

ÁGUA E ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO PARA TOMADA DE DECISÃO NO MANEJO DA IRRIGAÇÃO DO ARROZ

(modalidade: artigo completo)

João Fernando Zamberlan, jfzamberlan@gmail.com, UFSM.

Adroaldo Dias Robaina, diasrobaina@gmail.com, UFSM.

Márcia Xavier Peiter, mpeiter@gmail.com, UFSM.

Rafael Camargo Ferraz, rafacferraz@gmail.com, UFSM.

Clandia Maffini Gomes, clandiamg@gmail.com, UFSM.

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. O trabalho foi realizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria- RS, onde a partir das análises de água de dois reservatórios e calculados os índices de qualidade, os custos intrínsecos da água e seu tratamento e somado aos custos atuais de produção do arroz obteve-se a relação benefício custo. A relação benefício custo para todo o intervalo discretizado dos custos da água 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.

No caso da produção do arroz, este utiliza altos volumes de água em função da necessidade de saturação do solo até a camada de impedimento bem como para formação de uma lâmina de água sobre a superfície do solo em média de 10 cm, somado 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, 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 legislação atual vigente, no caso a lei 9433/97 que institui a cobrança pelo uso da água, e não se sabe ao certo o quanto este valor influi no custo total da cultura 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, que correm ocultos das planilhas contábeis. Este custo pode ter relevância ao passo 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.

1. 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 (MORENO, 1961). A precipitação anual é de 1769 mm, em geral bem distribuída durante o ano (BURIOL et al., 2006). 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) (STRECK et al., 2002).

Como base 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 longitude oeste 53° 42' 30,97" e latitude sul 29°

43' 31,95", e o reservatório S da área do departamento de solos, de longitude oeste 53° 42' 14,23" e latitude sul 29° 43' 54,01".

Com relação à medida de 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 50797,7m² e o açude V 44164,64 m².

Foram coletadas amostras de água de ambos 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 (2007) e posteriormente Zamberlan (2011). 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 conseqüências 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 (ARÊDES et al., 2009).

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. (2010), de Andrade Júnior et al. (2001) – US\$ 0,2748/ha.mm, US\$ 0,1546/ha.mm, US\$ 0,1448/ha.mm, Talpaz & Mjelde (1998) - US\$ 0,26/ha.mm, Leme (1991) - US\$ 1,00/ha.mm, Peiter (1998), utilizou um intervalo de US\$ 0,20/ha.mm US\$ 1,00 /ha.mm. Utilizou-se um intervalo de custos de US\$ 0,10/ha.mm até US\$ 1,20/ha.mm 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, as águas de melhor qualidade e que dispensam tratamento. A cotação do dólar utilizada foi de R\$ 1,675.

Para o custo da água foram levados em conta os custos do tratamento, do m³ praticado na bacia hidrográfica em questão e custo da lâmina de água aplicada na irrigação.

$$C_{ta} = C_{ai} + C_{trat} + C_{m^3 a} \quad (2.1)$$

Em que: C_{ta} é o custo total da água, C_{ai} o custo da água de irrigação; C_{trat} o custo do tratamento desta água; e $C_{m^3 a}$ o custo do m³ de água praticado na bacia hidrográfica em questão.

Desta forma tem-se um custo da água em US\$/ha.mm 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, satisfazendo a seguinte condição.

$$RL = P_c \cdot P_m - C_p - C_{si} - C_{ta} \quad (2.2)$$

Em que: RL é a receita líquida; P_c a produtividade da cultura em Kg.ha⁻¹; P_m o preço de mercado da cultura praticado em US\$.Kg⁻¹; C_p significa o custo de produção da cultura; C_{si} o custo do sistema de irrigação e C_{at} o custo total da água de irrigação em US\$. ha⁻¹.

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 expressão:

$$B/C = \sum_{T=0}^n \frac{B_t}{C_t(1+r)^T} \quad (2.3)$$

Em que: B são os benefícios, C os custos e investimentos, t período de tempo, n tempo limite e r 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 2.1.

Tabela 2.1 - 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

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 no V e 2,75 mg/l 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, este fator pode ser 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 ao aumento linear dos custos da água em US\$/mm.ha e a quantidade de água usada na cultura durante os 100 dias de irrigação. Esta variação evidenciou que, a utilização de sistemas de irrigação, que possuem maiores custos de água por mm aplicado, deve ser utilizada com culturas que possuam maior valor de mercado para que compense o uso da técnica. O percentual deste custo variou a sua representatividade de 3 até 27% em relação ao custo total, esta variação é linear, pois os valores dos custos foram crescentes.

Nos Quadros 3.1 e 3.2 estão apresentados os custos envolvidos na produção do arroz e as relações benefício custo para os diversos custos discretizados.

SIMULAÇÃO DE BENEFÍCIO X CUSTO										
CULTURA	Arroz					PRODUTIVIDADE (saco/ha):	139			PERÍODO
ÁREA IRRIGADA:	100					PREÇO SACO (US\$):	13,14			100 dias
CONSUMO (mm)	741,5					RECEITA BRUTA (US\$):	182646,00			
ÁGUA UTILIZADA (m³)	7415									
DADOS QUALIDADE DA ÁGUA (Média para o Período)										
pH	6,45		Sódio (mg/l)	0,7					Índice de Qualidade da Água	
Cálcio (mg/l)	3,54		Sólidos Suspensos (mg/l)	116,7					77	
Magnésio (mg/l)	2,93		Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	41					Classificação Qualidade da Água	
Dureza (mgCaCo3/l)	20,9		Condutividade Elétrica (µS/cm)	0,089					USO SEM RESTRIÇÃO	
Ferro (mg/l)	1,93		RAS	0,39						
PROJEÇÃO DE CUSTO										
Custo de Produção e Operacional (US\$)	%	Custo de Lâmina aplicada (US\$)	%	Custo da água na Bacia Hidrográfica (US\$)	%	Custo de Tratamento da água (US\$)	%	Custo Total / ha (US\$)	Custo Total (US\$)	Relação Benefício x Custo
2278,62	93,18	74,15	3,03	53,54	2,19	39,22	1,60	2445,52	244552,42	0,75
2278,62	90,43	148,30	5,89	53,54	2,12	39,22	1,56	2519,67	251967,42	0,72
2278,62	87,85	222,45	8,58	53,54	2,06	39,22	1,51	2593,82	259382,42	0,70
2278,62	85,41	296,60	11,12	53,54	2,01	39,22	1,47	2667,97	266797,42	0,68
2278,62	83,10	370,75	13,52	53,54	1,95	39,22	1,43	2742,12	274212,42	0,67
2278,62	80,91	444,90	15,80	53,54	1,90	39,22	1,39	2816,27	281627,42	0,65
2278,62	78,83	519,05	17,96	53,54	1,85	39,22	1,36	2890,42	289042,42	0,63
2278,62	76,86	593,20	20,01	53,54	1,81	39,22	1,32	2964,57	296457,42	0,62
2278,62	74,99	667,35	21,96	53,54	1,76	39,22	1,29	3038,72	303872,42	0,60
2278,62	73,20	741,50	23,82	53,54	1,72	39,22	1,26	3112,87	311287,42	0,59
2278,62	71,50	815,65	25,59	53,54	1,68	39,22	1,23	3187,02	318702,42	0,57
2278,62	69,87	889,80	27,28	53,54	1,64	39,22	1,20	3261,17	326117,42	0,56

Quadro 3.1 – Simulação dos custos para o arroz irrigado referente ao reservatório V. Valor do dólar utilizado R\$ 1,675

SIMULAÇÃO DE BENEFÍCIO X CUSTO										
CULTURA	Arroz					PRODUTIVIDADE (saco/ha):	139			PERÍODO
ÁREA IRRIGADA:	100					PREÇO SACO (US\$):	13,14			100 dias
CONSUMO (mm)	741,5					RECEITA BRUTA (US\$):	182646,00			
ÁGUA UTILIZADA (m³)	7415									
DADOS QUALIDADE DA ÁGUA (Média para o Período)										
pH	7,27		Sódio (mg/l)	0,6					Índice de Qualidade da Água	
Cálcio (mg/l)	3,54		Sólidos Suspensos (mg/l)	53					78	
Magnésio (mg/l)	2,98		Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	37					Classificação Qualidade da Água	
Dureza (mgCaCo3/l)	21		Condutividade Elétrica (µS/cm)	0,06					USO SEM RESTRIÇÃO	
Ferro (mg/l)	2,75		RAS	0,33						
PROJEÇÃO DE CUSTO										
Custo de Produção e Operacional (US\$)	%	Custo de Lâmina aplicada (US\$)	%	Custo da água na Bacia Hidrográfica (US\$)	%	Custo de Tratamento da água (US\$)	%	Custo Total / ha (US\$)	Custo Total (US\$)	Relação Benefício x Custo
2278,62	92,65	74,15	3,01	53,54	2,18	53,20	2,16	2459,51	245950,89	0,74
2278,62	89,93	148,30	5,85	53,54	2,11	53,20	2,10	2533,66	253365,89	0,72
2278,62	87,38	222,45	8,53	53,54	2,05	53,20	2,04	2607,81	260780,89	0,70
2278,62	84,96	296,60	11,06	53,54	2,00	53,20	1,98	2681,96	268195,89	0,68
2278,62	82,68	370,75	13,45	53,54	1,94	53,20	1,93	2756,11	275610,89	0,66
2278,62	80,51	444,90	15,72	53,54	1,89	53,20	1,88	2830,26	283025,89	0,65
2278,62	78,45	519,05	17,87	53,54	1,84	53,20	1,83	2904,41	290440,89	0,63
2278,62	76,50	593,20	19,92	53,54	1,80	53,20	1,79	2978,56	297855,89	0,61
2278,62	74,64	667,35	21,86	53,54	1,75	53,20	1,74	3052,71	305270,89	0,60
2278,62	72,87	741,50	23,71	53,54	1,71	53,20	1,70	3126,86	312685,89	0,58
2278,62	71,18	815,65	25,48	53,54	1,67	53,20	1,66	3201,01	320100,89	0,57
2278,62	69,57	889,80	27,17	53,54	1,63	53,20	1,62	3275,16	327515,89	0,56

Quadro 3.2 – Simulação dos custos para o arroz irrigado referente ao reservatório S. Valor do dólar utilizado R\$ 1,675

No caso do arroz, este utiliza altos volumes de água em função da necessidade de saturação do solo até a camada de impedimento e da formação de uma lâmina de água sobre a superfície do solo em média de 10 cm, somado 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, demanda e da taxa de câmbio, que regulam os preços no mercado interno.

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, que neste caso adotou-se valor referente à simulação realizada por Forgiarini et al., (2008) 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 a 70 % em relação ao custo da água (U\$/mm.ha).

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 U\$ 1,20 e este valor representa 9,3% do valor do preço de mercado atual que foi de U\$ 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 em que o produtor até o momento não tinha conhecimento e que gerava uma receita líquida que não corresponde a realidade.

Para a 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 e o preço de mercado a relação benefício-custo para os dois primeiros custos totais da água tornou-se viável a atividade.

A relação benefício – custo, calculada foi 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 para todas as situações, mesmo o custo da água neste caso, não ter sido

decisivo, o que nada impediu que em outra cultura ou situação referente ao arroz houvesse alteração no cenário.

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 agora permaneciam ocultos, sendo decisivo para a determinação real da receita líquida.

3. CONCLUSÃO

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 de 144 sacos/ha e o preço de mercado não inferior a U\$18,00.

4. REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ALVES, D. N. B. **Remoção de ferro em água de irrigação através de filtragem em areia e zeólita**. 2008. 116f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

ANDRADE, E. M de. SOUZA, I. H. de; SILVA, E. L. Da. Análise de custos de um sistema de irrigação localizada por gravidade-bubbler. **Revista Ciência Agronômica**, v.33, n1, p64-69, 2002.

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.

ASHFAQ, M; JABEEN, S; BAIGI, I. A. Estimation of the economic value of irrigation water. **Journal of Agriculture & Social Sciences**. v.1, n.3, 2005.

AYERS, R. S; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande, UFPB, 1991, 218 p (Estudos FAO irrigação e drenagem, n.29).

BERLATO, M . A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMANSKI, H. **Agrometeorologia aplicada a irrigação**. Porto Alegre: Ed. Da UFRGS, cap.1, p. 11-24, 1992.

BERNARDI, L. A. Manual de formação de preços: políticas, estratégias e fundamentos. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2004.

BORGES JÚNIOR, J. C. F; et al. Computational modeling for irrigated agriculture planning. **Revista Engenharia Agrícola**. v.28, n.3, p.471-482, 2008.

BURIOL, G. A. Disponibilidades hídricas do solo possíveis de ocorrerem no estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**. v. 10, 1980.

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.

CARRAMASCHI, E.C; et al. O preço da água para irrigação: um estudo comparativo de dois métodos de valoração econômica contingente e dose resposta. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**. v.17, n.3, p.59-81, 2000.

CHAVES, H. M. L. et al. Quantificação dos benefícios ambientais e compensações financeiras do Programa do Produtor de Água (ANA): I.Teoria. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v.9, n.3, p.05-14, 2004.

CREPALDI, S. A. **Contabilidade rural: uma abordagem decisorial**. 4º ed. São Paulo. Ed. Atlas. 2006. 340p.

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.

HAASE, J; POSSOLI, S. Estudo da utilização da técnica de análise fatorial na elaboração de um índice de qualidade da água: comparação entre dois regimes hidrológicos diferentes, RS. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v.6, n.1, p. 245-255.1993.

HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, RS, v. 1, n. 38, p. 43-58, jan./jun. 2009.

IRGA. Custos de produção safra 2010. Disponível em http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1293728428Custos_de_Producao.pdf Acessado em 23/01/2011.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas:Editora Átomo, 2005. p 444.

MARQUES, P. A. A; FRIZZONE, J. A; PERES, F. C. Uso da árvore de decisão na escolha da lâmina de irrigação da pupunheira (*Bactris gasipaes H.B.K*) para Ilha Solteira, estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Agronomy**. v.26, n.3, p. 321-327, 2004.

MARTIN, N. B. et al. Custos: sistemas de custos de produção agrícola. **Revista Informações econômicas**, v.24, n.9, 1994.

MEIRELES, A. C. M; et al. Sazonalidade da qualidade das águas do açude Edson Queiroz, bacia do Acaraú, no semi-árido cearense. **Revista Ciência Agronômica**. v.38, n.1, p.25-31, 2007.

MEIRELES, A. C. M. **Dinâmica qualitativa das águas superficiais da bacia do Acaraú e uma proposta de classificação para fins de irrigação**. 2007. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará, 2007.

MEIRELES, A. C. M; et al. Uma nova proposta de classificação da água para fins de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**. v.41, n.3, p.349-357, 2010.

NASCIMENTO FILHO, D. G; PEREIRA, A. G. Remoção de ferro em águas de abastecimento, maximização dos processos oxidativos, seguidos de filtração direta-condicionantes e resultados práticos. 23^o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. Campo Grande-MS. **Anais...** 2005.

NAKAYAMA, F. S; BOMAN, B. J; PITTS, D. J. Maintenance. In: LAMM, F .R; AYARS, J. E; NAKAYAMA, F. S. **Microirrigation for crop production**. 1st. ed.Elsevier B.V Amsterdam: Elsevier, 2007, cap.11, p.389-430 (Developments in Agricultural Engineering 13).

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.

SILVA, A. L, da; FARIA, M. A. de; REIS, R. P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.7, n.1, p.37-44, 2003.

SOUZA FILHO, P. S. **Comparativo de custos de diferentes fontes de energia para irrigação por gotejamento**, 2003. 59f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

STRECK, E. V; et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Ed da EMATER/RS; UFRGS, 2002. 108p.

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.

TOLEDO, L. G.;NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano, **Scientia Agrícola**, v.59, n. 1, p. 181-186. 2002.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1996, 246p.

ZAMBERLAN, C. O; GHILARDI, W. J; MINELLO, I. F. Relevância dos sistemas de custos para as empresas. **Revista Organizações em Contexto**. Ano 1, n.2, 2005.