

Monitoramento da Qualidade da Água de Lavoura de Arroz Pré-Germinado

Introdução

No Rio Grande do Sul, a cultura do arroz ocupa, anualmente, uma área próxima de um milhão de hectares, constituindo-se na lavoura mais tecnificada e, conseqüentemente, que detém a maior produtividade média, superior a sete toneladas por hectare (COMPANHIA, 2009), muito embora sejam atingidos rendimentos superiores, em lavouras com adoção de maior nível tecnológico.

A lavoura é praticamente toda conduzida em condições de solo alagado, existindo dois manejos da água em função do sistema de semeadura utilizado. No primeiro, de uso mais generalizado, a semeadura é realizada em solo seco, mantendo-se essa condição até 20-30 dias após a emergência das plântulas, quando, então, o solo é inundado, permanecendo assim até próximo da colheita. No segundo, adotado em cerca de 10% da área do Estado, a semeadura é feita com sementes pré-germinadas em solo coberto com uma lâmina baixa de água, a qual é aumentada à medida em que as plantas crescem. Portanto, neste caso, o solo mantém-se alagado praticamente durante todo o ciclo do arroz (SOCIEDADE, 2007).

O sistema de cultivo de arroz pré-germinado apresenta outras peculiaridades quanto ao manejo da água, dentre as quais se destaca a drenagem inicial da lavoura, poucos dias após a semeadura, para garantir o estabelecimento adequado da cultura. Essa prática implica em uso adicional de água, remoção de sólidos em suspensão e de nutrientes do sistema, além da possibilidade de reinfestação da área por plantas daninhas, em especial o arroz vermelho. Recentemente, uma alternativa a esse manejo da água passou a ser recomendada pela pesquisa no Sul do Brasil, consistindo na manutenção de uma lâmina de água permanente a partir da semeadura do arroz, estendendo-se até a maturação dos grãos (SOCIEDADE, 2007). Tal manejo objetiva, fundamentalmente, reduzir o uso de água, diminuir a carga de agrotóxicos no sistema, em especial os herbicidas, evitar a perda de solo e de insumos, via água de drenagem, e a conseqüente contaminação de corpos de água receptores. Pouco se conhece, porém, sobre o efeito do manejo de água com lâmina contínua sobre a qualidade da água associada à lavoura de arroz irrigado.

Pelo exposto, desenvolveu-se um estudo com o objetivo de monitorar parâmetros físico-químicos da água associada a lavouras de arroz pré-germinado sob manejo convencional e com lâmina de água contínua.

Material e métodos

O estudo foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, durante a safra agrícola 2007/08, em área previamente sistematizada em nível, com cota zero. O solo da área experimental, um Planossolo Háptico (SANTOS et al., 2006) com teores baixo de matéria orgânica (20 g dm^{-3}), médio de fósforo (6 g dm^{-3}) e alto de potássio ($76 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3} \text{ de K}$), foi preparado em presença de água (PETRINI et al., 2004). Nessa operação, foi incorporada a adubação de pré-semeadura (200 kg ha^{-1} da formulação 0-20-20), que foi estabelecida a partir dos resultados da análise de solo e considerando-se uma expectativa de incremento de produtividade para o arroz de 3 t ha^{-1} (SOCIEDADE, 2007).

Utilizou-se o sistema de cultivo de arroz pré-germinado, para o qual avaliaram-se dois manejos da água de irrigação: manejo convencional (MC), com drenagem da área cinco dias após a semeadura do arroz e reposição de água três dias após, e manejo com lâmina de água contínua (LC) a partir da semeadura. As parcelas experimentais, com dimensões de $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$, foram estabelecidas com três repetições e isoladas por meio de taipas.

A semeadura do arroz cultivar BRS Querência foi realizada em 11/12/2007. O controle de plantas daninhas e demais práticas culturais seguiram as indicações da pesquisa para a cultura (SOCIEDADE, 2007). Como adubação de cobertura, aplicaram-se no início do perfilhamento e da fase reprodutiva do arroz, correspondendo, respectivamente, aos estádios de formação do colar da quarta folha principal (V4) e diferenciação da panícula (R1) (COUNCE et al., 2000), 50 kg ha^{-1} de

*Pelotas, RS
Dezembro, 2009*

Autores

Walkyria Bueno Scivittaro
Eng. Agrôn., Dr., Pesquisadora
Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78. Cx. Postal 403
CEP 96001-970 - Pelotas, RS
wbscivit@cpact.embrapa.br

Rochele Sogari Picoloto
Química, Mestranda em
Química
UFSM. Campus de Camobi
Santa Maria, RS,
rochelesp@hotmail.com

Juliana A. Fuhrmann Braun
Química, MSc., Pesquisadora
Convênio Petrobrás/Embrapa/
Fapeg
Pelotas, RS,
julianab@cpact.embrapa.br

José Alberto Petrini
Eng. Agrôn. MSc.,
Pesquisador
Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78. Cx. Postal 403
CEP 96001-970 - Pelotas, RS
petrini@cpact.embrapa.br

N, como uréia. Para ambos os manejos de água, durante o período de irrigação, manteve-se uma lâmina de água uniforme, com espessura média de 7,5 cm. As reposições de água foram feitas sempre que a redução no nível de água das parcelas atingia 1,0 cm. A supressão da irrigação ocorreu no estágio de grão farináceo duro (R8), dispensando-se a drenagem final das parcelas.

Amostras de água da barragem que abastece a área experimental, dos canais de irrigação principal e secundário e constituinte da lâmina das parcelas experimentais de arroz, foram coletadas em quatro épocas, no período compreendido entre 06/01/2008 e 19/03/2008.

Nas amostras coletadas, avaliaram-se, em triplicata, os parâmetros: alcalinidade, dureza, condutividade

elétrica, turbidez, pH e teores de fósforo, nitrogênio total, amônio, nitrito e nitrato. Os procedimentos analíticos seguiram métodos descritos no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998). Os resultados analíticos foram interpretados conforme os padrões de qualidade estabelecidos para águas Classe 3, na Resolução N° 357 do CONAMA, de 17 de março de 2007.

Resultados e discussão

Os resultados da caracterização físico-química da água da barragem, dos canais de irrigação principal e secundário e constituinte da lâmina das parcelas cultivadas com arroz irrigado no sistema pré-germinado, ao longo do período de cultivo, são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Alcalinidade, dureza, condutividade elétrica, turbidez e pH da água de fonte abastecedora (açude), dos canais de irrigação principal e secundário e constituinte da lâmina de parcelas cultivadas com arroz no sistema pré-germinado, sob manejo convencional da água e com lâmina contínua. Capão do Leão, RS. Dados relativos a coletas realizadas em 06/01; 28/01; 26/02 e 19/03/2008.

Fonte de água	Alc. ----- mg L ⁻¹ CaCO ₃ -----	Dur. -----	CE ¹ μS cm ⁻¹	Turb. UNT	pH
<i>Coleta: 06/01/2009</i>					
Barragem	2,00 ± 0,04	12,0 ± 0,5	48,3 ± 1,1	12,9 ± 0,6	6,8 ± 0,3
Canal principal	2,00 ± 0,03	16,0 ± 0,9	52,3 ± 2,3	8,8 ± 0,4	6,5 ± 0,2
Canal secundário	2,00 ± 0,02	10,0 ± 0,5	51,3 ± 2,0	11,3 ± 0,5	6,5 ± 0,3
Manejo conv.	3,00 ± 0,05	84,0 ± 3,1	196,4 ± 5,9	55,5 ± 1,9	7,7 ± 0,4
Lâmina contínua	6,00 ± 0,06	68,0 ± 2,2	203,9 ± 6,2	87,0 ± 3,4	7,8 ± 0,3
<i>Coleta: 28/01/2009</i>					
Barragem	2,00 ± 0,04	14,0 ± 0,7	44,9 ± 2,1	18,9 ± 0,8	6,7 ± 0,3
Canal principal	2,00 ± 0,04	20,0 ± 0,9	46,8 ± 0,2	16,6 ± 0,6	6,7 ± 0,2
Canal secundário	2,00 ± 0,05	20,0 ± 1,1	55,0 ± 0,2	28,0 ± 1,1	7,0 ± 0,3
Manejo conv.	3,00 ± 0,06	96,0 ± 3,4	138,2 ± 0,2	80,0 ± 1,8	7,6 ± 0,3
Lâmina contínua	5,00 ± 0,07	54,0 ± 1,2	157,8 ± 0,2	32,2 ± 1,0	7,6 ± 0,2
<i>Coleta: 26/02/2009</i>					
Barragem	1,00 ± 0,05	10,0 ± 0,04	41,9 ± 2,2	30,3 ± 1,4	6,8 ± 0,1
Canal principal	1,00 ± 0,05	10,0 ± 0,05	47,0 ± 2,4	33,4 ± 1,8	7,6 ± 0,2
Canal secundário	1,00 ± 0,04	8,0 ± 0,03	42,3 ± 1,0	8,4 ± 0,4	7,8 ± 0,3
Manejo conv.	1,00 ± 0,03	40,0 ± 2,1	77,6 ± 3,3	23,3 ± 1,3	7,0 ± 0,2
Lâmina contínua	1,00 ± 0,04	30,0 ± 1,1	82,3 ± 4,1	12,6 ± 0,8	7,0 ± 0,3
<i>Coleta: 19/03/2009</i>					
Barragem	1,00 ± 0,01	12,0 ± 0,6	48,3 ± 2,1	22,7 ± 1,3	7,2 ± 0,3
Canal principal	1,00 ± 0,01	14,0 ± 0,8	53,4 ± 2,7	13,9 ± 0,8	7,1 ± 0,4
Canal secundário	1,00 ± 0,02	14,0 ± 0,7	52,0 ± 2,7	38,8 ± 1,6	6,9 ± 0,3
Manejo conv.	1,00 ± 0,01	54,0 ± 2,3	107,6 ± 5,7	35,2 ± 1,3	7,8 ± 0,4
Lâmina contínua	1,00 ± 0,02	34,0 ± 1,2	85,7 ± 4,3	11,0 ± 0,4	7,6 ± 0,3

¹Alc.- alcalinidade; Dur.- dureza; CE- condutividade elétrica; Turb.- turbidez.

Tabela 2. Teores de fosfato, nitrogênio total, amônio e nitrito + nitrato na água de fonte abastecedora (açude), dos canais de irrigação principal e secundário e constituinte da lâmina de parcelas cultivadas com arroz no sistema pré-germinado, sob manejo convencional e com lâmina de água contínua. Capão do Leão, RS. Dados relativos a coletas realizadas em 06/01; 28/01; 26/02 e 19/03/2008.

Fonte de água	PO ₄ ³⁻	NTK	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻ + NO ₃ ⁻
----- mg L ⁻¹ -----				
<i>Coleta: 06/01/2009</i>				
Barragem	1,40 ± 0,03	4,3 ± 0,2	0,040 ± 0,002	0,050 ± 0,002
Canal principal	2,10 ± 0,05	5,8 ± 0,2	0,070 ± 0,003	0,040 ± 0,001
Canal secundário	2,20 ± 0,04	5,8 ± 0,3	0,030 ± 0,001	0,050 ± 0,002
Manejo conv.	4,60 ± 0,09	14,4 ± 0,9	0,030 ± 0,001	0,030 ± 0,001
Lâmina contínua	2,80 ± 0,07	11,5 ± 0,6	0,030 ± 0,001	0,070 ± 0,003
<i>Coleta: 28/01/2009</i>				
Barragem	3,80 ± 0,1	4,3 ± 0,3	0,030 ± 0,002	0,020 ± 0,002
Canal principal	4,40 ± 0,2	5,1 ± 0,4	0,060 ± 0,002	0,030 ± 0,002
Canal secundário	3,50 ± 0,1	5,1 ± 0,3	0,060 ± 0,002	0,030 ± 0,001
Manejo conv.	4,90 ± 0,3	7,9 ± 0,6	0,040 ± 0,002	0,020 ± 0,001
Lâmina contínua	4,20 ± 0,2	4,3 ± 0,2	0,050 ± 0,002	0,030 ± 0,002
<i>Coleta: 26/02/2009</i>				
Barragem	3,50 ± 0,9	4,3 ± 0,2	0,040 ± 0,002	0,040 ± 0,001
Canal principal	4,30 ± 1,5	5,0 ± 0,2	0,070 ± 0,003	0,070 ± 0,003
Canal secundário	4,20 ± 1,3	5,8 ± 0,3	0,040 ± 0,001	0,040 ± 0,002
Manejo conv.	5,60 ± 1,7	5,8 ± 0,3	0,050 ± 0,002	0,060 ± 0,002
Lâmina contínua	5,40 ± 1,8	5,8 ± 0,2	0,060 ± 0,003	0,070 ± 0,003
<i>Coleta: 19/03/2009</i>				
Barragem	4,20 ± 0,2	4,3 ± 0,2	0,010 ± 0,001	0,010 ± 0,001
Canal principal	5,10 ± 0,3	5,8 ± 0,3	0,030 ± 0,001	0,020 ± 0,001
Canal secundário	4,20 ± 0,2	6,5 ± 0,3	0,020 ± 0,001	0,030 ± 0,002
Manejo conv.	3,70 ± 0,1	10,1 ± 0,6	0,050 ± 0,002	0,060 ± 0,003
Lâmina contínua	4,20 ± 0,2	7,2 ± 0,3	0,090 ± 0,007	0,050 ± 0,002

PO₄³⁻ fosfato; NTK - nitrogênio total Kjeldahl; NH₄⁺ - amônio; NO₂⁻ + NO₃⁻ nitrito + nitrato.

De forma geral, os parâmetros alcalinidade, dureza, condutividade elétrica, turbidez, pH e a concentração de fosfato na água, apresentaram valores maiores nas amostras oriundas das áreas cultivadas com arroz, sendo que, entre estas, sobressaiu-se o tratamento com lâmina de água contínua. A intensidade deste efeito diminuiu ao longo do período de monitoramento, tendo inclusive deixado de ocorrer para o parâmetro alcalinidade a partir da terceira época de amostragem (Tabelas 1 e 2). Tais resultados devem estar associados à atividade agrícola intensiva empreendida na área experimental ao longo dos últimos anos (arroz irrigado em rotação com culturas de sequeiro), contemplando aplicações periódicas de corretivos de acidez e de fertilizantes, bem como de agrotóxicos. Acrescenta-se que as diferenças observadas entre as amostras de água provenientes das áreas cultivadas com arroz em diferentes manejos de água devem estar associadas às perdas de sedimentos e de nutrientes dissolvidos na água de drenagem, quando da adoção do manejo convencional da irrigação.

A redução nos valores para alguns dos parâmetros medidos ao longo do período de cultivo de arroz (Tabelas 1 e 2) pode ser atribuída, ainda, à remoção de nutrientes pela cultura do arroz, cuja demanda aumenta com o avanço do ciclo da cultura. Resultados semelhantes foram reportados para os parâmetros condutividade elétrica e nitrogênio por Macedo et al. (2005), em estudo realizado em lavoura de arroz do Perímetro Irrigado da Associação dos Usuários da Barragem Arroio do Duro (AUD), em Camaquã, RS.

Especificamente, quanto aos dados de turbidez, destaca-se que os valores elevados encontrados nas águas das parcelas cultivadas com arroz nas duas primeiras épocas de amostragem (Tabela 1), podem prejudicar o estabelecimento do arroz, conforme relatado em EMPRESA (1998). Por outro lado, os valores de pH determinados para a água das parcelas com cultivo de arroz estiveram sempre próximos à neutralidade (Tabela 1), condição que favorece a disponibilização de nutrientes essenciais para a cultura.

Independentemente da fonte de água e da época de amostragem considerada (Tabela 2), os teores de fósforo medidos foram bastante superiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução 357 do CONAMA, que é de 0,15 mg L⁻¹, para ambientes lóticos, e 0,05 mg L⁻¹, para ambientes lênticos, considerando-se águas Classe 3. Esse resultado caracteriza a eutrofização da água da fonte abastecedora da área experimental de arroz (barragem), bem como o potencial de eutrofização da água das parcelas experimentais de arroz, caso seja drenada para outros corpos receptores.

Com relação às concentrações de formas minerais de nitrogênio (amoniacoal e nítricas), pouca diferença foi determinada entre as fontes de água e as épocas de amostragem. Ressalta-se que os teores de amônio e nitrato nas amostras de água, independentemente da origem, foram bastante baixos (Tabela 2), refletindo a baixa disponibilidade do nutriente na fonte de água utilizada para a irrigação, a baixa fertilidade do solo da área de cultivo (PINTO et al., 2004) e o uso racional de fertilizante nitrogenado, com dose estabelecida em função da necessidade da cultura (SOCIEDADE, 2007).

Complementarmente, destaca-se o risco ao ambiente, particularmente para os corpos de água receptores, da drenagem da água proveniente de lavouras de arroz implantadas no sistema de pré-germinado logo após a semeadura, para favorecer o rápido estabelecimento das plântulas (PETRINI et al., 2004), prática esta recomendada até recentemente. Isto porque, nessa ocasião, a água drenada da lavoura de arroz contém quantidades elevadas de nutrientes e de sólidos em suspensão. Outros aspectos negativos associados à drenagem de lavouras de arroz referem-se ao aumento no uso da água pela cultura para compensar as quantidades removidas e às perdas de sedimentos e insumos carreados juntamente com a água drenada, exigindo a reposição/complementação.

Conclusão

A alcalinidade, dureza, condutividade elétrica, turbidez, pH e as concentração de fosfato e nitrogênio total na água das áreas sob cultivo de arroz em sistema pré-germinado são superiores à da água da fonte abastecedora e dos canais de irrigação. A intensidade deste efeito diminui ao longo do ciclo de cultivo do arroz.

Agradecimentos

Aos funcionários do laboratório de Fertilidade do Solo da Embrapa Clima Temperado, pelo auxílio na coleta e análise das amostras de água.

Referências

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 20. ed. Washington, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Safra 2008/2009. Nono Levantamento. Junho/2009.** Disponível em: < http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/9graos_08.09.pdf > . Acesso em: 26 jun. 2009.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 436-443, 2000.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina.** Florianópolis, 1998. 79 p.

MACEDO, V. R. M; MARCOLIN, E.; MENEZES, V. G.; GENRO JUNIOR, S. A.; JAEGER, R. L.; FONSECA, E. Característica da água do reservatório da barragem do Arroio Duro usada para irrigação da lavoura de arroz. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 4.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 26., 2005. Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Orium, 2005. p. 484-486.

PETRINI, J. A.; FRANCO, D. F.; SOUZA, P. R. de; BACHA, R. E.; TRONCHONI, J. G. Sistema de cultivo de arroz pré-germinado e transplante de mudas. In: GOMES, A.S. da; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M de. (Eds.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil.** Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2004. p. 387-416.

PINTO, L. F. S.; LAUS, J. A. N.; PAULETTO, E. A. Solos de várzea do Sul do Brasil cultivados com arroz irrigado. In: GOMES, A.S. da; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M de. (Eds.). **Arroz irrigado no Sul do Brasil.** Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2004. p. 75-95.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas, 2007. 164 p.

Circular Técnica, 87

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

GOVERNO
FEDERAL

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
Pelotas, RS - CEP 96001-970

Fone: (0xx53) 3275-8100

Fax: (0xx53) 3275-8221

E-mail: www.cpact.embrapa.br
sac@cpact.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2009) 30 Exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária- Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: José Carlos Leite Reis, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suíta de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Expediente

Supervisor editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlé

Revisão de texto: Antônio Luiz Oliveira Heberlé

Editoração eletrônica: Sérgio Ilmar Vergara dos Santos