



Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil¹

Hudson E. A. Menezes², José I. B. de Brito² & Rhodolfo A. F. de A. Lima²

RESUMO

Visou-se, no presente estudo, verificar a relação entre a duração, em dias, dos maiores veranicos e as produções de cana-de-açúcar, arroz, abacaxi, algodão, sisal, milho e feijão, para as mesorregiões do Estado da Paraíba. Os dados meteorológicos utilizados consistem de séries diárias de precipitação de postos pluviométricos localizados no Estado, no período de 1 de janeiro de 1963 a 31 de dezembro de 1999. Por outro lado, foram utilizados dados de produção agrícola anual de cana-de-açúcar em milhões de toneladas, arroz, algodão, sisal, milho e feijão, em milhares de toneladas e abacaxi, em milhões de frutos para o Estado da Paraíba, no período de 1975 a 1994. Verificou-se que as produções de cana-de-açúcar, arroz e abacaxi, na mesorregião [1] são independentes da duração dos veranicos enquanto a produção de milho e feijão, na mesorregião [2 + 3] é bastante dependente da duração dos eventos de veranico nessas mesorregiões; conclui-se, portanto, que a consideração da ocorrência de veranico para a mesorregião [2 + 3] é importante no planejamento agrícola, talvez até mesmo mais significativa que a previsão do total de precipitação visto que, em determinado ano pode, chover acima da média pela concentração de chuvas durante poucos dias.

Palavras-chave: limiar, variabilidade temporal, coeficiente de correlação

Dry spells and agricultural production in the State of Paraíba, Brazil

ABSTRACT

It was sought, in this study, to verify the relationship between the duration, in days, of the largest dry spell and the productions of sugarcane, rice, pineapple, cotton, sisal, corn and bean, for the mesoregions of the State of Paraíba. The meteorological data used consisted of daily series of precipitation of pluviometric stations located in the state, over the period of January 1, 1963 to December 31, 1999. On the other hand, data of annual agricultural production of sugarcane were used in million of tons, rice, cotton, sisal, corn and bean, in thousands of tons and pineapple, in millions of fruits for the Paraíba state, in the period from 1975 to 1994. It was verified that the productions of sugarcane, rice and pineapple, in the mesoregion [1] are independent of the duration of the dry spell, while the production of corn and bean, in the mesoregion [2 + 3] is highly dependent upon the duration of the dry spell events in those mesoregions. It is concluded, therefore, that the consideration of the dry spell occurrence for the mesoregion [2 + 3] is important in the agricultural planning, perhaps, even more significant than the forecast of the total precipitation, because in a specific year it may rain above the average due to concentration of rains over a few days.

Key words: threshold, temporary variability, coefficient of correlation

¹ Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à UACA/UFCEG

² UACA/UFCEG. Av. Aprígio Veloso, 882, Bloco CL, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310-1054. E-mail: HUDSON@bol.com.br; IVALDO@dca.ufcg.edu.br; RHODOLFO@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do semiárido do Nordeste do Brasil, em particular no Estado da Paraíba, é por demais dependente da precipitação pluviométrica e, em consequência, suas variações provocam prejuízos econômicos e sociais ao Estado. A Paraíba tem, como características climáticas marcantes, as irregularidades, tanto espacial quanto temporal, do seu regime de chuvas.

Por se tratar de um país de grande extensão territorial, o Brasil possui diferentes regimes pluviométricos. De norte a sul se encontra uma grande variedade de climas com distintas características regionais; na região Norte se verifica um clima equatorial chuvoso, com chuvas de primavera, verão e outono, sendo que na parte noroeste da região praticamente não se observa estação seca. No Nordeste, a estação chuvosa (os quatro meses mais chuvosos em média) do semiárido, com índices pluviométricos relativamente baixos, se restringe a poucos meses, em geral três a quatro meses. As regiões Sudeste e Centro-Oeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais quanto de latitudes médias, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa no verão, com chuvas convectivas. O sul do Brasil, devido à sua localização latitudinal, sofre mais influência dos sistemas baroclínicos de latitudes médias, em que os sistemas frontais são os principais causadores de chuvas durante todo o ano (Menezes et al., 2008).

A grande variabilidade anual e interanual da precipitação são características marcantes na região Nordeste do Brasil (NEB); uma outra característica do Nordeste é a distribuição espacial pois há regiões que apresentam precipitação acumulada inferior a 350 mm ano^{-1} , a exemplo do Cariri Paraibano, e algumas com totais superiores a $1.500 \text{ mm ano}^{-1}$, como o litoral da Paraíba; a distância entre o Cariri e o Litoral da Paraíba é de aproximadamente 100 km.

O problema da irregularidade pluviométrica no NEB resulta não só da variação dos totais pluviométricos, mas, principalmente, da duração e intensidade dessas precipitações (Silva et al., 2009).

O déficit hídrico afeta vários aspectos do crescimento vegetal, os efeitos mais óbvios do estresse hídrico se referem à redução do tamanho das plantas, de sua área foliar e da produtividade da cultura (Farias et al., 2008).

A precipitação total do período chuvoso é suficiente para o desenvolvimento da agricultura na zona intertropical, porém ela é afetada pelo veranico, fenômeno que se caracteriza por períodos de interrupção da precipitação durante a estação chuvosa (Carvalho et al., 2000).

No semiárido nordestino, além dos eventuais anos secos e da curta duração da estação chuvosa, a Região ainda tem outra adversidade climática no tocante à exploração agrícola, que é a ocorrência de períodos com pouquíssima ou nenhuma chuva durante a estação chuvosa, conhecidos como veranicos (Silva & Rao, 2002).

A previsão da ocorrência de veranicos é bastante significativa para a agropecuária pois fornece informações adicionais ao planejamento agrícola tanto de sequeiro quanto irrigado, uma vez que pode auxiliar na maximização do uso eficiente da água nas áreas cultivadas (Carvalho et al., 1999).

Realizou-se este estudo com vistas a se verificar a relação entre a duração, em dias, dos maiores veranicos, e as produções de cana-de-açúcar; arroz; abacaxi; algodão; sisal; milho e feijão, para as mesorregiões do Estado da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho consistem de séries diárias de precipitação, coletados de postos pluviométricos localizados no Estado da Paraíba, da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) pertencentes ao acervo de registros do Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba (LMRS-PB). Cada série tem 36 anos de dados, no período compreendido de 1º de janeiro de 1963 a 31 de dezembro de 1999, com exceção do ano de 1992, o qual não tem dados confiáveis e, portanto, foi desconsiderado.

Utilizaram-se, também, dados da produção agrícola anual de cana-de-açúcar, em milhões de toneladas, arroz, algodão, sisal, milho e feijão, em milhares de toneladas, e abacaxi, em milhões de frutos, para o Estado da Paraíba, disponibilizados pelo IBGE (2005), para o período de 1975 a 1994.

Neste trabalho se considerou veranico para cada mesorregião de estudo como sendo o número de dias consecutivos sem chuva ou com chuva abaixo de 2 mm d^{-1} , em um primeiro teste, e sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm d^{-1} , em uma segunda etapa, a qual se mostrou mais consistente que os 2 mm d^{-1} do primeiro teste. Por sua vez, o maior veranico, neste caso, é o veranico mais longo da estação chuvosa, não havendo quebra entre os meses o que implica, conseqüentemente, em que o maior veranico possível terá o número de dias da estação chuvosa analisada.

Fez-se, primeiro, uma divisão das mesorregiões do Estado, em relação apenas à estação chuvosa, com base na divisão de microrregiões da Paraíba, proposta por Silva et al. (2004). O Estado foi dividido em três mesorregiões: a mesorregião [1], com a estação chuvosa, compreendendo os meses de abril a julho; a mesorregião [2], cuja estação chuvosa compreende os meses de fevereiro a maio e a mesorregião [3], com os meses de janeiro a abril, fazendo parte da estação chuvosa (Figura 1).

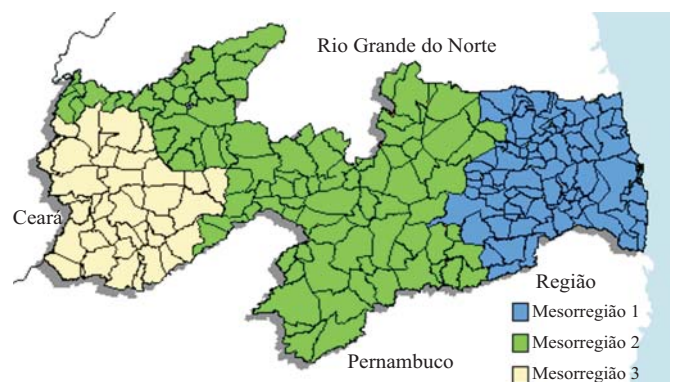


Figura 1. Localização geográfica das mesorregiões que possuem a mesma estação chuvosa do Estado da Paraíba, mesorregião [1] (abril a julho), mesorregião [2] (fevereiro a maio) e mesorregião [3] (janeiro a abril)

Verificou-se, a fim de demonstrar a aplicabilidade deste estudo, a relação entre os maiores veranicos das mesorregiões [1] de forma isolada, e [2] e [3], de forma conjunta com a produção agrícola das mesorregiões; para isto se estimaram os coeficientes de correlação linear (r) entre os maiores veranicos e a produção agrícola, no período de 1975 a 1994; de cana-de-açúcar; arroz e abacaxi, para a mesorregião [1] e algodão, sisal, milho e feijão, para a mesorregião [2 + 3]. As espécies foram consideradas de acordo com a importância de cultivo nas mesorregiões.

Utilizou-se o Método dos Mínimos Quadrados, em que o coeficiente de correlação (r) foi calculado de acordo com Morettin (1991) por:

$$r = \pm \sqrt{\frac{\text{variação explicada}}{\text{variação total}}} \quad (1)$$

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2)$$

Aplicou-se o teste de significância t , de Student, com os seguintes valores do parâmetro t :

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (3)$$

A partir da Eq. 3 se extraiu o coeficiente de correlação crítico (r_c), que é um valor para o qual aceita ou não a hipótese estatística, r_c é dado por:

$$r_c = \sqrt{\frac{t^2}{(N-2) + t^2}} \quad (4)$$

Para a correlação entre os maiores veranicos e as produções agrícolas, $N = 19$, ou seja, 19 anos de dados e $N - 2 = 17$, que é o número de graus de liberdade; logo, os valores de t e r_c são:

- para 99% de significância, ou seja, com erro de 1% ($\alpha = 0,01$), $t = 2,90$; $r_c \geq 0,575$;
- para 95% de significância, isto é, com erro de 5% ($\alpha = 0,05$), $t = 2,11$; $r_c \geq 0,456$;
- para 90% de significância, ou seja, com erro de 10% ($\alpha = 0,10$), $t = 1,74$; $r_c \geq 0,389$.

A literatura especializada considera, predominantemente, dias secos para efeito de estimativa de duração de um veranico aqueles sem chuva ou com precipitação inferior a 2 mm d^{-1} ; entretanto, isto é aplicado para localidades isoladas; como no presente estudo, em que as análises são para mesorregiões, optou-se por usar dois limiares, um de 2 mm d^{-1} , para localidades isoladas, e de 4 mm d^{-1} , caso a abrangência seja de áreas extensas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se (Figura 2A), na série temporal dos veranicos que na estação chuvosa (abril-julho) da mesorregião [1],

o maior evento ocorreu em 1981, ano considerado normal em relação ao fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) segundo Oliveira (1999), com 43 dias consecutivos sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm em média; por outro lado, considerando a outra categoria de veranico com chuvas inferiores a 2 mm d^{-1} em média, o maior evento ocorreu em 1976, ano de El Niño fraco segundo, ainda, Oliveira (1999) com 23 dias.

Observa-se também uma mesma variabilidade temporal de veranico, tanto para chuva inferior a 2 mm d^{-1} quanto para a inferior a 4 mm d^{-1} , com tendência linear de aumento de dias de veranico para a mesorregião [1], porém de pouca intensidade devido à pequena inclinação da curva de tendência linear (Figura 2A); nota-se também, com exceção do ano de 1981, que as diferenças na duração dos veranicos, quando se considera o limiar 4 mm d^{-1} ou 2 mm d^{-1} , são relativamente pequenas; para o limiar de 4 mm d^{-1} a duração média é de 14,5 dias e, para 2 mm d^{-1} , é de 9,8 dias.

Para a mesorregião [2 + 3], há tendência linear de aumento, tanto para chuvas menores que 2 mm d^{-1} , quanto para aquelas menores que 4 mm d^{-1} , ou seja, a tendência linear é que as estações chuvosas sejam cada vez mais intensas em poucos dias e, ocorre uma mesma variabilidade temporal das séries de veranico (Figura 2B).

Os veranicos maiores que 30 dias para o limiar inferior a 4 mm d^{-1} , ocorreram em 1966, 1970, 1976, 1980, 1983, 1987, 1990, 1993 e 1998, ou seja, em aproximadamente 25% dos anos, com intervalo entre dois eventos de 3 a 6 anos para a série analisada. É fundamental considerar a ocorrência de

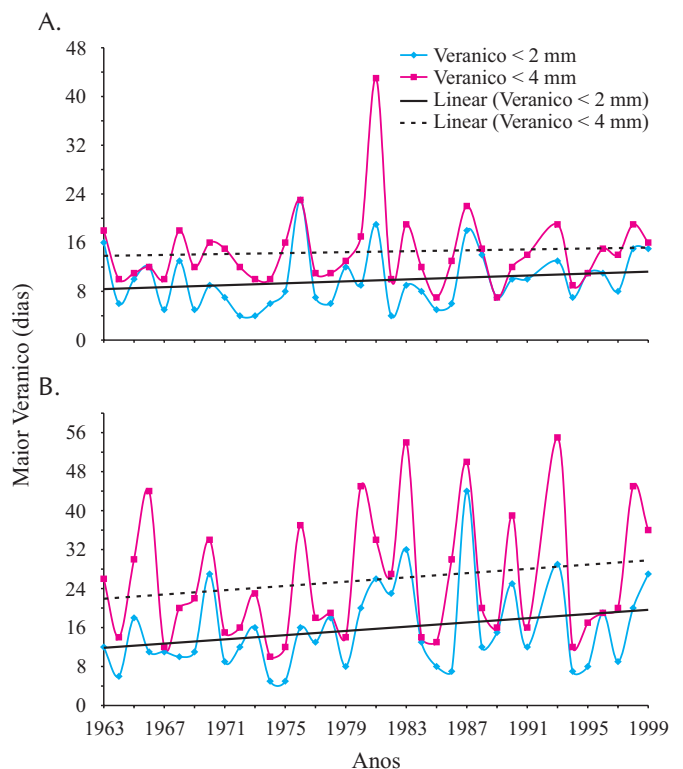


Figura 2. Série temporal dos dias de veranico ocorridos na mesorregião [1], do Estado da Paraíba, na estação chuvosa de abril a julho (A); na mesorregião [2 + 3], na estação chuvosa de fevereiro a abril (B), considerando precipitações menores que 2 mm d^{-1} e 4 mm d^{-1}

veranicos acima de 30 dias visto que, para as principais culturas dessa mesorregião, o período da época de plantio até a colheita é de 100 dias; caso contrário, acarretará o comprometimento da produção agrícola dessa mesorregião; já os de menores veranicos estão, de certa forma, associados ao Padrão de Dipolo segundo Menezes et al. (2008), como nos anos 1964, 1974, 1985 e 1986, considerando-se veranicos com chuvas menores que 2 mm d⁻¹.

Para veranico considerado aquele em que a precipitação foi inferior a 4 mm d⁻¹, a média foi de 25,8 dias e, para 2 mm d⁻¹, a média foi de 15,7 dias.

Visando ao propósito deste trabalho, usou-se o limiar de 4 mm d⁻¹, isto é, considera-se o maior veranico a máxima duração de dias consecutivos sem chuva ou com chuva inferior a 4 mm d⁻¹, uma vez que este limiar apresentou variabilidade interanual mais consistente que o de 2 mm d⁻¹, nas mesorregiões.

As Figuras 3 e 4 mostram a variabilidade temporal dos maiores veranicos e a produção agrícola de cana-de-açúcar, arroz e abacaxi para a mesorregião [1] e algodão, sisal, milho e feijão para a mesorregião [2 + 3], em que essas espécies são tradicionalmente cultivadas no Estado da Paraíba.

Através da Figura 3A conclui-se que a produção de cana-de-açúcar não tem uma resposta oposta aos maiores veranicos para a mesorregião [1], visto que os veranicos desta mesorregião são, em média, relativamente curtos para afetar a cultura da cana-de-açúcar.

Com o arroz não se observa uma resposta de causa e efeito entre a produção e os maiores veranicos para a mesorregião [1] do Estado da Paraíba (Figura 3B), cuja explicação está no fato do arroz ser cultivado em solos de várzeas dos baixos cursos dos rios Paraíba e Mamanguape e dos rios Camaratuba, Miriri e Gramame.

A Figura 3C mostra a produção de abacaxi na Paraíba. Observa-se que, de 1975 até 1986, ocorreu um aumento sistemático da produção de abacaxi, mas, a partir de 1988, houve diminuição; esta tendência na produção de abacaxi, não está relacionada com a duração dos veranicos na mesorregião [1].

Verifica-se, pela Figura 4A que, de forma geral, a produção de algodão apresenta uma relação de causa e efeito com os maiores veranicos para a mesorregião [2 + 3], no período de 1975 até 1985. A partir de 1985 observa-se declínio na produção de algodão que não está relacionado com os veranicos pois a duração dos veranicos de 1988, 1989, 1991 e 1994 foi pequena e a produção de algodão também.

Nota-se (Figura 4B) que a produção de sisal relacionada opostamente com os maiores veranicos na mesorregião [2 + 3], ocorre no período de 1975 até 1984; a partir daqui observa-se decaimento na produção de fibra de agave o que não está relacionado com os eventos climáticos de estiagem prolongada.

Tem-se, na Figura 4C, os registros da produção de milho com os maiores veranicos para a mesorregião [2 + 3]. Observa-se comportamento oposto entre as duas curvas indicando que a produção de milho na mesorregião [2 + 3] é bastante dependente dos eventos de veranico; logo, uma previsão de veranico para a mesorregião [2 + 3] é importante no pla-

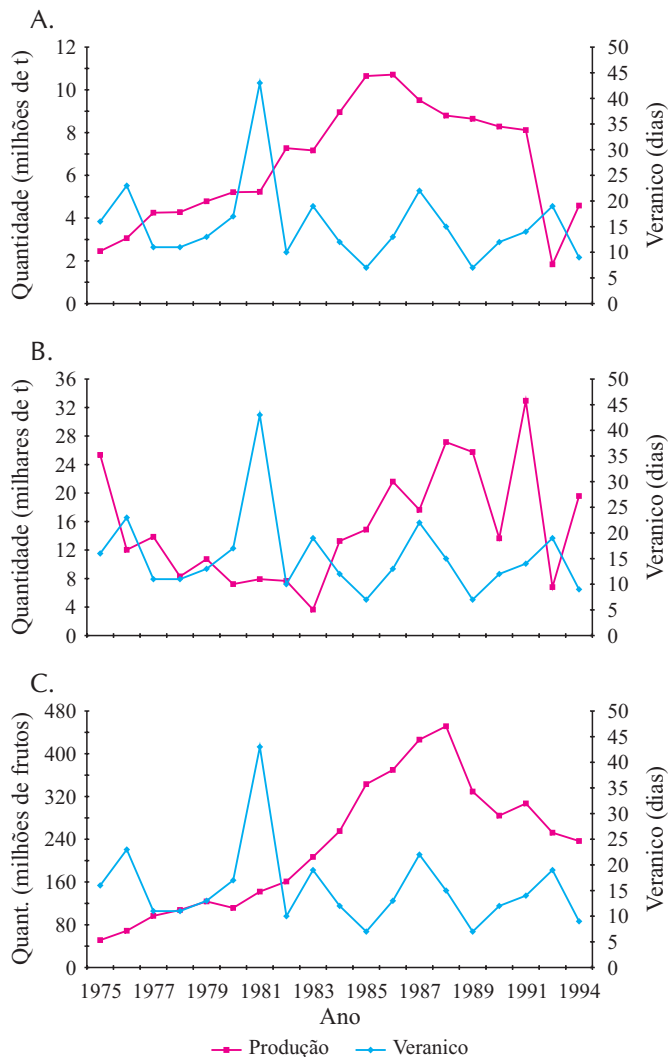


Figura 3. Série temporal dos dias de veranico e a produção de cana-de-açúcar (A), abacaxi (B) e algodão (C) na mesorregião [1] do Estado da Paraíba

nejamento da lavoura de milho devido à resposta de causa e efeito entre a produção de milho e o veranico.

A produção de feijão e os maiores veranicos para a mesorregião [2 + 3], apresentam comportamento contrário (Figura 4D), isto é, de causa e efeito. As estiagens (veranicos) estão relacionadas com a redução na produção de feijão, à semelhança do constatado para o milho. Esses resultados estão de acordo com Oliveira et al. (2005), em que atribuem as baixas produções de feijão às condições adversas do meio ambiente, dentre elas o clima, importante para a semeadura do feijão, que é muito dependente da chuva; quando atípico, com chuvas irregulares, acarreta decréscimo significativo na produção.

Na Tabela 1 se apresentam os coeficientes negativos de correlação linear entre os maiores veranicos ocorridos na mesorregião [1] e a produção agrícola de cana-de-açúcar, arroz e abacaxi; entretanto, não apresentam significância estatística, ou seja, as produções de cana-de-açúcar, arroz e abacaxi, na mesorregião [1], independem da duração dos veranicos.

Possivelmente, esses resultados refletem a forma de cul-

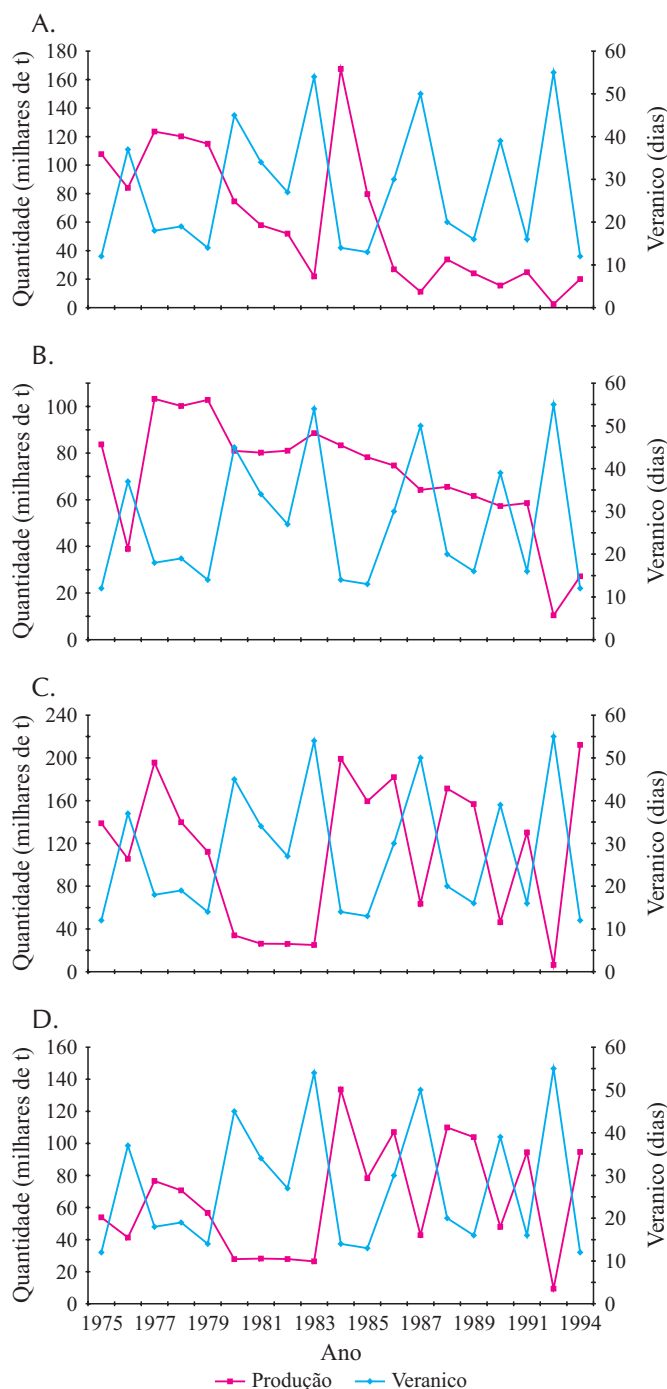


Figura 4. Série temporal dos dias de veranico e a produção de algodão (A), sisal (B), milho (C) e feijão (D) na mesorregião [2 + 3] do Estado da Paraíba

Tabela 1. Coeficientes de correlação linear entre os maiores veranicos na mesorregião [1] e as produções de cana-de-açúcar, arroz e abacaxi, do Estado da Paraíba, no período de 1975 a 1994

cana-de-açúcar	arroz	abacaxi
-0,271 ns	-0,292 ns	-0,199 ns

ns – não significativo

tivo dessas espécies nas várzeas dos rios e a boa distribuição das precipitações na mesorregião [1] visto que, durante todo o período, apresentou um único ano com veranico longo, 1981; entretanto, este resultado pode ser espúrio,

uma vez que, em 1981, a precipitação da estação chuvosa no leste do Nordeste foi um pouco acima da média, de acordo com Rao et al. (1993).

Tem-se (Tabela 2) que o coeficiente de correlação linear entre os maiores veranicos na mesorregião [2 + 3] e a produção de sisal, não apresentou significância estatística para o período analisado (1975 a 1994); já para o algodão o coeficiente de correlação linear teve significância de 95%. Ressalta-se que esta correlação para o algodão está relacionada com o período inicial (1975 a 1985), pois, a partir de 1985, ocorreu grande diminuição da produção de algodão a qual não foi determinada pela elevação da duração de veranico.

Para milho e feijão, o coeficiente de correlação linear entre a produção e a duração dos veranicos teve significância estatística em nível de 1% de probabilidade de erro. Os coeficientes de correlação linear indicam uma elevada associação negativa entre a produção e a duração dos veranicos, isto é, veranicos longos determinam redução da produção das espécies consideradas; portanto, a elaboração de modelos climáticos para prever veranico é muito importante para a produção de milho e feijão, principalmente quando cultivados na forma de sequeiro.

Tabela 2. Coeficientes de correlação linear entre os maiores veranicos na mesorregião [2 + 3] e as produções de algodão, sisal, milho e feijão, do Estado da Paraíba, no período de 1975 a 1994

algodão	sisal	milho	feijão
-0,505*	-0,307 ns	-0,796**	-0,714**

* 95% de significância; ** 99% de significância; ns – não significativo

Por outro lado, uma previsão de veranico também é imprescindível para a agricultura irrigada pois se pode elaborar um planejamento de uso eficiente da água disponível.

CONCLUSÕES

1. As produções de cana-de-açúcar, arroz e abacaxi na mesorregião [1] do Estado da Paraíba, são independentes da duração dos veranicos.
2. As produções de algodão e sisal na mesorregião [2 + 3] do Estado da Paraíba, não têm dependência dos veranicos.
3. A produção de milho e feijão na mesorregião [2 + 3] do Estado da Paraíba é bastante dependente da duração dos veranicos; portanto, a previsão de veranicos para a mesorregião [2 + 3] é significativa no planejamento e na condução das lavouras dessas culturas.
4. De maneira geral, ocorreu aumento na duração dos veranicos nas mesorregiões da Paraíba durante o período analisado.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da UFCG; ao CNPq, pela concessão de bolsa de

Mestrado ao 1º autor e por financiar parte da pesquisa deste trabalho; enfim, ao LMRS-PB, por ceder os dados totais diários de precipitação das 51 localidades distribuídas em todo o Estado da Paraíba.

LITERATURA CITADA

- Carvalho, D. F.; Faria, R. A.; Sousa, S. A. V.; Borges, H. Q. Espacialização do período de veranico para diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na bacia do Rio Verde Grande, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.4, n.2, p.172-176, 2000.
- Carvalho, D. F.; Oliveira, M. A. A.; Sousa, S. A. V.; Carvalho, P. O. L. Estimativas de ocorrência de veranicos em Seropédica, Vassouras e Piraí (RJ), e suas influências no rendimento da cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v.23, n.2, p.323-330, 1999.
- Farias, C. H. de A.; Fernandes, P. D.; Azevedo, H. M. de; Dantas Neto, J. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.4, p.356-362, 2008.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br>. 15 Out. 2005.
- Menezes, H. E. A.; Brito, J. I. B.; Santos, C. A. C.; Silva, L. L. A relação ente a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.23, n.2, p.152-161, 2008.
- Morettin, L. G. *Estatística básica*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda. 6.ed., 1991. 183p.
- Oliveira, A. D.; Fernandes, E. J.; Rodrigues, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. *Engenharia Agrícola*, v.25, n.1, p.86-95, 2005.
- Oliveira, G. S. O El Niño e você – O fenômeno climático. São José dos Campos: Transtec Editorial, 1999. 37p.
- Rao, V. B.; Lima, M. C.; Franchito, S. H. Seasonal and interannual variations of rainfall over eastern northeast Brazil. *Journal of Climate*, v.6, n.9, p.1754-1763, 1993.
- Silva, F. A. S.; Rao, T. V. R. Regimes pluviais, estação chuvosa e probabilidade de ocorrência de veranicos no estado do Ceará. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.3, p.453-459, 2002.
- Silva, L. L.da; Costa, R. F. da; Campos, J. H. B. da C.; Dantas, R. T. Influência das precipitações na produtividade agrícola no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.4, p.454-461, 2009.
- Silva, M. C. L.; Brito, J. I. B.; Costa, A. M. N. Proposta de monitoramento da precipitação pluvial no Estado da Paraíba utilizando a técnica dos quantis. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBMET, 2004. CD Rom.