



SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

TENDÊNCIAS E CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS (PRECIPITAÇÃO E INSOLAÇÃO) E A PRODUTIVIDADE DO MILHO NO MUNICÍPIO DE CAMPOS SALES (CE)

José Ricardo Ferreira Lopes^{1,2}; Alécio Rodrigues Pereira^{1,3}; Thaís Regina Benevides Trigueiro Aranha^{1,4}; Elloise Rackel Costa Lourenço^{1,5}

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG¹, jrfl_jua@hotmail.com², aleciorp_@hotmail.com³, thais_benevides@hotmail.com⁴, elloisercl@gmail.com⁵

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos há uma grande preocupação de pesquisadores em analisar as variabilidades climáticas que estão acontecendo no planeta, principalmente no que se refere a um possível aumento de eventos de precipitações intensas, aumento/diminuição de temperatura e incidência de raios solares, correlacionando-as com os impactos causados sob a produtividade agrícola que depende criticamente do clima e sua variabilidade. Estas variáveis climáticas possuem influência decisiva no crescimento das plantas, além de provocarem diversos efeitos sobre regiões produtoras de alimentos. Muitas vezes esses efeitos podem acarretar em perdas quase totais da produção, provocando escassez de alimentos. Por isso, fazem-se necessários estudos mais detalhados sobre as características dos elementos climáticos, contribuindo, assim, para um melhor planejamento na produção agrícola.

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta de metabolismo C₄, que apresenta alta eficiência na utilização de luz e CO₂. Portanto, uma das causas da queda de produtividade do milho é a deficiência de luz em períodos críticos do desenvolvimento, como, por exemplo, enchimento de grãos. Bergamaschi et al.(2004) descreveram que a produtividade do milho e de todas as culturas agrícolas são fortemente dependente das precipitações, sobretudo quando trata-se de uma cultura sequeiro. Sendo assim, cada cultura tem uma necessidade de água dependente do estado fenológico da planta, um pequeno veranico no momento em que o milho está enchendo o grão pode representar uma perda significativa na produção.

Pesquisas e estudos que investigam os impactos do clima e variabilidade climática em áreas de importância socioeconômica e seus respectivos efeitos nas atividades econômicas são de necessária importância. Desta maneira a previsão e diagnóstico climático, também, poderão auxiliar nos planejamentos do uso da água, agrícola, energético, pesqueiro e industrial, minimizando assim os possíveis efeitos das mudanças nos padrões climáticos (Da Silva, 2009).

Diante do exposto e considerando a importância da temática, o intuito deste trabalho foi analisar as tendências/variações nas séries climatológicas e obter relações entre clima e a produtividade do milho no município de Campos Sales – CE.



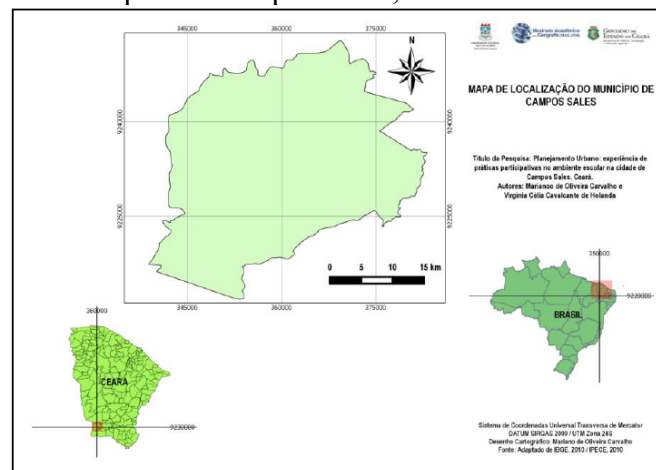


SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foi escolhido o município de Campos Sales localizado no sudoeste do estado do Ceará, o qual possui coordenadas geográficas 7° 04' 28" latitude Sul e 40° 22' 34" longitude Oeste de Greenwich. Situa-se a uma altitude de aproximadamente 567 metros acima do nível do mar, distante 424 km da capital do Estado, Fortaleza. Possui um clima Tropical Quente Semiárido, com temperaturas médias variando de 24° a 26° C e uma pluviosidade anual de 670 mm (Figura 1).

Figura 1. Localização do município de Campos Sales, Ceará



Fonte: adaptado de IBGE, 2010/ IPECE, 2010.

Os dados mensais de precipitação e insolação foram provenientes da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do estado do Ceará (FUNCEME) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), respectivamente, para série histórica que compreende o período de 1981 a 2010. Já a produtividade do milho foi calculada através da razão entre os dados brutos de área plantada (ha) e produção do grão (ton), os quais foram advindos do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) por meio de sua *homepage* para os anos de 1990 a 2010.

O teste de Mann-Kendall (TMK) requer que as séries sejam serialmente independentes, logo um teste de correlação serial deve ser previamente aplicado (Sneyers, 1975). O teste de Mann-Kendall é um teste não-paramétrico (Mann, 1945; Kendall, 1975), sugerido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para avaliação da tendência em séries temporais de dados ambientais.

A estatística do teste é a seguinte (Silva *et al.*, 2010):

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{sign}(x_i - x_j) \quad (1)$$





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

em que: x_j são os dados estimados da sequência de valores, n é o comprimento da série temporal e o sinal $(x_i - x_j)$ é igual a -1 para $(x_i - x_j) < 0$, 0 para $(x_i - x_j) = 0$, e 1 para $(x_i - x_j) > 0$.

O TMK é um teste normalmente usado para avaliar tendência de séries temporais de dados ambientais com bastante eficiência.

Originalmente, a Análise de Componentes Principais (ACP) foi introduzida por Pearson, em 1901 e por Hotelling em 1933 (Everitt & Der, 1977). Este método tem por objetivo a descrição dos dados contidos num quadro indivíduo-caracteres numéricos: p caracteres são medidos em n indivíduos (Bouroche & Saporta, 1982).

A aplicação da ACP a um conjunto de dados de grande dimensão é interessante, inicialmente, apenas para determinar combinações lineares das variáveis originais que expliquem o máximo possível a variação existente nos dados iniciais (Silva, 2001). É uma técnica de redução de dimensões, assim, por exemplo, para m componentes e p variáveis ($p \geq m$), tem-se a seguinte configuração de variáveis latentes: componentes principais resultantes de combinações lineares perfeitas (sem erros) das variáveis.

Empregou-se ACP porque essa técnica não só permite uma redução da dimensão da matriz de dados, ao mesmo que a máxima variância pode ser explicada pela classificação dos autovetores associados aos maiores autovalores da matriz de correlação, ou seja, os dados originais podem ser analisados a partir de um número pequeno de componentes independentes entre si.

Neste trabalho, utilizou-se uma rotação ortogonal mantendo a correlação entre as componentes igual a zero, portanto independentes, sendo que tal critério que usa a maximização em cada componente dá origem a técnica chamada de varimax.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias climatológicas das macrorregiões cearenses estão dispostas abaixo divididas em período chuvoso (azul) e período seco (vermelho) e são representadas pelas Figuras 2 e 3. O período chuvoso inicia no mês de dezembro, encerrando-se no mês de maio e o período seco inicia-se no mês de junho com termino no mês de novembro. As menores insolações ocorrem coincidentemente durante a estação chuvosa devido ao aumento de nebulosidade e os maiores valores ocorre durante a estação seca, quando há menor nebulosidade, chegando uma maior quantidade de radiação e raios solares a superfície terrestre.

Na aplicação do TMK aos dados de precipitação os resultados mostraram se que houve aumento nos valores pluviométricos para a média anual e período chuvoso, havendo diminuição para o período seco. Já para os dados de insolação que houve aumento nos valores para a média anual e período seco, tendo diminuição para o período chuvoso, conforme Tabela 1.





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Figura 2. Média climatológica para precipitação para o município de C. Sales – CE

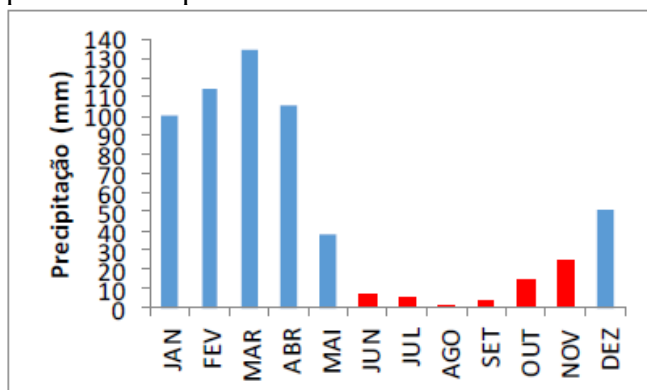


Figura 3. Média climatológica para insolação para o município de Campos Sales – CE

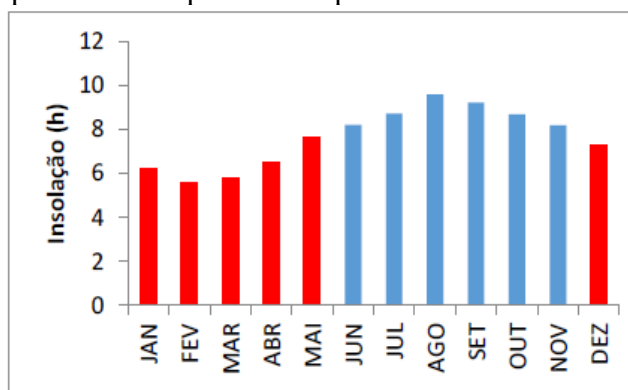


Tabela 1. Tendências obtidas pelo teste de Mann-Kendall para precipitação e insolação para o município de Campos Sales - CE (1981-2010).

Variáveis	Tendências	Média anual	Período Chuvoso	Período Seco
Precipitação	Observada	+0,312	+0,429	-1,358
Insolação	Observada	+0,00321	-0,00056	+0,00657

Lopes e Da Silva (2013), estudaram a região do Cariri/Centro Sul, a qual o município de Campos Sales pertence e também encontraram diminuição somente nos valores do período seco, havendo aumento nos outros períodos, indicando que nessa área, o período seco está se tornando mais seco.

Empregando-se a técnica de ACP foi encontrado o valor de 0,552 no teste de KMO, o qual é considerado um baixo valor. Pallant (2007) sugere 0,60 como um limite razoável e Hair et al. (2006) sugerem 0,50 como patamar aceitável.

Verificou-se também que as correlações foram positivas na primeira componente (46,543%) para a precipitação e produtividade do milho. Já a segunda componente (30,191) mostrou correlações positivas para as três variáveis, o que significa que a variável meteorológica (insolação) influencia negativamente em aspectos agrícolas de produtividade, conforme Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Autovalores e porcentagem da variância Explicada e Acumulada para os três fatores retidos da ACP para o município de Campos Sales – CE.

Componentes	Total	% de Variância	Variância Acumulada
1	1,396	46,543	46,543
2	0,906	30,191	76,734





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

3 0,698 23,266 100,000

Tabela 3. Correlações dos dois primeiros fatores comuns que explicam 76,734% da variância da precipitação pluvial, insolação e produtividade do milho no município de Campos Sales – CE.

Variáveis	Componentes	
	1	2
Precipitação	0,723	0,421
Insolação	-0,534	0,834
Produtividade	0,767	0,184

Alencar et al. (2011), identificaram as possíveis tendências na série climatológica de insolação e analisaram os efeitos das mudanças desse elemento climático na evapotranspiração de referência (ET_0) do milho. Concluíram que a maior diminuição da ET_0 se deve principalmente à maior redução da insolação e conseqüentemente a menor diminuição da ET_0 deve-se a uma pequena diminuição da insolação. Portanto como a incidência de raios solares está associada a processos de fotossíntese, transpiração, floração e maturação, aumentos/diminuição da insolação influencia diretamente produtividade desse cultivo.

CONCLUSÕES

Diante das tendências analisadas para as séries de dados, foi verificada uma diminuição na série de precipitação no período seco, tornando este mais seco e na série de insolação detectou-se diminuição no período chuvoso, devido ao aumento da nebulosidade neste período. Constatou-se também que as correlações foram positivas na primeira componente para a precipitação e produtividade do milho. Já a segunda componente mostrou correlações positivas para as três variáveis, o que significa que a variável meteorológica (insolação) influencia negativamente em aspectos agrícolas de produtividade do grão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, L. P.; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, E. C.; MARTINEZ, M. A. Tendências recentes nos elementos do clima e suas implicações na evapotranspiração da cultura do milho em Viçosa – MG. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.31, n.4, p.631-642, jul./ago. 2011.

BOUROCHE, M.; SAPORTA, G. *L'analyse des données*. Paris: Universitaires de France, 1982. Col. Que sais-je?.





SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

BRUTSAERT, W. H. **Evaporation into the atmosphere: theory, history and applications.** Dordrecht: Kluwer Academic p.316, 1982.

BERGAMASCHI, H. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.831-839, set. 2004.

DA SILVA, D. F. Análise de aspectos climatológicos, ambientais, agroeconômicos e de seus efeitos sobre a Bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE). (Tese de Doutorado). Pós-graduação em Recursos Naturais, 174p., UFCG (PB), março 2009.

EVERITT B. S.; DER G. **A handbook of statistical analyses using SAS.** London: Chapman & Hall, 1997.

HAIR, Jr; BLACK, W. C; BABIN, B. J; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Multivariate Data Analysis.** 6ª edição. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2006.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, **Perfil Básico Municipal**, 2010.

KENDALL, M. G. **Rank correlation measures.** Charles Griffin: London, U.K, p.220, 1975.

LOPES, J. R. F.; DA SILVA, D. F. Aplicação do Teste de Mann-Kendall para análise de tendência pluviométrica no Estado do Ceará. **Revista de Geografia (UFPE)** V. 30, No. 3, 2013.

MANN, H. B. **Econometrica.** The econometric society, v.13, n.3, p.245-259, 1945.

PALLANT, J. **SPSS Survival Manual.** Open University Press, 2007.

SILVA, A. B. P.; SILVEIRA, V. P.; MOLION, L. C. B. Efeitos de vórtices ciclônicos sobre a precipitação no Nordeste do Brasil. In: XII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e III Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia. **Anais...** Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, Fortaleza, CE, 2001.

SILVA, R. A.; SILVA, V. P. R; CAVALCANTI, E. P.; SANTOS, D. N. Estudo da variabilidade da radiação solar no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n.5, p. 501-509, 2010.

SNEYERS, R. **Sur l'analyse statistique des series d'observations.** Genève: Organisation Météorologique Mondiale, 192 pp, OMM Note Technique, 143, 1975.

