

Documentos

471

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 | Edição executiva |
| Rod. Carlos João Strass, s/n | <i>Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol</i> |
| Acesso Orlando Amaral, Distrito da Warta | Revisão de texto |
| CEP 86065-981 | <i>Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite</i> |
| Caixa Postal 4006 | Normalização |
| Londrina, PR | <i>Valéria de Fátima Cardoso</i> |
| Fone: (43) 3371 6000 | Projeto gráfico |
| www.embrapa.br/soja | <i>Leandro Sousa Fazio</i> |
| www.embrapa.br/fale-conosco/sac | Diagramação |
| Comitê Local de Publicações da Embrapa | <i>Marisa Yuri Horikawa</i> |
| Soja | Ilustração da capa |
| Presidente | <i>Luis Guilherme Teixeira Crusiol</i> |
| <i>Roberta Aparecida Carnevalli</i> | |
| Secretária-executiva | |
| <i>Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite</i> | |
| Membros | |
| <i>Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine</i> | |
| <i>Dinali Santos Seixas, Claudio Guilherme</i> | |
| <i>Portela de Carvalho, Fernando Augusto</i> | |
| <i>Henning, Leandro Eugênio Cardamone Diniz,</i> | |
| <i>Liliane Márcia Mertz-Henning, Maria Cristina</i> | |
| <i>Neves de Oliveira e Norman Neumaier</i> | |
| | 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.)

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 défice 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 2024 | 13 |
| Referências | 33 |

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 ($\geq 1,0$ 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 ($\geq 1,0$ 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 |
| Maio | 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 |
| Maio | 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 |

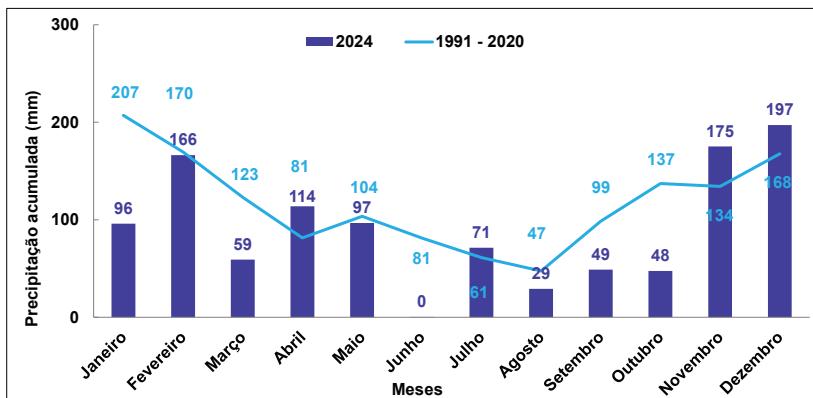


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal (mm) no ano de 2024 em comparação com os valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

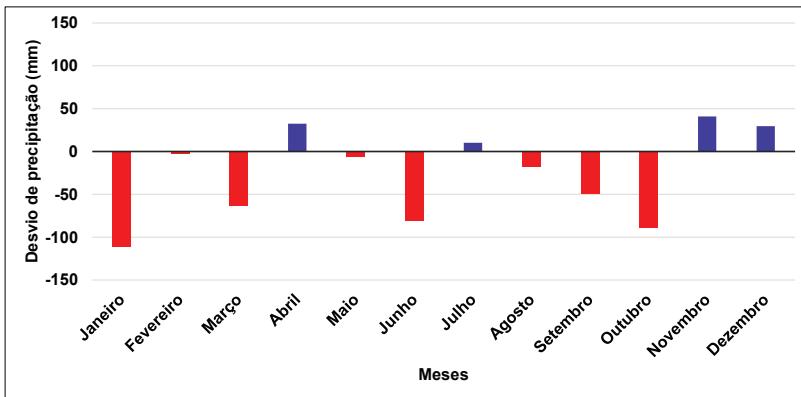


Figura 2. Desvios da precipitação pluviométrica mensal (mm) no ano de 2024 em comparação com os valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Os valores médios de temperaturas máximas, médias e mínimas mensais ($^{\circ}\text{C}$) 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 |
| Maio | 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 |

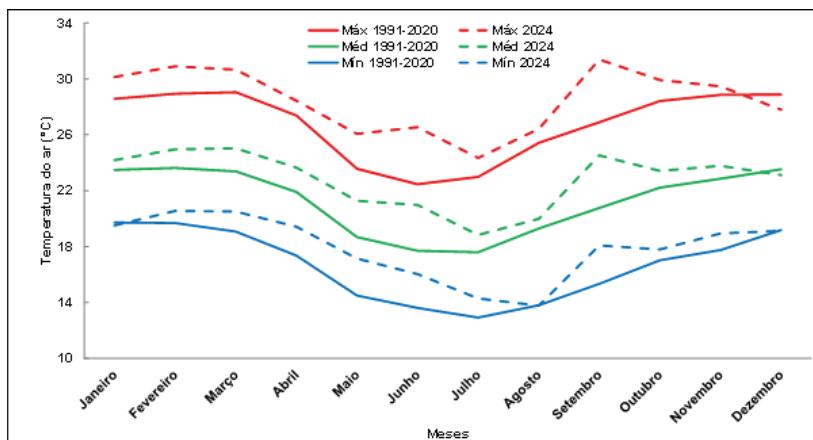


Figura 3. Temperaturas médias das máximas, médias e mínimas (°C) no ano de 2024 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

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 |
| Maio | 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 |

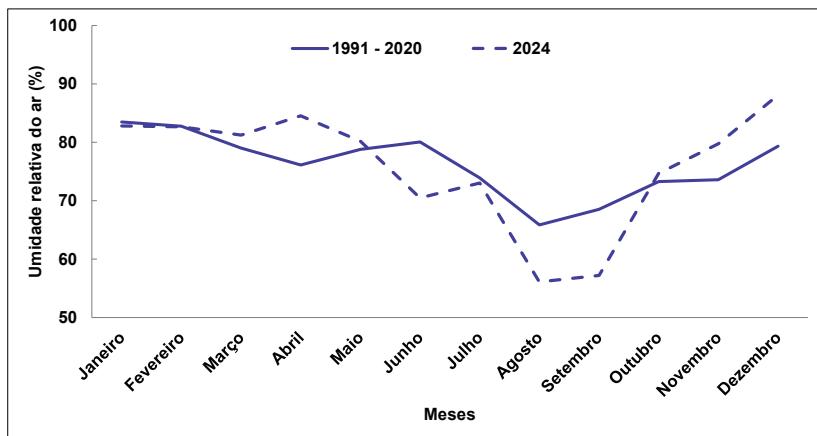


Figura 4. Umidade relativa mensal média (%) no ano de 2024 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

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 (de-cêndios). 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.

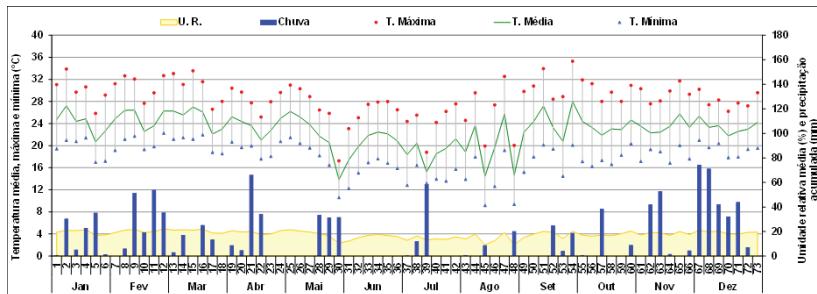


Figura 5. Valores médios de temperaturas do ar máxima, média e mínima (°C), umidade relativa (U.R.) média (%) e precipitação pluviométrica total (mm) em períodos de cinco dias no ano de 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

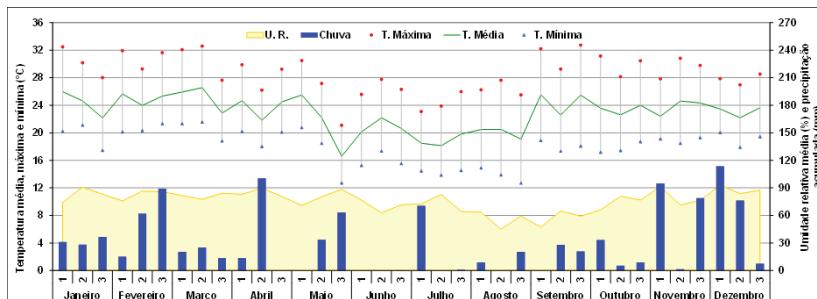


Figura 6. Valores médios de temperaturas do ar máxima, média e mínima (°C), umidade relativa (U.R.) média (%) e precipitação pluviométrica total (mm) em períodos de dez dias no ano de 2024. Embrapa Soja. Londrina, PR.

O défice 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 ($^{\circ}\text{C}$).

Os valores mensais calculados de défice 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. Défice 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 | Défice 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.

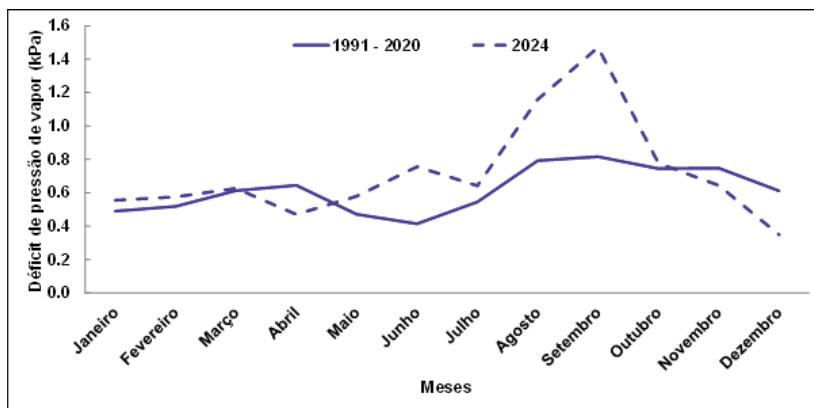


Figura 7. Défice de pressão de vapor (kPa) no ano de 2024 em comparação ao período entre 1991 e 2020, Embrapa Soja. Londrina, PR.

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 |
| Maio | 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).

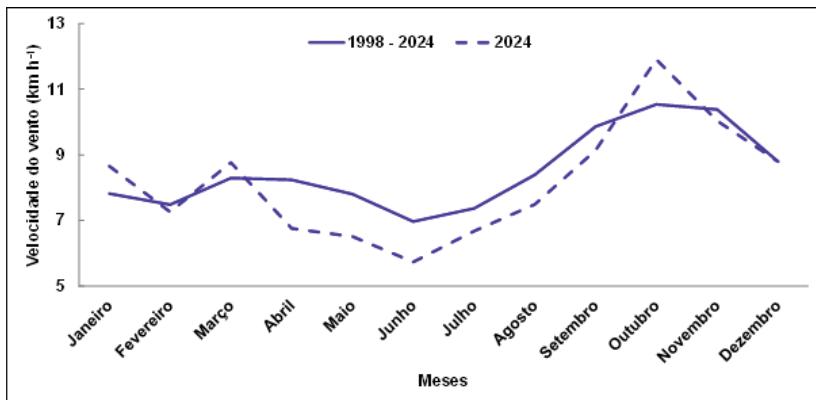


Figura 8. Velocidade do vento média mensal (km/h) no ano de 2024 em comparação ao período entre 1998 e 2024, Embrapa Soja. Londrina, PR.

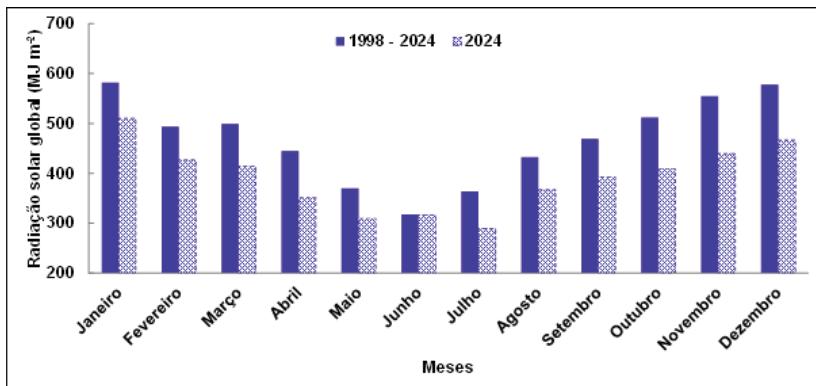


Figura 9. Radiação solar global acumulada mensalmente (MJ/m²) no ano de 2024 em comparação ao período entre 1998 e 2024, Embrapa Soja. Londrina, PR.

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.

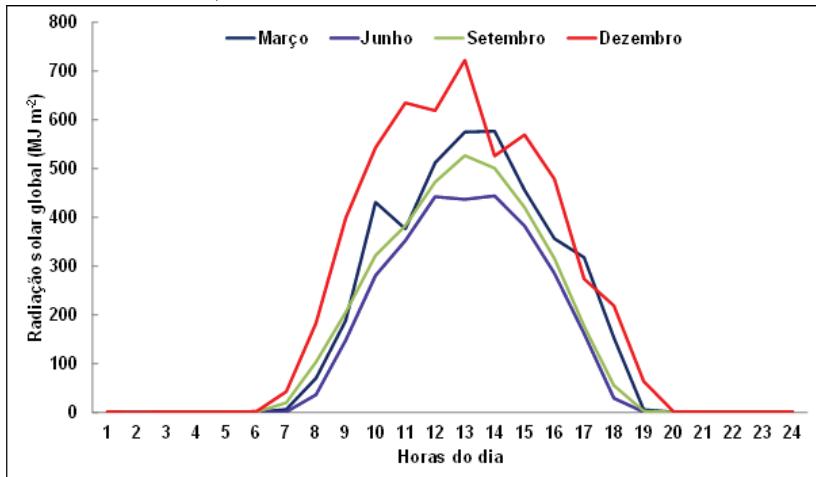


Figura 10. Radiação solar global diária (W/m^2), nos dias 21 de março, 20 de junho, 22 de setembro e 23 de dezembro do ano de 2024, Embrapa Soja. Londrina, PR.

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) | NegAc (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 |
| Maio | 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; NegAc= Negativo acumulado; ARM= Armazenado; ALT= Alteração no armazenamento; ETR= Evapotranspiração Real; DEF= Défice; EXC= Excedente.

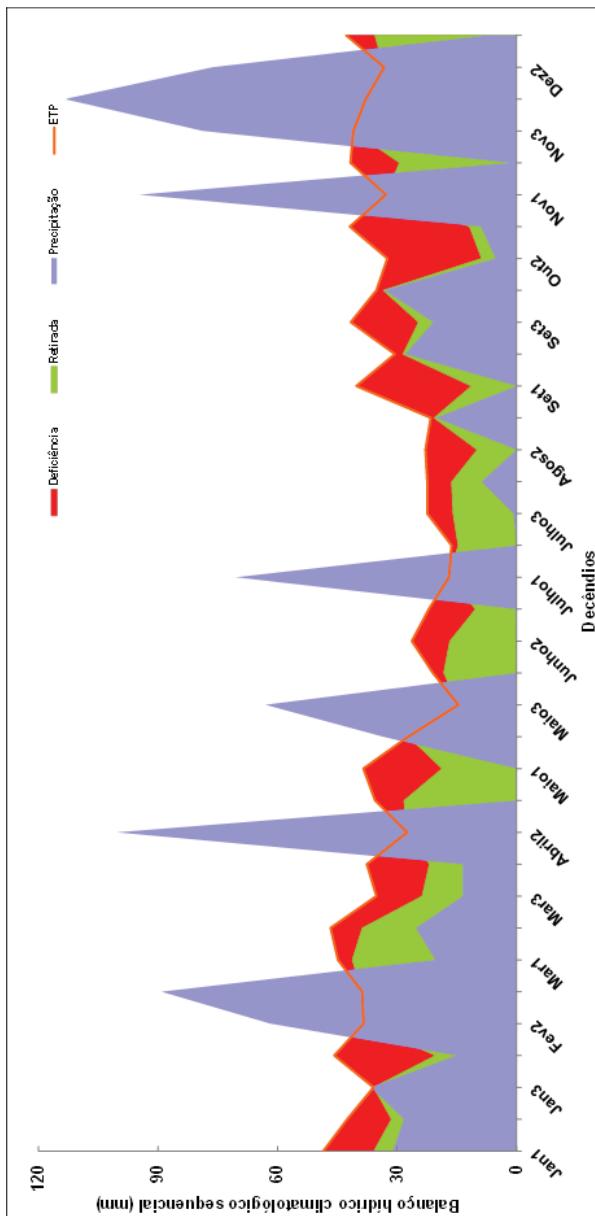


Figura 11. Balanço hídrico sequencial decendal conforme método descrito por Thornthwaite e Mather (1955), com Capacidade de Água Disponível no Solo - CAD de 75 mm e variáveis medidas no ano de 2024, Embrapa Soja, Londrina, PR.

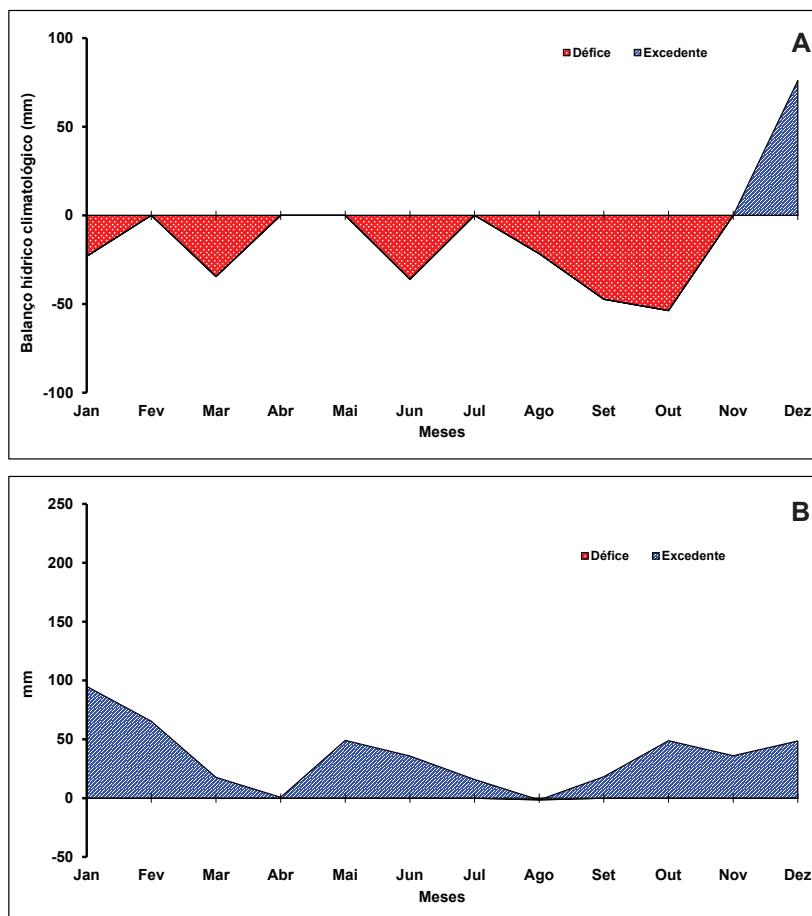


Figura 12. Valores excedentes e défices mensais para o ano de 2024 (A) e para todo o período de coleta de dados da normal climatológica (1991 a 2020) (B), obtidos pelo balanço hídrico sequencial mensal conforme método descrito por Thornthwaite e Mather (1955), com Capacidade de Água Disponível no Solo - 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).
- NITSCHE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agronômico 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 fur Geophysik**, v. 6, n. 1, p. 297-309, 1930.

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

THORNTHWAITE, 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.

