

Avaliação de parâmetros de qualidade da água e perdas de NPK total em diferentes sistemas de manejo e cobertura do solo na lavoura arrozeira

Gabriele Victória de Godoy J C Franco¹; Cláudia Alessandra P Barros²; Jéssica Tais Kerkhoff³; Guilherme Eduardo Morschbacher Gabriel³; Jerusa Mesquita Bastos⁴; Stefano Fraga Medeiros⁵

Palavras-chave: Qualidade da Água, Sedimentos, Arroz Irrigado, Fertilizantes

INTRODUÇÃO

A gestão e manejo de recurso hídricos é um dos elementos de maior relevância nos sistemas de arroz irrigado, o qual representa alta produtividade em relação ao arroz de sequeiro. O Rio Grande do Sul representa mais do que 70% da produção nacional, majoritariamente no sistema irrigado. Muitos estudos foram e tem sido desenvolvido para terras altas, na região Sul do Brasil, visando quantificar as perdas, principalmente de solo, água, e mais recentemente de nutrientes. Por outro lado, em terras baixas pouco estudo tem sido desenvolvido, pois devido a menor declividade das áreas o processo de transporte de sedimento, água e qualquer elemento adsorvido a eles ficam limitados devido à baixa capacidade de transporte. Assim, há uma grande lacuna do conhecimento envolvendo a transferência de água, sedimento e nutrientes em terras baixas, que é representada basicamente pela cultura do arroz. As lavouras arrozeiras podem apresentar potencial de contaminação de mananciais hídricos no que tange a qualidade da água, e um dos fatores que podem interferir na qualidade de água o sistema de manejo de solo.

Dessa forma, espera-se a partir do monitoramento da qualidade da água ter o suporte técnico-científico para embasar os tomadores de decisão quanto as recomendações do manejo de água na lavoura de arroz. O experimento compreende no monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água e transferência de NPK sob diferentes tipos de manejo e cobertura do solo, propiciando a avaliação da qualidade de água na lavoura arrozeira durante o ciclo da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento vem sendo conduzido na Estação Experimental Integrar/Agrinova localizada no município de Capivari do Sul, Rio Grande do Sul. O solo da área é classificado como Planossolo Háplico (EMBRAPA, 2013), e o clima da região é do tipo Cfa (subtropical úmido, com temperaturas médias anuais entre 20°C e 22°C e precipitação pluvial bem distribuída). A água de irrigação para o experimento foi bombeada do Rio Capivari, o qual pertence à Bacia Hidrográfica do Litoral Médio. O desenvolvimento do experimento é composto por três sistemas de manejo e cobertura do solo O Sistema 1 (S1) é o monocultivo do arroz, com revolvimento do solo e pousio de inverno, o Sistema 2 (S2), tem-se o monocultivo em semeadura direta, e para o Sistema 3 (S3), semeadura direta com trevo persa (*Trifolium resupinatum*). Os manejos (S2) e (S3) tiveram início em maio de 2020, como a aplicação de herbicida e de fertilizantes. Para o S1, o preparo do solo deu-se no dia

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Campus do Vale, Faculdade de Agronomia, Av. Bento Gonçalves, 7712 - Agronomia, Porto Alegre - RS, 91540-000), e-mail: gabrielenya.gf@gmail.com

² Professora Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: claudia.barros@ufrgs.br

³ Mestrandos em Ciências do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: jessica_kerkhoff@hotmail.com, guilhermegabrieledu@hotmail.com

⁴ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: jerusa.bastos@ufrgs.br

⁵ Graduando em Agronomia, Universidade Luterana do Brasil, e-mail: stefano.medeiros91@gmail.com

28/09/2020, com o revolvimento em 27/10/2020. Os tratos culturais realizados nos três sistemas iniciaram em outubro, sendo: aplicação de fertilizantes NPK (23/10/2020), semeadura do arroz (29/10/2020) e dessecação com Glifosato para o controle de ervas daninhas (30/10/2020). Em novembro, houve aplicação de ureia (23/11/2020) e irrigação (03/11/2020), tal qual aplicação de herbicidas (20/11/2020). No início de 2021, em fevereiro, ocorreu a supressão da água (23/02/2021) e posterior colheita em março (03/03/2021).

Foram coletadas amostras a partir do dia 02/09/2020 até 16/02/2021, no percurso da água desde a captação para irrigação até as áreas de lavoura com potencial de extrapolação em eventos pluviométricos. Assim, a dinâmica da água na lavoura arrozeira tem início no Rio Capivari, seguimento de captação da água. O percurso segue pelo Canal 1 (Canal Faixa) e, partir do Canal 2 (Canal Integrar), ocorre a distribuição da água para os três sistemas avaliados: S1, S2 e S3. As amostras foram coletadas em duplicatas (R1 e R2) em recipientes limpos, acondicionadas em caixa de isopores e encaminhadas ao laboratório de Conservação do solo e da água/UFRGS. A R1 para análise de sedimentos, pH, e Condutividade Elétrica – CE e R2 para as análises de NPK. A análise de sólidos totais – ST e dissolvido - SD foi realizada com o método da evaporação ou filtragem (SHREVE; DOWNS, 2005) no laboratório de conservação do solo e água; o pH e a CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$) foram analisados no laboratório de Química do solo da UFRGS. O método usado para a quantificação do Nitrogênio foi o da digestão ácida com posterior destilação em arraste de vapor semi-micro Kjeldahl (TEDESCO et al., 1995). As concentrações na fração dissolvida e total dos elementos P e K foram determinados pela técnica de espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio acoplado indutivamente (ICP OES) realizadas no LAS – Laboratório de Análises de Solos – UFRGS. Lembrando que para a determinação na fração total, foi necessário a realização de digestão ácida conforme a EPA 3050b.

A análise dos dados foi realizada conforme os valores de referência para parâmetros de qualidade da água estabelecidos pela resolução nº357 de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), considerando o enquadramento na Classe 3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para ST, SD, pH e CE encontram-se nas tabelas 1 e 2. Conforme indicado na tabela 1, constataram-se dois valores de sólidos dissolvidos (g L^{-1}) bastante expressivos em amostras coletadas no Rio Capivari em comparação com os outros valores observados, considerando o valor máximo de 0,295 g L^{-1} no dia 29/09/20. Nessa data, ocorreu precipitação pluvial, de 15 mm, o que pode ter ocasionado o aumento de sólidos dissolvidos.

Tabela 1. Tabela 1. Valores Mínimos, Médios, Máximos, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) para os parâmetros SD, ST, pH e CE nos seguimentos indicados. “n” é o número de amostras.

Estatística	Rio				Canal 1				Canal 2			
	SD	ST	pH	CE	SD	ST	pH	CE	SD	ST	pH	CE
	g L^{-1}				$\mu\text{S cm}^{-1}$				g L^{-1}			
n	5				7				5			
Mínimo	0,125	0,249	5,51	107	0,075	0,019	4,63	78	0,045	0,012	4,71	80
Média	0,184	0,279	6,03	137	0,145	0,313	5,27	148	0,075	0,059	5,20	109
Máximo	0,295	0,336	7,05	183	0,210	1,601	5,63	273	0,105	0,105	5,53	182
DP	0,08	0,04	0,62	29,52	0,07	0,63	0,34	84,26	0,04	0,04	0,31	42,95
CV	2,38	7,21	9,76	4,63	2,00	0,49	15,69	1,75	1,77	1,54	16,82	2,54

Tabela 2. Valores Mínimos, Médios, Máximos, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) para os parâmetros SD, ST, pH e CE nos seguimentos indicados. “n” é o número de amostras.

Estatística	Sistema 1				Sistema 2				Sistema 3			
	SD	ST	pH	CE	SD	ST	pH	CE	SD	ST	pH	CE
	g L ⁻¹				μS cm ⁻¹				g L ⁻¹			
n	7											
Mínimo	0,130	0,017	4,88	82	0,090	0,087	4,29	94	0,070	0,017	4,93	62
Média	0,172	0,163	5,50	163	0,155	0,150	5,44	152	0,134	0,113	5,44	149
Máximo	0,215	0,311	6,05	325	0,220	0,220	6,60	262	0,255	0,255	6,10	397
DP	0,03	0,11	0,36	91	0,05	0,04	0,80	75	0,07	0,08	0,45	126,41
CV	5,43	1,47	15,16	1,78	3,10	3,41	6,80	2,03	1,82	1,41	12,16	1,18

Os sólidos totais - ST apresentaram comportamento semelhante aos sólidos dissolvidos, muito embora não consta na legislação vigente do CONAMA para águas de classe 3. O valor máximo de sólidos totais indicado na tabela 1 refere-se ao segmento canal 1, o qual resultou numa concentração de 1,6 g L⁻¹ no dia 24/11/2020. Vale ressaltar que no dia anterior ao pico houve a entrada de água na lavoura por irrigação, assim como a aplicação de ureia. Pode-se atribuir a influência da entrada de água no valor destacado de sólidos totais.

O pH é um parâmetro muito importante nos estudos ambientais, pois influencia no equilíbrio químico de reações que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de água sendo frequentemente utilizado na caracterização destas águas (SPERLING, 2005). A avaliação do pH deve ser enquadrada seguindo os valores de referência, os quais são estabelecidos pelos limites 6 e 9 para águas de classe 3. Nas tabelas 1 e 2, verifica-se que tanto para valores mínimos e máximos, tem-se a ocorrência, em todos os segmentos e tratamentos, de resultados com valores abaixo do recomendado pela legislação vigente.

O sistema inundado cria um ambiente desafiador e único para o manejo eficiente de nutrientes do solo em arroz de várzea. O fornecimento de nutrientes indispensáveis em doses e fontes adequadas por meio de métodos e horários de aplicação corretos são fatores cruciais que interferem na produtividade e sustentabilidade do arroz (NEUPANE et al., 2019). A avaliação dos nutrientes NPK é constatada nas tabelas 3 e 4, onde verificam-se os teores de Nitrogênio mineral total (Nt), Potássio total (Kt) e dissolvido (Kd), Fósforo total (Pt) e dissolvido (Pd).

Tabela 3. Valores Mínimos, Médios, Máximos, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) para os parâmetros Nt, Kt, Kd, Pt e Pd nos seguimentos avaliados. "n" é o número de amostras.

Estatística	Rio					Canal 1					Canal 2				
	Ntotal	Kt	Kd	Pt	Pd	Ntotal	Kt	Kd	Pt	Pd	Ntotal	Kt	Kd	Pt	Pd
	mg L ⁻¹														
n	5	3	5	3	5	11	7	10	7	10	6	6	6	6	6
Mínimo	0,00	0,93	1,21	0,00	0,04	0,00	2,36	0,88	0,00	0,00	1,30	0,93	0,83	0,00	0,03
Média	8,22	1,18	2,07	0,04	0,04	6,59	2,36	3,22	0,09	0,06	6,52	1,13	1,48	0,05	0,03
Máximo	24,30	1,43	3,07	0,08	0,05	14,20	2,36	5,24	0,66	0,34	16,40	1,43	2,37	0,16	0,03
DP	4,18	0,35	0,92	0,05	0,01	1,06	2,36	1,73	0,25	0,10	2,17	0,27	0,63	0,08	0,07
CV	11,60	3,18	1,46	0,49	0,01	2,35	2,36	1,24	0,23	0,07	5,58	0,34	0,66	0,08	0,00

Tabela 4. Valores Mínimos, Médios, Máximos, Desvio Padrão (DP) e Coeficiente de Variação (CV) para os parâmetros Nt, Kt, Kd, Pt e Pd nos seguimentos avaliados. "n" é o número de amostras.

Estatística	Sistema 1					Sistema 2					Sistema 3				
	Ntotal	Kt	Kd	Pt	Pd	Ntotal	Kt	Kd	Pt	Pd	Ntotal	Kt	Kd	Pt	Pd
	mg L ⁻¹														
n	6	4	6	4	6	5	3	6	3	6	7	4	7	4	7
Mínimo	1,10	0,93	1,12	0,00	0,01	6,20	1,43	0,08	0,00	0,04	3,00	0,93	0,97	0,00	0,05

Média	8,77	2,56	5,29	0,00	0,16	14,10	2,43	6,88	0,44	0,58	11,14	4,81	3,96	0,20	0,33
Máximo	21,90	6,93	13,94	0,00	0,53	24,30	4,43	14,68	0,66	1,80	38,80	15,43	13,15	0,66	0,85
DP	7,44	2,93	6,25	0,00	0,21	7,63	1,73	6,29	0,38	0,62	12,57	7,09	4,24	0,31	0,32
CV	7,81	4,66	6,56	0,00	0,22	9,47	4,30	6,60	0,94	0,65	11,63	11,28	3,92	0,49	0,29

Como indicado nas tabelas 3 e 4, as maiores perdas são de nitrogênio mineral total. A perda máxima de 38 mg L⁻¹ ocorreu no tratamento S3, no dia 27/11/2020, sendo as maiores perdas para o S1 e S2 também. Essas perdas ocorreram 4 dias após aplicação da ureia nos sistemas 1 e 2. Nessa mesma amostra, o pH também apresentou maiores valores, mais especificadamente 6,10 observado para o sistema 3. Na literatura, é possível encontrar uma relação entre o valor de pH e possíveis perdas de Nitrogênio através da volatilização de NH₃ (KEENEY, D.R et al., 1986). Além disso, o pH da água enquadrada para irrigação é o resultado de interações de várias propriedades da água, incluindo concentração de CO₂ e NH₃, capacidade de tamponamento de pH, alcalinidade, temperatura e atividade biótica. As maiores perdas de NH₃ volátil são relatadas a partir de fertilizantes de ureia em comparação com outras fontes de N, visto que a hidrólise da ureia fornece alcalinidade que pode manter ou iniciar a perda volátil de NH₃ (VOLEK et al., 1981).

CONCLUSÃO

A partir dos valores de referência da legislação CONAMA nº 357/2005, verificou-se que os valores de pH, em todos os segmentos, em pelo menos uma amostra foi abaixo da legislação vigente. Os sólidos dissolvidos encontram-se dentro do limite, e foi observado um pico de nitrogênio mineral total no Sistema 3. O experimento está em andamento ainda, e um monitoramento mais intenso foi estabelecido na safra 21/22; o qual juntamente com os dados desse trabalho poderão dar maior suporte para a compreensão na qualidade da água da lavoura arrozeira.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Fundação Agrisus pelo apoio financeiro e a Integrar-Agrinova pelo apoio no campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. págs. 58-63.
- KEENEY, D.R., SAHRAWAT, K.L. Nitrogen transformations in flooded rice soils. In: De Datta, S.K., Patrick, W.H. (eds) Nitrogen Economy of Flooded Rice Soils. Developments in Plant and Soil Sciences, vol 26. Springer, Dordrecht, 1986.
- LG VOLEK, P., CRASWELL, E.T. Ammonia volatilization from flooded soils., 227–245 (1981).
- NEUPANE, S., TIRSANA, K. (2019). Study of Management Practices for Lowland Rice in Nepalese Context. Acta Scientific Agriculture. 3. 181-185. 10.31080/ASAG.2019.03.0666.
- SHREVE, E. A.; DOWNS, A. C. Quality-Assurance Plan for the Analysis of Fluvial Sediment by the U.S. Geological Survey Kentucky Water Science Center Sediment Laboratory. Geological Survey Open-File Report 2005-1230, p. 35, 2005.
- TEDESCO, M.J et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p.
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.