

**AVALIAÇÃO DE MODELOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM CAMPOS SALES-CE**

**Janielle Lima Fernandes(\*)Joaquim Branco de Oliveira(\*\*)Ana Lúcia Monteiro de Souza(\*\*\*)  
Gerlange Soares da Silva(\*\*\*\*)Naiara Sâmia de Caldas Izidio(\*\*\*\*)**

**RESUMO**

Este estudo tem por objetivo comparar modelos de estimativa da evapotranspiração de referência em períodos decenais e identificar os melhores modelos para estimativa da evapotranspiração na região de Campos Sales-CE. Os dados meteorológicos de temperatura máxima e mínima do ar, evaporação do tanque classe A, velocidade do vento, umidade relativa e insolação são obtidos da estação convencional pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia localizada em Campos Sales-CE. A série de dados de 16 anos compreende um período de 1962 a 1978. Os modelos de Kimberly-Penman 1972, Penman 1948, Penman Frère-Popov 1979, Blaney-Criddle modificado pela FAO24, Benevides & Lopez e FAO24 Radiação apresentam desempenho ótimo no período analisado sendo recomendada a utilização dos mesmos em substituição ao método padrão Penman Monteith FAO 56 na estimativa da evapotranspiração de referência para região de Campos Sales-CE.

**PALAVRAS-CHAVE:** Elementos Meteorológicos. Penman Monteith FAO 56. Uso de água.

***EVALUATION OF METHODS OF ESTIMATION OF REFERENCE  
EVAPOTRANSPIRATION IN CAMPOS SALES-CE***

**ABSTRACT**

*This study aims to compare models for estimating reference evapotranspiration in decennial periods and identify the best models for estimating evapotranspiration in the region of Campos Sales-CE. Meteorological data of maximum and minimum temperature air, class A pan evaporation, wind speed, relative humidity and solar radiation are obtained from conventional station belonging to the National Institute of Meteorology in Campos Sales-CE. The data set comprises a 16-year period from 1962 to 1978. Models of Kimberly-Penman 1972, 1948 Penman, Penman Frère-Popov 1979, Blaney-Criddle modified by FAO24, Benevides & Lopez and Radiation FAO24 have optimal performance in the analyzed period is recommended to use the same method to replace the standard Penman Monteith FAO 56 in the estimation of reference evapotranspiration for the region of Campos Sales-CE.*

**KEYWORS:** Meteorological elements. Penman Monteith FAO 56. Use of water.

**1 INTRODUÇÃO**

A água é dos principais fatores de produção agrícola, essencial para o desenvolvimento sustentável da atividade agrícola (ARAÚJO, 2010). De acordo com Sales (2008), para a região do Ceará, a quantificação da evapotranspiração assume particular importância em virtude dos déficits hídricos ao longo do ano, constituindo séria limitação à produção agrícola, e uma permanente fonte de risco agrícola em quase todo o Estado, principalmente em áreas secas cujas características climáticas se aproximam da semiaridez.

A estimativa das perdas por evaporação e transpiração é de grande importância para atividades como projetos de irrigação, gerenciamento de reservatórios e planejamento de uso e outorga de recursos hídricos (BORGES; MEDIONDO, 2007).

---

(\*) Mestranda em Solos e Qualidade de Ecossistemas – UFRB, e-mail: janiigt@hotmail.com.

(\*\*) Doutorando em Fitotecnia - UFERSA, professor efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus de Iguatu, e-mail: joaquimbranco@oliveira@gmail.com.

(\*\*\*) Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, campus de Iguatu-CE, e-mail: lucinha\_20@msn.com.

(\*\*\*\*) Mestrando em Solos e Qualidade de Ecossistemas - UFRB, e-mail: gerlango@outlook.com.br.

(\*\*\*\*\*) Mestrando em Engenharia de Água e Solo, UFERSA, e-mail: naiaraizidio@hotmail.com.

A possibilidade de estimar corretamente a evapotranspiração serve de subsídios para poder determinar a quantidade real de água a ser suprida ao solo no monitoramento da irrigação. Desse modo, conhecer e quantificar a evapotranspiração, de forma precisa, proporcionará a possibilidade de se estimar o volume e a intensidade de água a aplicar em uma área cultivada, resultando na otimização dos recursos hídricos, equipamentos de irrigação e energia elétrica, proporcionando redução nos custos de produção (SALES, 2008).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) no seu boletim número 56, vários são os modelos empíricos ou modelos indiretos, criados por vários cientistas e pesquisadores, para determinação da evapotranspiração de referência (ETo) utilizando diferentes elementos climáticos, e a determinação também por modelos diretos que utilizam lisímetros, parcelas experimentais no campo, controle de umidade do solo e método de entrada e saída de água em grandes áreas (FIGUEIRÊDO et al., 2009).

O presente estudo tem como objetivo comparar valores de ETo em escala de tempo decenal e identificar os melhores modelos de estimativa com o uso de variáveis climatológicas do município de Campos Sales-CE.

## **2 MATERIAL E MODELOS**

Foram utilizados os dados meteorológicos da estação convencional pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), latitude de 07° 04' 28" S, longitude 40° 22' 34" W e altitude de 566 m. Os dados meteorológicos de temperatura máxima e mínima do ar, evaporação do tanque classe A, velocidade do vento, umidade relativa e insolação. A série de dados diária, de 1962 a 1978, equivalente a 16 anos. Utilizou-se o software REF-ET (ALLEN, 2011) para o cálculo dos modelos Penman 1948 (Pen 1948), Penman Frére-Popov (Pen FP17) FAO 24 Blaney Criddle (BC FAO24), Kinberly Penman 1972 (KPen 1972), Kinberly Penman 1996 (KPen 1996), FAO 24 Radiação (FAO 24 Rd), Penman FAO 24 corrigido (FAO 24Pn), Jensen e Haise 1963 (J&H 1963), FAO Tanque Classe A (Pan FAO), Turc 1961 (Turc 1961), Makkink 1957 (Makk 1957), Hargreaves e Samani (1985), Priestley e Taylor (Pres-Tylr), já os modelos Hamon (1961), Kharrufa (1985), Thornwaite 1948 (Thorn), Blaney Criddle original (BC), Hargreaves 1982 (Harg 1982), Linacre 1997 (Lin 1997), Camargo 1971 (Cam 1971) e Benavides e Lopez (B&L) foram calculados em planilha eletrônica. Todos os modelos foram confrontados com o Penman-Monteith parametrizado pela FAO (PM FAO56).

A correlação entre o modelo PM FAO56 e os outros modelos foi realizada com base na regressão linear, a fim de se observar a precisão dada pelo coeficiente de correlação (r) que está associado ao desvio entre valores estimados e o método usado como padrão medidos indicando o grau de dispersão dos dados em relação à média (WILKS, 2006). A exatidão na estimativa da ETo em relação ao modelo padrão escolhido foi obtida através do índice "d" sugerido por Willmott et al. (2006). Com a correlação entre os dados e a exatidão pôde-se calcular o desempenho dos modelos em estimar a ETo através do coeficiente de desempenho (c) que é o produto de r e d (c = r.d) conforme indicado por Camargo e Sentelhas (1997).

A regressão linear é descrita pela seguinte equação:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x \quad [Eq. 01]$$

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x} \quad [\text{Eq. 02}]$$

$$\beta_1 = \frac{S_{xy}}{S_{xx}} \quad [\text{Eq. 03}]$$

$$S_{xy} = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad [\text{Eq. 04}]$$

$$S_{xx} = \sum (x_i - \bar{x})^2 \quad [\text{Eq. 05}]$$

O coeficiente de correlação foi calculado usando-se a seguinte forma:

$$r = \sqrt{\frac{[\sum (Y_e - \bar{Y})(Y - \bar{Y})]^2}{\sum (Y_e - \bar{Y})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad [\text{Eq. 06}]$$

em que:

$\bar{Y}$	média dos valores do método padrão;
$Y_e$	valor estimado do método avaliado;
$Y$	valor estimado do método Penman-Monteith-FAO56;
$\bar{Y}$	valor estimado pelos modelos avaliados;
$\beta_0$	coeficiente linear (indica o ponto em que a reta de regressão passa pelo eixo x);
$\beta_1$	coeficiente angular (indica a inclinação da reta de regressão);
$x$	valor estimado pelo método padrão (Penman-Monteith-FAO56).

A seguir é apresentada a equação do índice de concordância de Willmott, usada para o cálculo de “d”:

$$d = 1 - \left[ \frac{\sum (Y_e - \bar{Y})^2}{\sum (|Y_e - Y| + |Y - \bar{Y}|)^2} \right] \quad [\text{Eq. 07}]$$

O índice de concordância “d”, varia de 0 a 1, em que o valor 1 significa uma concordância perfeita entre dados observados e estimados, enquanto que o valor 0, significa não haver concordância entre os valores analisados.

Camargo e Sentelhas (1997) apresentaram valores do coeficiente de confiança ou desempenho “c” para os resultados obtidos na análise estatística (Tabela 1).

**Tabela 1 – Classificação de acordo com o coeficiente de desempenho conforme Camargo e Sentelhas (1997).**

Valor de “c”	Desempenho
>0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito Bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano
0,51 a 0,60	Sofrível
0,41 a 0,50	Mau
$\leq 0,40$	Péssimo

Fonte: Elaborada pelo autor

A quantificação dos erros proporcionados pelas estimativas foi obtida pelo erro-padrão de estimativa (EPE) (Equação 8) e através da relação dos valores médios expressa em porcentagem (%) (Equação 9).

$$EPE = \sqrt{\frac{\sum (Y_e - Y)^2}{n}} \quad [\text{Eq. 8}]$$

em que

$$\% = \frac{\bar{Y}_e \cdot 100}{\bar{Y}} \quad [Eq. 9]$$

em que:

$$\frac{\bar{Y}_e}{\bar{Y}} \quad \begin{array}{l} \text{média do método avaliado;} \\ \text{média do método padrão.} \end{array}$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Primeiro Decêndio

Observou-se no 1º decêndio que os modelos Pen 1948 (Pen 1948), Pen FP17, FAO24 BC, KPen 1972, FAO24 Rd, FAO 24Pn, Lin e B&L apresentaram ótimo desempenho, pois tiveram o coeficiente “c” acima de 0,85 considerado desempenho ótimo (Tabela 2). Já os modelos BC, Ham, Thorn, Khar 1985, e Cam 1971 apresentaram pior desempenho entre os modelos estudados, inferiores a 0,40, considerado como péssimo desempenho.

O modelo Ham apresentou maior erro padrão de estimativa, em que o valor foi a 2,13, e isso significa dizer que quanto maior o erro padrão maior a variação média ao redor da reta da regressão, e assim confirmando ser um método que pode ser descartado no uso da estimativa da ET<sub>0</sub>. Já o método Pen 1948 foi o que obteve o menor erro padrão de estimativa, que foi igual 0,22, apresentando assim resultados semelhantes ao método padrão Penman Montheith FAO56. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Cavalcante Júnior (2010) em estudo para a cidade de Mossoró-RN, também encontrou menor erro padrão de estimativa igual a 0,23, para o modelo original de Penman (PENMAN, 1948).

**Tabela 2 - Variáveis estatísticas da comparação entre os diferentes modelos com método PM-FAO56 no 1º decêndio, para o município Campos Sales-CE.**

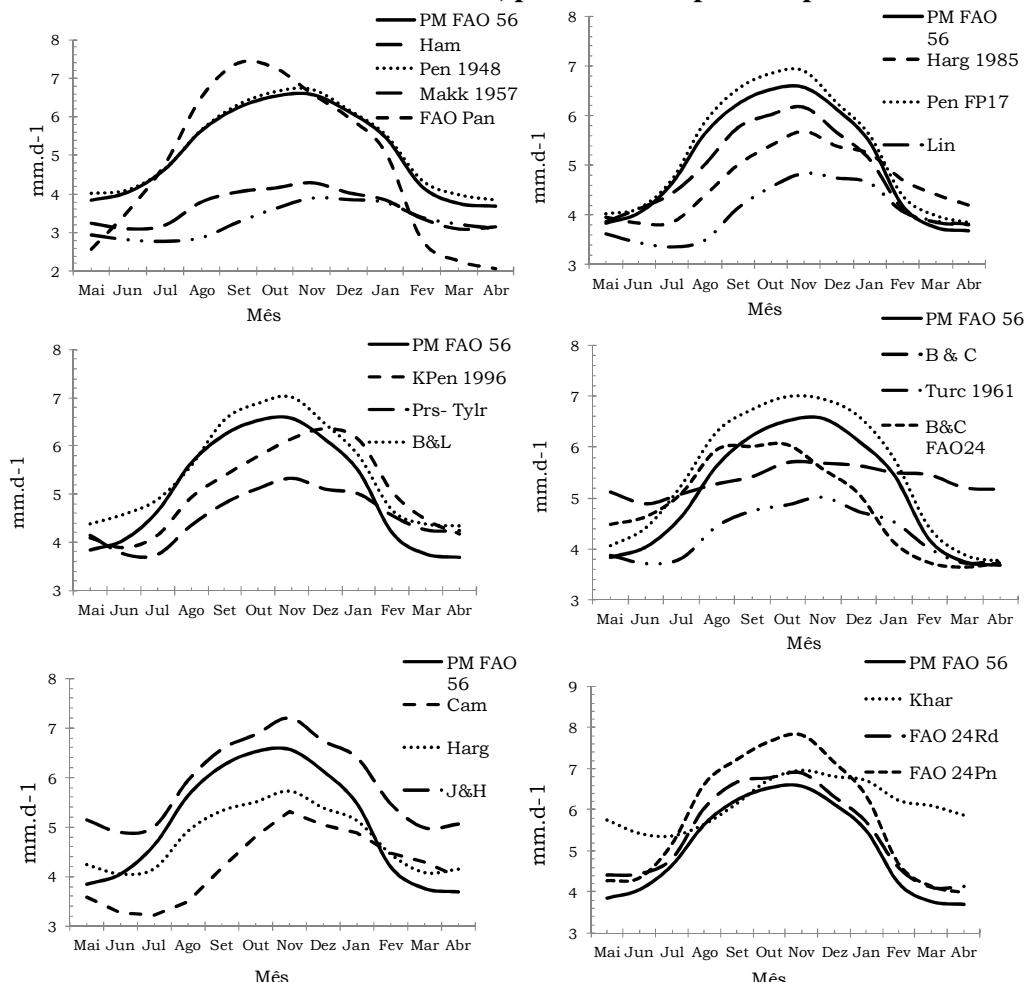
Modelos	r <sup>2</sup>	EPE	%	d	C	Desempenho
Pen 1948	0,990	0,225	102,176	0,993	0,983	Ótimo
Pen FP 17	0,990	0,281	103,923	0,990	0,980	Ótimo
BC FAO24	0,974	0,349	97,236	0,981	0,956	Ótimo
KPen 1972	0,983	0,503	107,518	0,970	0,953	Ótimo
FAO24 Rd	0,966	0,492	106,751	0,966	0,933	Ótimo
FAO 24Pn	0,985	0,883	114,410	0,923	0,909	Ótimo
Lin	0,931	0,574	95,283	0,944	0,879	Ótimo
B&L	0,924	0,654	107,803	0,936	0,864	Ótimo
KPen 1996	0,866	0,683	98,995	0,917	0,794	Muito Bom
Harg 1982	0,894	0,795	93,690	0,862	0,770	Muito Bom
J&H 1963	0,890	0,999	115,180	0,844	0,751	Bom
Pan FAO	0,798	1,778	93,964	0,792	0,632	Mediano
Turc 1961	0,846	1,178	84,169	0,726	0,615	Mediano
Harg 1985	0,775	1,001	91,835	0,768	0,595	Sofrível
Makk 1957	0,895	1,728	70,764	0,625	0,559	Sofrível
Prs-Tylr	0,737	1,125	88,996	0,707	0,521	Sofrível
Thorn	0,623	1,502	79,585	0,604	0,376	Péssimo
Khar 1985	0,613	1,509	120,439	0,609	0,373	Péssimo
Cam 1971	0,554	1,426	82,859	0,624	0,345	Péssimo
Ham1961	0,594	2,131	64,835	0,518	0,308	Péssimo
BC	0,563	1,231	104,949	0,449	0,252	Péssimo

Fonte: Elaborada pelo autor.

A equação de Khar 1985 foi a que mais superestimou entre os 21 modelos correlacionados com o método padrão PM FAO56, que apresentou valor equivalente a 120, 4%, para a relação dos valores médios, já o método de Ham 1961 foi a equação que mais subestimou entre as equações avaliadas, obtendo valor igual a 64,8%. Araújo (2010) em estudo semelhante para a cidade de Crateús-CE verificou que o método Ham 1961 subestimou PM FAO56 com valor igual a 54,5%. Na Figura 1 é possível observar o desempenho de onze modelos de estimativa de  $ET_o$  que obtiveram desempenhos bem diferentes. Pode-se observar que, cada equação se comporta de maneira diferente em relação ao método padrão Penman Montheit FAO, mostrando que cada método possui suas características específicas e seus comportamentos dispersos.

Na Figura 1 nota-se que os modelos Pen 1948, Pen FP17, B&L e KPen 1972 obtiveram boa correlação na escala decendial. Os modelos Lin e Thorn mostraram valores dispersos. Almeida *et al.* (2010) em estudo comparando modelos de estimativa de evapotranspiração de referência em Fortaleza-CE correlacionou o modelo de Linacre com Penman-Monteith, parametrizado pela FAO (ALLEN *et al.*, 1996) encontrou desempenho muito bom.

**Figura 1 - Comparação do comportamento da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), estimada por diferentes modelos para os meses secos e chuvosos, correlacionando com o método de PM FAO56 no 1º decêndio, para o município Campos Sales - CE.**



Fonte: Elaborada pelo autor.

## **Segundo Decêndio**

No segundo decêndio (Tabela 3) os modelos Pen 1948, Pen FP 17, BC FAO24, KPen 1972, FAO24 Rd,K, Pen 1996, FAO 24Pn e Lin obtiveram ótimo desempenho com ( $c > 0,85$ ). Já os modelos de Thorn, Cam 1971, Kar, Ham e BC Harg 1982, foram os que apresentaram péssimo desempenho, ( $c \leq 0,40$ ). Araújo et al., (2010) em estudo semelhante para região de Jaguarauna – CE, encontrou desempenho ótimo dos modelos de KPen 1996 e FAO 24Pn, mesmo comportamento obtido no primeiro decêndio do presente estudo.

**Tabela 3 - Variáveis estatísticas da comparação entre os diferentes modelos com método PM-FAO56 no 2º decêndio, para o município Campos Sales-CE.**

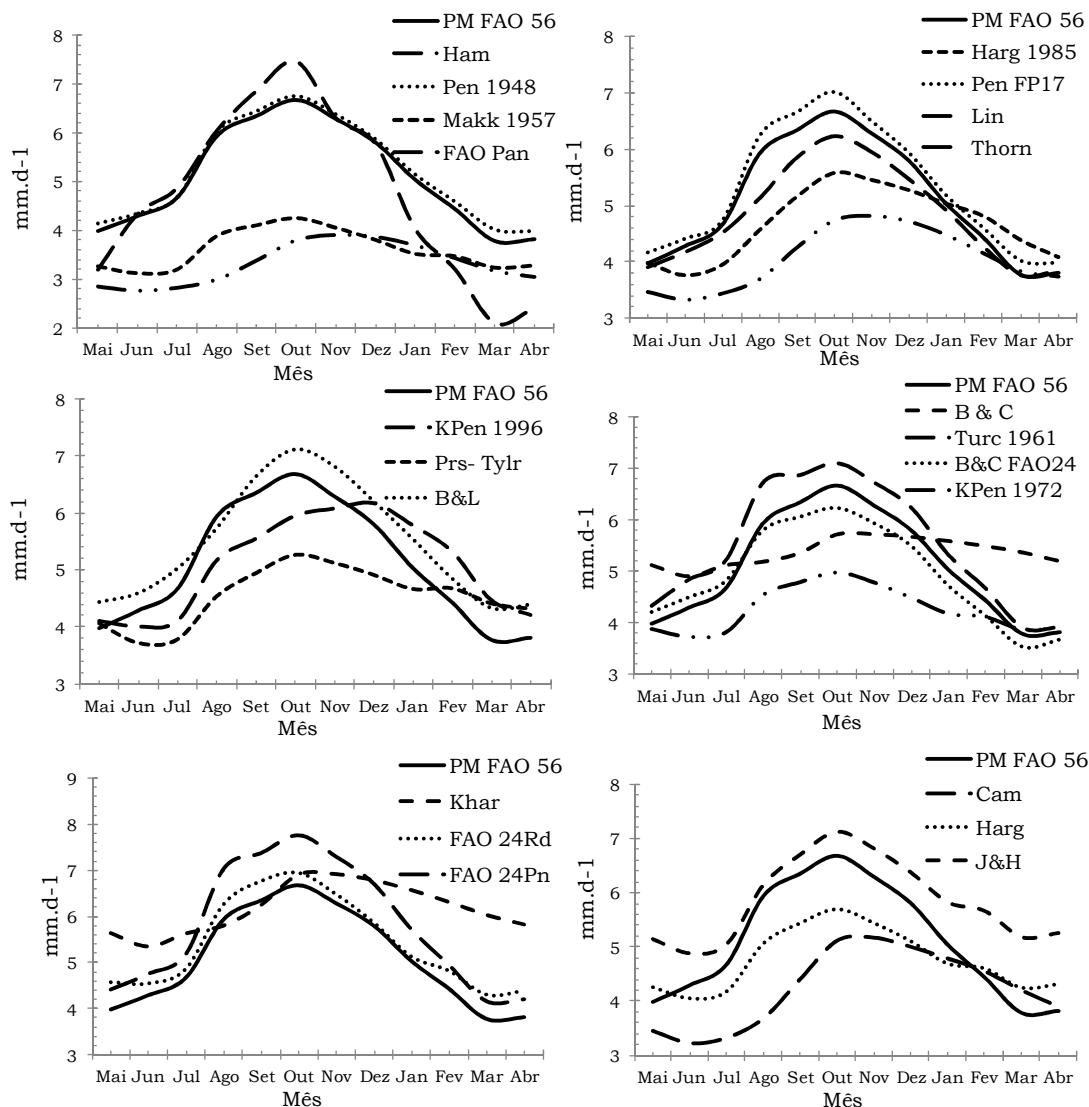
Modelos	r <sup>2</sup>	EPE	%	d	c	Desempenho
Pen 1948	0,989	0,227	101,959	0,992	0,981	Ótimo
Pen FP17	0,989	0,289	103,838	0,988	0,977	Ótimo
BC FAO24	0,974	0,352	96,827	0,980	0,954	Ótimo
Kpen 1972	0,981	0,520	107,821	0,966	0,947	Ótimo
FAO24 Rd	0,960	0,477	106,010	0,965	0,927	Ótimo
FAO 24Pn	0,985	0,845	114,154	0,923	0,909	Ótimo
Lin	0,926	0,570	95,026	0,942	0,872	Ótimo
B&L	0,914	0,653	107,467	0,932	0,853	Ótimo
Kpen 1996	0,852	0,684	99,418	0,910	0,776	Muito Bom
Harg 1982	0,880	0,812	93,033	0,845	0,743	Bom
J&H	0,880	0,973	114,391	0,840	0,739	Bom
Turc 1961	0,878	1,195	83,248	0,698	0,613	Mediano
Pan FAO	0,781	1,738	93,385	0,784	0,613	Mediano
Harg 1985	0,774	0,980	91,485	0,767	0,593	Sofrível
Makk 1957	0,875	1,756	70,213	0,597	0,523	Sofrível
Prs-Tylr	0,711	1,131	88,487	0,682	0,485	Mau
Thorn	0,617	1,482	79,483	0,601	0,371	Péssimo
Cam 1971	0,572	1,389	82,723	0,634	0,363	Péssimo
Kar	0,602	1,490	120,431	0,601	0,362	Péssimo
Ham	0,594	2,118	64,716	0,510	0,303	Péssimo
BC	0,545	1,197	104,832	0,436	0,238	Péssimo

Fonte: Elaborada pelo autor.

O método de B&L foi o que mais subestimou o método padrão entre os vinte modelos correlacionados, obtendo valor igual a 64,7% para a relação dos valores médios. Já o método FAO24 Rd foi o que mais superestimou o padrão, apresentando valor igual a 114,1%, pois é um método baseado na temperatura e insolação.

A relação entre os modelos analisados e PM FAO56 para o 2º decêndio está na Figura 2. Nota-se que os modelos Pen 1948, Pen FP17 obtiveram boa correlação na escala decendial não apresentando falhas ao estimar a evapotranspiração de referência. Os modelos Lin e Thorn mostraram valores dispersos.

**Figura 2 - Comparação do comportamento da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), estimada por diferentes modelos para os meses secos e chuvosos, correlacionando com o método de PM FAO56 no 2º decêndio, para o município Campos Sales - CE.**



Fonte: Elaborada pelo autor.

### Terceiro Decêndio

Para o 3º decêndio (Tabela 4) Pen 1948, PFP 17, BC FAO24, KPen 1972, FAO Rd, FAO 24Pn, B&L e Lin apresentaram desempenho ótimo, ( $c > 0,85$ ). Já os modelos de Thorn, Khar, Cam, Ham e BC, apresentaram péssimo desempenho ( $c \leq 0,40$ ).

**Tabela 4 - Variáveis estatísticas da comparação entre os diferentes modelos com método PM-FAO56 no 3º decêndio, para o município Campos Sales-CE.**

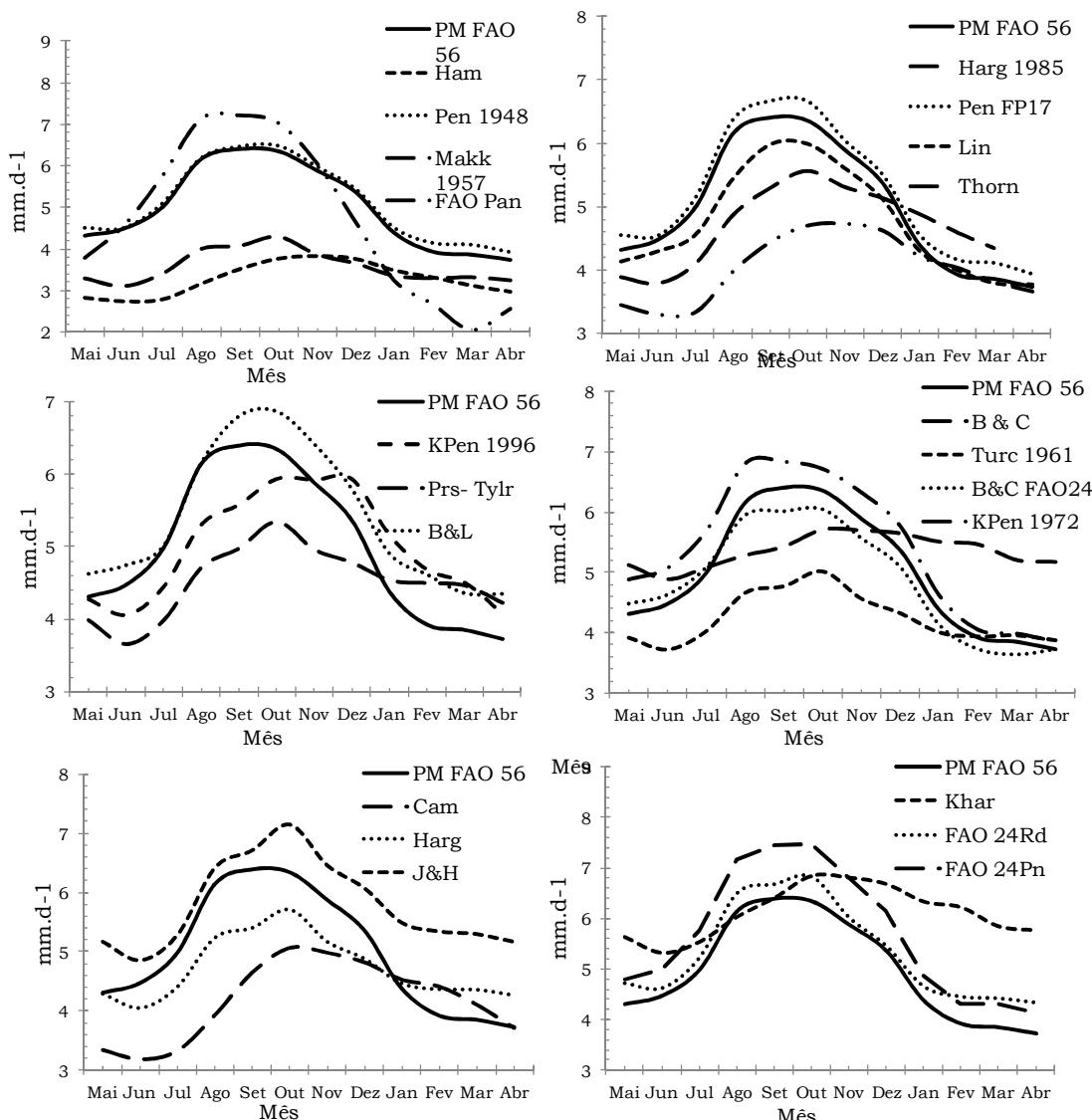
Modelos	r <sup>2</sup>	EPE	%	d	c	Desempenho
Pen 1948	0, 989	0, 230	102, 245	0, 992	0, 980	Ótimo
Pen FP 17	0, 989	0, 282	103, 936	0, 988	0, 978	Ótimo
BC FAO24	0, 972	0, 347	97, 099	0, 980	0, 953	Ótimo
KPen 1972	0, 978	0, 525	107, 799	0, 964	0, 943	Ótimo
FAO24 Rd	0, 957	0, 501	106, 565	0, 961	0, 919	Ótimo
Pen mod FAO24	0, 984	0, 855	114, 278	0, 920	0, 905	Ótimo
Lin	0, 924	0, 568	95, 140	0, 941	0, 869	Ótimo
B&L	0, 914	0, 652	107, 690	0, 931	0, 851	Ótimo
KPen 1996	0, 851	0, 680	99, 441	0, 909	0, 773	Muito Bom
Harg 1982	0, 872	0, 793	93, 695	0, 848	0, 740	Bom
J&H	0, 871	1, 001	115, 117	0, 830	0, 723	Bom
Turc 1961	0, 872	1, 160	83, 884	0, 707	0, 617	Mediano
Pan FAO	0, 782	1, 758	94, 372	0, 780	0, 610	Mediano
Harg 1985	0, 754	0, 972	92, 104	0, 762	0, 574	Sofrível
Makk1957	0, 868	1, 713	70, 782	0, 606	0, 526	Sofrível
Prs-Tylr	0, 698	1, 106	89, 206	0, 687	0, 480	Mau
Thorn	0, 607	1, 462	79, 765	0, 599	0, 364	Péssimo
Khar	0, 594	1, 494	120, 884	0, 600	0, 357	Péssimo
Cam 1971	0, 545	1, 385	82, 963	0, 619	0, 338	Péssimo
Ham 1961	0, 578	2, 090	65, 004	0, 510	0, 295	Péssimo
BC	0, 537	1, 191	105, 430	0, 446	0, 240	Péssimo

Fonte: Elaborada pelo autor..

Pode-se observar também que o método Khar 1985 subestimou o método PM FAO56 com o valor aproximadamente de 120,8% (Figura 3). Já o modelo Ham 1961 foi o que mais superestimou a ET<sub>0</sub> na escala decendial, e apresentou maior erro padrão de estimativa, em que o valor foi igual a 2,09. Já o método de Pen 1948 foi o que obteve menor erro padrão de estimativa, igual a 0,230, por ser um método semelhante ao de PM FAO56 (Tabela 4).

Observa-se a relação entre os modelos analisados e o método PM-FAO56 para o 3º decêndio na Figura 3. Nota-se que os modelos Pen 1948, Pen FP17 obtiveram boa correlação na escala decendial não apresentando falhas ao estimar a ET<sub>0</sub>. Os modelos Turc e Ham mostraram valores dispersos.

**Figura 3 - Comparação do comportamento da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), estimada por diferentes modelos para os meses secos e chuvosos, correlacionando com o método de PM FAO56 no 3º decêndio, para o município Campos Sales - CE.**



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4 CONCLUSÕES

Os modelos Kimberly-Penman 1996, Kimberly-Penman 1972, Penman 1948, Penman modificado pela FAO, Penman-Frère-Pop 1979, FAO24-Radiação, e Blaney-Cridle FAO24 foram os que melhor estimaram a evapotranspiração de referência em Campos Sales-CE, porém o método recomendado a ser usado é FAO24-Radiação, pois se utiliza de poucas variáveis.

## **REFERÊNCIAS**

- ALLEN, R. G. **REF-ET: reference evapotranspiration calculation software for FAO and ASCE standardized equations version 3.1 for windows XP, Vista e Windows 7.** Kimberly: University of Idaho, 2011. (User's Manual).
- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Roma: FAO, 1996. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALMEIDA, B. M. et al. Comparação de métodos de estimativa da ETo na escala mensal em Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 2, p. 93-98, 2010.
- ARAÚJO, E. M. **Comparação e calibração de equações de estimativa da ETo em Cariús-CE.** 2010. 130 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Iguatu, Iguatu-CE, 2010.
- BORGES, A. C.; MEDIONDO, E. M. Compração de equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 293-300, 2007.
- CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desenpenho de diferentes modelos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.
- CAVALCANTE JÚNIOR, E. G. et al. Estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Mossoró-RN. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 2, p. 87-92, 2010.
- FIGUEIRÊDO, V. B. et al. Evapotranspiração da cultura da melancia irrigada com água de diferentes salinidades. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 231-240, 2009.
- PENMAN, H. L. Natural evaporation from the open water, bare soil, and grass. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 193, n. 1032, p. 120-145, 1948.
- SALES, J. C. **Caracterização climática e comparação de modelos de evapotranspiração de referência para regiões do estado do Ceará.** 2008. 193 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agronômica, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.
- WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences.** 2 ed. San Diego: Elsevier, 2006. 627p.

Recebido em 09/12/2011.

Aceito em 02/04/2012.