

VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DE ARROZ DO TIPO ESPECIAL IRRIGADO POR GOTEJAMENTO COM EFLUENTE DE LATICÍNIO

LILIAN SANTOS MONTEIRO¹, TAMARA MARIA GOMES², PATRÍCIA ANGÉLICA ALVES MARQUES³, LUANA CAROLINA MENEGASSI⁴, FABRÍCIO ROSSI⁵, JAMILE RAQUEL REGAZZO⁶

¹ Eng. de Biossistemas, Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, lilian.monteiro@usp.br

² Eng. Agrônoma, Professora Associada, Departamento de Engenharia de Biossistemas, FZEA/USP, Pirassununga, SP

³ Eng. Agrônoma, Professora Associada, Departamento de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP

⁴ Eng. de Biossistemas, Doutora em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP

⁵ Eng. Agrônomo, Professor Associado, Departamento de Engenharia de Biossistemas, FZEA/USP, Pirassununga, SP

⁶ Eng. de Biossistemas, Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: Frente ao crescimento populacional e a respectiva demanda por alimento, fazem-se necessárias a adoção e o estudo de práticas sustentáveis para preservação de recursos naturais, a exemplo da água. Deste modo, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a viabilidade econômica de efluente tratado de laticínio aliado ao gotejamento como estratégia para mitigar o uso de água doce no cultivo de arroz arbório. Para compor o estudo de viabilidade foram analisados 4 cenários pré-selecionados, sendo: C1 (inundação – 100% água e 0% efluente); C2 (gotejamento – 100% água e 0% efluente); C3 (gotejamento – 50% água e 50% efluente); C4 (gotejamento – 0% água e 100% efluente). De posse dos dados necessários, calculou-se os custos e benefícios por hectare de cada um dos cenários e respectivos indicadores de viabilidade. Os resultados encontrados reforçam que a produção sustentável de arroz do tipo especial é tecnicamente e economicamente viável. Quando da adoção de sistema de irrigação por gotejamento aliada ao uso de efluente tratado de laticínio na concentração de 50% obtém-se benefício/custo superior ao cultivo tradicional por inundação com 100% água, sendo 1,61 e 1,45, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, reúso de água, benefício/custo.

ECONOMIC VIABILITY OF GROWING SPECIAL TYPE RICE IRRIGATED BY DRIP WITH DAIRY EFFLUENT

ABSTRACT: With population growth and the respective demand for food, it is necessary to adopt and study sustainable practices for the preservation of natural resources, such as water. Thus, the objective of this research was to evaluate the economic viability of treated dairy effluent combined with dripping as a strategy to mitigate the use of fresh water in the cultivation of arborio rice. To compose the viability study, 4 pre-selected scenarios were analyzed, namely: C1 (flood - 100% water and 0% effluent); C2 (drip – 100% water and 0% effluent); C3 (drip – 50% water and 50% effluent); C4 (drip – 0% water and 100% effluent). With the necessary data in hand, the costs and benefits per hectare of each of the scenarios and the respective viability indicators were calculated. The results found reinforce that the

sustainable production of special type rice is technically and economically viable. When adopting a drip irrigation system combined with the use of treated dairy effluent at a concentration of 50%, the benefit/cost is higher than traditional cultivation by flooding with 100% water, being 1,61 and 1,45, respectively.

KEYWORDS: Sustentability, water reuse, cost-benefit.

INTRODUÇÃO: O crescimento populacional exige maior oferta de alimentos e para atender a demanda gerada é imprescindível a adoção de métodos e tecnologias para produção sustentável de alimentos (BERNARDI, 2022). Produzir alimentos de maneira sustentável é garantir a segurança alimentar, preservar recursos naturais como solo e água, suportar ou melhorar a produtividade das culturas, dentre outros benefícios que impactam positivamente o âmbito econômico, ambiental e social (SUYU, 2023; BERNARDI, 2022). Dentre as práticas sustentáveis abordadas na atualidade, o reúso de águas aliado a métodos de irrigação, tem sido amplamente estudado a fim de diminuir a dependência da produção agrícola por água doce e fertilizantes minerais (GRUNDMANN; MAAß, 2017). Em meio aos efluentes utilizados, vale destacar o efluente de laticínio, uma vez que é rico em nutrientes, matéria orgânica e outros componentes que quando não aproveitados e/ou lançados nos corpos hídricos apresenta potencial poluidor ao meio ambiente (AHMAD, 2019). Já em técnicas de irrigação busca-se, cada vez mais, sistemas com eficiência no uso da água, tais como gotejamento. Embora existam estudos que comprovem a viabilidade técnica do uso de efluente aliado a irrigação, faz-se necessário análise de viabilidade econômica. Deste modo, objetiva-se analisar a viabilidade econômica do cultivo de arroz do tipo especial (arbório), cujo produto comercializado tem valor agregado, irrigado com efluente tratado de laticínio aliado ao gotejamento subsuperficial, como estratégia para mitigar o uso de água.

MATERIAL E MÉTODOS: Para o estudo de viabilidade econômica do arroz irrigado por gotejamento subsuperficial com efluente tratado de laticínio, utilizou-se dados da condução de um cultivo experimental com a cultivar IAC 301 (arroz especial para culinária italiana), fruto da tese de doutorado Menegassi (2022), em que parte dos tratamentos serviram de cenários para as simulações. Dados do cultivo tradicional do arroz sob irrigação por inundação, foram obtidos por buscas na literatura científica, base de dados e instituições governamentais e não-governamentais. Ao todo foram analisados 4 cenários pré-selecionados expressos na Tabela 1.

TABELA 1. Cenários considerados no estudo de viabilidade econômica.

Cenário	Sistema de irrigação	Concentração de água (%)	Concentração de efluente (%)
C1	Inundação	100	0
C2	Gotejamento	100	0
C3	Gotejamento	50	50
C4	Gotejamento	0	100

Após a identificação dos cenários, coletou-se respectivos dados adicionais presentes na tabela 2 e calculou-se custos, benefícios e indicadores de viabilidade por hectare de cada um dos cenários (BARBOSA, 2015; MAROUELLI; SILVA, 2011; MARQUES, 2005). Vale ressaltar que no presente estudo apenas o óleo diesel foi considerado no cálculo de custo de energia para bombeamento de água.

TABELA 2. Fatores considerados na viabilidade econômica dos sistemas pré-selecionados para irrigação de arroz arbório.

Componentes/fatores	Cenário			
	C1	C2	C3	C4
Custo do sistema (R\$ ha ⁻¹)	8.000	45.000	45.000	45.000
Vida útil (anos)	30	15	15	15
Custo de energia (R\$ ha ⁻¹) ¹	0	852,30	718,54	772,08
Custo de água (R\$ ha ⁻¹)	8,54	12,94	5,46	0,00
Custo de fertilizante (R\$ ha ⁻¹)	3.213,47	2.368,99	1.225,06	1.125,06
Eficiência de irrigação (%)	70	95	95	95
Lâmina aplicada (mm ha ⁻¹)	890,00	1.349,25	1.137,5	1.222,25
Mão-de-obra (R\$ ha ⁻¹)	958,13	273,75	273,75	273,75
Custo de manutenção (% investimento inicial)	13	6	6	6
Custo de produção (R\$ ha ⁻¹) ²	8.416,14	5.107,46	5.661,24	5.284,57
Produtividade (kg ha ⁻¹)	3.609,00	2.120,21	4.449,25	2.865,10
Preço de venda (R\$ kg ⁻¹)	5,76	5,76	5,76	5,76

¹: Valor calculado com base no preço do litro do óleo diesel igual à R\$5,46; ²: custo de produção considerando custo de operações, despesas administrativas e pós-colheita.

As equações (1 a 6) utilizadas para cálculo de viabilidade econômica são apresentadas a seguir:

- Custo Fixo Anual de Irrigação = depreciação + custo de oportunidade (1)
 Custo Variável Anual de Irrigação = custo energia + custo de mão-de-obra + custo com água + custo com fertilizante + custo de manutenção (2)
 Custo Total Anual de Irrigação = custo fixo anual + custo variável anual (3)
 Custo Total Anual = custo de produção + custo total anual de irrigação (4)
 Receita Bruta (R\$ ha⁻¹) = produtividade (t ha⁻¹) x valor da produção (R\$ t⁻¹) (5)
 Benefício/Custo = receita bruta anual / custo total anual (6)

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A partir dos cálculos realizados, obteve-se os resultados expressos na Tabela 3.

TABELA 3. Custos (fixo e variável) da irrigação, custo de produção, custo total e receita bruta, em R\$ ha⁻¹, e relação benefício/custo.

Custos e Receita	C1	C2	C3	C4
Custo fixo da irrigação				
Depreciação	266,67	3.000,00	3.000,00	3.000,00
Custo de oportunidade	420,00	2.362,50	2.362,50	2.362,50
Custo variável da irrigação				
Operacional	4.180,13	3.507,98	2.222,81	2.270,89
Manutenção	1.040,00	2.700,00	2.700,00	2.700,00
Custo de produção	8.416,14	5.107,46	5.661,24	5.284,57
Custo total	14.322,93	16.677,94	15.946,55	15.617,96
Receita bruta	20.787,84	12.212,41	25.627,68	16.502,98
Benefício/Custo	1,45	0,73	1,61	1,06

Obs.: Custos e receita foram calculados apenas para uma safra de arroz arbório.

Sendo a relação Benefício/Custo (B/C) um indicador de viabilidade que expressa a remuneração por unidade de investimento, percebe-se, a partir dos dados obtidos, que a maioria dos cenários analisados são economicamente viáveis, apenas o cenário 2 (gotejamento – 100% água 0% efluente) não apresenta viabilidade de implantação. Entre os cenários que apresentaram viabilidade (C1, C3 e C4), tem-se que a produtividade da cultura influi diretamente na relação benefício/custo, uma vez que quanto maior a produtividade, maior será a receita bruta. O C3, por exemplo, alcançou alta produtividade e superou a B/C do cultivo tradicional (C1) indicando que usar gotejamento aliado a concentração de 50% de efluente é benéfico para o desenvolvimento do arroz arbóreo e amortiza o valor de investimento no sistema de irrigação.

CONCLUSÕES: Os resultados encontrados reforçam que a produção sustentável de arroz arbóreo é tecnicamente e economicamente viável. Quando da adoção de sistema de irrigação por gotejamento aliada ao uso de efluente tratado de laticínio na concentração de 50% obtém-se benefício/custo superior ao cultivo tradicional por inundação com 100% água.

AGRADECIMENTOS: A autora, Lilian Santos Monteiro, agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 130710/2021-0 e os demais autores à FAPESP pelo auxílio pesquisa processo nº 2019/029212.

REFERÊNCIAS:

- AHMAD, T. et al. Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 88, p. 361-372, jun. 2019.
- BARBOSA, M. A. G. **Viabilidade de investimento e análise de risco econômico em projetos de irrigação para produção de tomate no Agropolo Ibicoara-Mucugê, Bahia**. Tese (Doutorado), Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2015.
- BERNARDI, A. C. C. Solo saudável produz mais alimentos e traz benefícios ao meio ambiente. **EMBRAPA**. 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/76870138/artigo-solo-saudavel-produz-mais-alimentos-e-traz-beneficios-ao-meio-ambiente>>
- GRUNDMANN, P.; MAAß, O. Chapter 3.2.1 - Wastewater Reuse to Cope With Water and Nutrient Scarcity in Agriculture - A Case Study for Braunschweig in Germany, **Competition for Water Resources**, Elsevier, 2017, p. 352-365. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803237-4.00020-3>>.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças. **Circular Técnica 98**, Brasília: Embrapa, 2011.
- MARQUES, P. A. A. **Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigada**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- MENEGASSI, L. C. **Arroz tipo especial fertirrigados por gotejamento subsuperficial com efluente tratado de laticínio**. 2022. 118 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.
- SUYU, L. Towards a sustainable agriculture: Achievements and challenges of Sustainable Development Goal Indicator 2.4.1, **Global Food Security**, Volume 37, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100694>>.