

MFN= 007329
01 SID/SCD
02 5939
03 INPE-5939-PRE/2082
04 MET
05 S
06 as
10 Lima, Marley Cavalcante de
10 Vadlamudi, Brahmananda Rao
12 A precipitacao do litoral do nordeste brasileiro parte -I:
aspectos climatologicos e variabilidade
14 41-46
30 Climanalise
31 8
32 11
40 Pt
41 Pt
41 En
42 <E>
58 DCM
61 <PN>
64 nov. <1993>
68 PRE
76 CIENCIAS METEOROLOGICAS
82 <REGIAO NODESTE - BRASIL>
83 Esta e a primeira parte de um trabalho que visa definir as
caracteristicas regionais das chuvas na costa Leste da Regiao
Nordeste do Brasil (NEB), sua variabilidade e os mecanismos
dinamicos responsaveis pelas mesmas. Nesta etapa, apresenta-se os
aspectos climatologicos e a variabilidade da precipitacao do leste
do NEB. Os resultados mostram que as chuvas sao mais intensas no
quadrimestre abril-julho (AMJJ), contribuindo com 60% para a
media anual, e possuem um curto periodo seco de setembro a
dezembro (SOND), cuja contribucao para a media anual e de 10% . A
incidencia de anos extremos (secos/chuvosos) e uma das
caracteristicas marcantes dessa regiao, onde as enchentes sao mais
severas do que as secas. O sentido em que ocorre a reducao
(aumento) das precipitacoes nos anos secos (chuvosos) nas partes
norte e sul do leste do NEB reflete a orientacao dos sistemas
dinamicos da circulacao atmosferica que atuam nas partes norte e
sul do NEB, respectivamente. Entretanto, a parte leste do NEB
possue um regime de chuvas distinto.
87 CLIMATOLOGIA DINAMICA
87 CHUVA
87 VARIABILIDADE
87 PRECIPITACAO (METEOROLOGIA)
90 b
91 FDB-19960515
92 FDB-MLR

CONTRIBUIÇÃO

A PRECIPITAÇÃO DO LITORAL LESTE DO NORDESTE BRASILEIRO

PARTE - I : ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS E VARIABILIDADE

Marley Cavalcante de Lima
Vadlamudi Brahmananda Rao

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Departamento de Ciências da Terra - DCT
MCT - INPE
Caixa Postal 515 - Jardim da Granja
12.227-970 - São José dos Campos - SP

ABSTRACT

This is the first part of a paper that describes the regional features of rainfall over eastern Northeast Brazil (NEB). This part shows the climatological aspects and variability of the rainfall in this region. The results show that the rainfall is highest during the period April through July (AMJJ), and accounts for 60% of the annual rainfall, having the dry period from September to December (SOND), which accounts for only 10% of the annual rainfall. The typical characteristic of this region is the occurrence of extreme years (droughts/floods), and floods are more severe than droughts. North-south differences in rainfall distribution indicate the possible dynamical mechanisms responsible for the rainfall variations.

RESUMO

Esta é a primeira parte de um trabalho que visa definir as características regionais das chuvas na costa Leste da Região Nordeste do Brasil (NEB), sua variabilidade e os mecanismos dinâmicos responsáveis pelas mesmas. Nesta etapa, apresenta-se os aspectos climatológicos e a variabilidade da precipitação do leste do NEB. Os resultados mostram que as chuvas são mais intensas no quadrimestre abril-julho (AMJJ), contribuindo com 60% para a média anual, e possuem um curto período seco de setembro a dezembro (SOND), cuja contribuição para a média anual é de 10%. A incidência de anos extremos (secos/chuvosos) é uma das características marcantes dessa região, onde as enchentes são mais severas do que as secas. O sentido em que ocorre a redução (aumento) das precipitações nos anos secos (chuvosos) nas partes norte e sul do leste do NEB reflete a orientação dos sistemas dinâmicos da circulação atmosférica que atuam nas partes norte e sul do NEB, respectivamente. Entretanto, a parte leste do NEB possui um regime de chuvas distinto.

1 - INTRODUÇÃO

A Região Nordeste do Brasil (NEB), situada na faixa tropical entre 1°S e 18°S e 35°W e 47°W, tem basicamente como problemas climáticos a irregularidade tanto espacial como temporal do seu regime de chuvas. As características pluviométricas nas partes norte e sul do NEB têm sido mais estudadas do que aquelas do leste da região, por esta última apresentar um regime de chuvas satisfatório em termos de regularidades e volumes de chuvas. Entretanto, em alguns anos, secas/enchentes severas ocorrem na costa leste do NEB, causando sérios problemas à agricultura, atividade básica da economia regional. Em vista do que foi exposto acima, este trabalho tem como objetivo identificar as características regionais das chuvas no

leste do NEB, verificando se há eventos extremos e quais são suas características peculiares.

2 - METODOLOGIA

A climatologia da precipitação para o leste do NEB foi feita utilizando-se séries temporais de totais mensais de precipitação e de totais mensais de números de dias com chuva, cedidos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, disponíveis no período 1914-1958 (Brasil.DNOCS. 1969), e séries temporais de totais mensais de precipitação, cedidos pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, no período 1914-1983. A Figura 1 apresenta a distribuição espacial das estações pluviométricas.

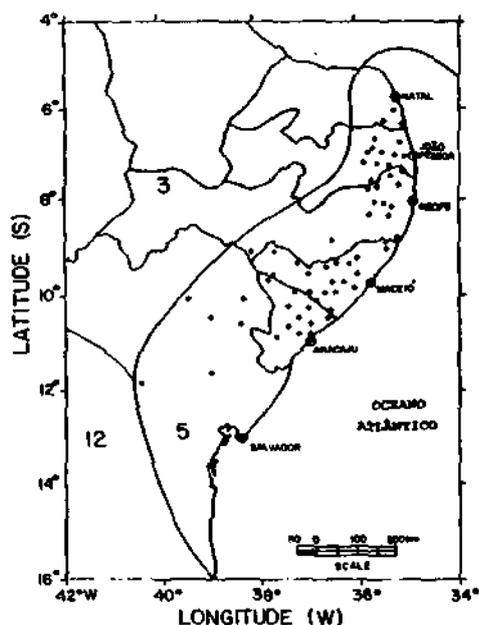


Fig. 1 - Distribuição espacial das estações pluviométricas no leste do NEB. Os números 3,5 e 12 indicam os meses centrais da estação chuvosa (março, maio e dezembro), das Regiões norte, leste e sul do NEB, respectivamente.

Calcularam-se as normais anuais da precipitação, as normais anuais de números de dias com chuva, o desvio padrão (σ) e o coeficiente de variação (CV), considerando o conjunto de dados do DNOCS. Isolinhlas dos vários parâmetros foram traçadas e analisadas.

Os períodos secos e chuvosos no leste do NEB foram definidos através do cálculo de todas as combinações possíveis de totais de precipitação nos dois, três e quatro meses consecutivos, de acordo com metodologia usada em Nimer (1979). Calcularam-se também as porcentagens de contribuição desses períodos em relação à média anual.

A variabilidade interanual da precipitação foi estudada através do cálculo de Índices Pluviométricos (I_p) anual e sazonal (dois, três e quatro meses consecutivos), de acordo com metodologia descrita em Nobre e Paíão (1986), considerando 70 anos de dados (1914-1983, DNAEE). Considerou-se nos cálculos dos I_p as partes norte e sul do leste do NEB e o litoral leste do NEB como um todo, para verificar se a distribuição espacial das estações pluviométricas influenciaria nos resultados. Definiu-se que I_p maiores ou iguais (menores ou iguais) a $0,6\sigma$ ($-0,6\sigma$) são representativos de anos chuvosos (secos). Anos que apresentam I_p maiores ou iguais (menores ou iguais) a $+1,0\sigma$ ($-1,0\sigma$) foram considerados extremamente chuvosos (extremamente secos).

Mapas de composições dos dez anos da estação chuvosa mais secos e dez anos mais chuvosos para o leste do NEB foram construídos de acordo com metodologia descrita em Lima (1991).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição da precipitação média anual, apresentada na Figura 2, mostra que toda costa leste do NEB possui valores anuais relativamente altos e inclui regiões que atingem 1600 mm/ano (estrecita faixa costeira de Pernambuco e da Paraíba e uma pequena região do litoral de Sergipe). A isoleta de 600 mm/ano indica a aproximação para a parte mais árida do NEB, onde os totais pluviométricos podem atingir valores menores de 400 mm/ano (Kousky, 1979).

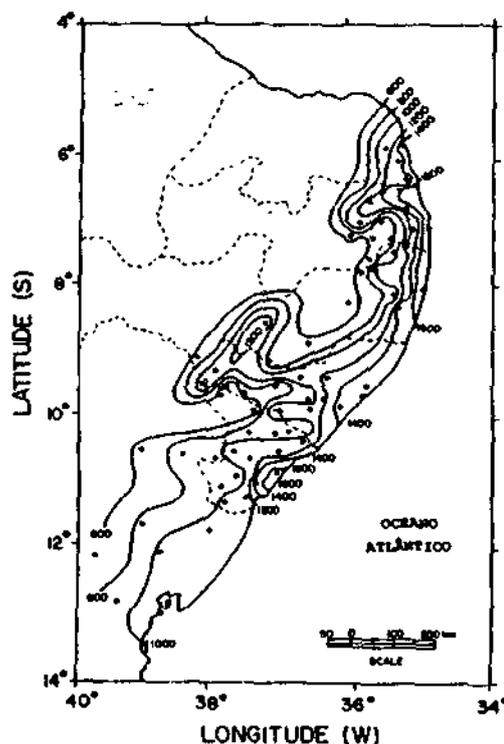


Fig. 2 - Distribuição da precipitação média anual, em mm, sobre o leste do NEB.

A Figura 3 apresenta as isolinhlas de médias climatológicas de números de dias por ano com chuva, onde observa-se que os valores mais altos (180-220 dias/ano) foram encontrados em uma faixa estreita do litoral leste do NEB, desde a Paraíba até o Estado da Bahia. Os valores das isolinhlas de números de dias por ano com chuva vão diminuindo à medida que se avança para o continente, atingindo 80 dias/ano nas regiões mais interioranas.

Comparando-se as Figuras 2 e 3, verifica-se que os maiores totais anuais da precipitação correspondem ao maior número de dias por ano com chuva, ambos decrescendo do litoral para o interior do continente. Estes resultados mostram que, à proporção que se entra no continente, poucos dias com chuva são responsáveis pelos totais pluviométricos anuais, como observado por Ramos (1975), o qual ressaltou que 7-8

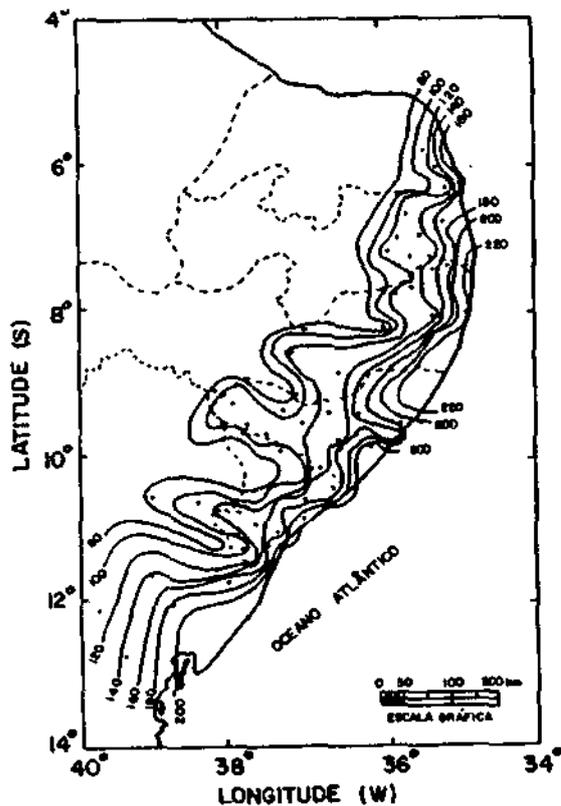


Fig. 3 - Distribuição média climatológica do número de dias de chuva por ano, no Leste do NEB, em dias/ano.

eventos com duração de 2-3 dias são responsáveis pelos totais pluviométricos na região mais seca do NEB.

Os parâmetros estatísticos σ e CV (não apresentados) indicam que a variabilidade interanual da precipitação é relativamente alta nesta região, com σ variando de 200-400 mm, chegando a ultrapassar 500 mm em algumas áreas. Os CVs variaram de 20% - 40%, apresentando algumas regiões onde os valores foram acima de 40%.

As distribuições espaciais dos bimestres, trimestres e quadrimestres mais chuvosos e mais secos são apresentados nas Figuras 4, 5 e 6, respectivamente. As porcentagens de contribuições desses períodos em relação à média anual são encontrados em Lima (1991).

Em termos de distribuição espacial, o bimestre maio-junho (MJ, Figura 4a) é o mais representativo do período chuvoso e contribui com 30% para a média anual. Em termos de concentração sazonal, o quadrimestre abril-julho (AMJJ, Figura 6a) é mais representativo da estação chuvosa, contribuindo com 60% para a média anual.

Comparando-se as Figuras 4b, 5b e 6b, verifica-se que, em termos de períodos secos, o norte e o sul do litoral leste do NEB possuem regimes distintos. No norte do litoral leste do NEB, o bimestre outubro-novembro (ON), o trimestre outubro-dezembro (OND) e o quadrimestre

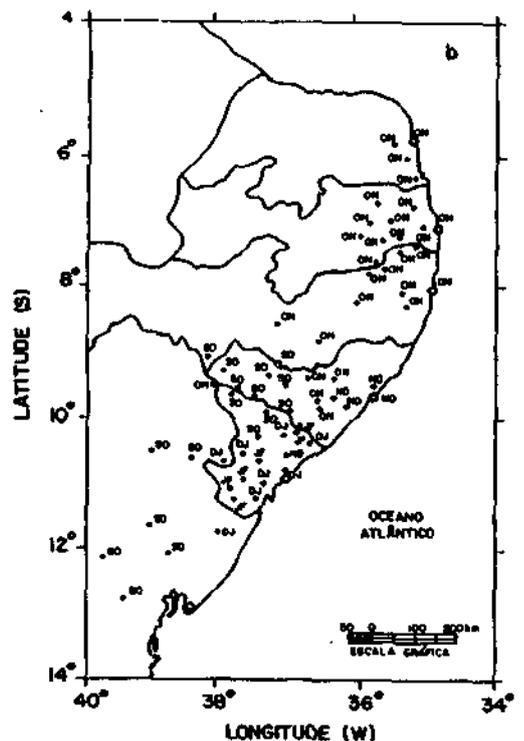
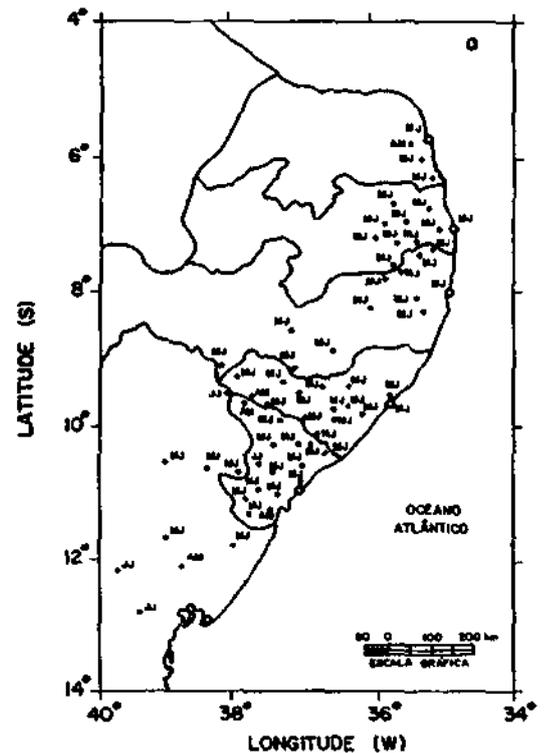


Fig. 4 - Distribuição espacial dos bimestres: a) mais chuvosos e b) mais secos, no litoral leste do NEB.

setembro-dezembro (SOND) contribuem com 4%, 5% e 10%, respectivamente, para a média anual. Na parte sul da região, os períodos secos são mais regionais, destacando-se os bimestres setembro-outubro (SO) na parte oeste do Estado de Alagoas, parte centro-sul de Pernambuco, noroeste de Sergipe e parte central do

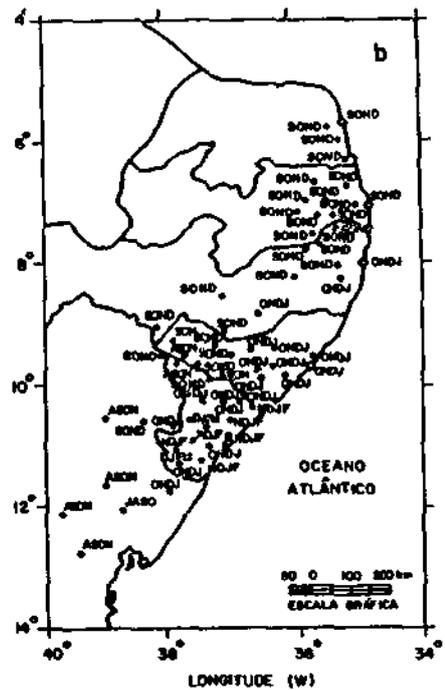
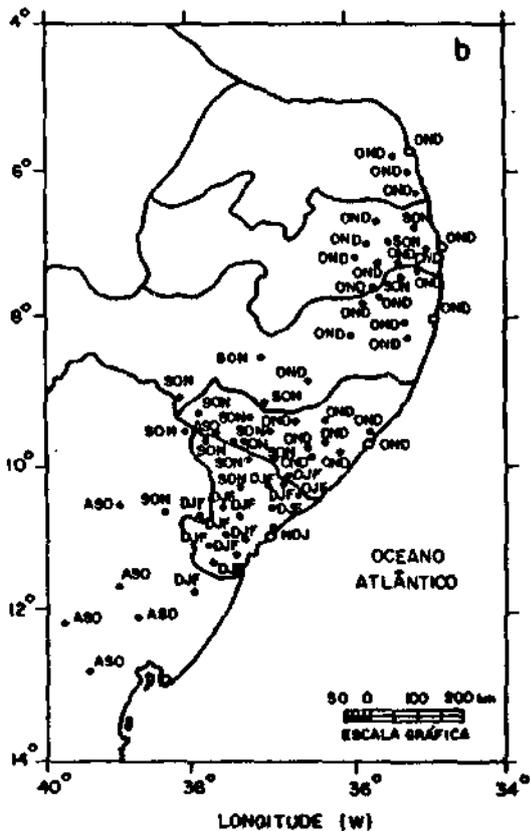
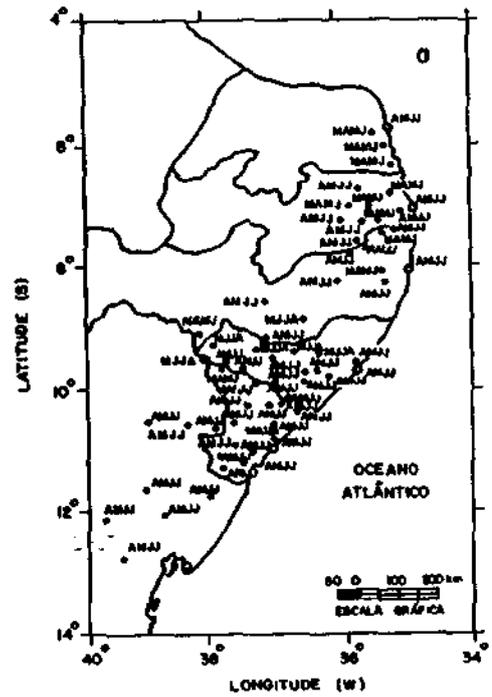
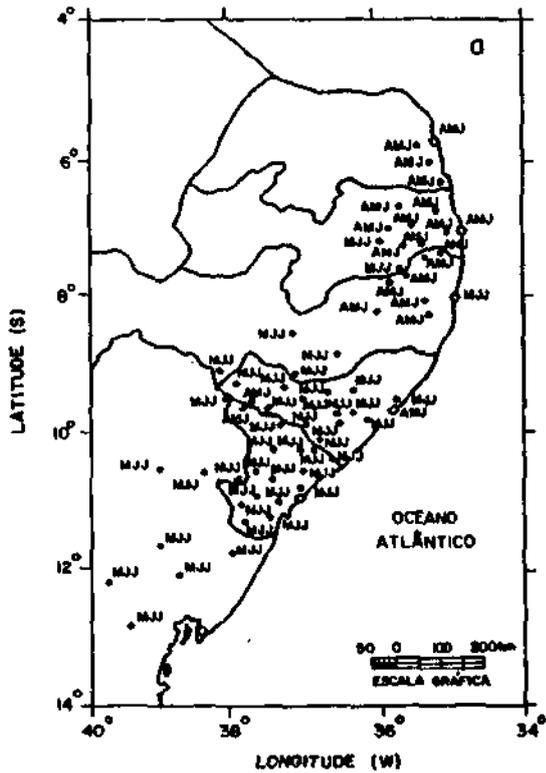


Fig. 5 - Distribuição espacial dos trimestres: a) mais chuvosos e b) mais secos, no litoral leste do NEB.

Fig. 6 - Distribuição espacial dos quadrimestres: a) mais chuvosos e b) mais secos, no litoral leste do NEB.

Estado da Bahia, janeiro-fevereiro (JF) na parte central de Sergipe e dezembro-janeiro (DJ) nas demais regiões, com contribuições de 7%, 8% e 7%, respectivamente, para a média anual. Os trimestres

mais secos no sul do litoral leste do NEB foram setembro-novembro (SON), agosto-outubro (ASO) e dezembro-fevereiro (DJF), com contribuições de 11%, 16% e 11%, respectivamente, para a média anual. O quadrimestre SON é o mais representativo da estação seca na maior parte da região.

Pelo exposto acima, verifica-se que os períodos de dois, três e quatro meses chuvosos e secos no litoral leste do NEB são homogêaneamente distribuídos na parte norte da região, caracterizando um regime de

chuvas mais sazonal. No sul do litoral leste do NEB, as chuvas de mesmo regime distribuem-se em pequenas áreas, caracterizando um regime de chuvas mais regional, o que leva a supor que mais de um mecanismo dinâmico atua nesta região.

As Figuras 7a, b e c, apresentam as séries temporais de desvios médios normalizados da precipitação da estação chuvosa (AMJJ), para as partes norte e sul do leste do NEB, e todo o litoral leste do NEB, respectivamente. As estações chuvosas de 1924, 1964 e 1977 foram extremamente chuvosas e as de 1981 e 1983 foram extremamente secas no leste do NEB como um todo. Os anos de 1914, 1922, 1940 e 1978 foram considerados extremamente chuvosos no norte do litoral leste do NEB e os anos de 1921, 1944, 1945 e 1975 foram extremamente chuvosos no sul desta região. Estes resultados indicam que a variabilidade interanual da precipitação da estação chuvosa é alta e a incidência de anos extremos (secos/chuvosos) é uma das características marcantes da precipitação desta região.

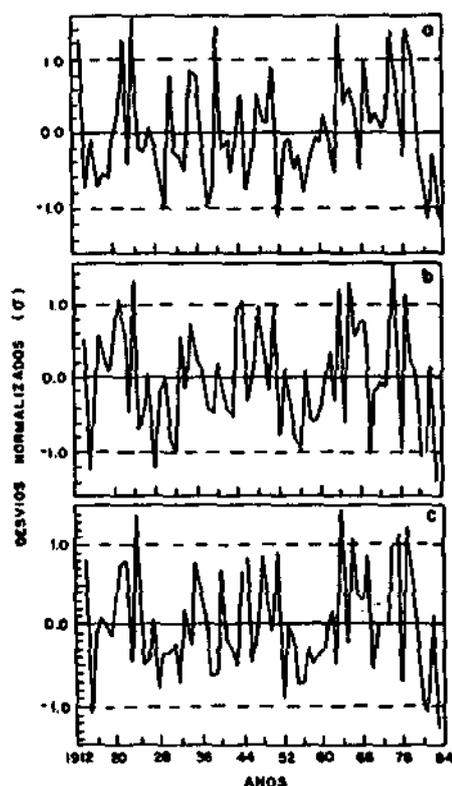


Fig. 7 - Séries normalizadas da precipitação da estação chuvosa (AMJJ), para as partes: a) norte, b) sul e c) todo litoral leste do NEB.

As características espaciais da precipitação de AMJJ no leste do NEB, para condições extremas secas e chuvosas, são apresentadas nas Figuras 8a e b, respectivamente, através de mapas de composições das dez estações chuvosas mais secas e dez mais chuvosas, em termos de desvios de precipitação de AMJJ normalizados pelo desvio-padrão. Comparando-se as figuras, verifica-se que as enchentes são mais intensas

do que as secas e ambas abrangem toda a região costeira leste do NEB, com os menores/menores valores diminuindo/aumentando gradativamente para o interior. A diminuição (aumento) da precipitação nas partes norte e sul do leste do NEB ocorre em sentidos distintos. No norte (sul), as secas e as enchentes aumentam gradativamente no sentido de leste para oeste (de sul para norte), sugerindo que a orientação dos sistemas dinâmicos que atuam no sul do NEB (sistemas frontais) e no leste do NEB (ventos alísios, brisas marítimas e distúrbios de leste) sejam responsáveis por tais configurações.

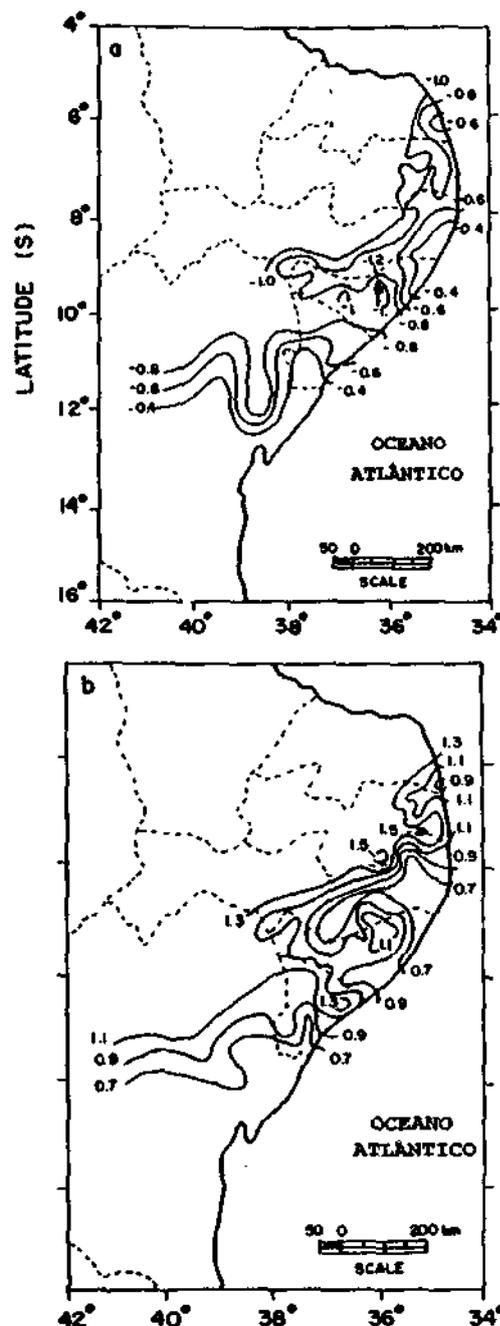


Fig. 8 - Composições do Índice de precipitação de AMJJ para os dez anos: a) mais secos (1915, 38, 39, 43, 46, 52, 55, 76, 80, 81) e b) mais chuvosos (1914, 22, 24, 35, 51, 64, 66, 69, 74, 77) no litoral leste do NEB.

Para verificar se as partes norte e sul da Região leste do NEB são, ou não, regiões distintas em termos de regimes de chuva, correlacionaram-se os Ips construídos para estas regiões entre si e com todo o litoral leste do NEB. Os valores dos coeficientes de correlação obtidos entre os Ips de AMJJ para as partes norte/sul, norte/todo leste do NEB e sul/todo leste NEB foram 0,61, 0,84 e 0,94, respectivamente. Estes resultados altos de coeficientes de correlação mostram que a região leste pode ser vista como tendo o mesmo regime de chuvas. Correlacionando-se os Ips construídos por Nobre e Paião (1986) e Nobre (1989) para o norte do NEB com os Ips construídos para o litoral leste do NEB, obteve-se valores baixos, da ordem de 0,37, indicando que os regimes de chuvas nas partes norte e leste do NEB são distintos.

Diferentes explicações tem sido oferecidas para o máximo pluviométrico no inverno no leste do NEB. Yamazaki e Rao (1977) sugeriram a importância dos distúrbios que se propagam para oeste no oceano Atlântico, detectados através da inspeção visual de imagens de satélite. Estes distúrbios também foram observados por Ferreira et al. (1990), os quais ressaltam que sua maior frequência de ocorrência foram nos trimestres março-maio e junho-agosto, apresentando características distintas nestes períodos.

Kousky (1979) observou que os sistemas frontais, ou seus restos, que atingem o sul da Bahia causam intensa precipitação no leste do NEB. Kousky (1980) ressaltou a influência da brisa terrestre associada ao sistema de ventos locais e verificou que a precipitação no leste do NEB é máxima durante a noite.

Cohen et al. (1989) verificaram que a instabilidade costeira associada à brisa marítima afeta as chuvas no leste do NEB, quando esta não se propaga continente adentro, sugerindo que o fator principal para este máximo é o número de linhas que se formam na região.

Na segunda parte deste trabalho discutir-se-ão sobre os possíveis mecanismos responsáveis pela variabilidade das precipitações no leste do NEB.

5 - CONCLUSÕES

A estação chuvosa do litoral leste do NEB está concentrada em quatro meses (abril a julho - AMJJ), cuja contribuição para a média anual é de 60%, e possui um curto período seco de setembro a dezembro (SOND), com contribuição de 10% para a média anual. Esta região é caracterizada por uma variabilidade interanual da precipitação relativamente alta, apresentando anos de secas e enchentes severas, as quais abrangem toda a região. As enchentes são mais severas do que as secas.

O litoral leste é afetado pelos sistemas dinâmicos da Circulação que atuam nas partes norte e sul do NEB. Entretanto, esta região possui um regime de chuvas distinto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brasil. Ministério do Interior. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. (DNOCS). Observações pluviométricas no Nordeste do Brasil. Fortaleza, 1969. v. 1-2.
- Cohen, J.C.P.; Silva Dias, M.A.F. da; Nobre, C.A. Aspectos climatológicos das linhas de instabilidade na Amazônia. Climanálise, 4(11):34-39, 1989.
- Ferreira, N.J.; Chan, C.S.; Satyamurti, P. Análise dos distúrbios ondulatórios de leste sobre o Oceano Atlântico Equatorial Sul. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 6., Salvador, 19-24 nov. 1990. Anais. Rio de Janeiro, SBMet, 1990, p. 462-466.
- Kousky, V.E. Frontal influences on Northeast Brazil. Mon. Wea. Rev., 107(9):1140-1153, 1979.
- Kousky, V.E. Diurnal rainfall variations in Northeast Brazil. Mon. Wea. Rev., 108(4):488-498, Apr. 1980.
- Lima, M.C. de. Variabilidade da precipitação no litoral leste da região Nordeste do Brasil. (Dissertação de Mestrado) - INPE, São José dos Campos, 1991. 222 p. (INPE-5283-TDI/453).
- Nimer, E. Pluviometria e recursos hídricos de Pernambuco e Paraíba. Rio de Janeiro, IBGE, 1979. 128 p. (Recursos naturais e meio ambiente, 3).
- Nobre, C.A. Índices pluviométricos do norte do NEB. São José dos Campos, 1989. Comunicação pessoal.
- Nobre, C.A.; Paião, L.B.F. Índices de precipitação para o Nordeste. In: Congresso Interamericano de Meteorologia, 1., IV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 4., Brasília, 20-24 out. 1986. Anais. Rio de Janeiro, SBMet/CAM/AMS, 1986, v.3, p. 56-67.
- Ramos, R.P.L. Precipitation characteristic in the Northeast Brazil dry region. J. Geophys. Res., 80(12):1665-1678, 1975.
- Yamazaki, Y.; Rao, V.B. Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean. J. Met. Soc. Japan, 55(2):205-207, 1977.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Carlos A. Nobre pelas discussões e pelo interesse com que acompanhou esta pesquisa.