



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Estudo da Relação entre Monitoramento Climático e a Produção Agrícola de Grãos nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará

Madson Tavares Silva¹, José Nildo da Nóbrega², Oseas Machado Gomes³, José Ivaldo B. de Brito⁴

¹Doutorando em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, Brasil. E-mail: madson_tavares@hotmail.com

^{2,3}Mestrando em Meteorologia, Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB, Brasil. E-mail: nildo_nobrega@yahoo.com.br; oseasmachado@gmail.com

⁴Prof. Doutor, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, Araruna - PB, Brasil. E-mail: ivaldo@dca.ufcg.edu.br

Artigo recebido em 17/10/2010 e aceito em 28/04/2011

RESUMO

O objetivo do presente estudo é verificar se o monitoramento do clima que vem sendo observado no estado do Ceará através da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) nos últimos vinte anos, para o melhoramento da produção agrícola de grão apresenta resultados satisfatórios. Para tanto, foi feita uma comparação da variabilidade inter-anual da produção agrícola e da precipitação pluvial para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Observou-se que a variabilidade inter-anual da precipitação é a mesma nos três Estados e que não ocorreu tendência de aumento ou diminuição dos totais anuais de chuva. Verificou-se que nos anos mais secos a produção agrícola de grãos foi baixa em todos os Estados. Entretanto, durante o período analisado ocorreu uma tendência de aumento substancial da produção agrícola de grãos no Ceará e uma tendência de diminuição na Paraíba e Rio Grande do Norte. Conclui-se que o monitoramento climático realizado pelo Governo do Ceará tem sido relevante para o melhoramento da produção agrícola de grãos no Estado.

Palavras - chave: Climatologia, Precipitação, Agricultura

Study of the Relationship Between Agricultural Production and Climate Monitoring Grain in the States of Paraíba, Rio Grande do Norte and Ceará

ABSTRACT

The objective is to verify that the climate monitoring being done in the state of Ceará by FUNCEME (Ceará Foundation for Meteorology and Water Resources) in the last twenty years, to improve the agricultural production of grain produces satisfactory results. To this end, a comparison was made of inter-annual variability of agricultural production and rainfall for the states of Ceará, Rio Grande do Norte and Paraíba. It was observed that the inter-annual variability of rainfall is the same in all three countries and that there was no tendency to increase or decrease the total annual rainfall. It was found that the driest year in agricultural production of grain was low in all states. However, during the period under review there was a trend of substantial increase in grain farming in Ceará and a downward trend in Paraíba and Rio Grande do Norte. We conclude that climate monitoring conducted by the Government of Ceará has been relevant to the improvement of agricultural production of grain in the state.

Keywords: Climatology, Precipitation, Agriculture

1. Introdução

Um dos grandes problemas da agropecuária da região semi-árida do Nordeste do Brasil é a grande irregularidade

das chuvas, tendo um dos menores índices e períodos chuvosos do país, apenas três a quatro meses, mesmo assim não bem definido, pois, este período de três meses

* E-mail para correspondência: madson_tavares@hotmail.com (Silva, M. T.).

pode ocorrer de janeiro a junho.

Quanto à área territorial a região Nordeste representa menos de 18% do total do país, limitando-se a leste e ao norte com o oceano atlântico, a oeste com os estados do Pará e Tocantins e ao Sul com os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Em relação à população brasileira aproximadamente 29% vivem no Nordeste. Entretanto, esta população não é uniforme em todo Nordeste, pois, o Ceará, a Paraíba e o Rio Grande do Norte, que estão inseridos dentro dos quatro estados mais secos da Região, e conseqüentemente do Brasil, têm, juntos, aproximadamente 29% da população nordestina e apenas 17% da área (IBGE, 2008).

O Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba apresentam clima quente e pouca predominância de chuvas durante o ano todo, clima típico de regiões semi-áridas (Santos & Brito, 2007). São Estados nos quais tem como principais culturas agrícolas à produção de grãos, tais como: milho, feijão, fava, arroz, algodão herbáceo, algodão arbóreo e sorgos (Magalhães & Glantz, 1992). São culturas que depende, diretamente e indiretamente das condições climáticas, ou seja, da quantidade e da regularidade das chuvas. De acordo com Ferreira et al. (1994), a Paraíba é o estado, cuja precipitação pluviométrica é a menor do Brasil e mesmo assim, apresenta uma grande variabilidade espacial e temporal. O Ceará e o Rio Grande do Norte são também estados que foram e são protagonistas de grandes

estiagens (secas) (Xavier et al., 2002). As estiagens (secas) são fenômenos naturais que se diferenciam nitidamente das demais catástrofes naturais, tais como: cheias, furacões, terremotos, tsunamis entre outros, os quais iniciam e terminam repentinamente, além de se restringirem, normalmente, a uma pequena região, enquanto que o fenômeno das secas tem, quase sempre, um início lento, uma longa duração e espalha-se, na maioria das vezes, por uma extensa área (Freitas, 2008).

Bryant (1991) analisou 31 catástrofes naturais (climáticas e geológicas), tais como furacões, cheias, tsunamis, vulcões, com base nos parâmetros, características e efeitos causados pelas mesmas, tais como duração, área de atuação, números de vítimas fatais, prejuízos econômicos, conseqüências sociais. Concluiu-se que as secas são, dentre todas, a mais grave, e geralmente, são fenômenos recorrentes em regiões semi-áridas.

As causas, origem e efeitos das secas do Semi-árido nordestino tem sido o objetivo de uma grande gama de estudos, nos últimos 50 anos, muitos desses estudos têm mostrado a interferência das estiagens na produção agrícola, a exemplo de Xavier et al. (2002) e Alves & Repelli (1992). Sabendo desta dependência da produção das condições climáticas reinantes no Estado o governo do Ceará implantou no final da década de 1980, através da FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), um sistema de monitoramento climático para auxiliar e contribuir com o melhoramento da

produção agrícola do Estado, que apresentava sinais de estagnação.

O primeiro objetivo geral desse trabalho é verificar se o monitoramento climático realizado no Ceará foi capaz de auxiliar no melhoramento da produção agrícola de grãos daquele Estado. Portanto a produção agrícola de grãos e as chuvas observadas no território Cearense são comparadas com as dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. O segundo objetivo é mostrar a importância do monitoramento e previsão clima para os processos de produção agrícola em regiões semi-áridas.

1.1 Área de estudo

A área geográfica de estudo deste trabalho restringiu-se aos estados nordestinos do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba (Figura 1).

Os dados dos índices pluviométricos (totais anuais de chuva) foram provenientes da FUNCEME (Ceará) e dos núcleos estaduais de meteorologia da Paraíba e Rio Grande do Norte. Os dados das produções agrícolas de grãos para os três Estados foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi utilizado um período de 30 anos (de 1975 a 2002). Estas informações estão disponíveis na Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas.

A precipitação pluvial total média anual para o Ceará foi obtida a partir da média aritmética dos totais anuais de precipitação de 62 (sessenta e dois) postos pluviométricos, da Paraíba de 40 postos e do Rio Grande do Norte de 28 postos. Todos geograficamente distribuídos por todo Estado e com o número de falha (dados faltosos) inferior da 5% do total de dados.

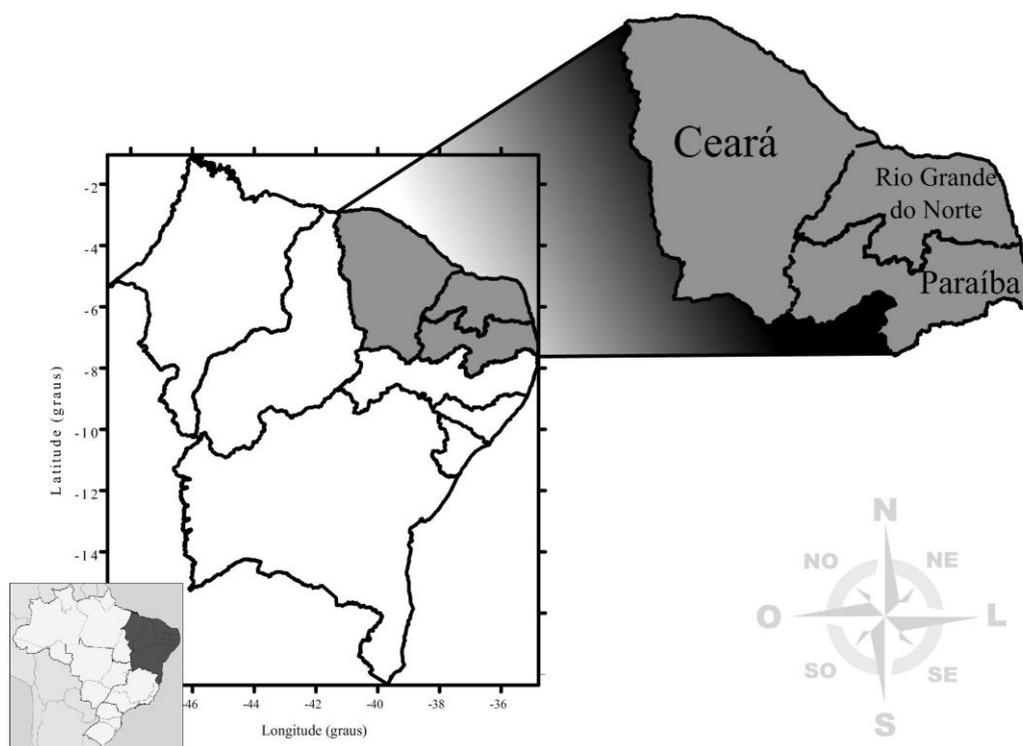


Figura 1. Localização da área de estudo.

1.2 Monitoramento climático

Em função das diferentes características físicas que apresenta a região Nordeste, seu clima é afetado por períodos de secas severas e enchentes, e dependendo do setor de atividade, pode trazer grandes prejuízos a região, a qual é dividida em quatro sub-regiões: Litoral e Zona da Mata, Agreste, Sertão e Meio Norte (Nimer, 1982)

Há décadas, vêm sendo estudados aspectos energéticos na circulação geral da atmosfera, com o intuito de se entender os processos dinâmicos causadores das secas e enchentes sobre a região nordeste.

A variabilidade das chuvas na região nordeste e, principalmente nos estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte na época chuvosa é diretamente e indiretamente influenciada pela temperatura da superfície do mar (TSM) dos oceanos Atlântico Tropical e Pacífico Equatorial (Hastenrath & Lamb, 1977), que modulam o posicionamento da zona de convergência Intertropical (ZCIT), que é um dos principais sistemas produtores de chuvas na Região (Bezerra, 2006). Além da ZCIT outros sistemas meteorológicos também são responsáveis pelas chuvas no Nordeste do Brasil, a exemplo, dos vórtices ciclônicos da alta troposfera, que podem produzir chuvas ou estiagens dependendo da sua posição geográfica (Kousky & Gan, 1981), remanescentes de sistemas frontais austrais (Kousky, 1979), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (Vitorino, 2003), as ondas de Leste

(Yamazaki & Rao, 1975) e as células convectivas. Entretanto, todos estes sistemas são modulados pelas anomalias da TSM do Pacífico Equatorial (El Niño, La Niña e condições neutras), do Atlântico Tropical (Dipolo de anomalia de TSM do Atlântico) e em menor escala pela Oscilação de Madden e Julian (OMJ) (Vitorino, 2003).

Ressalta-se que a ZCIT é um sistema que produz chuvas, principalmente, na parte norte da região nordeste do Brasil, e atua, em geral, nos meses de fevereiro a maio, tendo o mês de março como o de maior predominância.

As ondas de leste são distúrbios que se movem com Alísios para oeste, segundo Riehl (1965), estes distúrbios ocorrem em diversas regiões dos trópicos. No Nordeste do Brasil, são mais marcantes sobre a faixa litorânea, nos meses de abril a setembro, com maiores atuação em junho.

Os vórtices ciclônicos da alta troposfera são sistemas que podem produzir chuvas ou estiagens no Nordeste, pois, dependem da localização da região de máxima convecção, que se concentra nas partes oeste e norte do vórtice (áreas de movimento ascendente) e da posição de seu centro, área de subsidência (Kousky & Gan, 1981). Segundo Kousky et al. (1983) os vórtices ocorrem principalmente nos meses de primavera, verão e outono (setembro a abril) sendo o mês de janeiro, o de maior predominância.

Além desses sistemas as Células

Convectivas também são capazes de produzir chuvas no Nordeste. Entretanto, estas células dependem das condições atmosféricas reinantes e da orografia de cada região durante o período chuvoso.

1.3 Previsões climáticas

A previsão do tempo é um estudo baseado nas condições meteorológicas momentâneas que busca antecipar com alguma certeza as condições da atmosfera durante um curto período, tais como: precipitação, umidade atmosférica, temperatura do ar, vento, pressão e outros, utilizando dados coletados em instrumentos em terra ou aéreo, tais como: imagens de satélites e de radar Doppler; balões atmosféricos; perfilhadores; bóias marítimas e de estações meteorológicas de superfície e aerológicas.

No estudo climático o estudo do tempo é importante, pois, não se pode estudar o clima, sem estudar o tempo e sua evolução dia a dia. O clima é o estado médio do tempo num período longo em uma determinada região. Após coletados os dados de uma determinada área, ou região, são analisadas as condições diárias, mensais e anuais, das variáveis meteorológicas durante vários anos. Portanto os climas, em geral, são classificados com base na temperatura, insolação, vento, umidade, índices pluviométricos médios.

Um índice que classifica o clima de uma região foi sugerido por Budyko (1974), que definiu um índice de aridez como sendo a

razão da evapotranspiração potencial médio total anual e a precipitação pluvial média total anual. O Programa das nações Unidas para o desenvolvimento tem utilizado um índice de aridez inverso de Budyko para definir clima de áreas áridas, semi-áreas, sub-úmidas secas, sub-úmidas e úmidas.

2. Material e Métodos

Foram realizadas análises estatísticas entre a precipitação pluvial (chuvas) total anual e a produção agrícola. As comparações foram realizadas em particular para os estados do Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte na região nordeste do Brasil. Estes estados foram escolhidos por representarem áreas distintas do Semiárido nordestino e também apresentarem as mesmas culturas cultivadas nos três estados e, apresentar tendência de crescimento nas culturas em análise de um dos estados e tendência de decréscimo nos outros dois estados. Uma ferramenta importante foi o uso da planilha do Excel para a elaboração dos gráficos, na qual, estes gráficos foram utilizados para se estimar possíveis relações entre as variáveis em análise.

2.1 Análise estatística

2.1.1 Método dos mínimos quadrados

A reta de mínimo quadrado que se ajusta a um conjunto de pontos (x_1, y_1) (x_2, y_2) , \dots , (x_n, y_n) foi obtida segundo a Equação 1:

$$Y = a_0 + a_1 X, \quad (1)$$

em que as constantes a_0 e a_1 são determinadas mediante a resolução simultânea do sistema de Equações 2 e 3:

$$\sum Y = a_0 n + a_1 \sum X \quad (2)$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 \quad (3)$$

em que : são denominadas equações normais da reta de mínimo quadrado da Equação 1.

As constantes a_0 e a_1 das Equações (2 e 3), se for desejado, podem ser determinadas por meio das Equações 4 e 5, respectivamente:

$$a_0 = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \sum XY}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (4)$$

$$a_1 = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (5)$$

A confiabilidade do coeficiente de regressão (tendência) a_1 , para verificar se a tendência obtida foi obtido por meio do teste t de Student.

2.1.2 Teste *t* de Student para o Coeficiente de Regressão

Para realizar um teste de Student para o coeficiente de regressão é necessário conhecer o erro padrão inerente ao coeficiente de regressão (S_{a_1}), que depende do erro padrão de estimativa, ou seja, o erro produzido quando a variável dependente é

estimada pela equação de regressão (1). Portanto, é salutar mostrar como são determinados os erros padrões de estimativa e do coeficiente de regressão.

O erro padrão de estimação, em termos conceituais, é um desvio padrão condicional, na medida em que indica o desvio padrão da variável dependente Y , dado um valor específico da variável dependente X . O erro padrão de estimação s_e , do inglês, standard error, calcula a dispersão dos resíduos (diferença entre valores reais e preditos) dos valores amostrados ao redor da reta de regressão. Seu cálculo se baseia na hipótese de dispersão uniforme. Quanto maior a dispersão, menor a precisão das estimativas. Algebricamente, o erro padrão de estimativa pode ser calculado por meio das seguintes Equações (6 e 7):

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y}_x)^2}{n - 2}} \quad (6)$$

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum Y^2 - a_0 \sum Y - a_1 \sum XY}{n - 2}} \quad (7)$$

em que: s_e = é o erro padrão associado a Y ; n = número de observações.

Com base no cálculo do erro, serão construídas quase todas as estimativas inferenciais empregadas nas análises de regressão e correlação.

O cálculo do erro padrão do coeficiente de regressão amostral a_1 é importante para poder construir o intervalo de

confiança e efetuar os testes de hipóteses apropriados para o coeficiente de regressão populacional δ .

Algebricamente, o erro padrão do coeficiente de regressão Sa_1 pode ser apresentado por meio da Equação 8:

$$Sa_1 = \frac{Se}{\sqrt{(n-1)S_x^2}} \quad (8)$$

em que: S_e = erro padrão; S_x desvio padrão de x e n = número de pares analisados.

Uma vez calculados os erros padrão de estimativa e padrão do coeficiente de regressão pode ser elaborado um teste de hipóteses, utilizando o teste t de Student, para verificar a confiabilidade do coeficiente de regressão, ou seja, se a tendência encontrada é estatisticamente significativa. Os testes de hipóteses aplicados nas análises de regressão e correlação buscam verificar a possibilidade de aceitação da hipótese de nulidade dos coeficientes populacionais inferidos. Como nos procedimentos tradicionais dos testes de hipóteses, deve seguir o cálculo do valor do estatístico teste. Considerando um número menor ou igual a 30 anos, algebricamente, o valor do teste estatístico de Student é dado pela Equação 9:

$$t_t = \frac{a_1 - \delta}{Sa_1} \quad (9)$$

No teste de hipótese formulado o valor de δ , coeficiente populacional, é tomado igual

a zero, pois, este valor indica a ausência de relacionamento entre as variáveis independente e dependente. Neste caso, o valor do teste estatístico é obtido pela Equação 10:

$$t_t = \frac{a_1 - 0}{Sa_1} = \frac{a_1}{Sa_1} \quad (10)$$

O teste de hipóteses deve-se comparar o valor de t_t calculado por (10) com os valores críticos determinados a partir a partição da distribuição t de Student. O resultado obtido pode sugerir a aceitação da hipótese de nulidade do coeficiente ou não. Caso, o t_t calculado por (10) seja igual ou superior ao valor do t crítico para um determinado grau de liberdade e nível de significância, a hipótese de nulidade é rejeitada e a tendência observada é verdadeira para aquele nível de significância obtido. De forma simplificada, os testes de hipóteses para nulidade dos coeficientes das análises de regressão ou correlação basicamente calculam o valor do estatístico teste, geralmente expresso por t_t . Posteriormente, esse valor é comparado com o valor crítico e a hipótese de nulidade é aceita ou não.

3. Resultados

A Figura 2 mostra a variabilidade inter-anual da precipitação pluvial total média anual para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba no período analisado (1975 a 2002). Verifica-se que com exceção

do período de 1994 a 1996 as flutuações inter- anuais das três curvas são muito semelhantes, na realidade são quase iguais, ou seja, a variabilidade inter-anual das chuvas nos três Estados é a mesma. Verifica-se um pequeno decaimento das chuvas no Rio Grande do Norte e Paraíba e um leve aumento no Ceará. Entretanto, os valores obtidos dos coeficientes de regressão, que representam as tendências, não são estatisticamente significativos, pois,

não foram aceitos quando submetidos ao teste de hipóteses t de Student, nem mesmo para um nível de significância de 80% ($p = 0,2$). Portanto, pode concluir que as chuvas observadas, no período de 1975 a 2002, nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará não apresentaram tendências negativa nem positiva de longo prazo. Ocorreu apenas variabilidade inter-anual.

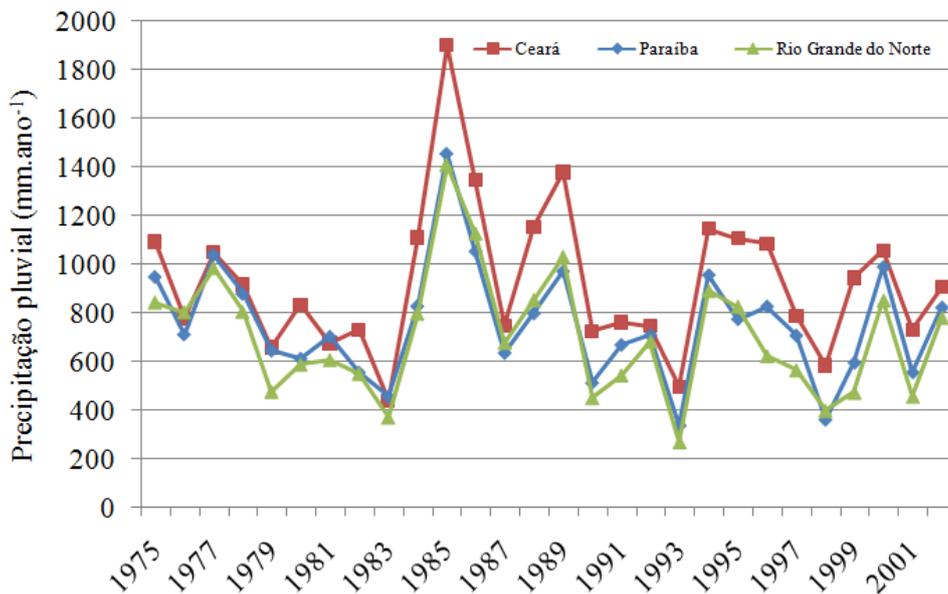


Figura 2. Precipitação pluviométrica total média a $\frac{\text{Tempo (anos)}}{1}$ de 1975 a 2002 para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.

A produção do Ceará cresceu de aproximadamente 390 mil toneladas da metade da década de 1970 para 640 mil toneladas para metade da década 2000 (Figura 3). A produção da Paraíba caiu de 350 mil toneladas para 180 mil (Figura 3). A do Rio Grande do Norte caiu de 190 mil para 105 mil (Figura 3). A maior produção do Ceará foi em 2003 de aproximadamente 1100 mil toneladas, da Paraíba 530 mil em 1984 e do

Rio Grande do Norte de 345 mil toneladas também em 1984. Observa-se que durante o período estudado a produção de grãos no Ceará cresceu e as do Rio Grande do Norte e Paraíba decaíram. Ainda pode ser verificado na Figura 3 que nos períodos de grandes secas (1983, 1993 e 1998) ocorre um decaimento da produção nos três Estados. Entretanto, ao longo de toda série (1975 a 2002) o Ceará apresentou uma tendência de aumento da

produção de grãos de aproximadamente 8.960 toneladas/ano. A Paraíba um decaimento em torno de 5.750 toneladas/ano e o Rio Grande do Norte um decréscimo da ordem de 2.900 toneladas/ano. Ressalta-se que tanto a

tendência de aumento verificada no Ceará quanto a de diminuição ocorridas na Paraíba e no Rio Grande do Norte são estatisticamente significativas.

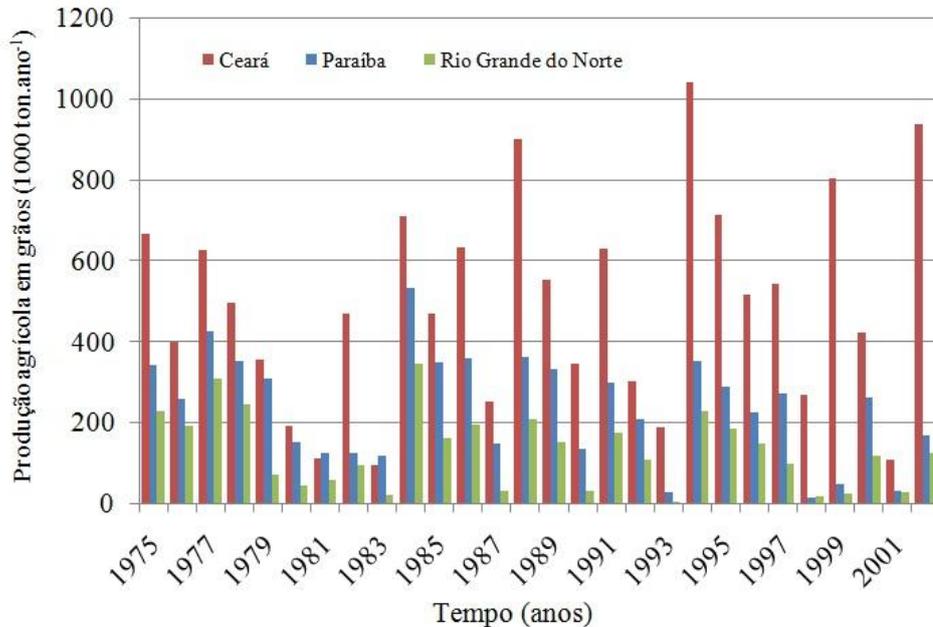


Figura 3. Produção agrícola em grãos no período de 1975 a 2002 para o estado do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.

3.1 Precipitação e Produção Agrícola no estado do Ceará

O Ceará, entre os três Estados, é o que tem utilizado o monitoramento climático como uma das ferramentas úteis para aprimorar a produção agrícola. O monitoramento dos diferentes elementos do clima, em particular a precipitação e umidade retida no solo, trabalho executado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (**FUNCEME**) conjuntamente com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (**INPE**), uma das etapas do monitoramento se refere ao gerenciamento

de informações quanto ao início da prática agrícola dentro do Estado. A Figura 4 mostra à distribuição anual de 1975 até 2006 das chuvas (mm /ano) e da produção agrícola de grãos (1000 toneladas /ano) no estado do Ceará. Observa-se que nos anos de 2003 e 2006 foram verificados os anos de maior produção agrícola no Ceará, anos nos quais as precipitações foram próximo da média, assim como 2002, em que as chuvas foram levemente abaixo da média e a produção agrícola de grão foi a quarta maior da série. Possivelmente, o monitoramento climático não foi o único fator para o sucesso na

produção de grãos nos três anos mencionados, mas com certeza foi um dos elementos importante. Com relação às estiagens podemos verificar que os anos de 1983, 1993 e 1998 foram os anos mais secos da série (Figura 4) e foram anos de baixa produtividade agrícola. Nos anos de 1979, 1980, 1987 e 2001 também apresentaram baixa produção agrícola. Ressalta-se que todos estes anos apresentaram secas parciais e monitoramento do clima no Ceará começou em 1987. Portanto, a escassez de produção nos anos de 1979, 1980 e 1987 pode ser atribuída a uma falta de monitoramento e manejo agrícola. Para o ano de 2001, caso não

tenha ocorrido na execução do monitoramento, se desconhece as razões da baixa produção, já que as chuvas foram equivalentes as de 1990, 1991 e 1992, anos em que a produção não foi tão baixa quanto a 2001. Durante a série com um todo (1975 a 2006) observa-se que ocorreu um significativo aumento da taxa anual de produção agrícola, pois, verifica-se na Figura 4 um coeficiente de regressão (tendência de longo prazo) de aproximadamente 11000 toneladas/ano. Com isto pode ser concluído que o monitoramento do clima contribuiu para o aumento da produção agrícola de grãos no Ceará.

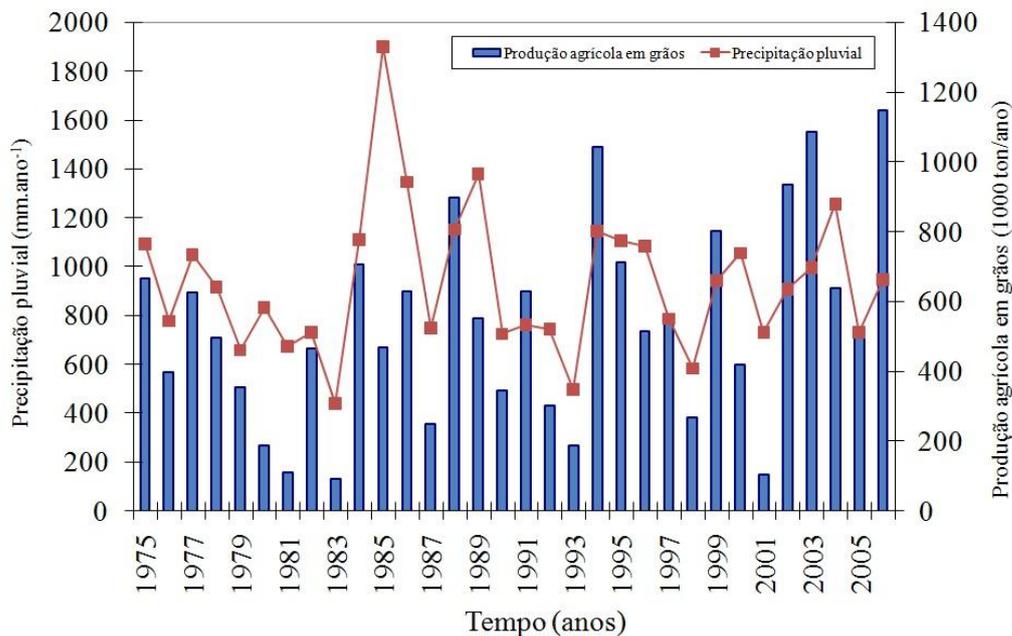


Figura 4. Produção agrícola em grãos e precipitação pluvial no período de 1975 a 2006 para o estado do Ceará.

3.2 Precipitação e Produção Agrícola no estado da Paraíba

A produção agrícola de grãos e a precipitação pluvial no estado da Paraíba, para o período de 1975 a 2004, são mostrados

na Figura 5. Observa-se que de um modo geral a curva de produção acompanha a de precipitação, exceto no período de 1979 a 1982 e nos anos de 1985, 1992, 1996, 2003 e 2004, ou seja, em aproximadamente 30% de

toda série as curvas são contrastante sendo aproximadamente coincidente em 70%. Estes números mostram que as chuvas foram a mola mestre da produção de grãos na Paraíba. Entretanto, por falta de uma política para o setor agrícola que incluísse, entre outras atividades, um monitoramento climático a produção de grãos na Paraíba apresentou, ao longo da série, uma forte tendência de queda, da ordem de 5750 toneladas/ano (Figura 5). Ressalta-se que nos cinco primeiros anos da série (1975 a 1979) a produção média de grãos na Paraíba foi de 336 mil toneladas/ano nos últimos cinco anos (2000 a 2004) foi de 172 mil toneladas/ano. Entretanto, no primeiro período a precipitação total anual média foi de aproximadamente 844 mm/ano e no segundo foi em torno de 840 mm/ano. Portanto, a queda de quase 50% na produção agrícola não foi decorrente de questões climáticas, como observado na década de

1990 em que nos anos mais seco ocorreu uma drástica diminuição da produção agrícola (Figura 5). Nesta década a precipitação média foi de aproximadamente 640 mm/ano e a produção foi de 185 mil toneladas/ano. Apesar dos resultados mostrados a uma drástica diminuição da produção agrícola no estado da Paraíba, principalmente nos anos de pouca chuva. Um dos grandes impactos ao meio ambiente da Paraíba é a remoção de matas nativas para a produção agropecuária (Lima & Rodrigues, 2006). Podendo assim ocorrer uma pequena produção, e uma área plantada relativamente grande. Se toda área não fosse plantada a produção seria ainda menor? Possivelmente, não, o que se faz necessário é um monitoramento eficaz das condições climáticas reinantes acompanhado de outras atividades de manejo agrícola, como o elaborado para o Estado do Ceará.

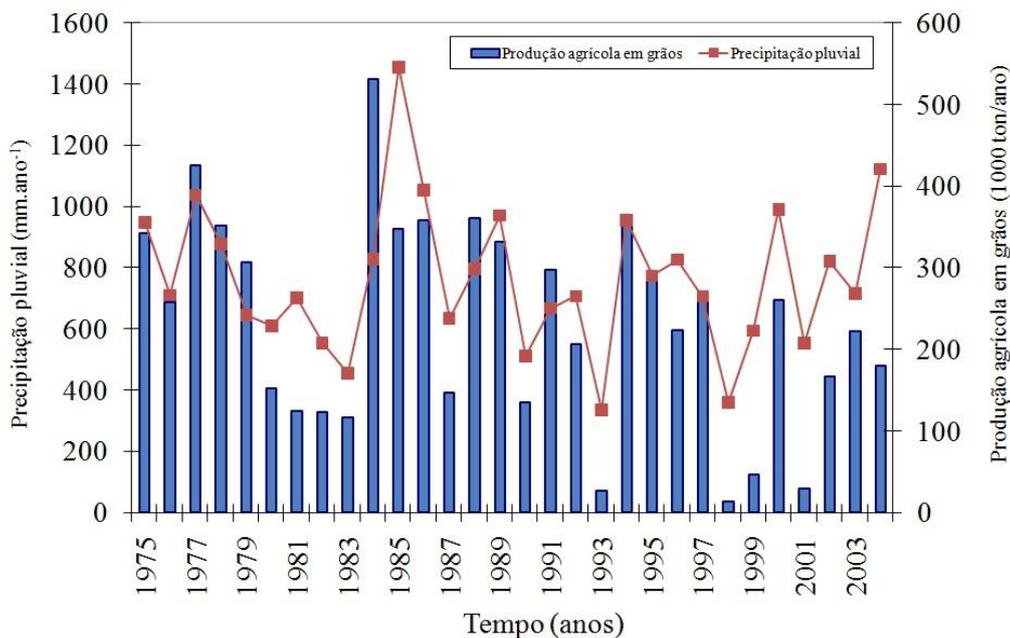


Figura 5. Produção agrícola em grãos e precipitação pluvial no período de 1975 a 2004 para o estado da Paraíba.

3.4 Precipitação e Produção Agrícola no estado do Rio Grande do Norte

A Figura 6 mostra a distribuição anual de 1975 a 2002 da precipitação e da produção agrícola de grãos no Rio Grande do Norte. Observa-se que, em geral, a curva que representam as chuvas não apresenta a mesma configuração da curva que representa a produção agrícola, ou seja, anos de chuvas abundantes não são anos de boa produção. Podemos exemplificar através dos anos de 1977 e 1984 onde foram verificados os maiores anos de produção agrícola com valores de 306,5 (toneladas/ano) e 345,0 (toneladas /ano) respectivamente, em relação às chuvas foi possível verificar que nos anos

de 1985 e 1986 foram registrados os maiores anos de precipitação no Estado com total médio anual de 1408,7 (mm /ano) e 1126,2 (mm /ano) respectivamente. Entretanto, nos anos em que foram registrados os menores índices de chuvas, ou seja, nos anos de grandes secas (1983, 1993 e 1998) foram os anos das menores produções agrícolas (Figura 6). Também nos anos de secas parciais (1979, 1980, 1987, 1990, 1999 e 2001) a produção agrícola também foi relativamente deficiente. Ao longo de toda série o Rio Grande do Norte apresentou uma tendência de decaimento da produção agrícola de grãos (Figura 6), porém menos acentuada que a observada na Paraíba (Figura 5).

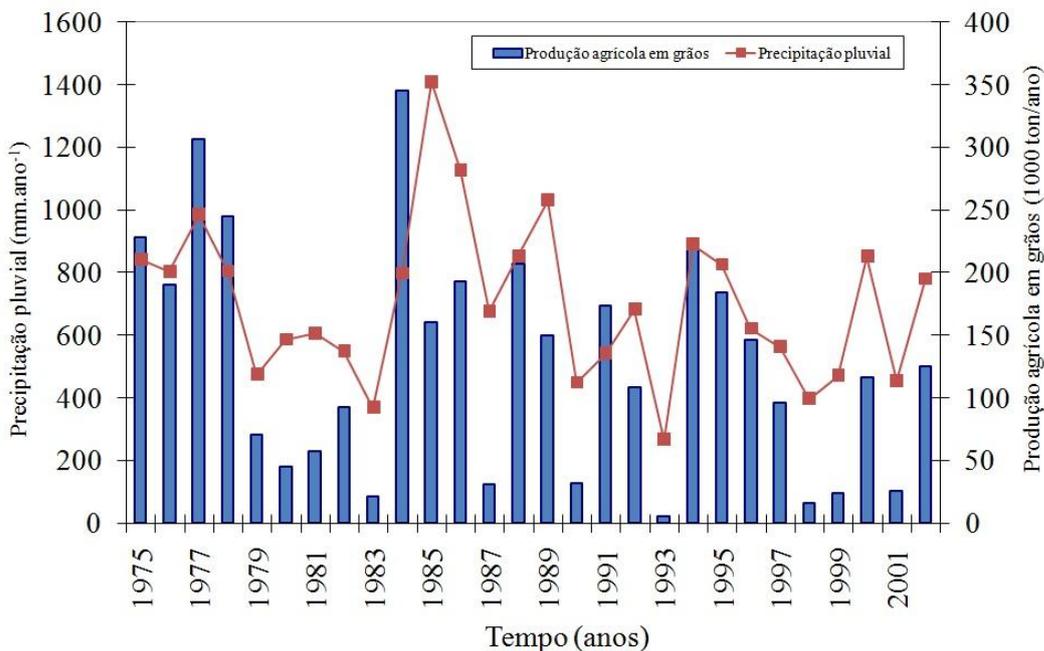


Figura 6. Produção agrícola em grãos e precipitação pluvial no período de 1975 a 2002 para o estado do Rio Grande do Norte.

4. Conclusão

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que a precipitação total médio

anual nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba não apresentam tendência de aumento nem de decaimento. Ocorreu apenas

variabilidade inter-anual das chuvas e que a configuração desta variabilidade foi a mesma para os três Estados. Nos anos de ocorrência de grandes secas verificou-se uma drástica diminuição da produção agrícola de grãos. No período analisado verificou-se uma forte tendência de aumento da produção agrícola de grãos no Ceará e uma forte tendência de decaimento na Paraíba e no Rio Grande do Norte. Portanto, conclui-se que o monitoramento realizado pelo FUNCEME tem contribuído para o melhoramento da produção agrícola do Ceará.

O estado de Pernambuco juntamente com os estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará são os quatro estados com percentualmente maiores áreas pertencentes ao Semi-árido. Portanto, é salutar desenvolver um trabalho semelhante para se verificar o comportamento da produção agrícola de grãos e das chuvas no estado de Pernambuco.

Para o aprimoramento da produção agrícola nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba se faz necessários que estes estados implemente um monitoramento climático semelhante ao executado no Ceará.

5. Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de Doutorado ao primeiro autor.

6. Referências

Alves, J. M. B., Repelli, C. A. (1992). The Rainfall Variability Over the Northeast Brazil Region and the ENSO events. *Revista*

Brasileira de Meteorologia, 7 (2), 583-592.

Bezerra, A. C. N. (2006). Aspectos da Circulação Atmosférica de Grande Escala sobre o Norte e Nordeste do Brasil Relacionados com a Temperatura da Superfície do Mar. 2006. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, Fevereiro/ 2006.

Bryant, E. (1991). *Natural Hazards*, Cambridge: Cambridge University Press, 294 p.

Budyko, M.I. (1974). *Climate and Life*. International Geophysical Series, V.18. San Diego, Ca: Academic Press., 508p

Ferreira, D. G.; Melo, H. P.; Rodrigues Neto, F. R.; Nascimento, P. J. S. (1994). A Desertificação no Nordeste do Brasil: Diagnóstico e Perspectiva. IN: Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação. Fortaleza: 7 a 11 de março de 1994, 56p.

Freitas, M. A. S. (2001). Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semi-Áridas. <http://www.ana.gov.br> Acessado: 12 de março de 2011.

Hastenrath, S.; Lamb, P. (1977). *Climatic Atlas of the Tropical Atlantic and Eastern Pacific Oceans*. University of Wisconsin Press, 113 pp.

Kousky, V. E. (1979). Frontal influences on northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, v.107, p.1142-1153.

Kousky, V. E.; Gan, M. A. (1981). Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic, *Tellus*, v.33, p. 538-551.

Kousky, V. E.; Cavalcanti, I. F. A., Gan, M.A. (1983). Contrasts between wet and dry periods within the 1981 rainy season in Northeast Brazil. INPE – PRE/310,

Lima, J. R.; Rodrigues, W. (2006). *Estratégica de combate à desertificação*. Brasília, DF: ABEAS; Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 58p. il. (ABEAS. Curso Desenvolvimento Sustentável para o Semi-Árido Brasileiro. Módulo 18).

Magalhães, A. R. Glantz, M. H. (1992). *Socio-Economic Impacts of Climate Variations and Policy Responses in Brazil*. United Nations Environment Program, Esquel, Brasilia, 155 p.

Riehl, H. (1965). *Meteorologia Tropical*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 426p. (Tradução: AURÉLIO AUGUSTO ROCHA).

Santos, C. A. C.; Brito, J. I. B. (2007). Análise dos Índices de Extremos para o Semi-Árido do Brasil e suas Relações com TSM e IVDN. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.22, n.3, 303-312.

Vitorino, M. I. (2003). Análise das oscilações intra-sazonais sobre a América do Sul e Oceanos Adjacentes utilizando a Análise das Ondeletas. São José dos Campos: INPE Tese de Doutorado, (INPE - 9822 - TDI /865).

Yamazaki, Y.; Rao, V. B. (1975). Tropical cloudiness over South Atlantic Ocean. *Journal Meteorological Society Japan*, v.55, p.204-207.

Xavier, T. M. B. S.; Silva, J. F.; Rebello, E. R. G. (2002). *A Técnica dos Quantis e suas aplicações em Meteorologia, Climatologia e Hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras*. Thesaurus Editora de Brasília Ltda. Brasília, 141 p.