

CIRCULAR TÉCNICA

246

Pelotas, RS
Dezembro/2023

Manejo de plantas daninhas pelo método intermitente e seus reflexos em cultivares de arroz irrigado

André Andres
Matheus Bastos Martins
Walkyria Bueno Scivittaro
Valdecir do Santos
Carolina Gomes de Oliveira

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



Manejo de plantas daninhas pelo método intermitente e seus reflexos em cultivares de arroz irrigado¹

O principal método de irrigação do arroz no Sul do Brasil é a inundação total da lavoura, sem interrupção no fornecimento da água. Nesse sistema o controle de plantas daninhas pode ser empregado tanto na pré-emergência como na pós-emergência das plantas daninhas.

O preparo do solo antecipado caracteriza-se como um importante método de controle mecânico prévio à semeadura do arroz e elimina plantas daninhas estabelecidas, auxiliando o método de controle químico, que, devido à praticidade e retorno econômico dos herbicidas seletivos à cultura, ainda é o método mais empregado. Os herbicidas são utilizados na dessecação pré-semeadura, quando o solo é preparado com antecedência; na pré-emergência, até a emergência do coleótilo do arroz (estádio S3 – “ponto de agulha”); e na pós-emergência da cultura e das plantas daninhas. Ainda assim, a prática de inundação do solo, através da irrigação e manutenção da lâmina d’água durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, caracterizada como um método de controle físico, é considerado o fator mais importante para o sucesso do controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado (Reunião..., 2018). A inundação do solo impede a germinação e emergência de plantas daninhas, sendo isso fundamental para o início do processo de germinação de sementes (Casanova; Brock, 2000).

Assim, o manejo da água das lavouras de arroz agrega uma série de benefícios para o manejo de integrado de plantas daninhas. A inundação das lavouras, por meio da eliminação do oxigênio do solo, reduz novos fluxos de emergência de plantas daninhas, otimiza o efeito dos herbicidas pré-emergentes e ainda pode solubilizar as moléculas retidas nos coloides do solo (Concenção et al., 2006). Os herbicidas pós-emergentes têm como alvo plantas daninhas

¹ André Andres, engenheiro-agrônomo, Ph.D em Ciências Agrárias, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Matheus Bastos Martins, engenheiro-agrônomo, mestre em Fitossanidade, estudante de doutorado da UFPel, Pelotas, RS. Walkyria Bueno Scivittaro, engenheira-agrônoma, doutora em Ciências, pesquisadora da Embrapa Clima, Pelotas, RS. Valdecir do Santos, engenheiro-agrônomo, bolsista da Fundação de Apoio à Pesquisa Edmundo Gastal, Pelotas, RS. Carolina Gomes de Oliveira, estudante da UFPel, Pelotas, RS.

emergidas, e a inundação do solo após sua aspersão complementa a ação desses produtos. É conhecida a importância de iniciar a irrigação o mais rápido possível após a aplicação dos pós-emergentes, visando efeito sinérgico entre os métodos químico e físico de controle das plantas daninhas. Também é de extrema importância que, após o início da irrigação por inundação, a lavoura seja mantida com lâmina d'água pelo maior período possível, visando evitar a reinfestação de plantas daninhas, o que poderia exigir nova aplicação de herbicidas, incrementando o custo de produção (Agostinetto et al., 2007; Pinto et al., 2008).

A manutenção de lâmina d'água contínua utiliza volume elevado de água. Resultados de pesquisa indicam que a demanda que pode chegar até 12.000 m³ de água para irrigar 1 ha de arroz, exigindo vazões variando de 0,70 a 1,75 L/s/ha/para que o manejo d'água seja eficiente (REUNIÃO..., 2018). Dessa forma, diante das dificuldades enfrentadas durante as últimas safras, em decorrência da seca prolongada no Rio Grande do Sul, quando as barragens e rios que abastecem os sistemas de irrigação das lavouras de arroz do estado chegaram a níveis críticos, é necessário o estudo de novos métodos de irrigação que apresentem menor demanda de água (SEAPDR, 2022). Dentre esses métodos, destaca-se como promissora a irrigação de lavouras de arroz por inundação intermitente, que consiste em ciclos de inundação, com reposição da lâmina de água após o solo ficar exposto (Stone et al., 2015). Esse método, além de economizar água, tem a vantagem de possibilitar o aproveitamento da água oriunda de eventos pluviométricos, já que o solo não está alagado durante todo o ciclo da cultura, mitigando ainda as emissões de gases de efeito estufa da lavoura de arroz (Keiser et al., 2002; Massey et al., 2014; Ávila et al., 2015).

O ponto negativo da irrigação do arroz por inundação intermitente é a dificuldade no manejo de plantas daninhas, pois esse método não contempla a presença constante da lâmina d'água, que impediria novos fluxos de emergência de algumas espécies de plantas daninhas, principalmente capim-arroz e arroz-daninho. Assim, a intermitência da irrigação inviabiliza o efeito físico, proporcionado pela lâmina d'água, sobre a inibição da germinação de sementes de plantas daninhas. Nesse sentido, pode ser necessária nova intervenção quanto ao controle de fluxos de plantas daninhas (Qiu et al, 2015).

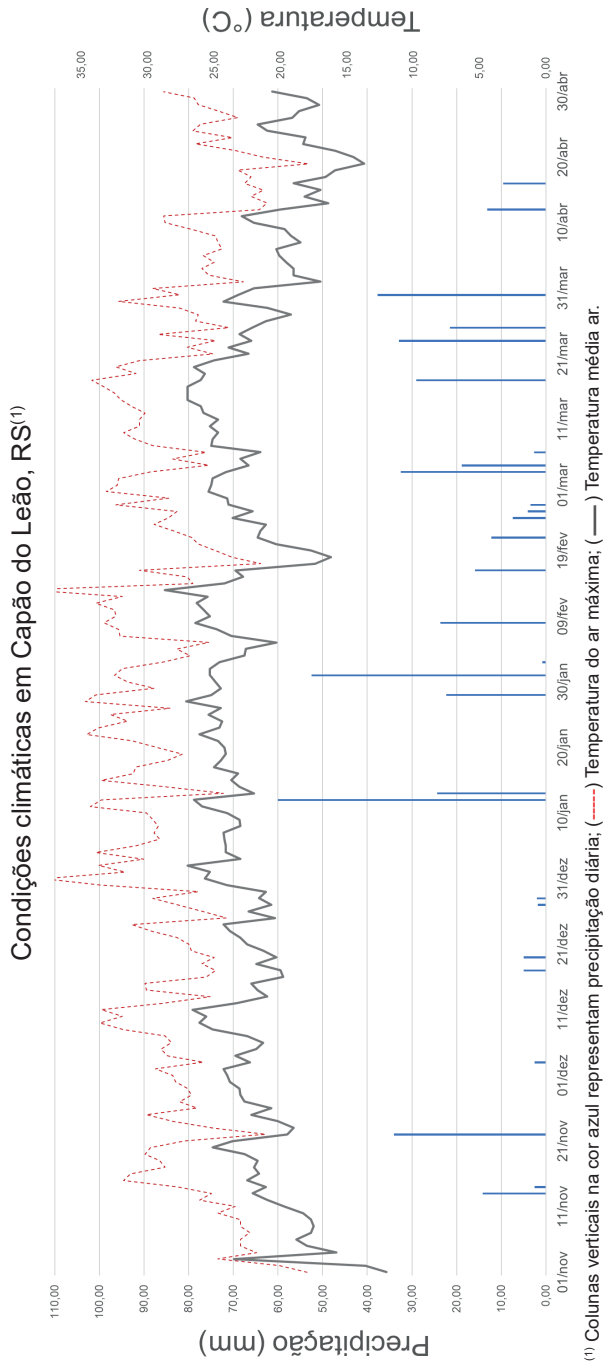
Considerando-se o controle químico, pode ser exigida uma aplicação adicional de herbicidas na pós-emergência das plantas daninhas. Além disso, a ausência de lâmina de irrigação pode afetar o benefício de algumas práticas, como a adubação nitrogenada e, assim, interferir na produtividade da cultura.

Estudos foram conduzidos com o objetivo de identificar espécies de plantas que se estabelecem em ambos os sistemas de manejo de irrigação, e avaliar a eficiência do controle de arroz-daninho e capim-arroz em lavoura de arroz irrigado por inundação intermitente, comparativamente à inundação convencional (contínua), bem como o efeito em alguns componentes vegetais de duas cultivares de arroz, e o reflexo desses métodos de irrigação sobre o desempenho na produtividade.

Material e métodos

O estudo foi conduzido na Estação Experimental Terras Baixas, Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão, RS, onde o solo é classificado como Planossolo Háplico (Embrapa, 2013) composto por 47% de areia, 39% de silte, 14% de argila, 1% de matéria orgânica e pH 5,5.

O preparo convencional da área foi realizado em 01 de novembro de 2022 com grade niveladora. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, com parcelas de 2 m de largura e 10 m de comprimento, totalizando 20 m². A semeadura ocorreu em 21 de novembro de 2022 utilizando 110 kg/ha de sementes das cultivares BRS Pampa CL e BRS 706 CL, e 330 kg/ha da formulação NPK 18-46-00. A emergência ocorreu em 28 de novembro de 2022. Os dados climáticos da época de condição do estudo constam na Figura 1.



A adubação em cobertura foi dividida em três aplicações. A primeira utilizando 67,5 kg/ha de N na forma de ureia, imediatamente antes do início da irrigação, no estádio V3-V4. A segunda aplicação de 67,5 kg/ha de N na forma de ureia e 60 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio foi realizada 15 dias após o início da irrigação, no estádio de pleno perfilhamento. A última adubação em cobertura foi realizada utilizando 45 kg/ha de N, quando a cultura apresentava a elongação do primeiro entrenó, no estádio R0.

O manejo de plantas daninhas foi realizado com a combinação de herbicidas pré-emergentes (clomazone 288 + penoxsulam 72 g/ha) e glifosato 1.440 g/ha no ponto de agulha, em 25 de novembro de 2022. Já em pós-emergência, foram utilizados os herbicidas cyhalofop-butyl + florpyrauxifen-benzyl + óleo vegetal (360 + 30 + 1.860 g/ha), no dia 10 de dezembro de 2022. As aplicações foram realizadas utilizando pulverizador costal pressurizado por bomba elétrica e barra equipada com quatro pontas Teejet 110.015, espaçadas 0,5 m entre si, proporcionando volume de calda de 135 L/ha.

Os tratamentos foram constituídos de três sistemas de irrigação: contínuo, intermitente com drenagem e intermitente natural. No sistema contínuo as parcelas foram irrigadas por inundação a partir de 12 de dezembro de 2022 e foram mantidas com lâmina d'água até o dia anterior à colheita. No caso do sistema intermitente com drenagem, as parcelas foram irrigadas em 12 de dezembro de 2022 e foram drenadas 3 dias depois. Já no sistema intermitente natural, as parcelas foram irrigadas inicialmente no dia 12 de dezembro de 2022 até que o solo retornasse à capacidade de campo e então foram irrigadas novamente conforme a necessidade.

As variáveis avaliadas na pré-colheita foram a estatura de seis plantas aleatórias por parcela (da base à ponta das panículas), o número de perfilhos por metro quadrado e o número de panículas por metro quadrado. A partir dos dados coletados de perfilhos e panículas por metro quadrado, foi calculada a relação panículas/perfilhos para cada tratamento. A colheita da cultivar BRS Pampa CL foi realizada em 17 de março de 2023 e a da cultivar BRS 706 CL em 24 de março de 2023, em área útil de 2,625 m², para determinar a produtividade de grãos (convertidos para kg/ha a 13% de umidade). Os dados foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade de sua distribuição por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Hartley, respectivamente.

O resultado desses testes não apontou a necessidade de transformação dos dados, sendo os pressupostos estatísticos positivos. Assim, procedeu-se à análise da variância dos dois fatores pelo teste F ($\alpha \leq 0,05$), para verificar se ocorreu interação entre os fatores e se houve diferenças estatísticas entre as médias de cada tratamento. No caso de haver diferenças entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Todas as análises foram conduzidas no software SigmaPlot, em sua função SigmaStat – Analysis. (SIGMAPLOT, 2011).

Resultados e discussão

Não foram verificadas diferenças significativas em todas as variáveis analisadas, com exceção da produtividade de grãos, que apresentou efeito positivo da interação entre os fatores sistema de irrigação e cultivar. Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos para a estatura de plantas na pré-colheita, sendo que a análise da variância pelo teste F não apontou diferença significativa entre os tratamentos. Isso indica que, para ambos os sistemas de irrigação intermitente, a estatura das plantas não foi afetada pela falta de lâmina d'água na lavoura.

Tabela 1. Estatura de plantas de arroz na pré-colheita em função do manejo de irrigação e da cultivar utilizada e seus reflexos em cultivares de arroz irrigado, realizado no município de Capão do Leão, RS, na safra 2022/2023.

Sistema de Irrigação	Estatura de plantas (cm)	
	Cultivar	
	BRS Pampa CL	BRS A706 CL
Contínua	88,6 ^{ns}	85,1 ^{ns}
Intermitente com drenagem	77,1	80,1
Intermitente natural	78,1	82,2
CV (%)	7,60	

^(ns) Não significativo pelo teste F ($\alpha \leq 0,05$).

Em relação ao número de perfilhos de arroz por metro quadrado (Tabela 2), também não foi verificada diferença significativa entre os diferentes sistemas de irrigação nem entre as duas cultivares testadas. Esse resultado demonstra o potencial de perfilhamento das cultivares desenvolvidas pela Embrapa. Todas as combinações testadas de cultivares e sistemas de irrigação apresentaram número de perfilhos superior a 500/m², sendo esse um indicador interessante da competitividade desses materiais em relação às plantas daninhas.

Tabela 2. Número de perfilhos de arroz em função do manejo de irrigação e da cultivar utilizada e seus reflexos em cultivares de arroz irrigado, realizado no município de Capão do Leão, RS, na safra 2022/2023.

Sistema de Irrigação	Perfilhos m ²	
	Cultivar	
	BRS Pampa CL	BRS A706 CL
Contínua	637 ^{ns}	579 ^{ns}
Intermitente com drenagem	611	636
Intermitente natural	554	640
CV (%)	13,51	

^(ns) Não significativo pelo teste F ($\alpha \leq 0,05$).

O número de panículas de arroz por metro quadrado também não foi influenciado pelos sistemas de irrigação testados, independentemente da cultivar utilizada (Tabela 3). O número de panículas por metro quadrado é um dos principais componentes de rendimento da cultura do arroz irrigado. Assim, pode-se verificar que ambas as cultivares foram capazes de produzir número adequado de panículas.

Tabela 3. Número de panículas de arroz em função do manejo de irrigação e da cultivar utilizada no experimento de manejo de plantas daninhas em arroz irrigado pelo método intermitente e seus reflexos em cultivares de arroz irrigado, realizado no município de Capão do Leão, RS, na safra 2022/2023.

Sistema de Irrigação	Panículas m ⁻²	
	Cultivar	
	BRS Pampa CL	BRS A706 CL
Contínua	619 ^{ns}	575 ^{ns}
Intermitente com drenagem	597	632
Intermitente natural	542	630
CV (%)	13,09	

^(ns) Não significativo pelo teste F ($\alpha \leq 0,05$).

A análise estatística dos resultados do cálculo da relação panículas/perfilhos não evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos testados, sendo que a média de todas as combinações foi superior a 0,95 (Tabela 4). Assim, pode-se inferir que houve reduzido número de perfilhos inférteis, apesar dos sistemas de irrigação intermitente. A ausência de lâmina d'água durante o período reprodutivo pode interferir no processo de diferenciação da panícula, que é extremamente sensível a estresses hídricos por falta d'água. Contudo, nenhuma das cultivares testadas teve esse resultado alterado, segundo o teste F.

Tabela 4. Relação panículas/perfilho em função do manejo de irrigação e da cultivar utilizada no experimento de manejo de plantas daninhas em arroz irrigado pelo método intermitente e seus reflexos em cultivares de arroz irrigado, realizado no município de Capão do Leão, RS, na safra 2022/2023.

Sistema de Irrigação	Relação panícula/perfilho	
	Cultivar	
	BRS Pampa CL	BRS A706 CL
Contínua	0,97 ^{ns}	0,99 ^{ns}
Intermitente com drenagem	0,98	0,99
Intermitente natural	0,99	0,98
CV (%)	1,37	

^(ns) Não significativo pelo teste F ($\alpha \leq 0,05$).

Já em relação à produtividade de grãos de arroz (Tabela 5), foi verificada interação entre os fatores testados (sistemas de irrigação e cultivares de arroz). A produtividade de grãos da cultivar BRS A706 CL foi inferior à da cultivar BRS Pampa CL nos sistemas de irrigação intermitente. Esses dois sistemas de irrigação também foram inferiores estatisticamente ao sistema de irrigação contínua para a cultivar BRS A706 CL. Uma vez que o número de panículas por metro quadrado não foi afetado pelos sistemas de irrigação para a cultivar BRS A706CL, é possível supor que houve interferência em outro componente de rendimento de grãos da cultura nos sistemas irrigação intermitente. A ausência de lâmina d'água pode interferir na antese e no processo de enchimento de grãos da cultura, provocando aumento da esterilidade e alteração no peso dos grãos, uma vez que, na fase reprodutiva, especialmente da floração em diante, a cultura do arroz é ainda mais exigente em relação à presença de lâmina d'água e umidade do solo.

Tabela 5. Produtividade de grãos de arroz em função do manejo de irrigação e da cultivar utilizada no experimento de manejo de plantas daninhas em arroz irrigado pelo método intermitente e seus reflexos em cultivares de arroz irrigado, realizado no município de Capão do Leão, RS, na safra 2022/2023.

Sistema de Irrigação	Produtividade (kg/ha)	
	Cultivar	
	BRS Pampa CL	BRS A706 CL
Contínua	10.885 Aa ⁽¹⁾	11.169 Aa
Intermitente com drenagem	10.911 Aa	9.002 Bb
Intermitente natural	10.715 Aa	9.395 Bb
CV (%)	9,18	

⁽¹⁾ Letras maiúsculas em uma linha comparam médias de um mesmo manejo de irrigação, e letras minúsculas comparam médias dentro de cada cultivar.

Em relação ao manejo das plantas daninhas, a combinação dos quatro ingredientes ativos utilizados proporcionou controle eficiente de amplo espectro de espécies, não sendo verificada infestação de capim-arroz (*Echinochloa* spp.), junquinho (*Cyperus difformis*), angiquinho (*Aeschynomene denticulata*), ammania (*Ammania coccinea*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*), espécies citadas como problemáticas em sistemas de irrigação intermitente para o arroz irrigado (Andres et al., 2022). Isso se deve ao uso de herbicidas com diferentes mecanismos de ação, sendo o clomazone um excelente graminicida pré-emergente, que atua por meio da inibição da síntese de carotenoides. O penoxsulam é um pré-emergente de amplo espectro que inibe a enzima acetolactato sintase. O cyhalofop-butyl é um graminicida pós-emergente inibidor da acetilcoenzima-A carboxilase; e, finalmente, o floryrauxifen-benzyl é um herbicida mimetizador de auxinas, que controla ciperáceas, dicotiledôneas e capim-arroz.

Além disso, como verificado na avaliação de número de perfilhos por metro quadrado, as duas cultivares apresentaram grande capacidade de cobrir o solo, característica importante do ponto de vista do controle cultural de plantas daninhas. Essa característica aumenta o sombreamento das entrelinhas da lavoura, o que dificulta a emergência e desenvolvimento de plantas daninhas.

Conclusões

O sistema de irrigação intermitente não altera as variáveis agrônômicas testadas, relacionadas à estatura de plantas na parcela, número de perfilhos por metro quadrado e número de panículas por metro quadrado das cultivares BRS Pampa CL e BRS A706 CL. No entanto, para a cultivar BRS A706CL, houve redução para a variável produtividade de grãos.

As práticas de manejo, como a combinação de diferentes mecanismos de ação de herbicidas, utilizados no momento adequado, promovem controle satisfatório das plantas daninhas no sistema de irrigação intermitente para arroz irrigado.

Referências

- ANDRES, A.; MARTINS, M. B.; SCIVITTARO, W. B.; BUSATO, C.; CORADINI, M. C.; SODER, F.; RICKES, L. **Manejo de plantas daninhas em arroz irrigado pelo método intermitente de irrigação**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 234).
- AGOSTINETTO, D.; GALON, L.; MORAES, P. V. D.; TIRONI, S. P.; DAL MAGRO, T.; VIGNOLO, G. K. Interferência de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) na cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) em função da época de irrigação. **Planta Daninha**, v. 25, p. 689-696, 2007.
- ÁVILA, L. A.; MARTINI, L. F. D.; MEZZOMO, R. F.; REFATTI, J. P.; CAMPOS, R.; CEZIMBRA, D. M.; MACHADO, S. L. O.; MASSEY, J. H.; CARLESSO, R.; MARCHESAN, E. Rice water use efficacy and yield under continuous and intermittent irrigation. **Agronomy Journal**, v. 107, p. 442-448, 2015.
- CASANOVA, M. T.; BROCK, M. A. How do depth, duration and frequency of flooding influence the establishment of wetland plant communities. **Plant Ecology**, v. 147, p. 237-250, 2000.
- CONCENÇO, G.; LOPES, N. F.; ANDRES, A.; MORAES, D. M.; SANTOS, M. Q.; RIEFFEL FILHO, J. A.; VILLELA, J. V. Controle de plantas daninhas em arroz irrigado em função de doses de herbicidas pré-emergentes e início da irrigação. **Planta Daninha**, v. 24, p. 303-309, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY. **Research Methods in Weed Science**. 3. ed. 1986. p. 29-45.

FRUET, B. L.; MEROTTO JR., A.; ULGUIM, A. R. Survey on rice weed management and public and private consultant characteristics in Southern Brazil. **Weed Science**, v. 34, p. 351-356, 2020.

KEISER, J.; UTZINGER, J.; SINGER, B. H. The potential of intermittent irrigation for increasing rice yields, lowering water consumption, reducing methane emissions, and controlling malaria in African rice fields. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 18, p. 329-340, 2002.

MACHADO, S. L. O.; MARCHEZAN, E.; RIGHES, A. A.; CARLESSO, R.; VILLA, S. C. C.; CAMARGO, E. R. Consumo de água e perdas de nutrientes e de sedimentos na água de drenagem inicial do arroz irrigado. **Ciência Rural**, v. 36, p. 65-71, 2006.

MASSEY, J. H.; WALKER, T. W.; ANDERS, M. M; SMITH, M. C.; ÁVILA, L. A. Farmer adoption of intermittent flooding using multiple-inlet rice irrigation in Mississippi. **Agricultural Water Management**, v. 146, p. 297-304, 2014.

PINTO, J. J. O.; GALON, L.; DAL MAGRO, T.; PROCÓPIO, S. O.; CONCENÇO, G.; PINHO, C. F.; FERREIRA, E. A. Controle de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) em função de métodos de manejo da cultura do arroz irrigado. **Planta Daninha**, v. 26, p. 767-777, 2008.

QIU, P.; CUI, Y.; HAN, H.; LIU, B. Effect of flooding and intermittent irrigation patterns on weed community diversity in late rice fields. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 31, p. 115-121, 2015.

RIO GRANDE DO SUL. SEAPDR (Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Estado). **Relatório Estiagem nº 05/2022**. Porto Alegre – RS, 2022. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202204/04103728-relatorio-estiagem-05.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2023.

SIGMAPLOT. **Sigmaplot for Windows**: Version 12.5. Systat Software Inc., 2011.

REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 32., 2018, Farroupilha. **Arroz Irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Farroupilha: SOSBAL, 2018. Plantas daninhas. p. 108-119.

STONE, L. F.; SCIVITTARO, W. B.; HEINEMANN, A. B.; SILVEIRA, P. M. da. Irrigação. In: BORÉM, A.; NAKANO, P. H. **Arroz**: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2015. p. 135-160.

Exemplares desta publicação
podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
BR-392, km-78, Caixa Postal 403
96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

1ª edição

Publicação digital (2023): PDF



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA E
PECUÁRIA**



Comitê Local de Publicações

Presidente

Luis Antônio Suíta de Castro

Secretária-Executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufé, Sonia Desimon*

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufé (CRB-10/1274)

Editoração eletrônica

Nathália Santos Fick

Projeto gráfico

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa

André Andres

CGPE 018382