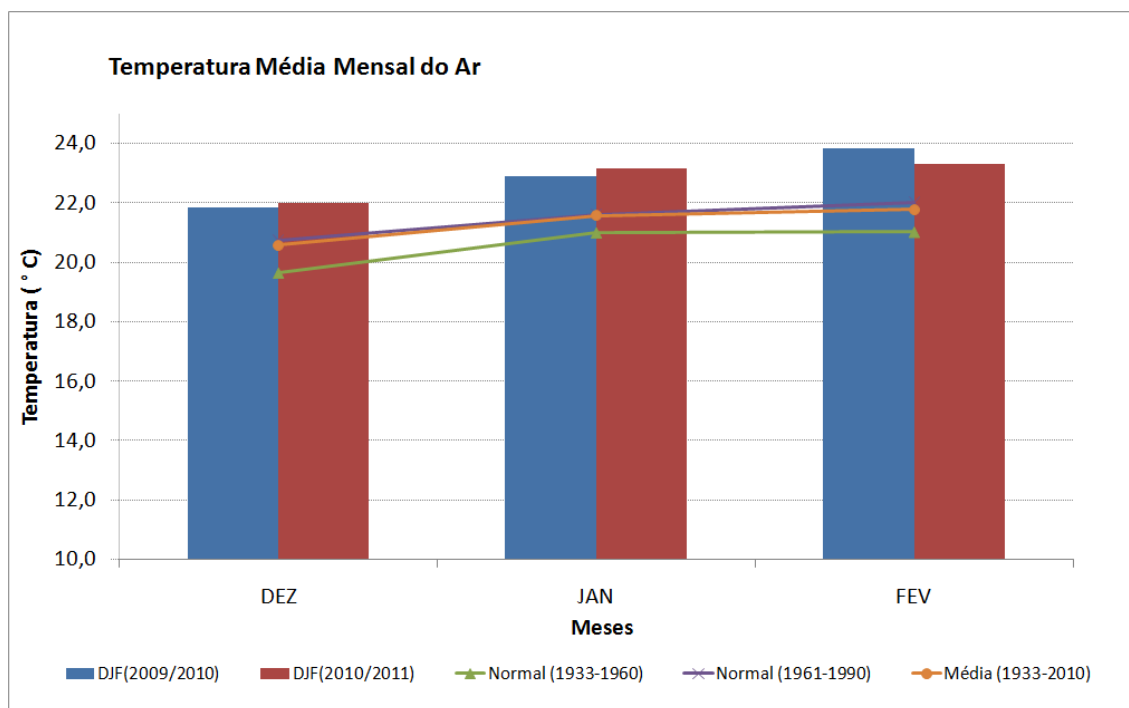


Figura 5 - Temperatura média mensal do ar para DJF de 2009/2010 (em azul) e 2010/2011 (em vermelho)

Tabela 2 – Temperatura média dos meses DJF (2009/2010) e DJF (2010/2011), além das normais e da média.

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
2009/2010	21,8°C	22,9°C	23,8°C
2010/2011	22,0°C	23,2°C	23,3°C
Normal (1933-1960)	19,6°C	21,0°C	21,0°C
Normal (1961-1990)	20,7°C	21,6°C	22,0°C
Média Climatológica (1933-2010)	20,5°C	21,6°C	21,7°C

A maior temperatura registrada nesse período foi 34,1°C no dia 28 de janeiro, e a menor temperatura registrada foi de 13,7°C, no dia 29 de dezembro. A maior amplitude térmica do trimestre foi de 15,0°C, no dia 12 de fevereiro (máxima de 32,7°C e mínima de 17,7°C) e a menor amplitude térmica foi de 2,7°C no dia 2 de janeiro (máxima de 21,3°C e mínima de 18,6°C).

As temperaturas médias máximas ficaram ligeiramente acima da média climatológica em todos os meses do trimestre (Figura 6): dezembro/2010 com média máxima de 27,3°C e a média climatológica de 27,6°C; janeiro/2011 com média máxima de 28,5°C e média climatológica de 29,3°C; fevereiro/2011 com média máxima de 30,6°C e média climatológica de 30,2°C.

Na Tabela 3 é possível observar a grande diferença entre as duas normais (de 1933-1960 e 1961-1990). Para dezembro, a normal de 1961-1990 apresenta-se 3,3°C mais elevada; para janeiro, apresenta-se 0,2°C mais elevada e para fevereiro, 0,9°C mais elevada. Essa diferença entre as normais evidencia o aumento da média climatológica ao longo dos anos, mostrando uma alteração no clima local, no tocante à temperatura média máxima.

Com relação ao ano anterior, nota-se que os meses de dezembro/2010 e janeiro/2011 apresentaram temperaturas médias máximas superiores aos mesmos meses do ano anterior (Figura 6). Porém, fevereiro/2011 apresentou média máxima ligeiramente inferior ao mesmo mês do ano anterior.

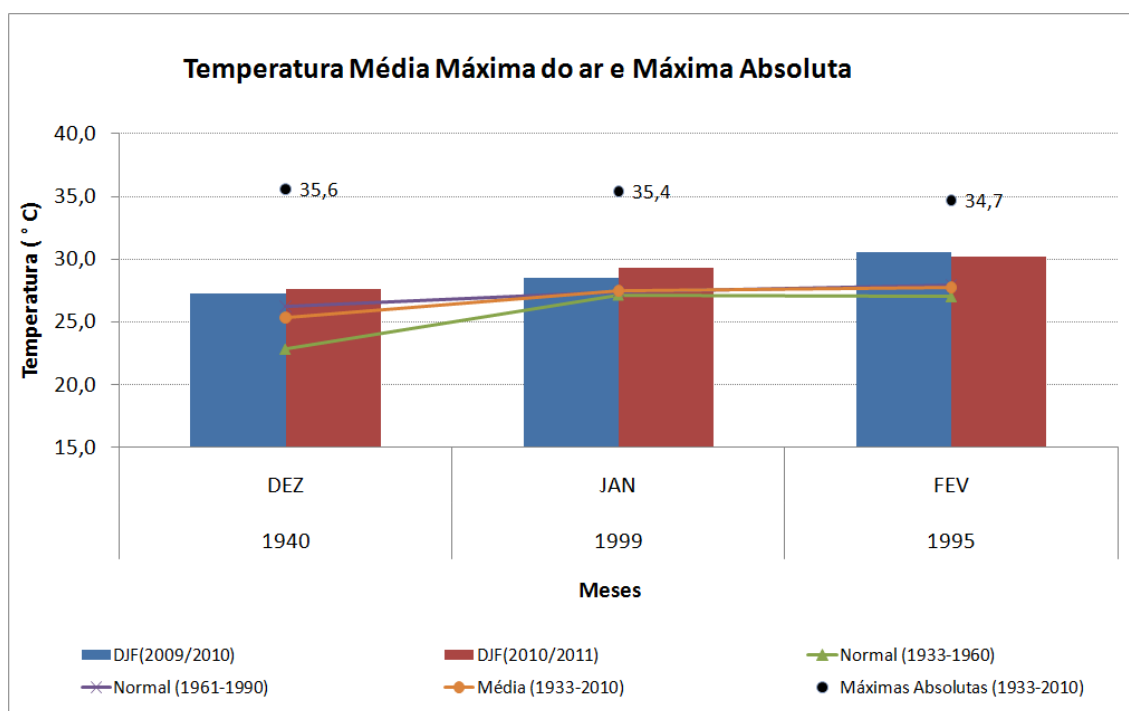


Figura 6 - Temperatura média máxima mensal do ar para DJF de 2009/2010 (em azul) e 2010/2011 (em vermelho)

Tabela 3– Temperatura média máxima dos meses DJF (2009/2010) e DJF (2010/2011), além das normais e da média.

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
2009/2010	27,3°C	28,5°C	30,6°C
2010/2011	27,6°C	29,3°C	30,2°C
Normal (1933-1960)	22,9°C	27,2°C	27,0°C
Normal (1961-1990)	26,2°C	27,4°C	27,9°C
Média Climatológica (1933-2010)	25,4°C	27,5°C	27,7°C

As temperaturas médias mínimas mensais (Figura 7) ficaram ligeiramente acima da média climatológica em todos os meses do trimestre. Em dezembro/2010, a média mínima mensal foi de 18,3°C e a média climatológica de 16,7°C; em janeiro/2010, 19,5°C e média climatológica de 17,7°C ; em fevereiro/2010, 19,1°C e média climatológica de 18°C.

As médias mínimas mensais de cada um dos meses de DJF(2010/2011) possuem valores muito próximos das médias mínimas mensais dos mesmos meses do ano anterior (Figura 7).

Na Tabela 4 é possível observar a grande diferença entre as duas normais (de 1933-1960 e 1961-1990). Para dezembro, a normal de 1961-1990 apresenta-se 0,9°C mais elevada; para janeiro, apresenta-se 0,6°C mais elevada e para fevereiro, 0,6°C mais elevada. Essa diferença entre as normais evidencia o aumento da média climatológica ao longo dos anos, mostrando uma alteração no clima local, principalmente em relação à temperatura média mínima.

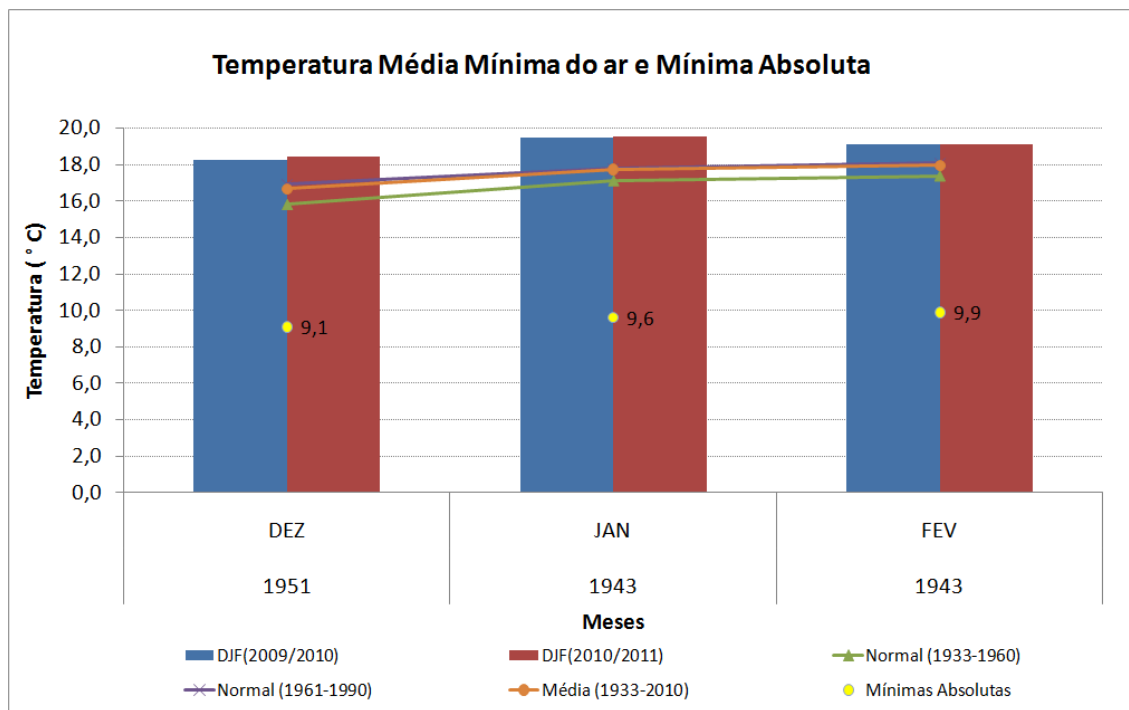


Figura 7 - Temperatura média mínima mensal do ar para DJF de 2009/2010 (em azul) e 2010/2011 (em vermelho)

Tabela 4 - Temperatura média mínima dos meses DJF (2009/2010) e DJF (2010/2011), além das normais e da média.

	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
2009/2010	18,3°C	19,5°C	19,1°C
2010/2011	18,4°C	19,5°C	19,1°C
Normal (1933-1960)	15,8°C	17,1°C	17,4°C
Normal (1961-1990)	16,7°C	17,7°C	18,0°C
Média Climatológica (1933-2010)	16,7°C	17,7°C	18,0°C

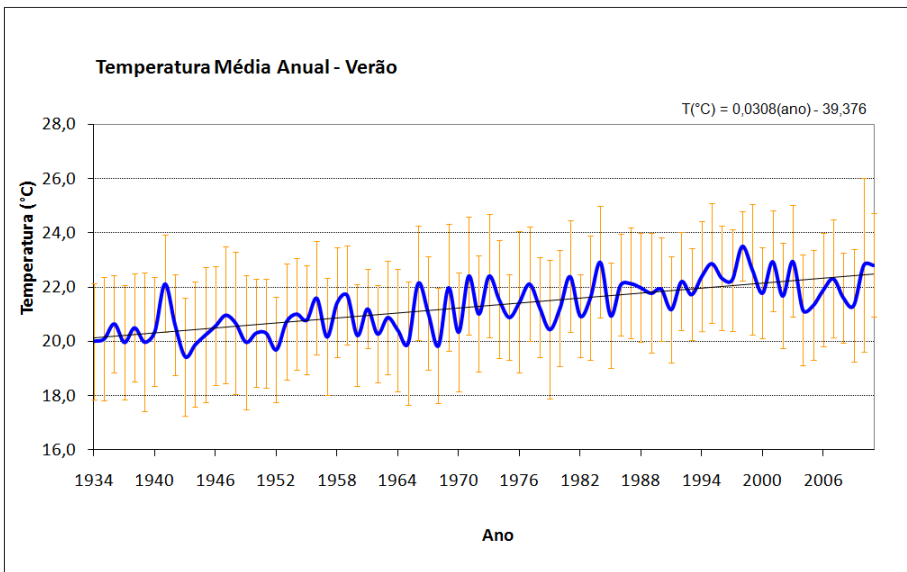
Analisando a série histórica de DJF (1933-2011), Figura 8, observa-se que existe uma tendência de aumento na temperatura média (Figura 8a), média máxima (Figura 8b) e média mínima (Figura 8c).

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

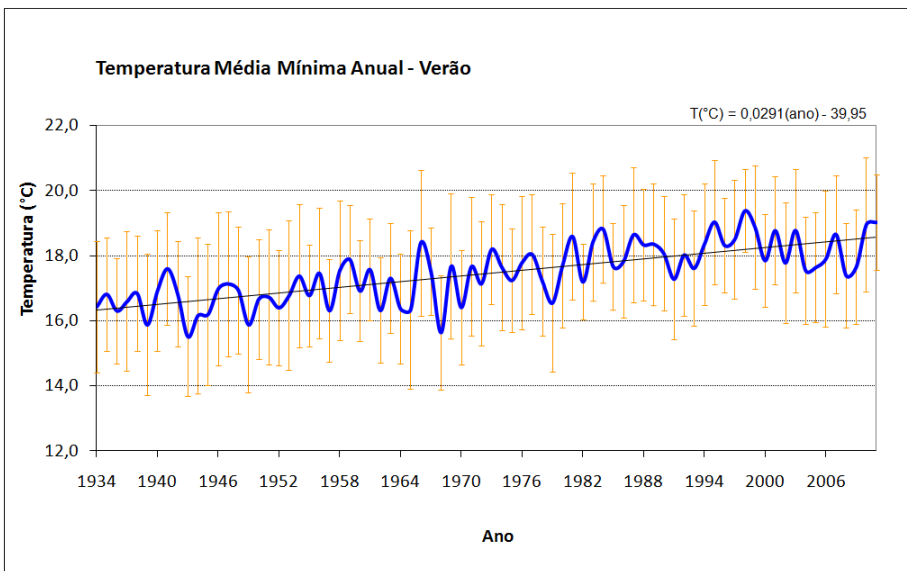
- de 1961-1990, um aumento de 0,9°C para a média e 0,8°C para a média máxima e para a média mínima

- de 1933-2011, um aumento de 2,4°C para a temperatura média e de 2,2°C para a média máxima e para a média mínima.

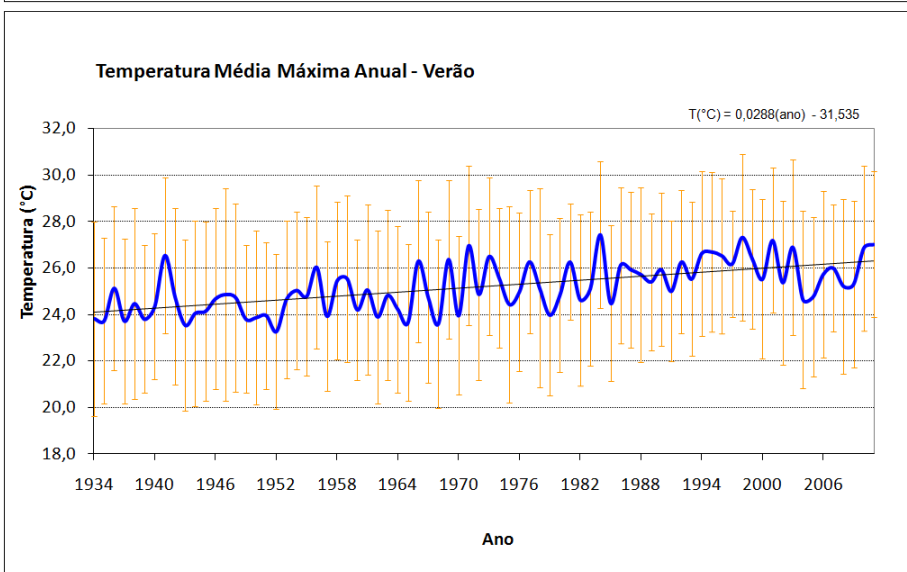
As tendências estão indicadas pela equação em cada gráfico. De acordo com estas equações, nos últimos 77 anos houve um aumento de 2,5°C, 2,0°C e 2,8°C para as temperaturas médias, máximas e mínimas respectivamente.



a)



b)



c)

Figura 8 – Temperatura média (a), média máxima(b) e média mínima(b) anual para o verão (DJF) de 1933-2010.

Por fim, o ciclo diário de temperatura (Figura 9) aponta que na média, as temperaturas em todos os horários do verão 2010/2011 foram muito semelhantes ao mesmo período do ano anterior, sendo ligeiramente mais baixas (inferiores a 0,5°C) entre as 13h e as 18h.

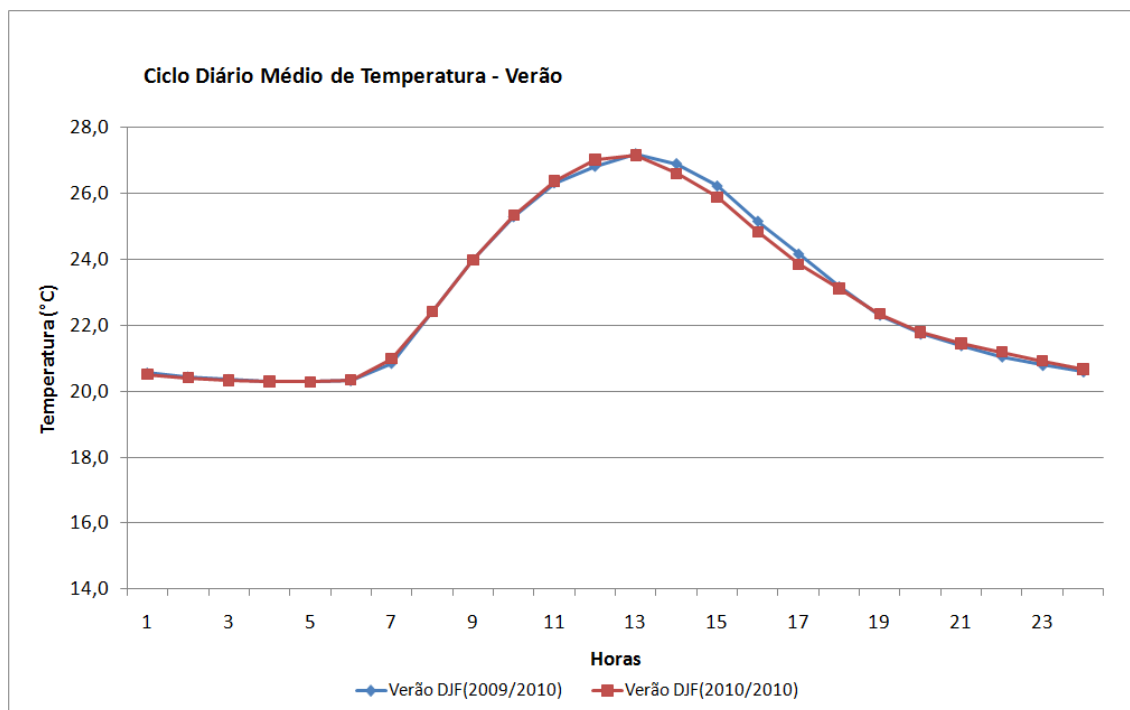


Figura 9 - Ciclo diário médio de temperatura para o verão 2009/2010 (em azul) e 2010/2011 (em vermelho).

3. Umidade relativa do ar

Os meses de dezembro e janeiro tiveram umidade relativa média acima da média climatológica (Figura 10). Já o mês de fevereiro, teve umidade relativa média ligeiramente abaixo da média climatológica (Figura 10).

Com relação ao ano anterior, os meses de dezembro e janeiro apresentaram umidade relativa média mensal ligeiramente inferior aos mesmos meses dos anos anteriores (Figura 10). O mês de fevereiro/2011, por outro lado, apresentou umidade relativa média inferior ao mesmo mês do ano anterior.

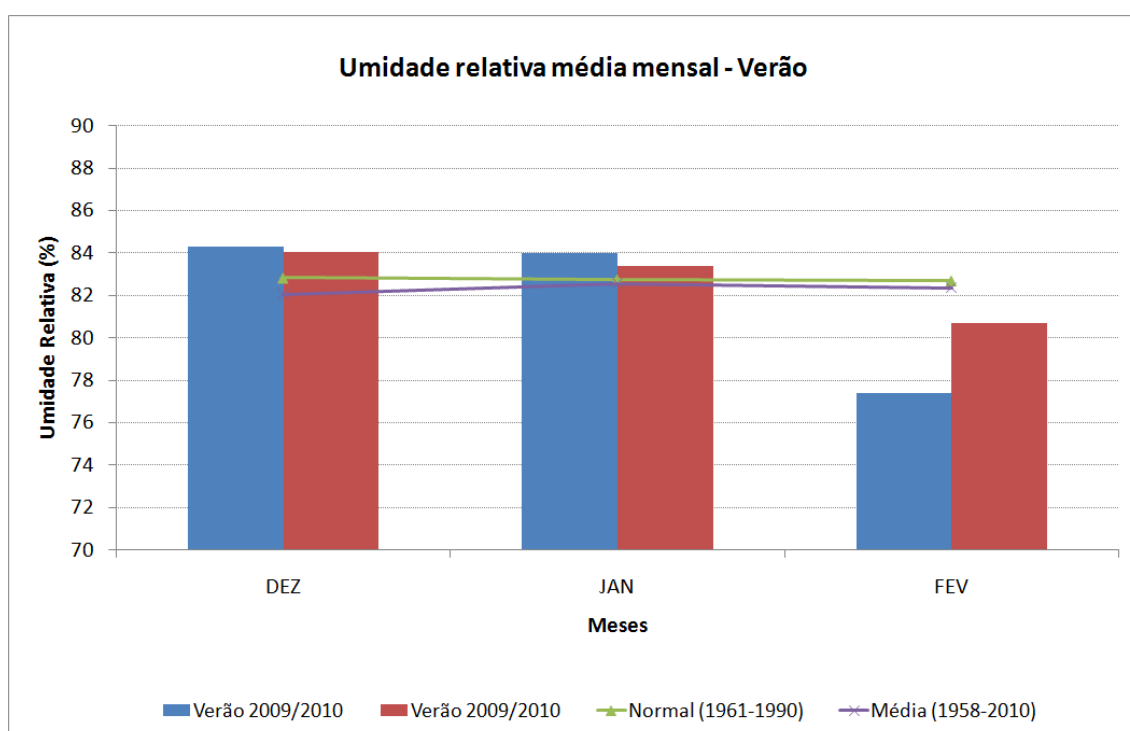


Figura 10 - Umidade relativa média mensal para o verão 2009/2010 (em azul) e 2010/2011 (em vermelho).

A umidade relativa média mínima mensal (Figura 11) ficou muito próxima a média nos meses de dezembro e janeiro. Já no mês de fevereiro, a umidade relativa mínima mensal esteve abaixo da média climatológica: 48,8%, enquanto a média climatológica é de 57,7%.

Com relação ao ano anterior, o mês de dezembro/2010 teve umidade relativa média mínima maior que a de dezembro/2009 (Figura 11). Janeiro/2011 teve umidade relativa média mínima bastante próxima da de janeiro/2010 e fevereiro/2011 teve valor abaixo do mesmo mês do ano anterior (Figura 11).

A menor umidade relativa registrada nesse trimestre foi de 35%, registrada no dia 6 de fevereiro. Não foi registrado nenhum dia com umidade relativa inferior a 30%. Foram

registrados ao todo 6 dias com umidade relativa inferior a 40%, conforme Figura 12. A média para o verão é de 7 dias. Destacou-se o mês de fevereiro, com 4 dias em que a umidade relativa foi inferior a 40%, acima da média climatológica de aproximadamente 2 dias.

No verão 2009/2010 foram registrados 9 dias com umidade relativa inferior a 40% (Figura 12), com destaque para o mês de fevereiro/2010, com 6 dias com esta característica.

Avaliando o número de dias com umidade relativa inferior a 40% em toda a série, há uma tendência de aumento no número de dias com umidade relativa abaixo de 40% (Figura 13). De acordo com a equação da linha de tendência da Figura 13, de 1958-2011 há uma tendência de aumento de 3 dias no número de dias com umidade relativa abaixo de 40%.

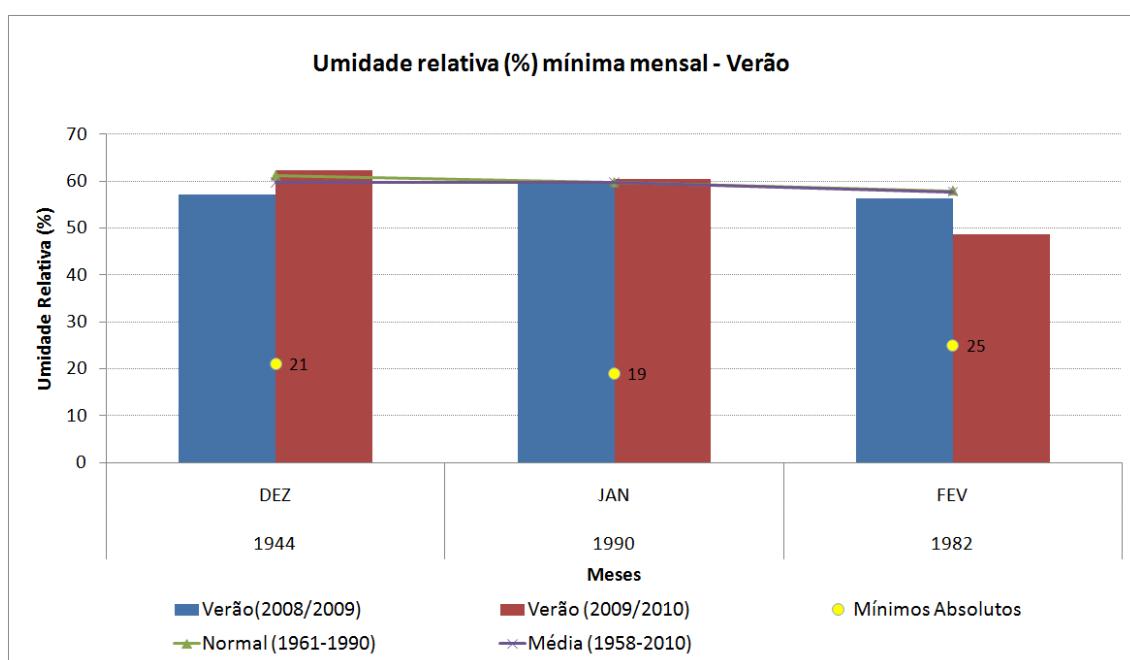


Figura 11 - Umidade relativa média mínima mensal para o verão 2009/2010 (em azul) e 2010/2011 (em vermelho).

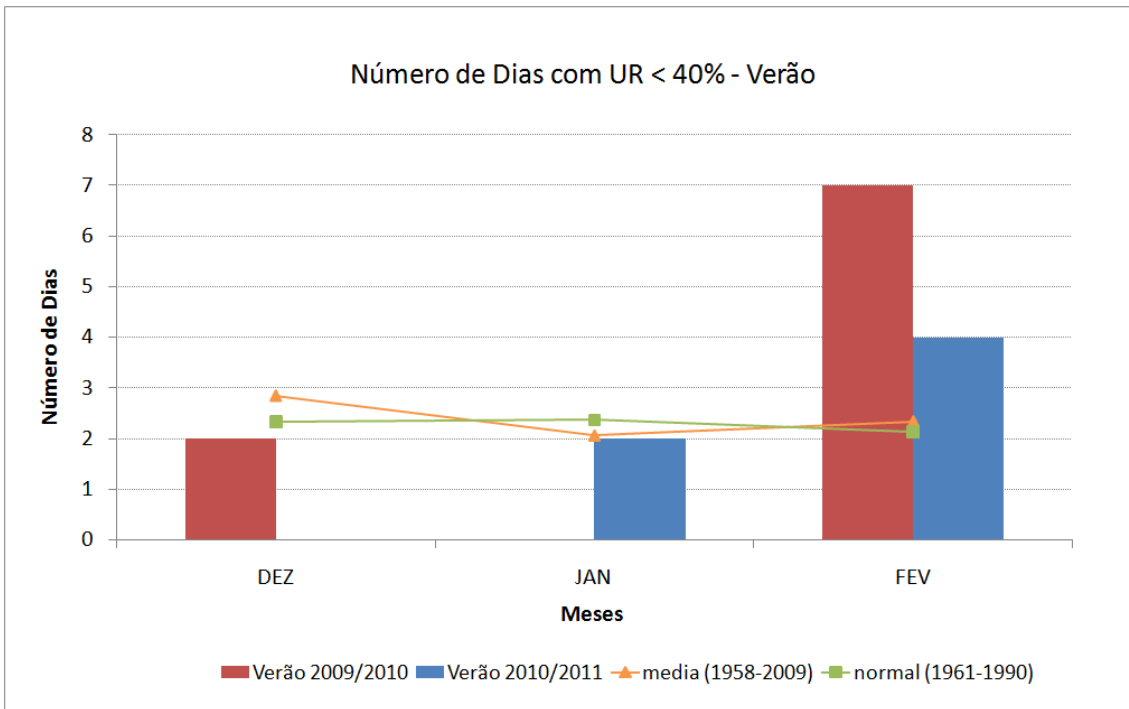


Figura 12 - Número de dias com UR inferior a 40% para o verão 2009 /2010 (em azul) e 2010/2011 (em lilás).

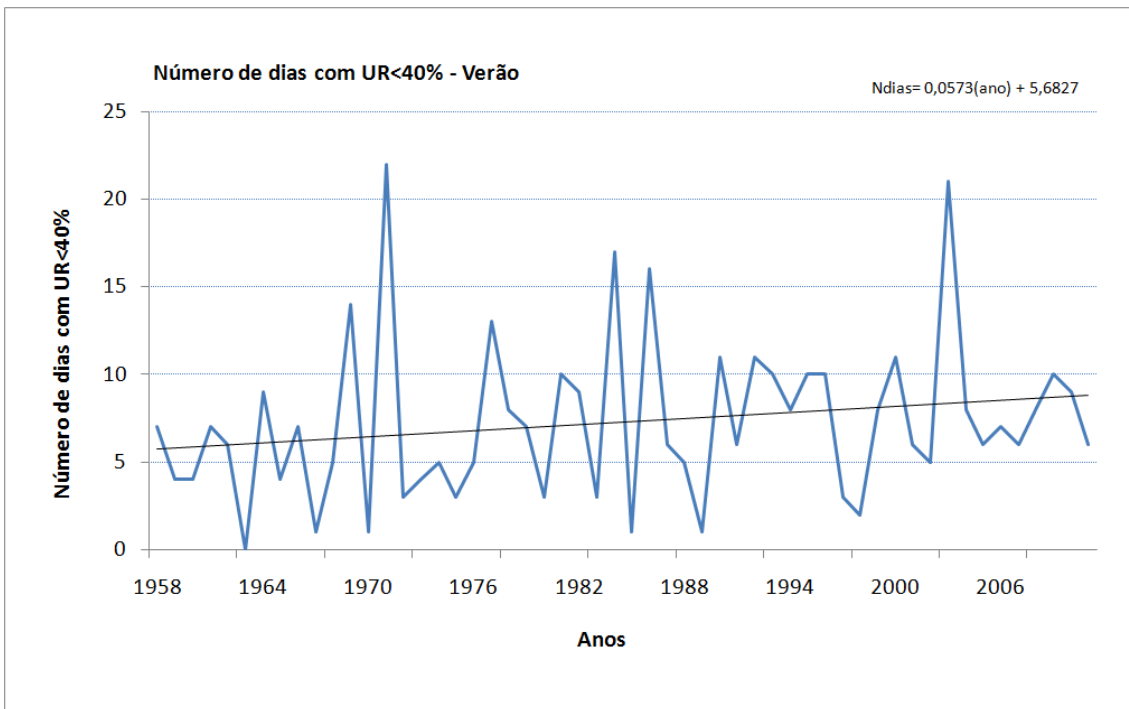


Figura 13 - Número de dias com umidade relativa inferior a 40% no trimestre DJF de 1958-2011.

Avaliando o ciclo diário de umidade relativa (Figura 14), verifica-se que os valores médios horários DJF 2009/2010 e DJF 2010/2011 diferem relativamente entre si apenas entre as 13h e as 18h, quando os valores médios horários de DJF 2010/2011 são maiores que os de DJF 2009/2010.

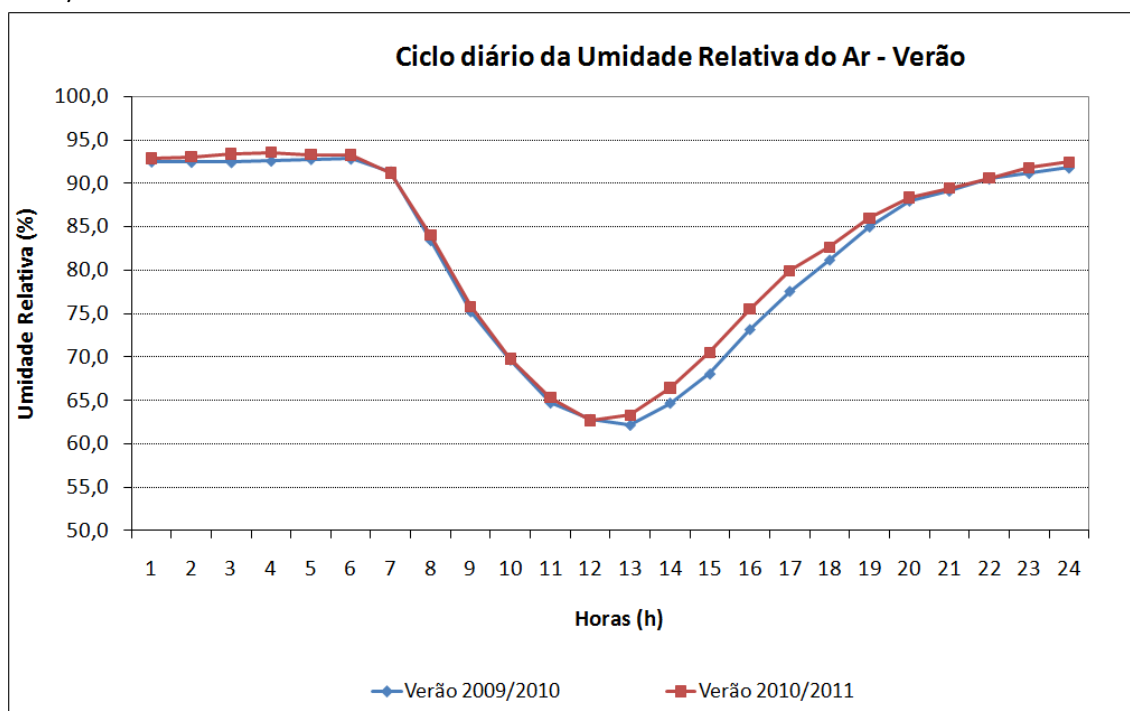


Figura 14 - Ciclo diário médio de Umidade Relativa para o verão 2009/2010 (em azul) e 2010/2011 (em vermelho).

4. Garoa

Durante DJF2010/2011 foram registrados 18 dias com garoa, ligeiramente abaixo da média climatológica para o trimestre (aproximadamente 21 dias). O mês de dezembro ficou acima da média: foram 10 dias de garoa e a média é de 8 dias (Figura 15). Os meses de janeiro (4 dias) e fevereiro (4 dias) ficaram um pouco abaixo da média climatológica (8 e 6 dias, respectivamente).

Com relação ao verão anterior, dezembro/2010 apresentou mais dias com garoa que dezembro/2009 (Figura 15), enquanto janeiro/2011 e fevereiro 2011 tiveram menos dias com garoa que os mesmos meses do ano anterior.

Analisando a ocorrência de garoa em todos os trimestres DJF 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). A equação e tendência disposta na Figura 16 aponta uma tendência de diminuição inferior a 1 dia de 1933-2010.

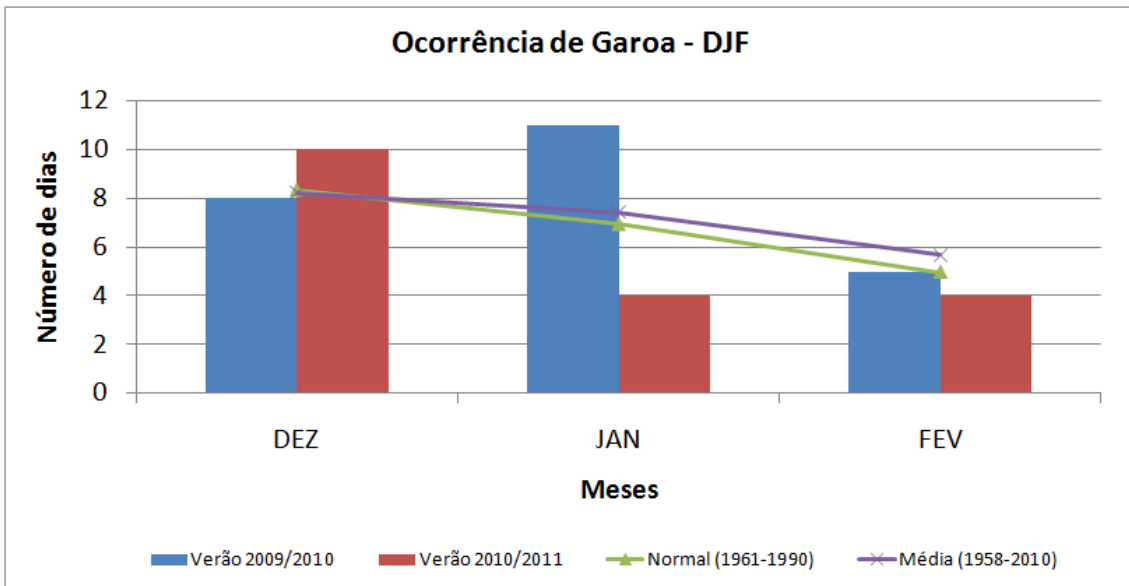


Figura 15 – Número de dias com garoa no trimestre DJF2009/2010 (azul) e DJF2010/2011 (vermelho).

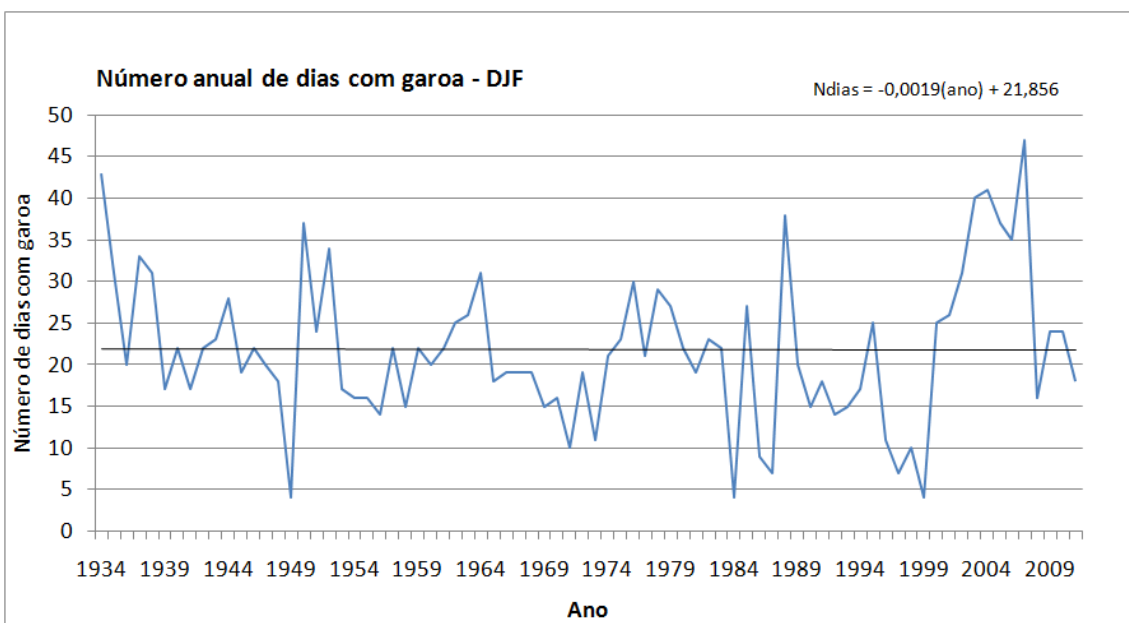


Figura 16 - Número de dias com garoa no trimestre DJF de 1933-2011.

5. Orvalho

Durante o trimestre DJF2010/2011 foram registrados 37 dias com orvalho e a média climatológica para este período é de 27 dias. Todos os meses do trimestre apresentaram mais dias com orvalho que as respectivas médias climatológicas (Figura 17). Com relação aos mesmos meses do ano anterior, dezembro/2010 teve menos dias com o fenômeno que dezembro/2009; janeiro/2011 apresentou mais dias com orvalho que janeiro/2010 e fevereiro/2011 teve o mesmo número de dias com orvalho que fevereiro/2010 (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). Há também um indício de quebra na série, 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 1972-2010. Há registros de um orvalhógrafo que funcionou de julho de 1957 até dezembro de 1997. Estes resultados serão apresentados em uma nota técnica ao longo do ano de 2011.

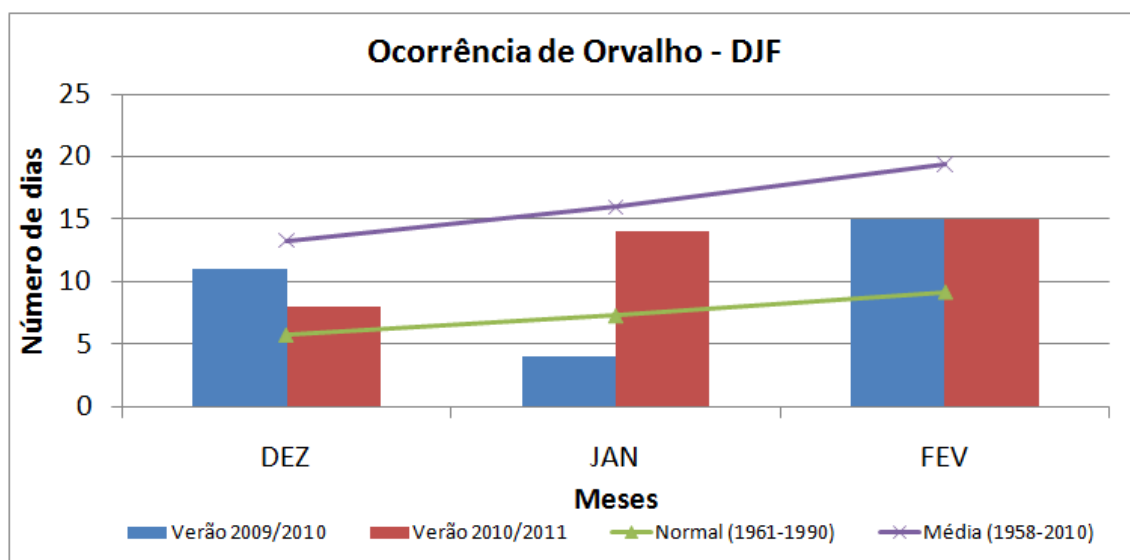


Figura 17 - Número de dias com orvalho no trimestre DJF2009/2010 (azul) e DJF2010/2011 (vermelho).

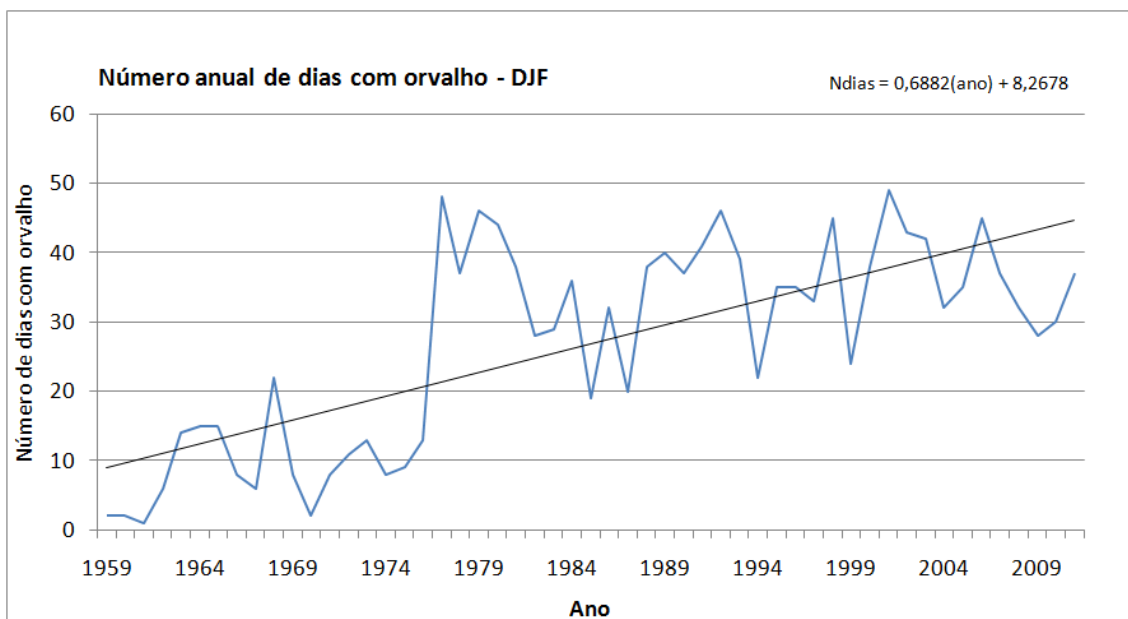


Figura 18 - Número de dias com orvalho no trimestre DJF de 1958-2011.

6. Nevoeiro

Durante o trimestre DJF2010/2011, foram registrados 9 dias com nevoeiro, o que é abaixo da média climatológica (15 dias). Apenas o mês de janeiro ficou próximo da média climatológica (Figura 19). Os meses de dezembro e fevereiro, ficaram abaixo da média (Figura 19).

Com relação ao verão 2009/2010, dezembro/2010 apresentou menos dias com garoa que dezembro/2009 (Figura 19). Janeiro/2011 e janeiro/2010 tiveram o mesmo número de dias com orvalho e fevereiro/2011 teve mais dias com o fenômeno que o mesmo mês do ano anterior (Figura 19).

Analisando o número de dias com nevoeiro em todos os verões desde 1933 (Figura 20), há uma tendência de diminuição do número de dias de orvalho no trimestre. De acordo com a equação de tendência exposta na Figura 20, houve uma redução de 13 dias na ocorrência de orvalho, de 1933 até 2011.

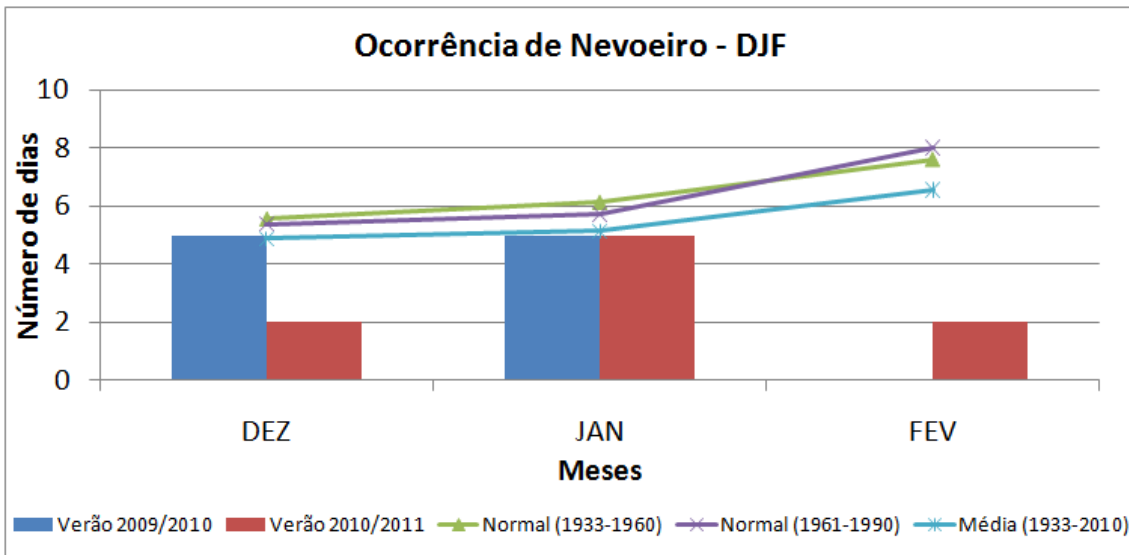


Figura 19 - Número de dias com nevoeiro no trimestre DJF2009/2010 (azul) e DJF2010/2011 (vermelho).

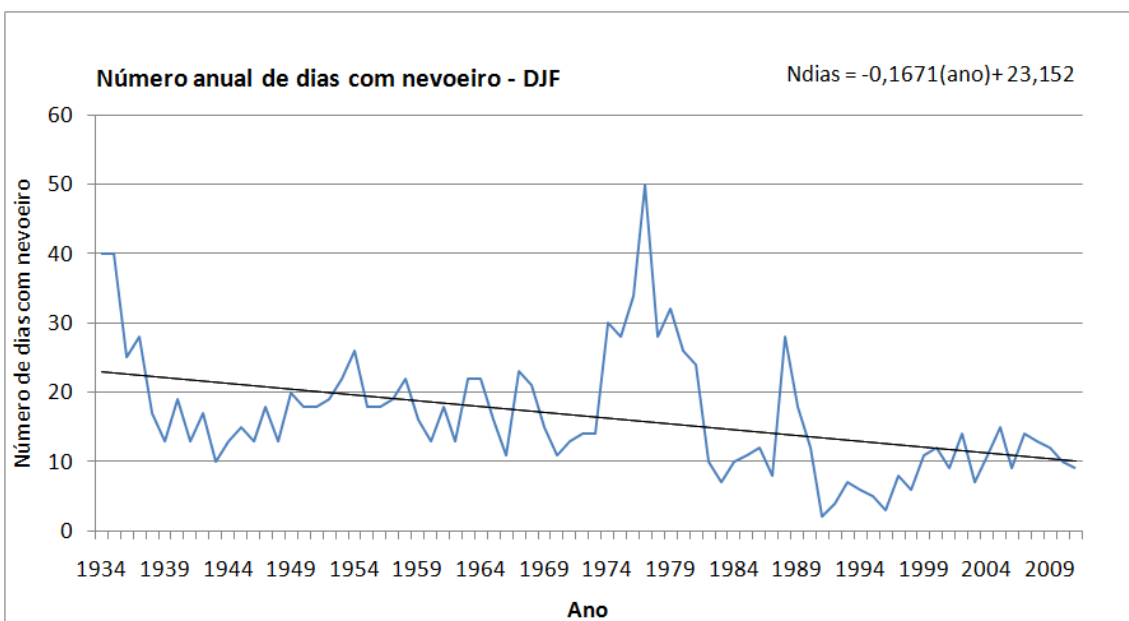


Figura 20 - Número de dias com nevoeiro no trimestre DJF de 1933-2011.

7. Trovoadas

O número de dias com trovoada ao longo de DJF2010/2011 foi de 52 dias. A média climatológica é de 40 dias. Em DJF2009/2010 foram 56 casos. Desde o início do registro desse fenômeno (1958), o verão com o maior número de dias com trovoada foi 2000/2001, com 60 dias em que este fenômeno foi registrado.

Todos os meses desse trimestre apresentaram mais dias com trovoada do que suas respectivas médias climatológicas (Figura 21). Com relação ao verão 2009/2010, os meses de dezembro/2010 e janeiro/2011 tiveram menos dias com este fenômeno que os mesmos meses do ano anterior (Figura 21). Fevereiro/2011 teve a mesma quantidade de dias com trovoada que Fevereiro/2010 (Figura 21).

Analisando todos os trimestres DJF de 1958 até 2011, de acordo com a reta de tendência exposta na Figura 22 houve um aumento de 8 dias com trovoada desde o verão 1958/1959 até o verão 2010/2011.

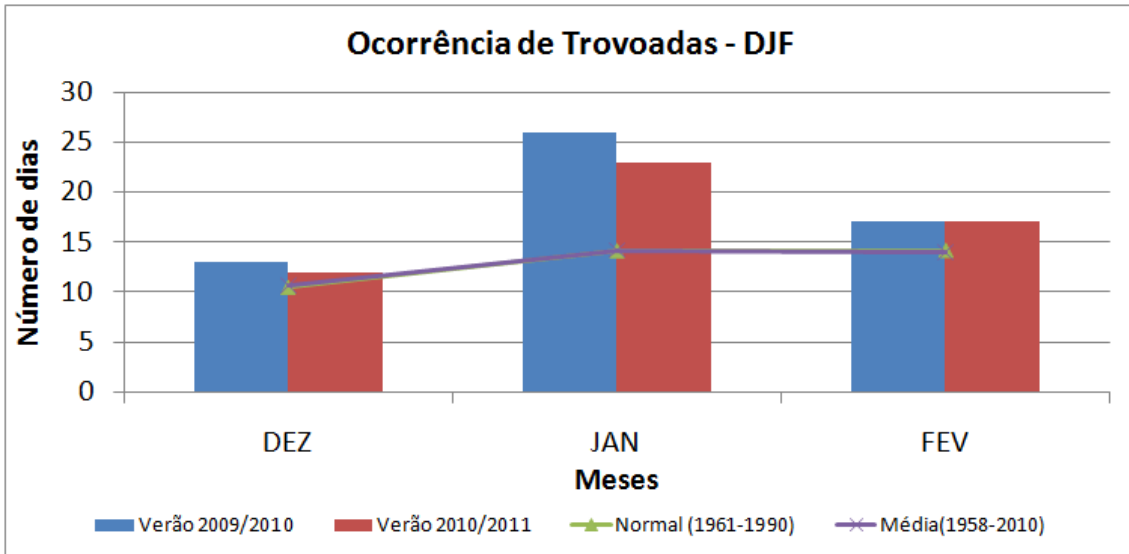


Figura 21 - Número de dias com trovoadas no trimestre DJF2009/2010 (azul) e DJF2010/2011 (vermelho).

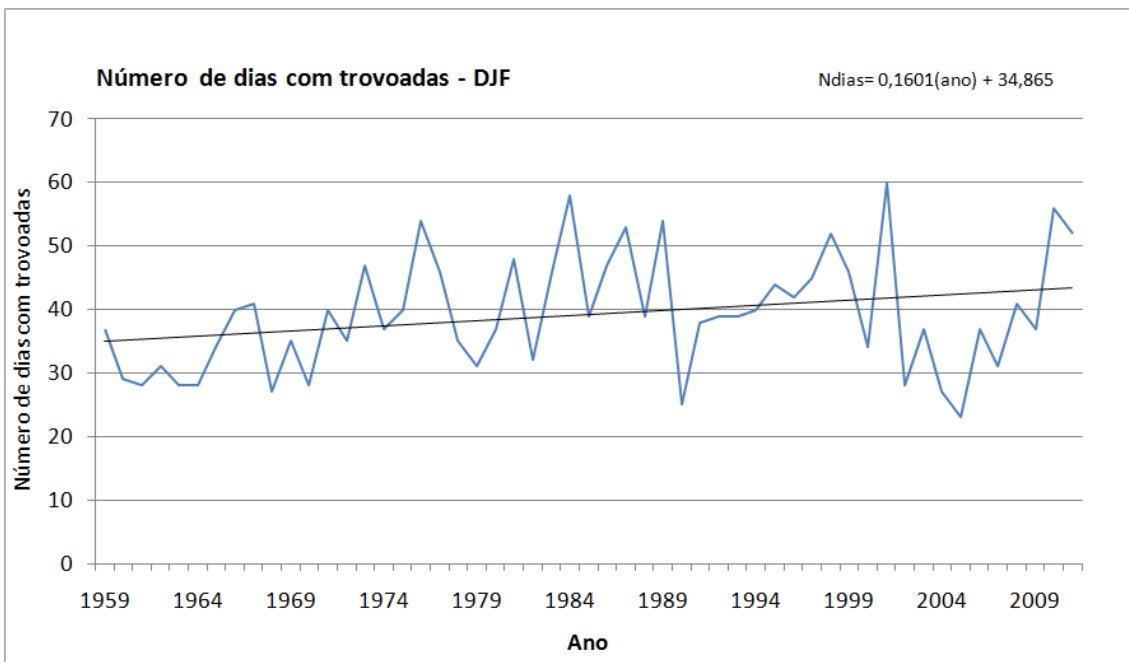


Figura 22 - Número de dias com trovoada no trimestre DJF de 1958-2011.

8. Irradiação

Todos os meses de DJF2010/2011 apresentaram valores de irradiação total global inferiores a média climatológica (Figura 23). Com relação ao ano verão anterior, os meses de dezembro/2010 e janeiro/2011 tiveram totais acima dos mesmos meses do ano anterior, enquanto fevereiro/2011 teve total abaixo de fevereiro/2010 (Figura 23).

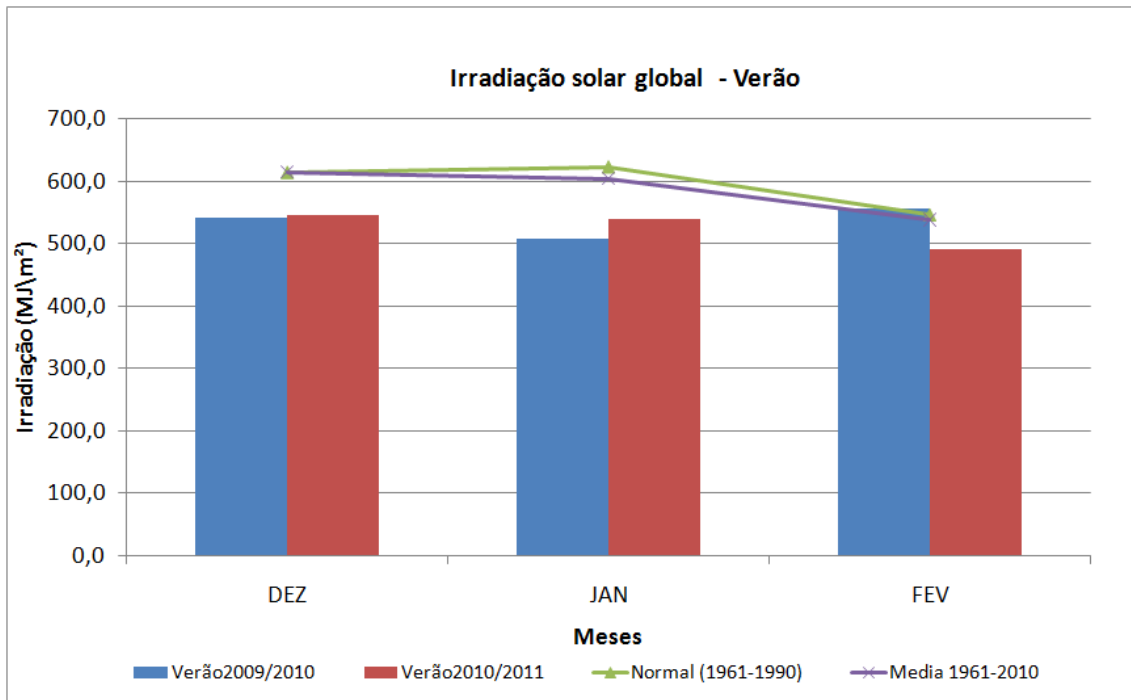


Figura 23 - Irradiação solar global no trimestre DJF2009/2010 (azul) e DJF2010/2011 (vermelho).

9. Insolação:

Os meses de dezembro e janeiro tiveram totais de horas de brilho solar ligeiramente abaixo da média climatológica, enquanto o total fevereiro ficou muito próximo da média climatológica (Figura 24).

Com relação ao mesmo trimestre do ano anterior, os meses de dezembro/2010 e janeiro/2011 tiveram totais de horas de brilho solar acima dos mesmos meses dos anos anteriores, enquanto fevereiro/2011 teve total abaixo de fevereiro/2010 (Figura 24).

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

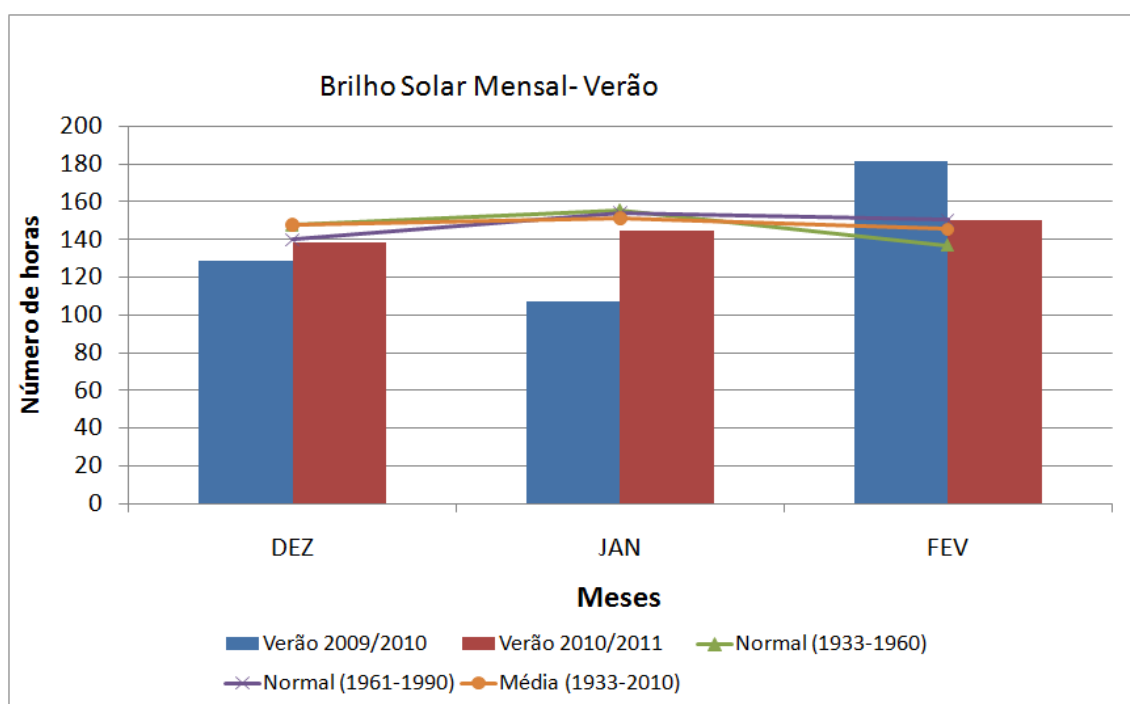


Figura 24 - Número de horas de brilho solar no trimestre DJF2009/2010 (azul) e DJF2010/2011 (vermelho).

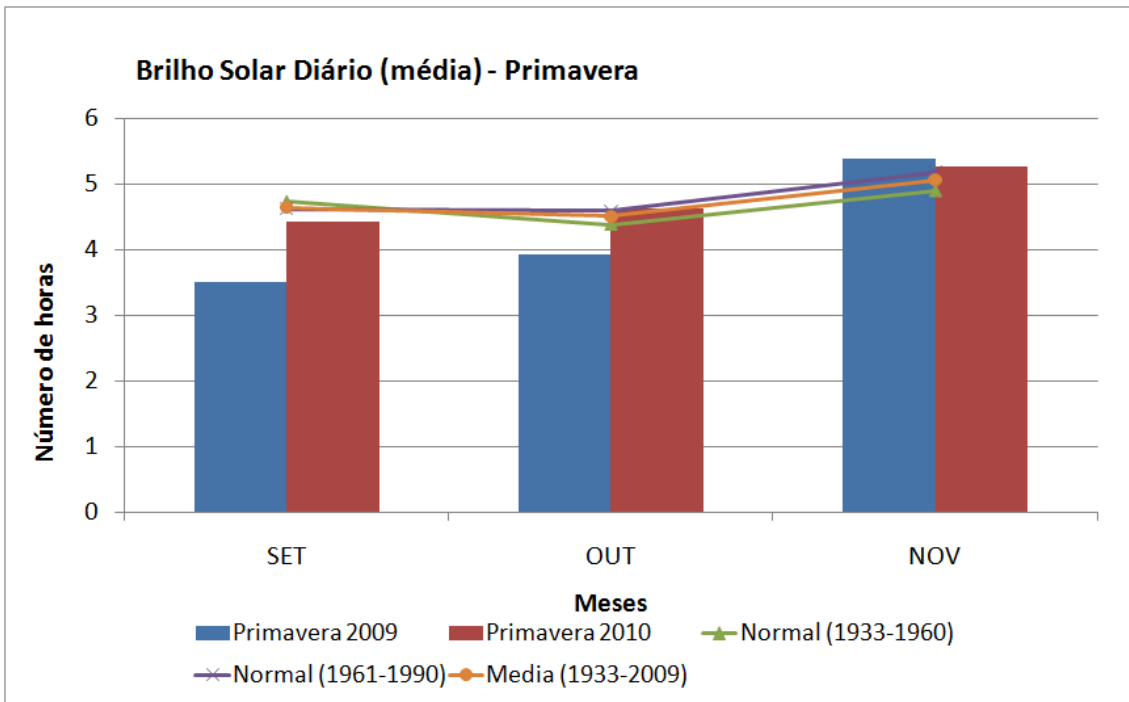


Figura 25 – Número médio diário de horas de brilho solar trimesstre DJF2009/2010 (azul) e DJF2010/2011 (vermelho).