

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO SEMIÁRIDO POTIGUAR

Izaias Romario Soares do Nascimento ⁽¹⁾; Edileide Natália da Silva Rodrigues ⁽²⁾; Letícia Barbosa de Lacerda ⁽³⁾; Péricles de Farias Borges ⁽⁴⁾

^(1,2,3) *Graduandos em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, izaias.agronomia@gmail.com; edileidenatalia@hotmail.com; lacerda.lbl@gmail.com;* ⁽⁴⁾ *Professor orientador, DCFS- Centro de ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, pericles@cca.ufpb.br*

Resumo: A região Semiárida nordestina é caracterizada pela irregularidade climática. É comum a ocorrência de grandes períodos de secas e chuvas mal distribuídas, isso causa danos a agricultura de sequeiro. Uma alternativa é uso da irrigação, no entanto, muitas vezes esses projetos de irrigação são mal projetados e trazem danos ao solo e perda de água. É importante no manejo da irrigação a estimativa da evapotranspiração de referência, que é calculada a partir de dados meteorológicos. Cada uma dessas variáveis climáticas tem influência na ET_0 . Objetivou-se analisar a influência dos elementos meteorológicos sobre a evapotranspiração de referência de cinco cidades do Rio Grande do Norte, situadas na região Semiárida. Foi aplicado uma correlação simples entre as variáveis climáticas e a evapotranspiração de referência para determinar a influência de cada uma dessas nas cinco cidades durante quatro anos. As cidades analisadas foram: Macau, Apodi, Santa Cruz, Mossoró e Caicó. Houve uma variação espaço temporal dentro a influência desses elementos, pois, em algumas cidades houve uma dominância de qual variável foi mais significativa e em outras houve uma variação de um ano para outro.

Palavras-Chave: agrometeorologia, manejo de irrigação, variabilidade climática.

INTRODUÇÃO

A Região Semiárida do Nordeste no que se refere à precipitação pluviométrica, é marcado pela variabilidade espaço-temporal, que, associada aos baixos totais anuais sobre a região, resulta na frequente ocorrência de dias sem chuva, ou seja, veranicos, e consequentemente, em eventos de seca. As regiões semiáridas têm, como característica principal, as chuvas irregulares, variando espacialmente e de um ano para outro (BALME et al., 2006). No semiárido é comum a ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa os quais, dependendo da intensidade e da duração, provocam fortes danos às culturas de subsistência. O Nordeste do Brasil é conhecido como uma região seca, em que a maioria da população sobrevive da agricultura de sequeiro. As variabilidades espaciais e temporal da precipitação pluvial nas regiões áridas e semiáridas são fatores limitantes para a agricultura (GRAEF & HAIGIS, 2001).

Um sistema de irrigação eficiente é aquele capaz de aplicar água às culturas na quantidade necessária de acordo com as condições edafoclimáticas do local e fisiológica da cultura em função dos estádios de desenvolvimento. Daí a importância de se determinar o

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

balanço entre a água que entra na cultura pela chuva ou por irrigação e a que sai por ET, resultando na variação do armazenamento de água no solo, que por sua vez condicionará o crescimento, o desenvolvimento e o rendimento da cultura. Portanto, racionalizar o uso da água na agricultura, por meio da correta determinação da ET da cultura é imprescindível.

A evapotranspiração de referência (ET_0), originalmente introduzida sob o termo evapotranspiração potencial (ET_p), é um importante parâmetro agrometeorológico, principalmente para manejo de irrigação, mas, também, é considerada elemento climático de demanda hídrica, daí sua aplicação em estudos meteorológicos, climatológicos e hidrológicos.

Segundo Pereira et al. (2002), uma das alternativas mais utilizadas no mundo para verificar o consumo de água pelas plantas é por meio da determinação da evapotranspiração da cultura pelo processo que se desenvolve em duas etapas. Inicialmente, calcula-se a evapotranspiração de referência a partir de elementos meteorológicos e, em seguida, se multiplica o resultado por um coeficiente denominado coeficiente de cultura (K_c) ajustando-se a evapotranspiração de referência à evapotranspiração da cultura.

Em relação aos elementos climáticos, podem ser citados a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a radiação solar, o vento e a chuva, como sendo os principais elementos que afetam a evapotranspiração. De uma forma geral, quanto maior a disponibilidade de energia solar, a temperatura do ar e o vento e quanto menor a umidade relativa do ar, maior deverá ser também a taxa de evapotranspiração (CUNHA & ESCOBEDO, 2003)

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência das variáveis climáticas (temperatura, radiação líquida, velocidade do vento e umidade relativa do ar) sobre a evapotranspiração de referência (ET_0) na região semiárido do estado do Rio Grande do Norte, em um intervalo de 4 anos, 2011 a 2014, analisando a correlação existente dessas variáveis entre si e sobre a evapotranspiração de referência em cada ano do estudo.

METODOLOGIA

Foram utilizados dados médios diários de temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, velocidade do vento a 2 m acima da superfície do solo e a soma da radiação solar diária de 5 estações meteorológicas do INMET, situadas todas no Semiárido potiguar (Rio Grande do Norte) do período de 2011 a 2014. A Tabela 1 demonstra as estações e suas coordenadas geográficas.

A parti dos dados médios diários cedidos pelo INMET de temperatura, Velocidade do Vento a 2 m e Umidade Relativa, como também da soma da Radiação diária foram estimadas as Evapotranspirações de Referência, utilizando o método proposto pela FAO, sendo a equação de Penman-Monteith (PM) (Allen et al., 1998), equação essa que se encontra abaixo:

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{med} + 273} J_{2m} (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_{2m})}$$

Onde: ET_0 – evapotranspiração de referência dada em mm d^{-1} ; R_n – saldo de radiação a superfície dado em $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$; Δ – declinação da curva de saturação do vapor da água ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$); T – temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$); G – fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$); e_s – pressão de saturação do vapor (kPa); e_a – pressão atual de vapor (kPa); γ – constante psicrométrica ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$); U_2 – velocidade do vento a 2 m de altura (m s^{-1}).

Tabela 1. Estações meteorológicas (EM) utilizadas no estudo e suas respectivas coordenadas.

Município	Código OMM	Latitude	Longitude
Apodí	81835	05°40' S	37°47' W
Caicó	81875	06°27' S	37°05' W
Macau	81836	05°07' S	36°46' W
Mossoró	81834	05°12' S	37°18' W
Santa Cruz	81876	06°13' S	36°01' W

Fonte: EM (INMET, 2016)

O software Assistat 7.7 pt (SILVA & AZEVEDO, 2006) foi utilizado para a análise estatística, aplicando uma correlação linear simples entre as variáveis e o teste T a 1 e 5% de significância, dando validade a esses dados. Gerando a matriz de correlação das variáveis climáticas entre si e o efeito de cada uma dessas sobre a evapotranspiração de referência para cada uma das cidades do estudo ano a ano. As variáveis climáticas analisadas foram, temperatura média do ar (T), saldo de radiação (R_n), velocidade do vento (U_2) e umidade relativa do ar (UR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como é possível analisar nas Tabelas 2,3,4,5 e 6 os elementos meteorológicos R_n , U_2 e T, são diretamente ligados aos maiores valores de ET_0 , ou seja, quanto maiores os valores desses componentes meteorológicas, maiores serão as taxas de evapotranspiração, enquanto, a UR é inversamente proporcional a ET_0 , nota-se que a medida que seus valores diminuem, a ET_0 tende a aumentar. Diversos trabalhos confirmam isso, como Mall & Gupta (2002).

Na maioria das cidades em seus decorrentes anos o saldo de radiação é o elemento de influência mais relevante, com isso, as maiores taxas de ET_0 são encontradas, onde há maiores valores de R_n , havendo uma maior disponibilidade de energia. Chang (1968), e Lemos filho et al. (2010), em seus trabalhos dizem que a radiação é o elemento de maior influência sobre a ET_0 .

A temperatura do ar (T) na região semiárida em geral, é bastante elevada. Como essa está diretamente relacionada a ET_0 (CUNHA & ESCOBEDO, 2003), explica que devido a sua alta influência sobre as taxas de evapotranspiração, torna-se mais elevada em alguns anos, até maiores que a radiação, para determinadas cidades do Rio Grande do Norte.

Para a cidade de Apodi, como verifica-se na Tabela 2, os elementos que tiveram maior correlação, influência, com a ET_0 variaram durante os quatro anos aqui analisados. Para 2011, o elemento que apresentou maior coeficiente de correlação foi a temperatura média do ar, com 0,8907, a 1% de significância pelo teste T, o elemento também tem influência de forma significativa aos demais e em alguns parâmetros utilizados na equação de Penman-Monteith. Já em 2012, a velocidade do vento a 2 metros de altura assumiu a maior relevância, com um coeficiente de 0,7938, a 1% de significância. Em 2013 a radiação obteve grande influência na evapotranspiração, chegando a um coeficiente de correlação a 1% de significância de 0,8407. Novamente a temperatura assumiu grande influência no ano de 2014, onde foi o parâmetro que obteve maior correlação com a ET_0 ($r = 0,8519$), e em todos os 4 anos apresentou a uma alta ligação com a evapotranspiração, nessas regiões as taxas de temperatura costumam serem bastante elevadas.

Tabela 2. Coeficientes de correlação das variáveis climáticas entre si e com a evapotranspiração de referência na cidade de Apodi, validados pelo teste T a 1 (**) e 5% (*) de significância.

ANO	CORRELAÇÃO	COEF. CORRELAÇÃO (r)	SIGNIFICÂNCIA
2011	$ET_0 \times R_n$	0,7324	**
	$ET_0 \times T$	0,8907	**
	$ET_0 \times U_2$	0,7850	**
	$ET_0 \times UR$	-0,8766	**
	$R_n \times T$	0,6081	**
	$R_n \times U_2$	0,2330	**
	$R_n \times UR$	-0,4023	**
	$T \times U_2$	0,6817	**
	$T \times UR$	-0,7986	**
	$U_2 \times UR$	-0,8588	**
	$ET_0 \times R_n$	0,5552	**
	$ET_0 \times T$	0,6730	**

2012	$ET_0 \times U_2$	0,7938	**
	$ET_0 \times UR$	-0,7241	**
	$Rn \times T$	0,1758	**
	$Rn \times U_2$	0,0371	ns
	$Rn \times UR$	0,0406	ns
	$T \times U_2$	0,5457	**
	$T \times UR$	-0,6463	**
	$U_2 \times UR$	-0,7753	**
2013	$ET_0 \times Rn$	0,8407	**
	$ET_0 \times T$	0,5290	**
	$ET_0 \times U_2$	0,8087	**
	$ET_0 \times UR$	-0,7218	**
	$Rn \times T$	0,2793	**
	$Rn \times U_2$	0,4658	**
	$Rn \times UR$	-0,4114	**
	$T \times U_2$	0,4263	**
2014	$ET_0 \times Rn$	0,6254	**
	$ET_0 \times T$	0,8519	**
	$ET_0 \times U_2$	0,8296	**
	$ET_0 \times UR$	-0,7849	**
	$Rn \times T$	0,5154	**
	$Rn \times U_2$	0,1716	**
	$Rn \times UR$	-0,1776	**
	$T \times U_2$	0,6887	**
	$T \times UR$	-0,7378	**
	$U_2 \times UR$	-0,7487	**

Tabela 3. Coeficientes de correlação das variáveis climáticas entre si e com a evapotranspiração de referência na cidade de Caicó, validados pelo teste T a 1 (**) e 5% (*) de significância.

ANO	CORRELAÇÃO	COEF. CORRELAÇÃO (r)	SIGNIFICÂNCIA	
2011	$ET_0 \times Rn$	0,7493	**	
	$ET_0 \times T$	0,8277	**	
	$ET_0 \times U_2$	0,7097	**	
	$ET_0 \times UR$	-0,8706	**	
	$Rn \times T$	0,6166	**	
	$Rn \times U_2$	0,1686	**	
	$Rn \times UR$	-0,3996	**	
	$T \times U_2$	0,4190	**	
	$T \times UR$	-0,7855	**	
	$U_2 \times UR$	-0,7955	**	
	2012	$ET_0 \times Rn$	0,8066	**
		$ET_0 \times T$	0,5843	**
$ET_0 \times U_2$		0,5366	**	
$ET_0 \times UR$		-0,7974	**	
$Rn \times T$		0,5277	**	

	Rn x U ₂	0,0798	ns
	Rn x UR	-0,4629	**
	T x U ₂	-0,1136	*
	T x UR	-0,6200	**
	U ₂ x UR	-0,4643	**
2013	ET ₀ x Rn	0,8375	**
	ET ₀ x T	0,7299	**
	ET ₀ x U ₂	0,7196	**
	ET ₀ x UR	-0,8782	**
	Rn x T	0,7462	**
	Rn x U ₂	0,2973	**
	Rn x UR	-0,6391	**
	T x U ₂	0,2152	**
	T x UR	-0,7122	**
	U ₂ x UR	-0,6504	**
2014	ET ₀ x Rn	0,7601	**
	ET ₀ x T	0,4697	**
	ET ₀ x U ₂	0,2384	**
	ET ₀ x UR	-0,4297	**
	Rn x T	0,4075	**
	Rn x U ₂	-0,3806	**
	Rn x UR	0,0856	ns
	T x U ₂	-0,1366	**
	T x UR	-0,5456	**
	U ₂ x UR	-0,4983	**

Para Caicó, como verifica-se na Tabela 3, a temperatura teve maior relevância apenas em 2011, nos demais anos o saldo radiação foi a variável de maior influência. Esses dois elementos estão ligados de forma significativa, onde um eleva ao outro, ou seja, a energia disponível pela radiação, faz com que aumente as taxas de temperatura e conseqüentemente a evapotranspiração que é influenciada por as duas variáveis irá ter grandes valores, assim como para Caicó nos quatro anos aqui analisados. A velocidade do vento para essa cidade também apresentou altos coeficientes de correlação, de forma que o vento retira as gotículas de água do ar e o deixa insaturado mais uma vez, com isso a novamente uma grande influência da temperatura e umidade relativa, para que haja uma transpiração e evaporação e maior perda de água por evapotranspiração. Enquanto, a umidade relativa é inversamente proporcional a ET₀ e de forma significativa, já que absorve a energia do meio, que está presente na forma de fluxo de calor latente (LE), (ALLEN et al., 1998).

Tabela 4. Coeficientes de correlação das variáveis climáticas entre si e com a evapotranspiração de referência na cidade de Macau, validados pelo teste T a 1 (**) e 5% (*) de significância.

ANO	CORRELAÇÃO	COEF.	SIGNIFICÂNCIA
(83) 3327-3922			

contato@conidis.com.br
www.conidis.com.br

		CORRELAÇÃO (r)	
2011	ET ₀ x Rn	0,2559	**
	ET ₀ x T	0,3755	**
	ET ₀ x U ₂	0,5049	**
	ET ₀ x UR	-0,6348	**
	Rn x T	-0,4272	**
	Rn x U ₂	-0,0251	ns
	Rn x UR	0,4257	**
	T x U ₂	0,5151	**
	T x UR	-0,4408	**
	U ₂ x UR	-0,1251	ns
2012	ET ₀ x Rn	0,6245	**
	ET ₀ x T	0,4792	**
	ET ₀ x U ₂	0,7446	**
	ET ₀ x UR	-0,7589	**
	Rn x T	0,2701	**
	Rn x U ₂	0,4628	**
	Rn x UR	-0,0848	ns
	T x U ₂	0,3633	**
	T x UR	-0,4041	**
	U ₂ x UR	-0,5516	**
2013	ET ₀ x Rn	0,7446	**
	ET ₀ x T	0,6829	**
	ET ₀ x U ₂	0,8170	**
	ET ₀ x UR	-0,7648	**
	Rn x T	0,4882	**
	Rn x U ₂	0,6324	**
	Rn x UR	-0,2706	**
	T x U ₂	0,4829	**
	T x UR	-0,5217	**
	U ₂ x UR	-0,5866	**
2014	ET ₀ x Rn	0,7361	**
	ET ₀ x T	0,6672	**
	ET ₀ x U ₂	0,7882	**
	ET ₀ x UR	-0,8046	**
	Rn x T	0,5679	**
	Rn x U ₂	0,4281	**
	Rn x UR	-0,2841	**
	T x U ₂	0,4395	**
	T x UR	-0,4862	**
	U ₂ x UR	-0,7198	**

Na cidade de Macau a velocidade do vento, foi o elemento de predominante influência, superior aos outros elementos, durante os quatro anos. A cidade fica a 3,43 metros de altitude em comparação ao nível do mar, como também fica localizada próxima a área marinha, mostrando assim a influência dos ventos marítimos, com grandes rajadas de vento, que em consequente aumentam as taxas de evapotranspiração. Silveira & Andrade (2002)

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

afirmam que em áreas litorâneas e contínuas, sem rugosidades no relevo, o vento pode atuar como elemento de grande influência sobre a ET_0 . A umidade também é de grande relevância na ET_0 dessa cidade, devido também a influência da maresia, neste caso, quanto maior for o aumento da umidade, a mesma irá corroborar para diminuição na ET_0 .

Tabela 5. Coeficientes de correlação das variáveis climáticas entre si e com a evapotranspiração de referência na cidade de Mossoró, validados pelo teste T a 1 (**) e 5% (*) de significância.

ANO	CORRELAÇÃO	COEF. CORRELAÇÃO (r)	SIGNIFICÂNCIA
2011	$ET_0 \times R_n$	0,8378	**
	$ET_0 \times T$	0,6908	**
	$ET_0 \times U_2$	0,8246	**
	$ET_0 \times UR$	-0,7861	**
	$R_n \times T$	0,4153	**
	$R_n \times U_2$	0,5017	**
	$R_n \times UR$	-0,3888	**
	$T \times U_2$	0,7588	**
	$T \times UR$	-0,7858	**
	$U_2 \times UR$	-0,7949	**
2012	$ET_0 \times R_n$	0,7004	**
	$ET_0 \times T$	0,4598	**
	$ET_0 \times U_2$	0,6123	**
	$ET_0 \times UR$	-0,6429	**
	$R_n \times T$	0,3630	**
	$R_n \times U_2$	0,2987	**
	$R_n \times UR$	-0,0206	ns
	$T \times U_2$	0,4398	**
	$T \times UR$	-0,1883	**
	$U_2 \times UR$	-0,3738	**
2013	$ET_0 \times R_n$	0,8267	**
	$ET_0 \times T$	0,6036	**
	$ET_0 \times U_2$	0,8472	**
	$ET_0 \times UR$	-0,8515	**
	$R_n \times T$	0,3017	**
	$R_n \times U_2$	0,5931	**
	$R_n \times UR$	-0,5336	**
	$T \times U_2$	0,6275	**
	$T \times UR$	-0,5846	**
	$U_2 \times UR$	-0,7205	**
2014	$ET_0 \times R_n$	0,8400	**
	$ET_0 \times T$	0,5030	**
	$ET_0 \times U_2$	0,7743	**
	$ET_0 \times UR$	-0,7211	**
	$R_n \times T$	0,4671	**
	$R_n \times U_2$	0,5685	**
	$R_n \times UR$	-0,3222	**

T x U ₂	0,3959	**
T x UR	-0,3251	**
U ₂ x UR	-0,5906	**

Em Mossoró, como é possível visualizar na tabela 5, para os anos de 2011, 2012 e 2014 a radiação apresentou maior influência nos valores de ET₀, com coeficientes de correlação de 0,8378, 0,7064 e 0,8400 respectivamente. Apenas em 2013 foi que a temperatura teve maior relevância. Irmak et al. (2006), afirma que em algumas regiões, a radiação em comparação com temperatura e umidade relativa, detém maiores valores, e em consequente a sua influência sobre a evapotranspiração de referência é mais significativa que as demais. A umidade apresenta em quase todas as cidades alta influência na ET₀. Lemos Filho et al. (2010) concluiu que é devido a umidade determinar o déficit de pressão de vapor, indicador da capacidade evaporativa do ar.

Tabela 6. Coeficientes de correlação das variáveis climáticas entre si e com a evapotranspiração de referência na cidade de Santa Cruz, validados pelo teste T a 1 (***) e 5% (*) de significância.

ANO	CORRELAÇÃO	COEF. CORRELAÇÃO (r)	SIGNIFICÂNCIA
2011	ET ₀ x Rn	0,8871	**
	ET ₀ x T	0,7713	**
	ET ₀ x U ₂	0,6491	**
	ET ₀ x UR	-0,8539	**
	Rn x T	0,7320	**
	Rn x U ₂	0,2979	**
	Rn x UR	-0,5705	**
	T x U ₂	0,3374	**
	T x UR	-0,5857	**
	U ₂ x UR	-0,7974	**
2012	ET ₀ x Rn	0,9267	**
	ET ₀ x T	0,7065	**
	ET ₀ x U ₂	0,5738	**
	ET ₀ x UR	-0,8121	**
	Rn x T	0,6090	**
	Rn x U ₂	0,3602	**
	Rn x UR	-0,6226	**
	T x U ₂	0,2414	**
	T x UR	-0,5082	**
	U ₂ x UR	-0,5964	**
2013	ET ₀ x Rn	0,9314	**
	ET ₀ x T	0,7867	**
	ET ₀ x U ₂	0,6773	**
	ET ₀ x UR	-0,8865	**
	Rn x T	0,6466	**

	Rn x U ₂	0,4899	**
	Rn x UR	-0,7405	**
	T x U ₂	0,4113	**
	T x UR	-0,7160	**
	U ₂ x UR	-0,6842	**
2014	ET ₀ x Rn	0,8765	**
	ET ₀ x T	0,4686	**
	ET ₀ x U ₂	0,2662	**
	ET ₀ x UR	-0,5183	**
	Rn x T	0,1760	**
	Rn x U ₂	-0,1149	*
	Rn x UR	-0,1287	*
	T x U ₂	0,3012	**
	T x UR	-0,6199	**
	U ₂ x UR	-0,5631	**

Para Santa Cruz, observando a Tabela 6, é possível visualizar que a radiação é fator preponderante na determinação da ET₀, dessa forma, as altas taxas do saldo de radiação, levam a uma evapotranspiração elevada. Segundo Nandagiri & Koveer (2005), em termos quantitativos a radiação apresenta ligação maior com a evapotranspiração de referência. Já que essa é determinante a vários parâmetros analisados na equação. A temperatura que assumiu uma relevância um pouco menor, mostrado pelos coeficientes de correlação das variáveis com a evapotranspiração, também pode se verificar que a mesma é de alta relevância nas taxas de ET₀.

CONCLUSÕES

Verificou-se que, nas cidades de Santa Cruz e Macau, há uma maior uniformidade quanto ao elemento de maior influência na evapotranspiração de referência, já que em Santa Cruz o saldo de radiação, foi o único elemento que predominou e em Macau foi a velocidade do vento, devido a influência dos ventos marinhos. Para as demais cidades há uma variabilidade da influência dos elementos sobre a evapotranspiração, mostrando uma variabilidade espacial na região e temporal, já que há uma mudança de um ano para outro em algumas cidades de qual variável é predominantemente mais relevante sobre a variável principal, evapotranspiração de referência.

As correlações mostraram, que esses elementos apresentaram uma excelente precisão, na estimativa observada por meio dos dados obtidos pela equação da evapotranspiração de referência, tendo em vista a sua importância no gerenciamento dos recursos naturais,

proporcionando assim um maior controle no manejo diário de área irrigadas.

(83) 3322.3222
contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. Irrigation and Drainage Paper: 56.
- Balme, M.; Vischel, T.; Lebel, T.; Peugeot, C.; Galle, S. **Assessing the water balance in the Sahel: Impact of small scale rainfall variability on runoff. Part 1: Rainfall variability analysis**. Journal of Hydrology, v.33, p.336-348, 2006.
- Chang, J. **Climate and agriculture: An ecological survey**. Chicago: Aldine Publishing Company, 1968. 304p.
- Cunha, A. R.; Escobedo, J. F. **Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.11, n.1, p.15-26, 2003.
- Graef, F.; Haigis, J. **Spatial and temporal rainfall variability in the sahel and it's effects on formen management strategies**. Journal of Arid Environments, v.48, p.221-231, 2001.
- Irmak, S.; Payero, J. O.; Martin, D. L.; Irmak, A.; Howell, T. **Sensitivity analyses and sensitivity coefficients of standardized daily ASCE-Penman-Monteith equation**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.132, n.6, p.564-578, 2006.
- Lemos Filho, Luis C. A.; Carvalho; L. G.; Evangelista, A. W. P. & Alves Junior, J. **Análise espacial da influência dos elementos meteorológicos sobre a evapotranspiração de referência em Minas Gerais**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.14, n. 12, p. 1294-1303, 2010.
- Mall, R. K.; Gupta, R. D. **Comparison of evapotranspiration models**. Mausam, v.53, n.2, p.119-126, 2002.
- Nandagiri, L.; Kovoov, G. M. **Sensitivity of the Food and Agriculture Organization Penman-Monteith evapotranspiration estimates to alternative procedures for estimation of parameters**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.131, n.3, p.238-248, 2005.
- Pereira, A. R.; Angelocci, L. R.; Sentelhas, P. C.; Folegatti, M. V.; Nova, N. A. V.; Maggiotto, S. R.; Pereira, F. A. C. **Substantiation of the day FAO-56 reference evapotranspiration with data from automatic and conventional weather stations**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.10, n.2, p.251, 2002.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. **A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software.** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

Silveira, S. S.; Andrade, E. M. **Análise de componentes principais na investigação da estrutura multivariada da evapotranspiração.** Engenharia Agrícola, v.22, n.2, p.171177, 2002.