

INFLUÊNCIA DA ESCOLHA DO MÊS INICIAL NA DETERMINAÇÃO DA OPERAÇÃO ÓTIMA DO AÇUDE PIRANHAS PARA PRÁTICAS DE IRRIGAÇÃO

ALCIDNEY BATISTA CELESTE¹, ROBERTA LIMA BARBOSA², ROSIRES CATÃO CURÍ³ E WILSON FADLO CURÍ⁴

¹ Mestre em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande -PB, (83) 88030391, alcidney@yahoo.com.br.

² Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande -PB.

³ PhD, Professora Adjunta da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande-PB.

⁴ PhD, Professor Adjunto da Unidade Acadêmica de Física, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande-PB.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: Este trabalho investiga o planejamento, sob a ótica da operação ótima dos usos dos recursos hídricos, de um reservatório. O reservatório estudado foi o açude Piranhas, localizado na bacia hidrográfica do Piancó, situada no semi-árido do estado da Paraíba. Foi aplicado ao reservatório, um modelo de otimização não linear cuja função objetivo é a maximização da receita líquida gerada com irrigação. Aplicou-se esse modelo sob diferentes concepções operacionais no que diz respeito ao mês inicial do processo. Trabalhou-se com um cenário anual padrão representativo, cujos dados climáticos, hidrológicos e agrícolas são valores médios. Os resultados obtidos demonstraram uma alta influência das condições de mês inicial nas áreas irrigadas e receitas líquidas, obtendo discrepâncias nos valores da receita em mais de 67% em relação ao melhor resultado. Tal resultado caracteriza a natureza não linear do problema.

PALAVRAS CHAVE: Cenários de mês inicial, Otimização, Irrigação.

INFLUENCE OF THE STARTING MONTH ON THE DETERMINATION OF OPTIMAL IRRIGATION OPERATIONAL POLICIES FOR THE PIRANHAS RESERVOIR

ABSTRACT: This work is concerned with the optimal operation planning of a reservoir's water resources use. This study is related to the Piranhas reservoir, located in the Piancó river basin at the semi arid region of the Paraíba state. A non linear optimization model, whose objective function is the net profit attained from irrigation, has been used. Different scenarios for the starting month has been used. Average values for climatic, hydrologic and agricultural data has been used. The attained results has shown to exist a high influence of the conditions of starting operation month on the selection of irrigated areas and their net profits, obtaining discrepancies in the values up to 67%. Such results show the nonlinear nature of the problem.

KEYWORDS: Scenarios of initial month, Optimization, Irrigation.

INTRODUÇÃO: Na busca de respostas para os complexos problemas de planejamento e gestão dos recursos hídricos lança-se mão de utilização de técnicas e ferramentas capazes de auxiliarem nos processos de análise, operação, planejamento e tomadas de decisão em sistema de recursos hídricos.

Os estudos de alternativas operacionais, em especial na operação de reservatórios, são comumente feitos por meio de aplicação de metodologias matemáticas e computacionais, incluindo técnicas de *Otimização e Simulação* (YEH, 1985; SIMONOVIC, 1992; WURBS, 1993 e LABADIE, 1984). Pesquisas anteriores (PEDREIRA, 2005) sugeriram que em virtude do modelo incorporar questões como sustentabilidade hídrica atrelada ao volume inicial e ao padrão das afluições poder-se-ia haver uma certa influência do mês inicial e conseqüente estado inicial do reservatório nos resultados obtidos. O objetivo desse estudo foi essencialmente, verificar e analisar a influência que ocorre nos resultados operacionais de um reservatório, a partir da aplicação de um modelo de otimização, de base mensal, quando se altera as condições de mês inicial do processo. Os resultados analisados do modelo são referentes às áreas potencialmente irrigadas pelas águas do reservatório e os respectivos potenciais benefícios econômicos.

MATERIAL E MÉTODOS: O reservatório estudado foi o açude Piranhas, que está localizado na bacia hidrográfica do Rio Piancó, situada no semi-árido do estado da Paraíba. O reservatório tem uma capacidade de aproximadamente 25 milhões de m³ e atualmente é utilizado apenas ao abastecimento da cidade de Ibiara, localizado na mesma região, com uma população estimada em 5860 habitantes. A metodologia do trabalho partiu inicialmente da utilização de um cenário anual padrão, no qual se utiliza valores médios. Estes valores são referentes às características climáticas, hidrológicas e agrícolas da região. As séries pluviométricas e fluviométricas utilizadas compreendiam uma série de 53 anos e foram obtidas do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba - PDRH-PB (SCIENTEC, 1997). Quanto aos dados agrícolas, trabalhou-se com duas culturas representativas, uma cultura perene hipotética, representativa das culturas perenes reais e uma cultura sazonal hipotética, representativa das culturas sazonais. As características agrônômicas, tais como: produtividade, custo de produção, preço de venda, etc. e as características do sistema de irrigação utilizado, também foram valores médios calculados a partir das características agrônômicas e do sistema de irrigação das culturas reais. Com relação à cultura sazonal representativa, considerou-se um ciclo fenológico médio em torno de 4 meses e subdividiu-se o plano cultural, além da cultura perene representativa, em 12 culturas sazonais, diferenciando-se entre si apenas pelo mês inicial de plantio, como é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Plano cultural utilizado

Cultura	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Perene												
Sazonal 1												
Sazonal 2												
Sazonal 3												
Sazonal 4												
Sazonal 5												
Sazonal 6												
Sazonal 7												
Sazonal 8												
Sazonal 9												
Sazonal 10												
Sazonal 11												
Sazonal 12												

Quanto ao modelo de otimização aplicado, trata-se do modelo ORNAP, desenvolvido por CURI e CURI (2003), em escala mensal e é baseado em técnicas de programação não-linear. Quando há convergência no processo de otimização, o modelo gera resultados referentes aos estados do reservatório a cada mês, as vazões mensais liberadas para irrigação, as áreas ótimas irrigadas por cultura e as respectivas receitas líquidas advindas dos cultivos potencialmente irrigados. Aplicou-se o modelo ao açude Piranhas sob diferentes condições de mês inicial, ou seja, utilizou-se o modelo em 12 situações, cada uma com mês inicial relativo à cada mês do ano e, finalmente, analisou-se os efeitos nos resultados das otimizações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Os resultados encontrados na operação do açude Piranhas estão apresentados nas Tabelas 2, 3, 4 e 5. Na Tabela 2, verifica-se as áreas totais potencialmente irrigadas e respectivas receitas líquidas obtidas da operação do reservatório, em cada condição de mês inicial do processo de otimização. Nota-se nessa mesma tabela, as grandes diferenças nos valores da receita líquida, variando de um valor mínimo de um pouco mais de R\$ 7.400 mil, para um valor máximo de mais de R\$ 23.000 mil. Na Tabela 3, são apresentadas as discrepâncias percentuais ocorridas nos valores das receitas em relação ao melhor resultado. Na Tabela 4, têm-se as áreas irrigadas por culturas e suas receitas líquidas totais. Quanto aos resultados operacionais do reservatório, o modelo gera entre outros, o estado do reservatório mês a mês, volume evaporado, vazões para irrigação, precipitação efetiva e evapotranspiração na área irrigada. Estes resultados estão apresentados na Tabela 5 e são referentes à melhor condição de mês inicial do processo, que no caso foi o mês de agosto, gerando uma receita líquida total de R\$ 23.181 mil.

Tabela 2 - Áreas irrigadas e respectivas receitas líquidas nas diferentes condições de mês inicial

CONDIÇÃO MÊS INICIAL												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ÁREA	2792	11575	1734	2530	2111	3123	1576	2589	2634	1873	1001	2008
RL	18.037	7.491	11.213	16.350	13.644	20.175	16.641	23.181	17.015	12.108	12.932	12.977

RL - Receita líquida em mil R\$, Área= área irrigada em hectare.

Tabela 3 - Discrepâncias na receita líquida em relação ao melhor resultado

Condição inicial												
DISCP (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	22,1	67,6	51,6	29,4	41,1	12,9	28,2	0	26,5	47,7	44,2	44,0

DISCP - Discrepância

Tabela 4 - Resultados da melhor condição de mês inicial

OPERAÇÃO ÓTIMA DO AÇUDE PIRANHAS		
Melhor condição de mês inicial:		
CULTURAS	AGOSTO	
	ÁREA (ha)	RL (mil R\$)
Perene	94,0	629,5
Sazonal 1	851,6	5494,7
Sazonal 2	834,0	11833
Sazonal 3	1,3	8,5
Sazonal 4	0,5	3,4
Sazonal 5	0,2	1,3
Sazonal 6	0,1	0,3
Sazonal 7	0,1	0,6
Sazonal 8	0,0	0,0
Sazonal 9	136,7	881,7
Sazonal 10	0,0	0,2
Sazonal 11	238,2	1536,8
Sazonal 12	432,6	2791,3
Total	2589	23181

Tabela 5 - Resultados operacionais do Reservatório - Mês ini.- AGO

MÊS	P/ RESERVATORIO			P/ ÁREA IRRIGADA		
	VOL. RESERV (hm³)	VOL. EVAP. (hm³)	VOL. VERT. (hm³)	VAZ. IRRIG (hm³)	PREC. EFET. (hm³)	EVPT. (hm³)
AGO	20,2	0,43	0	0,23	0	0,18
SET	19,2	0,46	0	0,57	0	0,44
OUT	17,9	0,49	0	0,80	0	0,61
NOV	15,9	0,44	0	1,48	0	1,12
DEZ	13,3	0,39	0	2,30	0,23	1,96
JAN	10,7	0,30	0	2,59	1,29	3,23
FEV	10,5	0,23	0	1,18	4,78	5,41
MAR	13,9	0,26	0	0,60	5,54	5,91
ABR	19,5	0,28	0	1,04	4,26	4,93
MAI	20,3	0,29	0	3	0,84	2,78
JUN	21,1	0,29	0	0,13	0,02	0,12
JUL	20,8	0,35	0	0,17	0,01	0,15
MÉDIA	16,9	0,35	0	1,14	1,41	2,24

Onde: VOL RESERV - Volume do reservatório, VOL. EVAP - Volume evaporado, VOL. VERT. - Volume vertido, VAZ IRRIG - Volume para irrigação, PREC. EFET.- Precipitação efetiva, EVPT - Evapotranspiração.

CONCLUSÕES: A partir dos resultados apresentados, fica evidente que, em regiões semi-áridas, um planejamento agrícola, num processo de otimização para a determinação e alocação de áreas para culturas agrícolas a serem irrigadas dentro das limitações de disponibilidade de água, é altamente influenciado pela escolha do mês inicial. De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3, nota-se uma grande variação nos valores da receita líquida obtida, com o uso das águas do açude Piranhas para irrigação, quando se altera a condição de mês inicial do processo. Nota-se, também, segundo a Tabela 4, que existe uma preferência pelas culturas sazonais às culturas perenes para irrigação. As maiores áreas irrigadas foram das culturas plantadas no primeiro semestre, já que os maiores volumes liberados para irrigação se deu neste período. A discrepância percentual entre os valores da receita, pode atingir um valor de mais de 67% em relação à melhor escolha. A razão da ocorrência de diferentes valores da função objetivo, quando se inicia o processo em diferentes meses, deve-se a variabilidade intrínseca do regime hidrológico, o que altera o nível de água nos reservatórios nos diferentes meses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CURI, W. F.; CURI, R.C., ORNAP (2003) Optimal Reservoir Network Analysis Program. XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Maceió. **Anais...Maceió**. CD-ROM.
- LABADIE, J. W.; PINEDA, A. M.; BODE, D.A. (1984). Network analysis of raw supplies under complex water rights and exchanges: **Documentation for program MODSIM3**. Colorado Water Resources Institute, Fort Collins, Colorado, EUA.
- PEDREIRA, G.C. (2005), **Estudo da otimização do uso dos recursos hídricos do reservatório Poço Redondo e determinação de indicadores de desempenho do reservatório e do perímetro irrigado**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós- graduação em Eng. Civil e Ambiental, área de concentração: Recursos hídricos, UFCG, Campina Grande, p.155.
- SCIENTEC (1997), Associação para Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba: Bacias do Piancó e do Alto Piranhas. SEPLAN.
- SIMONOVIC, S. P.(1992). Reservoir System Analysis: Closing gap between theory and practice. **J. Water Resour. Plann. Manage. Am. Soc. Civ. Eng.**, Nova York, vol. 118, n.3. p.262-280.
- YEH, W. W-G. (1985). Reservoir Management and Operations Model: a State-of-the-Art Review. **Water Resources Research**, Vol. 21, n. 12, pp. 1797-1818, December.
- WURBS, R. A. (1993). Reservoir-system Simulation and Optimization Models **J. Water Resour. Plann. Manage. Am. Soc. Civ. Eng.**, Nova York, v. 119, n.4, p.455-472.