

Londrina, PR / Fevereiro, 2025

Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2024



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Soja
Ministério da Agricultura e Pecuária***

ISSN 2176-2937

Documentos 471

Fevereiro, 2025

Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2024

*Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli
Luís Guilherme Teixeira Crusiol
Bruna Maia da Silva
Sergio Luiz Gonçalves
José Renato Bouças Farias*

***Embrapa Soja
Londrina, PR
2025***

Embrapa Soja

Rod. Carlos João Strass, s/n
Acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta
CEP 86065-981
Caixa Postal 4006
Londrina, PR
Fone: (43) 3371 6000
www.embrapa.br/soja

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Embrapa
Soja

Presidente
Roberta Aparecida Carnevali
Secretária-executiva

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Membros

*Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine
Dinali Santos Seixas, Claudio Guilherme
Portela de Carvalho, Fernando Augusto
Henning, Leandro Eugênio Cardamone Diniz,
Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina
Neves de Oliveira e Norman Neumaier*

Edição executiva

Vanessa Fuzinatto Dall' Agnol

Revisão de texto

Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

Normalização

Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Marisa Yuri Horikawa

Ilustração da capa

Luís Guilherme Teixeira Crusiol

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome-síntese da Unidade catalogadora

Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR - 2024 / Rubson Natal
Sibaldelli ... [et al.]. – Londrina : Embrapa Soja, 2025.
35 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 471).

1. Meteorologia. 2. Agricultura. I. Sibaldelli, Rubson Natal Ribeiro. II. Crusiol, Luís
Guilherme Teixeira. III. Silva, Bruna Maia da. IV. Gonçalves, Sergio Luiz. V. Farias, José
Renato Bouças. VI. Série.

CDD 630.2515 (21. ed.)

Valéria de fátima Cardoso (CRB 9/1188)

© Embrapa, 2025

Autores

Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli

Matemático, especialista em Estatística, Londrina, PR

Luís Guilherme Teixeira Crusiol

Geógrafo, doutor em Agronomia, pesquisador visitante, bolsista FAPED/Embrapa Soja, Londrina, PR

Bruna Maia da Silva

Cientista-aeronáutica, Mestranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina, PR

Sergio Luiz Gonçalves

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

José Renato Bouças Farias

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

Apresentação

A Embrapa Soja coloca à disposição da sociedade brasileira o “Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR - 2024”, tendo em vista que a aquisição e a interpretação de dados e informações meteorológicas são de grande importância para a agricultura.

Neste documento são apresentados os valores dos principais elementos meteorológicos coletados durante o ano de 2024 na área experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR. Estão contempladas as observações de precipitação pluviométrica, temperatura do ar máxima, média e mínima, temperatura do solo, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar global. Também, são apresentados os cálculos de déficit de pressão de vapor e do balanço hídrico climatológico sequencial. Sendo que, para alguns elementos meteorológicos, comparam-se os valores observados ou calculados aos valores obtidos ao longo do período de existência dessa estação meteorológica, de 1991 até 2024.

Este documento procura disponibilizar de forma atualizada e contínua as informações meteorológicas da Fazenda Experimental da Embrapa Soja a pesquisadores, agricultores, estudantes e demais interessados que demandam tais informações.

Roberta Aparecida Carnevalli
Chefe-adjunta de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja

Sumário

Introdução 11

Boletim Agrometeorológico 202413

Referências33

Introdução

O Boletim Agrometeorológico foi elaborado pelo Laboratório de Agrometeorologia e apresenta os dados registrados no ano de 2024 na área experimental da Embrapa Soja.

A Embrapa Soja, uma das unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, ocupa desde 1989 uma fazenda localizada no distrito de Warta, em Londrina-PR, denominada Fazenda Santa Terezinha. A estação meteorológica ali instalada iniciou as operações em 1991, sendo que, no período de 1991 a 1997 os dados foram coletados pelo sistema convencional e, de 1998 a 2024, pela modalidade de estação meteorológica automática. A Embrapa Soja está localizada na latitude 23°11'37" S, longitude 51°11'03" O e altitude de 630 metros. Sibaldelli et al. (2020, 2021, 2022, 2023, 2024) mostraram os dados meteorológicos referentes aos anos de 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023 dessa área experimental, seguindo publicações anteriores de Sibaldelli e Farias (2015, 2016, 2017, 2018, 2019), indicando dados referentes aos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018, respectivamente.

Com a dificuldade de manutenção das estações meteorológicas convencionais e a popularização das estações meteorológicas automatizadas e com a necessidade da consequente continuidade das leituras dos elementos meteorológicos, faz-se necessária a avaliação da homogeneidade na leitura dos elementos meteorológicos observados entre estações meteorológicas de modalidade convencional e automatizada.

Essa homogeneidade de leitura foi estudada por pesquisadores em Maringá-PR (Souza et al., 2003), Londrina-PR (Pereira et al., 2008), Jaboticabal-SP (Oliveira et al., 2010), Pelotas-RS (Strassburger et al., 2011) e Areia-PB (Almeida; Hermenegidio, 2013). Foram comparadas, por esses autores, observações de estações convencionais e automáticas em um mesmo local concluindo que existe concordância entre elas, sendo possível, portanto, a continuidade de uma série meteorológica coletada por estações convencionais e

depois com estações automáticas. Carvalho et al. (2019) concluíram que existe forte correlação entre as medidas de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, quando compararam dados coletados em estações meteorológicas convencionais e automáticas em Teresina-PI.

O clima em Londrina, segundo a classificação climática de Köppen, é descrito como Cfa, clima subtropical úmido, com temperatura do ar média do mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura do ar média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes e geadas pouco frequentes. Com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, porém sem estação seca definida (Wrege et al., 2011; Alvares et al., 2014; Nitsche et al., 2019).

Além dos elementos climáticos coletados na estação meteorológica da Embrapa Soja, foi calculado o balanço hídrico climatológico sequencial pelo método descrito por Thornthwaite e Mather (1955). Nos cálculos foram utilizadas as planilhas eletrônicas propostas por Rolim et al. (1998). Uma variável importante nesses cálculos é a capacidade de água disponível no solo (CAD) que teve o valor definido como 75 mm (Farias et al., 2001).

Este boletim destina-se a pesquisadores, agricultores, estudantes e a todos aqueles que exerçam atividades que possam se beneficiar desse conhecimento, objetivando apresentar as informações meteorológicas da Fazenda Experimental da Embrapa Soja, localizada em Londrina, PR.

Boletim Agrometeorológico 2024

Os resumos anuais, das leituras diárias, para os principais elementos climáticos são apresentados nas Tabelas de 1 a 6, sendo: precipitação pluviométrica (Tabela 1); temperatura do ar (Tabela 2); temperatura do solo (Tabela 3); umidade relativa do ar (Tabela 4); velocidade do vento (Tabela 5) e radiação solar global (Tabela 6).

Tabela 1. Resumo anual - Precipitação pluviométrica (mm), registrada em 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Total	2024	1.101,6
Mês com maior volume acumulado de chuva	dezembro	197,2
Mês com menor volume acumulado de chuva	junho	0,3
Maior precipitação pluviométrica registrada em 24 horas	02 de dezembro	63,4
Meses com menor precipitação acumulada em 24 horas	janeiro, fevereiro, março, abril, maio, novembro e dezembro	0,1
Meses com maior número de dias com chuva	fevereiro e dezembro	17
Mês com maior número de dias com chuva (> = 1,0 mm)	dezembro	13
Mês com maior número de dias sem chuva	junho	29
Total de dias com chuva	2024	104
Total de dias com chuva (> = 1,0 mm)	2024	82

Tabela 2. Resumo anual - Temperatura do ar (°C), registrada em 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2024	22,8
Média das máximas	2024	28,5
Média das mínimas	2024	17,9
Máxima absoluta observada	26 de setembro	38,2
Mínima absoluta observada	10 de agosto	4,6

Tabela 3. Resumo anual - Temperatura do solo (°C) a 5 cm de profundidade, registrada em 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2024	31,0
Máxima absoluta observada	9 de janeiro	36,4
Mínima absoluta observada	26 de agosto	23,6

Tabela 4. Resumo anual - Umidade relativa do ar (%), registrada em 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2024	75,9
Média das máximas	2024	93,7
Média das mínimas	2024	53,2
Máxima observada	janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro	100,0
Mínima observada	20 de agosto	13,8

Tabela 5. Resumo anual - Velocidade do vento (km/h), registrado em 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2024	8,2
Média das máximas (rajadas)	2024	21,9
Máxima absoluta observada	26 de setembro	60,1

Tabela 6. Resumo anual - Radiação solar global acumulada diariamente (MJ/m²), registrada em 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média diária	2024	12,8
Máxima diária	08 de janeiro e 16 de dezembro	22,1
Mínima diária	9 de junho e 24 de agosto	1,1
Acumulado total	2024	4.690,8
Mês com maior acumulado	janeiro	510,3
Mês com menor acumulado	julho	289,1

Nas Tabela 7 e 8 são apresentadas as médias e os valores absolutos mensais da temperatura do ar (°C) e da temperatura do solo a 5 cm de profundidade (°C), respectivamente, coletados diariamente e registrados no ano de 2024 na Fazenda Experimental da Embrapa Soja.

Tabela 7. Médias mensais da temperatura do ar (°C), registradas em 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Temperatura do ar (°C)				
	Média	Média das Máximas	Máxima Absoluta	Média das Mínimas	Mínima Absoluta
Janeiro	24,2	30,1	35,8	19,5	14,7
Fevereiro	25,0	30,9	33,8	20,6	17,9
Março	25,0	30,7	35,7	20,5	17,1
Abril	23,7	28,4	32,7	19,4	12,9
Maiο	21,3	26,1	31,5	17,2	6,8
Junho	21,0	26,5	29,7	16,0	10,4
Julho	18,8	24,3	28,7	14,3	10,9
Agosto	20,0	26,4	33,3	13,8	4,6
Setembro	24,5	31,4	38,2	18,1	11,9
Outubro	23,4	29,9	36,9	17,8	12,8
Novembro	23,8	29,5	35,1	18,9	14,4
Dezembro	23,1	27,8	31,5	19,1	15,8

Tabela 8. Médias mensais da temperatura do solo (°C) a 5 cm de profundidade, registradas em 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Temperatura do solo (°C) a 5 cm profundidade		
	Média	Máxima absoluta	Mínima absoluta
Janeiro	34,1	36,4	30,7
Fevereiro	34,0	35,2	31,8
Março	33,6	35,3	30,6
Abril	32,3	34,1	30,1
Maio	30,1	33,0	24,8
Junho	28,2	29,3	25,9
Julho	26,9	28,4	24,6
Agosto	26,8	28,9	23,6
Setembro	29,7	31,6	27,2
Outubro	31,1	32,7	28,6
Novembro	32,4	34,5	30,8
Dezembro	32,5	34,4	30,1

As médias mensais de umidade relativa do ar (%) e de velocidade do vento (km/h), a precipitação pluviométrica (mm) e a radiação solar global (MJ/m²) acumuladas mensalmente, foram calculadas tomando por base os dados coletados diariamente e são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9. Médias mensais da umidade relativa do ar (%) e da velocidade média do vento (km/h), dos acumulados mensais da precipitação pluviométrica (mm) e da radiação solar global (MJ/m²), registrados em 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Umidade relativa do ar média (%)	Velocidade média do vento (km/h)	Precipitação pluviométrica acumulada mensal (mm)	Radiação solar global acumulada mensal (MJ/m ²)
Janeiro	82,8	8,7	96,0	510,3
Fevereiro	82,6	7,3	166,2	426,7
Março	81,2	8,8	59,2	413,5
Abril	84,5	6,8	113,9	351,5
Maio	80,2	6,5	96,7	309,3
Junho	70,5	5,7	0,3	316,1
Julho	73,0	6,7	71,4	289,1
Agosto	56,1	7,5	29,1	366,9
Setembro	57,2	9,1	48,9	391,7
Outubro	74,7	11,9	47,5	409,4
Novembro	79,7	10	175,2	439,8
Dezembro	88,1	8,8	197,2	466,6

Fato importante e necessário em relação às questões climáticas é a comparação entre o período analisado e as normais climatológicas da região. Nas Tabelas 10 a 13 e Figuras 1 a 4 e 7 são apresentadas as comparações entre os valores observados no ano de 2024 e a normal climatológica da Embrapa Soja (Farias et al., 2021).

Já na Tabela 14 e nas Figuras 8 a 10 e 12 são apresentadas as comparações entre o ano de 2024 e o período total de coleta de dados meteorológicos das variáveis em questão (1998 a 2024), na Embrapa Soja.

Os valores acumulados de precipitação pluviométrica mensal no ano de 2024 em comparação à normal climatológica, para o período de coleta de dados (1991 a 2020) na estação experimental da Embrapa Soja, são apresentados na Tabela 10 e na Figura 1.

Na Figura 2 são apresentados os desvios mensais da precipitação pluviométrica. A título de facilitar a comparação, os valores dos totais acumulados mensalmente presentes na Figura 1 foram arredondados, a partir dos valores originais apresentados nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 10. Precipitação pluviométrica mensal do ano de 2024, total médio mensal da normal climatológica (1991-2020) e respectivos desvios mensais (a-b). Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Precipitação Pluviométrica (mm)		Desvio (mm) (a-b)
	2024 (a)	1991-2020 (b)	
Janeiro	96,0	207,0	-111,0
Fevereiro	166,2	169,6	-3,4
Março	59,2	123,0	-63,8
Abril	113,9	81,5	32,4
Maiο	96,7	103,5	-6,8
Junho	0,3	81,2	-80,9
Julho	71,4	61,3	10,1
Agosto	29,1	47,5	-18,4
Setembro	48,9	98,5	-49,6
Outubro	47,5	137,2	-89,7
Novembro	175,2	134,3	40,9
Dezembro	197,2	167,7	29,5
Total	1.101,6	1.412,3	-310,7
Média	91,8	117,7	-25,9

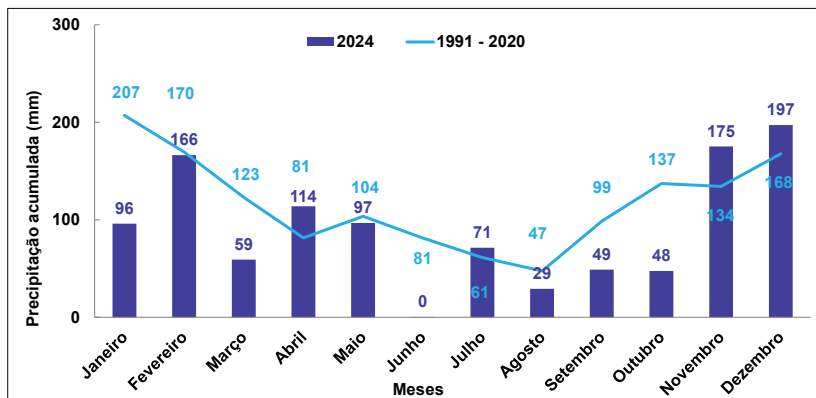


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal (mm) no ano de 2024 em comparação com os valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

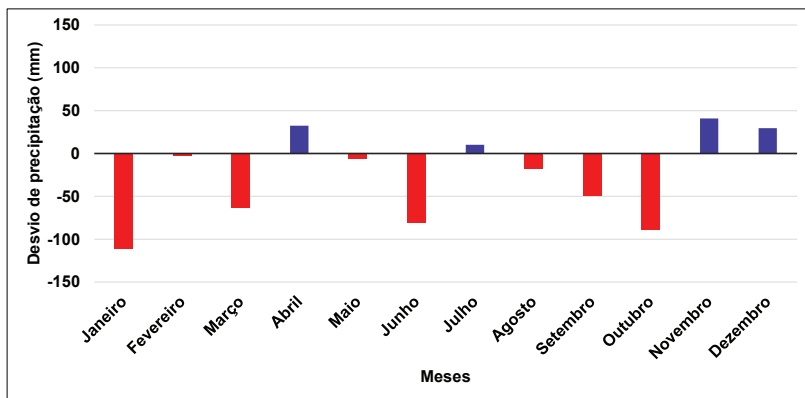


Figura 2. Desvios da precipitação pluviométrica mensal (mm) no ano de 2024 em comparação com os valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Os valores médios de temperaturas máximas, médias e mínimas mensais (°C) no ano de 2024 e os valores mensais para o período da normal climatológica entre 1991 e 2020 na Embrapa Soja são apresentadas na Tabela 11 e na Figura 3.

Tabela 11. Valores médios de temperaturas máximas, médias e mínimas mensais (°C) observados no período de coleta de dados da normal climatológica (1991 a 2020) e do ano de 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Máxima		Média		Mínima	
	1991-2020	2024	1991-2020	2024	1991-2020	2024
Janeiro	28,6	30,1	23,5	24,2	19,7	19,5
Fevereiro	28,9	30,9	23,6	25,0	19,6	20,6
Março	29,0	30,7	23,4	25,0	19,1	20,5
Abril	27,4	28,4	21,9	23,7	17,4	19,4
Maiο	23,6	26,1	18,7	21,3	14,5	17,2
Junho	22,5	26,5	17,7	21,0	13,6	16,0
Julho	23,0	24,3	17,6	18,8	12,9	14,3
Agosto	25,4	26,4	19,3	20,0	13,8	13,8
Setembro	26,9	31,4	20,8	24,5	15,3	18,1
Outubro	28,4	29,9	22,2	23,4	17,0	17,8
Novembro	28,9	29,5	22,9	23,8	17,8	18,9
Dezembro	28,9	27,8	23,5	23,1	19,2	19,1
Média	26,8	28,5	21,3	22,8	16,7	17,9

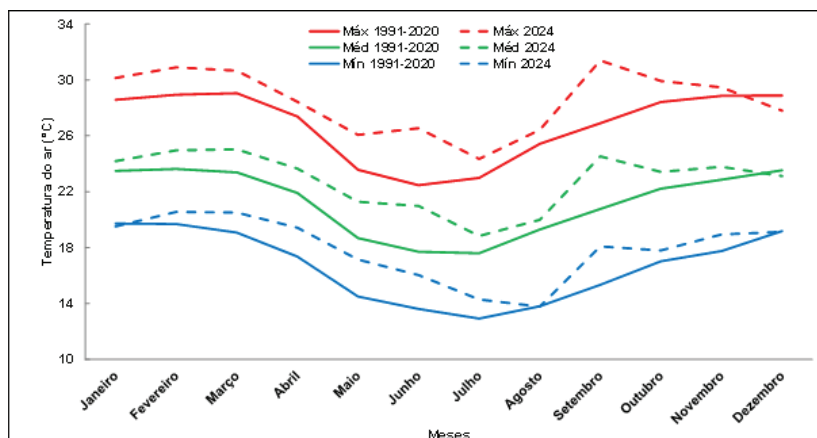


Figura 3. Temperaturas médias das máximas, médias e mínimas (°C) no ano de 2024 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Na Tabela 12, são apresentados os valores mensais de umidade relativa do ar (%) no ano de 2024 em comparação ao período de coleta de dados da normal climatológica (1991 a 2020) na Fazenda Experimental da Embrapa Soja. A comparação entre esses dados pode ser observada na Figura 4.

Tabela 12. Umidade relativa mensal média (%) do período total de coleta de dados (1991 a 2020) e do ano de 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Umidade relativa	
	1991-2020	2024
Janeiro	83	83
Fevereiro	83	83
Março	79	81
Abril	76	85
Maiο	79	80
Junho	80	70
Julho	74	73
Agosto	66	56
Setembro	69	57
Outubro	73	75
Novembro	77	80
Dezembro	79	88
Média	76	76

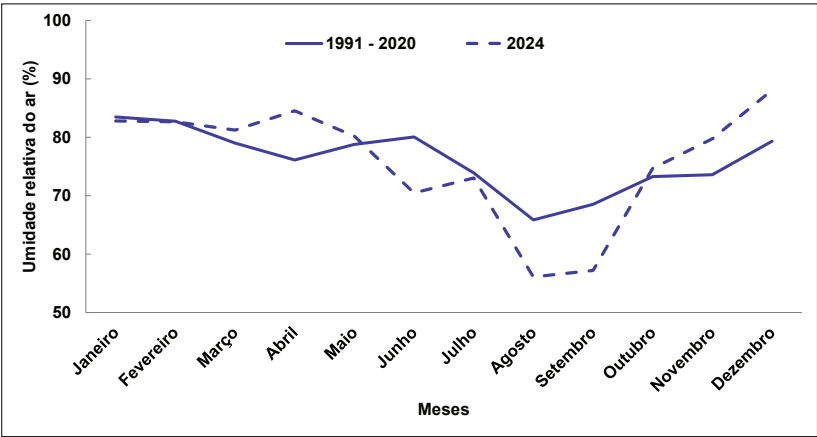


Figura 4. Umidade relativa mensal média (%) no ano de 2024 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

A avaliação da ocorrência de períodos com valores extremos de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica pode ser facilitada e melhor visualizada por meio da análise dos dados coletados durante o ano em forma de gráficos, com períodos de cinco dias (pêntadas ou quinquídios) e períodos de dez dias (decêndios). Nas Figuras 5 e 6 são apresentados os dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, coletados durante o ano de 2024 em períodos de cinco e de dez dias, respectivamente.

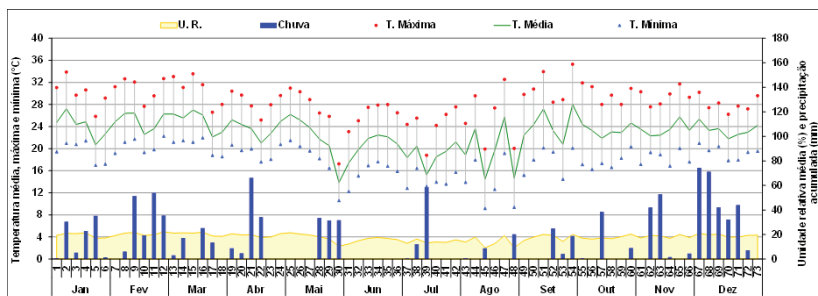


Figura 5. Valores médios de temperaturas do ar máxima, média e mínima (°C), umidade relativa (U.R.) média (%) e precipitação pluviométrica total (mm) em períodos de cinco dias no ano de 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

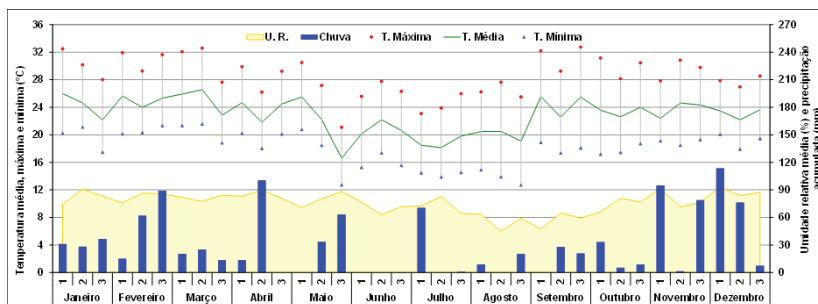


Figura 6. Valores médios de temperaturas do ar máxima, média e mínima (°C), umidade relativa (U.R.) média (%) e precipitação pluviométrica total (mm) em períodos de dez dias no ano de 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

O déficit de pressão de vapor atmosférico (DPV), foi calculado com a seguinte equação:

$$DPV = \frac{100 - UR}{100} * PV\ sat \quad \text{Eq. 1}$$

em que,

UR é a Umidade relativa do ar (%) e $PV\ sat$ é a Pressão de vapor saturado (kPa).

A Pressão de vapor saturado foi calculada por meio da Equação de Tetens (1930), como segue:

$$PV\ sat = A * 10^{\frac{7,5*TA}{237,3+TA}} \quad \text{Eq. 2}$$

em que,

$A = 0,6108$ (para resultados em kPa) e TA é a Temperatura do ar média (°C).

Os valores mensais calculados de déficit de pressão de vapor (kPa) no ano de 2024 em comparação ao período de coleta de dados da normal climatológica (1991-2020) na Fazenda Experimental da Embrapa Soja são apresentados na Tabela 13 e na Figura 7.

Tabela 13. Déficit de pressão de vapor (kPa), média mensal no período de coleta de dados da normal climatológica (1991-2020) e no ano de 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Déficit de pressão de vapor	
	1991-2020	2024
Janeiro	0,49	0,55
Fevereiro	0,52	0,57
Março	0,61	0,63
Abril	0,64	0,47
Maio	0,47	0,58
Junho	0,41	0,76
Julho	0,55	0,64
Agosto	0,79	1,16
Setembro	0,82	1,47
Outubro	0,74	0,78
Novembro	0,75	0,64
Dezembro	0,61	0,35
Média	0,62	0,72

Na Tabela 14, são apresentados os valores mensais da velocidade do vento média (km/h) e da radiação solar global (MJ/m²) acumulada mensalmente no ano de 2023 em comparação ao período total de coleta de dados (1998 a 2024) na Fazenda Experimental da Embrapa Soja.

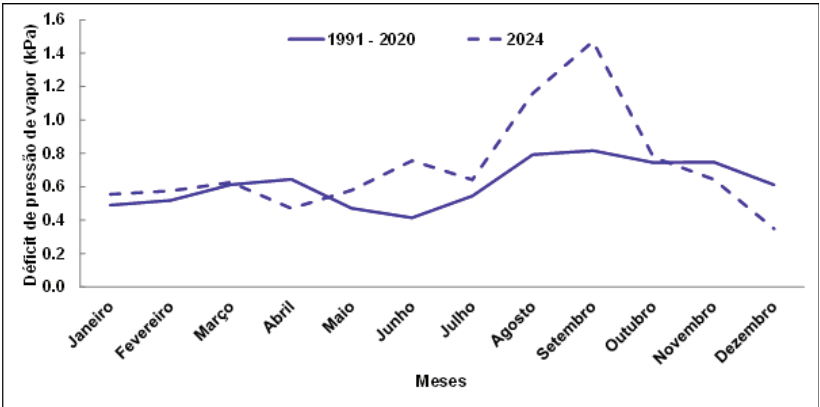


Figura 7. Déficit de pressão de vapor (kPa) no ano de 2024 em comparação ao período entre 1991 e 2020, Embrapa Soja. Londrina, PR.

Tabela 14. Velocidade do vento média mensal (km/h) e radiação solar global acumulada mensalmente (MJ/m²) no período total de coleta de dados (1998 a 2024) e no ano de 2024, Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Velocidade do Vento		Radiação Solar Global	
	1998-2024	2024	1998-2024	2024
Janeiro	7,8	8,7	582	510
Fevereiro	7,5	7,3	494	427
Março	8,3	8,8	499	414
Abril	8,2	6,8	444	351
Mai	7,8	6,5	370	309
Junho	7,0	5,7	318	316
Julho	7,4	6,7	364	289
Agosto	8,4	7,5	432	367
Setembro	9,9	9,1	469	392
Outubro	10,5	11,9	512	409
Novembro	10,4	10,0	555	440
Dezembro	8,8	8,8	578	467
Média	8,5	8,1	-	-
Total anual	-	-	5.617	4.691

Os dados de velocidade do vento (km/h), comparando o ano de 2024 com o período de 1998 a 2024, podem ser encontrados na Figura 8. Complementando as informações desse boletim, na Figura 9, para os mesmos períodos, são apresentados os dados de radiação solar global (MJ/m²).

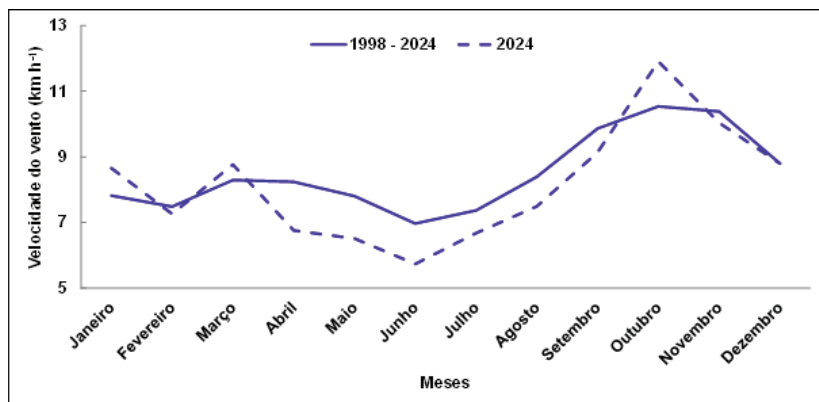


Figura 8. Velocidade do vento média mensal (km/h) no ano de 2024 em comparação ao período entre 1998 e 2024, Embrapa Soja. Londrina, PR.

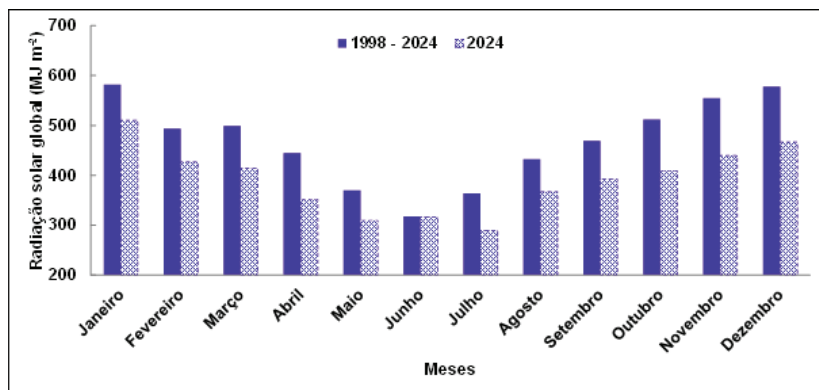


Figura 9. Radiação solar global acumulada mensalmente (MJ/m²) no ano de 2024 em comparação ao período entre 1998 e 2024, Embrapa Soja. Londrina, PR.

A radiação solar global apresenta comportamento distinto nas várias épocas do ano. Na Figura 10 pode ser observado o comportamento desse elemento meteorológico nos dias 21 de março - próximo ao equinócio de outono, 20 de junho - solstício de inverno, 22 de setembro - equinócio de primavera e 23 de dezembro - próximo ao solstício de verão, do ano de 2024.

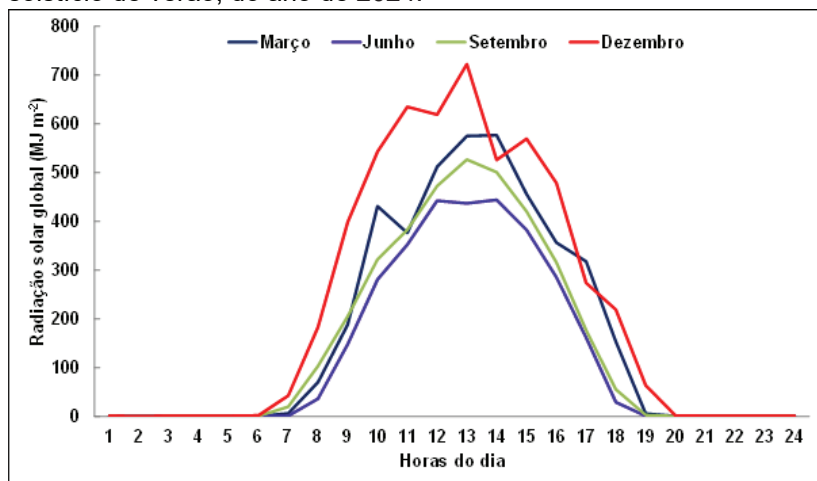


Figura 10. Radiação solar global diária (W/m^2), nos dias 21 de março, 20 de junho, 22 de setembro e 23 de dezembro do ano de 2024, Embrapa Soja, Londrina, PR.

O balanço hídrico é bastante utilizado na avaliação de questões agrícolas. Na Tabela 15 estão apresentados os valores e as variáveis do balanço hídrico climatológico sequencial, calculado para o ano de 2024.

As Figuras 11 e 12 também apresentam o balanço hídrico para o ano de 2024, com estimativas de deficiência e excesso hídricos calculadas de acordo com o método proposto por Thornthwaite e Mather (1955), com dados decendiais na Figura 11 e valores mensais na Figura 12.

Os valores de défices e excedentes mensais no ano de 2024, presentes na Figura 12A podem ser comparados à Figura 12B, onde são apresentados os valores de défices e excedentes calculados para o período referente à normal climatológica (1991-2020).

Tabela 15. Balanço hídrico sequencial mensal conforme método descrito por Thornthwaite e Mather (1955), com CAD de 75 mm e variáveis medidas, no ano de 2024, Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	Neg-Ac (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	24,2	96,0	126,33	-30,3	-123,0	14,56	-7,25	103,3	23,1	0,0
Fevereiro	25,0	166,2	124,09	42,1	-21,0	56,67	42,11	124,1	0,0	0,0
Março	25,0	59,2	127,58	-68,4	-89,4	22,77	-33,90	93,1	34,5	0,0
Abril	23,7	113,9	101,64	12,3	-57,1	35,03	12,26	101,6	0,0	0,0
Maiο	21,3	96,7	77,06	19,6	-23,7	54,67	19,64	77,1	0,0	0,0
Junho	21,0	0,3	69,22	-68,9	-92,6	21,81	-32,86	33,2	36,1	0,0
Julho	18,8	71,4	54,95	16,5	-50,5	38,26	16,45	54,9	0,0	0,0
Agosto	20,0	29,1	65,41	-36,3	-86,8	23,58	-14,69	43,8	21,6	0,0
Setembro	24,5	48,9	109,25	-60,4	-147,1	10,54	-13,03	61,9	47,3	0,0
Outubro	23,4	47,5	106,98	-59,5	-206,6	4,77	-5,77	53,3	53,7	0,0
Novembro	23,8	175,2	113,21	62,0	-8,7	66,76	61,99	113,2	0,0	0,0
Dezembro	23,1	197,2	112,93	84,3	0,0	75,00	8,24	112,9	0,0	76,0
Média anual	22,8	-	-	-	-	35,40	-	-	-	-
Total anual	-	1.101,6	1.188,6	-87,0	-906,6	-	4,40	972,4	216,3	76,0

CAD= Capacidade de Água Disponível no solo; T= Temperatura do ar média; P= Precipitação acumulada; ETP= Evapotranspiração Potencial, calculada conforme Thornthwaite (1948); P-ETP= Precipitação - Evapotranspiração Potencial; Neg-Ac= Negativo acumulado; ARM= Armazenado; ALT= Alteração no armazenamento; ETR= Evapotranspiração Real; DEF= Défice; EXC= Excedente.

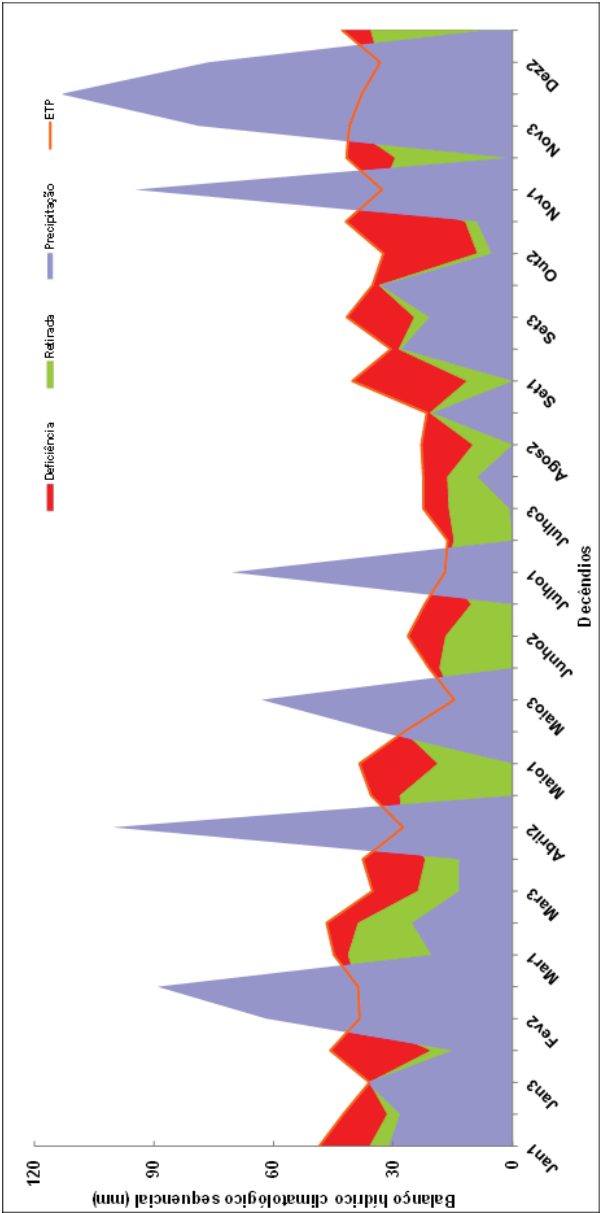


Figura 11. Balanço hídrico decenal sequencial conforme método descrito por Thornthwaite e Mather (1955), com Capacidade de Água Disponível no Solo - CAD de 75 mm e variáveis medidas no ano de 2024, Embrapa Soja, Londrina, PR.

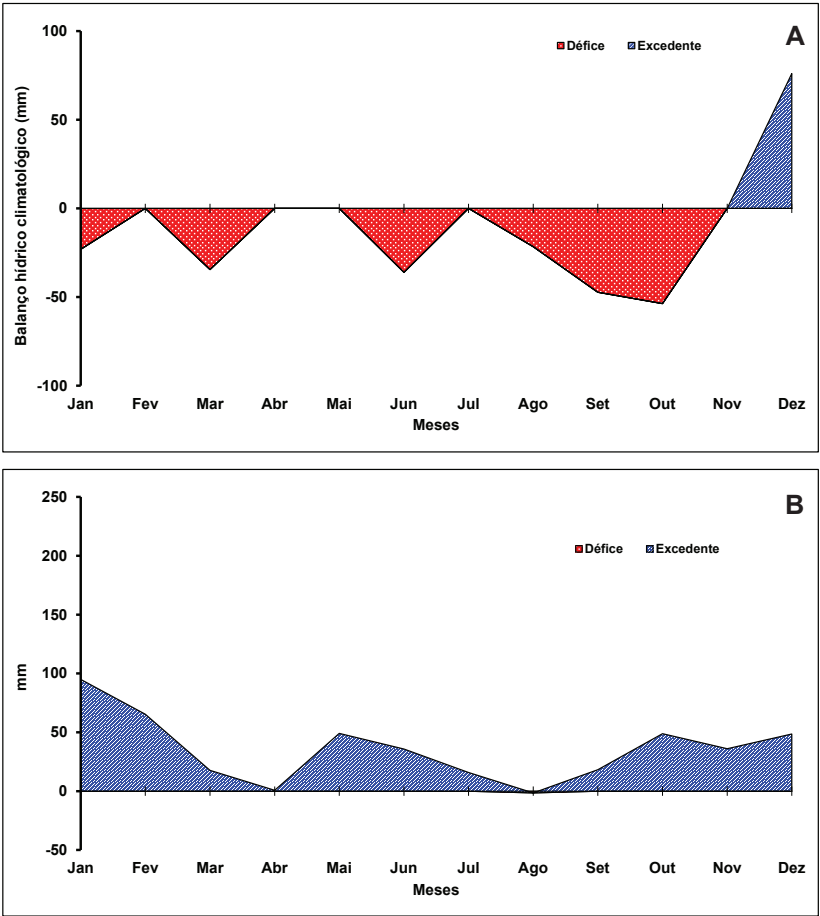


Figura 12. Valores excedentes e défices mensais para o ano de 2024 (A) e para todo o período de coleta de dados da normal climatológica (1991 a 2020) (B), obtidos pelo balanço hídrico sequencial mensal conforme método descrito por Thornthwaite e Mather (1955), com Capacidade de Água Disponível no Solo - CAD de 75 mm, Embrapa Soja. Londrina, PR.

Referências

- ALMEIDA, H. A.; HERMENEGIDIO, G. M. dos S. Comparação de dados meteorológicos obtidos por estações meteorológicas convencional e automática. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, p. 32-47, 2013.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- CARVALHO, M. W. L.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. A.; SENTELHAS, P. C. Comparação de dados meteorológicos e estimativa da radiação líquida e evapotranspiração de referência utilizando estações convencional e automática. **Agrometeoros**, v. 27, n. 2, p. 285-292, 2019.
- FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, p. 415-421, 2001.
- FARIAS, J. R. B.; SIBALDELLI, R. N. R.; GONÇALVES, S. L. **Caracterização e normal climatológica da fazenda experimental da Embrapa Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 50 p. (Embrapa Soja. Documentos, 439).
- NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2019. 210 p.
- OLIVEIRA, A. D. de; ALMEIDA, B. M. de; CAVALCANTE JUNIOR, E. G.; ESPINOLA SOBRINHO, J.; VIEIRA, R. Y. M. Comparação de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática em Jaboticabal-SP. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 108-114, 2010.
- PEREIRA, L. M. P.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; CAVIGLIONE, J. H. Análise comparativa de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática em Londrina-PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 299-306, 2008.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista de Agrometeorologia**, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SIBALDELLI, R. N. R.; CRUSIOL, L. G. T.; SILVA, B. M. da; GONÇALVES, S. L.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2022**. Londrina: Embrapa Soja, 2023. 28 p. (Embrapa Soja. Documentos, 452).

SIBALDELLI, R. N. R.; CRUSIOL, L. G. T.; SILVA, B. M. da; GONÇALVES, S. L.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2023**. Londrina: Embrapa Soja, 2024. 34 p. (Embrapa Soja. Documentos, 460).

SIBALDELLI, R. N. R.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 29 p. (Embrapa Soja. Documentos, 358).

SIBALDELLI, R. N. R.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2015**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 29 p. (Embrapa Soja. Documentos, 371).

SIBALDELLI, R. N. R.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2016**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 30 p. (Embrapa Soja. Documentos, 382).

SIBALDELLI, R. N. R.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2017**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 30 p. (Embrapa Soja. Documentos, 399).

SIBALDELLI, R. N. R.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2018**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 26 p. (Embrapa Soja. Documentos, 411).

SIBALDELLI, R. N. R.; GONÇALVES, S. L.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2019**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 28 p. (Embrapa Soja. Documentos, 427).

SIBALDELLI, R. N. R.; GONÇALVES, S. L.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2020**. Londrina: Embrapa Soja, 2021. 27 p. (Embrapa Soja. Documentos, 436).

SIBALDELLI, R. N. R.; GONÇALVES, S. L.; FARIAS, J. R. B. **Boletim agrometeorológico da Embrapa Soja Londrina, PR - 2021**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. 29 p. (Embrapa Soja. Documentos, 445).

SOUZA, I. de A.; GALVANI, E.; ASSUNÇÃO, H. F. de. Estudo comparativo entre elementos meteorológicos monitorados por estações convencional e automática na região de Maringá. **Acta Scientiarum Technology**, v. 25, n. 2, p. 203-207, 2003.

STRASSBURGER, A. S.; MENEZES, A. J. E. A. de; PERLEBERG, T. D.; EICHOLZ, E. D.; MENDEZ, M. E. G.; SCHÖFFEL, E. R. Comparação da temperatura do ar obtida por estação meteorológica convencional e automática. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 2, p. 273-278, 2011.

TETENS, O. Über einige meteorologische Begriffe. **Zeitschrift für Geophysik**, v. 6, n. 1, p. 297-309, 1930.

THORNTON, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

THORNTON, C. W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, Publications in Climatology, 1955. 104 p.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de. (Ed.). **Atlas climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 333 p.

