

Imprimir

Fechar

## Referência Completa

**Tipo da Referência** Conference Proceedings

**Repositório** sid.inpe.br/iris@1905/2005/07.27.15.40.54

**Metadados** sid.inpe.br/iris@1905/2005/07.27.15.41

**Site** mtc-m05.sid.inpe.br


**Rótulo** 2301

**Chave Secundária** INPE-2543-PRE/204

**Chave de Citação** Kagano:1982:ReTeAg

**Autor** Kagano, Mary Toshie

**Grupo** CPT-INPE-BR

**Título** Relacoes entre temperatura da agua do mar e divergencia ao nivel do mar no atlantico tropical e precipitacao nas regioes Amazonica e Nordeste do Brasil 

**Nome do Evento** Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2.

**Ano** 1982

**Título do Livro** Anais

**Data** 18-22 out. 1982

**Localização do Evento** Pelotas, RS

**Palavras-Chave** METEOROLOGIA.

**Resumo** A precipitacao no periodo chuvoso em algumas estacoes no Nordeste do Brasil (Fortaleza e Quixeramobim)e Amazonia (Manaus, Belem e Taperinha; Conceicao do Araguaia e Alto Tapajos)e os desvios normalizados da precipitacao anual media de 48 estacoes da area do Caribe sao correlacionadas com as anomalias de temperatura da superficie do mar e de divergencia do vento ao nivel do mar no Atlantico Tropical. Considerando as estacoes brasileiras ocorrem correlacoes positivas no Atlantico Sul e negativos no Atlantico Norte. Para os dados da area do Caribe essas configuracoes sao aproximadamente opostas. Para todos os grupos de estacoes, ocorrem areas de convergencia e de divergencia, correspondendo as regioes anormalmente quentes e frias, respectivamente. A ocorrencia de secas no Nordeste do Brasil esta associada com a existencia simultanea de divergencia ao nivel do mar e aguas anormalmente frias no Atlantico Sul e convergencia e aguas anormalmente quentes no Atlantico Norte. As configuracoes para os anos chuvosos sao invertidas. Isso concorda com a ideia de que existe uma circulacao termica direta anomala meridional sobre o Atlantico Tropical proposta por Moura Shukla (1980)para explicar o mecanismo dinamico associado com precipitacoes anormais no Nordeste do Brasil.

**Páginas** 309-320

**Organização** UFPeI UFRJ SBMet INEMET CNPq CAPES FINEP Min.Agr

**Idioma** Pt


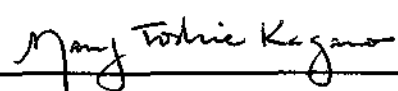

**Tipo Secundário** PRE CN

**Tipo Terciário** v.3

**Area** MET

**Projeto** MET.Basica

**Última Atualização dos Metadados** 2015:03.04.13.37.54 sid.inpe.br/bibdigital@80/2006/04.07.15.50 administrator

1. Publicação nº <i>INPE-2543-PRE/204</i>	2. Versão	3. Data <i>Set., 1982</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DME/DPM</i>	Programa <i>MET. BÁSICA</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>ANOMALIA DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR DIVERGÊNCIA DO VENTO PRECIPITAÇÃO NO NORDESTE E AMAZÔNIA</i>			
7. C.D.U.: <i>551.509.324:551.463.6(811/812/814)</i>			
8. Título <i>INPE-2543-PRE/204</i>  <i>RELAÇÕES ENTRE TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR E DIVERGÊNCIA AO NÍVEL DO MAR NO ATLÂNTICO TROPICAL E PRECIPITAÇÃO NAS REGIÕES AMAZÔNICA E NORDESTE DO BRASIL</i>		10. Páginas: <i>52</i>	
		11. Última página: <i>B.5</i>	
		12. Revisada por	
9. Autoria <i>Mary Toshie Kagano</i>		 <i>Antonio Divino Moura</i>	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
14. Resumo/Notas  <i>A precipitação no período chuvoso de algumas estações no Nordeste do Brasil (Fortaleza e Quixeramobim) e Amazônia (Manaus, Belém, Taparica, Conceição do Araguaia e Alto Tapajós) e os desvios normalizados da precipitação anual média de 48 estações da área do Caribe são correlacionadas com as anomalias de temperatura da superfície do mar e de divergência do vento ao nível do mar no Atlântico Tropical. Considerando as estações brasileiras, ocorrem correlações positivas no Atlântico Sul e negativas no Atlântico Norte. Para os dados da área do Caribe essas configurações são aproximadamente opostas. Para todos os grupos de estações ocorrem áreas de convergência e de divergência, correspondendo às regiões anormalmente quentes e frias, respectivamente. A ocorrência de secas no Nordeste do Brasil está associada com a existência simultânea de divergência ao nível do mar e águas anormalmente frias no Atlântico Sul, e convergência e águas anormalmente quentes no Atlântico Norte. As configurações para os anos chuvosos são invertidas. Isto concorda com a idéia de que existe uma circulação térmica direta anômala meridional sobre o Atlântico Tropical, proposta por Moura e Shukla para explicar o mecanismo dinâmico associado com precipitações anômalas no Nordeste do Brasil.</i>			
15. Observações <i>Trabalho a ser apresentado no II Congresso Brasileiro de Meteorologia em Pelotas de 18 a 22 de outubro de 1982.</i>			

### AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao Dr. Antonio Divino Moura pela sugestão dessa pesquisa e revisão do texto, e a Sra. Sueli I. Rosa Ferreira pelo trabalho de datilografia.

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Convênio nº B/54/81/042/00/00 - FINEP-CNPq.



### ABSTRACT

*The precipitation series at some stations for the rainy season over Northeast Brazil (Fortaleza and Quixeramobim) and Amazon Region (Manaus, Belém, Taperinha, Conceição do Araguaia and Alto Tapajós) and 48 stations average of normalized departure of annual precipitation in the Caribbean area are correlated with sea surface temperature and sea level wind divergence over tropical Atlantic. The correlation for the Brazilian stations shows negative values over the North Atlantic and positive values over the South Atlantic. For the Caribbean area this pattern is approximately reversed. It is found for all station groups convergence and divergence areas associated with anomalously warm and cold regions, respectively. The occurrence of droughts over Northeast Brazil is associated with the simultaneous existence of divergence and colder water over South Atlantic and convergence and warmer water over North Atlantic. Wet year patterns are reversed. This suggests the appearance of an anomalous direct thermal meridional cell over tropical Atlantic, as suggested by Moura and Shukla to explain the dynamic mechanism associated with Northeast Brazil anomalous rainfall regimes.*



## SUMÁRIO

	<u>Pag.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u> .....	1
<u>CAPÍTULO 2 - DADOS E PROCESSAMENTO</u> .....	5
<u>CAPÍTULO 3 - RESULTADOS</u> .....	7
3.1 - Interligações entre anomalias de TSM e precipitação ...	7
3.2 - Interligações entre anomalias de DSM e precipitação ...	15
<u>CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES</u> .....	23
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	25
APÊNDICE A - MAPAS COMPLEMENTARES DE CORRELAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO E TSM	
APÊNDICE B - MAPAS COMPLEMENTARES DE CORRELAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO E DSM	





LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
3.1 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Fortaleza e Quixeramobim com anomalias de TSM em março .....	08
3.2 - Idem à Figura 3.1, exceto para Manaus, Belém e Taperinha com anomalias de TSM em janeiro .....	11
3.3 - Idem à Figura 3.1, exceto para Conceição do Araguaia e Alto Tapajós com anomalias de TSM em dezembro .....	12
3.4 - Séries dos desvios da média normalizada da precipitação do período chuvoso combinada de FQ, MBT e CAAT ..	13
3.5 - Mapa de correlação da precipitação anual média de 48 estações da área do Caribe com anomalias de TSM em março .....	14
3.6 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Fortaleza e Quixeramobim com anomalia de divergência do vento ao nível do mar (DSM) em março..	16
3.7 - Idem à Figura 3.6, exceto para Manaus, Belém e Taperinha com a anomalia de DSM em janeiro .....	18
3.8 - Idem à Figura 3.6, exceto para Conceição do Araguaia e Alto Tapajós com anomalias de DSM em dezembro .....	19
3.9 - Mapa de correlação da precipitação anual média de 48 estações da área do Caribe com anomalias de DSM em março .....	20
3.10 - Séries das anomalias de DSM em março, média espacial sobre as áreas indicadas no Atlântico Norte (Divergence North) e Atlântico Sul (Divergence South). Série diferença das séries "Divergence North" e "Divergence South". Série dos desvios normalizados da precipitação combinada de FQ para o período chuvoso .....	21
A.1 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Fortaleza e Quixeramobim com anomalia de TSM em dezembro .....	A.2
A.2 - Idem à Figura A.1, exceto para janeiro .....	A.3
A.3 - Idem à Figura A.1, exceto para fevereiro .....	A.4
A.4 - Idem à Figura A.1, exceto para abril .....	A.5
A.5 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Manaus, Belém e Taperinha com anomalias de TSM em novembro .....	A.6
A.6 - Idem à Figura A.5, exceto para dezembro .....	A.7
A.7 - Idem à Figura A.5, exceto para fevereiro .....	A.8

	<u>Pág.</u>
A.8 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Conceição do Araguaia e Alto Tapajós com anomalias de TSM em outubro .....	A.9
A.9 - Idem à Figura A.8, exceto para novembro .....	A.10
A.10 - Idem à Figura A.8, exceto para janeiro .....	A.11
B.1 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Fortaleza e Quixeramobim com anomalias de DSM em dezembro .....	B.2
B.2 - Idem à Figura B.1, exceto para janeiro .....	B.3
B.3 - Idem à Figura B.1, exceto para fevereiro .....	B.4
B.4 - Idem à Figura B.1, exceto para abril .....	B.5

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

O estudo dos climas anômalos tropicais tem despertado o interesse de muitos estudiosos não só pelas consequências, muitas vezes drásticas, que tais climas acarretam aos seres vivos que sob suas influências têm de sobreviver, como também pela busca de um melhor entendimento dos fenômenos e suas previsões.

Um de tais climas reconhecidamente de natureza desafiante é o do Nordeste do Brasil, que apresenta uma pluviosidade média anual muito inferior à pluviosidade equatorial média (Kousky and Chu, 1978; Ratisbona, 1976). Além disso, tem-se observado grande variabilidade interanual da precipitação no Nordeste, em alguns anos com reduzida quantidade de chuva e outros com excesso. No entanto, são os anos secos que mais duramente tem atingido a região. Assim, prever tais anos e entender o mecanismo dinâmico que governa esse clima anômalo constitui um dos grandes problemas da meteorologia tropical.

As grandes secas, de acordo com Sampaio Ferraz (1950), são as intensas, persistentes, e estendem-se sobre todo o polígono semi-árido. Elas caracterizam-se pela ausência continuada de precipitação no período chuvoso (Namias, 1972).

A reduzida precipitação (anomalia negativa de precipitação), caso persista por meses durante o período chuvoso, sugere que tais anos estão associados com configurações meteorológicas anômalas duradouras (Namias, 1972). É aparente que tais configurações meteorológicas anômalas persistentes estejam relacionadas com os parâmetros que variam lentamente, como é o caso da temperatura da superfície do mar (TSM).

Assim, a variabilidade da precipitação no Nordeste, associada com anomalias de TSM na área do Atlântico Tropical, tem recebido uma considerável atenção (Markham and McLain, 1977; Hastenrath and Heller, 1977; Hastenrath, 1978; Moura and Shukla, 1981).

Markham e Maclain (1977) verificaram que os anos secos e chuvosos estão associados com anomalias de TSM no Atlântico Tropical Sul, negativas e positivas, respectivamente. Eles propuseram, para explicar essa correlação, um mecanismo, no qual a água anormalmente fria estabelece movimento descendente, ventos mais fracos e desintensificação de convecção sobre o Atlântico, ocasionando, assim, uma redução na espessura da camada úmida sobre o Nordeste. E, por outro lado, águas anormalmente quentes implicam movimento ascendente, ventos mais fortes e intensificação da convecção, aumentando a espessura da camada úmida. Além disso, eles sugerem que a zona de convergência intertropical tenderia a posicionar-se preferencialmente sobre as águas mais quentes do que frias.

Hastenrath e Heller (1977) mostraram que secas severas no Nordeste estão associadas com a expansão, na direção equatorial, do sistema de Alta pressão do Atlântico Sul e simultânea retração (na direção polar) da Alta do Atlântico Norte e, também, com o fortalecimento dos alísios de sudeste e enfraquecimento dos alísios de nordeste. Além disso, eles mostraram que nos anos chuvosos ocorrem, simultaneamente, águas anormalmente quentes no Atlântico Norte e frias no Atlântico Sul. Nos anos chuvosos eles encontraram configurações aproximadamente inversas daquelas para os anos secos.

Esses resultados observacionais formaram a base de um recente estudo sobre a dinâmica das secas no Nordeste do Brasil, conduzido por Moura e Shukla (1981). Eles propuseram um mecanismo dinâmico que é o estabelecimento de uma circulação meridional termicamente direta com o ramo ascendente no Atlântico Norte e o descendente no Atlântico Sul, tendo em vista a ocorrência simultânea de águas anormalmente quentes e frias no Atlântico Norte e Sul, respectivamente. Eles propõem que essa configuração anômala de TSM implica movimento as

cedente e convergência nos baixos níveis ao norte, e movimento descendente e divergência nos baixos níveis ao sul do equador.

O presente trabalho mostra algumas evidências observacionais que parecem confirmar o mecanismo proposto por Moura e Shukla (1981) para explicar a seca nordestina.

Paralelamente, investigou-se o comportamento da distribuição na área adjacente ao Nordeste, correlacionando-se a precipitação em algumas estações selecionadas na área Amazônica, Nordeste do Brasil e Caribe, com a TSM e a divergência do vento ao nível do mar (DSM) no Atlântico Tropical.



## CAPÍTULO 2

### DADOS E PROCESSAMENTO

Os dados de precipitação mensal nas estações brasileiras usados neste estudo foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INEMET) para o período de 1948 a 1972. As estações usadas são: Fortaleza (3<sup>o</sup>46'S; 30<sup>o</sup>31'W), Quixeramobim (05<sup>o</sup> 12'S; 39<sup>o</sup>18'W), Manaus (03<sup>o</sup>08'S; 60<sup>o</sup>01'W), Belém (01<sup>o</sup>28'S; 48<sup>o</sup>27'W), Taperinha (02<sup>o</sup>25'S; 54<sup>o</sup> 42'W), Conceição do Araguaia (08<sup>o</sup>15'S; 49<sup>o</sup>12'W) e Alto Tapajós (07<sup>o</sup> 20'S; 57<sup>o</sup>30'W). Além dessas estações, utilizaram-se os desvios normalizados da precipitação anual, média de 48 estações da área da América Central - Caribe, extraídos de Hastenrath (1976).

De acordo com Markham e McLain (1977), usando-se os dados simultâneos de precipitação combinados para estações próximas suaviza-se as variações da precipitação devidas a efeitos locais, ressaltando-se as influências de grande escala sobre tais estações. Assim, as estações do Brasil são agrupadas de acordo com a proximidade e mesmos períodos chuvosos, obtendo-se 3 grupos: Fortaleza e Quixeramobim (FQ); Manaus, Belém e Taperinha (MBT); Conceição do Araguaia e Alto Tapajós (CAAT).

Os períodos chuvosos desses 3 grupos com o pico de precipitação centrado no período, são escolhidos com base em trabalhos anteriores, que estabelecem o regime de chuvas no Brasil (veja por exemplo Ratisbona, 1976). Assim, tem-se os seguintes períodos chuvosos: de março a maio para FQ, de janeiro a maio para MBT, e de dezembro a abril para CAAT.

As séries da média normalizada da precipitação do período chuvoso  $[P_c(j)]$  são construídas do seguinte modo:

$$S(j,1) = \frac{1}{(m-n)+1} \sum_{i=n}^m p(i)$$

$$P_c(j) = \frac{1}{l} \sum_{l=1}^L \frac{S(j,l)}{\sigma_l}$$

$$j = 1, \dots, J$$

onde:

P - refere-se à precipitação mensal;

j - refere-se ao ano; j=1 é 1948; j=J é 1972;

l - refere-se à estação; l=L representa o número de estações de um grupo;

$\sigma_l$  - é o desvio padrão da série S(j,l) para a estação l;

i - refere-se ao mês; i=n e i=m é o mês inicial e final do período chuvoso, respectivamente.

Os dados de TSM e vento ao nível do mar (valores médios nos quadrados de  $10^0$  de latitude e longitude) utilizados são os do período de 1948 a 1972 sobre o Atlântico Tropical organizados por Bunker (1976). A divergência foi calculada nos pontos centrais de cada quadrado de  $10^0$  de latitude - longitude, usando-se diferenças finitas centradas.

As séries (média normalizada) da precipitação,  $P_c(j)$ , construídas como descrito anteriormente, são correlacionadas com as anomalias de TSM e DSM para alguns meses que antecedem os períodos chuvosos e naqueles do início destes períodos, para as estações brasileiras. No caso das estações do Caribe as anomalias de TSM e DSM são tomadas de dezembro a março. Assim, constroem-se mapas de correlação, cujas configurações serão discutidas no capítulo seguinte.



## CAPÍTULO 3

### RESULTADOS

#### 3.1 - INTERLIGAÇÕES ENTRE ANOMALIAS DE TSM E PRECIPITAÇÃO

Moura e Shukla (1981) encontraram um mapa de correlação entre a média normalizada da precipitação do período chuvoso de Fortaleza e Quixeramobim, e anomalias de TSM em março. As correlações encontradas são positivas no Atlântico Sul e negativas no Atlântico Norte. Tal mapa foi obtido novamente e é mostrado na Figura 3.1. Os valores (em módulo) maiores do que 0,33 e 0,39 são significativos nos níveis de confiança de 90% e 95%, respectivamente.

Contudo, outras características interessantes podem ser verificadas na sequência de mapas de correlação de dezembro a abril (Figuras A.1, A.2, A.3, A.4 e 3.1).

Alguns mapas apresentam coeficientes de correlação baixos (menor que 0,4), contudo, foram incluídos para manter a continuidade temporal.

A configuração observada em março existe desde dezembro persistindo até abril, evidenciando que as anomalias de TSM variam lentamente.

Além disso, em todos os meses, o valor mais negativo do coeficiente de correlação (em módulo) observado no Atlântico Norte é sempre menor que o máximo positivo do Atlântico Sul.

É interessante notar que a correlação positiva aumenta mais rapidamente que a negativa (em módulo) até março, quando ambas apresentam os valores máximos, e a extensão espacial da área positiva torna-se máxima.

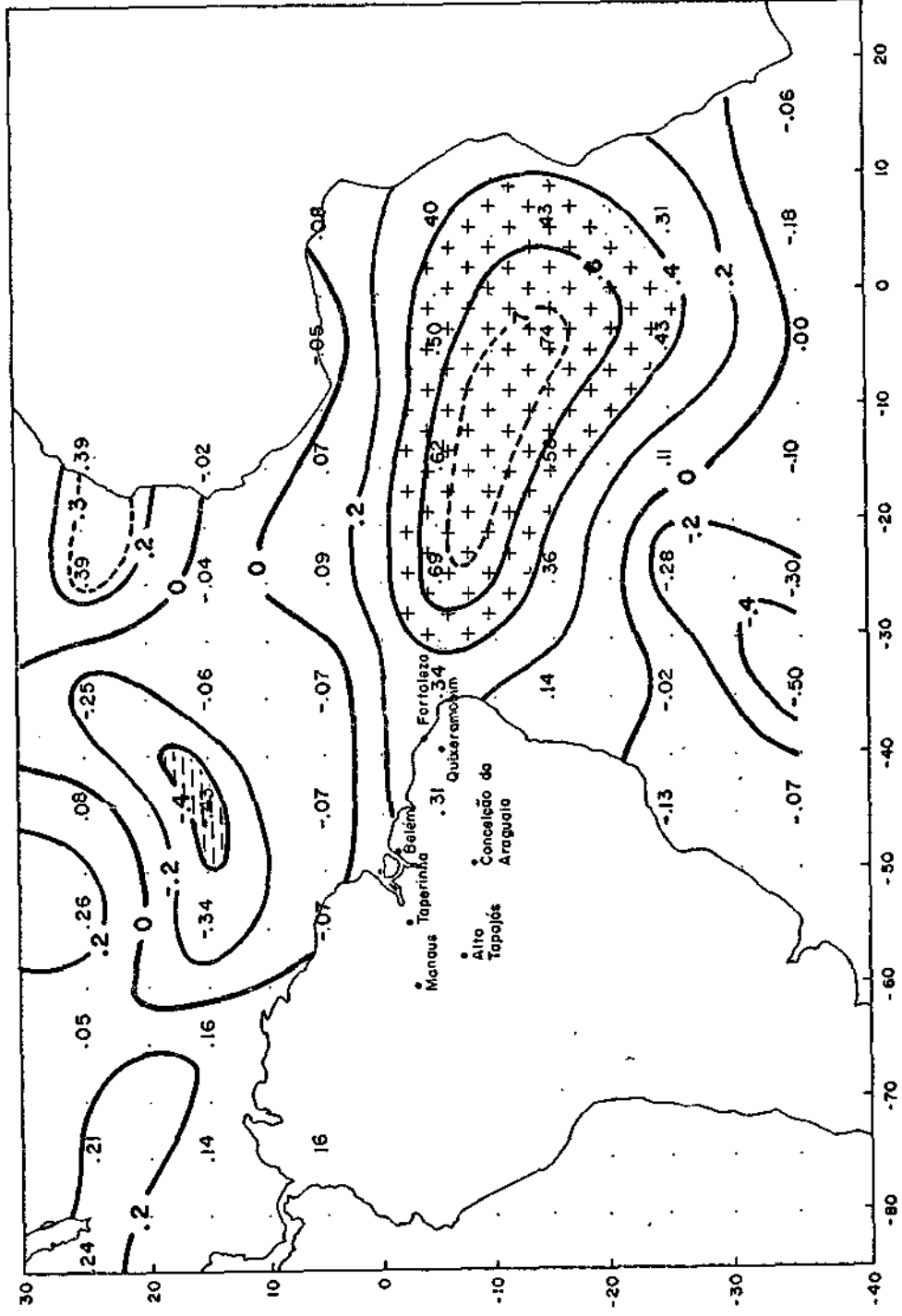


Fig. 3.1 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Fortaleza e Quixeramobim com anomalias de TSM em março.

Nota-se ainda que os centros de máximos negativos têm posição variável de um mês a outro, enquanto as áreas com coeficientes de correlação positiva estão numa posição praticamente constante de dezembro a março.

Markham e McLain (1977), ao correlacionar TSM no Atlântico Sul com precipitação média normalizada de janeiro a março para Fortaleza e Quixeramobim, encontraram um movimento para oeste do centro de correlação máxima. Eles encontraram o máximo coeficiente de correlação em dezembro e não em março. Essas discrepâncias devem estar relacionadas com o período chuvoso escolhido e com a quantidade de dados utilizados.

Discutem-se agora os mapas de correlação da precipitação de MBT (média normalizada do período chuvoso) com a anomalia de TSM (Figura 3.2). As configurações encontradas nesses mapas são muito semelhantes às discutidas anteriormente (FQ).

Esse resultado pode, à primeira vista, parecer surpreendente. No entanto, já se verificou que a pressão de superfície em estações do extremo sul do Brasil se correlacionam positivamente com a pressão de superfície da Amazônia e Nordeste, para o ano chuvoso de 1964 (Kousky and Ferreira, 1981). Eles encontraram valores de coeficiente de correlação na Amazônia razoavelmente maiores que no Nordeste.

O que realmente surpreende nos mapas de correlação da anomalia de TSM e precipitação de MBT é que os valores dos coeficientes de correlação são tão altos quantos aqueles encontrados nos mapas de correlação de FQ.

Assim, como no caso de FQ, na Figura 3.2 (anomalia de TSM em janeiro) nota-se correlação positiva no Atlântico Sul e negativa no Atlântico Norte, com algumas pequenas diferenças. A extensão espacial da área com coeficientes de correlação positivos no caso de MBT é menor que para FQ, e a posição da área negativa para MBT está mais a leste que para FQ. Além disso, o centro de máximo positivo para MBT ni

tidamente desloca-se para oeste com o tempo. (veja as Figuras A.5, A.6 e A.7). Como já mencionado, essa última característica foi observada por Markham e McLain (1977) para FQ.

Portanto, apesar dessas diferenças, é aparente que a precipitação na Região Amazônica (ou pelo menos em alguma parte dela) e no Nordeste do Brasil correlacionam-se no mesmo sentido com a anomalia de TSM. Portanto, é razoável inferir que o clima de ambas as regiões sofrem influências de um mesmo mecanismo de grande escala.

Essa hipótese é reforçada com os resultados do último grupo de estações CAAT (Figuras A.8, A.9 A.10 e 3.3) que também apresentam as mesmas configurações nos mapas de correlação: Atlântico Sul correlação positiva e Atlântico Norte correlação negativa.

É, no entanto, mais elucidativa a Figura 3.4 que mostra as séries dos desvios da precipitação combinada dos três grupos de estações. O coeficiente de correlação entre as séries dos desvios de precipitação combinada de MBT e FQ é de 0,42. Esse valor é razoavelmente alto, de modo que corrobora para a hipótese de que os climas das Regiões Amazônica e Nordeste do Brasil são afetados por um mesmo mecanismo de grande escala.

Em contraste com os três grupos de estações discutidos acima, a correlação dos desvios normalizados da precipitação anual média de 48 estações do Caribe com anomalias de TSM apresenta valores negativos no Atlântico Sul e positivos no Atlântico Norte na área entre  $20^{\circ}\text{W}$  e  $55^{\circ}\text{W}$ , porém negativos na área entre  $60^{\circ}\text{W}$  e  $80^{\circ}\text{W}$  (veja a Figura 3.5). Tais resultados concordam com aqueles de Hastenrath (1976) que encontrou correlações negativas entre a precipitação do período chuvoso da região do Caribe e a do Nordeste do Brasil.

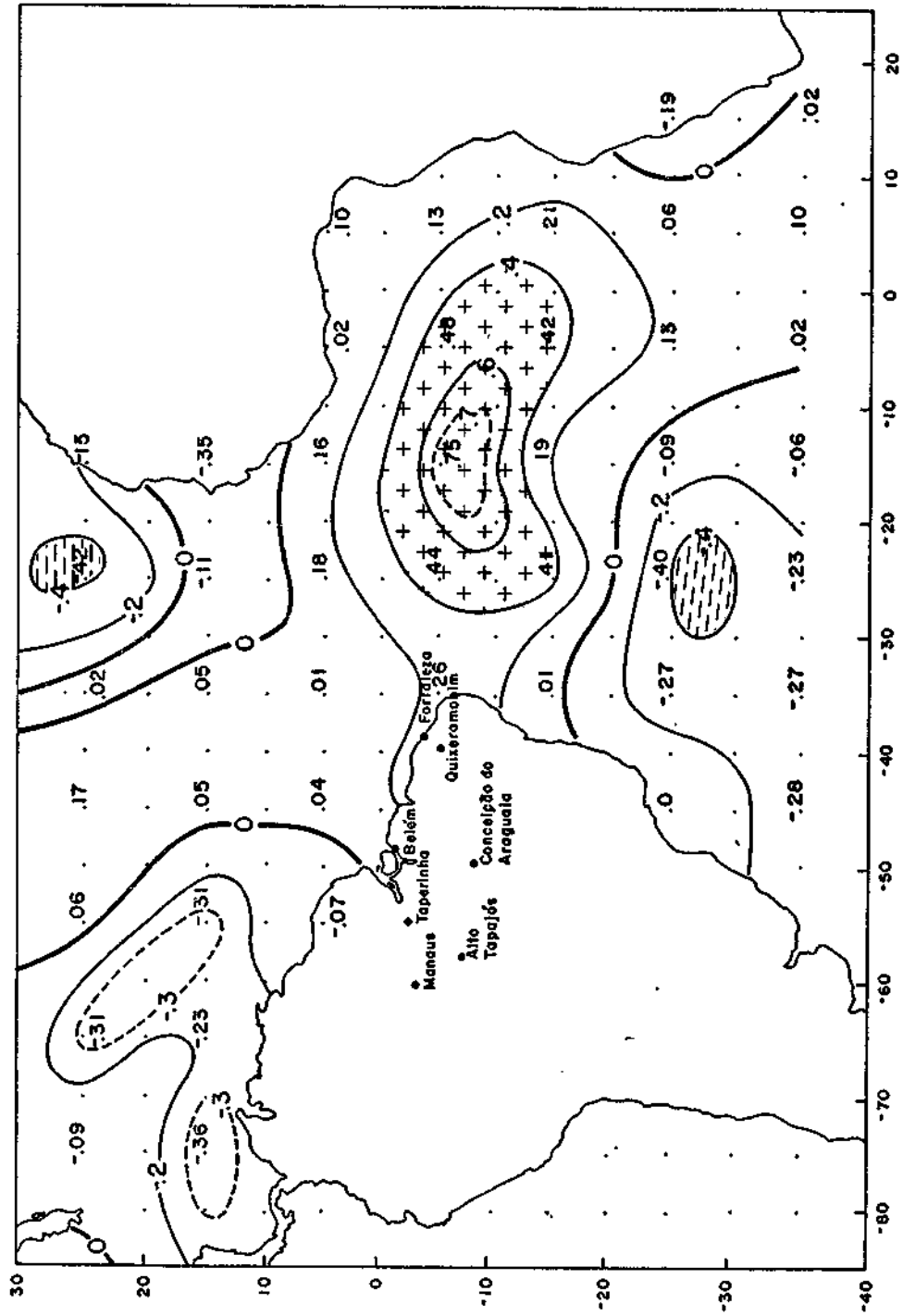


Fig. 3.2 - Idem à Figura 3.1, exceto para Manaus, Belém e Taperinha com anomalias de TSM em janeiro.

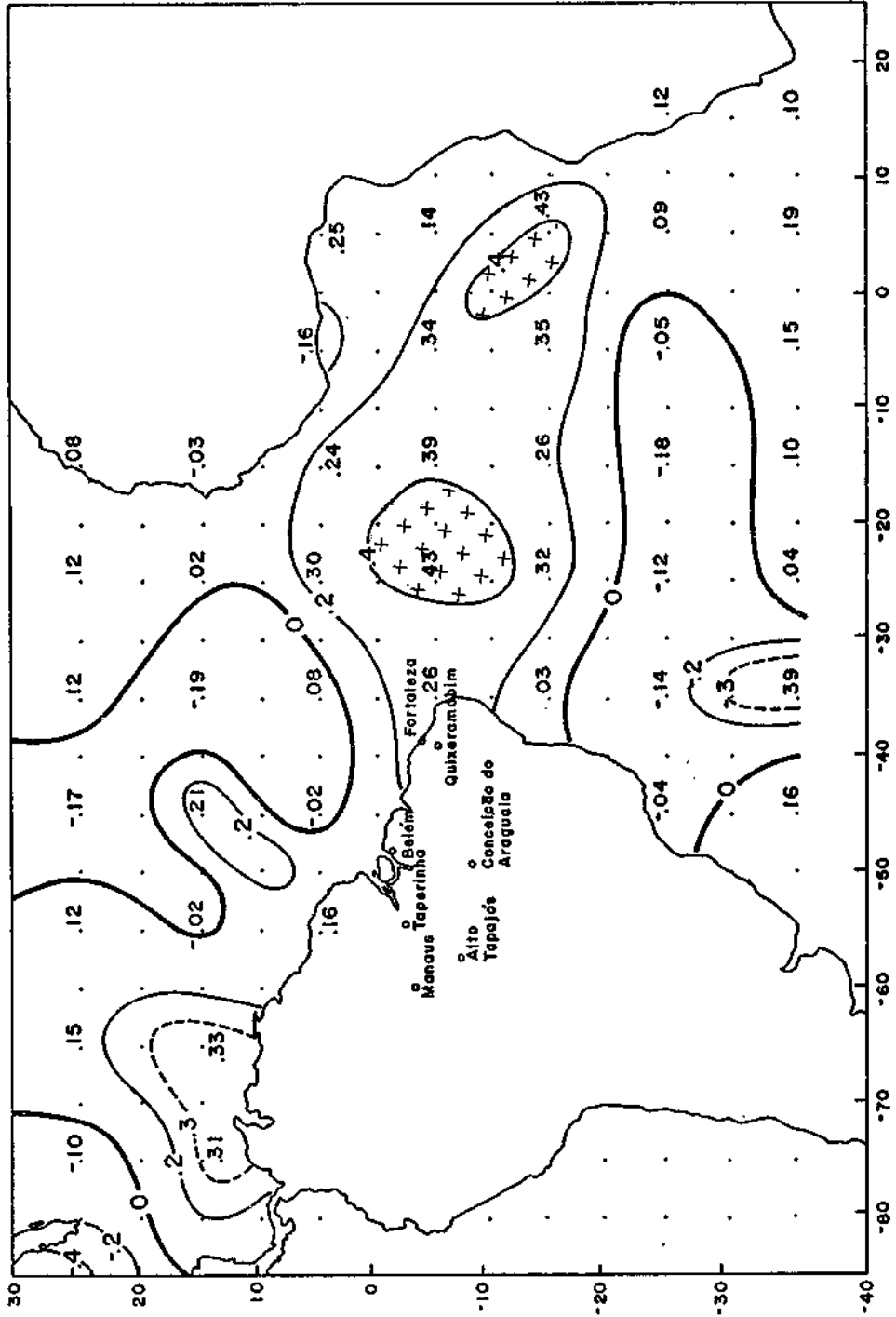


Fig. 3.3 - Idem à Figura 3.1, exceto para Conceição do Araguaia e Alto Tapajós com anomalias de TSM em dezembro.

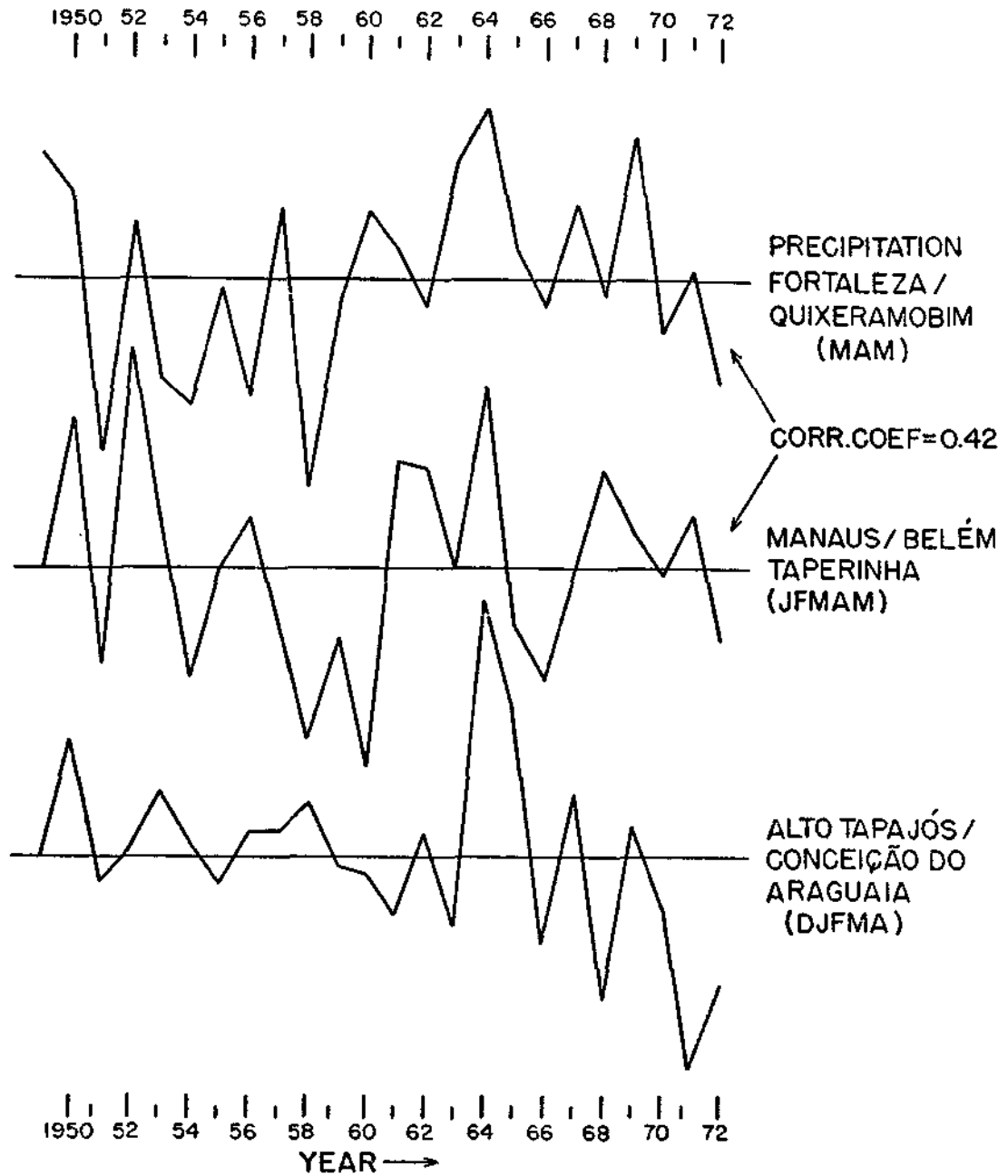


Fig. 3.4 - Séries dos desvios da média normalizada da precipitação do período chuvoso combinada de FQ, MBT e CAAT.

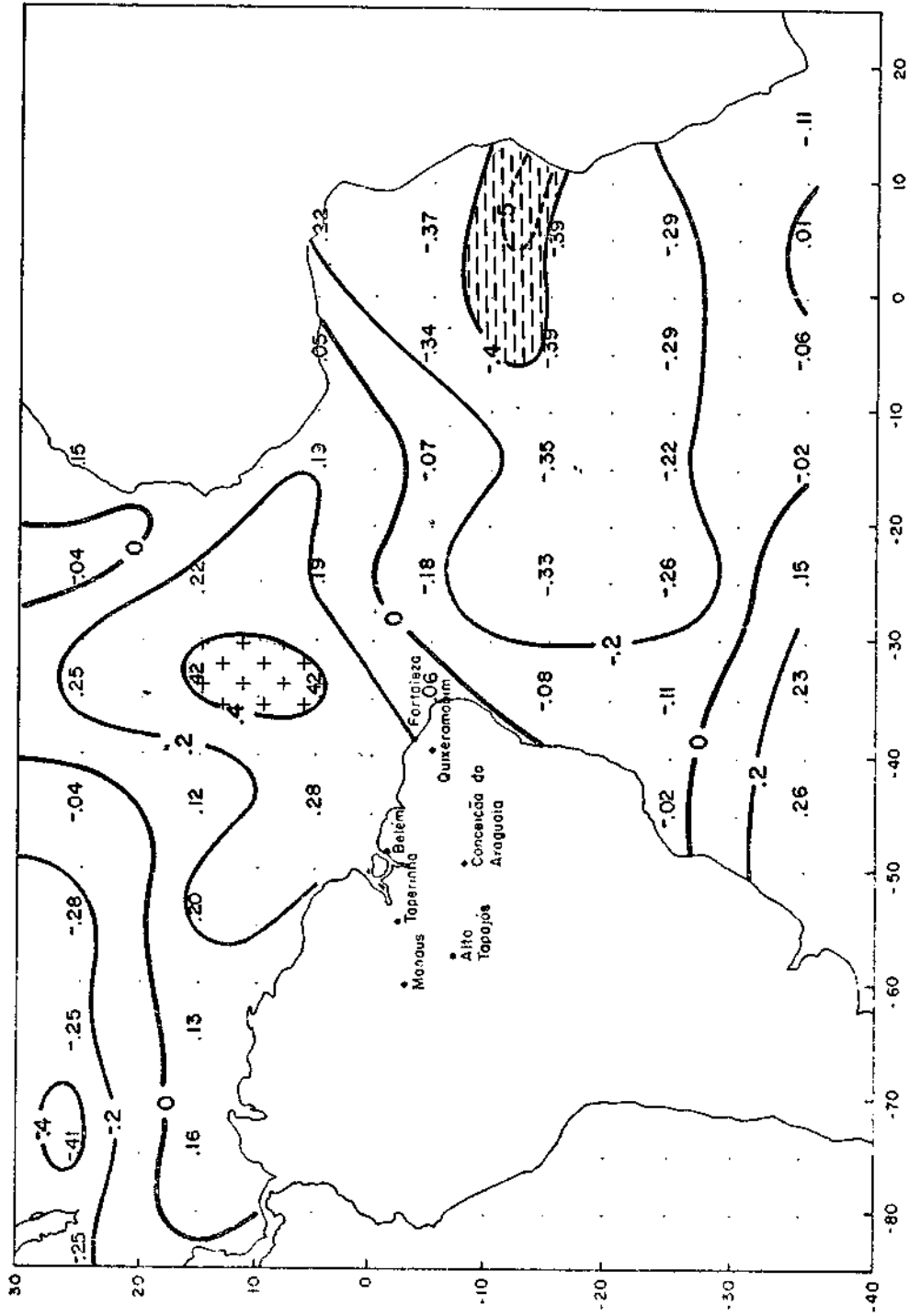


Fig. 3.5 - Mapa de correlação da precipitação anual média de 48 estações da área do Caribe com anomalias de TSM em março.



### 3.2 - INTERLIGAÇÕES ENTRE ANOMALIAS DE DSM E PRECIPITAÇÃO

Pode-se obter um melhor entendimento do mecanismo associado com anomalias de TSM e precipitação na área continental, estudando-se a distribuição das áreas com anomalias de divergência do vento ao nível do mar (DSM).

Para FQ é mostrada na Figura 3.6 o mapa de correlação da média normalizada da precipitação combinada com a anomalia de DSM em março. Os coeficientes de correlação negativos são encontrados no Atlântico Sul e os positivos no Atlântico Norte. Portanto, no período chuvoso de FQ, ocorrem áreas com águas anormalmente quentes (Atlântico Sul) e frias (Atlântico Norte) em correspondência com as áreas de convergência e divergência, respectivamente.

Tais configurações dos mapas de correlação sugerem a existência de uma célula termal direta entre o Atlântico Norte e Sul.

Embora as configurações de anomalias de DSM variem muito mais rapidamente que as de TSM nota-se que essencialmente o padrão verificado em março (Figura 3.6) existe desde dezembro e persiste até abril (veja as Figuras B.1, B.2, B.3 e B.4). Além disso, o valor mais negativo (em módulo) do coeficiente de correlação é sempre menor que o máximo positivo. Portanto, esses fatos reforçam a hipótese de existir um mecanismo dinâmico associado com forçamento térmico sobre o Atlântico tropical, que influi a pluviosidade nas regiões continentais adjacentes.

Apesar das características principais das anomalias de DSM apresentarem boa correspondência com aquelas das anomalias de TSM, notam-se pequenas diferenças nas características secundárias. Não se nota uma intensificação da convergência (Atlântico Sul) de um mês para o seguinte. Além disso, é difícil inferir mudanças nas posições dos centros de convergência e divergência, pois muitas vezes existem centros duplos.

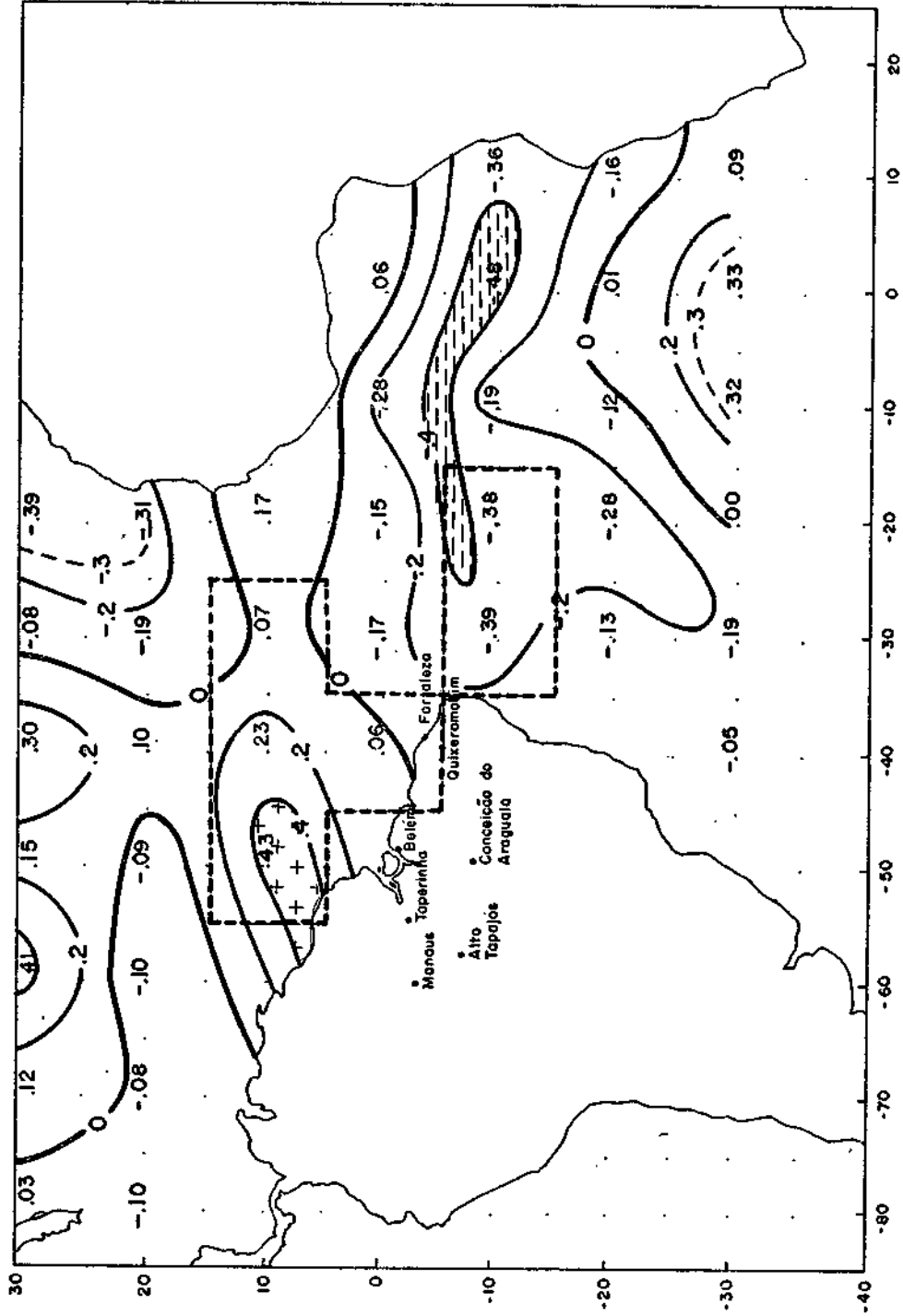


Fig. 3.6 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Fortaleza e Quixeramobim com anomalias de divergência do vento ao nível do mar (DSM) em março.

Novamente, as mesmas configurações dos mapas de correlação de anomalias de DSM e precipitação são observadas para os três grupos de estações brasileiras (FQ, MBT e CAAT) e configuração invertida para os dados do Caribe: para FQ, MBT e CAAT as áreas de anomalias quente e fria correspondem convergência (Atlântico Sul) e divergência (Atlântico Norte), respectivamente, e para o Caribe tem-se divergência no Atlântico Sul e convergência no Atlântico Norte. (veja Figuras 3.6 a 3.9).

Até aqui, discutiram-se as correlações da precipitação dos períodos chuvosos com as anomalias de DSM e TSM, não sendo possível caracterizar o mecanismo predominante nos anos extremamente secos e chuvosos. Assim, para relacionar as áreas de convergência e divergência com os anos secos e chuvosos calculou-se a série das anomalias de DSM em março, média espacial em uma área no Atlântico Norte  $\square$  (15°N, 25°W), (15°N, 55°W), (5°N, 55°W), (5°N, 45°W), (5°S, 45°W), (5°S, 35°W), (5°N, 35°W), (5°N, 25°W)  $\square$  e outra no Atlântico Sul  $\square$  (5°S, 5°W), (5°S, 35°W), (15°S, 35°W), (15°S, 5°W)  $\square$ .

Essas séries estão plotadas na Figura 3.10, onde as partes hachuradas correspondem à convergência e divergência nas séries da área no Atlântico Norte e Sul, respectivamente.

Nota-se que a série diferença entre as séries da área ao norte e sul apresenta um coeficiente de correlação razoavelmente alto, 0,62, com a série dos desvios de precipitação combinada de FQ. Isso indica a existência simultânea de convergência no Atlântico Norte e divergência no Atlântico Sul em 1951, 1953, 1958 e 1972, que, de acordo com Hastenrath e Heller (1977) foram anos de secas severas. Por outro lado, em 1963 e 1964 que foram anos extremamente chuvosos, verifica-se a existência de convergência no Atlântico Sul e divergência no Atlântico Norte.

Portanto, existe evidências que uma célula local, termicamente direta sobre o Atlântico tropical, influi na precipitação na área continental adjacente, como proposto por Moura e Shukla (1981).

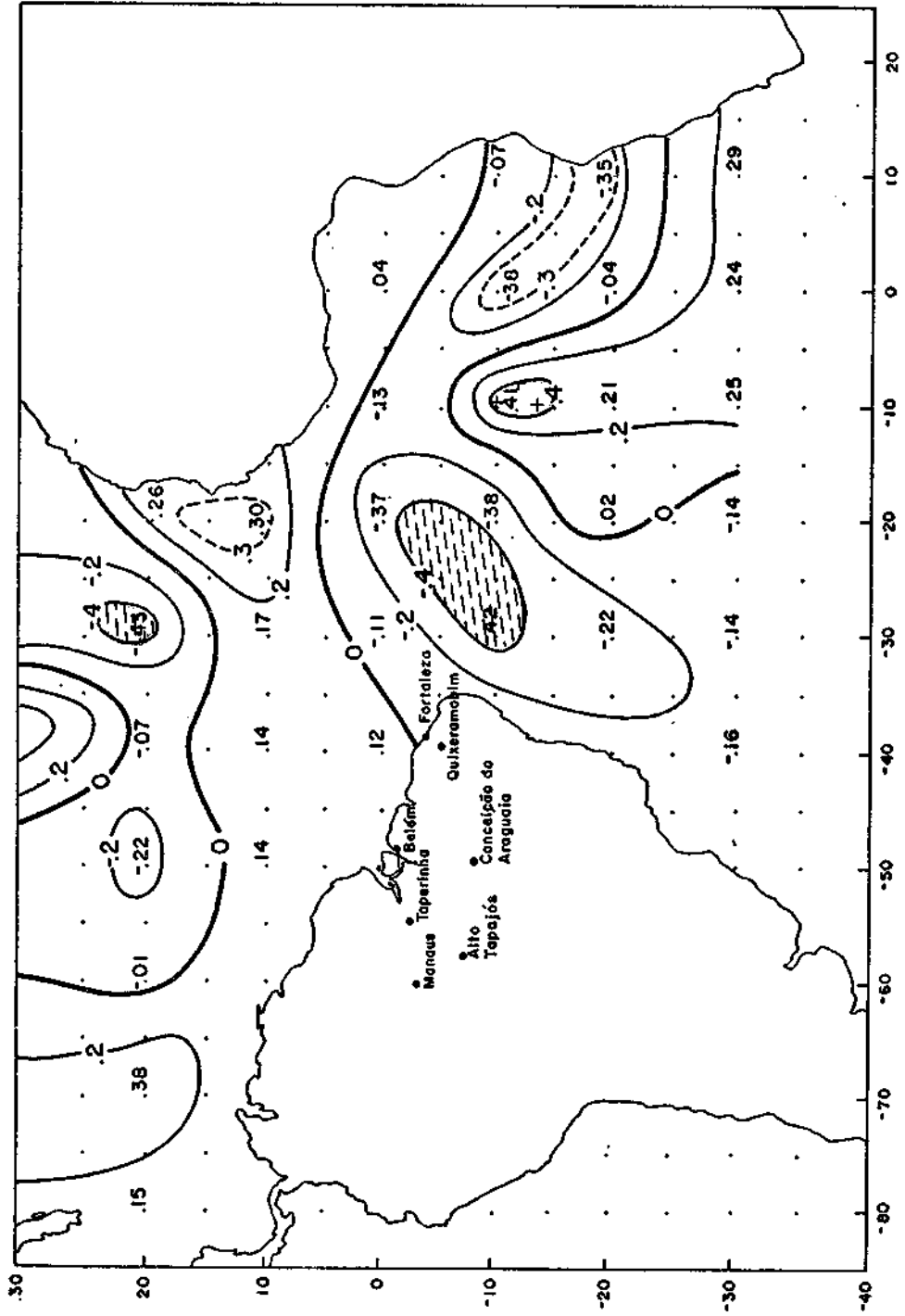


Fig. 3.7 - Idem à Figura 3.6, exceto para Manaus, Belém e Tapariñá com a anomalia de DSM em janeiro.

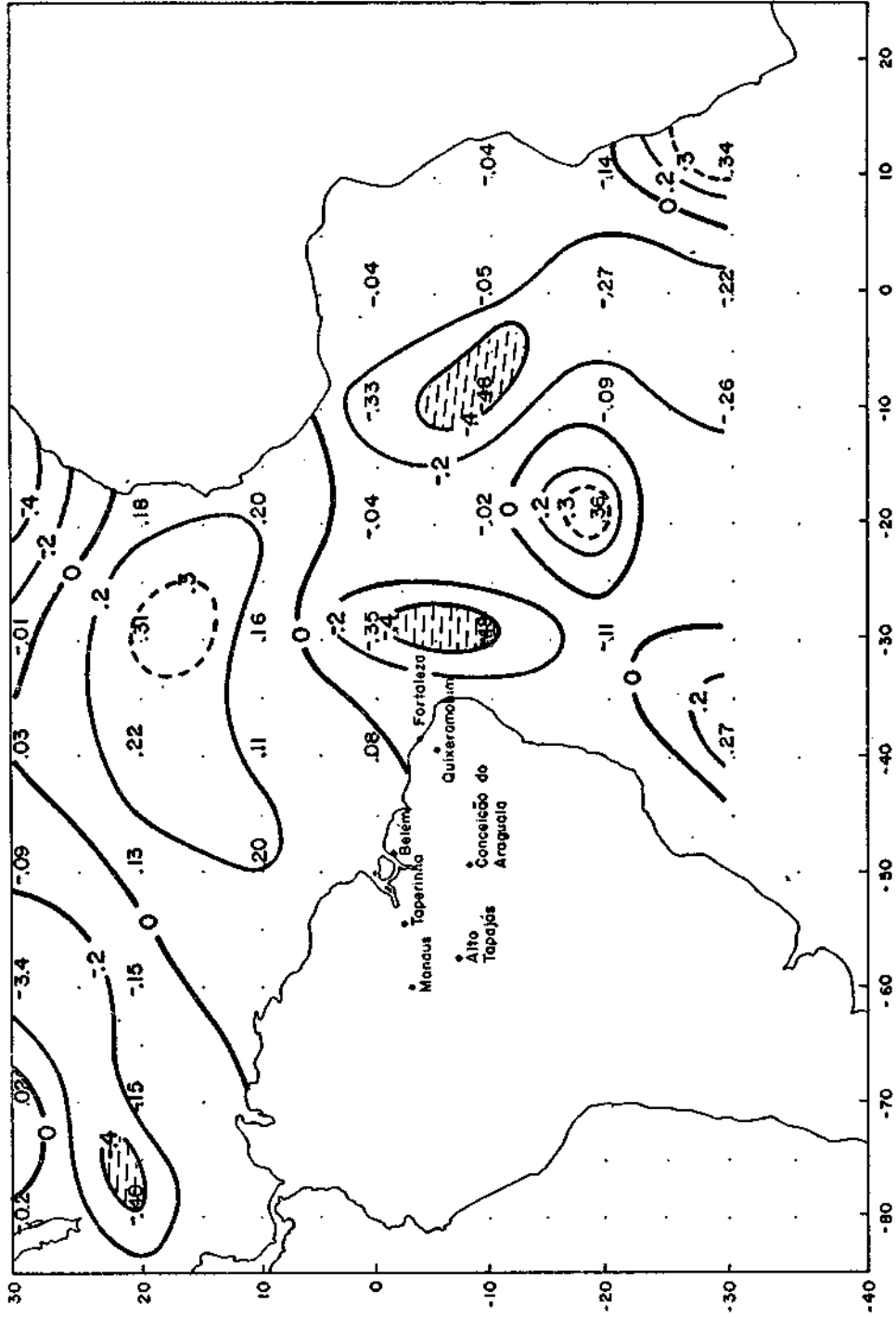


Fig. 3.8 - Idem à Figura 3.6, exceto para Conceição do Araguaia e Alto Tapajós com anomalias de DSM em dezembro.

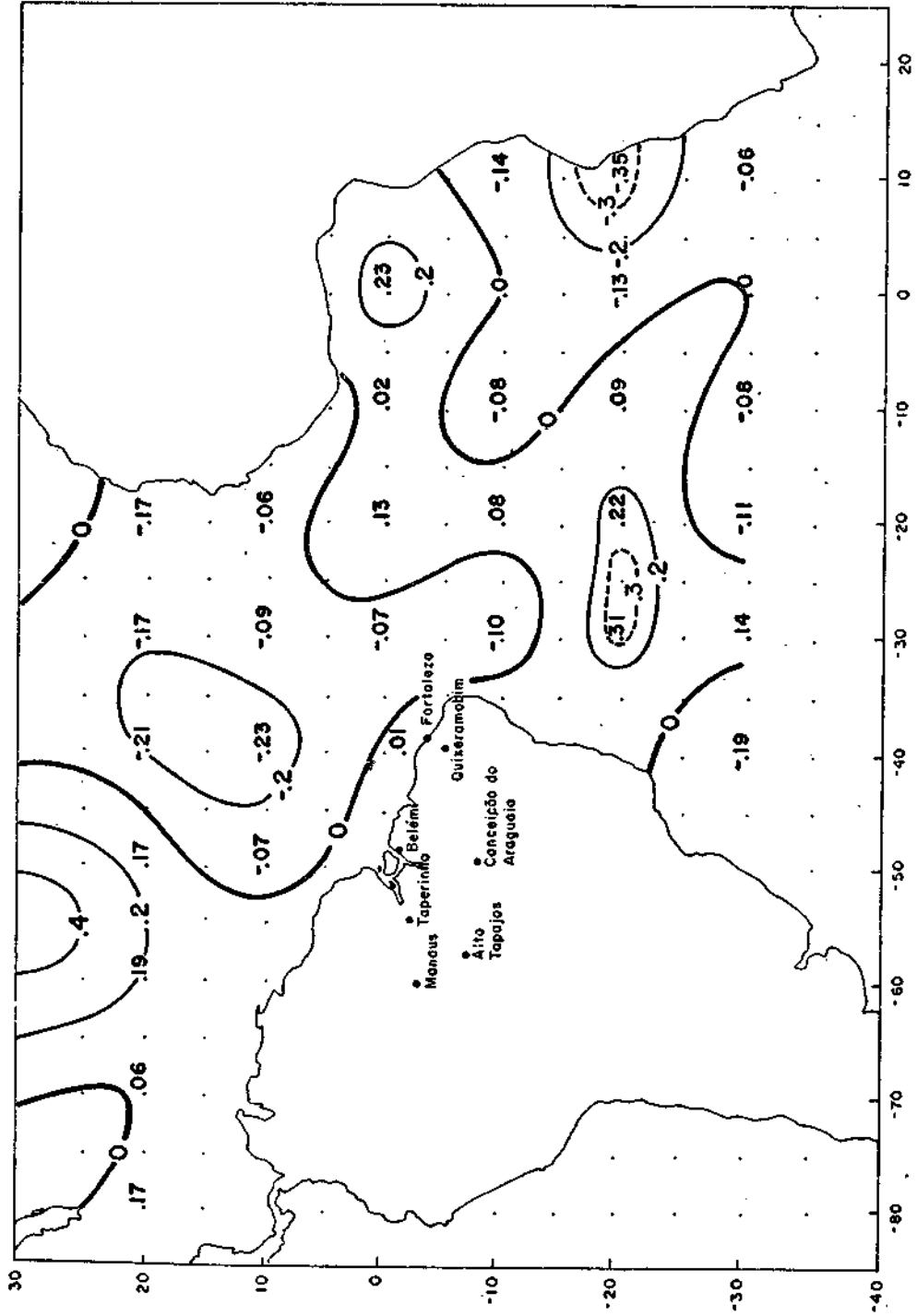


Fig. 3.9 - Mapa de correlação da precipitação anual média de 48 estações da área do Caribe com anomalias de DSM em março.

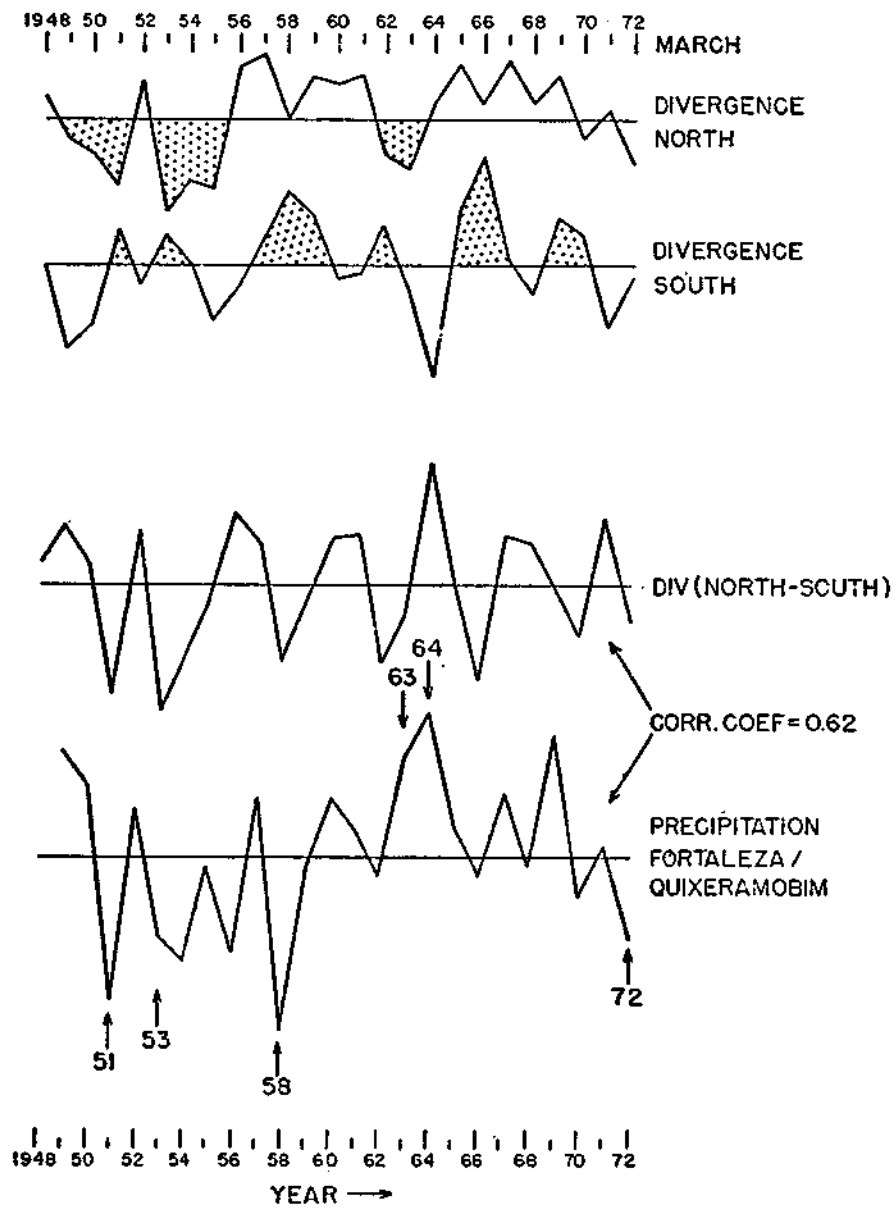


Fig. 3.10 - Sêries das anomalias de DSM em março, média espacial sobre as áreas indicadas no Atlântico Norte (Divergence North) e Atlântico Sul (Divergence South). Sêrie diferença das sêries "Divergence North" e "Divergence South". Sêrie dos desvios normalizados da precipitação combinada de FQ para o período chuvoso.





## CAPÍTULO 4

### CONCLUSÕES

A configuração dos mapas de correlação de anomalias de TSM e precipitação combinada do período chuvoso de FQ apresenta valores positivos no Atlântico Sul e negativos no Atlântico Norte. Essa característica é também observada quando a anomalia de TSM é correlacionada com a precipitação combinada de MBT e de CAAT. Além disso, o coeficiente de correlação entre a série de desvios de precipitação composta de FQ e a de MBT é 0,42. Portanto, existem indicações significativas de que um mecanismo que influi a precipitação no Nordeste do Brasil afete também a Amazônia (ou parte dela) e também que tal mecanismo seja de grande escala.

A posição das anomalias positivas e negativas encontradas, quando se usaram os dados de precipitação do Caribe, foi oposta da verificada com os dados de FQ (de MBT e de CAAT). Portanto, existe uma correlação negativa entre a precipitação na Região Nordeste e Amazônica e a precipitação na região do Caribe.

Para todos os grupos de estações encontra-se que a região anormalmente quente corresponde à área de convergência do vento ao nível do mar, e a região anormalmente fria corresponde à divergência. Portanto, é razoável supor a existência de uma célula local termicamente direta entre o Atlântico Norte e Sul.

Uma outra conclusão bastante importante é que a existência simultânea de divergência (anomalia fria) no Atlântico Sul e convergência (anomalia quente) no Atlântico Norte está bem associada à ocorrência de secas severas no Nordeste do Brasil. E os anos extremamente chuvosos estão relacionados com a ocorrência simultânea de convergência no Atlântico Sul e divergência no Atlântico Norte. Esses resultados concordam com os de Moura e Shukla (1981).

Portanto, a precipitação na área continental, que abrange a Amazônia e o Nordeste do Brasil, está bastante ligada às anomalias de TSM e DSM. Logo, tais parâmetros (TSM e DSM) poderão ser utilizados como indicadores para prever a ocorrência de secas no Nordeste do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUNKER, A.F. Computation of surface energy flux and annual air-sea interactions cycles of the North Atlantic ocean. *Monthly Weather Review*, 104(9):1122-1140, Sept. 1976.
- HASTENRATH, S. On modes of tropical circulation and climate anomalies. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 35(12): 2222-2231, Dec. 1978.
- Variations in low-latitude circulation and extreme climatic events in the tropical Americas. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 33(2): 202-215, Feb. 1976.
- HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. *Quartely, Journal Royal Meteorological Society*, 103(435): 77-92, Jan. 1977.
- KOUSKY, V.E.; CHU, P.S. Fluctuations in annual rainfall for Northeast Brazil. *Journal of Meteorological Society of Japan*, 56(5): 457-465, Oct. 1978.
- KOUSKY, V.E.; FERREIRA, N.J. Interdiurnal surface pressure variations in Brazil: their spatial distributions, origins and effects. *Monthly Weather Review*, 109(9): 1999-2008, Sept. 1981.
- MARKHAM, C.G.; McLain, D.R. Sea surface temperature related to rain in Ceará, Northeast Brazil. *Nature*, 265(5592): 320-323, Jan. 1977.
- MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamic of droughts in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with general circulations model. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 38(12): 2653-2675, Dec. 1981.
- NAMIAS, J. Influence of northern hemisphere general circulations on drought in Northeast Brazil. *Tellus*, 24: 336-343, 1972.

- RATISBONA, C.R. The climate of Brazil. In: SCHWERDTFEGGER, W.;LANDSBERG, H.E., ed. *Climates of Central and South America*. Amsterdam, Elsevier, 1976. p. 219-293. (World Survey of Climatologia, v.12)
- SAMPAIO FERRAZ, J.de. Iminência duma grande seca nordestina. *Revista Brasileira de Geografia*, (1): 3-15, Jan./Mar. 1950.

APÊNDICE A

MAPAS COMPLEMENTARES DE CORRELAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO E TSM

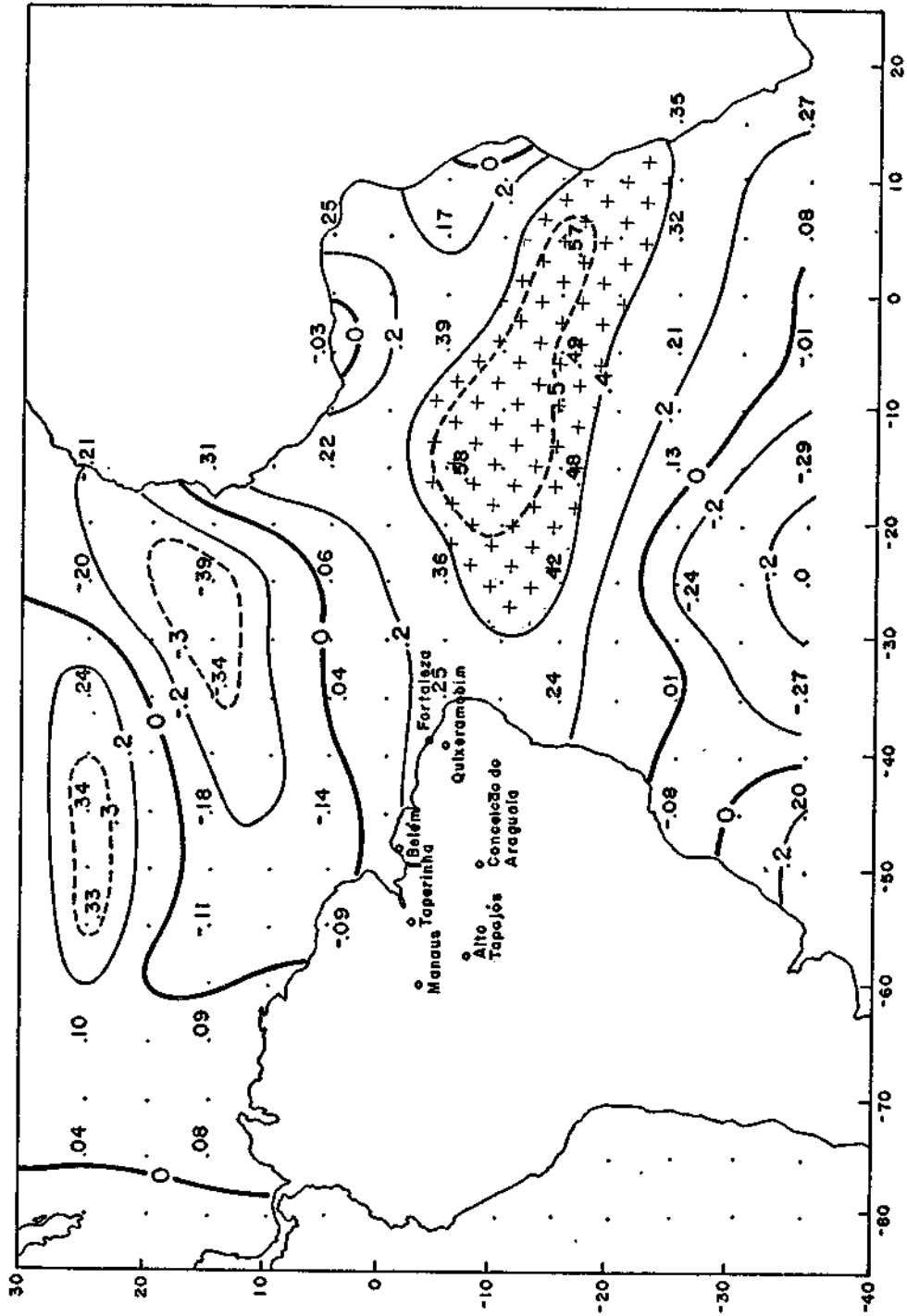


Fig. A.1 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Fortaleza e Quixeramobim com anomalia de TSM em dezembro.

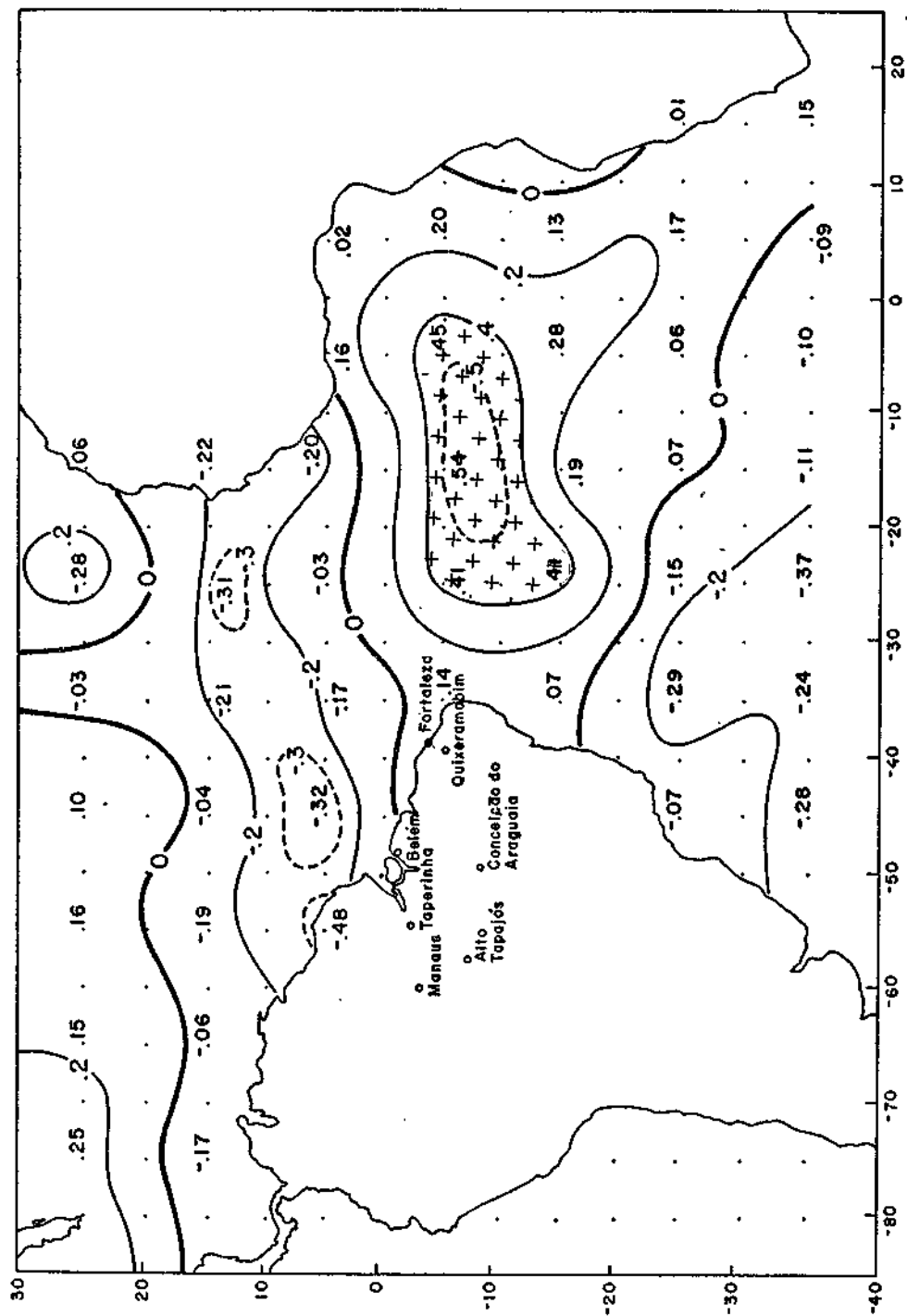


Fig. A.2 - Idem à Figura A.1, exceto para Janeiro.

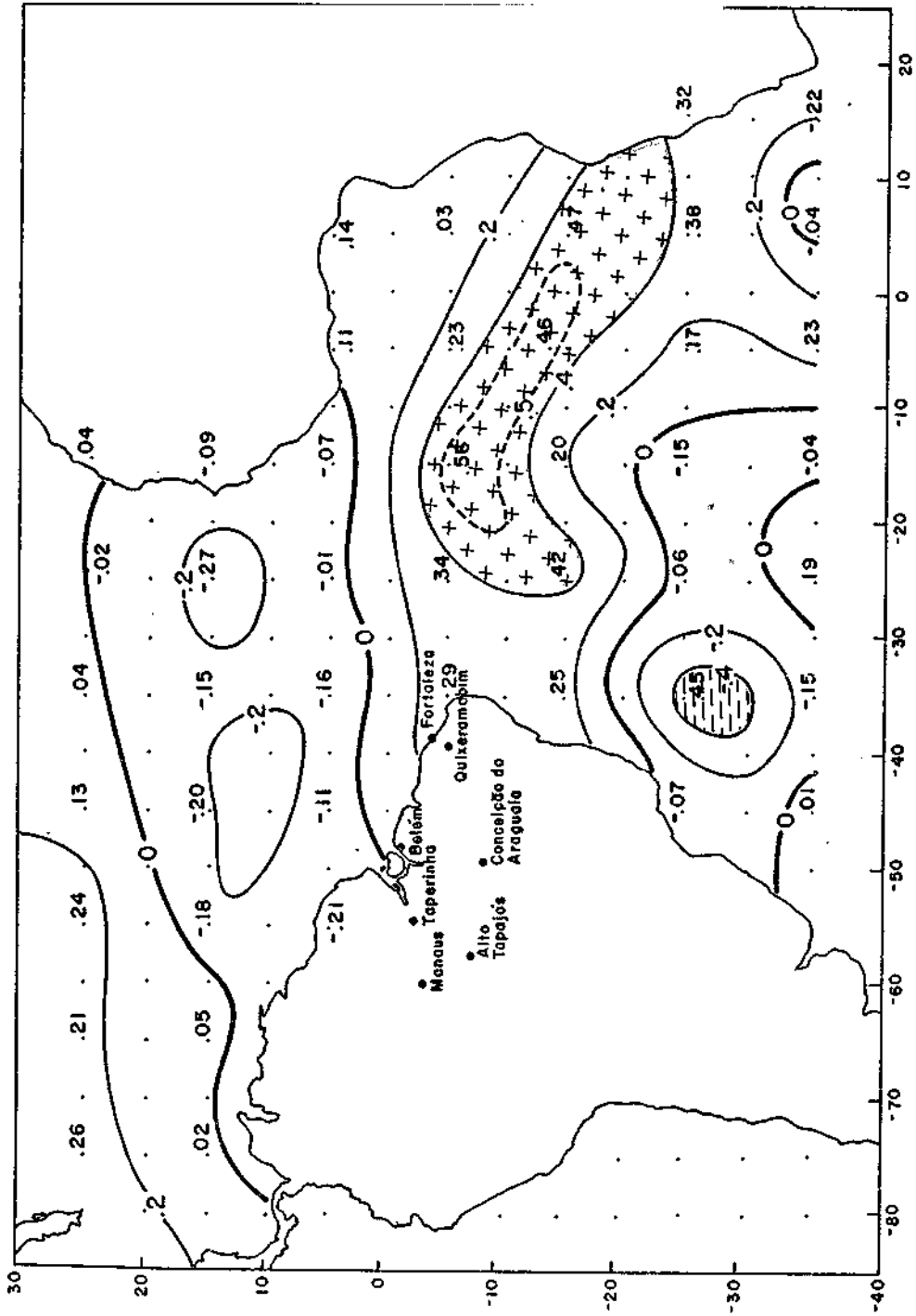


Fig. A.3 - Idem à Figura A.1, exceto para fevereiro.



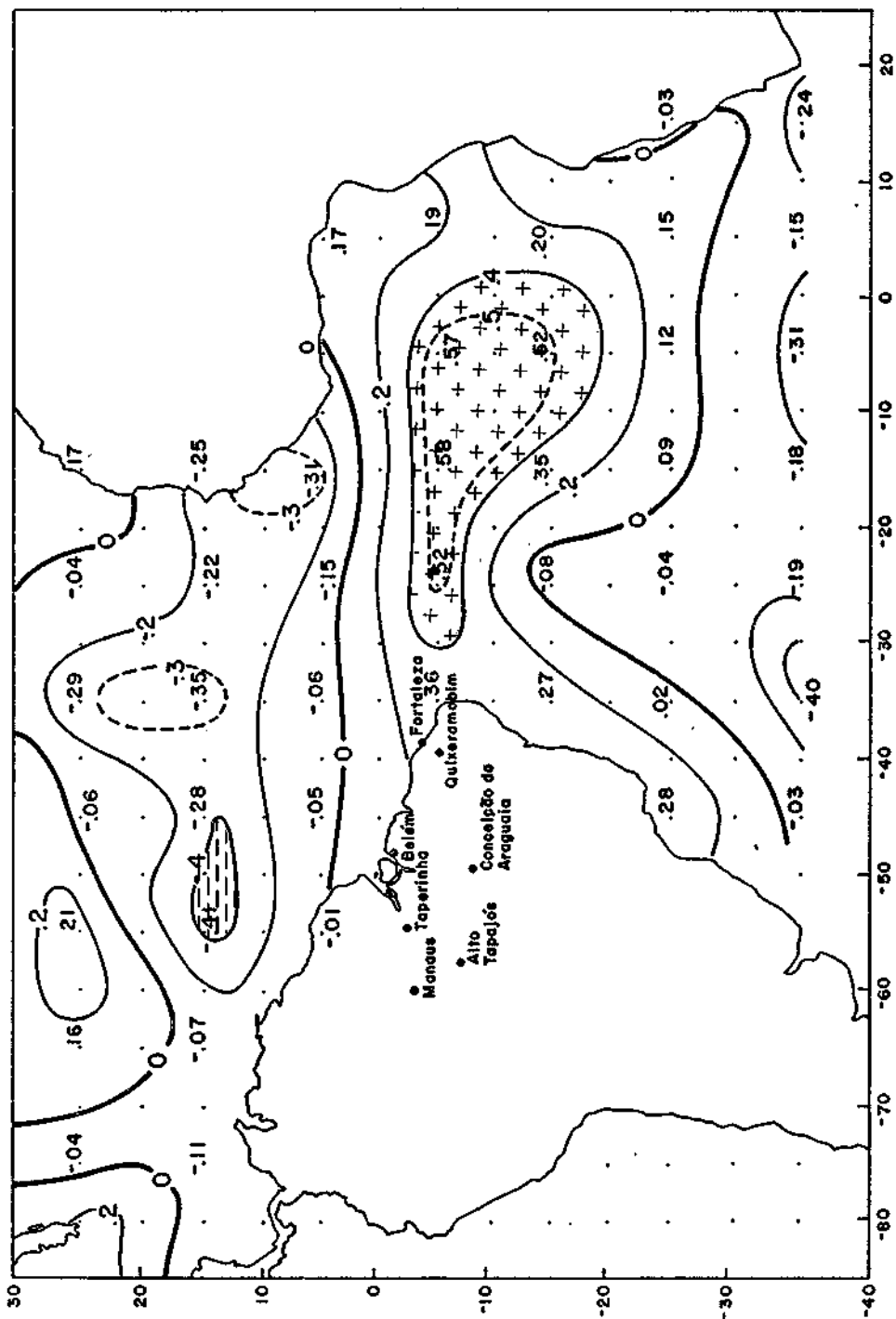


Fig. A.4 - Idem à Figura A.1, exceto para abril.

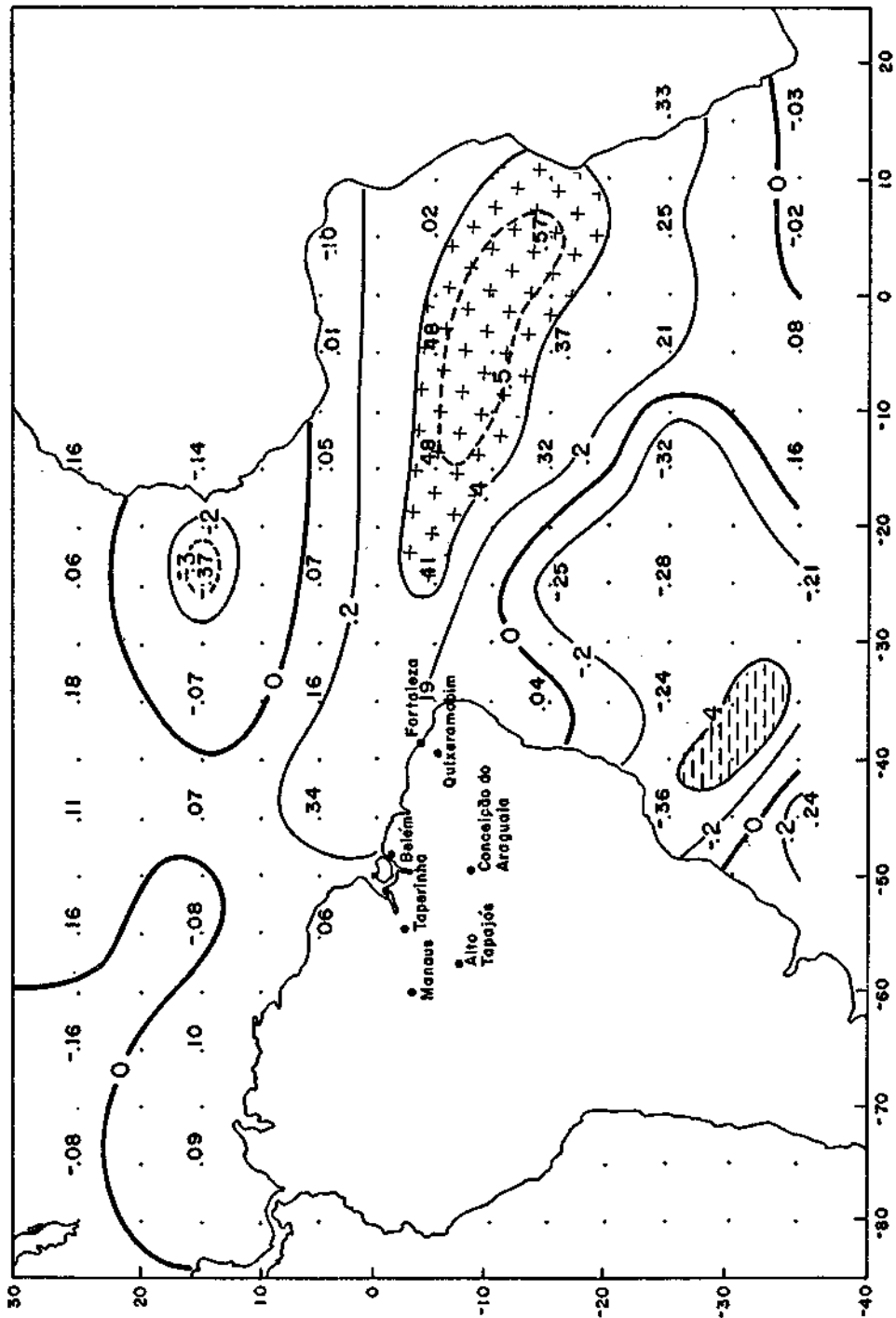


Fig. A.5 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Manaus, Belém e Taperinha com anomalias de TSM em novembro.

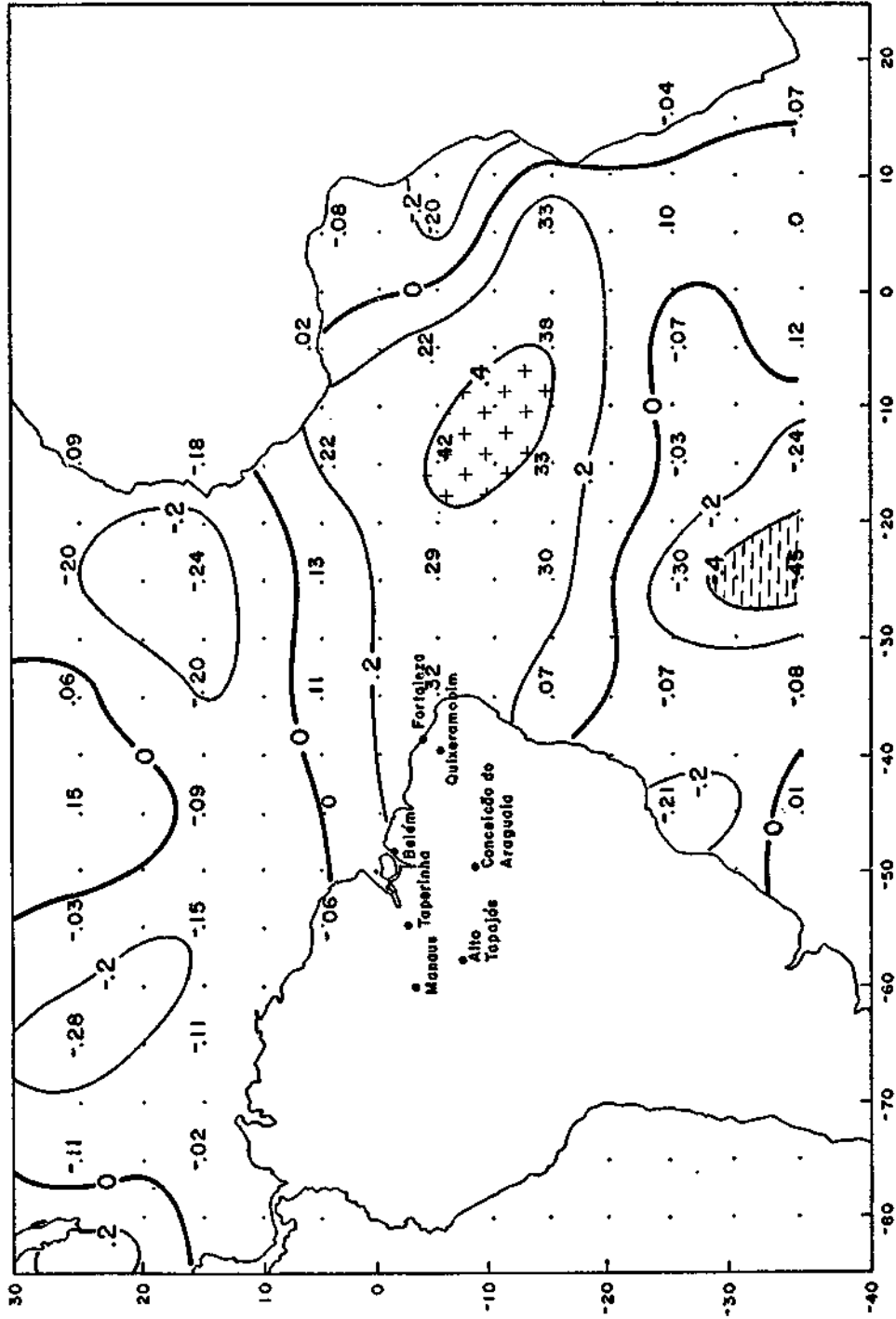


Fig. A.6 - Idem à Figura A.5, exceto para dezembro.

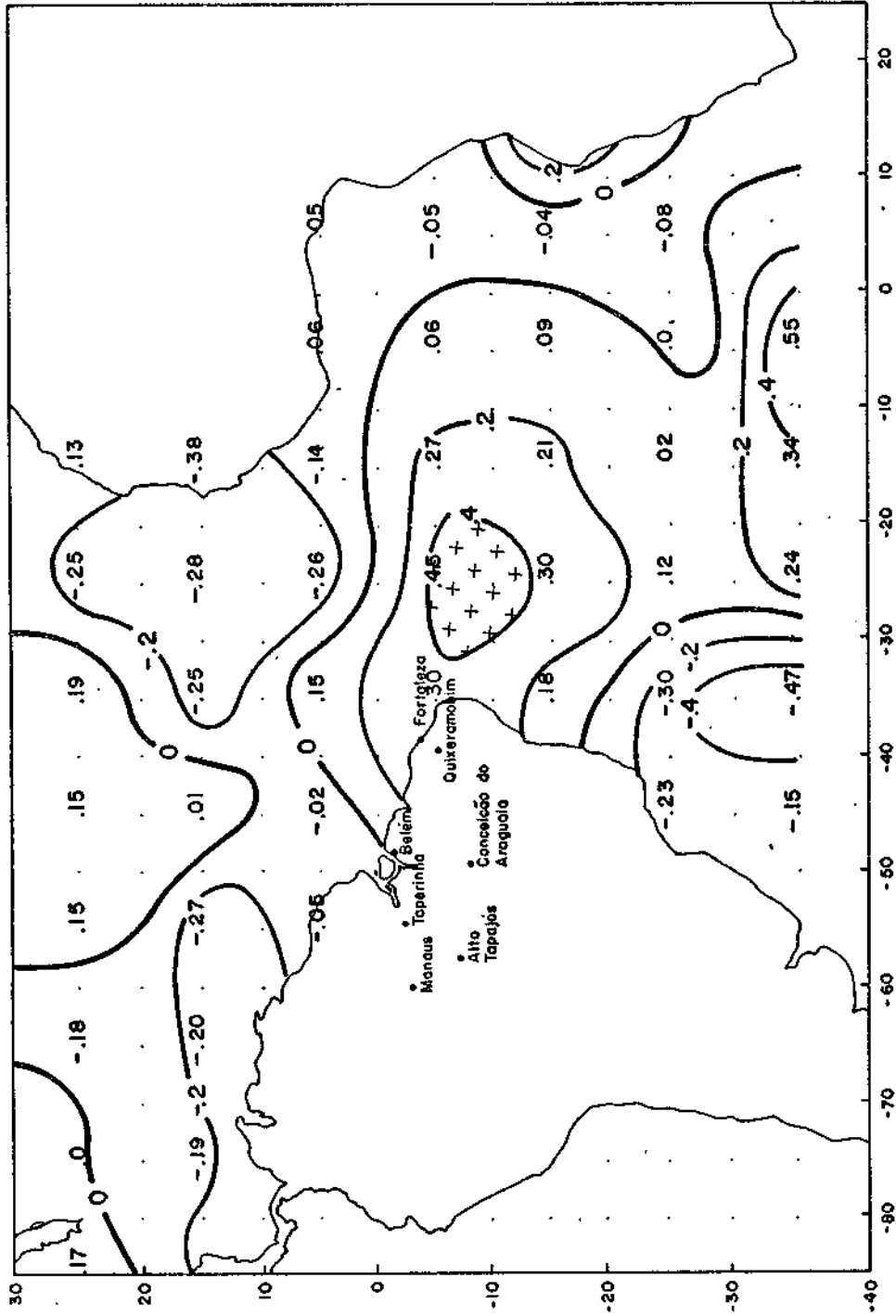


Fig. A.7 - Idem à Figura A.5, exceto para fevereiro.

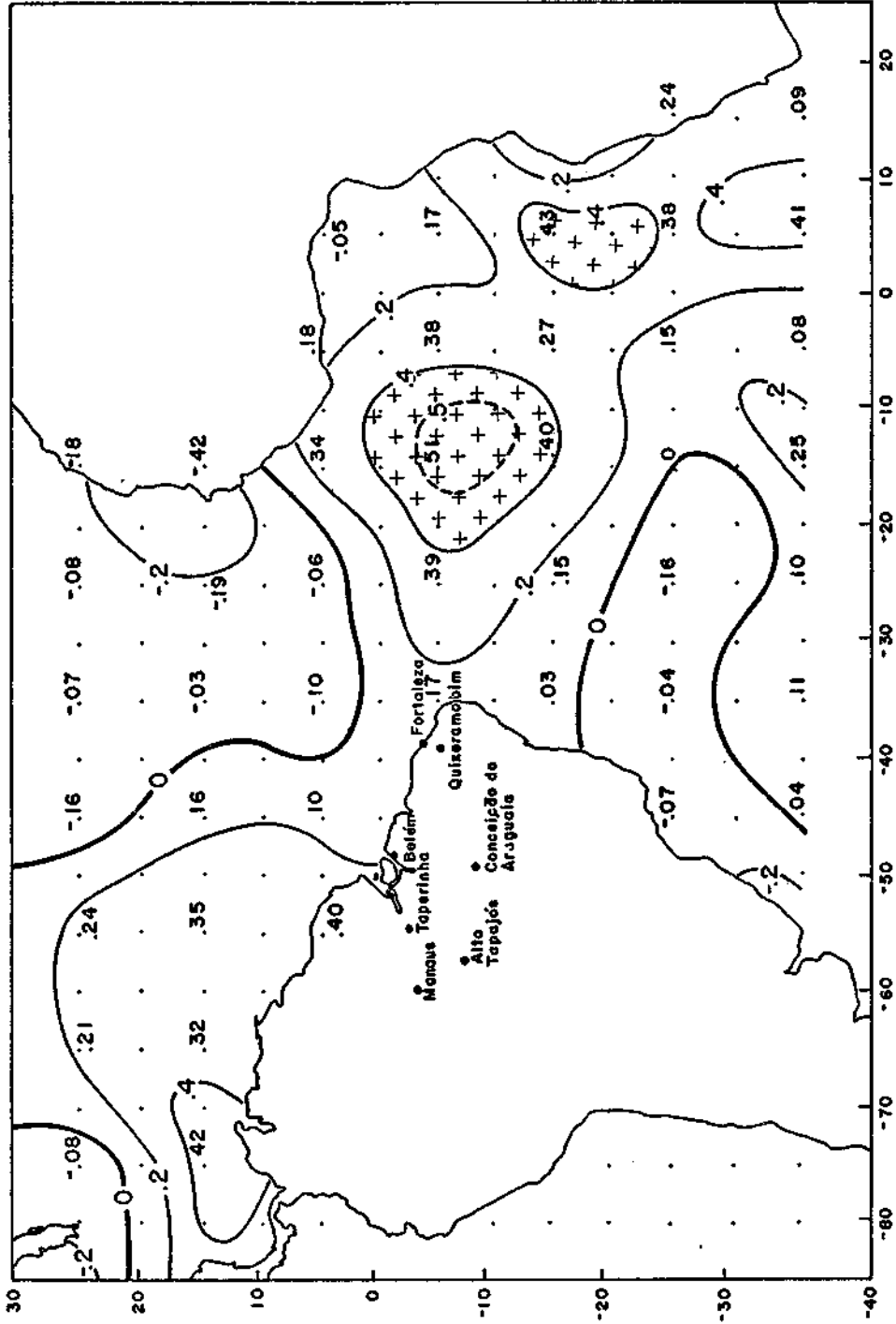


Fig. A.8 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Conceição do Araguaia e Alto Tapajós com anomalias de TSM em outubro.

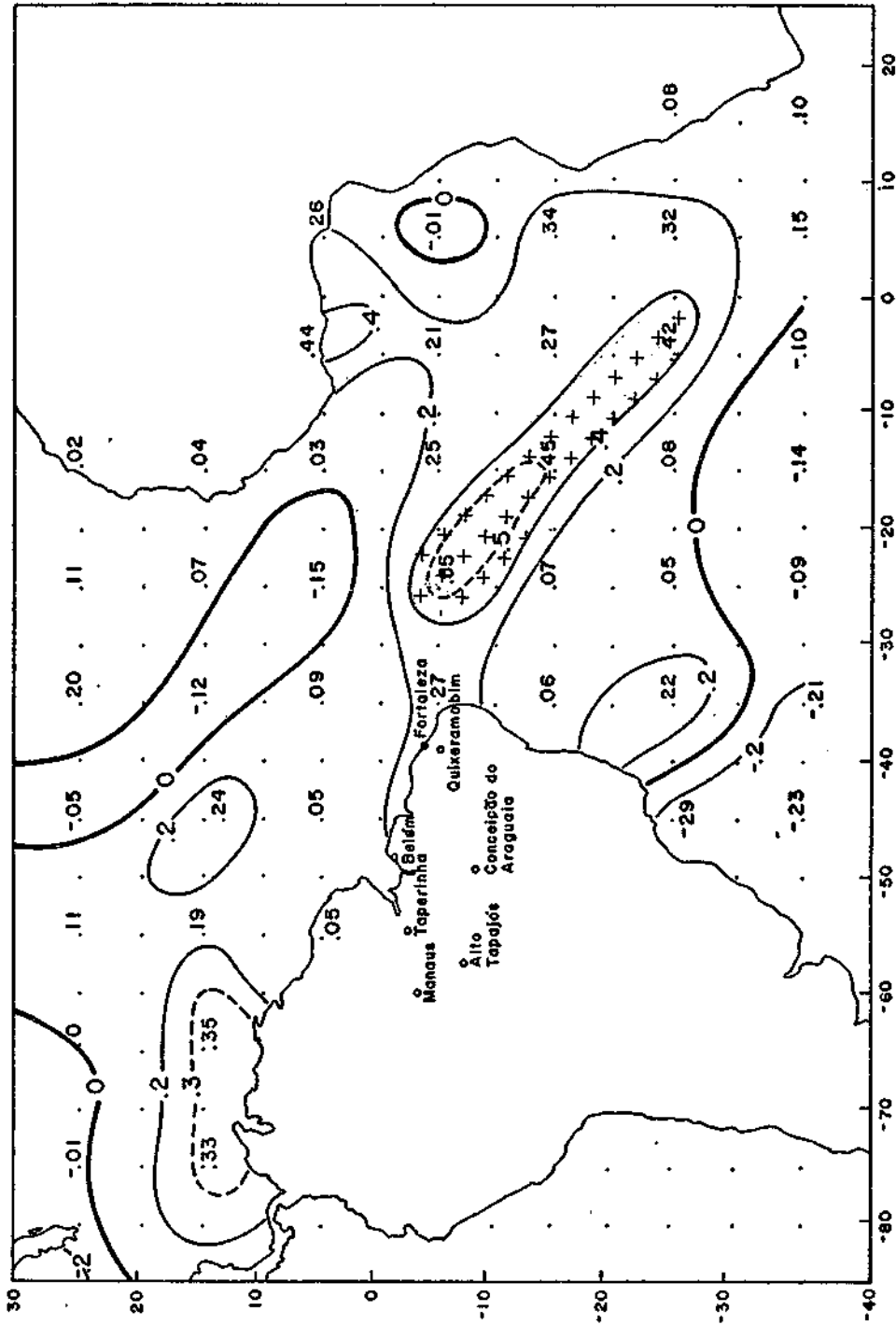


Fig. A.9 - Idem à Figura A.8, exceto para novembro.

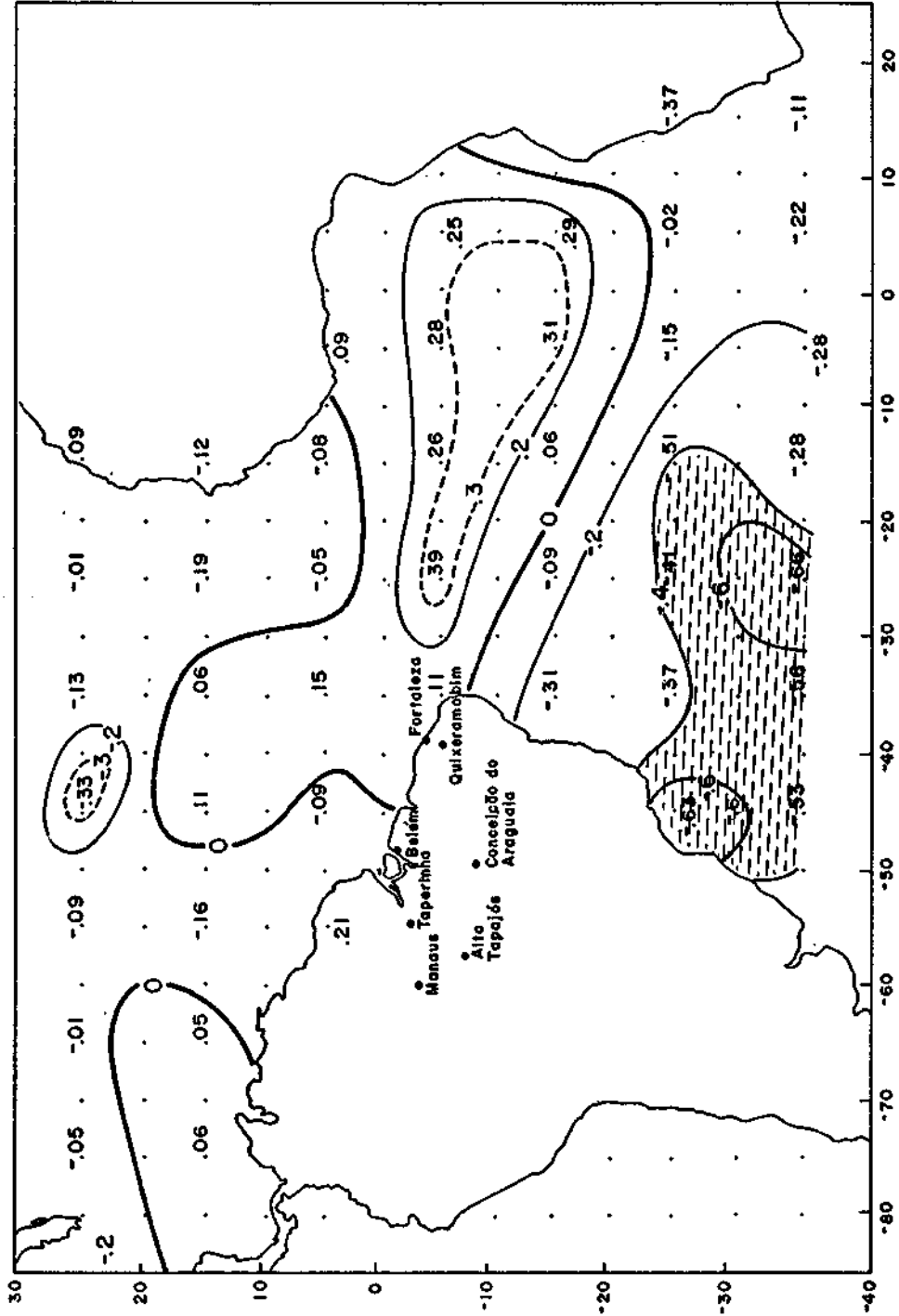


Fig. A.10 - Idem à Figura A.8, exceto para janeiro.





APÊNDICE B

MAPAS COMPLEMENTARES DE CORRELAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO E DSM

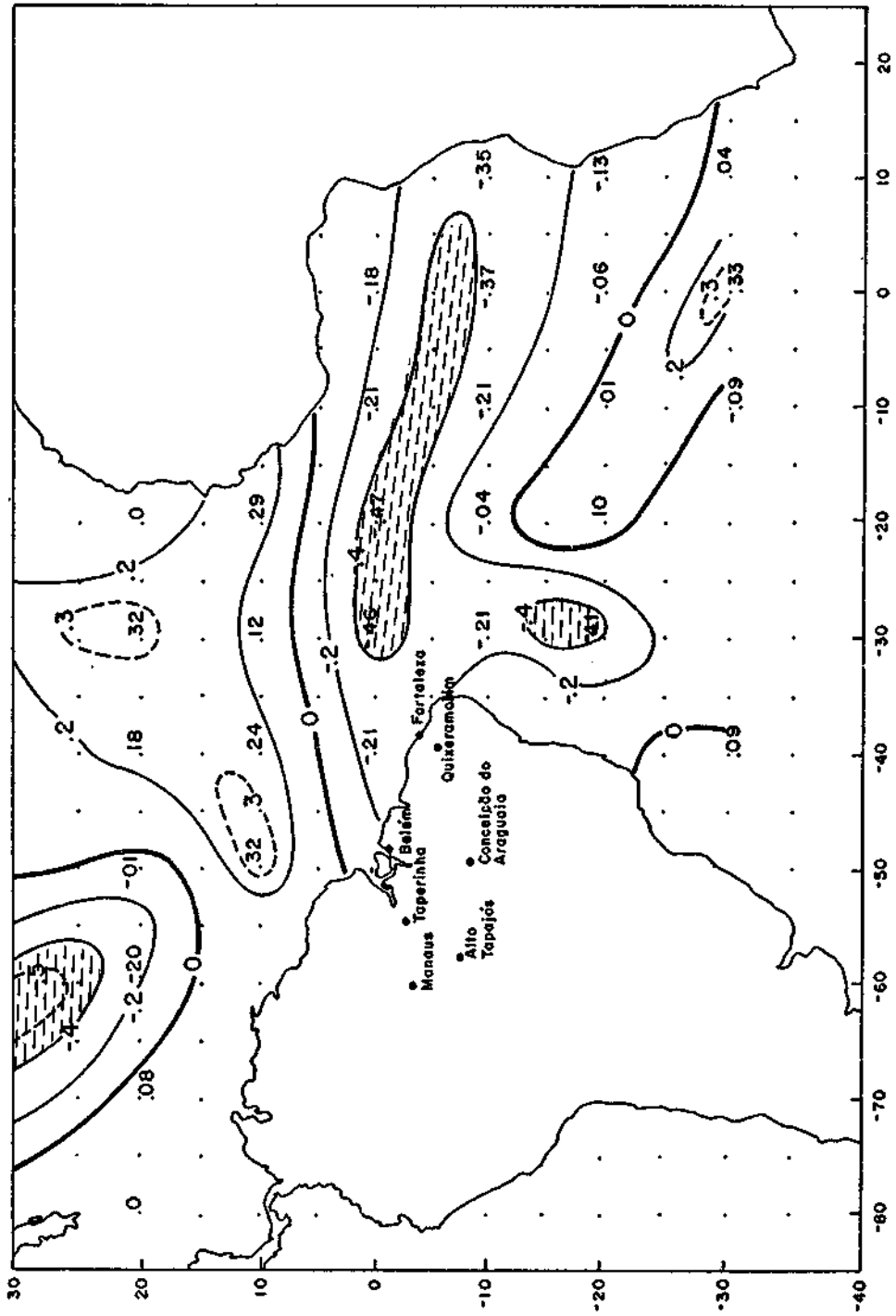


Fig. B.1 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Fortaleza e Quixeramobim com anomalias de DSM em dezembro.

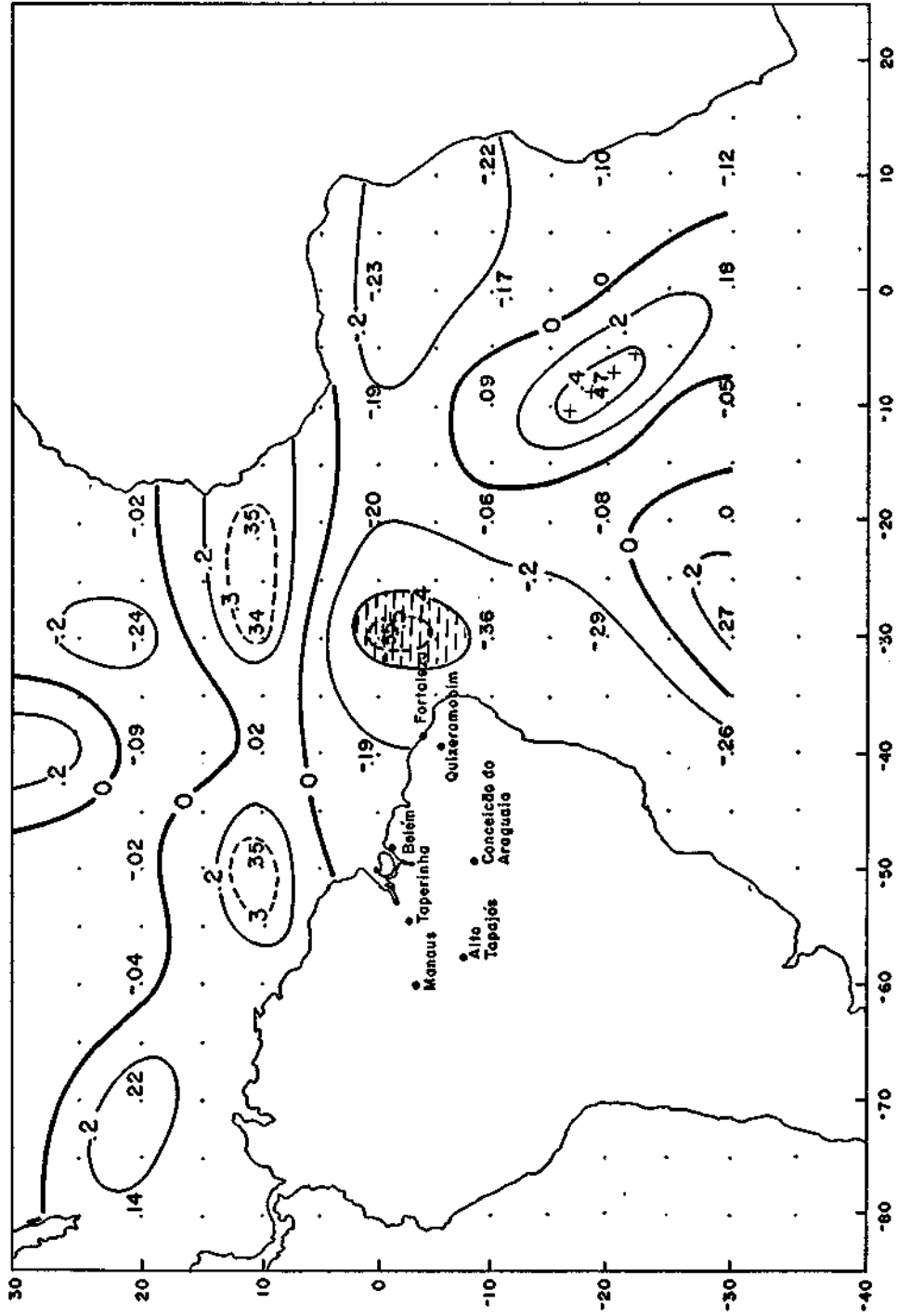


Fig. B.2 - Idem à Figura B.1, exceto para janeiro.

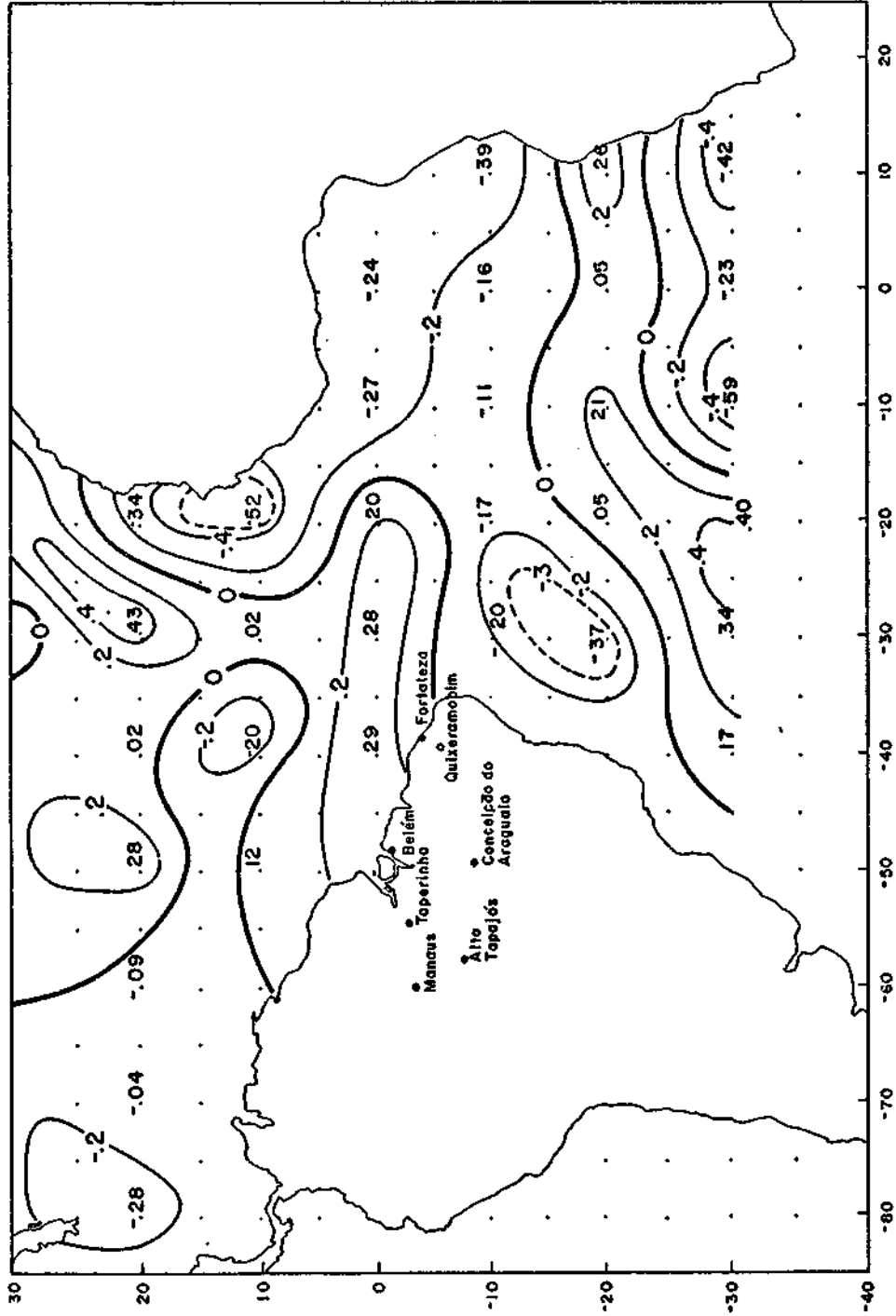


Fig. B.3 - Idem à Figura B.1, exceto para fevereiro.

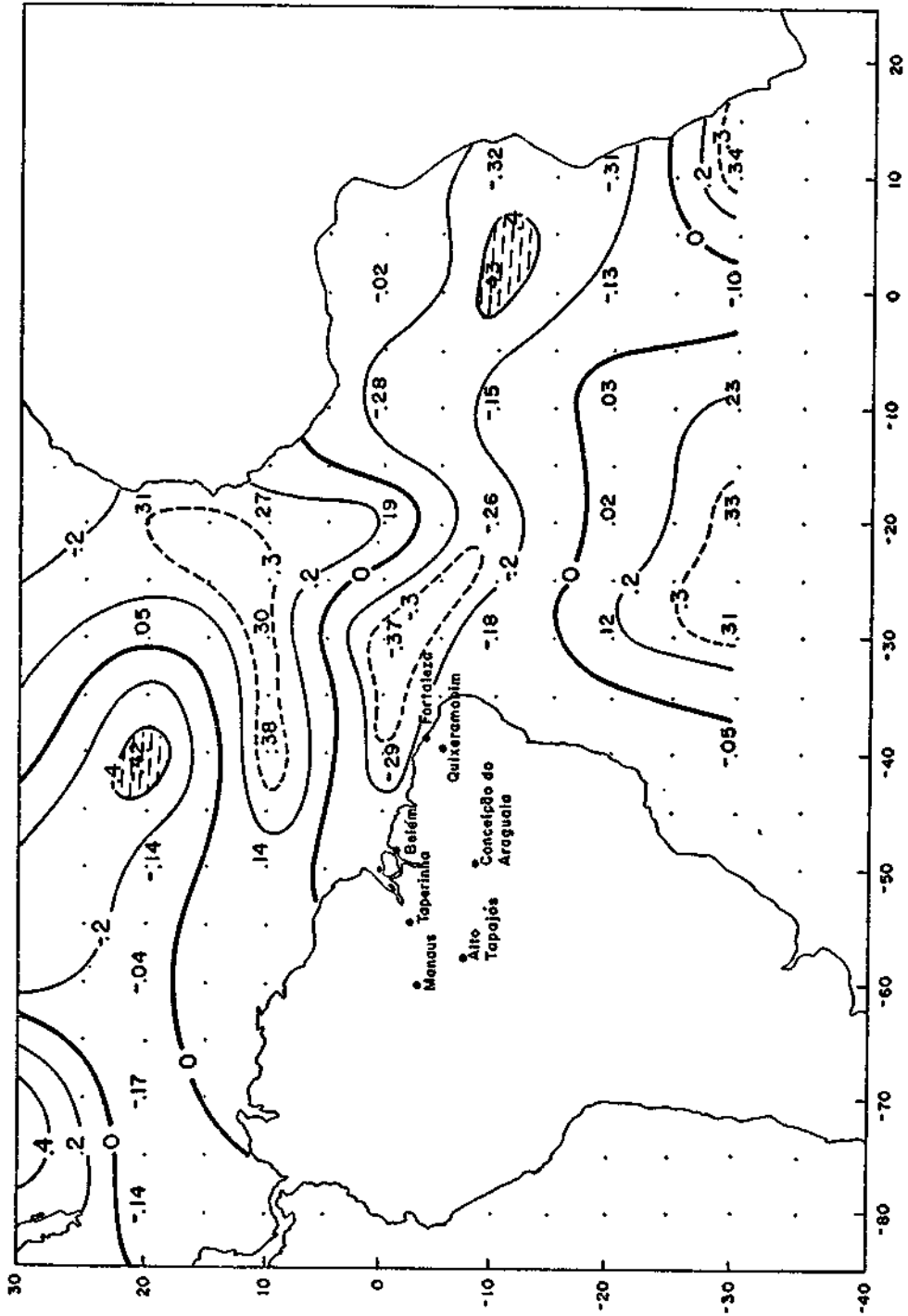

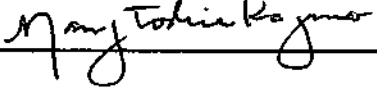
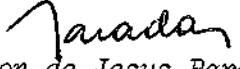


Fig. B.4 - Idem à Figura B.1, exceto para abril.

1. Publicação nº <i>INPE-2543-PRE/204</i>	2. Versão <i>Reduzida</i>	3. Data <i>Outubro, 1982</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DME/DPM</i>	Programa <i>MET. BÁSICA</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>ANOMALIA DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR DIVERGÊNCIA DO VENTO PRECIPITAÇÃO NO NORDESTE E AMAZÔNIA</i>			
7. C.D.U.: <i>551.509.324:551.463.6(811/812/814)</i>			
8. Título <i>INPE-2543-PRE/204</i>		10. Páginas: <i>13</i>	
<i>RELAÇÕES ENTRE TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR E DIVERGÊNCIA AO NÍVEL DO MAR NO ATLÂNTICO TROPICAL E PRECIPITAÇÃO NAS REGIÕES AMAZÔNICA E NORDESTE DO BRASIL</i>		11. Última página: <i>12</i>	
9. Autoria <i>Mary Toshie Kagano</i>		12. Revisada por  <i>Antonio Divino Moura</i>	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por  <i>Nelson de Jesus Parada Diretor</i>	
14. Resumo/Notas <p><i>A precipitação no período chuvoso de algumas estações no Nordeste do Brasil (Fortaleza e Quixeramobim) e Amazônia (Manaus, Belém, Taparica, Conceição do Araguaia e Alto Tapajós) e os desvios normalizados da precipitação anual média de 48 estações da área do Caribe são correlacionadas com as anomalias de temperatura da superfície do mar e de divergência do vento ao nível do mar no Atlântico Tropical. Considerando as estações brasileiras, ocorrem correlações positivas no Atlântico Sul e negativas no Atlântico Norte. Para os dados da área do Caribe essas configurações são aproximadamente opostas. Para todos os grupos de estações ocorrem áreas de convergência e de divergência, correspondendo às regiões anormalmente quentes e frias, respectivamente. A ocorrência de secas no Nordeste do Brasil está associada com a existência simultânea de divergência ao nível do mar e águas anormalmente frias no Atlântico Sul, e convergência e águas anormalmente quentes no Atlântico Norte. As configurações para os anos chuvosos são invertidas. Isto concorda com a idéia de que existe uma circulação térmica direta anômala meridional sobre o Atlântico Tropical, proposta por Moura e Shukla para explicar o mecanismo dinâmico associado com precipitações anômalas no Nordeste do Brasil.</i></p>			
15. Observações <i>Trabalho apresentado no II Congresso Brasileiro de Meteorologia em Pelotas de 18 a 22 de outubro de 1982.</i>			

"RELATIONSHIP BETWEEN SEA SURFACE TEMPERATURE  
AND DIVERGENCE AT SEA LEVEL OVER TROPICAL  
ATLANTIC AND PRECIPITATION IN THE AMAZON AND  
NORTHEAST BRAZIL REGIONS"

MARY TOSHIE KAGANO

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

ABSTRACT

The precipitation series at some stations for the rainy season over Northeast Brazil (Fortaleza and Quixeramobim) and Amazon Region (Manaus, Belém, Taperinha, Conceição do Araguaia and Alto Tapajós) and 48 stations average of normalized departure of annual precipitation in the Caribbean area are correlated with sea surface temperature and sea level wind divergence over tropical Atlantic. The correlation for the Brazilian stations shows negative values over the North Atlantic and positive values over the South Atlantic. For the Caribbean area this pattern is approximately reversed. It is found for all station groups convergence and divergence areas associated with anomalously warm and cold regions, respectively. The occurrence of droughts over Northeast Brazil is associated with the simultaneous existence of divergence and colder water over South Atlantic and convergence and warmer water over North Atlantic. Wet year patterns are reversed. This suggests the appearance of an anomalous direct thermal meridional cell over tropical Atlantic, as suggested by Moura and Shukla to explain the dynamic mechanism associated with Northeast Brazil anomalous rainfall regimes.

RELAÇÕES ENTRE TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR E  
DIVERGÊNCIA AO NÍVEL DO MAR NO ATLÂNTICO  
TROPICAL E PRECIPITAÇÃO NAS REGIÕES  
AMAZÔNICA E NORDESTE DO BRASIL

MARY TOSHIE KAGANO

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

RESUMO

A precipitação no período chuvoso de algumas estações no Nordeste do Brasil (Fortaleza e Quixeramobim) e Amazônia (Manaus, Belém, Taperinha, Conceição do Araguaia e Alto Tapajós) e os desvios normalizados da precipitação anual média de 48 estações da área do Caribe são correlacionadas com as anomalias de temperatura da superfície do mar e de divergência do vento ao nível do mar no Atlântico Tropical. Considerando as estações brasileiras, ocorrem correlações positivas no Atlântico Sul e negativas no Atlântico Norte. Para os dados da área do Caribe essas configurações são aproximadamente opostas. Para todos os grupos de estações ocorrem áreas de convergência e de divergência, correspondendo às regiões anormalmente quentes e frias, respectivamente. A ocorrência de secas no Nordeste do Brasil está associada com a existência simultânea de divergência ao nível do mar e águas anormalmente frias no Atlântico Sul, e convergência e águas anormalmente quentes no Atlântico Norte. As configurações para os anos chuvosos são invertidas. Isto concorda com a idéia de que existe uma circulação térmica direta anômala meridional sobre o Atlântico Tropical, proposta por Moura e Shukla para explicar o mecanismo dinâmico associado com precipitações anômalas no Nordeste do Brasil.

1. INTRODUÇÃO

O clima do Nordeste do Brasil é um clima tropical anômalo, que apresenta uma pluviosidade média anual muito inferior à pluviosidade equatorial média (Ratisho na, 1976). Além disso, tem-se observado grande variabilidade interanual da precipitação no Nordeste, com reduzida quantidade de chuva em alguns anos e com excesso em outros.

A reduzida precipitação (anomalia negativa de precipitação), caso persista por meses durante o período chuvoso, sugere que tais anos estão associados com configurações meteorológicas anômalas duradouras (Namias, 1972). É aparente que tais configurações meteorológicas anômalas persistentes estejam relacionadas com parâmetros que variam lentamente, como é o caso da temperatura da superfície do mar (TSM)

Assim, a variabilidade da precipitação no Nordeste, associada com anomalias de TSM na área do Atlântico tropical, tem sido investigada do ponto de vista observacional (Markham e McLain, 1977; Hastenrath e Heller, 1977; Hastenrath, 1978)



Mais recentemente, Moura e Shukla (1981) propuseram um mecanismo dinâmico para explicar as secas nordestinas. Tal mecanismo é o estabelecimento de uma circulação meridional termicamente direta com o ramo ascendente no Atlântico Norte e o descendente no Atlântico Sul, associada à ocorrência simultânea de águas anormalmente quentes e frias no Atlântico Norte e Sul, respectivamente. Eles propõem que essa configuração anômala de TSM implica em movimento ascendente e convergência nos baixos níveis ao norte e movimento descendente e divergência nos baixos níveis ao sul do equador.

Algumas evidências observacionais que parecem confirmar o mecanismo proposto por Moura e Shukla (1981) para explicar a seca nordestina, foram encontradas ao investigar a configuração da correlação entre a precipitação em algumas estações na Região Amazônica, Nordeste do Brasil e Caribe e a TSM e divergência ao nível do mar (DSM) no Atlântico Tropical.

## 2. METODOLOGIA

Os dados simultâneos de precipitação foram combinados para estações próximas formando 3 grupos: Fortaleza e Quixeramobim (FQ); Manaus, Belém e Taperinha (MBT); Conceição do Araguaia e Alto Tapajós (CAAT). Além dessas estações utilizaram-se os desvios normalizados da precipitação anual média de 48 estações da área do Caribe. Os períodos chuvosos considerados são: de março a maio para FQ; de janeiro a maio para MBT; e de dezembro a abril para CAAT.

As séries (média normalizada) da precipitação do período chuvoso de cada grupo foram correlacionadas com as anomalias de TSM e DSM para alguns meses que antecedem os períodos chuvosos e naqueles do início destes períodos para as estações brasileiras. Para o Caribe as anomalias de TSM e DSM foram tomadas de dezembro a março. Assim, constroem-se mapas de correlação, cujas configurações são discutidas a seguir.

## 3. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O mapa de correlação entre a média normalizada da precipitação do período chuvoso de FQ e anomalias de TSM em março é mostrado na Figura 1. Os valores (em módulo) maiores do que 0,33 e 0,39 são significativos nos níveis de confiança de 90% e 95%, respectivamente. As correlações encontradas são positivas no Atlântico Sul e negativas no Atlântico Norte.

As configurações do mapa de correlação da precipitação de MBT (média normalizada) com a anomalia de TSM em janeiro (Figura 2) são muito semelhantes às da Figura 1 (FQ). É interessante notar que os valores de coeficiente de correlação da Figura 2 são tão altos quanto aqueles encontrados no mapa de correlação de FQ.

Portanto, apesar de existir pequenas diferenças entre os mapas de FQ e MBT, é aparente que a precipitação na Região Amazônica (ou pelo menos em parte dela) e no Nordeste correlacionam-se no mesmo sentido com a TSM do Atlântico tropical. Assim, é razoável inferir que ambas as regiões sofrem influências de um mesmo mecanismo de grande escala.

Essa hipótese é reforçada com a configuração de CAAT (Figura 3) que também apresenta correlação positiva no Atlântico Sul e negativa no Atlântico Norte.

A Figura 4, mostra mais claramente a relação entre os três grupos de estações. O coeficiente de correlação entre as séries dos desvios de precipitação combinada de MBT e FQ é de 0,42. Esse valor é razoavelmente alto, de modo a reforçar a hipótese de que as Regiões Amazônica e Nordeste do Brasil são afetados por um mesmo mecanismo de grande escala.

Em contraste com os grupos de estações brasileiras, quando se utilizou os dados do Caribe e TSM observam-se valores negativos no Atlântico Sul e positivos no Atlântico Norte (Figura 5). Esses resultados concordam com aqueles de Hastenrath (1976) que encontrou correlações negativas entre a precipitação do período chuvoso do Caribe e a do Nordeste brasileiro.

Um melhor entendimento do mecanismo associado com anomalias de TSM e precipitação na área continental é encontrada estudando-se as configurações dos mapas de correlação entre precipitação e DSM.

A Figura 6 mostra o mapa de correlação da precipitação do período chuvoso de FQ com a anomalia de DSM em março. Os valores negativos são encontrados no Atlântico Sul e os positivos no Atlântico Norte. Assim, no período chuvoso de FQ ocorrem áreas com águas anormalmente quentes (Atlântico Sul) e frias (Atlântico Norte) em correspondência com as áreas de convergência e divergência, respectivamente.

Características essencialmente semelhantes às da Figura 6 foram encontradas para MBT e CAAT e configuração invertida para os dados do Caribe.

Para se relacionar as áreas de convergência e divergência com anos secos e chuvosos calculou-se a série das anomalias de DSM em março, média espacial em uma área no Atlântico Norte e outra no Atlântico Sul (contornos tracejados na Figura 6). Essas séries estão plotadas na Figura 7, onde as partes hachuradas correspondem à convergência e divergência nas séries da área no Atlântico Norte e Sul, respectivamente.

Nota-se que a série diferença entre as séries da área ao norte e sul apresenta um coeficiente de correlação notavelmente alto (0,62) com a série dos desvios de precipitação combinada de FQ. Portanto, isso indica a existência simultânea de convergência no Atlântico Norte e divergência no Atlântico Sul em 1951, 1953, 1958 e 1972 (anos de secas severas, segundo Hastenrath e Heller, 1977). Por outro lado, em 1963 e 1964 (anos chuvosos) verifica-se a existência de convergência no Atlântico Sul e divergência no Atlântico Norte.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que existem evidências de que uma circulação meridional anômala, termicamente direta sobre o Atlântico tropical influi na precipitação na área, continental adjacente, como proposto por Moura e Shukla (1981).

Pode-se concluir, portanto, que na área tropical continental, abrangendo a Amazônia e o Nordeste, a precipitação está bastante relacionada as anomalias de TSM e DSM e, assim, tais parâmetros poderão ser utilizados como indicadores para prever a ocorrência de secas no Nordeste.

NOTA: O texto completo do trabalho se encontra publicado no INPE (São José dos Campos), com o mesmo título aqui apresentado.  
(INPE-2543-PRE/204)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HASTENRATH, S. Variations in low-latitude circulation and extreme climatic events in the tropical Americas. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 33(2): 202-215, Feb. 1976.
- On modes of tropical circulation and climate anomalies. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 35(12): 2222-2231, Dec. 1978.
- HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. *Quarterly Journal Royal Meteorological Society*, 103(435): 77-92, Jan. 1977.
- MARKHAM, C.G.; MCLAIN, D.C. Sea surface temperature related to rain in Ceará, Northeast Brazil. *Nature*, 265(5592): 320-323, Jan. 1977.
- 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, Dec. 1981.
- NAMIAS, J. Influence of northern hemisphere general circulation on drought in Northeast Brazil. *Tellus*, 24: 336-343, 1972.
- RATISBONA, C.R. The climate of Brazil. IN:Schwerdtfeger, W.; Landsberg, H.E., ed. *Climates of Central and South America*. Amsterdam, Elsevier, 1976, p. 219-293 (World Survey of Climatology, v.12)
- C.D.U. - 551.509.324:551.463.6(811/812/814)



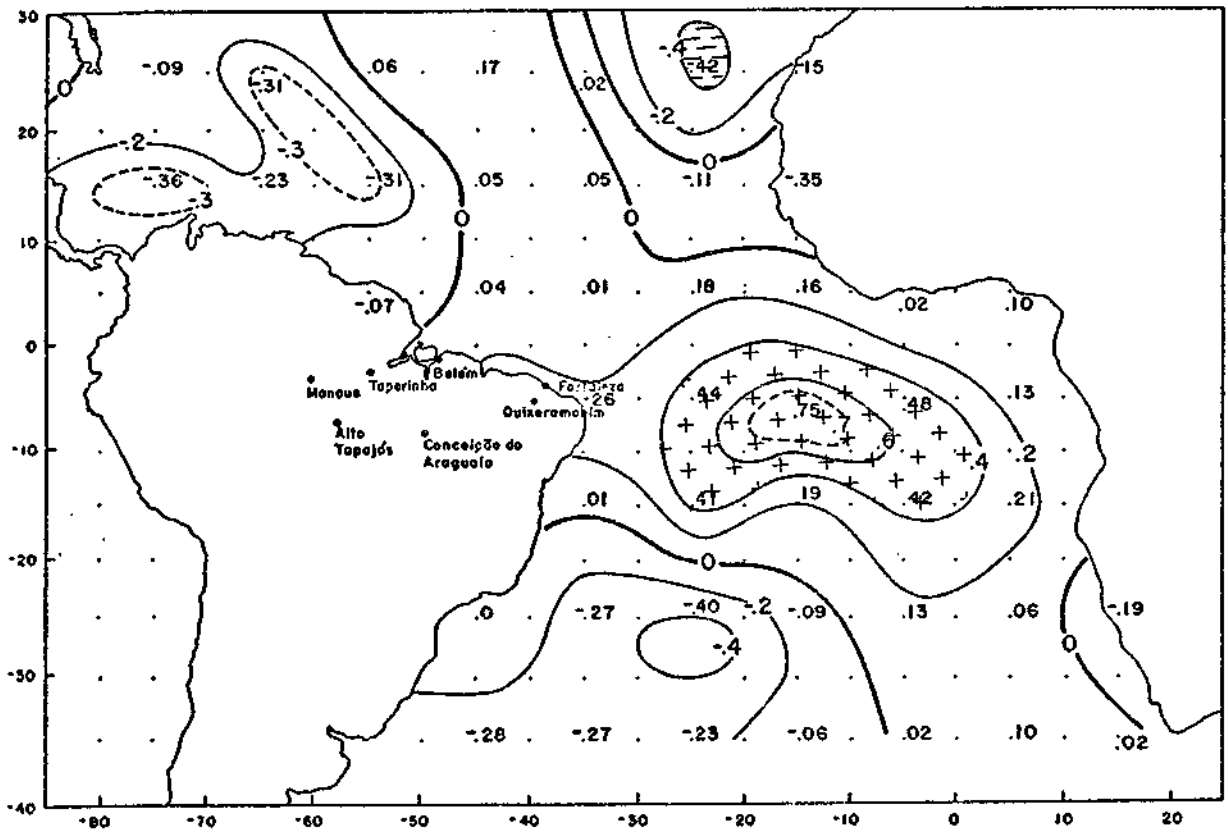


Fig. 2 - Idem à Figura 1, para Manaus, Belém e Taperinha com anomalias de TSM em janeiro.

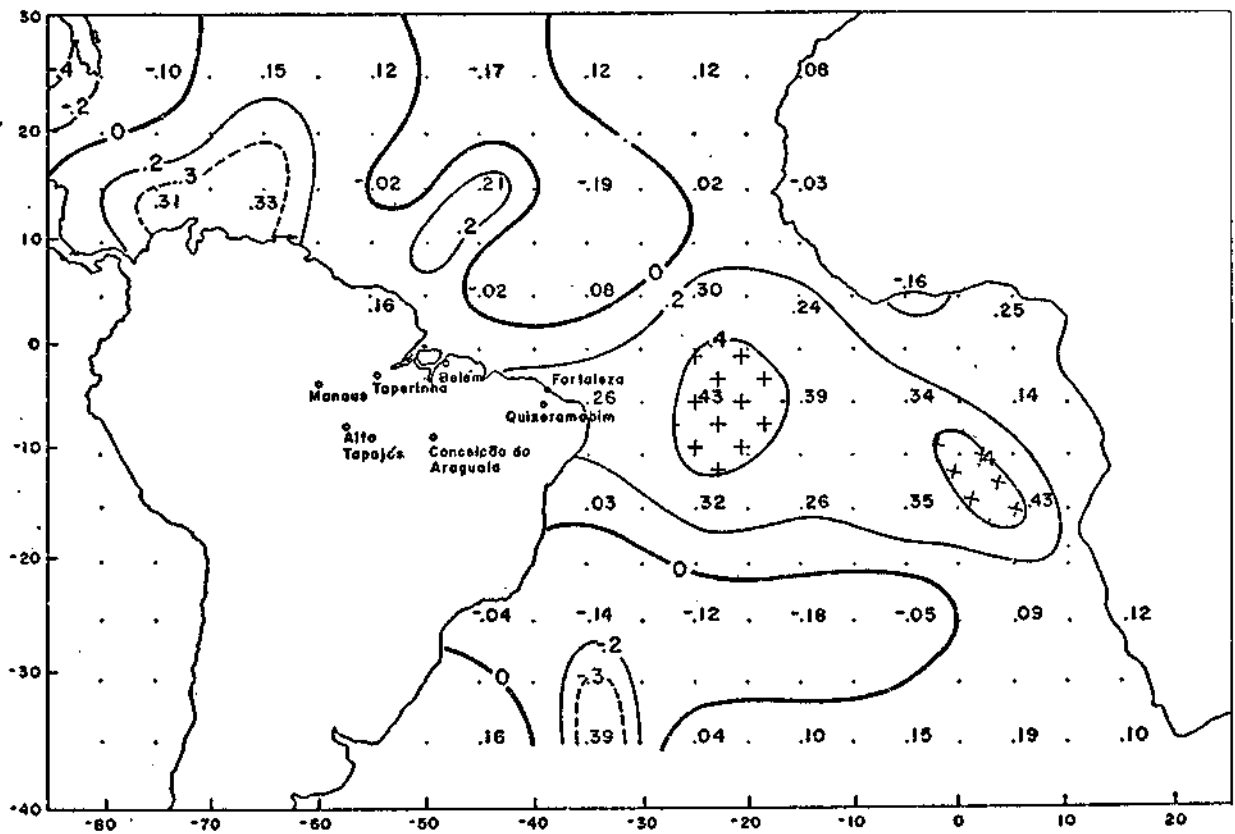


Fig. 3 - Idem à Figura 1, para Conceição do Araguaia e Alto Tapajós com anomalias de TSM em dezembro.

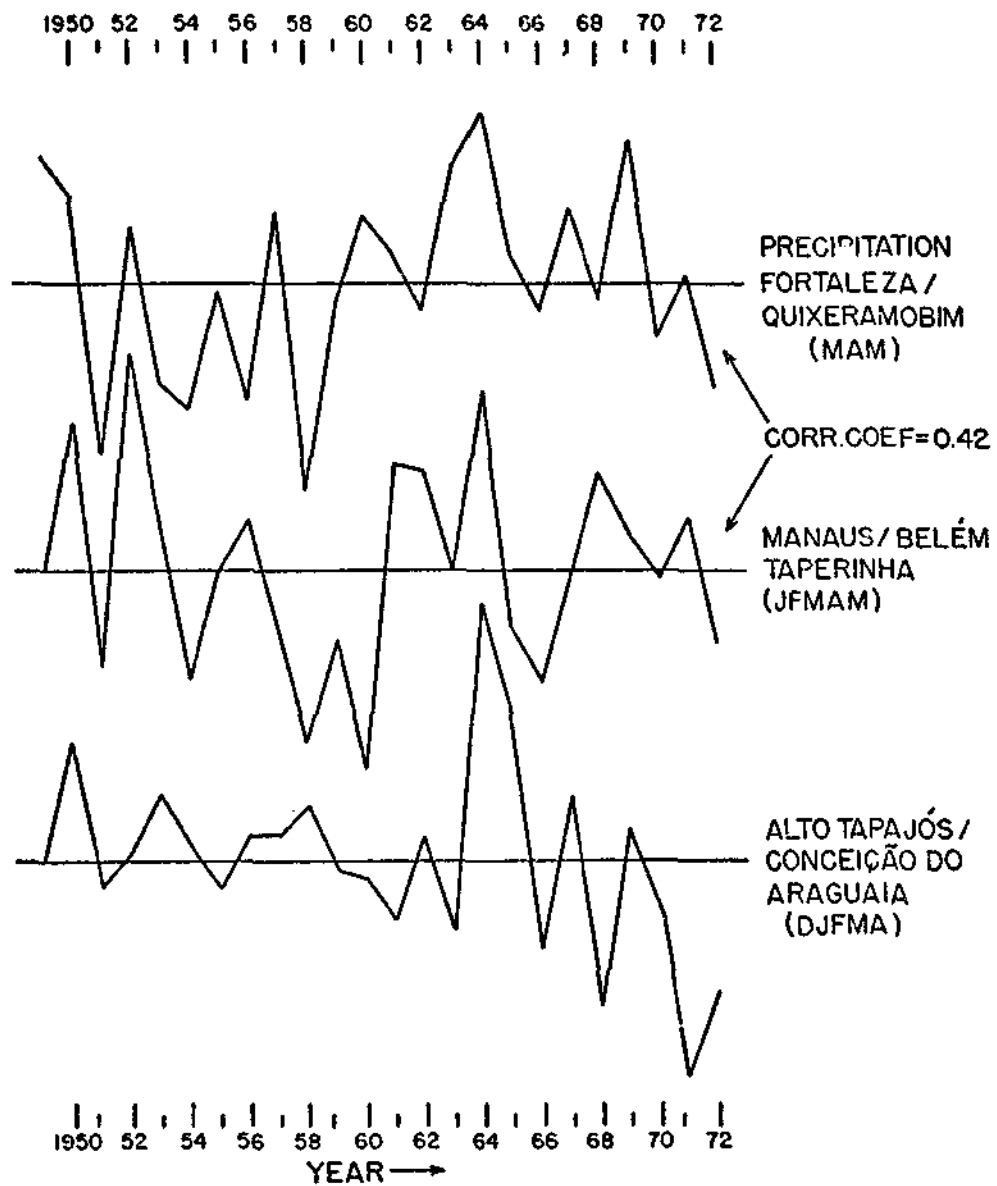


Fig. 4 - Séries dos desvios da média normalizada da precipitação do período chuvoso combinada de FQ, MBT e CAAT.

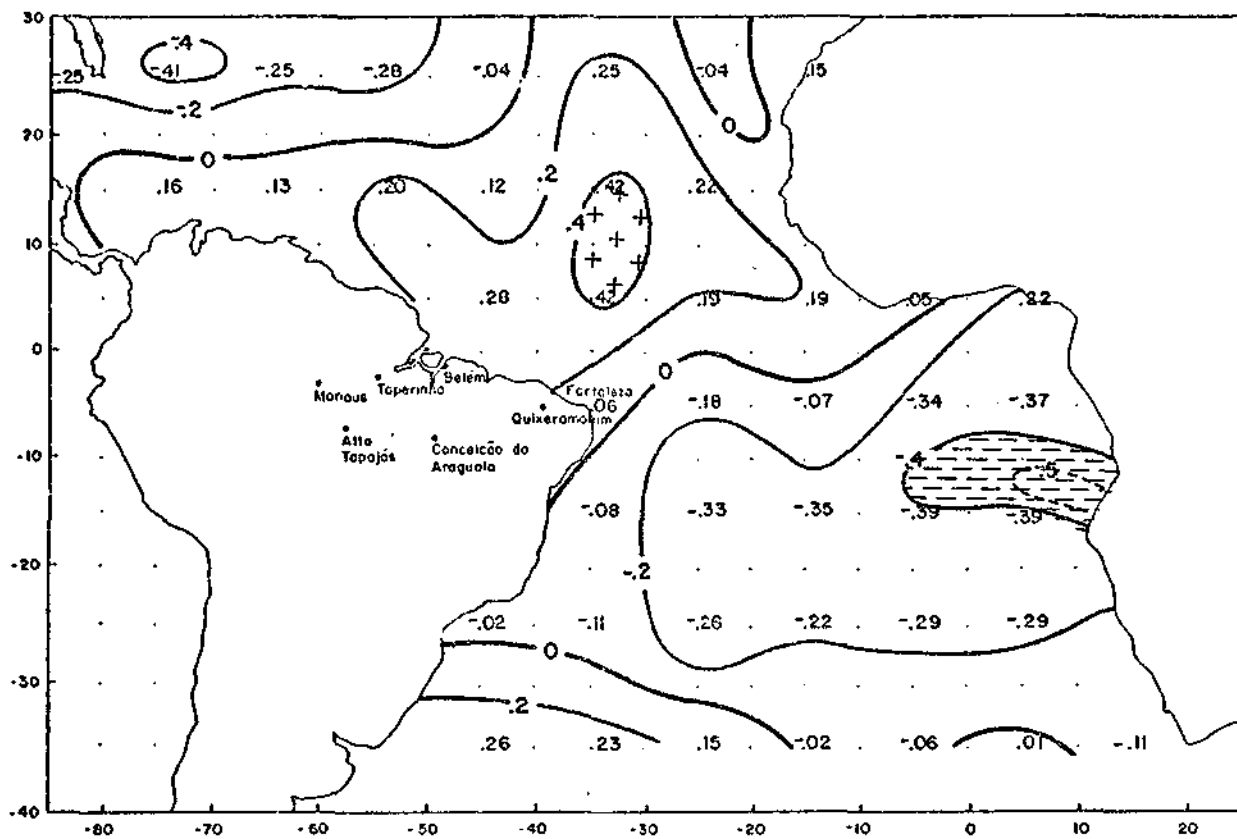


Fig. 5 - Mapa de correlação da precipitação anual, média de 48 estações na área do Caribe com anomalias de TSM em março.



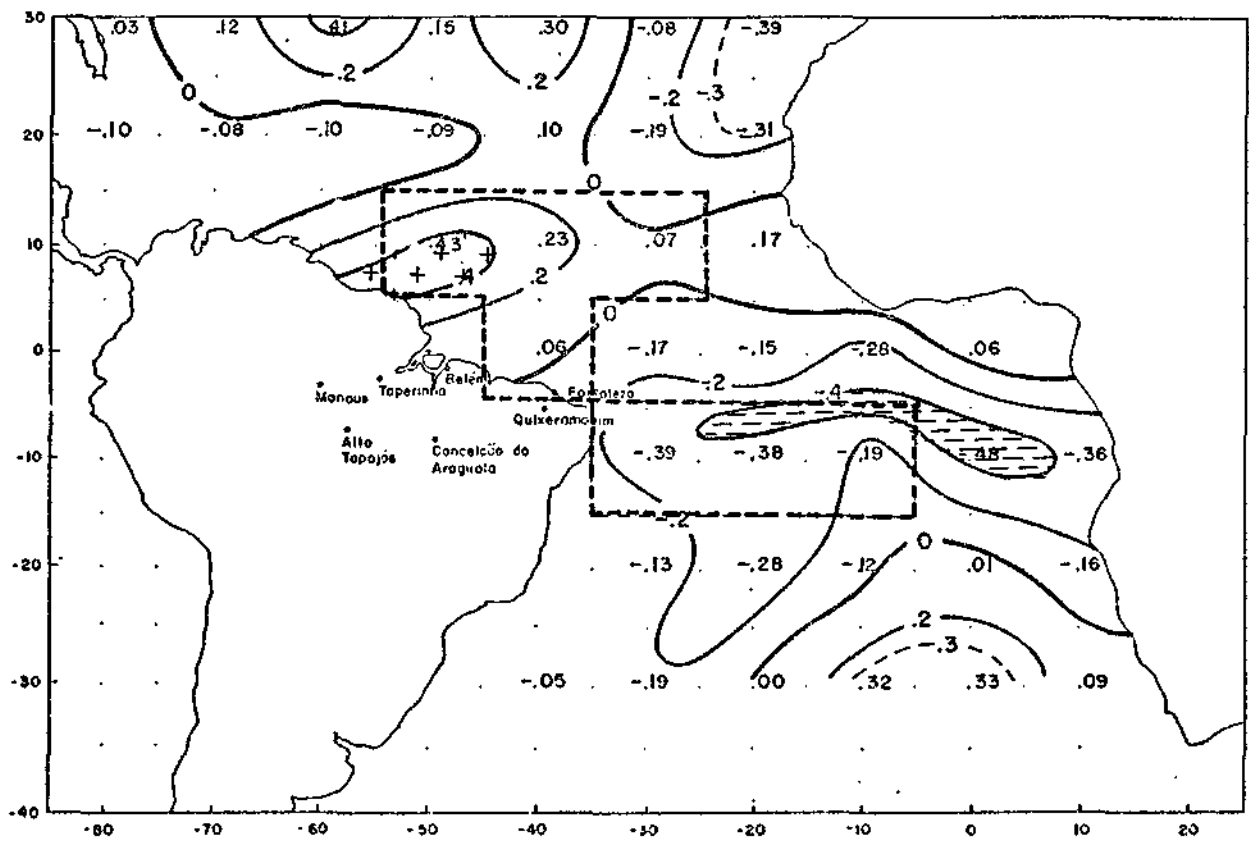


Fig. 6 - Mapa de correlação da precipitação do período chuvoso combinada de Fortaleza e Quixeramobim com a anomalia de divergência do vento ao nível do mar (DSM) em março.

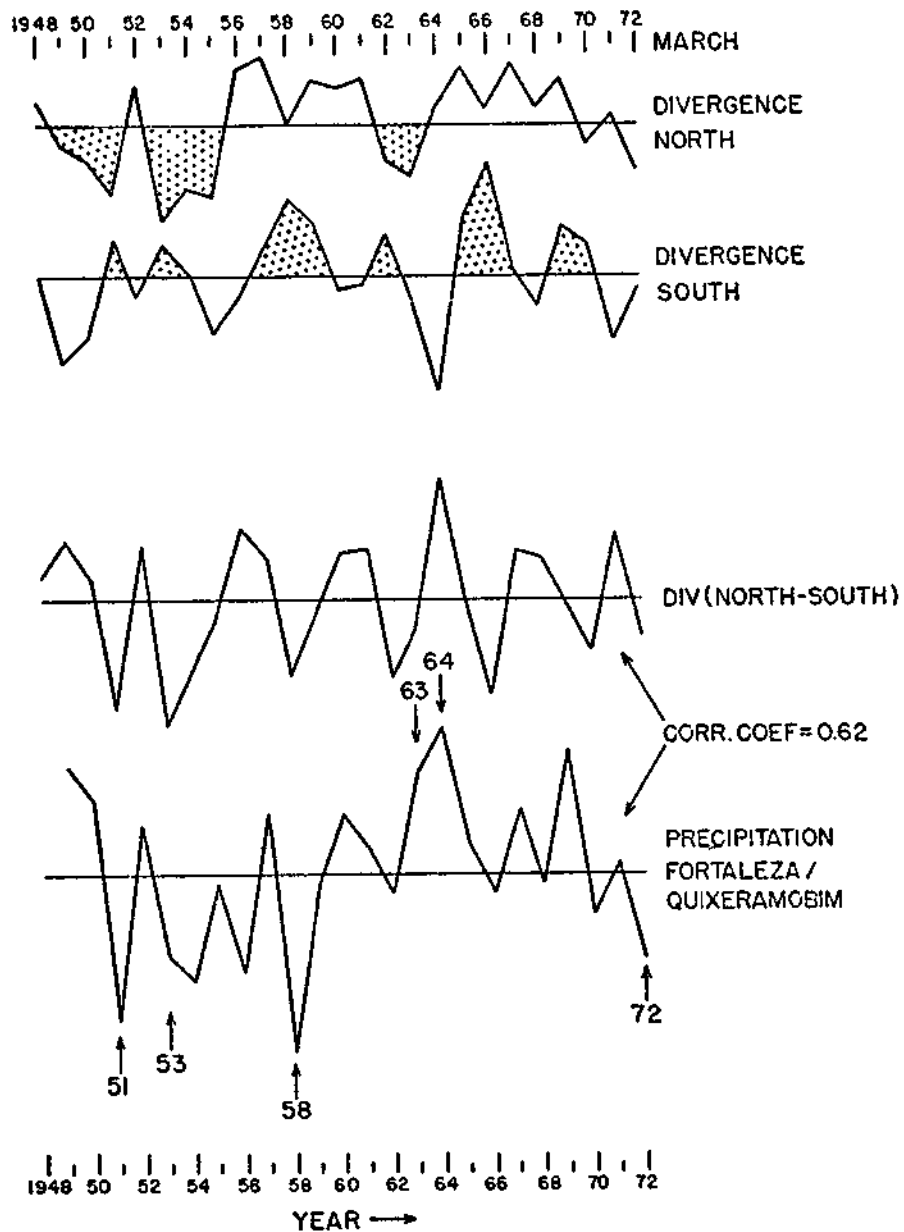


Fig. 7 - Séries das anomalias de DSM em março, média espacial sobre as áreas indicadas, na Figura 6, no Atlântico Norte ("Divergence North") e Atlântico Sul ("Divergence South"). Série da diferença das séries "Divergence North" e "Divergence South". Série dos desvios normalizados da precipitação combinada de FQ para o período chuvoso.