

# Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR - 2020



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

## **DOCUMENTOS 436**

# **Boletim Agrometeorológico da Embrapa Soja, Londrina, PR - 2020**

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

Autores

***Embrapa Soja  
Londrina, PR  
2021***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Soja**

**Embrapa Soja**  
Rod. Carlos João Strass, s/n, acesso Orlando Amaral  
Caixa Postal 231  
CEP 86001-970  
Distrito da Warta  
Londrina/PR  
Telefone: (43) 3371 6000  
www.embrapa.br/soja  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Presidente  
*Alvadi Antonio Balbinot Junior*

Secretária-Executiva  
*Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite*

Membros  
*Clara Beatriz Hoffmann-Campo, Claudine Dinali Santos Seixas, Ivani de Oliveira Negrão Lopes, Liliane Márcia Mertz-Henning, Marco Antônio Nogueira, Mariangela Hungria da Cunha, Mônica Juliani Zavaglia Pereira, Norman Neumaier*

Supervisão editorial  
*Vanessa Fuzinato Dall'Agnol*

Normalização bibliográfica  
*Valéria de Fátima Cardoso*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Marisa Yuri Horikawa*

Foto da capa  
*Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli*

**1ª edição**  
PDF digitalizado (2021)

**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 – 2020 / Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli, Sergio Luiz Gonçalves, José Renato Bouças Farias. – Londrina : Embrapa Soja, 2021.

27 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 436).

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 - 2020”.

Neste documento são apresentados os valores dos principais elementos meteorológicos coletados durante o ano de 2020 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 2020.

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 2020.....	10
Referências .....	26





## Introdução

O Boletim Agrometeorológico apresenta os dados registrados no ano de 2020 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 2020, 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) mostraram os dados meteorológicos referentes ao ano de 2019 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.

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 uma 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  $18^{\circ}\text{C}$  e temperatura do ar média no mês mais quente acima de  $22^{\circ}\text{C}$ , 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 2020

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 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Total	2020	948,6
Mês com maior volume acumulado de chuva	Fevereiro	180,5
Mês com menor volume acumulado de chuva	Julho	8,5
Maior precipitação pluviométrica registrada em 24 horas	22 de maio	45,7
Meses com menor precipitação acumulada em 24 horas	Janeiro, fevereiro, março, abril, maio, setembro, novembro e dezembro	0,1
Mês com maior número de dias com chuva	Janeiro	15
Mês com maior número de dias com chuva (> = 1,0 mm)	Janeiro	12
Mês com maior número de dias sem chuva	Julho	30
Total de dias com chuva	2020	99
Total de dias com chuva (> = 1,0 mm)	2020	76

**Tabela 2.** Resumo anual – Temperatura do ar (°C), registrada em 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2020	21,8
Média das máximas	2020	27,7
Média das mínimas	2020	16,7
Máxima absoluta observada	06 de outubro	38,8
Mínima absoluta observada	22 de agosto	4,1

**Tabela 3.** Resumo anual – Temperatura do solo (°C) a 5 cm de profundidade, registrada em 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2020	26,2
Máxima absoluta observada	28 de janeiro	31,4
Mínima absoluta observada	22 de agosto	19,0

**Tabela 4.** Resumo anual – Umidade relativa do ar (%), registrada em 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2020	80,1
Média das máximas	2020	96,3
Média das mínimas	2020	58,4
Máxima observada	Todos os meses	100,0
Mínima observada	28 de outubro	23,6

**Tabela 5.** Resumo anual – Velocidade do vento (km h<sup>-1</sup>), registrado em 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média	2020	8,3
Média das máximas (rajadas)	2020	23,0
Máxima absoluta observada	15 de novembro	52,2

**Tabela 6.** Resumo anual – Radiação solar global acumulada diariamente ( $\text{MJ m}^{-2}$ ), registrada em 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Fato	Período	Valor
Média diária	2020	14,9
Máxima diária	27 de janeiro	24,3
Mínima diária	17 de agosto	1,0
Acumulado total	2020	5.469,4
Mês com maior acumulado	Novembro	566,2
Mês com menor acumulado	Junho	277,6

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 2020 na Fazenda Experimental da Embrapa Soja.

**Tabela 7.** Médias mensais da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), registradas em 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )				
	Média	Médias das Máximas	Máxima Absoluta	Médias das Mínimas	Mínima Absoluta
<b>Janeiro</b>	23,6	28,3	32,2	19,7	16,2
<b>Fevereiro</b>	22,9	24,4	33,1	18,9	15,5
<b>Março</b>	23,4	29,7	33,9	18,0	15,1
<b>Abril</b>	21,3	27,4	32,4	15,6	10,8
<b>Mai</b>	18,4	23,9	29,5	13,6	8,3
<b>Junho</b>	19,2	23,7	28,0	15,4	10,2
<b>Julho</b>	18,5	24,0	28,5	13,7	6,4
<b>Agosto</b>	18,6	24,3	32,5	13,3	4,1
<b>Setembro</b>	24,4	31,3	38,1	17,7	11,4
<b>Outubro</b>	24,1	31,1	38,8	18,1	13,8
<b>Novembro</b>	23,6	30,7	35,2	17,3	10,9
<b>Dezembro</b>	23,4	29,3	32,5	19,0	15,8

**Tabela 8.** Médias mensais da temperatura do solo (°C) a 5 cm de profundidade, registradas em 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Temperatura do solo (°C) a 5 cm profundidade		
	Média	Máxima absoluta	Mínima absoluta
Janeiro	29,9	31,4	27,1
Fevereiro	29,0	30,8	26,8
Março	28,7	30,6	27,5
Abril	26,5	29,1	24,7
Mai	23,1	26,2	20,3
Junho	23,1	25,1	21,5
Julho	22,4	24,2	20,0
Agosto	22,2	24,4	19,0
Setembro	25,9	28,5	24,1
Outubro	27,1	29,9	22,3
Novembro	27,9	29,9	25,6
Dezembro	28,7	30,1	26,6

As médias mensais de umidade relativa do ar (%) e de velocidade do vento ( $\text{km h}^{-1}$ ), a precipitação pluviométrica (mm) e radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) 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 ( $\text{km h}^{-1}$ ), do acumulado mensal da precipitação pluviométrica (mm) e da radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ), registrados em 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Umidade relativa do ar média (%)	Velocidade média do vento ( $\text{km h}^{-1}$ )	Precipitação pluviométrica acumulada mensal (mm)	Radiação solar global acumulada mensal ( $\text{MJ m}^{-2}$ )
Janeiro	91,5	7,9	134,7	534,5
Fevereiro	90,9	8,4	180,5	459,7
Março	80,0	9,1	50,5	535,5
Abril	76,3	8	23,5	480,9
Mai	77,1	6,6	58,1	375,6
Junho	89,2	6,7	103,8	277,6
Julho	80,8	6,9	8,5	358,4

continua...

Tabela 9. Continuação

<b>Agosto</b>	77,4	8,3	157,8	382,9
<b>Setembro</b>	64,3	8,2	10,8	487,9
<b>Outubro</b>	71,7	11,1	50,5	509,4
<b>Novembro</b>	72,4	10,6	61,0	566,2
<b>Dezembro</b>	89,0	8,7	108,9	500,7

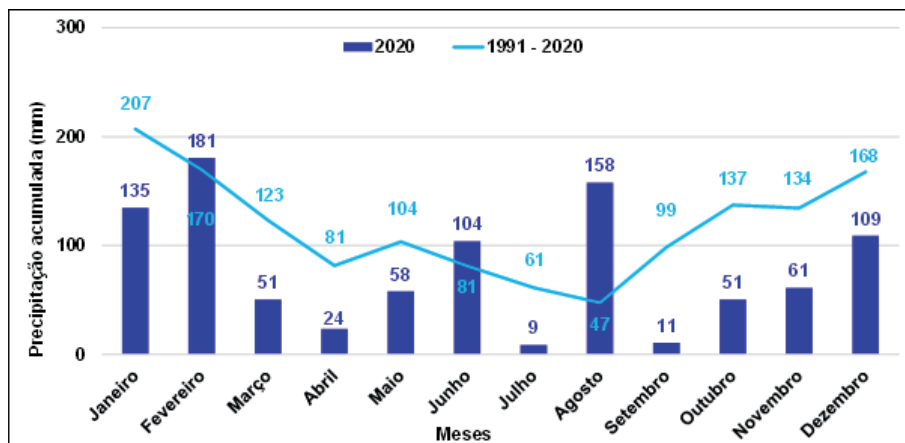
Algo importante e necessário em relação às questões climáticas é a comparação entre o período analisado e as normais climatológicas da região. Nas Tabelas 10 a 14 e Figuras 1 a 4, 7 a 9 e 12 são apresentadas as comparações entre o ano de 2020 e todo o período de coleta de cada variável.

Os valores acumulados de precipitação pluviométrica mensal no ano de 2020 em comparação ao total médio mensal para todo o período de coleta de dados (1991 a 2020) na estação experimental da Embrapa Soja, são apresentados na Tabela 10.

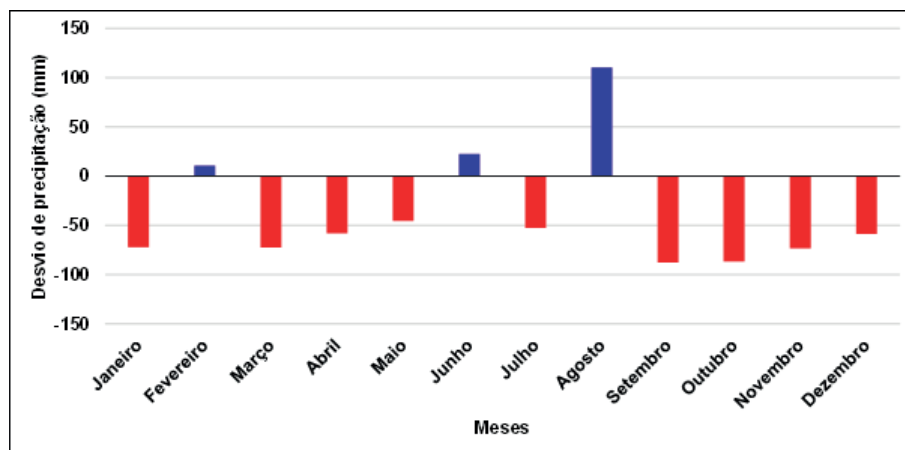
**Tabela 10.** Precipitação pluviométrica mensal do ano de 2020, total médio mensal para o período de coleta de dados (1991 – 2020) e respectivos desvios mensais (a – b). Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Precipitação Pluviométrica (mm)		Desvio (mm) (a – b)
	2020 (a)	1991 – 2020 (b)	
<b>Janeiro</b>	134,7	207,0	-72,3
<b>Fevereiro</b>	180,5	169,6	10,9
<b>Março</b>	50,5	123,0	-72,5
<b>Abril</b>	23,5	81,5	-58,0
<b>Mai</b>	58,1	103,5	-45,4
<b>Junho</b>	103,8	81,2	22,6
<b>Julho</b>	8,5	61,3	-52,8
<b>Agosto</b>	157,8	47,5	110,3
<b>Setembro</b>	10,8	98,5	-87,7
<b>Outubro</b>	50,5	137,2	-86,7
<b>Novembro</b>	61,0	134,3	-73,3
<b>Dezembro</b>	108,9	167,7	-58,8
<b>Total</b>	<b>948,6</b>	<b>1.412,3</b>	<b>-463,7</b>
<b>Média</b>	<b>79,1</b>	<b>117,7</b>	<b>-38,6</b>

As comparações dos valores observados de precipitação pluviométrica mensal entre o ano de 2020 e o período total de coleta de dados (1991 a 2020) 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.



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



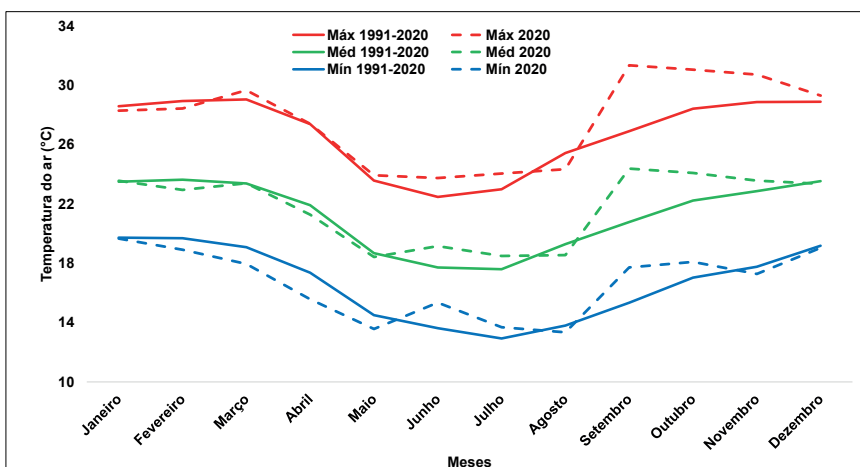
**Figura 2.** Desvios da precipitação pluviométrica mensal (mm) no ano de 2020 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.



Os valores médios de temperaturas máximas, médias e mínimas mensais (°C) no ano de 2020 e os valores mensais para o período 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 total de coleta de dados (1991 a 2020) e do ano de 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

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

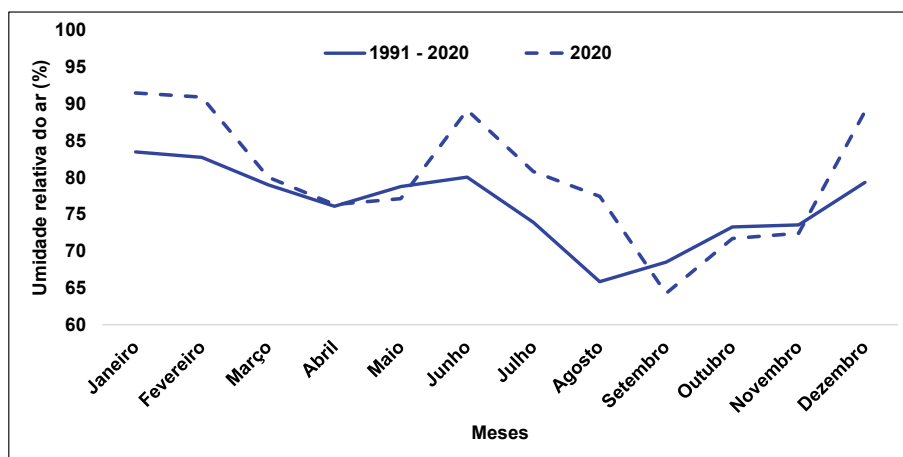


**Figura 3.** Temperaturas médias das máximas, médias e mínimas (°C) no ano de 2020 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

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

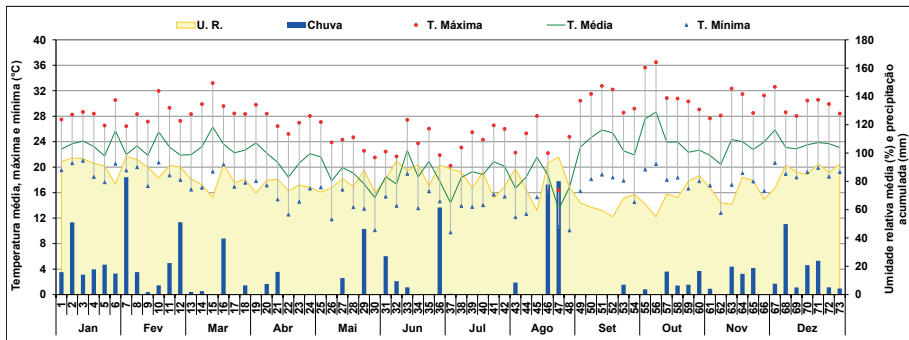
**Tabela 12.** Umidade relativa mensal média (%) do período total de coleta de dados (1991 a 2020) e do ano de 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Umidade Relativa	
	1991-2020	2020
Janeiro	83	91
Fevereiro	83	91
Março	79	80
Abril	76	76
Maiο	79	77
Junho	80	89
Julho	74	81
Agosto	66	77
Setembro	69	64
Outubro	73	72
Novembro	74	72
Dezembro	79	89
Média	76	80

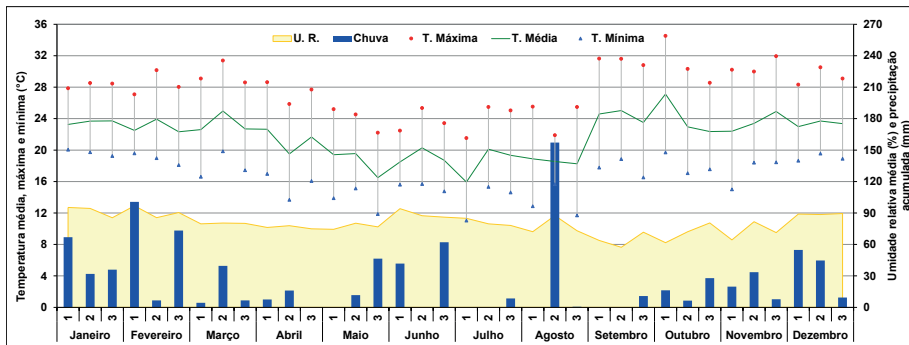


**Figura 4.** Umidade relativa mensal média (%) no ano de 2020 em comparação aos valores médios para o período entre 1991 e 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

A avaliação da ocorrência de períodos com valores extremos de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica pode ser facilitada 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 2020 em períodos de cinco e de dez dias, respectivamente.



**Figura 5.** Valores médios de temperaturas do ar máxima, média e mínima ( $^{\circ}$  C), umidade relativa (U.R.) média (%) e precipitação pluviométrica total (mm) em períodos de cinco dias no ano de 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.



**Figura 6.** Valores médios de temperaturas do ar máxima, média e mínima ( $^{\circ}$  C), umidade relativa (U.R.) média (%) e precipitação pluviométrica total (mm) em períodos de dez dias no ano de 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Calculou-se o déficit de pressão de vapor atmosférico (DPV), com a seguinte equação:

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

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:

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

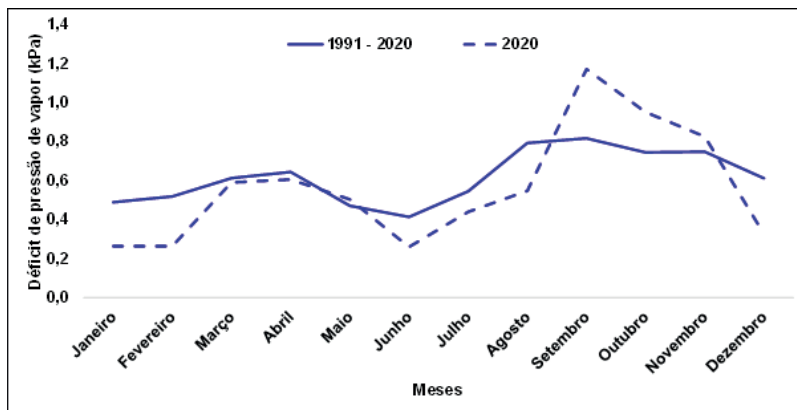
em que *A* = 0,6108 (para resultados em kPa) e, *TA* é a Temperatura do ar média (°C).

Os valores mensais calculados de déficit de pressão de vapor (kPa) no ano de 2020 em comparação ao período total de coleta de dados (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 total de coleta de dados (1991 – 2020) e no ano de 2020. Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Déficit de pressão de vapor	
	1991-2020	2020
Janeiro	0,49	0,26
Fevereiro	0,52	0,26
Março	0,61	0,59
Abril	0,64	0,61
Maió	0,47	0,50
Junho	0,41	0,26
Julho	0,55	0,44
Agosto	0,79	0,55
Setembro	0,82	1,17
Outubro	0,74	0,95
Novembro	0,75	0,82
Dezembro	0,61	0,33
<b>Média</b>	<b>0,62</b>	<b>0,56</b>

Na Tabela 14, são apresentados os valores mensais da velocidade do vento média ( $\text{km h}^{-1}$ ) e da radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) acumulada mensalmente no ano de 2020 em comparação ao período total de coleta de dados (1998 a 2020) na Fazenda Experimental da Embrapa Soja.

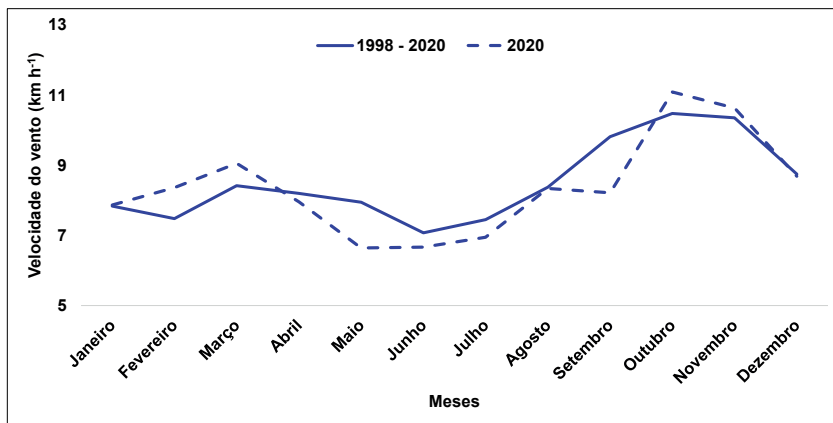


**Figura 7.** Déficit de pressão de vapor (kPa) no ano de 2020 em comparação ao período entre 1991 e 2020, Embrapa Soja. Londrina, PR. Londrina, PR.

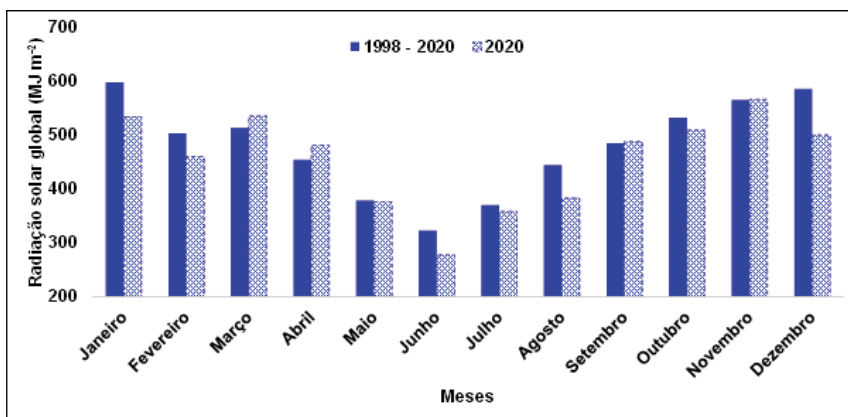
**Tabela 14.** Velocidade do vento média mensal ( $\text{km h}^{-1}$ ) e radiação solar global acumulada mensalmente ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) no período total de coleta de dados (1998 a 2020) e no ano de 2020, Embrapa Soja. Londrina, PR.

Mês	Velocidade do Vento		Radiação Solar Global	
	1998-2020	2020	1998-2020	2020
Janeiro	7,8	7,9	598	534
Fevereiro	7,5	8,4	503	460
Março	8,4	9,1	513	536
Abril	8,2	8,0	454	481
Mai	7,9	6,6	379	376
Junho	7,1	6,7	323	278
Julho	7,4	6,9	370	358
Agosto	8,4	8,3	445	383
Setembro	9,8	8,2	485	488
Outubro	10,5	11,1	533	509
Novembro	10,4	10,6	566	566
Dezembro	8,7	8,7	586	501
Média	8,5	8,4	-	-
Total anual	-	-	5.754	5.469

Os dados de velocidade do vento ( $\text{km h}^{-1}$ ), comparando com o ano de 2020 com o período de 1998 a 2020, podem ser encontrados na Figura 8. Já na Figura 9, para os mesmos períodos, são apresentados os dados de radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2}$ ).

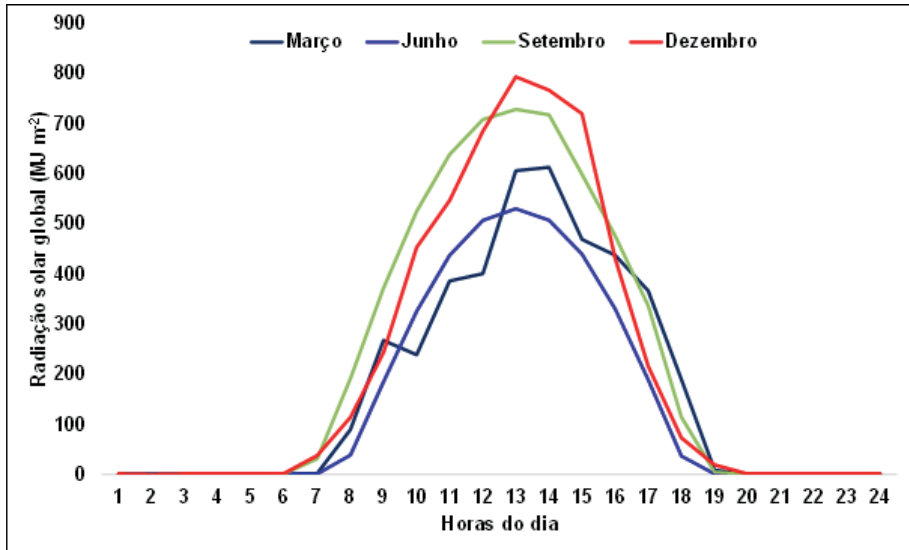


**Figura 8.** Velocidade do vento médio mensal ( $\text{m s}^{-1}$ ) no ano de 2020 em comparação ao período entre 1998 e 2020, Embrapa Soja, Londrina, PR.



**Figura 9.** Radiação solar global acumulada mensalmente ( $\text{MJ m}^{-2}$ ) no ano de 2020 em comparação ao período entre 1998 e 2020, 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, 21 de junho – solstício de inverno, 23 de setembro – próximo ao equinócio de primavera e 20 de dezembro – próximo ao solstício de verão, do ano de 2020.



**Figura 10.** Radiação solar global diária ( $W m^{-2}$ ), nos dias 21 de março, 20 de junho, 23 de setembro e 20 de dezembro do ano de 2020, Embrapa Soja. Londrina, PR.

O balanço hídrico é bastante utilizado na avaliação de questões agrícolas. Na Tabela 15 são apresentados os valores e as variáveis do balanço hídrico climatológico sequencial, calculado para o ano de 2020.

As Figuras 11 e 12 também apresentam o balanço hídrico para o ano de 2020, com detalhes de valores calculados de acordo com a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955), com dados decendiais na Figura 11 e valores de déficit e excedentes mensais na Figura 12.

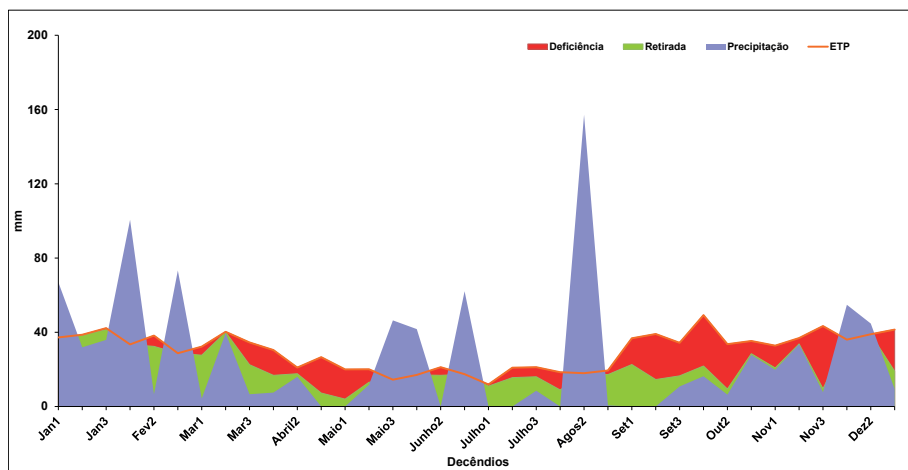
Os valores de déficit e excedentes mensais no ano de 2020, presentes na Figura 12A podem ser comparados à Figura 12B, onde são apresentados os valores de déficit e excedentes calculados para todo o período de coleta de dados (1991-2020).

**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 2020, Embrapa Soja, Londrina, PR.

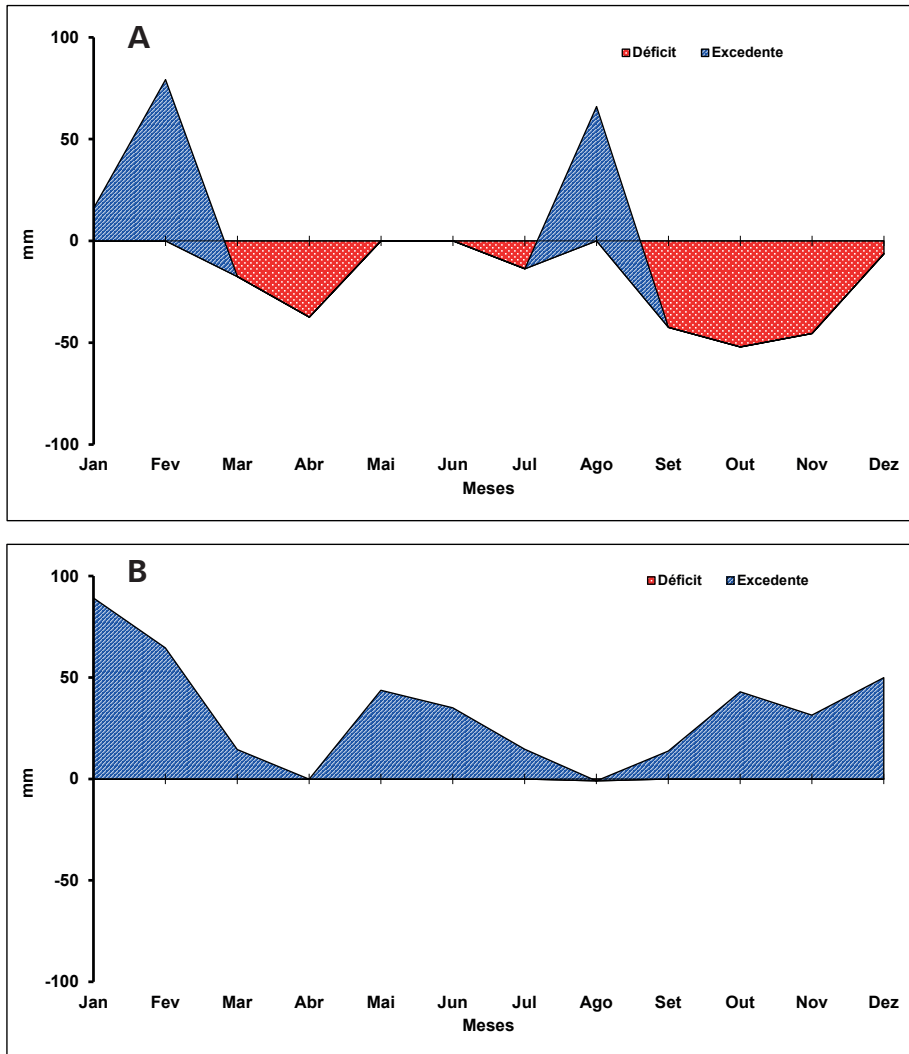
Mês	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	Neg-Ac (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	23,6	134,7	118,58	16,1	0,0	75,00	0,00	118,6	0,0	16,1
Fevereiro	22,9	180,5	101,31	79,2	0,0	75,00	0,00	101,3	0,0	79,2
Março	23,4	50,5	108,45	-57,9	-57,9	34,64	-40,36	90,9	17,6	0,0
Abril	21,3	23,5	79,06	-55,6	-113,5	16,51	-18,12	41,6	37,4	0,0
Maiο	18,4	58,1	54,55	3,6	-98,9	20,07	3,55	54,5	0,0	0,0
Junho	19,2	103,8	55,64	48,2	-7,1	68,23	48,16	55,6	0,0	0,0
Julho	18,5	8,5	52,55	-44,0	-51,1	37,92	-30,30	38,8	13,7	0,0
Agosto	18,6	157,8	54,73	103,1	0,0	75,00	37,08	54,7	0,0	66,0
Setembro	24,4	10,8	107,65	-96,9	-96,9	20,62	-54,38	65,2	42,5	0,0
Outubro	24,1	50,5	114,46	-64,0	-160,8	8,79	-11,83	62,3	52,1	0,0
Novembro	23,6	61,0	110,79	-49,8	-210,6	4,52	-4,26	65,3	45,5	0,0
Dezembro	23,4	108,9	115,67	-6,8	-217,4	4,13	-0,39	109,3	6,4	0,0
<b>Média anual</b>	<b>21,8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>36,7</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Total anual</b>	<b>-</b>	<b>948,6</b>	<b>1.073,4</b>	<b>-124,8</b>	<b>-1.014,2</b>	<b>-</b>	<b>-70,9</b>	<b>858,2</b>	<b>215,3</b>	<b>161,3</b>

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 decenal conforme metodologia descrita por Thornthwaite e Mather (1955), com Capacidade de Água Disponível no Solo - CAD de 75 mm e variáveis medidas do ano de 2020, Embrapa Soja. Londrina, PR.



**Figura 12.** Valores excedentes e déficit mensais para o ano de 2020 (A) e para todo o período de coleta de dados (1991 a 2020) (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.
- 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).

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.

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, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1)

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.

**Embrapa**

---

*Soja*