

Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR - 2021



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

DOCUMENTOS 445

Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR - 2021

*Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli
Sergio Luiz Gonçalves
José Renato Bouças Farias*

***Embrapa Soja
Londrina, PR
2022***

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja
Rodovia Carlos João Strass, s/nº Acesso Orlando
Amaral, Distrito de Warta
Caixa Postal: 4006
CEP: 86085-981
Londrina, PR
(43) 3371-6000
www.embrapa.br/soja
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja

Presidente
Alvadi Antonio Balbinot Junior

Secretária-Executiva
Regina Maria Villas Bóas de Campos Leite

Membros
*Claudine Dinali Santos Seixas, Edson Hirose,
Ivani de Oliveira Negrão Lopes, José de Barros
França Neto, Liliane Márcia Mertz-Henning,
Marco Antonio Nogueira, Mônica Juliani
Zavaglia Pereira e Norman Neumaier*

Supervisão editorial
Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol

Normalização bibliográfica
Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e capa
Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol

1ª edição

PDF digitalizado (2022).

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)

Embrapa Soja

Sibaldelli, Rubson Natal Ribeiro

Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR – 2021 / Rubson
Natal Ribeiro Sibaldelli, Sergio Luiz Gonçalves, José Renato Bouças Farias. –
Londrina : Embrapa Soja, 2022.

29 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 445).

1. Meteorologia. 2. Agricultura. I. Gonçalves, Sergio Luiz. II. Farias, José
Renato Bouças. III. Título. IV. Série.

CDD: 630.2515 (21. ed.)

Autores

Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli

Matemático, especialista em Estatística, 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 aquisição e a interpretação de dados e informações meteorológicas são de grande importância na agricultura. Sendo assim, a Embrapa Soja coloca à disposição da sociedade brasileira o “Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR - 2021”.

Neste documento são apresentados os valores dos principais elementos meteorológicos coletados durante o ano de 2021 na área experimental da Embrapa Soja. Contemplam 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. Para alguns elementos meteorológicos, comparam-se os valores observados ou calculados aos valores obtidos ao longo do período de existência desta estação meteorológica, de 1991 até 2021.

Este documento procura atualizar e continuar disponibilizando as informações meteorológicas da Fazenda Experimental da Embrapa Soja a pesquisadores, agricultores, estudantes e demais interessados que demandam tais informações.

Alvadi Antônio Balbinot Junior

Chefe-adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja

Sumário

Introdução.....	9
Boletim Agrometeorológico 2021.....	10
Referências	28

Introdução

O Boletim Agrometeorológico apresenta os dados registrados no ano de 2021 na área experimental da Embrapa Soja, elaborado pelo Laboratório de Agrometeorologia.

A Embrapa Soja ocupa uma fazenda localizada no distrito de Warta, em Londrina-PR, desde 1989, 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 2021, pela modalidade de estação meteorológica automática. A Embrapa Soja está localizada na latitude $23^{\circ}11'37''$ S, longitude $51^{\circ}11'03''$ O e altitude de 630 metros. Sibaldelli et al. (2020, 2021) mostraram os dados meteorológicos referentes ao ano de 2019 e 2020 desta 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.

A homogeneidade na leitura dos elementos meteorológicos entre estações meteorológicas de modalidade convencional ou automatizada, 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). Esses autores compararam estações convencionais e automáticas localizadas em um mesmo local e concluíram que existe uma grande concordância entre elas, sendo possível, portanto, a continuidade de uma série meteorológica coletada através de estações convencionais e depois com estações automáticas. Carvalho et al. (2019), concluíram que existe alta 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 é descrito, segundo a classificação climática de Köppen 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. Há uma 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 tem como objetivo apresentar informações meteorológicas da Fazenda Experimental da Embrapa Soja, localizada em Londrina, PR, destinando-se a pesquisadores, agricultores, estudantes e a todos aqueles que exerçam atividades que possam se beneficiar dessas informações.

Boletim Agrometeorológico 2021

Os resumos anuais, das leituras diárias, para os 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 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Total	2021	1.128,2
Mês com maior volume acumulado de chuva	Outubro	264,7
Mês com menor volume acumulado de chuva	Abril	12,0
Maior precipitação pluviométrica registrada em 24 horas	30 de maio	83,2
Meses com menor precipitação acumulada em 24 horas	Fevereiro, março, maio, junho e julho	0,1
Mês com maior número de dias com chuva	Janeiro	21
Mês com maior número de dias com chuva (> = 1,0 mm)	Janeiro	14
Mês com maior número de dias sem chuva	Agosto	29
Total de dias com chuva	2021	105
Total de dias com chuva (> = 1,0 mm)	2021	75

Tabela 2. Resumo anual – Temperatura do ar (°C), registrada em 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2021	21,3
Média das máximas	2021	27,5
Média das mínimas	2021	16,3
Máxima absoluta observada	21 de setembro	38,1
Mínima absoluta observada	29 de julho	0,7

Tabela 3. Resumo anual – Temperatura do solo (°C) a 5 cm de profundidade, registrada em 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2021	26,5
Máxima absoluta observada	08 de novembro	41,5
Mínima absoluta observada	18 de julho	14,8

Tabela 4. Resumo anual – Umidade relativa do ar (%), registrada em 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2021	79,1
Média das máximas	2021	95,2
Média das mínimas	2021	57,6
Máxima observada	Janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, dezembro	100,0
Mínima observada	22 de novembro	18,0

Tabela 5. Resumo anual – Velocidade do vento (km h⁻¹), registrado em 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2021	8,6
Média das máximas (rajadas)	2021	23,4
Máxima absoluta observada	15 de novembro	76,7

Tabela 6. Resumo anual – Radiação solar global acumulada diariamente (MJ m^{-2}), registrada em 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média diária	2021	14,2
Máxima diária	22 de novembro	24,3
Mínima diária	30 de maio	0,4
Acumulado total	2021	5.170,0
Mês com maior acumulado	Dezembro	598,0
Mês com menor acumulado	Junho	280,1

Na Tabela 7 são apresentadas as médias mensais da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e na Tabela 8 as médias mensais de temperatura do solo a 5 cm de profundidade ($^{\circ}\text{C}$), coletados diariamente, e os valores absolutos registrados no ano de 2021 na Fazenda Experimental da Embrapa Soja.

Tabela 7. Médias mensais da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), registradas em 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)				
	Média	Médias das Máximas	Máxima Absoluta	Médias das Mínimas	Mínima Absoluta
Janeiro	23,2	28,0	31,2	20,0	17,0
Fevereiro	23,1	28,5	32,6	18,5	15,8
Março	23,8	30,2	33,9	19,4	16,1
Abril	21,2	27,4	31,7	15,9	12,7
Maio	19,5	25,4	30,9	14,4	6,5
Junho	16,8	21,4	27,6	12,8	1,7
Julho	15,8	22,0	28,4	9,8	0,7
Agosto	20,4	27,5	34,4	14,4	7,6
Setembro	23,5	30,5	38,1	17,4	11,5
Outubro	20,6	26,0	32,9	16,1	10,8
Novembro	24,2	31,5	35,2	18,1	12,3
Dezembro	24,1	31,2	36,8	18,3	13,6

Tabela 8. Médias mensais da temperatura do solo (°C) a 5 cm de profundidade, registradas em 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Temperatura do solo (°C) a 5 cm profundidade		
	Média	Máxima absoluta	Mínima absoluta
Janeiro	29,2	31,1	27,3
Fevereiro	29,4	30,7	27,7
Março	29,4	34,1	26,7
Abril	26,8	30,5	24,2
Maiο	23,9	27,3	21,3
Junho	21,8	23,8	17,6
Julho	20,5	28,1	14,8
Agosto	23,5	27,5	14,9
Setembro	25,6	27,8	23,5
Outubro	25,6	33,0	22,2
Novembro	31,5	41,5	25,5
Dezembro	30,8	32,2	28,6

As médias mensais de umidade relativa do ar (%) e de velocidade do vento (km h^{-1}), a precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar global (MJ m^{-2}) 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^{-1}), do acumulado mensal da precipitação pluviométrica (mm) e da radiação solar global (MJ m^{-2}), registrados em 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Umidade relativa do ar média (%)	Velocidade média do vento (km h^{-1})	Precipitação pluviométrica acumulada mensal (mm)	Radiação solar global acumulada mensal (MJ m^{-2})
Janeiro	95,1	8,1	226,6	453,3
Fevereiro	86,1	8,1	73,2	478,9
Março	85,4	6,5	131,1	440,5
Abril	77,9	10,2	12,0	442,1
Maiο	77,6,5	7,3	119,4	351,2
Junho	89,9	7,0	47,5	280,1

Continua...

Tabela 9. Continuação.

Mês	Umidade relativa do ar média (%)	Velocidade média do vento (km h ⁻¹)	Precipitação pluviométrica acumulada mensal (mm)	Radiação solar global acumulada mensal (MJ m ⁻²)
Julho	72,0	7,6	12,7	366,7
Agosto	67,9	7,5	20,8	387,6
Setembro	70,3	9,9	18,1	414,7
Outubro	87,4	11,6	264,7	386,8
Novembro	68,1	10,3	91,8	570,2
Dezembro	72,7	10,2	110,3	598,0

Algo 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 14 e Figuras 1 a 4, 7 a 9 e 12 são apresentadas as comparações entre o ano de 2021 e a série histórica da Embrapa Soja (Farias et al., 2021).

Os valores acumulados de precipitação pluviométrica mensal no ano de 2021 em comparação ao total médio mensal para todo o período de coleta de dados (1991 a 2021) na estação experimental da Embrapa Soja, são apresentados na Tabela 10.

As comparações dos valores observados de precipitação pluviométrica mensal entre o ano de 2021 e o período total de coleta de dados (1991 a 2021) podem ser observadas na Figura 1 (totais acumulados mensais) e na Figura 2 (desvios 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 2021, total médio mensal para o período de coleta de dados (1991 – 2021) e respectivos desvios mensais (a – b). Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Precipitação Pluviométrica (mm)		Desvio (mm) (a – b)
	2021 (a)	1991 – 2021 (b)	
Janeiro	226,6	207,7	18,9
Fevereiro	73,2	166,5	-93,3
Março	131,1	123,3	7,8
Abril	12,0	79,2	-67,2
Maio	119,4	104,0	15,4
Junho	47,5	80,1	-32,6
Julho	12,7	59,7	-47,0
Agosto	20,8	46,6	-25,8
Setembro	18,1	96,0	-77,9
Outubro	264,7	141,3	123,4
Novembro	91,8	132,9	-41,1
Dezembro	110,3	165,8	-55,5
Total	1.128,2	1.403,1	-274,9
Média	94,0	116,9	-22,9

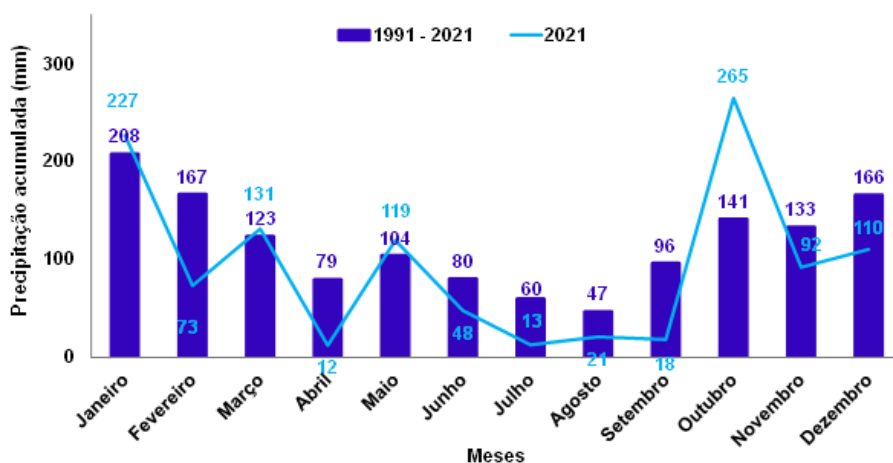


Figura 1. Precipitação pluviométrica mensal (mm) no ano de 2021 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

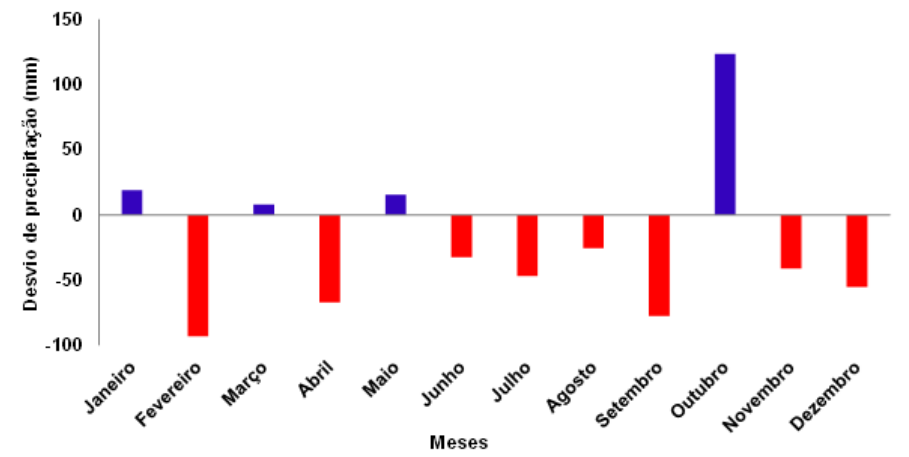


Figura 2. Desvios da precipitação pluviométrica mensal (mm) no ano de 2021 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Os valores médios de temperaturas máximas, médias e mínimas mensais (°C) no ano de 2021 e os valores mensais para o período entre 1991 e 2021 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 total de coleta de dados (1991 a 2021) e do ano de 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Máxima		Média		Mínima	
	1991-2021	2021	1991-2021	2021	1991-2021	2021
Janeiro	28,6	28,0	23,5	23,2	19,7	20,0
Fevereiro	28,9	28,5	23,6	23,1	19,6	18,5
Março	29,1	30,2	23,4	23,8	19,1	19,4
Abril	27,4	27,4	21,9	21,2	17,3	15,9
Maio	23,6	25,4	18,7	19,5	14,5	14,4
Junho	22,4	21,4	17,7	16,8	13,6	12,8
Julho	23,0	22,0	17,5	15,8	12,8	9,8
Agosto	25,5	27,5	19,3	20,4	13,8	14,4
Setembro	27,0	30,5	20,9	23,5	15,4	17,4

Continua...

Tabela 11. Continuação.

Mês	Máxima		Média		Mínima	
	1991-2021	2021	1991-2021	2021	1991-2021	2021
Outubro	28,3	26,0	22,2	20,6	17,0	16,1
Novembro	28,9	31,5	22,9	24,2	17,8	18,1
Dezembro	29,0	31,2	23,6	24,1	19,2	18,3
Média	26,8	27,5	21,3	21,3	16,7	16,3

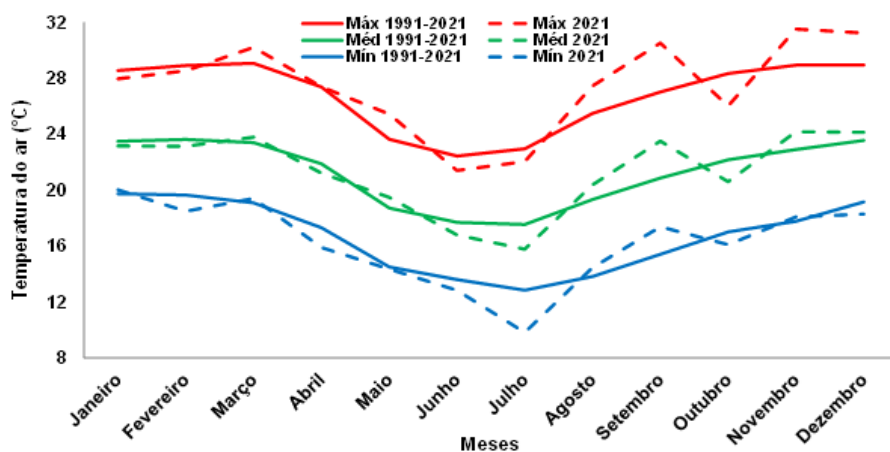


Figura 3. Temperaturas médias das máximas, médias e mínimas (°C) no ano de 2021 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Na Tabela 12, são apresentados os valores mensais de umidade relativa do ar (%) no ano de 2021 em comparação ao período total de coleta de dados (1991 a 2021) na Fazenda Experimental da Embrapa Soja. A comparação entre estes dados pode ser observada na Figura 4.

Tabela 12. Umidade relativa mensal média (%) do período total de coleta de dados (1991 a 2021) e do ano de 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Umidade relativa	
	1991-2021	2021
Janeiro	84	95
Fevereiro	83	86
Março	79	85
Abril	76	78
Maiο	79	77
Junho	80	90
Julho	74	72
Agosto	66	68
Setembro	69	70
Outubro	74	87
Novembro	73	68
Dezembro	79	73
Média	76	79

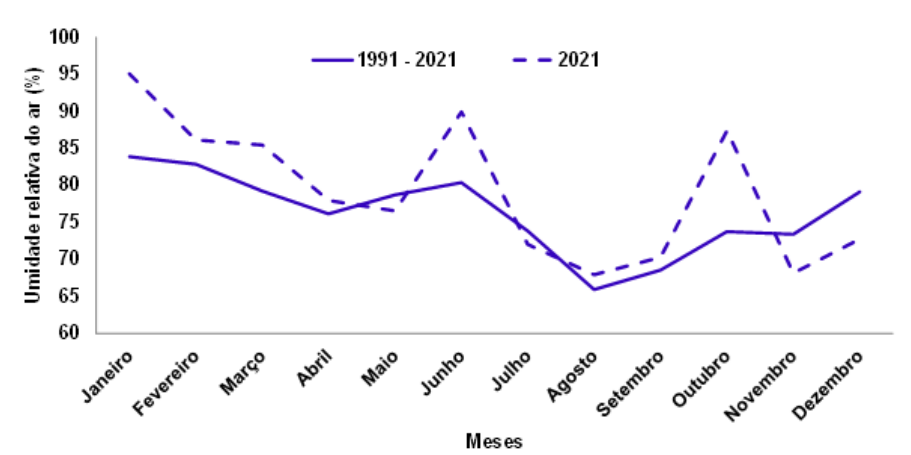


Figura 4. Umidade relativa mensal média (%) no ano de 2021 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

A avaliação da ocorrência de períodos com valores extremos de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica pode ser facilitada através da análise dos dados coletados durante o ano em forma de gráficos,

com períodos de cinco dias (pêntadas) 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 2021 em períodos de cinco e de dez dias, respectivamente.

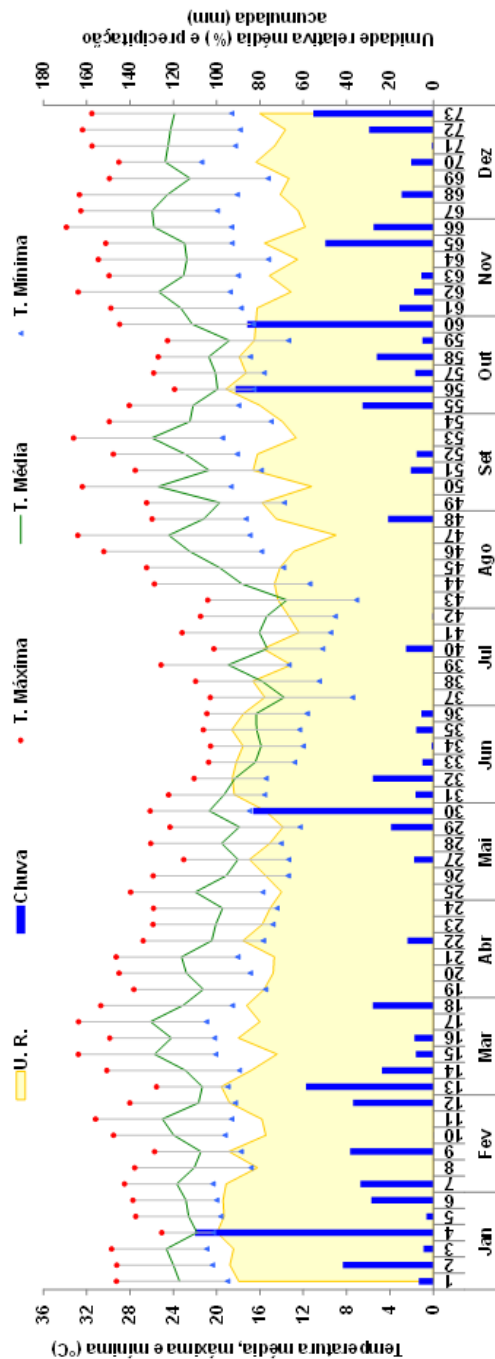


Figura 5. Valores médios de temperaturas do ar máxima, média e mínima (°C), umidade relativa (U.R.) média (%) e precipitação pluviométrica total (mm) em períodos de cinco dias no ano de 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

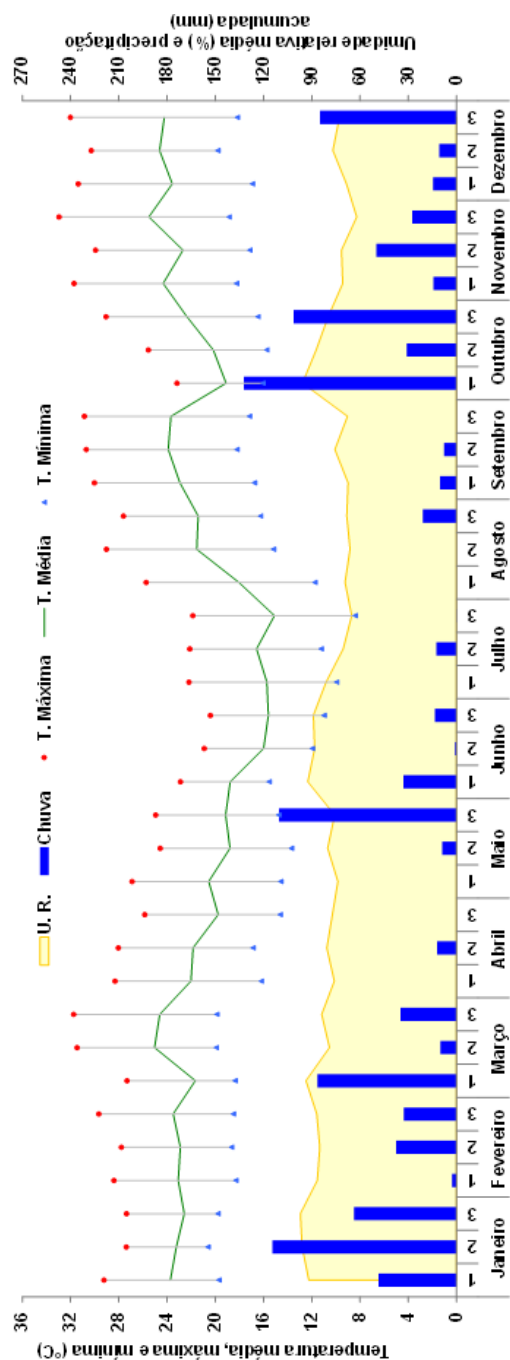


Figura 6. Valores médios de temperaturas do ar máxima, média e mínima (°C), umidade relativa (U.R.) média (%) e precipitação pluviométrica total (mm) em períodos de dez dias no ano de 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Calculou-se o déficit de pressão de vapor atmosférico (DPV), 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 é calculada através 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 2021 em comparação ao período total de coleta de dados (1991 – 2021) 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 total de coleta de dados (1991 – 2021) e no ano de 2021. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Déficit de pressão de vapor	
	1991-2021	2021
Janeiro	0,48	0,15
Fevereiro	0,51	0,41
Março	0,61	0,46
Abril	0,64	0,57
Maio	0,47	0,56
Junho	0,41	0,20
Julho	0,54	0,53
Agosto	0,79	0,87
Setembro	0,82	0,93
Outubro	0,73	0,34
Novembro	0,76	0,99
Dezembro	0,62	0,85
Média	0,62	0,57

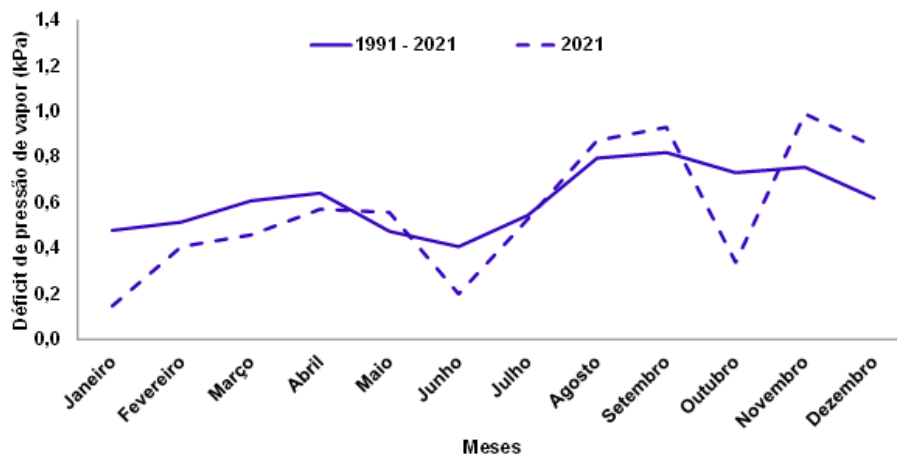


Figura 7. Déficit de pressão de vapor (kPa) no ano de 2021 em comparação ao período entre 1991 e 2021, Embrapa Soja. Londrina, PR.

Na Tabela 14, são apresentados os valores mensais da velocidade do vento média (km h^{-1}) e da radiação solar global (MJ m^{-2}) acumulada mensalmente no ano de 2021 em comparação ao período total de coleta de dados (1998 a 2021) na Fazenda Experimental da Embrapa Soja.

Tabela 14. Velocidade do vento média mensal (km h^{-1}) e radiação solar global acumulada mensalmente (MJ m^{-2}) no período total de coleta de dados (1998 a 2021) e no ano de 2021, Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Velocidade do Vento		Radiação Solar Global	
	1998-2021	2021	1998-2021	2021
Janeiro	7,8	8,1	592	453
Fevereiro	7,5	8,1	502	479
Março	8,3	6,5	510	440
Abril	8,3	10,2	454	442
Maio	7,9	7,3	377	351
Junho	7,1	7,0	321	280
Julho	7,5	7,6	370	367
Agosto	8,3	7,5	442	388
Setembro	9,8	9,9	482	415
Outubro	10,5	11,6	526	387
Novembro	10,4	10,3	566	570
Dezembro	8,8	10,2	586	598
Média	8,5	8,7	-	-
Total anual	-	-	5.730	5.170

Os dados de velocidade do vento (km h^{-1}), comparando com o ano de 2021 com o período de 1998 a 2021, 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 m^{-2}).

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 23 de março – próximo ao equinócio de outono, 21 de junho – solstício de inverno, 23 de setembro – próximo ao equinócio de primavera e 26 de dezembro – próximo ao solstício de verão, do ano de 2021.

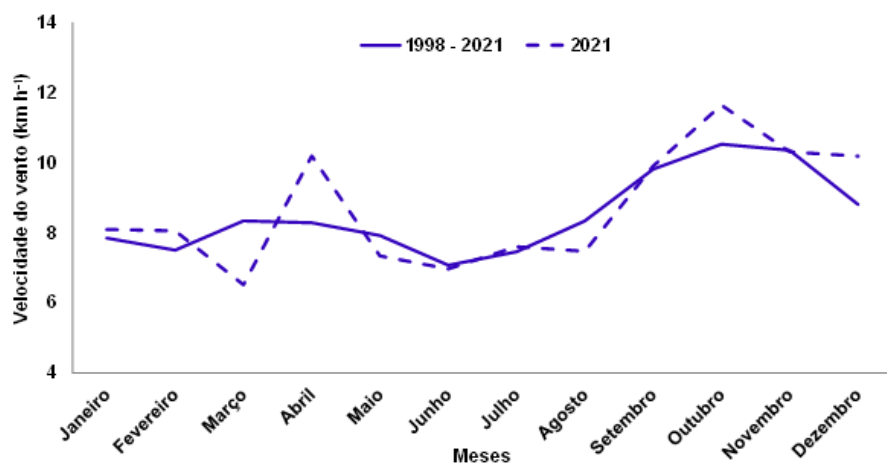


Figura 8. Velocidade do vento média mensal (m s^{-1}) no ano de 2021 em comparação ao período entre 1998 e 2021, Embrapa Soja. Londrina, PR.

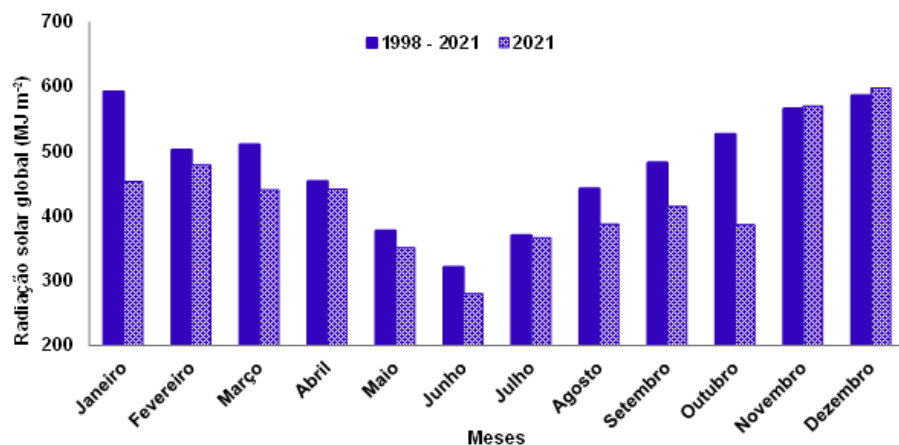


Figura 9. Radiação solar global acumulada mensalmente (MJ m^{-2}) no ano de 2021 em comparação ao período entre 1998 e 2021, Embrapa Soja. Londrina, PR.

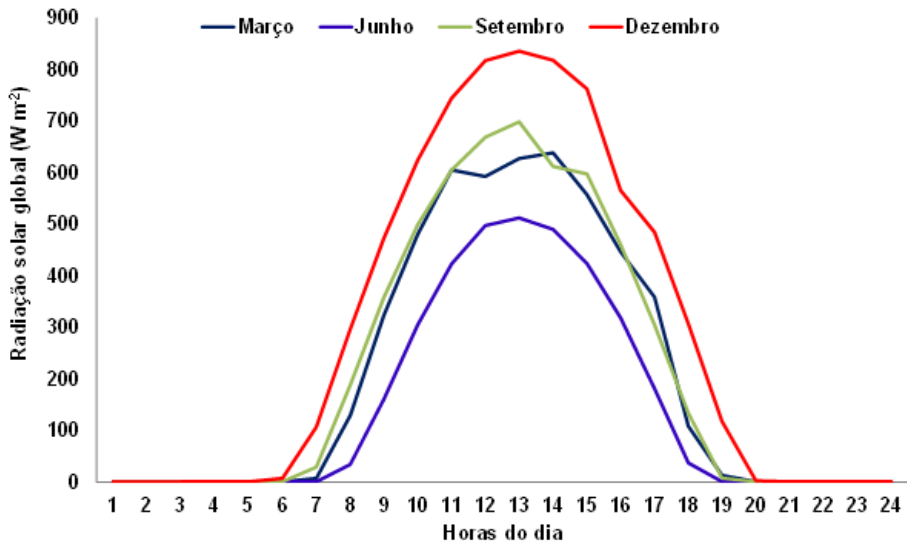


Figura 10. Radiação solar global diária (W m^{-2}), nos dias 23 de março, 21 de junho, 23 de setembro e 26 de dezembro do ano de 2021, Embrapa Soja. Londrina, PR.

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 2021.

As Figuras 11 e 12 também apresentam o balanço hídrico para o ano de 2021, com detalhes de valores calculados de acordo com a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), com dados decendiais na Figura 11 e dos valores de déficit e excedentes mensais na Figura 12.

Os valores de déficit e excedentes mensais no ano de 2021, presentes na Figura 12A podem ser comparados à Figura 12B, onde são apresentados os valores de déficit e excedentes calculados para todo o período de coleta de dados (1991-2021).

Tabela 15. Balanço hídrico sequencial mensal conforme metodologia descrita por Thornthwaite e Mather (1955), com CAD de 75 mm e variáveis medidas, do ano de 2021, 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	23,2	226,6	113,84	112,8	0,0	75,00	0,00	113,8	0,0	112,8
Fevereiro	23,1	73,2	99,76	-26,6	-26,6	52,64	-22,36	95,6	4,2	0,0
Março	23,8	131,1	113,14	18,0	-4,5	70,60	17,96	113,1	0,0	0,0
Abril	21,2	12,0	78,42	-66,4	-71,0	29,12	-41,48	53,5	24,9	0,0
Maiο	19,5	119,4	62,52	56,9	0,0	75,00	45,88	62,5	0,0	11,0
Junho	16,8	47,5	40,63	6,9	0,0	75,00	0,00	40,6	0,0	6,9
Julho	15,8	12,7	35,87	-23,2	-23,2	55,07	-19,93	32,6	3,2	0,0
Agosto	20,4	20,8	68,36	-47,6	-70,7	29,21	-25,86	46,7	21,7	0,0
Setembro	23,5	18,1	98,50	-80,4	-151,1	10,00	-19,21	37,3	61,2	0,0
Outubro	20,6	264,7	78,64	186,1	0,0	75,00	65,00	78,6	0,0	121,1
Novembro	24,2	91,8	117,57	-25,8	-25,8	53,19	-21,81	113,6	4,0	0,0
Dezembro	24,1	110,3	125,13	-14,8	-40,6	43,65	-9,54	119,8	5,3	0,0
Média anual	21,3	-	-	-	-	53,6	-	-	-	-
Total anual	-	1.128,2	1.032,4	95,8	-413,4	-	-31,4	907,9	124,5	251,7

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= Déficit; EXC= Excedente.

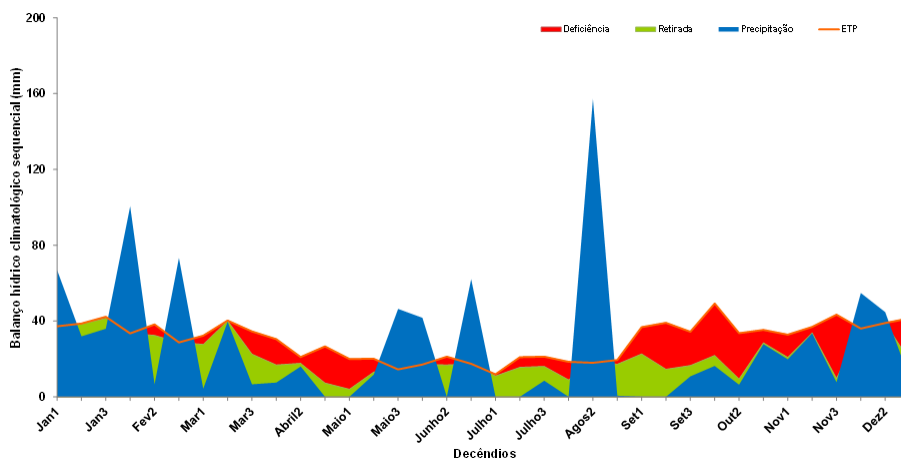


Figura 11. Balanço hídrico sequencial decendial conforme metodologia descrita por Thornthwaite e Mather (1955), com Capacidade de Água Disponível no Solo - CAD de 75 mm e variáveis medidas no ano de 2021, Embrapa Soja. Londrina, PR.

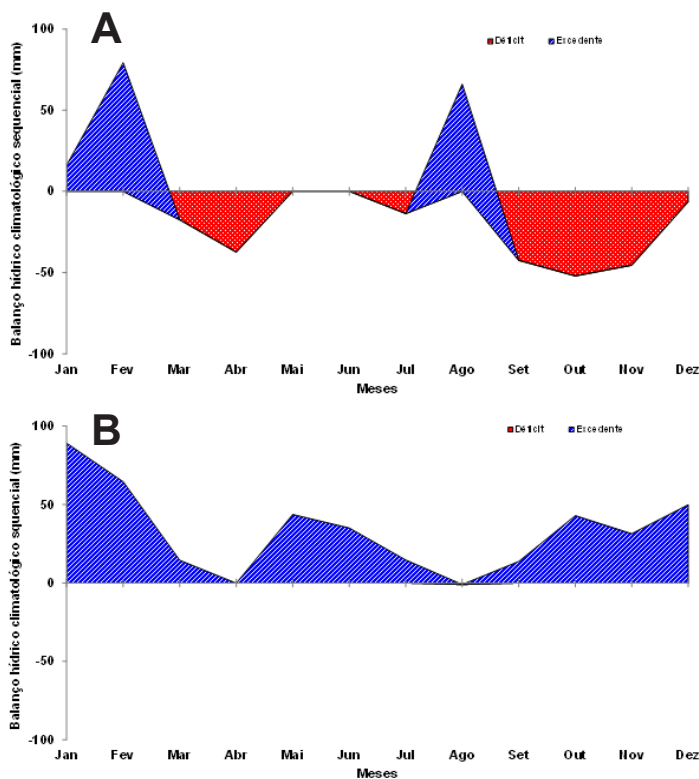


Figura 12. Valores excedentes e déficit mensais para o ano de 2021 (A) e para todo o período de coleta de dados (1991 a 2021) (B), obtidos através do balanço hídrico sequencial mensal conforme metodologia descrita por Thornthwaite e Mather (1955), com Capacidade de Água Disponível no Solo - CAD de 75 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.; 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).

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: Drexel Institute of Technology, Publications in Climatology, 1955. 104 p.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de. (d.). **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.

