



INPE-368/RI-135

REUNIÓN SEMINARIO GRUPO DE TRABAJO DNU/OMM
EMPLEO DE LA INFORMACIÓN DE SATELITES
METEOROLÓGICOS EN AREAS TROPICALES

Participante: R. V. Calheiros*

CIDADE DO MÉXICO

29 de novembro a 10 de dezembro de 1972

* Também com a Fundação Educacional de Bauru



PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA
CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS
São José dos Campos - Estado de S. Paulo - Brasil

*Este relatório contém elementos do programa de pesquisa
do INPE e sua publicação foi autorizada pelo abaixo assinado,*

Fde Mendonça
Fernando de Mendonça
Diretor Geral

I - INTRODUÇÃO

O objetivo da reunião era familiarizar os participantes com os tipos de produtos que se obtêm a partir de observações feitas por satélites meteorológicos e apresentar as técnicas básicas de extração da informação desses produtos em especial para aplicação na área tropical.

Visava ainda dar oportunidade aos participantes de apresentar problemas específicos de sua área discutindo-os com os instrutores e com os demais colegas. A técnica adotada era a de contactos do instrutor com grupos interessados num determinado assunto e que traziam informações convencionais sobre episódios para comparação com os dados correspondentes obtidos por satélites.

II - ÁREAS PRINCIPAIS

Os seguintes tópicos principais foram desenvolvidos:

- a) Órbitas, Recepção de dados de satélites meteorológicos e seu gradeamento.
- b) Generalidades sobre interpretação dos sistemas de nuvens (nefanálise) presentes nas fotos transmitidas por satélites meteorológicos.

- c) Climatologia derivada da fotointerpretação, com acoplamento a dados convencionais.
- d) Furacões Tropicais
- e) Zona de Convergência Intertropical e fluxo transequatorial.
- f) Análise Tropical de Mesoscala
- g) Classificação de Tormentas Tropicais
- h) Análise de sistemas sul-americanos
- i) Mudanças diurnas sobre regiões tropicais continentais
- j) Eventos do tempo nos trópicos
- k) Linhas e arcos de nuvens
- l) Estimativa de precipitação a partir de fotografias de satélites.
- m) Previsão de longo prazo
- n) Eventos do tempo nos trópicos durante o inverno

o) Tempo em área estável

Além de exposições formais sobre os tópicos acima houve uma série de exercícios de laboratório com interpretações diárias das fotos recebidas pelo APT instalado na cidade do México em comparação com a situação sinótica, traçados de órbitas, localização e gradeamento, análise de cartas tropicais, classificação de tempestades tropicais a partir de fotos, etc. Houve, ainda, apresentação dos sistemas integrantes dos futuros satélites, com especial referência aos de Recursos Naturais da Terra (ERTS) e comunicações sobre aplicações do APT mexicano.

III - ÓRBITAS, RECEPÇÃO DE DADOS DE SATÉLITES METEOROLÓGICOS E SEU GRADEAMENTO

Instrutor: Dr. Ehrhard Raschke, da Universidade do Ruhr.

Fez breve exposição sobre os satélites meteorológicos e tipos de órbitas, apresentou os APT Daily Predict Messages com os tipos de informação enviada (TBUS-1 e TBUS-2) e respectivas codificações.

A seguir, mostrou a utilização da mesa de plotagem das órbitas e a utilização dos dados enviados nos TBUS's, com a colocação da transparência de ângulos de apontamento da antena para rastreamento.

Foram feitos, então, exercícios de rastreamento.

A série de conferências foi finalizada com a apresentação do sistema de gradeamento e a execução de uma série de exercícios com o gradeamento de fotos recebidas.

Um ponto de interesse foi a conferência sobre gradeamento de fotos de radiômetros de varredura com o desenvolvimento matemático correspondente.

IV - NEFANÁLISE E CLIMATOLOGIA DERIVADAS DE FOTOINTERPRETAÇÃO, ESTIMATIVA DE PRECIPITAÇÃO A PARTIR DE FOTOGRAFIAS DE SATÉLITES.

O tópico nefanálise foi coberto pelo Dr. Raschke e a climatologia pelo Sr. Kiyoshi Tsuchiya da Japan Meteorological Agency, Tóquio.

Destaca-se como de especial interesse o: "Estudo entre as precipitações nas Américas Central e do Sul, entre 30°N e 30°S por meio de satélites meteorológicos", apresentado pelo Sr. Tsuchiya.

De fato, como a pressão e temperatura variam pouco nos trópicos o estudo de precipitação e nubosidade nessa região é o mais importante. As figuras de 1 a 6 mostram, para janeiro e julho o brilho

médico presente nas fotos de satélite entre 14 e 16 hr local (que é associado a nuvens, no caso), os valores médios mensais de precipitação e o nº médio de dias de tempestades, respectivamente.

Os dados de precipitação e tempestades são da WMO Technical Note 52 e U.S Weather Bureau World Weather Records complementados por dados de Portig e Serra (1943) e Dean (1971); os de satélites, do Global Atlas of Relative Cloud Cover, da NOAA e USAF (1971).

Da exposição feita e dos exercícios desenvolvidos as conclusões interessantes foram:

- O brilho mensal líquido médio das nuvens nas fotos de satélites pode ser usado com eficiência para a estimativa da chuva média mensal, sempre que se conheça o comportamento das perturbações meteorológicas e as características climatológicas das áreas de referência.

- Em janeiro as faixas de nuvens da ITCZ no Pacífico e no Atlântico chegam ao sul.

A distribuição de pressão de superfície é tal que estimula o fluxo de entrada de ar para o continente devido à baixa pressão sobre o Brasil e a alta subtropical bem desenvolvida no Atlântico e no Pacífico..A contribuição direta do alto Pacífico à quantidade de chuva

sobre a América do Sul é escassa devido ao efeito de bloqueio dos Andes. (Esta é a estação chuvosa na América do Sul e a maior quantidade de chuva ocorre neste mês).

O vasto continente sul americano está coberto por uma nuvem brilhante cujo máximo ocorre a noroeste da Bolívia. Vale notar que há uma faixa de nuvens que se estende ao sudeste através da Argentina na direção da Antártida.

- Em julho o hemisfério sul apresenta uma grande área seca com valores médios de precipitações inferiores a 30 mm dominando quase 1/3 da área total. Há uma grande faixa de chuva ao longo da costa do Brasil, começando cerca dos 7°S, devido a um efeito orográfico.

O Sr. Vicente Oliver apresentou aspectos da estimativa quantitativa da precipitação através das fotos. (Vicente Oliver and Walton Follansbee: "A Technique for Estimating Twenty - Four Hour Rainfall Amounts Using Wether Satellite Photographs").

Um trabalho por ele desenvolvido apresenta a precipitação média em 24 horas como função da área de cumulonimbus estimada nas fotos em quadrados de 3° ou 5° de latitude, através da relação simples:

$R = KC$, onde R precipitação em 24 horas

C = Porcentagem de cobertura de cumulonimbus na área, entre 14 e 16 hr local (maior atividade convectiva).

A suposição é a de que quase toda precipitação em áreas tropicais e subtropicais vêm de cb's, fato confirmado nas áreas de teste por ele usadas. Isso, no entanto, já não é válido na Amazônia, pois durante os meses de maior precipitação os stratos são as nuvens predominantes de chuva.

A convite daquele instrutor este reportador apresentou trabalho desenvolvido no INPE em que foram feitas estimativas quantitativas de precipitação na região do Rio Pardo, no sul do Estado de São Paulo.

A Curva de regressão obtida está na figura 7 e a equação representativa é:

$$Y = -2,8 \cdot 10^{-5} x^6 + 2,99 \cdot 10^{-3} x^5 - 1,26 \cdot 10^{-1} x^4 + 2,67 \cdot x^3 - 2,98 \cdot 10 x^2 + 1,67 \cdot 10^2 x - 3,11 \cdot 10^2 \quad (*)$$

V - CLIMATOLOGIA DERIVADA DE FOTOINTERPRETAÇÃO, ITCZ E FLUXO TRANSEQUATORIAL, ANÁLISE TROPICAL, DE MESO ESCALA E DE SISTEMAS SUL-AMERICANOS.

Instrutor: Dr. Fujita, da Universidade de Chicago.

Numa série de conferências foram analisadas, em meso-escala, as correlações entre os mosaicos das fotos AVCS dos primeiros satélites NOAA e as de superfície do período de 08 a 18 de setembro.

(*) Neste caso todos os tipos de nuvens foram incluídos e a correlação foi obtida levando em conta a probabilidade de precipitação e a intensidade atribuída a cada tipo de nuvem, além da área coberta por elas. A média, no caso, é mensal.

de 1967.

Situação interessante ocorreu no dia 11 de setembro quando uma diferença de pressão de 25 mb estabeleceu-se entre os dois lados dos Andes em 30°S mostrando em que extensão aquela cadeia de montanhas atua como isolador de sistemas.

Não se espera encontrar esse gradiente orográfico de pressão em outra parte do mundo.

A figura 8 mostra o fluxo de ar úmido obtido da análise do período de 11 dias mencionado, excluindo-se a frequência do fluxo de ar polar. A umidade penetra na bacia Amazonica através da costa norte do Brasil, as linhas de corrente se curvam para o sul criando uma zona de sombra de precipitação em E. Atrás da Cordilheira, que bloqueia os ventos de este, vê-se duas dessas zonas em D e C.

Foi enfatizada a análise de linhas de corrente na área tropical em substituição à isobárica, pois a aproximação geostrófica não se aplica aí. Os comentários finais evidenciaram como a baixa densidade de estações dificulta a determinação das condições meteorológicas em escala subsinótica. Também, devido ao pequeno gradiente de pressão nos trópicos a precisão da pressão ao nível do mar medida nas estações continentais é inadequada para análise isobárica. As fotos de satélites tornam-se, então de extremo valor, de vez que a resolução dos satélites me

teorológicos atuais e os projetados é da ordem de uma milha, permitindo mesmo a detecção de pequenas nuvens convectivas sobre os Andes, a floresta Amazônica, oceanos, etc.

VI - MUDANÇAS DIURNAS SOBRE REGIÕES TROPICAIS CONTINENTAIS, LINHAS E ARCOS DE NUVENS, TEMPO EM ÁREA ESTÁVEL.

Os tópicos de interesse são os seguintes:

Foi executada análise de um filme loop do ATS-III cobrindo a região amazônica. Pode-se observar claramente a reversão do fluxo nordeste-norte em baixos níveis para sul-sudoeste nos altos níveis. Em particular no estuário do Amazonas as nuvens emanentes dos cumulonimbos dissipam-se ao longo da direção da "pluma". Uma explicação possível é a de que há muitos núcleos presentes mas a umidade não é suficiente para permitir o crescimento de gotículas. Também o sol não aqueceria o suficiente por bloqueio da cobertura de nuvens.

Ocorre muitas vezes nessa região o aparecimento de arcos (mesoscala) à frente de tempestades produzindo condições severas de tempo. Os arcos se movem a uma velocidade de cerca de 20% maior do que o vento médio dominante. O ar atrás dos arcos é claro, provavelmente por causa de ar descendente arrastado por parte de nuvens em movimento para baixo e também pela evaporação. Em todas as vezes que um arco foi observado à frente de uma tempestade ela se dissipa em cerca de uma hora. O

esquema abaixo ilustra o processo (fig.9). A figura 10 é uma foto APT da estação de São José dos Campos com essas formações em arco.

Outras formações significativas em áreas tropicais são linhas de nuvens que se bipartem ao longo da direção do vento, conforme esquema da figura 11.

Existem áreas estáveis ao longo da costa da América do sul, por exemplo, rodeadas por ar relativamente instável ao redor. Observam-se stratos formados sob uma inversão localizada; uma possível explicação é a formação de ondas sobrepostas ao fluxo médio.

VII - TRABALHOS PRÁTICOS, APRESENTAÇÕES

Foram projetados vários filmes destacando-se aqueles sobre eventos do tempo nos trópicos e do desenvolvimento do furacão Camille (ambos filmes Loop do ATS-3). Muitos slides obtidos das missões Apolo também foram mostrados usando-se a técnica de desfocalização para simular a resolução das fotos dos satélites meteorológicos.

Das séries de trabalhos práticos efetuados pelos participantes destacam-se:

- 1) Esboço de isóbaras a partir de carta com valores esparsos plotados.

A figura 12a mostra um dos exercícios efetuados por este participante e a 12b o resultado do instrutor.

O objetivo era a demonstração da dificuldade da plotagem sinótica em áreas escassas de dados, enfatizando a utilidade das fotos de satélites nessa área.

2) Estimativa de vento de superfície a partir de reflexo da luz do sol na água, conforme apresentado em foto do satélite. Foi a apresentada a foto do dia 5 de dezembro mostrada na figura 13 e solicitada a interpretação da área apontada, para os representantes brasileiros.

Observa-se uma difusão bem maior da luz solar refletida na direção aproximada sul-norte (mar agitado nessa direção). A predominância do vento nessa direção é corroborada pela posição da área próxima à costa e pelo horário da foto que sugere presença de brisa marítima.

3) Determinação do tipo de cobertura de nuvens com uso de fotos no visível e infravermelho.

Foi apresentada a foto mostrada na figura 14 e solicitada a análise da cobertura sobre a costa leste dos USA:

A foto no visível mostra claramente a presença de 2 camadas distintas aproximadamente paralelas à linha de costa e a infravermelha

permite distinguir entre a camada alta a leste e a cobertura baixa a oeste, que se confundem ao norte na foto no visível.

Foi apresentado um tópico sobre tormentas tropicais, pelo Dr. Vern Dvorak. Um método de classificação dessas formações foi sugerido.

Como o assunto apresenta pouco interesse direto para as nossas áreas não demos ênfase ao mesmo; usando o tempo para laboratório de análise tropical nas regiões da América do Sul.

Destacamos no entanto alguns pontos da apresentação de maior interesse.

- Uma foto por dia é adequada para a análise dos sistemas significativos; as perturbações requerem um mínimo de cumulos (convectivos) e cirrus para iniciarem-se. O ambiente favorável ao desenvolvimento desses sistemas nos altos níveis são cirrus em forma fibrosa e distribuição uniforme ou dispostos anticiclonicamente.

- Cirrus atravessando o sistema no estágio inicial de desenvolvimento o enfraquecem ou inibem.

O Sr. Robert W. Popham, coordenador APT do NOAA fez uma exposição sobre os sistemas de transmissão dos satélites meteorológicos

(APT, SR, WEFAX).

Enunciou os tipos de grades disponíveis (para SR, 800 milhas náuticas, na biblioteca de grades de 35 mm, e variações longitudinais de posição do ATS-3 também na biblioteca de 35 mm).

O Dr. William Nordberg da NASA apresentou fotos do território americano obtidas pelo Satélite ERTS-1. Embora os objetivos primários da utilização desse satélite não sejam meteorológicos, as nuvens detetadas em suas imagens mostraram constituir um excelente subproduto dos dados fornecidos.

A resolução dos sensores permite detetar praticamente todas as formações significativas com contraste variado devido aos vários canais espectrais de monitoramento.

As aplicações do APT mexicano apresentadas foram:

- Busca e seleção de sítios astronômicos com satélites meteorológicos.
- Identificação do reflexo do sol em fotos APT pelo cálculo do seu azimute e distância.
- Fotografias de satélites para prognósticos diários.

- Importância para a Secretaria do Governo, dos mosaicos fotográficos enviados por satélite meteorológico.
- Utilização de fotografia de satélite meteorológico para controle de enchentes.
- Aplicação das fotos de satélite no Serviço Meteorológico Nacional.
- Inferências obtidas de fotografias APT sobre a estrutura dos furacões do Pacífico Norte Oriental.
- A utilidade da informação de satélites meteorológicos no prognóstico do tempo sobre áreas marítimas tropicais

VII - OBSERVAÇÕES FINAIS

A reunião foi de muita utilidade para que os participantes tivessem notícias de várias potencialidades das fotos obtidas através de satélites meteorológicos.

Consideramos que o tempo dedicado aos ciclones tropicais foi um fato exagerado.

Acreditamos que uma boa parte desse tempo poderia ser utilizada com vantagem em análise de áreas tropicais, através da compara

ção da situação sinótica com as deduções das fotos.

A técnica de utilizar fotos obtidas por vôos tripulados e desfocá-las para simular a resolução das fotos normais dos satélites meteorológicos apresenta o inconveniente da grande diferença de escala entre as duas imagens, o que dificulta a interpretação.

Notamos, também, a pouca informação dada pelos participantes sobre a eventual utilização das fotos em seus respectivos países.

Fig. 1

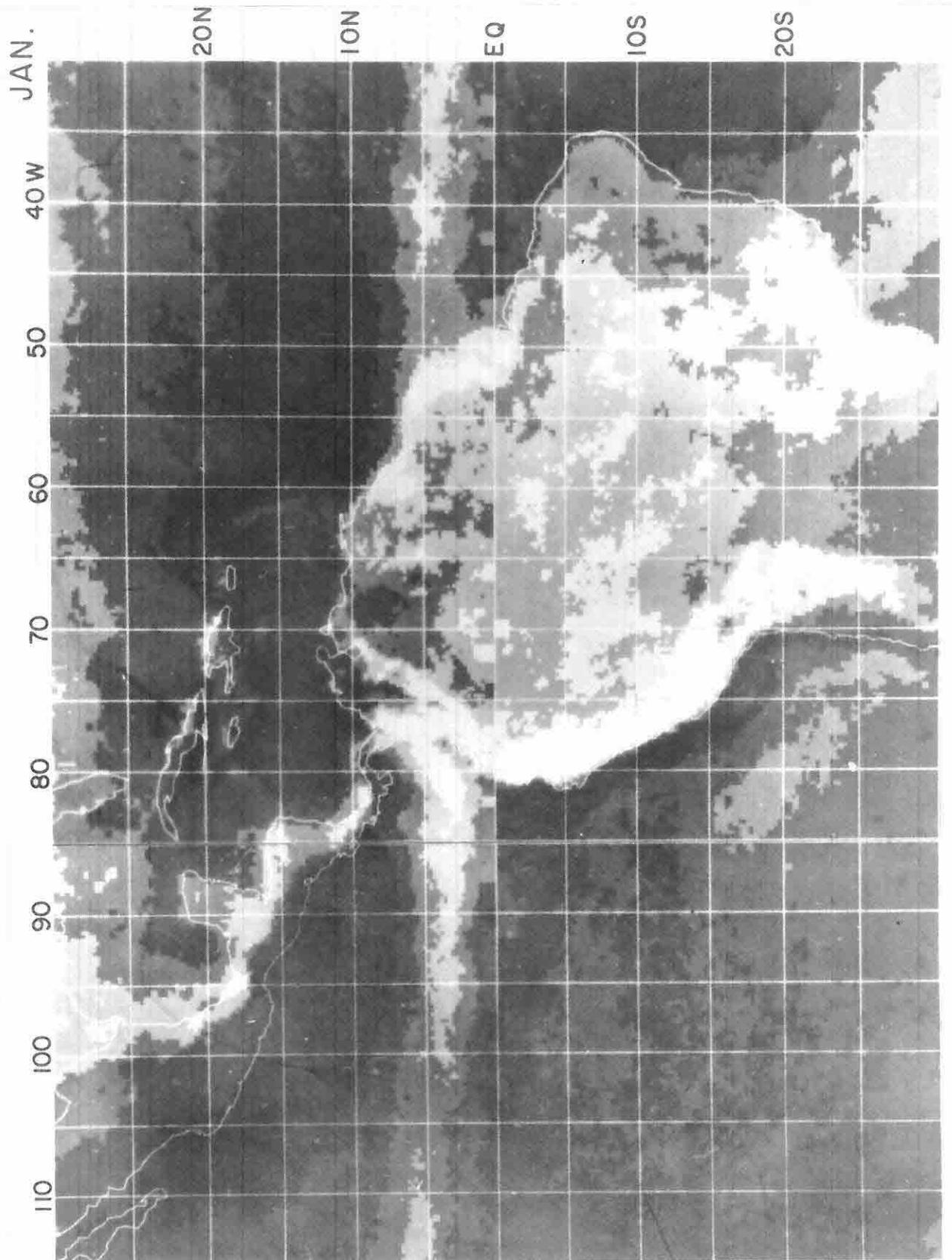


Fig. 2

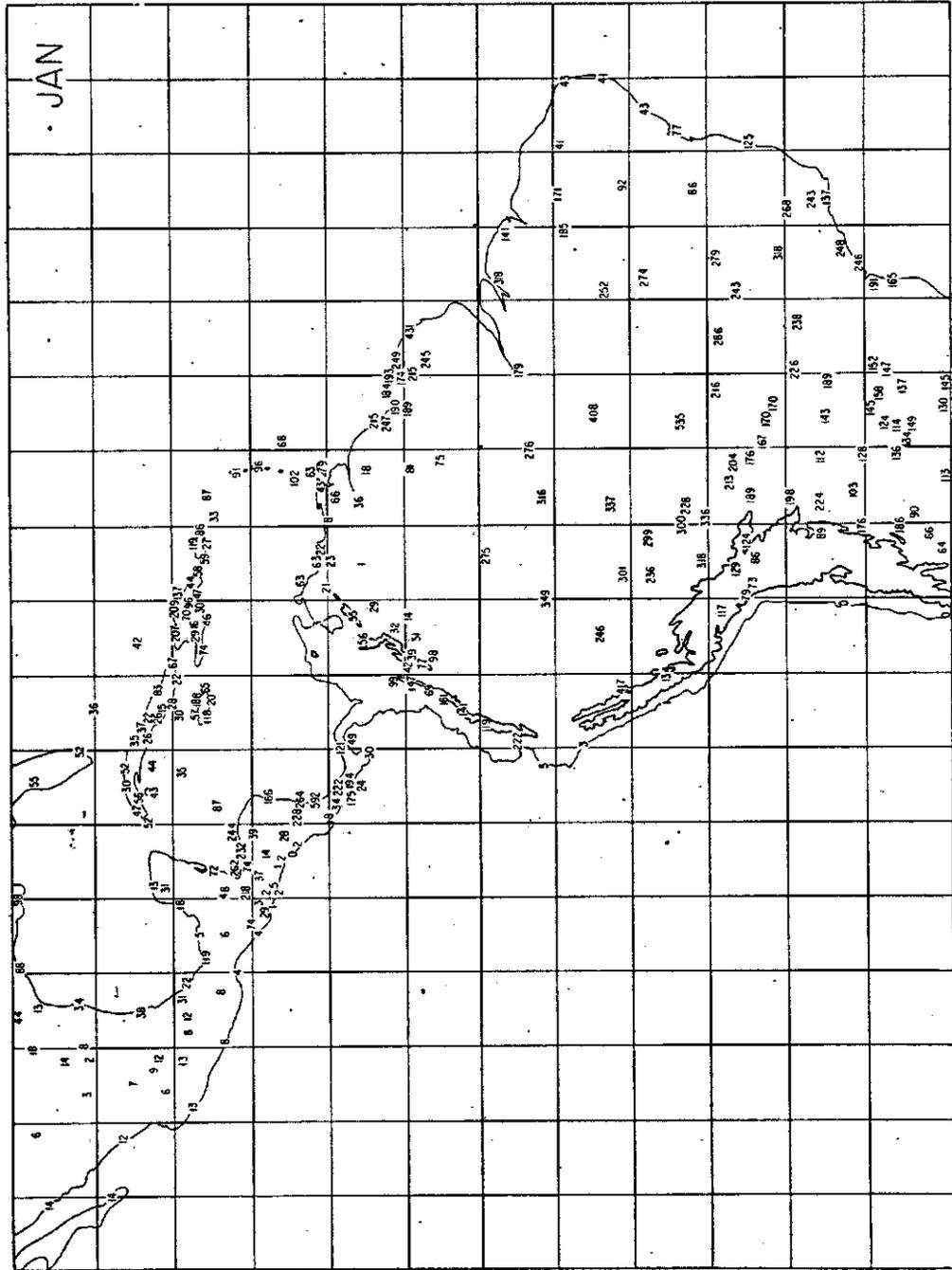


Fig. 3

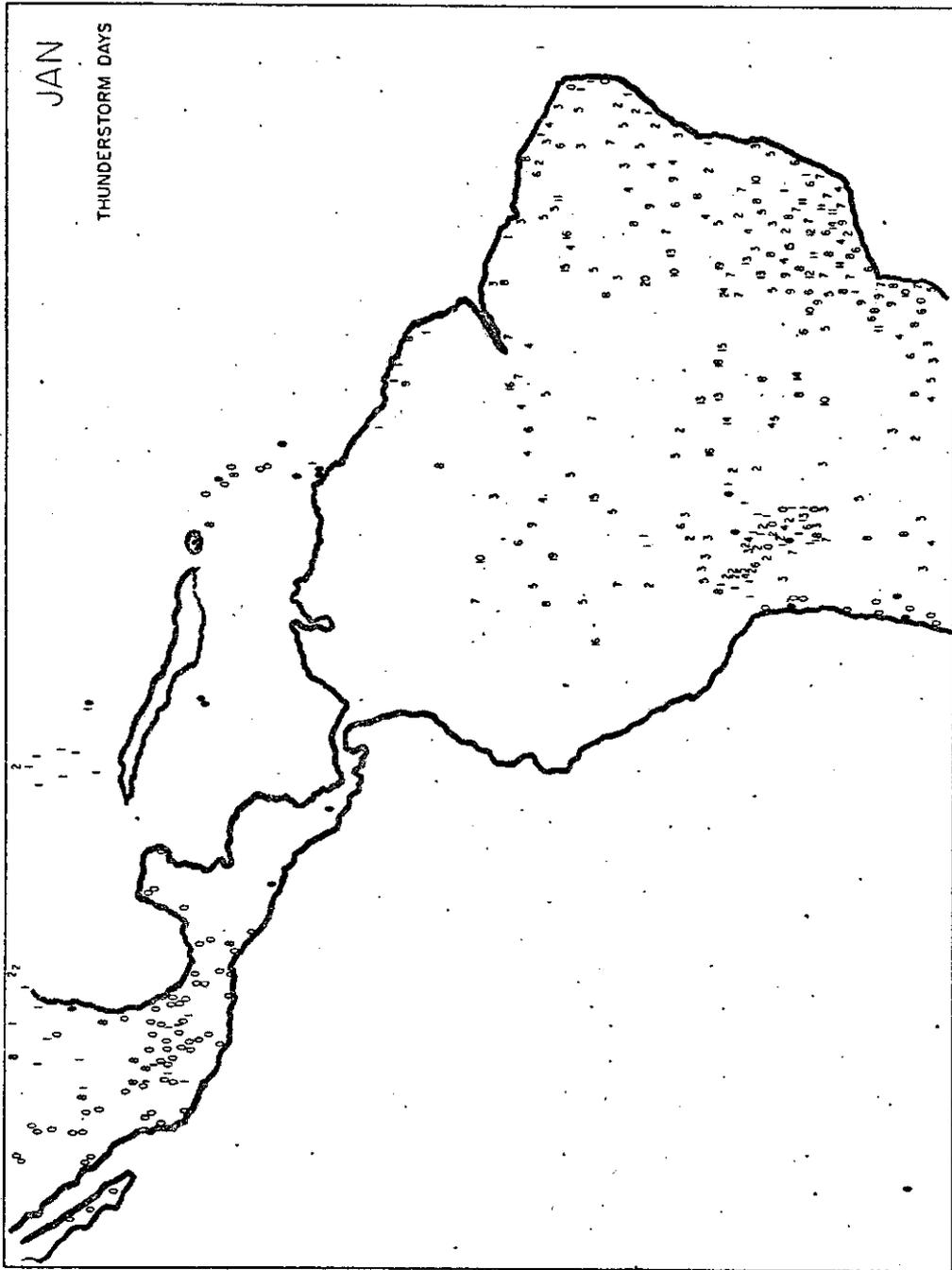


Fig. 4

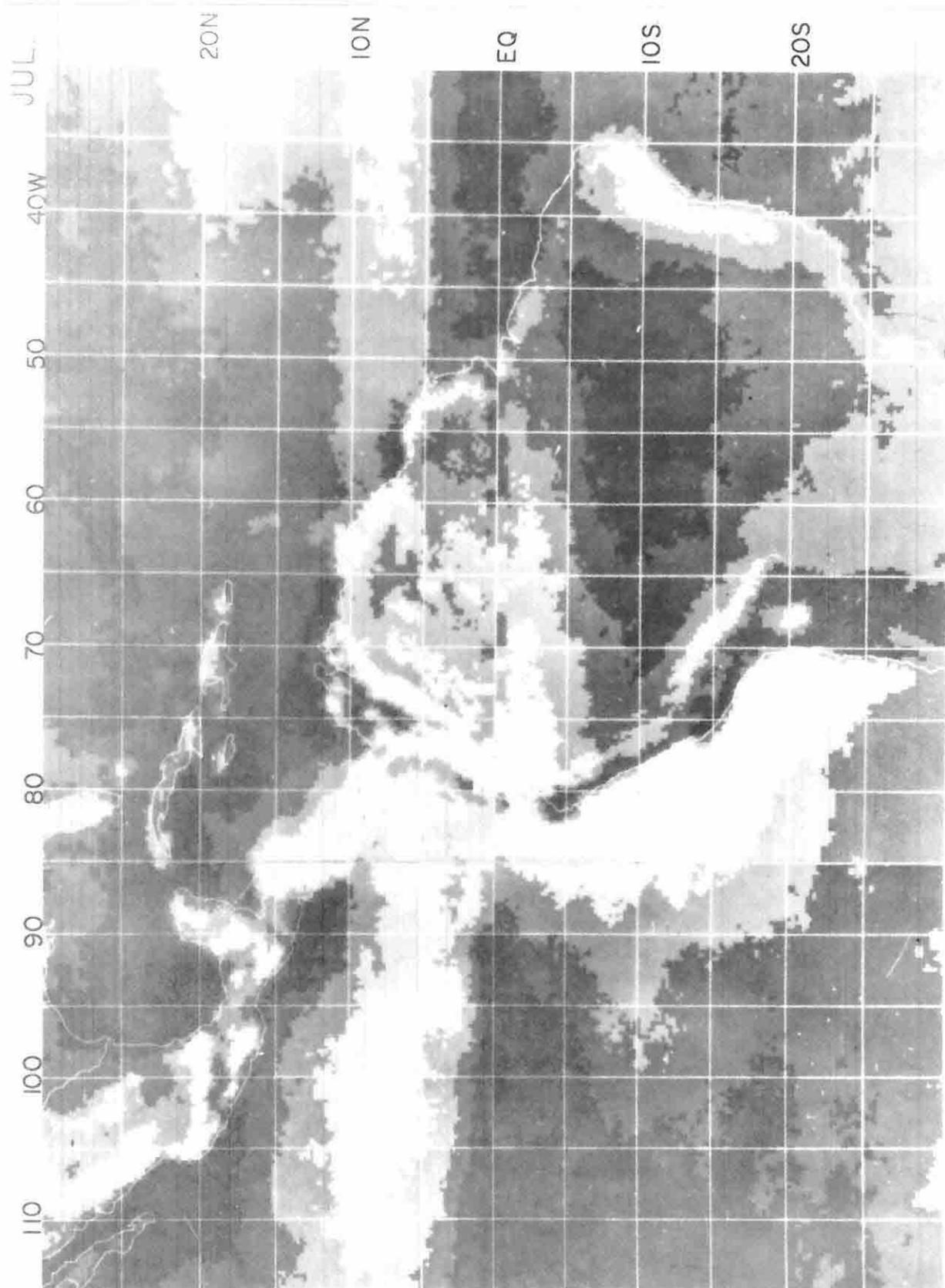


Fig. 5

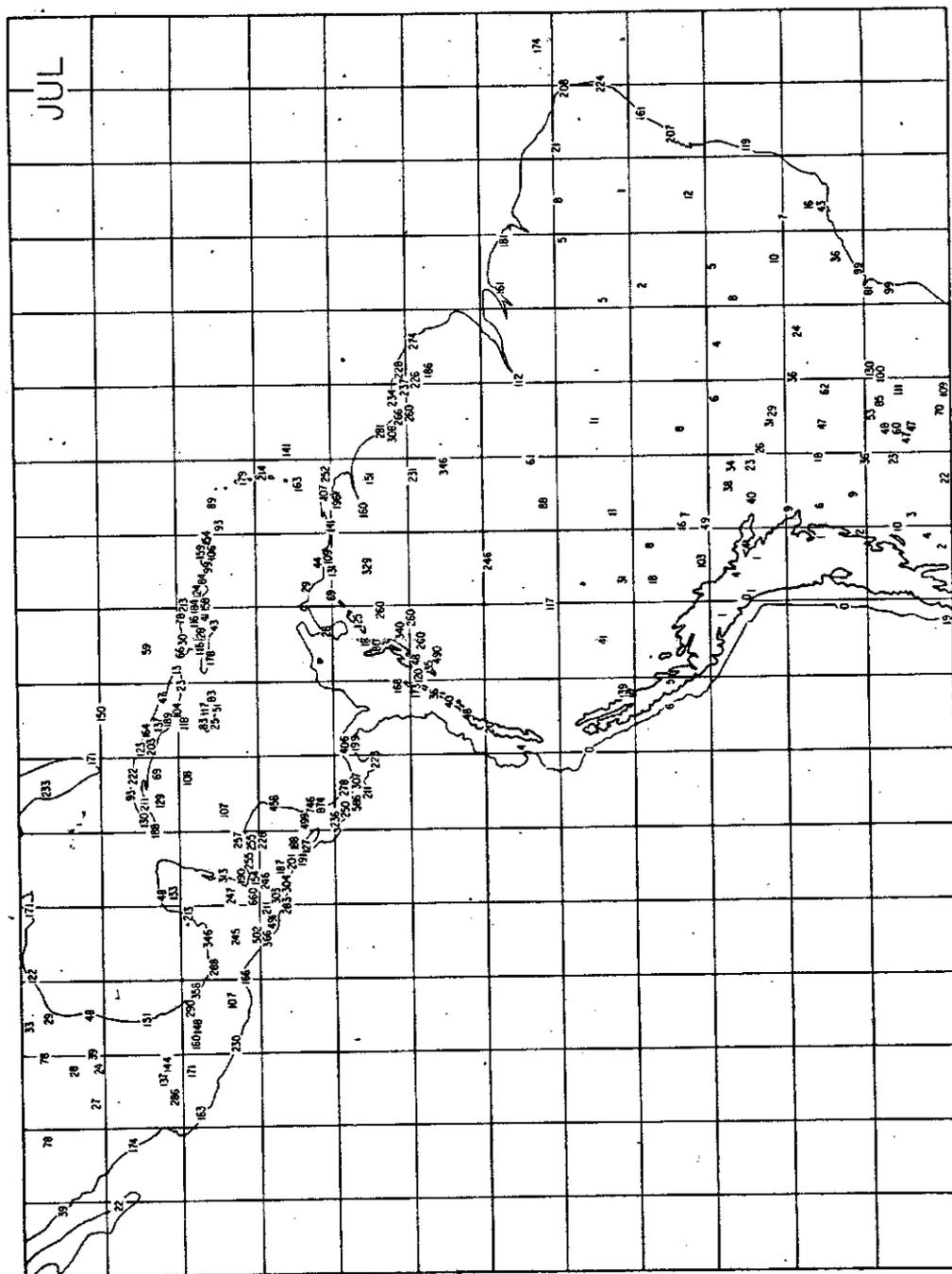


Fig. 6

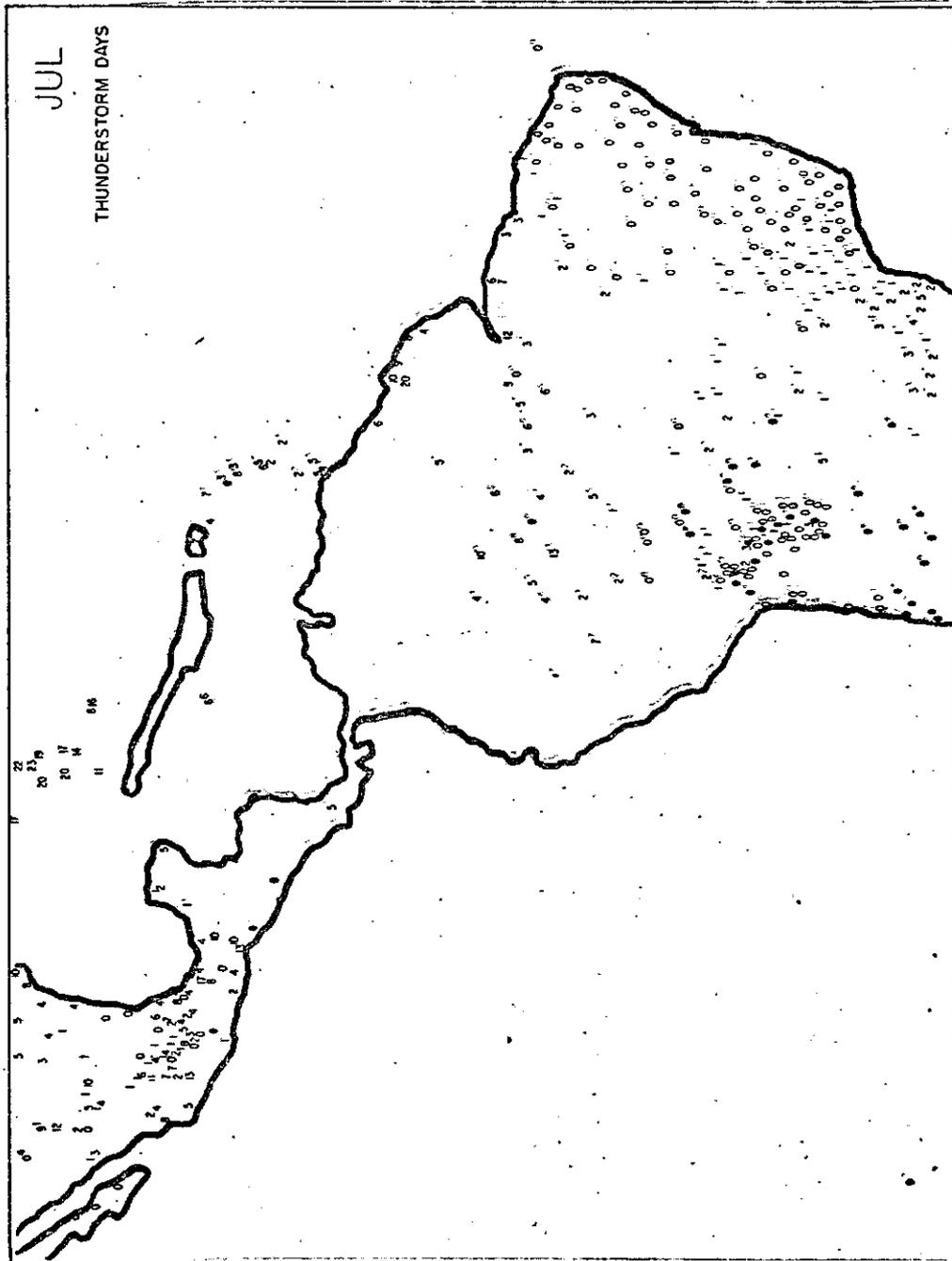


Figura 7. CURVA PRECIPITAÇÃO x COEFICIENTE DE PRECIPITAÇÃO

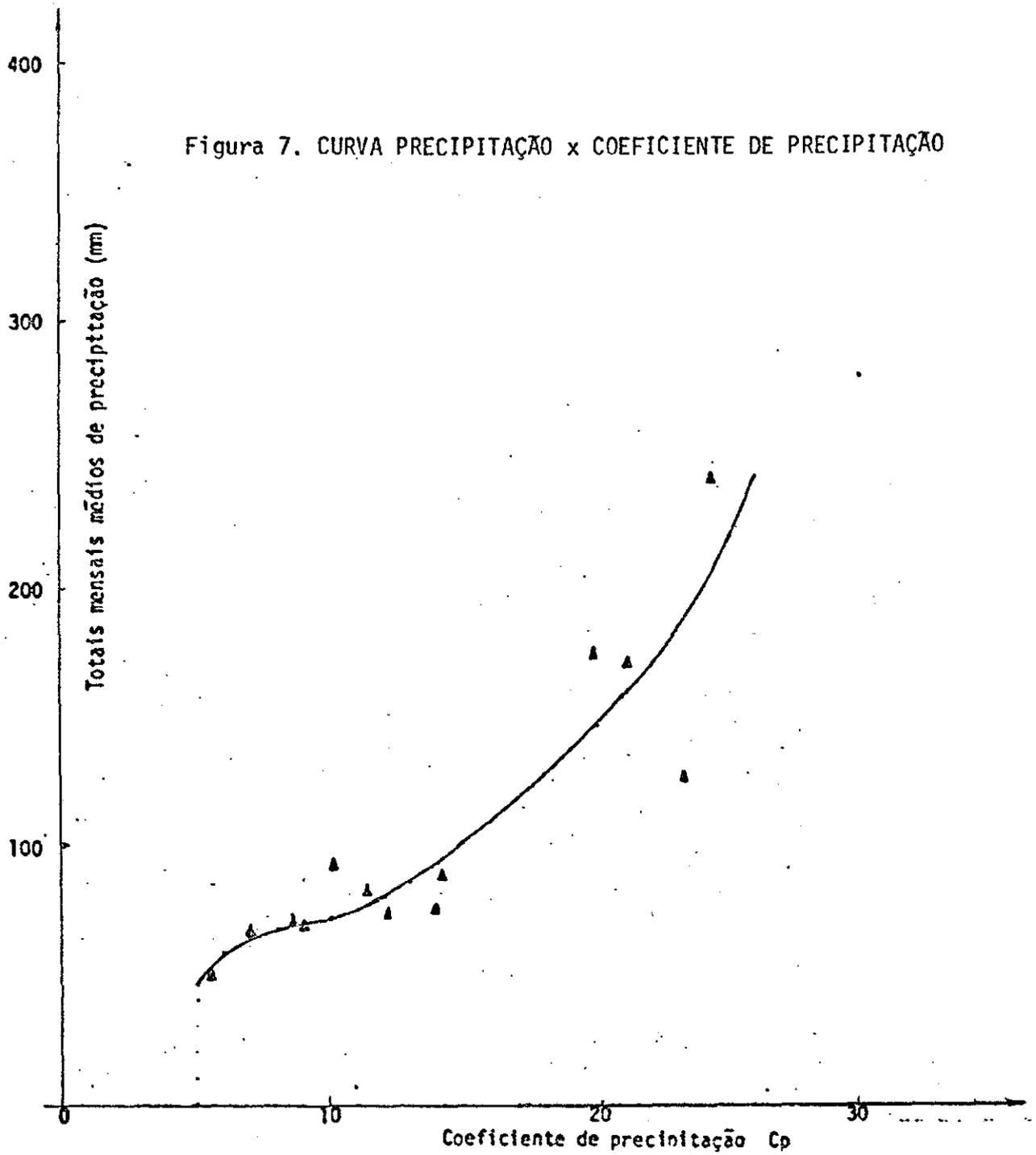


Fig. 8

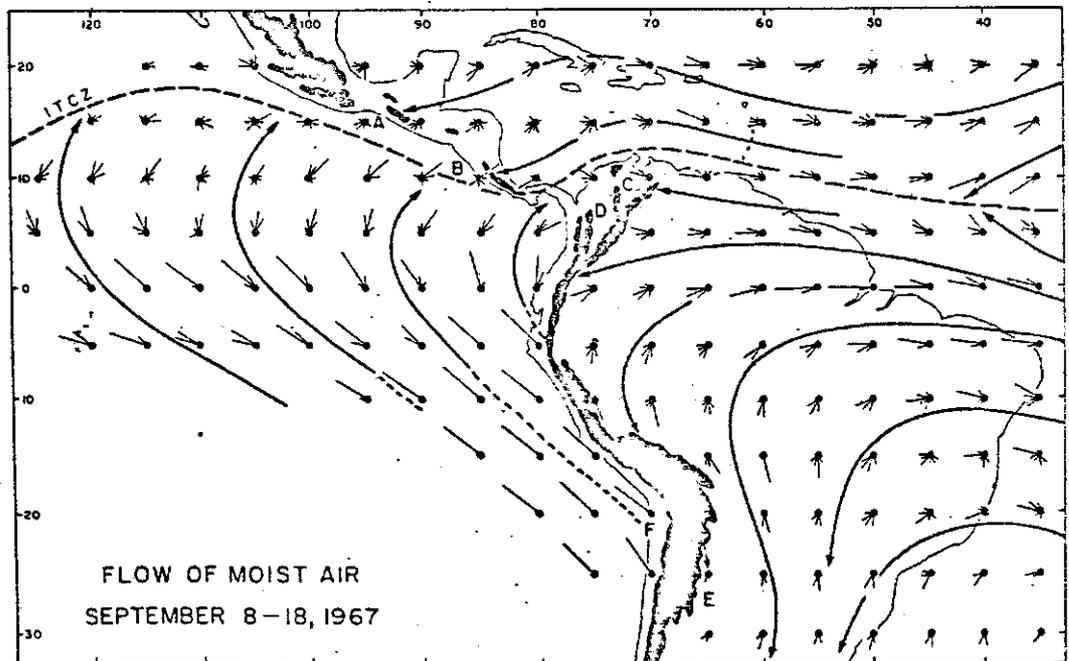
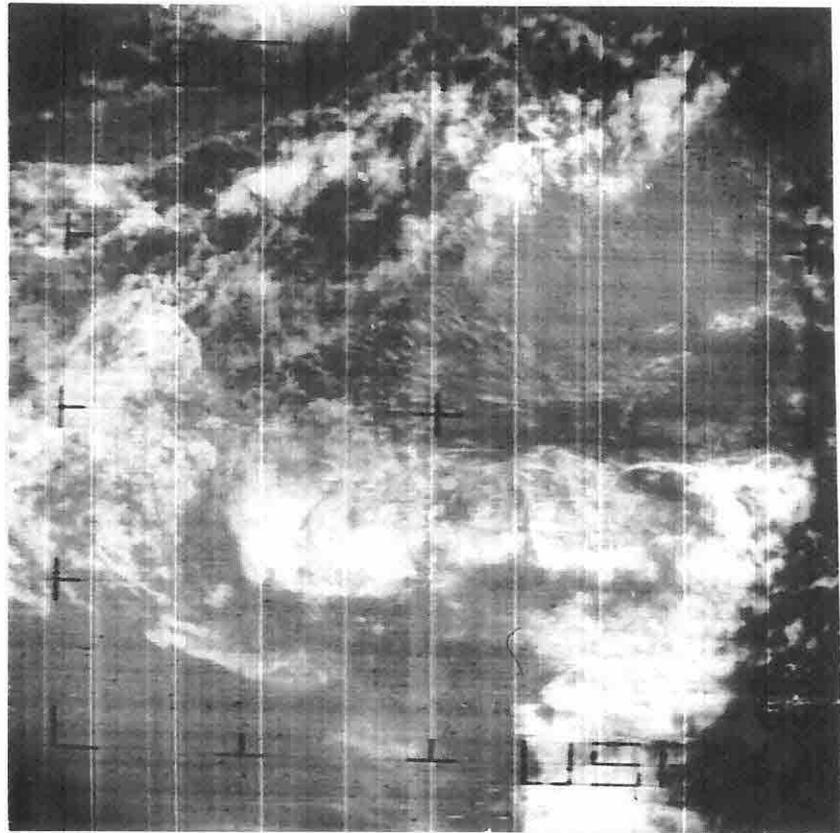


Fig. 10



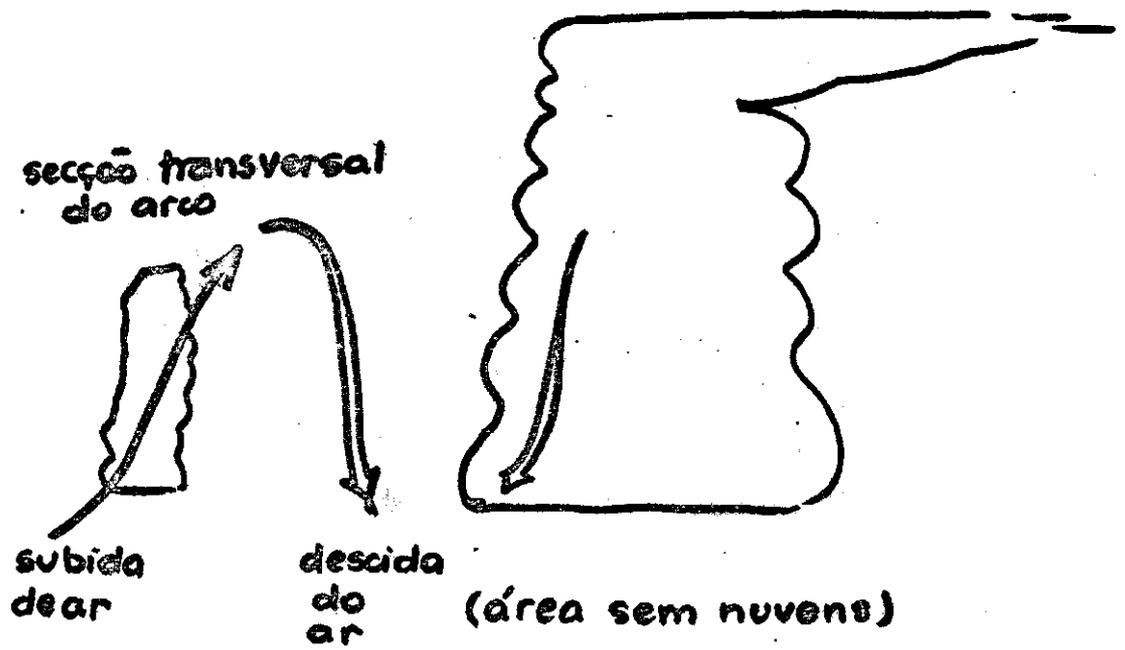


FIG. 9

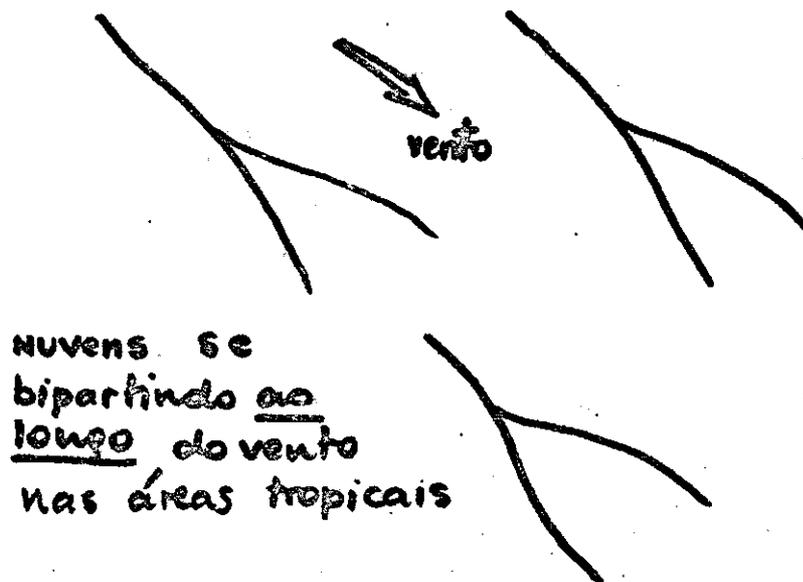


FIG. 11

Fig. 12a

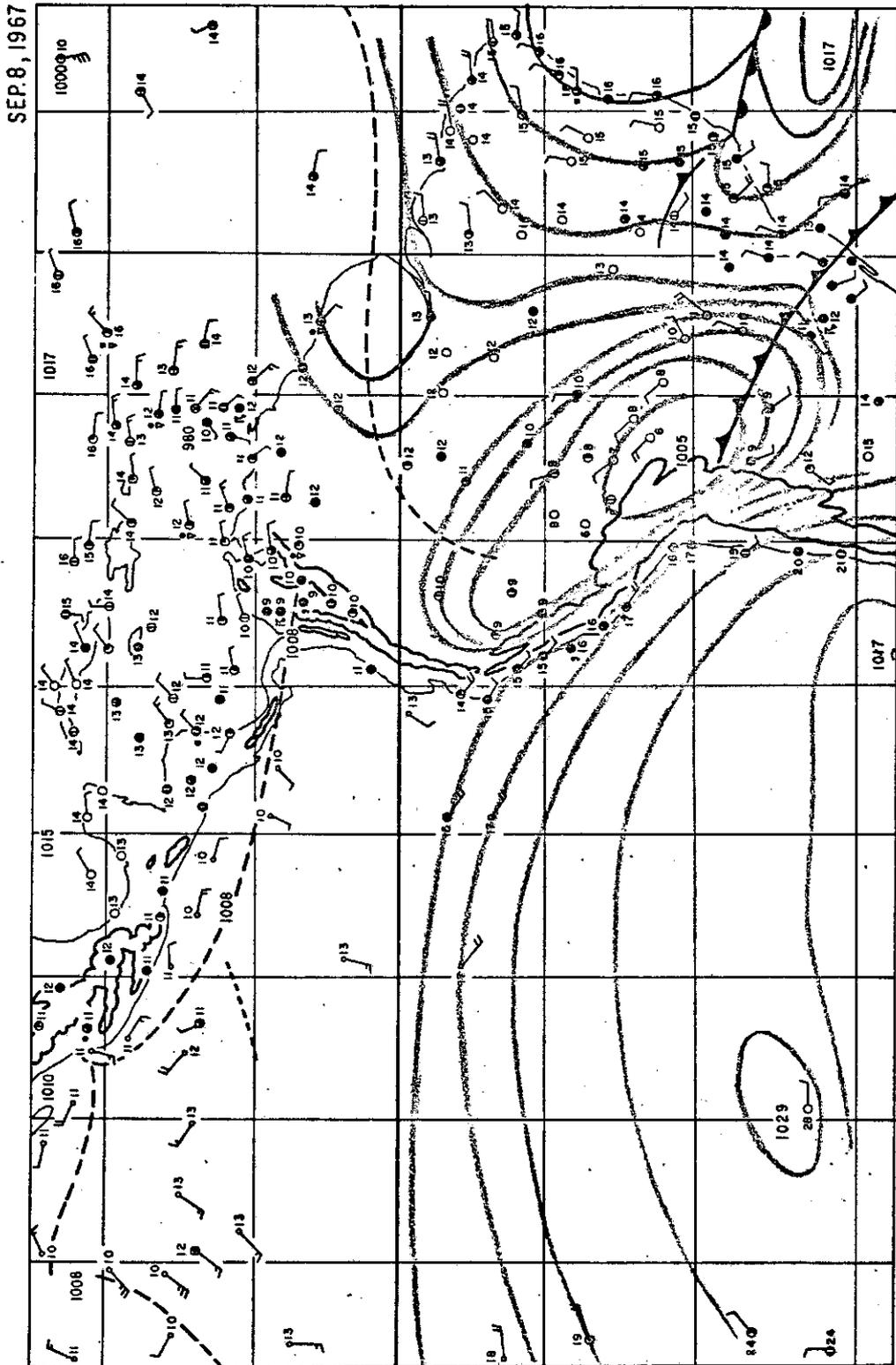


Fig. 12b

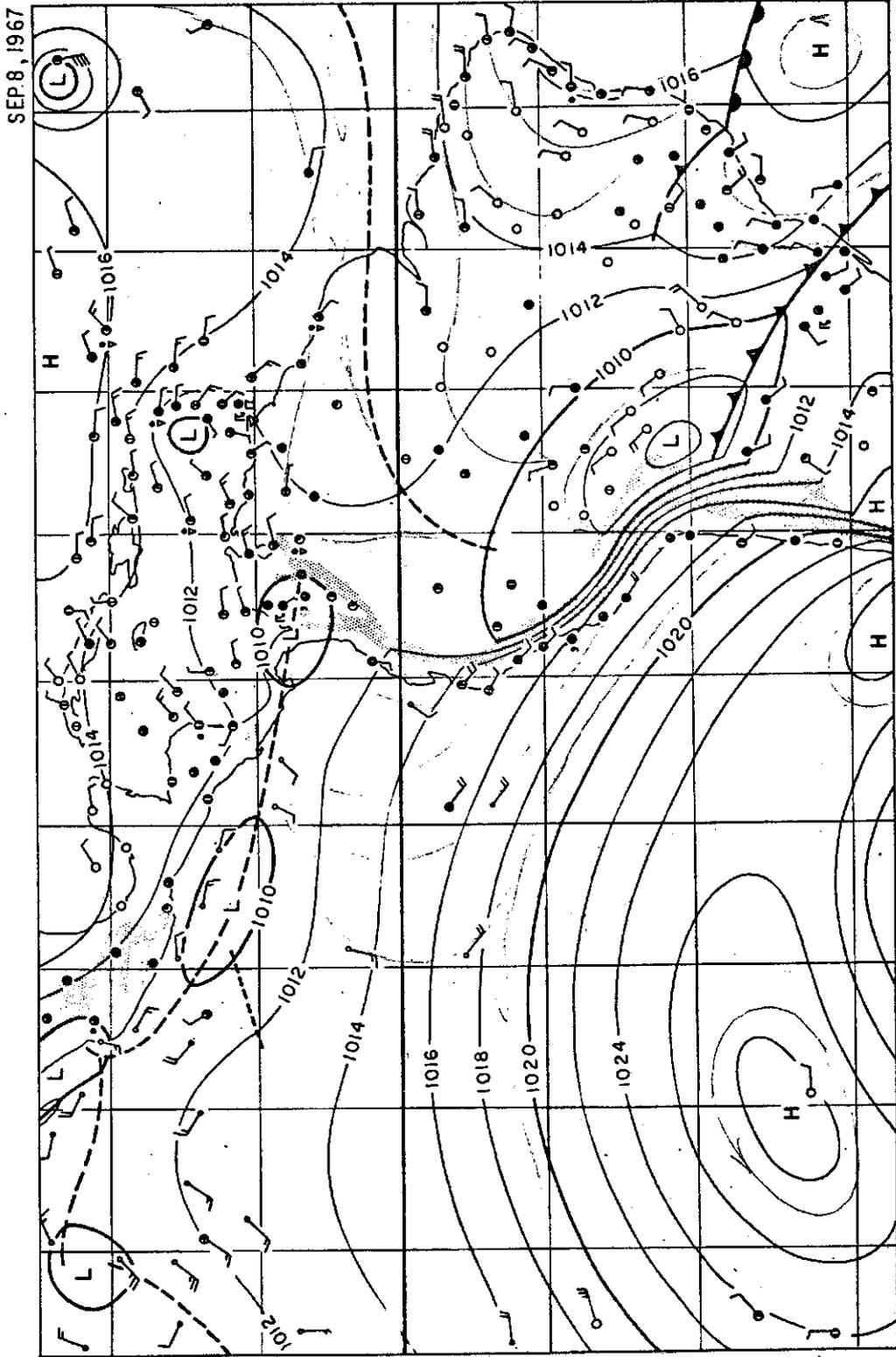
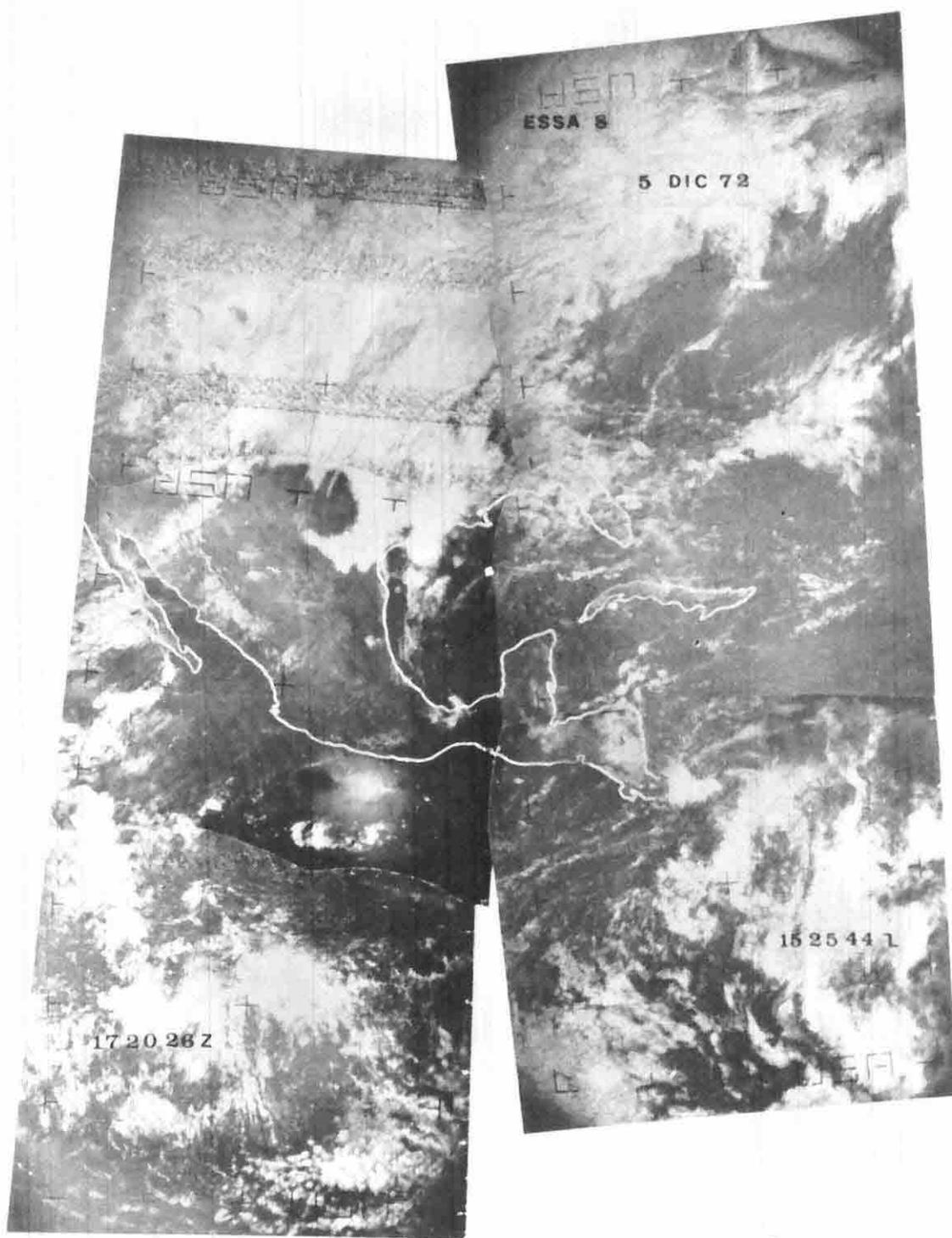


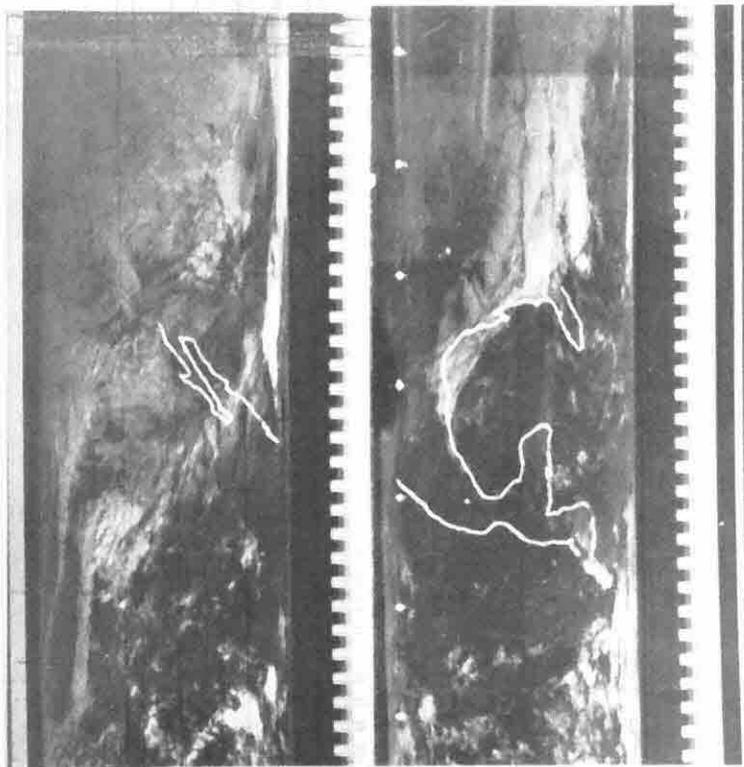
Fig. 13

COMISION NACIONAL DEL ESPACIO EXTERIOR
DE LA
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



Fif. 14

6 DIC 1972



VISIBLE CHANNEL



INFRARED CHANNEL