

CONTRIBUIÇÕES

ESTUDO PRELIMINAR DA PRECIPITAÇÃO NO SUL DO CEARÁ DURANTE A PRÉ-ESTAÇÃO CHUVOSA

José M. Brabo Alves
Laboratório de Estudos Climáticos
Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
60325 - Fortaleza - CE

Mary Toshie Kayano
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
12201 - São José dos Campos - SP

RESUMO

Imagens no infravermelho do satélite GOES-EAST (1981-1989) foram utilizadas para identificar os principais temas atmosféricos organizadores de convecção no Cariri (setor sul do Ceará) de novembro a janeiro. Os principais temas atuantes nesta região na pré-estação e início da estação chuvosa são as frentes frias, os vórtices ciclônicos de altos níveis e a convecção isolada. A análise de precipitação média mensal (1974-1989) mostrou que a estação chuvosa no Cariri ocorre de janeiro a abril.

ABSTRACT

The monthly mean precipitation analysis for the period 1974-1989 showed that the rainy season in Cariri (southern Ceará) occurs from January to April. Infrared GOES-EAST satellite images for the period 1981-1989 were used to identify the main atmospheric systems organizing convection in Cariri from November to January. The main systems acting on this region during the pre-season and beginning of the rainy-season are cold fronts, upper level vortices and local convection. Cariri's rainy season occurs from January through April.

INTRODUÇÃO

A grande demanda de informações meteorológicas e o forte potencial agrícola da região sul do Estado do Ceará, conhecida por Cariri (Figura 1), motivaram a realização desta pesquisa. A região do Cariri, apesar de estar situada no setor norte do nordeste brasileiro (NEB), apresenta uma média anual de chuvas superior (acima de 1000 mm) à média da região semi-árida (em torno de 600 mm a 800 mm).

A distribuição de chuvas nesta área é ligeiramente distinta da do restante do Estado. As chuvas mais intensas no setor central e norte do Estado ocorrem, meteorologicamente, nos meses de fevereiro a maio e são razoavelmente bem representadas por Quixeramobim e Fortaleza, respectivamente. Tais precipitações estão fortemente associadas ao deslocamento meridional da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para as latitudes ao sul do equador (Hastenrath e Heller, 1977; Ivo, 1989), enquanto no Cariri, apesar de as chuvas também sofrerem influências do posicionamento da ZCIT, o período mais chuvoso compreende os meses de janeiro a abril (Figura 2), representado pela média areal de 15 estações desta região. É curioso notar a defasagem de um mês entre o quadrimestre chuvoso do sul do Ceará e o dos setores central e norte.

Na região do Cariri, chuvas de novembro e dezembro, cujo total representa em média 2 mm/dia, podem aparentemente ser suficientes para estimular o

início do plantio. Esse estímulo acontece principalmente nas áreas onde existe maior potencialidade para uso agrícola (solos do tipo Podzólicos, Terras-Rocha, Vertissolos e Aluviais) (Figura 3) associadas à maior capacidade de retenção de umidade, o que é condicionado pela textura (predominantemente média e argilosa) e profundidade efetiva do solo (SUDENE, 1973).

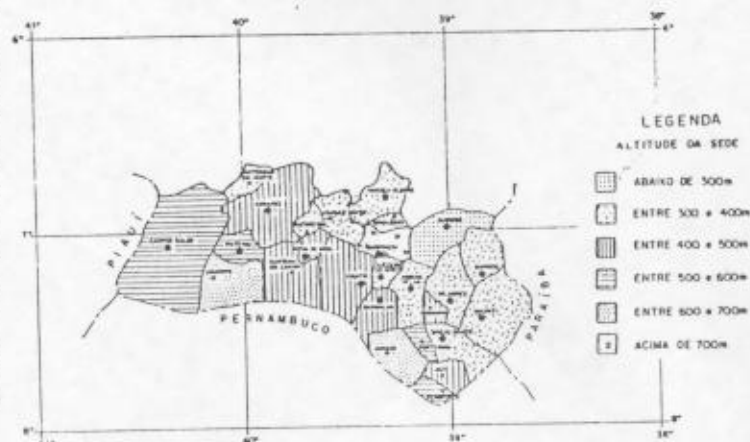


Fig. 1 - Região do Cariri (área em estudo).

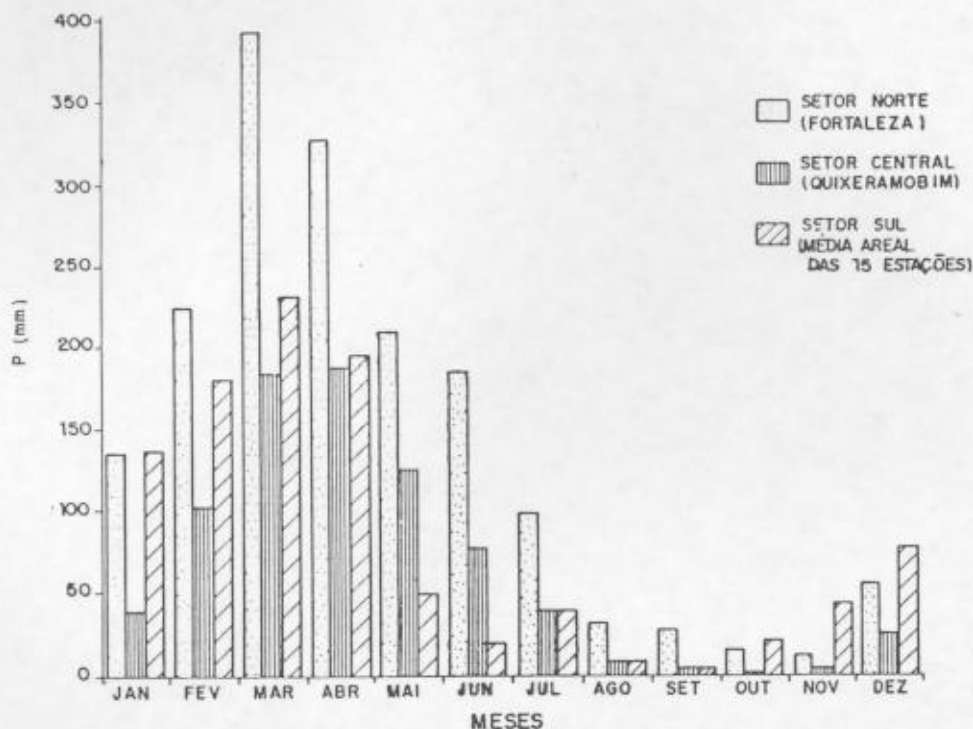


Fig. 2 - Histograma de precipitação - média de 16 anos (1974 a 1989) para Fortaleza (setor norte), Quixeramobim (setor central) e Região do Cariri (média areal para 15 estações).

Tais precipitações estão associadas à incursão de sistemas frontais (Kousky, 1979) ou aos vórtices ciclônicos observados nos altos níveis da atmosfera sobre o Atlântico Sul, próximos à costa do NEB (Kousky e Gan, 1981).

O conhecimento da variabilidade espacial e temporal das chuvas da pré-estação (novembro e dezembro), que totalizam em média 12% do valor observado anualmente nesta região, constitui um fator importante para o planejamento agrícola dessa área do Estado. Este planejamento pode se basear em informações relativas ao início efetivo das chuvas e no conhecimento de situações que propiciem estas chuvas, além do monitoramento em tempo quase real da precipitação.

Assim, os resultados desta pesquisa poderão fornecer subsídios para nortear a implementação de uma política agrícola mais adequada para a região através do conhecimento das características climatológicas e dos sistemas atuantes na pré-estação e no início da estação chuvosa.

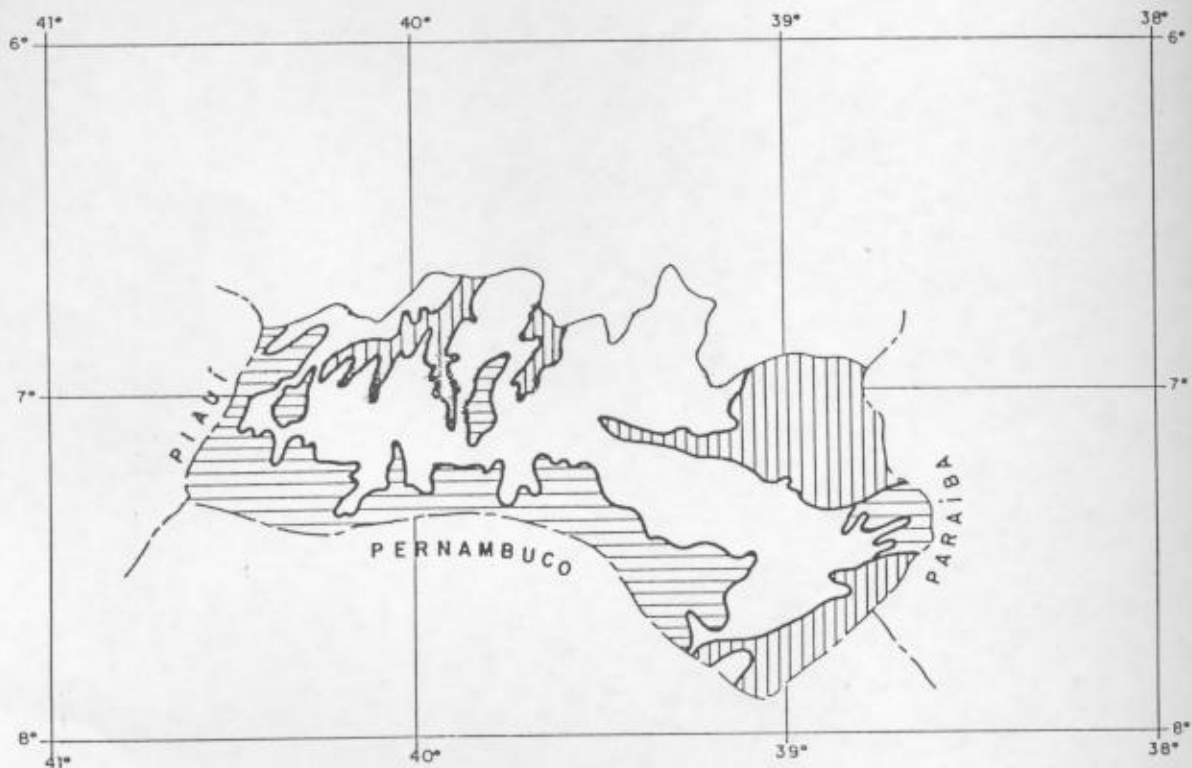
2 - METODOLOGIA E DADOS

Foram selecionadas 27 estações pluviométricas da região do Cariri, cujas informações de precipitação diária durante o período de 1974 a 1989 foram extraídas

do banco de dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) (Figura 1). Dessas estações, as 15 que apresentaram poucas falhas no período de estudo foram escolhidas que para a realização de cálculos estatísticos e para o traçado de cartas (Figura 1). Tais falhas referem-se à inexistência de dados, pois em alguns anos várias estações não apresentavam totais mensais. Em consequência destas falhas, os períodos das séries históricas de precipitação variaram de 14 a 16 anos, com predominância de 85% dos dados nas séries de 16 anos.

A variabilidade interanual da precipitação foi investigada através de desvios normalizados e médias mensais.

Inicialmente procedeu-se a uma análise subjetiva das imagens diárias do satélite GOES-EAST no canal infravermelho (das 12:00 às 18:00 TMG) para os meses de novembro, dezembro e janeiro, no período de 1981 a 1989, com exceção de novembro de 1986, para o qual não se dispunha de imagens. Esta análise baseou-se em uma identificação visual das imagens dos sistemas atmosféricos atuantes na região de estudo ou proximidades, que organizaram atividade convectiva. Tal identificação foi executada em função da configuração típica de nebulosidade aparente na imagem, já conhecida na literatura meteorológica (Japan Meteorological Satellite Centre, 1983). Ressalta-se também que em alguns anos analisados, devido ao deslocamento do satélite com relação à região



- Solos com média e alta capacidade de retenção de umidade (medianamente profundos a profundos e com textura predominantemente média e argilosa).
- Solos com baixa capacidade de retenção de umidade, com restrições associadas a textura (média leve e arenosa) e profundos a muito profundos.
- Solos com baixa capacidade de retenção de umidade com restrições associadas principalmente a profundidade (raso a muito rasos).

Fig.3 - Classificação pedológica predominante da Região do Cariri. FONTE: SUDENE.

de estudo e à má qualidade da reprodução das imagens cedidas pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), esta configuração não foi suficientemente clara.

Através desta análise foram tabelados os sistemas de escalas sinótica e mesoscala, organizadores de atividade convectiva ou da própria convecção localizada, evidente nas imagens de satélite, relacionados apenas para os dias com precipitação diária superior ou igual a 10 mm, nos postos pluviométricos principais dos municípios (sede) da região do Cariri (Figura 1).

As imagens analisadas foram as referentes ao dia anterior à chuva observada, geralmente nos horários já citados acima, o que se deve ao fato de que a chuva observada para um determinado dia é o acumulado das últimas 24 horas. Foram também tabelados os casos em que a precipitação diária foi igual ou superior a 10 mm e não houve evidências de convecção nas imagens de satélite. Estes casos devem-se particularmente à resolução do satélite, para os quais esta não conseguiu detectar nebulosidade inferior a 8km X 8km. Tais casos

foram denominados convecção localizada não aparente.

Menciona-se ainda que neste trabalho não foi feita nenhuma análise à superfície para identificação das frentes frias. Foram considerados todos os sistemas frontais cujas nebulosidades foram aparentes na imagem de satélite na forma de uma banda estreita, independente da sua localização e intensidade, mas cuja influência incrementa a convecção na área de estudo.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

a) Variabilidade Interanual

Nos meses de novembro a janeiro é considerável a variabilidade interanual da precipitação no Cariri (Figura 4). Durante o período estudado, os valores absolutos variaram de: a) 0,7 mm em novembro de 1981 a 145,1 mm em novembro de 1980; b) 3 mm em dezembro de 1987 a 200,2 mm em dezembro de 1985;

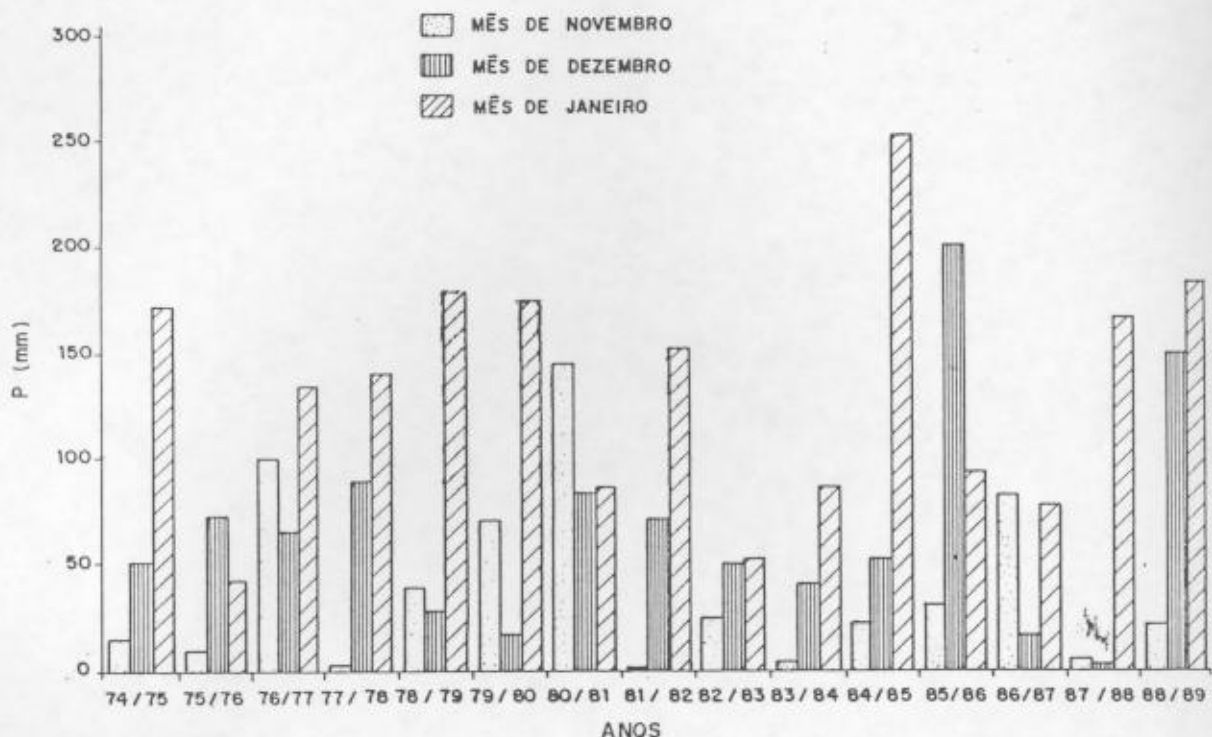


Fig. 4 - Histograma de precipitação média de 16 anos (1974 a 1989) para os meses de novembro, dezembro e janeiro para a Região do Cariri (média areal).

c) 42,6 mm em janeiro de 1976 a 251,9 mm em janeiro de 1985.

Na maioria dos anos, durante o período estudado, houve tendência de as chuvas aumentarem ao longo dos 3 meses, com o mês de janeiro apresentando-se mais chuvoso do que os meses precedentes, exceto as pré-estações de 1975/76, 1980/81, 1985/86 e 1986/87. O fato de janeiro ser, em média, mais chuvoso do que novembro e dezembro é consistente com o maior número de sistemas atmosféricos organizadores de convecção observados, durante este mês, nas proximidades da região (ver Tabela I).

Foi evidente uma redução das chuvas do total acumulado de novembro a janeiro no Cariri durante os anos em que foram observadas anomalias na circulação atmosférica tropical global provocadas pelo fenômeno El Niño. O menor total acumulado destes três meses foi observado durante os anos de 1982/83, quando ocorreu um intenso El Niño (Kayano, 1986). As chuvas acumuladas de novembro a janeiro durante os El Niños de 1978/79 e 1986/87 (Alves, 1988) também foram reduzidas, porém não tanto quanto em 1982/83 (Figura 4). Embora o número de casos de El Niño seja pequeno para conclusões categóricas, é evidente que existe uma diminuição das chuvas no Cariri de novembro a janeiro em anos de ocorrência de El Niño.

Além disso, ressalta-se que em alguns anos não houve aumento da precipitação mensal de novembro para dezembro. Por exemplo, pode-se citar a redução

das chuvas em dezembro durante a pré-estação dos anos de 1979/80 e 1986/87.

TABELA I

Frequência da atividade convectiva (para os dias com precipitação diária superior ou igual a 10 mm em várias estações do Cariri) e sistema associado (indicado pelas letras A a H) para os meses de novembro, dezembro e janeiro.

CLASSIFICAÇÃO

MESES	A	B	C	D	E	F	G	H
NOV	6	0	0	0	1	6	1	0
DEZ	24	1	1	2	8	11	1	2
JAN	44	1	0	6	12	28	34	0

- A - Sistema frontal no centro-sul do NEB.
- B - Sistema frontal meridionalmente sobre o NEB.
- C - Sistema frontal no norte do NEB.
- D - Linhas de instabilidade associadas à ZCIT.
- E - Sistema frontal em associação a vórtices ciclônicos de ar superior.
- F - Convecção local associada a nuvens médias ou baixas detectadas pela resolução do satélite.
- G - Convecção local associada a nuvens médias ou baixas não detectadas pela resolução do satélite.
- H - Sistema frontal no centro-norte do NEB.

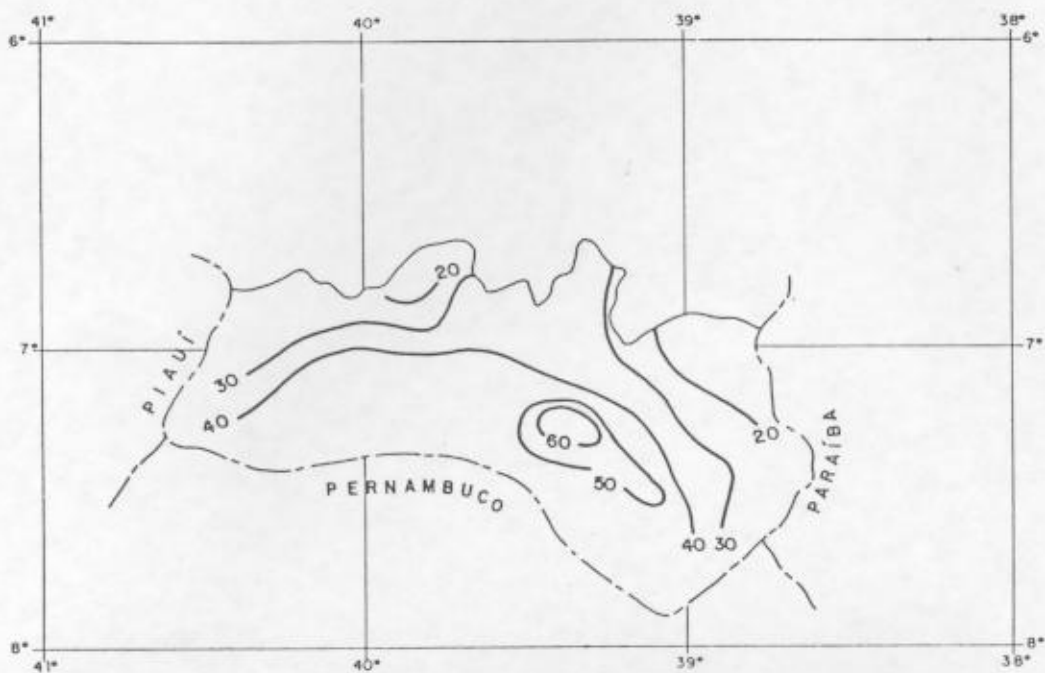


Fig. 5 - Precipitação média (mm) de 16 anos (1974 a 1989) para novembro na Região do Cariri.

b) Variabilidade Mensal

Em novembro são observadas as primeiras chuvas no setor sul do Ceará, porém bastante esparsas, cujos totais pluviométricos oscilam entre 20 e 60 mm (Figura 5). Os maiores totais pluviométricos ocorreram no setor centro sul do Cariri (valores superiores a 50 mm) e os menores nas áreas leste e oeste (valores inferiores a 20 mm).

Em relação ao total anual desta região, as chuvas de novembro representam apenas 4,3%. Tais precipitações, estão associadas principalmente à convecção local isolada, aparentemente formada devido aos efeitos do aquecimento diurno (Tabela I). Durante este mês, verificou-se que as frentes frias pareciam não atuar como elemento principal para organização de convecção no Cariri, pois as imagens não mostravam nebulosidade associada a estes sistemas, embora se tenha observado nas imagens uma frequência razoavelmente alta de incursão de frentes frias sobre o setor centro-sul do NEB.

As chuvas de dezembro são bem mais abundantes do que as de novembro no Cariri. Tais precipitações, cujos valores excedem 100 mm em áreas isoladas nos setores centro-sul e sudeste (Figura 6) são em média superiores a 50 mm nesta região. O percentual de contribuição das chuvas deste mês em relação ao total anual observado situa-se em torno de 8%. Os principais sistemas organizadores de convecção apontados pela análise foram predominantemente as frentes frias que se posicionaram no setor centro-sul do NEB, seguidos

de vórtices ciclônicos de ar superior e convecção local (Tabela I).

As imagens evidenciaram também ventos de sudoeste em altos níveis (indicados pelo escoamento e configuração das nuvens cirrus) que sopram do centro-oeste do Brasil em direção ao setor norte do NEB, nos dias de chuvas intensas, associados aos sistemas frontais. Tais ventos parecem estar associados à forte convecção continental observada nas imagens sobre o centro-oeste, a qual induz nos altos níveis a formação de um jato cuja direção se mantém no sentido sudoeste-nordeste.

Os totais médios mensais mostraram que janeiro é o primeiro mês da estação chuvosa na região do Cariri (Figura 2). Os totais pluviométricos são em média superiores a 100 mm e razoavelmente bem distribuídos, especialmente na região (Figura 7). Chuvas mais intensas foram observadas no setor centro-sul do Cariri, cujos valores excedem 180 mm. O total pluviométrico desse mês observado nesta região situa-se ao redor de 14% do total anual.

Neste mês foi observado maior número de sistemas atmosféricos tanto de escala sinótica e de mesoescala quanto de atividade convectiva isolada, os quais produziam chuvas nesta região com predomínio da atividade convectiva isolada e da convecção organizada pela influência dos sistemas frontais localizados sobre o setor centro-sul do NEB (Tabela I).

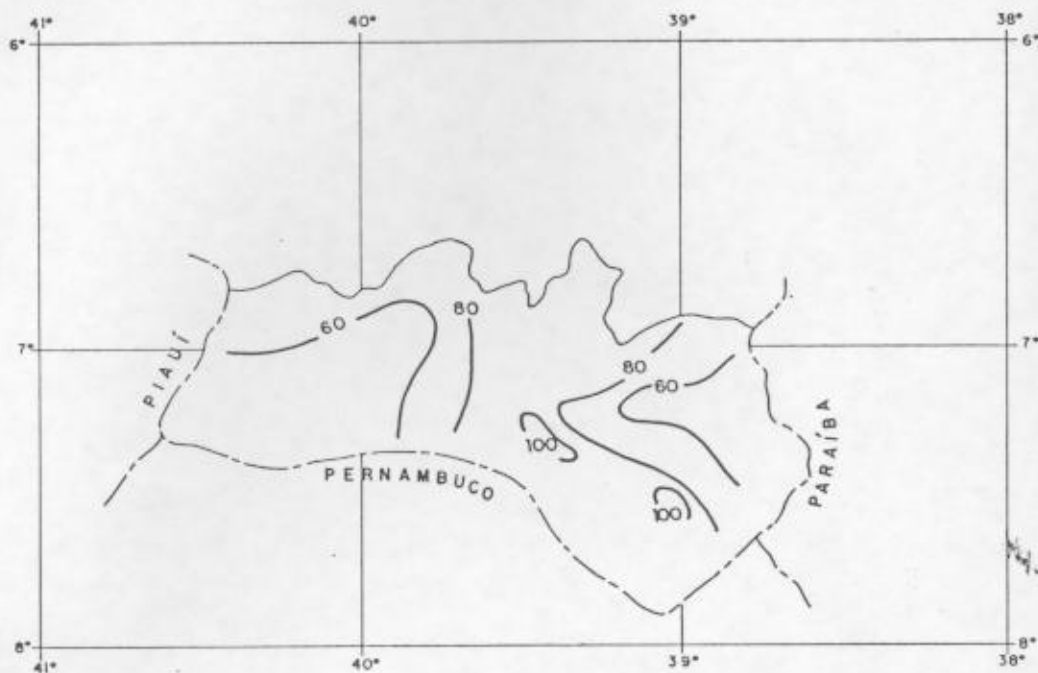


Fig. 6 - Precipitação média (mm) de 16 anos (1974 a 1989) para dezembro na Região do Cariri.

Em alguns dias, quando ocorreram chuvas bastante intensas e bem distribuídas no Cariri, houve um acoplamento entre a convecção organizada pela influência dos sistemas frontais e pela ZCIT, o qual se

refere a uma influência conjunta da frente fria e da ZCIT localizada numa posição ao sul de sua climatologia. Verificou-se também que estes sistemas atuaram no sentido de organizar fortes linhas de instabilidade (LIs) observadas sobre o setor norte do NEB.

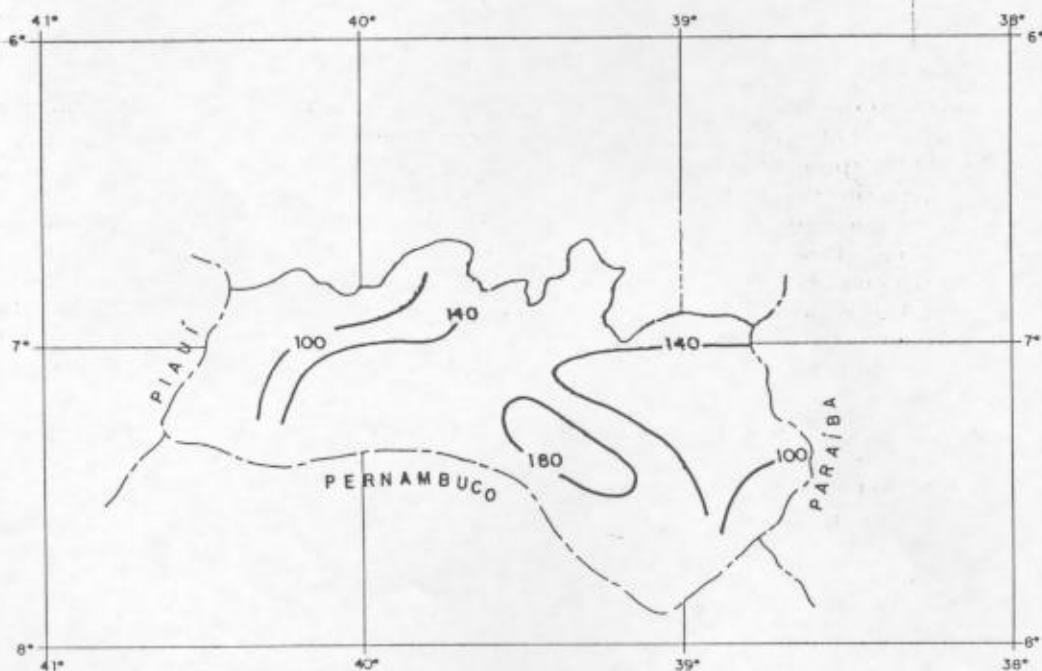


Fig. 7 - Precipitação média (mm) de 16 anos (1974 a 1989) para janeiro na Região do Cariri.

Todavia, em dias de chuvas intensas em todo o sul do Ceará, as imagens mostraram convecção localizada induzida pelos efeitos do aquecimento diurno e de LIs isoladas, aparentemente formadas pelo efeito de brisas. Estas observações sugerem que a formação de LIs no norte do Nordeste não é necessariamente dependente da atividade convectiva associada à ZCIT, o que está de acordo com o verificado por Cohen (1989) para as LIs formadas na costa norte-nordeste da América do Sul.

Nos casos de acoplamento entre a convecção organizada por sistemas distintos no mês de janeiro, a análise subjetiva das imagens de satélite mostrou as seguintes situações: a) três casos de acoplamento da convecção organizada (formando LIs tanto pelos efeitos dos sistemas frontais como pela ZCIT nas proximidades da região); b) três casos em que tanto a ZCIT como a frente fria estiveram atuando próximos da região, mas não houve formação de LIs ou de atividade convectiva de maiores dimensões.

Como observado em alguns dias de dezembro, as imagens indicaram claramente evidências de ventos provenientes do centro-oeste do Brasil soprando de sudoeste em altos níveis, associados à incursão de frentes frias nas proximidades da região do Cariri e à ocorrência de chuvas intensas nesta área.

4 - CHUVAS DA PRÉ-ESTAÇÃO E INÍCIO DA ESTAÇÃO (CARIRI) VERSUS CHUVAS DO PERÍODO CHUVOSO (FEVEREIRO A MAIO) NO NORTE DO NORDESTE

A Tabela II mostra a grande variabilidade pluviométrica da pré-estação na região do Cariri e da estação chuvosa do semi-árido representada por Quixeramobim. Durante as pré-estações (novembro a dezembro) de 1983 e 1984 as chuvas foram reduzidas, em comparação com outras pré-estações; no entanto, o ano de 1984 caracterizou-se por excesso de chuvas (Horel et al., 1985). Características semelhantes foram observadas nos anos em que choveu abundantemente na pré-estação do Cariri. Nos anos de 1980 e 1985 chuvas intensas banharam todo o Cariri durante a pré-estação. Entretanto, a estação chuvosa de 1981 foi considerada moderadamente seca, enquanto a de 1986 foi extremamente chuvosa (Tabela I), o que indica que as chuvas da pré-estação não podem ser precursoras da quantidade de chuvas da estação chuvosa.

As Figuras 8 e 9 mostram os desvios de precipitação (em porcentagem), a média de 16 anos (1974 a 1989) normalizada pela média acumulada de novembro a janeiro no Cariri e a precipitação acumulada de fevereiro a maio em Quixeramobim, respectivamente.

TABELA II

Precipitação acumulada (mm) no período de 1974 a 1989 para os meses de novembro a dezembro na Região do Cariri (média areal) e fevereiro a maio (estação chuvosa do setor norte do NEB) na região de Quixeramobim.

CARIRI		QUIXERAMOBIM	
ANO	NOV-DEZ PRÉ-ESTAÇÃO	ANO	FEV-MAIO ESTAÇÃO
1974	67,4	1975	541,0
1975	82,7	1976	395,0
1976	165,5	1977	527,0
1977	92,2	1978	441,8
1978	65,6	1979	282,0
1979	86,7	1980	760,0
1980	227,8	1981	392,7
1981	72,2	1982	482,5
1982	74,9	1983	263,6
1983	45,2	1984	868,8
1984	75,5	1985	967,8
1985	230,9	1986	1040,0
1986	99,2	1987	387,1
1987	8,4	1988	606,6
1988	171,0	1989	808,5
Média	119,0	Média	598,3

Estas figuras mostram que nos anos climatologicamente secos e de El Niños (1976, 1978, 1979, 1980, 1982, 1983, 1987), exceto 1980, a escassez de precipitação nas estações chuvosas no setor norte do NEB (representado por Quixeramobim) foi precedida por períodos relativamente secos no Cariri. Nos anos de 1984/85 e 1985/86 choveu no Cariri em torno de 30% acima da média esperada e nos anos de 1988/89, 40%. Durante a estação chuvosa de 1985 e 1986, foram observadas no semi-árido nordestino chuvas abundantes (por exemplo: próximas de 60% e 80% acima da média esperada para o período em Quixeramobim), bem como totais pluviométricos de 200% acima do normal em todo o setor norte do NEB em 1985 (Nobre e Molion, 1986).

5 - SUMÁRIO

A comparação dos totais médios mensais de precipitação do Cariri (sul do Estado Ceará) e dos totais das estações no centro e norte do Ceará (Quixeramobim e Fortaleza) mostrou uma distribuição temporal diferenciada. O quadrimestre mais chuvoso do Cariri vai de janeiro a abril, com diminuição consideravelmente abrupta da precipitação em maio. Por outro lado, nas estações dos setores central e norte

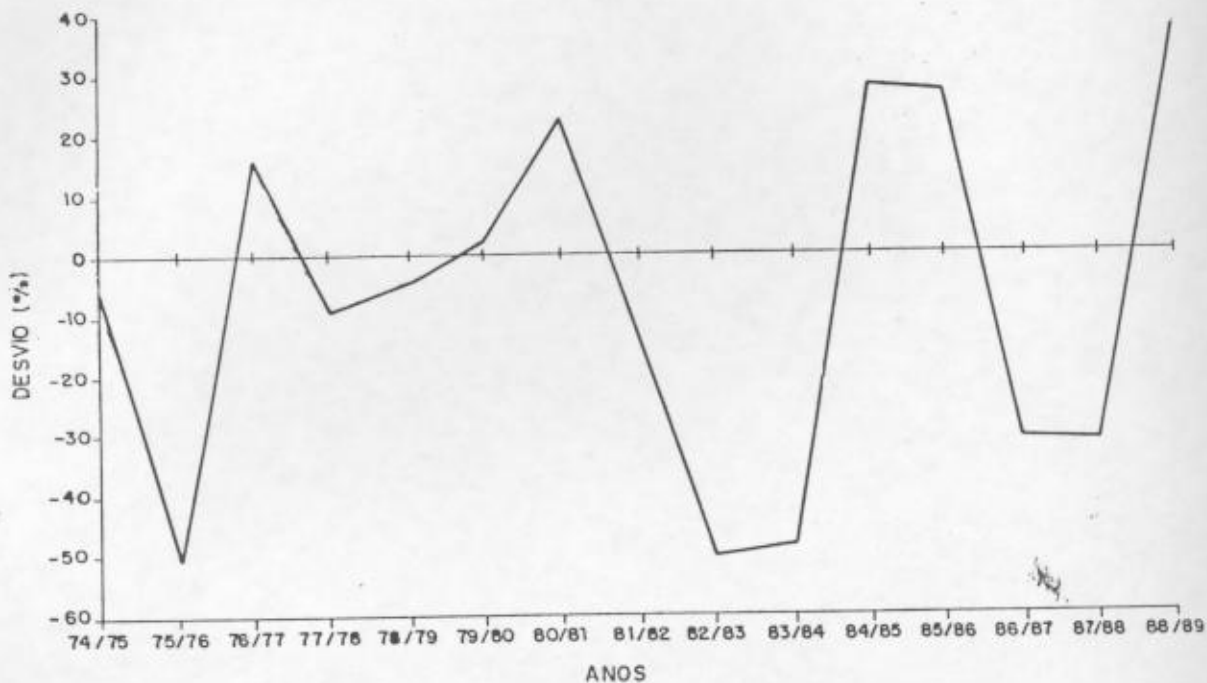


Fig. 8 - Desvio da precipitação (%) em relação à média de 16 anos (1974-1989), normalizado pela média para os períodos de novembro a janeiro na Região do Cariri (média areal).

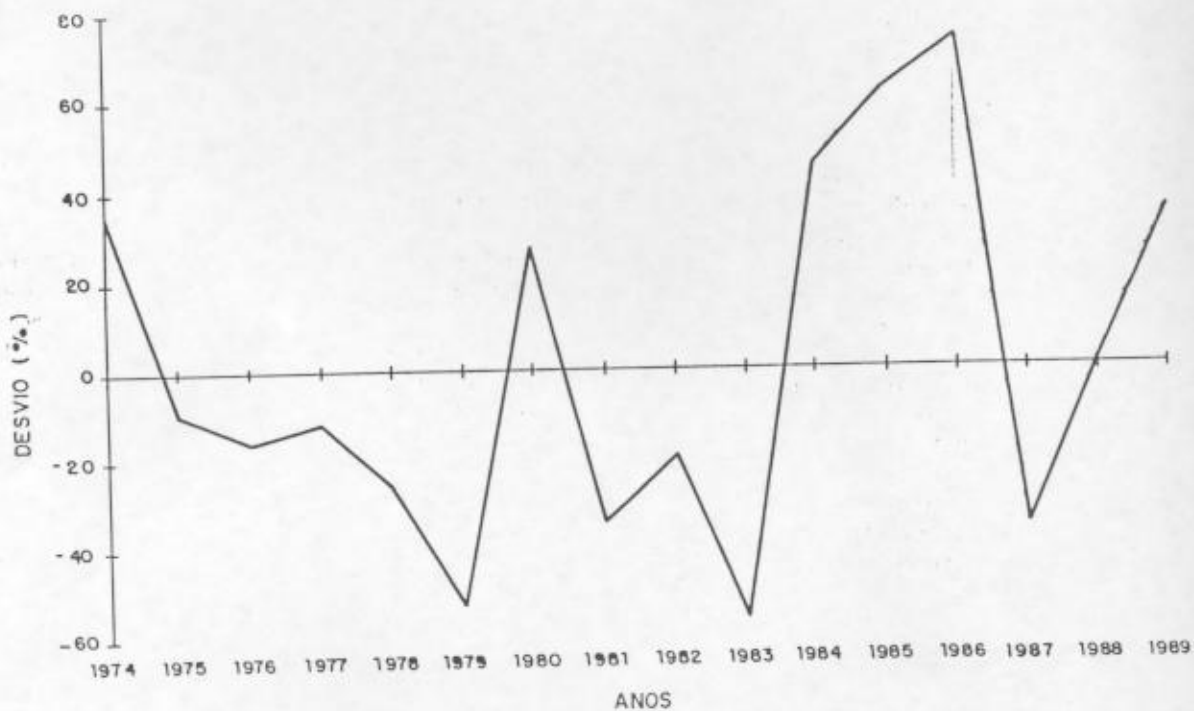


Fig. 9 - Desvio da precipitação (%) em relação à média de 16 anos (1974-1989), normalizado pela média para os períodos de fevereiro a maio (setor norte do NEB), representado por Quixeramobim.

do Ceará, o quadrimestre mais chuvoso inicia-se um mês depois e se estende de fevereiro a maio.

A influência da ZCIT no regime pluviométrico do norte do NEB, que ocasiona nesta área o máximo de precipitação de fevereiro a maio, é um conceito amplamente aceito e tem sido estudada por inúmeros autores (Hastenrath e Heller, 1977; Uvo, 1990).

Em relação ao comportamento das chuvas influenciadas pela propagação latitudinal da ZCIT ao sul do equador, este trabalho não contesta a conclusão de Hastenrath e Heller (1977). Porém, apesar de a região do Cariri estar inserida no setor norte do NEB, as análises das imagens mostraram que, durante o primeiro mês da estação chuvosa nesta região (janeiro), os principais sistemas causadores de chuva são os chamados sistemas secundários (sistemas transientes que atuam para incrementar o índice pluviométrico dessa região). Tais sistemas não indicam uma tendência de qualidade da estação chuvosa, como é o caso da incursão e permanência da ZCIT para latitudes mais próximas do setor norte do NEB. Entre estes sistemas, os que tiveram maior frequência no período de estudo foram as frentes frias, em associação com os vórtices ciclônicos de ar superior, que se posicionam nas proximidades do Cariri e organizam a convecção nesta área e a própria atividade convectiva local induzida pelo aquecimento diurno (Tabela I). Portanto, a ZCIT não se apresenta durante janeiro como a principal fonte influenciadora de convecção nesta região, exceto em dias isolados. Dado que a ZCIT encontra-se ainda bem ao norte da costa norte do NEB em janeiro, já era de esperar que sua influência nas chuvas no Cariri fosse bastante reduzida.

Esta região está situada em uma área de transição para o centro-sul do NEB, sofrendo possivelmente as influências dos sistemas secundários citados acima, bem como os efeitos remanescentes das fortes chuvas que caem sobre o sul do NEB durante o mês de janeiro.

Assim, é evidente que a estação chuvosa do Cariri é influenciada pela atividade convectiva local induzida pelo aquecimento diurno, por sistemas frontais e vórtices ciclônicos de altos níveis no início e na pré-estação e pela ZCIT no final da estação. Em janeiro as análises das imagens de satélite mostraram que muitas vezes acontece um acoplamento entre um sistema frontal forte e a ZCIT; um caso de forte acoplamento deste tipo para dezembro de 1989 foi documentado por Kayano (1990).

A frequência destes sistemas sinóticos é muito variável de ano para ano, o que causa grande variabilidade interanual da precipitação. Em anos de El Niño (1982/83, 1986/87) é evidente uma redução de precipitação na pré-estação em si.

Ressalta-se que estes resultados são preliminares e que a identificação subjetiva dos sistemas sinóticos através das análises de imagens de satélite deverá ser substituída por métodos mais objetivos.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, J.M.B. 1988. Aspectos relevantes no período de estiagem da quadra chuvosa do norte do nordeste brasileiro para o ano de 1987. Em: V Congresso Brasileiro de Meteorologia. Rio de Janeiro. Volume 1. III.28-III.32.
- Cohen, J.C.P. 1989. Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazônia. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, S.P., Brasil. 174pp.
- Hastenrath, S. and Heller, L. 1977. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. Q. J. R. Meteorol. Soc., 103, 77-92.
- Horel, J.D., Kousky, V.E. and Kayano, M.T. 1985. Atmospheric conditions in the Atlantic sector during 1983-1984. Nature, 322, 248-351.
- Japan Meteorological Satellite Centre (JMSC). Japan International Cooperation Agency (JICA). 1983. Nephanalysis and its utilization by geostationary meteorological satellite. s.l., 325 p.
- Kayano, M.T. 1986. Variações das circulações tropicais e as anomalias de precipitação associadas em dois anos de contrastes. Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, S.P., Brasil, 137pp.
- Kayano, M.T. 1990. Análise das chuvas no Estado do Ceará em dezembro de 1989. Climanálise, vol.5, 36-43.
- Kousky, V.E. 1979. Frontal influences on Northeast Brazil. Mon. Wea. Rev., 107, 1140-1153.
- Kousky, V.E. and Gan, M.A. 1981. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. Tell us, 33, 538-551.
- Nobre, C.A. and Molion, L.C.B. 1986. The climatology of droughts and drought prediction, In: Assessment of Climate Impacts on Agriculture in Semi-Arid Regions. Part II: The Climatic Variations on Agriculture in Northeast Brasil. IIASA, Austria. 305-323.

SUDENE. DRN. BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. Levantamento exploratório-reconhecimento dos solos do Estado do Ceará. Recife, 1973. 301p. (Boletim Técnico, 28) (Divisão de Agrologia. Série Pedologia, 16)

Uvo, C.R.B. 1989. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da região norte do Nordeste Brasileiro. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, S.P., Brasil, 79pp.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNCEME o apoio na realização deste trabalho; ao Sr. Ricardo Sobral a elaboração de programas de computador; ao Eng. Agrônomo Eisenhower Carvalho B. Gomes a contribuição sobre as características pedológicas do Cariri; aos Srs. Francisco Otazam de Souza e Roberto Marques Soares os desenhos; e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais o envio das imagens do satélite GOES-EAST. Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Conselho Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CEDCT) através do convênio número 12/90 de 26 de junho de 1990.