

## Caracterização e Normal Climatológica da Fazenda Experimental da Embrapa Soja



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

## **DOCUMENTOS 439**

# Caracterização e Normal Climatológica da Fazenda Experimental da Embrapa Soja

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

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  
*Wilson Vieira (Arquivo Embrapa Soja)*

**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

---

Farias, José Renato Bouças

Caracterização e normal climatológica da fazenda experimental da Embrapa Soja. / José Renato Bouças Farias, Rubson Natal Ribeiro Sibalidelli, Sergio Luiz Gonçalves. – Londrina : Embrapa Soja, 2021.

50 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937 ; n. 439).

1. Meteorologia. 2. Clima. 3. Climatologia. 4. Temperatura. 5. Precipitação pluvial. 6. Balanço hídrico. 7. Agricultura. I. Sibalidelli, Rubson Natal Ribeiro. II. Gonçalves, Sergio Luiz. III. Título. IV. Série.

CDD: 630.2515 (21. ed.)

## **Autores**

### **José Renato Bouças Farias**

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

### **Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli**

Matemático, especialista em Estatística, Londrina, PR.

### **Sergio Luiz Gonçalves**

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

## Apresentação

Uma série de dados históricos e sua análise são de suma importância para a otimização da atividade agrícola, especialmente quando se fala ou se discute em relação a dados agroclimáticos, não podendo negar sua real importância e aplicabilidade.

Porém, a dificuldade de se coletar, organizar e analisar dados agroclimáticos coletados diariamente e de forma ininterrupta por vários anos é presente, principalmente em nosso país. Infelizmente, ainda hoje, tem-se carência de séries históricas de dados e informações agroclimáticas robustas e concisas.

A Embrapa Soja mantém, desde 1991, um conjunto de estações agrometeorológicas onde, desde então, são coletados dados diariamente referentes aos principais elementos agrometeorológicos. E, em 2020, completou-se 30 anos de coletas ininterruptas.

Por meio dessa publicação, a Embrapa Soja disponibiliza a Caracterização e a Normal Climatológica de sua Fazenda Experimental, discutindo, inclusive, alterações em algumas variáveis atmosféricas durante as três décadas de coleta de dados.

*Alvadi Antônio Balbinot Junior.*  
Chefe-adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Soja



## Sumário

Introdução .....	9
Temperatura do ar .....	11
Temperatura média do ar .....	12
Temperatura máxima do ar .....	14
Temperatura mínima do ar .....	15
Amplitude térmica.....	16
Climograma .....	17
Umidade relativa do ar .....	18
Distribuição espacial – temperatura e umidade relativa do ar .....	20
Dados coletados no período do inverno de 2013 .....	22
Dados coletados no período do verão 2013/2014 .....	28
Precipitação pluviométrica .....	35
Precipitação pluviométrica e as estações do ano .....	38
Normal climatológica .....	40
Balanço hídrico climatológico.....	42
Referências .....	48



## Introdução

Por meio do domínio tecnológico no ambiente tropical, o Brasil tem conseguido fazer o uso de suas vantagens comparativas na agricultura, tais como: abundância de solo, luminosidade, temperatura e oferta de água (Embrapa, 2008), permitindo que o país desempenhe um importante papel, tanto suprindo as necessidades internas, quanto exportando excedentes aos mercados internacionais.

Este domínio tecnológico ocorre através da pesquisa agrícola, pública e privada, que é de fundamental importância para o desenvolvimento da agricultura brasileira. Uma das empresas ligadas ao desenvolvimento de pesquisa agrícola é a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). São inúmeras as contribuições de tecnologias geradas pela Embrapa, desde variedades/cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, passando por manejo de sistemas produtivos, tecnologias e soluções aos mais diversos segmentos do segmento agrônomo.

Conforme levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) da safra 2019/2020, a produção de grãos no Brasil foi estimada em 257,8 milhões de toneladas (Conab, 2020), estabelecendo-se como um novo recorde. Entre as culturas que compõem esta produção, a soja deve contribuir com aproximadamente 48,4%, isto é, com 124,8 milhões de toneladas.

A Embrapa Soja é uma das unidades da Embrapa e situa-se em Londrina, Paraná. Possui sua base física principal na Fazenda Santa Terezinha (latitude: 23°11'37" S, longitude: 51°11'03" O, altitude: 630 m), na região norte do município. Nessa fazenda, são realizadas atividades de pesquisa, principalmente ligadas ao complexo da cultura da soja e com ênfase também na cultura do girassol e do trigo.

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).

Criado em 1975, o Centro Nacional de Pesquisa de Soja, hoje Embrapa Soja, instalou-se definitivamente na Fazenda Santa Terezinha em meados de 1989, embora já conduzisse ensaios nesta área desde o início da década de 80. A estação meteorológica instalada na Fazenda iniciou oficialmente as suas operações em 1991, sendo que no período de 1991 a 1997 os dados foram coletados em estação agrometeorológica convencional e, desde 1998, estão sendo usadas também estações agrometeorológicas automáticas. Portanto, em 2020, completa-se um período de 30 anos de coletas ininterruptas de dados meteorológicos diários, o que permite o estabelecimento da Normal Climatológica referente à Embrapa Soja.

Sibaldelli et al. (2021) apresentaram os dados meteorológicos referentes ao ano de 2020 desta área experimental, seguindo publicações anteriores de Sibaldelli e Farias (2015, 2016, 2017, 2018, 2019) e Sibaldelli et al. (2020), com dados referentes aos anos de 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019, 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 forte concordância entre elas, sendo possível, portanto, a continuidade de uma série meteorológica coletada por meio 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.

Trabalho conduzido por Ferreira et al. (2017) demonstrou a enorme variabilidade que pode ocorrer, principalmente quanto ao regime pluviométrico, mesmo entre observações em estações agrometeorológicas próximas. Caracterizar a climatologia, com as medidas de temperatura e umidade do ar, além da precipitação pluviométrica, próximas aos sistemas produtivos agrícolas avaliados pela pesquisa é fundamental para melhor avaliar e entender os resultados obtidos. Isto contribui, de forma significativa, para a maior rele-

vância e representatividade das tecnologias e soluções a serem ofertadas ao ator, bem como ajuda a compreender e subsidiar a definição dos melhores manejos às áreas de produção agrícola de uma região. Portanto, espera-se com este trabalho disponibilizar a Normal Climatológica da Embrapa Soja ao uso de todos os interessados.

## **Temperatura do ar**

Os experimentos realizados na Fazenda Experimental da Embrapa Soja abrangem várias linhas de pesquisa, envolvendo as culturas de soja, girassol, trigo e culturas associadas. Importantes avanços tecnológicos têm sido conseguidos, resultando em incremento na produtividade de grãos e, por conseguinte, na produção brasileira. Os avanços conseguidos estão relacionados ao desenvolvimento de produtos agrícolas, técnicas de manejo e conhecimentos para a melhor adaptação das culturas às diferentes condições edafoclimáticas brasileiras.

A caracterização climática de uma região facilita a definição do seu melhor uso, bem como auxilia a melhor interpretar e entender as interações entre os diversos fatores envolvidos na produção. No caso de uma fazenda agrícola com diversas culturas, a caracterização do microclima tem grande relevância, pois pode assistir na determinação das áreas (talhão) mais adequadas para cada cultura e subsidiar a definição do melhor manejo em cada uma.

As culturas apresentam determinadas necessidades bioclimáticas para o seu pleno desenvolvimento, as quais, se não plenamente atendidas, influenciam o desempenho e as respostas das plantas. Para a maioria das culturas, a temperatura, o fotoperíodo e a disponibilidade hídrica são os elementos climáticos que mais interferem seu desenvolvimento e, conseqüentemente, sua produtividade. A seguir, são apresentados alguns exemplos da importância da caracterização do regime térmico de uma região para o manejo das culturas da soja e do girassol.

A soja se adapta melhor com temperaturas do ar entre 20°C e 30°C, sendo o ideal por volta de 30°C. Sua semeadura deve ocorrer apenas quando a temperatura do solo estiver acima de 20°C, sendo a temperatura ideal entre 20°C e 30°C. A floração da soja é induzida quando existe a ocorrência de temperaturas acima de 13°C (Farias et al., 2007).

A cultura do girassol se adapta bem a diversos ambientes. A faixa de temperatura entre 10°C a 34°C é tolerada sem redução significativa da produtividade, indicando a adaptação a regiões com dias quentes e noites frias. A temperatura ótima para o seu desenvolvimento situa-se em torno de 27°C a 28°C (Leite et al., 2005).

Na maioria das culturas agrícolas comerciais no Brasil, a exigência de temperatura do ar ótima para seu crescimento está entre 0°C e 40°C. Esta faixa ampla de temperatura atende uma variedade de culturas, mesmo que algumas delas sejam adaptadas a baixas, moderadas ou até altas temperaturas. Após a definição de qual temperatura é a melhor para determinada espécie, o trabalho de escolha do local de implantação desta espécie é facilitado (Mota, 1981).

Algumas doenças que ocorrem na cultura da soja como o oídio (*Erysiphe diffusa*), tem sua infecção facilitada em regiões com temperaturas entre 18°C e 24°C (Tecnologias..., 2011). Já a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e a ferrugem americana (*Phakopsora meibomiae*), presentes em praticamente todas as regiões produtoras de soja no Brasil (exceto no estado de Roraima), são favorecidas por chuvas bem distribuídas, com longos períodos de molhamento foliar e temperaturas ótimas para a infecção entre 18°C e 26,5°C (Tecnologias..., 2011). Yorinori e Lazzarotto (2004) afirmaram que o fungo da ferrugem asiática está mais bem adaptado a temperaturas de 15°C até mais de 30°C, podendo causar severas perdas em soja em regiões com períodos de molhamento de folha superiores a 10 horas.

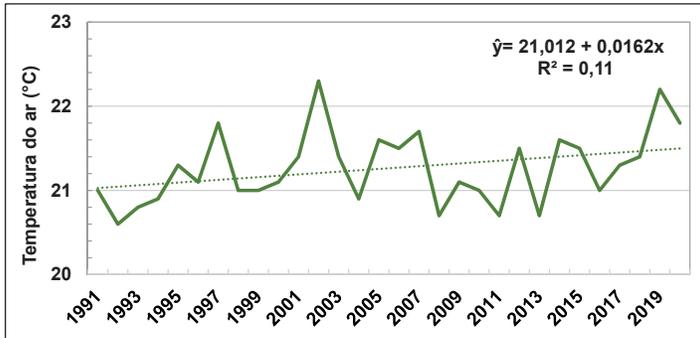
## Temperatura média do ar

Uma das variáveis meteorológicas mais utilizadas para avaliação climática de uma região, a nível mundial, é a temperatura média do ar, representando com apenas um valor, a temperatura do ar do dia, do mês, do ano ou do período de tempo em questão.

Na Figura 1, pode-se examinar a temperatura média do ar anual, observada nesses 30 anos de leituras na Embrapa Soja.

Muito discutido e avaliado com relação a temperatura do ar é a tendência de seu comportamento nos últimos e para os próximos anos. Na Figura 1, po-

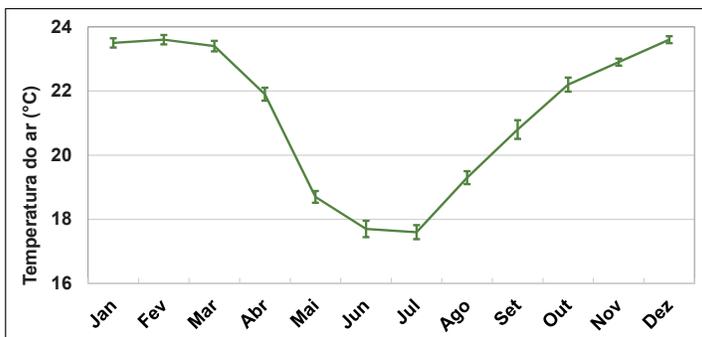
de-se observar uma leve tendência, não significativa, de acréscimo da temperatura média do ar ao longo dos últimos 30 anos, com acréscimo estimado pouco acima de 0,15% ao ano, pela análise da linha de tendência obtida pela regressão linear desses dados. Por outro lado, a variabilidade desse parâmetro foi de grande magnitude, variando de 20,6°C a 22,3°C, sendo 2002 o ano com o valor médio da temperatura do ar mais elevado e 1992 com a média mais baixa.



**Figura 1.** Temperatura média anual do ar (°C), com linha de tendência e equação linear ajustada. Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

Na Figura 2 apresenta-se a variação mensal da temperatura média do ar ao longo dos 30 anos de coleta de dados meteorológicos na Embrapa Soja, com a característica de primavera-verão com temperaturas médias maiores que o outono-inverno.

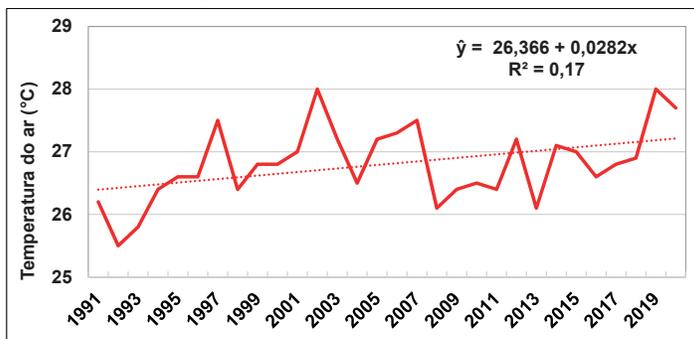
Também na mesma figura, pode-se observar a variação das medidas ao longo desses anos, através das barras de erro padrão da média, que mostram as variações mensais.



**Figura 2.** Temperatura média mensal do ar (°C, linha), erro padrão da média (n=30, nas barras de erro). Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

## Temperatura máxima do ar

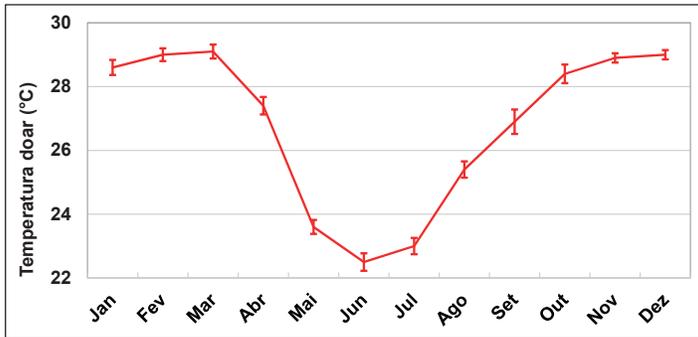
Na Figura 3, pode-se observar o comportamento da temperatura máxima anual do ar nesses 30 anos e também o ajuste linear obtido por regressão linear, significativa, com a mesma tendência de incremento da temperatura máxima do ar ao longo dos últimos 30 anos observada na avaliação da temperatura média. A tendência, significativa, para as médias das temperaturas máxima é de acréscimo de pouco mais de 0,1% ao ano. Os anos com maior média de temperatura máxima absoluta foram 2002 e 2019. Os valores apresentados são o resultado das médias das temperaturas máximas absolutas diárias obtidas em cada período.



**Figura 3.** Temperatura máxima anual do ar (°C, Média das máximas), com equação e linha de tendência linear ajustada. Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

Na Figura 4 pode-se avaliar a variação mensal das médias da temperatura máxima do ar ao longo dos 30 anos de coleta de dados meteorológicos na Embrapa Soja, mantendo-se a mesma característica da temperatura média do ar, com o período de primavera-verão com temperaturas máximas maiores que o outono-inverno.

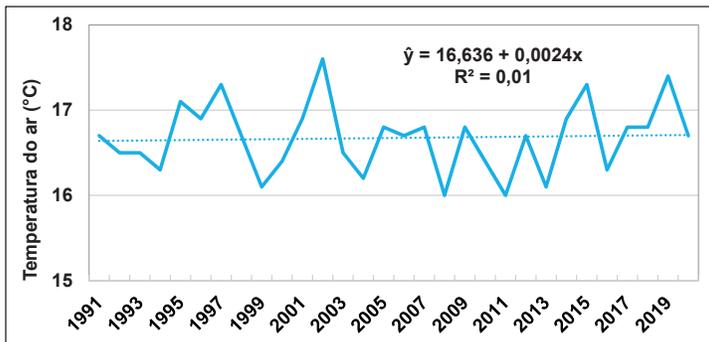
Também na mesma figura, pode-se observar as variações mensais das medidas ao longo desses anos, pelas das barras de erro padrão da média em cada mês. Ao longo dos 30 anos de observação o maior valor absoluto de temperatura máxima do ar na Fazenda da Embrapa Soja foi de 38,8°C, registrado recentemente, no dia 6 de outubro de 2020.



**Figura 4.** Temperatura máxima mensal do ar (°C, Média das Máximas, linha), erro padrão da média (n=30, nas barras de erro). Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

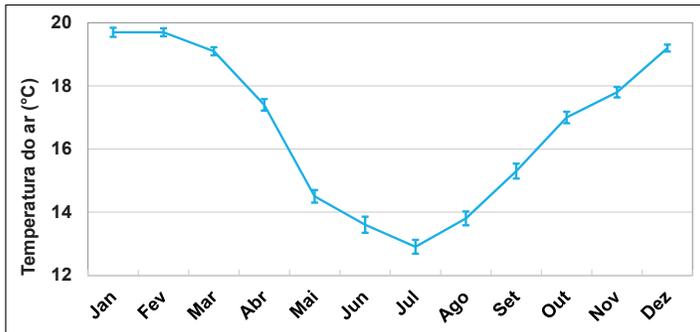
## Temperatura mínima do ar

Na Figura 5, observa-se o comportamento da temperatura mínima anual do ar nesses 30 anos e também o ajuste linear obtido por meio da regressão linear, não significativa, com tendência de leve acréscimo da temperatura mínima do ar máxima ao longo do período avaliado de apenas 0,014%. Assim como para a temperatura máxima, os valores apresentados são o resultado das médias das temperaturas mínimas absolutas obtidas diariamente em cada período. Os anos com menor média de temperatura mínima absoluta foram 2008 e 2012. Ao longo dos 30 anos de observação, o menor valor absoluto de temperatura mínima do ar registrado na Fazenda da Embrapa Soja foi de  $-1,0^{\circ}\text{C}$ , nos dias 26 de junho e 09 de julho de 1994.



**Figura 5.** Temperatura mínima anual (°C, Média das mínimas) do ar, com equação e linha de tendência linear ajustadas. Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

Na Figura 6, apresenta-se a variação mensal das médias da temperatura mínima do ar ao longo dos 30 anos de coleta de dados meteorológicos na Embrapa Soja, mantendo-se a mesma característica da temperatura média do ar e da temperatura máxima do ar, com o período de primavera-verão com temperaturas mínimas maiores que o outono-inverno.



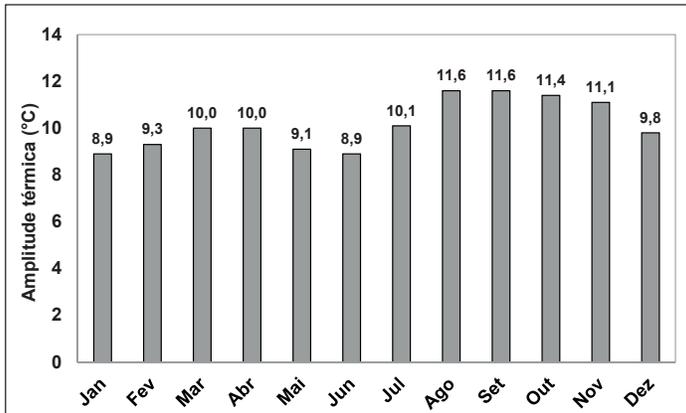
**Figura 6.** Temperatura mínima mensal do ar (°C, Média das Mínimas, linha), erro padrão da média (n=30, nas barras de erro). Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

Também na Figura 6, pode-se observar a variação mensal das medidas ao longo desses anos, através das barras de erro padrão da média.

## Amplitude térmica

A amplitude térmica é um fator importante para a agricultura, sendo numericamente a diferença entre as temperaturas do ar máxima e a mínima, ou seja, é a oscilação térmica calculada em determinado período de tempo. É um importante parâmetro para definir a maior ou menor adaptabilidade de uma cultura, podendo auxiliar ainda nas avaliações das variabilidades que ocorrem no padrão climático da região. A presença de uma amplitude térmica elevada, pode demonstrar uma redução da temperatura do ar mínima ou um aumento da temperatura máxima.

Na Figura 7 pode-se observar a amplitude térmica mensal, no período de 1991 a 2020 na Embrapa Soja. As maiores oscilações foram observadas na primavera, com o verão sendo a estação com menor oscilação.

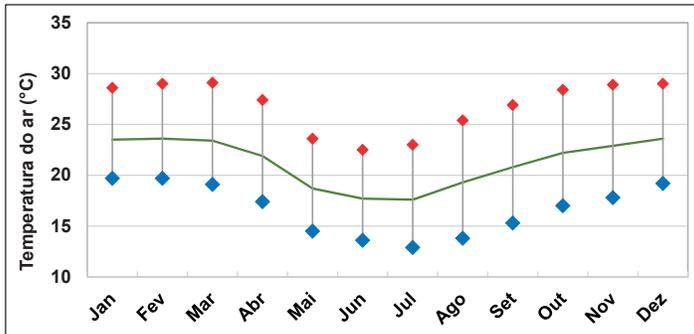


**Figura 7.** Amplitude térmica mensal do ar (°C). Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

## Climograma

O climograma é uma forma de representação climática onde, de maneira simples, pode-se avaliar a variação climática de um determinado local. Na Figura 8 é apresentado o climograma da Embrapa Soja nesses 30 anos. Pode-se avaliar o comportamento dos valores mensais das temperaturas máxima, mínima e média do ar, bem como as amplitudes térmicas no período avaliado (1991 a 2020). É muito útil para definir a adaptabilidade de culturas bem como implicações no seu manejo fitotécnico.

O climograma da Embrapa Soja mostra e confirma a característica climática da região, segundo a classificação climática de Köppen. Observa-se que os meses que apresentam menor temperatura do ar encontram-se no outono e inverno, com o mês mais frio apresentando temperatura média de 17,6°C, valor menor que 18°C citados na classificação climática de Köppen. Também os meses com maiores temperaturas média do ar, dezembro e fevereiro, ao redor de 23,6°C, ficando acima dos 22°C citados na classificação climática de Köppen.



**Figura 8.** Climograma (°C), onde temperatura do ar máxima aparece nos marcadores vermelhos, temperatura do ar mínima nos marcadores azuis, temperatura do ar média na linha verde e a amplitude térmica nas linhas cinza. Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

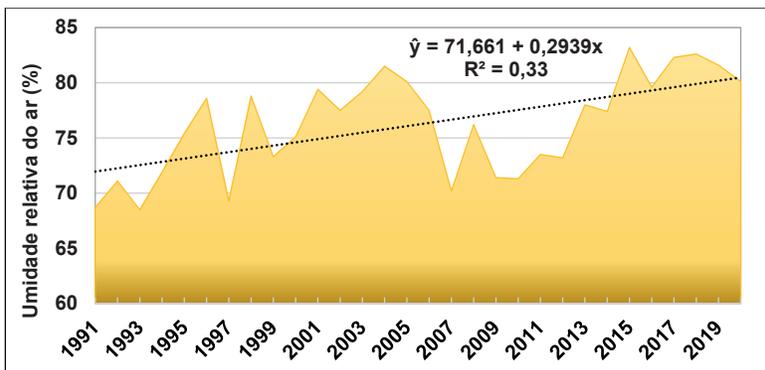
## Umidade relativa do ar

A existência de água na atmosfera e suas mudanças de fase desempenham papel importantíssimo em vários processos físicos naturais (Pereira et al., 2002). A inclusão da umidade relativa se torna importante em estudos agrícolas direcionados ao manejo de doenças, auxiliando estudos epidemiológicos, controle, alertas e definição de áreas e épocas de maior risco fitossanitário às culturas, sempre com o objetivo de garantir a sustentabilidade e a competitividade da agricultura brasileira (Embrapa Soja, 2008).

Algumas doenças na soja se instalam e se desenvolvem melhor em condições de umidade relativa alta, com molhamento das folhas das plantas. Yorinori e Lazzarotto (2004) afirmam que em regiões com períodos com mais de 10 horas de molhamento podem ocorrer severas perdas devido à ferrugem asiática. A mela da soja (*Rhizoctonia solani* AG1), outra importante doença, desenvolve-se melhor com umidade relativa do ar acima de 80% e o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) tem seu desenvolvimento favorecido com altas umidades relativas do ar e temperaturas amenas (Tecnologias..., 2011). No caso do crestamento bacteriano da soja (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*), a condição para infecção secundária, isto é, de uma planta a outra, é favorecida por períodos úmidos com temperaturas médias amenas (Tecnologias..., 2011).

Doenças importantes à cultura do girassol também estão associadas às condições climáticas, como *Sclerotinia sclerotiorum* (podridão branca) e *Alternariaster helianthi* (mancha de Alternaria). Destas, parece que a podridão branca está mais intimamente associada às condições climáticas, cujo estabelecimento do patógeno depende, principalmente, da umidade presente no capítulo (quantidade de água e duração do período úmido) e de temperatura do ar abaixo de 20°C (Leite et al., 2005). Ou seja, ambientes com temperaturas do ar inferiores a 20°C e umidade relativa do ar superior a 70% favorecem a ocorrência da referida doença.

Nesses 30 anos de coleta de dados meteorológicos na Embrapa Soja, a umidade relativa do ar foi uma variável medida diariamente, sendo que os valores médios anuais podem ser observados na Figura 9. É um elemento que apresenta também grande variabilidade entre os anos e leve tendência significativa de incremento, sem, contudo, causar maiores preocupações. É muito dependente de outras variáveis climáticas e de condições de uso e manejo das áreas próximas.



**Figura 9.** Umidade relativa do ar (%), com linha de tendência e equação linear ajustada. Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

## Distribuição espacial – temperatura e umidade relativa do ar

O campo térmico da fazenda da Embrapa Soja foi investigado por Crusiol et al. (2012). Os autores coletaram dados meteorológicos entre 22/12/2011 e 23/01/2012 em sete pontos diferentes da Fazenda e mostraram que os campos de temperatura e umidade do ar na fazenda são heterogêneos. Os autores encontraram uma diferença de temperatura média de 2,5°C e 13% de umidade relativa, entre um ponto próximo a construções e outro localizado na mata e próximo à represa existente nesta Fazenda. Os autores afirmam que o uso do solo foi, provavelmente, o principal agente que interferiu na variação espacial de temperatura. Baseado nesse trabalho inicial, decidiu-se desenvolver um estudo mais amplo, com medidas de temperatura e umidade relativa do ar em uma malha de coleta que levasse em consideração, além da altitude, a face de exposição do terreno.

Atendendo a esta necessidade, foram coletados dados de temperatura e umidade do ar em 14 pontos diferentes dentro da fazenda da Embrapa Soja (Figura 10, Tabela 1), em dois períodos distintos.



**Figura 10.** Distribuição dos pontos de coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar na Fazenda da Embrapa Soja, Londrina-PR (Imagem oriunda do Google Earth em 22/01/2021).

A coleta de dados ocorreu no período que engloba o solstício de inverno (final de junho, julho e início de agosto de 2013) e no período que contempla o solstício de verão (final de dezembro de 2013, janeiro e início de fevereiro de 2014). O estudo foi conduzido por um tempo relativamente longo (60 dias ininterruptos em cada um dos períodos), de forma a capturar diferentes situações sinóticas, permitindo estabelecer relações entre as variáveis estudadas e os diferentes regimes atmosféricos. Tendo em vista o impacto da temperatura e da umidade relativa do ar sobre a agricultura, realizou-se o mapeamento dessas variáveis na Embrapa Soja, onde o uso da sua área experimental normalmente é diferenciado, face aos tipos de atividades e experimentos ali conduzidos. O mapeamento espaço-temporal realizado nesses períodos, poderá fornecer subsídios importantes para a definição de alocação de experimentos na Fazenda da Embrapa Soja, em especial àqueles onde a temperatura do ar e a umidade relativa do ar possam ser impactantes e/ou determinantes à sua condução.

**Tabela 1.** Pontos de coleta de dados meteorológicos na Embrapa Soja, Londrina-PR.

Local	Altitude (m)	Latitude (DD)	Longitude (DD)
B-9	598	-23,190	-51,179
C-7	591	-23,185	-51,178
Campo	598	-23,196	-51,177
D-7	594	-23,173	-51,173
E-7	605	-23,194	-51,179
E-20	606	-23,196	-51,181
E-35	570	-23,200	-51,177
F-6	583	-23,193	-51,174
G-16	568	-23,201	-51,174
H-4	561	-23,202	-51,118
H-19	602	-23,205	-51,182
I-7	595	-23,200	-51,183
Mata	551	-23,189	-51,173
Warta	630	-23,194	-51,184

## Dados coletados no período do inverno de 2013

O comportamento da temperatura do ar no período de coleta do Inverno de 2013 (°C) pode ser analisado na Tabela 2. Os dados a campo foram coletados entre os dias 22 de junho e 28 de agosto de 2013.

Foi realizada análise estatística para esse período em relação aos observados nos mesmos períodos em outros anos desta série de dados e concluiu-se que esse inverno foi considerado “Típico”, permitindo, portanto, uma inferência desse comportamento para anos semelhantes climaticamente. O teste estatístico utilizado foi o Teste U de Mann-Whitney, significância de 5%, comparando-se os períodos dois a dois (Vieira, 2004).

A menor temperatura do ar encontrada nesse período foi no local H-4 (-0,82°C) e a maior no local B-9 (34,33°C). Já a menor amplitude de temperatura, isto é, a diferença entre a temperatura máxima e mínima foi encontrada na Mata (28,76°C). As médias de temperatura variaram entre 16,13°C (Mata e H-4) até 17,89°C na Warta. A menor variabilidade foi 30,38 % na Mata e a maior 37,39 % em H-4 (Tabela 2).

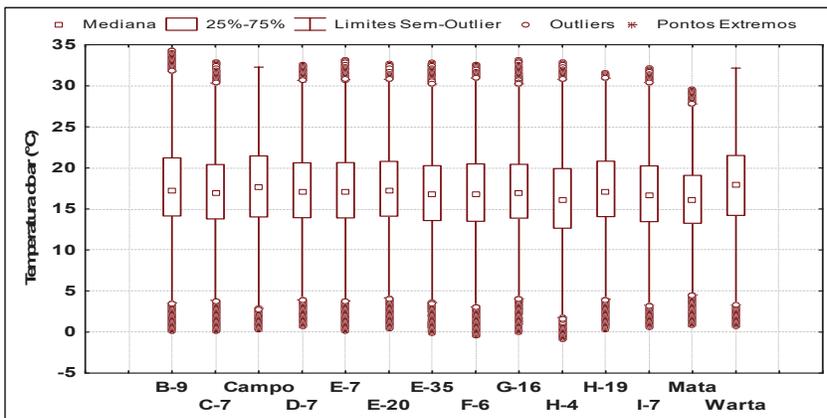
Os coeficientes de assimetria ficaram próximos de zero para temperatura do ar (Tabela 2). Com exceção do local G-16, todos os outros locais apresentaram assimetria à direita da distribuição de frequência, ou seja, são negativos, demonstrando que existe uma ocorrência maior de valores maiores que a média (Petrucci; Oliveira, 2017).

Os coeficientes da curtose para temperatura do ar (Tabela 2) ficaram próximos de zero com todos os valores abaixo de 0,263, apresentando alta concentração dos dados na parte central da distribuição (Petrucci; Oliveira, 2017).

Em relação à umidade relativa do ar (%), os dados são apresentados na Tabela 3. A menor umidade relativa do ar encontrada nesse período foi no local B-9 (24%) e a maior igual em todos os locais em 100%. Já a menor amplitude de umidade relativa do ar, isto é, a diferença entre a umidade máxima e mínima, foi encontrada na Mata (66,6%), assim como também ocorreu com a temperatura do ar. As médias de umidade relativa do ar variaram entre 72,9% (Warta) até 85,5% na Mata. Os valores dos coeficientes de assimetria e curtose encontraram-se próximos ao valor ideal (zero).

Ainda sobre a umidade relativa do ar, pode-se observar que todos os coeficientes de assimetria apresentaram caudas à direita da distribuição de frequência, ou seja, são negativos. Os coeficientes de curtose são menores que 0,263, também apresentando concentração dos dados na parte central da distribuição (Petrucci; Oliveira, 2017). A variabilidade para a umidade relativa do ar (%) foi menor comparando com a variável temperatura do ar (°C), no mesmo período de coleta, variando de 17,08% a 26,47% (Tabela 3).

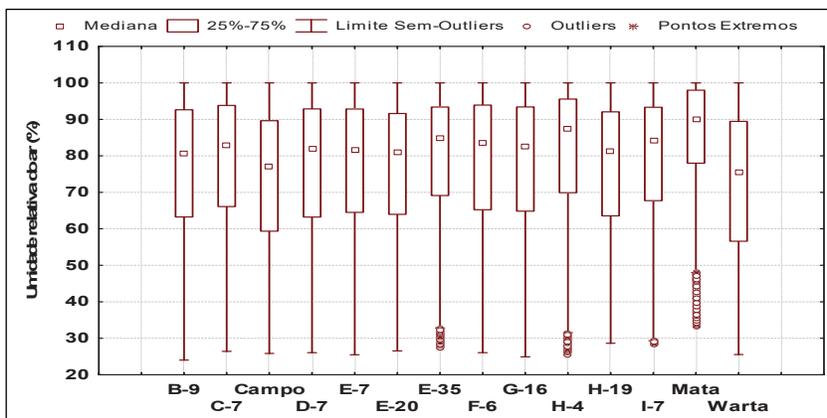
O comportamento dos dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar para todos os pontos monitorados são ilustrados nas Figuras 11 e 12, respectivamente. A existência de pontos extremos em todos os locais avaliados, mostra a heterogeneidade entre os locais em relação a temperatura do ar (Figura 11). Rotineiramente, a temperatura do ar apresenta valores acima ou abaixo da mediana, fato esse peculiar a esta variável visto que a amplitude térmica diária varia desde a temperatura mínima até a máxima. Já a umidade relativa do ar (Figura 12) apresenta pontos extremos apenas em relação a umidade mínima, pois a máxima limita-se a 100%, demonstrando uma menor variabilidade quando comparada à temperatura do ar.



**Figura 11.** Boxplot para temperatura do ar (°C). Dados coletados entre 22 de junho e 28 de agosto de 2013. Embrapa Soja, Londrina-PR.

Existe diferença de comportamento da temperatura e umidade relativa do ar nos pontos monitorados. O local “Mata” possui a menor amplitude térmica e a maior amplitude em relação a umidade relativa do ar. O comportamento da temperatura máxima do ar apresenta-se com variação entre 29,59°C (Mata) e 34,33°C (B-9), já a umidade relativa do ar mínima variou entre 76% e 66,6%,

nos locais B-9 e Mata, respectivamente. A umidade relativa do ar, apesar de apresentar comportamento diferente entre os pontos monitorados, não apresenta diferença entre os valores máximos, visto que em todos os pontos ocorreram momentos com umidade relativa do ar em 100%.



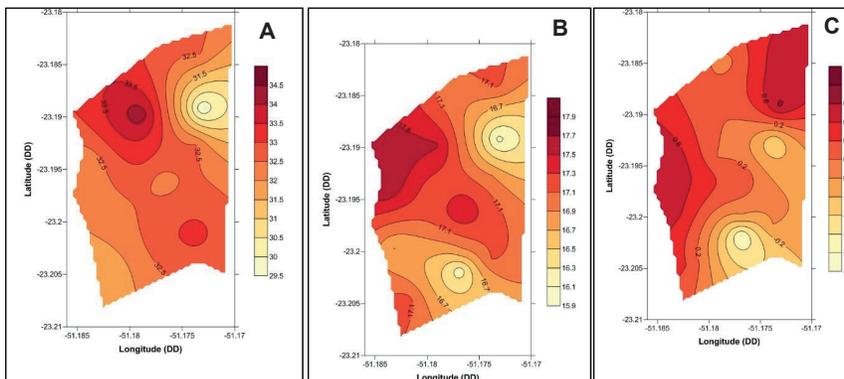
**Figura 12.** Boxplot para umidade relativa do ar (°C), dados coletados entre 22 de junho e 28 de agosto de 2013. Embrapa Soja, Londrina-PR.

A distribuição espacial da temperatura do ar (°C) (Figura 13), mostra um comportamento distinto da temperatura máxima em relação à temperatura mínima, e também com à temperatura média. No caso da temperatura mínima do ar os valores menores apresentam-se na face da Fazenda mais ao Sul, com concentração dos valores menores próximos das menores altitudes (Mata e H-4).

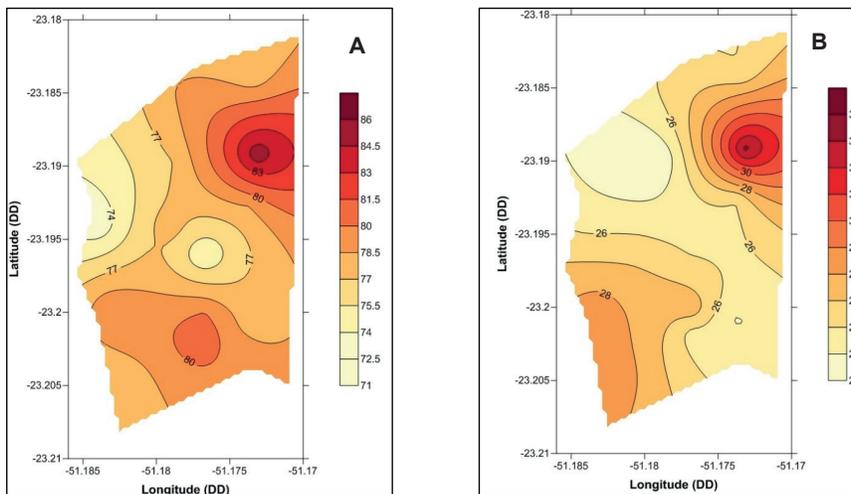
A temperatura do ar máxima apresentou os menores valores na Mata e os maiores na região próxima ao ponto B-09. A temperatura média apresenta os maiores valores na região que compreende a sede da Embrapa Soja, entre os pontos B-09 e Warta.

Já a distribuição espacial da umidade relativa do ar (%) apresentada na Figura 14, mostra a umidade relativa média e a mínima, visto que a umidade relativa do ar máxima chegou a 100% (Tabela 2) em todos os locais, não permitindo a interpolação dos valores. Em ambos os casos da umidade relativa do ar, média e mínima, os maiores valores ocorreram na área da Mata.

Um “corredor” ocorre na umidade relativa mínima, com seus menores valores (Figura 14B) semelhante ao da temperatura do ar máxima, com seus maiores valores (Figura 13A).



**Figura 13.** Distribuição espacial da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), Máxima (A), Média (B) e Mínima (C). Dados coletados entre 22 de junho e 28 de agosto de 2013. Embrapa Soja, Londrina-PR.



**Figura 14.** Distribuição espacial da umidade relativa do ar (%), Média (A) e Mínima (B). Dados coletados entre 22 de junho e 28 de agosto de 2013. Embrapa Soja, Londrina-PR.

**Tabela 2.** Estatísticas descritivas para temperatura do ar (°C), no período de coleta do Inverno 2013. Embrapa Soja, Londrina-PR.

Estatísticas	B-9	C-7	Campo	D-7	E-7	E-20	E-35	F-6	G-16	H-4	H-19	I-7	Mata	Warta
Nº Obs.	48061	48061	43681	48061	48061	48061	48061	48061	48061	48061	48061	48061	48061	45390
Média	17,52	16,99	17,50	17,15	17,12	17,19	16,82	16,90	17,11	16,18	17,19	16,69	16,03	17,66
Mediana	17,30	16,94	17,65	17,13	17,03	17,18	16,80	16,77	16,92	16,13	17,15	16,70	16,13	17,89
Mínimo	0,22	0,14	0,38	0,69	0,19	0,52	-0,06	-0,40	0,00	-0,82	0,38	0,66	0,83	0,77
Máximo	34,33	32,92	32,28	32,54	33,13	32,67	32,82	32,53	33,16	32,85	31,61	32,18	29,59	32,15
AT	34,11	32,78	31,90	31,88	32,94	32,15	32,88	32,93	33,16	33,64	31,23	31,52	28,76	31,38
Variância	34,00	30,87	33,48	30,28	31,08	29,91	30,83	32,39	31,98	36,55	29,84	30,91	23,75	32,47
DP	5,83	5,56	5,79	5,50	5,58	5,47	5,55	5,69	5,66	6,05	5,46	5,56	4,87	5,70
Assimetria	-0,06	-0,11	-0,29	-0,14	-0,17	-0,25	-0,11	-0,03	0,00	-0,27	-0,14	-0,14	-0,21	-0,29
Curtose	0,15	0,21	-0,06	0,12	0,20	0,19	0,18	0,18	0,24	-0,06	0,13	0,05	0,30	-0,08
CV (%)	33,28	32,73	33,09	32,07	32,59	30,75	33,00	33,93	33,08	37,39	31,76	33,31	30,38	32,28

Obs = Observações; AT = Amplitude Total; DP = Desvio Padrão; Assimetria = Coeficiente de Assimetria; Curtose = Coeficiente de Curtose; CV = Coeficiente de Variação.

**Tabela 3.** Estatísticas descritivas para Umidade Relativa do Ar (%), no período de Coleta do Inverno 2013. Embrapa Soja, Londrina-PR.

Estatísticas	B-9	C-7	Campo	D-7	E-7	E-20	E-35	F-6	G-16	H-4	H-19	I-7	Mata	Warta
Nº Obs.	48061	48061	43681	48061	48061	48061	48061	48061	48061	48061	48061	48061	48061	45390
Média	76,9	78,8	74,0	77,5	77,8	77,1	80,1	78,6	77,9	80,9	77,3	79,6	85,5	72,9
Mediana	80,8	83,1	77,1	82,0	81,7	80,9	84,7	83,5	82,5	87,4	81,2	84,1	90,0	76,6
Mínimo	24,0	26,4	25,8	26,1	25,5	26,6	27,6	26,1	24,9	25,7	28,6	28,3	33,4	25,6
Máximo	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AT	76,0	73,6	74,2	73,9	74,5	73,4	72,4	73,9	75,1	74,3	71,4	71,7	66,6	74,4
Variância	334,2	322,1	327,0	323,1	319,1	296,5	277,0	328,8	346,2	334,6	299,9	286,5	214,4	370,8
DP	18,3	17,9	18,1	18,0	17,9	17,2	16,6	18,1	18,6	18,3	17,3	16,9	14,6	19,3
Assimetria	-0,57	-0,67	-0,40	-0,60	-0,62	-0,55	-0,82	-0,72	-0,70	-1,00	-0,48	-0,74	-1,09	-0,35
Curtose	-0,70	-0,56	-0,94	-0,74	-0,65	-0,74	-0,26	-0,58	-0,54	-0,08	-0,87	-0,44	0,44	-1,04
CV (%)	23,80	22,72	24,46	23,23	23,01	22,31	20,72	22,60	23,88	22,62	22,38	21,23	17,08	26,47

Obs. = Observações; AT = Amplitude Total; DP = Desvio Padrão; Assimetria = Coeficiente de Assimetria; Curtose = Coeficiente de Curtose; CV = Coeficiente de Variação.

## Dados coletados no período do verão 2013/2014

O comportamento da temperatura do ar no período de coleta do verão de 2013/2014 (°C) pode ser analisado na Tabela 4. Os dados foram coletados a campo, entre os dias 23 de dezembro de 2013 e 19 de fevereiro de 2014.

Assim como foi realizado com os dados do inverno de 2013, efetuou-se a análise estatística dos dados obtidos nesse período em relação aos observados nos mesmos períodos, em outros anos, desta série de dados. Concluiu-se que esse verão foi considerado “Típico”, permitindo, assim como no inverno de 2013, uma inferência desse comportamento para anos semelhantes climaticamente. O teste estatístico utilizado também foi o Teste U de Mann-Whitney, comparando-se os períodos dois a dois, com significância de 5% (Vieira, 2004).

A menor temperatura do ar encontrada nesse período, assim como no inverno, foi no local H-4 (16,13°C) e o maior valor, também como ocorrido no inverno, foi observado no local B-9 (40,00°C). Já a menor amplitude de temperatura, novamente foi encontrada na Mata (10,88°C). As médias de temperatura variaram de 23,83°C (Mata) a 26,03°C na Warta.

Os coeficientes de assimetria ficaram próximos de zero para temperatura do ar (Tabela 4), assim como no inverno, em todos os outros locais. Apresentou assimetria à direita da distribuição de frequência, ou seja, valores negativos, demonstrando que existe uma ocorrência maior de valores maiores que a média (Petrucci; Oliveira, 2017).

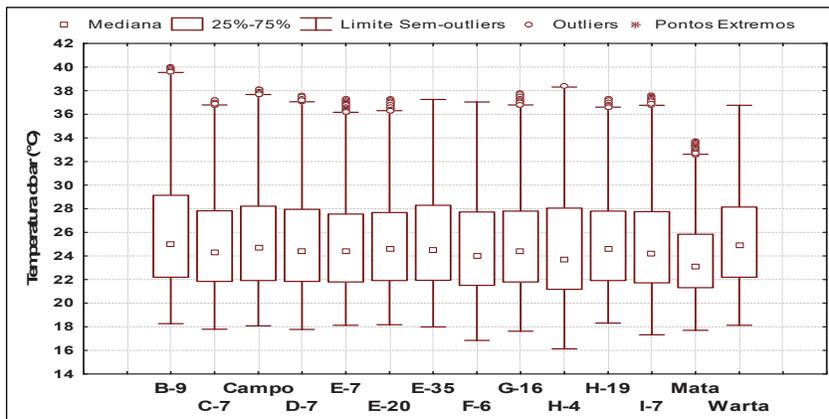
Os coeficientes da curtose para temperatura do ar (Tabela 5) ficaram próximos de zero, com todos os valores abaixo de 0,263, apresentando alta concentração dos dados na parte central da distribuição (Petrucci; Oliveira, 2017), corroborando com os dados obtidos no inverno.

Em relação à umidade relativa do ar (%), os dados são apresentados na Tabela 5. A menor umidade relativa do ar encontrada nesse período, assim como no inverno, foi no local B-9 (20,9%) e a maior ocorreu em todos os locais chegando sempre a 100%. Já a menor amplitude de umidade relativa do ar, isto é, a diferença entre a umidade máxima e mínima foi encontrada na Mata (70,23%), assim como ocorreu também com a temperatura do ar e

com o verificado no inverno. As médias de umidade relativa do ar variaram de 72,68% (Warta) a 85,36% na Mata, valores próximos do que havia ocorrido no inverno.

Ainda sobre a umidade relativa do ar, pode-se observar que, assim como no inverno, todos os coeficientes de assimetria apresentaram caudas à direita da distribuição de frequência, ou seja, foram negativos. Também como ocorrido no inverno, os coeficientes de curtose foram menores que 0,263, apresentando concentração dos dados na parte central da distribuição (Petrucci; Oliveira, 2017).

O comportamento dos dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar são ilustrados nas Figuras 15 e 16, respectivamente.

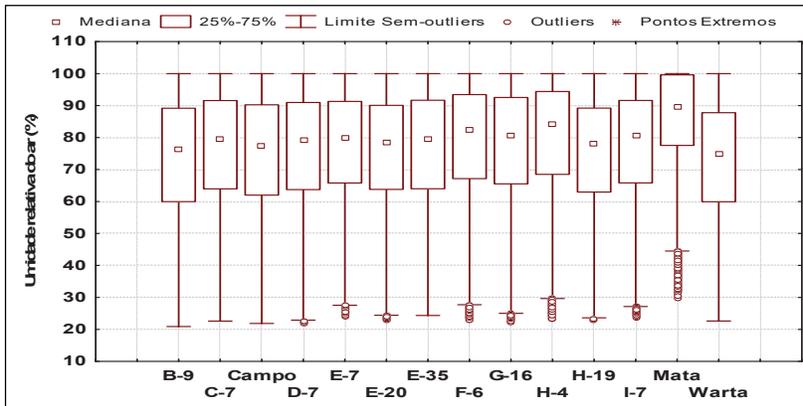


**Figura 15.** Boxplot para temperatura do ar (°C). Dados coletados entre 23 de dezembro de 2013 e 19 de fevereiro de 2014. Embrapa Soja, Londrina-PR.

A existência de pontos extremos em todos os locais avaliados, mostra a heterogeneidade entre os locais em relação à temperatura do ar (Figura 15), assim como verificado no inverno. Porém, diferente do inverno, a temperatura do ar apresentou valores extremos apenas nos valores máximos. Já a umidade relativa do ar (Figura 16), assim como também ocorreu no inverno, apresentou pontos extremos apenas em relação à umidade mínima, pois a máxima ficou limitada a 100%.

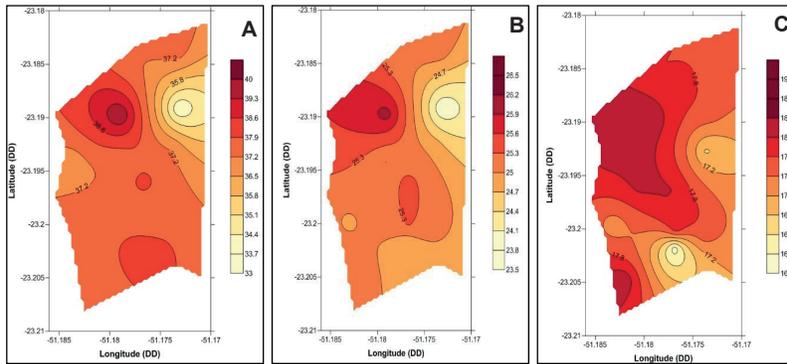
Verificou-se diferença nos comportamentos da temperatura do ar e da umidade relativa do ar nos pontos monitorados. O local “Mata” apresentou a

menor amplitude térmica em relação à temperatura do ar e a maior amplitude em relação à umidade relativa do ar. A variação da temperatura máxima do ar ocorreu de 33,73°C (Mata) a 40,00°C (B-9). Já a umidade relativa do ar mínima variou de 20,9% a 29,77%, verificada nos locais B-9 e Mata, respectivamente. A umidade relativa do ar, assim como no Inverno, apresentou comportamento distinto entre os pontos monitorados. Porém, com relação aos valores máximos, em todos os pontos ocorreu, em algum momento, umidade relativa do ar de 100%.



**Figura 16.** Boxplot para umidade relativa do ar (%). Dados coletados entre 23 de dezembro de 2013 e 19 de fevereiro de 2014. Embrapa Soja, Londrina-PR.

A distribuição espacial da temperatura do ar (°C) (Figura 17) mostra um comportamento distinto da temperatura máxima em relação à temperatura mínima e o mesmo com a temperatura média. No caso da temperatura mínima, os menores valores foram verificados na face da fazenda mais ao Sul, assim como no Inverno, com concentração dos valores menores próximos das menores altitudes (Mata e H-4).

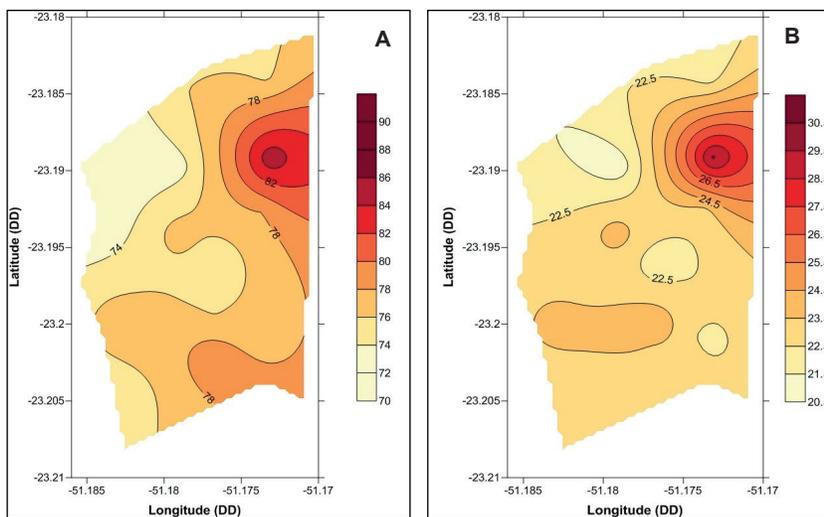


**Figura 17.** Distribuição espacial da temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), Máxima (A), Média (B) e Mínima (C). Dados coletados entre 23 de dezembro de 2013 e 19 de fevereiro de 2014. Embrapa Soja.

A temperatura do ar máxima apresentou os menores valores na Mata e os maiores na região próxima ao ponto B-09. A temperatura média mostrou os maiores valores na região que compreende a sede da Fazenda da Embrapa Soja, entre os pontos B-09 e Warta, confirmando o comportamento apresentado no Inverno.

A distribuição espacial da umidade relativa do ar (%), (Figura 18), mostra a umidade relativa média e a mínima. A falta da apresentação da umidade relativa do ar máxima se dá pelo fato de que todos os locais apresentaram, em algum momento, 100% de umidade relativa máxima (Tabela 5), não permitindo a interpolação dos valores. Em ambas os casos da umidade relativa, média e mínima, os maiores valores ocorreram na área da Mata.

Novamente confirmando o ocorrido no Inverno, parece existir um “corredor” na ocorrência da umidade relativa mínima, com seus menores valores (Figura 18B) semelhante ao da temperatura do ar máxima, com seus maiores valores (Figura 17A).



**Figura 18.** Distribuição espacial da umidade relativa do ar (%), Média (A) e Mínima (B). Dados coletados entre 23 de dezembro de 2013 e 19 de fevereiro de 2014. Empresa Soja, Londrina-PR.

**Tabela 4.** Estatísticas descritivas para temperatura do ar (°C), no período de coleta do Verão 2013/2014. Embrapa Soja, Londrina-PR.

Estatísticas	B-9	C-7	Campo	D-7	E-7	E-20	E-35	F-6	G-16	H-4	H-19	I-7	Mata	Warta
Nº Obs.	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821
Média	26,03	25,12	25,38	25,18	24,98	25,13	25,34	24,83	25,08	24,78	25,15	24,96	23,83	25,39
Mediana	24,99	24,34	24,75	24,44	24,39	24,58	24,53	24,05	24,36	23,67	24,65	24,24	23,09	24,94
Mínimo	18,27	17,80	18,08	17,77	18,13	18,18	17,99	16,84	17,63	16,13	18,32	17,32	17,70	18,13
Máximo	40,00	37,23	38,09	37,59	37,26	37,29	37,26	37,04	37,78	38,39	37,34	37,65	33,73	36,77
AT	21,73	19,44	20,01	19,82	19,13	19,11	19,28	20,20	20,15	22,26	19,02	20,33	16,03	18,64
Variância	22,72	16,56	17,34	16,88	15,29	15,60	17,39	17,02	16,85	20,88	15,31	16,54	10,88	15,42
DP	4,77	4,07	4,16	4,11	3,91	3,95	4,17	4,13	4,11	4,57	3,91	4,07	3,30	3,93
Assimetria	0,70	0,67	0,57	0,64	0,61	0,60	0,56	0,62	0,67	0,65	0,56	0,62	0,76	0,44
Curtose	-0,30	-0,31	-0,41	-0,34	-0,24	-0,27	-0,54	-0,40	-0,23	-0,40	-0,36	-0,32	-0,12	-0,49
CV (%)	18,31	16,20	16,41	16,32	15,65	15,72	16,45	16,62	16,37	18,44	15,55	16,29	13,84	15,47

Obs. = Observações; AT= Amplitude Total; DP= Desvio Padrão; Assimetria= Coeficiente de Assimetria; Curtose= Coeficiente de Curtose; CV= Coeficiente de Variação.

**Tabela 5.** Estatísticas descritivas para Unidade Relativa do Ar (%), no período de coleta do Verão 2013/2014. Embrapa Soja, Londrina-PR.

Estatísticas	B-9	C-7	Campo	D-7	E-7	E-20	E-35	F-6	G-16	H-4	H-19	I-7	Mata	Warta
Nº Obs.	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821	41821
Média	73,20	76,14	74,67	75,69	76,90	75,49	76,27	78,01	77,18	79,40	74,93	76,99	85,36	72,68
Mediana	76,23	79,59	77,45	79,14	79,89	78,62	79,52	82,39	80,61	84,09	78,25	80,52	89,76	74,92
Mínimo	20,90	22,60	21,86	22,01	24,07	23,03	24,38	23,02	22,35	23,22	23,07	23,70	29,77	22,65
Máximo	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
AT	79,10	77,40	78,14	77,99	75,93	76,98	75,63	76,98	77,65	76,78	76,93	76,30	70,23	77,35
Variância	365,1	345,3	338,6	338,6	303,1	311,1	326,5	338,3	328,2	320,1	311,0	311,3	246,7	346,0
DP	19,11	18,58	18,40	18,40	17,41	17,64	18,07	18,39	18,12	17,89	17,64	17,64	15,71	18,60
Assimetria	-0,57	-0,68	-0,57	-0,69	-0,67	-0,66	-0,64	-0,86	-0,73	-0,90	-0,62	-0,72	-1,19	-0,49
Curtose	-0,56	-0,36	-0,54	-0,36	-0,32	-0,37	-0,50	-0,12	-0,27	-0,04	-0,43	-0,26	0,75	-0,62
CV (%)	26,10	24,41	24,64	24,31	22,64	23,36	23,69	23,58	23,47	22,53	23,54	22,92	18,40	25,59

Obs = Observações; AT = Amplitude Total; DP = Desvio Padrão; Assimetria = Coeficiente de Assimetria; Curtose = Coeficiente de Curtose; CV = Coeficiente de Variação.

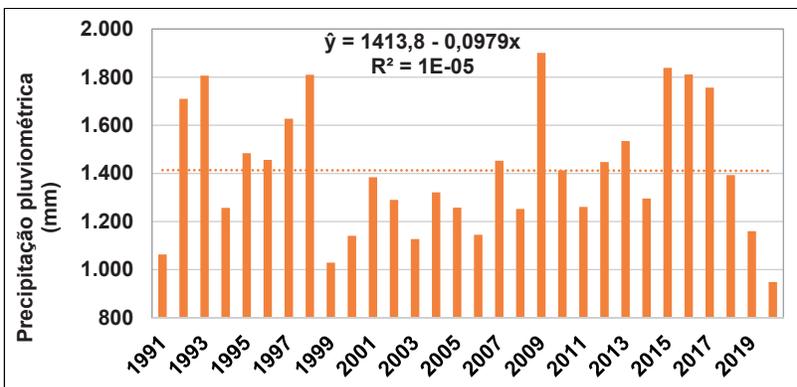
## Precipitação pluviométrica

Um dos mais importantes elementos agrometeorológicos é o volume de chuvas, ou precipitação pluviométrica, que ocorre em determinado local e em determinado intervalo de tempo.

A precipitação pluviométrica, medida em mm, é uma variável de muita importância para a agricultura, sendo que a grande maioria das culturas anuais já tem determinada as faixas de necessidades hídricas ideais, sendo a precipitação pluviométrica, as chuvas naturais, a sua maior fonte.

Tendo isto em vista, mede-se diariamente a quantia de chuvas que foram precipitadas. As medidas acumuladas anualmente na Embrapa Soja, nesta série histórica de 30 anos, podem ser analisadas na Figura 19, onde mostra-se também a linha de tendência linear para esta importante variável meteorológica. O ano de 2020 foi o de menor precipitação pluviométrica na Fazenda (948,6mm), ao passo que 2009 foi onde registrou-se o maior volume anual de chuvas (1.901,0mm).

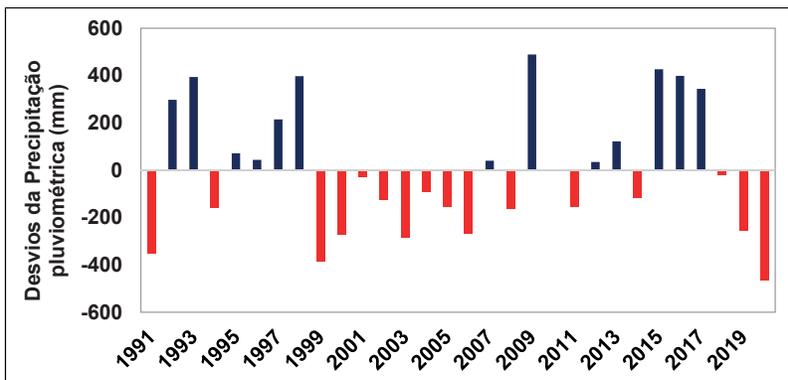
A precipitação pluviométrica média na Embrapa Soja foi de 1.412,3mm acumulados anualmente. Esta informação corrobora o trabalho de Ferreira et al. (2017), onde os autores, comparando estações meteorológicas localizadas em Londrina, encontraram um total anual acumulado para a estação meteorológica da Embrapa Soja de 1.398,8mm, trabalhando com uma parte desta série histórica.



**Figura 19.** Precipitação pluviométrica acumulada anualmente (mm), com equação ajustada e linha de tendência linear. Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

A série histórica de precipitação pluviométrica de Londrina, publicada pelo antigo IAPAR, atualmente Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – IAPAR-EMATER (IDR-PR), mostra que de 1976 a 2019, a média anual de chuvas em Londrina, observada por aquela instituição, foi 1.632mm (IDR-PR, 2021). Tal valor, demonstra que na Fazenda da Embrapa Soja chove anualmente, em média, cerca de 200mm (219,7mm) a menos que no IDR-PR. Análises mais detalhadas, comparando as observações coletadas por instituições públicas em Londrina-PR, são apresentadas por Ferreira et al. (2017).

A tendência da precipitação pluviométrica acumulada anualmente (Figura 19) é expressa com uma leve tendência à diminuição, porém próximo da estabilidade temporal. Apesar disso, apresenta uma grande variação entre os diversos anos que compõem a série histórica (Figura 20).

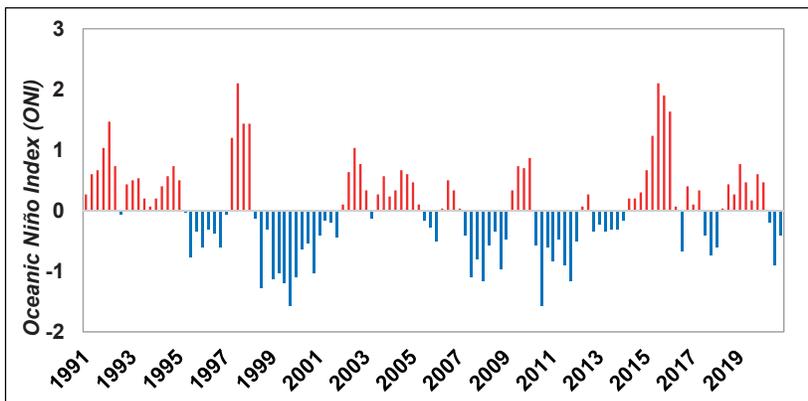


**Figura 20.** Desvios da precipitação pluviométrica acumulada anualmente (mm) em relação à média. Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

Esta variação, expressa por meio dos desvios da precipitação pluviométrica acumulada anualmente (Figura 20), mostra a grande heterogeneidade ao longo da série avaliada, com vários anos apresentando chuvas abaixo da média histórica. Inclusive, apresentando anos subsequentes com volume de chuvas abaixo da média, como pode ser observado nos anos de 1999 a 2006. Porém, no ano de 2020, verificou-se o menor desvio abaixo da média, apresentando 463,7mm a menos do que o valor médio geral. Por outro lado, também ocorreram alguns anos com chuvas acima da média, como, por exemplo, em 2009, quando houve o maior desvio positivo (488,7mm).

Ainda em relação aos desvios de precipitação pluviométrica, existem anomalias climáticas estudadas e vivenciadas no mundo todo. Esses fenômenos ocorrem por diversas razões. Um em específico, o *El Niño* Oscilação Sul (ENOS), faz menção ao aquecimento ou ao resfriamento que ocorre nas águas do Oceano Pacífico Equatorial, influenciando e podendo acarretar efeitos na distribuição da precipitação pluviométrica no Brasil. Fazendo parte desse mesmo fenômeno, ocorrem distintamente os períodos de *El Niño*, aquecimento das águas do Pacífico Equatorial e *La Niña*, com o resfriamento desta mesma região. Normalmente esses fenômenos são apresentados nas cores vermelho e azul, respectivamente, podendo ser analisados na Figura 21.

No ano com menor precipitação acumulada em toda esta série histórica da Fazenda da Embrapa Soja, o ano de 2020, o fenômeno presente foi o *La Niña*.

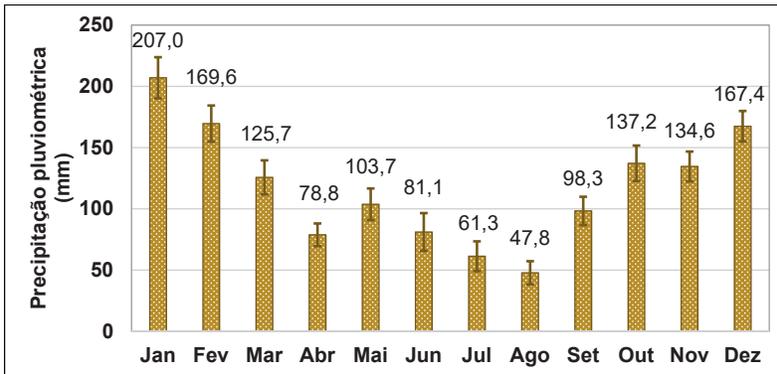


**Figura 21.** *Oceanic Niño Index* (ONI) trimestrais, períodos de aquecimento (vermelho, *El Niño*), períodos de resfriamento (azul, *La Niña*). 1991 a 2020.

A quantidade de chuvas em uma região é um fator muito importante para a agricultura. Porém, mais importante do que a quantidade é a distribuição temporal destas chuvas, que se mostra fundamental para o sucesso da atividade agrícola.

O clima na região de Londrina é caracterizado por apresentar uma concentração das chuvas nos meses de verão, porém sem estação seca definida. Isto pode ser confirmado pela avaliação dos dados históricos de precipitação

pluviométrica média acumulada mensalmente (Figura 22), onde os maiores volumes médios mensais acumulados apresentam-se nos meses de janeiro (207mm) e fevereiro (169,6mm), e o mês com menor valor acumulado de chuvas é agosto (47,8mm), existindo uma variabilidade mensal, de ano para ano, conforme pode ser observado pelas barras de erro padrão.



**Figura 22.** Precipitação pluviométrica acumulada mensalmente (mm), erro padrão da média (n=30, nas barras de erro). Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

### Precipitação pluviométrica e as estações do ano

A distribuição hídrica, através da precipitação pluviométrica, nas diferentes estações do ano é um fator que caracteriza climaticamente uma determinada região e impacta a exploração da atividade agrícola.

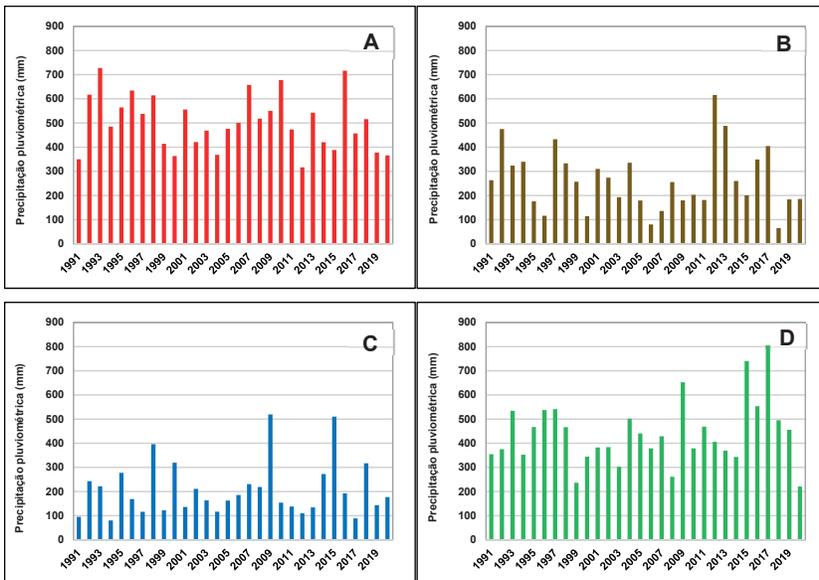
Na Embrapa Soja, nesta série histórica, a distribuição da precipitação pluviométrica ao longo das estações do ano pode ser avaliada na Figura 23.

A característica de estações chuvosas bem definidas, sem a presença de uma estação seca, pode ser novamente comprovada analisando a Figura 23, onde aparecem os valores acumulados em cada estação do ano, nos 30 anos avaliados desta série histórica.

O verão (Figura 23A) apresenta-se com maiores volumes acumulados, seguido da primavera (Figura 23D). Os menores valores acumulados são observados no outono e inverno (Figuras 23B e C, respectivamente), porém sem estação seca.

No verão o maior valor acumulado foi de 727,5mm, em 1993. Já o verão com a menor quantidade de precipitação pluviométrica acumulada foi em 2012, com 316,4mm.

Em alguns anos, por exemplo, o outono apresenta-se como a estação com os menores valores acumulados de chuva. Em 2006 verificou-se um acumulado de chuva de 80,1mm. Porém, o outono com menor valor acumulado ocorreu em 2018, com apenas 65mm. Já o outono mais chuvoso ocorreu em 2013, com 488,1mm acumulados.



**Figura 23.** Precipitação pluviométrica acumulada nas estações do ano (mm). Verão (A), outono (B), inverno (C) e primavera (D). Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

Já a estação do inverno, normalmente apresenta valores acumulados menores de chuvas, com média nesses 30 anos de 207,3mm. O inverno menos chuvoso ocorreu em 1994 e o mais chuvoso em 2009, com 80,2 e 519mm de precipitação pluviométrica, respectivamente.

A primavera mostra o retorno a uma quantia maior de chuvas acumuladas, com média da estação, ao longo dos 30 anos, em 439,2mm. Os anos de maior e menor volumes foram 2017 e 2020, acumulando, respectivamente, 806,2 e 220,4mm.

## **Normal climatológica**

A Normal Climatológica de um local é obtida pelo cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). Tal valor médio correspondente a um número de anos suficiente para representar o valor predominante daquele elemento no local considerado. A OMM fixou para esse fim 30 anos, começando no primeiro ano de cada década.

Uma série histórica de dados meteorológicos coletados diariamente, de forma consistente e ininterrupta, de 1991 a 2020, permitiu, então, a elaboração da Normal Climatológica da Fazenda Experimental da Embrapa Soja, cujos valores podem ser analisados na Tabela 6.

Confirmando os dados anteriores, tem-se que a característica climática desse local é bem estabelecida, com primavera-verão mais quente e mais chuvoso.

**Tabela 6.** Normal climatológica, Latitude: 23° 11' 37" S, Longitude: 51° 11' 03" O, Altitude: 630 m. Empresa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

Mês	Temperatura do ar (°C)				Umidade relativa do ar (%)			Precipitação pluviométrica (mm)			
	Média das Máximas	Média das Mínimas	Máxima absoluta	Mínima absoluta	Ano da Máxima absoluta	Ano da Mínima absoluta	Média	Máxima (24 horas)	Total	Ano	Dias com chuva
Janeiro	28,6	19,7	35,0	14,2	2006	2012	23,5	83,4	207,0	2016	17
Fevereiro	29,0	19,7	36,3	13,7	2014	1991	23,6	82,8	169,6	1993	16
Março	29,1	19,1	36,3	12,1	2005	2012	23,4	79,0	125,7	1996	13
Abril	27,4	17,4	34,0	3,7	1997	1999	21,9	76,1	78,8	1992	8
Mai	23,6	14,5	33,9	3,7	1997	2007	18,7	78,7	103,7	2002	8
Junho	22,5	13,6	30,0	-1,0	2007	1994	17,7	80,0	81,1	2012	9
Julho	23,0	12,9	31,0	-1,0	2018	1994	17,6	73,8	61,3	2015	6
Agosto	25,4	13,8	33,8	1,5	2015	1993	19,3	65,8	47,8	2018	5
Setembro	26,9	15,3	38,1	2,7	2020	2002	20,8	68,4	98,3	1995	9
Outubro	28,4	17,0	38,8	8,5	2020	1993	22,2	73,3	137,2	2016	11
Novembro	28,9	17,8	36,1	10,6	2007	2011	22,9	73,6	134,6	2007	12
Dezembro	29,0	19,2	35,0	12,5	1995	2018	23,6	79,5	167,4	2011	14
Ano	26,8	16,7					21,3	76,2	1.412,3		128
Extremos			38,8	-1,0	2020	1994			209,4	2012	

## Balanço hídrico climatológico

Além dos elementos climáticos coletados nas estações agrometeorológicas instaladas na Embrapa Soja já apresentados, calculou-se o balanço hídrico climatológico (BHC) sequencial mensal, pelo método descrito por Thornthwaite e Mather (1955), médio dos 30 anos. Nos cálculos foram utilizadas as planilhas eletrônicas propostas por Rolim et al. (1998). Foi estabelecida, para fins de uso nos cálculos, a capacidade de água disponível no solo (CAD) de 75mm (Farias et al., 2001).

O BHC é uma importante informação agronômica, permitindo a avaliação climática de um determinado local com o foco agrícola, visto que leva em consideração a evapotranspiração, o volume e a distribuição das chuvas e a capacidade de armazenamento de água no solo, procedendo-se um verdadeiro balanço das entradas e saídas de água do sistema e permitindo, desta forma, uma análise da disponibilidade de água para à cultura.

Na Tabela 7 são apresentados as variáveis e os valores calculados do BHC sequencial mensalmente, de toda a série histórica da Embrapa Soja. Pode-se avaliar que não existe estação seca na Embrapa Soja, porém, confirmando avaliações dos parâmetros anteriores, os meses de abril e agosto apresentam as menores disponibilidades hídricas.

Nota-se que, com exceção desses dois meses, durante todo o ano a CAD apresenta-se “cheia” (Tabela 7), isto é, o armazenamento de água no solo na sua capacidade plena. Apresentando um excedente hídrico de aproximadamente 400mm anualmente.

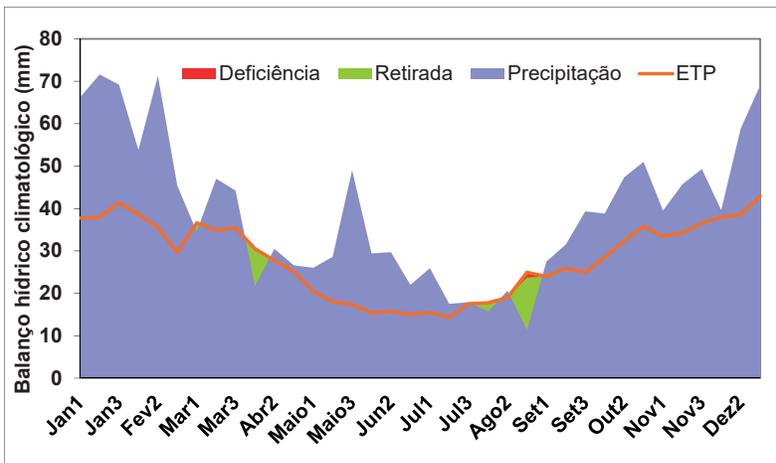
Sabendo-se que os anos podem ser bem diferentes entre si, apresentando uma heterogeneidade entre a quantidade e a distribuição hídrica, com o foco na agricultura, é importante a avaliação hídrica em períodos menores de tempo. Por esta razão calculou-se, novamente o BHC levando-se em consideração decêndios, dividindo cada mês em três decêndios.

Os dados referentes aos decêndios são representados nas Figuras 24 e 25, permitindo uma avaliação um pouco mais pormenorizada da disponibilidade hídrica.

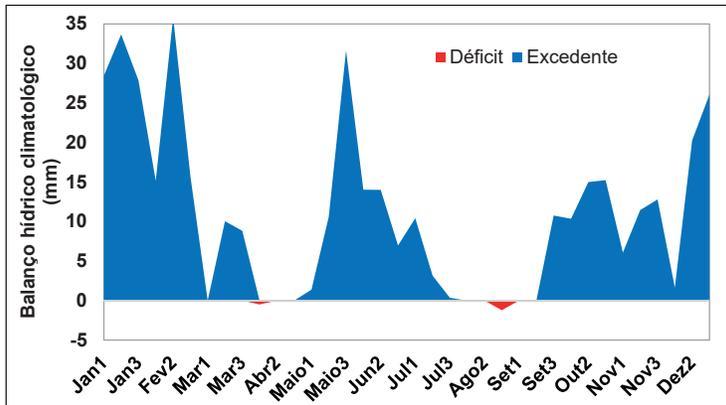
Na Figura 24 pode-se verificar que existe retirada de água do armazenamento do solo apenas nos decêndios abril-1 e agosto-3, isto é, do dia 1 ao 10 do mês de abril e do dia 21 a 31 de agosto. Esta retirada de água do armazenamento se dá pelo leve déficit apresentado nesses decêndios (Figura 25).

Em alguns decêndios ocorre um equilíbrio no balanço entre as entradas e as saídas hídricas, como por exemplo nos decêndios “Março-1”, “Abril-2 e 3”, “Agosto-1 e 2” e, por fim, “Setembro-1 e 2”.

Tais Figuras (24 e 25) e Tabela (7) foram obtidas a partir da Normal Climatológica da área Experimental da Embrapa Soja. Desta forma, fornecem apenas uma ideia média do balanço hídrico climatológico, resultante dos valores médios verificados ao longo dos 30 anos de observações.

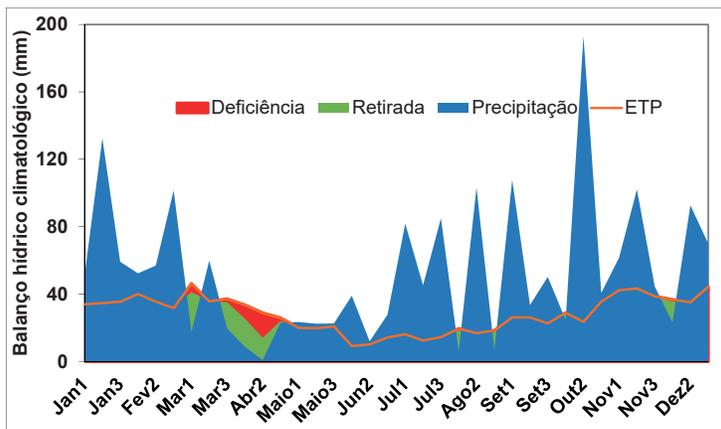


**Figura 24.** Balanço Hídrico Climatológico Sequencial decenal (mm), entradas e saídas. Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.



**Figura 25.** Balanço Hídrico Climatológico Sequencial decendial (mm). Embrapa Soja, Londrina-PR. 1991 a 2020.

Salienta-se, mais uma vez, que podem existir significativas diferenças no balanço hídrico de um ano para outro. Por esta razão, sempre se recomenda, para uma melhor análise dos resultados de uma safra, calcular o balanço hídrico para a estação de crescimento da cultura. Para exemplificar, nas Figuras 26 e 27, são apresentados os BHC referentes aos anos de 2009 (Figura 26), ano mais chuvoso da série histórica, contrastando com o ano menos chuvoso da mesma série, o ano de 2020 (Figura 27).



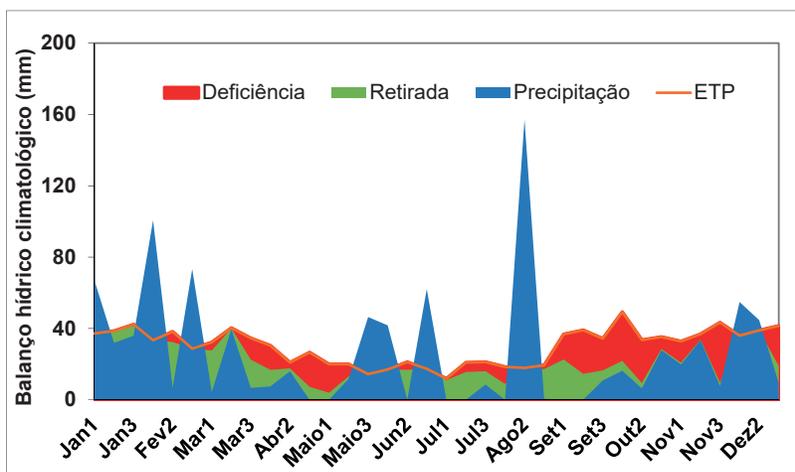
**Figura 26.** Balanço Hídrico Climatológico Sequencial decendial (mm). Embrapa Soja, Londrina-PR. 2009.

No ano de 2009 (Figura 26) houve a ocorrência de pequena deficiência hídrica, envolvendo os meses de março e abril, com comportamento semelhante ao que ocorre quando se avalia a série histórica completa de 30 anos (Figuras 24 e 25), pois normalmente nesse período do ano ocorre precipitação pluviométrica menor que a ETP, promovendo uma leve deficiência hídrica. E, em 2009, observou-se tal deficiência hídrica, pois, devido à baixa pluviosidade, a água armazenada no solo não foi suficiente para suprir toda a demanda.

Em 2020 (Figura 27), ano com menor volume acumulado de precipitação pluviométrica em toda a série histórica avaliada, houve deficiência hídrica distribuída por, praticamente, todo o ano, com a ocorrência de exceções em alguns decêndios distribuídos ao longo do ano (janeiro, fevereiro, maio, junho, agosto e dezembro). Foi um ano com baixo volume de precipitação pluviométrica ao longo de todo o ano. No período do final do inverno e em especial durante praticamente toda a primavera, ocorreu expressiva deficiência hídrica, decorrente de baixa precipitação e ausência de água armazenada no solo para atender a demanda imposta pela atmosfera, ou seja, já não havia mais água disponível para a Retirada.

Portanto, a distribuição hídrica é um fator a ser sempre estudado e analisado. É um fator que apresenta uma peculiar dificuldade para a modelagem matemática, visto as grandes variabilidades espacial e temporal, apesar da tendência ao longo dos anos mostrar uma certa estabilidade nos valores acumulados, como foi mostrado na Figura 19.

Por esta razão, reitera-se a necessidade de dados e observações o mais próximo possível da época e local de exploração da cultura, a fim de permitir o melhor entendimento e compreensão do que realmente ocorre no complexo sistema de produção agrícola, envolvendo o solo, a planta e a atmosfera.



**Figura 27.** Balanço Hídrico Climatológico Sequencial decendial (mm). Embrapa Soja, Londrina-PR. 2020.

**Tabela 7.** Balanço hídrico climatológico sequencial mensal, conforme metodologia descrita por Thornthwaite e Mather (1955), com CAD de 75 mm e variáveis obtidas na série histórica 1991-2020, 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	23,5	207,0	117,84	89,2	0,0	75,00	0,00	117,8	0,0	89,2
Fevereiro	23,6	169,6	105,02	64,6	0,0	75,00	0,00	105,0	0,0	64,6
Março	23,4	123,0	108,50	14,5	0,0	75,00	0,00	108,5	0,0	14,5
Abril	21,9	81,5	84,80	-3,3	-3,3	71,73	-3,27	84,7	0,1	0,0
Mai	18,7	103,5	56,54	47,0	0,0	75,00	3,27	56,5	0,0	43,7
Junho	17,7	81,2	46,15	35,1	0,0	75,00	0,00	46,2	0,0	35,1
Julho	17,6	61,3	46,64	14,6	0,0	75,00	0,00	46,6	0,0	14,6
Agosto	19,3	47,5	60,01	-12,5	-12,5	63,45	-11,55	59,0	1,0	0,0
Setembro	20,8	98,5	73,28	25,3	0,0	75,00	11,55	73,3	0,0	13,7
Outubro	22,2	137,2	94,26	42,9	0,0	75,00	0,00	94,3	0,0	42,9
Novembro	22,9	134,3	102,83	31,5	0,0	75,00	0,00	102,8	0,0	31,5
Dezembro	23,5	167,7	117,77	49,9	0,0	75,00	0,00	117,8	0,0	49,9
Média anual	21,3	-	-	-	-	73,8	-	-	-	-
Total anual	-	1.412,3	1.013,6	398,6	-15,9	-	0,00	1012,6	1,1	399,7

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.

## 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.
- CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**, v. 7, safra 2019/20, n. 12, décimo segundo levantamento, set. 2020. Brasília, DF: Conab, 2020. 68 p. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/33275\\_6780e71910d3f0d489c5f171231b65cd](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/33275_6780e71910d3f0d489c5f171231b65cd). Acesso em: 28 jan. 2021.
- CRUSIOL, L. G. T.; RIO, A. do; FARIAS, J. R. B. Caracterização microclimática da Embrapa Soja. In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA, 7., 2012, Londrina. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2012. p. 92-98. (Embrapa Soja. Documentos, 333).
- EMBRAPA. Secretaria de Gestão e Estratégia. **V Plano Diretor da Embrapa 2008-2011-2023**. Brasília, DF, 2008. 43 p.
- EMBRAPA SOJA. **IV Plano diretor da Embrapa Soja 2008-2011-2023**. Londrina, 2008. 40 p.
- 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.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 48).
- FERREIRA, R. C.; SIBALDELLI, R. N. R.; MORAIS, H.; SAAB, O. J. G. A.; FARIAS, J. R. B. Spatial variability of meteorological observations and impacts on regional estimates of soybean grain productivity. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, supl. 1, p. 2265-2278, 2017.
- IDR-PR. **Médias históricas em estações do IDR-PARANÁ**. Londrina: IDR-PR, 2021. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Dados-Meteorologicos-Historicos-e-Atuais>. Acesso em: 27 jan. 2021.
- LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja. 2005. 641 p.
- MOTA, F. S. da. **Meteorologia agrícola**. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1981. 376 p.
- NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L. F. D. **Atlas climático do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico 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, A. R.; ANGELOCCI, L. R. e SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Guaíba Agropecuária, 2002. 487 p.

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.

PETRUCCI, E.; OLIVEIRA, L. A. de. Coeficientes de assimetria e curtose nos dados de vazão média mensal da Bacia do Rio Preto-BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17.; CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1., 2017, Campinas. **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2017. p. 158-170, DOI:10.20396/sbgfa.v1i2017.1785.

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.

TECNOLOGIAS de produção de soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 15).

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

VIEIRA, S. **Bioestatística: tópicos avançados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 216 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.

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27 p. (Embrapa Soja. Documentos, 236).

**Embrapa**

---

*Soja*