

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM

“GESTORES REGIONAIS DE

RECURSOS HÍDRICOS”

Artigo:

Autor: Eng.º Agrº Jorge Luiz Machado Pires.

Orientador: Prof. Dr. João Batista Dias de Paiva.

Junho de 2004

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Curso de Pós-Graduação – Especialização em
“GESTORES REGIONAIS DE RECURSOS HÍDRICOS”

A comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Artigo intitulado

CONSUMO DE ÁGUA NA LAVOURA DE ARROZ IRRIGADO NO
MUNICÍPIO DA SÃO SEPÉ-RS, EM PLANOSSOLO
HIDROMÓRFICO
(UNIDADE DE MAPEAMENTO VACACAI).

elaborado por

Jorge Luiz Machado Pires

como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em “Gestores Regionais de Recursos Hídricos”

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. João Batista Dias de Paiva - UFSM
(Presidente/Orientador)

Prof. Dr. Geraldo Lopes de Silveira - UFSM

Prof. Dra. Jussara Cabral Cruz - UFSM

Santa Maria, 25 de junho de 2004

CONSUMO DE ÁGUA NA CULTURA DE ARROZ IRRIGADO NO MUNICÍPIO DE SÃO SEPÉ –RS, EM PLANOSSOLO HIDROMÓRFICO (UNIDADE DE MAPEAMENTO VACACAI).

Jorge Luiz Machado Pires¹
João Batista Dias de Paiva²

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo estimar o consumo de água na lavoura de arroz irrigado no município de São Sepé – RS, para as condições do solo classificado como Planossolo Hidromórfico, unidade de mapeamento Vacacai. Para a obtenção dos valores médios da vazão requerida para atender as necessidades hídricas do arroz, num período de 90 dias de irrigação, foram utilizados resultados de pesquisa já existentes, adaptando-os para as condições de solo e clima da região onde está inserido o município de São Sepé. A área irrigada anual gira em torno de 19.700 ha de arroz, com captações de água provenientes de barragens e açudes (78,5 %), rios e arroios (20,2 %), e lagoas (1,3 %). A estimativa do consumo de água foi de 1,79 l/s/ha (13941 m³/ha), considerando-se: a densidade do solo de 1,60 g/cm³; permeabilidade do solo saturado, horizonte B2, conforme GOMES et al (1992), de 0,2 mm/h; profundidade da camada impermeável de 0,94 m, altura da lâmina d'água de 0,10 m e evapotranspiração diária, segundo MOTTA et al (1990), de 7,0 mm.

INTRODUÇÃO

O Município de São Sepé, situa-se na parte centro sul do Rio Grande do Sul na metade sul do Estado, pertencendo a Bacia Hidrográfica dos rios Vacacai Vacacai-Mirim. Apresenta uma superfície de 2.176,4 km² (FEE), localizando-se entre os paralelos de 29° 53' a 30° 25' de latitude Sul e entre os meridianos 53° 08' a 53° 58' de longitude Oeste. A ocupação territorial, no tocante a cobertura vegetal, conforme dados coletados em “*Diagnóstico do Município de São Sepé*” (2001), citando o Censo Agropecuário de 1995/96, indica percentuais de: 60,67% com pastagem natural; 9,14% com pastagem cultivada; 7,82% de mata nativa; 1,45% de mata plantada; 0,25% de lavoura permanente; 4,07% lavoura em descanso; 16,37% com lavouras temporárias, e, 0,23% de área produtiva não utilizada..

A base da economia é fortemente dependente da agropecuária, com destaque especial e significativo para a cultura do Arroz Irrigado, que vem ocupando uma área anual em torno de 19.700 ha, representando 9% da área superficial total do município.

O estudo realizado pela STE (Serviços Técnicos de Engenharia S A) na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacai (1998), referente ao Cadastro de Usuários da Água por Sub-bacia , indica que a captação de água para irrigação, no município de São Sepé, é proveniente de 433 reservatórios e de Cursos D'água em número de 50.

O levantamento realizado pelo IRGA – Instituto Riograndense do Arroz, 23° NATE - Núcleo de Assistência Técnica, município de São Sepé (RS), referente a safra 1999/2000, informa a existência de 444 produtores de arroz distribuídos em 315 lavouras, perfazendo uma área total de 19.687 ha e produtividade média de 5.620 kg/ha. No mesmo trabalho, são relatados os percentuais de áreas irrigadas por mananciais, chegando aos seguintes valores: 78,5% de barragens; 17,9% de Rios; 2,3% de arroios e 1,3% de lagoas. Relata ainda o estudo que, naquela safra, 64,63% da terra cultivada e 49,1% da água utilizada na lavoura de arroz, foram arrendadas.

¹ Eng°. Agr°. Aluno do Curso de Pós Graduação “Gestores Regionais de Recursos Hídricos”- UFSM

² Prof. Tit. Dr. João Batista Dias de Paiva – Orientador

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo MENEZES (2001), o arroz constitui-se no principal alimento para a grande maioria da população da América Latina e do Caribe, sendo que no Brasil é o responsável por 18% das calorias e por 12% das proteínas da dieta básica da população. A produção deste cereal é originária, principalmente, das lavouras irrigadas do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) que, juntamente, respondem por quase 60% da produção nacional, sendo que somente o Rio Grande do Sul contribui com cerca de 50%.

Segundo DE DATTA (1981), o adequado suprimento de água é um dos fatores mais importantes na produção de arroz. A planta usa menos de 5% da água absorvida. O resto é perdido para a atmosfera através da transpiração pelas folhas. Descreve ainda que o requerimento total de água é determinado por vários fatores, dentre eles: o tipo de solo, topografia, proximidade dos drenos, profundidade da camada impermeável, manutenção da lâmina d'água, duração do ciclo da cultura, e, mais do que tudo, pela demanda evaporativa no ciclo da cultura. Informa o mesmo autor, que a taxa de Evapotranspiração é afetada por vários fatores, tais como: energia solar; temperatura; movimento do ar ou do vento; umidade relativa; características da planta (morfologia da folha, profundidade do sistema radicular e ciclo) e regime de água no solo. Na maior parte da região tropical, o requerimento diário da evapotranspiração, durante o período de irrigação do arroz, varia entre 4 a 5 mm/dia nas estações chuvosas, e, entre 6 a 7 mm/dia nas épocas secas.

GOMES et al (2004), citando PROBLEM (2003), afirmam que a cultura do arroz irrigado, por submersão do solo, necessita de 1900 a 5000 litros de água para produzir 1 kg de grãos, estando entre as culturas mais exigentes em termos de recursos hídricos.

A quantidade de água exigida para o cultivo do arroz é o somatório da água necessária para saturar o solo, formar uma lâmina, compensar a evapotranspiração e repor as perdas por percolação vertical, as perdas laterais e nos canais de irrigação. Esta quantidade depende, principalmente, das condições climáticas, do manejo da cultura, das características físicas do solo, do manejo da cultura, das dimensões e revestimentos dos canais, do ciclo evolutivo da cultivar, da localização da fonte e da profundidade do lençol freático (IRGA, 1996).

MOTTA et al. (1990), relatam que a evapotranspiração da cultura do arroz no Rio Grande do Sul, para um período de irrigação de 90 dias, alcançou, em média, 6,8 a 8,7 mm por dia, dependendo da época de semeadura, períodos de irrigação e localidades. Utilizaram, nesse trabalho, observações meteorológicas mensais de temperatura média, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar, para estimar a evaporação do tanque classe "A" usando o diagrama de KOHLER-NORDENSON-FOX-BAKER, nas localidades Porto Alegre, Pelotas, Bagé, Rio Grande, Jaguarão, Santa Maria, Santa Vitória do Palmar e Uruguaiana. A partir da relação entre a evaporação do tanque classe "A" e a evapotranspiração do arroz irrigado indicada na literatura, os pesquisadores estimaram a evapotranspiração nas diversas localidades durante o período de irrigação, por inundação, da cultura (novembro a fevereiro, e, dezembro a março). Para as condições de Santa Maria, essa taxa variou de 6,8 a 7,1 mm/dia. Concluíram ainda, que a evapotranspiração é maior nas semeaduras de 15 de outubro e menor nas semeaduras de 15 de novembro, nas localidades de Bagé, Jaguarão, Pelotas, Porto Alegre, Rio Grande, Santa Vitória do Palmar e Santa Maria.

A evapotranspiração e a percolação são responsáveis pela maior percentagem da demanda hídrica. A evapotranspiração compreende a água transpirada pela planta mais a água evaporada da lâmina devido a diferença de pressão de vapor entre a superfície e a atmosfera. A evaporação está diretamente relacionada com a radiação solar e a temperatura e inversamente à umidade do ar e a cobertura do solo pela cultura. A transpiração varia com o estágio de crescimento e desenvolvimento das plantas. A percolação, por sua vez, consiste nas perdas de água por infiltração profunda e está relacionada com a textura e estrutura do solo, preparo do solo e manejo de água (IRGA, 1996).

Segundo MOTTA et al. (1990), o elevado consumo de água por evapotranspiração mostra a importância de seu conhecimento no planejamento da irrigação de uma lavoura de arroz no Rio

Grande do Sul. De acordo com SACHET (1977), citado por MOTTA et al. (1990), a evapotranspiração representa 70% do consumo de água para a irrigação, o que varia, entretanto, com o tipo de solo utilizado.

WEBER (2000), citando CORREA (1997), informa que o consumo de água pelo arroz irrigado é determinado pela soma da água necessária para a saturação do solo, formação da lâmina de irrigação, evapotranspiração, perdas por percolação e infiltração nas taipas, além das perdas no sistema de condução.

A quantidade de água necessária para saturar o solo está em função da profundidade do lençol freático e/ou camada impermeável, do teor de umidade e do espaço poroso do solo. Normalmente são necessários de 1000 a 2000 metros cúbicos por hectare para esta fase (IRGA, 1996).

MACHADO et al. (2003) afirmam que no Rio Grande do Sul, o consumo de água nas lavouras de arroz vem diminuindo ao longo do tempo, mas ainda se encontra em patamares elevados. Relatam também, que em condições adequadas de solo, relevo e manejo de água, a eficiência da irrigação atinge valores em torno de 60%, entretanto, há citações de que a eficiência da irrigação situa-se em torno de 45%. Segundo os mesmos pesquisadores, a eficiência do uso da água de irrigação integra vários componentes, considerando-se, entre outros, as perdas que ocorrem nos reservatórios, na sua captação, condução e distribuição.

No que se refere as características físicas do solo, CORRÊA et al. (1997), apresentam alguns valores médios dos principais solos de várzea do Rio Grande do Sul, determinados por BELTRAME & LOUZADA (1996). Para o Planossolo Vacacai, depressão Central, em 141 determinações, foram registrados os seguintes valores médios: porosidade = 39,5%; profundidade da camada de impedimento = 0,94 m.

Segundo GOMES et al (1992), o processo de infiltração é o responsável pela entrada de água no solo através de sua superfície. A condutividade hidráulica do solo, entretanto, está relacionada com o movimento da água no perfil do solo que depende da umidade. Esses dois processos estão relacionados com as características do solo (principalmente textura, estrutura, distribuição do tamanho de poros e tipo de argila) e com as características da água (como viscosidade). Relatam os autores, os valores de condutividade hidráulica saturada encontrados, para as quatro unidades de mapeamento estudadas, sendo que, para as condições do solo da unidade de mapeamento Vacacai, na camada de impedimento, horizonte B2, a condutividade hidráulica foi de 0,2 mm/h.

CORRÊA et al. (1997), apresentam resultados obtidos através de modelos de balanço hídrico estabelecido por BELTRAME & LOUZADA (1991), estimando o consumo d'água na irrigação do arroz, para as condições de solo da unidade de mapeamento Vacacai, na depressão central do estado, uma vazão média de 1,72 l/s/ha, enquanto que BELTRAME e GONDIM (1982), para a mesma unidade de mapeamento e região, obteve como resultado uma vazão média de 1,44 l/s. ha, desconsiderando, em ambos os casos, as precipitações ocorridas.

Em trabalho sobre "Quantificação da demanda de água na Bacia do Rio Ibicuí – RS", PAIVA et al (2000), relatam que a quantidade de água requerida pelo arroz depende de um grande número de fatores, entre os quais, os mais importantes são: permeabilidade do solo, clima, cultivar, condições de irrigação e profundidade da camada impermeável. No referido estudo, os autores chegaram a um cálculo de necessidade hídrica da cultura do arroz irrigado por inundação, para o solo da unidade de mapeamento Vacacai, na ordem de 1,86 l/s/ha considerando 100 dias de irrigação.

MACHADO et al. (2003), publicaram uma tabela contendo o resultado de trabalhos de vários pesquisadores, referente ao consumo de água em diferentes sistemas de estabelecimento da lavoura de arroz irrigado, reproduzida na tabela 1. Observam os autores, que as possíveis diferenças no consumo de água decorrem de alterações nas características físicas e hidráulicas do solo nos sistemas pré-germinado e no transplante de mudas. Em ambos os casos ocorrem desestruturação da camada superficial do solo, com selamento dos poros e redução da taxa de infiltração, devido ao trabalho de preparo do solo que algumas vezes é realizado em presença de lâmina de água.

Com relação aos dados obtidos por MOTTA et al (1990), referidos na tabela 1, referem-se à necessidade de água para a irrigação do arroz levando em conta as condições climáticas.

O solo da unidade de mapeamento Vacacai (Planossolo Hidromórfico), conforme “Levantamento de reconhecimento dos solos de São Sepé” (LEMOS et al., 1972), ocupava 21,27% da área superficial do município, que, na época, incluía o município de Vila Nova do Sul. Admitindo-se, para efeito de estudo, o mesmo percentual projetado para a área atual do município de São Sepé, obtém-se, como estimativa, o território ocupado com esta unidade de mapeamento de, aproximadamente, 46.292 ha.

As áreas de ocorrência da unidade de mapeamento Vacacai, no Rio Grande do Sul, alcançam 1.630.000 ha, representando a fração de 35,1% sobre o total de solos de várzea no estado, distribuídas nas regiões arroyeiras da Fronteira Oeste, Campanha, Depressão Central e Planície Costeira Externa (ANGHINONI et al, 2004).

Tabela 1- Consumo de água em diferentes sistemas de estabelecimento da lavoura de Arroz Irrigado : MACHADO et al (2003)

Sistema de Implantação	Consumo (m³ ha⁻¹)	Referências
Convencional	6.100 a 7.710	Mota et al.,1990
Convencional	13.400	Beltrame & Louzada, 1991
Convencional	12.790	Bhuiyan et al., 1995
Convencional (água corrente)	17.972	Sachet, 1977
Convencional (lâmina estagnada)	8.639	Sachet, 1977
Convencional (lâmina rasa)	6.497	Sachet, 1977
Convencional (inundação contínua)	11.175	Toescher et al., 1997
Convencional (inundação intermitente)	8.764	Toescher et al., 1997
Convencional	6.145	Macedo et al., 1997
Convencional	7.415	Marcolin et al., 1999
Convencional	11.605	Weber, 2000
Convencional	7.856	Marcolin et al., 2001
Convencional	5.487 a 5.998	Machado et al., 2002
Cultivo mínimo	12.193	Weber, 2000
Cultivo mínimo	5.374 a 5.431	Machado et al., 2002
Plantio direto	6.247	Macedo et al., 1997
Plantio direto	6.945	Marcolin et al., 1999
Plantio direto	7.145	Marcolin et al., 2001
Pré-germinado	5700 a 7900	Heberhardt, 1994
Pré-germinado	6.145	Macedo et al., 1997
Pré-germinado	7.233	Marcolin et al., 1999
Pré-germinado	11.989	Weber, 2000
Pré-germinado	7.881	Marcolin et al, 2001
Pré-germinado	5.852 a 6.216	Machado et al., 2002
Mix de pré-germinado	11.788	Weber, 2000
Mix de pré-germinado	5.716 a 6.308	Machado et al., 2002
Transplante de mudas	11.675	Weber, 2000
Transplante de mudas	5.581 a 6.422	Machado et al., 2002

Fonte: MACHADO, S. L. de O.; MARCHEZAN, E. ; VILLA, S. C. C. ; CAMARGO, E. R.

São nessas várzeas, situadas ao longo dos rios e arroios, que a cultura do arroz é largamente utilizada, em rotação com pastagens, no município de São Sepé. Procurou-se então, estimar o consumo de água para a atender às necessidades da cultura do arroz, irrigado por inundação, para as condições de solo dessa unidade de mapeamento, considerando: que o solo já apresente uma disponibilidade de água num percentual de 50%; evapotranspiração média diária de 7 mm (MOTTA

et al, 1990); porosidade média de 39,5% , profundidade da camada impermeável de 0,94 metros, e, um período de irrigação contínua de 90 dias.

Foi utilizado, para a obtenção dos resultados, o equacionamento apresentado por ROBAINA (2004), descrito abaixo:

1. Volume de água necessário para saturar o solo até a camada impermeável (V1):

$$V1 = (1 - ds/dp) \times (1 - f) \times Pci \times 10000 \quad \text{onde;}$$

ds = densidade do solo = 1,60 g/cm³.

dp = densidade da partícula = 2,65 g/cm³

Pci = profundidade da camada impermeável = 0,94 m.

f = fator de disponibilidade de água no solo = 50%

$$V1 = (1 - 1,60/2,65) \times (1 - 0,5) \times 0,94 \times 10000 \text{ m}^2/\text{ha}.$$

$$V1 = 1.862 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

2. Volume para formar a lâmina sobre o solo (V2):

$$V2 = hl \times 10000 \text{ m}^2, \quad \text{onde;}$$

hl = altura da lâmina d'água na lavoura = 10 cm.

$$V2 = 0,10\text{m} \times 10000 \text{ m}^2 = 1.000 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

3. Volume para compensar a percolação (V3):

$$V3 = Ks \times (1 + hl / Pci) \times Pi \times 10000 \text{ m}^2/\text{ha},$$

onde;

Ks = permeabilidade do solo saturado = 0,2 mm/h.

Pci = profundidade da camada impermeável = 0,94 m

Pi = número de dias de irrigação = 90 dias.

$$V3 = 0,0048 \text{ m/dia} \times (1 + 0,10\text{m} / 0,94 \text{ m}) \times 90 \text{ dias} \times 10000 \text{ m}^2.$$

$$V3 = 4 779 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

4. Volume para compensar a evapotranspiração (V4):

Foram utilizados os valores médios determinados por MOTA et al (1990), de 7 mm/dia, para a região de Santa Maria. Em 90 dias: $V4 = 6 300 \text{ m}^3/\text{ha}$.

5. Volume total necessário durante o período de irrigação (Vta):

$$Vta = V1 + V2 + V3 + V4$$

$$Vta = 1 862 \text{ m}^3/\text{ha} + 1 000 \text{ m}^3/\text{ha} + 4 779 \text{ m}^3/\text{ha} + 6 300 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

$$Vta = 13 941 \text{ m}^3/\text{ha}, \text{ ou } 1,79 \text{ l/s/ha}, \text{ em } 90 \text{ dias de irrigação}.$$

CONCLUSÃO:

O consumo de água estimado para atender as necessidades da cultura do arroz num período de 90 dias de irrigação, nas condições físicas do planossolo hidromórfico da unidade de mapeamento Vacacai, foi de 1,79 l/s/ha. Valeu-se, para o cálculo desta estimativa, de resultados de pesquisas já existentes. O consumo estimado de 1,79 l/s/ha, está próximo

àqueles determinados por BELTRAME & LOUZADA (1991) de 1,72 l/s/ha e PAIVA et al. (2000) de 1,86 l/s/ha.

Naturalmente que as condições físicas do solo se alteram de local para local, dentro da mesma unidade de mapeamento. As condições meteorológicas, como radiação solar, velocidade do vento, temperatura e umidade relativa, também podem apresentar valores diferentes de um ano para outro, de região para região. Assim, é possível de serem encontradas vazões diferentes, para cada situação, desde que possam ser determinadas todas variáveis que interferem no consumo de água para a cultura do arroz irrigado.

A medida em que o plano de bacia hidrográfica for aprovado pelo Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica, conforme determina a Lei Estadual nº 10.350/94, haverá a necessidade da outorga e cobrança pela utilização da água, condicionadas às prioridades de uso estabelecidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos e no Plano de Bacia aprovado. Estes instrumentos de gestão deverão racionalizar o uso, além de garantir a qualidade dos recursos hídricos. Por estes motivos, consideramos importante que sejam levados em consideração, na determinação da outorga, o consumo de água nas lavouras de arroz estimado tecnicamente, incentivando a pesquisa e os produtores na busca de maior conhecimento e eficiência, garantindo a sustentabilidade da atividade orizícola e a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGHINONI, Ibanor; GENRO JUNIOR, Silvio Aymone; SILVA, Leandro Souza da; BOHNEN, Humberto, RHEINHEIMER, Danilo dos Santos; OSÓRIO FILHO, Benjamin Dias, MACEDO, Vera Regina Mussoi, MARCOLIN, Elio. Fertilidade dos solos cultivados com arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Cachoeirinha: IRGA/Estação Experimental. Equipe de Solos e Águas, 2004, 52 p.: il., --- (Boletim Técnico).
- CORRÊA, N. I., CAICEDO, N. L., FEDDES, R. A., LOUZADA, J. A. S., BELTRAME, L. F. S. Consumo de água na irrigação do arroz por inundação. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v. 50, n. 432, p. 3-8, jul./ago. 1997.
- GOMES, A. da S.; CUNHA, N. G. da; PAULETTO, E. A.; SILVEIRA, R. J. C. da; TURATTI, A. L. Solos de Várzeas - Uso e Manejo. Problemas físicos e perspectivas de solução. in. MARCANTONIO, G. et al. Solos e Irrigação, p. 64 – 79. Porto Alegre. Ed. da Universidade/UFRGS, FEDERACITE, 123 p. 1992.
- GOMES, Algenor da Silva; MAGALHÃES JÚNIOR, Ariano Martins de, editores técnicos. Arroz Irrigado no Sul do Brasil – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 899 p.
- IRGA, Recomendações técnicas – Irrigação e Drenagem. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v. 49, n. 428, p. 27-29, set./out. – 1996.
- LEMOS, Raimundo Costa de; AZOLIN, Miguel Ângelo Décimo; ABRÃO, Paulo Ubirajara Rodrigues, KAMINSKI, João; FLORES, Carlos Alberto. Levantamento dos Solos do Município de São Sepé. 1972.
- MARCOLIN E. & MACEDO, V. R. M. Consumo de água em três sistemas de cultivo de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11., 2001. Fortaleza. Anais... Fortaleza: ABID, 2001. p. 59-63 .
- DE DATA, S. K. Principles and Practices of Rice Production. New York: John Wiley & Sons, 1981. 618 p.
- MOTA, F. S., ALVES, E. G. P., BECKER, C. T. Informação climática para planejamento da necessidade de água para irrigação do arroz no Rio Grande do Sul. Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, v. 43, n. 392, p. 3-6, set/out. 1990.
- MACHADO, S. L. de O., MARCHEZAN, E., VILLA, S. C. C., CAMARGO, E. R. Lavoura Arrozeira e Recursos Hídricos. Ciência & Ambiente, Santa Maria, n. 27, p. 97-106, julho/dezembro de 2003.

- PAIVA, João Batista Dias de; PAIVA, Eloiza Maria Cauduro Dias de; GASTALDINI, Maria Do Carmo Cauduro; IRION, Carlos Alberto de Oliveira; DIAS, Janaina Rios; COSTA, Luis Cesar Matiuzzi da; RICHTER, Luiz Antônio. Quantificação da demanda de água na Bacia do rio Ibicui-RS. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.5, n.3, p. 93-111, 2000.
- ROBAINA, A. D. Hidráulica Agrícola I – Barragem de Terra. Santa Maria: DER/CCR/UFSM. 102 p., 2004.
- STE – Serviços Técnicos de Engenharia S.A. – Avaliação Quali-Quantitativa das demandas e disponibilidades de água na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacai (BHRV) . SOPSH – DRHS – FRH/RS – CRH/RS, 1998.
- WEBER, L. Consumo e qualidade da água e cultivares de arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo. 2000. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.