

# Uso da água em agricultura irrigada no Semiárido brasileiro



Foto: José Maria Pinto

## Capítulo 10

**Luís Henrique Bassoi**  
**Antonio Heriberto de Castro Teixeira**  
**Marcos Brandão Braga**  
**Welson Lima Simões**  
**Marcelo Calgaro**  
**José Maria Pinto**



## Introdução

O uso da água na agricultura é um tema de grande interesse por aqueles que estão envolvidos nesta atividade, pois a mesma é o maior consumidor mundial de água. Evidentemente, em se tratando de regiões onde a magnitude das perdas de água por evaporação do solo e pela transpiração das plantas é maior que a precipitação pluvial, levando à ocorrência de deficit hídrico, como no Semiárido do Brasil, o uso de água pela agricultura é de grande interesse da sociedade como um todo, visto que pode haver competição pelo seu uso com outros setores, como geração de energia, uso industrial, uso doméstico, entre outros.

Assim, este capítulo apresenta algumas considerações sobre a disponibilidade e o uso de água para agricultura no Brasil, com ênfase na região semiárida, descrevendo sucintamente as atividades de pesquisa realizadas pela Embrapa Semiárido (desde a sua criação, em 1975) e instituições parceiras a respeito da salinização de áreas irrigadas, uso da água na agricultura e manejo da irrigação.

## Disponibilidade de água no Brasil e no Semiárido

No Brasil, a vazão média anual dos rios de  $179 \text{ mil m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , o que equivale a 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos, estimada em  $1,5 \text{ milhão m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . No entanto, a disponibilidade hídrica brasileira pode chegar a  $267 \text{ mil m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , equivalendo a 18% do total global, caso sejam consideradas as vazões oriundas de rios localizados no Uruguai, Paraguai e em países da região Amazônica. Para efeito de planejamento e gerenciamento, o Brasil adotou, no seu Plano Nacional de Recursos Hídricos, uma divisão do país em 12 regiões hidrográficas: Amazônica, Atlântico Leste, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Parnaíba, São Francisco, Tocantins-Araguaia, Uruguai, Paraguai e Paraná (BRASIL, 2006).

O Semiárido brasileiro abrange partes das regiões hidrográficas do Parnaíba (porção centro-norte), do Atlântico Nordeste Oriental, do São Francisco (médio e baixo cursos) e do Atlântico Leste (porção oeste, mais afastada da costa litorânea). Em 2003, o PIB gerado por essas regiões hidrográficas correspondeu a 17,8% do PIB nacional. Em relação à vazão média anual dos cursos de água, elas representam, respectivamente, 0,43%, 0,43%, 1,59% e 0,83 % da vazão

média total ( $179.433 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). A vazão específica, que indica as regiões mais ou menos produtoras de água, varia de  $0,3 \text{ L/s} \cdot \text{km}^{-2}$  a  $5,0 \text{ L/s} \cdot \text{km}^{-2}$  na região semiárida, enquanto que a média nacional é de  $21 \text{ L/s} \cdot \text{km}^{-2}$  (BRASIL, 2006).

A relação entre a vazão média dos cursos de água e população ( $\text{m}^3/\text{hab} \cdot \text{dia}^{-1}$ ), para a região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, é de  $1145 \text{ m}^3/\text{hab} \cdot \text{dia}^{-1}$  e está abaixo da recomendada pela ONU ( $2500 \text{ m}^3/\text{hab} \cdot \text{dia}^{-1}$ ). Considerando a relação espacial entre vazão de retirada para os usos consuntivos e a vazão média (%) (critério adotado pela European Environmental Agency e ONU), a região hidrográfica Nordeste Oriental apresenta subregiões em condição preocupante (10% a 20%), em condição crítica (20% a 40%) e em condição muito crítica (> 40%) (BRASIL, 2008).

### **Uso da água para a agricultura irrigada no Brasil e no Semiárido**

O setor agrícola brasileiro é o principal usuário consuntivo dos recursos hídricos, o que implica na redução da disponibilidade hídrica, e é na área física abrangida pelo setor que pode ocorrer a maioria das intervenções para a melhoria da utilização deste recurso, fundamental aos processos produtivos. Assim, a integração entre as políticas hídrica, ambiental e agrícola é vital para que o país possa se desenvolver de maneira sustentável (BRASIL, 2006).

A irrigação é uma técnica milenar, que tem como objetivo propiciar um volume de água adequado às culturas, para que estas expressem ao máximo seu potencial genético de desenvolvimento e produção. O uso desta técnica veio tornar regiões anteriormente impróprias à produção agrícola em celeiros de alimentos, tendo, como exemplo, as regiões áridas e semiáridas de países como Israel, Espanha e Estados Unidos. Na região semiárida do Brasil, os municípios de Petrolina, PE e Juazeiro-BA, que se destacam na agricultura irrigada, tiveram seu desenvolvimento impulsionado pelo uso desta técnica.

A irrigação é responsável pela maior captação de água, com a vazão de retirada das fontes hídricas estimada em  $739 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (46% do total da vazão de retirada). É o maior consumo de água, correspondendo a  $591 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (69% do total de água consumida). A vazão de retirada das regiões hidrográficas onde o Semiárido está inserido é de  $423 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - 26,5% da vazão de retirada nacional;  $249 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  - 29,6% do total de água consumida e  $174 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  são devolvidos - 23,2% da média nacional

de vazão devolvida. A irrigação é a maior responsável pela vazão de retirada nas regiões hidrográficas do Parnaíba, Atlântico Nordeste Oriental e São Francisco. Na região do Atlântico Leste, predomina o uso urbano, seguido pelo uso na irrigação. Em relação à vazão de consumo, há um amplo domínio da irrigação nas quatro regiões hidrográficas onde se encontra o Semiárido (BRASIL, 2006).

Na bacia do São Francisco, que possui em torno de 57% de sua área no Semiárido, as águas subterrâneas têm sido muito utilizadas, embora pouco estudadas. Nas áreas de rochas metamórficas e ígneas, os aquíferos são fraturados e, na parte do Semiárido, estão recobertos por delgado manto de intemperismo de 1 m a 5 m de espessura, cuja produtividade de seus poços é, em média, de  $2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , com profundidade média de 50 m. Na parte de clima mais úmido da bacia do São Francisco, esse manto é mais espesso e varia entre 10 m e 100 m, com os poços apresentando, em média, 85 m de profundidade e vazão de  $8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . O número de poços abandonados e desativados é elevado, sendo frequentes as ocorrências de águas salgadas. Na bacia, ocorrem ainda rochas calcárias, que pertencem ao sistema aquífero cárstico-fissural Bambuí. Os poços apresentam vazão média de  $14 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ , profundidade média de 85 m e são muito explorados. Na região do Médio do Vale São Francisco, ocorre o sistema aquífero poroso Urucuiá-Areado, cuja água é utilizada para abastecimento humano e irrigação, com poços de profundidade média de 90 m e vazão média de  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Ainda, na região semiárida da bacia, os principais problemas relacionados aos recursos hídricos e ao meio ambiente são: o uso intensivo de água superficial e subterrânea na agricultura irrigada; a poluição difusa, em razão da agricultura e de esgotos lançados inclusive em corpos d'água intermitentes; resíduos sólidos, sem controle e com destinação final inadequada e escassez de água em razão da intermitência dos tributários (PROGRAMA..., 2004).

O uso da água em agricultura irrigada no Semiárido brasileiro tem ocorrido desde a pequena propriedade agrícola, com alguns poucos hectares, até a propriedade agrícola empresarial, com áreas superiores a 100 ha. Em áreas para produção agrícola de maior extensão, principalmente as inseridas nos perímetros irrigados ou próximas ao rio São Francisco, a agricultura irrigada no Semiárido brasileiro tem causado, a partir do final da década de 1960, grandes mudanças no uso da terra.

Como a região semiárida do Brasil é marcada por disparidades socioeconômicas e vulnerabilidades ambientais, a elevação do valor produzido dos produtos agrícolas por unidade de água se torna importante. Por esta razão, a região necessita de estudos em uma maior escala sobre como aperfeiçoar e harmonizar o consumo de água pelos vários setores usuários (agricultura, geração de energia, uso doméstico, uso industrial, mineração, navegação, etc), pelo fato de a agricultura ser o maior usuário de água no mundo.

Assim, a análise da produtividade da água em larga escala é uma boa ferramenta para auxiliar o gerenciamento hídrico, pois esta reflete o objetivo de produzir mais alimentos, lucros, desenvolvimento rural e benefícios ecológicos com um menor custo social e ambiental por unidade de água aplicada e consumida. Melhorando-se a produtividade física da água, reduz-se a quantidade adicional da mesma na agricultura, deixando-se mais água disponível para manutenção dos ecossistemas.

Técnicas com possibilidade de aplicação em grandes escalas, como sensoriamento remoto e modelagem, juntamente com dados agrometeorológicos obtidos em uma menor escala (parcela), podem melhorar o manejo de água em áreas irrigadas, bem como o manejo dos recursos hídricos na região semiárida brasileira. Há, também, a possibilidade do acompanhamento do impacto causado pelas atividades da agricultura irrigada intensiva sobre as condições ambientais. Para este conhecimento, são muito importantes as medições e modelagens de variáveis de interesse em escalas pontuais e regionais. Análises de desempenhos de perímetros irrigados também auxiliam no gerenciamento hídrico em maiores escalas e na tomada de decisões para o aperfeiçoamento da distribuição e uso de água, como realizado por Souza et al. (2001), no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, em Petrolina, PE.

A produtividade da água das culturas pode ser considerada a razão entre a produção obtida pela evapotranspiração e, em termos econômicos, pode indicar culturas mais lucrativas, aumento nas produções ou economia no consumo hídrico. Como indicador econômico, pode-se considerar o valor bruto ou líquido da produção agrícola sobre a água consumida durante o ciclo produtivo (TEIXEIRA et al., 2007, 2008, 2009a, 2009b). Exemplos de dados de produtividade da água das culturas envolvendo seis municípios produtores no Semiárido pernambucano são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros de produtividade da água das culturas (PAC) na região semiárida do estado de Pernambuco, Brasil, em 2005: área colhida (AC); produção; produtividade; renda bruta (RB); produtividade da água (PAC – valores físicos; e PAC\$ – valores monetários).

Variável/ Cultura	AC (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )	RB (10 <sup>2</sup> US\$)	PAC (kg.m <sup>-3</sup> )	PAC\$ (US\$.m <sup>-3</sup> )
Videira	4.594	148.192	32.257	173.517	2,44	2,86
Mangueira	7.173	143.710	20.034	34.027	1,50	0,36
Bananeira	6.212	110.096	17.723	30.095	1,10	0,30
Goabeira	739	12.136	16.422	1.569	1,34	0,17

Fonte: Adaptado de Teixeira et al. (2002), Teixeira et al. (2003), Bassoi et al. (2004b), Teixeira et al. (2007), Teixeira et al. (2008), Teixeira et al. (2009a).

Outra forma de caracterização do uso da água pela agricultura é utilizando o índice de produtividade da água das culturas em escala de bacia hidrográfica, obtido pela relação entre valor anual da produção agrícola e índice de disponibilidade hídrica. Tais índices permitem comparações diretas entre diferentes partes da bacia, análises entre disponibilidade de água e valor da produção agrícola, e direcionamento de políticas públicas para o aumento da produtividade da água. Ainda, considerando a perspectiva de expansão da agricultura irrigada, os efeitos hidrológicos, ambientais e econômicos podem ser previstos e, assim, instrumentos de gestão e manejo de água podem ser implementados. Portanto, podem ser identificadas, por exemplo, as demandas futuras de água para a irrigação, as áreas potencialmente de risco quanto ao não atendimento da demanda de água pela agricultura, as possíveis alterações da vazão à jusante das áreas irrigadas, o aumento do valor da produção agrícola e a quantidade de empregos gerados no meio rural (MANETA et al., 2009a, 2009b, 2009c). Os maiores valores referentes à produtividade da água na bacia hidrográfica do rio São Francisco foram obtidos nas regiões de Barreiras, BA (clima subúmido e seco, com alta precipitação) e Petrolina, PE/Juazeiro, BA (clima semiárido, baixa precipitação). Ambas as regiões caracterizam-se como locais de intensivos investimentos dos setores público e privado em irrigação, culturas anuais e perenes (MANETA et al., 2009c).

São vislumbrados importantes aumentos na demanda de água pelos usuários na região semiárida, apesar do aumento do valor obtido pelos produtos agrícolas e do aumento do emprego no meio rural, principalmente nas áreas irrigadas (água “azul”). Além disso, esse tipo de análise auxilia na identificação de áreas de risco

de seca e na extensão do risco para a agricultura de sequeiro (água “verde”), ao mesmo tempo em que podem ser previstas a frequência e a extensão do não atendimento da necessidade de água para irrigação (MANETA et al., 2009a).

### **Vulnerabilidade das áreas irrigadas do Semiárido brasileiro**

Os problemas decorrentes da acumulação de sais solúveis e sódio trocável nos solos irrigados das regiões áridas e semiáridas são muito antigos e sua origem remonta à da própria irrigação. Os efeitos adversos da salinidade sobre as plantas constituem um dos fatores limitantes da produção agrícola (CORDEIRO, 1988).

Os estudos visando determinar a qualidade da água, sob o ponto de vista de sua utilização na agricultura irrigada, indicam a conveniência ou limitação de seu emprego para fins de irrigação. Entretanto, a definição favorável ou contrária à utilização de uma água para fins de irrigação requer não somente ter presentes as condições de caráter químico que apresenta a água no momento em que é analisada, como, também, as características físicoquímicas dos solos em que vai ser aplicada, a susceptibilidade e/ou resistência das culturas a serem irrigadas e o método de irrigação em uso (CORDEIRO, 2001).

Alguns problemas relacionados ao excesso de sais e sódio trocável são inerentes ao solo (salinidade de origem primária). Entretanto, outros ocorrem em função da qualidade da água usada na irrigação, do seu manejo, da existência e do nível de drenagem natural e/ou artificial do solo e da profundidade do lençol freático. Nas áreas irrigadas, é comum o surgimento de salinidade provocada pela água de irrigação contendo concentrações elevadas de sais, decorrentes de práticas de manejo que não visam à conservação da capacidade produtiva dos solos, de ausência de sistema de drenagem, de quantidade inadequada de água e de uso indiscriminado e excessivo de fertilizantes (BERNARDO et al., 2006).

Toda água em condições naturais contém sais dissolvidos. A quantidade e o efeito destes sais sobre as características químicas e físicas de solos irrigados são de grande importância para manutenção da sua capacidade produtiva. Em geral, as águas que contêm menos de  $600 \text{ mg.L}^{-1}$  de sais totais podem ser usadas para irrigação de quase todos os cultivos. Águas com concentração salina entre  $500 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $1.500 \text{ mg.L}^{-1}$  têm sido usadas na irrigação de plantas sensíveis a sais



em solos de boa drenagem interna ou providos de sistema de drenagem. As águas que contêm de  $1.500 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $2.000 \text{ mg.L}^{-1}$  de sais totais podem ser usadas na irrigação de culturas moderadamente tolerantes, se uma maior frequência de irrigação, combinada com uma lâmina de lavagem de sais, for adotada. Entretanto, águas que contêm de  $3.000 \text{ mg.L}^{-1}$  a  $3.500 \text{ mg.L}^{-1}$  de sais totais só poderão produzir rendimentos com culturas altamente tolerantes (CORDEIRO, 2001).

No caso específico do Nordeste do Brasil, as águas usadas na irrigação são provenientes de rios, açudes e poços tubulares, apresentando valores de condutividade elétrica (CE) abaixo de  $0,75 \text{ mmhos.cm}^{-1}$  e percentual de sódio abaixo de 60%, com exceção aos poços tubulares, os quais podem ter água com baixa qualidade para irrigação. São águas consideradas de boa qualidade e não apresentam maiores problemas para irrigação sob condições adequadas de manejo. Todavia, em decorrência do inadequado balanço de sais, comumente verificado por falta de drenagem, observa-se uma gradativa salinização do perfil do solo irrigado e um progressivo aumento das áreas problemáticas (CORDEIRO, 2001). Isso tem causado rápida ascensão do lençol freático nas áreas dos perímetros, que, reunida à grande demanda evapotranspirométrica da região, propiciam um fluxo ascendente a partir do lençol freático e, conseqüentemente, uma maior concentração de sais à medida que se aproxima da superfície do solo (BERNARDO et al., 2006).

Vários levantamentos realizados apresentam estimativas da extensão da área salinizada no Brasil. Góes (1978) relatou que, aproximadamente, 25% das áreas irrigadas nos perímetros irrigados do Nordeste apresentam problemas de salinidade. Pereira et al. (1986) estimaram em mais de 9 milhões de hectares a área total ocupada pelos solos geneticamente salinos no Nordeste brasileiro. Macêdo (1988) cita alguns locais, em percentual de área, afetados por sais: Custódia, PE - 97%; Ceraíma, BA - 32%; São Gonçalo, Sumé e Cachoeira II-PB -, respectivamente, 52%, 61% e 30%. No Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Cordeiro et al. (1988) estimaram que 30% e 10% da área total eram, respectivamente, solos sódicos e salino-sódicos. Suassuna e Audry (1993) descreveram que a percentagem de áreas irrigadas com problemas de salinização nessas regiões é de, aproximadamente, 32%, podendo haver um aumento se não forem adotadas medidas preventivas. Aguiar Netto et al. (2006) apontam

problemas de salinização nos Perímetros Irrigados de Bebedouro e Nilo Coelho (PE), Tourão (BA), Morada Nova e Curu-Paraipava (CE) e Jabiberi (SE). Em relação a esse último, os autores constataram que 76,5% dos lotes estudados apresentam-se salino-sodificados e 46,6% com problemas de compactação.

Para tornar um solo salino e/ou sódico viável para a agricultura, é necessária a sua recuperação por meio da lixiviação do excesso de sais do solo. Práticas como a aplicação de lâmina para lavagem de sais, instalação de sistemas de drenagem e uso de culturas mais tolerantes à salinidade do solo são recomendadas. Deve-se sempre considerar que o tempo para recuperação de uma área salinizada será longo e seu custo será muito maior que o custo para evitar a salinização.

A ascensão capilar do lençol freático altamente salino no período seco é uma das principais causas constatadas no Perímetro Irrigado Vaza-Barris, em Cocorobó, BA, sendo que os sais presentes na água de irrigação complementam os sais presentes no solo. Para recuperar o capital investido na correção desses solos salinizados, são necessários três anos, no mínimo. A recuperação de um solo salino-sódico ou sódico é muito mais demorada e custosa (SALAZAR et al., 1988).

O manejo para a recuperação de solos salinizados pode contar, também, com a colaboração de plantas halófitas (“dessalinizadoras”), espécies extremamente eficientes na acumulação de sais, incluindo o sódio, possibilitando a retirada de parte dos sais do sistema. Uma das mais eficientes é a erva-sal (*Atriplex nummularia*), que consegue extrair até, aproximadamente, 1.140 kg de sal por hectare por ano (PORTO et al., 1999). Por outro lado, uma opção para o uso de água salina seria o cultivo de beterraba (RESENDE; CORDEIRO, 2007).

### **Manejo de água em agricultura irrigada no Semiárido brasileiro**

A partir da criação da Comissão do Vale do São Francisco, em 1948, a agricultura irrigada no Semiárido começou a ser contemplada pelo governo federal. Na década de 1950, começaram a ser disseminadas motobombas a diesel e uma pequena rede de canais às margens do rio São Francisco, entre Petrolina, PE e Paulo Afonso, BA. A irrigação era então realizada nos solos aluviais, a cerca de 100 m da margem do rio, com problemas de salinização e cheias periódicas. Com a criação da Superintendência do Desenvolvimento do

Nordeste (SUDENE), no final da década de 1950, foi iniciado, em parceria com a FAO, o levantamento de solos para irrigação, sendo identificadas as atuais áreas dos Perímetros Irrigados de Bebedouro, Massangano (Nilo Coelho) e Pontal, em Petrolina, PE, e Salitre, Tourão, Maniçoba e Curaçá, em Juazeiro, BA. Em 1968, foi inaugurado o primeiro perímetro irrigado, o de Bebedouro, em Petrolina, PE (POSSÍDIO, 1997). Começavam, assim, as grandes mudanças quanto ao uso da terra no Semiárido brasileiro, especificamente no Submédio do Vale do São Francisco.

Na década de 1980, nos perímetros irrigados do Submédio São Francisco, trabalhos de pesquisas demonstraram um uso pouco racional de água de irrigação pelos produtores, originando a formação de lençol freático que se aproximava da superfície do solo. Na área do Perímetro Irrigado de Bebedouro, observou-se uma eficiência de irrigação de apenas 25%.

Exemplos de uma das abordagens iniciais de pesquisa realizada pela Embrapa Semiárido quanto ao manejo de irrigação em pequenas áreas são as pesquisas realizadas por Silva et al. (1981) e Riché e Tonneau (1992). O primeiro trabalho apresenta o desenvolvimento de um método para a pequena irrigação, ou seja, a irrigação de pequenas áreas, baseado em cápsulas porosas sob pressão hidrostática instaladas no solo, que liberavam diariamente água às plantas, no caso, as de milho. Já o segundo trabalho apresenta a possibilidade de perenização de sistemas de produção sujeitos à irregularidade do regime pluviométrico, por meio da pequena irrigação, utilizando poços tubulares e bombeamento da água por meio de cataventos.

Outros exemplos de pesquisas realizadas com o tema irrigação em pequenas áreas, algumas delas envolvendo a irrigação por sulcos e as culturas de tomate e cebola, são os trabalhos de Soares et al. (1981, 1984, 1985), Campos et al. (1994) e Soares e Possídio (1995).

Porém, com o incremento da área cultivada com fruteiras, os sistemas de irrigação por sulcos, por aspersão convencional e por pivô central passaram a ser substituídos pelos sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento, o que fez com que a pesquisa fosse direcionada para tais sistemas.

Assim, diversas pesquisas realizadas pela Embrapa Semiárido e instituições parceiras têm propiciado a geração de informações sobre práticas de manejo da água em sistemas de irrigação, com grande ênfase em microaspersão e gotejamento, envolvendo estimativa de evapotranspiração, consumo de água, coeficiente de cultura, produtividade da água, profundidade efetiva de raízes, comportamento ecofisiológico e aplicação de fertilizantes via água de irrigação em diversas culturas irrigadas no Semiárido brasileiro. Também, deve ser salientada a evolução constante dos métodos científicos e de ferramentas analíticas para a geração de conhecimentos para a prática da irrigação. O turno de rega calculado, balanço hídrico do solo, tensiometria, tanque Classe “A”, balanço agroclimatológico, balanço de energia, fluxo de seiva na planta, lisimetria e sensoriamento remoto têm sido utilizados para a identificação do melhor uso de sistemas de irrigação e da água pela agricultura no Semiárido, bem como do manejo quanto à aplicação de água e fertilizantes.

Nesse contexto, alguns trabalhos realizados pela Embrapa Semiárido, agrupados por cultura, são apresentados: aspargo (PINTO et al., 1997a; BASSOI et al., 2001); bananeira (TEIXEIRA et al., 2002; BASSOI et al., 2004a, 2004b; PINTO et al., 2005b); coqueiro (SANTOS; SANTOS, 2005); goiabeira (MOURA et al., 2001; BASSOI et al., 2002b, 2002c; SILVA et al., 2002; TEIXEIRA et al., 2003; MAIA et al., 2007; LIMA et al., 2008); meloeiro (PINTO et al., 1993a, 1993b, 1994, 1995, 2005a, 2008; FARIA et al., 2000); mangueira (SILVA et al., 2001; AZEVEDO et al., 2003; TEIXEIRA et al., 2008; CAMPOS et al., 2008) ; pupunha (BASSOI et al., 1999, 2003a); tomateiro (PINTO et al., 1997b), videira de vinho e de mesa (TEIXEIRA et al., 1999, 2007; ÁVILA NETO et al., 2000; BASSOI et al., 2002a, 2003b, 2007; SOARES et al., 2003, 2007; AZEVEDO et al., 2008; SOUZA et al., 2009; MARINHO et al., 2009). Outros trabalhos realizados no Semiárido podem ser encontrados mediante uma ampla revisão de literatura.

Recentemente, os valores de coeficiente de cultura passaram a ser relacionados com a evolução dos graus-dia, incorporando, assim, os efeitos da temperatura do ar nos diferentes estágios do ciclo produtivo das culturas (TEIXEIRA et al., 2007, 2008). Tais relações se tornam importantes nas estimativas dos consumos hídricos, visto que os efeitos do aquecimento térmico decorrentes das

mudanças climáticas podem estar alterando o comportamento das fases fenológicas das culturas na região semiárida do Brasil.

## **Perspectivas**

No Semiárido brasileiro, as áreas com culturas irrigadas estão expandindo rapidamente sobre a vegetação natural e o consumo hídrico das culturas é elevado, devido a uma grande disponibilidade térmica ao longo do ano. Em geral, existe retorno financeiro decorrente do uso intensivo da água na agricultura irrigada, porém o destino de elementos presentes na água de drenagem, elementos estes, provenientes de fertilizantes e outros insumos utilizados nos mais diversos sistemas de produção agrícola, necessita de um maior conhecimento para as condições edafoclimáticas do Semiárido.

O conhecimento criterioso da demanda de água pelas culturas, do comportamento ecofisiológico e o desenvolvimento e adaptação de diferentes técnicas de manejo de irrigação podem contribuir para aumentar a produtividade da água nessas condições, ou seja, um maior benefício (incluindo o retorno econômico) por volume de água utilizado por unidade de área irrigada. Considerando-se que a agricultura é o maior usuário de água, o volume de água destinado à irrigação tem uma consequência direta em outros setores usuários de água. A agricultura de precisão, tema de pesquisa ainda incipiente no Semiárido, pode contribuir para o manejo mais criterioso da água e de nutrientes aplicados via sistemas de irrigação e, assim, para a tão desejada produção agrícola sustentável. A vulnerabilidade das áreas irrigadas, incluindo-se o risco de salinização, pode ser minimizada. Nas áreas já afetadas pela salinização, procedimentos para a recuperação economicamente viáveis precisam ser desenvolvidos. Há carência de estudos sobre o reuso de água na agricultura irrigada, e sua aplicação pode contribuir tanto para aumentar a produtividade da água na agricultura como para minimizar o processo de salinização.

A aplicação de indicadores de produtividade da água em escalas pontual e regional é útil para análise de desempenho de irrigação em diferentes sistemas de produção no Semiárido brasileiro, onde vem ocorrendo rápida mudança no uso da terra. A estimativa da distribuição espacial do consumo de água pelas

culturas, obtida por meio de modelagem, sensoriamento remoto, rede de estações agrometeorológicas e sistemas de informações geográficas, podem contribuir para melhor entendimento do ciclo da água na agricultura irrigada. Com a possibilidade das mudanças climáticas, o conhecimento sobre esses cenários é de grande importância para um manejo de água na agricultura irrigada, em diversas escalas. Tais cenários podem ser integrados com outros setores usuários de água.

## Referências

AGUIAR NETTO, A. de O.; MACHADO, R.; VASCONCELOS, B. Diagnóstico do processo de salino-sodificação no perímetro irrigado Jabiberi-SE. *Irriga*, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 448-459, 2006.

ÁVILA NETTO, J.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SOARES, J. M.; TEIXEIRA, A. H. C. Exigências hídricas da videira na região do Submédio São Francisco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 35, n. 8, p. 1559-1566, 2000.

AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SILVA, V. P. R. da. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brazil. *Agricultural Water Management*, [Amsterdam], n. 58, p. 241-254, 2003.

AZEVEDO, P. V. de; SOARES, J. M.; SILVA, V. de P. R. da S.; SILVA, B. B. da.; NASCIMENTO, T. Evapotranspiration of "Supeior" grapevine under intermitent irrigation. *Agricultural Water Management*, [Amsterdam], v. 95, p. 301-308, 2008.

BASSOI, L. H.; FLORI, J. E.; SILVA, J. A. M.; ALENCAR, C. M.; RAMOS, C. M. C. Distribuição espacial do sistema radicular da pupunheira em solos irrigados no Vale do São Francisco. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 163-176, 1999.

BASSOI, L. H.; RESENDE, G. M. de; FLORI, J. E.; SILVA, J. A. M.; ALENCAR, C. M. Distribuição radicular de cultivares de aspargo em áreas irrigadas de Petrolina-PE. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 19, n. 1, p. 17-24, 2001.

BASSOI, L. H.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G. da. Root distribution of irrigated grapevine rootstocks in a coarse texture soil of the São Francisco Valley, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 35-38, 2002a.

BASSOI, L. H.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G. da; FERREIRA, M. N. L.; MAIA, J. L. T.; TARGINO, E. L. Informações sobre a distribuição de raízes da goiabeira para o manejo de irrigação. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2002b. 4 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 111).

BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. de C.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G. da; FERREIRA, M. N. L.; MAIA, J. L. T.; TARGINO, E. L. Consumo de água e coeficiente de cultura da

**goiabeira irrigada por microaspersão.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2002c (Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 112).

BASSOI, L. H.; FLORI, J. E.; SILVA, E. E. G. da; SILVA, J. A. M. Guidelines for irrigation scheduling of peach palm for heart-of-palm production in the São Francisco Valley, Brazil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 4, p. 681-685, 2003a.

BASSOI, L. H.; HOPMANS, J. W.; JORGE, L. A. C.; ALENCAR, C. M.; SILVA, J. A. M. Grapevine root distribution for drip and microsprinkler irrigation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 377-387, 2003b.

BASSOI, L. H.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G. da; RAMOS, C. M. C.; SEDIYAMA, G. C. Guidelines for irrigation scheduling of banana crop in the São Francisco Valley, Brazil. I - Root distribution and activity. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 459-463, 2004a.

BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. de C.; LIMA FILHO, J. M. P.; SILVA, A. M.; SILVA, E. E. G. da; RAMOS, C. M. C.; SEDIYAMA, G. C. Guidelines for irrigation scheduling of banana crop in São Francisco Valley, Brazil. II - Water consumption, crop coefficient and physiological behavior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 464-467. 2004b.

BASSOI, L. H.; DANTAS, B. F.; LIMA FILHO, J. M. P.; LIMA, M. A. C.; LEÃO, P. C. de S.; SILVA, D. J.; MAIA, J. L. T.; SOUZA, C. R.; SILVA, J. A. M.; RAMOS, M. M. Preliminary results of a long term experiment about RDI and PRD irrigation strategies in wine grape in São Francisco Valley, Brazil. **Acta Horticulturae**, [Leuven], v. 754, p. 275-282, 2007.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**. Brasília, DF: MMA, 2006. 281 p. v. 1.

CAMPOS, C. de O.; SANTOS, C. R. dos; FARIA, C. M. B. de; HAJI, F. N. P.; SILVA, F. A. de A.; QUEIROZ, M. A. de; COSTA, N. D.; ROCHA, R. de C.; TAVARES, S. C. C. de H. **Recomendações técnicas para o cultivo do tomate industrial em condições irrigadas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1994, 52 p. (Circular Técnica, 30).

CAMPOS, J. H. B. C.; SILVA, V. de P. R. da; AZEVEDO, P. V. de; BORGES, C. J. R.; SOARES, J. M.; MOURA, M. S. B.; SILVA, B. B. da. Evapotranspiração e produtividade da mangueira sob diferentes tratamentos de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, p. 150-156, 2008.

CORDEIRO, G. C. **Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas: origem, diagnóstico e recuperação**. Petrolina: Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 16 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 50).

CORDEIRO, G. G.; BARRETO, A. N.; CARVAJAL, A. C. N. **Levantamento das condições de salinidade e sodicidade do projeto de irrigação São Gonçalo (2a. parte)**. Petrolina: Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 56 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 54).

CORDEIRO, G. G. **Qualidade de água para fins de irrigação: conceitos básicos e práticos**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. 31 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 167).

FARIA, C. M. B. de; COSTA, N. D.; PINTO, J. M.; BRITO, L. T. de L.; SOARES, J. M. Níveis de nitrogênio por fertirrigação e densidade de plantio na cultura do melão em um vertissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v. 35, n. 3, p. 491-495, 2000.

GÓES, E. S. de. O problema de salinidade e drenagem em projetos de irrigação do Nordeste e a ação da pesquisa com vistas a seu equacionamento. In: REUNIÃO SOBRE SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS, Fortaleza, 1978. **Anais...** Recife: Ministério do Interior: SUDENE, 1978. p. 89-91.

LIMA, M. A. C.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; SANTOS, P. S.; PAES, P. C.; RIBEIRO, P. R. A.; DANTAS, B. F. Effects of levels of nitrogen and potassium on yield and fruit maturation of irrigated guava fruits in the São Francisco Valley. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 246-250, 2008.

MACÊDO, L. de S. **Salinidade em áreas irrigadas**. João Pessoa: EMEPA-PB, 1988. 11 p. (EMEPA. Comunicado Técnico, 38).

MAIA, J. L. T.; BASSOI, L. H.; SILVA, D. J.; LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S. de; MORAIS, P. L. D. Assessment on nutrient levels in the aerial biomass of irrigated guava in São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 705-709, 2007.

MANETA, M.; TORRES, M.; VOSTI, S. A.; WALLENDER, W. W.; ALLEN, S.; BASSOI, L. H.; BENNET, L.; HOWITT, R.; RODRIGUES, L.; YOUNG, J. Assessing agriculture-water links at the basin scale: hydrologic and economic models of the São Francisco River Basin, Brazil. **Water International**, Montpellier, n. 34, p. 88-103, 2009a.

MANETA, M. P.; TORRES, M.; WALLENDER, W. W.; VOSTI, S.; KIRBY, M.; BASSOI, L. H.; RODRIGUES, L. N. Water demand and flows in the São Francisco River Basin (Brazil) with increased irrigation. **Agricultural Water Management**, [Amsterdam], n. 96, p. 1191-1200, 2009b.

MANETA, M. P.; SINGH, P. N.; TORRES, M.; WALLENDER, W. W.; VOSTI, S. A.; RODRIGUES, L. N.; BASSOI, L. H.; YOUNG, J. A. A parsimonious crop-water productivity index: an application to Brazil. **Area**, [London], v. 41, p. 94-106, 2009c.

MARINHO, L. B.; RODRIGUES, J. J. V.; SOARES, J. M.; LIMA, M. A. C.; MOURA, M. S. B.; BRANDÃO, E. O.; SILVA, T. G. F. da. Produção e qualidade da videira 'Superior Seedless' sob restrição hídrica na fase de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, p. 1682-1691, 2009.



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos.** Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil: Volume I. Brasília: MMA, 2006. 281p.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **A irrigação no Brasil:** situação e diretrizes. Brasília, DF: IICA, 2008. 132 p.

MOURA, M. S. B.; SILVA, B. B. da; AZEVEDO, P. V. de; SOARES, J. M.; LOPES, P. M. O.; TEIXEIRA, A. H. de C. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da goiabeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBA: FUNCEME, 2001. p. 483-484.

PEREIRA, J. R.; VALDIVIESO, C. R.; CORDEIRO, G.G. Recuperação de solos afetados por sódio através do uso de gesso. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1., Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA:/DDT, 1986. p. 85-106.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; CHOUDHURY, E. N.; PEREIRA, J. R. Aplicação de potássio via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 323-327, 1993a.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; CHOUDHURY, E. N.; PEREIRA, J. R. Adubação via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 11, p. 1263-1268, 1993b.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; PEREIRA, J. R.; CHOUDHURY, E. N.; CHOUDHURY, M. M. Efeitos de períodos e de frequência da fertirrigação nitrogenada na produção do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 9, p. 1345-1350, 1994.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; COSTA, N. D.; BRITO L. T. de L.; PEREIRA, J. R. Aplicação de N e K via água de irrigação em melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 13, n. 2, p. 192-195, 1995.

PINTO, J. M.; ALBUQUERQUE, T. S.; FEITOSA FILHO, J. C. Adubação via água de irrigação em aspargo. *Actas de Horticultura*, Vila Moura, v. 16, p. 167-171, 1997a.

PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; COSTA, N. D.; FARIA, C. M. B. de; BRITO, L. T. de L. ; SILVA, D. J. Doses e períodos de aplicação de nitrogênio via água de irrigação na cultura do tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília DF, v. 15, n. 1, p. 15-18, 1997b.

PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; FARIA, C. M. B. de; COSTA, N. D.; LIMA, M. A. C.; DUENHAS, L. H.; RESENDE, G. M. de; FEITOSA FILHO, J. C. Biofertilizantes e doses de substância húmica aplicados via água de irrigação em meloeiro orgânico. **ITEM. Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, v. 67, p. 75-77, 2005a.

PINTO, J. M.; FARIA, C. M. B. de; SILVA, D. J.; FEITOSA FILHO, J. C. Doses de N e K aplicados via fertirrigação em bananeira. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 1, p. 46-52, 2005b.

PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.; RESENDE, G. M. de. Cultivo

orgânico de meloeiro com aplicação de bifertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. **Revista Ceres**, Viçosa, MG. v. 55, p. 280-286, 2008.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; ARAÚJO, O. J.; SILVA JUNIOR, L. G. de A. Aproveitamento dos rejeitos da dessalinização. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 1., 1997, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido: IRPAA: IRCSA, 1999. p. 51-57.

POSSÍDIO, E. L. **Petrolina – Um sertão verde**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1997. 6 p (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 86).

PROGRAMA DE AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA O GERENCIAMENTO INTEGRADO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO E DA SUA ZONA COSTEIRA - PAE: GEF São Francisco. **Relatório final**: ANA, GEF, PNUMA, OEA. Brasília, DF: TODA, 2004. 336 p.

RESENDE, G. M. de; CORDEIRO, G. G. Uso da água salina e condicionador de solo na produtividade de beterraba e cenoura no Semi-Árido do Submédio São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007, 4 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 128).

RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P. Implantação de pequenos perímetros irrigados a partir de água de poços tubulares bombeada por catavento no trópico semi-árido. Área de teste: Lagos (Município de Petrolina-PE). Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1992. 8 p. (EMBRAPA-CPATSA. Série Documentos, 74).

SALAZAR, C. R. V.; FELIX, S. G.; CORDEIRO, G. G. **Avaliação econômica da recuperação de solos salinos no perímetro irrigado de Vaza-Barris – Cocorobó, BA**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 16 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 48).

SANTOS, C. R. dos; SANTOS, C. E. Irrigação do coqueiro anão verde no Submédio São Francisco. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2005. 6 p. (Embrapa Semi-Árido. Circular Técnica, 79).

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R.; MORGADO, L. B.; MARTINS, C. E. **Pequena Irrigação para o Tópico Semi-Árido: vazantes e cápsulas porosas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1981. 62 p. (EMBRAPA-CPATSA-Boletim de Pesquisa, 3).

SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B.; BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. de C.; SOARES, J. M.; SILVA, J. A. M. Estimativa da evapotranspiração da mangueira com base no balanço hídrico do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 456-462, 2001.

SILVA, B. B. da; MOURA, M. S. B. de; AZEVEDO, P. V. de; SOARES, J. M. Medidas de transpiração de um pomar de goiabeiras pelo método do balanço de calor caulinar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 10, p. 19-27, 2002.

SOARES, J. M.; BERNARDO, S.; BRITO, R. A. L.; FERREIRA, P. A. Análise comparativa entre o uso de vazão constante e redução da vazão inicial e seu efeito na eficiência de irrigação por sulcos. **Turrialba**, [San José], v. 31, n. 4, p. 343-350, 1981.

SOARES, J. M.; BERNARDO, S.; BRITO, R. A. L.; FERREIRA, P. A. Irrigação por sulcos com e sem utilização da água de escoamento superficial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 59-66, 1984.

SOARES, J. M.; MAGALHAES, A. A. de; ROSA, J. L. F. Eficiência de irrigação por sulcos parcialmente fechados no final. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 3, p. 361-369, 1985.

SOARES, J. M.; POSSÍDIO, E. L. Comparação de métodos de irrigação em cultivares de cebola no Vale do Submédio São Francisco. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1995. 23 p. (EMBRAPA-CPATSA Boletim de Pesquisa, 51).

SOARES, J. M.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da. Balanço de energia em videira cultivada na região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 11, n. 2, p. 207-214, 2003.

SOARES, J. M.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da. Bowen ratio-energy balance associated errors in vineyards under dripping irrigation. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, v. 22, p. 233-240, 2007.

SOUZA, G. H. F.; BRITO, R. A. L.; DANTAS NETO, J.; SOARES, J. M.; NASCIMENTO, T. Desempenho do distrito de irrigação Senador Nilo Coelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 204-209, 2001.

SOUZA, C. R.; BASSOI, L. H.; LIMA FILHO, J. M. P.; SILVA, F. F. S.; VIANA, L. H.; DANTAS, B. F.; PEREIRA, M. S.; RIBEIRO, P. R. A. Water relations of field-grown grapevines in the São Francisco Valley under different rootstocks and irrigation strategies. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 66, p. 436-446, 2009.

SUASSUNA, J.; AUDRY, P. Estatísticas de Salinidade das Águas de Irrigação do Nordeste Semi-árido Brasileiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 45., 1993, [Recife]. **Anais...** Recife: SBPC, 1993. p. 53-72.

TEIXEIRA, A. H. de C.; AZEVEDO, P. V. de; SILVA, B. B. da; SOARES, J. M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 413-416, 1999.

TEIXEIRA, A. H. de C., BASSOI, L. H., COSTA, W. P. L. B. da; SILVA, J. A. M., SILVA, E. E. G. Consumo hídrico da bananeira no Vale do São Francisco estimado pelo método da razão de Bowen. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, RS, n. 10, p. 45-50, 2002.

TEIXEIRA, A. H. de C., BASSOI, L. H., REIS, V. C. da S., SILVA, T. G. F. da; FERREIRA, M. de N. L., MAIA, J. L. T. Estimativa do consumo hídrico da goiabeira, utilizando estações agrometeorológicas automática e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n. 25, p. 457-460, 2003.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; BASSOI, L. H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity in the São Francisco River Basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, [Leuven], v. 94, p. 31-42, 2007.

TEIXEIRA, A. H. de C., BASTIAANSEN, W. G. M., MOURA, M. S. B., SOARES, J. M., AHMAD, M. U. D., BOS, M. G. Energy and water balance measurements for water productivity analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, [Leuven], n. 148, p. 1524-1537, 2008.

TEIXEIRA, A. H. de C., BASTIAANSEN, W. G. M., AHMAD, M. U. D. D, BOS, M. G., Reviewing SEBAL input parameters for assessing evapotranspiration and water productivity for the Low-Middle São Francisco River basin, Brazil Part A: Calibration and validation. **Agricultural and Forest Meteorology**, [Leuven], n. 149, p. 462-476, 2009a.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; AHMAD, M. U. D. D; BOS, M. G. Reviewing SEBAL input parameters for assessing evapotranspiration and water productivity for the Low-Middle São Francisco River basin, Brazil Part B: Application to the large scale. **Agricultural and Forest Meteorology** [Leuven], n. 149, p. 477-490, 2009b.