

Desempenho de três índices de seca em função da variação anual da produtividade de milho e soja no município de Jataí-GO

HILDEU FERREIRA DA ASSUNÇÃO¹, SIMONE MARQUES FARIA²

¹Prof. Dr., Universidade Federal de Goiás/Campus Jataí, hildeu@jatai.ufg.br; ²Mestranda em Geografia, CAJ/UFG.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG.

Resumo: Este trabalho teve como objetivo, testar o desempenho de três índices de seca em função da variação anual da produtividade agrícola. Para isso foi utilizada a série climatológica de precipitação e evapotranspiração para calcular o índice padronizado de precipitação (*SPI*), o índice *Z* de anomalia hídrica e o índice de severidade de seca de Palmer (*PDSI*). A avaliação de desempenho dos índices de seca foi efetuada com os dados anuais do rendimento (kg ha^{-1}) de milho e soja, das safras de 1990 a 2006, do município de Jataí-GO. Assim estes índices foram correlacionados com o rendimento de grãos, considerando as fases críticas (florescimento e enchimento de grãos) em dezembro para a soja e abril para o milho. Os resultados mostraram que todos os índices têm correlação positiva com o rendimento e índice *SPI* e o índice *Z* de anomalia hídrica são os melhores indicadores quanto à variação no rendimento da soja e do milho, ano após ano. Apesar da correlação positiva, o índice de severidade de seca de Palmer (*PDSI*) não teve tendência significativa.

Palavras-chave: Índice Padronizado de Precipitação, Índice de anomalia hídrica, Índice de Severidade de Seca de Palmer.

Abstract: This work had as objective, to test the performance of three drought indexes in function of the annual variation of the agricultural productivity. For that it was used the climatological series of precipitation and potential evapotranspiration to calculate the standardized precipitation index (*SPI*), the moisture anomaly index (*Z*) and the Palmer drought severity index (*PDSI*). The performance evaluation of drought indexes was made with the annual data of yield (kg ha^{-1}) of maize and soybean, of the crops from 1990 to 2006, from municipal area of Jataí, Goiás State. Thus these indexes were correlated with the yield of grains, considering the critical phases (flowering and filling of grains), in December for the soybean and April for the maize. The results showed that all the indexes have positive correlation with the yield; therefore, the *SPI* index and the moisture anomaly index (*Z*) are the best indicators of the agricultural drought, taking into account the variation of the soybean yield and maize yield, year by year. In spite of the positive correlation, the Palmer Drought Severity Index (*PDSI*) does not have a significant inclination.

Key words: Standardized Precipitation Index, Moisture Anomaly Index, Palmer Drought Severity Index.

Introdução: A seca agrícola é uma anomalia meteorológica associada ao desequilíbrio entre a água disponível no solo e a necessidade hídrica das culturas, o que pode levar a planta a uma redução considerável na produção, mesmo em cultivares de excelente potencial genético.

Geralmente, a seca agrícola manifesta-se após a seca meteorológica e antes da seca hidrológica.

No Sudoeste de Goiás chove, em média, 1600 mm ano⁻¹ (ESPINOZA et al., 1982), que de acordo com o calendário agrícola do Estado de Goiás (CONAB, 2007), as atividades concentram-se no período chuvoso, entre novembro e março quando ocorrem de 80 a 90% das chuvas, o que favorece a colheita de duas safras por ano, colocando o município de Jataí como o maior produtor de grãos, principalmente milho e soja, do Estado de Goiás. Nesta região, o agronegócio é um dos mais expressivos em nível nacional, devido ao uso de tecnologia de ponta, sobretudo no que tange à produção de grãos. Contudo, a distribuição irregular das chuvas, em anos atípicos é inevitável e prejudicial ao setor agrícola, principalmente na fase crítica das culturas, que vai da floração ao enchimento de grãos (DOORENBOS e KASSAM, 1978).

Partindo-se do pressuposto de que a seca pode afetar a cadeia produtiva de grãos, este trabalho teve como objetivo, testar o desempenho de três índices de seca: Índice Padronizado de Precipitação (*SPI*), Índice Z de anomalia hídrica e Índice de Severidade de Seca de Palmer (*PDSI*), correlacionando-os com a variação anual da produtividade agrícola de milho e soja no município de Jataí-GO.

Material e Métodos: Este estudo foi conduzido no Campus Jataí/Universidade Federal de Goiás, Jataí, GO, utilizando as séries de precipitação (*P*) e de evapotranspiração potencial (*EP*) da Estação Climatológica Principal (17°52' S; 51°48' W; 676 m), do período de 1990 a 2006, obtidas junto ao 10° DISME/INMET.

O Índice Padronizado de Precipitação (*SPI*) mensal foi calculado, levando-se em conta a precipitação mensal do corrente ano (*P*), a precipitação média mensal (\bar{P}) e o desvio padrão da precipitação mensal (s_p) da série pluviométrica climatológica, admitindo-se que o evento chuva, nos meses de outubro a abril, tenha distribuição normal (VICENTE-SERRANO & CUADRAT-PRATS, 2006):

$$SPI = \frac{P - \bar{P}}{s_p} \quad (1)$$

Valores negativos de *SPI* indicam condições de seca e valores positivos indicam condições de umidade.

Os passos e os conceitos básicos para computação do Índice Z de anomalia hídrica e o Índice de Severidade de Seca de Palmer (*PDSI*) seguem a metodologia descrita por Palmer (1965) e Alley (1984).

Para avaliação de desempenho dos índices de seca foram utilizados dados anuais do rendimento agrícola (kg ha⁻¹), safras de 1990 a 2006, referentes às culturas de milho e soja, do município de Jataí-GO, adquiridos junto ao Sistema IBGE de Recuperação de Automática (www.sidra.ibge.gov.br).

Considerou-se, neste trabalho que o pico da semeadura da soja, no Sudoeste de Goiás, ocorre em meados de novembro (CONAB, 2007), e a fase crítica se dá em dezembro. No caso do milho, também foi considerado que o seu cultivo, nesta região, seja exclusivamente na safrinha, ou seja, o pico da semeadura ocorra em meados de fevereiro e a sua fase crítica (florescimento e enchimento de grãos) em abril. Assim, os índices de seca (*x*), durante os meses críticos (dezembro e abril), foram correlacionados com os rendimentos (*y*) anuais de cada cultura.

A avaliação de desempenho foi efetuada com o software MSExcel, aplicando-se análises de regressão linear, nos meses de dezembro (para soja) e abril (para o milho), gerando-se equações do tipo: $y=a+bx$. No sentido de avaliar a correlação observada entre os índices de

seca e o rendimento das culturas, o parâmetro de ajuste da regressão linear (b) foi submetido à análise de variância ao nível de 5% de significância, validando-se os índices de seca com menores probabilidades de erro na tendência ($p\text{-value} < 0,05$).

Resultados e Discussão: A Figura 1 mostra o efeito dos índices de seca sobre o rendimento da soja. Nota-se que as tendências dos índices SPI e Z acompanharam melhor as variações da produtividade da soja. A tendência crescente do ajuste sugere que os rendimentos dessas culturas estão associados às condições de umidade, ou seja, quando maior a condição de umidade do solo na ocasião da fase crítica, maior será a produtividade desta lavoura. Segundo Reichardt (1990), o sistema radicular da soja, apesar de atingir a profundidade de 1,0 m, é bastante superficial (80% a 90% nos primeiros 25 cm). Por isso esta cultura é muito sensível à umidade do solo e sua produtividade pode ser fortemente afetada mesmo em curtos períodos de falta de água. A necessidade de água para a cultura da soja é de 450 a 700 mm para rendimentos na ordem de 2500 a 3500 kg ha⁻¹.

A dispersão nos dados observados sugere que além das condições de umidade, outros fatores co-afetaram a produtividade, entre eles, o nível tecnológico, as condições de manejo da cultura, ataque de pragas e doenças, etc.

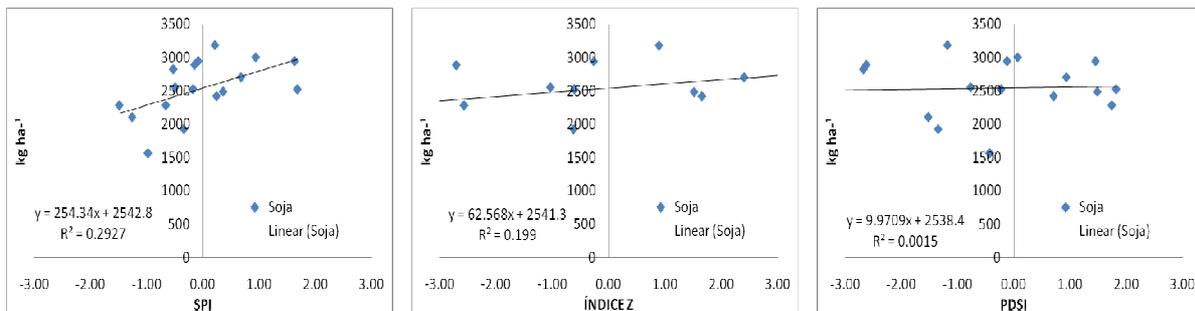


Figura 1. Efeito dos índices de seca, no mês de dezembro, sobre a produtividade da soja no município de Jataí-GO (1990 a 2006).

A Figura 2 mostra os efeitos dos índices de seca sobre o rendimento do milho, durante o mês de abril, uma vez que, neste período estas culturas estão em suas fases críticas. Observa-se que os índices SPI e Z apresentaram tendências mais acentuadas em relação à produtividade. As correlações positivas indicam um aumento no rendimento com o aumento da umidade no solo.

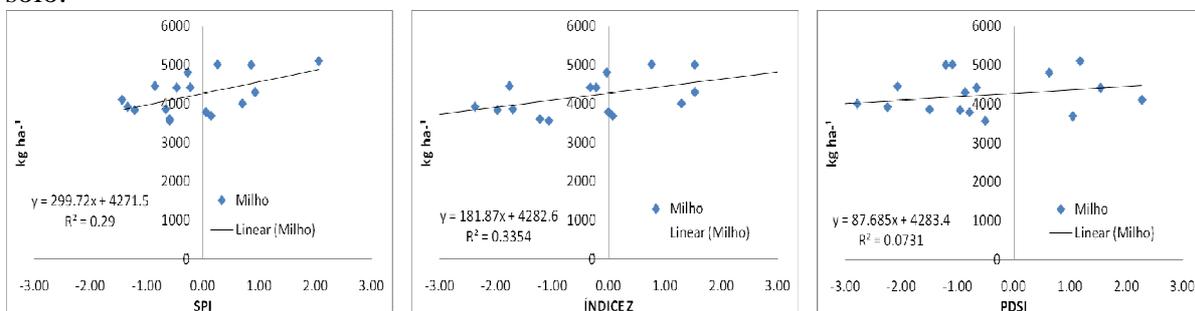


Figura 2. Efeito dos índices de seca, durante o mês de abril, sobre a produtividade do milho de 2ª safra no município de Jataí-GO (1990 a 2006).

Embora os índices Z e $PDSI$ sejam obtidos usando os mesmos dados, seus valores mensais são um pouco diferente. O índice Z não é afetada pelas condições de umidade no mês

anterior, então os valores do índice Z podem variar dramaticamente de mês a mês. Por outro lado, o PDSI varia mais vagarosamente porque as condições anteriores por 2/3 de seu valor. O milho na região Centro-Oeste é cultivado na safrinha (2ª safra), com o objetivo de deixar a palhada durante o pousio do solo. De acordo com Reichardt (1990), para produções ótimas, esta cultura exige de 500 a 800 mm por ciclo, cujo período de maior exigência é na fase do embonecamento, por isso que as deficiências hídricas que ocorrem nesse período são as que provocam maiores reduções na produtividade. Em condições de chuva natural, ótimas produtividades variam de entre 2000 a 4000 kg ha⁻¹, dependendo do híbrido e das condições solo-clima.

Para a cultura de milho, a água é um fator limitante, principalmente, na fase de germinação e nos períodos de floração e enchimento de grãos. As oscilações nas safras de milho, das principais regiões produtoras do Brasil, estão associadas à disponibilidade de água, sobretudo no período crítico da cultura, que vai do florescimento ao início do enchimento de grãos o que pode acarretar redução de rendimento mesmo em anos climaticamente favoráveis, se o déficit hídrico ocorrer no período crítico, ou seja, da pré-floração ao início de enchimento de grãos.

A Tabela 1 apresenta o resumo da avaliação estatística entre os índices estudados. Neste caso, foi considerado como período crítico, o mês coincidente com a fase de floração das culturas. Fisicamente, o parâmetro *a* representa o rendimento base da cultura, em que o índice de seca seria “zero”; o parâmetro *b* representa o ganho (+) ou perda (-) no rendimento para cada unidade de índice (+/-); o parâmetro *r*² explica quantitativamente o efeito do índice de seca no rendimento da cultura; e *p*-value é a probabilidade de significância do erro cometido pela análise. Neste caso, se *p*-value ≤ 0,05, então o índice pode ser utilizado para explicar o seu efeito sobre o rendimento destas culturas, no município de Jataí-GO.

Tabela 1. Resultado da análise de regressão entre os índices de seca, no período crítico, e o rendimento anual das culturas para o município de Jataí-GO

Período crítico	Cultura anual	Índice de seca	Parâmetros estatísticos da regressão				SIG
			a	b	r ²	p-value	
DEZ	SOJA	SPI	2542,8	254,3	0,29273	0,0249	**
		Z	2541,3	62,6	0,19903	0,0727	ns
		PDSI	2538,3	10,0	0,00140	0,8846	ns
ABR	MILHO	SPI	4271,5	299,7	0,28998	0,0257	**
		Z	4282,6	181,9	0,33543	0,0148	**
		PDSI	4283,4	87,7	0,07314	0,2938	ns

ns.: Tendência não significativa do coeficiente de ajuste da regressão (parâmetro *b* ≈ 0).

** Tendência significativa do coeficiente de ajuste da regressão (parâmetro *b* ≠ 0), ao nível de 5% de significância.

Conclusões: Após a análise de correlação dos índices de seca com a produção, referente ao período de floração, conclui-se que o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e o Índice Z de anomalia hídrica são os melhores indicadores da variação no rendimento das culturas, ano após ano. O Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) não tem uma tendência significativa, devido ao seu caráter cumulativo, sendo mais apropriado para mediar secas hidrológicas.

Referências bibliográficas:

ALLEY, W.M. The Palmer drought severity index: limitation and assumptions. **J. Climate Appl. Meteor.** P.1100-1109 , 1984.

CONAB/SUREG-GO. Avaliação da safra agrícola 2006/2007 quinto levantamento de Goiás, 2007.

DOORENBOS, J; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. (FAO B Irrigation and Drainage, paper 33). Tradução: Efeito da água no rendimento das culturas; de GUEYI, H. R.; SOUZA, A. A.; DAMASCENO, F. A. V.; MEDEIROS, J. F. Campina Grande, UFPB, 1994. 306p.

ESPINOZA, Waldo; AZEVEDO, Luiz Guimarães de; JARRETA JÚNIOR, Milton. **O clima da região dos Cerrados em relação à Agricultura**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1982. (Circular Técnico, 9), 37p.

PALMER, W.C. **Meteorological drought**. Research Paper No. 45, US Weather Bureau, Washington, DC., 1965. p. 45

REICHARDT, Klaus. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. p.171

VICENTE-SERRANO, S.M. and CUADRAT-PRATS, J.M. Trends in drought intensity and variability in the middle Ebro valley (NE of the Iberian peninsula) during the second half of the twentieth century. **Theor. Appl. Climatol.** 88, P.247–258, 2007.