

Impactos da deficiência hídrica na produtividade da soja no estado do Rio Grande do Sul, safra 2019/2020



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

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
26**

Impactos da deficiência hídrica na produtividade da
soja no estado do Rio Grande do Sul, safra 2019/2020

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

Embrapa Soja
Londrina, PR
2020

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

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

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Soja

Presidente
Alvadi Antonio Balbinot Junior

Secretário-Executivo
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, Mariangela Hungria da Cunha, Mônica Juliani Zavaglia Pereira, Norman Neumaier e Vera de Toledo Benassi

Coordenadora de Editoração
Vanessa Fuzinato Dall'Agnol

Normalização bibliográfica
Valéria de Fátima Cardoso

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Giovana de Lima e Silva

Foto da capa
Sergio Luiz Gonçalves

1ª edição
PDF Digitalizado (2020)

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

Gonçalves, Sergio Luiz

Impactos da deficiência hídrica na produtividade da soja no estado do Rio Grande do Sul, safra 2019/2020 / Sergio Luiz Gonçalves, José Renato Bouças Farias, Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli. – Londrina : Embrapa Soja, 2020.

23 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Soja, ISSN : 2178-1680 ; n. 26).

1. Soja. 2. Resistência a seca. I. Farias, José Renato Bouças. II. Sibaldelli, Rubson Natal Ribeiro. III. Título. IV. Série.

CDD: 633.34 (21. ed.)

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	11
Conclusões.....	22
Referências	23

Impactos da deficiência hídrica na produtividade da soja no estado do Rio Grande do Sul, safra 2019/2020

Sergio Luiz Gonçalves¹

José Renato Bouças Farias²

Rubson Natal Ribeiro Sibaldelli³

Resumo – O presente trabalho resume as condições edafoclimáticas durante a safra de soja 2019/2020 no estado do Rio Grande do Sul enfatizando os principais problemas climáticos ocorridos nas diferentes regiões e seus impactos sobre a produtividade da cultura. O fato mais importante é que em todo o estado ocorreu uma significativa redução nas quantidades de chuvas, que variou de 30% a 50%, conforme a região. A intensidade das chuvas foi bastante irregular e mal distribuídas, com excessos hídricos em outubro de 2019, que permitiram a implantação das lavouras de soja com boa umidade no solo. A partir de meados de novembro, com as plantas já em desenvolvimento vegetativo iniciou-se um período de estiagens generalizadas em todo estado, que, com maior ou menor intensidade, conforme a região, teve influência negativa na produtividade de grãos de soja, uma vez que as plantas foram prejudicadas nos momentos de maior necessidade hídrica, do florescimento e da formação dos grãos. A consequência direta é que nas regiões situadas mais ao norte as quedas de produtividade ficaram na média de 30% a 35% com relação àquela esperada inicialmente. As regiões situadas do centro para o sul receberam quantidades menores de chuvas e tiveram uma queda de produtividade maior, na faixa de 42% a 63%. O conhecimento das condições edafoclimáticas de cada região é importante para a definir prioridades e estratégias no uso de tecnologias de manejo e conservação de solos visando o melhor gerenciamento e menores perdas de água do solo.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.

³ Licenciado em Matemática, especialista em Estatística, Londrina, PR.

Impacts of water deficiency on soybean productivity in the state of Rio Grande do Sul, 2019/2020 growing season

Abstract – This work summarizes the edaphoclimatic conditions during the 2019/2020 soybean growing season in the state of Rio Grande do Sul, emphasizing the main climatic problems that occurred in the different regions and their impacts on crop productivity. The most important fact is that throughout the state there was a significant reduction in the amount of rainfall, which varied from 30% to 50%, depending on the region. Another important point is that rainfall distribution was quite irregular and poorly distributed, with water excesses in October 2019, which allowed the implantation of soybean crops with good soil moisture. From mid-November, with the plants already in vegetative development, a period of widespread droughts began across the state, which, with greater or lesser intensity, depending on the region, had a negative influence on soybean productivity, since the plants were harmed in times of greatest water need, flowering and grain formation. The direct consequence is that in the regions further to the north, productivity drops were on average 30% to 35% in relation to that initially expected. The regions located from the center to the south received smaller amounts of rain and had a greater fall in productivity, in the range of 42% to 63%. The knowledge of the edaphoclimatic conditions of each region is important to define priorities in the use of soil.

Introdução

O Rio Grande do Sul destaca-se como um dos principais produtores de soja do país. No entanto, na safra 2019/2020, a sua produção foi reduzida quase que pela metade, com relação ao que vinha produzindo anteriormente. A soja é cultivada no período primavera-verão, quando a condição climática possibilita o seu cultivo. No entanto, irregularidades na distribuição hídrica, com alternância de períodos muito chuvosos com períodos secos ou a ocorrência de deficiência hídrica em períodos críticos do desenvolvimento das plantas, como nos estádios fenológicos de florescimento e desenvolvimento dos grãos, podem causar importantes frustrações em termos de produtividade. Uma quantidade de água de 450 mm a 800 mm durante o seu ciclo de cultivo satisfazem as necessidades hídricas da soja (Farias et al., 2007). Isso é variável com as condições de clima, manejo, ciclo das cultivares, profundidade do perfil do solo, entre outras. Além disso, a distribuição hídrica irregular traz influências negativas com relação à produtividade. Nos estádios de florescimento até o completo enchimento dos grãos, as necessidades hídricas da soja giram ao redor de 120 mm a 300 mm, bem distribuídos (Farias et al., 2007). Destacam ainda que, tão ou mais importante que o volume de chuvas é a sua adequada distribuição ao longo das fases de crescimento das plantas.

As chuvas de outubro de 2019 e início de novembro ocorreram de forma abundante em todo o estado do Rio Grande do Sul. Isso permitiu que grande parte das lavouras de soja fossem implantadas em solos com umidade adequada. No entanto, já em meados de novembro de 2019, iniciou-se um período de estiagens e ou distribuição hídrica irregular e insuficiente, que durou até o mês de abril de 2020. A redução nas quantidades de chuvas em todo o estado foi coincidente com o período de cultivo de soja, atingindo as lavouras nos momentos mais críticos. Tal processo ocorreu com variações regionais, sendo tal variabilidade maior do que em anos anteriores. Conseqüentemente, as quedas de produtividade foram também variáveis conforme a região.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar as principais condicionantes climáticas ocorridas no Rio Grande do Sul, na safra 2019/2020, especificamente nos períodos de maior anormalidade, descrevendo os seus impactos sobre a produtividade da soja.

Material e Métodos

Foram estimados os balanços hídricos climatológicos utilizando-se a metodologia de Thornthwaite e Matter (1955), conforme Rolim et al. (1998), com o objetivo de estimar a deficiência hídrica no solo, na camada a ser explorada pelo sistema de raízes de uma cultura. O estudo foi realizado para períodos decendiais, partindo-se de dados de temperatura e chuva. Tal balanço hídrico possibilitou a visualização das entradas e saídas de água em uma localidade, num dado momento do ano. Com isso, puderam ser verificados os períodos de deficit e os de superavit hídrico ao longo do tempo, tornando-se um indicador climatológico da disponibilidade hídrica à cultura em vários locais. Isso permitiu visualizar a distribuição e as limitações hídricas ocorridas durante o período de cultivo da soja, no estado do Rio Grande do Sul, especificamente, no período compreendido entre o mês de setembro de 2019 e o mês de abril de 2020. Foram utilizados a série de dados de estações meteorológicas automáticas do INMET, obtidos em diversas regiões do Rio Grande do Sul (Tabela 1), para o período de 01 de setembro de 2019 até 30 de abril de 2020.

Tabela 1. Locais das estações meteorológicas do INMET, coordenadas geográficas e altitude e região de localização no estado do Rio Grande do Sul.

Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Região
Alegrete	-29.70	-55.52	121	Sudoeste
Bagé	-31.34	-54.01	226	Sul
Barra do Chuí	-33.74	-53.77	7	Litoral
Bento Gonçalves	-29.16	-51.53	623	Nordeste
Caçapava do Sul	-30.54	-53.46	421	Sudeste
Camaquã	-30.80	-51.84	92	Sudeste
Cambará do Sul	-29.04	-50.14	1017	Nordeste
Campo Bom	-29.67	-51.06	23	Leste
Canela	-29.36	-50.82	831	Nordeste
Canguçu	-31.40	-52.70	447	Sudeste
Capão do Leão	-31.80	-52.40	13	Sul
Dom Pedrito	-30.00	-54.61	152	Sul
Encruzilhada do Sul	-30.54	-52.52	428	Sudeste
Erechim	-27.65	-52.30	777	Norte
Frederico Westphalen	-27.39	-53.42	489	Noroeste
Ibirubá	-28.65	-53.11	455	Centro-Norte
Jaguarão	-32.53	-53.37	31	Sul
Lagoa Vermelha	-28.22	-51.51	834	Nordeste
Mostardas	-31.24	-50.90	4	Litoral
Palmeira das Missões	-27.92	-53.31	614	Noroeste
Passo Fundo	-28.22	-52.40	681	Norte
Porto Alegre	-30.05	-51.17	41	Leste
Rio Grande	-32.07	-52.16	5	Litoral
Rio Pardo	-29.72	-52.38	107	Central
Santa Maria	-29.72	-53.72	103	Central
Santa Rosa	-27.89	-54.48	273	Noroeste
Santana do Livramento	-30.84	-55.61	328	Sudoeste
Santiago	-29.19	-54.88	390	Sudoeste
Santo Augusto	-27.85	-53.79	490	Noroeste
São Borja	-28.65	-56.01	81	Oeste
São Gabriel	-30.34	-54.31	115	Sul
São José dos Ausentes	-28.74	-50.05	1229	Nordeste
São Luiz Gonzaga	-28.41	-54.96	246	Noroeste
São Vicente do Sul	-29.70	-54.69	134	Sul
Serafina Corrêa	-28.70	-51.87	545	Norte
Soledade	-28.85	-52.54	660	Centro-Norte
Teutônia	-29.45	-51.82	80	Central
Torres	-29.35	-49.73	8	Litoral
Tramandaí	-30.01	-50.13	5	Litoral
Tupanciretã	-29.08	-53.82	462	Central
Uruguaiana	-29.83	-57.08	74	Sudoeste
Vacaria	-28.51	-50.88	970	Nordeste

Fonte: INMET ([2020]).

Utilizou-se dados das normais climatológicas ocorrentes nas regiões, partindo-se de dados médios históricos de estações do INMET, especificamente de temperatura, precipitação pluviométrica e evapotranspiração potencial. Além disso, utilizou-se como informação complementar, informações da base de dados do portal Climate-data.org ([2020]), que fornece dados oriundos de um modelo climático, contemplando aproximadamente 220 milhões de pontos e estações meteorológicas espalhadas pelo mundo. Com base nesses dados foi possível a estimativa do balanço hídrico e a verificação das condições de temperaturas vigentes na safra de soja 2019/2020, para a realização de comparações com as condições consideradas históricas (normais) para cada região produtora de soja. Foram considerados aqueles períodos que englobam todo o cultivo da soja, resumidos entre setembro de um ano até abril do ano seguinte. Os dados de produção e produtividade de soja foram obtidos junto à EMATER-RS, em seu relatório de acompanhamento de safras publicado em maio de 2020 (EMATER-RS, 2020). Esse relatório sintetizou a produtividade esperada de soja no estado, por região, já considerando a redução de produtividade que estava sendo prevista no momento de colheita, em comparação com a produção regional prevista inicialmente. Neste trabalho foram consideradas as regiões definidas pela EMATER-RS, com algumas aglutinações, que resultaram em 8 regiões, onde foi possível fazer o estudo climático, utilizando dados de estações meteorológicas do INMET localizadas dentro de tais regiões. Dados de algumas estações meteorológicas foram utilizados em mais de uma região, para a melhor compreensão do todo. Ao final foram focadas a distribuição hídrica, a evapotranspiração, as temperaturas e as produtividades obtidas na safra 2019/2020, para a realização de comparações regionais. Foram utilizados também, dados do relatório de acompanhamento da safra brasileira de grãos, de maio de 2020, da Conab, que informou os estádios de desenvolvimento da soja no Rio Grande do Sul, desde o período de semeadura até a colheita (Conab, 2020). No final dos cálculos por local foi feito um balanço hídrico regional, pela síntese dos dados das estações meteorológicas existentes dentro de cada região.

Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra a espacialização de 8 regiões produtoras de soja no Rio Grande do Sul, com adaptações sobre aquela já estabelecida pela EMATER-RS (2020), considerando dados de produtividade.

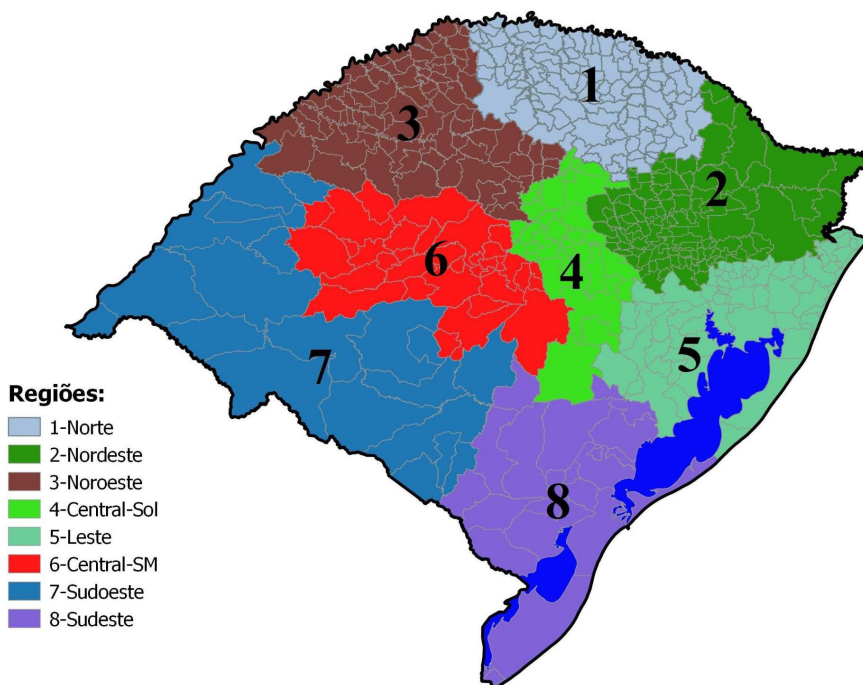


Figura 1. Regiões produtoras de soja no Rio Grande do Sul (adaptadas de EMATER-RS, 2020), utilizadas na análise climática das condições vigentes na safra 2019/2020.

Em cada região, as condições climáticas e de produtividade da soja estão descritas a seguir:

1) Região 1 (Norte, com base nas regionais de Frederico Westphalen, Erechim e Passo Fundo): para essa região foram utilizados os dados das estações meteorológicas do INMET localizadas em Erechim, Frederico Westphalen, Ibirubá, Palmeira das Missões, Passo Fundo e Santo Augusto. Entre 01 de novembro de 2019 e 30 de abril de 2020 choveu na média 566 mm, significando 35% a menos de chuvas que as médias históricas. No mesmo período, a evapotranspiração potencial foi de 619 mm, sendo que a eva-

potranspiração potencial histórica para o mesmo período, ficou na média de 822 mm, significando uma redução de 25%. No geral, a produtividade inicial esperada de soja na região era de aproximadamente 3750 kg/ha, porém a obtida foi de 2458 kg/ha, significando uma queda média de 34,66%. A Figura 2 mostra que a evapotranspiração (EP) foi maior que a quantidade de chuvas (P) em diversos decêndios, especialmente nos meses de dezembro de 2019, fevereiro e março de 2020.

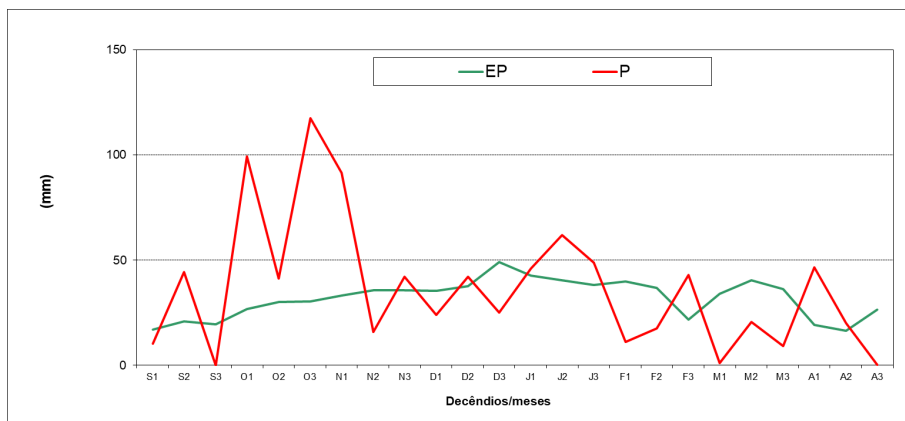


Figura 2. Síntese da oferta (Precipitação – P) e da deficiência hídrica (Evapotranspiração Potencial – EP) na Região 1 - Norte (Regiões de Frederico Westphalen, Erechim e Passo Fundo), safra 2019/2020. (Fonte: INMET; estações meteorológicas de Erechim, Frederico Westphalen, Ibirubá, Palmeira das Missões, Passo Fundo e Santo Augusto, com dados climáticos de setembro de 2019 a abril de 2020). Balanço hídrico adaptado de Rolim et al. (1998).

Essa região teve o início do cultivo em outubro, com semeadura e emergência de plântulas até meados de novembro (Conab, 2020). Desse momento em diante, começou uma alternância na distribuição hídrica, com alguns momentos de reposição e outros de deficiência. A alternância foi grande em dezembro, quando as plantas estavam, basicamente, em desenvolvimento vegetativo. Em janeiro, com o início do desenvolvimento reprodutivo, a distribuição hídrica foi um pouco melhor que em dezembro, não havendo deficiência hídrica. Porém, em fevereiro e março a deficiência hídrica foi significativa, momento em que muitas lavouras estavam já próximas da colheita, mas muitas ainda estavam nos estádios mais críticos à falta de água (formação e enchimento de grãos). Ao final da safra, foi possível contabilizar que a

distribuição irregular de chuvas e a quantidade abaixo do normal causou uma diminuição significativa na produtividade de soja esperada inicialmente.

2) Região 2 (Nordeste, com base nas regionais de Caxias do Sul e Lajeado): para essa região foram utilizados os dados das estações meteorológicas do INMET localizadas em Cambará do Sul, Canela, Bento Gonçalves, Lagoa Vermelha, Serafina Corrêa, São José dos Ausentes, Teutônia e Vacaria. Entre 01 de novembro de 2019 e 30 de abril de 2020 choveu um total médio de 559 mm, significando 31% a menos de chuvas que as médias históricas. No mesmo período, a evapotranspiração potencial foi de 535 mm, sendo que potencialmente poderia chegar a 758 mm, significando uma redução de 29%. No geral, a produtividade inicial esperada de soja na região era de 3689 kg/ha, porém a obtida foi de 2273 kg/ha, significando uma queda de aproximadamente 40%. A Figura 3 mostra que a evapotranspiração (EP) foi maior que a quantidade de chuvas (P) desde meados de novembro e todo o mês de dezembro. Em janeiro houve uma reposição hídrica significativa, porém, do início a meados de fevereiro e todo o mês de março, tal como ocorreu na região anterior, houve deficiências hídricas importantes.

Também nessa região, a instalação da cultura ocorreu em outubro e início

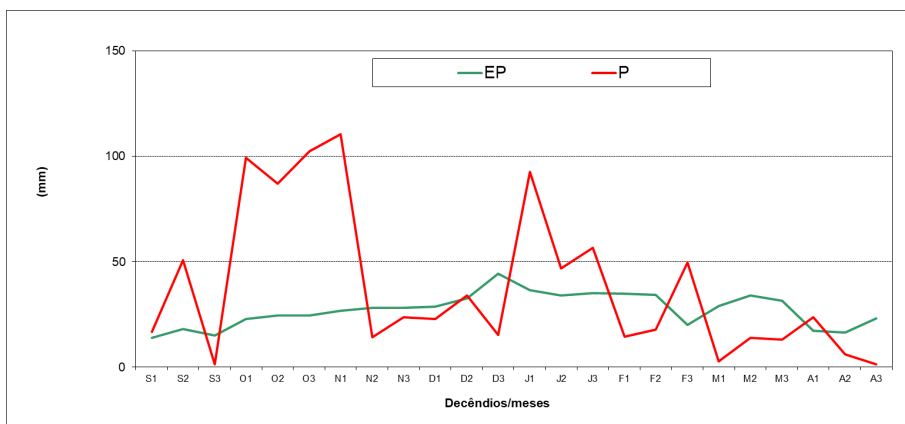


Figura 3. Síntese da oferta (Precipitação – P) e da deficiência hídrica (Evapotranspiração Potencial – EP) na Região 2 (Nordeste, com base nas regiões de Caxias do Sul e Lajeado), safra 2019/2020. (Fonte: INMET; estações meteorológicas de Cambará do Sul, Canela, Bento Gonçalves, Lagoa Vermelha, Serafina Corrêa, São José dos Ausentes, Teutônia e Vacaria, com dados meteorológicos de setembro de 2019 a abril de 2020. Balanço hídrico adaptado de Rolim et al. (1998).

de novembro, com semeadura e emergência de plântulas até meados de novembro (Conab, 2020). Da mesma forma que na região anterior, ocorreu uma variabilidade na distribuição hídrica, com alguns momentos de reposição e outros de deficiência, sendo que, em comparação com a região anterior, tal deficiência foi ligeiramente mais longa em meados e final de novembro e dezembro, quando as plantas estavam em desenvolvimento vegetativo. No campo, em dezembro e janeiro, as plantas estavam ainda nos estádios de desenvolvimento vegetativo e passando para o período reprodutivo. Em janeiro o volume da precipitação pluviométrica foi regular e atendeu o consumo das plantas, não havendo deficit hídrico. E tal como na região anterior, em fevereiro e março a deficiência hídrica foi significativa, prejudicando muitas lavouras que estavam nos estádios de desenvolvimento dos grãos (formação e enchimento). Ao final da safra, foi verificada uma significativa queda de rendimento da soja, em torno de 5% maior que na Região 1.

3) Região 3 (Noroeste, com base nas regionais de Ijuí e Santa Rosa): para essa região foram utilizados os dados das estações meteorológicas do INMET localizadas em Ibirubá, Palmeira das Missões, Santo Augusto, São Borja, São Luiz Gonzaga e Santa Rosa. Nessa região, como nas demais, houve uma alternância de períodos de deficiência hídrica com outros de reposição hídrica. Foram identificados períodos de deficiência hídrica importantes em todo o mês de dezembro e início de janeiro (Figura 4). De meados de janeiro até o final de fevereiro ocorreram períodos de reposição hídrica, tendo havido um decêndio com deficiência hídrica muito severa, no início de fevereiro. O mês de março, como nas regiões anteriores, também foi bastante seco, com reflexos negativos na produtividade esperada inicialmente.

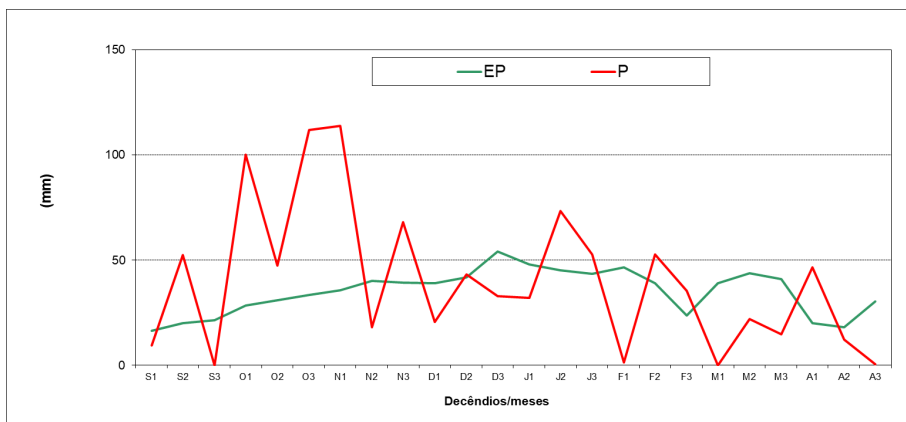


Figura 4. Síntese da oferta (Precipitação – P) e da deficiência hídrica (Evapotranspiração Potencial – EP) na Região 3 (Noroeste, com base nas regiões de Ijuí e Santa Rosa), safra 2019/2020. (Fonte: INMET; estações meteorológicas de Ibirubá, Palmeira das Missões, Santo Augusto, São Borja, São Luiz Gonzaga e Santa Rosa, com dados de setembro de 2019 a abril de 2020). Balanço hídrico adaptado de Rolim et al. (1998).

Entre novembro de 2019 e abril de 2020 choveu um total médio de 640 mm, significando 30% a menos do volume de chuvas esperado inicialmente. No mesmo período, a evapotranspiração potencial foi de 688 mm, quando o normal seria de 946 mm, significando uma redução de 27%. No geral, a produtividade inicial esperada de soja na região era de aproximadamente 3535 kg/ha, porém a produtividade realmente obtida foi de apenas 1960 kg/ha, significando uma queda média de aproximadamente 44%. A Figura 4 mostra que a evapotranspiração (EP) foi maior que a quantidade de chuvas (P), ocorrendo deficits de grande intensidade em momentos críticos ao desenvolvimento dos grãos.

4) Região 4 (Central, com base na região de Soledade): para essa região foram utilizados os dados das estações meteorológicas do INMET localizadas em Encruzilhada do Sul, Passo Fundo, Rio Pardo, Soledade e Teutônia. Entre 01 de novembro de 2019 e 30 de abril de 2020 choveu um total médio de 452 mm, significando 45% a menos de chuvas que as médias históricas. No mesmo período, a evapotranspiração foi de 634 mm, 21% a menos que o normal, que potencialmente seria de aproximadamente 803 mm. No geral, a produtividade inicial esperada de soja na região era de 3361 kg/ha, porém a produtividade real obtida foi de apenas 1235 kg/ha, significando uma queda média de aproximadamente 63%, que acabou sendo a maior queda de produtividade verificada no estado.

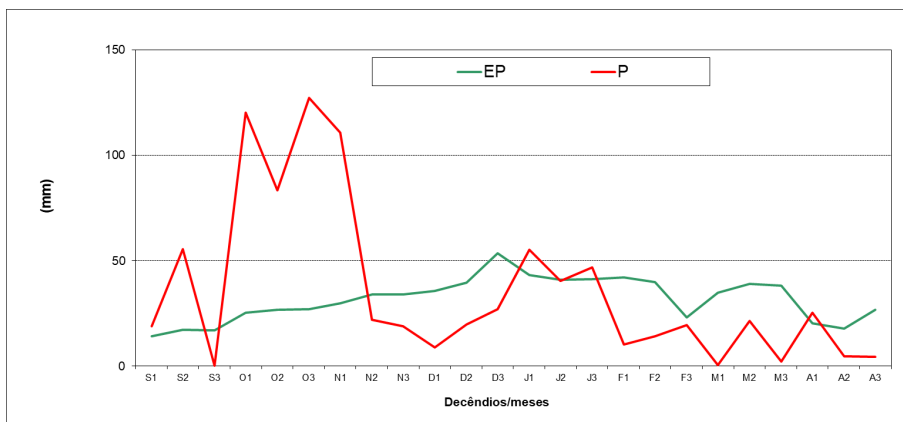


Figura 5. Síntese da oferta (Precipitação - P) e da deficiência hídrica (Evapotranspiração Potencial - EP) na Região 4 (Central baseada em Soledade), safra 2019/2020. (Fonte: INMET; estações meteorológicas de Encruzilhada do Sul, Passo Fundo, Rio Pardo, Soledade e Teutônia, com dados de setembro de 2019 a abril de 2020). Balanço hídrico adaptado de Rolim et al. (1998).

A Figura 5 mostra que a evapotranspiração (EP) foi maior que a quantidade de chuvas (P), desde meados de novembro até abril, com exceções, porém pequenas e insuficientes, no mês de janeiro. Pode-se dizer então que as lavouras de soja, nessa região, após a emergência das plântulas no campo, ficaram quase que na totalidade do período em deficiência hídrica no solo. As consequências puderam ser verificadas na grande queda de produtividade da cultura ocorrida ao final da estação de cultivo.

5) Região 5 (Leste, com base na região de Porto Alegre): para essa região foram utilizados os dados das estações meteorológicas localizadas em Campo Bom, Camaquã, Mostardas, Porto Alegre, Teutônia, Torres e Tramandaí. Entre novembro de 2019 e 30 de abril de 2020 choveu um total 497 mm, significando 30% a menos de chuvas que as médias históricas. No mesmo período, a evapotranspiração potencial foi de 668 mm, sendo que potencialmente deveria ser de 895 mm, significando uma redução de 25%. No geral, a produtividade inicial esperada de soja na região seria de aproximadamente 2718 kg/ha, porém a obtida foi de apenas 1467 kg/ha, significando uma queda média de aproximadamente 46%. A Figura 6 mostra que a evapotranspiração potencial (EP) foi maior que a quantidade de chuvas (P), desde o estágio de desenvolvimento vegetativo da soja até os momentos mais críticos à falta d'água, (florescimento, formação e enchimento de grãos), entre meados de novembro de 2019 até abril de 2020. Esse cenário ajuda a explicar a expressiva queda de produtividade de grãos verificada na região.

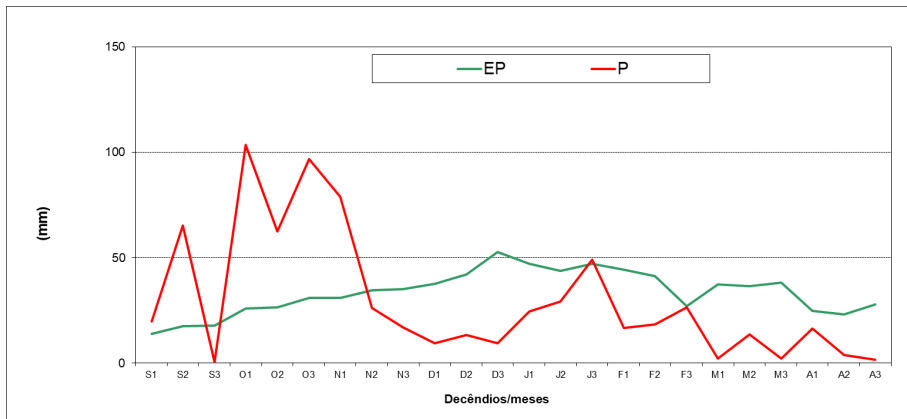


Figura 6. Síntese da oferta (Precipitação – P) e da deficiência hídrica (Evapotranspiração Potencial – EP) na Região 5 (Região Porto Alegre), safra 2019/2020. (Fonte: INMET; estações meteorológicas de Campo Bom, Camaquã, Mostardas, Porto Alegre, Teutônia, Torres e Tramandaí, com dados de setembro de 2019 a abril de 2020). Balanço hídrico adaptado de Rolim et al. (1998).

6) Região 6 (Central, com base na região de Santa Maria): para essa região foram utilizados dados das estações meteorológicas do INMET localizadas em Encruzilhada do Sul, Rio Pardo, Santa Maria, Santiago, São Vicente do Sul e Tupanciretã. Nessa região, houve uma longa estiagem com grande deficiência hídrica nos solos, praticamente durante todo o período de cultivo da soja, semelhante ao verificado na região Leste do estado. Apenas no primeiro decêndio de janeiro houve alguma reposição hídrica importante, mas que foi insuficiente para amenizar o quadro de falta de água que atingiu toda a região, prejudicando muitas lavouras nos estádios mais críticos de necessidade hídrica. Entre novembro de 2019 e abril de 2020 choveu uma média de 497 mm, significando 40% a menos das chuvas esperadas inicialmente. No mesmo período, a evapotranspiração foi de 688 mm, quando o normal deveria ser de 903 mm, significando uma redução de 26%. No geral, a produtividade inicial esperada de soja na região era de aproximadamente 3251 kg/ha, porém a produtividade realmente obtida foi de apenas 1538 kg/ha, significando uma queda média de aproximadamente 53%.

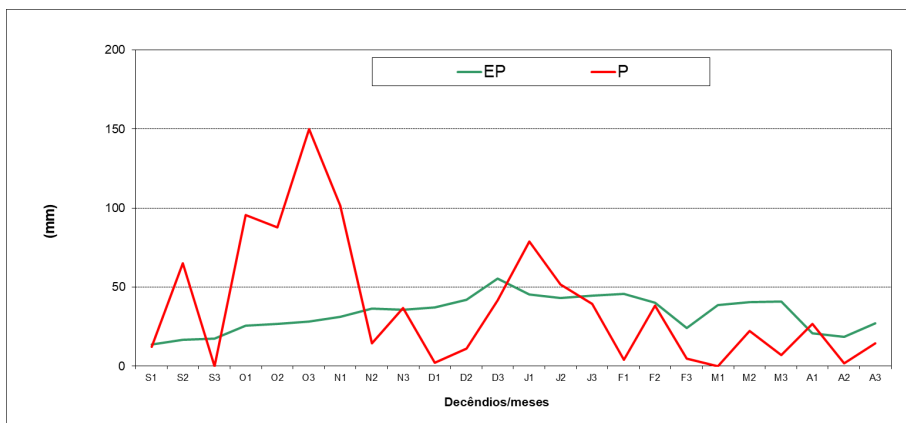


Figura 7. Síntese da oferta (Precipitação – P) e da deficiência hídrica (Evapotranspiração Potencial – EP) na Região 6 (Central baseada em Santa Maria), safra 2019/2020. (Fonte: INMET; estações meteorológicas de Encruzilhada do Sul, Rio Pardo, Santa Maria, Santiago, São Vicente do Sul e Tupanciretã, com dados de setembro de 2019 a abril de 2020). Balanço hídrico adaptado de Rolim et al. (1998).

A Figura 7 mostra que a evapotranspiração (EP) foi maior que a quantidade de chuvas (P) durante todo o período de cultivo da soja, com exceção do início de janeiro. Fevereiro, março e abril, no entanto, foi um período extremamente seco fazendo da região uma das mais atingidas pela seca no estado do Rio Grande do Sul na safra 2019/2020.

7) Região 7 (Sudoeste, com base na região de Bagé): para essa região foram utilizados os dados das estações meteorológicas do INMET localizadas em Alegrete, Bagé, Dom Pedrito, Santana do Livramento, São Borja, São Gabriel e Uruguaiana. Entre 01 de novembro de 2019 e 30 de abril de 2020 choveu 458 mm, significando 42% a menos de chuvas que as médias históricas. A evapotranspiração potencial foi de 684 mm, sendo que historicamente poderia chegar a 931 mm, significando uma redução de 27%. No geral, a produtividade inicial esperada de soja na região seria de aproximadamente 2605 kg/ha, porém foram obtidos apenas 1205 kg/ha. A Figura 8 mostra que a evapotranspiração (EP) foi maior que a quantidade de chuvas (P) durante praticamente todo o período de cultivo da soja na região.

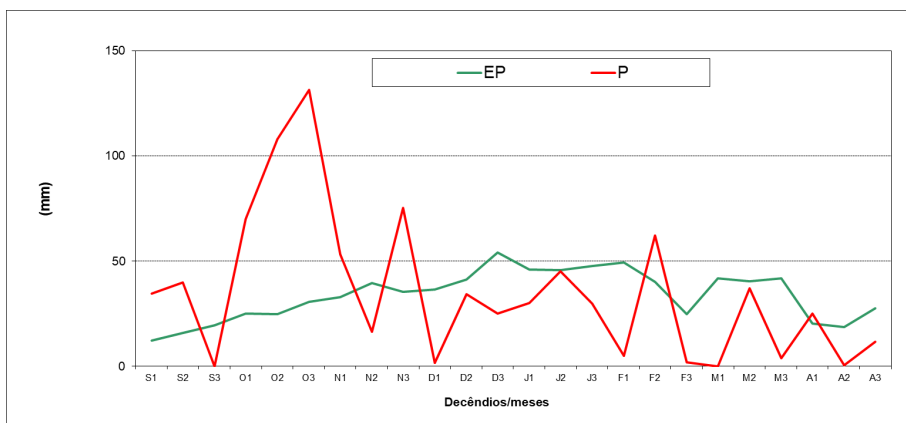


Figura 8. Síntese da oferta (Precipitação – P) e da deficiência hídrica (Evapotranspiração Potencial – EP) na Região 7 (Sudoeste, com base na região de Bagé), safra 2019/2020. (Fonte: INMET; estações meteorológicas de Alegrete, Bagé, Dom Pedrito, Santana do Livramento, São Borja, São Gabriel e Uruguaiana, com dados meteorológicos de setembro de 2019 a abril de 2020. Balanço hídrico adaptado de Rolim et al. (1998).

Também nessa região, o início do cultivo foi em outubro e início de novembro, com semeadura e emergência de plântulas até meados de novembro (Conab, 2020). Nessa região, diferentemente do que aconteceu em algumas outras regiões, como por exemplo as do norte do estado, não ocorreu uma alternância na distribuição hídrica. A estiagem ocorrida atingiu as lavouras de soja em praticamente todo o ciclo de cultivo, com uma pequena exceção em meados de fevereiro. Como nas demais regiões muitas lavouras foram prejudicadas nos estádios mais críticos do desenvolvimento da cultura, o que refletiu numa redução de produtividade de 54% em relação à esperada inicialmente.

8) Região 8 (Sudeste, com base na região de Pelotas): para essa região foram utilizados os dados das estações meteorológicas do INMET localiza-

das em Barra do Chuí, Canguçu, Capão-do-Leão, Jaguarão e Rio Grande. Nessa região, como naquelas situadas mais ao sul do estado, houve um longo período de estiagem, após a implantação e durante o desenvolvimento inicial das lavouras. Os momentos mais críticos, como o florescimento e o desenvolvimento de grãos foram os mais prejudicados pela deficiência hídrica, resultando numa queda expressiva de produtividade. Foram identificados períodos de deficiência hídrica significativos entre o final de novembro e o mês de março, com reposições hídricas mínimas e insuficientes em meados de dezembro e meados de fevereiro. Isso está destacado na Figura 9, mostrando os períodos em que a evapotranspiração (EP) foi superior à distribuição de chuvas (P).

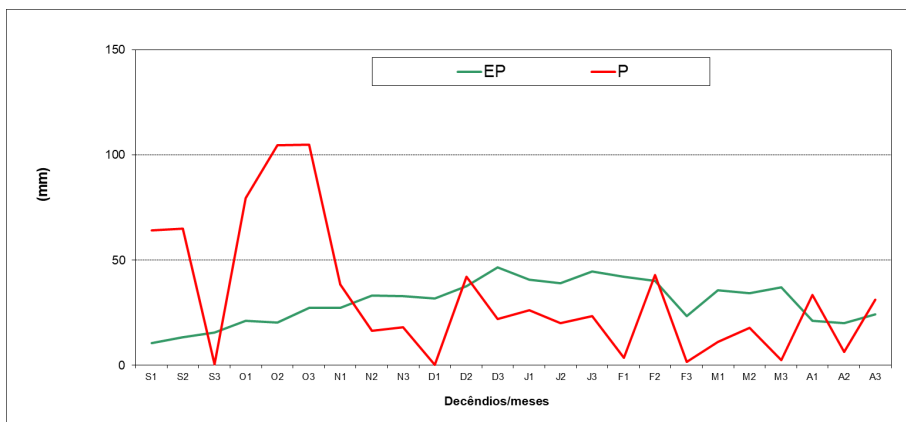


Figura 9. Síntese da oferta (Precipitação – P) e da deficiência hídrica (Evapotranspiração Potencial – EP) na Região 8 (Sudeste, com base na região de Pelotas), safra 2019/2020. (Fonte: INMET; estações meteorológicas de Barra do Chuí, Canguçu, Capão-do-Leão, Jaguarão e Rio Grande, com dados de setembro de 2019 a abril de 2020). Balanço hídrico adaptado de Rolim et al. (1998).

Em síntese, os dados da região indicam que entre novembro de 2019 e abril de 2020 choveu uma média de 357 mm, representando apenas 50% das chuvas esperadas inicialmente e ainda com um volume muito mal distribuído. No mesmo período, a evapotranspiração foi de 612 mm, quando poderia ser de 826 mm, significando uma redução de 26%. No geral, a produtividade inicial esperada de soja, que era de aproximadamente 2132 kg/ha, caiu para apenas 1246 kg/ha, significando uma queda média de aproximadamente 42%. Em abril de 2020 choveu uma média de 357 mm, representando apenas 50% das chuvas esperadas inicialmente e ainda com um volume muito mal distribuído. No mesmo período, a evapotranspiração foi de 612 mm, quando poderia ser de 826 mm, significando uma redução de 26%. No geral, a produtividade inicial esperada de soja, que era de aproximadamente 2132 kg/ha, caiu para apenas 1246 kg/ha, significando uma queda média de aproximadamente 42%.

Este trabalho procura elucidar o que efetivamente ocorreu no Rio Grande do Sul, na safra de soja, 2019/2020. O foco foi basicamente a distribuição hídrica, as condições de temperatura e as suas consequências sobre a produtividade da soja. Apesar de ser um trabalho com foco regional, teve uma ênfase climatológica, sendo que não foram levados em conta outras variáveis importantes envolvidas no sistema produtivo, como por exemplo a fertilidade dos solos, as boas práticas agrícolas de sustentabilidade e os diferentes níveis tecnológicos utilizados pelos produtores. Houve também, uma limitação de séries históricas de dados meteorológicos, principalmente para dados de chuva e de evapotranspiração potencial. Os dados apenas do período da safra 2019/2020 foram mais fartos, uma vez que o número de locais com disponibilidades de dados foi maior do que os de locais com séries históricas completas. A complementariedade com dados em modelos remotos, possibilitou uma análise aceitável para a realização de comparações entre o que ocorreu na última safra e as condições normais históricas. Foi possível fazer balanços hídricos climatológicos para diversos locais, sendo que as condições regionais foram obtidas pela junção e sínteses da distribuição hídrica e temperaturas dentro de cada região, havendo por vezes a necessidade da utilização dos dados de algumas estações meteorológicas auxiliares, localizadas mesmo fora da região em estudo. No entanto, mesmo com as limitações impostas pela ausência de dados em alguns pontos, foi possível verificar a significativa redução de distribuição hídrica nas diferentes regiões do estado. O período utilizado do banco de dados foi de setembro a abril. Porém, o foco do estudo, como já foi especificado, foi o de novembro de 2019 a abril de 2020, período esse coincidente com a redução de chuvas verificada no estado e os estádios mais críticos da cultura da soja no campo. A Tabela 2 sintetiza, de modo geral, as porcentagens de redução de chuvas em relação às normais, os períodos mais críticos dentro das regiões e as respectivas quedas de produtividade ocorridas na cultura.

Tabela 2. Síntese das condições climáticas e das reduções de produtividade nas regiões produtoras de soja do estado do Rio Grande do Sul, na safra 2019/2020.

Região	Redução de chuvas de 01/nov. a 30/abr.	Período mais crítico	Altitude média ¹	Redução da produtividade ²
	(%)	-	(m)	(%)
Reg. 1 (Norte)	35	fev.- mar.	584	35
Reg. 2 (Nordeste)	31	fev.- abr.	766	40
Reg. 3 (Noroeste)	30	dez. e mar.	360	44
Reg. 4 (Central-Sol)	45	nov. a abr.	391	63
Reg. 5 (Leste)	30	nov. a abr.	31	46
Reg. 6 (Central-SM)	40	nov-dez. e fev. a abr.	271	53
Reg. 7 (Sudoeste)	42	dez. a fev e mar. a abr.	157	54
Reg. 8 (Sudeste)	50	nov. a mar.	101	42

1. Altitude média das estações meteorológicas consideradas em cada região.

2. Redução de produtividade com relação à produtividade esperada inicialmente (EMATER-RS, 2020).

A Tabela 2 mostra que a diminuição do volume de chuvas trouxe a grave consequência de, diferentemente do que vinha acontecendo em safras anteriores, a produtividade da soja cair quase que pela metade. Para este trabalho, os dados das normais climatológicas foram mais restritos em termos de locais. Mesmo assim, foi possível usar dados de pelo menos três estações meteorológicas por região, enquanto que os dados da safra 2019/2020 estiveram disponíveis para um número maior de estações meteorológicas dentro das regiões estudadas. Isto pode ter gerado alguma distorção na interpretação final das análises, porém sem maior gravidade para o objetivo de fazer comparações dos anos normais com o da safra 2019/2020, tipicamente anormal. Nessa análise pode-se destacar três importantes pontos. O primeiro deles é que, em comparação com as normais climatológicas, houve uma redução nas quantidades de chuva em torno de 30% a 50% em todo o estado. O segundo ponto e agravante da situação foi a irregularidade na distribuição hídrica. Pelas Figuras de 2 a 9, ficou claro que, em praticamente todo o estado, houve um excesso hídrico no mês de outubro e início de novembro. Isso garantiu boas condições hídricas para a implantação e o estabelecimento das lavouras de soja. Após isso, no entanto, iniciou-se um período de estiagens generalizadas. O mês de dezembro foi seco, com significativa deficiência hídrica nos solos. No mês de janeiro, principalmente as regiões do norte do estado receberam alguma reposição hídrica, que ao final do ciclo contribuíram para que a queda de produtividade da soja fosse menor. Foi o caso das regiões norte e nordeste (Figuras 2 e 3). Nessas regiões a redução das chuvas ficou entre 30% e 35%. No período de fevereiro a abril, ocorreram estiagens alternadas com reposições hídricas, sendo que a maior gravidade ocorreu em março. Na região Central - Santa Maria, houve alguma reposição

hídrica também em janeiro, porém, no período restante, de fevereiro a abril os solos ficaram praticamente em deficiência hídrica o tempo todo, momento em que as plantas estavam em florescimento e formação de grãos. O resultado foi que as perdas foram muito significativas. Na região Central - Soledade, a situação foi pior, não havendo nem uma pequena reposição hídrica em janeiro, ficando o solo em deficiência hídrica até abril. Em consequência, as perdas foram maiores do que na região anterior. De modo geral, nas regiões ao Centro e ao Sul, a situação foi mais adversa que nas regiões mais ao norte, uma vez que a redução de chuvas foi maior, sendo estimadas entre 40% a 50%. Finalmente, podemos destacar o terceiro ponto importante, que foi a significativa queda de produtividade estadual, de 35% a 63%, com relação à produtividade esperada.

Conclusões

Apesar da existência de vários fatores que influenciam diretamente a produtividade das lavouras, a imprevisibilidade das condições climáticas, principalmente as chuvas e a inexistência de tecnologias viáveis para amenizar seus impactos, têm efeitos diretos e significativos nos componentes de produção e, conseqüentemente, na economia de toda a região. As reduções de chuva ocorridas, ao redor de 30% a 50%, mostraram uma correlação quase que direta com as quedas de produtividade de grãos, na ordem de 35% a 63%. No Paraná, na safra de soja de 2018/2019, também aconteceu de, em várias regiões, ocorrer diminuições de chuvas durante a estação de cultivo da soja em torno de 20% a 30%, causando quedas de rendimento de até 37% na região mais prejudicada, em comparação com a safra anterior (Gonçalves, 2019). No entanto, na safra 2018/2019, no Paraná, as restrições hídricas ocorridas foram menores que as do Rio Grande do Sul em 2019/2020, sendo que ao final, a produção paranaense caiu em aproximadamente 15% em relação à safra anterior. No Rio Grande do Sul, nesta safra de 2019/2020, as restrições hídricas foram maiores e significativas em todo o estado, além de as chuvas que ocorreram terem sido mal distribuídas. E num comparativo com a safra 2018/2019 a redução média de produção de soja no Rio Grande do Sul foi de 42,2% (EMATER-RS, 2020). Ou seja, deixaram de ser colhidos no Rio Grande do Sul, na safra 2019/2020, aproximadamente 7,8 milhões de toneladas a menos que a safra 2018/2019 (EMATER-RS, 2020). Outros fatores de produção também podem ter contribuído para o resultado final obtido, visto que a fertilidade dos solos, as tecnologias de manejo de solos e outras boas práticas agrícolas como controle de pragas, doenças e ervas daninhas também ajudam a explicar as diferenças regionais observadas na produtividade da soja, nessa safra 2019/2020. Portanto, o monitoramento e o conhecimento das condições edafoclimáticas de cada região são importantes

para definir prioridades no uso de tecnologias de manejo e preservação de solos, visando um melhor gerenciamento e a redução dos riscos de perdas da água disponível nos solos.

Referências

CLIMATE-DATA.ORG. **Base de dados climáticos para o estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-sul-187/>. Acesso em: 10 out. 2020.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**: grãos, v. 7, safra 2019/20, n. 8 - oitavo levantamento, maio 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/grãos>. Acesso em: 6 jun. 2020.

EMATER-RS. **Safra de verão 2019-2020**: avaliação de produtividade e produção, maio 2020. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/info-agro/accompanhamento_safra.php. Acesso em: 11 set. 2020.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 48).

GONÇALVES, S. L. **Impactos da deficiência hídrica e de altas temperaturas na produtividade da soja no estado do Paraná, safra 2018/2019**. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 23 p. (Embrapa Soja. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 22).

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 10 out. 2020.

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

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

Embrapa

Soja