

O EL NIÑO DE 1982-83 E A PRECIPITAÇÃO SOBRE A AMÉRICA DO SUL

MARY TOSHIE KAYANO e ANTONIO DIVINO MOURA

Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE
C.P. 515, 12201 – São José dos Campos, SP, Brasil

The large-scale regional aspects of the 1982-83 El Niño are discussed relating the precipitation anomaly patterns observed over South America with results from diagnostic and theoretical works. Long-lasting and very intense floods have occurred in southern parts of Brazil, northern Argentina, Paraguay, Uruguay and southern Bolivia, mainly during the period May-July 1983. Also, severe droughts have stricken Northeastern Brazil including the Amazon region. Ecuador and northwestern Peru suffered flood conditions from the end of 1982 until August of 1983. The GCM simulations reproduced the principal aspects of the atmospheric circulation. Theoretical results suggested that the precipitation anomalies observed over South America can be explained as the atmospheric response to a heating source over the eastern Pacific associated with the El Niño.

INTRODUÇÃO

No início deste século observou-se uma oscilação de pressão (see-saw) atmosférica entre as regiões da alta subtropical no sudeste do Pacífico e a baixa pressão nas proximidades da Indonésia, a que se deu o nome de oscilação sul (Walker 1923, 1924 e 1928). Walker & Bliss (1932) notaram que quando a pressão é alta no centro de ação sobre o sudeste do Pacífico, há uma tendência da pressão ser baixa na região da Indonésia, e vice-versa. Este conceito físico surgiu através de uma série de trabalhos que descrevem as características das flutuações interanuais de pressão ao nível do mar, temperatura do ar à superfície e precipitação, associadas a um padrão de teleconexão de escala global.

A intensidade e fase dessa oscilação são medidas por meio de índices, os quais são calculados tomando a diferença de pressão ou dos desvios de pressão em relação à normal entre duas estações que representam os dois centros de ação: o índice positivo (ou fase positiva) refere-se à situação em que a alta subtropical no sudeste do Pacífico e a baixa pressão sobre a Indonésia estão anormalmente fortes; e o índice negativo, à situação em que ambos os sistemas estão anormalmente fracos (Berlage & de Boer, 1959).

Embora pouco se conheça sobre os mecanismos físicos envolvidos na mudança de fase da oscilação sul, existem evidências que tal mudança de fase está relacionada com a complexa e pouco conhecida interação entre oceano e atmosfera (Rasmusson & Hall, 1983; Kousky et al., 1984). Uma das evidências é o aparecimento, aproximadamente em outubro, e a permanência por vários meses de águas superficiais anormalmente quentes nas proximidades das costas do Peru e Equador durante a fase negativa da oscilação sul. Este evento oceânico e mudanças atmosféricas associadas é chamado El Niño.

Muito dos fenômenos El Niño observados até recentemente têm apresentado padrões de circulação oceânico-atmosférica ligeiramente distintos entre si. Embora muitos esforços tenham sido feitos para documentar as características e efeitos deste evento, questões sobre o seu início e sua seqüência de eventos que conduzem ao El Niño ainda são assuntos de pesquisa.

O El Niño de 1982-83 distinguiu-se dos demais não só por sua intensidade, duração e efeitos climáticos globais, como também pelo seu desenvolvimento inicial anormal. Em meados de 1982 desenvolveram-se flutuações climáticas de escala global (tais como a súbita queda do índice de oscilação sul, o aparecimento de ventos de oeste a oeste de 180°W, o início de um período com intensa precipitação no Pacífico Central e com secas na Indonésia, leste da Austrália, Melanésia, sul da Índia, Sri Lanka e no sul da África) e, subsequentemente, apareceram temperaturas da água da superfície do mar (TSM) altas no Pacífico Central Leste (Climate Analysis Center, 1983). Tal desenvolvimento inicial esteve associado a um índice de oscilação sul muito baixo e a ventos de baixos níveis de oeste, anormalmente fortes no Pacífico Equatorial Central oeste (Rasmusson & Wallace, 1983).

Aparentemente tal início não foi precedido por um período de vento de leste ao nível do mar (no Pacífico leste) ao longo do equador, anormalmente forte, cujo enfraquecimento abrupto por volta de novembro coincide com o enfraquecimento do anticiclone de superfície no Pacífico subtropical sudeste, como observado para outros fenômenos El Niño (Kousky et al., 1984). Além disso, é provável que o El Niño de 1982-83 tenha sido determinado pelo enfraquecimento do ciclone em superfície no Pacífico.

Assim, o evento de 1982-83, além de apresentar características de desenvolvimento muito particulares, provo-

cou em todo o globo as mais extremas anomalias climáticas observadas neste século, muitas delas caracterizadas por secas ou chuvas intensas com impacto sócio-econômicos desastrosos para a maioria das áreas afetadas.

As informações sobre os efeitos desastrosos do evento, na época auge de sua ocorrência, transpuseram o meio científico, repercutindo como uma notícia de destaque nos meios de comunicação em geral. O New York Times de 02 de agosto de 1983 publicou com destaque uma tabela dos fenômenos observados em diversas partes do globo, associados ao El Niño de 1982-83, bem como, o número de vítimas e os prejuízos causados.

Os efeitos do evento sobre a América do Sul foram analisados em maiores detalhes nos países da costa oeste (ECLA, 1984).

Neste artigo, os efeitos do El Niño de 1982-83 sobre a América do Sul são analisados principalmente com respeito às anomalias de precipitação de grande escala. Pretende-se investigar os aspectos regionais de grande escala do El Niño relacionando os padrões anômalos de precipitação

com os resultados de simulações e de trabalhos teóricos (Julian & Chervin, 1978; Gill, 1980; Hoskins & Karoly, 1981; Keshavamurthy, 1982; Fennessy et al., 1985).

OS DADOS DE PRECIPITAÇÃO

Os dados de precipitação mensal foram adquiridos de várias fontes. Algumas séries do Peru, Equador, Bolívia e Paraguai foram obtidas por contatos pessoais e muitas delas apresentam dados desde o início do século até 1984. Os dados de precipitação disponíveis no "Monthly Climatic Data for the World (U.S. Department of Commerce)" que se apresentam com um período maior que 30 anos, também foram usados.

Para melhorar a densidade de estações sobre a área, incluíram-se algumas estações para as quais somente a precipitação mensal do período 1982-83 e os desvios de precipitação mensal, baseados em uma média de 30 anos, foram disponíveis e se encontram publicados no "Monthly Clima-

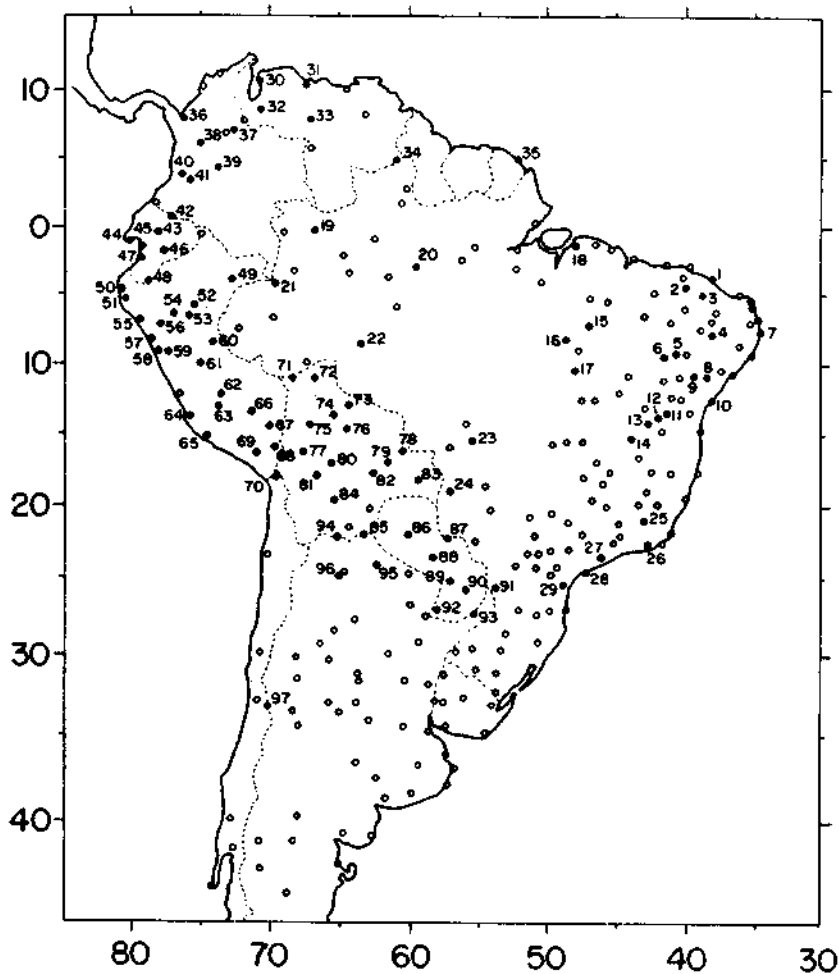


Figura 1 — Localização das estações pluviométricas da América do Sul.

Círculos cheios indicam estações nas quais as séries de precipitação mensal foram disponíveis, círculos vazios indicam as estações auxiliares nas quais apenas os desvios de precipitação mensal encontrados em publicações (Monthly Climatic Data for the World e Boletim Agroclimatológico) foram utilizados.

tic Data for the World". O mesmo procedimento foi adotado para algumas estações brasileiras, porém utilizando as informações do Boletim Agroclimatológico do INEMET (Apêndice C).

A Fig. 1 mostra as estações usadas e os Apêndices B e C fornecem as localizações das estações.

ANÁLISE SAZONAL

Os desvios de precipitação em relação à média, normalizados pela média, para a América do Sul, para os trimestres de junho-agosto de 1982 a junho-agosto de 1983 são mostrados nas Figuras de 2 a 6.

Duas áreas distintas de contraste, uma com secas severas e outra com chuvas intensas persistiram durante todo o período (Figs. 2 a 6). A área com secas severas foi a do Nordeste do Brasil, até mesmo a Região Amazônica, enquanto a área com chuvas intensas foi localizada sobre o norte da Argentina, Paraguai, Uruguai, parte da Bolívia e parte do sul do Brasil. As extensões dessas áreas variaram de um trimestre a outro, porém nota-se uma intensificação em suas variações com o tempo. Em junho-agosto de 1983 (Fig. 6) valores altos como +2,5 foram observados sobre a América do Sul central, o que significa uma precipitação de 350% acima da normal.

É interessante notar que a área do Equador e noroeste do Peru apresentou valores negativos durante junho-agosto de 1982 (Fig. 2). Este período coincide com aquele no qual flutuações de escala global estavam se desenvolvendo concomitantemente com o aparecimento de anomalias posi-

vas de TSM no Pacífico Equatorial Leste (veja Arkin et al., 1983). Neste período, as anomalias das águas do Pacífico Equatorial Leste não eram ainda muito forte, em concordância com a alta subtropical do Pacífico, ainda razoavelmente intensa, com influências sobre o continente. Estes fatos são consistentes com os desvios de precipitação negativos sobre o Equador e noroeste do Peru.

O desenvolvimento gradual de condições climáticas extremas, caracterizadas por secas ou chuvas intensas (Figs. 3 e 4) foi acompanhado pelo aumento das TSM anormalmente positivas no Pacífico Equatorial Leste, que se estenderam para oeste cobrindo toda a faixa tropical, a partir de setembro-novembro de 1982, e persistiram intensas até meados de 1983. Essas anomalias positivas de TSM, intensas e persistentes, causaram modificações nas características da circulação atmosférica (veja Arkin et al., 1983).

Uma mudança nas características da circulação atmosférica local foi o deslocamento para sul da alta subtropical do Pacífico Leste (veja Arkin et al., 1983), associado à forte convecção na região de aquecimento e vizinhanças. Tal desenvolvimento convectivo pode ser confirmado pelos desvios negativos de radiação de onda longa na região de aquecimento (veja Arkin et al., 1983) e pelo aumento de precipitação sobre o Equador a partir de setembro-novembro de 1982 (Figs. 3 e 4), quando a correspondente área negativa da Fig. 2 foi substituída por uma positiva.

Uma característica da circulação atmosférica durante a fase madura do El Niño de 1982-83, basicamente de março a agosto de 1983, foi a permanência de uma intensa corrente de jato sobre a América do Sul, com velocidades de

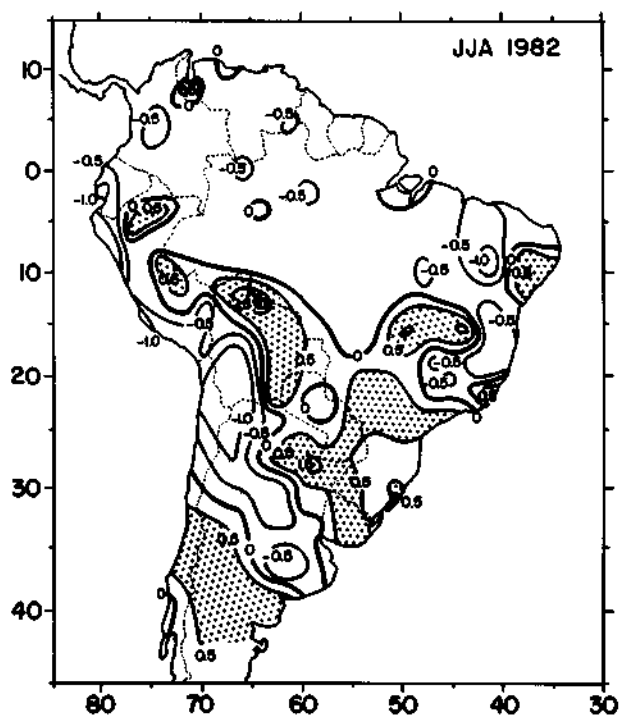


Figura 2 — Desvios de precipitação em relação à média, normalizados pela média para junho/julho/agosto 1982. As áreas positivas estão pontilhadas.

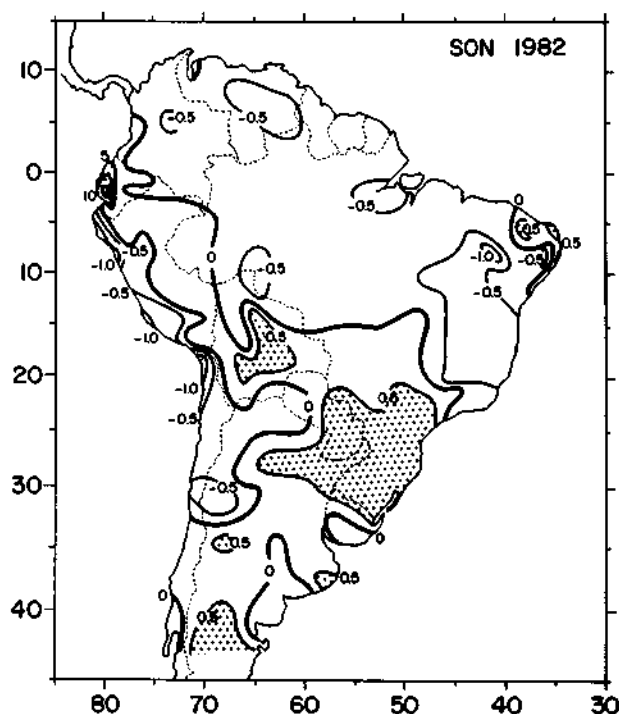


Figura 3 — Desvios de precipitação em relação à média, normalizados pela média para setembro/outubro/novembro 1982. As áreas positivas estão pontilhadas.

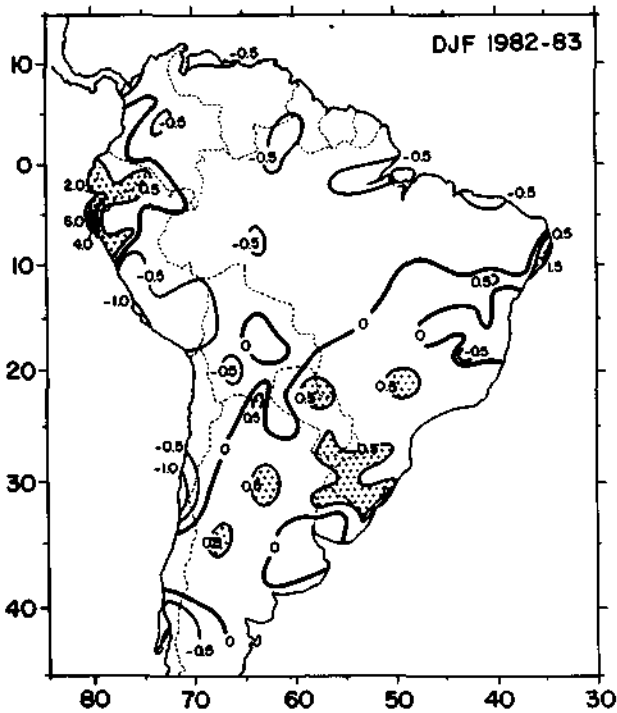


Figura 4 — Desvios de precipitação em relação à média, normalizados pela média para dezembro/janeiro/fevereiro 1982-83. As áreas positivas estão pontilhadas.

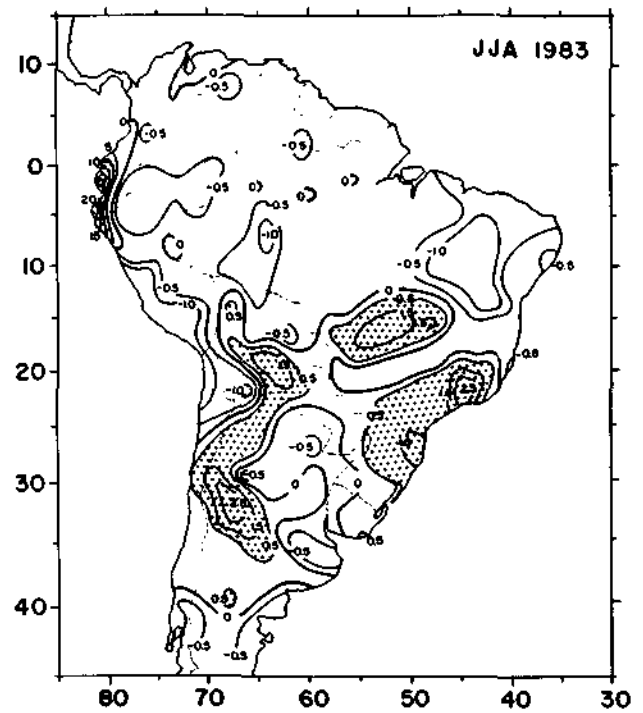


Figura 5 — Desvios de precipitação em relação à média, normalizados pela média para março/abril/maio 1983. As áreas positivas estão pontilhadas.

+20 ms^{-1} acima da normal, que esteve deslocada para leste e norte de sua posição média (ECLA, 1984). Além disso, o período de maio a junho de 1983 caracterizou-se por ocorrências de bloqueios atmosféricos sobre a América do Sul (Kousky & Cavalcanti, 1984; Nobre & Rennó, 1985).

Portanto, as chuvas intensas na parte central do continente (partes do sul do Brasil, norte da Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai — Figs. 5 e 6) estiveram associadas com os bloqueios atmosféricos e a intensa corrente de jato, os quais determinaram os padrões anômalos de circulação atmosférica sobre a América do Sul de março a agosto de 1983.

A forte precipitação observada no Equador e noroeste do Peru durante este período esteve associada à intensa atividade convectiva sobre a região que, por sua vez, esteve relacionada com altas TSM.

ANÁLISE MENSAL

Uma análise detalhada dos efeitos do El Niño de 1982-83 na precipitação da América do Sul é mostrada nos mapas de desvios de precipitação mensal para julho de 1982 a dezembro de 1983 (Apêndice A).

Embora as anomalias de precipitação mensal apresentem características similares às discutidas na seção anterior, a inclusão deste Apêndice é de grande utilidade para a validação de modelos que simulam os efeitos do El Niño de 1982-83, especialmente com respeito à precipitação.

Além disso, é possível analisar os efeitos climáticos do evento sobre a América do Sul em uma escala temporal me-

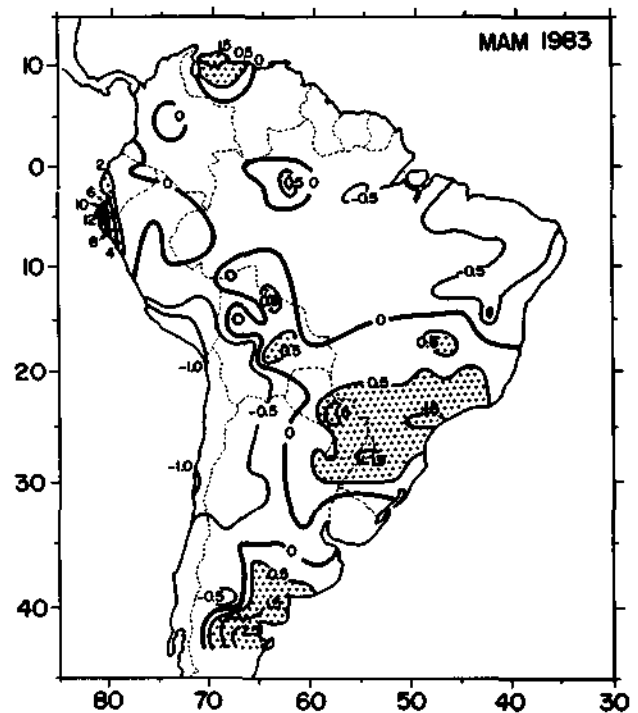


Figura 6 — Desvios de precipitação em relação à média, normalizados pela média para junho/julho/agosto 1983. As áreas positivas estão pontilhadas.

nor. É interessante notar que sobre o Equador, a partir de setembro-novembro de 1982 (fig. 3), os valores negativos do trimestre anterior (Fig. 2) haviam sido substituídos por valores positivos, porém pela análise mensal, aquela região

tornou-se chuvosa somente em outubro de 1982 e permaneceu com precipitação acima do normal até outubro de 1983.

Um outro aspecto mostrado pelas análises mensais é com respeito às variações mensais da escala espacial das anomalias de precipitação e suas intensidades, bem como das localizações dos máximos. Um fato curioso é que ocorreram chuvas intensas ao sul de 30°S e a oeste de 60°W somente em certos meses não subseqüentes. Porém, em alguns meses tais chuvas foram mais intensas que as observadas na parte central do continente (partes do sul do Brasil e adjacências), em julho de 1982, setembro de 1982, abril de 1983 e agosto de 1983. Nas partes sul do Brasil e adjacências ocorreram fortes precipitações em quase todos os meses de julho de 1982 a setembro de 1983, com as maiores intensidades e abrangendo grandes extensões em maio e julho de 1983. As áreas secas do Nordeste do Brasil e Região Amazônica apresentaram extensões variáveis durante julho de 1982 a dezembro de 1983 e estiveram bem determinadas de abril a julho de 1983.

DISCUSSÕES

Os padrões anômalos de precipitação apresentados nas seções anteriores serão comparados com os resultados de simulação e de trabalhos teóricos, com a finalidade de entender algum dos mecanismos físicos relacionados com o fenômeno El Niño e seus efeitos climáticos sobre a América do Sul.

Uma das maneiras de estudar o fenômeno El Niño e as circulações atmosféricas associadas tem sido através de experimentos com modelos de circulação geral. Julian & Chervin (1978) usando o modelo global do NCAR, na presença de uma anomalia positiva de TSM no Pacífico Equatorial Leste, encontraram valores positivos de pressão ao nível do mar (anomalia menos controle) sobre o Nordeste do Brasil e a Região Amazônica, e ao sul uma extensa área negativa. Resultados consistentes foram encontrados por Keshavamurty (1982) com o modelo do GFDL. Contudo, ele utilizou anomalias idealizadas de TSM no Pacífico Central e encontrou, em baixos níveis, circulações anticiclônicas sobre a Amazônia e Nordeste do Brasil, e ciclônica ao sul.

Assim, é razoável relacionar a ocorrência de secas no Nordeste do Brasil e Amazônia com a presença de águas anormalmente quentes no Pacífico Equatorial Leste. As anomalias de precipitação na parte central da América do Sul apresentaram padrões mais complexos que não foram reproduzidos pelos modelos, porém, os resultados de simulação concordam bem com as chuvas intensas de meados de 1983.

Fennessy et al. (1985) utilizando o modelo do NASA/GLAS simularam a fase madura do evento de 1982-83. O campo das diferenças de precipitação (anomalia menos controle), média de 60 dias (veja Fig. 3b em Fennessy et al., 1985) apresentou similaridade qualitativa com os des-

vios de precipitação observados especialmente para a parte norte e nordeste da América do Sul (veja Fig. 5).

À luz de alguns resultados teóricos prévios, os mecanismos físicos que estiveram associados aos padrões anômalos de precipitação de 1982 a 1983 podem ser melhor entendidos. Gill (1980), através de um modelo simples mostrou que um aquecimento diabático, simétrico ao redor do equador, induz movimentos ascendentes na área forçada e movimentos subsidentes fora dela. Hoskins & Karoly (1981) concluíram que a fonte de aquecimento em baixas latitudes gera na alta troposfera, trens de onda que se propagam em direção aos polos e para leste.

Assim, as chuvas intensas sobre o Equador e noroeste do Peru e as secas no Nordeste do Brasil e Amazônia parecem estar associadas com movimentos ascendentes na área de aquecimento e movimentos subsidentes à leste desta região em concordância com os resultados de Gil (1980). Tal explicação foi também proposta por Kousky et al. (1984).

A orientação para sudeste das regiões chuvosa do Equador e Peru, seca do deserto do Atacama e chuvosa na América do Sul central sugere que essas anomalias de precipitação podem estar relacionadas com ondas da alta troposfera gerada pelas fontes térmicas, de modo similar aos resultados teóricos de Hoskins & Karoly (1981), aplicado ao Hemisfério Sul.

CONCLUSÕES

Anomalias intensas de precipitação ocorreram durante 1982-83, sobre a América do Sul, associadas ao fenômeno El Niño. Três regiões se destacaram devido a ocorrências de eventos climáticos extremos: a área do Equador e noroeste do Peru com chuvas intensas de outubro de 1982 até outubro de 1983; o Nordeste do Brasil e parte da Amazônia com secas severas em meados de 1982 até praticamente final de 1983; as partes do sul do Brasil e adjacências com chuvas intensas durante o período de junho de 1982 a setembro de 1983. Tais áreas secas e chuvosas apresentaram variações mensais quanto à extensão e intensidade.

Resultados de trabalhos teóricos e de simulação sugerem que as anomalias de precipitação observadas em 1982-83 sobre a América do Sul podem ser explicadas como uma resposta atmosférica a uma fonte de calor no Pacífico Equatorial Leste. Em especial, as anomalias de precipitação das partes norte e nordeste da América do Sul podem ser explicadas através de uma circulação do tipo Walker, gerada pela fonte de calor.

Além disso, a orientação para sudeste de áreas chuvosas e secas alternando-se do Equador ao sul do Brasil e adjacências, é uma evidência observacional da provável existência de ondas na alta troposfera geradas por fontes de calor nos trópicos (Hoskins & Karoly, 1981).

A ocorrência de bloqueios atmosféricos observados de maio a julho de 1983, que foram relacionadas com chuvas intensas nas partes do sul do Brasil e vizinhanças (Nobre & Rennó, 1985), a forte corrente de jato que contribui para organizar a atividade convectiva (Kousky & Cavalanti,

1984) e as perturbações geradas por fontes tropicais de calor que se propagam para sudeste, como proposto por Hoskins & Karoly (1981), provavelmente estão intimamente interrelacionadas com os processos físicos causados por uma cadeia complexa de eventos associados com circulações oceânico-atmosféricas durante um episódio El Niño.

AGRADECIMENTOS

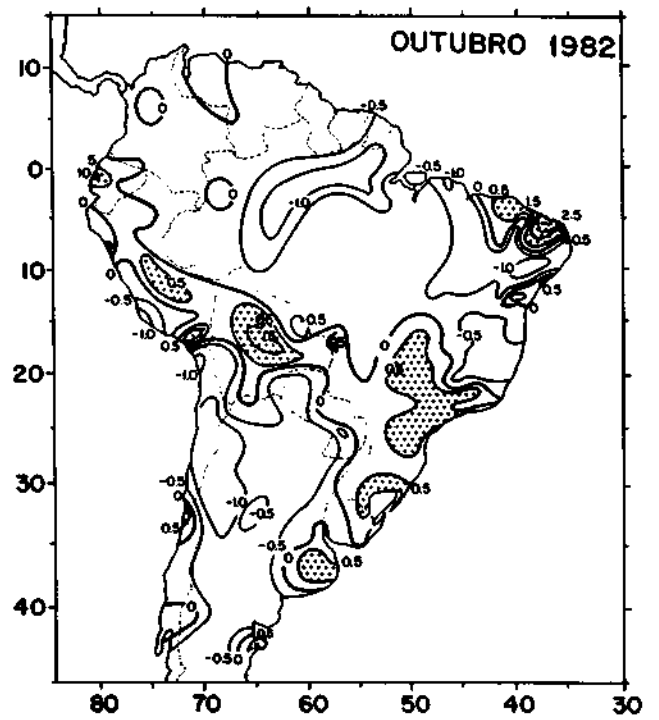
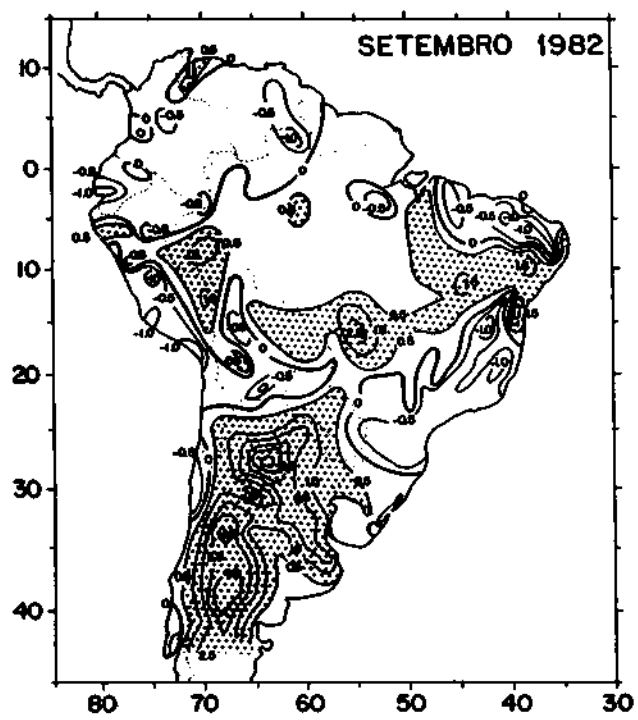
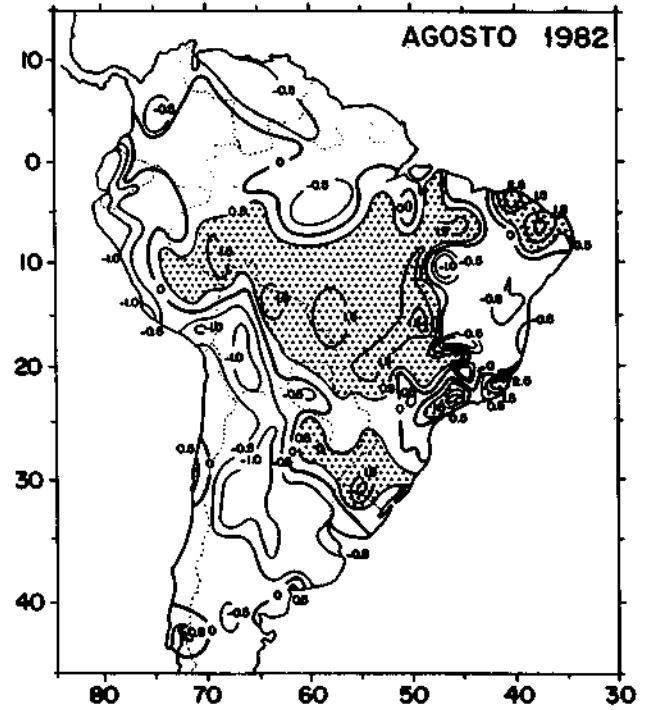
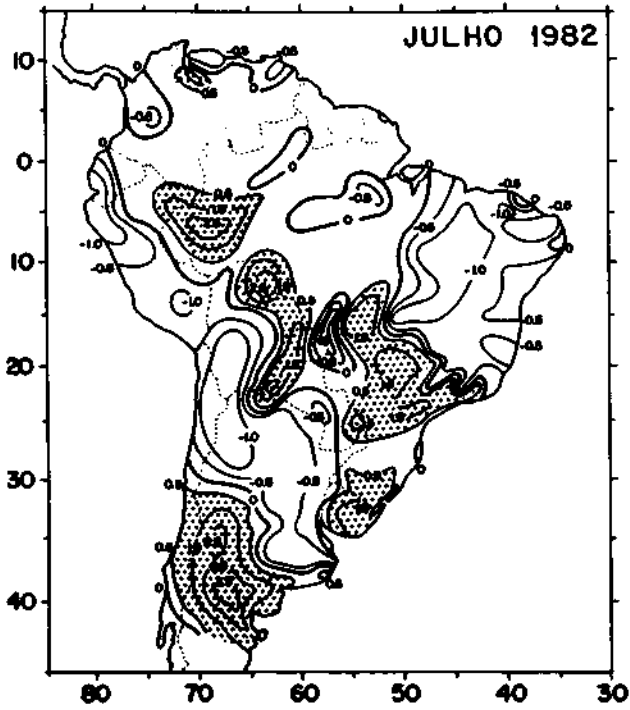
Os autores expressam seus agradecimentos ao Dr. J. Shukla, ao Dr. M.J. Fennessy (NASA, USA), ao Sr. P. Aceituno pelas valiosas discussões durante a preparação do artigo e ao Dr. V.B. Rao pela minuciosa revisão do manuscrito.

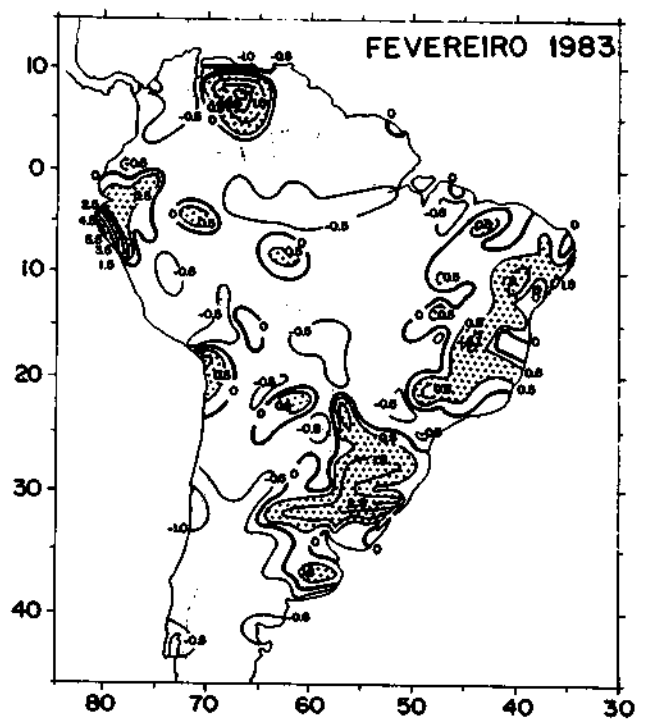
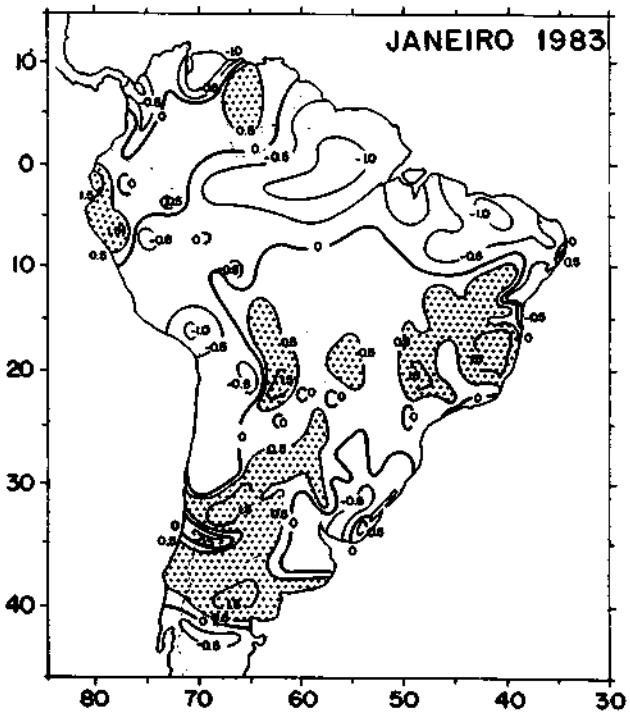
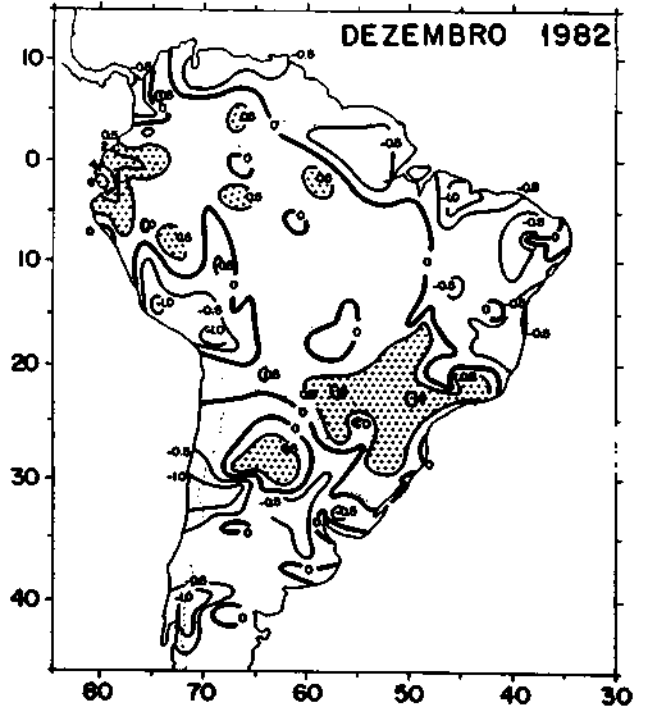
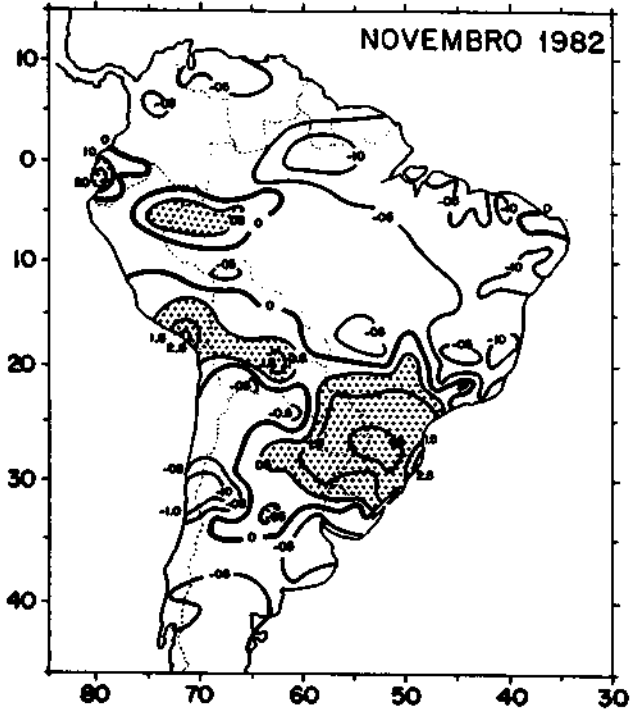
REFERÊNCIAS

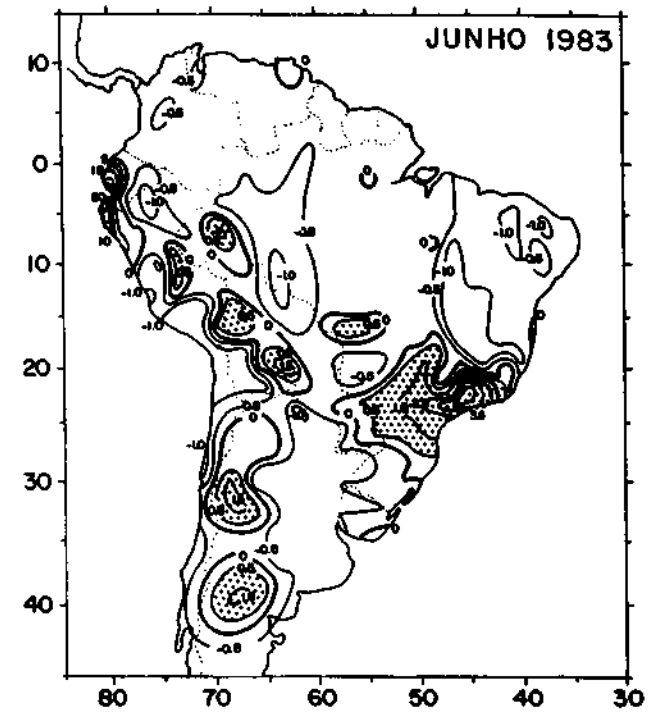
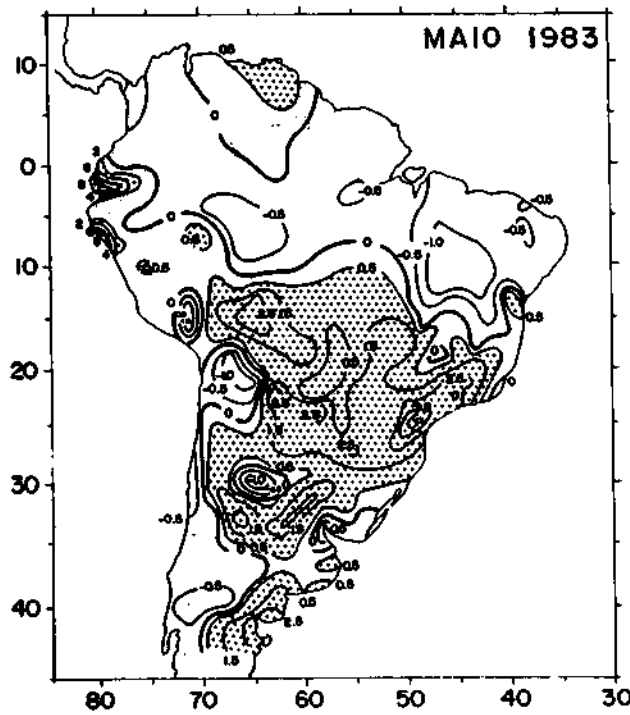
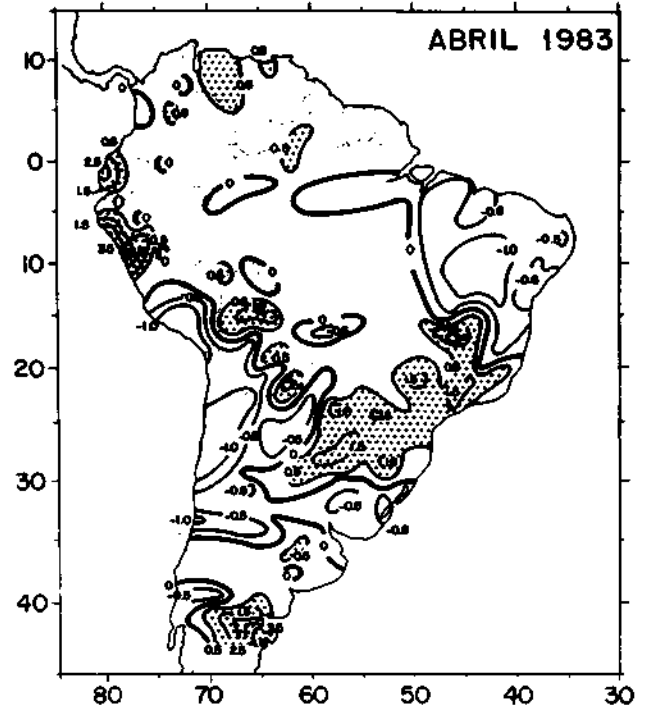
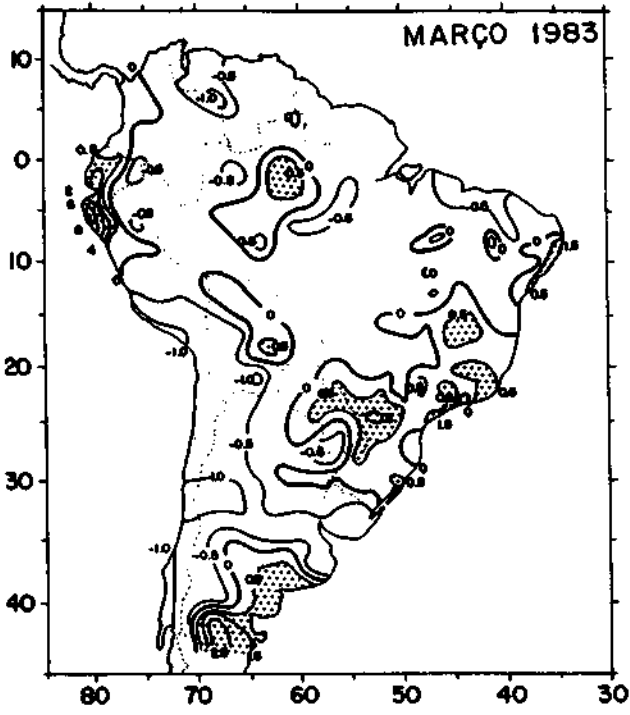
- ARKIN, P.A., KOPMAN, J.D. & REYNOLDS, R.W. — 1983 — 1982/1983 El Niño/Southern Oscillation event quick look atlas. (available from NOAA/NWS Climate Analysis Center, National Meteorological Center, Washington, DC. 20233).
- BERLAGE, H.P. & de BOER, H.J. — 1959 — On the extension of the Southern Oscillation throughout the world during the period July 1, 1949 up to July 1, 1957. *Geop. Pura e Appl.*, 44: 287-295.
- CLIMATE ANALYSIS CENTER — 1983 — Special climatic diagnostics bulletin 14 February 1983. Equatorial Pacific warm episode reaches mature state. Climate Analysis Center, NOAA National Weather Service, Washington DC. (Unpublished Manuscript).
- ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA (ECLA) — 1984 — The natural disaster of 1982-83 in Bolivia, Ecuador and Peru (Available from Naciones Unidas Consejo Economico y Social, Distrito General, E/CEPAL/G. 1274 — Peru).
- FENNESSY, M.J., MARX, L. & SHUKLA, J. — 1985 — General circulation model sensitivity to 1982-83 Equatorial Pacific sea surface temperature anomalies. *Mon. Wea. Rev.*, 113: 858-864.
- GILL, A.E. — 1980 — Some simple solutions for heat-induced tropical circulations. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 106: 447-462.
- HOSKINS, B.J. & KAROLY, D.J. — 1981 — The steady linear response of a spherical atmosphere to thermal and orographic forcing. *J. Atmos. Sci.*, 38: 1179-1196.
- JULIAN, P.R. & CHERVIN, R.M. — 1978 — A study of the Southern Oscillation and Walker circulation phenomena. *Mon. Wea. Rev.*, 106: 1433-1451.
- KESHAVAMURTY, R.N. — 1982 — Response of the atmosphere to sea surface temperature anomalies over the Equatorial Pacific and the teleconnections of the Southern Oscillation. *J. Atmos. Sci.*, 39: 1241-1259.
- KOUSKY, V.E. & CAVALCANTI, I.F.A. — 1984 — Eventos Oscilação do Sul - El Niño: características, evolução e anomalias de precipitação. *Ciência e Cultura*, 36: 1888-1899.
- KOUSKY, V.E., KAGANO, M.T. & CAVALCANTI, I.F.A. — 1984 — A review of the Southern Oscillation: oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. *Tellus*, 36A: 490-504.
- NOBRE, C.A. & RENNÓ, N.O. — 1984 — Droughts and floods in South America due to the 1982-83 El Niño/Southern Oscillation episode. INPE-3408-PRE/677 (presented at 16th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, Houston, Texas, May 1985).
- RASMUSSEN, E.M. & HALL, J.M. — 1983 — El Niño — the great equatorial Pacific ocean warming event of 1982-83. *Weatherwise*, 36: 166-175.
- RASMUSSEN, E.M. & WALLACE, J.M. — 1983 — Meteorological aspects of the El Niño/Southern Oscillation. *Science*, 222: 1195-1202.
- WALKER, G.T. — 1923 — Correlation in seasonal variations of weather VIII. *Mem. Ind. Meteor. Dept.*, 24: 75-131.
- WALKER, G.T. — 1924 — Correlation in seasonal variations of weather IX. *Mem. Ind. Meteor. Dept.*, 24: 275-332.
- WALKER, G.T. — 1928 — World weather III. *Mem. Roy. Meteor. Soc.*, 2: 97-106.
- WALKER, G.T. & BLISS, E.W. — 1932 — World weather V. *Mem. Roy. Meteor. Soc.*, 4: 53-84.

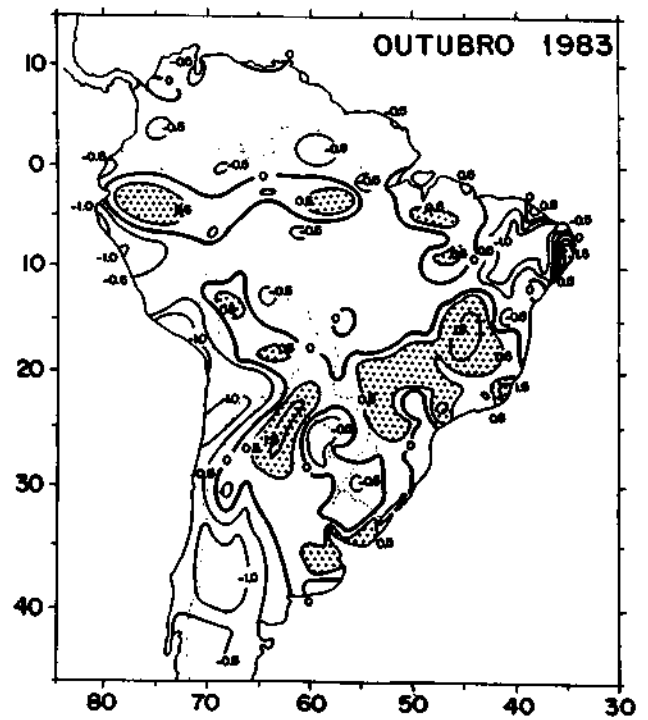
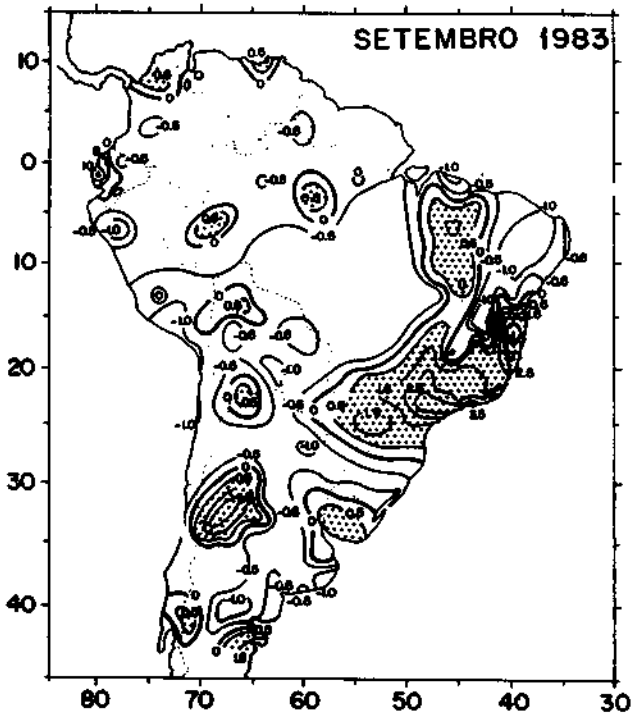
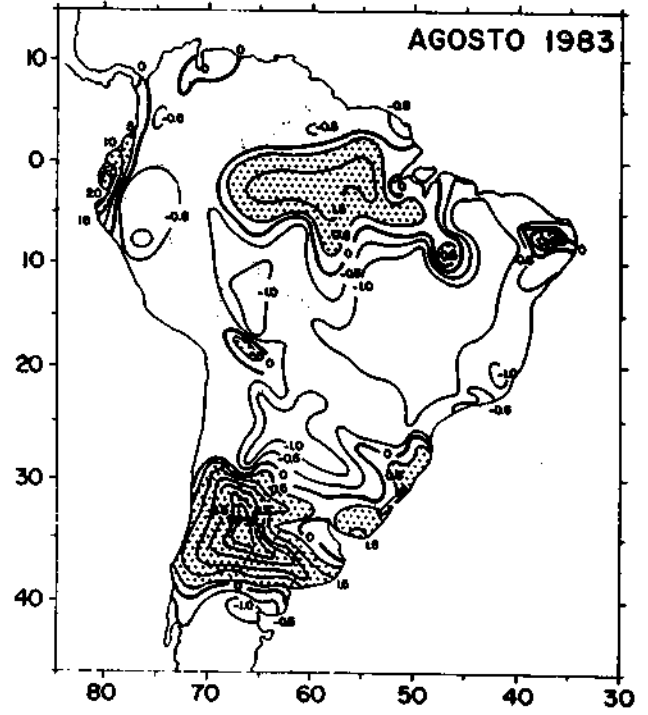
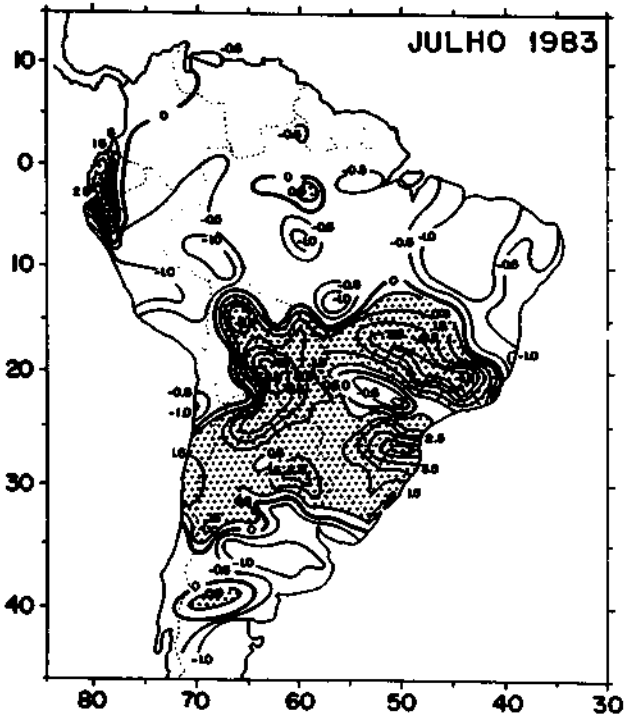
APÊNDICE A

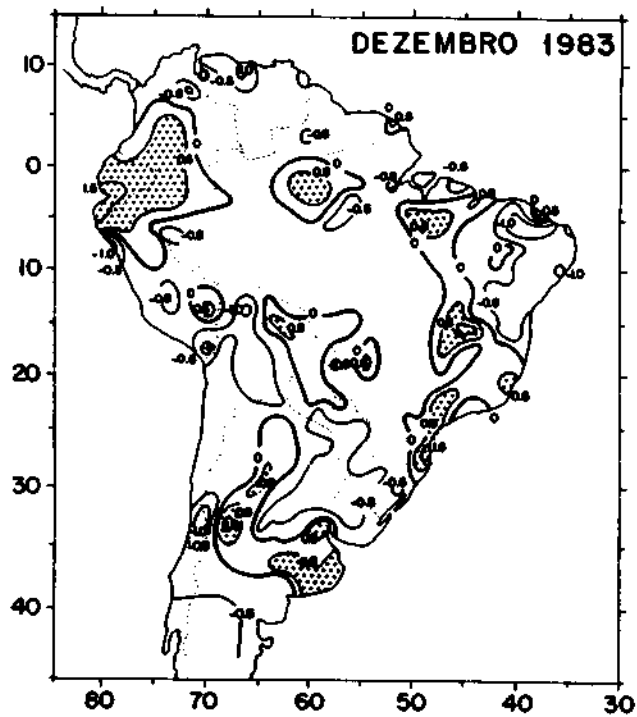
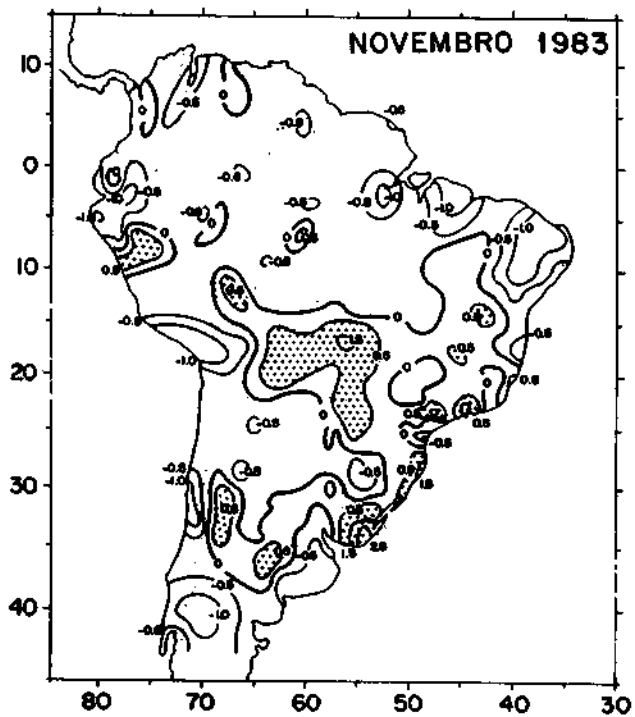
Desvios mensais de precipitação em relação à correspondente média, normalizados pela média para os meses de julho 1982 a dezembro 1983. As indicações dos meses encontram-se em cada mapa. As áreas pontilhadas são as positivas.











APÊNDICE B

Localização das estações pluviométricas com os correspondentes período de dados disponíveis e as fontes de dados. "A" significa Boletim Agroclimatológico, "C" contatos pessoais e "M" Monthly Climatic Data for the World.

BRASIL

1	Fortaleza	03 43S	38 30W	1849-1984	C
2	Santa Quitéria	04 29S	40 10W	1912-1984	C-A
3	Quixeramobim	05 12S	39 17W	1896-1983	M-A
4	Flôres	07 50S	37 59W	1911-1983	C
5	Casa Nova	09 24S	41 08W	1911-1983	C
6	Remanso	09 41S	42 04W	1911-1983	C-A
7	Recife	08 03S	34 54W	1875-1983	M
8	Araci	11 20S	38 57W	1911-1983	C
9	Queimadas	10 58S	39 38W	1911-1983	C
10	Salvador	12 59S	38 31W	1911-1983	M
11	Rio das Contas	13 34S	41 49W	1911-1983	C
12	Caetité	14 04S	42 28W	1911-1983	C
13	Palmas de Monte Alto	14 16S	43 10W	1911-1983	C
14	Januária	15 29S	44 22W	1912-1984	C-A
15	Carolina	07 20S	47 28W	1913-1983	M
16	Conceição do Araguaia	08 15S	49 17W	1948-1983	M-A
17	Porto Nacional	10 42S	48 25W	1949-1983	M
18	Belém	01 27S	48 29W	1945-1983	M
19	Uaupés	00 08S	67 05W	1931-1983	M
20	Manaus	03 07S	60 01W	1910-1983	M
21	Benjamin Constant	04 22S	70 02W	1951-1983	M
22	Porto Velho	08 46S	63 54W	1951-1983	M
23	Cuiabá	15 36S	56 06W	1901-1983	M
24	Corumbá	19 01S	57 40W	1931-1983	M
25	Juiz de Fora	21 16S	43 21W	1910-1983	M
26	Rio de Janeiro	22 54S	43 10W	1851-1983	M
27	São Paulo	23 30S	46 37W	1887-1983	M
28	Iguape	24 43S	47 33W	1885-1983	M
29	Curitiba	25 26S	49 14W	1885-1983	M

VENEZUELA

30	Maracaibo	10 34N	71 44W	1951-1983	M
31	Maracay	10 15N	67 39W	1951-1983	M
32	Merida	08 36N	71 11W	1951-1984	M
33	San Fernando	07 54N	67 25W	1951-1984	M
34	Santa Helena	04 36N	61 07W	1941-1984	M

GUIANA FRANCESA

35	Cayenne	04 50N	52 22W	1951-1984	M
----	---------	--------	--------	-----------	---

COLOMBIA

36	Bogotá	04 42N	74 08W	1866-1984	C-M
37	Turbo	08 06N	76 43W	1970-1983	M
38	Buenaventura	03 53N	77 04W	1969-1984	M
39	Bucaramanga	07 08N	73 11W	1969-1984	M
40	Medellin	06 13N	75 36W	1969-1984	M
41	Ipiates	05 50N	77 40W	1971-1984	M
42	Cali	03 24N	76 24W	1969-1984	M

EQUADOR

43	Quito	00 09S	78 29W	1891-1984	C
44	Guayaquil	02 09S	79 53W	1915-1984	C-M
45	Isabel María	01 48S	79 32W	1930-1983	C
46	Loja Laagelia	04 02S	79 12W	1930-1983	C-M
47	Portoviejo	01 02S	80 26W	1931-1984	C-M
48	Ambato	01 15S	78 37W	1904-1983	C

PERU

49	Talara	04 34S	81 15W	1961-1984	M
50	Chiclayo	06 47S	79 50W	1961-1984	M
51	Trujillo	08 06S	79 02W	1961-1984	M
52	Chimbota	09 10S	78 31W	1964-1984	M
53	Piura	05 11S	80 36W	1961-1984	M
54	Huanuco	09 54S	75 25W	1962-1984	M
55	Pucallpa	08 23S	74 32W	1950-1984	C
56	Tarapoto	06 31S	76 23W	1951-1984	C
57	Yurimaguas	05 52S	76 07W	1950-1984	C
58	Iquitos	03 45S	73 15W	1948-1984	C
59	Chachapoyas	06 14S	77 49W	1959-1984	C
60	Cajamarca	07 08S	78 29W	1958-1984	C
61	Tingo Maria	09 19S	75 57W	1951-1984	M
62	Huayo	12 02S	75 19W	1951-1983	C
63	Humanga	13 09S	74 13W	1964-1984	M
64	Pisco	13 45S	76 17W	1961-1984	M
65	San Juan	15 23S	75 10W	1961-1984	M
66	Cusco	13 32S	71 58W	1945-1984	M
67	Juliaca	14 30S	70 09W	1962-1984	M
68	Puno	15 52S	70 00W	1964-1984	C
69	Arequipa	16 21S	71 34W	1943-1983	C
70	Taca	18 04S	70 18W	1961-1984	M

BOLÍVIA

71	Cobija	11 04S	68 44W	1943-1983	C
72	Riberaita	11 00S	66 05W	1943-1983	C
73	San Joaquim	13 03S	64 49W	1943-1983	C
74	Sant'Ana	13 43S	65 35W	1943-1983	C
75	Rurrenabaque	14 28S	67 35W	1946-1983	C
76	Trinidad	14 45S	64 48W	1943-1983	C
77	El Alto	16 30S	68 11W	1943-1983	C
78	San Ignacio de Velasco	10 22S	60 57W	1943-1983	C
79	Concepcion	16 15S	62 03W	1943-1983	C
80	Cochabamba	17 23S	66 10W	1943-1983	C
81	Oruro	17 58S	67 07W	1943-1983	C
82	Santa Cruz	17 47S	63 10W	1943-1983	C
83	Robore	18 19S	59 45W	1943-1983	C
84	Sucre	19 03S	65 10W	1946-1983	C
85	Yacuiba	22 01S	63 43W	1945-1983	C

PARAGUAI

86	Mariscal Estigarriba	22 02S	60 38W	1941-1984	C
87	Puerto Casado	22 02S	57 55W	1927-1984	C
88	Concepcion	23 27S	57 16W	1937-1984	C
89	Asuncion	25 21S	57 30W	1881-1984	C
90	Villarrica	24 45S	56 28W	1929-1984	C
91	Puerto Pres. Franco	25 32S	54 36W	1957-1984	C
92	Pilar	26 52S	58 23W	1939-1984	C
93	Encarnacion	27 20S	55 50W	1938-1984	C

ARGENTINA

94	La Quiaca	22 06S	65 36W	1903-1984	M
95	Rivadavia	24 10S	62 54W	1951-1984	M
96	Salta Aereo	24 15S	65 29W	1901-1984	M

CHILE

97	Santiago	33 26S	70 50W	1867-1984	M
----	----------	--------	--------	-----------	---

APÊNDICE C

Localização das estações pluviométricas auxiliares.

BRASIL

Boa Vista	02 49N	60 39W	Goiânia	16 41S	49 16W
Caruaru	04 57S	66 54W	Brasília	15 47S	47 56W
Laureta	00 36N	69 12W	Catalão	18 11S	47 57W
Barcelos	00 59S	62 55W	Diamantino	14 24S	56 27W
Fonte Boa	02 32S	66 10W	Cáceres	16 03S	57 41W
Coari	04 05S	63 08W	Coxim	18 30S	54 46W
Tefé	03 22S	64 41W	Campo Grande	20 27S	54 37W
Cruzeiro do Sul	07 38S	72 40W	Ponta Porã	22 32S	55 44W
Eirunepê	06 40S	69 52W	Ceará Mirim	06 39S	35 25W
Rio Branco	09 58S	67 49W	Natal	07 01S	37 16W
Manicoré	05 49S	61 18W	João Pessoa	07 06S	34 52W
Codajás	03 50S	62 05W	Campina Grande	07 13S	35 53W
Parintins	02 38S	56 44W	Macaíó	09 40S	35 42W
Óbidos	01 55S	55 33W	Garanhuns	08 53S	36 13W
Macapá	00 02S	50 03W	Aracajú	10 55S	37 03W
Porto de Móz	01 44S	52 14W	Itabaianinha	11 17S	37 49W
Altamira	03 12S	52 12W	Irecê	11 18S	41 52W
Itaituba	04 16S	55 35W	Jacobina	11 11S	40 28W
Soure	00 43S	48 33W	Ibipetuba	11 01S	44 31W
Tracateua	01 05S	47 10W	Barreiras	12 09S	45 00W
Turialvo	01 43S	45 24W	Lencóis	12 34S	41 23W
São Luís	02 32S	44 17W	Itaberaba	12 33S	40 26W
Imperatriz	05 32S	47 30W	Jaguaguara	12 22S	39 59W
Barra do Corda	05 30S	45 16W	Ilhéus	14 47S	39 03W
Teresina	05 05S	42 49W	Bom Jesus da Lapa	13 16S	43 25W
Florianópolis	06 46S	43 02W	Vitória da Conquista	14 57S	40 53W
Picos	07 04S	41 29W	Caravelas	17 44S	39 15W
Sobral	03 42S	40 21W	Monte Claro	16 43S	43 52W
Tauá	06 00S	40 25W	Paracatú	17 13S	46 52W
Barbalha	07 19S	39 18W	João Pinheiro	17 42S	46 10W
São Gonçalo	06 47S	38 13W	Itamarandiba	17 51S	42 51W
Patos	07 01S	37 16W	Governador Valadares	18 51S	41 56W
Maceu	05 07S	36 38W	Patos de Minas	18 36S	46 31W
Votuporanga	20 25S	49 59W	Conceição do Mato Dentro	19 02S	43 26W
Catanduva	21 08S	48 58W	Linhares	19 24S	40 04W
São Carlos do Pinhal	22 01S	47 54W	Araxá	19 14S	46 54W
Campos do Jordão	22 44S	45 35W	Bambuí	20 00S	46 59W
Presidente Prudente	22 07S	51 23W	Belo Horizonte	19 46S	43 56W
Jacarezinho	23 09S	49 58W	Caratinga	19 48S	42 09W
Bauru	22 19S	49 04W	Lavras	21 14S	45 00W
Londrina	23 19S	51 19W	Caxambú	21 59S	44 56W
Maringá	23 25S	51 57W	Macaé	22 21S	41 48W
Campo Mourão	24 03S	52 22W	Campos	21 46S	41 20W
Ivaí	24 24S	50 50W	Três Lagoas	20 75S	51 42W
Itapeva	23 57S	48 53W			
Castro	24 47S	50 00W	VENEZUELA		
Iraí	27 12S	53 14W	San Antonio	07 51N	72 27W
Campos Novos	27 24S	51 12W	Puerto Ayacucho	05 40N	67 35W
Lages	27 48S	50 19W	Barcelona	10 07N	64 41W
Florianópolis	27 36S	48 38W	Ciudad Bolívar	06 09N	63 33W
Cruz Alta	28 38S	53 37W			
Passo Fundo	28 15S	52 24W	COLOMBIA		
Alegrete	29 46S	55 47W	Santa Maria	11 07N	74 14W
Uruguaiana	29 45S	57 05W	Cartagena	10 27N	75 31W
Santa Maria	29 42S	53 42W	Barrancaberme	07 01N	73 48W
Bagé	31 20S	54 06W	Tumaco	01 38N	78 46W
Santana do Livramento	30 53S	55 31W			
Paranã	12 33S	47 51W	EQUADOR		
Taguatinga	12 34S	46 26W	Nuevo Rocafuerte	00 55S	75 24W
Goiás	15 55S	50 08W			

PERU			Concordia Aero	31 18S	58 01W
			Buenos Aires	34 35S	58 29W
Lima	12 00S	77 07W	Mendoza Observatório	32 50S	68 51W
BOLÍVIA			San Rafael Aero	34 35S	68 24W
			San Luis Aero	33 16S	66 21W
			Villa Reynolds Aero	33 44S	65 23W
Tarija	21 32S	64 47W	Laboulaye	34 08S	63 24W
Camiri	20 06S	63 33W	Rio Cuarto Aero	33 05S	64 16W
CHILE			Junin Aero	34 33S	60 57W
			Ezeiza Aero	34 49S	58 32W
			Dolores Aero	36 21S	57 44W
Antofagasta	23 28S	70 26W	Pehuayo Aero	36 21S	57 44W
La Serena	29 54S	71 16W	Azul Aero	36 44S	59 50W
Punta Angeles	33 01S	71 39W	Santa Rosa Aero	36 34S	64 16W
Valdivia	39 37S	73 04W	Pigue Aero	37 37S	62 25W
Puerto Montt	41 26S	73 07W	Mar de Plata Aero	37 56S	57 35W
Isla Guafa	43 34S	74 44W	Três Arroyos Aero	38 20S	60 15W
ARGENTINA			Bahia Blanca Aero	38 44S	62 11W
			Neuquem Aero	38 57S	68 08W
Jujuy Aero	24 23S	65 05W	Viedma Aero	40 51S	63 01W
Las Lomitas	24 42S	60 35W	Maquinchao	41 15S	68 44W
Pres. Roque Saenz Pena	26 09S	60 27W	Trelew Aero	43 14S	65 19W
Resistencia Aero	27 27S	59 03W	Bariloche Aero	41 09S	71 10W
Santiago del Estero Aero	26 46S	64 18W	Esquel Aero	42 58S	71 09W
Catamarca Aero	28 36S	65 46W	Paso de Indios	43 49S	68 53W
La Rioja Aero	29 23S	66 49W	URUGUAI		
Reconquista Aero	29 11S	59 40W			
Paso de los Libres	29 41S	57 09W	Salto	31 23S	57 58W
Ceres	29 53S	61 57W	Mercedes	33 15S	58 04W
Jachal	30 15S	68 45W	Paso de los Toros	32 46S	56 32W
Chepes	31 20S	66 36W	Meio	32 25S	54 20W
San Juan	31 34S	68 25W	Trienta y Tres	33 11S	54 21W
Cordoba Aero	31 19S	64 13W	Colonia	34 28S	57 51W
Pilar Observatório	31 40S	63 53W	Punta del Este	34 58S	54 57W
Paraná Aero	31 47S	69 29W			