

# CORRELAÇÃO ENTRE A EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MENSAL E OS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS DE PLATAFORMAS DE COLETA DE DADOS NA REGIÃO DO CARIRI-CE

*Isabela Alves Pereira Oliveira<sup>1</sup>; Celme Torres Costa<sup>2</sup>; Paulo Roberto Lacerda Tavares<sup>3</sup>; Thiago Alves da Silva<sup>4</sup>; Romenigh de Araújo Sousa<sup>5</sup>; Francisco Jocélio de Almeida Júnior<sup>6</sup>*

**RESUMO** --- A evapotranspiração é uma variável hidrológica que possui comportamento estocástico e necessita de dados confiáveis e representativos para sua estimativa. O objetivo desse trabalho foi identificar a correlação entre a evapotranspiração potencial mensal obtida com o método empírico de Thornthwaite e os parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento. Os dados utilizados foram coletados no ano de 2008, em três das Plataformas de Coleta de Dados – PDC's monitoradas pela FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos). Os resultados mostram que a temperatura é o parâmetro de maior correlação com os valores de evapotranspiração, a correlação entre a evapotranspiração potencial e a umidade apresentou variações nas PCD em estudo, justificado pela diferença de altitude entre os municípios. Os dados referentes a radiação solar possuem uma elevada variabilidade durante o ano, na estação de Santana do Cariri e Lavras da Mangabeira, o que explica o baixo coeficiente de correlação encontrado. O parâmetro de menor correlação foi a velocidade do vento, que apresentou uma dispersão mensal elevada em todas as estações em estudo. Nos meses com elevadas diferenças entre os dados climatológicos há uma tendência de se obter uma correlação fraca ou próxima de zero.

**ABSTRACT** --- Evapotranspiration is a hydrologic variable that have estocastic behavior and needs reliable and representative dates for estimate. The objective this work was identify the correlation among monthly evapotranspiration potential obtained with the empiric method of Thornthwaite and the meteorology parameters of temperature, relative humidity of the air, solar radiation and speed of the wind. Dates were collected in 2008 at the meteorology stations (Platforms of Collection of Data - PDC's) monitored by FUNCEME (Foundation from Ceará of Meteorology and Water Resources), in the study area. The results show that the temperature is the parameter of most correlation with the evapotranspiration, the correlation between the potential evapotranspiration and the humidity shower variations in PCD in study, justified for the altitude difference among the municipal districts. Dates regarding solar radiation have a high variability during the year, in the two station what explains the low correlation coefficient. The parameter of smaller correlation was the speed of the wind that presented a high monthly dispersion in all stations in study. In the months with high differences among the climatology data there is a tendency of obtaining a correlation weak or close of zero.

**Palavras-chave:** Evapotranspiração, método de Thornthwaite, balanço hídrico.

<sup>1</sup> Graduando da UFC/Campus Cariri, Av. Tenente Raimundo Rocha s/n, 63040-360, Juazeiro do Norte/CE. [isabela\\_oliveira89@hotmail.com](mailto:isabela_oliveira89@hotmail.com)

<sup>2</sup> Profª Adjunta da UFC/Campus Cariri, Av. Tenente Raimundo Rocha s/n, 63040-360, Juazeiro do Norte/CE. [celmetorres@ufc.br](mailto:celmetorres@ufc.br)

<sup>3</sup> Prof. Assistente da UFC/Campus Cariri, Av. Tenente Raimundo Rocha s/n, 63040-360, Juazeiro do Norte/CE. [prltavares@ufc.br](mailto:prltavares@ufc.br)

<sup>4</sup> Técnico em Recursos Hídricos da COGERH, Gerência Crato, [thiagoalves@cogerh.com.br](mailto:thiagoalves@cogerh.com.br)

<sup>5</sup> Graduando da UFC/Campus Cariri, Av. Tenente Raimundo Rocha s/n, 63040-360, Juazeiro do Norte/CE. [romenigh\\_bush@hotmail.com](mailto:romenigh_bush@hotmail.com)

<sup>6</sup> Graduando da UFC/Campus Cariri, Av. Tenente Raimundo Rocha s/n, 63040-360, Juazeiro do Norte/CE. [jocjr@secrel.com.br](mailto:jocjr@secrel.com.br)

## 1. INTRODUÇÃO

A água potável é um recurso cada vez mais escasso. No estado do Ceará, especificamente na região da bacia do Rio Salgado, em que o balanço hídrico tem valores críticos, a realização de estudos que tenham qualquer relevância na área de recursos hídricos é importante no sentido de conhecer como as variáveis climáticas influenciam na disponibilidade desse recurso, e assim, é possível gerenciar o uso da água. Neste trabalho, pretende-se mostrar a correlação entre a evapotranspiração potencial e outros dados climatológicos, a saber: temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento.

A evapotranspiração é a perda de água por evaporação do solo e pela transpiração das plantas, podendo ser considerada o processo oposto da chuva. Existem dois tipos de evapotranspiração (ETP): a real e a potencial. A primeira é a quantidade de água transferida para a atmosfera por evaporação, nas condições reais de fatores atmosféricos e umidade de solo [Tucci e Beltrame (2000)]. A segunda, que será o alvo da análise deste trabalho, é a quantidade de água transferida à atmosfera por evaporação e transpiração, na unidade de tempo de uma superfície extensa completamente coberta por vegetação de porte baixo e bem suprida de água, ou seja, considerando condições ideais para a mesma [Penman, (1956) *apud* Kobiyama e Vestena (2004)].

Para a estimativa da ETP, podem ser utilizados métodos diretos ou indiretos. Neste trabalho, foram utilizados métodos indiretos (em particular, o método de Thornthwaite), que são menos onerosos que os métodos diretos (como por exemplo, o método que utiliza o lisímetro), e são baseados na aplicação de modelos matemáticos que utilizam dados climatológicos obtidos nas estações meteorológicas – PCD (Plataformas de Coleta de Dados) [Pereira *et al.*(1997) *apud* Kobiyama e Vestena (2004)].

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar acumulada e velocidade do vento, assim como os dados necessários para calcular a evapotranspiração potencial pelo método de Thornthwaite foram obtidos nas estações meteorológicas localizadas no entorno da área de estudo.

Este trabalho tem por objetivo aplicar a correlação entre a evapotranspiração potencial mensal obtida com o método empírico de Thornthwaite e os parâmetros meteorológicos de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento das Plataformas de Coleta de Dados – PDC's monitoradas pela FUNCEME (Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos do Ceará).

## 2. METODOLOGIA

Os dados climatológicos utilizados na correlação entre a evapotranspiração potencial mensal (ETP) e os medidas de temperatura, radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento são referentes ao ano de 2008 e foram coletados nas Plataformas de Coleta de Dados (PCD's)

monitoradas pela FUNCEME. As coordenadas das PCD's localizadas nos municípios de Missão Velha, Lavras da Mangabeira e Santana do Cariri são apresentadas na Tabela 01.

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas das PCD's

	<b>Missão Velha</b>	<b>Lavras da Mangabeira</b>	<b>Santana do Cariri</b>
<b>Latitude (Sul)</b>	07°15'09''	06°53'20''	07°09'06''
<b>Longitude (Oeste)</b>	39°09'26''	39°05'06''	39°45'52''

A vegetação predominante na região é a de caatinga arbórea (floresta caducifólia espinhosa) e de cerrado e solos aluviais e podzólicos são registrados na área.

Na Região Nordeste do Brasil, a circulação atmosférica gira em torno de quatro sistemas meteorológicos: os Alísios de SE; a Convergência Intertropical; o Equatorial Amazônico; e a Frente Polar Atlântica. Dentre estes, os Alísios seriam o sistema mais atuante na região do Ceará, explicando assim a tendência para a aridez já que a sua dinâmica condiciona os estados de tempo pouco chuvosos. Enfim, a combinação desses sistemas com fatores geográficos (e.g. latitude, baixas altitudes, o relevo e a orientação da serras) caracteriza as condições climáticas vigentes no Estado do Ceará. Tais condições são expressas por elevadas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, baixos índices de nebulosidade, forte insolação, elevadas taxas de evaporação e marcante irregularidade das chuvas no tempo e no espaço, esta última, principal característica do seu regime pluviométrico [IPLANCE (1997)].

### 1.1. Área em estudo

Uma das principais bacias hidrográficas do estado do Ceará é a Bacia do Salgado, tem uma extensão de aproximadamente 23 mil km<sup>2</sup>, abrange 23 municípios e possui mais de 650 açudes cadastrados. Para a realização desse estudo foram selecionados dois açudes específicos, que estão localizados entre as três estações das quais foram obtidos os dados climatológicos. O açude Manoel Balbino, que está localizado no município de Juazeiro do Norte, foi construído em 1985 pelo barramento do rio Riacho dos Carneiros, e o açude Thomás Osterne, este localizado no município de Crato, para a construção deste foi barrado o Riacho Carás em 1982 [COGERH (2009)].

A área em estudo é gerenciada pela COGERH (Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Ceará, Gerência Crato), que em parceria com a Universidade Federal do Ceará/Campus Cariri, desenvolve um projeto direcionado a determinação das variáveis e parâmetros necessários ao desenvolvimento de um novo modelo de alocação de água incluindo o estudo das perdas em trânsito, específico para operação de forma otimizada, do sistema de açudes Thomas Osterne e Manoel Balbino, na sub-bacia hidrográfica do Rio Salgado, região do Cariri. A Figura 1 apresenta a área em estudo com a localização dos açudes e das PCD's.

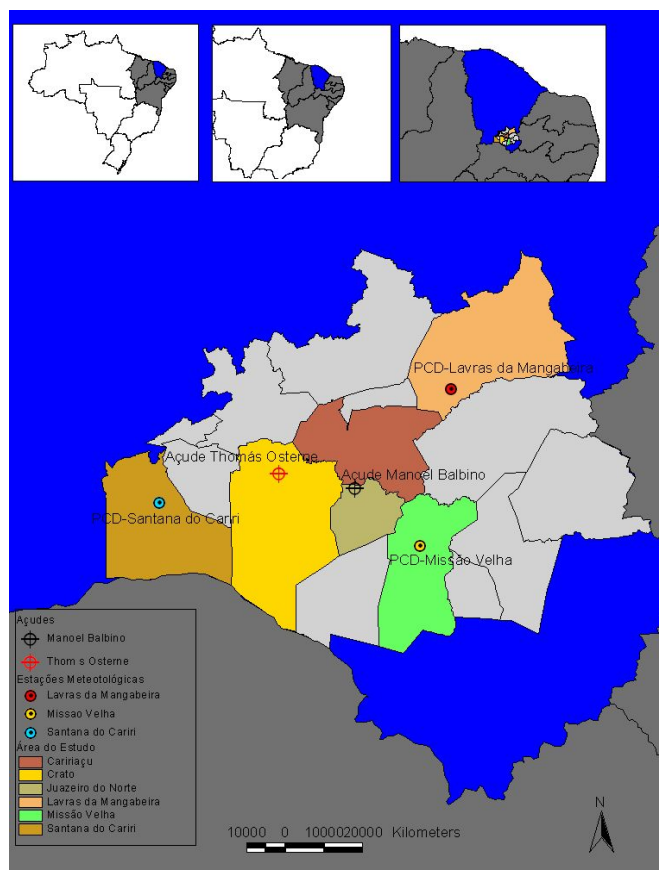


Figura 1 - Área em estudo

O método empírico de Thornthwaite para cálculo da evapotranspiração potencial mensal está descrito no item a seguir e para obtenção das correlações foram utilizados dados de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento a das estações de Lavras da Mangabeira, Missão Velha e Santana do Cariri.

## 2.1 Método de Thornthwaite

O método de Thornthwaite é um dos métodos mais utilizados em todas as regiões porque se baseia apenas na temperatura (dado facilmente disponível em estações meteorológicas) e a um fator de correlação da latitude e do mês (facilmente encontrado em livros de hidrologia). A equação é definida por:

$$ETP = F_c \cdot 16 \cdot \left(10 \frac{T}{T_0}\right)^a \quad (1)$$

Sendo, ETP a evapotranspiração potencial mensal (mm/mês); T a temperatura média do ar (°C) e  $F_c$  o fator de correção em função da latitude e do mês, especificado na Tabela 2.

Onde:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,7292 \cdot 10^{-2} + 0,49239 \quad (2)$$

E,

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{t}{5}\right)^{1,514}$$

Sendo, t a temperatura média do mês (°C).

Tabela 2 – Fator de Correção em função da latitude e do mês (latitude 7° Sul)

Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
F <sub>c</sub>	1,04	0,95	1,04	1,00	1,02	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06

Na tabela 3 são apresentados os dados referentes a evapotranspiração potencial mensal calculada pelo método empírico de Thornthwaite para as PCD's localizadas nos municípios de Lavras da mangabeira, Missão Velha e Santana do Cariri.

Tabela 3 – Dados de Evapotranspiração Potencial mensal calculada pelo método de Thornthwaite.

Meses	Lavras da Mangabeira	Missão Velha	Santana do Cariri
<b>JAN</b>	141,26	128,21	108,34
<b>FEV</b>	105,36	93,96	80,22
<b>MAR</b>	106,81	97,49	83,78
<b>ABR</b>	101,80	94,96	82,10
<b>MAI</b>	99,62	95,36	82,18
<b>JUN</b>	90,28	87,97	71,23
<b>JUL</b>	92,06	88,36	80,13
<b>AGO</b>	118,69	109,84	118,85
<b>SET</b>	151,87	138,65	118,70
<b>OUT</b>	184,97	172,96	144,43
<b>NOV</b>	187,66	173,04	145,74
<b>DEZ</b>	176,58	156,26	134,44
<b>Média</b>	<b>129,75</b>	<b>119,76</b>	<b>104,18</b>

Observa-se na tabela 3 que as médias mensais da evapotranspiração potencial são de 129,75mm; 119,76 e de 104,18mm, nas estações de Lavras da Mangabeira, Missão Velha e Santana do Cariri, respectivamente. O valor de 104,18 mm obtido na estação de Santana do Cariri apresenta-se menor que os valores das outras duas estações, fato explicado pela altitude do município que é de 475m, enquanto a altitude de Missão Velha e Lavras da Mangabeira são de 360m e 239m, respectivamente. Os altos valores de evapotranspiração observados colocam a região em estudo em permanente déficit hídrico, necessitando do desenvolvimento de modelos de alocação de água que contribuam com o gerenciamento dos recursos hídricos da região.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros que serão usados na correlação são mostrados nas tabelas 4, 5 e 6 para as estações meteorológicas em estudo. ETP é a evapotranspiração mensal, em mm, T é a temperatura, em °C; U é a umidade relativa do ar, em %; RS a radiação solar acumulada, em MJ/m<sup>2</sup> e V representa a velocidade do vento a 10 m de altura, em m/s. O método de Thornthwaite foi escolhido para o estudo de correlação por representar a mais antiga formulação empírica aplicada em cálculo de evapotranspiração potencial e relaciona informações de latitude e mês do ano com a variável da temperatura [Tucci *et al.* (2004)].

Tabela 4 – Dados referentes à estação meteorológica de Lavras da Mangabeira.

MÊS	Dados meteorológicos – Lavras da Mangabeira				
	ETP (mm)	T (°C)	U (%)	RS (MJ/m <sup>2</sup> )	V (m/s)
JAN	227,58	30,76	61,05	2,25	1,94
FEV	105,36	25,61	75,58	2,35	2,01
MAR	106,81	25,09	80,77	2,44	1,93
ABR	101,80	25,03	81,29	2,15	2,11
MAI	99,62	24,75	79,79	2,09	2,64
JUN	90,28	24,30	72,46	2,32	3,58
JUL	92,06	24,23	66,62	2,35	4,76
AGO	118,69	25,88	57,86	2,38	3,58
SET	151,87	27,88	49,37	2,83	3,22
OUT	184,97	29,02	46,43	2,88	3,78
NOV	187,66	29,28	46,07	2,72	3,01
DEZ	176,58	28,58	54,39	2,49	2,73

Tabela 5 – Dados referentes à estação meteorológica de Missão Velha.

MÊS	Dados meteorológicos – Missão Velha				
	ETP (mm)	T (°C)	U (%)	RS (MJ/m <sup>2</sup> )	V (m/s)
JAN	128,21	26,25	68,71	2,53	1,75
FEV	93,96	24,59	76,49	2,25	1,29
MAR	97,49	24,20	81,37	2,45	1,00
ABR	94,96	24,30	80,51	2,46	1,09
MAI	95,36	24,18	75,76	2,09	1,90
JUN	87,97	23,82	66,70	2,36	3,27
JUL	88,36	23,64	61,74	2,02	3,22
AGO	109,84	25,15	54,93	2,53	3,02
SET	138,65	27,18	47,53	2,98	3,39
OUT	172,96	28,60	43,33	2,13	3,59
NOV	173,04	28,77	42,56	2,91	2,39
DEZ	156,26	27,68	55,70	2,68	2,22

Tabela 6 – Dados referentes à estação meteorológica de Santana do Cariri.

MÊS	Dados meteorológicos – Santana do Cariri				
	ETP (mm)	T (°C)	U (%)	RS (MJ/m <sup>2</sup> )	V (m/s)
JAN	108,34	24,76	69,55	1,99	0,79
FEV	80,22	23,10	78,09	2,29	0,78
MAR	83,78	22,75	83,71	2,07	0,73
ABR	82,10	22,89	84,29	2,21	0,88
MAI	82,18	22,75	79,60	1,88	1,62
JUN	71,23	21,92	68,98	2,38	2,93
JUL	80,13	22,56	62,23	2,27	3,39
AGO	118,85	25,61	56,83	5,79	6,45
SET	118,70	25,85	48,76	2,88	2,87
OUT	144,43	27,14	44,35	2,78	2,77
NOV	145,74	27,39	44,50	2,63	1,35
DEZ	134,44	27,38	52,74	4,25	3,98

As tabelas 7, 8, 9 e 10 relacionam a evapotranspiração mensal – ETP (mm) obtida pelo método de Thornthwaite e os parâmetros temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar acumulada (MJ/m<sup>2</sup>) e velocidade do vento a 10 metros de altura (m/s), para as estações meteorológicas de Lavras da Mangabeira, Missão Velha e Santana do Cariri.

É importante citar que, as alterações climáticas se refletem nas modificações das variáveis: precipitação, temperatura, velocidade do vento, umidade do ar e radiação solar, ou seja, variáveis representativas do clima. No ciclo hidrológico a distribuição temporal e espacial da evapotranspiração é uma variável que podem produzir alterações nas estatísticas das séries hidrológicas.

Tabela 7 – Correlação entre a evapotranspiração potencial mensal e a temperatura

ETP x T	ESTAÇÃO METEOROLÓGICA		
	Lavras da Mangabeira	Missão Velha	Santana do Cariri
Equações	$y = 0,0482x + 20,097$	$y = 0,0577x + 18,788$	$y = 0,0751x + 16,687$
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,98

Tabela 8 – Correlação entre a evapotranspiração potencial mensal e a umidade.

ETP x U	ESTAÇÃO METEOROLÓGICA		
	Lavras da Mangabeira	Missão Velha	Santana do Cariri
Equações	$y = -0,2125x + 93,403$	$y = -0,3486x + 104,69$	$y = -0,4678x + 113,21$
R <sup>2</sup>	0,53	0,66	0,74

Tabela 9 – Correlação entre a evapotranspiração potencial mensal e a radiação solar.

ETP x RS	ESTAÇÃO METEOROLÓGICA		
	Lavras da Mangabeira	Missão Velha	Santana do Cariri
Equações	$y = 0,0026x + 2,0788$	$y = 0,0091x + 1,4374$	$y = 0,0198x + 0,7257$
R <sup>2</sup>	0,23	0,77	0,23

Tabela 10 – Correlação entre a evapotranspiração potencial mensal e a velocidade do vento.

ETP x V	ESTAÇÃO METEOROLÓGICA		
	Lavras da Mangabeira	Missão Velha	Santana do Cariri
Equações	$y = -0,0031x + 3,3621$	$y = 0,0096x + 1,1895$	$y = 0,0194x + 0,3574$
R <sup>2</sup>	0,03	0,11	0,09

Como pode ser observado, nos dados apresentados, a temperatura é o parâmetro de maior correlação com os valores de evapotranspiração, onde o coeficiente de correlação é de 0,99 para as PDC's de Lavras da Mangabeira e Missão Velha e de 0,98 para Santana do Cariri.

O coeficiente de correlação entre a evapotranspiração potencial e a umidade para a PCD de Santana do Cariri é de 0,74, de 0,66 para a PCD de Missão Velha e de 0,53 para Lavras da Mangabeira. Esse fato deve-se a diferença de altitude entre os municípios, como dito anteriormente.

Observa-se que os dados referentes a radiação solar possuem uma elevada variabilidade durante o ano, na estação de Santana do Cariri e Lavras da Mangabeira, o que explica o baixo coeficiente de correlação encontrado. Fato que não ocorre na estação de Missão Velha que apresentou um coeficiente de correlação de 0,77. O parâmetro de menor correlação é a velocidade do vento, que apresenta uma dispersão mensal elevada em todas as estações em estudo. Todos os resultados discutidos podem ser verificados nos gráficos apresentados nas figuras 2, 3 e 4.

Pelo exposto, entende-se que as formulações empíricas para cálculo de evapotranspiração potencial mais confiável, nesse estudo, são aqueles baseados em dados de temperatura e umidade relativa do ar, como é o caso do método de Thornthwaite, onde os parâmetros utilizados nesse estudo são fortemente correlacionados. Métodos que utilizam os parâmetros de radiação solar, como é o caso do método de Jensen & Haise, são pouco confiáveis pelo fato da correlação fraca entre os dados de ETP e a radiação solar. O mesmo se aplica para os métodos que utilizam dados de velocidade do vento para determinação de valores de evapotranspiração potencial.

Comparando as estações em estudo a que apresentou maior coeficiente de correlação entre os parâmetros foi a PCD de Missão Velha, para todos os casos. A PCD localizada em Lavras da Mangabeira apresentou baixo coeficiente de correlação para os parâmetros de ETP x Radiação Solar e correlação fraca entre ETP x Velocidade do vento, sendo esse de 0,03.

Observa-se também, que nos meses em que se obtêm simultaneamente elevadas diferenças entre os dados climatológicos (tabela 5 e 6), como por exemplo, radiação solar e velocidade do vento, há uma tendência de se obter uma correlação fraca (próxima de zero) ou até mesmo negativa.

Berlato e Molion (1981) citam que regiões onde o clima difere daquele onde a equações foi desenvolvida, os resultados obtidos não são satisfatórios. Pressupõe-se que isso ocorra porque o método de Thornthwaite não contempla explicitamente a umidade do ar. Assim, deve-se ter muita cautela ao utilizar esse método, particularmente em climas de verões úmidos e invernos secos. No



entanto, a equação de Thornthwaite ganhou popularidade mundial, mais pelo fato de necessitar somente de dados de temperatura do ar, informação disponível em grande número de estações meteorológicas, do que pela sua precisão.

O estudo desenvolvido por Marcuzzo et al. (2008) de avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração potencial para a região de São Carlos/SP mostra que, os dados de evapotranspiração real obtidos com lisímetro ficam aquém dos valores calculados pelos métodos empíricos de evapotranspiração potencial. Isso deve-se ao fato do lisímetro ser função da precipitação menos a infiltração e variação da umidade do solo, e os valores obtidos de evapotranspiração potencial serem calculados empiricamente a partir de dados climatológicos, como evaporação, temperatura e radiação solar.

As Figuras 2, 3 e 4 mostram os gráficos de correlação entre a evapotranspiração potencial e os dados meteorológicos das estações (PCD's) de Lavras da mangabeira, Missão Velha e Santana do Cariri, respectivamente.

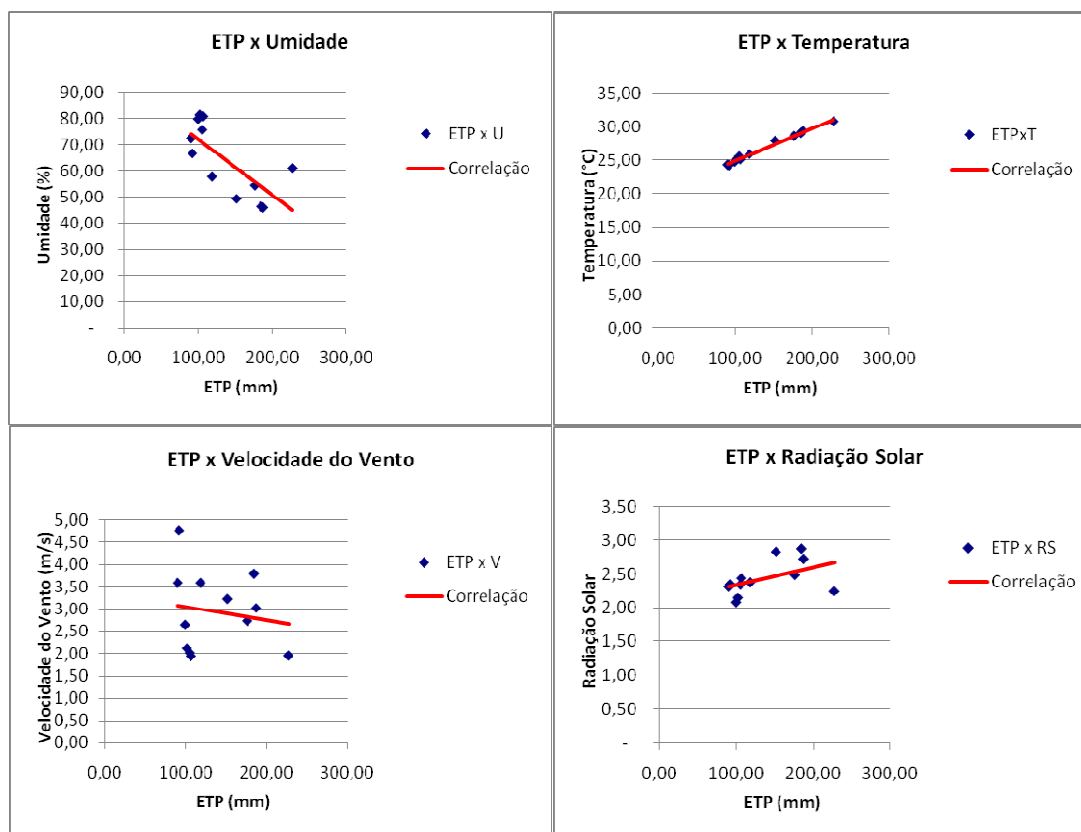


Figura 2 - Gráficos de correlação entre a evapotranspiração potencial mensal e os dados meteorológicos na estação de Lavras da Mangabeira.

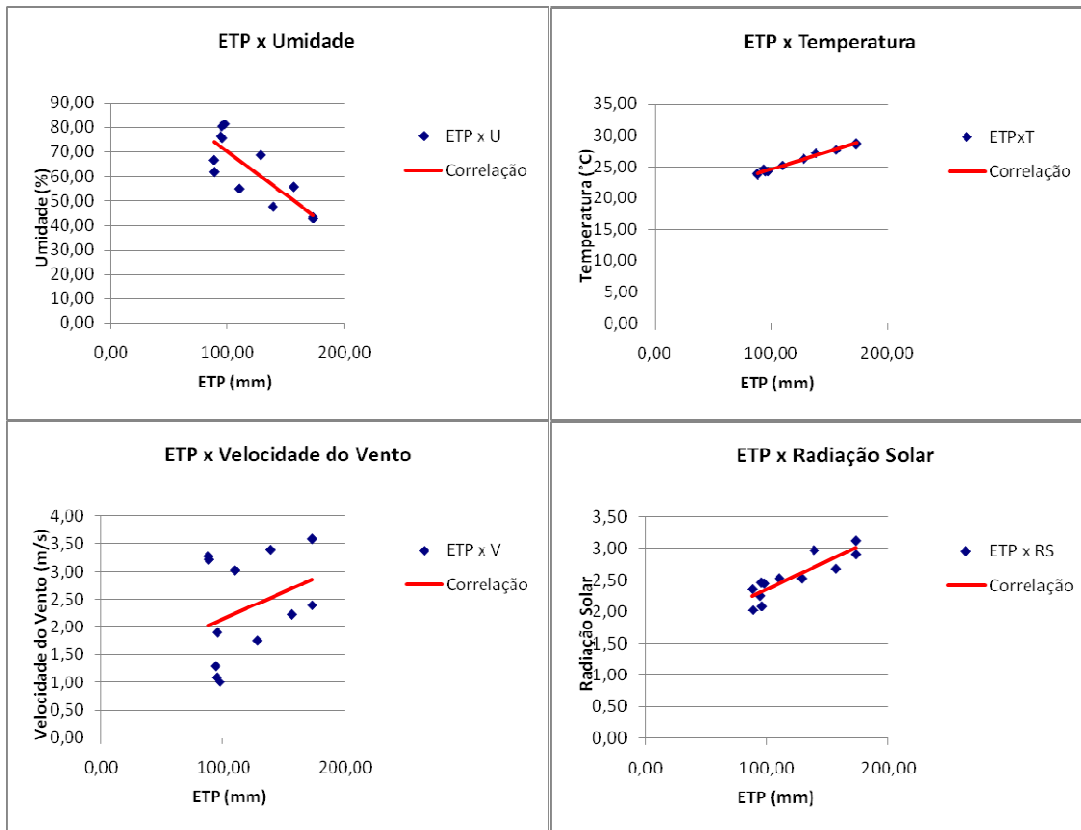


Figura 3 - Gráficos de correlação entre a evapotranspiração potencial mensal e os dados meteorológicos na estação de Missão Velha.

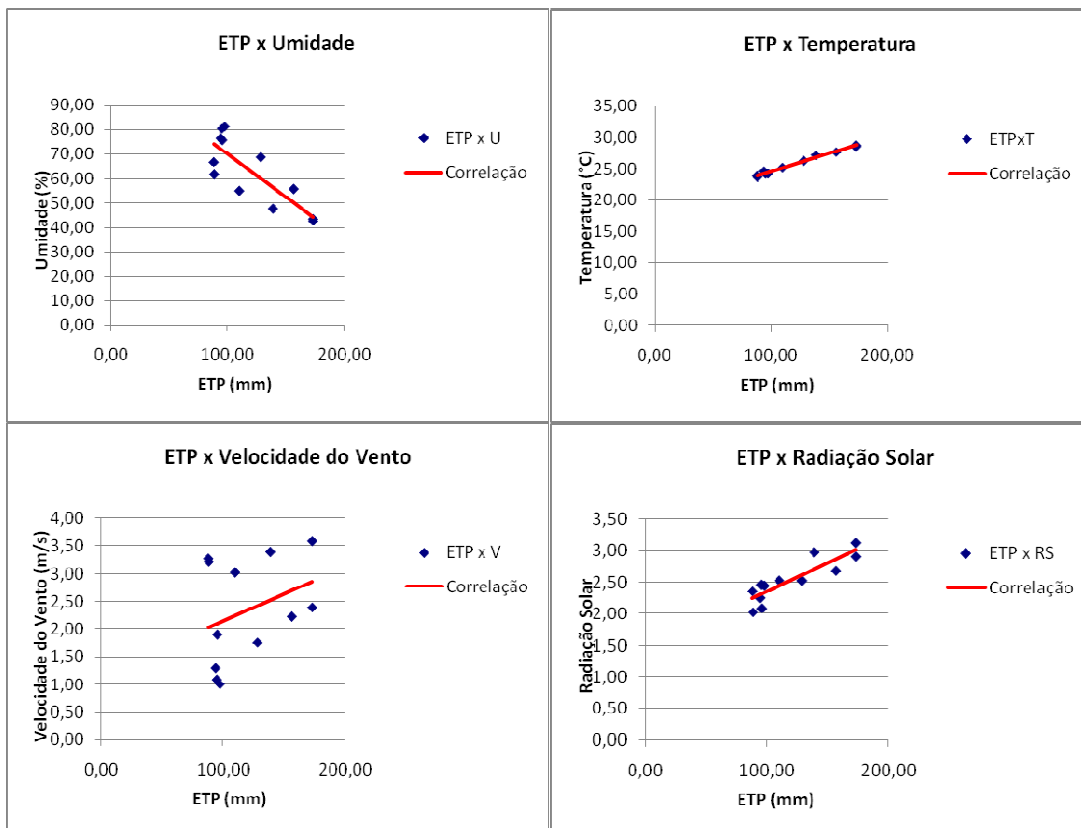


Figura 4 - Gráficos de correlação entre a evapotranspiração potencial mensal e os dados meteorológicos na estação de Santana do Cariri.

#### **4. CONCLUSÃO**

A evapotranspiração é uma variável hidrológica que possui comportamento estocástico e necessita de dados confiáveis e representativos para sua estimativa. Os resultados encontrados demonstram que existe uma correlação baixa e pouco significativa quando os dados utilizados na formulação empírica apresentam dispersão elevada, como é o caso da velocidade do vento. No caso dos parâmetros de umidade do ar e radiação solar a temperatura foi o parâmetro de maior correlação com a evapotranspiração estimada. A formulação empírica para cálculo de evapotranspiração potencial baseados em dados de temperatura e umidade relativa do ar, como é o caso do método de Thornthwaite, apresentaram valores confiáveis, onde os parâmetros utilizados são fortemente correlacionados.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP pelo apoio financeiro e pela bolsa concedida. A Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – COGERH, gerência Crato, pelo apoio no desenvolvimento do projeto e a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, pelo fornecimento dos dados necessários.

#### **BIBLIOGRAFIA**

KOBIYAMA, M., VESTENA, L. R. (2004). “Aplicação do método de Penman Modificado no cálculo da evapotranspiração potencial para quatro estações meteorológicas do estado do Pará”. Revista Ciências Exatas e Naturais, vol. 8, n. 1.

MARCUZZO, F. F. N.; ARANTES, E. J.; WENDLAND, E. (2008). “Avaliação de métodos de estimativa de evapotranspiração potencial e direta para a região de São Carlos-SP”. Irriga, Botucatu, v. 13, n. 3, pp. 323-338.

TUCCI, C. E. M.; BELTRAME, L. F. S. (2000). “Evaporação e Evapotranspiração”, in Hidrologia Ciência e Aplicação. Org. por ABRH, ed. UFRGS, Porto Alegre – RS, pp. 253-287.

COGERH. (2009). “Ficha técnica dos açudes Manoel Balbino e Thomas Osterne de Alencar”. SAGERH – Sistema de Apoio ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos

<http://www.funceme.br/DEPAM/pcd/MapaPCD.php> . Acessado em: 27/05/2009