

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA PRECIPITAÇÃO EFETIVA EM CULTIVO DE CANA-DE-AÇÚCAR

R. S. Resende¹, J. V. T. da Costa², E. P. Barros Junior³, J. R. A. de Amorim⁴

RESUMO: Este estudo teve como objetivo comparar e parametrizar diferentes modelos empíricos de estimativa da precipitação efetiva mensal, para o cultivo da cana-de-açúcar, no município de Coruripe, AL. Para estimar a precipitação efetiva mensal, um balanço de água no solo foi efetuado em escala diária. A precipitação efetiva assim obtida foi comparada às estimadas pelos modelos USDA/SCS e FAO/AGWL, bem como com as obtidas após a parametrização local dos dois modelos. Os resultados encontrados revelaram um aproveitamento médio de 52% da precipitação anual. O modelo USDA/SCS superestimou a precipitação efetiva para todos os meses de cultivo, enquanto o modelo FAO/AGWL subestimou na estação seca e superestimou na úmida. Para ambos os modelos, a parametrização dos seus coeficientes reduziu o valor da raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE) em relação à precipitação efetiva mensal estimada pelo balanço hídrico do solo, comparados aos respectivos modelos originais.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum spp.*, balanço hídrico do solo, estimativa da chuva efetiva.

COMPARISON OF ESTIMATION METHODS OF EFFECTIVE RAINFALL IN SUGARCANE CULTIVATION

ABSTRACT: The purpose of this study was to compare and parameterize different empirical models of estimating the monthly effective precipitation, in the cultivation of sugarcane, in the municipality of Coruripe, State of Alagoas, Brazil. To estimate effective monthly precipitation, a soil water balance was carried out on a daily scale. The effective precipitation thus obtained was compared to those estimated by the USDA / SCS and FAO / AGWL models, as well as to those obtained after the local parameterization of the two models. The results found showed an average utilization of 52% of annual precipitation. USDA/SCS model overestimated effective rainfall for all growing months, while FAO/AGWL model underestimated in the dry season and

¹ Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, CEP 49025-040, Aracaju, SE. Fone (79) 4009-1324. E-mail: ronaldo.resende@embrapa.br.

² Doutor, Gerente de Produção e Pesquisa, S/A Usina Coruripe Açúcar e Alcool, CEP 57230-000, Coruripe, AL.

³ Técnico Agrícola, Supervisor de Produção, S/A Usina Coruripe Açúcar e Alcool, CEP 57230-000, Coruripe, AL.

⁴ Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, CEP 49025-040, Aracaju, SE.

overestimated in the wet season. For both models, the parameterization of their coefficients reduced the value of the square root of mean square error (RMSE) in relation to the monthly effective precipitation estimated by the soil water balance, compared to their original models.

KEYWORDS: *Saccharum spp.*, effective rainfall estimation, soil water balance.

INTRODUÇÃO

A conceituação de precipitação efetiva varia para diferentes áreas de interesse. Enquanto para fins de estabelecimento de potencial de recarga de aquíferos a precipitação efetiva pode ser considerada toda aquela que se infiltra no solo, para o manejo da irrigação, parte da água infiltrada poderá não ser útil às plantas, perdendo-se por percolação profunda.

Para fins de produção agrícola, interessa quantificar a porção da precipitação disponível ao cultivo (Dastane et al., 1974). Assim, uma vez que a obtenção direta de dados de precipitação efetiva demanda tempo e custo, modelos empíricos são comumente utilizados para a estimativa, a partir da precipitação total.

Os modelos desenvolvidos pelo Serviço de Conservação do Solo do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA/SCS) e pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO/AGWL) fazem parte do *software* CROPWAT 8.0, desenvolvido por Smith (1992), sendo utilizados para estimativa da precipitação efetiva em escala mensal. Justamente por se tratarem de modelos empíricos, é recomendável uma calibração dos seus coeficientes, ajustando-os às características locais das precipitações.

Na agricultura, são trabalhados três conceitos de precipitação, a precipitação total, efetiva e provável. A efetiva é aquela aproveitada pela planta de forma eficiente, sem perdas por percolação e escoamento (Montovani et al., 2009). O ideal é viabilizar o aproveitamento das precipitações usando-se chuva efetiva a fim de diminuir os custos com manutenção e operação dos sistemas de irrigação (Sampaio et al., 2000; Moura et al., 2007; Brito, 2008); mesmo levando-se em conta que, estando o solo em condição de baixa umidade, a precipitação será mais efetiva que em um solo que já se encontra úmido (Sampaio et al., 2000; Borges et al., 2010). A relação entre a contribuição da precipitação efetiva e a da precipitação total, expressa como porcentagem, relativa ao ciclo produtivo da cultura pode ser tomada como uma medida da eficiência da precipitação (Dastane et al., 1974).

Este estudo teve como objetivo comparar e parametrizar diferentes modelos empíricos de estimativa da precipitação efetiva mensal, para o cultivo da cana-de-açúcar, no município de Coruripe, AL.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a estimativa da precipitação efetiva, foram aplicados os métodos de estimativa da precipitação efetiva propostos pelo Serviço de Conservação do Solo do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA/SCS) e pela FAO (FAO/AGWL). Adicionalmente, uma parametrização dos coeficientes desses modelos foi efetuada, tendo como referência a precipitação efetiva estimada por balanço hídrico do solo, conforme Thornthwaite & Mather (1957).

O balanço hídrico do solo, em escala diária, foi realizado para as condições de um plantio de cana-de-açúcar realizado no mês de janeiro, em área pertencente a uma usina de açúcar e álcool, localizada no Município de Coruripe, AL, cujas coordenadas geográficas são 10°01'29" de latitude Sul e 35°16'24" de longitude Leste, com altitude de 108 m.

O solo da área é classificado como Argissolo amarelo coeso (EMBRAPA, 2006), e sua caracterização físico-hídrica é apresentada na Tabela 1. Foi utilizada a variedade RB92579, cultivada em espaçamento duplo, com 0,5 m entre fileiras, na dupla, e 1,3 m entre as fileiras duplas. Foram avaliados três ciclos de cultivo, correspondentes à condição de cana-planta (safra 2012-2013), primeira-folha (2013-2014) e segunda folha (2014-2015), designados como Ano 1, Ano 2 e Ano 3, respectivamente.

A precipitação foi considerada o único componente de entrada do balanço hídrico do solo. Dado que o lençol freático na área se encontra a mais de 2 m de profundidade e não há ocorrências de neblina na região, esses componentes de entrada foram negligenciados. Como componentes de saída, foram consideradas somente a evapotranspiração do cultivo e a percolação abaixo da zona radicular. Como o solo apresenta caráter arenoso e o relevo é plano, as perdas por escoamento superficial e por movimento subsuperficial lateral da água no solo não foram consideradas no balanço.

Os valores diários de precipitação e os das variáveis climáticas utilizados para a estimativa da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) foram obtidos de uma estação climatológica automática pertencente à rede INMET, identificada como CORURIFE-A355 (Código OMM: 86619), instalada à aproximadamente 5 km da área experimental. A evapotranspiração real da cultura (ET_r) foi estimada a partir da

ET_o, utilizando-se os coeficientes de cultivo (K_c) obtidos por Silva et al. (2012) e definidos em função da idade da cana, bem como o coeficiente de estresse hídrico (K_s), seguindo metodologia proposta por Allen et al. (1998).

A partir dos valores de capacidade de campo e ponto de murcha permanente (Tabela 1), a capacidade de armazenamento de água do solo (CAD) para a camada do solo de 0 – 0,4 m foi calculada em 35,2 mm. A definição da camada foi efetuada a partir da observação da profundidade efetiva do sistema radicular da cana em trincheiras abertas na área. O armazenamento de água no solo no dia *i* (ARM_{*i*}, em mm), o excedente de água no solo (Exc, em mm), a precipitação efetiva (P_{ef}, em mm) e a eficiência da precipitação (EFP, em %) foram calculados de acordo com as seguintes equações:

$$ARM_i = (ARM_{i-1} + P_i - ETr) \quad (1)$$

$$Exc_i = (P_i - ETr_i) - (CAD - ARM_{i-1}) > 0 \quad (2)$$

$$P_{ef} = P_{total} - \sum Exc_i \quad (3)$$

$$EFP = (P_{ef} \div P_{total}) * 100 \quad (4)$$

Em que:

ARM_{*i*} é o armazenamento no dia *i*; ARM_{*i-1*} é o armazenamento do dia anterior; P_{*i*} é a precipitação total do dia *i*; ETr é a evapotranspiração real da cultura no dia *i*; Exc_{*i*} é o excedente de água no solo no dia *i*; P_{total} é a precipitação total mensal; P_{ef} é a precipitação efetiva mensal, todos em mm; e EFP é a eficiência da precipitação, em %.

Com base nos registros diários foram obtidos os valores mensais de precipitação e, a partir desses, aplicados os métodos de estimativa da precipitação efetiva propostos pelo USDA/SCS e FAO/AGWL. Para cada modelo, foram utilizadas as equações de estimativa da precipitação efetiva utilizadas pelo *software* CROPWAT/FAO versão 8.0 (FAO, 2009), como se segue:

Modelo USDA/SCS:

$$P_{ef} = [P_{total} \times (125 - 0,2 \times P_{total})] / 125, \text{ para } P_{total} \leq 250 \text{ mm} \quad (5)$$

$$P_{ef} = 125 + 0,1 \times P_{total}, \text{ para } P_{total} > 250 \text{ mm} \quad (6)$$

Modelo FAO/AGWL:

$$P_{ef} = 0,6 \times P_{total} - 10, \text{ para } P_{total} \leq 70 \text{ mm} \quad (7)$$

$$P_{ef} = 0,8 \times P_{total} - 24, \text{ para } P_{total} > 70 \text{ mm} \quad (8)$$

A parametrização dos coeficientes dos modelos foi efetuada utilizando-se a ferramenta *Solver*, do pacote Excel[®], de modo a minimizar o valor da raiz quadrada do erro quadrático

médio (RMSE) em relação à precipitação efetiva estimada pelo balanço hídrico, considerando-se os 36 meses do período do estudo. O índice refinado de Willmott – d_r foi utilizado para medir a exatidão dos valores preditos pelos métodos avaliados (WILLMOTT et al., 2012), em relação ao método do balanço hídrico do solo, aqui considerado como referência. Com o produto do índice d_r e o coeficiente de correlação de Pearson - r , obteve-se o índice de performance - P_i dos modelos avaliados, conforme preconizado por Camargo e Sentelhas (1997) e Alvares et al., (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aproveitamento da precipitação tem relação direta com a capacidade de armazenamento de água do solo, que, por sua vez, apresenta estreita relação com a textura desse solo, bem como a profundidade da camada de solo considerada no balanço, função direta da profundidade efetiva do sistema radicular. Nas áreas tradicionais de cultivo da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil, é comum a ocorrência de Argissolos amarelos com presença de camada coesa, o que normalmente limita o crescimento das raízes a profundidades de 0,35 a 0,45 m. Para condições em que o aprofundamento das raízes não tenha restrições físicas e, portanto, o volume de solo possa ser ampliado, o aproveitamento da chuva poderá ser maior.

Os valores de precipitação total, de precipitação efetiva estimada pelo balanço hídrico e pelos diferentes métodos de estimativa avaliados, além do da eficiência da precipitação, são apresentados na Tabela 2. O aproveitamento da precipitação é máximo no período seco (janeiro-março e setembro-dezembro) e, mínimo no período úmido (abril-agosto), respectivamente com valores médios para os três ciclos de cultivo de 81% e 48%. Considerando o somatório da precipitação total e da precipitação efetiva de todos os meses do período do trabalho, observa-se que o aproveitamento médio da precipitação foi de 51%, aproximadamente. Utilizando-se o modelo CROPWAT para estimativa da precipitação efetiva na Índia, Surendran et al. (2017) observaram um aproveitamento máximo no período seco da região, alcançando 100%, e mínimo no período de alta intensidade da precipitação, com apenas 23% no primeiro decêndio de junho, quando a chuva foi de 312 mm.

O modelo USDA/SCS foi o que mais superestimou a precipitação efetiva, em relação aos valores obtidos pelo balanço hídrico do solo. Isso ocorreu em 80% dos meses e, principalmente, no período úmido da região. Para o modelo FAO/AGWL, observou-se uma subestimativa na estação seca e uma superestimativa na estação úmida.

Embora com menor percentual de superestimação, o modelo FAO/AGWL resultou no maior valor da raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE), em relação à precipitação efetiva mensal estimada pelo balanço hídrico do solo. Para esse modelo, precipitações mensais inferiores a 16 mm resultam em valores negativos de P_{ef} , o que não tem significado prático. A esse respeito, Silva et al., (2010), avaliando métodos de estimativa da precipitação efetiva em cana-de-açúcar no Município de Goiana, PE, concluíram que, em anos de El-Niño, deve-se usar o método proposto pelo USDA ou porcentagem fixa de 80%; enquanto, em anos de águas quentes no Atlântico Tropical Sul, recomenda-se o uso da porcentagem fixa de 20%; e, para anos regulares, a melhor opção é usar o método proposto pela FAO ou porcentagem fixa de 50%.

Do mesmo modo como observado para os valores de RMSE, o modelo FAO/AGWL resultou em valores mais elevados do índice refinado de Willmott – d_r e de coeficiente de correlação de Pearson - r , em relação ao modelo USDA/SCS. Os valores do índice P_i de 0,376 e 0,240 determinados para os modelos USDA/SCS e FAO/AGWL, respectivamente, classificam a performance desses modelos como “mediana ou tolerável” e como “sofrível ou pobre” (ALVARES et al., 2013), também respectivamente.

Com a aplicação da ferramenta Solver do pacote Excel[®], os coeficientes que resultaram no valor mínimo do RMSE, estabeleceu-se o modelo USDA/SCS_{ajustado} como sendo: $P_{ef} = \{[P_{total} \times (67,5 - 0,2 \times P_{total})] / 67,5\}$, para P_{total} menor ou igual a 250 mm, e $P_{ef} = [45,5 + (0,1 \times P_{total})]$, para P_{total} maior que 250 mm. Já o modelo FAO/AGWL_{ajustado} foi estabelecido como: $P_{ef} = (0,8 \times P_{total})$, para P_{total} menor ou igual a 70 mm, e $P_{ef} = [(0,18 \times P_{total}) + 46]$, para P_{ef} maior que 70 mm.

O ajuste dos coeficientes efetuado resultou em elevação significativa dos índices RMSE, d_r e r , para os dois modelos e mantendo, do mesmo modo, a superioridade em favor do modelo USDA/SCS. Os índices de performance - P_i obtidos aplicados após a parametrização local efetuada levaram a classificar como “ótimo” e “muito bom” os modelos USDA/SCS e FAO/AGWL, respectivamente. Para o modelo FAO/AGWL, os ajustes aqui apresentados podem ser aplicados diretamente no *software* CROPWAT 8.0, menu *settings*, opção *options*, aba *rainfall*, para especificação de coeficientes do modelo mais adequados às condições locais. Quanto ao modelo USDA/SCS, o *software* não disponibiliza opção de parametrização local. Uma opção seria utilizar o ajuste proposto externamente ao *software*, em planilha eletrônica, por exemplo.

Na Figura 1 é apresentada a representação da regressão linear simples, com intercepto, para avaliar o nível de concordância entre a P_{ef} obtida pelo método de referência e os modelos

avaliados. Considerando-se os três anos de análise, houve uma superestimativa da precipitação efetiva, sendo de 28% para o modelo FAO/AGWL e de 43% para o USDA/SCS. Observa-se que os ajustes nos coeficientes dos modelos resultaram em uma maior aderência das estimativas de P_{ef} pelos dois modelos ajustados àquela estimada pelo balanço hídrico do solo; contudo, para ambos os modelos ajustados, houve uma subestimativa média de 4%.

A análise de variância da regressão revelou-se significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para todos os modelos, com e sem ajuste, indicando a existência de concordância entre os valores preditos por eles e os valores estimados pelo balanço hídrico do solo. Do mesmo modo, a aplicação do teste t resultou significativo no nível de 5% de probabilidade para todos os modelos, sendo as significâncias maiores para os modelos ajustados e, entre eles, para o modelo USDA/SCS.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos revelaram um aproveitamento médio de 51% da precipitação anual da região. O modelo USDA/SCS superestimou a precipitação efetiva para a maior parte dos meses do estudo, enquanto o modelo FAO/AGWL subestimou na estação seca e superestimou na estação úmida. O ajuste local dos coeficientes dos modelos FAO/AGWL e USDA/SCS resultou em uma melhor estimativa da precipitação efetiva mensal em relação aos modelos originais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 2006. 298 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; DE MORAES GONÇALVES, J.L. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. Theoretical and applied climatology, Vienna, v.113, n. 3-4, p. 407-427, 2013.

BORGES, C.J.R.; SILVA, V.P.R.; FARIAS, C.H.A.; AZEVEDO, P.V.; ALBUQUERQUE, W.G. Evapotranspiração da cana-de-açúcar em Tabuleiro Costeiro paraibano usando a razão de Bowen: estudo preliminar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA 16., 2010, Belém. Anais... Rio de Janeiro: SBMET, 2010. (CD_ROM).

BRITO, R.A.L. Avaliação do desempenho de sistemas e projetos de irrigação. In: ALBUQUERQUE, P.E.P; DURÃES, F.O.M. (Ed.). Uso e manejo de irrigação. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 8, p. 401-419.

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Campina Grande, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

DASTANE, N.G. Effective rainfall and irrigated water requirements. Rome: FAO, 1974. 68 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 25).

MANTOVANI, E.C; SALASSIER, B.; PARALETTI, L.F. Irrigação princípios e métodos. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 355 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Cropwat 8.0 for windows: user guide. Rome, Italy, 2009.

MOURA, M.S.B. de; GALVINCIO, J.D.; BRITO, L.T. de L.; SOUZA, L.S.B. de; SÁ, I.I.S.; SILVA, T. G. F. da. Clima e água de chuva no Sêmi-árido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M.S.B. de; GAMA, G.F.B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 2, p. 37-59.

OLIVEIRA, E.A. de. Métodos para análise de concordância: estudo de simulação e aplicação a dados de evapotranspiração. 2016. 177p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

SAMPAIO, S.C.; CORREA, M.M.; BOAS, M.A.V.; OLIVEIRA, L.F.C. Precipitação efetiva para o Município de Lavras-MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 2, p. 210-213, 2000.

SILVA, A.P.N. da; LIMA, F.J.L.de; SILVA, A.O. da; MOURA, G.B.de A. Valores efetivos de precipitação pluvial para manejo da irrigação na cana-de-açúcar em Goiana, Pernambuco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 5, n. 4, p. 585-591, 2010.

SILVA, T.G.F da; MOURA, M.S.B. de; ZOLNIER, S.; SOARES, J.M.; VIEIRA, V.J. de S.; GOMES JÚNIOR, W.F. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar

irrigada no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 64-71, 2012.

SUREDRA, U.; SUSHANTH, C.M.; MAMEN, J.; JOSEPH, E.J. FAO-CROPWAT model-based estimation of crop water need and appraisal of water resources for sustainable water resource management: pilot study for Kollam district – humid tropical region of Kerala, India. *Current Science*. v. 112, n. 1, p. 76-86, 2017.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1957. 311 p. (Publications in Climatology, v. 10, n. 3).

WILMOTT, C.J.; ROBESON, S.M.; MATSUURA, K. Short communication: a refined index for model performance. *Intl. Journal of Climate*, Malden, v.32, p.2088-2094, 2012.

Tabela 1. Caracterização físico-hídrica do solo da área experimental, Coruripe, AL.

Prof. (m)	Granulometria (g kg ⁻¹)			CC ¹ (m ³ m ⁻³)	PMP ¹ (m ³ m ⁻³)	Ds ¹ (Mg m ⁻³)	Classificação textural
	Areia	Silte	Argila				
0,0 – 0,2	875,6	66,0	58,4	0,13	0,05	1,57	Arenosa
0,2 – 0,4	788,3	106,5	105,2	0,14	0,06	1,65	Areia-franca

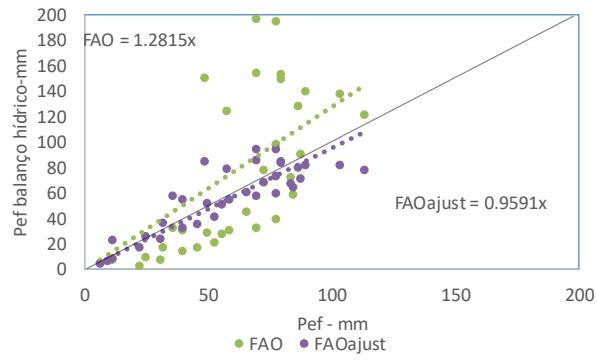
¹CC - capacidade de campo (10 kPa); PMP - ponto de murcha permanente (1.500 kPa); Ds - densidade do solo.

Fonte: EMBRAPA (2006).

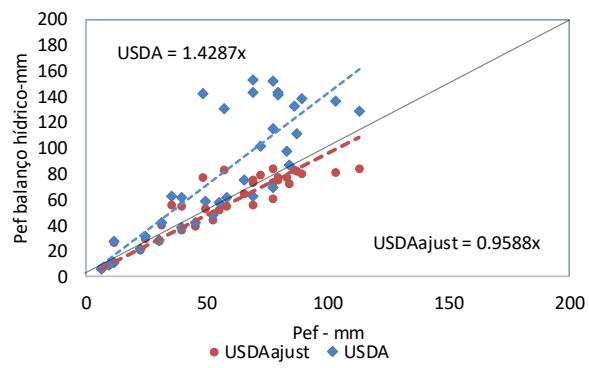
Tabela 2. Valores mensais de precipitação total (mm), excedente hídrico (mm), eficiência da precipitação (%) e precipitação efetiva (mm) obtida por diferentes métodos de estimativa.

Mês	P _{total}	EXC	P _{ef} ¹	E _r P	P _{ef} USDA	P _{ef} USDA _{ajustado}	P _{ef} FAO	P _{ef} FAO _{ajustado}
Ano 1								
Jan	22	0	22	100	21	21	3	18
Fev	33	9	23	72	31	30	10	26
Mar	71	2	69	97	63	56	32	59
Abr	206	117	89	43	138	80	141	83
Mai	186	129	58	31	131	83	125	79
Jun	153	76	77	50	116	84	99	73
Jul	223	144	79	36	143	76	154	86
Ago	191	105	86	45	133	83	129	80
Set	80	3	78	97	70	61	40	60
Out	224	155	68	31	144	75	155	86
Nov	52	0	52	100	48	44	21	42
Dez	11	0	11	100	11	11	-3	9
TOTAL	1452	740	713	-	1048	703	906	700
Ano 2								
Jan	29	18	12	40	28	27	8	23
Fev	46	15	31	68	43	40	18	37
Mar	65	16	49	75	58	52	29	52
Abr	121	38	83	69	98	78	73	68
Mai	219	171	48	22	142	77	151	85
Jun	144	57	87	61	111	83	91	72
Jul	217	138	79	36	142	77	149	85
Ago	128	56	72	56	102	79	78	69
Set	104	20	83	80	87	72	59	64
Out	182	69	114	62	129	84	122	78
Nov	69	11	58	85	61	55	31	55
Dez	6	0	6	100	6	6	-6	5
TOTAL	1331	607	723	-	1006	729	803	692
Ano 3								
Jan	6	0	6	100	6	6	-6	5
Fev	71	36	35	49	63	56	33	59
Mar	69	30	39	57	61	55	31	55
Abr	41	2	39	94	38	36	15	33
Mai	203	100	102	51	137	81	138	82
Jun	277	208	69	25	153	73	198	95
Jul	274	197	77	28	152	73	195	95
Ago	87	22	64	74	75	65	46	61
Set	64	9	55	85	57	52	28	51
Out	30	0	30	100	29	27	8	24
Nov	9	0	9	100	9	9	-5	7
Dez	45	0	45	100	42	39	17	36
TOTAL	1176	606	570	-	822	571	698	603
RMSE					66	20	81	25
<i>d_r</i>					0,453	0,811	0,330	0,732
<i>r</i>					0,830**	0,911**	0,728**	0,865**
<i>P_i</i>					0,376	0,701	0,240	0,633

¹Precipitação efetiva obtida pelo balanço hídrico do solo realizado conforme Thornthwaite & Mather (1957).



a



b

Figura 1. Relação entre a precipitação efetiva estimada pelo balanço hídrico do solo, conforme Thornthwaite & Mather (1957), e pelos métodos FAO/AGWL (a) e USDA/SCS (b).