

ESTIMATIVA DA DEMANDA HÍDRICA DO PERÍMETRO IRRIGADO

VÁRZEAS DE SOUSA - PIVAS

Valterlin da Silva Santos¹, Talita Gabrielle Aragão² & Demilson Lemos de Araújo³

RESUMO – O desenvolvimento do setor agrícola, impulsionado em grande parte pela crescente demanda por produção de alimentos, gera demanda de água para suprir as necessidades naturais das culturas agrícolas. O Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa, no sertão da Paraíba, tem uma área irrigável de 4.390,79 ha para o cultivo de diversas culturas agrícolas. A quantificação da demanda hídrica dessa área irrigada torna-se importante para que a irrigação seja conduzida com maior eficiência e com o mínimo de impacto sobre o meio ambiente. Assim este trabalho tem o objetivo de quantificação da demanda hídrica de perímetros irrigados ou área irrigáveis considerando três metodologias para o calculo da precipitação efetiva. Os resultados mostraram que a infraestrutura do sistema de irrigação consegue atender as necessidades hídricas das culturas agrícolas cultivadas no ano de 2011. O cultivo do milho e do sorgo em regime de sequeiro terá seu rendimento comprometido devido a déficit hídricos ocorridos no período da floração e da formação e saída da espiga.

ABSTRACT – The development of the agricultural sector, driven in large part by the growing demand for food production, generates water demand to meet the needs of natural agricultural crops. The Irrigated Perimeter of Sousa's floodplain, in Paraíba state, has an irrigable area of 4,390.79 ha for the cultivation of various agricultural crops. Quantification of water demand of irrigated area becomes important for irrigation is conducted efficiently and with minimal impact on the environment. So this work aims to quantify the water demand of irrigated perimeters or irrigable area considering three methodologies for the calculation of the effective rainfall. The results showed that the irrigation system infrastructure can meet the water needs of crops grown in the year 2011. The cultivation of corn and sorghum in non-irrigated yield will have their income compromised due to water deficit during the period of flowering and training off the cob.

Palavras-chave: Irrigação, precipitação efetiva.

¹Professor Adjunto da UACC/CCJS/UFPG. Rua Sifrônio Nazaré 38. Sousa, PB. CEP 58.800-340. E-mail: valterlin@yahoo.com.br

²Gerente de Bacia Hidrográfica/Sousa/AESA. Rua Manoel Gadelha Filho, 18. Sousa, PB. CEP 58802-000. E-mail: talitagaby@yahoo.com.br

³Gerente Executivo de Irrigação/SEDAP/EMATER/PB. Av. João da Mata, João Pessoa, PB. CEP. 58015-020. E-mail: irrigacao@sedap.pb.gov.br

1 - INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário.

Dependendo da disponibilidade, da realidade socioeconômica e cultural, das formas de captação, tratamento e distribuição, o homem pode utilizar a água de diversas maneiras, sendo os principais usos: Abastecimento humano; Industrial; Agrícola e pecuário; Piscicultura e carcinocultura; Recreação; Geração de energia elétrica; Navegação; e Saneamento.

No Brasil, cerca de 70% da água consumida é destinada para a o setor agrícola contra 13% destinada para o abastecimento humano e 7% para o abastecimento industrial (ANA, 2007).

Logo, o setor agrícola se configura como um importante usuário de recursos hídricos, cujo suas demandas devem ser quantificadas para que sejam efetivas as ações de planejamento e gerenciamento (Lopes e Freitas, 2003).

As necessidades hídricas das culturas agrícolas são supridas naturalmente pela água proveniente da precipitação, e variam em função do estágio de crescimento das plantas, do tipo de solo e das condições climáticas da região. Entretanto, principalmente em regiões áridas e semiáridas, a água proveniente da precipitação natural não é suficiente para garantir uma produtividade economicamente viável, necessitando uma complementação via irrigação. Mesmo em regiões mais úmidas, a variabilidade do regime pluvial constitui um dos principais fatores limitantes à obtenção de uma agricultura economicamente viável durante todo o ano.

O Perímetro Irrigado das Várzeas de Sousa (PIVAS), no estado da Paraíba, tem uma área irrigável de 4.390,79 ha com 178 lotes para pequenos produtores, com o desenvolvimento da fruticultura e ovinocultura, 18 lotes empresariais, 5 lotes com áreas variando destinados a pesquisa/experimentação/extensão e 1 lote com área de 1.007 ha cedida ao INCRA para o assentamento de 141 famílias. As áreas são destinadas à produção de culturas de alto valor comercial, com elevado nível tecnológico, proporcionando a produção de alimentos e matérias primas com geração de riqueza e emprego para o desenvolvimento da região e do Estado da Paraíba.

Ciente da importância de quantificar a necessidade hídrica das culturas agrícolas o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar uma metodologia capaz de estimar as necessidades de água no perímetro irrigado das Várzeas de Sousa para o ano de 2011.

Na quantificação da demanda de água para irrigação, merece importância a quantificação da parcela do volume de água precipitado que é utilizado pelas culturas agrícolas no atendimento de

sua demanda evapotranspirométrica, ou seja, a parcela da precipitação total que não esco superficialmente e nem percola abaixo da zona radicular da cultura. Essa parcela, denominada é denominada, na agricultura, de precipitação efetiva é definida como a parte da precipitação que fica armazenada no solo até a profundidade efetiva das raízes das plantas e assim disponível para os cultivos. Neste trabalho serão consideradas três metodologias para o calculo da precipitação efetiva.

2 – DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa – PIVAS (Figura 1) está localizado nos municípios de Sousa e Aparecida, sertão do Estado da Paraíba, entre os paralelos 6° 19' e 7° 24'S e os meridianos 37° 55' e 38° 46'W, na sub-bacia do Rio do Peixe e bacia do rio Piranhas.

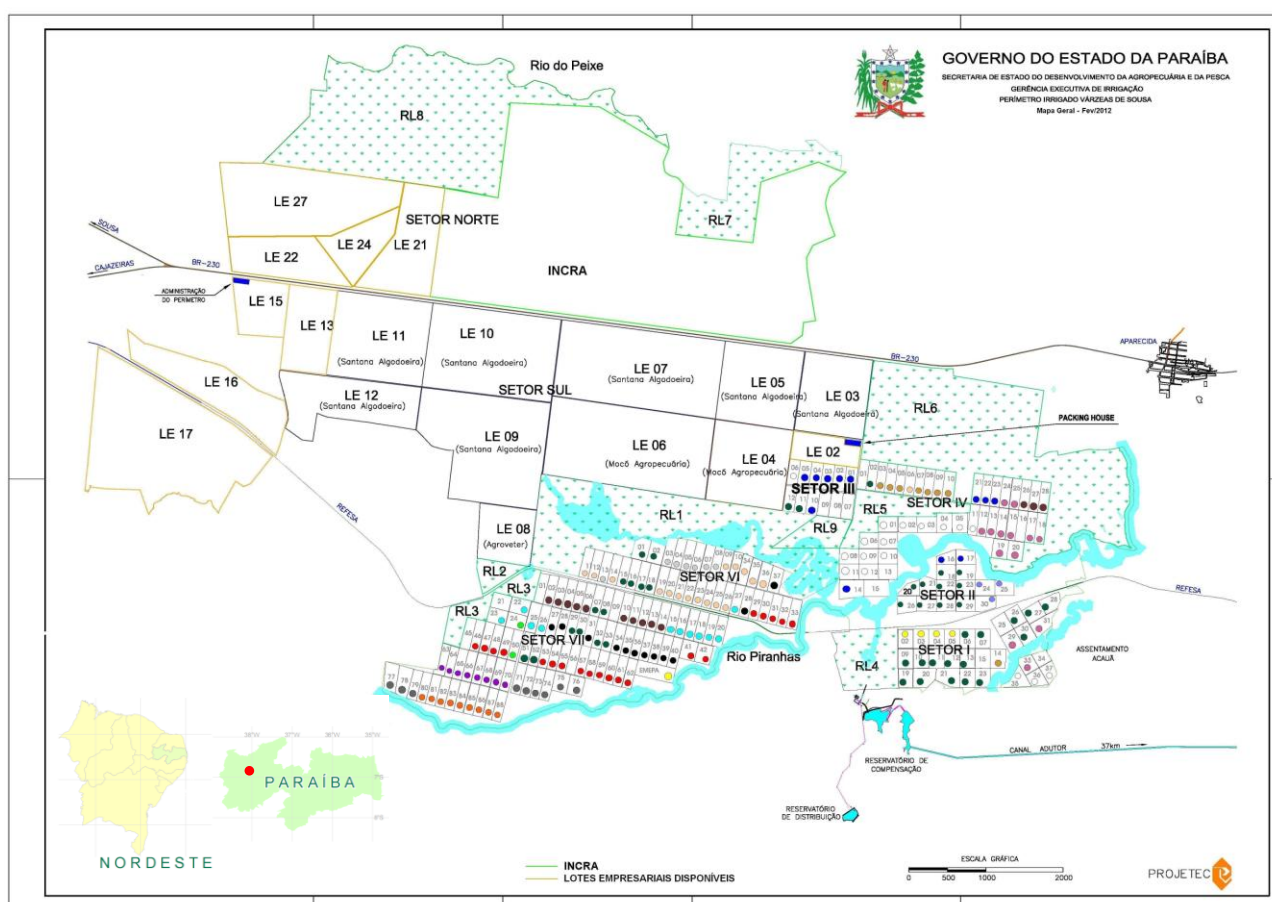


Figura 1 – Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa – PIVAS

Segundo a Classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw' (quente), com chuvas de verão-outono, resultantes da atuação das frentes de convergência intertropical (CIT). De acordo com Gaussen o clima da área é do Tipo 4aTh, clima tropical quente de seca acentuada, com 7 a 8 meses secos. O índice xerotérmico, que indica os números de dias biologicamente secos, está compreendido entre 150 e 200. O relevo apresenta-se plano e suave ondulado, com níveis altimétricos em torno de 200 m e desníveis médio de 50 m. (EMEPA, 2008).

A temperatura média anual é geralmente superior a 24°C com amplitude térmica anual inferior a 4°C. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses mais secos, entre outubro e janeiro e as menos elevadas entre os meses de abril e julho. A umidade relativa do ar varia de cerca de 55% no período seco a cerca de 75% no período de chuva. A insolação média anual é igual a 8,7 horas, sendo registrados, dados da velocidade média do vento anual de 3,0 m/s. As taxas de evaporação demonstram que os meses de outubro, novembro e dezembro apresentam maiores índices de evaporação e no período de abril a junho, são encontrados índices inferiores. A Tabela 1 apresenta dados climatológicos da Estação Climatológica de São Gonçalo.

Tabela 1 – Dados climatológicos da Estação Climatológica de São Gonçalo.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Temperatura (°C)	27,3	26,5	26,1	25,9	23,4	25,1	26,2	26,3	25,6	28,8	27,8	27,9	26,4
Insolação (horas/dias)	8,7	8,1	7,6	7,9	8,4	8,4	8,8	9,5	9,4	9,7	9,0	9,1	8,7
UR (%)	62	69	74	74	72	68	62	59	57	56	57	58	64
Velocidade do vento (m/s)	2,6	2,3	2,0	2,0	2,5	2,7	3,0	2,8	3,3	3,3	3,2	3,3	3,0
Evaporação (mm) Tanque Classe A	300,7	213,9	195,5	170,0	183,1	176,0	216,4	274,8	315,1	344,7	333,9	332,5	3056,6

Fonte: SCIENTEC (1997)

A média das precipitações anuais (Tabela 2) situa-se em torno de 780 mm, dos quais aproximadamente 67% ocorrem no trimestre mais chuvoso (fevereiro a abril).

Tabela 2 – Dados da precipitação média mensal do posto Sousa.

Precipitação média mensal (mm)												
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
88,5	153,4	218,9	156,7	71,5	28,8	11,6	4,0	3,6	6,4	12,8	32,8	783,9

Fonte: SUDENE (1990)

Segundo informações da Secretaria do Desenvolvimento da Agropecuária e Pesca do Estado da Paraíba – SEDAP, a área do perímetro é composta, basicamente, por dois tipos de solo: vertissolos e aluviais. Os vertissolos apresentam textura da classe argila, franco-argilosa ou muito argilosa. São solos imperfeitamente drenados e com taxa de infiltração baixa, apresentando um alto percentual de água disponível ao longo do perfil. Apresentam altos valores de cálcio e magnésio, e alumínio e hidrogênio sempre ausentes. Quanto à condutividade elétrica e saturação com sódio, apresentam valores baixos. Entre os aluviais predominam solos profundos de textura média. São solos moderadamente a imperfeitamente drenados. A taxa de infiltração varia de restrita a muito alta. Os teores de cálcio e magnésio trocáveis, a capacidade de troca de cátions e a saturação de bases são altas, conferindo uma boa fertilidade natural. A condutividade elétrica é sempre baixa. A percentagem de saturação com sódio é baixa nas camadas superiores apresentando, em algumas áreas, elevação nas camadas subsequentes, com tendência a sodificação.

O perímetro é abastecido por um canal de concreto de forma trapezoidal, com capacidade de 4 m³/s, que o liga ao sistema de reservatórios Coremas-Mãe D'água. A distância entre o perímetro irrigado e o ponto de captação nos reservatórios é de 37 km.

A infraestrutura de irrigação de uso comum é composta ainda de: Reservatório de compensação com capacidade de 150.000 m³; Canal de interligação; subestação elétrica; estação de bombeamento; reservatório de distribuição com capacidade de 105.000 m³ dotada de comporta hidráulica e sensores de níveis com antena para o sistema de automação; rede de distribuição de água; 216 tomadas de água de lotes contendo registro e hidrômetros reguladores de vazão e pressão; rede de drenagem coletora; estradas de acesso em terra com revestimento primário em material trabalhado e compactado; cercas externas do perímetro e das áreas de reserva legal; centro gerencial composto do escritório do distrito de irrigação.

No atual estágio da implantação das obras de infraestrutura de irrigação, falta a conclusão de 1,6 km da rede de distribuição de água para atender a lotes empresariais e acabamento final do Centro Gerencial para funcionamento do Distrito de Irrigação. Os equipamentos de irrigação parcelar dos 178 pequenos produtores também estão em fase de execução apresentando 144 kits já montados e funcionando.

A área total do PIVAS (Tabela 3) é de 6.335,74 há, sendo 1.473,55 ha destinados à Reserva Legal, Área de Preservação Permanente e Área de Infraestrutura/corredores da fauna; 81,8 ha destinados à pesquisa/experimentação/extensão; 1.007 ha cedidos ao INCRA para o assentamento de 141 famílias; 2.309,16 ha para o setor empresarial, divididos em 18 lotes com áreas 27 a 293 ha; e 2.605, 39 ha destinados a pequenos produtores divididos em 178 lotes com área de 5 e 10 ha. A área irrigável total é de 4.390,79 ha.

Paralelamente a execução das obras de infraestrutura de irrigação do Projeto, o processo de ocupação da área foi iniciado realizando-se o assentamento de irrigantes (178 pequenos produtores e 3 empresas agrícolas). Com o assentamento de irrigantes, o projeto iniciou também a sua operacionalização. Os 178 pequenos produtores assentados estão organizados em 14 Associações que foram fundadas para viabilizar captação de recursos para fins sociais tendo sido construídas casas nos 178 lotes com eletrificação e abastecimento d'água.

Na área dos pequenos produtores assentados existem atualmente cerca de 400 ha de culturas como banana, coco, milho, feijão e hortaliças implantadas com recursos próprios e financiadas pelo Banco do Nordeste e comercializadas na região e parte da produção (hortaliças orgânicas) atende ao Estado do Paraná, região. Na área empresarial, estão regularizadas 3 (três) empresas agrícolas numa área total de 1.399,10 ha abrangendo 10 (dez) lotes empresariais. A Mocó Agropecuária implantou a cultura da romã consorciado com 1.000 cabeças de ovinos, o arroz vermelho, a goiaba e outras cultivados no sistema orgânico para atender o mercado interno e externo. A empresa Santana

Algodoeira, por trabalhar com culturas temporárias, iniciou o cultivo da área em 2010 plantando a cultura do milho em regime de sequeiro dando lugar a cultura do algodão irrigado no segundo semestre.

Tabela 3 – Ocupação da área do PIVAS.

CATEGORIA	Nº DE LOTES	ÁREA (ha)
1.0 – Pequeno Produtor	179	2.065,39
1.1 – Pequenos produtores selecionados (178)	178	992,53
1.2 – Assentamento INCRA (141 famílias)	1	1.007,30
1.3 – Área de baixa aptidão para irrigação	-	65,56
2.0 – Empresarial	18	2.309,16
2.1 – Empresa Santana Algodoeira Ltda	7	1.025,51
2.2 – Empresa Mocó Agropecuária Ltda	2	324,17
2.3 – Empresa Agroveter	1	49,37
2.4 – Área disponível para licitação	8	910,11
3.0 – Pesquisa/Experimentação/Extensão	11	81,80
3.1 – EMEPA/PB	5	30,00
3.2 – Instituto Federal da Paraíba – Sousa-PB	2	10,00
3.3 – EMPASA/PB	3	14,64
3.4 – EMBRAPA (proposta a concretizar)	1	27,16
4.0 – Áreas Ambientais	-	1.473,55
4.1 – Reserva Legal	-	1.267,18
4.2 – Preservação Permanente	-	206,37
5.0 – Área de Infraestrutura/corredores da fauna	-	405,84
ÁREA TOTAL DO PERÍMETRO	208	6.335,74

Fonte: SEDAP.

3 – METODOLOGIA

3.1 – Estimativa da demanda hídrica para a agricultura irrigada

Para a estimativa da quantidade mensal de água para a irrigação da cultura agrícola j no perímetro ou área irrigada k durante o mês t utilizou-se a seguinte equação:

$$Q_{irr_{k,j,t}} = \frac{Nl_{k,j,t}}{(-LR_{k,j,t} - Esis_{k,j} \cdot Eap_j)} \cdot Ac_{k,j,n} \quad (1)$$

sendo $Nl_{k,j,t}$ a necessidade hídrica suplementar da cultura agrícola j no perímetro ou área irrigada k durante o mês t; $LR_{k,j,t}$ é a necessidade de lixiviação dos sais para a cultura agrícola j no mês t no perímetro ou área irrigada k; $Esis_{k,j}$ é a eficiência do sistema de distribuição de água para cada cultura agrícola j no perímetro ou área irrigada k, Eap_j é a eficiência da aplicação da irrigação por cultura agrícola e $Ac_{k,j,n}$ é a área plantada com a cultura agrícola j no perímetro ou área irrigada k no ano n.

A necessidade hídrica suplementar ($Nl_{k,j,t}$) ou a lâmina de rega suplementar que a planta necessita, para cada intervalo de tempo do seu ciclo vegetativo, pode ser estimada por:

$$Nl_{k,j,t} = ETP_{k,j,t} - Pe_{k,t} - G_{k,j,t} - W_{k,t} \quad (2)$$

sendo $Pe_{k,t}$ a taxa de precipitação que infiltra no solo, que fica efetivamente a disposição das plantas no mês t no perímetro ou área irrigada k , chamada de precipitação efetiva; $G_{k,j,t}$ é a dotação de água à zona radicular da cultura j durante o mês t por capilaridade que depende do tipo de solo e do nível do lençol freático no perímetro ou área irrigada k e $W_{k,t}$ é a reserva de água no solo no início do mês t que depende da capacidade de armazenamento de água no solo no perímetro ou área irrigada k . $ETP_{k,j,t}$ é a taxa de evapotranspiração potencial da cultura agrícola j no perímetro ou área irrigada k durante o mês t , que pode ser estimada, de forma aproximada, por:

$$ETP_{k,j,t} = kc_{j,t} \cdot ET0_{k,t} \quad (3)$$

sendo $kc_{j,t}$ é o coeficiente de cultivo mensal da cultura agrícola j que reflete a sua necessidade hídrica no mês t e $ET0_{k,t}$ é a evapotranspiração de referência no mês t no perímetro ou área irrigada k .

A precipitação efetiva $Pe_{k,t}$ pode ser estimada pelas metodologias descrita seguir:

3.1.1 – Precipitação efetiva: Método FAO/AGLW

O método proposto pela FAO/AGLW (Brower e Heibloen, 1986) foi desenvolvido para climas áridos e sub-úmido, para terrenos com declividades entre 4% e 5%, estimando-se as perdas por escoamento superficial e percolação. A formula empírica obtida foi:

$$P_{ef} = \begin{cases} 0,8 * Pt - 25, & \text{para } Pt \geq 75\text{mm} \\ 0,6 * Pt - 10, & \text{para } Pt < 75\text{mm} \end{cases} \quad (4)$$

sendo P_{ef} a precipitação efetiva, em mm/mês e Pt – precipitação total, em mm/mês.

A metodologia é utilizada pelo modelo CISDERGO (Curi e Curi, 2001a) e ORNAP (Curi e Curi, 2001b). Sampaio *et al.* (2000) utilizou a metodologia no município de Lavras – MG, concluindo que seus valores se aproximam da precipitação com 50% de probabilidade de ocorrência.

3.1.2 – Precipitação efetiva: Método USDA

O método proposto pelo United States Department of Agriculture - USDA (Clarke, 1998 apud Barbosa *et al.*, 2005) foi desenvolvido por meio de balanços hídricos relacionando a entrada da precipitação com as saídas, por escoamento superficial e percolação, bem como a água retida na zona radicular, para várias culturas. Os pesquisadores chegaram as seguintes formulas:

$$P_{ef} = \begin{cases} \frac{P_t * (25 - 0,2 * P_t)}{125}, & \text{para } P_t < 250\text{mm} \\ 125 + 0,1 * P_t, & \text{para } P_t \geq 250\text{mm} \end{cases} \quad (5)$$

sendo P_{ef} a precipitação efetiva, em mm/mês e P_t – precipitação total, em mm/mês.

A metodologia foi utilizada por Lopes e Freitas (2003) para avaliar as demandas de água para a irrigação na bacia do rio São Francisco. Barbosa *et al.* (2005) utilizam essa metodologia com vistas a possibilitar uma estimativa mais precisa do balanço hídrico e das necessidades de irrigação das culturas para fins de suporte técnico no planejamento e concessão de outorgas de direito de uso de água para irrigação. Sampaio *et al.* (2000) utilizou a metodologia no município de Lavras – MG, concluindo que seus valores se aproximam da precipitação com 80% de probabilidade de ocorrência.

3.1.3 – Precipitação efetiva: Método USDA/SCS

A metodologia desenvolvida pelo Soil Conservation Service do United States Department of Agriculture – SCS/USDA, em 1969, (Doorenbos e Pruitt, 1992) relaciona a precipitação média mensal com a evapotranspiração potencial da cultura agrícola j no mês t , como apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores da precipitação efetiva em função da evapotranspiração potencial da cultura agrícola e da precipitação média mensal.

		Precipitação média (mm/mês)															
		12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100	112,5	125	137,5	150	162,5	175	187,5	200
		Precipitação efetiva (mm/mês)															
Evapotranspiração potencial (mm/mês)	25	8	16	24													
	50	8	17	25	32	39	46										
	75	9	18	27	34	41	48	56	62	69							
	100	9	19	28	35	43	52	59	66	73	80	87	94	100			
	125	10	20	30	37	46	54	62	70	76	85	92	98	107	116	120	
	150	10	21	31	39	49	57	66	74	81	89	97	104	112	119	127	133
	175	11	23	32	42	52	61	69	78	86	95	103	111	118	126	134	141
	200	11	24	33	44	54	64	73	82	91	100	109	117	125	134	142	150
	225	12	25	35	47	57	68	78	87	96	108	115	124	132	141	150	159
	250	13	25	38	50	61	72	84	92	102	112	121	132	140	150	158	167

A metodologia considera que a altura da água da irrigação que pode ser armazenada eficazmente sobre a zona da raiz é igual a 75 mm. A Tabela 5 apresenta os fatores de correção para diferentes condições de armazenamento.

Tabela 5 – Fator de correção da precipitação efetiva em função do armazenamento inicial de água no solo

Armazenamento inicial de água no solo (mm)	20	25	27,5	50	62,5	75	100	125	150	175	200
Fator de correção	0,73	0,77	0,86	0,93	0,97	1,00	1,02	1,04	1,06	1,07	1,08

Para FAHMA-DREER (2003) a adoção de um valor para o armazenamento é uma simplificação que não representa erro significativo. De modo que variações da ordem de 30% para mais ou para menos no armazenamento inicial de água no solo – o que abrange a maioria dos solos sob irrigação – implicam em correções na precipitação efetiva que não ultrapassam 7%. Tal magnitude de correção é, em muitos casos, inferior ao erro embutido na totalização mensal dos valores lidos de precipitação.

3.1.4 – Lixiviação dos sais

Para a determinação da necessidade de lixiviação dos sais ($LR_{j,k,t}$) dissolvidos que se acumulam no solo cultivado utilizou as equações propostas por Rhoades e Merrill (1976 apud GOMES, 1999):

- Para irrigação por inundação ou aspersão de baixa frequência:

$$LR_{j,k,t} = \frac{CEa_{k,t}}{5 \cdot CE_j - CEa_{k,t}} \quad (6)$$

- Para irrigações de alta frequência (gotejamento e microaspersão):

$$LR_{j,k,t} = \frac{CEa_{k,t}}{5 \cdot CE_j} \quad (7)$$

sendo $CEa_{k,t}$ a condutividade elétrica da água de irrigação aduzida para o perímetro irrigado k durante o mês t (em dS/m), medida a 25 °C; CE_j a condutividade elétrica do extrato de solo saturado (em dS/m) e que acarreta uma determinada redução no rendimento potencial da cultura agrícola j .

Conforme sugerido por Ayers e Westcot (1985 apud GOMES, 1999), escolhe-se o valor de CE_j que acarreta uma redução 10% do rendimento potencial da cultura agrícola j para a aplicação da Equação 6 e de 100% para a aplicação da Equação 7.

3.2 – Dados utilizados

A Tabela 6 apresenta as culturas agrícolas cultivadas no PIVAS no ano de 2011, bem como a área cultivada por cada cultura agrícola, o sistema de irrigação e o calendário de cultivo.

Tabela 6 – Culturas agrícolas cultivadas no PIVAS em 2001.

Usuário	Cultura agrícola	Método de irrigação	Área (ha)	Calendário de cultivo											
				Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Santana Algodoeira	Milho (s)	Sequeiro	700,0												
	Algodão (es)	Pivô	800,0												
Mocó Agropecuária	Romã	Microaspersão	70,0												
	Goiaba	Microaspersão	14,0												
	Arroz (s)	Superfície	35,5												
	Milho (s)	Aspersão	10,0												
	Capim (s)	Aspersão	30,0												
	Sorgo (s)	Aspersão	4,0												
	Sorgo (s)	Sequeiro	100,0												
	Arroz (es)	Superfície	30,0												
	Milho (es)	Aspersão	10,0												
	Capim (s)	Aspersão	40,0												
Pequenos Produtores	Coco	Microaspersão	320,0												
	Banana	Microaspersão	195,0												
	Manga	Microaspersão	7,0												
	Goiaba	Microaspersão	10,0												
	Mamão	Microaspersão	3,0												
	Macaxeira	Aspersão	30,0												
	Melancia (s)	Microaspersão	10,0												
	Pimentão (s)	Microaspersão	3,0												
	Berinjela (s)	Microaspersão	3,0												
	Abóbora (s)	Microaspersão	20,0												
	Abobrinha (s)	Microaspersão	5,0												
	Milho (s)	Aspersão	40,0												
	Feijão macassar (s)	Microaspersão	15,0												
	Pimentão (es)	Microaspersão	5,0												
	Berinjela (es)	Microaspersão	5,0												
	Abobrinha (es)	Microaspersão	5,0												
	Milho (es)	Aspersão	40,0												
	Feijão (es)	Microaspersão	20,0												

s – cultura agrícola temporária cultivada no período chuvoso; es – cultura agrícola cultivada temporária no período seco

Fonte: SEDAP.

Tem-se que a área utilizada no ano de 2011 foi de 2.579,5 ha, sendo que 736,0 ha foram utilizados pelos pequenos produtores e 1.843,5 ha pelo setor empresarial. Observa-se que há 700 ha de milho e 100 ha de sorgo cultivados em regime de sequeiro, ou seja, será utilizada apenas a água proveniente da precipitação para suprir as necessidades hídricas dessas culturas agrícolas. Logo a área irrigável foi de 1.779,5 ha.

Os dados de precipitação foram fornecidos pela AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, para o posto pluviométrico da cidade de Sousa. A Tabela 7 apresenta os valores mensais do referido posto para o ano de 2011..

Tabela 7 – Precipitação mensal do posto pluviométrico da cidade de Sousa em 2011.

Posto Pluviométrico	Precipitação mensal (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Sousa	274,3	292,3	109	169	97,1	25,6	23,2	1,8	9	62,2	7,6	7,8

Fonte: AESA.

A evapotranspiração de referencia foi obtida a partir de dados observados do tanque “Classe A” (Tabela 8) do posto climatológico de São Gonçalo. Os valores mensais do coeficiente do tanque Kp para a área irrigada foram estimados de acordo com a metodologia de Doorenbos e Pruitt (1976 apud Gomes, 1999) considerando os dados mensais da velocidade do vento e da umidade relativa do ar da estação climatológica de São Gonçalo.

Tabela 8 – Dados de evaporação média mensal do tanque “Classe A” e do coeficiente Kp.

Posto Climatológico	Evaporação média mensal (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
São Gonçalo ¹	300,7	213,9	195,5	170	183,1	176	216,4	274,8	315,1	344,7	333,9	332,5
Kp	0,7	0,7	0,85	0,85	0,75	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Fonte: SCIENTEC (1997)

Os coeficientes de cultivo das cultuas agrícolas para cada estagio de desenvolvimento foram determinados seguindo as determinações de Allen *et al* (1998), Gomes (1999), Doorenbos e Kassam (2000) e Savva e Frenken (2002). Considerou-se que as culturas agrícolas perenes estão na fase de produção.

Os dados referentes ao sistema de irrigação estão dispostos na Tabela 9. A eficiência de distribuição (Esis) está de acordo com Doorenbos e Kassam (2000) e Gomes (1999). A eficiência de aplicação (Eap) segue a disposição da Resolução nº 687 da Agencia Nacional de Águas (ANA, 2004).

Tabela 9 - Dados do sistema de irrigação aplicado para as culturas agrícolas.

Sistema de irrigação	Eap	Esis
Pivô	0,75	0,80
Microaspersão	0,85	0,80
Superfície	0,50	0,80
Aspersão	0,65	0,80

A condutividade elétrica das águas do reservatório Coremas/Mãe D'água, segundo dados da SUDEMA (2012), é de cerca 0,2155 dS/m (valor médio com base nos valores de 2005 a 2007)

sendo considerada de boa qualidade não sendo necessário dotações de água para lixiviação de sais no solo (Ayers e Westcot, 1999).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 10 apresenta a quantidade de água requerida por cada cultura agrícola cultivada no PIVAS no ano de 2011, considerando as três metodologias para o cálculo da precipitação efetiva.

Tabela 10 – Necessidade hídrica das culturas agrícolas cultivadas no PIVAS em 2001.

Usuário	Cultura agrícola	Método de irrigação	Necessidade hídrica (10 ³ m ³)		
			Método FAO/AGLW	Método USDA	Método USDA/SCS
Santana Algodoeira	Milho (s)	Sequeiro	1.171,2	916,4	966,6
	Algodão (es)	Pivô	7.529,5	6.904,7	7.007,1
Mocó Agropecuária	Romã	Microaspesão	1.343,6	1.215,0	1.247,3
	Goiaba	Microaspesão	287,7	261,9	266,9
	Arroz (s)	Superfície	152,0	89,6	125,1
	Milho (s)	Aspersão	32,2	25,2	26,6
	Capim (s)	Aspersão	165,0	124,5	133,7
	Sorgo (s)	Aspersão	10,5	5,1	8,6
	Sorgo (s)	Sequeiro	136,2	66,0	111,7
	Arroz (es)	Superfície	533,0	497,9	499,4
	Milho (es)	Aspersão	139,0	130,3	128,7
	Capim (s)	Aspersão	699,9	663,8	657,5
Pequenos Produtores	Coco	Microaspesão	6.699,1	6.059,5	6.207,1
	Banana	Microaspesão	3.809,7	3.401,3	3.537,0
	Manga	Microaspesão	144,1	129,8	134,0
	Goiaba	Microaspesão	205,5	187,1	190,7
	Mamão	Microaspesão	77,8	70,7	71,8
	Macaxeira	Aspersão	745,6	692,4	699,9
	Melancia (s)	Microaspesão	25,8	19,8	21,2
	Pimentão (s)	Microaspersão	8,1	5,0	6,6
	Berinjela (s)	Microaspersão	8,7	5,6	7,1
	Abóbora (s)	Microaspersão	97,2	85,2	77,9
	Abobrinha (s)	Microaspersão	6,4	3,3	5,9
	Milho (s)	Aspersão	128,7	100,7	106,2
	Feijão macassar (s)	Microaspersão	19,6	13,4	15,8
	Pimentão (es)	Microaspersão	56,5	53,0	52,9
	Berinjela (es)	Microaspersão	55,2	51,7	51,5
	Abobrinha (es)	Microaspersão	40,6	37,1	37,3
	Milho (es)	Aspersão	556,0	521,3	514,9
	Feijão (es)	Microaspesão	146,8	133,6	132,7
TOTAL			25.031,1	22.470,8	23.049,5

Observa-se que a utilização método FAO/AGLW para o cálculo da precipitação efetiva resultou nos maiores valores de necessidade de irrigação para as culturas agrícolas. A utilização dos métodos USDA e USDA/SCS resultará numa redução de 9% e 7%, respectivamente, na necessidade de irrigação quando comparada com o método FAO/AGLW.

Tem-se que a precipitação no ano de 2011 não consegue suprir, plenamente, as necessidades hídricas do milho e do sorgo, mesmo sendo cultivado no período chuvoso, havendo um déficit hídrico (ou necessidade hídrica) de cerca 1.018.062,5 m³ (em média) para a cultura agrícola do milho e de cerca 104.629,8 m³ (em média) para a cultura do sorgo.

A Tabela 11 mostra que a cultura agrícola do milho pode ter cerca de 34% de déficit hídrico, chegando ao valor de 69% (segundo o Método FAO/AGLW), de 56% (segundo o Método USDA) e de 55% (Método USDA/SCS) na fase de floração. Isso é preocupante, pois segundo Doorenbos e Kassam (2000) a limitação de água sobre o rendimento do milho é considerável, sendo mais vantajoso atender, dentro do possível, a todas as necessidades hídricas para obter o rendimento próximo do máximo possível sobre uma área limitada, em vez de se distribuir a água limitada sobre uma área maior. Quanto ao sorgo o maior déficit hídrico foi de cerca 31% chegando ao valor de 56% (segundo o Método FAO/AGLW), de 36% (segundo o Método USDA) e de 45% (Método USDA/SCS) no período da formação e saída da espiga. Apesar de ser uma cultura agrícola mais resistente a seca do que o milho Doorenbos e Kassam (2000) recomenda que o déficit hídrico seja o mínimo possível no período da floração e no início da colheita.

Tabela 11 – Porcentagem do déficit hídrico das culturas agrícolas de sequeiro

Cultura agrícola de sequeiro	% déficit hídrico da cultura agrícola		
	Método FAO/AGLW	Método USDA	Método USDA/SCS
Milho	33,6	26,3	27,7
Sorgo	31,1	15,1	25,5

A Figura 2 apresenta a quantidade mensal de água para a irrigação para o PIVAS no ano de 2011, considerando as três metodologias para o cálculo da precipitação efetiva.

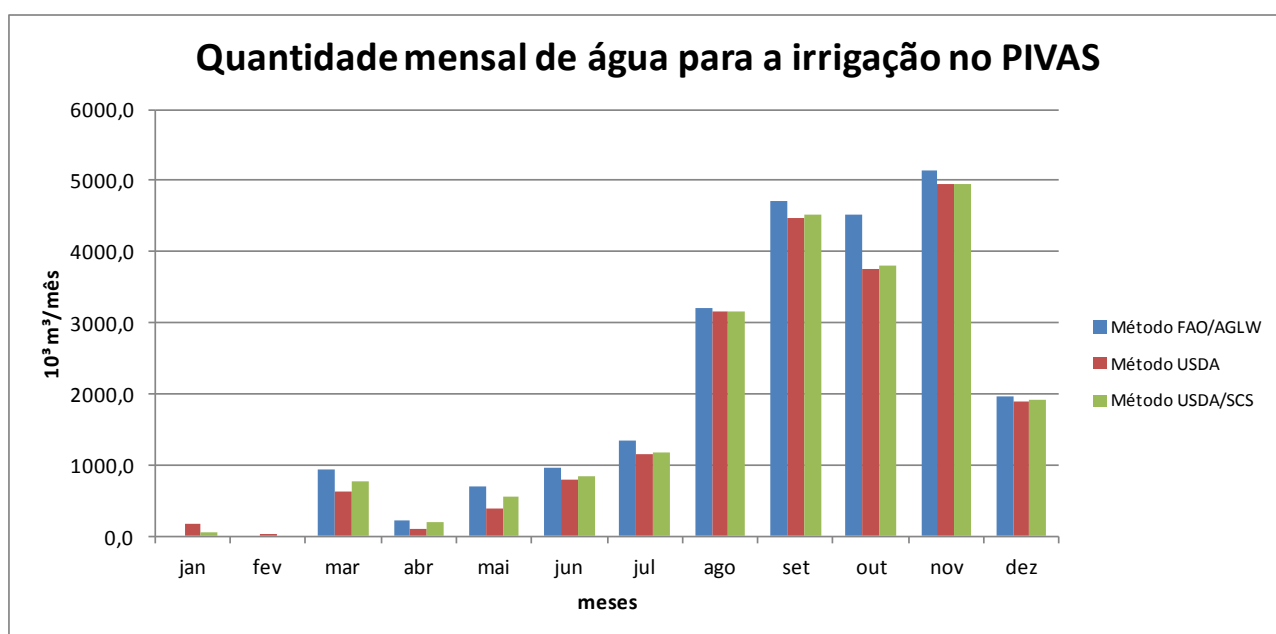


Figura 2 – Quantidade mensal de água para irrigação no PIVAS em 2011.

Observa-se um comportamento semelhante para as três metodologias, sendo as maiores quantidades de água requerida (mais de 3 milhões de metros cúbicos) nos meses entre agosto e novembro, período este considerado seco.

Tem-se que a infraestrutura de irrigação do perímetro, com capacidade de 4 m³/s (10.368.000,00 m³/mês), consegue atender as necessidades hídricas das culturas agrícolas, entretanto vale lembrar que a área utilizada em 2011 (1.779,5 ha) corresponde a 41% da área irrigável total enquanto que a maior quantidade de água requerida (5.136.458,28 m³ no mês de novembro segundo o método FAO/AGWL) corresponde a cerca de 50% da capacidade de irrigação.

5 – CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou uma metodologia para a quantificação da demanda hídrica de perímetros irrigados ou área irrigáveis considerando três metodologias para o cálculo da precipitação efetiva.

Tem-se que as três metodologias utilizadas para o cálculo da precipitação efetiva apresentam comportamento semelhante sendo que o método FAO/AGWL resultou nos maiores valores de necessidade de irrigação para as culturas agrícolas no perímetro irrigado estudado.

Os resultados mostraram que a infraestrutura do sistema de irrigação consegue atender as necessidades hídricas das culturas agrícolas cultivadas no ano de 2011. Vale salientar que apenas 41% da área irrigável total esta sendo utilizada.

O cultivo do milho e do sorgo em regime de sequeiro terá seu rendimento comprometido devido a déficit hídricos ocorridos no período da floração e da formação e saída da espiga.

BIBLIOGRAFIA

- ANA – Agencia Nacional de Águas (2007). *Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil*. Caderno de Recursos Hídricos, 2. ANA Brasília – DF, 126 p.
- ANA - Agencia Nacional de Águas (2004). Resolução nº 687, de 03 de Dezembro de 2004.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. (1998) *Crop Evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome – Italy.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. (1999) *A qualidade da água na agricultura*. 2ª ed. DEAg/CCT/UFPB Campina Grande – PB, 153 p.(Estudos FAO irrigação e drenagem, 29 revisado 1)
- BARBOSA, F. C.; TEIXEIRA, A. dos S.; GONDIM, R. S. (2005). “*Espacialização da Evapotranspiração de Referência e Precipitação Efetiva para Estimativa das Necessidades de Irrigação na Região do Baixo Jaguaribe – CE*”. Revista Ciência Agronômica, 36 (1), pp.24-33.

- BROWER, C.; HEIBLOEN, M. (1986). *Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs*. Training Manual n. 3. Rome.
- CURI, W. F e CURI, R.C. (2001a) “*CISDERGO – Cropping and Irrigation System Design with Reservoir and Groundwater Optimal Operation*” in Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracaju, Nov. 2001. CD-ROM.
- CURI, W. F.; CURI, R.C. (2001b). “*ORNAP - Optimal Reservoir Network Analysis Program*” in: Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracaju, Nov. 2001. CD-ROM
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. (2000). Tradução de H. R. Gheyi, A. A. de Sousa, F. A. V. Damasceno, J. F. de Medeiros. “*Efeito da Água no Rendimento das Culturas*”. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, v. 33, UFPB, Campina Grande – PB, 360p.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. (1984). *Crop Water Requirements*. FAO, Irrigation and Drainage Paper, 24. Rome - Italy. 144 p.
- EMEPA – EMPRESA ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA PARAÍBA S/A. Disponível em: <http://www.emepa.org.br>. Data da consulta: 5 de março de 2008.
- FAHMA-DREER (2003). *Estimativa das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN*. Relatório Final – Metodologia e Resultados Consolidados. Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. 201p.
- GOMES, H. P. (1999). *Engenharia de Irrigação Hidráulica dos Sistemas Pressurizados, Aspersão e Gotejamento*. Editora Universitária – UFPB, Campina Grande-PB, 412 p.
- LOPES, A. V.; FREITAS, M. A. S. (2003). “*Avaliação das Demandas e Ofertas Hídricas na Bacia do Rio São Francisco Usando Modelo de Rede de Fluxo*” in Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba, Nov. 2003. (CD-ROM).
- SAMPAIO, S. C.; CORRÊA, M. M.; BÔAS, M. A. V.; OLIVEIRA, L. F. C. (2000). “*Estudo da Precipitação Efetiva para o Município de Lavras, MG*”. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 4 (2), pp. 210-213.
- SAVVA, A. P.; FRENKEN, K. (2002). *Crop Water requirements and Irrigation Scheduling*. FAO, Irrigation Manual Module 4. Harare. 122p.
- SCIENTEC (1997). Associação para Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. *Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba: Bacias do Rio Piancó e do Alto Piranhas*. SEPLAN. Paraíba. Brasil.
- SUDENE (1990). *Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste – Estado da Paraíba*. Série pluviométrica 5. Recife – PE. Brasil.
- SUDEMA – SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <http://www.sudema.pb.org.br>. Data da consulta: 7 de maio de 2012.