

Circular

06

Divulgação Técnica

2020 | ISSN 2675-1348

Análise da estiagem na safra 2019/2020 e impactos na agropecuária do Rio Grande do Sul

Loana Silveira Cardoso
Amanda Heemann Junges
Ivonete Fátima Tazzo
Flávio Varone
Adriana Kroef Tarouco
Andréia Mara Rotta de Oliveira
Carolina Bremm



Departamento de Diagnóstico
e Pesquisa Agropecuária



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA
AGROPECUÁRIA**

CIRCULAR: divulgação técnica

**ANÁLISE DA ESTIAGEM NA SAFRA 2019/2020 E
IMPACTOS NA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO
SUL**

Loana Silveira Cardoso
Amanda Heemann Junges
Ivonete Fátima Tazzo
Flávio Varone
Adriana Kroef Tarouco
Andréia Mara Rotta de Oliveira
Carolina Bremm

Porto Alegre, RS
2020

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Eduardo Figueiredo Cavalheiro Leite.

Secretário da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural: Luis Antonio Franciscatto Covatti.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Lia Rosane Rodrigues; Loana Silveira Cardoso; Bruno Brito Lisboa; Larissa Bueno Ambrosini; Marioni Dornelles da Silva; Rovaina Laureano Doyle.

Arte: Rodrigo Nolte Martins

Foto capa: Fernando Kluwe Dias

Catálogo e normalização: Marioni Dornelles da Silva CRB-10/1978

C578a CIRCULAR: divulgação técnica. Análise da estiagem na safra 2019/2020 e impactos na agropecuária do Rio Grande do Sul / Loana Silveira Cardoso... [et al.] – Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2020.

57 p.; il.

Irregular

Continuação de: Circular Técnica – n.1 (1995) – n. 31 (2016)

1. Clima. 2. Estiagem. 3. Precipitação pluvial. 4. Culturas agrícolas. 5. Produção agropecuária. I. Cardoso, Loana Silveira. II. Título.

CDU 551.58 (816.5)

REFERÊNCIA

CARDOSO, Loana Silveira *et al.* **Análise da estiagem na safra 2019/2020 e impactos na agropecuária do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2020. 57 p. (Circular: divulgação técnica, n. 6).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DO PERÍODO: NOVEMBRO DE 2019 A MARÇO DE 2020.	11
2.1 Precipitação pluvial	11
2.2 Temperatura do ar.....	19
3. EFEITOS DA ESTIAGEM 2019/2020 NA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	21
3.1 Rendimento de grãos de milho e soja	21
3.2 Fitossanidade das culturas de primavera-verão.....	25
3.3 Pastagens.....	29
3.4 Bovinocultura de leite e de corte.....	31
4. Estiagens no Estado do Rio Grande do Sul: uma análise comparativa das safras 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020	34
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS	50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Precipitação pluvial mensal de novembro de 2019 a março de 2020 (A, D, G, J e M); anomalia de precipitação em relação a normal 1981/2010 (B, E, H, K e N) e precipitação pluvial decendial (C, F, I, L e O) no Rio Grande do Sul.15
- Figura 2.** Precipitação pluvial acumulada (A) e anomalia (B) em relação a normal (1981-2010) do período de novembro 2019 a março de 2020 no Rio Grande do Sul.18
- Figura 3.** Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.22
- Figura 4.** Rendimentos de grãos de soja e milho nas safras 2003 a 2020 no Estado do Rio Grande do Sul.23
- Figura 5.** Campo nativo manejado sob baixa, média e alta oferta de forragem30
- Figura 6.** Precipitação pluvial acumulada (A) e anomalia (B) em relação a normal (1981-2010) do período de novembro 2004 a março de 2005 no Rio Grande do Sul.37
- Figura 7.** Precipitação pluvial acumulada (A) e anomalia (B) em relação a normal (1981-2010) do período de novembro 2011 a março de 2012 no Rio Grande do Sul.38
- Figura 8.** Desvios da Normal (1981-2010) da precipitação pluvial (mm mês⁻¹) do período de novembro a março nos anos de 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020 para as estações meteorológicas de Pelotas, Bagé, Encruzilhada do Sul, São Borja, Uruguaiana, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.41

Figura 9. Desvios da temperatura máxima média mensal (°C) nos anos de 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020 em relação a normal 1981-2010, do período de novembro a março para as estações meteorológicas de Pelotas, Bagé, Encruzilhada do Sul, São Borja, Uruguaiana, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.44

Figura 10. Rendimentos de grãos de soja nas safras 2003 a 2020 para os municípios de Pelotas, Bagé, Encruzilhada do Sul, São Borja, Uruguaiana, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.45

Figura 11. Rendimentos de grãos de milho nas safras 2003 a 2020 para os municípios de Pelotas, Bagé, São Borja, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Precipitação pluvial acumulada no trimestre dezembro/janeiro/fevereiro (mm) da normal climatológica (1981-2010) e nas safras 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020 para as estações meteorológicas de Pelotas, Bagé, Encruzilhada do Sul, São Borja, Uruguaiana, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.....	48
---	----

CIRCULAR: divulgação técnica

ANÁLISE DA ESTIAGEM OCORRIDA NA SAFRA 2019/2020 NO RIO GRANDE DO SUL: CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E IMPACTOS NA AGROPECUÁRIA

Loana Silveira Cardoso¹, Amanda Heemann Junges², Ivonete Fátima Tazzo³, Flávio Varone⁴, Adriana Kroef Tarouco⁵,
Andréia Mara Rotta de Oliveira⁶, Carolina Bremm⁷

¹ Pesquisadora, Dra. Agrometeorologia, Engenheira Agrônoma, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Porto Alegre, RS. loana-cardoso@agricultura.rs.gov.br

² Pesquisadora, Dra. Agrometeorologia, Engenheira Agrônoma, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Veranópolis, RS. amanda-junges@agricultura.rs.gov.br

³ Pesquisadora, Dra. Agrometeorologia, Engenheira Agrônoma, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Porto Alegre, RS. ivonete-tazzo@agricultura.rs.gov.br

⁴ Pesquisador, Msc. Meteorologia, Meteorologista, Departamento de Diagnóstico Agropecuário, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Bagé, RS. flaviovarone@seapdr.rs.gov.br

⁵ Pesquisadora, Dra. Médica Veterinária, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Hulha Negra, RS. adriana-tarouco@agricultura.rs.gov.br

⁶ Pesquisadora, Dra. Fitopatologia, Bióloga, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Porto Alegre, RS. andreia-oliveira@seapdr.rs.gov.br

⁷ Pesquisadora, Dra. Estatística Aplicada à Zootecnia, Zootecnista, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural, Porto Alegre, RS. carolina-bremm@seapdr.rs.gov.br

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a classificação climática de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013), existem no Rio Grande do Sul dois tipos de clima: Cfa e Cfb. A letra “C” indica clima temperado úmido (ou subtropical), sem estação seca definida (letra “f”) e com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (letra a) ou inferior a 22°C (letra b). Embora em termos climáticos (médias históricas calculadas com base em um conjunto de, no mínimo, 30 anos), as temperaturas médias anuais variam entre 14,1°C e 21°C, valores extremos de temperatura do ar também ocorrem no Estado, tanto em termos de máximas, com valores absolutos, superiores a 30°C, quanto em termos de temperaturas mínimas do ar, com registros de valores absolutos abaixo de 0°C em algumas regiões (WREGE *et al.*, 2011).

Em termos climáticos, a precipitação pluvial (chuva), cujos valores anuais variam entre 1.200 a 2.100 mm, é considerada bem distribuída nas estações do ano, ou seja, em termos percentuais, a contribuição das estações do ano para o total anual é semelhante: primavera responde por 27% do total anual, seguida do verão, com 25%, e do outono e inverno com 24% (BERLATO, 1992; RADIN *et al.*, 2017). Dessa maneira, na definição climática do Estado, considera-se que não há estação seca definida, ou seja, nenhum mês apresenta precipitação pluvial, na média climatológica, inferior a 60 mm, critério estabelecido pela classificação climática de Köppen para definição de estação seca.

Apesar de não haver estação seca definida, há, no Estado, uma grande variabilidade interanual nos volumes de precipitação pluvial (WREGE *et al.*, 2011). Sabe-se que essa variabilidade da precipitação pluvial é uma das principais

causas da variabilidade dos rendimentos de grãos, especialmente de culturas estabelecidas no período de primavera-verão no Estado, tais como feijão, milho e soja (BERGAMASCHI *et al.*, 2006; NIED *et al.*, 2005; BERLATO; FONTANA, 2003; MATZENAUER *et al.*, 2002).

Analisando a precipitação pluvial anual do Rio Grande do Sul, Berlato (1992) mostra que a frequência de anos considerados secos é maior que a de anos considerados chuvosos, na proporção de 14% e 10% respectivamente. No entanto, em algumas regiões como o Baixo Vale do Rio Uruguai e parte oeste da Campanha, a frequência média de anos secos atinge 20%. Baseado na análise de uma série histórica de 77 anos, a estiagem nos meses de janeiro e fevereiro foi considerada um fenômeno meteorológico adverso que faz parte das características climáticas do Estado (BERLATO, 1992). Segundo Maluf, Cunha e Gessinger⁸ (1981 apud MALUF; MATZENAUER; MALUF, 2011) as regiões mais suscetíveis à ocorrência de estiagens são as regiões ecoclimáticas da Campanha, Depressão Central, Baixo Vale do Uruguai e Missões.

Segundo Ávila *et al.* (1996), a probabilidade da precipitação pluvial superar a evapotranspiração potencial nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, em praticamente todo o Rio Grande do Sul, é inferior a 60%. Isso determina uma relativa alta frequência de ocorrência de deficiência hídrica nos meses de verão. O maior risco de ocorrência de deficiência hídrica se concentra no período compreendido

⁸ MALUF; CUNHA; GESSINGER, 1981, apud MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; MALUF, D. E. **Zoneamento agroclimático da mandioca no estado do Rio Grande do Sul**: uma alternativa para a produção de etanol. Porto Alegre: FEPAGRO, 2011.

entre o 2º decêndio de dezembro e o 2º decêndio de janeiro (LEIVAS; BERLATO; FONTANA, 2006).

A deficiência hídrica, quando ocorre no período crítico da cultura, está associada a perdas de rendimento e quebras de safras. Segundo Bergamaschi e Bergonci (2017), a ocorrência de déficit hídrico no período vegetativo, de modo geral, não implica, necessariamente, em redução no rendimento final, podendo os danos causados serem revertidos parcial ou totalmente se as condições do ambiente forem favoráveis no restante do ciclo. Geralmente, o déficit hídrico tem maiores impactos e causa danos irreversíveis no rendimento das culturas quando ocorre em determinados estádios de desenvolvimento, em especial no período reprodutivo, considerado crítico à definição do rendimento de grãos (BERGAMASCHI *et al.*, 2006; WAGNER *et al.*, 2013; BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

Em função do Rio Grande do Sul ter economia baseada fortemente na agropecuária, sendo um dos maiores produtores de grãos do Brasil, por exemplo, é o maior produtor de arroz, terceiro de soja e o sexto de milho (RIO GRANDE DO SUL, 2020), além de importante produtor de leite e carne, há um interesse na caracterização das condições meteorológicas que ocorrem durante a safra de primavera-verão. Caracterizar as condições meteorológicas ocorridas é fundamental para quantificar a variabilidade interanual das variáveis meteorológicas de maior impacto na definição de rendimento e produtividade; promover um maior entendimento da relação clima-planta e minimizar o risco climático associado à atividade agropecuária.

A safra de primavera-verão 2019/2020 foi caracterizada pela ocorrência de estiagem em todo Estado do Rio Grande do Sul, com impactos negativos na agropecuária.

Sendo assim, os objetivos desse trabalho foram (1) analisar as condições meteorológicas do período novembro de 2019 a março de 2020, com ênfase na precipitação pluvial e temperatura do ar, (2) relacionando-as ao rendimento e fitossanidade das principais culturas produtoras de grãos (milho e soja), bem como ao crescimento das pastagens e ao desempenho animal (bovinocultura de corte e leite) observado no período de primavera-verão e (3) promover uma análise comparativa das safras 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020, caracterizadas como de ocorrência de estiagens no Estado do Rio Grande do Sul.

2 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DO PERÍODO: NOVEMBRO DE 2019 A MARÇO DE 2020.

Esta sessão tem como objetivo descrever as condições meteorológicas ocorridas no período de novembro de 2019 a março de 2020, considerando as duas principais variáveis meteorológicas que afetam a produção agrícola, precipitação pluvial e temperatura do ar. Os dados meteorológicos foram obtidos de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria de Agricultura Pecuária e Desenvolvimento Rural (DDPA/SEAPDR).

2.1 Precipitação pluvial

As regiões Sul e Sudeste do Brasil são afetadas por sistemas sinóticos e sub-sinóticos devido a fatores de grande escala e circulações locais, tais como sistemas frontais, sistemas associados à instabilidade do jato sub-tropical,

frontogênese e ciclogênese, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e bloqueios no escoamento de grande escala (USP/IAG, 2020). O clima do Rio Grande do Sul reflete a participação de sistemas atmosféricos extratropicais (massas e frentes polares) e de intertropicais (massas tropicais e correntes perturbadas), sendo as frentes polares as responsáveis pela maior parte das precipitações no Sul do Brasil (SARTORI, 2003).

Para caracterização da situação de estiagem ocorrida no Estado do Rio Grande do Sul na primavera-verão de 2019/2020, a precipitação pluvial ocorrida no período novembro de 2019 a março de 2020 foi representada na figura 1, sendo visualizada da seguinte maneira: precipitação pluvial mensal (A, D, G, J e M); anomalia de precipitação pluvial, que expressa a diferença entre o valor mensal ocorrido e a normal climatológica 1981/2010 (B, E, H, K e N); e precipitação pluvial decendial, que representa a média da chuva ocorrida em períodos de 10 dias em várias estações meteorológicas localizadas no RS, (Pelotas, Bagé, Encruzilhada do Sul, São Borja, Uruguaiana, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis) (C, F, I, L e O).

O mês de novembro de 2019 registrou a presença de áreas de baixa pressão e frentes frias, que provocaram eventos com chuvas severas, fortes rajadas de vento e granizo em alguns municípios (JUNGES *et al.*, 2019). Os volumes de chuva variaram entre 100 mm nas áreas mais ao sul do Estado enquanto nas regiões das Missões, Planalto e parte da Serra do Nordeste os valores ficaram próximos a 200 mm (Figura 1A). Os maiores volumes foram registrados especialmente no primeiro decêndio na maioria das regiões do Estado e no terceiro decêndio, apenas para região da Fronteira Oeste (Figura 1C). Para as demais localidades,

observou-se, a partir desse segundo decêndio de novembro, uma redução dos volumes de chuva. Os valores totais mensais de precipitação pluvial ficaram próximos da média histórica (normal climatológica) em praticamente todo Estado (Figura 1B).

Em dezembro de 2019 a ocorrência de um bloqueio inibiu a propagação dos sistemas meteorológicos, resultando em baixos volumes de precipitação pluvial. O bloqueio se configurou sobre todo Estado, favorecendo o ingresso de ar quente e seco, que além de inibir a condição de ocorrência de chuvas, também proporcionou uma forte onda de calor no final do ano, com registro de temperaturas do ar acima de 40°C em alguns municípios (TAZZO *et al.*, 2019). Foram registrados em dezembro baixos volumes de chuva (entre 30 e 60 mm) em praticamente todo o RS, a exceção da Fronteira Oeste, Missões, Alto Vale do Uruguai e região do Planalto onde houve ocorrência de valores mais expressivos de chuva entre 100 e 150 mm (Figura D). Os maiores volumes registrados foram no terceiro decêndio do mês (Figura 1F). Em termos históricos o acumulado mensal de precipitação ficou abaixo da normal na maior parte do Estado (Figura 1E).

No mês de janeiro de 2020 voltaram a ser registradas chuvas na maior parte do Estado. A propagação mais frequente de frentes frias gerou áreas de instabilidade e a ocorrência de chuvas com valores comparativamente mais expressivos de precipitação pluvial na maioria das regiões do RS (JUNGES *et al.*, 2020a). A precipitação pluvial mensal ficou, na maior parte do Estado, entre 130 e 160 mm, com valores superiores a 250 mm em partes da região Central e Campos de Cima da Serra, enquanto no Extremo Sul os volumes foram muito baixos com apenas 30 mm (Figura 1G). Houve uma melhor distribuição temporal das chuvas nos

decêndios, comparativamente ao verificado nos meses anteriores (novembro e dezembro) (Figura 1I). Em comparação com a média climatológica o mês de janeiro de 2020 pode ser considerado normal na maior parte do Estado, no entanto como a distribuição espacial da chuva não foi homogênea, especialmente na porção sul do Estado, os volumes registrados ficaram abaixo da normal climática (Figura 1H).

A partir de fevereiro de 2020, o posicionamento de sistemas meteorológicos nos níveis baixos e médios da atmosfera favoreceu a intensificação da chuva nas regiões Centro-Oeste e Sudeste. Este fator, associado à ocorrência de bloqueios atmosféricos sobre o Sul do Brasil diminuíram drasticamente a entrada de umidade e, conseqüentemente, a ocorrência de chuva sobre o Rio Grande do Sul (TAZZO *et al.*, 2020). Os volumes de chuva registrados foram baixos na maioria das regiões (não ultrapassando os 50 mm). Apenas algumas localidades da Fronteira Oeste, Missões, Vale do Uruguai, Planalto e Serra do Nordeste superaram os 100 mm (Figura 1J). Na comparação com a normal climatológica os volumes de fevereiro ficaram abaixo da média em praticamente todo o Estado (Figura 1K). Entre os decêndios os volumes foram irregulares, com altos volumes ocorrendo em curtos períodos de tempo, com os maiores acumulados registrados no segundo decêndio de fevereiro (Figura 1L).

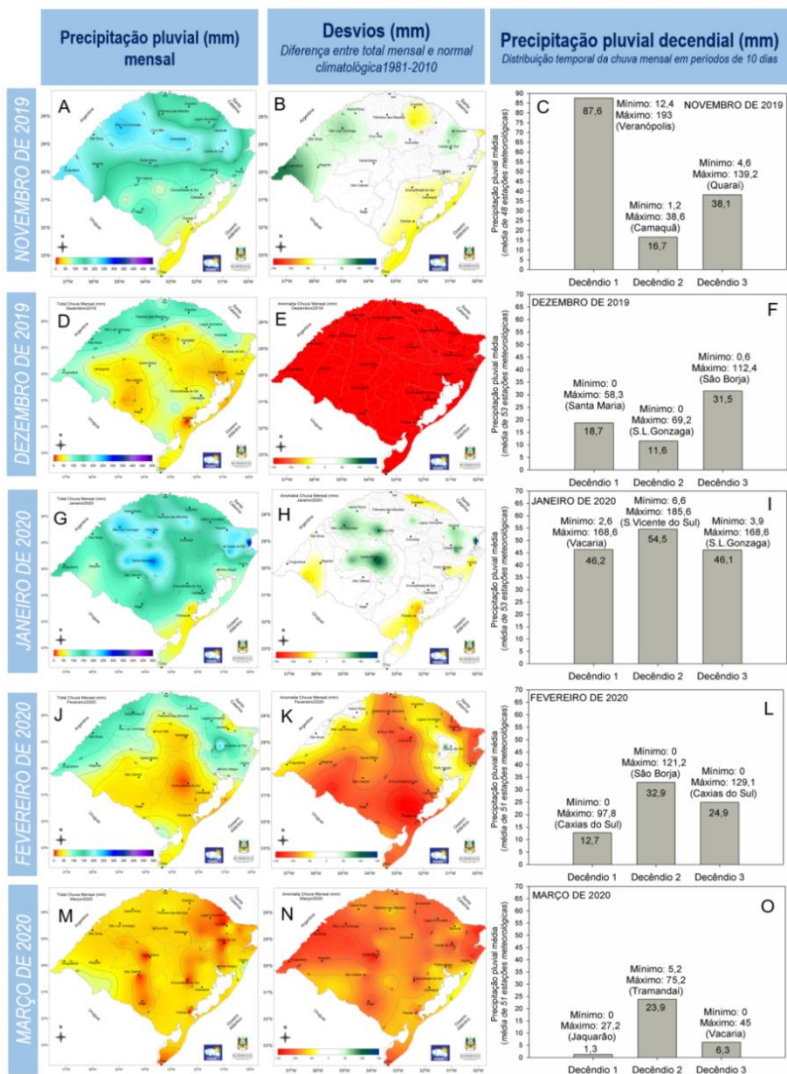


Figura 1. Precipitação pluvial mensal de novembro de 2019 a março de 2020 (A, D, G, J e M); anomalia de precipitação em relação a normal 1981/2010 (B, E, H, K e N) e precipitação pluvial decenal (C, F, I, L e O) no Rio Grande do Sul.

No mês de março ocorreram poucas mudanças no padrão predominante na atmosfera e a condição de estiagem se agravou ainda mais, com ocorrência de precipitação de baixos volumes e vários dias sem chuva significativa em todas as regiões. O padrão predominante na atmosfera impediu o ingresso de umidade para intensificação dos sistemas meteorológicos que se deslocaram sobre o Rio Grande do Sul e não houve suporte para o desenvolvimento de nuvens associadas a chuvas mais expressivas. Ocorreram apenas eventos de chuva isolados, que proporcionaram totais acumulados com valores, em alguns casos, significativos, porém, a distribuição temporal permaneceu irregular em todas as regiões do Estado (JUNGES *et al.*, 2020b). Os totais acumulados foram inferiores a 30 mm na maioria das localidades, e superaram 50 mm somente em algumas localidades da Fronteira Oeste, Missões, Litoral Norte e Campos de Cima da Serra (Figura 1M). A análise comparativa com os dados históricos mostra que o mês de março de 2020 foi extremamente seco em praticamente todo Estado (Figura 1N), com anomalias negativas de precipitação pluvial em relação à média climatológica (1981-2010). Entre os decênios os volumes foram irregulares, com altos volumes ocorrendo em curtos períodos de tempo, com os maiores acumulados registrados no segundo decênio de março (Figura 1O).

Dessa forma, a precipitação pluvial acumulada entre novembro 2019 e março de 2020 variou entre 300 e 400 mm na metade Sul do Estado e entre 500 e 550 mm na metade Norte (Figura 2A). Esses valores, quando comparados à normal climatológica (média de 30 anos: 1981-2020), mostram que ocorreram desvios negativos (ou seja, a precipitação pluvial acumulada ocorrida foi inferior à média) superiores a

300 mm nas regiões da Serra do Sudeste, Campanha e Litoral Norte, enquanto nas demais áreas variaram entre 150 e 250 mm (Figura 2B).

Os desvios negativos caracterizaram a safra 2019/2020 em termos de total acumulado no período. No entanto, sempre é importante considerar que, em algumas situações, embora o volume de chuva acumulado em caráter estacional ou mensal possa ser próximo do valor correspondente à média climatológica, isso não significa, obrigatoriamente, um suprimento ideal de água às plantas. Nessa questão é importante considerar também a distribuição temporal das chuvas: longos períodos sem precipitação pluvial, quando coincidentes com o período crítico das culturas, ocasionam perdas de rendimento, mesmo que, no total mensal, por exemplo, sejam registrados volumes de chuva ideais ou próximos à média, ou seja, quando a chuvas ocorrem é tão importante quanto o volume de chuva.

No período analisado, verifica-se que nos meses de dezembro, fevereiro e março, a precipitação pluvial foi abaixo da normal climatológica, em praticamente todo Estado do Rio Grande do Sul. Em estudos realizados na metade Sul do Estado, com dados meteorológicos da série histórica 1971-2009, Cordeiro, Berlato e Alves (2018) verificaram a ocorrência de até quatro meses com níveis críticos de disponibilidade hídrica do solo, no período de novembro a março, indicando limitações hídricas para os cultivos de primavera-verão não irrigados.

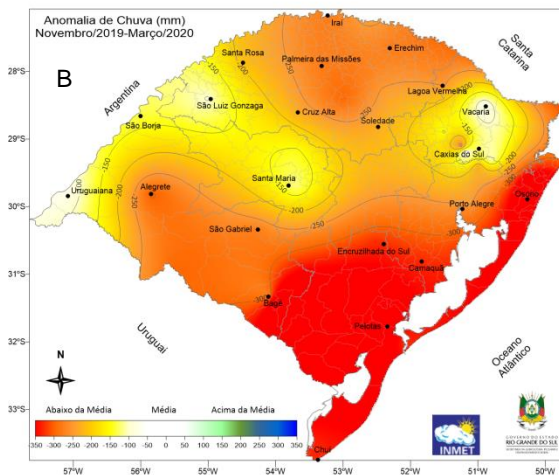
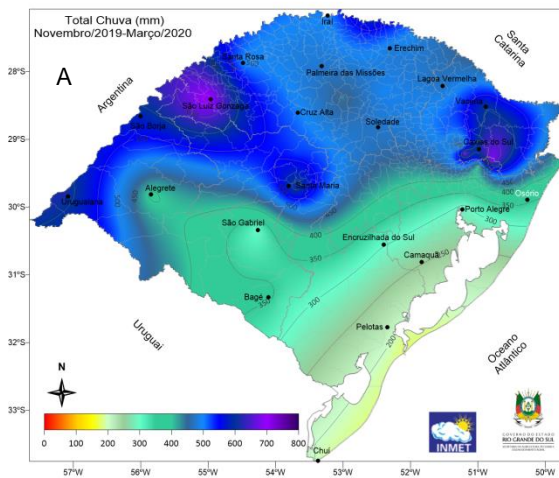


Figura 2. Precipitação pluvial acumulada (A) e anomalia (B) em relação a normal (1981-2010) do período de novembro 2019 a março de 2020 no Rio Grande do Sul.

2.2 Temperatura do ar

Em novembro de 2019 o ingresso de massas de ar quente favoreceu a ocorrência de temperaturas médias acima do padrão climático na maioria das regiões do Estado. As médias das temperaturas mínimas observadas nas estações da rede INMET/SEAPDR, oscilaram entre 12,1°C (Cambará do Sul) e 19,2°C (São Borja), enquanto as máximas apresentaram valores médios entre 22,7°C em Cambará do Sul e 30,9°C em São Luiz Gonzaga (JUNGES *et al.*, 2019).

O mês de dezembro de 2019 também se caracterizou pelas elevadas temperaturas máximas médias mensais, as quais variaram entre 23,9°C em São José dos Ausentes e 33,6°C em Campo Bom (TAZZO *et al.*, 2019).

O predomínio das massas de ar quente manteve as temperaturas médias acima do padrão climático na maior parte do Estado em janeiro de 2020. Nas temperaturas mínimas médias os valores oscilaram entre 13,7°C (São José dos Ausentes) e 21,8°C (Tramandaí), enquanto as máximas variaram entre 23,1°C (São José dos Ausentes) e 32,6°C (São Luiz Gonzaga). As temperaturas mínimas médias observadas em janeiro de 2020 foram inferiores à média histórica na Campanha, Serra do Sudeste, Planalto e Missões e superiores à média histórica nas demais regiões. As temperaturas máximas mensais apresentaram desvios positivos, acima da média histórica em áreas da Zona Sul, Litoral, Região Metropolitana, Serra do Nordeste e nos Vales do Taquari e do Rio Pardo, e inferiores à média histórica na região Norte do Estado, com desvio de -2,7°C em Frederico Westphalen (JUNGES *et al.*, 2020a).

Em fevereiro de 2020 a presença do ar seco determinou dias com amplitude térmica acentuada, com

temperaturas mais amenas durante as noites e valores elevados no período diurno. As temperaturas mínimas médias observadas nas estações da rede INMET/SEAPDR oscilaram entre 12,6°C em São José dos Ausentes e 20,7°C em Tramandaí, enquanto as máximas variaram entre 22,1°C em São José dos Ausentes e 32,5°C em Campo Bom. As mínimas mensais observadas foram inferiores à média histórica na maior parte do Estado enquanto as máximas apresentaram valores próximos à média na maioria das regiões (TAZZO *et al.*, 2020).

No mês de março de 2020 as temperaturas mínimas médias observadas nas estações da rede INMET/SEAPDR apresentaram valores entre 12,7°C em São José dos Ausentes e 21,5°C em Tramandaí, enquanto as máximas oscilaram entre 23,7°C em São José dos Ausentes e 33,6°C em São Luiz Gonzaga. Os valores das temperaturas mínimas mensais foram próximos à média climatológica na maioria das áreas do Estado, enquanto as temperaturas máximas mensais apresentaram valores excessivamente superiores à média em diversas áreas, com desvios positivos em todas as regiões e valores que oscilaram entre 0,3°C (São Borja) e 5,6°C (Teutônia) (JUNGES *et al.*, 2020b).

O aumento da temperatura do ar aumenta a demanda evapotranspirativa da atmosfera (que pode ser entendida como a “demanda da atmosfera por água”). Essa maior demanda evapotranspirativa implica em maior consumo de água pelas plantas, portanto maior retirada de água do solo pelas raízes. A ocorrência de altas temperaturas associadas à baixa disponibilidade hídrica aumentam o déficit hídrico das culturas (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

Com os dados apresentados, foi possível verificar que a safra 2019/2020 pode ser considerada de ocorrência de

estiagem no Estado, tendo em vista que tanto a precipitação pluvial, quanto as temperaturas máximas do ar registradas no período de novembro de 2019 a março de 2020 impactaram negativamente as culturas agrícolas e as pastagens estabelecidas no período, com reflexos em termos de quebras de safras e perda de desempenho animal.

3. EFEITOS DA ESTIAGEM 2019/2020 NA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

3.1 Rendimento de grãos de milho e soja

O Estado do Rio Grande do Sul é dividido em doze regiões ecoclimáticas, com padrões ecológicos e climáticos semelhantes, conforme classificação de Maluf e Caiaffo (2001) (Figura 3). Com intuito de facilitar a análise dos impactos no rendimento de grãos, foram selecionadas uma ou duas estações meteorológicas por região ecoclimática, considerando a disponibilidade de dados. A análise dos dados representa oito regiões ecoclimáticas do Estado: Pelotas (Região das Grandes Lagoas), Encruzilhada do Sul (Serra do Sudeste), São Borja (Baixo Vale do Uruguai), Bagé e Uruguaiana (Campanha), Júlio de Castilhos e Santa Maria (Depressão Central), Santa Rosa (Alto e Médio Vale do Uruguai), Passo Fundo (Planalto Médio), Vacaria e Veranópolis (Planalto Superior – Serra do Nordeste). Para esses municípios foram obtidos os dados de rendimento de milho e soja (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA/IBGE e Emater/RS-Ascar) na safra 2019/2020. A partir destes dados de rendimento de grãos foi calculada a média na série e o desvio padrão.

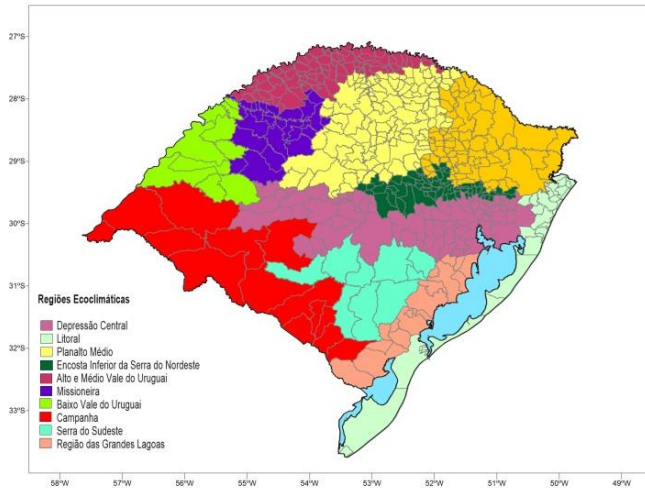


Figura 3. Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.
 Fonte: Adaptado de Maluf e Caiaffo (2001)

Na safra 2019/2020, os rendimentos médios de soja e milho no Estado do Rio Grande do Sul foram, respectivamente, de 1.793 kg ha⁻¹ e de 5.248 kg ha⁻¹ (Figura 4), valores inferiores à média da série histórica 2003-2020 estabelecida, nesse trabalho, como período de análise para fins comparativos e de quantificação da variabilidade interanual dos rendimentos de grãos. Para cultura da soja, o rendimento médio foi, inclusive, inferior ao valor correspondente à média -1 desvio padrão.

Os efeitos negativos da deficiência hídrica impactaram em uma redução de rendimento de grãos de soja na safra 2019/2020 em relação à safra anterior (2018/2019) em torno de 1.385 kg ha⁻¹ (Figura 4A) (em termos percentuais, o rendimento médio de grãos de soja do Estado em 2019/2020 correspondeu a 56% do rendimento da safra 2018/2019).

Para cultura do milho, por sua vez, o rendimento médio da safra 2019/2020 ficou muito próximo à média da série 2003-2020, embora, assim como no caso da soja, a diferença em relação à safra anterior foi elevada (cerca de 2.267 kg ha⁻¹ inferior) (Figura 4B). Em termos percentuais, o rendimento de grãos de milho em 2019/2020 correspondeu a 70% do rendimento da safra anterior.

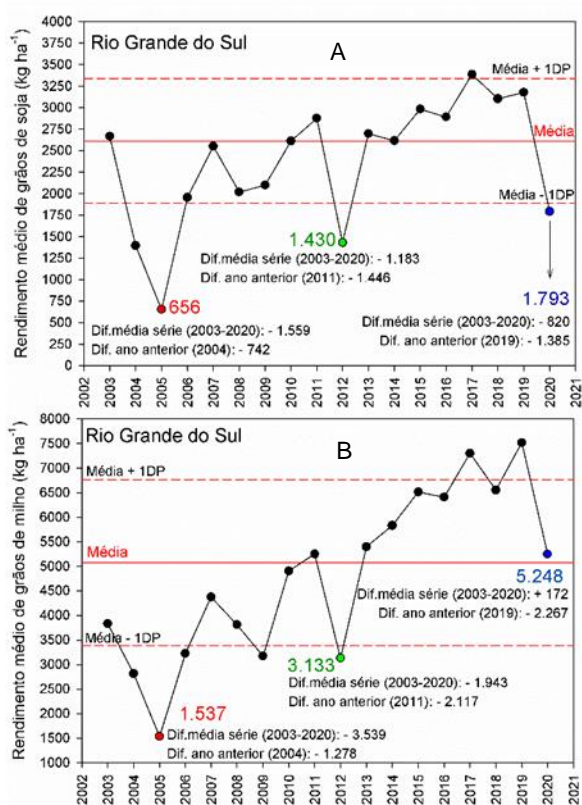


Figura 4. Rendimentos de grãos de soja (A) e milho (B) nas safras 2003 a 2020 no Estado do Rio Grande do Sul.

Bergamaschi *et al.* (2004) verificaram que o milho tem elevada sensibilidade ao déficit hídrico do florescimento ao início da formação de grãos, especialmente em uma etapa do ciclo relativamente curta compreendida pelo período pendoamento-espigamento. A alta sensibilidade da cultura em um período tão curto, associada à variabilidade espacial e temporal das chuvas no verão, faz do milho uma cultura extremamente sensível ao fator água. No entanto, mesmo em anos de estiagem, a cultura pode ter desempenho satisfatório (ou seja, os riscos podem ser minimizados) desde que haja água disponível no período crítico (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Possivelmente, em caráter estadual, o rendimento médio de grãos de milho não tenha sido tão excessivamente reduzido na safra 2019/2020, especialmente quando comparado com a soja, em função da ampla janela de semeadura (que faz com que os estádios de desenvolvimento das plantas não sejam os mesmos em todo Estado em um determinado mês/período) e pelo fato de que a ocorrência de chuvas em janeiro e, em parte do Estado, em fevereiro de 2020, possivelmente tenham amenizado perdas em algumas regiões. Apesar da janela de semeadura do milho ser ampla, a concentração da semeadura é realizada nos meses de agosto a setembro (“plantio do cedo”), na tentativa de evitar que a floração ocorra nos meses de dezembro e janeiro, períodos esses com maior risco de déficit hídrico. Também, em algumas regiões do Estado, é possível fazer dois cultivos de verão, com isso, alguns produtores tem realizado a semeadura do milho precocemente e a de soja tardiamente. Na semeadura a partir do final de outubro (“plantio do tarde”), os genótipos alcançam maiores produtividades, entretanto, os riscos com déficit hídrico são maiores.

Para cultura da soja, por sua vez, o período reprodutivo é aquele no qual a cultura demanda maiores quantidades de água. Diversos trabalhos indicaram que os maiores rendimentos de grãos de soja são obtidos com 650 a 700 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo. De acordo com Farias *et al.* (2009), a quantidade ideal de água para atender as necessidades das plantas durante o período crítico (R1 a R6) situa-se entre 120 e 300 mm. A ocorrência de déficit hídrico no período crítico é a que mais impacta na redução do rendimento final, mesmo que a quantidade de água ideal tenha sido atingida no somatório de todo ciclo (FARIAS *et al.*, 2009).

Mesmo volumes de água considerados ideais, quando mal distribuídos e, especialmente, quando não coincidentes com o período crítico também limitam a obtenção de altos rendimentos de grãos de soja. Dessa maneira, os baixos volumes de chuva registrados em fevereiro (em algumas regiões) e em março (em todo Estado) foram coincidentes com a etapa do ciclo de maior demanda hídrica da cultura (reprodutivo, R1 a R6) e, com isso, as perdas de rendimento de grãos de soja caracterizaram a safra 2019/2020 no Rio Grande do Sul.

3.2 Fitossanidade das culturas de primavera-verão

A ocorrência de pragas em plantas depende da interação simultânea entre plantas suscetíveis, presença do agente patogênico e ambiente favorável (AGRIOS, 2005). A incidência, a distribuição geográfica e a severidade de uma doença ou ataque por insetos, estão diretamente condicionadas à ação do ambiente e estes à planta hospedeira (ANGELOTTI *et al.*, 2017).

Entre os fatores relacionados ao clima (umidade, temperatura, luz e vento), a umidade e a temperatura são os mais importantes. O estresse hídrico, por exemplo, seja ele devido ao excesso ou deficiência de água, podem ter efeito direto na predisposição do hospedeiro ao ataque de fitopatógenos, mesmo que o potencial genético das cultivares para características fitossanitárias seja elevado. O mesmo pode ser observado, quando ocorrem temperaturas extremas, sejam elas altas ou baixas (BEDENDO, 1995). Entretanto é a combinação temperatura-umidade que condiciona o processo infeccioso de doenças, bem como intensidade do ataque de insetos. Neste sentido, a ocorrência da estiagem influencia na maior ou menor incidência de pragas nas culturas agrícolas.

A cultura da soja é afetada por inúmeras doenças tanto no início do estabelecimento da cultura como no final do ciclo. Em relação à safra 2019/2020, condições climáticas atípicas, interferiram no cenário de doenças na cultura da soja. Em regiões onde o plantio iniciou em outubro, a ocorrência de chuvas na fase inicial de desenvolvimento favoreceu a ocorrência de doenças de início de ciclo como a podridão radicular e tombamento de plantas causado por *Phytophthora sojae*. Em regiões de maior altitude, onde as temperaturas são mais amenas, constatou-se a ocorrência do mofo branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (DESAFIOS, 2020a). Em relação à ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, que é considerada atualmente o principal problema da cultura na fase reprodutiva, foram registrados 22 focos da doença nessa safra (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2020). Para a germinação dos esporos do fungo e a infecção foliar, geralmente requer umidade relativa entre 75% e 80% e temperaturas entre 18 a 26 °C (SIKORA *et al.*, 2014). Contudo, a quantidade de chuva abaixo da média na maioria

das regiões produtoras do estado, evitou a ocorrência de períodos prolongados de molhamento foliar, condição essencial para o progresso da doença, e impediu que ela avançasse e trouxesse problemas ainda maiores aos produtores. Por outro lado, o oídio causado pelo fungo *Microsphaera diffusa* Cke. & Pk., que é favorecido por temperaturas mais elevadas, foi registrado causando danos no norte do estado (SAFRA, 2020; DESAFIOS, 2020b). Em relação a pragas, a baixa quantidade de chuvas contribuiu para o aumento da ocorrência de tripes, especialmente *Caliothrips braziliensis*, quando comparado aos anos anteriores (DESAFIOS, 2020c).

As lavouras de milho, de um modo geral, apresentaram um bom estado fitossanitário. Doenças como a podridão de raízes e do colmo causadas por fungos como *Fusarium verticillioides*, *F. graminearum*, *Stenocarpella maydis*, *S. macrospora* e *Colletotrichum graminicola* (FONTOURA *et al.*, 2006) que são favorecidos por temperaturas entre 23 e 30° C e alta umidade, o baixo índice pluviométrico contribuiu para amenizar os danos. Embora tenha sido observada a ocorrência de manchas foliares, principalmente da mancha-branca, não houve riscos à produtividade (INFORMATIVO CONJUNTURAL, 2019). A mancha-branca é um complexo causado pela bactéria *Pantoea ananatis* e fungos como *Phaeospheria maydis*, entre outros (GONÇALVES *et al.*, 2013; MEDEIROS *et al.*, 2018). Por outro lado, foi observado o ataque intenso de pragas, principalmente da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), que em algumas regiões causou danos, mesmo em lavouras com tecnologia de resistência à lagarta (INFORMATIVO CONJUNTURAL, 2019a).

Em geral, a cultura se desenvolveu com boa sanidade de folhas, colmos e panículas, com casos pontuais de ocorrência de manchas foliares e de insetos, sem comprometer o potencial produtivo, o qual chegou a 7.581.095 toneladas, com produtividade média de 8.030 quilos por hectare. (INFORMATIVO CONJUNTURAL, 2020; INFORMATIVO CONJUNTURAL, 2020b).

A oliveira (*Olea europaea*) é uma cultura que vem se expandindo no Rio Grande do Sul nos últimos anos. Em 2019, em outubro, período de floração das cultivares, foram registrados índices pluviométricos entre 340 e 456 mm principalmente em municípios localizados na região produtora da metade sul do estado (TAZZO, *et al.*, 2019a). De acordo com WREGG (2015), chuvas em grande quantidade nesse período podem fazer com que o grão de pólen seja lavado do estigma, reduzindo a frutificação e interferindo na produção, fato que pode ter contribuído para a queda na produtividade da cultura na safra 2019/2020. Além disso, condições de alta umidade (< 70%), com a presença de água livre e temperaturas entre 17 e 25°C, como ocorreu na região, são fatores que contribuem para o aparecimento de doenças fúngicas, entre elas a antracnose causada por *Colletotrichum* spp, que interfere diretamente na qualidade do azeite (MORAL *et al.*, 2012), o olho de pavão causado por *Fusicladium oleagineum* (*synonym: Spilocaea oleaginea*) (ROUBAL, *et al.* 2013) e o emplumado, causado pelo fungo *Pseudocercospora cladosporioides* (DOMINGUES *et al.*, 2016). As doenças olho de pavão e emplumado, muitas vezes ocorrem de forma associada e ambas provocam queda acentuada das folhas, afetam os frutos e assim como a antracnose, interferem na produtividade (ÁVILA *et al.*, 2005). Contudo, a predominância do tempo seco até a fase de

colheita dessa cultura, amenizou a intensidade e a severidade dessas doenças.

3.3 Pastagens

A estiagem prolongada no Rio Grande do Sul, além de provocar grandes prejuízos na agricultura, afetou de forma negativa a pecuária do estado. A área de campo nativo no RS é de, atualmente, 7,0 milhões de hectares, constituindo a base alimentar de 12,5 milhões de bovinos e 2,8 milhões de ovinos, segundo a SEAPDR.

Na região da Campanha, onde há maior concentração de bovinos de corte e ovinos mantidos em pastagem natural, os volumes de chuva no período de novembro de 2019 a março de 2020 atingiram 56,5% da normal climatológica. Nessa região, observou-se menor crescimento do campo nativo, sendo que o período de maior crescimento do pasto ocorre na primavera-verão, por ser o campo nativo composto, principalmente, por espécies de crescimento estival. É nesse período que a seca pode afetar drasticamente a produção de forragem e, conseqüentemente, o desempenho animal, por ocasionar redução na oferta de forragem. Estudos mostram redução de até 70% no ganho de peso animal em situações de estiagem prolongada (mais que 15 dias consecutivos sem chuva), quando os animais são manejados sob baixa oferta de forragem (4% do peso vivo por dia). Por outro lado, quando os animais são manejados sob média ou alta oferta de forragem (12 - 16% do peso vivo por dia), a perda de peso em situações de estiagem pode ser reduzida para 8%. Esses dados mostram a importância de se manejar o campo nativo sob adequada oferta de forragem (de média a alta oferta,

Figura 5), pois apresentam reflexo direto no desempenho animal.



Figura 5. Campo nativo manejado sob baixa, média e alta oferta de forragem

Fonte: Carolina Bremm

O baixo crescimento do pasto, em decorrência da estiagem, reflete em redução no peso dos animais e no escore de condição corporal. Uma alternativa usada pelos pecuaristas para manter o peso dos animais é fornecer alimentação complementar, como silagem, grãos, farelos, concentrados ou rações. Tendo em vista que a suplementação alimentar considerada de menor custo, a silagem, também foi afetada pela estiagem, houve aumento significativo nos custos da produção pecuária e, conseqüentemente, no preço médio do quilo de boi para abate. Segundo a Emater/RS-Ascar, houve aumento em torno de 20% no preço do quilo vivo da vaca e boi para abate, em comparação com valores registrados no mesmo período de 2019.

Na região noroeste do RS, principal produtora de leite, os volumes de chuva no período de novembro a março atingiram 68,4% da normal climatológica. Nessa região, os animais são mantidos, em sua maioria, em pastagem cultivada anual (ex. milheto, sorgo, capim sudão) ou perene

(ex. *tifton*), que também tiveram seu crescimento afetado pela estiagem. Houve redução na condição corporal dos animais e no volume de leite produzido por vaca, reflexo da estiagem prolongada. Avaliações realizadas pela Emater/RS-Ascar estimam redução na produção de leite de 15 a 30% em relação ao mesmo período do ano, em 2019. Essa redução influenciou no aumento do preço de comercialização do leite, que atingiu 1,23 e 1,35 reais/litro em março e abril, respectivamente, segundo o Conseleite, o que representa valor 6,6% e 17,3% superior ao mesmo período de 2019.

Por fim, cabe ressaltar que os rebanhos ainda se encontram em situação de limitação de oferta de forragem em decorrência da estiagem prolongada, mesmo com as chuvas recentes. Os prognósticos são positivos quanto ao desenvolvimento das pastagens cultivadas (ex. aveia, azevém), importante fonte alimentar para a pecuária gaúcha no período de outono/inverno. Destaca-se, ainda, a importância do manejo do pasto para a produção pecuária e recomenda-se que as pastagens sejam manejadas sob média oferta de forragem para que se possa minimizar os prejuízos causados por eventos climáticos extremos, como as estiagens no período de primavera/verão ou as geadas nos meses de outono/inverno.

3.4 Bovinocultura de leite e de corte

Na bovinocultura de leite, a estiagem afetou a produção de leite pela baixa disponibilidade forrageira ofertada aos animais, incluindo deficiente implantação de pastagens anuais de verão, com encurtamento do ciclo e, assim, antecipando e ampliando o vazio forrageiro normalmente enfrentado no período de outono, provocando

perda de condição corporal e queda acentuada de produção de leite das fêmeas. Este fato foi agravado pela baixa produção e qualidade das lavouras de milho e, conseqüente, utilização desta cultura para a confecção de silagem de qualidade. Desta forma, os produtores tiveram que buscar alternativas para a alimentação do rebanho, elevando ainda mais os seus custos anuais de produção.

A implantação de pastagens de inverno também sofreu conseqüências dificultando a utilização destas para pastejo, corte, ensilagem ou fenação, fazendo com que o produtor buscasse adquirir estes produtos e/ou concentrados para equilibrar a dieta dos animais.

A estiagem afetou não somente a quantidade de água disponível, como a qualidade da mesma. Em regiões mais castigadas foi observada total falta de água. Este quadro teve reflexos diretos na produção de leite. Por um lado, houve a baixa disponibilidade e qualidade forrageira, por outro, a queda de consumo da dieta, causada pela imposição de condições meteorológicas durante o período, desfavoráveis a manutenção do conforto térmico dos animais. Esta associação de fatores levou à queda de produção de leite, afim de que o animal mantivesse seu estado de homeostasia, através da redução de sua atividade metabólica.

Segundo dados levantados pela Emater/RS-Ascar, no período de dezembro de 2019 a março de 2020, houve uma redução da produção de leite de 114,3 milhões de litros, representando uma queda de 8,9% do esperado para o período e cerca de 3,0% da produção anual, deixando de movimentar cerca de 137 milhões de reais na economia gaúcha. O mesmo órgão relata que em regiões onde a estiagem foi mais severa, como a Fronteira Oeste e Campanha, as perdas em março atingiram patamares de

40%, assim como na Metade Sul, os índices de perdas ultrapassaram os 25%.

Na bovinocultura de corte, os efeitos da estiagem em curto prazo com a baixa disponibilidade e qualidade forrageira do campo nativo e de pastagens de verão durante o período levaram a perda de condição corporal das fêmeas, trazendo como consequências redução nas taxas de prenhez, nos índices de repetição de cria de novilhas e de vacas, o que afetará a oferta de carneiros em 2021. Deficiências nutricionais no terço final da gestação e início do aleitamento resultaram em menores pesos ao nascer e queda na produção de leite das matrizes levando a menores pesos de desmame da progênie nos rebanhos de cria.

Carneiras mais leves ao desmame provocam alongamento do período de recria para que atinjam o peso alvo ao primeiro serviço e, conseqüentemente, elevam a idade ao primeiro parto. Carneiros mais leves ao desmame prolongam o período de recria e de terminação, aumentando os custos de produção e elevando a idade ao abate.

Efeitos em longo prazo causados pela deficiência nutricional materna durante o terço médio da gestação terão reflexos negativos no futuro desempenho da progênie, atrasando a idade à puberdade e reduzindo a fertilidade das fêmeas. Nos machos, afetará o desenvolvimento e a composição corporal, implicando em menores rendimentos de carcaças e graus de acabamento, mesmo quando submetidos a altos níveis nutricionais durante a recria e a terminação.

Para contornar estes problemas, o produtor teve que buscar alternativas de manejo alimentar, para suprir a baixa quantidade e qualidade forrageira durante o verão e a antecipação e o prolongamento do vazio forrageiro outonal, como *creep-feeding* (suplementação dos carneiros ao pé da

vaca), utilização de silagem e feno (qualidade comprometida), e/ou concentrados durante o período de recria. Considerando estimativas de que a alimentação representa 65 % dos custos de produção em bovinos de corte, maiores investimentos nesta área representam um alto impacto econômico ao produtor.

Além dos fatores nutricionais diretos e indiretos, a condição climática da estiagem favoreceram altas infestações de ectoparasitas como carrapatos e aumento de incidência de miíases decorrentes, fazendo com que os produtores aumentassem a utilização de carrapaticidas e de medicamentos para tratamentos, com consequentes perdas de peso e de animais, elevando ainda mais o custo de produção.

4. Estiagens no Estado do Rio Grande do Sul: uma análise comparativa das safras 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020

Recorrentes no Rio Grande do Sul, as estiagens mais significativas que afetaram o Estado foram as que ocorreram nas safras 2004/2005, 2011/2012 e na recém caracterizada safra 2019/2020. O objetivo dessa análise comparativa foi apresentar as condições meteorológicas que ocorreram nos anos 2004/2005 e 2011/2012 e os rendimentos nas diferentes regiões ecoclimáticas do Estado (Figuras 10 e 11), sendo, para isso, selecionados os dados de precipitação pluvial e temperatura máxima do ar de, no mínimo, uma estação meteorológica por região.

Considerando a disponibilidade de dados, foram escolhidas as estações meteorológicas de Vacaria, Veranópolis, Bagé, Encruzilhada do Sul, Júlio de Castilhos, Passo Fundo, Pelotas, Santa Maria, Santa Rosa, São Borja e

Uruguaiana, da rede de estações INMET/DDPA-SEAPDR. Para esses municípios foram obtidos os dados de rendimento de milho e soja (Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA/IBGE e Emater/RS-Ascar) na série 2003-2020. A partir destes dados de rendimento de grãos foi calculada a média na série e o desvio padrão. Nesse trabalho a existência ou a retirada de tendência tecnológica não foi considerada.

O termo tendência tecnológica se refere às novas tecnologias, tais como variedades e/ou sistemas de manejo que afetam o rendimento final de grãos. A inclusão deste termo é frequente em estudos que têm como objetivo ajustar e validar modelos de estimativa de rendimento de grãos a partir de variáveis meteorológicas (BRAGA, 1995). Como o objetivo desse trabalho não foi o de ajustar modelos, mas sim caracterizar a variabilidade interanual dos rendimentos de grãos, não foi analisada a tendência tecnológica, de modo que a média e o desvio padrão foram calculados com base nos dados originais disponibilizados para a série histórica.

Ao analisarmos os totais acumulados de precipitação pluvial dos meses de novembro a março nas três safras analisadas foi possível confirmar a variabilidade interanual e espacial da chuva de primavera-verão no Estado. Considerando uma normal climatológica, média de 30 anos de observações (1981-2010), no período de novembro a março, a precipitação pluvial acumulada situa-se de 600 a 750 mm.

Na safra 2004/2005, o total acumulado no período ficou abaixo de 400 mm nas regiões de Santa Rosa, Santa Maria, Campanha, Fronteira Oeste e Zona Sul, enquanto no restante do Estado ficou próximo a 500 mm (Figura 6A). Na safra 2004/2005 ocorreram desvios (anomalias) negativos de precipitação pluvial em todo Estado, caracterizando uma

deficiência hídrica superior a 300 mm em regiões como a de Santa Rosa, Santa Maria e Bagé (Figura 6B).

Na safra 2011/2012, por sua vez, foi possível observar valores inferiores de precipitação pluvial acumulada no período novembro a março: entre 300 e 400 mm na maior parte do Estado (Figura 7A). Na faixa leste, parte do Planalto, parte da Serra e Litoral Norte os acumulados foram maiores, entre 550 e 650 mm. Nesse período todo o Estado ficou abaixo da normal, com anomalias variando entre 200 a 300 mm (Figura 7B). Dessa forma, considerando os dados apresentados para safra 2019/2020 (Figura 2), podemos considerar que, nas safras avaliadas, os valores de desvios de precipitação foram semelhantes.

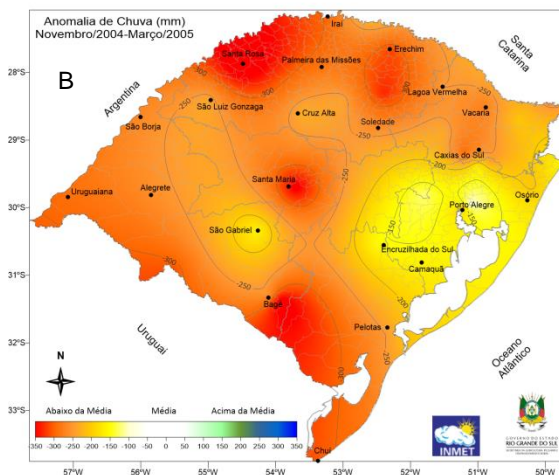
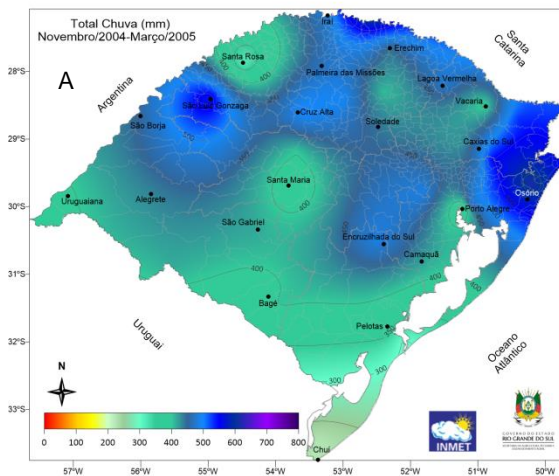


Figura 6. Precipitação pluvial acumulada (A) e anomalia (B) em relação a normal (1981-2010) do período de novembro 2004 a março de 2005 no Rio Grande do Sul.

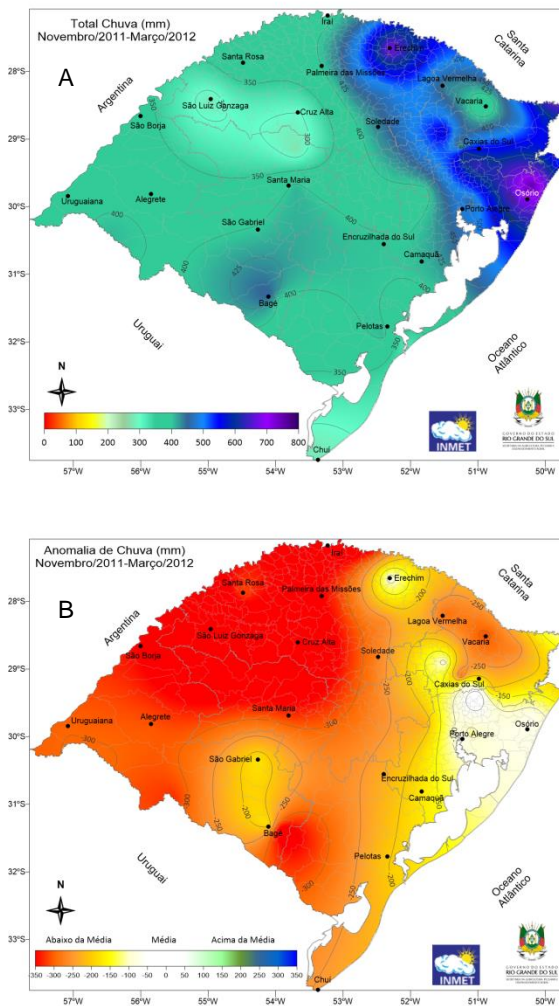


Figura 7. Precipitação pluvial acumulada (A) e anomalia (B) em relação a normal (1981-2010) do período de novembro 2011 a março de 2012 no Rio Grande do Sul.

Nessa análise comparativa, além do total de chuva acumulado no período de novembro a março, é importante considerar a variabilidade da precipitação nas diferentes regiões do Estado (variabilidade espacial), bem como a variabilidade entre os meses. Nas safras analisadas foi possível verificar, para cada uma das estações meteorológicas - municípios considerados - o período em que ocorreram os menores volumes de chuva (mês). Na Figura 8 observamos o desvio da precipitação pluvial normal de onze estações meteorológicas selecionadas nas diferentes regiões ecoclimáticas nas safras 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020.

Nas safras 2004/2005 o mês de novembro apresentou sete das 11 estações com desvios negativos da precipitação e quatro com valores superiores a normal. Em 2019/20 cinco das estações apresentaram desvio negativo da precipitação. Já na safra 2011/2012 todas as estações meteorológicas analisadas apresentaram desvios negativos da precipitação pluvial em relação à normal.

Ao avaliarmos o mês de dezembro nas três safras, praticamente todas as estações registraram desvios negativos, ou seja, precipitação abaixo da média, sendo um dos meses mais secos no período avaliado. A única exceção ocorreu na região de Uruguaiana que registrou 50 mm de chuva acima da média em dezembro de 2011

Nas safras 2004/2005 e 2011/2012, o mês de janeiro, apresentou desvios negativos da precipitação pluvial, com 10 das 11 estações analisadas registrando chuvas abaixo da normal. Já na safra 2019/2020 o mês de janeiro registrou desvios positivos em oito das 11 estações analisadas, demonstrando que nesta safra o mês de janeiro possibilitou a recuperação da umidade do solo e conseqüente redução do déficit hídrico das culturas. A exceção das regiões de Pelotas,

Encruzilhada do Sul e São Borja que apresentaram desvios negativos da precipitação pluvial.

O mês de fevereiro apresentou desvios negativos da precipitação pluvial em todas as estações meteorológicas na safra 2004/2005, em 8 das 11 em 2011/2012 e em 9 das 11 na safra 2019/2020.

Em março, na safra 2004/2005 8 das 11 estações meteorológicas avaliadas registraram desvios negativos da precipitação pluvial, em 2011/2012 foram 10 das 11 e em 2019/2020 todas as estações registraram desvios negativos.

Nesse sentido, os meses caracterizados como “piores” para ocorrência de estiagem foram dezembro, fevereiro e março, dados os desvios negativos de precipitação pluvial registrados em praticamente todo Estado nas três safras avaliadas, consideradas as mais importantes em função das perdas de rendimento de grãos. Esses resultados corroboram com Cordeiro, Berlato e Alves (2018), que verificaram a ocorrência de até quatro meses com níveis críticos de disponibilidade hídrica do solo, no período de novembro a março, de 1971-2009, indicando limitações hídricas para os cultivos de primavera-verão não irrigados.

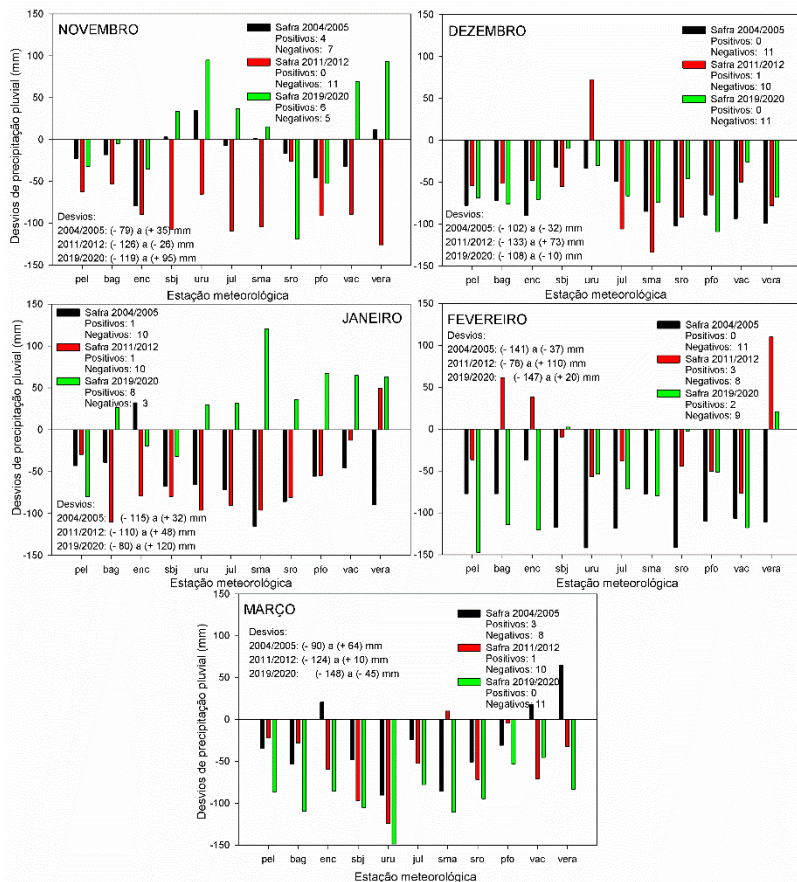


Figura 8. Desvios da Normal (1981-2010) da precipitação pluvial (mm mês⁻¹) do período de novembro a março nos anos de 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020 para as estações meteorológicas de Pelotas, Bagé, Encruzilhada do Sul, São Borja, Uruguaiana, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.

Nas safras analisadas foi possível verificar que, no período de novembro a março praticamente todas as estações meteorológicas apresentaram desvios positivos da temperatura do ar, ou seja, temperaturas máximas médias acima da normal climatológica (Figura 9). Em novembro na safra 2011/2012 e 2019/2020 os desvios da temperatura máxima foram altos, com 3,5°C acima da normal em Veranópolis em 2011/2012. Diferentemente dos outros meses e anos em 2004/2005 o mês de novembro apresentou desvios negativos da temperatura máxima do ar para todas as estações meteorológicas analisadas.

Nas safras de 2004/2005 e 2011/2012 o mês de dezembro apresentou pequenos desvios negativos da temperatura do ar na maioria das estações meteorológicas, a exceção de Veranópolis que teve um desvio positivo de 4,2°C acima da normal. Já na safra 2019/2020 a maioria das estações apresentou desvios positivos da temperatura do ar com média de 1,7°C e desvio máximo de 3,5°C acima da normal em Encruzilhada do Sul.

O mês de janeiro apresentou desvios positivos temperatura do ar máxima na maioria das estações meteorológicas analisadas, com os maiores valores absolutos nas safras de 2004/2005 e 2011/2012.

Os meses de fevereiro e março foram os que apresentaram o maior número de estações com grandes desvios positivos da temperatura do ar máxima em todas as safras. Em fevereiro os maiores desvios foram registrados na safra 2011/2012 com média de 2,4°C acima da normal e valores absolutos de 4,2°C acima da temperatura média máxima normal do mês. Já em março de 2020 foram registrados os maiores valores absolutos de temperaturas máximas médias acima da normal para as estações

analisadas com 4,6°C acima da média em Júlio de Castilhos e Bagé.

Em função dos desvios negativos de precipitação pluvial e ocorrência de temperaturas máximas acima da média foi possível observar que os rendimentos, especialmente os de soja nos municípios avaliados foi muito inferior à média de rendimentos da série histórica (2003-2020) e, na maior parte dos casos, inferior à (média -1desvio padrão) (Figura 10).

Nas três safras analisadas, consideradas de ocorrência de estiagem no Estado, foram observadas perdas, com os piores rendimentos obtidos tanto para soja quanto para milho (Figura 11) na safra 2004/2005 na maioria dos municípios, sendo essa considerada a pior safra em termos de perdas de produtividade. Observando as diferentes estações/municípios verifica-se principalmente o efeito da variabilidade entre os anos e entre as diferentes regiões ecoclimáticas do Estado.

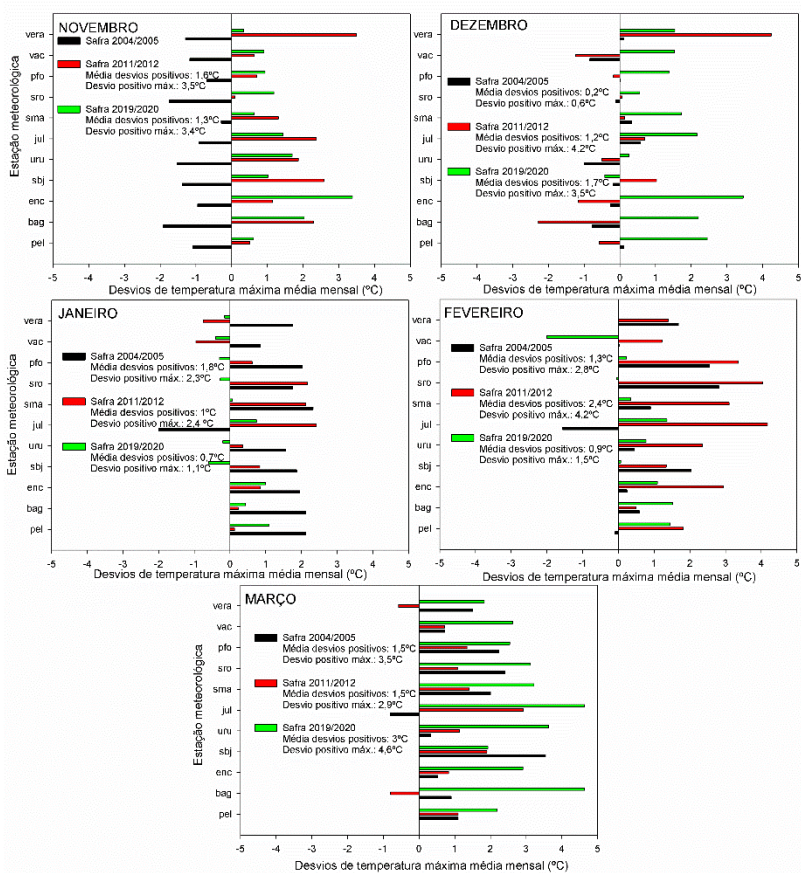


Figura 9. Desvios da temperatura máxima média mensal (°C) nos anos de 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020 em relação a normal 1981-2010, do período de novembro a março para as estações meteorológicas de Pelotas, Bagé, Encruzilhada do Sul, São Borja, Uruguaiana, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.

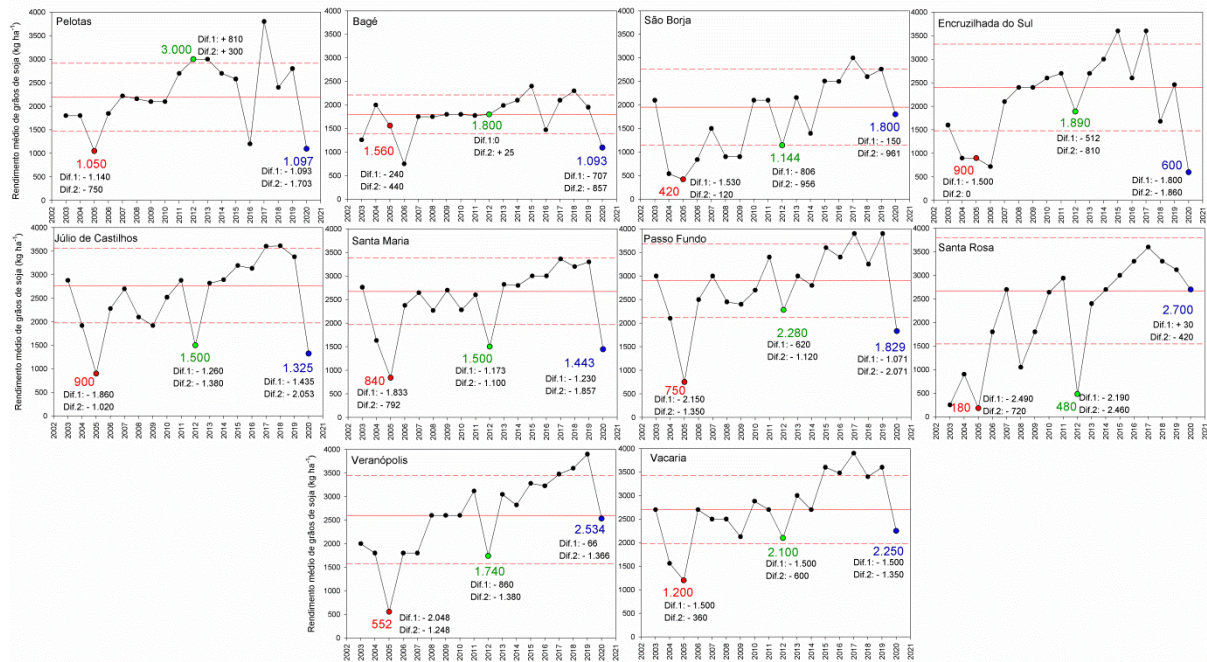


Figura 10. Rendimentos de grãos de soja nas safras 2003 a 2020 para os municípios de Pelotas, Bagé, Encruzilhada do Sul, São Borja, Uruguaiiana, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.

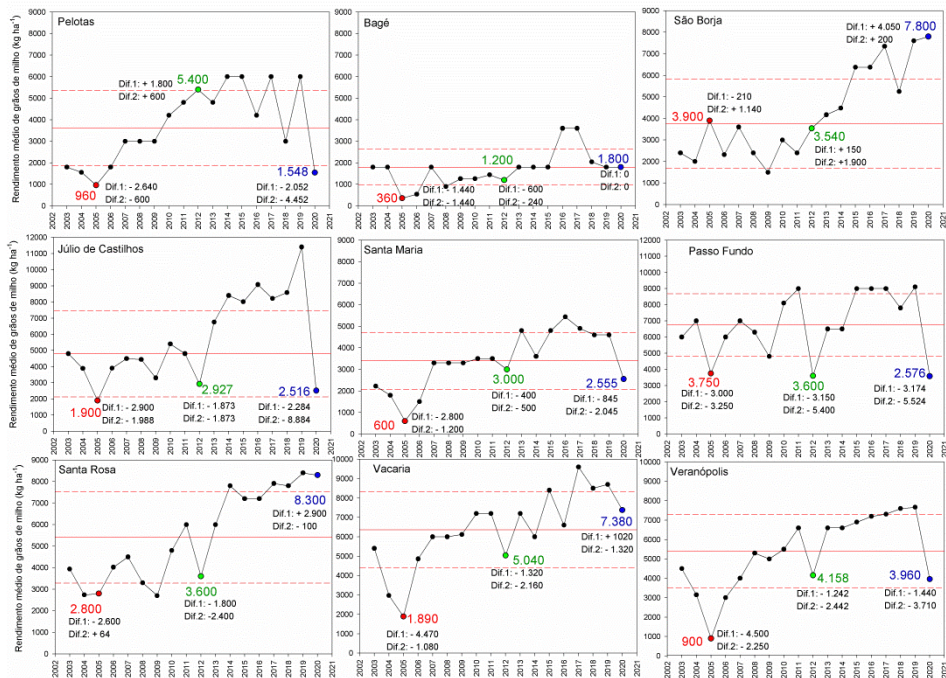


Figura 11. Rendimentos de grãos de milho nas safras 2003 a 2020 para os municípios de Pelotas, Bagé, São Borja, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.

O consumo de água do milho é próximo de 7 mm dia^{-1} no período em que a cultura define o rendimento de grãos. Assim, para que não houvesse déficit hídrico e a cultura pudesse expressar altos rendimentos potenciais, o milho precisaria de cerca de 200 mm de água por mês. Esse valor é superior aos valores das médias climatológicas dos meses mais quentes no Estado, confirmando haver maior probabilidade de ocorrência de estiagens no Rio Grande do Sul, em comparação com locais do País com médias climatológicas maiores (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

A deficiência hídrica pode ser uma constante no Rio Grande do Sul no período de primavera-verão, em função não somente da falta de precipitação pluvial, mas especialmente da alta demanda evaporativa da atmosfera, que faz com que ocorra perda de água pelas plantas.

Estudos de consumo de água de milho e soja mostraram que, na região central do Estado, para semeaduras realizadas em novembro, as culturas necessitam, em média, em torno de 470 mm (milho) e 660 mm (soja) nos três meses que compõem o verão (trimestre dezembro, janeiro e fevereiro). A precipitação pluvial normal de verão no Estado em geral não supre as exigências hídricas das culturas (BERLATO, 1999). Para as estações selecionadas nesse trabalho essa afirmação também foi confirmada considerando a normal climatológica 1981-2010. Em anos de estiagem, o suprimento de água às plantas no verão pode ser ainda mais comprometido em função dos valores ainda menores de precipitação pluvial acumulada (Tabela 1).

Tabela 1. Precipitação pluvial acumulada no trimestre dezembro/janeiro/fevereiro (mm) da normal climatológica (1981-2010) e nas safras 2004/2005, 2011/2012 e 2019/2020 para as estações meteorológicas de Pelotas, Bagé, Encruzilhada do Sul, São Borja, Uruguaiana, Júlio de Castilhos, Santa Maria, Santa Rosa, Passo Fundo, Vacaria e Veranópolis, RS.

Estação meteorológica	Precipitação pluvial acumulada no verão (trimestre dez/jan/fev) (mm)			
	Normal 1981-2010	2004/2005	2011/2012	2019/2020
Bagé	389	201	288	225
Encruzilhada do Sul	390	296	301	180
Júlio de Castilhos	408	168	173	301
Passo Fundo	453	198	283	360
Pelotas	393	195	273	97
Santa Maria	449	171	218	415
Santa Rosa	437	108	220	425
São Borja	411	193	267	371
Uruguaiana	401	160	321	347
Vacaria	425	180	286	346
Veranópolis	410	111	492	426

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sempre é importante considerar que, dada a elevada variabilidade interanual da precipitação pluvial no Estado, há necessidade de investimento contínuo, por parte dos diversos elos da cadeia produtiva, em estratégias de mitigação ou redução dos riscos associados à produção agrícola, especialmente para cultura de primavera-verão, cujo rendimento ou produtividade são dependentes da disponibilidade hídrica. Nesse sentido, permanecem sempre as recomendações técnicas referentes ao manejo do solo – incluindo rotação de culturas para melhoria da estrutura do solo, manutenção da cobertura do solo e para aumentar a retenção de água; planejamento da semeadura considerando os critérios do zoneamento agrícola, escalonamento de épocas de semeadura, priorizando cultivares de diferentes grupos de maturação para evitar eventuais perdas em função de deficiência hídrica nos períodos críticos.

Os estudos das relações hídricas de uma planta ou comunidade de plantas exige um tratamento sistêmico, sempre considerando-se os subsistemas solo, planta e atmosfera, os quais são interligados e interdependentes. Além da demanda atmosférica, determinante da potencial perda de água pela planta, sempre devem ser considerados os aspectos relacionados à planta em si, como tolerância à deficiência hídrica e os relacionados ao solo, que atua como reservatório e pode ser decisivo para sustentabilidade da produção e manutenção dos rendimentos de grãos pelo fornecimento de água às plantas entre uma chuva e outra (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5 ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005. p.143-152.

ANGELOTTI, F. *et al.* Como o aumento da temperatura interfere nas doenças de plantas? *In*: BETTIOL, W. *et al.* (org.). **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. 1. ed. 2017. p.116-143.

ÁVILA, A. *et al.* Characterisation and epitypification of *Pseudocercospora cladosporioides*, the causal organism of Cercospora leafspot of olives. **Mycological Research**, Cambridge, v. 109, n. 8, p. 881-888, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0953756208602051>. Acesso em: 28 jul. 2020.

ÁVILA, A. M. H. *et al.* Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.2, n. 2, p.149-154, 1996.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507.

BEDENDO, I. P. Ambiente e doença. *In*: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 331-341.

BERGAMASCHI, H. *et al.* Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 243-249, fev. 2006.

BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J. I. **As plantas e o clima:** princípios e aplicações. Guaíba: Agrolivros, 2017. 352 p.

BERGAMASCHI, H., *et al.* Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.831-839, 2004.

BERGAMASCHI, H., MATZENAUER, R. **O milho e o clima.** Porto Alegre; Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O_Milho_e_o_Clima.pdf. Acesso em: 10 jun. 2020.

BERLATO, M. A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. *In:* BERGAMASCHI, H. (coord.) **Agrometeorologia aplicada à irrigação.** Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1992. p. 11-23.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, p.119-125, 1999.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña:** impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. 110 p.

BRAGA, H. J. **Previsão agrícola:** uma nova abordagem – uso de scanner aerotransportável e redes neurais. 1995. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM. **Ferrugem da soja.** 2020. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/#/main> Acesso em: 20 jun. 2020.

CORDEIRO, A. P. A.; BERLATO, M. A.; ALVES, R. C. M. Tendência do índice hídrico sazonal do Rio Grande do Sul e sua relação com El Niño e La Niña. **Anuário do Instituto de Geociências**, UFRJ, v.41, n.3, 2018, p. 216-226.

DESAFIOS da Soja 2019/2020a. Pesquisadora: Jaqueline Huzar Novakowiski. Destaque Rural, 2020. 1 vídeo (39 min). Disponível em: <http://www.desafiosdasoja.com.br/manejo-de-mofo-branco/>. Acesso em: 26 maio 2020.

DESAFIOS da Soja 2019/2020b. Cenários de doenças na cultura da soja. Pesquisadora: Carolina Deuner. Destaque Rural, 2020. 1 vídeo (29 min 7s). Disponível em: <http://www.desafiosdasoja.com.br/cenario-de-doencas-na-cultura-da-soja/>. Acesso em: 26 maio 2020.

DESAFIOS da Soja 2019/2020c. Tripes, a praga dessa safra. Pesquisador: Mauricio Paulo Batistella Pasinie. Consultor: Leandro Ferreira de Almeida. Destaque Rural, 2020. 1 vídeo (9 min 37s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=1e_OlnzuPco. Acesso em: 26 maio 2020.

DOMINGUES, R. J. *et al.* Doenças fúngicas com potencial limitante para a olivicultura no estado de São Paulo. Instituto Biológico-APTA, **Documento Técnico 24**, p. 1-13, abr. 2016. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/dt/fungos_oliveira.pdf. Acesso em 28 jul. 2020.

FARIAS, J. R. B. *et al.* **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1. ed. Brasília: INMET, 2009. p. 263-277.

FONTOURA, D. *et al.* Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 4, p.545-551, Oct./Dec., 2006. DOI: 10.4025/actasciagron.

v28i4.896. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/896>. Acesso em: 20 jun. 2020.

GONÇALVES, R. *et al.* Etiology of phaeosphaeria leaf spot disease of maize. **Journal of Plant Pathology**, Edizioni ETS Pisa, v. 95, n. 3, p. 559-569, 2013. DOI: <http://www.10.4454/JPP.V95I3.037>. Disponível em: <http://www.sipav.org/main/jpp/index.php/jpp/article/view/2951>. Acesso em: 01 jul. 2020.

INFORMATIVO CONJUNTURAL. **Arroz**. Porto Alegre, n. 1601, p. 10, 09 abr. 2020. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_09042020.pdf. Acesso em: 26 maio 2020.

INFORMATIVO CONJUNTURAL. **Milho**. Porto Alegre, n. 1581, p. 17, 21 nov. 2019. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_21112019.pdf. Acesso em: 29 maio 2020.

INFORMATIVO CONJUNTURAL. **Milho**. Porto Alegre, n. 1576, p. 13, 17 out. 2019a. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_17102019.pdf. Acesso em: 30 maio 2020.

INFORMATIVO CONJUNTURAL. **Arroz**. Porto Alegre, n. 1608, p. 8, 28 maio 2020a. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_28052020.pdf. Acesso em: 03 jun. 2020.

JUNGES, A. H. *et al.* **Condições meteorológicas ocorridas em novembro de 2019 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, nov. 2019. (Comunicado Agrometeorológico, n. 7). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>. Acesso em: 23 jun. 2020.

JUNGES, A. H. *et al.* **Condições meteorológicas ocorridas em janeiro de 2020 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, jan. 2020a. (Comunicado Agrometeorológico, n. 9). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>. Acesso em: 06 jul. 2020.

JUNGES, A. H. *et al.* **Condições meteorológicas ocorridas em março de 2020 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, mar. 2020b. (Comunicado Agrometeorológico, n. 11). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>. Acesso em: 06 jul. 2020.

LEIVAS, J. F.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Risco de deficiência hídrica decendial na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n. 2, p.397-407, 2006.

MALUF, J. R. T.; CAIAFFO, M. R. R. Regiões ecoclimáticas do estado do Rio Grande do Sul. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA: Água e Agrometeorologia no Novo Milênio, 3., 2001, Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza, 2001. p. 151-152.

MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; MALUF, D. E. **Zoneamento agroclimático da mandioca no estado do Rio Grande do Sul:** uma alternativa para a produção de etanol. Porto Alegre: FEPAGRO, 2011. 60 p. (Boletim Fepagro, n. 22).

MATZENAUER, R. *et al.* **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande**

do Sul. Porto Alegre: Fepagro, 2002. 105 p. (Boletim Fepagro, 10).

MEDEIROS, F. H. V. *et al.* Manejo de doenças de milho no sistema de produção de grãos. *In:* PAES, M.C.D., VON PINHO, R. G., MOREIRA, S. G. (org.). **Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil.** 1. ed. Sete Lagoas: ABMS, 2018. p. 866-900. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327535048>. Acesso em: 20 jun. 2020.

MORAL, J. *et al.* Effect of temperature, wetness duration, and planting density on olive anthracnose caused by *Colletotrichum spp.* **Phytopathology**, Saint Paul, v. 102, n. 10, p. 974-981, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-11-0343>. Acesso em: 01 jun. 2020.

NIED, A. H. *et al.* Épocas de semeadura de milho com menor risco de ocorrência de deficiência hídrica no município de Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 995-1002, 2005.

RADIN, B. *et al.* Quantificação e distribuição sazonal da precipitação pluvial nas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.10, n. 4, p.1161-1169, 2017.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul.** 5. ed. Porto Alegre, 2020. 125 p. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>. Acesso em: 05 ago. 2020.

ROUBAL, C. *et al.* Field models for the prediction of leaf infection and latent period of *Fusicladium oleagineum* on olive

based on rain, temperature and relative humidity. **Plant Pathology**, Oxford, v. 62, n. 3, p. 657-666, 2013. Disponível em: <https://bsppjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-3059.2012.02666.x>. Acesso em: 01 jun. 2020.

SAFRA de soja 2019/20 registra menos pressão de ferrugem e mais casos de oídio em Passo Fundo/RS. Pesquisador: Carlos Forcelini. Notícias Agrícolas, 2020. 1 vídeo (6 min 16s). Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/videos/soja/252497-safra-de-soja-201920-registra-menos-pressao-de-ferrugem-e-mais-casos-de-oidio-em-passo-fundors.html#.X39p49VKiM->. Acesso em: 26 maio 2020.

SARTORI, M. da G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Terra Livre**, São Paulo, ano 19, v. 1, n. 20, p. 27-49, jan./jul. 2003. Disponível em: <https://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terra-livre/article/view/187>. Acesso em: 21 jul. 2020.

SIKORA, E. J. *et al.* Coordinated effort to manage soybean rust in North America: a success story in soybean disease monitoring. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 98, n. 7, p. 864-875, 2014.

TAZZO, I. F. *et al.* **Condições meteorológicas ocorridas em outubro de 2019 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, p. 5-6; out. 2019a. (Comunicado Agrometeorológico, n. 6). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>. Acesso em: 29 jun. 2020.

TAZZO, I. F. *et al.* **Condições meteorológicas ocorridas em dezembro de 2019 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, dez. 2019. (Comunicado Agrometeorológico,

n. 8). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>. Acesso em: 23 jun. 2020.

TAZZO, I. F. *et al.* **Condições meteorológicas ocorridas em fevereiro de 2020 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, fev. 2020. (Comunicado Agrometeorológico, n. 10). Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/agrometeorologia>. Acesso em: 06 jul. 2020.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - IAG. 2020. **Análise sinótica:** aula profa. Rita Ynoue. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4355861/mod_resource/content/1/aula07_Analise%20sinotica.pdf. Acesso em: 17 jun. 2020.

WAGNER, M. V. *et al.* Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n. 2, p. 170-179, 2013.

WREGGE, M. S. *et al.* **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. 336 p.

WREGGE, M. S. Distribuição potencial de oliveiras no Brasil e no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 656-666, set. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-174/14>. Acesso em: 01 jun. 2020.



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
CEP 90150-004 - Porto Alegre - RS
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa