



## ANÁLISE DE BENEFÍCIO - CUSTO LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO OS CUSTOS DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO PARA O ARROZ

João Fernando Zamberlan\*<sup>1</sup>, Adroaldo Dias Robaina<sup>1</sup>, Marcia Xavier Peiter<sup>1</sup>, Rafael Camargo Ferraz<sup>1</sup>, Mario dos Santos Nunes<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil.

\*E-mail: jfzamberlan@yahoo.com.br

### RESUMO

A água tem adquirido relevância no cenário da agricultura irrigada tanto no aspecto quantitativo como qualitativo. A análise de custos em geral não leva em conta os aspectos qualitativos e de tratamento das águas para adequação ao uso. Com a pressão sobre os recursos hídricos aumentando, a agricultura terá de utilizar águas de qualidade inferior o que pode vir a onerar a atividade. O trabalho teve o objetivo de realizar uma análise de benefício-custo, levando em consideração os custos da água de irrigação para o arroz. Foi realizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria- RS, a partir das análises de água de dois reservatórios. Calculados os índices de qualidade, os custos intrínsecos da água e de seu tratamento, somados aos custos atuais de produção do arroz obteve-se a relação benefício - custo. A relação benefício - custo em todas as situações foi menor que uma unidade, indicando que a produção do arroz irrigado atualmente é inviável. Os custos da água não foram decisivos, porém quando analisado pelo preço da saca, este foi maior que a inflação do ano de 2010. Concluiu-se que o custo da água representa 7% do custo de produção, sendo a análise eficiente para auxiliar na tomada de decisão no momento do manejo da irrigação.

**Palavras-chave:** qualidade da água, custos, agronegócio.

### 1 Introdução

A agricultura irrigada exige altos investimentos, no caso específico da lavoura orizícola necessita-se principalmente investir em obras estruturais como canais, sistema viário, reservatórios e estações de bombeamento quando necessário.

Na produção do arroz, utilizam-se altos volumes de água, tanto em função da necessidade de saturação do solo até a camada de impedimento, como para formação de uma lâmina de água de 10 cm, em média, sobre a superfície do solo. Deve-se acrescentar a isso as demais necessidades intrínsecas da planta e das perdas inerentes ao tipo de irrigação. O valor de mercado do arroz é variável e dependente da oferta e demanda, do volume de importações e da taxa de câmbio, os quais regulam e influem nos preços do mercado interno.

No manejo de irrigação a decisão de quando e quanto irrigar, geralmente não considera os custos inerentes a irrigação e estes devem ser somados aos de produção a fim de que se analise do ponto de vista macro a atividade, com o objetivo de melhorar a rentabilidade. De acordo a lei 9433/97 que instituiu a cobrança pelo uso da água, os valores do metro cúbico captado devem ser determinados pelos Comitês de Bacia, sendo ainda incertos os reais custos a influírem na produção do arroz. Diversas simulações têm sido realizadas com o intuito de demonstrar objetivamente a interferência deste custo adicional na produção do arroz irrigado. Outro fato é o custo inerente a água e seu tratamento, pois estes não constam das planilhas contábeis. Este custo pode ter relevância ao já que as margens de lucro são

reduzidas e os valores de mercado do grão possuem uma grande variabilidade.

Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise de benefício-custo, levando em conta os custos de produção total do arroz, os custos do metro cúbico da água e o valor intrínseco da água de irrigação.

### 2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no ano de 2010 na Universidade Federal de Santa Maria - RS latitude de 29°42'24" Sul, longitude de 53°48'42" Oeste e altitude de 95m localizado no bairro de Camobi, a 12 km do centro do município.

O clima da região segundo a classificação de Köppen é o Cfa subtropical úmido sem estação seca definida [1]. A precipitação anual é de 1769 mm, em geral bem distribuída durante o ano [2]. A unidade de mapeamento dos solos é pertencente à Unidade São Pedro, classificada no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (PVD) [3].

Como bases para o estudo foram utilizados dois reservatórios pertencentes ao campus da Universidade Federal de Santa Maria que se prestam a irrigação de culturas. Os reservatórios foram denominados desta forma: reservatório V que é responsável pela irrigação das áreas experimentais de arroz irrigado de latitude sul 29° 43' 31,95" e longitude oeste 53° 42' 30,97", e o reservatório S da área do departamento de solos, de latitude sul 29° 43' 54,01" e longitude oeste 53° 42' 14,23".

Com relação à medida da área dos açudes, esta foi realizada pelo Núcleo de Desenvolvimento de Informações e Geotecnologias (NDIGe) da UFSM, através do programa computacional Spring 4.3.2. O açude S possui uma área de 50797,7m<sup>2</sup> e o açude V uma área de 44164,64 m<sup>2</sup>.

Foram coletadas amostras de água de ambos os reservatórios a fim de obter índices de qualidade da água de irrigação e definir os custos de tratamento para a água em diferentes meses do ano de 2010. As coletas foram realizadas no período da manhã, sempre no mesmo horário, com o auxílio de uma garrafa de Kemmerer e um barco inflável, no ponto de adução. Neste ponto foram medidas as profundidades em que se encontravam os reservatórios no momento das coletas. Os parâmetros analisados foram sólidos suspensos, sólidos dissolvidos totais, pH, condutividade elétrica, ferro total, cálcio, magnésio, sódio e dureza total.

Posteriormente foram calculados os índices de qualidade da água de irrigação, através de metodologia descrita por Meireles [4] e posteriormente Zamberlan [5]. Os índices de qualidade e os níveis qualitativos da água foram necessários para a determinação dos custos de tratamento da água de irrigação.

Dentro de um processo decisório, as consequências econômicas e técnicas do uso da água para irrigação foram avaliadas, utilizando a variação dos custos em função do estado qualitativo das águas, considerando os diferentes tratamentos necessários às mesmas nos meses do ano estudados (janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho). Considera-se que existe risco, quando os possíveis estados futuros das variáveis que afetam a atividade são conhecidos [6].

Foi realizada a análise de sensibilidade com auxílio do programa computacional denominado TableCurve 2D®, considerando-se valores discretizados de custos da água ao longo de intervalos definidos pelos valores de máximos e mínimos referendados na literatura ou calculados.

Os valores de custo da água foram determinados com base no trabalho de Delgado et al. [7], de Andrade Júnior et al. [8] – US\$ 0,2748 ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>, US\$ 0,1546 ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>, US\$ 0,1448 ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>, Talpaz & Mjeldre [9] - US\$ 0,26 ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>, Leme[10] US\$ 1,00 ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>. Peiter[11], utilizou intervalo de US\$ 0,20ha<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup> US\$ 1,00 ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup>. Utilizou-se um intervalo de custos de US\$ 0,10 a 1,20 ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup> estando somados a estes os custos do tratamento das águas, admitindo-se os máximos valores para águas de qualidade inferior que necessitam de tratamento, e os mínimos valores, para as águas de melhor qualidade e que dispensam tratamento. A cotação do dólar utilizada foi a de R\$ 1,675 por dólar.

Para o custo da água foram levados em conta os custos do tratamento, do metro cúbico praticado na Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria e custo da lâmina de água aplicada na irrigação, conforme equação 1.

$$C_{ta} = C_{ai} + C_{trat} + C_{m^3a} \dots \dots (1)$$

Em que: C<sub>ta</sub> é o custo total da água, C<sub>ai</sub> o custo da água de irrigação; C<sub>trat</sub> o custo do tratamento desta água; e C<sub>m<sup>3</sup>a</sub> o custo do metro cúbico de água praticado na bacia hidrográfica em questão.

Desta forma tem-se um custo da água em US\$ ha<sup>-1</sup>mm<sup>-1</sup> de água aplicado, partindo do princípio que o fator água, possui decisiva influência no sucesso da atividade irrigada.

Portanto, para uma determinada qualidade de água ter-se-á um determinado custo e este deverá ser rentável ao produtor, atendendo a condição expressa na equação 2.

$$RL = P_c \cdot P_m - C_p - C_{si} - C_{ta} \dots \dots (2)$$

Em que: RL é a receita líquida em dólares; P<sub>c</sub> a produtividade da cultura em Kg.ha<sup>-1</sup>; P<sub>m</sub> o preço de mercado da cultura praticado em US\$ Kg<sup>-1</sup>; C<sub>p</sub> é o custo de produção da cultura; C<sub>si</sub> o custo do sistema de irrigação e C<sub>at</sub> o custo total da água de irrigação em US\$. ha<sup>-1</sup>.

Baseado nestes dados realizou-se o cálculo da relação benefício custo nos diferentes períodos do ano, em função do estado qualitativo das águas de irrigação da cultura do arroz. Esta relação pode ser dada pela equação 3:

$$\frac{B}{C} = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{C_t(1+r)^t} \quad (3)$$

Em que: B são os benefícios, C são os custos e investimentos, t é o período de tempo, n é o tempo limite, r é a taxa de desconto adotada.

Com base nos resultados determinados tomar-se-á a decisão de irrigar ou não a cultura, através da modalidade de irrigação que tiver relação B/C>1, sendo assim viável a atividade, com base na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores dos custos da água de irrigação e sua viabilidade.

Benefício/Custo	Viabilidade
Maior que 1	Viável
Igual a 1	Pouco viável
Menor que 1	Inviável

### 3 Resultados e discussões

Com base nas análises da água e nos índices calculados verificou-se que as águas de ambos os reservatórios necessitavam de tratamento para o parâmetro ferro total, que excedeu o limite estabelecido para as águas de irrigação.

Devido a presença de diferentes níveis médios de ferro nas águas dos reservatórios 1,93 mg L<sup>-1</sup> no V e 2,75 mg L<sup>-1</sup> no reservatório S houve diferença nos custos de tratamento entre os reservatórios referente ao período de irrigação da cultura, podendo esta análise ser realizada para cada mês, aumentando o

grau de precisão. O custo do tratamento no reservatório V foi de US\$ 39,22 e no reservatório S de US\$ 53,20, uma diferença de aproximadamente US\$ 14,00, o que pode ser fator decisivo no momento de decidir qual o sistema a ser implementado e qual manejo de água adotado.

Verificou-se que os custos da água variaram de US\$ 74,15 a US\$ 889,80 de acordo com o aumento linear dos custos da água em US\$ mm<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup> e a quantidade de água usada na cultura durante os 100 dias de irrigação. Essa variação evidenciou que, a

utilização de sistemas de irrigação que possuem maiores custos de água por mm aplicado devem ser utilizados, em culturas que possuam maior valor de mercado com a finalidade de compensar o uso da técnica. O percentual deste custo variou a sua representatividade de 3 a 27% em relação ao custo total. Esta variação é linear, pois os valores dos custos foram crescentes.

Nos Quadros 1 e 2 estão apresentados os custos envolvidos na produção do arroz e as relações benefício custo para os diversos custos discretizados.

Quadro 1- Simulação dos custos para o arroz irrigado referente ao reservatório V.

Cpo	Cla	Cbh	Ctrat	CT	Relação Benefício/Custo
2278,62	74,15	53,54	39,22	2445,53	0,75
2278,62	148,30	53,54	39,22	2519,68	0,72
2278,62	222,45	53,54	39,22	2593,83	0,70
2278,62	296,60	53,54	39,22	2667,98	0,68
2278,62	370,75	53,54	39,22	2742,13	0,67
2278,62	444,90	53,54	39,22	2816,28	0,65
2278,62	519,05	53,54	39,22	2890,43	0,63
2278,62	593,20	53,54	39,22	2964,58	0,62
2278,62	667,35	53,54	39,22	3038,73	0,60
2278,62	741,50	53,54	39,22	3112,88	0,59
2278,62	815,65	53,54	39,22	3187,03	0,57
2278,62	889,80	53,54	39,22	3261,18	0,56

Cpo - Custo de operação em US\$, Cla - Custo da Lâmina de água (US\$); Cbh - Custo da água na Bacia Hidrográfica (US\$); CT - Custo Total por hectares (US\$); Valor do dólar utilizado R\$ 1,675

Para as simulações utilizou-se a produtividade média do estado do Rio Grande do Sul que é de 139 sacos por hectare. Usou-se na simulação uma área de 100 ha de cultivo por um período de 100 dias de irrigação. A renda bruta calculada em função do preço do saco de arroz foi de US\$ 182.646,00.

Como o valor da quantidade de água utilizada pela cultura durante o ciclo foi fixo, não houve diferença entre os reservatórios. O mesmo serviu para o valor cobrado pelo metro cúbico de água na bacia hidrográfica: neste caso adotou-se valor referente à simulação realizada por Forgiarini et al. [12] para a Bacia do Rio Santa Maria, região da campanha, oeste do Rio Grande do Sul.

As variações ocorreram quando se levou em conta a qualidade da água de cada reservatório, interferindo diretamente no custo do tratamento dado ao recurso. O custo do tratamento da água, em função de seu estado qualitativo e baseado nos índices de qualidade da água de irrigação, calculados para os diferentes meses do ano, variou sua representatividade entre 60 e 70 % em relação ao custo da água (US\$ mm<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup>).

O custo total da água, no caso do arroz foi um custo não computado, mas efetivo, ou seja, é um custo que o empreendedor desconhece, porém é real. Utilizando-se o custo de produção

publicado e dividindo-se pela média da produtividade obteve-se o custo por saco. A mesma análise realizou-se com o custo total, que foi o de produção informado acrescentado do custo total da água. A diferença entre os valores foi de US\$ 1,20 e este valor representa 9,3% do valor do preço de mercado atual que foi de US\$ 13,14. Este valor quando analisado desta forma é bastante relevante, pois este valor é maior, por exemplo, que a inflação do ano de 2010 no país, sendo um custo de que o produtor até o momento não tinha conhecimento e que gerava uma receita líquida que não corresponde a realidade.

Na situação analisada, quando se comparam os custos relativos à água com o custo de produção, estes não foram relevantes, sendo que outros fatores (taxa de câmbio) e componentes do custo total foram mais decisivos e são estes que devem ser trabalhados como objeto de redução, a fim de melhorar a rentabilidade da atividade. Elevando-se a produtividade para cerca de 140 sacos e o preço de mercado para US\$ 18,00, a relação benefício-custo para os dois primeiros custos totais da água tornou-se viável a atividade. A relação benefício-custo calculada para todas as situações de custo da água menor do que uma unidade, indicando que, no panorama atual, é inviável economicamente o cultivo do grão em todas as situações.

Demonstrou-se que, mesmo analisando os custos intrínsecos da água, este denotou importância real e relevante na gestão da atividade irrigada, integrando os custos totais de

produção que até o momento não eram determinados, sendo decisivo para a determinação real da receita líquida.

Quadro 2- Simulação dos custos para o arroz irrigado referente ao reservatório S.

Cpo	Cla	Cbh	Ctrat	CT	Relação Benefíciox Custo
2278,62	92,65	53,54	53,20	245950,89	0,74
2278,62	89,93	53,54	53,20	253365,89	0,72
2278,62	87,38	53,54	53,20	260780,89	0,70
2278,62	84,96	53,54	53,20	268195,89	0,68
2278,62	82,68	53,54	53,20	275610,89	0,66
2278,62	80,51	53,54	53,20	283025,89	0,65
2278,62	78,45	53,54	53,20	290440,89	0,63
2278,62	76,50	53,54	53,20	297855,89	0,61
2278,62	74,64	53,54	53,20	305270,89	0,60
2278,62	72,87	53,54	53,20	312685,89	0,58
2278,62	71,18	53,54	53,20	320100,89	0,57
2278,62	69,57	53,54	53,20	327515,89	0,56

Cpo - Custo de operação em US\$, Cla - Custo da Lâmina de água (US\$); Cbh - Custo da água na Bacia Hidrográfica (US\$); CT - Custo Total por hectares (US\$); Valor do dólar utilizado R\$ 1,675

#### 4 Conclusões

A relação benefício-custo é eficiente na informação da viabilidade da atividade econômica, podendo ser utilizada como ferramenta na tomada de decisão no momento do manejo da irrigação aliada aos fatores técnicos. O custo total da água representou cerca de 7% do custo de produção do arroz irrigado e para que a relação benefício custo seja igual ou maior que uma unidade a produtividade deve ser 144 sacos/ha e o preço de mercado ser de US\$18,00.

the water itself, the current rice production costs were then added to the final outcome, making possible to obtain a cost benefit ratio. This cost benefit ratio was less than one unit in all situations, showing that the irrigated rice production is currently impracticable. The water costs weren't decisive for this outcome, but regarding to the price of a rice sack, it was higher than the inflation values in 2010. Finally, it was possible to conclude that the water cost is responsible for 7% of the production cost, what makes this research an efficient tool to help decision making processes when managing irrigation systems.

**Keywords:** water quality, costs, agribusiness.

#### COST BENEFIT ANALYSIS IS TAKING INTO ACCOUNT THE COST OF IRRIGATION WATER FOR RICE

**ABSTRACT:** The water's relevance has been increasing in the context of irrigated agriculture, both in a quantitative and qualitative aspect. The cost analyses usually don't take into consideration the aspects related to the water's quality and treatments that are employed to make it proper to use. As the control over the use of hydric resources increases, it forces the agriculture to make use of low quality waters, what may come to turn its costs even more expensive. The present study aimed at realizing a cost benefit analysis taking into consideration the expenses with water employed to irrigate rice crops. It took place at the campus of the Federal University of Santa Maria – RS, from the analysis of two water reservoirs. After calculating the water's quality rate as well as the expenses with its treatment and

#### Referências

- [1] MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961
- [2] BURIOL, G. A. et al. Homogeneidade e estatísticas descritivas dos totais mensais e anuais de chuva de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 89-97, 2006.
- [3] STRECK, E. V.; et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Ed da EMATER/RS; UFRGS, 2002. 108p.
- [4] MEIRELES, A. C. M. Dinâmica qualitativa das águas superficiais da bacia do Acaraí e uma proposta de classificação para fins de irrigação. 2007. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, 2007.

- [5] ZAMBERLAN, J. F. Índice de qualidade e custos em função da variabilidade temporal da água de irrigação. 2011. 147f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Santa Maria, 2011.
- [6] ARÊDES, de et al. Análise econômica da irrigação na cultura do maracujá. Revista de Economia da UEG. v.5, n.1, p.66-86, 2009.
- [7] DELGADO, A. R. S.; et al. Determinação de intervalos ótimos de irrigação utilizando a abordagem logarítmica. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada. v.4, n.2, p.128-138, 2010.
- [8] ANDRADE JUNIOR, A. S. de; et al. Estratégias ótimas de irrigação para a cultura da melancia. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. V. 36, n. 2, p. 301-305, 2001.
- [9] TALPAZ, H; MJELDE, J. W. Crop irrigation scheduling via simulation-based experimentation. Western Journal of Agricultural Economics. V.13, n.2, p. 184-192, 1988.
- [10] LEME, E. J. de A. Otimização da irrigação da Cana de açúcar (*Saccharum* spp.) via coeficientes culturais, função de produção e programação dinâmica. São Carlos, 199 p. Tese (Doutorado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade São Paulo, 1991.
- [11] PEITER, M. X. Estudo do manejo de irrigação via modelo de simulação. 1998. 234f. Tese (Doutorado em Hidráulica e saneamento), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1998.
- [12] FORGIARINI, F. R. et al. Modelagem da cobrança pelo uso da água bruta na bacia do rio Santa Maria/RS: II- aplicação em escala real e validação. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v.13, n.1, p. 79-89, 2008.