

MFN= 007369  
01 SID/SCD  
02 6007  
03 INPE-6007-PRE/2122  
04 MET  
05 S  
06 as  
10 Brito, Jose Ivaldo Barbosa de  
12 A estacao chuvosa de 1990 no norte do Nordeste  
14 47-56  
30 Climanalise  
31 5  
32 7  
40 Pt  
41 Pt  
41 En  
42 <E>  
58 CPTC  
61 <PN>  
64 jul. <1990>  
68 PRE  
76 PREVISAO DE TEMPO E CLIMA  
83 Efetuou-se uma analise da qualidade da estacao chuvosa de 1990 (fevereiro e maio) no norte do Nordeste. Analisaram-se os fatores de grande escala e de escala sinotica que responsaveis pela deficiencia de precipitacao observada na regio, tais como ZCIT, oscilacao de 30-60 dias, TSM e circulacao atmosferica sobre o Pacifico e o Atlantico Tropicais. Avaliaram-se tres diferentes metodos de previsao da qualidade da estacao chuvosa, bem como alguns metodos de previsoes de episodio El Nino - Oscilacao Sul. A media espacial da precipitacao ocorrida durante a estacao chuvosa (fevereiro a maio) para regio norte do Nordeste como um todo foi de, aproximadamente, 70% da media climatologica  
87 PREVISAO DE TEMPO  
87 METEOROLOGIA SINOTICA  
90 b  
91 FDB-19961016  
92 FDB-MLR

## A ESTAÇÃO CHUVOSA DE 1990 NO NORTE DO NORDESTE

José Ivaldo Barbosa de Brito

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC  
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
12201 - São José dos Campos - SP

### RESUMO

Efetuiu-se uma análise da qualidade da estação chuvosa de 1990 (fevereiro a maio) no norte do Nordeste. Analisaram-se os fatores de grande escala e de escala sinótica que foram responsáveis pela deficiência de precipitação observada na região, tais como ZCIT, oscilação de 30-60 dias, TSM e circulação atmosférica sobre o Pacífico e o Atlântico Tropicais. Avaliaram-se três diferentes métodos de previsão da qualidade da estação chuvosa, bem como alguns métodos de previsões de ocorrência de episódio El Niño - Oscilação Sul. A média espacial da precipitação ocorrida durante a estação chuvosa (fevereiro a maio) para região norte do Nordeste como um todo foi de, aproximadamente, 70% da média climatológica.

### ABSTRACT

*The precipitation anomalies of the 1990 rainy season (February through May) in northern Northeast Brazil is analyzed. Large and synoptic scale phenomena (ITCZ, 30-60 day oscillation, SSTs, Tropical Pacific and Atlantic atmospheric circulation) which affected the rainy season is reviewed. Prediction schemes for both the seasonal rains in Northeast Brazil and the occurrence of El Niño-Southern Oscillation episode in 1990 are critically assessed. Seasonal precipitation (February through May, 1990) for the northern Northeast as a whole was 30% below normal.*

### 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise das precipitações ocorridas no norte do Nordeste (região semi-árida) e dos fatores atmosféricos e oceânicos que influenciaram as chuvas da região durante a estação chuvosa de fevereiro a maio de 1990.

A princípio, é feita uma análise da precipitação ocorrida na região usando dados de quarenta e seis postos pluviométricos, enviados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), e através das análises de Radiação de Onda Longa emitida para o espaço (ROL), enviadas pelo National Meteorological Center (NMC) dos Estados Unidos.

Após a análise da precipitação, são feitos comentários sobre a influência das condições atmosféricas e oceânicas, nos Oceanos Atlântico e Pacífico, sobre a precipitação do norte do Nordeste, bem como uma revisão das previsões do evento El Niño Oscilação Sul (ENOS), feita por vários pesquisadores, uma vez que a deficiência de precipitação no norte do Nordeste está associada ao evento El Niño em muitos casos.

Por último, discute-se a influência das oscilações de 30-60 dias na precipitação ocorrida no norte do Nordeste, e faz-se uma crítica a alguns métodos de previsão de chuva para a região.

### 2. ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES (FEVEREIRO A MAIO)

A média espacial da precipitação em todo o semi-árido norte do Nordeste, durante fevereiro de 1990, foi de aproximadamente 90% da média climatológica (MLT, Média de Longo Tempo). Contudo, a distribuição espacial foi bastante irregular (Climanálise vol. 5, nº 2, seção 5.1). Ocorreram precipitações acima da MLT nas seguintes áreas: na parte centro-nordeste e região do Sertão no Rio Grande do Norte; em parte do Sertão Central e Alto Acaraú no Ceará; no norte do Piauí; no noroeste do Cariri Paraibano e em parte do Agreste de Pernambuco. Por outro lado, precipitações inferiores a 50% da MLT foram observadas nas seguintes áreas: no litoral norte e região do Cariri no Ceará; no oeste e em parte do Agreste de Pernambuco e parte central da Paraíba. As análises das anomalias de ROL, enviadas pelo NMC, mostraram que durante fevereiro ocorreram anomalias negativas (que significam precipitação superior à média) sobre o semi-árido norte do Nordeste, com magnitudes próximas de zero que não atingiram  $-15 \text{ W/m}^2$ . Esta configuração apresenta um sinal contrário àquele observado na análise de precipitação, quando são usados dados convencionais, porém ambas estão muito próximas de zero.

No mês de março, a média espacial da precipitação na parte norte do Nordeste semi-árido foi, aproximadamente, 50% da MLT. Na região próxima de Salgueiro, em Pernambuco, e Iguatu, no Ceará,

ocorreram precipitações superiores à MLT. Por outro lado, ocorreram precipitações inferiores a 20% da MLT nas seguintes áreas: centro-nordeste e região do Seridó no Rio Grande do Norte; região do Cariri, vale do Piancó, sertão central e sertão do Uiraúna na Paraíba; Agreste de Pernambuco e Sertão Central, sertão do Ihamuns e centro-leste do Ceará (Figuras 1 e 2). A Figura 1 mostra que apenas em algumas áreas as precipitações foram superiores a 200 mm, enquanto em quase toda a região as precipitações foram inferiores a 100 mm. Coerentes com as anomalias de precipitação, observaram-se anomalias de ROL fortemente positivas sobre todo o Nordeste, que representa convecção e precipitação inferiores à média.

A média espacial da precipitação ocorrida em abril no semi-árido do norte do Nordeste foi, aproximadamente, 95% da média climatológica. A Figura 3 mostra as isolinhas de precipitação ocorridas no norte do Nordeste durante abril. Observa-se que as precipitações variaram de 400 mm, no extremo oeste da Paraíba, a menos de 50 mm na parte centro-leste da Paraíba, no Agreste de Pernambuco e no nordeste do Ceará. As precipitações superiores a 200 mm ficaram concentradas em uma área que corresponde a aproximadamente 15% da área total.

A Figura 4 mostra as isolinhas de desvio percentual de precipitação no norte do Nordeste em abril. Observa-se que em boa parte da região ocorreram desvios negativos. Desvios inferiores a -75% (precipitação inferior a 25% da MLT) foram observados na parte centro-leste da Paraíba, no Agreste e extremo oeste de Pernambuco. Desvios inferiores a -50% (precipitação inferior a 50% da MLT) foram observados na parte central e norte do Piauí, e litoral, nordeste e parte central do Ceará. Desvios positivos foram observados no sul do Ceará (região do Cariri), oeste de Pernambuco e Paraíba e na parte centro-sul do Piauí, o que corresponde a aproximadamente 35% da área total.

Em abril, anomalias positivas de ROL foram observadas sobre a região Nordeste, porém com magnitudes inferiores às observadas em março, com exceção da parte leste do Nordeste. Apesar desta configuração estar coerente com a análise de precipitação em termos de sinal, ela apresenta uma magnitude maior, mostrando menos convecção e precipitação do que a análise dos dados pluviométricos.

Durante o mês de maio a média espacial da precipitação ocorrida no semi-árido norte do Nordeste foi de aproximadamente 65% da MLT. Quase toda precipitação ocorreu na primeira quizona do mês, pois a partir da terceira semana de maio praticamente não choveu no semi-árido norte do Nordeste. Precipitações inferiores a 20% da MLT foram observadas nas seguintes áreas: região do Seridó no Rio Grande do

Norte; extremo noroeste e centro-leste da Paraíba; extremo oeste de Pernambuco e em toda parte central do Piauí. Precipitações superiores à MLT foram observadas em algumas áreas, a saber: noroeste, sudeste e leste do Ceará; noroeste do Rio Grande do Norte e na região do baixo Moxotó, em Pernambuco.

A Figura 5 mostra o total acumulado de precipitação de fevereiro a maio no semi-árido do norte do Nordeste. Em geral, apresentou-se abaixo do normal com precipitações, em média para toda área, em torno de 70% da média climatológica.

O índice de precipitação para a estação chuvosa de 1990, calculado em número de desvios padrões (média espacial da anomalia de precipitação dividida pela média espacial do desvio padrão da precipitação de toda região), foi -0,58, e o calculado em número de média climatológica (média espacial da anomalia de precipitação dividida pela média espacial da média climatológica da precipitação de toda região) foi -0,27, que representa, aproximadamente, o 20º percentil, isto é, esteve entre os 20% mais secos dentre os sessenta e seis anos de dados utilizados (1925 - 1990).

Usando dados de precipitação de quarenta e seis localidades, verificou-se que em, aproximadamente, 10% da área total ocorreu precipitação inferior a 50% da média climatológica, em 60% da área total a precipitação ocorrida representou de 50% a 75% da média climatológica, enquanto em apenas, aproximadamente, 10% da área total a precipitação foi superior à MLT.

A Figura 6 mostra as isolinhas de desvio percentual de precipitação no norte do Nordeste para o período de fevereiro a maio. Desvios positivos são observados apenas em áreas no sudeste do Ceará, extremo oeste da Paraíba, oeste de Pernambuco e centro-oeste do Piauí. Desvios negativos inferiores a -50% são observados na parte centro-leste da Paraíba; no centro-leste do Rio Grande do Norte; no Agreste de Pernambuco e na parte oeste e nordeste do Ceará.

Em dezembro de 1989, foram observadas chuvas intensas em todo o País. As chuvas ocorridas nas Regiões Sul e Sudeste e no Estado da Bahia estiveram associadas à zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS), enquanto as chuvas ocorridas sobre a Região Nordeste estiveram associadas aos vórtices ciclônicos que atuaram na região. Durante o mês de dezembro de 1989 foram observados três vórtices ciclônicos sobre o Nordeste, o primeiro esteve presente nos dias 1, 2 e 3, o segundo esteve presente do dia 11 ao dia 21 e o terceiro, do dia 25 ao dia 30, ou seja durante 19 dias de dezembro a circulação sobre o Nordeste foi dominada por vórtices ciclônicos nos altos níveis.

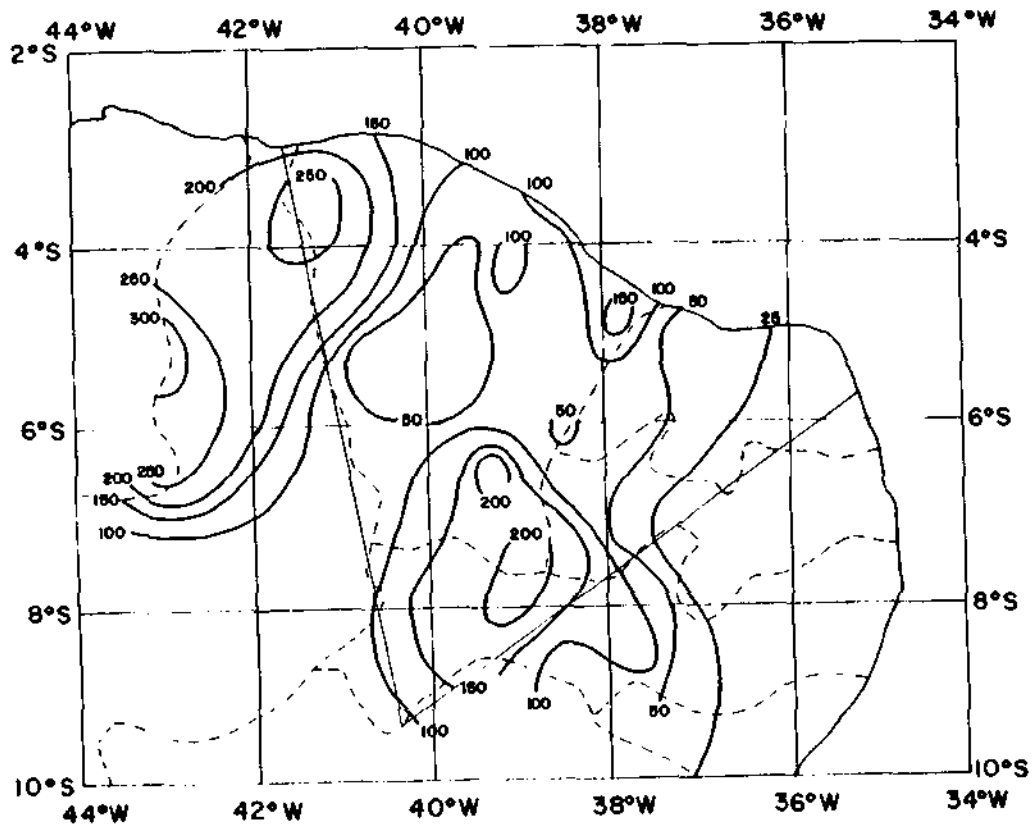


FIG. 1 - Precipitação em mm em MARÇO/90 para o norte do Nordeste (FONTE: FUNCEME).

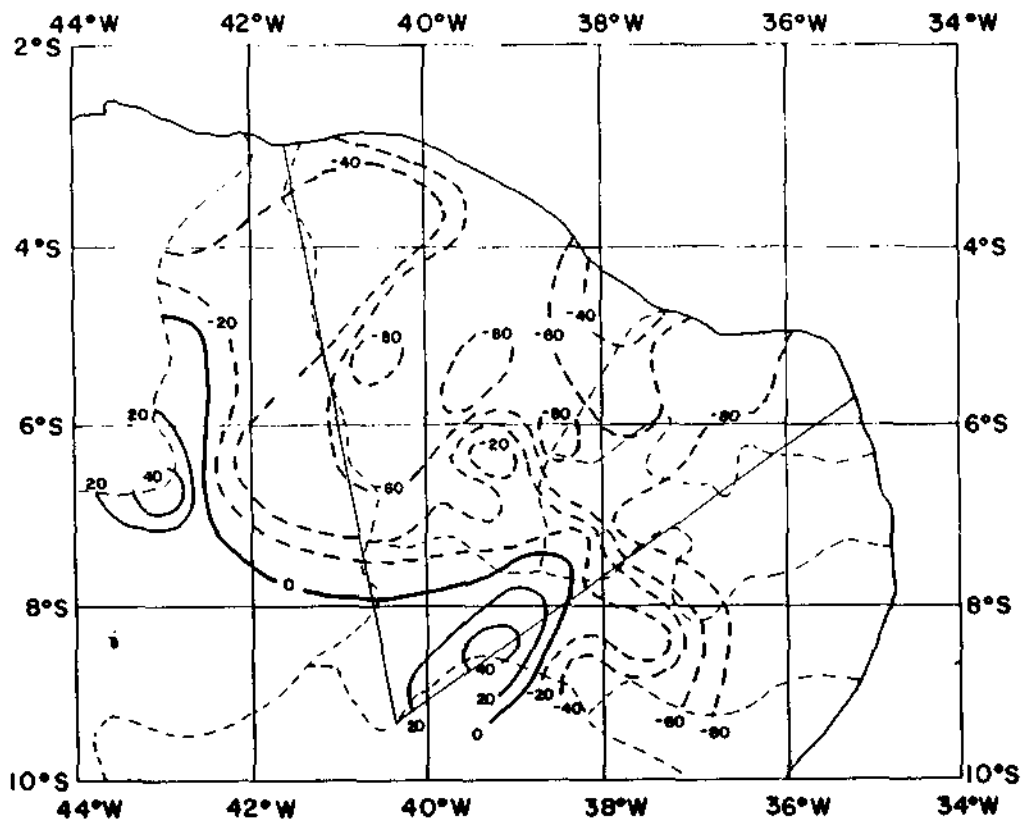


FIG. 2 - Desvios padronizados de precipitação (D) expressos em porcentagem em MARÇO/90.  $D = (P_e - P_m) / P_m \times 100\%$ , onde  $P_e$  é o total de precipitação de uma dada estação, e  $P_m$  é a média mensal de 69 anos (1913-81) para a estação. Desvios negativos são indicados por linhas tracejadas (FONTE: FUNCEME).

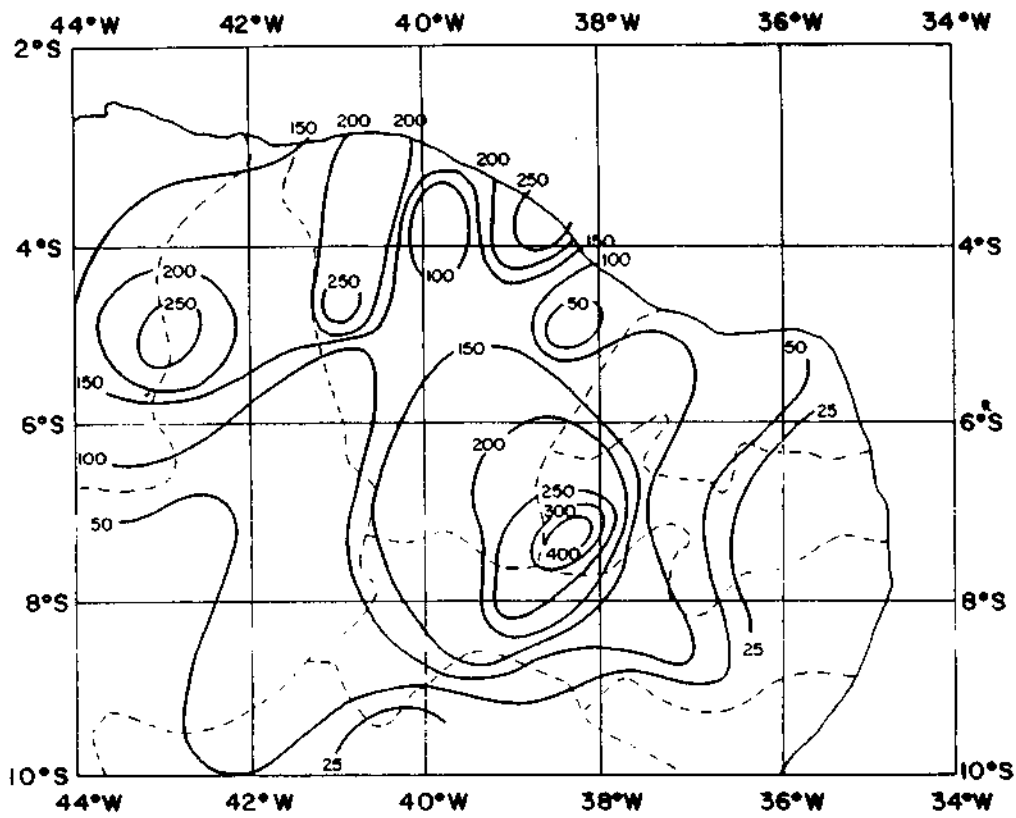


FIG.3-Precipitação em mm em ABRIL/90 para o norte do Nordeste (FONTE: FUNCTEMI).

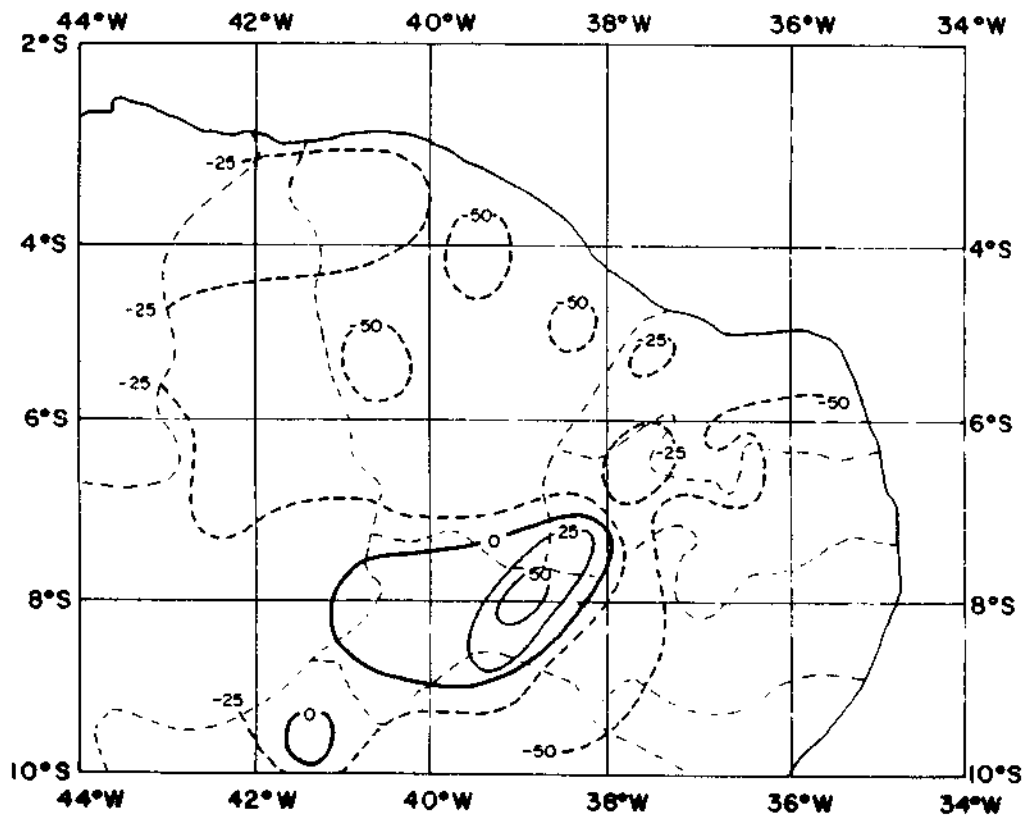


FIG.4-Desvios padronizados de precipitação (D) expressos em porcentagem em ABRIL/90  $D = (Pe - Pm) / Pm \times 100\%$ , onde Pe é o total de precipitação de uma dada estação, e Pm é a média mensal de 69 anos (1913-81) para a estação. Desvios negativos são indicados por linhas tracejadas (FONTE: FUNCTEMI.)

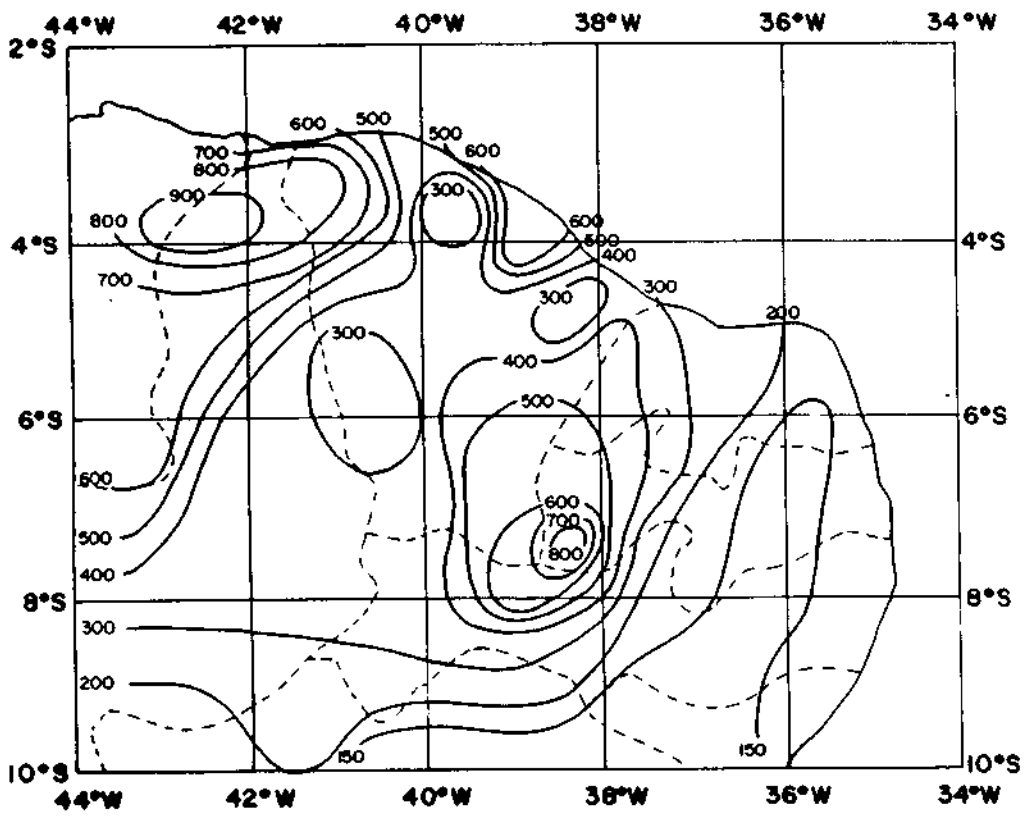


FIG.5-Precipitação em mm para o período de FEVEREIRO a MAIO/90 para o norte do Nordeste (FONTE: FUNCEME)

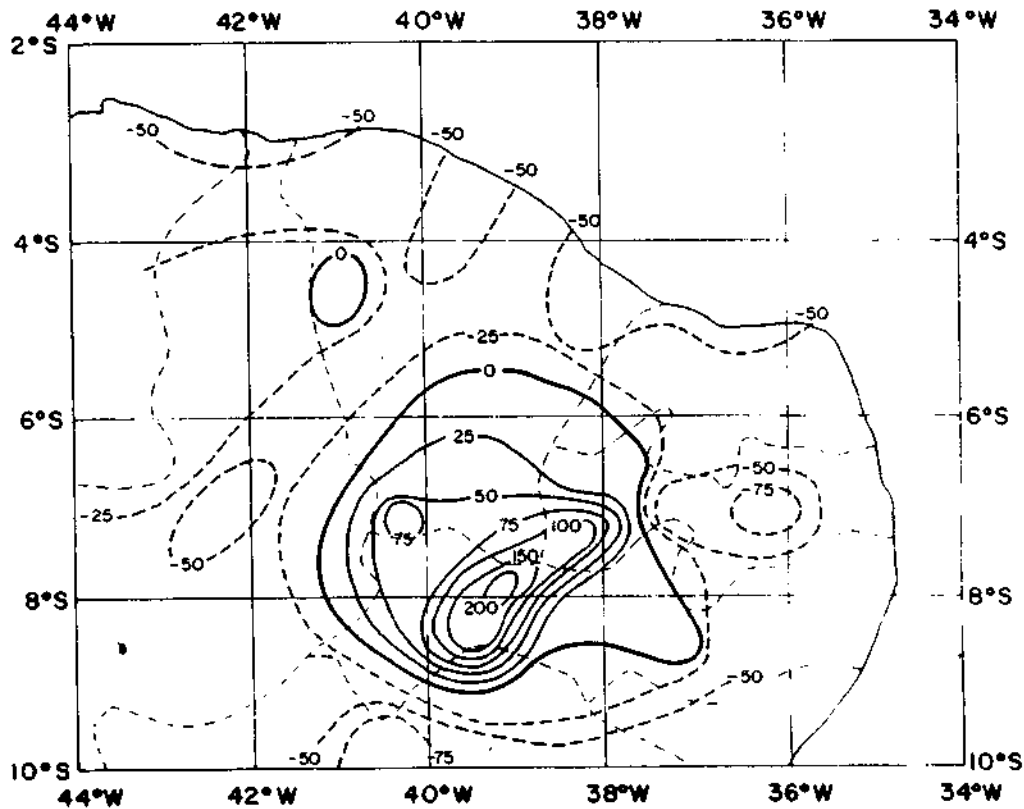


FIG.6-Desvios padronizados de precipitação (D) expressos em porcentagem para o período de FEVEREIRO a MAIO/90.  $D = (P_e - P_m) / P_m \times 100\%$ , onde  $P_e$  é o total de precipitação de uma dada estação, e  $P_m$  é a média mensal de 69 anos (1913-81) para a estação. Desvios negativos são indicados por linhas tracejadas (FONTE: FUNCEME).

### 3. INFLUÊNCIA DOS OCEANOS PACÍFICO E ATLÂNTICO

Nos primeiros dois meses do ano as análises das anomalias da circulação atmosférica e das temperaturas da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico Tropical foram bastante similares às observadas nos estágios iniciais da fase quente dos episódios El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Contudo, a partir de março, os parâmetros atmosféricos e oceânicos, no Pacífico Tropical, iniciaram o retorno às condições normais.

Por esta razão, talvez as condições atmosféricas e oceânicas, em escala global, no Pacífico Tropical não tenham afetado de forma determinante a qualidade da estação chuvosa no norte do Nordeste. Na Seção 5 são discutidas algumas previsões do evento ENOS.

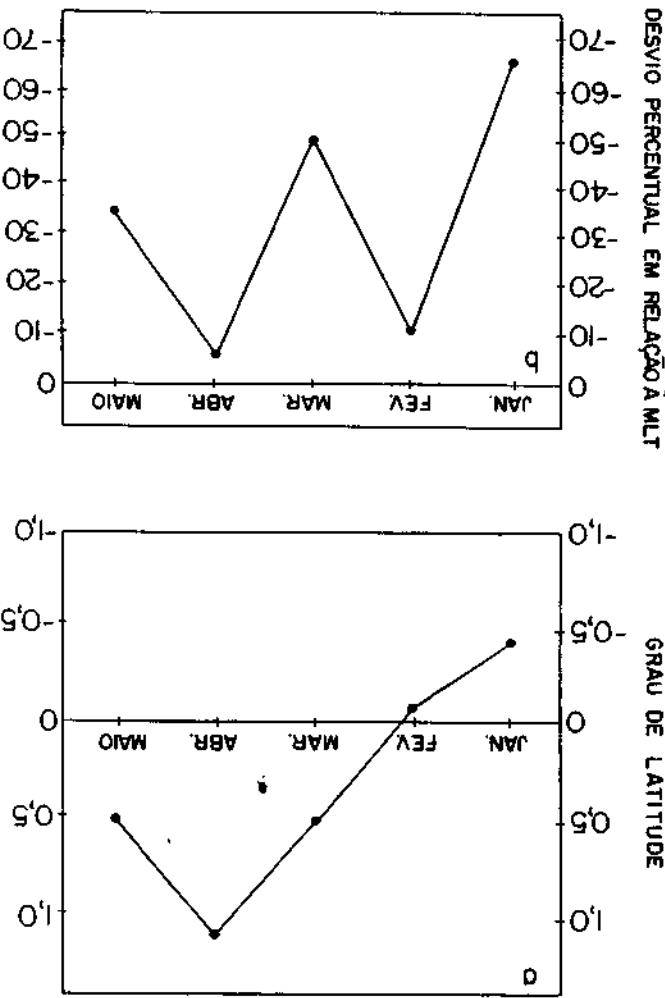
Possivelmente, o Oceano Atlântico teve um papel mais determinante na qualidade da estação chuvosa no norte do Nordeste do que o Oceano Pacífico. Entretanto, de janeiro a junho, a pressão ao nível do mar no Atlântico Sul esteve mais intensa do que no Atlântico Norte e esta estrutura é favorável à deficiência de chuva no norte do Nordeste (Namias, 1972). Coerentes com o campo de anomalia de pressão ao nível do mar, observaram-se ventos alísios de sudeste mais intensos do que os de nordeste, o que também é uma condição favorável à deficiência de chuvas no norte do Nordeste.

Por outro lado, durante todo o primeiro semestre de 1990 as anomalias de TSM no Atlântico Sul foram superiores às do Atlântico Norte. Esta estrutura é favorável ao aumento de precipitação no norte do Nordeste (Raschman and Heller, 1977 e Moura and Shukla, 1981).

Uvo e Nobre (1989) mostraram evidência de uma forte correlação entre a posição da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ), no Oceano Atlântico, e a precipitação no norte do Nordeste. Contudo, durante a estação chuvosa de 1990 foi observada uma fraca correlação, pois nos dois primeiros meses do ano a ZCIT esteve ao sul de sua posição média climatológica. Em março, ela esteve ligeiramente ao norte de sua posição média climatológica, porém muito próxima desta. No entanto, durante estes meses a precipitação no Nordeste foi inferior à MLT (Figuras 7a e 7b).

Por outro lado, durante os meses de janeiro e março a ZCIT apresentou atividade convectiva menos intensa do que a média climatológica (a intensidade da atividade convectiva da ZCIT foi estimada com base nas análises das anomalias de ROL e na posição média mensal da ZCIT publicadas pelo Climatálise nas Seções 3.4 e 3.6.2, respectivamente), o que, talvez, provocou a diminuição da precipitação no norte do Nordeste. Esta observação concorda com a de Nicholson (1981), que verificou que as chuvas na África

dependem mais da intensidade da ZCIT do que de sua posição.



Abriu foi o mês no qual a ZCIT esteve mais ao norte, durante a estação chuvosa do norte do Nordeste, quando comparada com a sua posição média climatológica (Figura 7a). Porém, foi o mês em que apresentou maior atividade convectiva, e as chuvas no Nordeste foram próximas à MLT.

Em maio, a ZCIT esteve mais fraca do que a média climatológica e ao norte de sua posição média climatológica, produzindo pouca chuva na região norte do Nordeste, o que reforça a posição de Uvo e Nobre (1989).

Em dezembro, foram observados sobre o Nordeste três vórtices ciclônicos com duração média de 6 dias, e a média climatológica são 2 vórtices com duração média de 5 dias. Em janeiro e fevereiro ocorreram 5 vórtices ciclônicos sobre o Nordeste com

duração média de 3 dias, e a média climatológica para estes meses são 5 vórtices com duração média de 5 dias.

No período de março a maio não foi verificada a ocorrência de vórtices ciclônicos sobre o Nordeste, e a média climatológica é um vórtice em março com duração de 8 dias e um em abril com duração de 2 dias.

Em fevereiro, foram observadas 8 linhas de instabilidade sobre o norte do Nordeste, em março, 12, em abril, 13 e em maio, 7.

#### 4. OSCILAÇÕES DE 30-60 DIAS

Kayano et al. (1990) sugerem que os episódios de precipitação ocorridos em dezembro, fevereiro, final de abril e início de maio, e as estiagens ocorridas em janeiro, março e no final de maio, no Nordeste, estavam associadas à oscilação intra-sazonal (oscilação de 30-60 dias), ou seja, a alta variabilidade temporal da precipitação sobre o Nordeste, durante a estação chuvosa de 1990, foi produzida pela oscilação de 30-60 dias. Assim, de acordo com Weickmann et al. (1985), Kayano et al. concluíram que os pulsos convectivos verificados sobre o Atlântico foram oriundos daqueles observados no Pacífico Oriental, porém, para o autor deste trabalho, ainda não está claro como se deu a passagem do pulso pelo Pacífico Leste e América do Sul. Talvez seja necessário um estudo mais detalhado sobre o assunto para um melhor entendimento das características de propagação das oscilações de 30-60 dias na América do Sul e vizinhanças.

A Figura 8 mostra um diagrama de tempo versus longitude das anomalias de ROL para a faixa de latitude 5°N-5°S, onde se notam aumentos e diminuições da atividade convectiva entre 60°-30°W (nordeste da América do Sul e Oceano Atlântico). Pode-se observar que existe um intervalo de aproximadamente 40-60 dias entre um aumento e outro da atividade convectiva naquela região. Também é evidente uma oscilação em torno de 40 a 60 dias no aumento e diminuição da convecção entre 60°E e 160°W (região da Indonésia e do Pacífico Ocidental), bem como uma propagação para leste do aumento da convecção (anomalias negativas de ROL) entre 60°E e 160°W.

No entanto, apesar da evidência de uma oscilação de aproximadamente 40 a 60 dias no aumento e na diminuição da convecção na região da Indonésia e do Pacífico Ocidental e na região do nordeste da América do Sul e Atlântico, não há evidência (no campo de anomalias de ROL) de que o pulso de convecção (aumento da atividade convectiva) observado no Oceano Atlântico originou-se daquele verificado na região da Indonésia; ou seja, de que o pulso convectivo, iniciando-se no Pacífico Oriental, cruzou o Pacífico Central-leste e a América do Sul sem ter sido detectado (no campo de anomalias de ROL) e atingiu o Atlântico

e parte nordeste da América do Sul, como mostraram Weickmann et al. (1985).

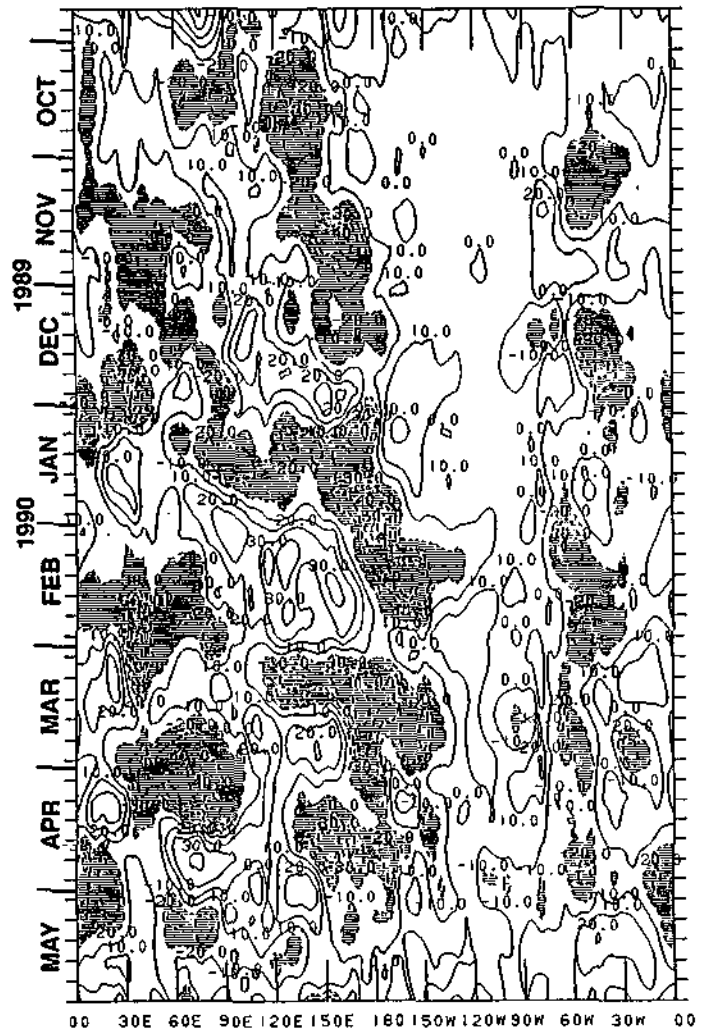


FIG.8 - Seção tempo versus longitude de anomalias de ROL para a faixa 5°N-5°S. As anomalias foram computadas para cada pântada. As isolinhas de valores positivos (negativos) estão representadas por linhas cheias (tracejadas) e os valores inferiores a -10W/m2 estão hachurados (FONTE: NMC)

#### 5. PREVISÕES

##### 5.1 Previsões de El Niño-Oscilação Sul

Durante o final de 1989, vários grupos de pesquisadores fizeram previsões sobre a ocorrência ou não de um evento ENOS para 1990. Isto porque naquele mês as condições atmosféricas e oceânicas no Pacífico Tropical passaram de uma condição típica de La Niña (águas mais frias que a média, ventos alísios mais intensos, nível do mar mais baixo no Pacífico Oriental, pressão ao nível do mar no Pacífico Central menos



intensa que a MLT e mais intensa no Pacífico Oriental) para condições típicas da fase inicial de episódios quentes.

Apesar de as condições no Pacífico Tropical no final de 1989 serem favoráveis ao surgimento de episódio quente, a maioria das previsões que usaram modelos numéricos e estatísticos não indicavam o surgimento de evento ENOS, quando alimentados com os dados da época. A partir de fevereiro/março de 1990 alguns modelos davam sinal de aparecimento do evento ENOS, enquanto o modelo estatístico que anteriormente tinha previsto um surgimento do El Niño passou a não prevê-lo, dando como abortado o El Niño. A seguir, apresentam-se os resultados de quatro previsões efetuadas no final de 1989 e, novamente, em março de 1990, a saber:

1) Modelo numérico acoplado Oceano-Atmosfera de M. Cane e S. Zebiak do Observatório Geológico Lamont-Doherty, Universidade de Colúmbia, New York, E.U.A. (para maiores detalhes consulte Cane et al., 1986).

Os resultados da previsão deste modelo, com o uso dos dados até novembro de 1989 não indicavam qualquer anomalia significativa para as estações futuras (dezembro a junho). As previsões feitas com os dados de fevereiro e março produziram um evento significativo durante 1990. Porém, os índices de previsão compostos não mostravam anomalias significativas para as estações futuras (abril a outubro). Os resultados de fevereiro e março mostraram uma grande discrepância entre as condições iniciais e as observadas nos meses precedentes, o que reduziu a confiabilidade na previsão com os índices compostos.

2) Modelo numérico acoplado Oceano-Atmosfera de J. O'Brien, Florida State University, E.U.A. (para maiores detalhes consulte Inoue and O'Brien, 1984).

O modelo da Universidade Estadual da Flórida (FSU) utilizou como índice de previsão a anomalia da espessura da camada superior do Pacífico Ocidental - área entre 10°S-10°N e 80°-100°W (valores positivos indicam a fase quente do El Niño-Oscilação Sul). O modelo foi forçado pela tensão de cisalhamento do vento na superfície do Pacífico Tropical.

Usando dados de vento de novembro de 1989, a previsão para o índice da FSU parou de decrescer e passou a mostrar tendência ascendente. Utilizando os dados de vento de janeiro de 1990, o índice da FSU continuava a mostrar uma tendência ascendente, porém a previsão era que ele ainda continuaria a ser negativo até março. Quando os dados de vento de fevereiro de 1990 foram usados, o índice excedeu o seu valor crítico de 10,3 m, e o índice previsto para 15 de maio de 1990 era de 14,3 m, o qual, para o modelo da FSU, representava uma previsão de um episódio ENOS de

moderado a grande ou de que um evento quente se desenvolveria no final de 1990.

3) Modelo numérico acoplado Oceano-Atmosfera de T. Barnett, Scripps Institute of Oceanography (SIO), University of California, San Diego, E.U.A. (para maiores detalhes consulte Barnett et al., 1988).

O modelo SIO, que utilizou dados até agosto de 1989, mostrou anomalias de TSM maiores que um desvio padrão no Pacífico Central, previstas para meados de 1990. Porém, a confiabilidade da previsão era muito baixa. Usando dados até novembro de 1989, o modelo produziu anomalias de meio desvio padrão na mesma época e local, porém com confiabilidade ainda muito baixa. Utilizando dados até fevereiro de 1990, o modelo previa o surgimento de um fraco evento ENOS, mas a confiabilidade apesar de ser maior do que as anteriores ainda continuava baixa.

4) Modelo Estatístico de J. Xu e H. von Storch do Max Planck Institut für Meteorologie, Hamburgo, Alemanha Ocidental (para maiores detalhes consulte Jin-Song and H. von Storch, 1989).

Utilizando o Método do Padrão de Oscilação Principal (POP) com dados de julho a setembro de 1989, a previsão indicava a ocorrência de um episódio quente ENOS para meados de 1990.

Utilizando os dados disponíveis até fevereiro de 1990, o método POP previa que não haveria evento quente significativo durante 1990. As condições quase quentes, observadas durante janeiro e fevereiro no Pacífico Tropical e na atmosfera, não se desenvolveriam para um evento completo segundo este modelo.

De modo geral, os modelos acertaram as previsões efetuadas. Contudo, os próprios autores dos vários modelos ainda não acreditam em um funcionamento pleno deles para fins operacionais.

Os modelos acoplados Oceano-Atmosfera não detectaram o ligeiro aquecimento ocorrido durante os primeiros meses de 1990. Quando alimentados com dados da época do aquecimento, estes modelos mostraram um leve aumento da TSM no Pacífico Tropical, porém ainda dentro do intervalo de erro de cada modelo.

O modelo estatístico do Max-Planck que utilizou os dados de julho a setembro de 1989 captou um aquecimento para o Pacífico Tropical para o primeiro semestre de 1990. Quando alimentado com dados até janeiro, este modelo não mais previu El Niño para 1990, dando como abortado o El Niño. Isto, talvez, mostre a sensibilidade deste modelo para pequenas variações da TSM do Pacífico Tropical. Mas seus autores ainda não estão seguros quanto ao seu uso operacional.

## 5.2 Previsão da Qualidade da Estação Chuvosa

O Climanálise de janeiro de 1990 publicou prognósticos para a estação chuvosa no norte do Nordeste que foram realizadas pelo Prof. Stefan Hastenrath, da Universidade de Wisconsin, E.U.A.; por Niel Ward, do Escritório de Meteorologia do Reino Unido (U. K. Met Office) e pelo CPTEC/INPE, Brasil. Todas as previsões foram com base em modelos estatísticos de previsão das anomalias de precipitação para a estação chuvosa do semi-árido norte do Nordeste, a saber:

1) Previsão do Prof. S. Hastenrath da Universidade de Wisconsin (para maiores detalhes consulte Hastenrath, et al., 1984).

O método de regressão foi utilizado para calcular um índice de anomalias da precipitação no norte do Nordeste para o período de março-setembro, como uma função de um índice das chuvas da pré-estação (de outubro a janeiro).

A previsão para o índice de anomalias de precipitação para 1990 foi de +0,82, isto é, que seria um ano chuvoso tal como foram 1965 ou 1968.

2) Previsão do CPTEC/INPE (este método de previsão será publicado no próximo número do Climanálise).

O método usado é semelhante ao do Prof. Hastenrath, sendo que o índice de anomalia de precipitação previsto é para o período de fevereiro a maio e a previsão feita em duas etapas, a saber: a primeira é efetuada usando como função o índice das chuvas da pré-estação de setembro a dezembro e a segunda é atualizada usando o índice de precipitação de setembro a janeiro.

A previsão para o índice de anomalias de precipitação para a estação chuvosa (de fevereiro a maio) de 1990 foi de 54% acima da MLT (previsão de um ano chuvoso como 1986), quando o período usado como função foi de setembro a dezembro. Quando a variável previsoras foi a chuva de setembro a janeiro, o índice previsto foi 26% acima da MLT (previsão de um ano chuvoso como foram 1960, 1965 ou 1968).

3) Método de previsão do U.K. Met Office (para maiores detalhes consulte Ward et al., 1989).

O método de regressão múltipla foi utilizado e um índice de anomalia de precipitação para o período de março a maio para o semi-árido norte do Nordeste foi previsto, usando como variáveis previsoras as anomalias de TSM nos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais.

A previsão para a estação chuvosa de 1990, usando dados de TSM até janeiro, era de um índice de meio desvio padrão abaixo da MLT, ou seja, de um ano seco.

Quando a previsão foi atualizada usando dados de TSM até fevereiro, o índice previsto era de 0,11 desvios padrão abaixo da MLT, ou seja, de um ano normal.

Usando dados de precipitação de 46 postos pluviométricos, no norte do Nordeste para o período de fevereiro a maio, observou-se que a precipitação na região foi, aproximadamente, 70% da MLT. Isto mostra que as previsões efetuadas pelos métodos anteriores, de modo geral, não foram corretas.

O motivo pelo qual os dois primeiros métodos falharam é porque a quantidade de precipitação, média climatológica, da estação pré-chuvosa é muito pequena, quando comparada com a da estação chuvosa. Caso um único sistema penetre no semi-árido norte do Nordeste, no período pré-chuvoso, poderá produzir precipitações superiores à média climatológica da estação pré-chuvosa, mesmo que as condições de grande escala sejam favoráveis à deficiência de precipitação. Isto foi exatamente o que ocorreu com as abundantes precipitações de dezembro em todo Nordeste.

O terceiro método falhou porque ele observou apenas o campo de anomalias de TSM, em um certo período de tempo, e não fez uma previsão das condições futuras das anomalias de TSM. Além disso, o peso dado às anomalias de TSM no Atlântico Tropical foi grande, e como ocorreu uma ligeira modificação da configuração das anomalias de TSM naquele Oceano de janeiro para fevereiro, a previsão que usou o método do U.K. Met. Office modificou-se bastante, como mostrado anteriormente.

## 6. CONCLUSÕES

Como aparentemente não ocorreu nenhum fenômeno de grande escala, tanto no Pacífico como no Atlântico, que tenha sido determinante no controle da estação chuvosa no norte do Nordeste, provavelmente a deficiência da precipitação, no período de fevereiro a maio de 1990, tenha sido devida aos sistemas transitentes de mesoescala ou escala sinótica como, por exemplo, vórtices ciclônicos nos altos níveis, e às oscilações de 30-60 dias que atuaram na região, principalmente durante o mês de março, que influenciaram as condições atmosféricas sobre o Nordeste e o Oceano Atlântico adjacente.

Por outro lado, as condições de grande escala sobre o Atlântico (ventos alísios de sudeste mais intensos do que a MLT e de nordeste menos intensos, anomalias de pressão ao nível do mar com magnitudes positivas maiores no Atlântico Sul e menores no Atlântico Norte e anomalias de ROU, positivas ao sul do equador e negativas ao norte) apresentaram-se, durante todo o período, favoráveis à deficiência de precipitação, com exceção do campo de anomalia de TSM, que apresentou anomalias positivas ao sul e negativas ao norte do equador.

As anomalias da circulação atmosférica e das TSMs de grande escala no Pacífico Tropical estiveram muito próximas de zero, e provavelmente não afetaram a estação chuvosa no norte do Nordeste de modo significativo.

Durante vários dias dos meses de fevereiro, março e abril, a circulação atmosférica sobre o Nordeste foi dominada por um cavado nos altos níveis, e isto causou grande variabilidade temporal e espacial nas chuvas da região.

Outro fenômeno que possivelmente exerceu algum controle sobre o regime de chuvas na região foi a oscilação de 30-60 dias. Contudo, ainda não se tem certeza sobre a maneira como esta oscilação influenciou a qualidade da estação chuvosa no norte do Nordeste.

As previsões da qualidade da estação chuvosa de 1990 no norte do Nordeste falharam porque as precipitações ocorridas em 1990 não foram extremas, tais como em 1983 (ano extremamente seco) e 1985 (ano extremamente chuvoso). Em anos secos mas não extremos, como 1990, os vários fatores que são utilizados como precursores não são convergentes, o que torna as previsões mais difíceis e com maior margem de erros.

## 7. AGRADECIMENTOS

À FUNCEME pelo envio dos dados de precipitação do norte do Nordeste e a todos que contribuíram na elaboração deste trabalho.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNETT, T. et al. On the Prediction of the El Niño of 1986-1987. *Science*, 241(4862):192-196, July, 1988.
- CANE, M.A.; ZEBIAK, S.E.; DOLAN, S.C. Experimental forecasts of El Niño. *Nature*, 231(6073):827-832, June, 1986.
- HASTENRATH, S.L.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 102(435):77-92, Jan., 1977.

- HASTENRATH, S.L.; WU, M.C.; CHU, P.S. Towards the monitoring and prediction of Northeast Brazil droughts. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 110(464):411-425, April, 1984.

- INOUE, M.; O'BRIEN, J.J. A Forecasting model for the onset of a major El Niño. *Monthly Weather Review*, 112(11):2326-2337, Nov., 1984.

- JIN-SENG, XU; von STORCH, H. Principal oscillation pattern - Prediction of the State of ENSO. Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg, July, 1989. 28pp (Report No35).

- KAYANO, M. T.; KOUSKY, V.E.; STUDZINSKI, C.D.; DIAS, P.L.S. As variações intra-sazonais da precipitação no Brasil durante o verão de 1989/1990. *Climanálise*, 5(4):40-50, abril, 1990.

- MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in Northeast Brazil: Observation, theory and numerical experiment with a general circulation model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 38(12):2653-2675, Dec., 1981.

- NAMIAS, J. Influence of Northern Hemisphere general circulation on Northeast Brazil. *Tellus*, 24(4):336-343, Apr., 1972.

- NICHOLSON, S.E. Rainfall and atmospheric circulation during drought periods and wetter years in West Africa. *Monthly Weather Review*, 109(10):2191-2208, Oct., 1981.

- UVO, C.R.B.; NOBRE, C.A. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do Nordeste do Brasil. Parte I: A posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. *Climanálise*, 4(7):34-40, julho, 1989.

- WARD, M. N.; BROOKS, S.; FOLLAND, C.K. Predictability of seasonal rainfall in the Northern Nordeste. IN: *Recent Climate Change, a regional approach*, ed. S. Gregory, 1989.

- WEICKMANN, K.M.; LUSSKY, G.R.; KUTZBACH, J.E. Intraseasonal (30-60 Day) Fluctuations of outgoing longwave radiation and 250 mb stream function during Northern Winter. *Monthly Weather Review*, 113(6):941-961, June, 1985.