

ESCALA ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PARA OS ANOS DE SECAS SEVERAS NO NORDESTE DO BRASIL

ANTONIO DIVINO MOURA
MARY TOSHIE KAGANO

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO -
CNPq
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP

RESUMO

A distribuição espacial dos desvios de precipitação sobre a faixa tropical da América do Sul e parte ocidental da África foi investigada, com os dados disponíveis para as estações climatológicas das duas áreas, desde o início do século até a década de 70. As escalas espaciais dos desvios de precipitação foram determinadas com base nos anos secos e chuvosos para o Nordeste do Brasil. Encontrou-se que, em média, a escala espacial das secas nordestinas não é confinada àquela região, mas estende-se desde a América do Sul até a África, e talvez mais a leste. O estudo confirma resultados anteriores em que a precipitação no Nordeste brasileiro apresenta uma relação inversa com a das Guianas. Os anos com secas severas no Nordeste do Brasil a pareceram, também, como extremamente secos na região sul equatorial da África, a oeste do meridiano 20° E. A conclusão é de que a escala espacial dos fenômenos atmosféricos e oceânicos, associados com a seca no Nordeste brasileiro, não é regional, mas estende-se desde a América do Sul até a África.

1. INTRODUÇÃO

A busca de um melhor entendimento dos mecanismos físicos associados ao clima anômalo do Nordeste brasileiro tem levado muitos autores a investigar as interligações da precipitação dessa área com os fenômenos observados em regiões distantes. Tais estudos indicam algumas influências dos sistemas de grande escala no regime pluviométrico do Nordeste do Brasil.

Um dos trabalhos pioneiros com esse enfoque é o de Walker (1928). Ele sugeriu uma relação entre a precipitação no Nordeste brasileiro e os fenômenos que ocorrem em regiões longínquas (Honolulu; Santiago, Cabo, Rodésia, Santa Helena).

Namias (1972), por sua vez, associou os anos de precipitação anômala no Nordeste com configurações meteorológicas de duração apreciável, observadas na Terra Nova: relacionou anos secos à situação de bloqueio e os anos chuvosos à intensificação na atividade ciclônica na Terra Nova.

Eickermann e Flohn (1962), observando uma defasagem entre a precipitação em Angola e em Fernando de Noronha, 3-4 meses mais tarde, associaram-na ao movimento da corrente de Benguela.

Indicações adicionais que reforçam a hipótese da precipitação no Nordeste do Brasil estar associada às características de grande escala da circulação geral foram encontradas ao estudar as ligações de precipitação com parâmetros que variam lentamente (temperatura da água da superfície do mar - TSM). Hastenrath e Heller (1977) mostraram uma relação direta entre ocorrências simultâneas de águas anormalmente frias no Atlântico Sul e quentes no Atlântico Norte e ocorrências de secas no Nordeste brasileiro; nos anos chuvosos, as configurações de TSM aparecem invertidas. Em adição, Kagano (1982) encontrou uma correspondência das regiões de águas anormalmente frias e quentes com as áreas de divergência e convergência do vento ao nível do mar, respectivamente, no Atlântico Tropical. Tais resultados reforçam a hipótese proposta por Moura e Shukla (1981) da existência de uma circulação anômala termicamente direta, como o mecanismo responsável pela ocorrência de secas severas no Nordeste.

Oliveira (1982), por sua vez, verificou através de cartas de brilho médio das imagens de satélite a seguinte relação entre a posição e a intensidade da zona de convergência intertropical (ZCIT) e a pluviosidade no Nordeste: no ano seco (1972) a ZCIT está mais ao norte e mais intensa; no ano chuvoso (1974) a ZCIT está mais ao sul e mais fraca. Tais resultados também dão suporte observacional ao mecanismo dinâmico proposto por Moura e Shukla (1981).

Portanto, muitas são as indicações de que fenômenos de grande escala influem significativamente no regime pluviométrico no Nordeste do Brasil. Assim, na busca de mais uma evidência para reforçar tal hipótese estendeu-se no presente trabalho a aquele iniciado por Moura e Kagano (1982). No presente artigo investigam-se e comparam-se as variações espaciais e temporais dos desvios de precipitação na região tropical da América do Sul e África ocidental. Em especial, avalia-se um dos resultados simulados no experimento de Moura e Shukla (1981), com o modelo de circulação geral do Goddard Laboratory for Atmospheric Sciences da NASA, que indica uma anomalia na precipitação (média de 60 dias) que se estende desde o Nordeste do Brasil até a (Figura 1).

2. DADOS E METODOLOGIA

Fez-se uso de séries de precipitação mensal sobre a faixa

tropical da América do Sul e África Ocidental (a oeste do meridiano 30°E). Para a primeira dessas áreas utilizou-se o mesmo conjunto de dados tratados por Moura e Kagano (1982) e as séries de Quito e Bogotá.

Os dados pluviométricos da região africana foram extraídos do "Monthly Climatic Data for the World (U.S. Department of Commerce)", existentes no INPE. Essa área apresenta uma alta densidade de informações comparativamente com o continente sul-americano, porém, para manter o mesmo critério usado por Moura e Kagano, (1982) somente as séries de precipitação longas (mais que 20 anos com dados) foram efetivamente considerados nas análises.

As estações pluviométricas consideradas adequadas nas análises e seus respectivos períodos de registro são listados nas Tabelas 1 e 2.

Em especial, o objetivo é investigar as escalas espacial e temporal dos fenômenos influentes no regime de chuvas no nordeste brasileiro. Portanto, estuda-se a distribuição dos desvios de precipitação da América do Sul e África Ocidental, baseando-se na pluviosidade do período de fevereiro a maio e dos anos anômalos do Nordeste brasileiro. Assim, os anos considerados extremamente secos são: 1915, 1919, 1932, 1942, 1951, 1953 e 1958 (Aldaz, 1971); e os anos chuvosos são: 1912, 1917, 1921, 1963, 1964 (Serra, 1981).

A metodologia utilizada para obter a série dos desvios normalizados de precipitação pode ser sintetizada como se segue:

- a) Construção, para cada estação pluviométrica, de uma série de precipitação média do período fevereiro a maio, $\{P_j\}$, com $j = 1, \dots, N$ referindo-se aos anos.
- b) Cálculo de \bar{P} e σ , a média e o desvio padrão de P_j , respectivamente.
- c) Obtenção da série dos desvios de precipitação normalizados $\{P'_j\}$, através de:

$$P'_j = (P_j - \bar{P}) / \sigma, \text{ com } j = 1, \dots, N.$$

A partir de cada série, para obtenção de um mapa para um ano específico, plotou-se o desvio normalizado de precipitação correspondente a esse ano. Nos mapas da média de vários anos (secos ou chuvosos) plotou-se a média dos desvios normalizados de precipitação de tais anos.

Os mapas mensais (fevereiro a maio), médias dos anos secos e chuvosos, que constam dos Apêndices A e B, respectivamente, foram obtidos seguindo um procedimento análogo, exceto que $\{P_j\}$ representa a série de precipitação total mensal para cada mês j em análise.

3. RESULTADOS

3.1 ANOS SECOS

A configuração dos desvios normalizados da precipitação média de fevereiro a maio é apresentada na Figura 2. Na região da América do Sul nota-se uma área negativa, com valores altos (maiores que 0,6), se estendendo zonalmente desde a ilha de Fernando de Noronha até a parte leste da Amazônia, aproximadamente 65°W de longitude.

Esse resultado sugere uma contribuição dos fenômenos de grande escala no regime pluviométrico do Nordeste brasileiro. Portanto, ao se almejar o entendimento das origens dos sistemas determinantes da pluviosidade desta região, é mais elucidativo buscá-lo nas características de grande escala da circulação geral, como sugerido em algumas especulações anteriores (Namias, 1972; Moura and Shukla, 1981; Kagano, 1982; Hastenrath and Heller, 1977).

Outras características interessantes, observadas na Figura 2 são os valores, relativamente menores, de desvios positivos de precipitação sobre as Guianas e os desvios negativos sobre a região colombiana, nas vizinhanças de Bogotá. A primeira dessas confirma os resultados de Hastenrath e Heller (1977). Eles encontraram fraca correlação negativa entre a precipitação no Nordeste do Brasil e a das Guianas e parte da Amazônia.

Na África podem-se notar valores negativos a oeste do meridiano 15°E, entre os paralelos 10°N e 15°S, aproximadamente, sobre a região de maior pluviosidade anual (acima de 1600 mm/ano), entre 5°N e 10-15°S, verificada por Nicholson (1981).

Círculos cheios, com um x, com um ponto, e vazios significam, respectivamente, existência de dados para 6 ou 7 anos secos, 5 anos, 3-4 anos e 2 anos (ou menos)

Essa área negativa é muito menor que aquela da região norte-nordeste sul americana.

É curioso notar a existência de valores positivos ao norte de 10°N e uma região com desvios negativos no extremo sul-africano, em conjunção com a área negativa delimitada pelas latitudes 10°N e 15°S, a oeste de 15°E.

É aparente, portanto, que os fenômenos associados às secas nordestinas estendem-se desde a África até a América do Sul.

Teleconexões climatológicas importantes e também surpreendentes são ilustradas nas Figuras A.1 a A.4.

As variações temporais da configuração da Figura 2 são ilustradas na sequência de mapas (de fevereiro a maio) dos desvios normalizados da precipitação média mensal para cada mês (Figuras A.1 a A.4), discutidos a seguir:

Na América do Sul notam-se pequenas mudanças, essencialmente nas extensões das áreas abrangidas pelos desvios negativos e positivos: verificam-se, em todos os meses, valores negativos sobre a Região Norte-Nordeste, desvios positivos sobre as Guianas e negativos sobre a região da Venezuela e Colômbia.

As variações temporais das configurações mensais na região africana, aparentemente, são mais acentuadas, porém mantêm as principais características: existência de uma pequena área negativa a oeste de 15°E , entre 10°N e 15°S , ao norte da qual os valores são positivos, e observa-se uma região com valores negativos nas vizinhanças de 30°S ; 25°E .

Até aqui a América do Sul e África foram tratadas isoladamente. Contudo, aspectos interessantes são observados quando estas regiões são analisadas conjuntamente. A área negativa sobre o Nordeste brasileiro e Amazônia, com máxima extensão em fevereiro (posição extrema sul da ZCIT) decresce e confina-se no extremo norte com o passar do tempo (fevereiro e abril). Simultaneamente, a região com valores negativos na África (oeste de 15°E e entre 10°N e 15°S), que em fevereiro apresenta os menores valores, em módulo, cresce e entende-se para norte, atingindo a máxima extensão e os maiores valores (em módulo) em abril. Em maio, embora extensa a área negativa (africana), ela se apresenta com valores relativamente mais baixos. Por outro lado, a área sobre o Nordeste do Brasil aumenta em maio.

A distribuição dos desvios normalizados de precipitação média de fevereiro a maio para um ano extremamente seco no Nordeste brasileiro, 1958, foi também analisada (Figura 3).

Círculos cheios, com um x, com um ponto, e vazios significam, respectivamente, existência de 4 meses de dados, 3 meses, 2 meses e ausência ou 1 mês.

Notam-se extensas áreas negativas na América do Sul e África: na América do Sul a anomalia estende-se desde o Nordeste até o extremo oeste (Venezuela, Colômbia e parte do Peru); na África observa-se a região de valores negativos delimitada pelo equador e 15°S , estendendo-se para leste desde a parte costeira até 30°E e avançando para o sul entre as latitudes 20°S e 30°S .

A região com desvios negativos na faixa equatorial africana coincide com a área de precipitação abaixo da normal encontrada por Nicholson (1981) na configuração dos desvios de pluviosidade anual para 1972, considerado ano seco (Oliveira, 1982).

As áreas positivas, na região das Guianas e na África ao norte do equador, persistem com valores relativamente mais altos e são mais extensas que as correspondentes na configuração média dos anos secos.

Esse resultado indica claramente que 1958, um ano anormalmente seco para uma grande parte da América do Sul, também o foi para uma parte da África.

3.2 ANOS CHUVOSOS

A distribuição dos desvios normalizados de precipitação média de fevereiro a maio para os anos chuvosos é apresentada na Figura 4. Nota-se que as características da configuração da Figura 4 são, essencialmente, inversas daquelas observadas nos anos secos (Figura 2).

Círculos cheios, com um x, com um ponto e vazios significam, respectivamente, existência de dados para 5 ou 4 anos chuvosos, 3 anos, 2 anos e 1 ano.

Na América do Sul existem duas áreas positivas: uma sobre Fernando de Noronha que se estende até a parte leste da Amazônia e outra sobre a Venezuela e Colômbia. Nas Guianas observa-se uma região de desvios negativos de precipitação.

Na África, a correspondência de áreas positivas com as negativas nos anos secos (Figura 2), e vice-versa, não se faz tão aparente como na América do Sul. Uma pequena área positiva se encontra sobre a região costeira nas proximidades do equador, ao norte da qual verificam-se valores negativos, e no extremo sul africano existem valores positivos, relativamente menores.

Ao examinar os mapas dos desvios de precipitação total mensal, para o mês, de fevereiro a maio no Apêndice B (Figura B.1 a B.4), nota-se que as principais características já descritas para a Figura 4 são verificadas. Além disso, é evidente uma variação temporal das regiões com valores positivos e negativos, similar à observada no caso dos anos secos: em fevereiro a área positiva sobre o Nordeste brasileiro é razoavelmente extensa, enquanto a correspondente na região africana equatorial não é observada; a área positiva sobre o Nordeste diminui gradualmente de fevereiro a abril, em contrapartida com o aparecimento e aumento da área positiva na faixa equatorial africana; em abril, a área correspondente no Nordeste brasileiro tem a menor extensão e a faixa equatorial africana apresenta-se com maior extensão e máximos valores, abrangendo regiões mais ao norte; e, finalmente, em maio o processo se inverte.

Um exemplo de um ano chuvoso é dado pela distribuição de desvios normalizados de precipitação de fevereiro a maio para 1964 (Figura 5). Tal configuração apresenta características semelhantes às do mapa média dos anos chuvosos (Figura 4).

A mesma simbologia da Figura 3 para indicar a quantidade de dados de uma estação pluviométrica.

Os resultados apresentados neste item mostram claramente importantes aspectos de teleconexões climatológicas, com a indicação de que os fenômenos de grande escala (em associação com a ZCIT) influem de forma determinante no regime pluviométrico na faixa equatorial sul-americana e na África Ocidental. Portanto, a hipótese levantada por alguns autores de que as causas das secas severas no Nordeste não têm origem local (Namias, 1972; Covey and Hastenrath, 1978; Moura and Shukla, 1981; Kagano, 1982), mais fortemente se confirma.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos dão forte suporte e parecem confirmar especulações anteriores voltadas ao estudo das características de grande escala da circulação geral, para se entender a grande variabilidade temporal e espacial do regime pluviométrico da faixa tropical sul-americana (Moura and Shukla, 1981; Hastenrath and Heller 1977 etc).

Um fenômeno associado à grande variabilidade pluviométrica da parte norte do Nordeste brasileiro e Guianas é o deslocamento da zona de convergência intertropical (ZCIT) de modo que nos anos secos a posição é mais ao norte comparada com a dos anos chuvosos (Hastenrath and Heller, 1977; Chung, 1982). No entanto, esse fato não se aplica à variabilidade de precipitação observada sobre a região oeste da Amazônia, Venezuela e Colômbia.

Em média, a região de anomalia negativa (positiva) na parte norte-nordeste equatorial da América do Sul apresenta-se muito mais extensa que a correspondente na faixa equatorial africana que se correlaciona positivamente com a região do extremo sul da África.

Na sequência de fevereiro a maio da configuração de desvios de precipitação nota-se uma simultaneidade nas variações espaciais da área negativa (positiva) para os anos secos (chuvosos) na região nordestina e a região africana nas proximidades do equador. A área positiva (ou negativa) da região sul-americana é extensa em fevereiro e a correspondente na região equatorial africana é pequena e com valores (em módulo) baixos; gradualmente, de fevereiro a abril a área nordestina confina-se ao norte e a africana estende-se para o norte e apresenta valores mais altos.

A configuração espacial dos desvios de precipitação, que mostra uma relação inversa entre o Nordeste do Brasil e as Guianas, simultaneamente ao aparecimento de idêntica relação entre a área equatorial nas proximidades de Luanda e a área ao norte, adjacente a esta, sugere a existência de um mecanismo de grande

escala que atua desde a América do Sul até a África, incluindo todo o Atlântico tropical. Como tal, este resultado tende a confirmar a hipótese do mecanismo físico proposto por Moura e Shukla (1981) para explicar a ocorrência das grandes secas nordestinas.

O mecanismo por eles proposto consiste na intensificação e no deslocamento para o norte da ZCIT no Atlântico, que provocam movimento meridional e subsidente (anômalo) sobre o Nordeste e região oceânica adjacente, o qual reduz a convecção úmida e a precipitação. Este mecanismo está associado ao aparecimento de anomalias na temperatura da água no Atlântico tropical norte e sul.

Os resultados encontrados nesse estudo mostram claramente que existem teleconexões de variabilidade climática entre a América do Sul e a África Ocidental, provavelmente associadas com mecanismos atmosféricos e oceânicos de grande escala de circulação geral. Portanto, ao buscar as causas das secas nordestinas não se deve tratá-las como associadas aos fenômenos de origem local, mas investigá-las no contexto de fenômenos de larga escala.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Dr. Jagadish Shukla (NASA-USA) pelas valiosas discussões sobre o problema e ao Dr. Vladamundi B. Rao pela minuciosa revisão do texto. Agradecem ainda ao Sr. César Mera Llinas (HIMAT-Colômbia) por ceder a série de precipitação de Bogotá e também ao Sr. Anibal Rovalino (INAMHI-Ecuador) pelos dados de Quito. Agradecem a Fátima Ricco dos Santos e a Sueli Aparecida Valentim pelo trabalho de datilografia. Esse artigo foi parcialmente financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos-FINEP (Convênio FINEP/CNPq nº B/54/81/042/00/00).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDAZ, L. Caracterização parcial do regime de chuvas do Brasil. Departamento Nacional de Meteorologia, Ministério do Interior, SUDENE/OMM, Publicação Técnica, 4, Rio de Janeiro, Agosto 1971).
- CHUNG, J.C.M. The tropical Atlantic trade winds as related to drought in northeastern Brazil. *Journal of Climatology*, 2 (1), 35-46, January-March 1982.
- COVEY, D.L.; HASTENRATH, S. The Pacific El Niño phenomenon and Atlantic circulation. *Monthly Weather Review*, 106 (9), 1280 - 1287, September 1978.

- EICKERMANN, W.; FLOHN, H. Weather teleconnections at the equatorial Southern Atlantic. *Bonner Meteor Abhandl* (abridged), 1, 1962.
- HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, 103 (435), 77-92, January, 1977.
- KAGANO, M.T. Relações entre anomalias de temperatura da água do mar e divergência ao nível do mar no Atlântico tropical e precipitação nas regiões Amazônica e Nordeste do Brasil. São José dos Campos, INPE-2543-PRE/203, 1982.
- MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 38 (12), 2653-2675, December, 1981.
- MOURA, A. D.; KAGANO, M.T. Variabilidade espacial da precipitação na região norte-nordeste da América do Sul. São José dos Campos. INPE-2318-RPE/402, 1982.
- NAMIAS, J. Influence of northern hemisphere general circulation on drought in northeast Brazil. *Tellus*, 24 (4), 336-342, 1972.
- NICHOLSON, S.E. Rainfall and atmospheric circulation during drought periods and wetter years in west Africa. *Monthly Weather Review*, 109 (10), 2191-2208, October 1981.
- OLIVEIRA, L.L. Zonas de convergência no Atlântico Sul e suas influências no regime de precipitação no Nordeste do Brasil. São José dos Campos, INPE- 2307-TDL/074, 1982.
- SERRA, A. B. Novo método de previsão a longo prazo. Rio de Janeiro. Instituto Nacional de Meteorologia, 297 p., 1981.
- WALKER, G. T. Ceará (Brazil) famines and the general air movement. *Bertragezur Physik der Freien Atmosphere*, 88-93, 1928.

ABSTRACT

SPATIAL SCALE OF PRECIPITATION ANOMALIES FOR YEARS
OF SEVERE DROUGHT IN NORTHEAST BRAZIL

The spatial distribution of the deviations of precipitation from the normal over tropical South America and western Africa was investigated using the available data since the beginning of the century up to the seventies. The spatial scales associated with these deviations were determined based on precipitation deviation for dry and wet years for Northeast Brazil. It was found that, on the average, the NE drought spatial scale is not confined to that region but extends from South America to Africa, and perhaps more to the East. The results show that there is an inverse relationship between the Northeast Brazil and Guyanas rainfall, in accordance with the previous results. It was found that years of drought in the Northeast Brazil are also extremely dry over the south equatorial region of Africa, west of 20° E. The conclusion is that the spatial scale of the atmospheric and oceanic phenomena associated with drought of Northeast Brazil is not regional, but seems to extend from South America to Africa.

C.D.U. - 551.577.38:551.513(812/814)

TABELA 1

ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA AMÉRICA DO SUL E
PERÍODO DE REGISTRO DE DADOS

ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	PERÍODO COM DADOS
FORTALEZA	03°:43'S	38°:33'W	1849 - 1979
QUIXERAMOBIM	05°:12'S	39°:18'W	1896 - 1978
FERNANDO DE NORONHA	03°:51'S	32°:25'W	1911-1950 ; 1961-1974
RECIFE	08°:04'S	34°:50'W	1878 - 1967
SALVADOR	12°:54'S	38°:20'W	1911 - 1965
CAETITE	14°:03'S	42°:29'W	1911 - 1967
REMANSO	09°:41'S	42°:04'W	1912 - 1967
JANUÁRIA	15°:29'S	44°:22'W	1912 - 1965
MONTES CLAROS	16°:44'S	43°:52'W	1910 - 1966
CAMPOS SALES	07°:04'S	40°:23'W	1912 - 1967
CASA NOVA	09°:24'S	41°:08'W	1912 - 1967
ARACI	11°:20'S	38°:57'W	1912 - 1967
XIQUE-XIQUE	05°:12'S	39°:18'W	1918 - 1967
PALMAS MONTE ALTO	14°:16'S	43°:10'W	1912 - 1967
ÁGUA BRANCA	09°:15'S	37°:36'W	1913 - 1967
RIO DAS CONTAS	13°:34'S	41°:49'W	1912 - 1967
QUEIMALAS	10°:58'S	39°:38'W	1912 - 1965
FLORES	07°:50'S	37°:59'W	1911 - 1960
MANAUS	03°:07'S	60°:01'W	1910 - 1975
SANTARÉM	02°:26'S	54°:43'W	1914 - 1974
TURIAÇU	01°:41'S	45°:22'W	1911 - 1963
CACHOEIRA DO UAPÊS	00°:08'S	67°:05'W	1931 - 1978
CARACAS	10°:36'N	66°:59'W	1891 - 1960
GEORGETOWN	06°:48'N	58°:09'W	1887-1960 ; 1967-1978
PARAMARIBO	05°:45'N	55°:10'W	1931 - 1960
BOGOTÁ	04°:42'N	74°:08'W	1866 - 1975
QUITO	00°:13'S	78°:30'W	1891 - 1980

TABELA 2
ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA ÁFRICA E
PERÍODO DE REGISTRO DE DADOS

ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	PERÍODO COM DADOS
ACADEZ	16°:58'N	07°:59'E	1941 - 1978
NIAMEY-AERD	13°:29'N	02°:13'E	1941 - 1978
ZINDER-AERD	13°:47'N	08°:59'E	1941 - 1978
GAO	16°:16'N	00°:33'W	1941 - 1978
KAYES	14°:26'N	11°:26'W	1941 - 1978
NIYTI	14°:31'N	04°:06'W	1941 - 1978
BAMAKO	12°:38'N	08°:32'W	1941 - 1974
NOUAKCHOTT	18°:06'N	15°:57'W	1941 - 1978
NEMA MALI REP.	16°:36'N	07°:16'W	1941 - 1978
TAMBACOUNGA	13°:46'N	13°:41'W	1941 - 1978
BATHURST/YUNDOU	13°:21'N	16°:40'W	1834-1925 ; 1931-1936; 1946 - 1978
HAMOU	13°:22'N	12°:35'W	1941 - 1974
LUNGI	08°:37'N	13°:12'W	1875 - 1973
ST. HELENA	15°:58'S	05°:42'W	1892 - 1960
EL FASHER	13°:37'N	25°:20'E	1918 - 1978
WAU SUDAN	07°:42'N	28°:01'E	1904-1967 ; 1971-1978
POINTE-NOIRE	04°:49'S	11°:54'E	1941 - 1977
DOLISIE	04°:12'S	12°:42'E	1941 - 1977
BRAZZAVILLE/MAYA-MAYA	04°:15'S	15°:15'E	1941 - 1976
DJAMBALA	02°:32'S	14°:46'E	1941 - 1974
IMP-FONDO CONGO PEOPLES REP.	01°:37'N	18°:34'E	1941 - 1974
PORT-GENIL	00°:27'N	09°:25'E	1941 - 1974
BAVGUI	04°:24'N	13°:31'E	1941 - 1972
BRIA	06°:32'N	21°:59'E	1941 - 1972
BANCASSOU	04°:44'N	22°:50'E	1943 - 1972
HOUNDOU	08°:37'N	16°:04'E	1941 - 1978
FORT-ARCHAMBAULT	09°:09'N	18°:23'E	1941 - 1978
FAYA-LARGEAU	18°:30'N	19°:13'E	1942 - 1977
ABECHE	13°:51'N	20°:51'E	1941 - 1978
SOHOTO	13°:01'N	05°:13'E	1916-1948 ; 1951-1962
KANO	12°:33'N	08°:32'E	1905 - 1977
MAIDUGURI	11°:51'N	13°:05'E	1916 - 1977
LAGOS/IKEJA	06°:35'N	03°:20'E	1892 - 1977
WARRI	05°:31'N	05°:44'E	1909 - 1960
CALABAR	04°:58'N	08°:21'E	1899 - 1960
KANDI	11°:08'N	02°:56'E	1941 - 1973
TAMALE	09°:25'N	00°:51'W	1941 - 1975
KUMASI	06°:43'N	01°:36'W	1941 - 1978
ACCRA	05°:36'N	00°:13'W	1888 - 1975
OUAGADOUGOU	12°:21'N	01°:31'W	1941 - 1978
BOBO/DIOKLASSO	11°:13'N	04°:18'W	1941 - 1978
ODIENNE	09°:30'N	07°:34'W	1941 - 1978
ABIDJAN	05°:15'N	03°:56'W	1941 - 1978
TABOU	04°:25'N	07°:22'W	1941 - 1978
LUANDA	08°:51'S	13°:14'E	1901 - 1978
LUSO	11°:47'S	19°:55'E	1941 - 1975
NOVA LISBOA	12°:48'S	15°:45'E	1941 - 1975
SA DA BANDEIRA	14°:56'S	13°:34'E	1941 - 1975
MOGANEDES	15°:12'S	12°:09'E	1941 - 1975
NDOLA	13°:00'S	28°:39'E	1913 - 1960
MONGU ZAMBIA/S. RHODESIA/NYAS	15°:15'S	23°:09'E	1904 - 1978
LUSAKA	15°:25'S	28°:17'E	1917 - 1960
LIVINGSTONE	17°:49'S	25°:49'E	1904 - 1978
BULAWAYO/SALTZ OBS	20°:08'S	28°:37'E	1897 - 1978
MAUN SOUTH AFRICA REP.	20°:00'S	23°:25'E	1921 - 1963
WINDHOEK	22°:34'S	17°:06'E	1921 - 1966
PIETERSBURG	23°:52'S	29°:27'E	1932 - 1978
KRITMANSBOOP	26°:32'S	18°:03'E	1923 - 1978
KIMBERLEY	28°:48'S	24°:46'E	1877 - 1978
ESTCOURT	29°:01'S	29°:52'E	1895 - 1960
OKIEF	29°:36'S	17°:52'E	1883 - 1960
ALINAL NORTH	30°:41'S	26°:43'E	1881 - 1960
BEAUFORT WEST S. AFRICA REP.	32°:21'S	22°:35'E	1936 - 1965
CAPE TOWN/NYAL OBS.	33°:55'S	18°:22'E	1841 - 1960
PORT ELIZABETH	33°:59'S	25°:36'E	1867 - 1978

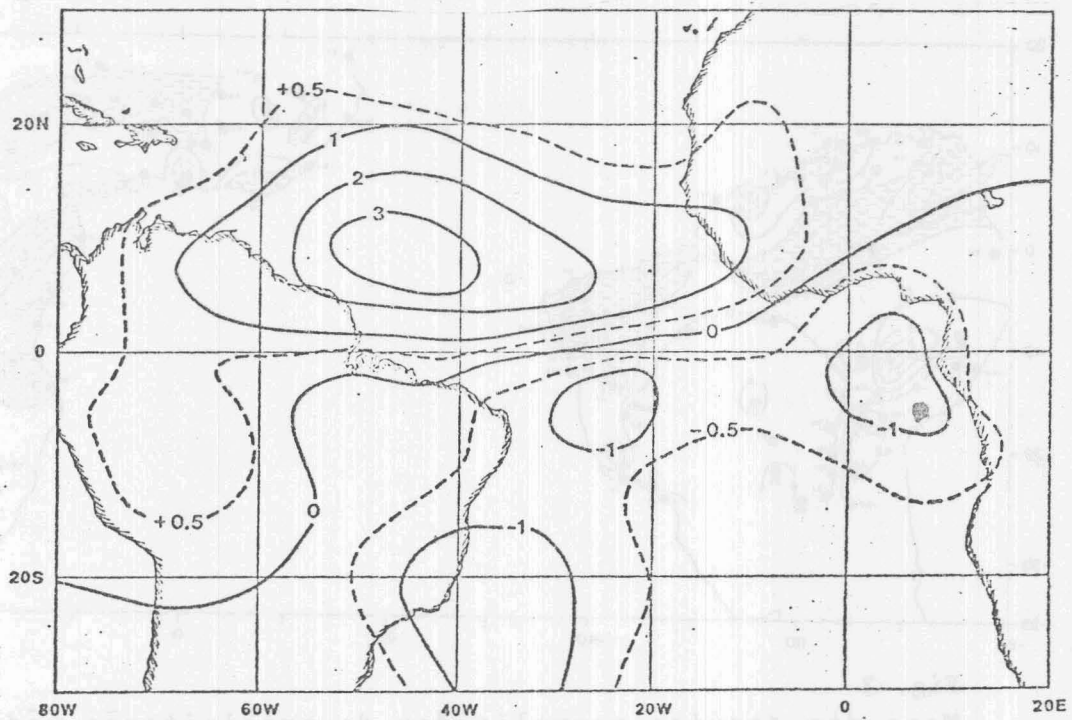


Fig. 1

Diferença de precipitação (anomalia - controle) média de 60 dias, resultado de um experimento numérico com o GCM do GLAS/NASA.
 Fonte: Moura e Shukla (1981).

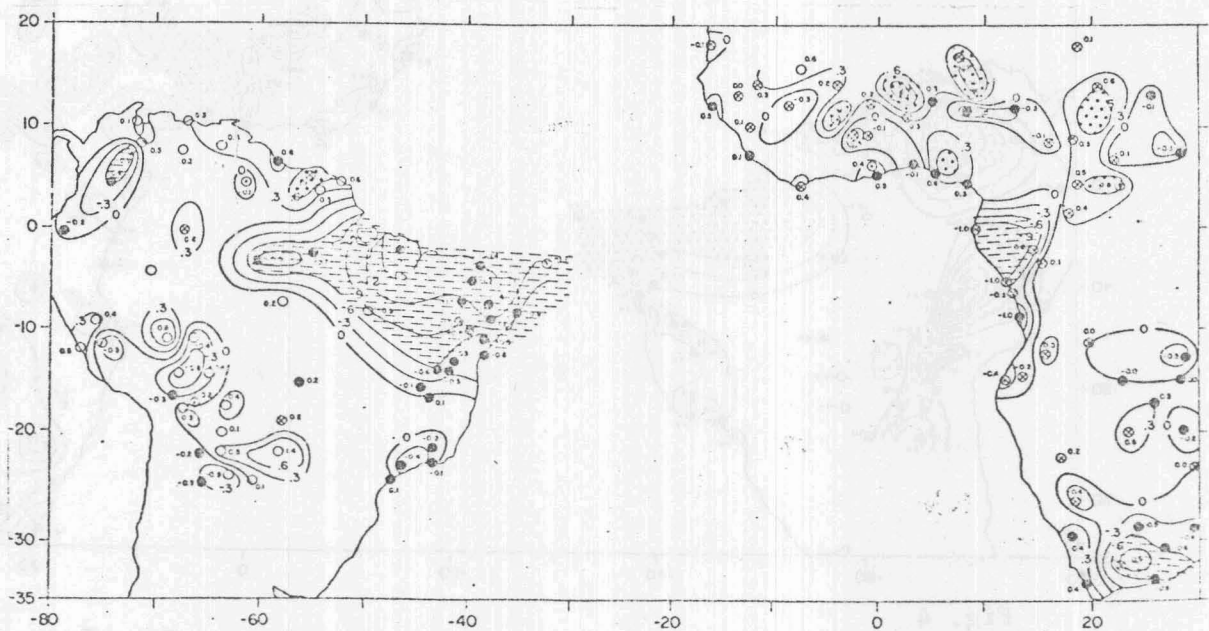


Fig. 2 - Mapa dos desvios normalizados da precipitação média (fevereiro a maio) para os anos secos no Nordeste do Brasil (1915, 1919, 1932, 1942, 1951, 1953, 1958)

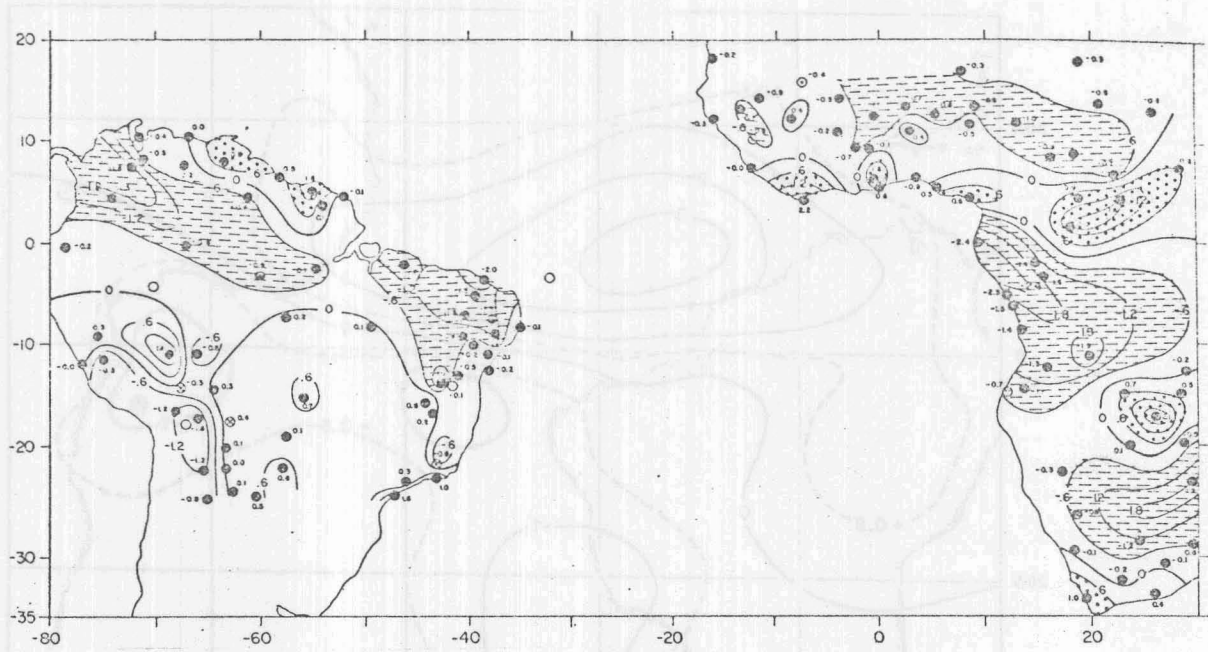


Fig. 3

Mapa dos desvios normalizados da precipitação média (fevereiro a maio) para 1958.

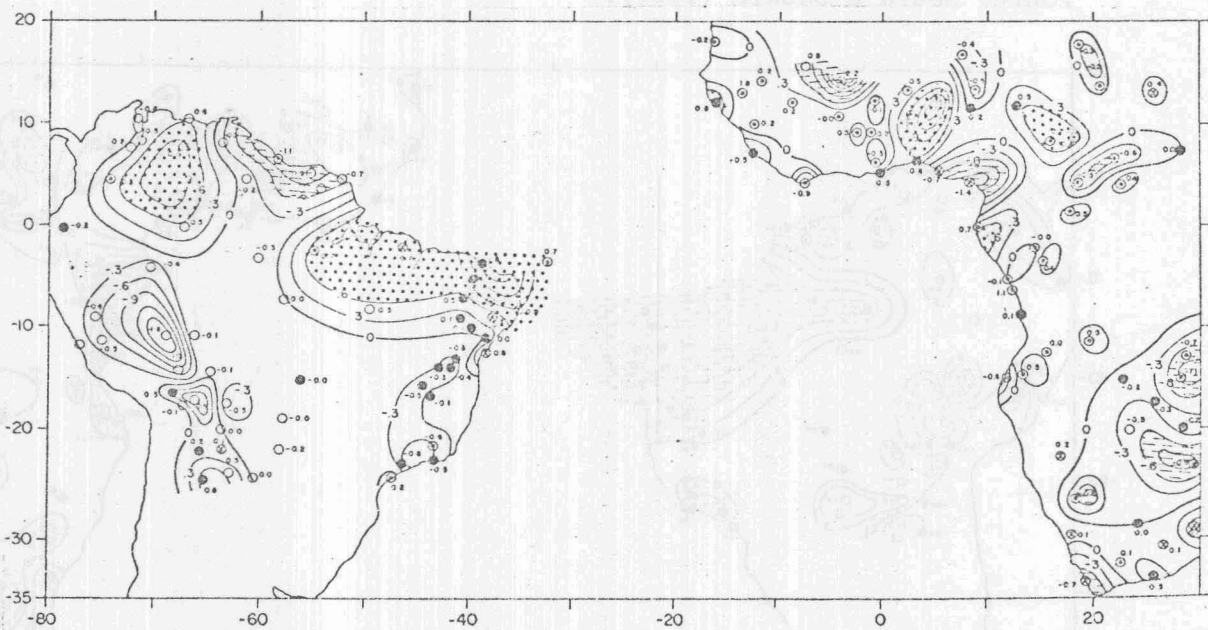


Fig. 4

Mapa dos desvios normalizados da precipitação média (fevereiro a maio) para os anos chuvosos no Nordeste do Brasil (1912, 1917, 1921, 1963 e 1964).

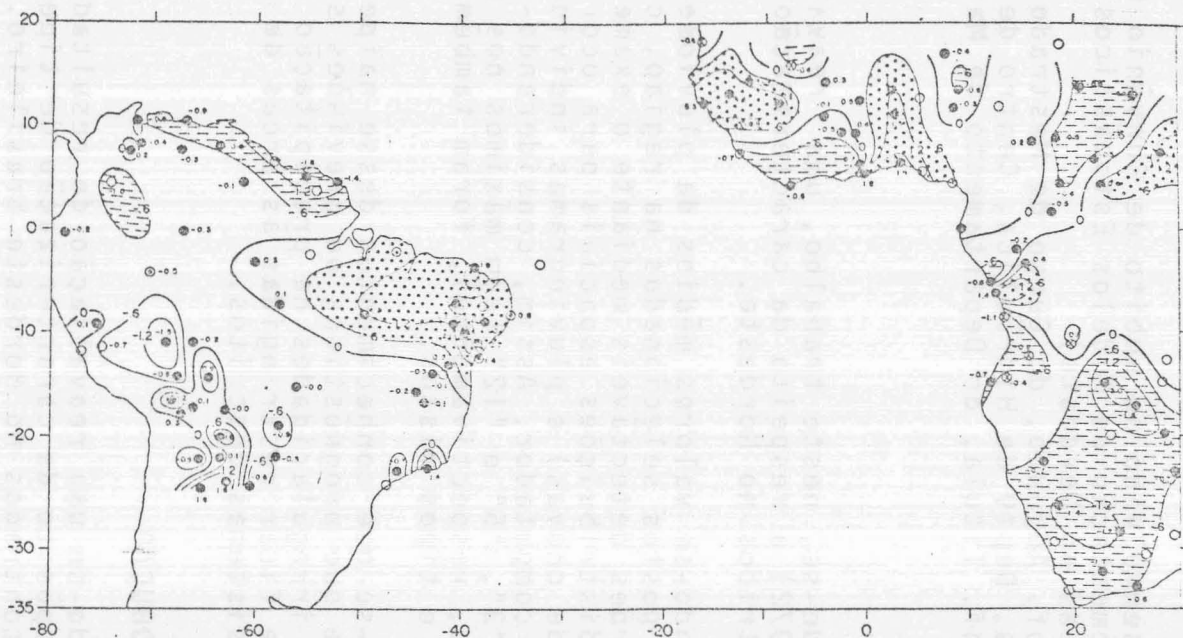


Fig. 5 - Mapa dos desvios normalizados da precipitação média (fevereiro a maio) para 1964.