

## USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO PARA QUANTIFICAÇÃO DA INEFICIÊNCIA DO MÉTODO DE IRRIGAÇÃO POR INUNDAÇÃO PARA O CULTIVO DE ARROZ EM PELOTAS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

MICHAELA BÁRBARA NETO<sup>1</sup>, VIVIANE SANTOS SILVA TERRA<sup>2</sup>, LUKAS DOS SANTOS BOEIRA<sup>3</sup>, LÚCIO DE ARAUJO NEVES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Hídrica da Universidade Federal de Pelotas/UFPEL, Pelotas-RS, michaela.neto@hotmail.com;

<sup>2</sup>Eng<sup>a</sup>. Agrícola, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. do CDTEC, Curso de Engenharia Hídrica, UFPEL/Campus Anglo, Pelotas-RS, vssterra10@gmail.com;

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Hídrica da Universidade Federal de Pelotas/UFPEL, Pelotas-RS, lukasdosnatosboeira@gmail.com;

<sup>4</sup>Eng<sup>o</sup>. Agrícola, Prof<sup>o</sup>. Msc. do IF Sul-Câmpus Pelotas -Visconde da Graça/CAVG, Pelotas-RS, lneves51@gmail.com

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** O uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) nos últimos anos vem se tornando cada vez mais útil para fins de mapeamento devido à grande eficiência no monitoramento e planejamento agrícola em tempo real. O objetivo deste trabalho foi quantificar através de imagens RGB com altíssima resolução, cerca de 5 cm, as perdas financeiras causadas pela ineficiência do sistema de irrigação no cultivo de arroz, em propriedade rural localizada na cidade de Pelotas/RS. Para avaliar a área e quantificar as perdas, foi necessário a utilização de VANT, modelo Zangão, acoplado com câmera Sony Alpha A6000, com lentes de 20 mm. Foi realizado um voo, três (03) dias após iniciada a irrigação por inundação na lavoura. O voo foi de 12 minutos, com altitude de 400 m, sendo possível cobrir 170 hectares de cultivo. O esperado através das imagens era que 100% dos 170 hectares analisados, estivessem inundados, mas 16% da área não foi irrigada (27,2 hectares), não obtendo assim, o lucro desejado durante o planejamento agrícola. Os resultados mostram que o manejo incorreto da irrigação muitas vezes pode causar prejuízo aos produtores de arroz, pois a vazão captada não foi totalmente aplicada na área.

**PALAVRAS-CHAVE:** VANT, agricultura de precisão, manejo da água.

### USING AN UNMATCHED AIR VEHICLE ON THE QUANTIFICATION OF LOSS CAUSED BY THE FLOOD IRRIGATION SYSTEM INEFFICIENCY ON RICE CROP IN PELOTAS, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

**ABSTRACT:** The use of unmanned aerial vehicle (UAV) in recent years has become increasingly useful for mapping purposes due to the great efficiency in real-time agricultural monitoring and planning. The aim of this study was to quantify through RGB images with very high resolution about 5 cm the economic losses cause by irrigation system inefficiency on rice crop, on rural property in Pelotas' city. To evaluate the area and quantify those losses, it was necessary to use UAV, model Zangão, coupled with Sony Alpha A6000 camera, with 20 mm lenses. A flight was performed three (03) days after beginning flood irrigation inside the area. The flight was about 12 minutes, with altitude of 400 m, being able to cover 170 hectares of culture. Expected through the images was that 100% of the 170 hectares analyzed were flooded, but 16% of the area was not irrigated (27.2 hectares), thus not obtaining the target profit during the agricultural planning. The results show that the incorrect management of irrigation can cause damage to the rice producers, because the flow required has not been fully applied in the area.

**KEYWORDS:** UAV, precision agriculture, water management.

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente na agricultura existe uma constante busca por métodos para se melhorar a produtividade dentro de um mesmo volume de área. Para isso, se faz uso de diversas tecnologias, sendo que o uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) tem sido cada vez mais empregado como uma tecnologia de monitoramento e planejamento agrícola, principalmente no manejo de culturas irrigadas.

A agricultura pode ser beneficiada pela observação aérea em todas as etapas de produção, dando um enfoque para obtenção de dados ópticos. Nesse sentido, diferentes VANTs oferecem melhor design e desempenho, se comparados com aviões de reconhecimento fotográfico convencionais, por apresentarem pouco peso, tamanho pequeno, baixa velocidade de voo (o que implica em melhor obtenção de dados ópticos), altitude máxima maior e resistência (HERWITZ et al., 2004).

A agricultura irrigada é o maior usuário de água no mundo, onde cerca de 70% é retirada de mananciais no mundo todo e pouco mais de 60% somente no Brasil. Isso coloca a irrigação no centro das atenções, demandando uma maior responsabilidade quanto a eficiência do sistema (ALBUQUERQUE et al., 2008).

Para Oliveira et al. (2005), o manejo incorreto da irrigação na lavoura pode gerar situações problemáticas, resultando em prejuízos para o produtor, como por exemplo, o excesso ou a falta de água na cultura podem limitar o seu desenvolvimento, perda de fertilizantes, aumento de doenças, podendo ocasionar elevado custo de produção. Righes (2007) menciona em um estudo que o estado do Rio Grande do Sul apresenta a maior área irrigada do País, possuindo como principal cultura, o arroz irrigado por inundação.

Os conflitos por água nos últimos anos têm se tornado cada vez mais frequentes entre os produtores, o que demanda um manejo mais eficiente dos recursos hídricos. Algumas associações e a própria Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM-RS), já dispõem de restrições sobre o uso da água para irrigação, exigindo outorgas e fiscalizando constantemente os usuários de água. Em busca de uma gestão adequada dos recursos hídricos, muitos produtores rurais estão utilizando o uso do VANT para auxiliar no manejo adequado da irrigação. A manutenção da lâmina de água sobre o solo requer uma grande disponibilidade de água durante o ciclo da cultura, o que acarreta ao produtor altos custos de produção, devido aos recalques de água até a lavoura. Sendo assim, o manejo da água na cultura do arroz irrigado tem uma grande importância socioeconômica, até mesmo no que diz respeito à Política Nacional de Recursos Hídricos.

O manejo adequado da irrigação auxiliada pelo VANT tem garantido a sustentabilidade das plantas durante os seus estágios de desenvolvimento, o aumento da produtividade da lavoura em períodos de seca, gerando uma maior rentabilidade para o produtor, pois, ao captar as imagens aéreas, o equipamento ajuda a localizar falhas na plantação, áreas com excesso ou falta de água ou onde é preciso utilizar defensivos agrícolas. As fotografias obtidas pelos VANTs são utilizadas para formar mapas da lavoura.

O presente estudo teve como objetivo quantificar através de imagens RGB de alta resolução, as perdas financeiras causadas pela ineficiência do manejo da irrigação por inundação no cultivo de arroz, em uma propriedade rural no município de Pelotas-RS.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo foi realizado no município de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul, em uma propriedade rural (Figura 1).

## Mapa de localização geográfica da área de estudo

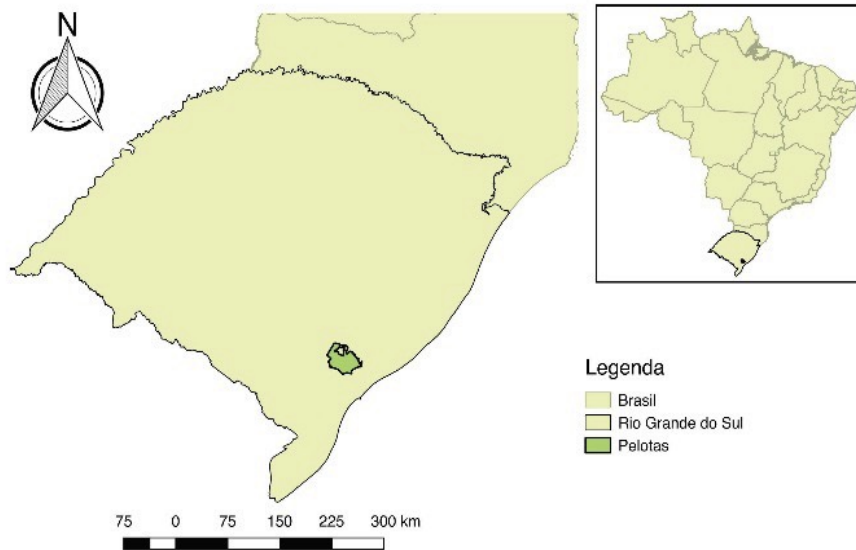


FIGURA 1. Localização do município de Pelotas-RS.

A cultivar analisada foi o arroz tipo Guri, em uma área de aproximadamente 170 hectares, sendo a colheita realizada no mês de março de 2017. A água utilizada para irrigar a lavoura, pelo sistema de irrigação por inundação, era proveniente de um açude localizado na propriedade.



FIGURA 2. Área de cultivo da lavoura de arroz.

O estudo foi realizado inicialmente a partir da identificação da área através do software Google Earth Pro 7.1.2. Logo após, foi determinado o método de irrigação utilizado na lavoura através de uma visita na área de estudo. Após três dias com o sistema de irrigação em operação, foi realizado um voo com um veículo aéreo não tripulado, para a obtenção de imagens.

O aerolevanteamento para a obtenção das imagens foi através de um VANT, modelo Zangão- V, fabricado pela empresa Skydrone, com envergadura de 1,6 m, peso máximo de decolagem de 2,9 kg, motor elétrico, cobertura de 10 km<sup>2</sup> e autonomia de voo de 30 a 60 min, conforme à Figura 3.



FIGURA 3. VANT- modelo Zangão- V.

O VANT possui uma capacidade de amostragem do solo de até 1,5 cm e um DEM de precisão de até 5 cm. A câmera acoplada ao equipamento foi uma Sony Alpha A6000 com lentes Sony SEL20F28 de 20 mm, fixada na plataforma e conectada ao sistema operacional para a realização da captura das imagens do local.

O voo foi realizado na área em estudo no mês de novembro de 2016, onde as imagens obtidas sofreram upload no ambiente online privado da empresa DroneDeploy, sendo processadas e então entregues em forma de ortomosaico. Com a finalização do mapa, foi preciso realizar o corte na imagem das áreas que não eram necessárias para identificação da região com ou sem irrigação. Logo após, foi identificada visualmente e manualmente dentro de cada quadrante da imagem, as áreas irrigadas e não irrigadas.

A partir dos resultados obtidos, foi possível comparar a eficiência do método de irrigação por inundação, conforme a Tabela 1.

TABELA 1. Eficiência mínima a ser considerada para os métodos de irrigação no preenchimento de formulários para solicitação de outorga e cobrança (RIGHES, 2007).

Método de irrigação	Valores usados pela ANA <sup>1</sup>		Consumo de Energia kWh/m <sup>3</sup>
	Eficiência %	Vazão Específica <sup>2</sup> L/s/ha	
Inundação	50	2 a 2,5	0,03 a 0,3
Sulcos	60	0,8 a 2	0,03 a 0,3
Aspersão	75	0,6 a 1	0,2 a 0,6
Autopropelido	75	0,6 a 1	0,2 a 0,6
Pivô central	85	0,6 a 1	0,2 a 0,6
Tubos perfurados	85	0,3 a 0,7	0,1 a 0,4
Microaspersão	90	0,6 a 1	-
Gotejamento	95	0,3 a 0,7	0,1 a 0,4

<sup>1</sup>Agência Nacional de Águas; <sup>2</sup>Vazão derivada do manancial

Para efeito de comparação de custo de produção na lavoura de arroz do presente estudo, foram utilizados dados referentes às Safras de 2001/2002 e 2003/2004, dos estados do Rio

Grande do Sul e Mato Grosso, conforme Tabela 2 (IRGA, 2005; FAMATO, 2005).

TABELA 2. Comparação de alguns itens do custo de produção de arroz nos sistemas irrigados (RS) e de sequeiro (MT), nas safras 2001/2002 e 2003/2004.

Itens de dispêndio	Rio Grande do Sul <sup>1</sup>				Mato Grosso <sup>2</sup>			
	2001/2002		2003/2004		2001/2002		2003/2004	
	R\$/ha	%	R\$/ha	%	R\$/ha	%	R\$/ha	%
Semente	69,35	4	171,2	6	36	4,5	90	7
Fertilizante	124,52	7	190,22	6	201,04	25	347,92	26,5
Controle de pragas, invasoras, doenças	139,89	8	237,01	8	224,05	28	373,83	28
Semeadura/adubação	36,66	2	67,09	2	26,46	3	16,36	1
Irrigação	373,38	22	562,01	18	0	0	0	0
Colheita	99,44	6	195,92	6	18,76	2	38,95	3
Terra	170,04	10	372,56	12	13	17	150	11
<b>Custo total</b>	<b>1.703,1</b>	<b>100</b>	<b>3.052,3</b>	<b>100</b>	<b>802,0</b>	<b>100</b>	<b>1.314,5</b>	<b>100</b>

Instituto Rio Grandense de Arroz (IRGA)<sup>1</sup>; Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso (FAMATO)<sup>2</sup>; Produtividade do RG Safra: 2001/2002: 112,3 sacas de 50 kg/ha; 2003/2004: 108,21 sacas de 50kg/ha; Produtividade do MT Safra: 2001/2002: 50 sacas de 60 kg/ha; 2003/2004: 48,33 sacas de 60 kg/ha.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa de monitoramento realizado pelo aerolevanteamento de toda a lavoura de arroz pode ser observado na Figura 4. Foi possível analisar através da imagem uma variação nas tonalidades de verde dentro da lavoura, o que indica as diferentes intensidades da irrigação.



FIGURA 4. Mapa de monitoramento da área de cultivo.

Na Figura 5, observa-se a divisão do mapa final em quadrantes. O resultado obtido mostra que a área da lavoura obteve 11 quadrantes, com tonalidades de cores bem distintas, o que facilita a identificação da quantidade de água distribuída na lavoura através do sistema de

irrigação por inunda o.



FIGURA 5. Divis o da  rea da lavoura em quadrantes.

A partir da análise dos quadrantes, foi possível observar que em alguns pontos a tonalidade da cor foi marrom claro, identificando assim que naquela localidade o sistema de irriga o por inunda o foi ineficiente.



FIGURA 6. Quadrantes irrigados no local de estudo através do sistema de irriga o por inunda o.

Na Tabela 3 constam os resultados encontrados para cada quadrante sobre a quantidade de água irrigada ou não irrigada na lavoura. Nota-se que os quadrantes 4 e 7 (Figura 6) foram os que apresentaram a máxima eficiência da aplicação do sistema de irrigação por inundação, com 100% de aproveitamento da água. Já o quadrante 10 (Figura 6) foi o que apresentou o maior percentual de área não irrigada. O esperado para uma boa eficiência do sistema de irrigação por inundação, é que após 3 dias de irrigação constante, toda área esteja inundada e que a imagem aérea apresente uma tonalidade verde uniforme em todos os quadrantes.

TABELA 3. Área e o percentual irrigado na lavoura de arroz em cada quadrante.

Quadrante	Área total (ha)	Percentual (%)	
		Irrigado	Não irrigado
1	14	84	16
2	29,1	87	13
3	45,6	76	24
4	19,7	100	0
5	7,1	91	9
6	15,9	98	2
7	7,9	100	0
8	8,4	50	50
9	2	75	25
10	4,8	29	71
11	13,1	95	5
	167,6	84	16

Através dos resultados foi possível observar que 27 hectares não foram irrigados corretamente, o que corresponde a 16% de toda lavoura. Para efeito de cálculo, foi utilizada para comparação a Tabela 2. Foi considerado que esses hectares não irrigados, obtiveram a capacidade de produzir 60% do esperado de sacas por hectare, sendo o valor da saca de 50 kg de arroz irrigado, para o município de Pelotas-RS, referente aos meses de março e abril de 2017, foi de R\$ 40,00 (AGROLINK, 2017).

Pode-se observar na área de estudo através das imagens, que a ineficiência do sistema de irrigação em alguns quadrantes reduziu a produção do arroz, diminuindo a arrecadação com a sua venda. Foram arrecadados com a venda do arroz aproximadamente R\$ 743.700,00, sendo que o esperado era uma arrecadação em torno de R\$ 796.500,00, o que resulta em uma diminuição dos lucros de aproximadamente R\$ 52.800,00. O custo estimado para produção do arroz foi de cerca de R\$ 400.000,00, resultando para o produtor um montante final de R\$ 344.300,00.

## CONCLUSÃO

Identificou-se através da utilização das imagens obtidas pelo VANT, as áreas em que o sistema de irrigação foi ineficiente, afetando de forma direta a produção da lavoura. Ressalta-se que esse tipo de monitoramento deve acontecer de forma constante, pois se mostrou importante para uma futura tomada de decisão.

## AGRADECIMENTO

À empresa Reference Agronegócios, localizada em Pelotas-RS e a Universidade Federal de Pelotas- RS.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P. D.; DURÃES, F. O. M. Uso e manejo de irrigação. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

COTAÇÕES DE GRÃOS, Arroz. Disponível em:<  
<https://www.agrolink.com.br/cotacoes/graos/arroz/>>. Acesso em abril de 2017.

FERREIRA, I. S. E.; JACAÚNA, R. S.; ÖRDONEZ, E. D. M. Srrig: sistema de automação de irrigação aplicado à agricultura de precisão. **XSBIAGRO: X Congresso Brasileiro de Agroinformática**. Out. 2015.

HERWITZ, S. R., JOHNSON, L. F., DUNAGAN, S. E., HIGGINS, R. G., SULLIVAN, D. V., ZHENG, J., LOBITZ, B. M., LEUNG, J. G., GALLMEYER, B. A., AOYAH, M., SLYE, R. E., BRASS, J. A. “Imaging from an unmanned aerial vehicle: agricultural surveillance and decision support”, **Computers and Electronics in Agriculture**, Volume 44, N 1, p. 49-61, 2004.

RIGHES, A. A. Eficiência em Sistema com Inundação o Caso do Arroz. **In: I Simpósio Nacional Sobre o Uso da Água na Agricultura**. 2007. Pannel. p. 1-17

FEPAM. Disponível em:<<http://www.fepam.rs.gov.br>>. Acesso em abril de 2017.

VANT modelo Zangão V. Disponível em:< <http://skydrones.com.br/zangao-v/>>. Acesso em abril de 2017.