

## ANÁLISE ESTOCÁSTICA DOS DÉFICITS HÍDRICOS MENSIS EM FORTALEZA, CE

Thales Vinícius de Araújo VIANA<sup>1</sup>, Raimundo Rocha CRISÓSTOMO JR.<sup>2</sup>, Benito Moréia de AZEVEDO<sup>3</sup>, João Helio Torres D'ÁVILA<sup>4</sup>, Sciena Sérvia de Araújo VIANA<sup>5</sup>

### INTRODUÇÃO

O município de Fortaleza, CE, situa-se no litoral norte nordestino (03°45'S; 38°33'W), sendo a sua classificação climática, segundo a metodologia de Koppen, Aw', ou seja: clima tropical chuvoso, com máximo de chuvas no outono. A sua precipitação média anual é de 1559,6 mm e a evapotranspiração potencial, segundo a metodologia de Thornthwaite, é de 1747,2 mm (período de 1971 a 2000, UFC). Embora apresente uma considerável precipitação média anual, as taxas mensais normais de evapotranspiração em Fortaleza são muito elevadas sobrepondo-se na maioria dos meses às precipitações médias mensais, exceto de fevereiro a junho. Um outro fato: a alta variabilidade da pluviosidade anual dificulta um planejamento adequado da reposição hídrica ao solo.

Normalmente, adota-se os valores normais climatológicos como caracterizadores das condições climáticas de uma região. Entretanto, na maioria das vezes os valores normais estão inclusos na faixa probabilística de 30 a 40%, daí não serem recomendados para projetos de irrigação (Viana et al., 1999). Os autores Saad & Scalopi (1998) sugerem uma análise mais criteriosa dos valores a serem assumidos como constantes para uma determinada região, análises estas relacionadas às distribuições de frequências dos valores estimados. Já Cunha et al. (1997), analisando a distribuição mensal de chuvas em Bauru, SP, concluíram que os valores médios de precipitação pluvial encontravam-se entre os níveis de 30 e 50 % de probabilidade, superestimando os valores encontrados no nível de 75%, os quais são recomendados para projetos agrícolas. Segundo Assis et al. (1996), a distribuição probabilística normal é mais adequada para análises dos totais mensais das variáveis meteorológicas.

O balanço hídrico a partir de valores normais climatológicos é uma metodologia universalmente adotada para auxiliar na classificação climática de uma região, no calendário de reposição hídrica, etc. Entretanto, uma análise probabilística das precipitações e das evapotranspirações mensais possibilita a elaboração de balanços hídricos frequências, e não somente com valores normais. Em consequência, como teremos os valores dos déficits hídricos em diferentes níveis probabilísticos podemos quantificar com diversos níveis de segurança as necessidades de reposição hídrica.

Este trabalho teve como objetivo estimar os déficits hídricos mensais para Fortaleza, CE, através da distribuição normal.

### MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se, na análise probabilística, dados diários de precipitação e de evapotranspiração do período compreendido entre os anos de 1971 e 2000, do município de Fortaleza, no Ceará, obtidos na estação meteorológica do Campus do Pici. A evapotranspiração potencial foi estimada a partir de uma equação empírica

desenvolvida para as condições locais por Silva et al. (1978).

Inicialmente, estimaram-se as precipitações e as evapotranspirações mensais prováveis através da função de distribuição Normal para os seguintes níveis de probabilidade: 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75 80 e 90 %, conforme descrita por Assis et al. (1996). Após a quantificação das precipitações e evapotranspirações mensais nos diferentes níveis probabilísticos analisados elaborou-se para cada nível probabilístico um balanço hídrico, em um total de onze. Em consequência, obtiveram-se os totais mensais de deficiência e excesso hídricos nos diferentes níveis probabilísticos.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como amostragem, pode-se observar na Figura 01 a variação ao longo do ano dos totais mensais de precipitação e evapotranspiração, nos níveis probabilísticos de 25, 50 e 75%. Nota-se uma variabilidade muito maior da precipitação ao longo do ano e dos níveis probabilísticos. Isto vem a confirmar comentário anterior, acerca da grande variabilidade da qualidade da estação chuvosa neste município.

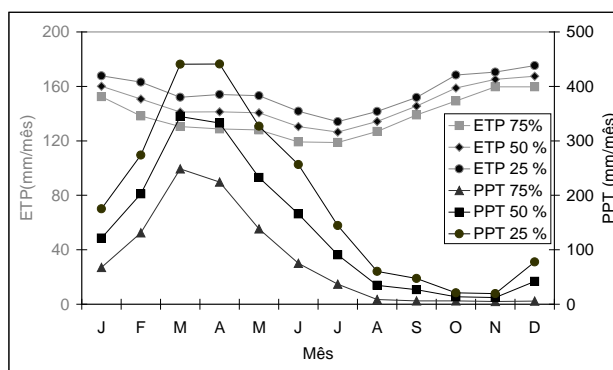


Figura 01 – Variação ao longo do ano dos totais mensais de precipitação e evapotranspiração, em Fortaleza, CE, nos níveis probabilísticos de 25, 50 e 75%.

Analisando-se o total mensal da precipitação pluvial neste três níveis probabilísticos, percebe-se que ao nível de 75% de certeza só se pode contar com um total mensal em janeiro de 67,7 mm (eixo secundário). Ou seja, três em cada quatro anos chovem pelo menos este valor. Ao nível de 25% de probabilidade (um em cada quatro anos), pode-se afirmar que choverá pelo menos 175,4 mm em Fortaleza.

Já a evapotranspiração apresenta uma variabilidade muito menor sendo de 152,4 ao nível de 75% de probabilidade e de 167,8 mm ao nível de 25% de probabilidade (eixo primário). Em outras palavras, pode se ter certeza que a evapotranspiração será de pelo menos 152,4 mm em três em cada quatro anos e de mais de 167,8 mm em um em cada quatro anos.

Os valores normais de precipitação situaram-se na análise entre 30 e 50% e os de evapotranspiração entre 40 e 70%. Como para um planejamento agrícola é recomendável um nível de segurança de pelo menos 75%, a utilização dos dados normais não caracteriza as necessidades de reposição hídrica na região.

<sup>1</sup> Professor, Doutor, UFC, e-mail [thales@ufc.br](mailto:thales@ufc.br);

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, UFC;

<sup>3</sup> Professor, Doutor, UFC, e-mail [benito@ufc.br](mailto:benito@ufc.br);

<sup>4</sup> Professor Doutor, UFC, e-mail [jhelio@ufc.br](mailto:jhelio@ufc.br);

<sup>5</sup> Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFC, Bolsista da FUNCAP.

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os totais mensais da deficiência hídrica para os diferentes níveis probabilísticos no primeiro e no segundo semestres, respectivamente. Quando se analisa o nível de 75% de probabilidade observa-se durante o primeiro semestre uma necessidade mínima de reposição hídrica de 84,6 mm em janeiro, 7,2 mm em fevereiro e de 7,0 mm em junho. Não há necessidade de reposição hídrica, neste nível probabilístico, nos meses de março a maio. Este período caracteriza a estação chuvosa, sendo freqüente a presença na região da zona de convergência intertropical.

Tabela 1. Déficit hídrico mensal provável em Fortaleza, CE, durante o primeiro semestre.

Déficit hídrico						
Prob.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
90%	126,2	60,3	0,0	0,0	43,0	91,3
80%	96,1	21,8	0,0	0,0	0,4	17,6
<b>75%</b>	<b>84,6</b>	<b>7,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>7,0</b>
70%	74,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
60%	55,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50%	38,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40%	21,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30%	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Em oposição, a pequena deficiência hídrica no primeiro semestre, pode-se observar valores consideráveis no segundo (Tabela 2). Ao nível de 75% de probabilidade, há uma necessidade de reposição hídrica desde 39,8 mm no mês de agosto até 153,4 mm em dezembro, com totais de 697,0 mm no segundo semestre e de 795,8 mm ao longo do ano.

Caso um agricultor deseje correr mais riscos adotando, como exemplo, o nível de probabilidade 50%, ele deverá se preparar para repor uma quantidade de 38,4 mm durante o primeiro semestre (janeiro) e de 553,5 mm no segundo, totalizando 591,9 mm ao longo do ano. Esta reposição representaria aproximadamente 74,4% da do nível de 75%, entretanto, poderia representar propiciar deficiências em mais um ano a cada quatro.

Tabela 2. Déficit hídrico mensal provável em Fortaleza, CE, durante o segundo semestre.

Déficit hídrico						
Prob.	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
90%	104,3	117,1	132,0	140,2	154,6	152,7
80%	57,0	102,2	128,1	139,9	154,1	157,5
<b>75%</b>	<b>39,8</b>	<b>90,4</b>	<b>121,2</b>	<b>139,0</b>	<b>153,2</b>	<b>153,4</b>
70%	27,6	80,0	114,8	138,1	152,4	147,0
60%	9,9	59,8	102,0	135,6	150,6	135,5
50%	4,7	48,2	92,7	134,0	149,2	124,7
40%	1,3	36,3	82,7	131,8	147,7	113,9
30%	0,0	23,5	71,2	128,4	145,7	102,4
25%	0,0	21,5	67,5	127,8	145,0	96,1
20%	0,0	19,4	63,5	126,9	144,2	89,1
10%	0,0	14,2	53,0	124,3	141,9	70,7

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se os totais mensais do excesso hídrico para os diferentes níveis probabilísticos no primeiro e no segundo semestres, respectivamente. Quando se analisa o nível de 75% observa-se que durante o primeiro semestre somente há excessos hídricos nos meses de abril e maio, sendo de 88,7 mm e 10,5 mm, respectivamente. Já no segundo semestre não há excessos hídricos.

Tabela 3. Excesso hídrico mensal provável em Fortaleza, CE, durante o primeiro semestre.

Excesso hídrico						
Prob.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
90%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80%	0,0	0,0	0,0	43,7	0,0	0,0
<b>75%</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>88,7</b>	<b>10,5</b>	<b>0,0</b>
70%	0,0	0,0	18,1	116,9	28,6	0,0
60%	0,0	0,0	76,2	155,4	61,5	5,4
50%	0,0	0,0	130,6	191,4	92,1	35,3
40%	0,0	0,0	185,0	227,4	122,8	65,1
30%	0,0	0,0	243,5	265,9	155,6	97,1
25%	0,0	0,0	283,3	287,2	173,7	114,7
20%	0,0	20,7	309,9	311,0	194,0	134,4
10%	0,0	89,8	365,6	373,5	247,2	186,2

Tabela 4. Excesso hídrico mensal provável em Fortaleza, CE, durante o segundo semestre.

Excesso hídrico						
Prob.	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
90%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>75%</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
70%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25%	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20%	21,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10%	51,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## CONCLUSÕES

Os valores normais climatológicos médios mensais de precipitação e de evapotranspiração não devem ser utilizados na confecção de balanço hídrico devido a seus baixos níveis probabilísticos.

Ao nível de 75% de probabilidade, há necessidade de reposição hídrica nos meses de janeiro, fevereiro e de junho a dezembro, totalizando 795,8 mm.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Ed. Brasileira de Universitária, 1996, 161 p.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D.; PASSOS, J. R. S. O modelo gama de probabilidade aplicada ao estudo da distribuição da chuva mensal na região administrativa de Bauru, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, **Anais**. Piracicaba-SP: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997.
- SAAD, J.C.C.; SCALOPPI, E.J. Análise dos principais métodos climatológicos para estimativa da evapotranspiração. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8. **Anais**. Florianópolis: ABID, v.2, p. 1037-1052., 1988.
- SILVA, Z.R.; PEQUENO, H.C.; CAMPOS, J.L.D. Um método empírico para estimativa da evapotranspiração potencial no Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v.8, p.91-95, 1978.
- VIANA, T.V.A.; ARAUJO, W.F.; ANDRADE JR, A.S.; AZEVEDO, B.M.; CRISÓSTOMO JR, R.R. Precipitação decenal provável para Pentecoste, CE, através da distribuição Gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11, **CDROM**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999.