

II Feira de Ciências, Tecnologia e Inovação da UFSM-CS

Análise do tempo de entrada da água de irrigação na lavoura do arroz e a relação com a produtividade

Analysis of irrigation water input time in rice farming and relationship with productivity

Carlos Eduardo da Silva¹ , Zanandra Boff de Oliveira² , Luis Felipe Baranzelli¹ ,
Matheus da Silva Costa¹ , Vitor Maus Spies¹ , Pedro Trevisan Hamann² 

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Cachoeira do Sul, RS, Brasil

² Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

RESUMO

O arroz irrigado tem grande importância social e econômica no RS e estudar melhorias no manejo das lavouras para que a produtividade seja maior, é relevante. Assim, o presente trabalho objetivou realizar o levantamento e o mapeamento e do tempo da entrada da água de irrigação em dois talhões (31 e 50 ha) e relacionar com a produtividade do arroz irrigado por inundação em Cachoeira do Sul -RS. O monitoramento da frente de avanço da água foi realizado por drone. O processamento das imagens e a interpolação do tempo de entrada de água foi com o software QGIS. Obteve-se a produtividade (kg ha^{-1}) média para cada tempo interpolado. No talhão 1, a produtividade de 16.645,50 kg ha^{-1} obtida quando o avanço da água de irrigação aconteceu nas primeiras 24 h foi reduzida para 13.982,19 kg ha^{-1} quando foi entre 24 e 48 h, e menor ainda de 12993,69 kg ha^{-1} , quando o tempo de entrada foi maior que 72 h. No talhão 2, *não foi possível associar as diferenças de produtividade com o tempo de entrada da água de irrigação*, o que pode ter sido em função de uma chuva de 50 mm que ocorreu durante o período de irrigação.

Palavras-chave: RPAS; Geotecnologias; *Oryza sativa* (L.)

ABSTRACT

Irrigated rice has great social and economic importance in RS, and studying improvements in crop management so that productivity is greater is relevant. Thus, the present work aimed to survey and map the time of irrigation water entry into two plots (31 and 50 ha) and relate it to the productivity of flood-irrigated rice from Cachoeira do Sul -RS. Monitoring of the water advance was carried out by drone. Image processing and interpolation of water entry time were performed using QGIS software. The average productivity (kg ha^{-1}) was obtained for each interpolated time. In plot 1, the productivity

of 16,645.50 kg ha⁻¹ obtained when the advance of irrigation water occurred in the first 24 h was reduced to 13982.19 kg ha⁻¹ when it was between 24 and 48 h, and even lower than 12,993.69 kg ha⁻¹ when the entry time was greater than 72 h. In plot 2, it was not possible to associate differences in productivity with the time of irrigation water input, which may have been due to a 50 mm rain that occurred during the irrigation period.

Keywords: RPAS; Geotechnologies; *Oryza sativa* (L.)

1 INTRODUÇÃO

O arroz irrigado tem grande importância social e econômica, pois é a principal cultura para os terrenos de várzea no estado do Rio Grande do Sul. Na metade sul do RS, a produção de 7.238.560 toneladas de arroz na safra 2022/23 (IRGA, 2023), representa 72% da produção nacional do cereal, que foi de 10.033.300 toneladas (CONAB, 2023). A produtividade também se destaca, alcançando média 8.786 kg ha⁻¹ na referida safra, com incremento de 77% nos últimos 32 anos (4.950 kg ha⁻¹ na safra 1990/91), colocando o Estado como uma das regiões de maior produtividade do cereal no mundo, sendo referência também quanto à qualidade de grãos.

Apesar do contínuo aumento na produtividade média do arroz nos últimos anos, ainda há uma considerável diferença entre as produtividades medidas em experimentos de estações de pesquisa de arroz e da produtividade média atual de arroz no Rio Grande do Sul (Ribas *et al.*, 2020), demonstrando a importância de avaliar cada prática de manejo para que sejam mais assertivas e, assim, contribuir para maiores produtividades das lavouras.

Dentre as práticas de manejo, a irrigação exerce um papel importante. Conforme Grohs *et al.* (2019), a entrada de água no momento ideal e com altura de lâmina adequada, interage e beneficia positivamente com outros fatores importantes como a disponibilidade de nutrientes, em especial o nitrogênio, incidência de pragas e doenças e no controle de plantas daninhas. Depois do potássio (K), o nitrogênio (N) é o nutriente que a planta de arroz mais exporta do solo. O N é componente da clorofila, aumenta a área foliar da planta, a qual aumenta a eficiência de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produtividade de grãos (Fangeria; Santos; Stone, 2003).

Assim, o momento do início da irrigação deve ocorrer logo após a primeira adubação nitrogenada em cobertura, para assegurar maior aproveitamento de nitrogênio aplicado (SOSBAI,2018). Dessa forma, é recomendado o início da irrigação a partir do estágio V1, sendo que cada dia de atraso a partir deste momento, representa perda de 64 kg ha⁻¹ quando não há competição com plantas daninhas e de 274 kg ha⁻¹ com a presença de plantas daninhas no talhão (IRGA, 2021). Bergmann *et al.* (2019), também obteve resultados significativos nesse sentido, em que cada dia de atraso a partir do estágio V3, representa perda de 86,8 kg ha⁻¹ de produtividade.

O monitoramento da entrada da água de irrigação utilizando aeronave remotamente pilotada (RPAS), comumente chamadas de drones, permite avaliar o tempo para a entrada da água de irrigação no talhão, a verificação de locais com atraso ou irrigação ineficiente, podendo contribuir para a tomada de decisão a respeito da melhoria da infraestrutura do sistema de irrigação, da gestão da equipe e do tempo. De forma sucinta os drones capturam imagens aéreas da lavoura que posteriormente é submetida a análise de imagens, que permite visualizar a lavoura de um ângulo diferente, contribuindo para a identificação de problemas que antes seriam mais difíceis de identificar (Gomes *et al.*, 2019).

Para Valencia (2020), o sensoriamento remoto evidencia-se como base útil para estudos de geração de melhores rendimentos nas áreas e para dar ferramentas aos produtores de tomadas de decisões no gerenciamento da atividade agrícola. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar o levantamento e o mapeamento e do tempo da entrada da água de irrigação em dois talhões e relacionar com a produtividade do arroz irrigado por inundação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no ano agrícola 2022-23, em dois talhões de lavoura comercial de arroz. A área está localizada no distrito de Capan  em Cachoeira do Sul - RS (30,45 S, 53,19 ). O solo predominante na região é classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico arênico, unidade Vacac  (Streck, *et al.*, 2008).

As cultivares IRGA 424 RI e IRGA 431 CL foram implantadas no sistema de cultivo mínimo em 12/10/22 e 08/11/22 para o talhão 1 (Figura 1 A) e 2 (Figura 1 B), respectivamente. A irrigação iniciou nos dias 17/11 (talhão 1) e 02/12 (talhão 2), quando na cultura estava em estágio fenológico de V1, a partir do qual iniciou-se o monitoramento da frente de avanço da água nos talhões utilizando um drone (Tabela 1). A adubação de base foi feita com 120 kg ha^{-1} da fórmula comercial 11-52-00 (Nitrogênio - Fósforo e Potássio) na linha e 200 kg ha^{-1} da fórmula comercial 00-00-60 (Nitrogênio - Fósforo e Potássio) aplicada à lanço.

Figura 1 – Talhão 1 de 31 ha (Figura 1 A)



Figura 1 – Talhão 2 de 50 ha (Figura 1 B)

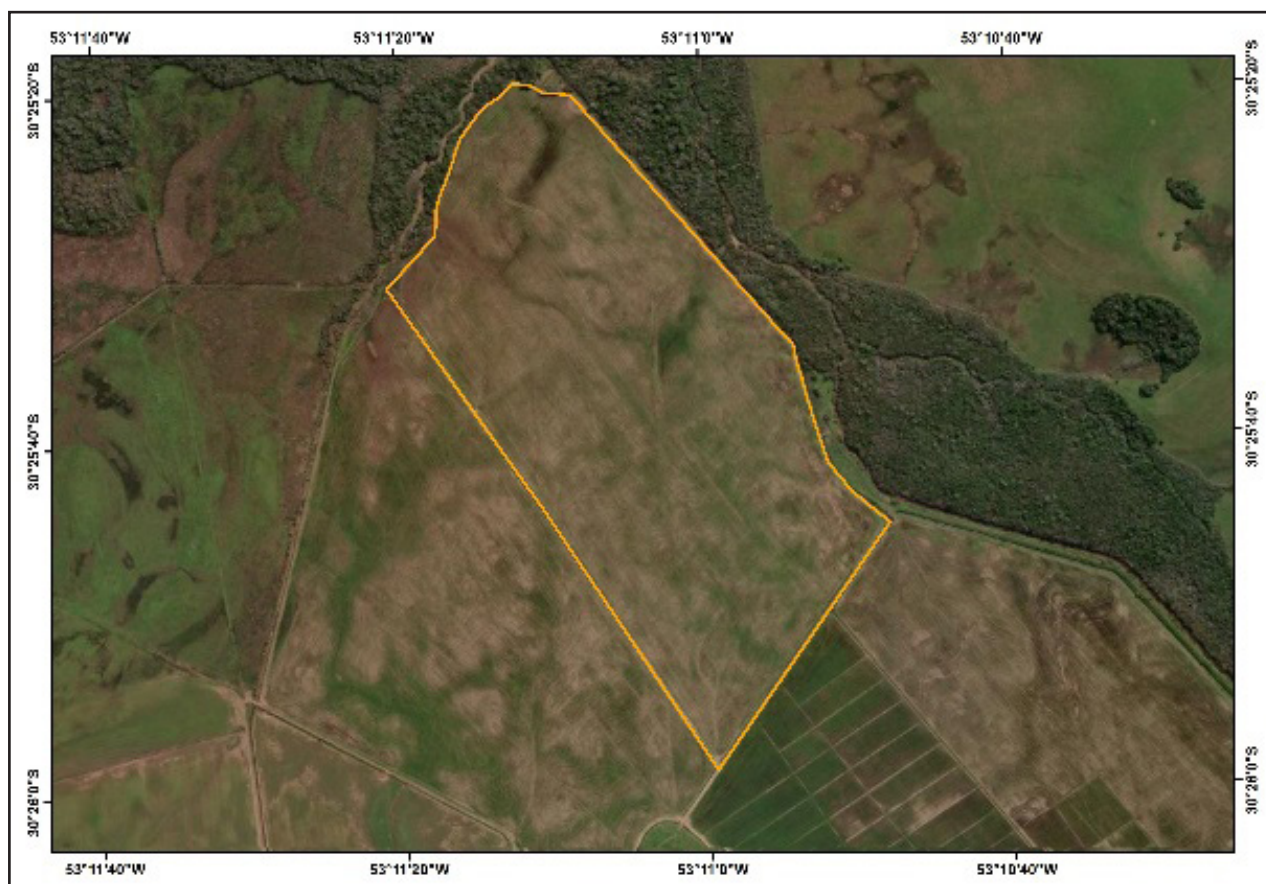


Tabela 1 – Datas e horário dos voos em cada talhão

Nº de voo	Data	Hora
Talhão 1		
1	17/nov	18:00
2	19/nov	9:00
3	20/nov	17:00
Talhão 2		
1	02/dez	18:00
2	05/dez	11:00
3	07/dez	10:00
4	09/dez	9:00
5	11/dez	11:00

O drone utilizado foi o DJI Mini 2, produzido pela empresa DJI e possui dimensões de 138 x 81 x 58 mm com hélices dobradas e pesa cerca de 249 gramas, possui câmera embutida capaz de gravar vídeos em 4K a 30fps, e captura fotos de 12 megapixels,

possui um gimbal de três eixos para estabilização da câmera, tem tempo máximo de voo de 31 minutos, alcance de até 10 km e velocidade máxima de 16 ms^{-1} .

Os voos foram realizados a 120 de altura do solo e as imagens foram capturadas com sobreposição frontal de 75% e lateral de 65%, o tamanho do pixel é de 5 cm. Foram gerados os ortomosaicos de cada voo, sendo possível identificar o avanço da irrigação pela diferença de coloração do solo, em seguida foi inserido cada ortomosaico no QGIS (desktop versão 3.30.3) e traçado linhas definindo em cada voo o avanço da irrigação. Depois de traçar linhas limitando o avanço da entrada de água, foi feita interpolação do tipo TIN pelo método de interpolação linear, o atributo de interpolação foi o valor atribuído a cada linha, neste caso foi o tempo, em horas, que levou até que o avanço da irrigação estivesse em determinada linha. Em seguida foram geradas linhas de contornos sobre os mapas de interpolação a cada 24 horas.

A colheita foi realizada quando as plantas estavam em estágio de R9, com 20-24% de umidade nos grãos (SOSBAI, 2018), coletou-se três amostras de 0,5 m X 0,5 m ($0,25 \text{ m}^2$) em onze pontos distribuídos ao longo do comprimento e largura dos talhões, conforme zonas de manejo previamente estabelecidas, cujo objetivo não contempla este estudo. Para a obtenção da produtividade (kg ha^{-1}), o peso obtido na área conhecida, foi corrigido para a umidade de 13% e extrapolado para 10.000 m^2 . Realizou-se média dos valores de produtividade em função do tempo de entrada de água no local.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ortomosaicos obtidos após cada voo Figuras 2 (talhão 1) e 3 (talhão 2), permitem visualizar que o avanço da água foi mais rápido no talhão 1, o que pode estar relacionado ao posicionamento mais adequado da infraestrutura de canais e compatibilidade com o tamanho do talhão e, também, a maior uniformidade de solo (textura e estrutura). O talhão 2, por estar bastante próximo ao rio, tem uma maior heterogeneidade de textura, pois há locais com deposição de areia, além de haver um

indicativo de incompatibilidade entre infraestrutura de canais de distribuição da água e tamanho do talhão, que é maior que o talhão 1.

Figura 2 – Ortomosaicos do monitoramento da entrada de água de irrigação do talhão 1, voo 1 (A), voo 2 (B) e voo 3 (C)

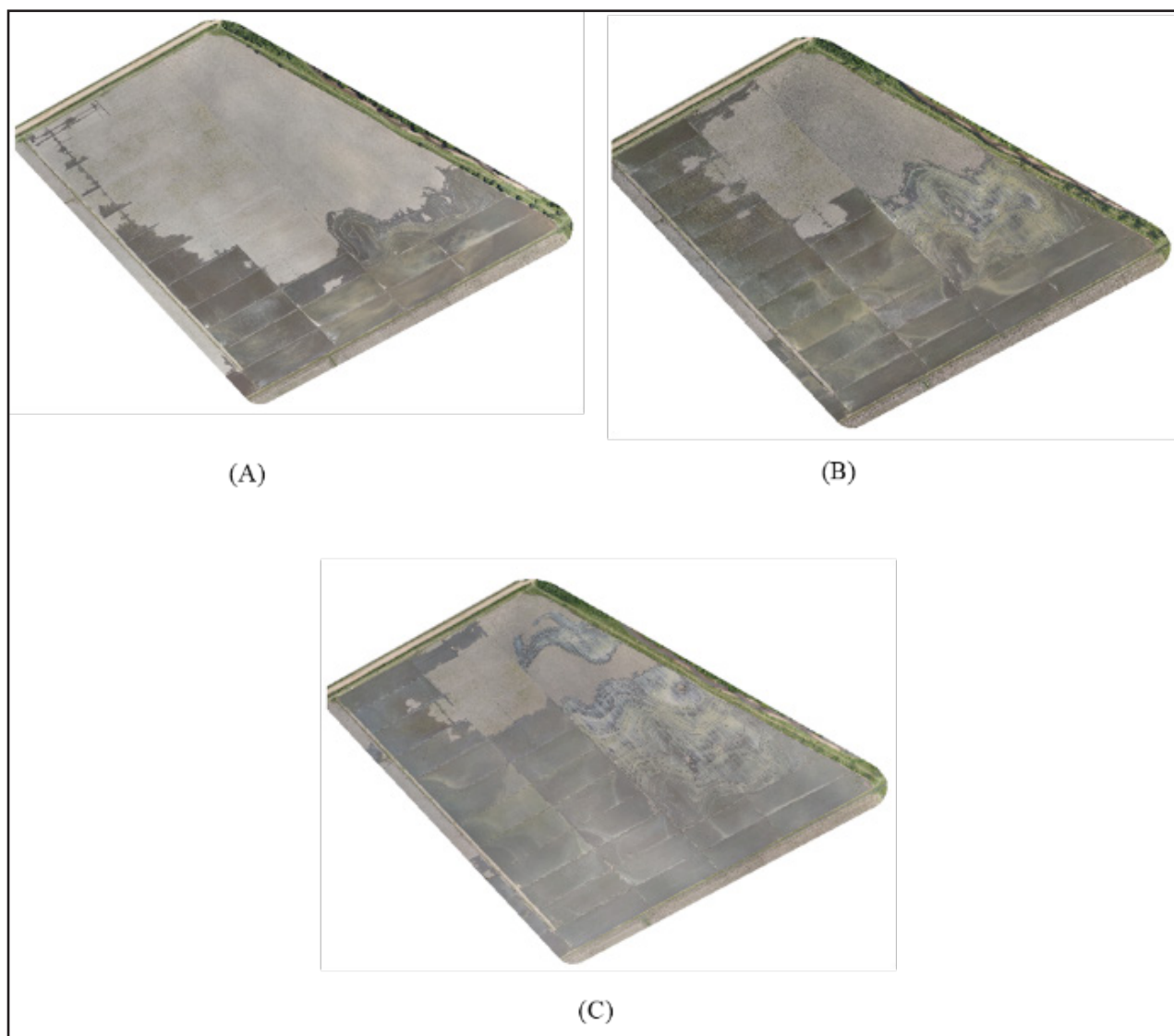
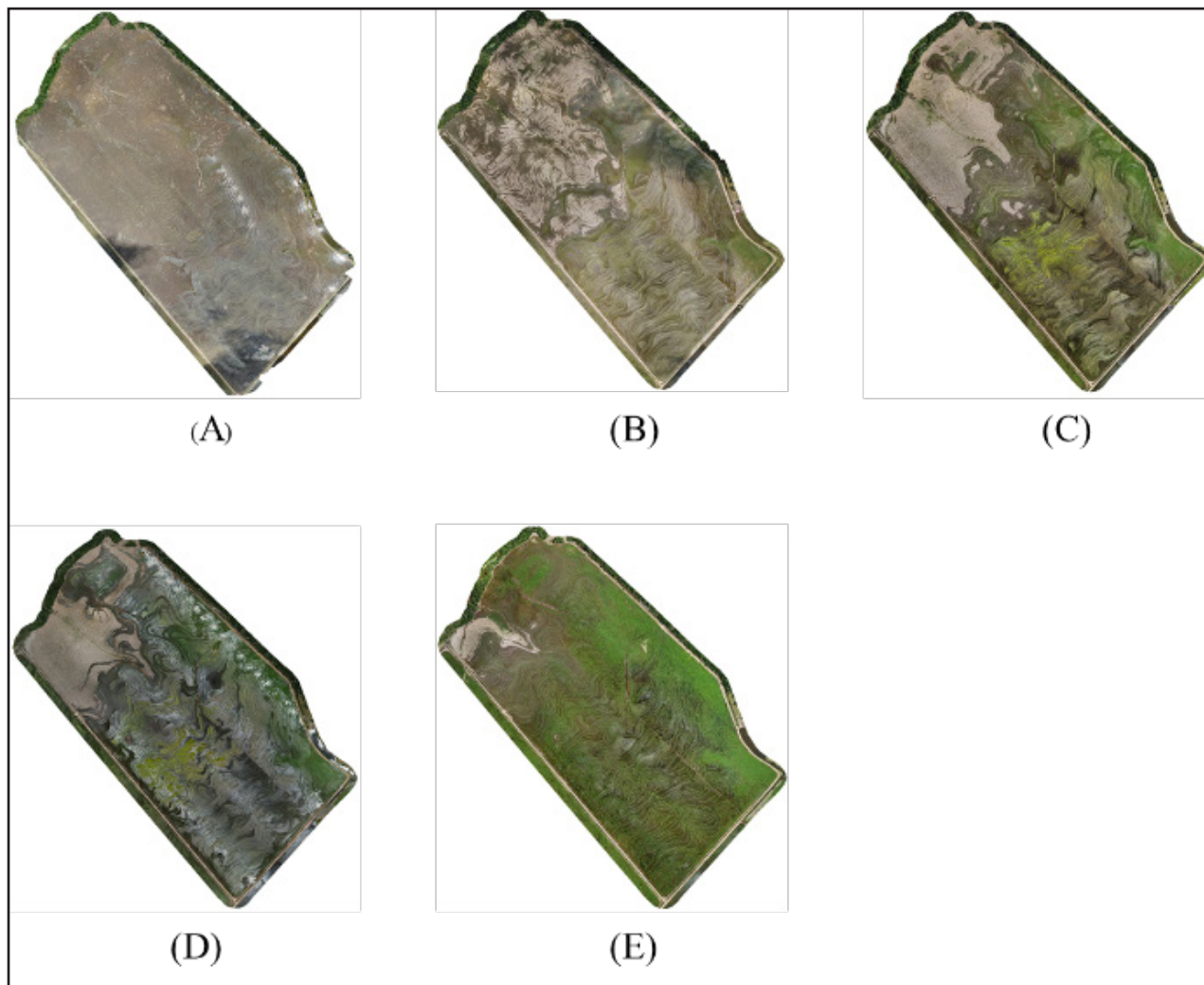


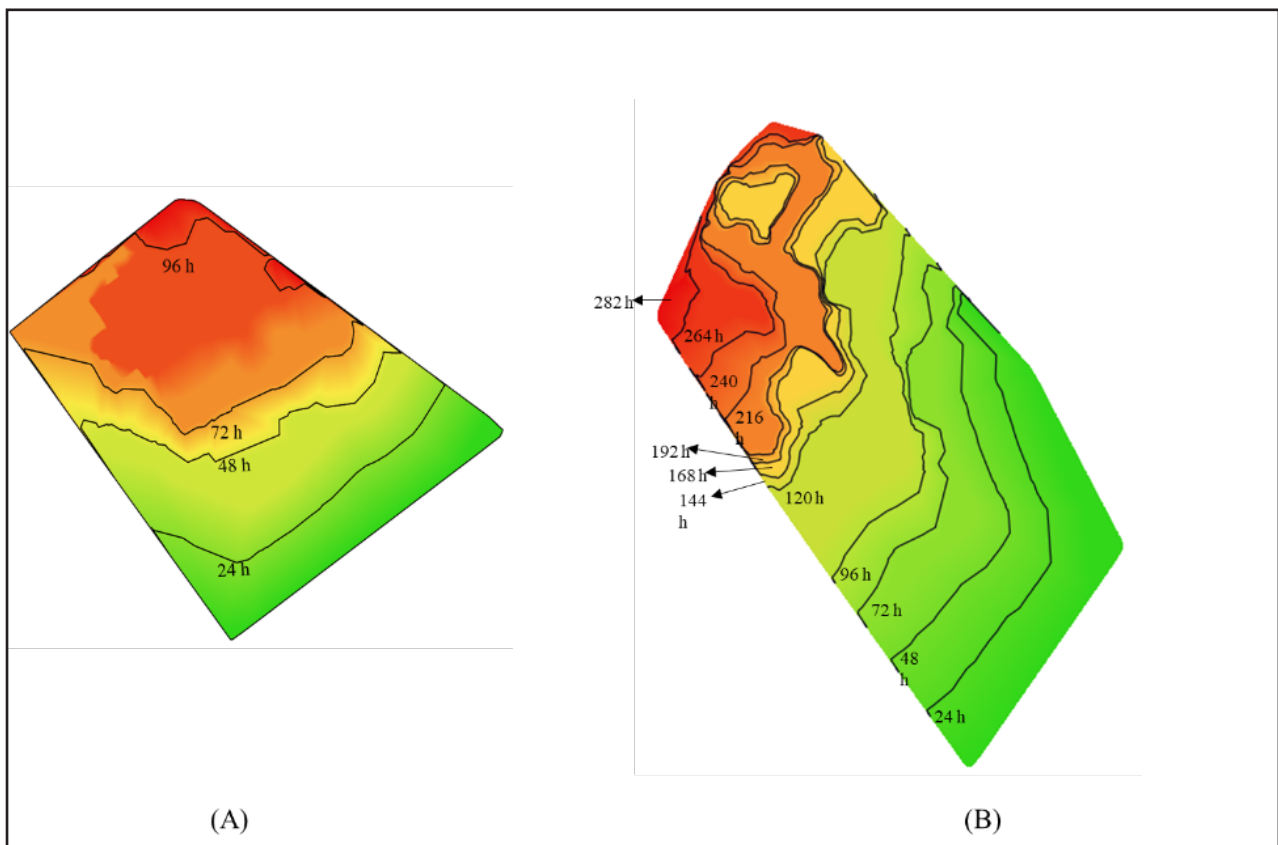
Figura 3 – Ortomosaicos do monitoramento da entrada de água de irrigação do talhão 2, voo 1 (A), voo 2 (B), voo 3 (C), voo 4 (D) e voo 5 (E)



O resultado do mapeamento e da interpolação do tempo de entrada de água nos talhões é apresentado na Figura 4. O talhão 1 (Figura 4 A) teve 50% da área com a entrada da água de irrigação em dois dias e a frente de avanço foi completa em quatro dias. Enquanto, no talhão 2 (Figura 4 B) houve um avanço acelerado da água de irrigação nos quatro primeiros dias, completando 50% da área. Este avanço foi potencializado por uma chuva de 50 mm que aconteceu neste período. Contudo, para completar os outros 50% da área, foram necessários mais oito dias, totalizando doze dias para a entrada da água em todo o talhão , nota-se que as plantas já estavam visíveis neste momento (Figura 3 E). Segundo Zamberlan *et al.* (2014), o atraso na

entrada de água na lavoura de arroz pode causar prejuízos, reduzindo a produtividade final de grãos, que de acordo com Ramírez *et al.* (2007), é em média cerca de 1000 kg ha⁻¹ a menos a cada 10 dias de atraso de irrigação.

Figura 4 – Mapas das interpolações do horário em que houve a formação da lâmina de irrigação geradas para os talhões 1(A) e 2(B)

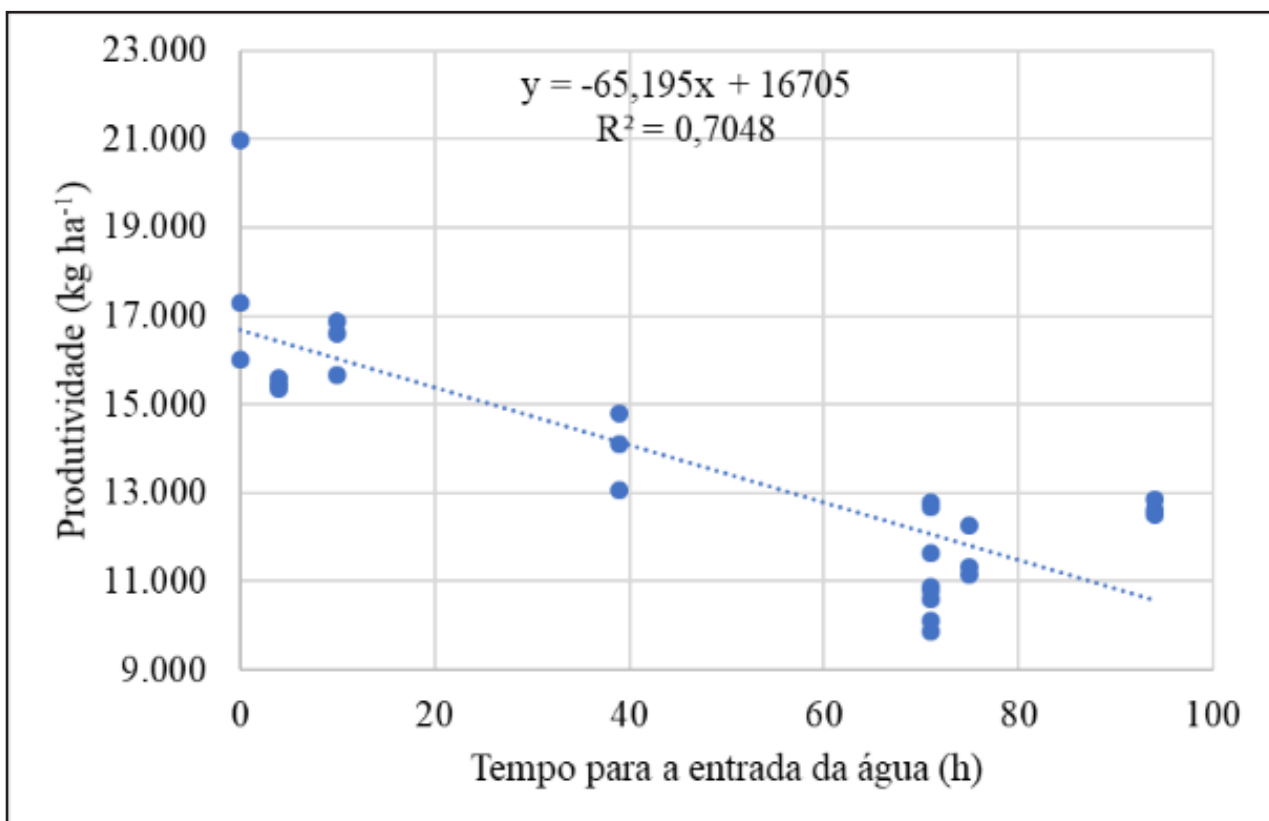


Para o talhão 1 há uma acentuada queda de produtividade a partir de 24 h para a entrada de água de irrigação (Figura 5 e Tabela 2). A produtividade média de 16645,50 kg ha⁻¹ cuja a entrada de água aconteceu nas primeiras 24 h foi reduzida para 13982,19 kg ha⁻¹ quando a entrada da água de irrigação foi entre 24 e 48 h e apresentou os menores valores médios de 12993,69 kg ha⁻¹, nos locais em que a entrada de água de irrigação levou mais de 72 h (Tabela 2).

Para o talhão 2 (Figura 5 e Tabela 2), não é possível associar a redução de produtividade com o tempo de entrada da água de irrigação, já que a produtividade média foi de 16285,77 kg ha⁻¹, quando a entrada de água levou

mais de 240 h e de 14097,20 kg ha⁻¹, quando a entrada da água foi de até 24 h (Tabela 2). Este resultado pode estar associado à chuva que aconteceu durante o processo de irrigação, que contribuiu para estabelecimento inicial das plantas e o aproveitamento da adubação nitrogenada. Bem como, a outros aspectos relacionados à heterogeneidade de solo existente neste talhão, que influenciam a fertilidade e compactação, afetando diretamente a produtividade, mas que não foram explorados neste estudo.

Figura 5 – Relação entre produtividade (kg ha⁻¹) tempo de entrada da água no talhão 1 (A) e 2 (B)



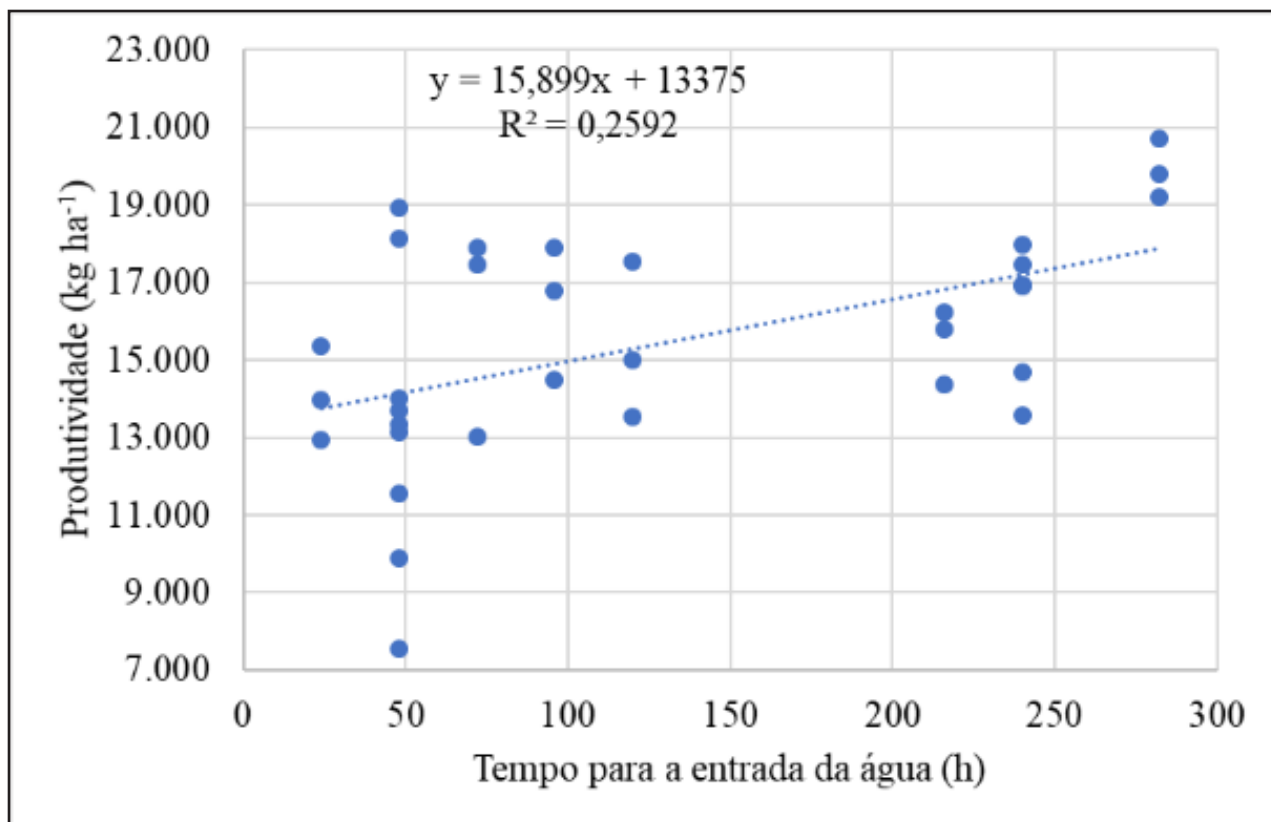


Tabela 2 – Resultado médio da produtividade do arroz em função dos diferentes tempos de entrada de água de irrigação nos talhões

Talhão 1		Talhão 2	
Tempo para entrada da água (h)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Tempo para a entrada da água (h)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
0-24	16645,50	0-48	14097,20
24-48	13982,19	48-120	15293,91
48-72	13107,07	120-240	15379,20
acima de 72	12993,69	acima de 240	16285,77

A produtividade média do talhão 1 foi de 14.182,11 kg ha⁻¹ e do talhão 2 foi de 15.264,02 kg ha⁻¹, superiores à média do estado de 8.786,00 kgha⁻¹ (CONAB, 2023), indicando que há potencial para incremento de produtividade do arroz no RS. Além disso, cabe salientar as diferenças entre produtividades dentro de um mesmo

talhão (Figura 5). No talhão 1 a produtividade variou entre 9.876,00 e 20.963,00 kg ha⁻¹ e no talhão 2, a diferença foi ainda maior, com produtividades variando entre 7.556,00 e 20.697,00 kg ha⁻¹, corroborando com Chung *et al.* (2000), que em uma análise da variabilidade espacial dentro de uma lavoura de arroz, constataram que o rendimento máximo da cultura foi mais que o dobro do rendimento mínimo em uma mesma lavoura. Neste contexto a agricultura de precisão (AP) pode ser uma importante ferramenta de manejo, visto que ela se apresenta como um conjunto de tecnologias que promovem melhorias na gestão e na produtividade levando em consideração a variabilidade espacial e temporal dos elementos que influenciam na produtividade das lavouras (Inácio; Cortez, 2023).

Dessa forma, o presente estudo apresenta uma metodologia que pode contribuir para a melhoria da gestão da irrigação em áreas cultivadas com arroz irrigado por inundação e reforça a importância de avaliar as heterogeneidades existentes dentro de um mesmo talhão para aumentar a produtividade da cultura do arroz.

4 CONCLUSÕES

No talhão 1, a produtividade média de 16.645,50 kg ha⁻¹ obtida quando o avanço da água de irrigação aconteceu nas primeiras 24 h foi reduzida para 13.982,19 kg ha⁻¹ quando foi entre 24 e 48 h, e menor ainda de 12.993,69 kg ha⁻¹, quando o tempo de entrada da água de irrigação foi maior que 72 h. No talhão 2, não foi possível associar as diferenças de produtividade com o tempo de entrada da água de irrigação, o que pode ter sido em função de uma chuva de 50 mm que ocorreu durante o período de irrigação, entre outros aspectos referentes a heterogeneidade de solo não explorados neste estudo.

A metodologia de mapeamento e interpolação do tempo de avanço da água em talhões cultivados com arroz permitiu evidenciar gargalos em relação a infraestrutura da irrigação e o tamanho do talhão e heterogeneidades em relação ao solo, que influenciam no avanço da água e formação da lâmina de irrigação para o arroz irrigado por inundação.

REFERÊNCIAS

BERGMANN, C. et al. Influência da época de irrigação na produtividade de cultivares de arroz irrigado. In: 5º Semana integrada UFPEL, 5, Pelotas - RS. **Anais [...]**. XXVIII CIC, Pelotas - RS 2019, p: 1-4. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2019/CA_01780.pdf. Acesso 24 ago. 2023.

CHUNG, S.O. et al. Spatial variability of yield, chlorophyll content, and soil properties in a Korean rice paddy field, Minnesota, EU. **Proceedings [...]** of the 5th International Conference on Precision Agriculture, Bloomington, Minnesota, EUA, 16-19 de julho de 2000. Sociedade Americana de Agronomia, 2000. p. 1-14.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB – **Boletim da Safra de Grãos, 12º Levantamento - Safra 2022/23**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 22 set. 2023.

FANGERIA, A.K.; SANTOS, A.B.; STONE, L.L. **Manejo de Nitrogênio em Arroz Irrigado**. Circular técnica 58, Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/212407/manejo-de-nitrogenio-em-arroz-irrigado>. Acesso 15 set. 2023.

GOMES, C.S. Impactos da expansão do agronegócio brasileiro na conservação dos recursos naturais. **Cadernos do Leste**, v. 19, n. 19, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/view/13160>. Acesso 24 ago. 2023.

GROHS, M. et al., Implicações morfo-fisiológicas na planta de arroz e produtividade de grãos em função da antecipação da irrigação, Balneário Camburiú **Anais [...]**. XI Congresso Brasileiro do Arroz Irrigado. Balneário Camburiú, 12 a 16 de agosto de 2019, p. 1-4. Disponível em: https://www.sosbai.com.br/uploads/trabalhos/implicacoes-morfo-fisiologicas-na-planta-de-arroz-e-produtividade-de-graos-em-funcao-da-antecipacao-da-irrigacao_429.pdf.

INACIO, K. A.; CORTEZ, J. W. Variabilidade espacial da produtividade da soja e sua correlação com atributos químicos e textura do solo. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. e03226-e03226, 2023.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ - IRGA. **Produtividades municipais - safra 2022/2023**. Porto Alegre, IRGA: 2023. Disponível em: <https://admin.irga.rs.gov.br/upload/arquivos/202309/08121336-produtividades-municipais-safra-2022-23.pdf>. Acesso em 22 set. 2023.

RAMÍREZ, H V. et al. **Aumento de produtividade através do manejo da água de irrigação na cultura do arroz irrigado**. Disponível em: https://www.sosbai.com.br/uploads/trabalhos/aumento-de-produtividade-atraves-do-manejo-da-agua-de-irrigacao-na-cultura-do-arroz-irrigado_392.pdf. Acesso em 22 set. 2023.

RIBAS, G. G. et al. An update of new flood-irrigated rice cultivars in the SimulArroz model. **Pesquisa Agropecuária Brasileira (Online)**, v. 55, p. 1-10, 2020.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Porto Alegre: SOSBAI, 2018. 205p.

STRECK, V. E. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER-RS, UFRGS, 2008. 222 p.

VALENCIA, L.V. A. Comportamento espectral das culturas de milho, arroz e soja, usando imagens dos Satélites Sentinel-2, CBERS-4 e LANDSAT-8. 2020. 118 f. **Dissertação** (Ciências e Aplicações Geoespaciais) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020.

ZAMBERLAN, J. F. et al. Manejo da irrigação por inundação contínua e seu efeito no controle de plantas invasoras em arroz irrigado. **Revista de Administração da UFSM**, v. 3, p. 1 - 8., 2014.

Contribuição de Autoria

1 – Carlos Eduardo da Silva

Estudante do Curso de Engenharia Agrícola a da UFSM.

<https://orcid.org/0009-0008-4317-6731> • dasilvakadu03@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Metodologia, Software, Validação, Investigação, Escrita – Primeira Redação, Visualização de dados.

2 – Zanandra Boff Oliveira

Possui mestrado em Ciência do Solo (2011) e doutorado em Engenharia Agrícola (2015), ambos pela Universidade Federal de Santa Maria.

<https://orcid.org/0000-0003-3422-8452> • zanandraboff@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Metodologia, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Recursos, Curadoria de Dados, Escrita – Revisão e Edição, Supervisão, Administração do Projeto, Obtenção de Financiamento.

3 – Luis Felipe Baranzelli

Estudante do Curso de Engenharia Agrícola da UFSM Cachoeira do Sul.

<https://orcid.org/0000-0002-5348-4243> • luis.baranzelli@acad.ufsm.br

Contribuição: Conceituação, Investigação, Escrita – Primeira Redação, Visualização de dados.

4 – Matheus da Silva Costa

Estudante do Curso de Engenharia Agrícola da UFSM Cachoeira do Sul.

<https://orcid.org/0009-0005-3968-0300> • matheussilva.costa01@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Investigação, Escrita – Primeira Redação, Visualização de dados.

5 – Vitor Maus Spies

Estudante do Curso de Engenharia Agrícola da UFSM.

<https://orcid.org/0009-0002-9303-9176> • vitorspies@gmail.com

Contribuição: Conceituação, Investigação, Escrita – Primeira Redação, Visualização de dados.

6 – Pedro Trevisan Hamann

Estudante do Programa de Pós Graduação em Agricultura de Precisão da Universidade Federal de Santa Maria.

<https://orcid.org/0000-0001-5453-3062> • pthamann@gmail.com

Contribuição: Metodologia, Software, Validação, Investigação, Recursos, Escrita – Primeira Redação, Visualização de dados.

Como citar este artigo

SILVA, C. E. DA; OLIVEIRA, Z. B.; BARANZELLI, L. F.; COSTA, M. DA S.; SPIES, V. M.; HAMANN, P. T. Análise do tempo de entrada da água de irrigação na lavoura do arroz e a relação com a produtividade. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.46 spe n. 3, e86832, 2024. DOI <https://doi.org/10.5902/2179460X86832>. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X86832>