

# **ESTUDO COMPARATIVO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA PRECIPITAÇÃO EFETIVA PARA O MUNICÍPIO DE CANINDÉ DO SÃO FRANCISCO, SERGIPE**

SOUSA, I. F. de<sup>1</sup>; AMORIM, J. R. A. de<sup>2</sup>; BARBOSA, E. P.<sup>3</sup>; RESENDE, R. S.<sup>4</sup>; CRUZ, M. A. S.<sup>5</sup>; COSTA, O. A.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Prof. Adjunto, D. Sc., Unidade Acadêmica de Serra Talhada/UFRPE, Fazenda Saco, C.P. 63, CEP 56900-000, Serra Talhada, PE, Fone: (0xx87) 3831-1927, E-mail: inajafrancisco@yahoo.com.br.

<sup>2</sup>Engº Agrº, M. Sc., Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira-Mar, 3250, Praia 13 de Julho, C.P. 44, CEP 49001-970, Aracaju, SE.

<sup>3</sup>Engº Agrº, Especialista em Recursos Hídricos, SAGRI/DEHIDRO, Rua "T", 101, Bairro América, CEP 49080-000, Aracaju, SE.

<sup>4</sup>Engº Agrº, D. Sc., Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira-Mar, 3250, Praia 13 de Julho, C.P. 44, CEP 49001-970, Aracaju, SE.

<sup>5</sup>Engº Civil, D. Sc., Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira-Mar, 3250, Praia 13 de Julho, C.P. 44, CEP 49001-970, Aracaju, SE.

<sup>6</sup>Geógrafo, Especialista em Recursos Hídricos, SEMARH/CEMESE, Rua Vila Cristina, 1051, São José, CEP 49020-150, Aracaju, SE.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia  
02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo o estudo comparativo de métodos de estimativa da precipitação efetiva para o Município de Canindé do São Francisco, localizado na microrregião Sergipana do Sertão do São Francisco. Foram utilizados dados pluviais de uma série histórica de 93 anos, relativos ao período de 1912 a 2004, pertencentes à base de dados da rede pluviométrica do Departamento Agropecuário do Estado de Sergipe – DEAGRO. Para o cálculo da precipitação efetiva, fez-se uso dos seguintes métodos: Porcentagem Fixa de Precipitação (70% e 90%), Fórmula Empírica (AGLW-FAO) e Soil Conservation Service Method (SCS-USDA), com auxílio do programa CropWat for Windows desenvolvido pela FAO. Tanto o método do SCS-USDA quanto o da Porcentagem Fixa de 90% fornecem valores de precipitação efetiva mensal superestimados e próximos à precipitação total mensal média, não se aconselhando a aplicação destes métodos para o dimensionamento de projetos e planejamento da irrigação. Desse modo, recomenda-se a utilização do método da Fórmula Empírica (AGLW-FAO) não só para o dimensionamento de novos projetos, bem como para o planejamento e manejo da irrigação no Município de Canindé do São Francisco.

**PALAVRAS-CHAVE:** chuva efetiva, CropWat for Windows, planejamento da irrigação

## **COMPARATIVE STUDY OF EFFECTIVE RAINFALL ESTIMATIVE METHODS FOR THE MUNICIPALITY OF CANINDÉ DO SÃO FRANCISCO, IN SERGIPE STATE, BRAZIL**

**ABSTRACT:** This work was carried out aiming at the comparative study of effective rainfall estimative methods for the Municipality of Canindé do São Francisco, located in the semi-arid region of the Sergipe State. It was used precipitation data of a 93 years serie, related to the period from 1912 to 2004, observed by the pluviometrical network of the Agricultural Department of the Sergipe State – DEAGRO. In order to calculate the effective rainfall, three methods were used: Fixed Percentage (70% e 90%), Empirical Formula (FAO-AGLW), and Soil Conservation Service Method (USDA-SCS), with the support of the CropWat computer program for Windows developed by FAO. As both the Fixed Percentage of 90% and USDA-

SCS methods provide values of monthly effective precipitation overestimated and next to the average monthly total rainfall, it is not indicated the application of these methods on the design of projects and planning of the irrigation. In this way, it is recommended to use the Empiric Formula method (FAO-AGLW) for designing new projects, as well for planning and managing the irrigation in the Municipality of Canindé do São Francisco.

**KEYWORDS:** effective rainfall, CropWat for Windows, irrigation planning

**INTRODUÇÃO:** A produtividade das culturas agrícolas está diretamente correlacionada com as precipitações pluviais (Tubielis, 1988), visto que esta é um dos fatores meteorológicos que mais exercem influência sobre as condições ambientais. A parcela da precipitação total que as plantas usam para atender aos seus requerimentos hídricos consuntivos é denominada precipitação efetiva, a qual é um componente importante dos recursos hídricos que contribui para a irrigação (USDA, 1970; Obreza e Pitts, 2002). Contudo, a maioria dos projetos de irrigação é dimensionada em termos de irrigação total, não se considerando a contribuição da precipitação efetiva para o atendimento das necessidades hídricas das culturas. Assim, quando a quantidade de água necessária para irrigação é superestimada, têm-se como consequências sistemas superdimensionados, encarecendo o custo de irrigação por unidade de área e levando à aplicação excessiva de água (Bernardo, 1989; Sampaio et al., 2000). Atualmente, sobretudo para fins de planejamento e manejo da irrigação, a tendência é viabilizar o aproveitamento das precipitações, considerando-se a chuva efetiva como água disponível às plantas, reduzindo, desse modo, os custos com a operação e manutenção do sistema. A falta de informações climáticas, análises das características da distribuição da precipitação atmosférica e de técnicas baseadas em critérios probabilísticos, que geralmente envolvem riscos, são algumas das razões que levam o técnico a projetar e utilizar o sistema para irrigação total (Sampaio et al., 2000). Portanto, este trabalho teve como objetivo o estudo comparativo de métodos de estimativa da precipitação efetiva para o Município de Canindé do São Francisco, localizado na microrregião Sergipana do Sertão do São Francisco.

**MATERIAL E MÉTODO:** O presente trabalho foi desenvolvido na microrregião Sergipana do Sertão do São Francisco, especificamente para o Município de Canindé do São Francisco, onde está instalado o Projeto de Irrigação Califórnia, definido geograficamente pelas coordenadas 9° 42' de latitude Sul e 37° 49' de longitude a Oeste de Greenwich, a uma altitude de 207 m. Área total do Perímetro Irrigado é de 3.980 ha, sendo a superfície útil irrigável de 1.360 ha e a superfície útil dependente de chuva (em sequeiro) de 1.830 ha. Os tipos de solo que ocorrem na área do Perímetro estão classificados como: Luvisolo, Neossolos, Vertissolos, Cambissolos e Argissolos (Embrapa, 1999). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é Bssh', isto é, clima quente, semi-árido, tipo estepe, com estação chuvosa no outono e 7 a 8 meses considerados mais secos. O estudo foi realizado utilizando-se dados pluviais de uma série histórica de 93 anos, relativos ao período de 1912 a 2004, pertencentes à base de dados da rede pluviométrica do Departamento Agropecuário do Estado de Sergipe – DEAGRO (Tabela 1). Para o cálculo da precipitação efetiva, foram utilizados os seguintes métodos: Porcentagem Fixa de Precipitação (70% e 90%), Fórmula Empírica (AGLW-FAO) e Soil Conservation Service Method (SCS-USDA), com auxílio do programa CropWat for Windows desenvolvido pela FAO (Clarke, 1998). No método da Porcentagem Fixa, a chuva efetiva é estimada de acordo com a seguinte fórmula:  $P_{efetiva} = \% \text{ da } P_{total}$ , em que a porcentagem fixa adotada deve ser um valor que leve em conta

as perdas por escoamento superficial e percolação profunda, consideradas, normalmente, entre 10% e 30% (Smith, 1992). Para o método da Fórmula Empírica (AGLW-FAO), são utilizadas as equações:  $P_{efetiva} = 0,6 P_{total} - 10$ , para  $P_{total} < 70$  mm, e  $P_{efetiva} = 0,8 P_{total} - 24$ , para  $P_{total} > 70$  mm, desenvolvidas com base em análises realizadas para diferentes climas áridos e subúmidos (Smith, 1992). Já no método do SCS-USDA, faz-se uso das seguintes fórmulas:  $P_{efetiva} = P_{total} / 125 (125 - 0,2 P_{total})$ , para  $P_{total} < 250$  mm, e  $P_{efetiva} = 125 + 0,1 P_{total}$ , para  $P_{total} > 250$  mm, o qual foi desenvolvido por meio de balanços hídricos relacionando-se a entrada da precipitação com as saídas por escoamento superficial e percolação, bem como a água retida no zona radicular, para várias culturas (USDA, 1970; Sampaio et al., 2000).

Tabela 1. Precipitações totais médias (mm), relativas ao período de 1912 a 2004, observadas para o Município de Canindé do São Francisco, Sergipe<sup>1</sup>.

Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
41,9	41,8	54,8	59,9	60,7	62,1	53,0	29,7	14,8	13,4	20,3	40,6	493,0

<sup>1</sup> Fonte: Departamento Agropecuário do Estado de Sergipe – DEAGRO.

**RESULTADOS:** Na Tabela 2, são apresentados os resultados obtidos para a precipitação efetiva, estimadas pelos três diferentes métodos aplicados, para o Município de Canindé do São Francisco. Verifica-se que os valores totais anuais de precipitação efetiva fornecidos pelos métodos da Porcentagem Fixa de 70% e 90%, da Fórmula Empírica (AGLW/FAO) e do SCS-USDA foram, respectivamente, 345,2, 443,6, 178,9 e 454,9 mm. Com base nestes dados, constata-se que o método da Fórmula Empírica (AGLW/FAO) proporcionou a estimativa do menor valor de precipitação efetiva total anual, enquanto o do SCS-USDA forneceu o maior, embora este esteja apenas um pouco acima do valor fornecido pelo método da Porcentagem Fixa de 90%. Comparando-se, também, os resultados obtidos para a precipitação efetiva total anual com a precipitação total anual média (493,0 mm), registrada para o município em estudo (Tabela 1), nota-se que os valores estimados pelos métodos da Fórmula Empírica (AGLW/FAO) e do SCS-USDA representam cerca de 36% e 93% daquela, respectivamente. Isto evidencia que o método do SCS-USDA superestimou a precipitação efetiva, não se adequando às condições do Município de Canindé do São Francisco, cujo clima é semi-árido, propício à ocorrência de trovoadas, e os solos são predominantemente de textura argilosa, o que dificulta a drenagem e favorece o escoamento superficial. Para Dastane (1974) e Obreza e Pitts (2002), este método deve ser aplicado às áreas que recebem chuva de intensidade baixa e aos solos que têm taxas de infiltração elevadas; pois, ele superestima a precipitação efetiva para solos mal drenados (Patwardhan et al., 1990). Analisando-se a Figura 1, verifica-se que o período chuvoso se concentra nos meses de março a julho. Neste período, os valores estimados pelos métodos da Porcentagem Fixa de 90% e do SCS-USDA foram praticamente iguais. Observa-se, ainda, que os valores calculados pela Fórmula Empírica (AGLW/FAO), para o mesmo período, foram bem menores em relação aos demais métodos utilizados, apesar de este ser o período em que aquela apresentou a menor perda média (57%) em comparação aos valores médios da precipitação total mensal. Quanto ao método da Porcentagem Fixa de 70%, nota-se que os valores estimados por este situaram-se na porção intermediária entre os obtidos pela Fórmula Empírica (AGLW/FAO) e os valores de precipitação total médios da série histórica. O período seco, por sua vez, está compreendido entre os meses de agosto a fevereiro, verificando-se uma tendência de aproximação entre os valores da precipitação efetiva mensal, estimados pelos métodos da Porcentagem Fixa de 90 e do SCS-USDA, em relação aos valores médios da precipitação total mensal, principalmente entre os meses de setembro e novembro, nos quais os valores calculados pelo método do SCS-USDA são praticamente idênticos aos valores médios mensais da série histórica considerada,

representando uma perda média de apenas 3%. De um modo geral, a amplitude de variação entre os valores estimados da precipitação efetiva mensal pelos três métodos e os da precipitação total mensal média reduziu sensivelmente, em relação ao período das chuvas. O método da Fórmula Empírica (AGLW/FAO), assim como constatado no período chuvoso, foi o que estimou os mais baixos valores de precipitação efetiva, atingindo valores nulos nos meses de setembro e outubro. Isto porque ele combina os efeitos das perdas estimadas devido ao escoamento superficial e percolação profunda aos de uma precipitação com 80% de probabilidade de excedência, o que equivale a dizer que, em cada cinco anos, quatro poderão apresentar chuvas acima do valor estimado, caracterizando um ano seco (Smith, 1992); aspecto peculiar a regiões semi-áridas, como a da microrregião Sergipana do Sertão do São Francisco, em que se desenvolveu o estudo. Assim ao retratar a possibilidade de ausência de precipitação efetiva em alguns meses do ano, o método da Fórmula Empírica (AGLW/FAO) revela a necessidade de aporte de água para o atendimento total da demanda hídrica da cultura a ser irrigada no processo de planejamento da irrigação. Situação esta com certa probabilidade de ocorrência e elevado risco, não evidenciada pelos demais métodos aplicados. Dessa forma, visto que tanto o método do SCS-USDA quanto o da Porcentagem Fixa de 90% forneceram valores de precipitação efetiva próximos à precipitação total mensal média para o município em estudo, em que as chuvas mensais observadas, na maioria dos anos analisados, encontram-se abaixo da média climatológica, não se aconselha a aplicação destes métodos para o dimensionamento de projetos e planejamento da irrigação; pois, estes superestimaram a precipitação efetiva para o município de Canindé do São Francisco. Portanto, recomenda-se a utilização do método da Fórmula Empírica (AGLW-FAO) não só para o dimensionamento de novos projetos, bem como para o planejamento e manejo da irrigação no Perímetro Irrigado Califórnia. Essas recomendações, no entanto, devem ser consideradas com certa cautela no planejamento e manejo da irrigação, bem como no dimensionamento de sistemas, tendo em vista que, além de fatores climáticos, a precipitação efetiva é também influenciada por fatores locais relacionados às características do terreno, compreendendo topografia, cobertura vegetal e fatores do próprio solo, como: velocidade de infiltração, textura e capacidade de armazenamento de água (Klar, 1991; Sampaio et al., 2000).

Tabela 2. Precipitações efetivas mensais (mm) estimadas, pelos três métodos aplicados, para o Município de Canindé do São Francisco, Sergipe.

Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Porcentagem Fixa de Precipitação (70%)												
29,3	29,3	38,4	41,9	42,5	43,5	37,1	20,8	10,4	9,4	14,2	28,4	345,2
Porcentagem Fixa de Precipitação (90%)												
37,7	37,6	49,3	53,9	54,6	55,9	47,7	26,7	13,3	12,1	18,3	36,5	443,6
Fórmula Empírica (AGLW/FAO)												
15,1	15,1	22,9	25,9	26,4	27,3	21,8	7,8	0,0	0,0	2,2	14,4	178,9
Soil Conservation Service Method (USDA)												
39,1	39,0	50,0	54,2	54,8	55,9	48,5	28,3	14,4	13,1	19,6	38,0	454,9

**CONCLUSÃO:** Tanto o método do SCS-USDA quanto o da Porcentagem Fixa de 90% fornecem valores de precipitação efetiva mensal superestimados e próximos à precipitação total mensal média, não se aconselhando a aplicação destes para o dimensionamento de projetos e planejamento da irrigação. Desse modo, recomenda-se a utilização do método da Fórmula Empírica (AGLW-FAO) não só para o dimensionamento de novos projetos, bem como para o planejamento e manejo da irrigação no município de Canindé do São Francisco.

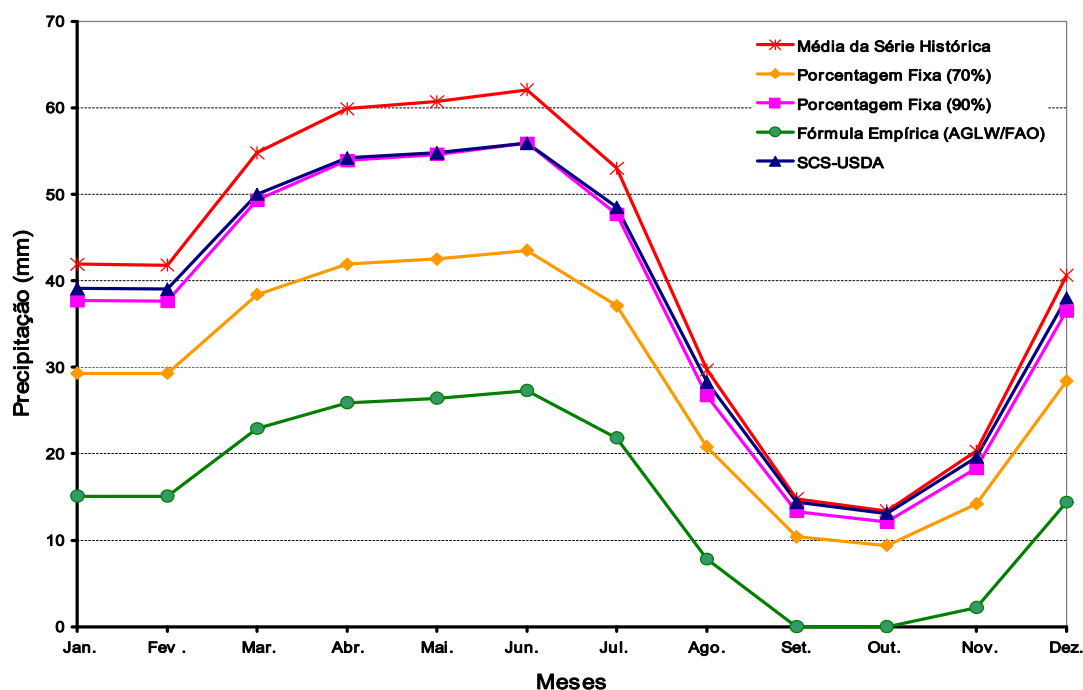


Figura 1. Distribuição das precipitações ao longo do ano para o Município de Canindé do São Francisco, Sergipe.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5ª ed. Viçosa: UFV/Imprensa Universitária, 1989. 586 p.
- CLARKE, D. **CropWat for Windows: User Guide**. Southampton: University of Southampton, 1998. 43 p.
- DASTANE, N. G. **Effective rainfall in irrigated agriculture**. Rome: FAO, 1974. 68 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 25).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- KLAR, A. E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.
- OBREZA, T. A.; PITTS, D. J. Effective rainfall in poorly drained microirrigated citrus orchards. **Soil Science Society of America Journal**, v. 66, p. 212–221, 2002.
- PATWARDHAN, A. S.; NIEFER, J. L.; JOHNS, E. L. Evaluation of effective rainfall estimation methods. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 116, p. 182-193, 1990.
- SAMPAIO, S. C.; CORRÊA, M. M.; VILAS BÔAS, M. A.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Estudo da precipitação efetiva para o Município de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 210-213, 2000.
- SMITH, M. **CROPWAT: a computer program for irrigation planning management**. Rome: FAO, 1992. 133 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 46).
- TUBIELIS, A. **A chuva e a produção agrícola**. São Paulo: Nobel, 1988. 85 p.
- USDA. United States Department of Agriculture. **Irrigation water requirements**. Washington, DC: USDA Soil Conservation Service, 1970. (USDA. Technical Release, 21).