

AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA E O CLIMA NO ESTADO DO CEARÁ

JOSÉ M. BRABO ALVES¹, JOSÉ NILSON B. CAMPOS², JACQUES SERVAIN³

¹ Meteorologista da FUNCEME – Av. Rui Barbosa, 1246 – Aldeota – 60.125-221 – Fortaleza-CE - Ms. Engenharia Civil – Recursos Hídricos, Doutorando em Engenharia Civil – Recursos Hídricos – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Centro de Tecnologia – Universidade Federal do Ceará – UFC - brabo@funceme.br, ² Phd em Engenharia Civil – Recursos Hídricos - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – Centro de Tecnologia – Universidade Federal do Ceará – UFC, ³Phd em Oceanografia – Pesquisador Visitante na FUNCEME – IRD – França – servain@funceme.br

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de Julho de 2007 – Aracaju - SE

RESUMO: Nas últimas décadas os impactos de eventos climáticos nas atividades econômicas e outras atividades da sociedade têm sido objetos de atenção de muitos pesquisadores. Nesse contexto, este estudo analisa as relações entre a variabilidade climática tropical e agricultura de subsistência do Estado do Ceará, detalhando-se os eventos climáticos do ciclo El Niño-Oscilação Sul e do dipolo de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Tropical no período de 1952 a 2001. Foram estudadas as relações entre esses eventos e a produção, rendimento, preço e valor agregado das culturas de milho e feijão. Os resultados mostraram que, em média, nos anos de La Niña e Neutros, exceto quando a La Niña está associada ao dipolo positivo de TSM, ocorrem anomalias positivas de produção, rendimento e um superávit de valor agregado (da ordem de R\$ 70 milhões de Reais) desses cultivos. Enquanto nos anos de El Niño, ocorrem anomalias negativas dessas variáveis, e o Estado do Ceará e a agricultura de subsistência perde em torno de R\$ 80 milhões de Reais. Índices climáticos (anomalias de TSM no mês de dezembro) nas regiões de Niño³, dipolo de TSM nos setores norte e sul do Atlântico Tropical podem ser usados em métodos simples, com regressão linear múltipla, com potencial para prognosticar essas variáveis no ano seguinte.

PALAVRAS-CHAVE: variabilidade climática, impactos, valor agregado.

SUBSISTENCE AGRICULTURE AND CLIMATE IN CEARÁ STATE

ABSTRACT: In recent years, the occurrence of climatic events has called attention to the impacts that climate has on society in some areas of the world. This article shows how tropical variability directly influences subsistence agriculture in the State of Ceará. A detailed analysis was made of the El-Niño-Southern-Oscillation cycle and the dipole of Sea Surface Temperature (SST) in the tropical Atlantic (1952-2001), their associations, and how these climatic events relate to the production, yield, price and aggregate value of maize and beans. The results, on average have shown that in La Niña and Neutral years, except when La Niña is associated with a positive dipole of SST, positive anomalies of production and yield occur, as well as a surplus aggregate value (on the order of R\$ 70 million of *Reais*) these crops. In El Niño years negative anomalies of these variables occur, and the State of Ceará and subsistence agriculture lose around R\$ 80 million of *Reais*. Climatic indices (anomalies of SST in December) in the regions of Niño 3, dipole of SST in the sectors north and south of

the Tropical Atlantic can be used in simple methods, with multiple linear regression, with the potential to forecast the variables in the following year.

KEY-WORDS: Climatic variability, impacts, value agregated .

INTRODUÇÃO: O Estado do Ceará caracteriza-se por um território com cerca de 80% inserido em clima semi-árido, com um regime de chuvas de grande variabilidade intra-anual e plurianual. O balanço hídrico da região mostra que o período favorável a uma agricultura de sequeiro, em anos bons e normais em termos de chuvas, limita-se de quatro a cinco meses por ano. O retrospecto histórico das chuvas no Estado registra uma grande recorrência de secas, chegando a uma frequência de uma seca a cada três anos nas duas últimas décadas. Essa condição climática adversa retardou, em muito, a ocupação dos sertões nordestinos. Até a primeira metade do século XVII, o domínio das áreas secas do interior do Nordeste era dos índios. A região do litoral era disputada por canavieiros e pecuaristas. Com a Carta Régia em 1701 que proibia a criação de gado a menos de 10 léguas da linha de costa, teve início um processo e ocupação dos sertões, embora lento, mas que resultou no estabelecimento de um grande contingente humanos, constituindo uma das maiores densidades populacionais do Planeta em regiões semi-áridas. A agricultura de sequeiro, principalmente as culturas do milho e do feijão passaram a fazer parte da economia do sertanejo juntamente com a combinação entre a pecuária e o algodão. Assim, o objetivo deste estudo é apresentar um diagnóstico dos impactos da variabilidade climática, associadas às forçantes (sumidouros) térmicos nos oceanos Pacífico e Atlântico Tropical (episódios El Niño, La Niña e dipolo de TSM no Atlântico Tropical) na agricultura de sequeiro do Estado do Ceará. Foram utilizados quarenta anos de dados referentes ao período de 1952 a 2001. Os impactos foram medidos nas variáveis: área de plantio, produção e produtividade agrícola e preços das culturas de milho e feijão. O artigo apresenta também um simples modelo de prognóstico dessas variáveis, feitos a partir de dezembro do ano anterior, que mostra a importância da informação climática para os decisores e usuários em geral.

MATERIAL E MÉTODOS: No estudo, foram utilizados de totais anuais das produções das culturas de milho e feijão para o estado do Ceará no período de 1952 a 2001. Estes dados foram coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e compilados pelo Instituto de Planejamento do Estado do Ceará (IPLANCE). As variáveis selecionadas para o estudo foram: área plantada (ha), produção (ton), rendimento (ton/ha), valor agregado em milhões de reais por rendimento (R\$/rendimento) e preço (R\$/Kg). Para os dados de TSM foram usados os valores mensais, no Atlântico Tropical, obtidos de uma versão *do Comprehensive Atmospheric-Ocean Data Set (COADS)*. Esse arquivo contém dados de médias mensais em pontos de grade de 1° x 1° de latitude-longitude para um período de 1945 a 2000. Maiores detalhes desse arquivo de dados são encontrados em Da Silva *et al*, 1994. Foram calculados as médias, os desvios padrões e as anomalias de TSM nas áreas do fenômeno El Niño (Região de Niño 3 – 5°N-5°S e 150°W-90°W) e do dipolo de TSM no Atlântico Tropical (definido pela diferença da anomalia entre a área norte da bacia – ATN e a área sul da bacia – ATS). Essas áreas estão inseridas entre as coordenadas: ATN (5°N-20°N e 60°W-30°W) e ATS (0°-20° S-30°W-10°E). O cálculo das médias, desvios padrões e anomalias foram feitos para os trimestres de março-abril-maio. Esse período foi escolhido porque as anomalias de TSMs nas áreas definidas acima têm maior influência na chuva da estação chuvosa, período de fevereiro a maio, do setor norte do NEB (MOURA & SHUKLA, 1981). As anomalias de TSM nessas áreas foram usadas para identificar os anos de El Niño,

La Niña e dipolos de TSM no Atlântico Tropical, conforme apresentado a seguir. Há várias definições para classificar períodos dos eventos El Niño, La Niña, Neutros no Pacífico Tropical (KILADIS, 1989 e outros), e de dipolos de TSM no Atlântico Tropical (SERVAIN, 1991). Nesse estudo foram utilizadas as definições para classificações dos eventos El Niño, La Niña e Neutros no Pacífico Tropical: El Niño quando a anomalia de TSM na área de Niño 3 foi superior a 0,5°C; La Niña quando a anomalia foi inferior a -0,5°C; Neutro quando a anomalia mantém-se na faixa de -0,5°C a 0,5°C. Para os eventos no Atlântico Tropical definiram-se: dipolos positivos quando as diferenças entre o ATN e o ATS foram superiores a 0,2°C; dipolo negativo quando a diferença foi inferior a -0,2°C; neutro quando a diferença entre as anomalias manteve-se entre -0,2°C e 0,2°C. Com essas definições foram classificados os seguintes anos: de La Niña com dipolos negativo, neutro e positivo de TSM (LADNEG, LADNEU, LADIPOS, respectivamente), El Niño com dipolos neutro e positivo de TSM (NIDNEU, NIDIPOS, respectivamente), e os anos chamados de Neutros com dipolo de TSM neutro (NDNEU), Neutros com dipolo de TSM negativo (NDNEG). A Tabela 1 mostra os anos definidos em cada categoria climática definida. Menciona-se que para o período de estudo (1951-2000), não houve nenhum evento classificado como de Niño com dipolo positivo de TSM. Para se investigar o impacto dessa variabilidade climática tropical, nos conjuntos de anos da Tabela 1, devido à forçantes e sumidouros térmicos observados nos oceanos Pacíficos e Atlântico Tropical, foi usada a técnica dos *composites* (NOBRE, 1993). Essa técnica é muito utilizada para identificar padrões quando se faz agrupamentos de anos em compostos. Para cada composição de anos da Tabela 1 foram calculadas as MLTs, DPs e anomalias das variáveis área plantada, produção, produtividade e preço das culturas de milho e feijão. A significância estatística a 95% para as anomalias das variáveis para as composições de anos da Tabela 1 foi calculada como a seguir: Anomalias significativas foram aquelas cujo valor absoluto excedeu a $(z_{95}(n).\sigma)/(n)^{\frac{1}{2}}$, onde n é o número de anos usado na composição, σ_c é o correspondente desvio padrão do composto, z_{95} é o valor tabelado da distribuição t Student para n grau de liberdade.

Tabela 1 – Anos classificados de acordo com a definição das categorias de eventos climáticos observados nas anomalias de TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico Tropical.

NDNEG - 1973, 1984, 1986, 1991, 1994, 1995, 2000 e 2001
NDNEU - 1957, 1959, 1961, 1963, 1965, 1967, 1972, 1977 e 1990
NDPOS - 1952, 1953, 1956, 1958, 1960, 1966, 1970, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982 e 1997
LDNEG - 1971, 1974, 1975, 1985, 1988 e 1989
LDNEU - 1964, 1976, 1996 e 1999
LDPOS - 1954, 1955, 1962 e 1968
NIDNEU - 1987 e 1993
NIDPOS – 1969, 1983, 1992 e 1998

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Análises das médias de longo termo e os desvios padrões climáticos (1952-2001) para as composições da Tabela 1 (Figuras não mostradas) são feitas a seguir. Essas mostraram que para a área plantada as maiores médias tanto para o feijão como o milho são observadas para a composição de anos NDNEG, seguidos dos anos de LDNEG. As médias, em magnitudes, menores de área plantada foram observadas na composição de anos de LDPOS e de El Niño para ambas as culturas. Esta característica sugere a importância

da informação climática, como pode ser visto na Tabela 1, que os anos de NDNEU e de NDPOS são anos mais recentes, e em quatro deles (1987, 1992, 1993 e 1998) já havia ampla divulgação dessa informação pela FUNCEME e o pelo governo do Estado do Ceará. Este fato que deve ter contribuído para que os agricultores diminuíssem suas áreas de plantio de sequeiro, visto que nesses anos esperam-se estiagens mais prolongadas ao longo do Estado no período do cultivo agrícola. Fato menos evidente nos demais anos. Para a produção e rendimento as mesmas características evidenciadas na variável área plantada são observadas, mais aparentes na cultura do milho. Essas variáveis apresentaram médias maiores na composição de anos de ocorrência de La Niña e Neutros associados às diversas categorias de dipolo de TSM, e menores nos anos de El Niño. Essa condição é consistente com a distribuição de chuva mais regular, com menores períodos de estiagens, nesses anos de La Niña e Normais, fato contrário nos anos de El Niño, principalmente com uma estação chuvosa mais curta com o final já na primeira quinzena de maio (ALVES, 1999). Uma outra característica interessante foi que para os anos de NDNEU o desvio padrão é maior que a média, indicando uma variabilidade muito grande dessas variáveis. Por outro lado, o número de anos classificados nessa composição é muito pequeno para conclusões mais categóricas a esse respeito. Para o preço a diferença mais marcante foi observada para o feijão, onde se pode notar um aumento da ordem de R\$ 0,5 de Reais nos anos de El Niño associados às categorias de dipolo de TSM no Atlântico Tropical. Fato consistente com as análises de área plantada, produção e produtividade, isto é diminui a oferta aumentando a demanda e consequentemente o preço. Análise das anomalias da área plantada, produção, rendimento e preço de feijão e milho para as composições de anos das categorias de eventos climáticos da Tabela 1 (Figuras não mostradas) evidenciaram as seguintes características: anomalias acima da média nos anos de La Niña e Neutros associados às categorias de dipolo de TSM no Atlântico Tropical, exceto na composição de anos de LDPOS, e anomalias abaixo da média para a composição de anos de ocorrência de El Niño. Para o preço essas características foram contrárias e sugerem obedecer à lei de mercado como mencionado em CHIMELLI (2002). Nesse caso observaram-se anomalias negativas, preço abaixo da média nos anos de La Niña e Neutros, o que evidencia maior oferta em relação à demanda, característica contrária foi observada nas composições de anos de El Niño. A Figura 1 resume os ganhos e perdas em milhões de Reais (R\$), referente ao valor agregado das culturas de subsistência feijão e milho no Estado do Ceará, relacionado às variabilidades climáticas que ocorrem nos oceanos Pacífico e Atlântico Tropical. Pode-se notar que em todas as composições dos anos de La Niña e Neutros ocorrem anomalias positivas de valor agregado do rendimento dessas culturas. Ao contrário, para anos de El Niño as perdas ocorrem. Os maiores ganhos em torno de R\$ 45 milhões de Reais foram observados nos anos de La Niña associados à presença do dipolo Neutro de TSM no Atlântico Tropical e nos anos Neutros com a ocorrência de um dipolo Neutro de TSM. As perdas mais significativas ocorrem nos anos de El Niño associados a dipolos Neutros, com um déficit da ordem de R\$ 80 milhões de Reais de para o milho e de R\$ 70 milhões de Reais para o feijão. Além das perdas em produção e rendimento nesses anos, que colocam essas populações do interior a mercê da fome, pois, estas dependem da colheita para a alimentação; essas perdas financeiras em valor agregado dessas culturas afetam a rotatividade da economia local do interior do Estado do Ceará que é altamente dependente dessa agricultura.

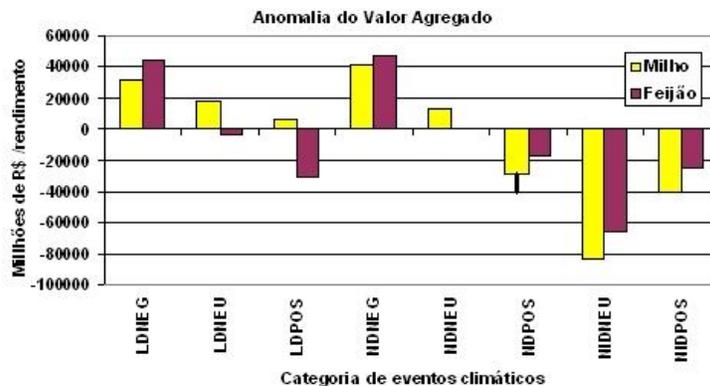


Figura 1 – Anomalia do valor agregado ao cultivo do milho e feijão no Estado do Ceará para a composição dos eventos climáticos da Tabela 1. A barra em amarelo com marca em preto é significativa estatisticamente segundo teste t Student a 5%, as demais são significativas a 95%.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES: Pelos resultados apresentados as seguintes conclusões podem ser inferidas. Nos anos de ocorrência de La Niña e eventos Neutros, exceto anos de La Niña associados ao dipolo positivo de TSM no Atlântico Tropical, favorecem ao cultivo agrícola de subsistência no estado do Ceará, refletindo, em média, em anomalias acima da média de produção e rendimento das culturas de milho e feijão. Entretanto, nos anos de El Niño, em média, são desfavoráveis ao cultivo agrícola de subsistência no Estado do Ceará. Nesses anos foram observadas anomalias abaixo da média de produção e rendimento dessas culturas. O mercado (preço e o valor agregado) ao cultivo dessas culturas também reflete os efeitos da variabilidade climática. Quando ocorre La Niña e anos Neutros, (El Niño) os preços caem (sobem) e há um aumento (déficit), em média, da ordem de R\$70 milhões (R\$80 milhões) de Reais no mercado associado à produtividade dessas variáveis. O uso de simples índices climáticos anomalias de TSM, nas áreas Niño 3, dipolo de TSM, e setores norte e sul do Atlântico Tropical no mês de dezembro, via métodos de regressão linear múltipla, podem servir como potenciais indicadores quantitativos principalmente da variável preço do feijão e milho e do rendimento do milho. As análises mostradas nesse estudo indicam o grande impacto que a variabilidade climática tem na agricultura de sequeiro do Estado do Ceará. Entretanto, a identificação antecipada desses padrões pode trazer um melhor planejamento para minimizar as perdas e fazer com que o agricultor do interior do Estado possa ter um melhor convívio com essas adversidades climáticas. A FUNCEME investe no desenvolvimento de estudos que possam auxiliar nesse sentido. Com a operacionalização da previsão climática regional com o uso da técnica de redução de escala (*downscaling* dinâmico), há indícios para uma melhor previsão intra-sazonal da precipitação ao longo do Estado no período de janeiro a maio. Isto possibilita relacionar índices intra-sazonais (de secas e cheias), com base na escala diária, com variáveis da agricultura de subsistência já mostrando a possibilidade de suas previsões (SUN *et. al.*, 2005).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: ALVES, J. M. B. *Estudo da variabilidade pluviométrica intrasazonal no Estado do Ceará: Possíveis aplicações à agricultura*. Fortaleza. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Área de Concentração em Recursos Hídricos. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Universidade Federal do Ceará. 224p. 1999.

CHIMELLI, A. B.; MUTTER, C. Z.; ROPELEWSK, C. Climate fluctuations, demography and development: insights and opportunities for Northeast Brazil. *Journal of International Affairs*, v.56, p. 213-234. 2002.

DA SILVA, A. A. M.; YOUNG, C. C.; LEVITUS, S. *Atlas of surface marine data vol. 1: Algorithms and procedures, NOAA ATLAS NESDIS 6*, U.S. Department of Commerce, NOAA, NESDIS, 83pp. 1994.

15-21. KILLADIS, G. N.; DIAZ, H. F. Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. *Journal of Climate*, v.2, p.1069-1090. 1989.

MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v.38, n.7, p.2653-2675, 1981.

NOBRE, P. *On the genesis of anomalous SST and rainfall patterns over the tropical Atlantic Basin*. (Ph.D. Thesis) - University of Maryland at College Park, Maryland, 1993. 151p.

SERVAIN, J. Simple climate indices for the tropical Atlantic Ocean and some applications. *J. Geophys. Res.*, v.96, p.15137-15146. 1991.

SUN, L.; LI, H.; WARD, M. N.; MONCUNNIL, D. F. Climate variability and rainfed agriculture in Ceará Brazil. Submetido *ao Journal of Applied Meteorology*. 43p. 2005.