



# Avaliação do manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG<sup>1</sup>



Salomão de S. Medeiros<sup>2</sup>, Antônio A. Soares<sup>3</sup>, Márcio M. Ramos<sup>4</sup>,  
Everardo C. Mantovani<sup>5</sup> & José A. A. de Souza<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de Mestrado apresentada à UFV pelo primeiro autor

<sup>2</sup> DEA/UFV. Av Ph. Rolfs s/n, CEP 36570-000, Viçosa, MG. Fone (31) 3899 1939. E-mail: salomao@zipmail.com.br (Foto)

<sup>3</sup> DEA/UFV. E-mail: aasoares@mail.ufv.br

<sup>4</sup> DEA/UFV. E-mail: mmramos@mail.ufv.br

<sup>5</sup> DEA/UFV. E-mail: everaldo@mail.ufv.br

<sup>6</sup> DEA/UFV. E-mail: jalbertoalves@vicosa.ufv.br

Protocolo 62 - 7/5/2002 - Aprovado em 21/2/2003

**Resumo:** Com o presente trabalho, objetivou-se avaliar o manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG, durante o período de 1999 a 2000. A demanda de irrigação foi simulada utilizando-se o balanço de água no solo para todo o perímetro irrigado e considerando-se as especificidades de cada lote. Os resultados dos volumes de água, obtidos por meio das simulações, foram integralizados mensalmente e comparados com os volumes de água medidos nos hidrômetros de cada lote. Os resultados obtidos permitiram concluir-se que: ocorreu uma aplicação excessiva de água em todo o perímetro, com exceção dos meses de janeiro de 1999 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2000, quando a irrigação foi deficiente. Portanto, é necessária a implantação de um plano de manejo de irrigação que vise à otimização do uso de água no perímetro.

**Palavras-chave:** uso da água, eficiência, perímetro irrigado

## Assessment of water management in the Pirapora Irrigation District

**Abstract:** The objective this paper was to evaluate the water management in the Pirapora Irrigation District in the State of Minas Gerais during 1999 to 2000. The irrigation demands of crops were simulated using the soil water balance for the entire district. The water volumes obtained in the simulations were monthly integrated and compared with the water volumes measured in the field by hydrometers. According to the results it may be concluded that, excessive water application occurred in the district, except for the months of January 1999, January, February, March and April 2000, when the crops were sub-irrigated. Thus, it is necessary to implant an irrigation scheduling program to optimize the water use.

**Key words:** water use, efficiency, irrigation district

## INTRODUÇÃO

Essencial à vida, a água é uma substância necessária às diversas atividades humanas, além de constituir componente fundamental da paisagem e do meio ambiente. Recurso de valor inestimável, ela apresenta utilidades múltiplas, como a geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação, navegação, recreação, turismo, aquíicultura, piscicultura, pesca e, ainda, assimilação e condução de esgoto (Lima et al., 1999).

A quantidade de água de boa qualidade existente na natureza é finita e sua disponibilidade vem diminuindo gradativamente, em razão do crescimento populacional, da expansão das fronteiras agrícolas e da degradação do meio

ambiente. Sendo ela um recurso indispensável à vida, é imprescindível a discussão das relações entre o homem e a água, uma vez que a sobrevivência das gerações futuras depende diretamente das decisões que estão sendo tomadas.

Embora as fontes hídricas sejam abundantes, frequentemente elas são mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, as retiradas são tão elevadas, em comparação com a oferta, que a disponibilidade superficial de água está sendo reduzida e os recursos subterrâneos rapidamente esgotados (Freitas & Santos, 1999) sendo, portanto, de fundamental importância o uso eficiente dos recursos hídricos, principalmente pela agricultura irrigada, seu principal consumidor.

Mundialmente, a agricultura consome cerca de 69% de toda a água derivada de rios, lagos e aquíferos subterrâneos, e os

outros 31% são consumidos pelas indústrias e uso doméstico (Christofidís, 1997). Apesar do grande consumo de água, a irrigação representa a maneira mais eficiente de aumento da produção de alimentos. Estima-se que, mundialmente, no ano de 2020 os índices de consumo de água para a produção agrícola sejam mais elevados na América do Sul, África e Austrália (Paz et al., 2000).

Segundo Costa (1991) embora seja uma técnica que visa ao aumento da produtividade das culturas, em especial em regiões áridas e semi-áridas, a irrigação apresenta grande impacto nas disponibilidades hídricas dos mananciais de água, uma vez que grandes demandas de água são alocadas para os sistemas de irrigação, sobretudo em regiões onde se verificam altas concentrações de áreas irrigadas, principalmente em épocas de escassez de chuva. Especial atenção deve ser dada a essas regiões quanto ao gerenciamento da água para irrigação que, geralmente, consome grande volume de água comparativamente ao consumo urbano e industrial. Além da alta demanda hídrica, segundo Carvalho (1998) a maioria dos projetos envolvendo recursos hídricos, em todo o mundo, não tem alcançado os níveis desejados de produtividade devido, basicamente, às dificuldades operacionais encontradas no campo, não levadas em consideração durante o planejamento.

A realidade da agricultura irrigada brasileira, no entanto, tem demonstrado que não é raro encontrar-se projetos de irrigação, públicos ou privados, sem o apropriado planejamento e que, após implantados, são conduzidos sem a preocupação com o manejo e operações adequadas, resultando em baixa eficiência e comprometendo a expectativa de aumento da produtividade (Ferreira, 1993). Ademais, com a demanda crescente de água pelos vários setores da sociedade, associada aos movimentos ecológicos conscientizando a população sobre a importância da conservação do meio ambiente mais saudável e menos poluído, sem dúvida haverá pressão para que a irrigação seja conduzida com maior eficiência e com o mínimo impacto sobre o meio ambiente, notadamente no que diz respeito à disponibilidade e qualidade de água para as múltiplas atividades (Bernardo, 1997).

No Brasil, atualmente se torna evidente o crescimento dos conflitos entre os múltiplos usos dos recursos hídricos. Exemplos em grande escala podem ser observados na bacia do Rio São Francisco, em que as projeções de demanda de água para irrigação e transposição para outras bacias hidrográficas e manutenção dos atuais aproveitamentos hidrelétricos, são preocupantes.

Segundo Lima et al. (1999) somente para o Rio São Francisco a demanda total para outorga de uso da água é da ordem de  $770 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , com cerca de 99% deste valor previsto para projetos de irrigação. Sendo a vazão média anual na foz deste rio de, aproximadamente,  $2.850 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , a vazão demandada corresponde a 27% da vazão total diante valores tão significativos, percebe-se a importância do estudo do uso dos recursos hídricos para fins de irrigação nesta bacia, portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG, localizado a 12 km da cidade de Pirapora, nas margens da

BR 365, rodovia que liga o norte de Minas Gerais ao Triângulo Mineiro e Distrito Federal, tendo como coordenadas geográficas  $17^{\circ} 21'$  de latitude Sul,  $44^{\circ} 56'$  de longitude Oeste e 489 m de altitude. O Perímetro Irrigado de Pirapora, MG, tem uma área de 1.683 ha, dos quais 1.236 irrigáveis, 163 ha de agricultura de sequeiro, 243 ha de reserva permanente e 41 ha de infraestrutura. O trabalho foi conduzido em três etapas distintas: na primeira, fez-se um levantamento, junto à Associação dos Usuários do Perímetro de Pirapora - AUPPI, de todas as informações dos lotes existentes no perímetro; a segunda consistiu no levantamento de campo para caracterização físico-hídrica dos solos do perímetro e avaliação de alguns sistemas de irrigação utilizados, e a terceira etapa consistiu na manipulação dos dados e simulações das necessidades hídricas das culturas existentes no perímetro.

### Dados climáticos

Os dados climáticos (precipitação, radiação, temperaturas máxima e mínima, velocidade do vento e umidade relativa) necessários à estimativa das necessidades hídricas das culturas, foram obtidos de uma Plataforma de Coleta de Dados - PCD (estação meteorológica automática com transmissão de dados via satélite) instalada no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG, e pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

Os dados climatológicos referentes aos anos em estudo (1999 e 2000) foram solicitados junto ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC, devidamente agrupados e processados pelo software "Reference Evapotranspiration Calculator" - REF-ET, estimando-se a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith (Jensen et al., 1990).

### Estimativa das necessidades hídricas

Para avaliação da eficiência do uso da água no perímetro, foi necessário estimar-se a demanda de irrigação nos anos de 1999 e 2000. No planejamento das culturas plantadas nos anos anteriores a 1999, consideraram-se apenas as frações dos ciclos ocorridos nos anos de 1999 e 2000; portanto, o planejamento foi iniciado em 1º de janeiro de 1999. Da mesma forma, para aquelas culturas cujos ciclos de desenvolvimento se estendiam para o ano de 2001, os respectivos ciclos foram considerados até o final de 2000. Para fins de simulação das necessidades hídricas, considerou-se que, no perímetro, eram cultivadas apenas três culturas: banana, cítrus e uva. Para as demais culturas, que ocupam apenas 14,16% da área plantada, considerou-se sua área como sendo cultivada com uva, adotando-se apenas uma poda de produção anual.

Desenvolveram-se planilhas eletrônicas para cada lote, com as seguintes informações: número do lote, sistemas de irrigação utilizados em cada cultura, características físico-hídricas do solo (capacidade de campo, ponto de murcha e massa específica do solo) e culturas implantadas (com as seguintes características: nome, variedade, data de plantio e área ocupada).

Durante os meses de janeiro a março de 1999, os lotes L-0201 e L-0201A possuíam uma mesma tomada de água, período em que, para efeito de simulação, os dois lotes foram considerados um só.

Na estimativa do volume de água necessário para cada lote, as planilhas foram desenvolvidas com base no balanço de água

no solo e no estágio de desenvolvimento das culturas. Para a cultura da uva, devido a sua peculiaridade quanto ao consumo hídrico anual, quando se encontra em fase de produção, o consumo foi determinado com base na data da poda de produção e não na data de plantio. Como a poda no perímetro é concentrada nos meses de fevereiro a maio, considerou-se a poda de 25% da área de cada lote por mês.

O balanço de água no solo foi calculado utilizando-se a Eq. 1 e considerando-se que o solo, no início da simulação, encontrava-se em capacidade de campo.

$$LAA_i = LAA_{i-1} + Pe_i - ETr_i \quad (1)$$

em que

- LAA<sub>i</sub> - lâmina de água armazenada no solo no dia i, mm
- LAA<sub>i-1</sub> - lâmina de água armazenada no solo no dia anterior a i, mm
- ETr<sub>i</sub> - evapotranspiração real da cultura no dia i, mm
- Pe<sub>i</sub> - precipitação efetiva no dia i, mm.

O balanço de água no solo foi simulado para período diário e integralizado mensalmente para cada lote do perímetro, a fim de se comparar com os volumes medidos nos hidrômetros.

A evapotranspiração real da cultura foi calculada utilizando-se a Eq. 2.

$$ETr_i = ET_{o_i} kc_i ks_i \quad (2)$$

em que:

- ET<sub>o<sub>i</sub></sub> - evapotranspiração de referência no dia i, mm
- kc<sub>i</sub> - coeficiente de cultura no dia i, adimensional
- ks<sub>i</sub> - coeficiente de umidade do solo no dia i, adimensional.

Os valores de kc, utilizados para as culturas banana e citrus, foram os sugeridos por Doorenbos & Pruitt (1997) e, para a cultura da uva, os sugeridos por Soares & Costa (2000).

Os valores de ks foram calculados por meio da Eq. 3.

$$ks = \left( \frac{\ln(LAA_i + 1)}{\ln(CTA + 1)} \right) \quad (3)$$

em que CTA é a capacidade total de água no solo (mm) e pode ser calculada por meio da Eq. 4.

$$CTA = \left( \frac{C_c - P_m}{10} \right) \rho Z \quad (4)$$

em que

- C<sub>c</sub> - umidade do solo na capacidade de campo, % em peso
- P<sub>m</sub> - umidade do solo no ponto de murcha, % em peso
- ρ - massa específica do solo, kg dm<sup>-3</sup>
- Z - profundidade efetiva do sistema radicular, cm

Para o cálculo da precipitação efetiva, utilizou-se a Eq. 5, baseada na capacidade de armazenamento de água no solo.

$$Pe_i = P_i - LAA_{i-1} \quad (5)$$

em que Pe<sub>i</sub> = P<sub>i</sub> se P<sub>i</sub> ≤ (CTA - LAA<sub>i-1</sub>), ou

$$Pe_i = (CTA - LAA_{i-1}) \text{ se } P_i > (CTA - LAA_{i-1}).$$

em que P<sub>i</sub> é a precipitação durante o dia i, mm.

A irrigação real necessária foi calculada utilizando-se a Eq. 6.

$$IRN = CTA - LAA_i \quad (6)$$

em que IRN é a irrigação real necessária, mm.

Para o cálculo da irrigação total necessária, utilizou-se a Eq. 7.

$$ITN = \left( \frac{IRN}{\left( \frac{Ei_{AD}}{100} \right)} \right) \quad (7)$$

em que

- ITN - irrigação total necessária, mm
- Ei<sub>AD</sub> - eficiência de irrigação para uma percentagem de área adequadamente irrigada, %.

Para todas as culturas simuladas, estabeleceu-se um turno de rega fixo de 3 dias, que já era adotado pela maioria dos produtores do perímetro, ou quando o solo atingisse a umidade mínima admissível.

A eficiência de irrigação utilizada para determinação da irrigação total necessária, para as culturas irrigadas por aspersão convencional, foi obtida pela média de três avaliações nos sistemas. Para os sistemas de irrigação por microaspersão, a eficiência de irrigação foi a média obtida de quatro sistemas avaliados. Considerando-se os parâmetros de manejo e por se tratar de cultivos de alto valor econômico (frutíferas) adotou-se o índice de 80% para área adequadamente irrigada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os volumes de água simulados, em excesso e déficit, serão discutidos, individualmente, para as alas (Norte e Sul) e para todo o perímetro.

A Tabela 1 apresenta os volumes totais de água simulados, correspondentes ao período de 1999 e 2000, para as alas Norte e Sul, e os volumes totais aplicados em excesso e em déficit.

Os volumes de água simulados para a ala Norte, correspondentes aos anos de 1999 e 2000, foram de 1.531.791 e 1.465.669 m<sup>3</sup>, apresentando um consumo anual de água estimado em 9.047 e 7.447 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente; na ala Sul, esses volumes, correspondentes aos anos de 1999 e

Tabela 1. Volume de água aplicado e simulado, em excesso e déficit, para a ala Norte e Sul do Perímetro Irrigado de Pirapora, MG, durante os anos de 1999 e 2000

Volume	Volume de Água (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )												Total
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Ala Norte													
1999													
Aplicado	9,2	79,3	257,6	181,2	315,4	363,8	373,5	311,9	367,9	374,6	265,3	65,7	2.965,4
Simulado	104,0	97,3	93,2	158,8	172,7	158,3	173,7	198,1	194,3	121,1	14,1	46,4	1.531,8
Excesso	0,0	0,0	164,4	22,4	142,7	205,6	199,9	113,9	173,6	253,6	251,2	19,3	1.546,4
Déficit	94,8	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	112,8
2000													
Aplicado	8,6	75,3	116,0	193,3	326,0	394,0	330,0	338,3	345,1	206,0	388,6	77,0	2.798,3
Simulado	77,5	92,8	126,8	159,1	171,1	161,6	140,9	160,9	149,4	127,1	45,8	52,7	1.465,7
Excesso	0,0	0,0	0,0	34,1	154,9	232,4	189,2	177,4	195,7	78,9	342,9	24,3	1.429,8
Déficit	68,9	17,4	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,1
Ala Sul													
1999													
Aplicado	14,4	215,6	484,2	324,4	647,4	640,9	704,8	655,4	740,3	802,9	481,8	120,1	5.832,1
Simulado	214,7	193,5	184,0	304,6	329,2	301,7	333,4	387,2	384,2	244,1	37,9	108,7	3.023,3
Excesso	0,0	22,0	300,2	19,8	318,2	339,3	371,4	268,2	356,1	558,8	443,9	11,4	3.009,2
Déficit	200,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	200,4
2000													
Aplicado	0,0	154,0	185,8	269,4	536,7	675,0	622,4	607,9	623,4	435,5	795,3	164,6	5.070,1
Simulado	176,7	197,7	248,5	307,2	323,2	294,5	271,7	315,8	313,1	298,7	146,7	134,6	3.028,2
Excesso	0,0	0,0	0,0	0,0	213,5	380,6	350,8	292,0	310,3	136,9	648,6	30,0	2.362,6
Déficit	176,7	43,6	62,7	37,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	320,7

2000, foram de 3.023.334 e 3.028.169 m<sup>3</sup>, apresentando um consumo anual de água estimado em 10.760 e 9.043 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Observa-se a ocorrência de decréscimo no consumo anual de água, de 17,7 e 16%, para as alas Norte e Sul, respectivamente. As reduções nos consumos anuais de água, nessas alas, foram ocasionadas pela redução na demanda hídrica das culturas, ocorrida no ano 2000, influenciadas pelo clima.

Embora as alas Norte e Sul tenham apresentado um consumo anual excessivo, em alguns meses do ano ocorreram déficits. Na ala Norte, os meses que apresentaram déficit foram janeiro e fevereiro de 1999, e janeiro, fevereiro e março de 2000. Na ala Sul, os meses que apresentaram déficit foram janeiro de 1999, e janeiro, fevereiro, março e abril de 2000. A ocorrência de déficits nos meses supra citados deve-se à interrupção parcial da prática de irrigação nas alas, justificada pelo fato de, nesses meses, predominar a estação chuvosa na região, que se concentra de outubro a março (Figura 1); no entanto, por se tratar de uma região onde há predomínio de uma irregularidade espaço-temporal das chuvas, estas não são aproveitadas de forma totalmente efetiva pelos cultivos e, associada a alta demanda atmosférica, leva à ocorrência de déficits hídricos nesses meses, porém o agricultor que não usa nenhuma técnica de manejo de irrigação acredita que as chuvas ocorridas são suficientes para a cultura e cessa as irrigações provocando, assim, o déficit hídrico. Verifica-se que, devido a esse balanço hídrico negativo observado não só nas alas mas, também, no perímetro, o manejo no uso da água não foi realizado de forma adequada para os anos de 1999 e 2000.

Ademais, a interrupção total da irrigação na cultura da uva, que chega a representar cerca de 41% da área cultivada do perímetro, é devida à adoção de uma prática de cultivo no

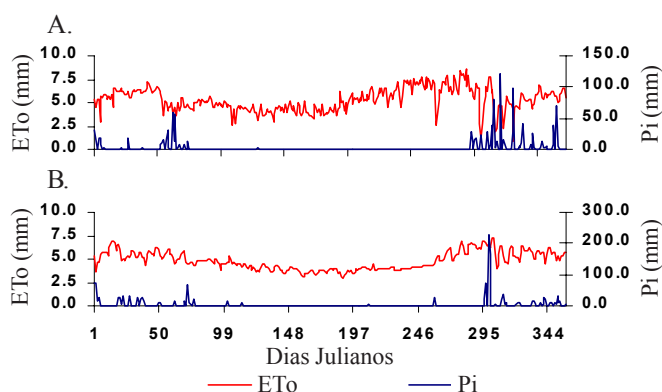


Figura 1. Evapotranspiração de referência e precipitação ocorrida no perímetro durante os anos de 1999 (A) e 2000 (B)

perímetro, que visa estabelecer uma redução do metabolismo na cultura, quando submetida a um forte estresse hídrico. Para compensar esta redução do uso da água, as simulações de demanda hídrica para a cultura da uva foram realizadas de modo a compensá-la no consumo da água, pela adoção de um coeficiente de cultura de 0,20, cujo valor é o recomendado para esta fase. Entretanto, a existência de déficits observados nesses meses reside também no fato da aplicação de água, especificamente para a cultura da uva, ter sido inferior ao estabelecido na simulação para a redução do metabolismo da planta.

Os volumes aplicados em excesso na ala Norte, durante os anos de 1999 e 2000, foram de 1.546.387 e 1.429.795 m<sup>3</sup>, respectivamente, representando, em termos percentuais, uma aplicação excessiva de 101 e 98%; já as aplicações excessivas de água para a ala Sul, nos anos 1999 e 2000, foram de 3.009.183 e 2.362.622 m<sup>3</sup>, respectivamente representando, em termos percentuais, uma aplicação excessiva de 100 e 78%.

Tabela 2. Volume de água aplicado e simulado, em excesso e em déficit, para o Perímetro Irrigado de Pirapora, MG, durante os anos de 1999 e 2000

Volume	Volume de Água (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	1999												
Aplicado	23,6	294,9	741,8	505,6	962,8	1.004,8	1.078,4	967,3	1.108,2	1.177,5	747,1	185,8	8.797,6
Simulado	318,7	290,8	277,2	463,4	501,9	459,9	507,1	585,3	578,5	365,2	52,0	155,1	4.555,1
Excesso	0,0	4,0	464,6	42,2	460,8	544,8	571,3	382,1	529,7	812,4	695,1	30,7	4.537,6
Déficit	295,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	295,1
	2000												
Aplicado	8,6	229,3	301,8	462,7	862,7	1.069,0	952,5	946,2	968,6	641,5	1.183,9	241,6	7.868,4
Simulado	254,1	290,4	375,2	466,3	494,3	456,0	412,5	476,8	462,5	425,7	192,5	187,4	4.493,8
Excesso	0,0	0,0	0,0	0,0	368,4	613,0	540,0	469,4	506,0	215,8	991,4	54,3	3.758,3
Déficit	245,5	61,1	73,5	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	383,7

A ocorrência de volumes de água em excesso, que se concentraram no período seco (Figura 1) observados nas alas do perímetro, deve-se à inexistência de um manejo de irrigação adequado, tendo em vista que o manejo da irrigação é baseado na experiência do produtor que, em reuniões semanais, solicita, junto à AUPPI, o volume de água supostamente necessário.

Os volumes de água simulados, correspondentes aos anos de 1999 e 2000, para todo o perímetro, são apresentados na Tabela 2, bem como os volumes aplicados em excesso e em déficit, enquanto os volumes de água simulados para todo o perímetro, referentes aos anos 1999 e 2000, foram de 4.555.125 e 4.493.838 m<sup>3</sup>, apresentando um consumo anual de água estimado de 10.116 e 8.451 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Observa-se decréscimo no consumo anual de água, para o perímetro, de 16%. A redução no consumo anual de água foi ocasionada pela redução na demanda hídrica das culturas, ocorrida no ano de 2000 e influenciada pelo clima.

Os volumes aplicados em excesso no perímetro, para os anos de 1999 e 2000, foram de 4.537.574 e 3.758.274 m<sup>3</sup>, respectivamente representando, em termos percentuais, um excessivo de 100 e 84%. Apesar da aplicação excessiva de água ocorrida no perímetro, os meses de janeiro de 1999, janeiro, fevereiro, março e abril de 2000, apresentaram déficits. Os volumes de água em excesso e déficit observados no perímetro são devidos aos mesmos motivos já expostos para as alas.

## CONCLUSÕES

1. Comparando-se volume de água aplicado no perímetro nos anos estudados, em relação ao volume estimado, observa-se que ocorreu uma aplicação excessiva de água em todos os lotes, com exceção dos meses de janeiro de 1999 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2000, em que houve déficits.

2. É necessária a implantação de um plano de manejo de irrigação que vise à otimização do uso de água no perímetro.

## LITERATURA CITADA

- Bernardo, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. In: Silva, D.D. da; Pruski, F.F. (eds.) - Brasília: MMA; SRH; ABEAS; Viçosa: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1997. 252p.
- Carvalho, D.F. de. Otimização do uso da água no perímetro irrigado do Gorutuba. Viçosa: UFV, 1998. 145p. Tese Doutorado
- Christofidis, D. A água e a crise alimentar. <http://www.iica.org.br/Aguatab/Demetrios%20Christofidis/P2TB01.htm>. 1997. Fev. 2002
- Costa, M.H. Modelo de otimização dos recursos hídricos para irrigação, conforme a época de plantio. Viçosa: UFV, 1991. 111p. Dissertação Mestrado
- Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. Necessidades hídricas das culturas. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 24
- Ferreira, E.J. Análise técnica e econômica do projeto de irrigação do Jaíba, MG. Viçosa: UFV, 1993. 159p. Tese Doutorado
- Freitas, M.A.V.; Santos, A.H.M. Perspectivas de gestão e da informação de recursos hídricos. O estado das águas no Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. 1999. CD-Rom
- Jensen, M.E.; Burman, R.D.; Allen, R.G. Evapotranspiration and irrigation water requirements. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. 332p.
- Lima, J.E.F.W.; Ferreira, R.S.A.; Christofidis, D. Uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. 1999. CD-Rom
- Soares, J.M.; Costa, F.F. Irrigação da cultura da videira. A viticultura no semi-árido brasileiro. In: Leão, P.C. de S.; Soares J.M. (eds.) Petrolina: Embrapa Semi-árido, 2000. 366p.
- Paz, V.P.S.; Teodoro, R.E.F.; Mendonça, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2000.