

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 249-256, 1998.

Recebido para publicação em 24/05/98. Aprovado em 07/10/98.

ISSN 0104-1347

**PRODUÇÃO AGRÍCOLA DE SUBSISTÊNCIA NO ESTADO DO CEARÁ COM ÊNFASE AOS ANOS DE OCORRÊNCIA DE EL NIÑO E LA NIÑA**

**PRODUCTION AGRICOLA OF SUBSISTENCE IN STATE OF CEARÁ WITH EMPHASIS IN YEARS OF OCURENCY OF EL NIÑO AND LA NIÑA**

José Maria Brabo Alves<sup>1</sup>, José Nilson Bezerra Campos<sup>2</sup>, Everaldo Barreiros de Souza<sup>3</sup> e Carlos Alberto Repelli<sup>4</sup>

**RESUMO**

O trabalho objetivou analisar a produção da agricultura de subsistência (milho e feijão) no Estado do Ceará, dando ênfase às suas características de rendimento e produção em anos de ocorrência de episódios El Niño e La Niña. Os resultados mostraram que tais variáveis são afetadas negativamente quando da ocorrência de El Niño e positivamente nos anos de La Niña. Nos anos El Niño a produção de milho e feijão foram inferiores de 30% a 50% à média de longo termo. Por outro lado, nos anos de La Niña a produção e produtividade superaram de 15 a 20% à média geral. Estes números comprovam empiricamente o conhecimento teórico do impacto do El Niño e La Niña no Nordeste Brasileiro.

**Palavras-chave:** agricultura de subsistência, El Niño, La Niña, rendimento, produção.

**SUMMARY**

The article presents an analysis over the yield of subsistence agriculture (corn and bean) in Ceará State, Brazil, give emphasis in years of El Niño (warm waters in Basin Tropical Pacific Ocean) and La

---

<sup>1</sup> Meteorologista - Departamento de Meteorologia - FUNCEME - Rua Bezerra de Meneses, 1900. 60325-002 Fortaleza - CE

<sup>2</sup> Phd. em Hidrologia - Universidade Federal do Ceará - Centro de Tecnologia - Departamento de Hidráulica e Ambiental - Bloco 713, Campus do PICI. 60325-003 FORTALEZA - CE.

<sup>3</sup> Meteorologista - Ms. em Meteorologia - Departamento de Meteorologia - FUNCEME - Fortaleza - CE

<sup>4</sup> Físico - Ms. em Meteorologia - Doutorando em Meteorologia - Universidade de Columbia - Nova York - EUA.

Niña (cold waters in this Basin). The results show that these variables are negatively affected in years of occurrence of El Niño and positively in years of La Niña. In El Niño years the productivity and production of corn and bean presented values between 30% the 50% below of average. However, La Niña's years are more favorable to subsistence agriculture over Ceará State. In these years the yield and production were approximately of 15% to 20% percent above the long term mean. This numbers prove empirically the theoretical knowledge of El Niño and La Niña impacts in Northeast Brazilian.

**Key words:** subsistence agriculture, El Niño, La Niña, yield, production.

## INTRODUÇÃO

Os desastres naturais são parte do meio ambiente, e afetam vidas e atividades humanas de um grande número de pessoas ao redor do globo, sendo uma das causas consideráveis de perdas econômicas e sociais (KOGAN, 1997). Por esta razão desde o início da década de 1980 as Nações Unidas foram chamadas para concentrar esforços no sentido de minimizar os impactos causados por desastres naturais.

Uma estatística apresentada por BRUCE (1994) mostra que a ocorrência de desastres naturais nos dias atuais são muito maiores do que nos últimos 30 anos. Isto é preocupante ao levar-se em consideração o aumento populacional, fazendo com que mais vidas humanas, atualmente, estejam vulneráveis a estes tipos de catástrofes ao longo do globo.

Segundo OBASI (1994), os desastres naturais estão diretamente associados com eventos climáticos extremos, ou outros relacionados aos mesmos. Todos os dias o planeta experimenta numerosas condições atmosféricas extremas que induzem desastres naturais como secas, inundações, furacões, ciclones tropicais, ondas de calor, tornados, proliferações de insetos e muito outros. Entre estes, as secas ou períodos de estiagens prolongadas estão entre os mais danosos fenômenos do meio ambiente. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) estima que neste último quarto de século, desde aproximadamente 1967, as secas têm afetado 50% de 2,8 bilhões de pessoas. Entretanto, 1,3 milhões a 3,5 milhões de pessoas morreram em conseqüências de desastres naturais entre 1967 a 1991, sendo a maioria devido a causa direta ou indireta de secas.

Uma das atividades mais vulneráveis a períodos de secas é agricultura. Os impactos destes desastres naturais não poupam nem países onde existe um alto grau de tecnologia a serviço da economia agrícola. Por exemplo, o impacto da mais recente seca sobre os Estados Unidos da América (1988), produziu um prejuízo em torno de 40 bilhões de dólares na sua economia (KOGAN, 1997). No Brasil, os

dados são conflitantes e nem sempre disponíveis, mas é bem provável que as perdas econômicas e sociais sejam bem consideráveis quando da ocorrência destes desastres naturais.

Na Região Semi-Árida Nordestina (SAN) a produtividade agrícola, em grande parte de subsistência, é afetada por diversos fatores entre os quais citam-se a maneira rudimentar de cultivo associada à falta de tecnologia adequada e a expansão das áreas de cultivo para regiões sem aptidão agrícola (relacionada principalmente a fatores edáficos). Além disso, contribui também a não seleção de sementes de diferentes espécies cultivadas que poderiam expressar um melhor rendimento. Entretanto, o principal fator de anos com produtividade agrícola baixa ao longo da Região, ainda parece ser a falta de chuva devido à grande variabilidade pluviométrica interanual ao longo da mesma.

Neste contexto, um fenômeno quase-cíclico que afeta a distribuição de chuvas no SAN é o El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Este é o principal fenômeno de acoplamento atmosférico e oceânico com desencadeamento na área tropical do globo, e com influências significativas na variabilidade climática em várias áreas ao redor do globo (CHEN, 1981; RASMUSSEN & CARPENTER, 1982 e 1983; ROPELEWSKI & HALPERT, 1987; KILADIS & DIAS, 1989; HALPERT & ROPELEWSKI, 1992; ALVES & REPELLI, 1992).

No aspecto mais simplificado deste acoplamento pode-se definir o El Niño conceitualmente, como um aquecimento das águas superficiais do setor centro-leste do Oceano Pacífico, predominantemente, na sua faixa equatorial. Nesta bacia as águas são mais aquecidas no seu setor centro-oeste (Região da Indonésia e setores norte/nordeste da Austrália e mais frias no seu setor centro-leste, em particular na costa oeste da América do Sul). Quando ocorre o El Niño há uma inversão nesta situação, ou seja as temperaturas da superfície do mar (TSMs) ficam acima da média no setor centro-leste, e em torno e até abaixo no setor centro-oeste desta bacia.

Quanto aos ventos, normalmente, estes sopram de leste para oeste nesta área do Oceano Pacífico, empilhando as águas mais aquecidas no setor oeste do mesmo. Em anos de ocorrência de El Niño os mesmos diminuem de intensidade, chegando em algumas áreas, na faixa tropical, a inverterem o sentido soprando de oeste para leste (ENFIELD, 1981). Esta condição associada ao enfraquecimento de um sistema de alta pressão em superfície (que gira no sentido anti-horário) atuante no sudeste do Pacífico, preferencialmente junto à costa do Chile favorece o aquecimento das águas no setor centro-leste da bacia. Em anos sem El Niño há forte movimento ascendente (formação de nuvens e conseqüente chuvas) no setor centro-oeste da bacia, principalmente região da Indonésia e setores norte/nordeste da Austrália e movimento subsidente (de cima para baixo de ar seco e frio) na parte centro-leste da bacia, em particular na costa oeste da América do Sul. Este fato inibe a formação de nuvens acarretando a ocorrência de pouca chuva nessa região. Em anos em que se observam fenômenos El Niño, esta característica de movimentos

de ar tende a se deslocar para leste. Isto é, as áreas com menor índice de chuvas passam a ter um índice de chuvas mais intenso, enquanto as áreas no oeste da bacia normalmente mais chuvosas experimentam períodos de estiagens (ROPELEWSKI & HALPERT, 1987 e 1989).

Como na atmosfera não existem fronteiras, esta anomalia nas condições climatológicas sobre os trópicos que se desloca de oeste para leste (GILL & RASMUSSEN, 1983) também afeta o setor norte do Nordeste e Amazônia Oriental. Na maioria dos casos que ocorreram El Niño, foram observados invernos fracos, chuvas abaixo da média nessas regiões por exemplo nos anos de 1957, 1958, 1970, 1982, 1983, 1993. Por outro lado, quando ocorrem as La Niña, estas características oceânicas e atmosféricas sobre/na Bacia do Oceano Pacífico Tropical e trópicos são contrárias (PHILANDER, 1990).

Para a Região Nordeste do Brasil, como citado anteriormente, sabe-se que vários episódios de seca na região estão relacionados ao longo dos tempos com anos de El Niño. Entretanto a resposta intra-regional ao longo da mesma é diferenciada e depende basicamente da influência dos diferentes sistemas atmosféricos que causam chuvas nas suas diversas regiões, e aos seus períodos predominantemente mais chuvosos (ALVES & REPELLI, 1992). No caso de eventos de La Niña, ROPELEWSKI & HALPERT (1989) e ALVES et al. (1997) mostraram que para condições de La Niña observadas na bacia do Oceano Pacífico Tropical a distribuição de chuvas sazonais (fevereiro a maio) e intrasazonais no setor norte do Nordeste é em torno ou acima da média climatológica (aproximadamente 850mm para este período).

Apesar dos numerosos estudos relacionando os padrões anômalos da circulação atmosférica e precipitação sobre algumas regiões da América do Sul, estarem associados com as TSMs anômalas no Pacífico equatorial (associadas aos eventos ENOS), alguns trabalhos consideram no entanto, que o efeito desse fenômeno não explica totalmente os padrões climáticos anômalos observados sobre o SAN. Várias análises de correlações indicam que o ENOS explica somente em torno de 10% da variabilidade de precipitação sobre essa região (HASTENRATH & HELLER, 1977; KOUSKY et al., 1984).

Nos meses do outono austral, março-abril-maio, período coincidente com a estação chuvosa do setor norte do Nordeste (NEB), no qual está inserida a região SAN, o modo de variabilidade oceano-atmosfera de grande escala dominante sobre a Bacia do Atlântico Tropical é o conhecido Padrão de Dipolo do Atlântico (HASTENRATH & HELLER, 1977; MOURA & SHUKLA, 1981; SERVAIN & LEGLER, 1986; NOBRE, 1993; NOBRE & SHUKLA, 1996; WAGNER, 1996). O Padrão de Dipolo caracteriza-se pela manifestação simultânea de anomalias de TSM configurando-se espacialmente com sinais opostos sobre as Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical. Este padrão térmico inverso gera, conseqüentemente, o aparecimento de um gradiente térmico meridional e inter-hemisférico sobre o Atlântico Equatorial (WAGNER, 1996), o qual exerce influências no deslocamento norte-sul da Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (HASTENRATH & GREICHSCAR, 1993; NOBRE, 1993; NOBRE e

SHUKLA, 1996), que constitui-se no principal sistema meteorológico indutor de chuvas no SAN no período da estação chuvosa (HASTENRATH, 1990).

As fases do Padrão de Dipolo controlam o posicionamento da banda de nebulosidade e precipitação associada à ZCIT, principal sistema atmosférico causador de chuva no SAN. O eixo principal da ZCIT tende a posicionar-se, preferencialmente, sobre a região para onde está direcionado o gradiente térmico. Por exemplo, na fase positiva do Dipolo (anomalias positivas de TSM na bacia Norte e negativas na bacia Sul do Atlântico Tropical) o gradiente térmico aponta para o Hemisfério Norte. Conseqüentemente, as anomalias positivas de precipitação associada à ZCIT posicionam-se, predominantemente, ao norte do Equador e, assim, o SAN configura-se com anomalias de precipitação negativas, isto é, chuvas abaixo do normal. Por outro lado, na fase negativa do Dipolo (anomalias negativas de TSM na bacia Norte e positivas na bacia Sul do Atlântico Tropical) o gradiente térmico aponta para o Hemisfério Sul, e as anomalias positivas de precipitação associada à ZCIT tendem a posicionar-se, predominantemente, ao sul do Equador e, assim, o SAN configura-se com anomalias positivas de precipitação, isto é, chuvas acima do normal. Menciona-se que alguns anos de ocorrência de episódios ENOS (La Niña) estão associados com as fases positiva (negativa) do Dipolo de TSM no Atlântico Tropical.

Devido à distribuição pluviométrica dentro da Região Nordeste ser bastante variada em anos de ocorrência desses episódios ENOS este estudo teve como objetivo investigar a relação da distribuição de chuvas quando da ocorrência de episódios de El Niño, associados à ocorrência de Dipolo Positivo de TSM no Atlântico Tropical, La Niña e anos considerados normais e a produção agrícola de subsistência (milho e feijão) no Estado do Ceará.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para a produção agrícola foram utilizados os totais anuais de milho e feijão (toneladas), área plantada (hectares) para o Estado do Ceará, período compreendido entre 1947-1990. Estes dados foram coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e compilados pelo Instituto de Planejamento do Estado do Ceará (IPLANCE). Além disso, foram utilizados dados de precipitação diária de 168 postos ao longo do Estado do Ceará com dados compreendidos entre 1950 a 1989. Os dados de precipitação estão disponíveis no Banco de Dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Os anos de El Niño e La Niña utilizados como anos de base para os referidos cálculos foram classificados segundo QUINN & NEAL (1992) e ALVES et al. (1997), respectivamente (Tabela 1). Os

anos normais foram considerados todos aqueles no período de estudo não classificados como de La Niña e de El Niño.

Para se inferir a relação entre a agricultura de subsistência e os episódios de El Niño e La Niña foram calculados desvios normalizados pelas suas respectivas médias de rendimento e produção das culturas de feijão, milho e milho+feijão observados no Estado do Ceará durante o período de estudo. Os cálculos foram executados definindo-se alguns critérios. a) Para anos de El Niño e de Dipolo Positivo (anomalias positivas de temperatura da superfície do mar (TSM) no setor norte do Atlântico Tropical e negativas no setor sul desta Bacia, b) Anos de El Niño sem Dipolo Positivo na Bacia do Atlântico Tropical e c) Anos de La Niña.

O cálculo do rendimento das culturas (milho + feijão) e os respectivos totais de produção foram somados anualmente e divididos pela somatória das respectivas áreas. Em seguida estes valores foram normalizados pela média para o período da série usada. Para as duas culturas individualmente o mesmo procedimento de cálculo foi utilizado.

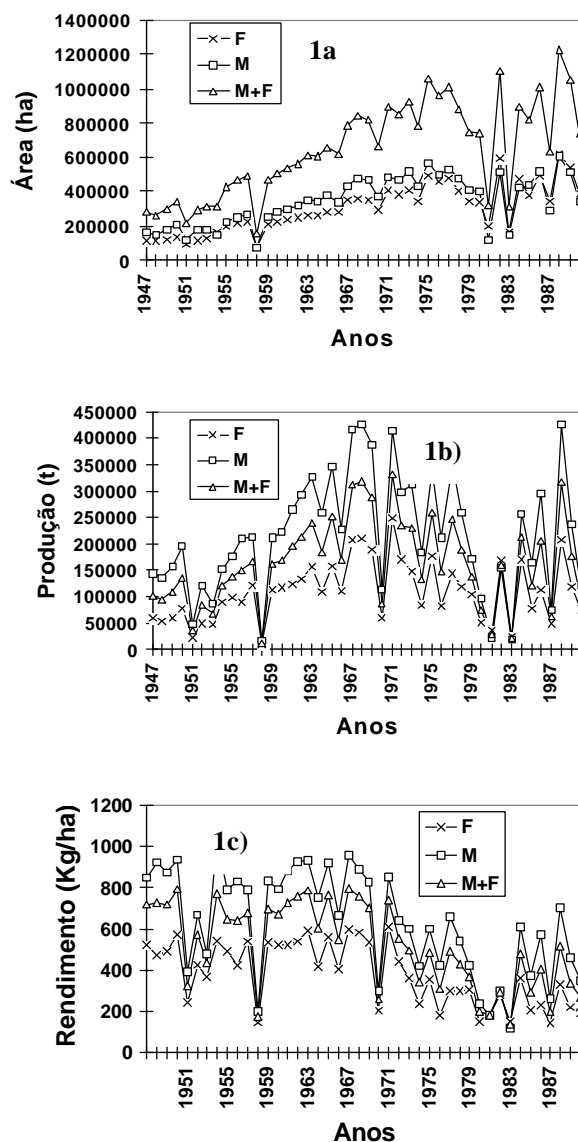
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Figura 1 é mostrada a variabilidade da área cultivada, produção e rendimento das culturas de feijão, milho, e feijão+milho no período de 1947 a 1990. Observa-se que a área de semeadura de tais culturas vem sofrendo uma grande expansão (Figura 1a), entretanto esta característica não se refletiu nos níveis de produção e rendimento. Pode-se observar, também, que a partir da década de 1970 houve um aparente declínio no cultivo destas culturas sendo mais observado na variável rendimento (Figura 1c). Conjectura-se a expansão dessa área de cultivo a uma maior demanda social, gerada pelo aumento populacional das comunidades interioranas do Estado que têm na agricultura de subsistência sua maior fonte de alimentação durante o ano.

Observa-se também que as variáveis rendimento e produção apresentaram sensível diminuição em magnitude em grande parte dos anos de ocorrência dos episódios de El Niño (Tabela 1), como os anos de El Niño de 1951, 1958, 1970, 1983 e 1987.

A Figura 2 mostra a variabilidade interanual do desvio percentual da produção e rendimento para o período de estudo. Duas características distintas pode ser observadas. Para o rendimento (Figura 2a) houve um predomínio de desvios positivos até meados de 1950 e negativos a partir de 1970, enquanto para produção há uma aparente ciclicidade com desvios negativos nos primeiros 15 anos (1947 a 1960), positivos a partir de 1960 a 1980 e negativos após os anos 80 (Figura 2b).

A Figura 3 apresenta as anomalias (desvio percentual em relação a média para o período de estudo) das variáveis rendimento e produção para a composição de anos mostrados na Tabela 1. As características são semelhantes em ambas as Figuras (3a e 3b). Tanto a produção como o rendimento de milho e feijão no Estado do Ceará são fortemente afetadas por anos de ocorrência de episódios El Niño, em particular quando este está acompanhado de um Dipolo Positivo de TSM nas águas do Atlântico Tropical, característica física não favorável a chuvas mais regulares no setor norte do Nordeste



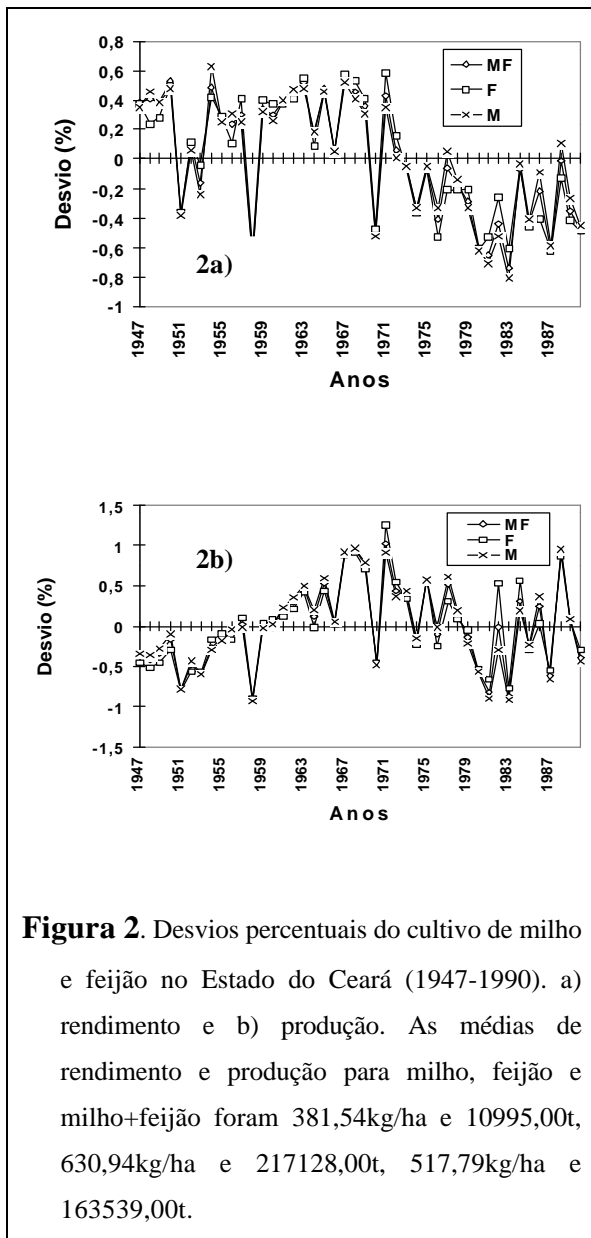
**Figura 1.** Características do cultivo de milho e feijão no Estado do Ceará (1947-1990). a) área semeada b) produção e c) rendimento: F (feijão), M (milho) e M+F

**Tabela 1.** Anos de ocorrência do El Niño e de La Niña na Bacia do Pacífico Equatorial, exceto 1987, classificados segundo QUINN e NEAL (1992) e ALVES et al., (1997).

Fenômeno	Anos de ocorrência																	
El Niño	1951*	1953*	1956*	1958*	1966*	1970*	1972	1977	1978*	1969	1972	1980*	1981*	1987				
La Niña	1950	1954	1955	1960	1962	1963	1964	1967	1968	1971	1974	1975	1976	1978	1984	1985	1986	1989

\*Os anos com asterisco representam aqueles em que foram observados El Niño e Dipolo Positivo no Atlântico Tropical (SOUZA, 1997) no período de fevereiro a maio.

Na Figura 4 pode-se fazer uma comparação entre as composições de anos mostrados na Tabela 1 para a ocorrência de chuva ao longo do Estado (chuva superior a 0,0 mm) disponível para ser aproveitada



**Figura 2.** Desvios percentuais do cultivo de milho e feijão no Estado do Ceará (1947-1990). a) rendimento e b) produção. As médias de rendimento e produção para milho, feijão e milho+feijão foram 381,54kg/ha e 10995,00t, 630,94kg/ha e 217128,00t, 517,79kg/ha e 163539,00t.

pelas culturas de subsistência nas várias regiões do mesmo. Nota-se que para os anos de El Niño, associado ou não com Dipolo Positivo de TSM no Atlântico Tropical, que o percentual de postos sem chuva, ao longo do Estado, foi superior a 60% em todos os primeiros 150 dias do ano (período de janeiro a maio), aumentando para uma predominância de valores acima de 80% a partir de aproximadamente o centésimo dia (a partir do dia 10 de abril). Esta característica, de certa maneira deve afetar substancialmente a produção agrícola, pois nesta fase há uma grande necessidade hídrica das culturas de milho e feijão para atingirem o estágio de maturação para colheita.

Para os anos considerados normais e de La Niña a distribuição média deste percentual de postos sem chuva diária ao longo do Estado caiu consideravelmente atingindo valores abaixo de 50% em grande parte da estação chuvosa, indicando que nestes anos em média, as chuvas foram melhor distribuídas ao longo do Estado, característica que favoreceu a um melhor cultivo agrícola ao longo do mesmo.

Estes resultados são consistentes com o estudo de RAO et al. (1995) que mostraram que nos anos de El Niño a safra de grãos na Região Nordeste é afetada. Estes autores mostraram que a produção de milho em vários estados do Nordeste apresenta uma correlação negativa com o Índice de Oscilação Sul - IOS (diferença de pressão à superfície em Darwin na Austrália e Tahiti no Pacífico Centro-Leste). Isto é, anos de alta (baixa) pressão em Darwin (Tahiti), anos de El Niño, estão geralmente associados com baixa produção de milho na região. Coeficientes de correlação significativos ao nível de 90% foram encontrados entre o IOS e a produção de milho para os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.

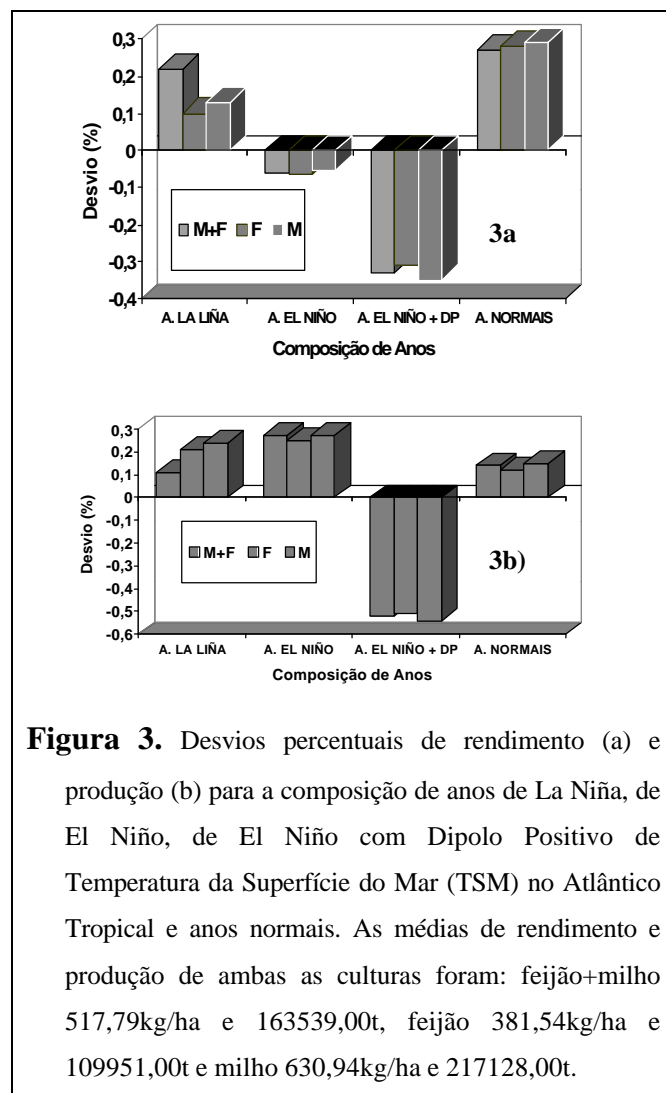
Para o sul do Brasil a influência do El Niño apresenta um impacto positivo na agricultura. FONTANA & BERLATO (1996) verificaram para a cultura do milho rendimento acima da média. Também BERLATO et al. (1996) mostraram que, para a cultura de soja, nos últimos vinte anos, 64% dos casos de rendimento acima da média do Estado do Rio Grande do Sul coincidiram com os anos de eventos de El Niño.

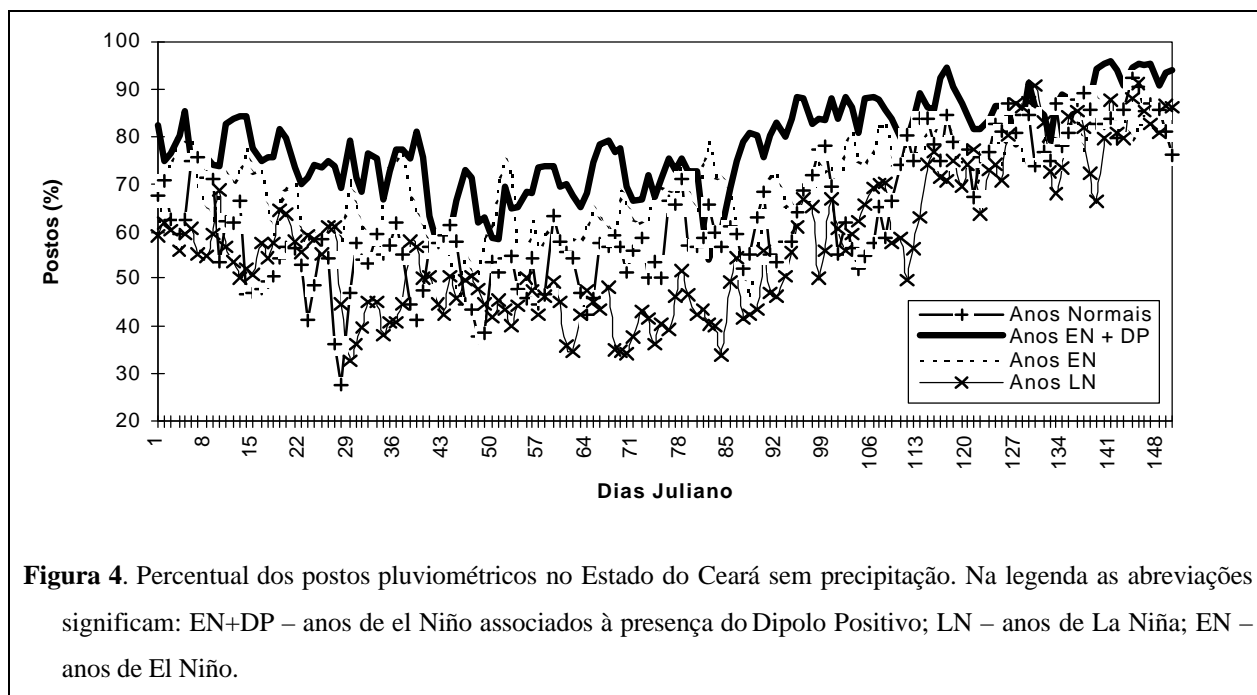


Em outras áreas do globo, estes estudos de influência do fenômeno ENOS na agricultura também tem sido realizados. CANE et al. (1994) verificaram a existência de forte associação entre o rendimento da cultura de milho em Zimbabue na África e a ocorrência de episódios ENOS. MJELDE & KEPLINGER (1998) analisaram o impacto de eventos extremos da Oscilação Sul (OS) na estimativa e previsão da cultura de inverno do sorgo no Estado do Texas no centro oeste dos Estados Unidos da América (EUA). Estes autores encontraram uma significativa correlação entre os eventos de OS e o rendimento de sorgo, mas não necessariamente este fato se traduziu em uma melhor previsão para esta cultura. Entretanto, segundo seus resultados o fator mais importante relacionado ao rendimento da cultura do sorgo neste Estado dos EUA ao longo da série de análise (1876-1993) foi o advento da troca de tecnologia no processo de cultivo agrícola.

Os números de produção e rendimento das culturas de feijão e milho, típicas da agricultura de subsistência no Estado do Ceará, mostrados nas análises, em geral, não refletem as condições sociais

de abandono que passam as comunidades rurais nos anos de estiagem ou chuvas deficientes no Sertão Cearense. Parece pouco uma perda de safra da ordem de 20 a 30%, entretanto a obtenção de dados mais pontuais dessas perdas na agricultura do médio e pequeno agricultor ao longo do Estado (chamado de meeiro - que têm nesta prática agrícola a sua principal fonte de alimentação), permitiria mensurar a importância da mesma para estas populações. Soma-se a isso, o problema social gerado pela falta de alimentação, em função da frustrada safra, e o alto custo financeiro com que o governo tem para socorrer tais populações. Por exemplo, em 1987, ano em que o cultivo de ambas as culturas foi fortemente afetado pela falta de chuvas, o governo federal disponibilizou um montante de US\$ 195.967.438,07, período de um ano entre junho/97 a julho/98 para o pagamento de mão de obra referente a obras de emergência nas áreas afetadas pela seca nos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (MAGALHÃES, 1991). Por tais razões as autoridades





competentes devem procurar alternativas para mesclar, ou mudar a cultura da prática agrícola de subsistência no Estado. Os resultados mostraram que o rendimento e a produção das culturas de subsistência no Estado do Ceará estão em declínio, tendo não só nas adversidades climáticas um fator para contribuir para este fato, mas principalmente à falta de uma política de sustentabilidade do meio fisiográfico do interior do Estado, que pudesse levar tecnologia a essa região, principalmente ao médio e pequeno agricultor.

## CONCLUSÕES

Nos anos de El Niño sem o Dipolo Positivo de anomalias de TSM, anos em que as chuvas não são tão deficientes ao longo do Estado, algumas áreas do Estado do Ceará apresentam desvios positivos de precipitação dentro do quadrimestre fevereiro a maio. Nestes anos a produção como o rendimento das culturas de milho e feijão apresentam-se em torno ou acima da média.

Nos anos de La Niña e normais, tanto o rendimento quanto a produção apresentam valores acima da média oscilando entre 10 a 20%. Neste anos, em geral, as características físicas de TSM no Atlântico Tropical são favoráveis à ocorrência de chuvas mais frequentes, anomalias de TSM positivas (negativas) no setor abaixo (acima) da linha do equador, influenciando diretamente no posicionamento da ZCIT em latitude sobre ou mais próximas ao setor norte do Nordeste.

Os anos de El Niño associados à presença do Dipolo Positivo de TSM no Atlântico Tropical, são os que apresentam um grande impacto negativo na produção e rendimento das culturas de milho e feijão no Estado do Ceará (anomalias da ordem de -30 a -50% da safra média esperada). Vale destacar, que nestes anos as características termodinâmicas nos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais, são favoráveis ao predomínio de posicionamento da ZCIT acima da linha do equador, que de certa forma interferem na ocorrência de chuvas mais intensas e frequentes ao longo do Estado do Ceará, durante a estação chuvosa (período de fevereiro a maio) afetando substancialmente o cultivo agrícola de subsistência no Estado.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Dra. Denise Cybis Fontana (UFRGS) pelo envio de algumas referências que serviram de subsídios comparativos aos resultados encontrados e aos revisores anônimos da RBA cujas correções e sugestões foram importantes no aprimoramento deste artigo.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J.M.B., REPELLI, C.A. Variabilidade pluviométrica no setor norte do Nordeste e os eventos El-Niño Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 7, n. 2, p. 583-592, 1992 .
- ALVES, J.M.B., SOUZA, E.B., REPELLI, C.A., et al. Episódios de La Niña no Pacífico Equatorial e a distribuição sazonal e intrasazonal das chuvas no setor norte do Nordeste. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 12, n. 1, p. 63-67, 1997.
- BERLATO, M.A., FONTANA, D.C., OLIVEIRA, D.A. **A chuva e a produção de grãos no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre :UFRGS, 1996. 32 p. (não publicado).
- BRUCE, J.P. Natural disaster reduction and global change. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, Boston, v. 75, p. 1831-1835, 1994.
- CANE, M.A., ESHEL, G., BUCKLAND, R.W. Forecasting maize yield in Zimbabwe with eastern equatorial Pacific sea surface temperature. **Nature**, London, v. 370, p. 204-205, 1994.
- CHEN, W.Y. Fluctuations in Northern Hemisphere 700-mb height field associated with the Southern Oscillation. **Mon. Wea. Rev.**, Boston, v. 110, p. 808-823, 1981.
- ENFIELD, D.B. Thermally driven wind variability in the planetary boundary layer above Lima, Peru., **J. Geophys. Res.**, Washington, v. 86, p. 2005-2016, 1981.

- FONTANA, D.C., BERLATO, M.A. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento de milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, v. 2, n. 1, p. 39-36, 1996.
- GILL, A.E., RASMUSSEN, E.M. The 1982-1983 climate anomaly in the equatorial Pacific. **Nature**, Londres, v. 305, p. 229-234, 1983.
- HALPERT, M.S., ROPELEWSKI, C.F. Surface temperature patterns associated with the Southern Oscillation. **J. Climate**, Boston, v. 5, p. 577-593, 1992.
- HASTENRATH, S., HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. **Quarterly Journal Royal Meteorological Society**, Boston, v. 103, p. 77-92, 1977.
- HASTENRATH, S. Prediction of Northeast Brazil rainfalls anomalies. **J. Climate**, Washington, v. 3, n. 3, p. 893-904, 1990.
- HASTENRATH, S., GREISCHAR, L. Circulation mechanisms related to Northeast Brazil rainfall anomalies. **J. Geophys. Res.**, Boston, v. 98 (D3), p. 5093-5102, 1993.
- KOUSKY, V.E., KAYANO, M.T., CAVALCANTI, I.F.A. A review of the Southern Oscillation: oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. **Tellus**, v. 36A, p. 490-504, 1984.
- KOGAN, F.N. Global drought watch from space. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, Boston, v. 78, n. 4, p. 621-636, 1997.
- KILADIS, G.N., DIAZ, H.F. Global climate anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. **J. Climate**, Boston, v. 2, p. 1069-1090, 1989.
- MAGALHÃES, A.R.. **Respostas governamentais às secas: a experiência de 1987 no Nordeste**. Imprensa Oficial do Ceará – IOCE : Fortaleza-Ce. p. 231, dez. 1991.
- MJELDE, J. W., KEPLINGER, K. Using de Southern Oscillation to forecast Texas winter wheat and Sorghum. **J. Climate**, Boston, v. 11, n. 1, p. 5460, 1998.
- MOURA, A.D., SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **J. 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**. Maryland : University of Maryland, 1993, 151 p. Tese (Ph.D. em Meteorologia), University of Maryland at College Park, 1993.
- NOBRE, P., SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **J. Climate**, Boston, v. 10, n. 9, p. 2464-2479, 1996.
- OBASI, G.O.P. WMO's Role in international decade for natural disaster reduction. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, Boston, v. 75, p. 1655-1661, 1994.

- PHILANDER, S.G.H. **El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation..**: San Diego : Academic Press , 1990, 293 p.
- . QUINN, W.H., NEAL, V.T. **The Historical record of El Niño events**. In: BRADLEY, R. S., JONES, P. D Climate Since A. D. 1500. Routledge, 1992. p. 623-648.
- RAO, V.B., SÁ, L.A.D., FRANCHITO, S.H. Interannual variations of rainfall and corn yields in Northeast Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., Campina Grande, 1995. **Anais...**, Campina Grande : SBA/UFPB, 1995, 500 p. p. 468-470.
- RASMUSSEN, E.M., CARPENTER, T.H. Variations in the tropical sea surface temperature and surface winds fields associated with the Southern Oscillation/El Niño. **Mon. Wea. Rev.**, Boston, v. 110, p. 354-384, 1982.
- RASMUSSEN, E.M., CARPENTER, T.H. The relationship between eastern equatorial pacific sea surface temperatures and rainfall over India and Sri Lanka. **Mon. Wea. Rev.**, Boston, v. 111, p. 517-528, 1983.
- ROPELEWSKI C. F., HALPERT, M. S. North American Precipitation and temperature patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation (ENSO). **Mon. Wea. Rev.**, Boston, v. 114, p. 2352-2362. 1986.
- ROPELEWSKI, C.F., HALPERT, M.S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillations. **Mon. Wea. Rev.**, Boston, v. 115, n. 2, p. 1606-1626, 1987.
- ROPELEWSKI, C.F., HALPERT, M.S. Precipitation patterns associated with the high index phase of the southern oscillation. **J. Climate**, Boston, v. 2, n. 2, p. 268-284, 1989.
- SERVAIN, J., LEGLER, D.M. Empirical orthogonal function analyses of tropical Atlantic sea surface temperature and wind stress: 1964-1979. **J. of Geophys. Res.**, Boston, v. 91, n. C12, p. 14181-14191, 1986.
- SOUZA, E.B. **Um estudo observacional sobre o Padrão de Dipolo de anomalias de TSM no Oceano Atlântico Tropical**, São José dos Campos - SP : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1997, 85 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- WAGNER, R.G. Mechanisms controlling variability of the interhemispheric sea surface temperature gradient in the tropical Atlantic. **J. Climate**, Boston, v. 9, n. 7, p. 2010-2019, 1996.