

Demanda de Água para Agricultura Irrigada na Sub-Bacia de Transição do Rio das Contas, Bahia, Brasil

Poliana Simas Magalhães¹; Andréa da Silva Gomes¹; Mônica de Moura Pires¹; Eder João Pozzebon²; Patrícia Lopes Rosado³

polisimas@hotmail.com; asgomesbr@yahoo.com.br; monicapires2009@gmail.com; eder@ana.gov.br; patriciarosado@yahoo.com.br

Recebido: 07/02/12 - revisado: 12/07/12 - aceito: 14/05/13

RESUMO

À medida que aumenta a produção de alimentos, impulsionada pela expansão da demanda, há progressivamente, na maioria das regiões brasileiras, aumento pela demanda de água destinada à irrigação dos cultivos agrícolas, afetando a disponibilidade desse recurso, sobretudo em regiões onde há necessidade do uso da irrigação, a exemplo do semiárido nordestino. Partindo-se dessa premissa e tendo em vista a sustentabilidade hídrica na sub-bacia de Transição do Rio das Contas, na Bahia, realizou-se o presente trabalho objetivando estimar a demanda de água para os principais cultivos irrigados nessa unidade hidrográfica, com base no método proposto pela FAO e no critério de proporcionalidade das áreas irrigadas das culturas. Para tanto, adotou-se o somatório das vazões relativas a todos os municípios pertencentes à sub-bacia analisada como uma aproximação dessa demanda. De acordo com os métodos adotados, a vazão média mensal para os principais cultivos irrigados, na unidade hidrográfica analisada, foi de 0,29 m³/s. A área total irrigada dos principais cultivos de aproximadamente 624,75ha para esta sub-bacia. A partir da taxa geométrica de crescimento das áreas irrigadas dos principais cultivos, para o período de 1999 e 2009, calculou-se a vazão média para o período de 2010 a 2015. De acordo com essa estimativa, pode-se concluir que a ampliação das áreas irrigadas com os cultivos que são mais intensivos no uso desse recurso, ao longo do tempo, pode levar à redução gradativa da disponibilidade hídrica da região, em função do aumento significativo da vazão na sub-bacia de Transição. Nesse sentido, ressalta-se a importância de políticas públicas que visem ao monitoramento das áreas irrigadas a fim de que esse recurso natural tão necessário às atividades agrícolas seja empregado de forma sustentável.

Palavras-chave: Vazão. Cultivos irrigados. Subunidade hidrográfica.

INTRODUÇÃO

Face à complexidade dos múltiplos usos e da falta de recursos naturais substitutos, a água tem se tornado cada vez mais escassa, dado o modelo de desenvolvimento vigente muito exigente na oferta desse insumo nos diversos setores produtivos. Além disso, na sociedade atual há inúmeros conflitos gerados para atender às demandas, devido à exigência da população ao direito à água potável, bem como, por problemas de oferta.

Esses conflitos são maiores em períodos de estiagem, e também para equacionar a sua oferta ao atendimento para seus diversos usos, entre eles a

irrigação. Acrescente-se, também, que há inúmeras dificuldades para a aplicação de tecnologias em grande escala, sobretudo a irrigação, para dar suporte à necessidade hídrica das atividades agropecuárias. Sob esse aspecto, a Bahia é um dos estados que apresentam problemas de disponibilidade e uso dos recursos hídricos, principalmente nas regiões áridas ou semiáridas.

No território baiano, a sub-bacia de Transição do Rio das Contas, por exemplo, é uma unidade hidrográfica com papel relevante no cenário hídrico local, pelo fato de ocupar uma região edafoclimática peculiar, e por localizar-se na região central da Bacia Hidrográfica do Rio das Contas (BHRC). Essa Bacia abrange 86 municípios, que equivale, em extensão territorial, a 10,2% do Estado da Bahia, além de importante região de interface entre os biomas Catinga e Mata Atlântica na Bahia.

A sub-bacia de Transição apresenta cerca de 30% da população total da BHRC, distribuída em 12

¹ Universidade Estadual de Santa Cruz/RS

² Agência Nacional de Águas/BSB

³ Universidade Federal de São João Del Rei/MG

municípios, sendo a irrigação largamente difundida nos sistemas de produção locais. Assim, este estudo analisa a demanda de água para os principais cultivos com irrigação nessa sub-bacia para subsidiar a tomada de decisão com base na gestão integrada e participativa do comitê local da bacia.

Agricultura irrigada e gestão dos recursos hídricos

Segundo Azevedo, Baltar e Freitas (2000), a agricultura tem sido o setor responsável pelo maior consumo de água, em termos mundiais, representando em média 69% da demanda. Em países em desenvolvimento, a parcela de água utilizada pelo setor agrícola alcança a faixa dos 80%, em decorrência das exigências hídricas da própria atividade, do aumento das áreas irrigadas e/ou do emprego predominante de técnicas ineficientes de cultivo.

Embora a chuva seja a fonte natural de manutenção dessa atividade, na sua ausência, faz-se necessário lançar mão de técnicas, como a irrigação, para suprir essa necessidade, parcial ou integralmente, em função das especificidades regionais (DANTAS NETO et al., 2006). À medida que aumentam os usos competitivos da água para agricultura, indústria e abastecimento público aumentam os custos da irrigação.

A irrigação, conseqüentemente, incide numa forma de uso consuntivo da água, pois parte da água demandada não retorna ao seu curso original, o que reduz efetivamente a disponibilidade de água no manancial, ou ainda, retorna com qualidade inferior à captada, comprometendo a qualidade do corpo d'água como um todo (LIMA; FERREIRA; CHRISTOFIDIS, 1999).

Nesse contexto, a Lei 6.662, de 25/06/79 (BRASIL, 1979), regulamentada pelo Decreto 89.496, de 29/03/84 (BRASIL, 1984) estabeleceu a Política Nacional de Irrigação, com o objetivo de garantir o aproveitamento racional das águas e solos para o desenvolvimento da agricultura. Para tanto, com base na Lei 9.433/97 (art. 19, inciso I) (BRASIL, 1997) a água deve ser mensurada como um bem de valor econômico levando em conta o preço da conservação, da recuperação e da sua melhor distribuição (SILVA; PRUSKI, 2000).

Os princípios dessa normatização são responsáveis pela mudança do comportamento dos usuários potenciais da água, como, no caso da prática da irrigação, e incluem: a gestão por bacia hidrográfica; a obrigatoriedade da outorga; a exigência de um plano de gestão e a efetiva implementação do instrumento de cobrança pelo uso da água. Ressalte-se que esse instrumento apresenta caráter condomi-

nial e cabe ao comitê da bacia estabelecer os mecanismos para sua implementação.

Alves (2009) indica, além disso, que a bacia hidrográfica representa importante unidade de planejamento para a gestão integrada, pois diz respeito aos recursos hídricos que necessitarão ser explorados conscientemente, analisando-se no processo tanto questões econômicas, sociais, culturais quanto ambientais. Para isso, um plano de gestão eficiente deve introduzir, sobretudo, os conceitos da disponibilidade e da demanda no decorrer do tempo, ou seja, do princípio da sustentabilidade - preservação da água para o futuro.

Assim, a disponibilidade hídrica pode ser definida como a quantidade de água ofertada na natureza para ser empregada nas atividades antrópicas, cuja variação resulta da relação direta e proporcional ao consumo - ou seja, se aumenta o consumo diminui a disponibilidade hídrica e vice-versa - enquanto a demanda constitui a quantidade de água necessária para o desenvolvimento das atividades humanas (MACHADO, 2007).

A principal finalidade da gestão dos recursos hídricos, portanto, consiste em satisfazer a demanda, considerando as possibilidades e limitações da oferta/disponibilidade de água, assegura Braga (2009). Dessa forma, a administração dos recursos hídricos desenvolvida, por bacias e sub-bacias, pode incentivar estratégias propostas e acompanhadas pelos usuários nos comitês de bacia estabelecendo um gerenciamento adequado dos recursos naturais e evitando os conflitos de uso (BRAGA, 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

A unidade de estudo do presente trabalho abrange um componente ou subsistema da BHRC, a sub-bacia de Transição, inserida no trecho médio da VIII Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) da Bahia (PINHEIRO-JESUS et al., 2010).

Estendendo-se de forma alongada no sentido norte-sul, localiza-se entre as coordenadas geográficas -13.459900 a -14.531616 de latitude sul e -39.862305 a -40.595886 de longitude W.Gr, com uma área aproximada de 4.477,62 km², distribuída administrativamente entre 12 municípios: Boa Nova, Bom Jesus da Serra, Itagi, Ituruçu, Jaguaquara, Jequié, Lafaiete Coutinho, Lajedo do Tabocal, Manoel Vitorino, Maracás, Mirante e Poções, conforme figura 1.

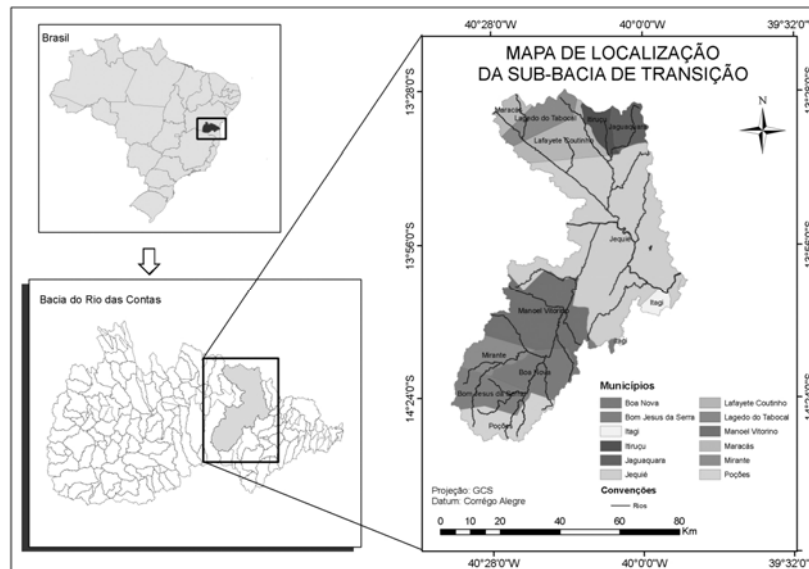


Figura 1 - Mapa de localização da sub-bacia de Transição com seus municípios integrantes

Fonte: Elaborado pelo LAPA/UESC a partir de dados da SEI (BAHIA, 2006).

Tabela 1 – Informações geográficas sobre os municípios que compõem a sub-bacia de Transição do Rio das Contas, Bahia

Município	Área total (Km ²)	Área na sub-bacia (Km ²)	Área do município ocupada na sub-bacia (%)
Boa Nova	856,89	314,02	7,01
Bom Jesus da Serra	410,03	252,46	5,64
Itagi	303,46	63,63	1,42
Itiruçu	302,93	104,30	2,33
Jaguaquara	960,4	143,69	3,21
Jequié	3.035,42	1.908,26	42,62
Lafaiete Coutinho	352,66	293,83	6,56
Lajedo do Tabocal	423,79	211,29	4,72
Manoel Vitorino	2.400,23	649,39	14,50
Maracás	2.435,2	86,92	1,94
Mirante	927,83	190,03	4,24
Poçoões	962,86	259,79	5,80
Total	13.372,7	4.477,61	100,0

Fonte: Elaborado a partir do Instituto de Geografia e Estatística (2006).

Entre os municípios integrantes da sub-bacia de Transição, o município de Jequié é o mais representativo, em termos de área correspondendo a 42,62%, o que corresponde a 1.908,26 Km² (Tabela 1). O município de Itagi, por sua vez, mostrou-se o menos representativo (1,42%).

A essa unidade hidrográfica (UH) atribui-se grande relevância ecológica, pois conecta os biomas: Caatinga e Mata Atlântica, daí o nome sub-bacia de Transição, designação adotada pelo relatório de Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio das Contas (BAHIA, 2007).

A Bacia Hidrográfica do Rio das Contas (B-HRC), localizada na região Sudoeste da Bahia, destaca-se pela disponibilidade hídrica de 143,3 m³/s (BAHIA, 2007). Segundo o Relatório da Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) do Rio das Contas, essa UH tem uma vazão demandada de 54,70 m³/s, e a sub-bacia de Transição, por sua vez, apresenta com uma contribuição de 17 m³/s, apesar de estar inserida, em sua maior parte, na região semiárida sob influência de inúmeros rios intermitentes.

Procedimentos Metodológicos

A estimativa da demanda relativa ao uso consuntivo da água para irrigação tem por objetivo subsidiar os estudos técnicos que visam manter atualizado o balanço entre a demanda e a disponibilidade.

de dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, na Sub-bacia de Transição.

A demanda por água corresponde, portanto, à vazão de retirada, ou seja, a água captada destinada a atender ao uso consuntivo da irrigação. Assim, não foi calculado o volume de água efetivamente consumido durante seu uso. Para essa finalidade, duas outras classes de vazões seriam consideradas, a vazão de retorno e a vazão de consumo (BRASIL, 2005).

Neste estudo consideraram-se, para a estimativa de vazão da água retirada pela irrigação, os principais cultivos adotados nos municípios constituintes quais sejam: banana, cacau, café arábica, abacaxi, abóbora, cana-de-açúcar, mandioca, fava em grão, tomate feijão (verde, fradinho, de cor em grão), maracujá, abóbora, milho e melancia.

Em virtude da ausência de dados censitários referentes à área irrigada de cada cultura em cada mês no município, necessitou-se proceder à sua estimativa a partir das informações existentes. Para tal foi necessário estimar um valor inicial da área irrigada para cada cultura no município, sendo esse valor posteriormente corrigido pela multiplicação por um fator de correção (equação 4) que permitiu que a soma das áreas irrigadas para cada cultura fosse igual à área irrigada total do município (apresentada no censo).

Assim sendo, adotou-se o critério de proporcionalidade da área irrigada dos municípios localizados na área de drenagem, conforme Freitas e Lopes (2002), através da seguinte equação (1):

$$AI_i = Amb_i / Am_i \cdot AIm_i \quad (1)$$

em que,

AI_i = Área irrigada do Município i dentro da bacia hidrográfica;

Amb_i = Área do Município i dentro da bacia hidrográfica;

Am_i = Área total do Município i ;

AIm_i = Área irrigada do Município i .

Após a identificação da área irrigada por município e área irrigada total para a sub-bacia, procedeu-se à estimativa da quantidade média de água necessária para atender à demanda das culturas irrigadas e a vazão média anual com base nas condições climáticas. Para tanto foram levantadas as seguintes informações, por município: evapotranspiração de referência (mm), precipitação efetiva e provável (mm), área irrigada (ha) e, para cada cultura foi associada à eficiência de aplicação dos mé-

todos para irrigação (%) de usos mais freqüentes, sendo o método de irrigação por aspersão associado às culturas temporárias e o de irrigação localizada às culturas permanentes.

Para as estimativas realizadas, nesse estudo, não foram considerados os fatores de manejo. Assim sendo, tanto as perdas por percolação e escoamento ocorridas na aplicação da água para cada tipo de irrigação (consideradas como retorno), quanto as perdas ocorridas na condução da água não foram analisadas, o que impossibilitou estimar a vazão consumida pela irrigação (determinada pela diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno), em virtude da ausência de dados censitários referentes à estimativa da vazão consumida de cada cultura, em cada mês nos municípios e no censo.

Nas estimativas foram usados dados agroclimáticos da base FAOCLIM2, que entre outros dados, forneceu as médias mensais de precipitação e de evapotranspiração de referência (Eto).

A evapotranspiração real das culturas (Etc), por sua vez, foi estimada com base na evapotranspiração potencial da cultura de referência (Eto), calculada pelo método de Penman-Monteith, contido na publicação da FAO 56 (SMITH, 1991) utilizando-se, para tanto, o programa Reference Evapotranspiration Calculator – Ref Et (ALLEN, 2000). E a precipitação efetiva foi obtida pelo método proposto pelo boletim 24 da FAO (DOORENBOS; PRUITT, 1997).

Esses métodos são importantes devido aos excelentes resultados obtidos com sua aplicação e principalmente pela sua viabilidade de utilização. Para tanto, em consequência da falta de dados climáticos diários, usaram-se as normais climatológicas do período de 1960 a 1990, contidas em Instituto Nacional de Meteorologia (1992).

Além disso, foram utilizados dados relativos à eficiência de aplicação (Ea) conforme resolução nº 707/2004 (BRASIL, 2004). A eficiência de irrigação engloba todas as perdas hídricas, na captação, condução e aplicação. Conforme a resolução, as eficiências mínimas aceitáveis de acordo com os métodos de irrigação são: a) sulcos (60%), inundação (50%), aspersão (75%), aspersão por pivô central (85%), microaspersão (90%), gotejamento (95%), tubos perfurados (85%).

Posteriormente, a partir da Evapotranspiração de referência (Eto), efetuou-se o cálculo da evapotranspiração da cultura sob condição padrão (Etc) usando-se os coeficientes de cultura. A finalidade da utilização dos Kcs é a caracterização das culturas e suas etapas fenológicas, quanto ao consumo de água. Conceitualmente, o kc varia com o

tipo de cultura e não deve variar significativamente com as condições climáticas.

Tal estimativa foi expressa pela equação 2 (HERNANDEZ; RODRIGO LÓPEZ; PÉREZ REGALADO, 1987):

$$Etc = Kc \cdot Eto \quad (2)$$

Para efeito das culturas temporárias, utilizaram-se os valores para Kc do período de maior necessidade hídrica da cultura. Para as culturas perenes, utilizou-se o Kc único. Esses coeficientes foram obtidos na publicação da FAO 56 (ALLEN; PEREIRA; RAES, 1998). Posteriormente, calculou-se a evapotranspiração da cultura sob condição não padrão (ETCaj) conforme relação expressa pela equação 3 (ALLEN; PEREIRA; RAES, 1998):

$$ETCaj = Ks \cdot Etc \quad (3)$$

O cálculo de ETCaj visa corrigir a variável umidade do solo, pois a mesma nem sempre permanece próxima à sua capacidade de campo. Sendo o Ks o coeficiente que depende da umidade do solo (adimensional), o mesmo tem a finalidade de corrigir o Kc para situações de restrições hídricas existentes no solo. De acordo com Pereira et al. (2002) para condições de suprimento hídrico ideal o valor de Ks é igual a 1.

Destarte, adotando-se a premissa de que, em áreas irrigadas, a umidade do solo tende a ser mantida próxima à capacidade de campo, tomaram-se por base os experimentos realizados por Bernardo (1995), Doorenbos e Pruitt (1997) e Ramos e Pruski (2003), para preestabelecer, por analogia aos tipos de solo, os valores para Ks (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores de Ks atribuídos às áreas dos municípios por tipo de solo

Ks	Granulometria	Tamanho	Textura
0,95	Franco argiloso	< 0,002mm	Média
0,95	Franco argiloso	0,05 - 0,002mm	Média
0,87	Franco arenoso	2mm - 0,05mm	Grossa Muito
0,7	Arenoso	2mm - 0,05mm	Grossa

Fonte: Elaborado a partir de Bernardo (1995), Doorenbos e Pruitt (1997) e Ramos e Pruski (2003).

Esses valores de Ks foram estabelecidos de acordo com tipo granulométrico, tamanho e textura do solo. Para fins desse adotaram-se os percentuais

de 75% e 85% para Ea, considerando-se os métodos de irrigação de uso mais freqüente. Nesse caso, o método de irrigação por aspersão foi associado às culturas temporárias e o de irrigação localizada às culturas permanentes.

Adaptando-se à metodologia utilizada por Rodriguez et al. (2007), a vazão de retirada pela irrigação foi estimada com base na irrigação total necessária e na área irrigada de cada cultura, em cada mês no município, determinada pela equação 4.

$$Qr = \sum AI_i [(ETCaj - Pe)/Ea]/259200 \quad (4)$$

em que,

Qr - vazão mensal de retirada pela irrigação na área do município inserida na sub-bacia, m³/s;
ETCaj- evapotranspiração da cultura sob condição não padrão, mm/mês;
Pe - precipitação efetiva mensal, mm/mês;
Ea - eficiência de aplicação, adimensional;
AI_i - área irrigada da cultura na área do município inserida na sub-bacia em cada mês, ha;
259200 – Fator de correção de unidade.

A vazão de água retirada para irrigação foi estimada utilizando-se os dados climatológicos médios e os dados censitários de cada município, estes últimos obtidos no IBGE. A partir da estimativa da vazão de retirada para irrigação buscou-se analisar o impacto do aumento dessa demanda na sub-bacia, com base na construção de cenários onde se perpetrou a análise de prospecção.

A elaboração desses cenários prospectivos, permitiu identificar as variáveis que interferem na demanda de água para irrigação, porém sem medir o risco associado a essas variáveis. Antes de construir os cenários foi necessário conhecer a evolução histórica das áreas irrigadas na sub-bacia.

Para analisar a evolução das áreas irrigadas, foram utilizadas informações das áreas plantadas, a partir da taxa geométrica de crescimento (TGC), o que em princípio pode levar a limites de interpretação dos resultados. No entanto, a sua aplicação deveu-se à falta de disponibilidade de informações a respeito dessa variável.

Para avaliar o crescimento das áreas plantadas na sub-bacia de Transição, considerou-se o período de 1999 a 2009. Desse modo, os dados referentes às lavouras (temporária e permanente) de cada cultivo, por município, foram obtidos da Produção Agrícola Municipal, elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Para calcular a taxa geométrica de crescimento da área cultivada, os dados foram logaritmizados e, posteriormente submetidos à regressão simples. A taxa geométrica de crescimento foi obtida pela expressão (5):

$$TGC = (\text{antilog } b - 1) \times 100 \quad (5)$$

em que TGC - taxa geométrica de crescimento; b - coeficiente da regressão $\log Y = a + bT$; Y - variável; a - constante da regressão; T - tendência.

No caso dessa análise de tendência, o tempo foi a variável independente, e a área irrigada a variável dependente. Para os níveis de significância do parâmetro estimado "b", avaliado pelo teste "t", foi considerado o nível de significância de 5%.

A partir da tendência observada na variação das taxas geométricas de crescimento das áreas plantadas, procedeu-se à elaboração do cenário prospectivos para a vazão, considerando exclusivamente a ampliação das áreas irrigadas na sub-bacia ao longo do tempo.

Após aplicar as devidas relações matemáticas, com base na alteração das variáveis sensíveis, foi realizada a análise dos cenários prospectivos. O termo "cenário" aqui empregado refere-se a combinações estatísticas de incertezas (MARCIAL; GRUMBACH, 2002), sendo considerado como ferramenta para entender e antecipar tendências do ambiente (HAX; MAJLUF, 1996).

Assim, foi adotado o cenário para o período 2010-2015, considerando a vazão estimada com base na tendência de crescimento das áreas irrigadas de acordo com a evolução das TGCs observadas entre 1999 e 2009;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de irrigação é largamente difundido na sub-bacia de Transição; de sua área total (4.447,61 ha), aproximadamente 47% encontra-se irrigada (2.085 ha). Em Jequié, 57% dessa área, o que corresponde a 1.187 ha, é irrigado (Tabela 3).

Não obstante a importância relativa da irrigação, os principais cultivos agrícolas respondem por apenas 30% da área irrigada (625,74 ha). A pecuária bovina é a atividade mais beneficiada pela irrigação (1492 ha), o que corresponde a 72% da área total da sub-bacia (Tabela 4). Dos cultivos, destacam-se o café (10,86%), seguido pelo maracujá (3,98%).

Tabela 3 - Área irrigada dos municípios da sub-bacia de Transição, Bahia, em 2010

Municípios	Área irrigada (ha) (*)		% da área irrigada dos municípios na sub-bacia de Transição (B/A) (%)	% da área irrigada na sub-bacia (B)/2085 (%)
	No município (A)	No Município e na sub-bacia (B)		
Boa Nova	168	61,57	36,65	2,90
Bom Jesus da Serra	13	8,00	61,54	0,38
Itagi	14	2,94	21	0,14
Itiruçu	271	93,31	34,43	4,47
Jaguaquara	1.283	191,96	14,96	9,20
Jequié	1.888	1.187,00	62,87	56,92
Lafaiete Coutinho	11	9,17	83,36	0,44
Lajedo do Tabocal	140	69,80	49,86	3,35
Manoel Vitorino	197	53,30	27,06	2,56
Maracás	792	28,27	3,57	1,36
Mirante	245	50,18	20,48	2,41
Poções	1.225	330,00	26,94	15,82
TOTAL	6.247	2.085,00	-	100,00

Nota: Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011).

Nos últimos anos, a produtividade dos principais cultivos na sub-bacia de Transição declinou. Em Lajedo do Tabocal, que possui a maior área irrigada com café (103,7 ha), a produtividade desse cultivo passou de 800 kg/ha em 1995 para 500 kg/ha em 2010. No município de Itiruçu, com a maior área irrigada com maracujá, a produtividade nos últimos anos passou de 68.000 kg/ha na década de 1990 para 12.000 kg/ha em 2010, uma queda de mais de 82% (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012).

No caso da produção de cacau, importante atividade agrícola em algumas áreas da sub-bacia, tem-se verificado uma transformação tecnológica em que produtores vêm utilizando a irrigação a fim de aumentar os índices de produtividade de 250 kg/ha a 400 kg/ha (IBGE, 2012) para níveis superiores a 1.000 kg/ha. Sob essa perspectiva, a rentabilidade atual pode ser alterada de forma significativa desde que os produtores invistam em sistemas irrigados.

No entanto, em função de preços pagos ao cacau, pouco compensadores, muitos produtores optam por expandir suas áreas com pasto, atividade que consideram de rentabilidade esperada superior quando comparada à cacauicultura.

Tabela 4 - Área irrigada com cultivos e criação na sub-bacia de Transição, Bahia, em 2010

Cultivos e criação	Área irrigada (ha)	% da área irrigada na sub-bacia
Pecuária	1.492,00	71,56
Café arábica em grão	226,45	10,86
Maracujá	83,04	3,98
Cacau	58,41	2,80
Tomate	34,06	1,63
Banana	28,45	1,36
Milho	26,68	1,28
Mandioca	18,38	0,88
Abacaxi	7,70	0,37
Manga	8,08	0,39
Outros atividades agropecuárias*	101,75	4,89
Área da sub-bacia irrigada	2085	100

*Estão incluídos cana-de-açúcar, feijão, fava em grão, abóbora, caju e coco da bahia; horticultura, floricultura, produção florestal, outros animais, laranja, uva, pesca, aquicultura, cultura e criação de outros animais, soja, fumo.

Em termos de área irrigada destinada à agricultura, o maior percentual na sub-bacia de Transição foi observado em Lajedo do Tabocal (25,42%), Poções (22,39%) e Itiruçu (15,97%) devido, principalmente, a cafeicultura irrigada (Figura 2).

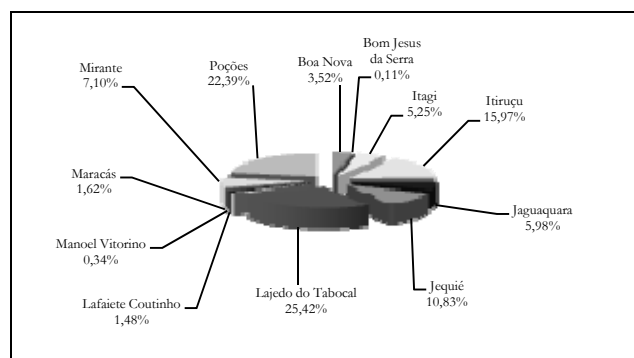


Figura 2 - Áreas irrigadas dos municípios na sub-bacia de Transição destinada à agricultura, na Bahia, em 2010

Obtidas as médias mensais referentes à precipitação efetiva e provável, para toda a sub-bacia, observou-se que estas apresentaram oscilações marcantes em dois períodos; as máximas ocorreram em novembro e dezembro (52,0 e 54,40 mm/mês) e as mínimas em maio, agosto e setembro (4,68; 2,80 e 1,88 mm/mês, respectivamente). Isso pode confirmar um perfil de sazonalidade para a região indicando um período seco e outro chuvoso, os quais influenciam diretamente no aumento da demanda de água para qualquer atividade agrícola, especialmente com o uso de irrigação, justamente no período de menor disponibilidade hídrica.

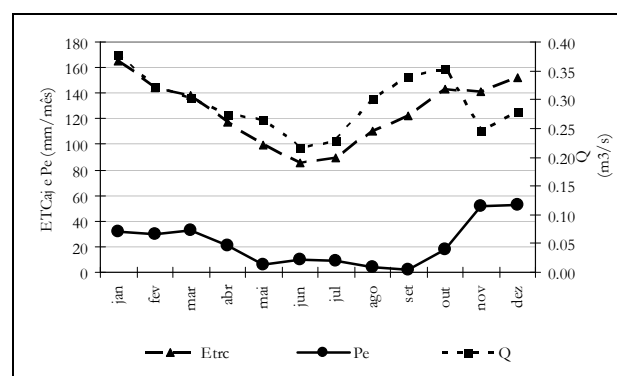


Figura 3 – Distribuição temporal da precipitação provável e efetiva (Pef) da evapotranspiração da cultura sob condição não padrão (ETCaj) e das médias anuais da vazão para irrigação na sub-bacia de Transição, na Bahia, para os municípios da sub-bacia de Transição do Rio das Contas, na Bahia

Fonte: Elaborado a partir de dados da Base CLIM (FAO, 2009).

Nota: Os valores utilizados correspondem às médias do período de 30 anos (1979-2009), sendo tal estimativa realizada por fórmulas empíricas usadas no programa Cropwat da FAO.

Observando-se a ocorrência dessa variável, entre os municípios, foi possível perceber que Maracás apresentou a maior média anual de precipitação (28,58 mm/mês), enquanto Poções a menor (16,17 mm/mês).

Entre os meses de junho a setembro observa-se o período de maior demanda para irrigação em função da menor precipitação e aumento da evapotranspiração. Por outro lado, a partir de outubro aumenta a precipitação implicando em menor reposição hídrica, por conseguinte, diminuição da demanda para irrigação, embora observando maior evapotranspiração (Figura 3).

Desse modo, infere-se que a demanda por água para irrigação na agricultura é inferior à dis-

ponibilidade hídrica da sub-bacia - 17 m³/s, conforme dados de Bahia (2007).

Os níveis de vazão demandada para irrigação variaram bastante entre os municípios. O município que demandou mais água foi Jequié com uma vazão para irrigação de 0,0737 (m³/s), seguido por Poções (0,0575 m³/s) (Figura 4). Em Jequié observou-se maior diversidade de cultivos irrigados, com maior ênfase na cacauicultura. Em Poções, os produtores direcionam seus esforços na recuperação da atividade cafeeira, cuja produtividade declinou consideravelmente entre 1990 a 2010 passando de 1000 para 360 kg/ha (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012).

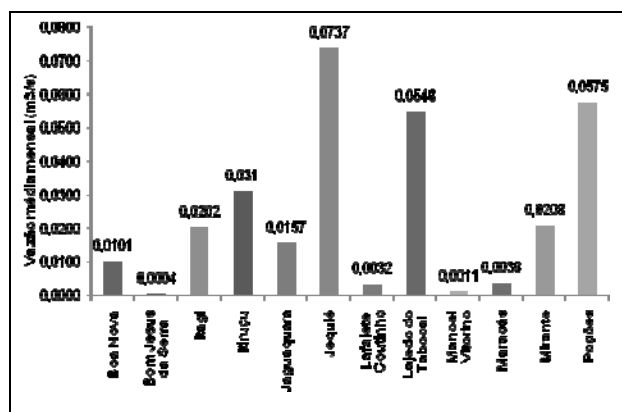


Figura 4 - Vazão média anual para irrigação por município da sub-bacia de Transição, na Bahia, em 2010

Os tipos de cultivos desenvolvidos em cada localidade associado à sua exigência hídrica, o montante de área ocupada com irrigação, a ocorrência da faixa de transição edafoclimática e as diferentes técnicas irrigantes utilizadas determinam a não uniformidade de demanda por água na sub-bacia. Ressalta-se que os sistemas de irrigação identificados pelo Censo Agropecuário (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006) para essa sub-bacia são: a aspersão por pivô central e por outros métodos (32,05%), outros métodos de irrigação e/ou molhação (34,15%) e a irrigação por sulcos (25,61%), em 1.429 estabelecimentos cuja área irrigada alcança aproximadamente 6.148ha.

Os coeficientes de cada cultura (Kc) considerados, nos cálculos, foram os da fase de maior exigência por água, pois esses valores atendem às necessidades das culturas na fase de maior demanda. Estes valores representam um suprimento hídrico ideal. Os coeficientes de cultura em cada estágio de desenvolvimento dos cultivos foram obtidos na publicação da FAO 56 (ALLEN et al., 1998).

Com relação às vazões médias mensais consumidas pela irrigação, por cultivo, observou-se que o cacau (0,0827 m³/s), o café (0,0807 m³/s), o feijão (0,04 m³/s) e o maracujá (0,0265 m³/s), são os cultivos que mais demandam água, representando cerca de 77,8% da demanda total para a agricultura na sub-bacia de Transição (Figura 5).

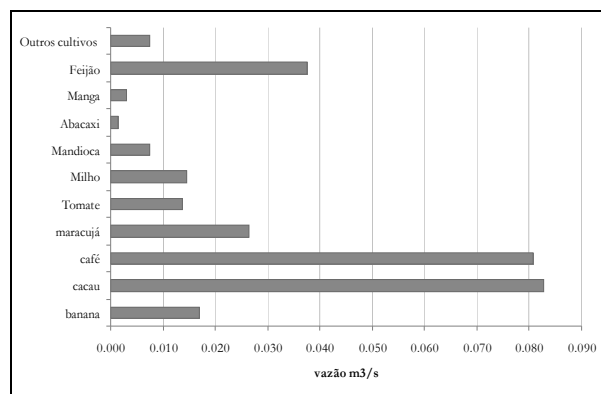


Figura 5 - Vazão para irrigação por cultivo na sub-bacia de Transição, na Bahia, em 2010

Já cultivos como o abacaxi (0,0014 m³/s) e a manga (0,0031 m³/s) exigem uma menor demanda hídrica. Verificou-se, ainda, que a mandioca (0,0075 m³/s) e o milho (0,0145 m³/s), cultivos considerados fundamentais do ponto de vista da agricultura familiar, devido à ampla ocorrência não foram tão expressivos em termos da vazão demandada para irrigação e podem ser considerados fundamentais do ponto de vista da agricultura familiar, devido à ampla concorrência, sobretudo a mandioca – cultivada em todos os municípios.

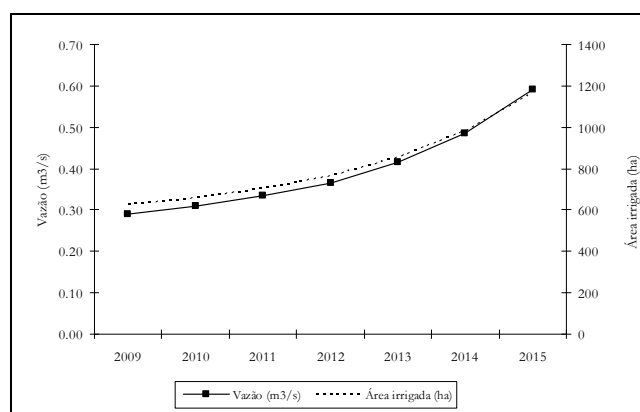


Figura 6 - projeção da área irrigada para agricultura e vazão na sub-bacia de Transição do Rio das Contas para o período 2011-2015

Em termos de projeção para o período 2010-2015, as estimativas apontaram para um crescimento de cerca 77% da área irrigada para a agricultura na sub-bacia (considerando a taxa geométrica de crescimento das áreas dos cultivos de 1999 a 2009), passando de 659,21 ha para 1.168 ha em 2015 (Figura 6). Esse cenário decorreu-se principalmente do comportamento das taxas anuais de crescimento dos seguintes cultivos: banana (1,57%), mandioca (1,16%), feijão (1,04%), cacau (1,02%) e café (1,0%).

A projeção de crescimento da área irrigada para os próximos anos é de aumento da demanda por água para irrigação dos cultivos agrícolas. Nesse sentido, estima-se para 2015 uma vazão de água para irrigação em torno de 0,60 m³/s, volume esse superior ao observado atualmente. Para que os cultivos possam se expandir, aos níveis atuais, são necessárias medidas de política que garantam o atendimento a essa demanda, no entanto sem provocar exaustão da capacidade hídrica da bacia do Rio das Contas.

CONCLUSÕES

A demanda hídrica dos principais cultivos irrigados na sub-bacia de Transição apresenta-se inferior à disponibilidade hídrica atual dessa unidade hidrográfica, no entanto, com base na necessidade futura e no provável aumento da vazão desses cultivos, que implicariam em redução do estoque disponível de água, deve se atentar para os cultivos que demandam mais água para irrigação, como cacau, café, feijão e maracujá.

Assim sendo, a progressiva competição pelos recursos hídricos restringiria a disponibilidade da água na sub-bacia para uso na irrigação, o que limitaria a produção de alimentos na região. O declínio na produtividade de alimentos, por sua vez, suscitaria em elevação de preços e, conseqüentemente, problemas sociais locais. A menor oferta de alimentos poderia gerar desnutrição da população com menor capacidade financeira, dos municípios da sub-bacia de Transição do Rio das Contas.

Salienta-se que neste estudo não foi analisada a demanda por água por outros setores da economia, sobretudo para o abastecimento humano (objeto de estudos futuros), o que pode comprometer ainda mais a capacidade hídrica da sub-bacia de Transição. Destarte, verifica-se a necessidade de delineamento de instrumentos e mecanismos mais eficientes de controle do uso da água para a irriga-

ção, a exemplo dos critérios de cobrança, de forma a minimizar conflitos em torno de seu uso.

AGRADECIMENTOS

À Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) pelo acesso às bases cartográficas, ao Instituto de Gestão das Águas e Clima (INGÁ) e à Agência Nacional das Águas (ANA) pelo fornecimento de dados agrometeorológicos.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G. *Ref-Et – Reference evapotranspiration calculator*. Idaho: University of Idaho Research and Extension Center Kimberly, 2000.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, 1998. 301 p. (FAO irrigation and drainage paper, 56).
- ALVES, S. M. *A importância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento para gestão ambiental integrada*. 2009. (Monografia) - Centro Universitário Leonardo da Vinci, Guaramirim, 2009.
- AZEVEDO, L. G. T.; BALTAR, A. M.; FREITAS, P. A. *Experiência Internacional*. In: THAME, A. C. de M. *A cobrança pelo uso da água*. São Paulo: Instituto de Qualificação e Editoração, 2000. 256 p.
- BAHIA. CRA. *Relatório de Caracterização da Qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio das Contas*. Bahia: Centro de Recursos Ambientais do Estado da Bahia, 2007. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br/>>. Acesso em: 02 set. 2009.
- BAHIA. SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. *Mapas digitalizados do Estado da Bahia: base de dados*. Salvador: SEI, 2006.
- BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 657 p.
- BRAGA, R. *Instrumentos para gestão ambiental e de recursos hídricos*. Recife: Ed. Universitária da EDUFPE, 2009. 134 p.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. *Disponibilidades e demandas de Recursos Hídricos no Brasil*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Cadernos de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2010.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. *Resolução nº 707, de 21 de dezembro de 2004*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga, e dá outras providências. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2004/707-2004.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2010.

BRASIL. *Decreto nº 89.496, 29 de março de 1984*. Política Nacional de Irrigação. Brasília: [s.n.], 1984. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89496.htm>. Acesso em: 07 nov. 2010.

BRASIL. *Lei nº 6.662, de 25 de junho de 1979*. Institui a Política Nacional de Irrigação e dá outras providências. Brasília: [s.n.], 1979. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/legislacao/leis/lei-no-6-662-de-25-de-junho-de-1979>>. Acesso em: 07 nov. 2010.

BRASIL. *Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: [s.n.], 1997. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Legislacao/docs/lei9433.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2009.

DANTAS NETO, J.; RIBEIRO, M. M. R.; FARIAS, S. A. R.; CABRAL, W. S.; FAMA, C. C. G. Análise de Demandas e impacto da implementação da cobrança no setor agrícola na cultura da banana Pacovan irrigada. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 8., 2006, Gravatá, PE. *Anais...* Gravatá: CONBEA, 2006. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/Estudos/Dantas_et_al.pdf>. Acesso em: 02 out. 2010.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Necessidades hídricas das culturas. Tradução H. R. Gheyi, J. E. C. Metri, F. A. V. Damasceno. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 204 p. (Estudos FAO, irrigação e drenagem, 24).

FAO. *CLIM2. A Compilation of Monthly World-Wide Agrilclimatic Data*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009. Disponível em: <<http://freegeographytools.com/2010/fao-world-climate-data>>. Acesso em: 24 jan. 2010.

FREITAS, M. A. de S.; LOPES, A. V. Avaliação da demanda de água para irrigação: aplicação à Bacia do rio São Francisco. 2002. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 3., 2003, Juazeiro. *Anais...* Juazeiro: [s.n.], 2003. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/17909135/Avaliacao-da-Demanda-de-Agua-para-Irigacao-Aplicacao-a-Bacia-do-Rio-Sao-Francisco>>. Acesso em: 04 out. 2010.

HAX, A. C.; MAJLUF, N. S. *The strategy concept and process: a pragmatic approach*. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

HERNANDEZ, A. J. M.; RODRIGO LÓPEZ, J.; PÉREZ REGALADO, A. F. *El riego por goteo*. Madrid: [s.n.], 1987. 317 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário*. Brasília: IBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 02 ago. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário*. Brasília: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 12 dez. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário*. Brasília: IBGE, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 02 jan. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Normas Climatológicas (1961-1990)*. Brasília: INMET, 1992. 84 p.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O Uso da Irrigação no Brasil. In: AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *O Estado das águas no Brasil: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos*. Brasília: [s.n.], 1999. Disponível em: <http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao_000f17vsa7f02wyiv80ispcrr5frxoq4.pdf>. Acesso em: 25 out. 2009.

MACHADO, G. Demanda e disponibilidade hídrica no sistema Lagoa Mirim - São Gonçalo – Rio Grande do Sul. *Revista Discente Expressões Geográficas*, v. 3, p. 61-82, 2007.

MARCIAL, E. C.; GRUMBACH, R. J. S. *Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2002.

PEREIRA, L.A.; Avaliação ambiental da Bacia do Rio Itanhaém baseada na relação entre aspectos limnológicos com fisiografia, uso da terra e sistema hidrológico – SP, UFRC – Tese de Doutorado. São Paulo, 2002.

PINHEIRO-JESUS, C. F.; PAIM, F. G.; PALMA, E. G.; ADORNO, E. V.; DUARTE, M. C. M.; SANTOS, M. B. C. Geoprocessamento: Instrumento para a Gestão dos Recursos Hídricos na Delimitação Automática de Unidades Hidrográficas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 24., 2010, Sergipe. Anais... Sergipe: [s.n.], 2010.

RAMOS, M. M.; PRUSKI, F. F. Subprojeto 4.3 - Quantificação e análise da eficiência do uso da água pelo setor agrícola na bacia do São Francisco. In: RAMOS, M. M.; PRUSKI, F. F. *Projeto gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco*. Viçosa, MG: UFV; ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2003. 190 p. Relatório Final.

RODRIGUEZ, R. D. G.; PRUSKI, F. F.; NOVAES, L. F.; RAMOS, M. M.; SILVA, D. D.; TEIXEIRA, A. F. Estimativa da demanda de água nas áreas irrigadas da bacia do rio Paracatu. *Engenharia Agrícola*, v. 27, n. 1, p. 172-179, 2007.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. *Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos e sociais*. Brasília, DF: Secretaria de recursos Hídricos; Viçosa, MG : Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: ABRH, 2000.

SMITH, M. *Report on the expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1991. 45 p.

Estimated Water Demand For Irrigation In Transition Sub-basin Of The River Of Contas, Bahia, Brazil

ABSTRACT

As food production increases, driven by expanding demand, there is a progressively increasing water demand for irrigation of agricultural crops in most regions of Brazil. Consequently, water availability is affected, especially in regions where this resource is used for irrigation, such as the semi-arid. According to this premise and considering water sustainability in the Transition sub-basin of the River of Contas, in Bahia State (Brazil), the present study aimed to estimate the water demand for the main irrigated crops in the basin, based on the method proposed by FAO and on the proportionality of the irrigated crop areas. We considered the sum of relative water flows for all municipalities located in the sub-basin as an approximation of the water demand. According to the method adopted, the average monthly water flow for the major irrigated crops in the hydrographic unit analyzed was $0.29 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ for a total irrigated area of approximately 624.75 ha. From the geometric growth rate of irrigated areas of the major crops during the period from 1999 to 2009, we estimated the average water flow for the period of 2010-2015. According to this estimate, we can conclude that the expansion of irrigated areas with crops that demand intensive water use can lead to gradual reduction of the availability of this resource in the region over time, due to the significant increase of water flow for irrigation in the transition sub-basin of Rio das Contas. In this sense, the results emphasize the need for public policies aimed at monitoring the irrigated areas so that this important natural resource can be employed in a sustainable manner.

Keywords: Flow, irrigated crops; subunit basin.