

# QUANTIFICAÇÃO DA SECA AGRÍCOLA NO ESTADO DE SÃO PAULO PELO ÍNDICE PADRONIZADO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL

Gabriel Constantino Blain<sup>1</sup>, Orivaldo Brunini<sup>2</sup>

**ABSTRACT** Agricultural drought has always brought serious problems related to food production in the State of São Paulo, Brazil. The scope of this study was to adapt the methodology of the Standardized Precipitation Index (SPI) to the agricultural interesting, based on historical actual evapotranspiration series, fitted to the gamma distribution. The analysis allows to conclude that such adaptation resulted in a new index, Standardized Actual Evapotranspiration Index (IPER), useful to the “near real time monitoring” of the agricultural drought in a ten days periods. It was observed that the range of this new index is directly related to the numbers of standard deviation for which a given value of actual evapotranspiration is below of its expected value.

## INTRODUÇÃO

Uma das ferramentas mais adequadas para a quantificação da seca, sob o ponto de vista meteorológico, é o Índice Padronizado de Precipitação (SPI). Desenvolvido por McKee et al. (1993), tal quantificador vem sendo utilizado em diversos países do mundo, nos programas e ações governamentais de combate e mitigação à seca. Tal índice é capaz de monitorar essa anomalia climática em diversas escalas de tempo, reconhecendo, portanto, diferentes tipos de seca em sua análise. Entretanto, o fato de utilizar apenas dados de precipitação pluvial distancia o uso desse quantificador dos interesses agrícolas.

O SPI tem como base de sua metodologia o ajuste de séries de precipitação à distribuição gama incompleta. Tal distribuição é adequada para descrever o comportamento de variáveis que possuam limite inferior superior a 0.

De acordo com Palmer (1968), a seca agrícola pode ser entendida, de forma simplista, como um déficit de evapotranspiração. Entretanto, tal deficiência, não deve ser calculada com base na evapotranspiração potencial (ETP), já que em períodos climatologicamente secos, um valor de evapotranspiração real (ETR) inferior ao da evapotranspiração potencial não significa, necessariamente, a existência de uma anomalia climática (seca). Uma seca agrícola, está, portanto, relacionada ao déficit entre o valor da evapotranspiração real, estimada em um período, e o valor climatologicamente esperado para o mesmo período em questão.

Assim, esse estudo tem como objetivo a adaptação da metodologia do SPI para a quantificação da seca agrícola, em escala decenal, baseando-se no ajuste de séries de evapotranspiração real, estimadas pelo método do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather (1955) à distribuição gama incompleta.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram gerados balanços hídricos decenais com período homogêneo, entre 1971 a 2000, para as localidades de Campinas (22°54'S 47°05'W), Ribeirão Preto (21°11'S 47°48'W), Mococa (21°28'S 51°05'W), Tatuí (23°22'S 47°52'W) e Pindorama (21°13'S 48°56'W). As séries de ETR geradas em tais Balanços foram agrupadas em decênios, resultando em 36 séries para cada local.

A primeira etapa do novo índice foi a determinação da função de densidade de probabilidade, a qual descreve uma longa série de valores estimados da ETR decenal. Após essa determinação, a probabilidade cumulativa de um dado valor estimado de ETR é calculada. A função normal inversa (Gaussiana), a qual possui média zero e variância unitária é aplicada à probabilidade acumulada. O resultado é o valor do novo índice, denominado “Índice Padronizado de Evapotranspiração Real” (IPER).

Foram ainda gerados balanços hídricos decenais para todas as localidades em questão para os anos de 2001 a 2005. A variação da deficiência hídrica, estimada nesse período de acordo com a metodologia de Thornthwaite & Mather (1955), e a variação do IPER foram comparadas em todos os locais do estudo.

Assim como descrito em Blain (2005), o fenômeno seca é entendido, nesse estudo, como uma anomalia climática. Com isso, pode-se assumir que o evento seca ocorre quando as condições hídricas de um período em questão encontram-se abaixo das climatologicamente esperadas.

Após o cálculo do balanço hídrico seqüencial decenal, foi calculada a média decenal do parâmetro ETR, representando uma condição climatologicamente esperada para um dado decênio. A subtração entre o valor da ETR estimada em um dado período e sua média decenal dá origem ao parâmetro AH\_ETR, o qual representa o desvio que uma dada condição estimada apresenta em relação a seu valor esperado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 indica a grande concordância existente entre a variação do parâmetro deficiência hídrica e a variação do IPER na localidade de Pindorama. Tal concordância foi detectada em todas as demais localidades desse estudo.

A Tabela 1 contém, para a região de Ribeirão Preto, valores do IPER, da ETR estimada, da ETR média e do desvio padrão (DP) no período de janeiro a fevereiro de 2005.

A Tabela 2 mostra a variação do IPER em relação à variação de valores de ETR, quando são descontados 0, 1, 2, 3 e 4 desvios padrões da ETR média no segundo decênio de fevereiro na localidade de Ribeirão Preto e no primeiro decênio de agosto na

<sup>1</sup> Eng. Agrícola \_MSc\_PqC-I. APTA - Instituto Agrônomo – [gabriel@iac.sp.gov.br](mailto:gabriel@iac.sp.gov.br) Av. Barão de Itapura nº 1487 CEP – 13001-970 C.P 28 Botafogo.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Doutor. APTA - Instituto Agrônomo de Campinas. Com Bolsa de Produtividade em Pesquisa - CNPq Instituto Agrônomo – [brunini@iac.sp.gov.br](mailto:brunini@iac.sp.gov.br) Av. Barão de Itapura nº 1487 CEP – 13001-970 C.P 28 Botafogo.

localidade de Campinas. Nota-se que a variação do índice está relacionada ao número de desvios padrões que um dado valor de ETR encontra-se abaixo do valor climaticamente esperado para um dado período e local.

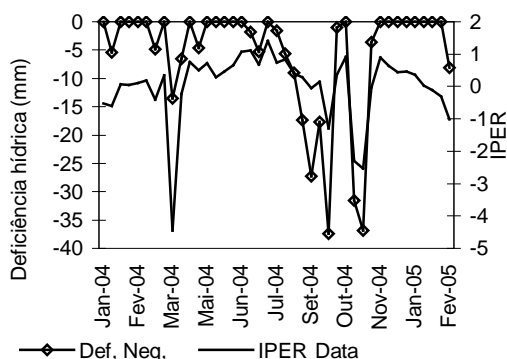


Figura 1. Variação do parâmetro deficiência hídrica e do IPER na localidade de Pindorama (21°13'S. 48°56'W).

Tabela 1 Valores do IPER, da ETR estimada, da ETR média e do desvio padrão (DP) no período de janeiro a fevereiro de 2005 – Ribeirão Preto.

Data	ETR (mm)	IPER	ETRMEd(mm)	DP(mm)
01/01/05	43,4	0,7	41,3	3,1
11/01/05	46,4	0,9	42,4	4,7
21/01/05	46,9	0,3	46,0	3,0
01/02/05	37,2	-0,6	40,6	5,1
11/02/05	29,1	-3,3	39,6	3,5
21/02/05	33	0,1	32,9	4,3

Tabela 2. - Variação do IPER em relação à variação de valores de ETR, no segundo decêndio de fevereiro na localidade de Ribeirão Preto e no primeiro decêndio de agosto na localidade de Campinas.

Ribeirão 11 a 20 de fevereiro		
DP subtraídos	ETR(mm)	IPER
0	39,6	0,0
1	36,1	-1,0
2	32,6	-2,1
3	29,1	-3,3
4	25,7	-4,6
Campinas 1 a 10 de Agosto		
DP subtraídos	ETR(mm)	IPER
0	13,52	0,1
1	8,6	-1,0
2	3,7	-2,4

As figuras 2 e 3 mostram a variação do IPER em relação à variação de valores de ETR na localidade de Ribeirão Preto e Campinas, respectivamente.

Na Figura 3 a concordância entre a variação do IPER e de AH\_ETR é apresentada para a localidade de Campinas nos meses de janeiro e fevereiro de 2005. Tal concordância foi detectada nas demais localidade desse estudo tornando o IPER, uma ferramenta padronizada regionalmente e temporalmente e, portanto, útil para decisões governamentais de planos de combate à seca agrícola.

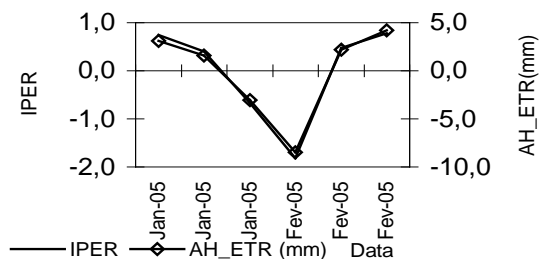


Figura 2. Variação do IPER em relação à variação de valores de ETR no segundo decêndio de Fevereiro na localidade de Ribeirão Preto.

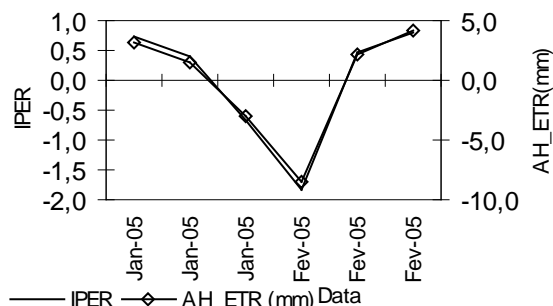


Figura 2. Variação do IPER em relação à variação de valores de ETR no segundo decêndio de Fevereiro na localidade de Ribeirão Preto.

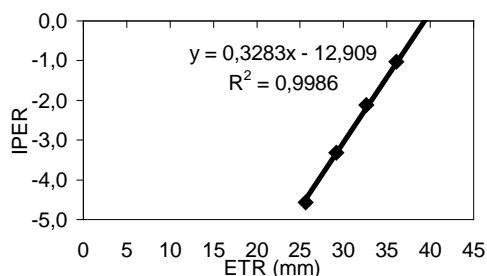


Figura 3. - Variação do IPER e de AH\_ETR para a localidade de Campinas – 01/01/05 a 21/02/05

## REFERÊNCIAS

BLAIN, G. C. *Avaliação e adaptação do Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) e do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) às condições climáticas do Estado de São Paulo*. 2005. 120p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Sub-tropical) – Instituto Agronômico, Campinas – SP.

MCKEE, T.B.; DOESKEN, N.J. e KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to times scale. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Boston. Anais American Meteorological Society, Boston: PREPRINTS, 1993. p.179 – 184.

PALMER, W.C. Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: the new Crop Moisture Index, *Weatherwise*, 21, p.156-161, 1968.

THORNTHWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water balance. *Climatology*, Centerton, v.8, n.1, p.1 – 40, 1955.