

## ANÁLISE DA SECA POR MEIO DO SPI PARA DIFERENTES REGIÕES DO ESTADO DE GOIÁS

Diego Simões Fernandes<sup>(1)</sup>, Alexandre Bryan Heinemann<sup>(2)</sup>, Rosidalva Lopes Feitosa da Paz<sup>(1)</sup>, André de Oliveira Amorim<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás, Rua 82 s/nº Palácio Pedro Ludovico Teixeira 2º Andar Setor Sul, Goiânia-GO, diegosifer@cnpaf.embrapa.br, dalvapaz@yahoo.com.br, amorim\_go@yahoo.com.br <sup>(2)</sup> EMBRAPA– Arroz e Feijão, Rod. Goiânia Nova Veneza, km 12, 75375-000, Santo Antônio de Goiás-GO, alexbh@cnpaf.embrapa.br

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 - SESC, Guarapari, ES

**RESUMO:** O objetivo desse estudo foi avaliar o índice de seca SPI na ocorrência de eventos de seca e seus efeitos na estimativa da produtividade do arroz de terras altas em seis diferentes microrregiões do Estado de Goiás. Para isso utilizou-se dados diários de precipitação, provenientes das estações meteorológicas da Agência Nacional de Águas. Os valores obtidos com o SPI foram avaliados por meio do número de eventos, percentual de acerto do SPI na variabilidade da produtividade ajustada e em relação aos desvios da produtividade ajustada. As análises permitiram observar que a região Sudoeste de Goiás apresentou o maior número de anos com eventos extremos de seca. As probabilidades de eventos extremamente secos variaram entre 1 e 3%. A microrregião que obteve o melhor percentual de acerto foi o Sudoeste de Goiás com aproximadamente 63% de acertos em acompanhar os desvios da produtividade de arroz de terras altas.

**PALAVRAS-CHAVE:** secas, índice padronizado de precipitação, arroz de terras altas

### ANALYSIS OF DROUGHT THROUGH SPI INDEX TO DIFFERENT REGIONS OF THE GOIÁS STATE

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the drought index SPI for occurrence of drought events and their effects on upland rice crop yield in six different regions of Goiás State. For that it was used daily precipitation data from the meteorological stations of the National Water Agency. The values obtained by SPI were evaluated by the number of events, SPI accuracy percentage in the adjusted yield variability and in relation to yield adjusted deviations. The analysis allowed to observe that Southwestern of Goiás micro-region showed the greatest number of years with drought extremes. The probability of extremely dry events ranged between 1 and 3%. The micro-region that had the best rate of success was the Southwestern of Goiás with approximately 63% accuracy in tracking the deviations of the upland rice yield.

**KEYWORDS:** droughts, standardized precipitation index, upland rice

**INTRODUÇÃO:** As secas são fenômenos climáticos extremos e, recentemente, se tornaram um problema de ameaça global e local (Burke et al., 2005). Eventos de seca podem ter um impacto significativo nos diversos setores das atividades humanas. Normalmente, se desenvolve durante ou após períodos com precipitação acumulada baixa em relação às condições normais de uma dada região. De acordo com Salas et al. (2005), altas temperaturas, ventos fortes, baixa umidade do ar, capacidade de retenção de água no solo e o potencial erosivo são contribuintes para aumentar a severidade do fenômeno. O Estado de Goiás destaca-se por sua vocação agrícola, e é responsável por 62, 6,87 e 1,52% das produções brasileiras de soja, milho e arroz (IBGE, 2010). Entre essas culturas, o arroz de terras altas é

considerado altamente sensível à deficiência hídrica (Pinheiro, 2006). Devido ao fato da produtividade dessa cultura ser influenciada pela ocorrência de secas agrícolas na região, há necessidade de se monitorar, por meio de ferramentas como os índices de seca, a intensidade e a ocorrência desses eventos. Entre os diversos índices de seca, o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) se destaca por ser obtido utilizando-se somente uma variável climática, a precipitação, além de não ser afetado pela topografia e permitir a comparação quantitativa da ocorrência da seca em diferentes regiões e em múltiplas escalas temporais devido ao fato de ser normalizado (Fathabadi et al., 2009). O objetivo desse estudo foi avaliar o índice de seca SPI, em escala temporal mensal, na ocorrência de eventos de seca e seus efeitos na estimativa da produtividade do arroz de terras altas em seis diferentes microrregiões do Estado de Goiás.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo baseou-se em seis microrregiões do estado de Goiás, distribuídas de forma a contemplar grande parte do estado. Essa região é caracterizada pela transição entre os climas quentes de latitudes baixas e os climas mesotérmicos do tipo temperado de latitudes médias e apresenta duas estações bem definidas: seca (abril-setembro) e chuvosa (outubro-março). De acordo com Keller Filho et al. (2005), a pluviosidade dessa região esta entre 1000 e 1500 mm anuais. Para esse estudo foram utilizados dados diários de precipitação proveniente das estações meteorológicas localizadas dentro das microrregiões, pertencentes a Agencia Nacional das Águas (ANA). Informações sobre o período de dados e informações geográficas das estações estão apresentadas na Tabela 1. Uma análise de consistência sob a série histórica de dados de precipitação utilizada foi realizada seguindo a metodologia descrita por Heinemann et al. (2007).

Tabela 1. Informações sobre as estações meteorológicas e período de dados utilizado.

ID	Microrregião	Município	Lat. (°)	Lon. (°)	Alt. (m)	Período	Núm. de anos
1	Porangatu	Uruaçu	-14,52	-49,05	569	1969 - 2007	39
2	Rio Vermelho	Aruanã	-14,92	-51,08	215	1971 - 2006	36
3	Entorno de Brasília	Alexania	-16,08	-48,50	1096	1968 - 2007	40
4	Sudoeste de Goiás	Mineiros	-17,69	-52,88	770	1969 - 2007	39
5	Catalão	Catalão	-18,10	-47,69	835	1971 - 2006	36
6	Meia Ponte	Itumbiara	-18,34	-49,61	448	1972 - 2006	35

Os valores do SPI foram obtidos pelas equações 1 e 2 e seguem metodologia apresentada por Fernandes et al. (2010).

$$SPI = -(t - c_0 + c_1t + c_2t^2/1 + d_1t + d_2t^2 + d_3t^3) \text{ para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (1)$$

$$SPI = +(t - c_0 + c_1t + c_2t^2/1 + d_1t + d_2t^2 + d_3t^3) \text{ para } 0,5 < H(x) \leq 1 \quad (2)$$

Os dados de produtividade da cultura de arroz de terras altas compreendem o período de 1975 a 2006 e são provenientes do IBGE e estão armazenados na base de dados AGROTEC. Devido ao fato dos dados de produtividade apresentar a interação dos efeitos do avanço tecnológico e a variabilidade climática, há necessidade de minimizar os mesmos e ajustar os dados de produtividade para o último ano de dados disponível, nesse caso, 2006. Assim, seguiu-se a metodologia aplicada e descrita em detalhes por Fernandes et al. (2010). Após a aplicação dessa metodologia os dados de produtividade passam a ser denominados produtividade ajustada. Nesse estudo, os valores do SPI nas diferentes escalas temporais

foram analisados por meio do número de eventos de seca, comparações com a série histórica de produtividade ajustada de arroz de terras altas, percentual de acerto em relação à produtividade ajustada e o desvio da produtividade ajustada em relação aos valores do SPI. Para analisar os valores calculados do SPI-1 com a produtividade ajustada de arroz de terras altas, somaram-se os valores de SPI-1, considerando-se somente os meses que representam o período de desenvolvimento da cultura de arroz de terras altas no estado de Goiás, que são de outubro a março. Assim, o índice passou a ser denominado SPI-1.ac.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES:** A evolução da série temporal dos valores do SPI, permitiu observar os vários períodos secos de cada uma das seis microrregiões, supracitados na Tabela 1, e por meio do índice acumulado (SPI-1.ac), foi possível fazer uma comparação do índice com a produtividade ajustada conforme ilustra a Figura 1. Na análise das séries temporais das microrregiões do SPI-1, observou-se que a ocorrência de eventos extremamente seco variaram de 4 a 11 anos, onde a microrregião Rio Vermelho apresentou o menor número de anos, enquanto que a microrregião Sudoeste de Goiás apresentou o maior número (Figuras 1C e 1I, respectivamente). Segundo Lloyd-Hughes & Saunders (2002), o SPI representa os eventos extremamente seco melhor que o PDSI (Índice de Severidade de Seca de Palmer). Esse fato também foi observado por Fernandes et al. (2010) para a microrregião de Goiânia, Goiás. Períodos com eventos muito seco, foram observados entre 23 e 31 anos, nas microrregiões de Catalão e Sudoeste de Goiás (Figuras 1E e 1I, respectivamente). Eventos considerados moderadamente seco apresentaram períodos que variaram entre 23 e 34 anos, Catalão e Sudoeste de Goiás, respectivamente. A microrregião Sudoeste de Goiás foi a que apresentou o maior número de meses com algum tipo de evento de seca, ao todo foram 123 meses, seguidos pelas microrregiões Entorno de Brasília e Meia-Ponte, 108 e 107 meses, respectivamente (Figuras 2I, 2A e 2G). Salienta-se que a microrregião de Catalão foi a que apresentou o menor número de meses com a ocorrência de seca, 79 meses.

De acordo com a classificação realizada na produtividade ajustada, ou seja, diminuições ou aumentos na produtividade em relação ao ano agrícola anterior, foram observadas diminuições de 12 anos em Catalão, 13 anos no Entorno de Brasília, Rio Vermelho e Meia-Ponte, e 14 anos para Sudoeste de Goiás e Porangatu. O SPI-1.ac teve um desempenho melhor em acompanhar a variabilidade da produtividade ajustada nas microrregiões Sudoeste de Goiás, onde acompanhou 19 dos 30 anos (Figura 1J).

O percentual de acerto do SPI-1.ac foi maior no Entorno de Brasília, sendo de 56,7%, e obteve fraco desempenho em acompanhar a variabilidade da produtividade ajustada para as microrregiões de Rio Vermelho e Porangatu, 46,7% (Figura 2). O SPI-1.ac apresentou a melhor precisão para o Sudoeste de Goiás, 63,3%. Para as microrregiões Porangatu e Rio Vermelho, observou-se os menores percentuais de acerto, ficando abaixo de 50%, conforme ilustra a Figura 2.

Por último, analisou-se os desvios da produtividade em função dos valores obtidos com o SPI-1.ac, ilustrado na Figura 3. Existe uma evidente tendência para anomalias médias negativas, no rendimento do arroz de terras altas, para valores extremos do SPI-1.ac. De acordo com Heinemann & Stone (2009), um período de estresse hídrico, durante a fase de floração do arroz de terras altas, é capaz de reduzir a produtividade de grãos, confirmando assim, as anomalias médias negativas observadas na produtividade. No entanto, assim como o déficit hídrico, o excesso hídrico também acarreta baixo rendimento da cultura devido ao surgimento de pragas e doenças nas plantas. Relações entre o índice de seca na estação chuvosa e a produtividade ajustada da cultura do arroz de terras altas foram bem representados por um polinômio de segunda ordem. De acordo com Ash et al. (1992), esse fato aproxima a natureza da relação entre água e rendimento das culturas.

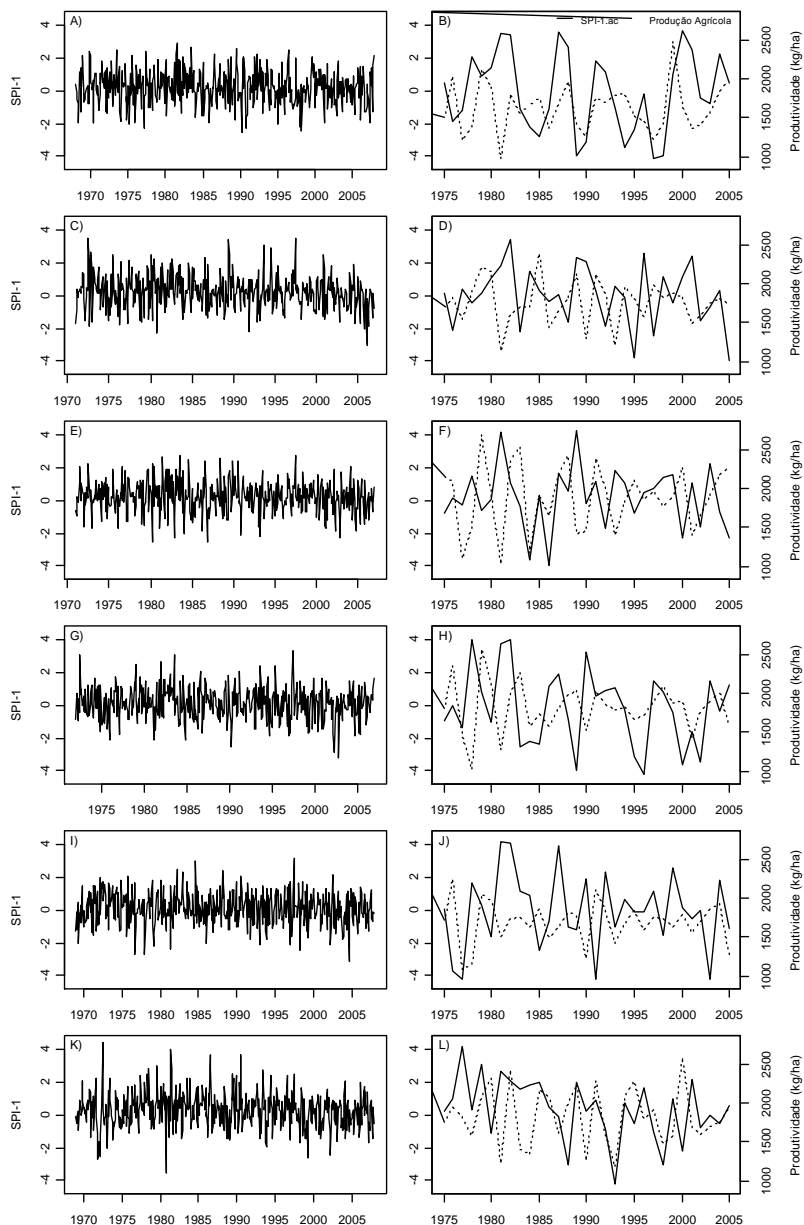


Figura 1. Série temporal do SPI-1 e comparação dos valores do SPI-1.ac com dados de produtividade ajustada do arroz de terras altas para as microrregiões Entorno de Brasília (A, B), Rio Vermelho (C, D), Catalão (E, F), Meia-Ponte (G, H), Sudoeste de Goiás (I, J) e Porangatu (K, L).

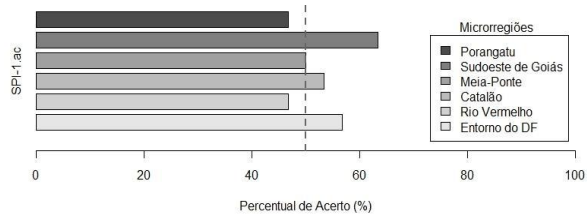


Figura 2. Percentual de acerto do índice SPI-1.ac para as seis microrregiões.

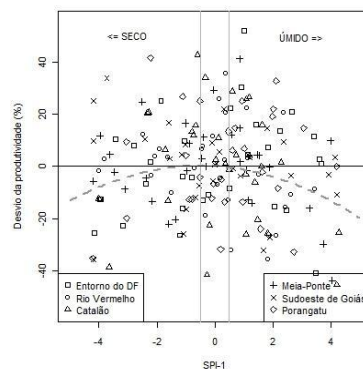


Figura 3. Relações entre o desvio da produtividade com os valores obtidos com o índice de seca acumulado SPI-1.ac.

**CONCLUSÕES:** O índice SPI mostrou bom desempenho em avaliar os efeitos da seca na produtividade de arroz de terras altas no estado de Goiás. A região Sudoeste de Goiás obteve o melhor percentual de acerto em acompanhar as tendências da variabilidade da produtividade do arroz de terras altas, sendo de 63,3%. O desvio da produtividade ilustrou que tanto a seca, ou seja, déficit hídrico, como o excesso hídrico causam efeitos na produtividade, pois com o excesso existe a possibilidade do surgimento de pragas e doenças.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- ASH, G.H.B.; SHAYKEWICH, C.F.; RADDATZ, R.L. Moisture risk assessment for spring wheat on the eastern prairies: a water-use simulation model. **Climatological Bulletin**, v.26, p.65–78, 1992.
- BURKE, E.J.S.; BROWN, J.; CHRISTIDIS, N. Modeling the recent evolution of global drought and projections for the 21st century with the Hadley Centre Climate model. **Journal of Hydrometeorology**, v.7, p.1113-1125, 2005.
- FATHABADI, A.; GHOLAMI, H.; SALAJEGHE, A.; AZANIVAND, H.; KHOSRAVI, H. Drought forecasting using neural network and stochastic models. **Advances in Natural and Applied Sciences**, v. 3, n. 2, p. 137-146, 2009.
- FERNANDES, D.S.; HEINEMANN, A.B.; PAZ, R.F.L.; AMORIM, A.O. Desempenho de índices quantitativos de seca na estimativa da produtividade de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p. 771-779, 2010.
- HEINEMANN, A.B.; SILVA, S.C.; LOPES JUNIOR, S.; AMORIM, A.O.; ANDRADE, C.L.T.; BASTOS, E.A.; PAZ, R.L.F. **Características climáticas dos municípios de Santo Antônio de Goiás (GO), Porangatu (GO), Janaúba (MG), Sete Lagoas (MG), Parnaíba (PI) e Teresina (PI)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2007. 36p. (Documentos, 214).
- HEINEMANN, A.B.; STONE, L.F. Efeito da deficiência hídrica no desenvolvimento e rendimento de quatro cultivares de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.134-139, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento sistemático da produção agrícola: 2009. Disponível em: [www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/). Acesso em: 22 jan. 2010.
- KELLER FILHO, T.; ASSAD, E.D.; LIMA, P.R.S. de R. Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.311-322, 2005.
- LLOYD-HUGHES, B.L.; SAUNDERS, M.A. A drought climatology for Europe. **International Journal of Climatology**, v.22, p.1571-1592, 2002.
- PINHEIRO, B. da S. Características morfológicas da planta relacionadas a produtividade. In.: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. DE A. (Eds.). **A cultura do arroz no Brasil**. 2. Ed. Rev. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1000p.
- SALAS, J.D.; FU, C.; CANCELLIERE, A.; DUSTIN, D.; BODE, D.; PINEDA, A.; VINCENT, E. Characterizing the severity and risk of drought in the Poudre River, Colorado, **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.131, p.383–393, 2005.