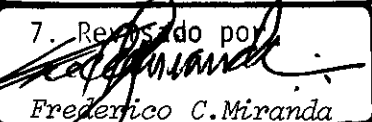
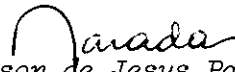
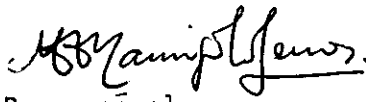


1. Classificação <i>INPE COM.8/RA</i>	2. Período <i>julho/78 a junho de 1979.</i>	4. Distribuição
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor)		interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
5. Relatório nº <i>INPE-1627-RA/070</i>	6. Data <i>Novembro, 1979</i>	7. Revisado por  <i>Frederico C. Miranda</i>
8. Título e Sub-Título <i>RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO (ANUAL) CONVÊNIO B/28/79/022/00/00 - FINEP-CNPq MODELAGEM ATMOSFÉRICA</i>		9. Autorizado por  <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor
10. Setor <i>DME</i>	Código	11. Nº de cópias <i>09</i>
12. Autoria <i>Marco Antonio Maringolo Lemes</i>		14. Nº de páginas <i>14</i>
13. Assinatura Responsável 		15. Preço
16. Sumário/Notas  <i>Este trabalho apresenta um relato das atividades desen- volvidas no Projeto "Modelagem Atmosférica", no período de julho/78 a junho/79.</i>		
17. Observações		

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. ANDAMENTO DA EXECUÇÃO .....	1
2.1 - Atividades Completadas .....	1
2.2 - Atividades em Execução .....	7
2.3 - Atividades a serem iniciadas .....	8
3. ATIVIDADES ACADÊMICAS .....	8
4. PUBLICAÇÕES .....	10
CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP .....	11

## 1. INTRODUÇÃO

O projeto Modelagem Atmosférica tem por objetivo principal estudos que visam a um melhor entendimento da dinâmica dos fenômenos atmosféricos, especialmente sobre nossa região, com ênfase sendo dada ao desenvolvimento de modelos de previsão numérica de tempo e modelos globais de circulação atmosférica.

As atividades do projeto foram prejudicadas pelo grande atraso na assinatura do Convênio e conseqüente liberação de recursos destinados à sua execução. Foi necessário revisar novamente o cronograma mestre inicialmente proposto, a fim de assegurar a completa execução do projeto dentro do prazo previsto pelo Convênio. Anexo, encontra-se uma cópia do cronograma mestre revisado.

## 2. ANDAMENTO DA EXECUÇÃO

Segue-se uma descrição sucinta das principais realizações do Projeto durante o período considerado, bem como das ainda em execução.

### 2.1 - ATIVIDADES COMPLETADAS

Na área específica de *desenvolvimentos* de modelos para fim de previsão numérica foram completados:

- A programação em FORTRAN de um modelo de duas camadas de equações primitivas (versão área-limitada do modelo de circulação geral de Mintz-Arakawa, UCLA) que permite a inclusão da estrutura vertical da atmosfera. A previsão de campos de movimento vertical e de pressão à superfície permitirá um maior conhecimento sobre a evolução dos sistemas sinóticos atuantes sobre a América do Sul.

- A programação FORTRAN de um modelo de  $2^{1/2}$  níveis de equações filtradas não-geotróficas (equações da verticidade e omega). Estudos de intercomparação dos produtos desses dois modelos deverão fornecer a base para futuras modificações a fim melhorar seus desempenhos.
- Um estudo sobre a eficiência de um método de integração no tempo, proposto recentemente por Brown, Kenneth e Campana (M.W.R, Out 1978) e já testado nos modelos operacionais do Centro Nacional de Meteorologia dos Estados Unidos. Esse esquema permite, aumentando o intervalo de integração, diminuir consideravelmente o tempo de computador na elaboração de previsões numéricas. Testado no modelo barotrópico de equações primitivas construído no INPE, permitiu uma redução de cerca de 50% nesse tempo e por isto deverá ser empregado nos modelos em desenvolvimento.
- "Um estudo diagnóstico do campo de geopotencial obtido da equação de balanço" (dissertação de mestrado concluída), a partir do campo de vento observado, mostra a importância relativa dos vários termos forçantes da equação. O mais importante deles corresponde ao termo do parâmetro de Coriolis multiplicado pela vorticidade relativa (equação de balanço linearizada).

Na área de *aplicação* de modelos numéricos, dois trabalhos foram realizados:

- Estudo sobre a influência da Cordilheira dos Andes nos sistemas sinóticos atuantes na América do Sul. Esse trabalho foi aceito para publicação na revista "Monthly Weather Review" e foi posteriormente, enriquecido com valiosas sugestões oferecidas pelos revisores, que ressaltaram a importância desse estudo pioneiro.

- Estudo sinótico-númeroico sobre a ocorrência das enchentes que infligiram os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro em janeiro/fevereiro de 1979. Esse trabalho foi apresentado no Seminário "Clima e Desmatamento", realizado nos dias 5 a 8 de junho de 1979 na UFRJ, Rio de Janeiro.

(Nesses dois últimos estudos foi utilizado o modelo barotrópico de equações primitivas desenvolvido no INPE, dentro do Convênio com a FINEP).

Dentro da área de desenvolvimento de técnicas de aproveitamento de imagens de satélites meteorológicos, os seguintes resultados foram alcançados:

- Realçamento de imagens infravermelho obtidas pelo satélite NOAA-5. A mesma técnica pode ser aplicada a fotos infravermelho do satélite geostacionário SMS-2, operacionalmente recebidas no INPE. A importância desse trabalho reside na utilização dessa técnica para detetar áreas com atividade convectiva, bem como para mapear termicamente regiões de interesse. Essa técnica deverá constituir a base de métodos de previsão a curto prazo, de geadas e enchentes, permitindo antecipadamente a tomada de decisões de emergência para mitigar os efeitos desastrosos dessas ocorrências meteorológicas. Essa técnica também pode ser usada para o refinamento de cartas de isotermas, para fins de previsão numérica. Exemplos de fotos realçadas são anexadas a esse relatório a título de ilustração (Figuras 1 e 2).

Finalmente, dentro dos objetivos do Projeto foram concluídos alguns estudos, abaixo listados, sobre a dinâmica dos sistemas atuantes nas regiões norte e nordeste do país. São eles:

INPE NOAA-5 28FEV79 11:54Z 50.0 11682

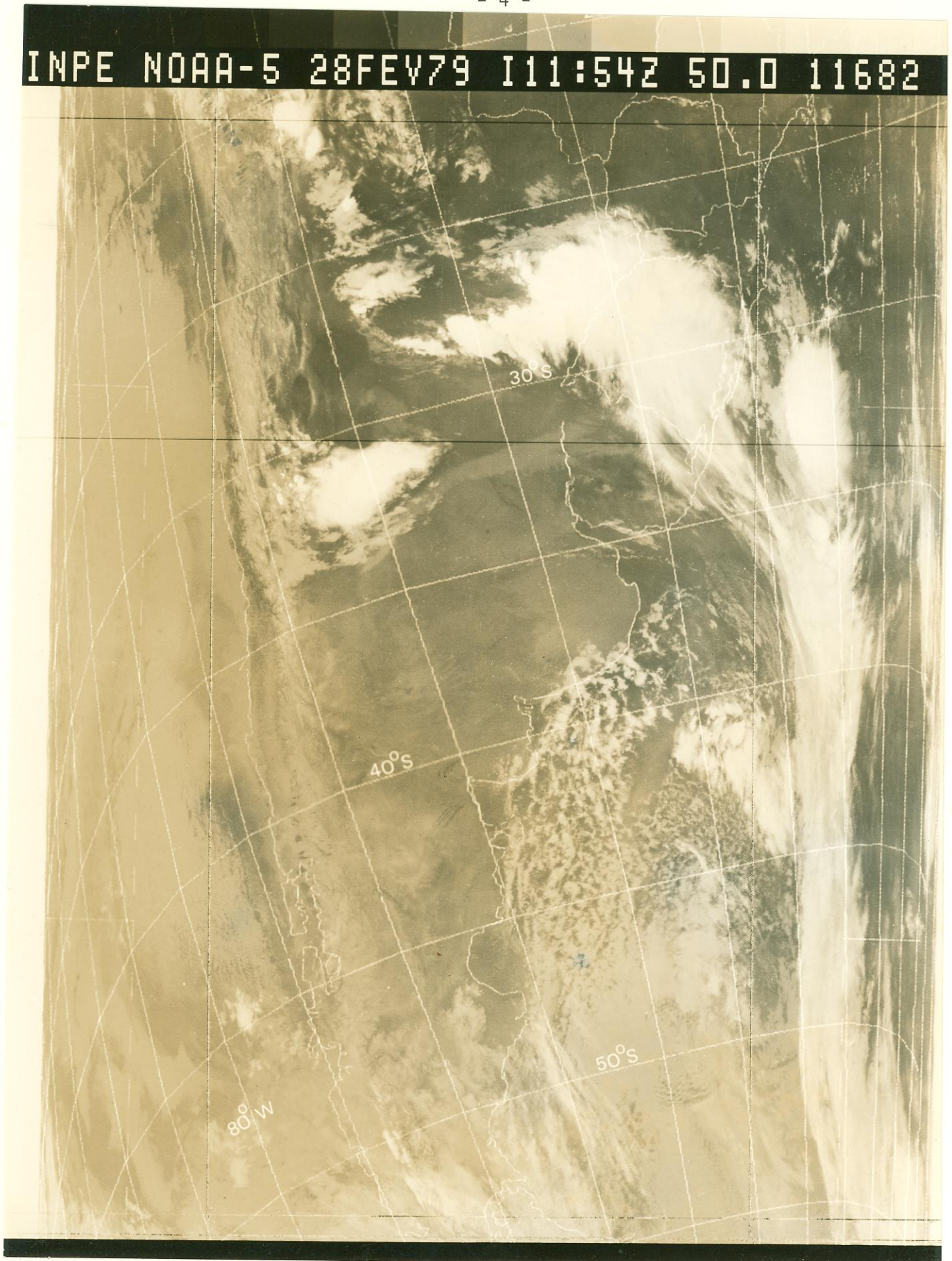


Fig. 1 - Imagem VHRR, Infravermelho 11:54Z - 28/02/79, NOAA-5. Uma frente fria estendendo-se do noroeste da Argentina até o oceano Atlântico é vista na Figura 1. A imagem infravermelho mostrada nessa figura não fornece informações quantitativas sobre as áreas onde a convecção é mais intensa.

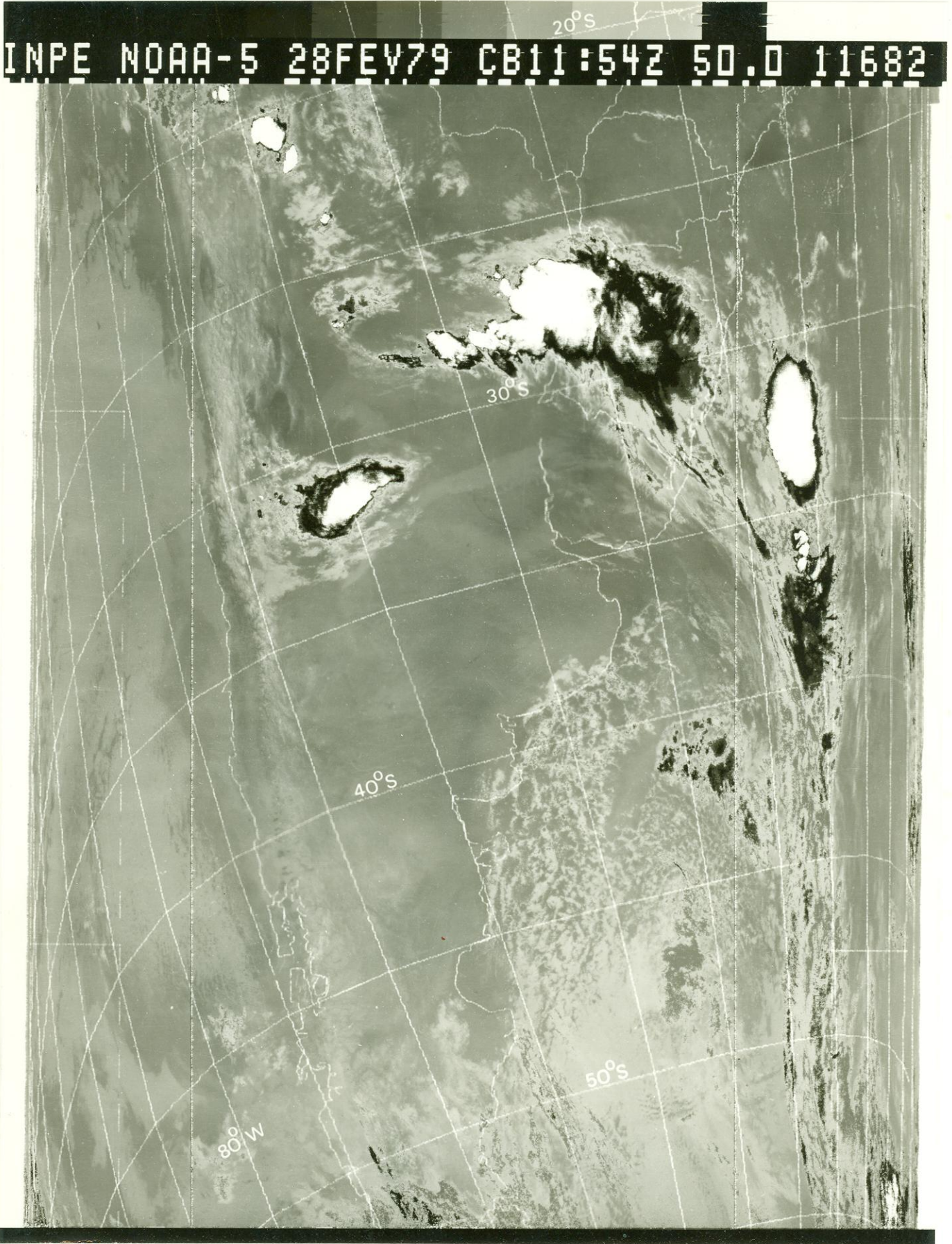


Fig. 2 - Imagem no Infravermelho realçada, 11:54Z, 28/02/79, NOAA-5. A imagem infravermelho realçada mostrada na Figura 2 - aumenta o contraste nas áreas onde a atividade convectiva é maior, de modo que a localização dos cumulonimbus mais ativos (tonalidade branca) torna-se fácil.

- Estudo que demonstrou uma correlação positiva entre a presença de *sistemas frontais no Nordeste* do Brasil e a ocorrência de precipitação naquela região. Particularmente, na região da Bahia, isso ocorre entre novembro e fevereiro, com a interação entre os sistemas frontais com as massas de ar úmido da região Amazônica e do Oceano Atlântico, para produzir um máximo de precipitação. Áreas litorâneas, que apresentam máximo de precipitação durante os meses de maio a julho, também mostram um aumento na precipitação, associado às frentes frias do Sul. Até mesmo em regiões mais ao norte, como o Ceará, o regime de precipitação é influenciado pelos sistemas frontais. O trabalho foi aceito para publicação na revista "Monthly Weather Review".
- Estudo sobre a variabilidade *anual* na quantidade total de precipitação no nordeste brasileiro, usando dados de 229 estações, mostrou a existência de picos dentro de períodos de 2-3 anos, 3-5 anos e 10-20 anos. Os dados utilizados no trabalho cobrem um período de 30 anos. O estudo foi publicado no "Journal Meteorology Society of Japan".
- Estudo sobre a variabilidade diurna na precipitação sobre o nordeste, para o período de 1961 a 1970 apontou a provável explicação para os máximos de precipitação observados durante as horas noturnas, ao longo das áreas costeiras e durante as horas diurnas, em regiões afastadas de 100 a 300 km da costa, como devido à interação das brisas marítima/terrestre e o escoamento de grande escala. Precipitações no interior da região foram também associadas à circulação local do tipo brisa de montanha/vales. O trabalho foi submetido para publicação na revista "Monthly Weather Review".
- Estudo de simulação numérica sobre os efeitos combinados da topografia e do albedo diferencial na produção de movimentos verticais sobre o nordeste brasileiro. Para esse fim, foi desenvolvido um modelo numérico para a camada limite planetária. As regiões



de movimentos subsidentes fortes, como previsto com o modelo, coincidem com aquelas onde a precipitação anual média é comprovadamente baixa. Se bem que resultados mais conclusivos só poderão ser conseguidos com modelos mais sofisticados, o estudo em questão fornece fortes indicações que a topografia e albedo diferencial, conjuntamente, podem explicar a existência das áreas semi-áridas no Nordeste Brasileiro (Dissertação de Mestrado concluída).

## 2.2 - ATIVIDADES EM EXECUÇÃO

São elas:

- Estudo da definição (e subsequente programação em FORTRAN) de um método de inicialização na preparação de dados de entrada para modelos baroclínicos de múltiplas camadas. O método deve ser apropriado para baixas latitudes, bem como ser suficientemente versátil para assimilar informações meteorológicas não-convencionais.
- Estudos preliminares para a utilização de imagens de satélites meteorológicos geostacionários na extração de ventos inferior de deslocamento de elementos de nuvens. Os primeiros resultados experimentais, no entanto, dependem da implantação do "hardware" necessário. Essas informações, indispensáveis em modelos de previsão numérica, complementarão os dados da presente rede observacional, especialmente sobre as áreas oceânicas.
- Estudos de seleção e preparação de cartas sinóticas de superfície e de altitude, para parâmetros meteorológicos (pressão, vento e temperatura) para fins de teste dos modelos de previsão numérica desenvolvidos. Na confecção dessas cartas deverão ser utilizados todos os tipos de informações disponíveis, inclusive aquelas processadas e transmitidas por teletipo ou fac-símile, por outras agências meteorológicas no exterior.

### 2.3 - ATIVIDADES A SEREM INICIADAS

- Ainda dentro do cronograma mestre, deverá ser terminada a tarefa de definição e elaboração de um modelo global da circulação da atmosfera, para o estudo simulado do clima e de suas variações. Esse modelo poderá ser uma continuação natural de um dos modelos de previsão numérica, ao qual serão incluídas as funções forçadoras da atmosfera, como a radiação solar, topografia e distribuição de continentes/oceanos. Existe, por outro lado, a possibilidade de adaptar modelos já existentes, como por exemplo, o modelo de circulação geral do "Goddard Institute for Space Studies (GISS)". Com esse modelo, espera-se obter respostas conclusivas sobre os diferentes mecanismos responsáveis pela circulação nos Trópicos, em especial sobre o Nordeste brasileiro e o papel da Amazônia no balanço global de energia e ciclo hidrológico.
- Estudos sobre parametrização de calor sensível e latente e sua inclusão nos modelos de previsão numérica, a fim de torná-los mais realistas.

### 3. ATIVIDADES ACADÊMICAS

- Estudo sobre os "Efeitos da liberação de calor latente de condensação no desenvolvimento de perturbações em latitudes médias" mostra que a liberação de calor aumenta ligeiramente a instabilidade, mas não modifica o comprimento de onda mais instável. Esse aquecimento indica a possibilidade de formação de distúrbios de escala média (1000 km) observados na atmosfera. A inclusão dos efeitos de atrito mostra, em concordância com outros trabalhos, estabilização das ondas longas e instabilização das ondas curtas. (dissertação de mestrado concluída).
- Estudo climatológico-sinótico, usando dados de radiossondagem (1968 a 1976) de Manaus e Belem, mostrou que o clima da região Amazônica é influenciado por um sistema de alta pressão, no nível

de 200 mb, cujos sistemas descreve uma trajetória quase elíptica, com período de 1 ano. O estudo também mostrou indicações da existência de ondas de leste sobre a região, com períodos de 3 a 5 dias. (Dissertação de Mestrado concluída).

- Durante o período de 28 de agosto a 7 de setembro, esteve em visita ao Departamento de Meteorologia do INPE (DME) o Prof. Jan Paegle, da Universidade de Utah, EEUU. Manteve contato com vários pesquisadores sobre problemas relativos à Previsão Numérica de Tempo, uso da equação de balanço e modelagem da atmosfera de um modo geral.
- Pesquisadores do DME participaram, em setembro de 1978, no Ministério das Relações Exteriores, da Sétima Reunião Anual da Associação Regional III, do OMM. Um deles recebeu o prêmio de 1977 da OMM destinado ao incentivo a jovens cientistas.
- Foi iniciado um estudo sobre o acoplamento do clima do Nordeste com sistemas de latitudes médias (tese de doutoramento em andamento).
- Encontra-se na UCLA - Universidade da Califórnia, Los Angeles - um integrante do Projeto, cumprindo programa de doutoramento com especialização em modelagem atmosférica.
- Foi contratado um pesquisador (Dr. S. Srivatsangan) para o projeto, que deverá participar de estudos de desenvolvimento de modelos globais e técnicas de parametrização de fenômenos de subscale, como a liberação de calor latente e sensível.

#### 4. PUBLICAÇÕES

- BORUSZEWKI, W. *Um Estudo Diagnóstico do Campo de Geopotencial Obtido da Equação de Balanço*. INPE-1400-TPT/103, 1978. (Dissertação de Mestrado).
- FERREIRA, N.J. *Efeitos da Liberação de Calor Latente de Condensação no Desenvolvimento de Perturbações em Latitudes Médias*. INPE, 1978, Dissertação de Mestrado.
- KOUSKY, V.E.; and P.S.CHU. *Fluctuations in Annual Rainfall For Northeast Brazil*. J.Meteor. Soc. Japan, October. (Também como INPE-1132-PE/095).
- KOUSKY, V.E. *Frontal Influences on Northeast Brazil*. Submitted to Monthly Weather Review. 1978, (Também como INPE-1269-PE/137).
- KOUSKY, V.E. *Diurnal Rainfall Variability in Northeast Brazil*. Submitted to Monthly Weather Review, 1979, (Também como INPE-1487-RPE/033, Maio 1979).
- LEMES, M.A.M.; SANTOS, R.P.; SATYAMURTY, P. *Experimentos de Previsão Numérica de Tempo com um Modelo Barotrópico de Equações Primitivas Usando Dados Teóricos*. INPE-1336-NTI/112, 1978.
- SATYAMURTY, P.; SANTOS, R.P.; LEMES, M.A.M. *A Note on the Stationary through Generated by the Andes*. Submitted to Monthly Weather Review 1979, (também como INPE-1429-RPE/008).

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: MODELAGEM ATMOSFERICA

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1) Elaboração de modelo PNT (equações primitivas de 2 níveis) - definição do modelo - programação do modelo - codificação do modelo - depuração do programa fonte	▼	▼ □	▼ □	▼ □	○ ●	○ ●	○ ●	○ ●
2) Teste do modelo e avaliação dos resultados - teste do modelo - avaliação dos resultados	▼	▼	▼	▼ □	▼ □	○ □	○ ●	○ ●
3) Elaboração do modelo PNT usando equações filtradas de 2 1/2 níveis - definição do modelo - programação do modelo - Codificação e depuração do programa fonte	▼	▼ □	▼ □	▼ □	▼ □	○ □	○ ●	○ ●
4) Teste do Modelo e avaliação de resultados.	▼	▼	▼	▼ □	▼ □	○ □	○ ●	○ ●

CONVENÇÃO

- ▼ Início Planejado      □ Término Planejado      ○ Novo Início Planejado
- ▼ Início Real            ■ Término Real            ● Novo Término Planejado

CRONOGRAMA MESTRE DAS ATIVIDADES DO PROJETO PARA A FINEP

PROJETO: MODELAGEM ATMOSFÉRICA

DATA: JULHO/79

PRINCIPAIS EVENTOS/ATIVIDADES	TEMPO (TRIMESTRE)							
	I(*)	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
5) Elaboração de modelo global de circulação geral da atmosfera, incluindo efeitos forçantes de radiação e liberação de calor latente. - discussões iniciais - definição do modelo							▽ □	□
6) Estudos para a utilização de imagens de satélites meteorológicos, geostacionários, em PNT (extração de ventos de movimentos de nuvens). - coleta de imagens de satélites geostacionários - extração experimental de ventos - definição do sistema a ser usado			▽ □		○ ●	○ ●	○ ●	○ ● □
7) Avaliação dos resultados do uso de ventos extraídos das imagens						▽ □	○	○ □
8) Utilização rotineira das informações de vento em PNT e envio para órgãos operacionais.							▽	□

CONVENÇÃO    ▽ Início Planejado    □ Término Planejado    ○ Novo Início Planejado  
                   ▼ Início Real            ■ Término Real            ● Novo Término Planejado