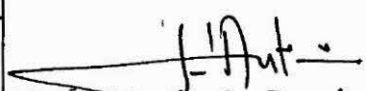
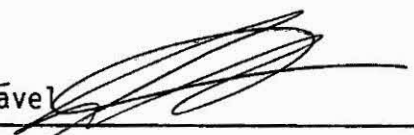



1. Publicação nº <i>INPE-3862-TDL/216</i>	2. Versão	3. Data <i>Abril, 1986</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa  <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DRH/DIN</i>	Programa <i>FRH/CAP</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>CARTAS SINÓTICAS</i> <i>INTERPOLAÇÃO DE PONTOS</i> <i>GRÁFICOS POR COMPUTADOR</i>			
7. C.D.U.: <i>519.17</i>			
8. Título  <i>TRAÇADO DE CARTAS SINÓTICAS E</i> <i>SUA ANÁLISE PARCIAL POR COMPUTADOR</i>		10. Páginas: <i>121</i>	
		11. Última página: <i>B.2</i>	
		12. Revisada por	
9. Autoria <i>Sergio Roberto Matiello Pellegrino</i>		 <i>José Antonio G. Pereira</i>	
Assinatura responsável 		13. Autorizada por   <i>Marco Antonio Raupp</i> Diretor Geral	
14. Resumo/Notas  <p><i>Apresenta-se um sistema gráfico denominado SINÓGRAFO para o uso específico em traçado e análise parcial de cartas sinóticas por computador. Esta nova ferramenta automática pode substituir o processo manual, com a principal vantagem de fornecer um resultado final com boa clareza visual e grande precisão, o que elimina as dúvidas outrora existentes na interpretação dos símbolos meteorológicos que compõem as cartas sinóticas e permite a obtenção de quantas cópias forem necessárias. Todo o trabalho foi desenhado pensando tanto na portabilidade do sistema, (escrito em FORTRAN ANS) como na utilização de todo o potencial da "plotter" CALCOMP1051, o que permite que as cartas sejam desenhadas em cores, ressaltando desta forma as informações mais relevantes. De modo a tornar o resultado competitivo com o processo manual, buscou-se que o tempo gasto no traçado fosse o menor possível, isto é, o tempo total gasto em todo o processo (processamento, traçado e análise automática) depende do número de estações a serem traçadas; contudo este não ultrapassa a trinta minutos em uma carta que contenha o máximo de estações cadastradas.</i></p>			
15. Observações <i>Dissertação de mestrado em Computação Aplicada, aprovada em 12 de março de 1985.</i>			

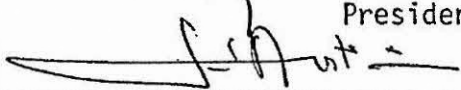


Aprovada pela Banca Examinadora  
em cumprimento a requisito exigido  
para a obtenção do Título de Mestre  
em Computação Aplicada

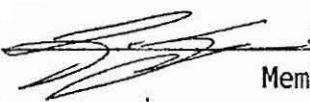
Dr.Celso de Renna e Souza

  
Presidente

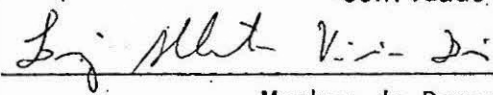
Dr.José Antonio Gonçalves Pereira

  
Orientador

Dr.Luiz Gylvan Meira Filho

  
Membro da Banca  
-convidado-

Dr.Luiz Alberto Vieira Dias

  
Membro da Banca

Sra.Iracema Fonseca A.Cavalcanti,Mestre

  
Membro da Banca

Candidato: Sergio Roberto Matiello Pellegrino

São José dos Campos, 12 de março de 1985





*A Euclides Pellegrino.*



## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Celso de Renna e Souza, pela confiança que teve em mim e pela postura científica que me transmitiu ao longo destes anos de contato..

Ao Dr. Luiz Alberto Vieira Dias, pela maneira amigável que me cobrava o final deste trabalho, não como uma forma de pressão, mas como incentivo para outros trabalhos.

Ao meu orientador o Dr. José Antonio Gonçalves Pereira, "J", com quem troquei idéias e quase sempre encontrava uma boa saída.

A Msc Vania Aparecida Dinardo Oleinki, pela grande colaboração que me deu na fase final deste trabalho, lendo e relendo o texto, apontando idéias confusas, ajudando-me a fazer as figuras e montar o documento final.

Ao Dr. Luiz Gilvan Meira Filho, que gentilmente aceitou participar de minha banca, o que foi um reforço significativo para este trabalho.

A Msc Iracema Fonseca de A. Cavalcanti pelas colaborações que me deu em alguns conceitos de meteorologia e por usar o produto deste trabalho.

Embora realmente eu seja egocêntrico e goste de meu nome, não posso deixar de agradecer a Leonor Matiello Pellegrino, Silene Regina Matiello Pellegrino e Flavio Cassiano de Abreu, pelos fins de semana que perderam me ajudando a acentuar os exemplares da preliminar e final.

Naturalmente, existem outras pessoas que colaboraram para a execução deste trabalho, mas difícil seria lembrar de todas, e por

isto agradeço aos meus colegas de sala, departamento e instituto, de  
uma só vez.

#### ABSTRACT

*This work presents a graphic system called SINÓGRAFO, specifically designed to plot and partially analyse synoptic charts, via computer. This new automatic tool can substitute the manual process, with the main advantage that the final result is very clean and precise, thus eliminating the doubts formerly arose during the interpretation of the meteorological symbols that are plotted into the chart, and besides allowing the obtainment of as many copies as required. All the work was developed having in mind the portability of the whole system (thus it has been written in ANS FORTRAN), and utilizing the entire potential of the CALCOMP 1051 plotter. This allows the charts to be plotted in colours, thus calling attention to the most relevant information. In order that the result be competitive with the manual process, one looked for a minimum plotting time, that this, the total time involved in the process (processing, plotting and automatic analysis) depends on the number of stations involved and does not exceed thirty minutes, for the maximum number of involved stations.*



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	<i>xi</i>
LISTA DE TABELAS .....	<i>xiii</i>
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u> .....	1
<u>CAPÍTULO 2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE CARTAS SINÓTICAS</u> .....	5
<u>CAPÍTULO 3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS AUTOMÁTICO E MANUAL</u> ...	7
<u>CAPÍTULO 4 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA SINÓGRAFO</u> .....	13
4.1 - Seleção dos registros .....	13
4.2 - Identificação das estações .....	14
4.3 - Traçado da carta sinótica .....	15
4.4 - Traçado das estações excedentes .....	17
<u>CAPÍTULO 5 - SUB-ROTINAS DESENVOLVIDAS PARA O SINÓGRAFO</u> .....	21
5.1 - Sub-rotinas de uso geral .....	21
5.1.1 - AROUHD (XPAGE, YPAGE, XTIP, YTIP, AHLEN, AHWIND, ICODE) ..	21
5.1.2 - CIRCL (XPAGE, YPAGE, THO, THF, RO, RI, DI) .....	23
5.1.2.1 - Nova rotina CIRCL .....	24
5.1.2.2 - Rotina CIRCUL .....	26
5.2 - Sub-rotina de uso específico .....	27
5.2.1 - Rotina de traçado do fenômeno de tempo presente .....	27
5.2.2 - Rotina de traçado de nuvens altas .....	36
5.2.3 - Rotina de traçado de nuvens médias .....	37
5.2.4 - Rotina de traçado de nuvens baixas .....	38
5.2.5 - Rotina de traçado de fenômeno de tempo passado .....	40
5.2.6 - Rotina de traçado de cobertura total de nuvens .....	42
5.2.7 - Rotina de traçado de tendência da pressão .....	43
5.2.8 - Rotina para o traçado e posicionamento dos números .....	45
5.2.9 - Rotinas para o traçado do fenômeno de vento .....	46
5.2.10 - Rotina de traçado da estação .....	48

	<u>Pág.</u>
<u>CAPÍTULO 6 - ARQUIVOS UTILIZADOS PELO SINÓGRAFO</u> .....	51
6.1 - Arquivo de Entrada GEOGR .....	52
6.2 - Arquivo de Entrada LOCDASEST1 .....	53
6.3 - Arquivo de Entrada PARMERN .....	55
6.4 - Arquivo de Entrada PONTOS2 .....	56
6.5 - Arquivo de Dados TELEX/SUPERFÍCIE .....	59
6.6 - Arquivo Auxiliar LDIREITO .....	62
6.7 - Arquivo Auxiliar LESQUERDO .....	62
6.8 - Arquivo Auxiliar SUPERIOR .....	63
6.9 - Arquivo Auxiliar TSE .....	64
6.10 - Arquivo Auxiliar VÂNIA .....	65
6.11 - Arquivo Auxiliar MÁSCARA .....	65
<u>CAPÍTULO 7 - UTILIZAÇÃO DO SISTEMA</u> .....	67
<u>CAPÍTULO 8 - MÉTODO DE INTERPOLAÇÃO UTILIZADO</u> .....	73
<u>CAPÍTULO 9 - DESCRIÇÃO DO TRAÇADO DAS ISOLINHAS</u> .....	79
<u>CAPÍTULO 10 - CONCLUSÃO</u> .....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR .....	99
APÊNDICE A - "JOB" PARA A EXECUÇÃO DO SINÓGRAFO	
APÊNDICE B - CONSIDERAÇÕES SOBRE AS "TASKS" UTILIZADAS	



## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Posicionamento das categorias de fenômenos e observações em relação à estação .....	6
4.1 - Exemplo de estações ampliadas traçada pelo SINÓGRAFO, com dados fictícios .....	18
4.2 - Carta sinótica traçada por computador com dados reais .....	19
4.3 - Trecho de uma carta sinótica com dados e tamanho reais .....	20
5.1 - Posições básicas dos parâmetros da rotina AROUHD .....	22
5.2 - Saídas gráficas da rotina AROUHD .....	22
5.3 - Saídas gráficas da rotina CIRCL original .....	24
5.4 - Identificação dos parâmetros da rotina CIRCL .....	25
5.5 - Identificação dos parâmetros da rotina CIRCUL .....	26
5.6 - Saídas gráficas da rotina CONTTP .....	35
5.7 - Saídas gráficas da rotina NUVEMH .....	37
5.8 - Saídas gráficas da rotina NUVEMM .....	38
5.9 - Saídas gráficas da rotina NUVEML .....	40
5.10 - Saídas gráficas da rotina TEMPAS .....	41
5.11 - Saídas gráficas da rotina COBERT .....	43
5.12 - Saídas gráficas da rotina TENDEN .....	45
5.13 - Exemplos de saídas das rotinas de traçado de velocidade do vento .....	48
6.1 - Diagramas de entradas e saídas .....	51
6.2 - Configuração do arquivo GEOGR .....	53
6.3 - Configuração do arquivo LOCDASEST1 .....	55
6.4 - Configuração do arquivo PARMERN .....	56
6.5 - Configuração do arquivo PONTOS2 .....	57
6.6 - Representação isolada de grade e identificação de paralelos e meridianos .....	58
6.7 - Distribuição da máscara na grade .....	66
9.1 - Esquema de busca por cela .....	79
9.2 - Esquema de busca na aresta .....	81
9.3 - Esquema de busca em uma aresta observada isoladamente .....	81
9.4 - Determinação do ponto de origem de isolinha na cela .....	83

	<u>Pág.</u>
9.5 - Configuração final de uma cela após a pesquisa de um valor de cota de uma isolinha .....	84
9.6 - Esquema de deslocamento da grade .....	86
9.7 - Sequência de visita das celas .....	87
9.8 - Exemplo do traçado de uma isolinha .....	89
9.9 - Traçado das isotermas sem a utilização da máscara .....	71
9.10 - Traçado das isotermas com a utilização da máscara .....	92
9.11 - Traçado de isóbaras com a utilização da máscara .....	93
9.12 - Carta sinótica completa obtida pelo SINÓGRAFO com isotermas .....	94

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
5.1 - Distribuição interna de símbolos por rotina .....	28
6.1 - Formatos do conteúdo dos registros do arquivo .....	60
6.2 - Descrição dos formatos do arquivo: LDIREITO, LESQUERDO, SUPERIOR .....	63



## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

Dentre as diversas atividades do INPE, o traçado de cartas sinóticas a partir de informações coletadas nas estações da rede SYNOP da América do Sul tem grande importância para o auxílio ao acompanhamento do tempo.

Esta tarefa vem sendo executada de forma manual em todas as instituições que desempenham esta função. Este procedimento precário resulta em traçado com resolução não muito clara. Considerando, além do problema prático do Departamento de Meteorologia do INPE, onde uma das atividades é o traçado e a análise de cartas sinóticas, os recursos físicos existentes e disponíveis para desenvolvimento de ferramentas próprias de trabalho, optou-se pela definição e implementação de um sistema automático para o traçado dessas cartas através do computador, tendo como resultado final a saída de uma carta na "Plotter" Calcomp modelo 1051. Com esta ferramenta automática, pode-se dizer que o Brasil fica equiparado com os países mais avançados do globo que já possuem esta tecnologia.

As preocupações e precauções tomadas durante o desenvolvimento do trabalho foram de montar um pacote, denominado SINÓGRAFO, que fosse de fácil manipulação entre os cientistas de meteorologia. Houve a preocupação em atingir grande nitidez de resolução e consumir o mínimo de tempo de processamento e posições de memória. Todo o sistema foi implementado utilizando a linguagem Fortran, por ser a mais divulgada nos meios científicos. Pensando na portabilidade os comandos Fortran utilizados são os do tipo padrão da definição da linguagem ANS, possibilitando desta forma a implantação deste sistema SINÓGRAFO em qualquer instalação que disponha de infra-estrutura necessária para o traçado automático de cartas sinóticas.

No corpo do documento serão vistos os procedimentos utilizados para a realização do trabalho, apresentados como descrito a seguir.

No Capítulo 2, é dada uma breve definição de carta sinótica, isto para facilitar o intercâmbio das informações entre o pessoal de duas áreas diferentes, computação e meteorologia.

No Capítulo 3 comparam-se os resultados finais obtidos do traçado automático e manual de forma a justificar a validade do trabalho.

É apresentada no Capítulo 4 uma descrição do SINÓGRAFO, no sentido de orientar o leitor, de forma global, sobre o funcionamento do pacote, desde a leitura dos dados até a confecção da carta.

O objetivo do Capítulo 5 é informar a utilidade de cada sub-rotina criada e o modo de utilizá-la, bem como a descrição de todos os parâmetros utilizados.

No Capítulo 6 encontra-se a descrição dos arquivos utilizados durante o processamento do SINÓGRAFO, sendo informados a utilidade e o formato de gravação de cada arquivo.

O Capítulo 7 pode ser considerado um manual para o usuário utilizar o sistema; é dada uma rápida idéia de todo o pacote, descrevendo-se a forma de obter a carta.

O Capítulo 8 descreve o método numérico utilizado para a obtenção da análise automática da carta.

No Capítulo 9 descreve-se o método de traçado das isolinhas (análise automática) (Snyder, 1978) e os artifícios que foram utilizados para obter um melhor resultado.

Finalmente, no Capítulo 10, são apresentadas as conclusões mais significativas com relação à metodologia do traçado automático de cartas sinóticas, enfocada neste trabalho.





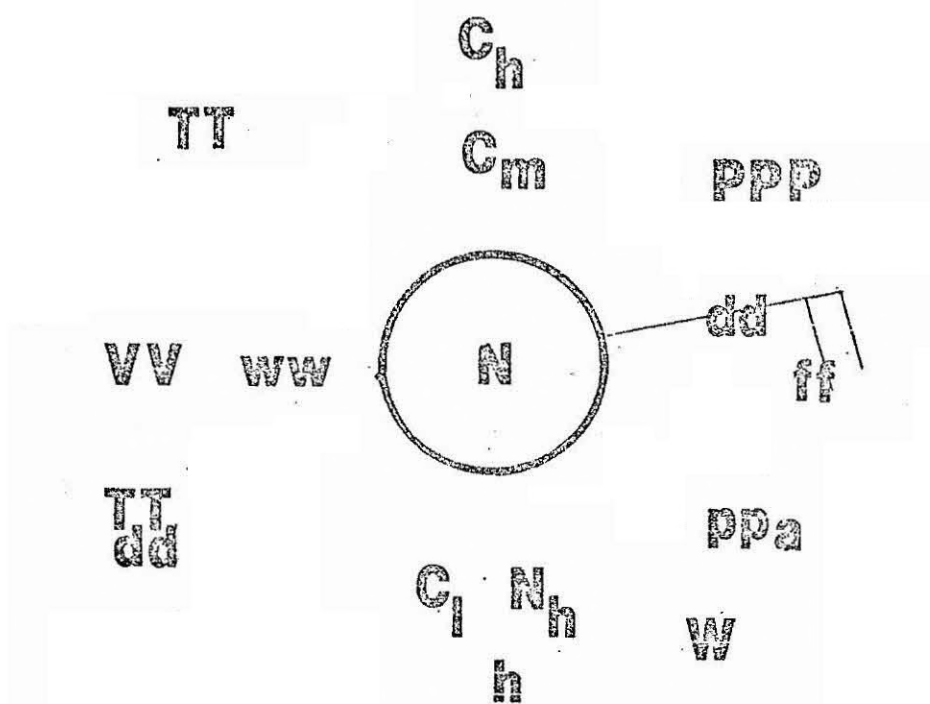
## CAPÍTULO 2

### CONSIDERAÇÕES SOBRE CARTAS SINÓTICAS

A mensagem SYNOP (informações de estações sinóticas terrestres) é a mais abundante, a mais importante e o tipo mais usado; ela constitui a base para a análise e previsão de tempo na superfície da Terra (Fortune, 1979).

Uma carta sinótica é a representação do conjunto de estações meteorológicas da rede SYNOP, onde cada estação envia o conjunto de fenômenos e ocorrências observados. Os fenômenos e as ocorrências são expressos, em alguns casos, por meio de símbolos, em torno de 153, onde cada um representa uma informação a respeito de uma categoria do fenômeno. Deve-se com isto entender o tipo de observação feita, tal como: precipitação, nuvens, vento, etc. Estes símbolos são de fácil compreensão entre os meteorologistas e estão posicionados em lugares predeterminados para cada categoria de fenômeno, com a intenção de oferecer ao analista facilidade na busca das informações na carta traçada, padrão WMO, (1968).

A Figura 2.1 ilustra uma estação e a posição dos fenômenos em relação a esta.



- Ch - Tipo de nuvens altas.
- Cm - Tipo de nuvens médias.
- Cl - Tipo de nuvens baixas.
- Nh - Quantidade de nuvens baixas.
- h - Altura de nuvens baixas.
- dd - Direção do vento.
- ff - Velocidade do vento (nós).
- ppp - Pressão (mb).
- N - Cobertura do céu.
- ww - Fenômeno de tempo presente.
- ppa - Tendência da pressão (mb).
- W - Fenômeno de tempo passado.
- Q - Quantidade de precipitação (mm).
- VV - Visibilidade.
- TT - Temperatura (°C).
- TdTd - Temperatura de ponto de orvalho.

Fig. 2.1 - Posicionamento das categorias de fenômenos e observações em relação à estação.

### CAPÍTULO 3

#### COMPARAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS AUTOMÁTICO E MANUAL

Cada estação meteorológica envia os dados da observação de vários fenômenos (pressão, temperatura, tempo presente, tempo passado, etc..) que são transmitidos para o computador via telex, onde formam um registro do arquivo TELEX/SUPERFÍCIE, (Capítulo 6, Seção 6.5), depois de decodificadas as transmissões.

Desde a observação do fenômeno até a recuperação dos dados pelo computador, podem ocorrer os seguintes erros:

- a. Erro de observação.
- b. Erro de transmissão.
- c. Erro na linha.
- d. Erro na recepção.

Os erros podem ser de dois tipos: um quando o registro está ilegível e é rejeitado; o outro, embora o registro esteja quantitativamente bom, está qualitativamente deficiente. No primeiro caso tanto homem como máquina detectam o registro e o guarda para uma análise posterior, quando será feita uma possível recuperação. O computador, neste caso, armazena todos os registros rejeitados em um arquivo que futuramente será recuperado por um elemento humano e agregado ao banco de dados meteorológico.

Essas informações não estarão presentes na carta feita pelo processo automático porque a correção é feita com alguns dias de defasagem da data do traçado. Pensa-se futuramente em decodificar os dados, selecionar os registros com erro e passar estes para um elemento humano

que fará a correção. Depois disto estes registros recuperados serão adicionados ao arquivo TELEX/SUPERFÍCIE no qual o SINÓGRAFO se baseia para traçar a carta.

No segundo caso quando o registro é aceito, o operador humano pode detectar erro em um dos seus campos. Embora a informação reobida seja possível de ocorrer, ela não se encaixa à região representada. No processo manual, contando com a experiência humana, a informação poderá ser corrigida antes de traçá-la na carta, ou em caso de dúvida apenas rejeitar o fenômeno, aproveitando as demais informações. Este tipo de detecção não é feito no processo automático, pois o computador não tem conhecimento a priori das estações para saber se o fenômeno apresentado é pertinente à região. A introdução deste tipo de consistência, além de não ser possível em todos os casos, requer um grande esforço computacional, e sua eventual implementação deverá ser cuidadosamente estudada. Com isto pode-se ter, em uma carta traçada pelo SINÓGRAFO, algumas informações absurdas, que deverão ser julgadas pelo analista.

Para o processo automático, todas as estações que enviam informações, e não são rejeitadas, são traçadas como descrito no Capítulo 4, não sendo verificado se estas estações envolvidas são prioritárias ou não. Esta verificação, embora possível, tem um grande custo computacional, e levando em conta que o número de estações prioritárias é muito pequeno, optou-se por deixar o próprio SINÓGRAFO decidir quais estações serão traçadas dentro do contorno. O mecanismo utilizado para esta escolha está descrito no Capítulo 4.

É desejável que em uma carta sinótica se tenha o maior número de estações possíveis. Há estações que poderiam ser excluídas do traçado devido a sua grande proximidade com outras, o que diminuiria assim o tempo de processamento e traçado. Há estações que, por transmitirem dados sistematicamente pouco confiáveis ou inadequados, como o caso daquelas que transmitem pressão geopotencial, também poderiam ser suprimidas do traçado, como é feito às vezes por traçadores humanos.

Sobre o aspecto estético uma carta feita pelo processo automático supera a feita pelo processo manual. Todos os símbolos são traçados sempre do mesmo tamanho e forma, podendo ser interpretados por qualquer pessoa que conheça o assunto. Uma carta manual não apresenta esta característica. Os analistas as interpretam, às vezes, com grande facilidade por estarem acostumados com a "letra" do traçador, mas ela não será tão facilmente entendida por um usuário de outra instituição que estará acostumado com outro tipo de "letra". No sentido figurado pode-se dizer que o traçado automático utiliza letra de forma padrão, enquanto o manual utiliza a letra cursiva de cada traçador.

A velocidade de traçado de uma carta pelo SINÓGRAFO depende de vários parâmetros:

- a. Quantidade de estações.
- b. Quantidade de fenômenos por estação.
- c. Estado da máquina (por vezes o computador está sobrecarregado de tarefas, tornando o traçado mais lento).

Em geral uma carta pode ser obtida em 30 minutos.

Se for tomado o tempo absoluto gasto para traçar uma carta, certamente a feita pelo computador será mais rápida; no entanto uma carta manual pode ficar pronta antes de uma feita pelo processo automático, isto porque cada transmissão de uma estação, quando é recebida pelo Telex, pode ser tomada pelo homem e traçada imediatamente; assim sendo, quando a última estação transmitida for traçada, a carta estará pronta para ser analisada. É conveniente lembrar que os dados começam a chegar certa de duas horas antes do horário em que é traçada, (12:00 h, hora de Brasília), o que permite que no processo manual se consiga dar conta de todas as chegadas e termine-se a carta praticamente junto com a recepção da última estação.

No parágrafo anterior falou-se em última estação, com isto não se deve entender que após esta transmissão nada mais será recebido, e sim que há um fator limitante ligado ao tempo. A última estação será aquela recebida até um horário convencionado e após isto a carta é entregue ao analista. Pode ocorrer que mesmo estando a carta em estudo, cheguem informações de uma estação retardatária considerada importante; neste caso, estes dados podem ser fornecidos para que o analista complete suas informações.

É no processo automático que a idéia de última estação é mais relevante; por questões operacionais, uma vez iniciada a tarefa de decodificação dos dados do telex, é gerado um arquivo de dados que não pode ser modificado com informações que chegam após o início do processo. É aconselhável que se espere para dar início ao processo de decodificação dos dados e que o maior número de informações já tenham sido recebidas, o que torna razoável o momento da execução do JOB uma hora após o horário da carta, quando então se tem certeza de que quase todas as informações já tenham chegado, salvo em algum caso excepcional. Este atraso sugerido não gera problemas porque se estão faltando informações para o SINÓGRAFO, também estarão faltando informações para o elemento humano que está traçando a carta, e uma carta com poucas informações não poderá ser bem interpretada.

Este trabalho foi desenvolvido utilizando o sistema B6800 e a PLOTTER CALCOMP1051, que é a única ligada a este sistema. Como o tempo de processamento de uma carta é cerca de noventa segundos, optou-se por tratar todas as estações de uma vez, o que evita manter ativo e ocioso o programa por mais de duas horas, tomando recursos de outros usuários.

A análise da carta pelo método manual é feita com os dados nela contidos e informações adicionais de imagens enviados por satélite, onde o analista poderá observar: condições nos oceanos, zonas frontais, além de contar com a sua experiência. Para o computador os dados



do satélite não são fornecidos, por isto deixa-se que o SINÓGRAFO faça uma análise parcial da carta com base nas informações presentes dentro do continente.

O SINÓGRAFO traça as isolinhas até a fronteira entre continente e oceano, evitando assim eventuais erros de extrapolação que podem ocorrer. A carta, desta forma, será passada para o analista que irá completá-la com as informações do satélite e, a partir daí, fechar as isolinhas fornecidas por este sistema.

A vantagem desta análise inicial é a economia de tempo do analista porque este não precisa obter as isolinhas dentro do contorno, elas já estarão parcialmente prontas, simplificando assim o seu trabalho.





## CAPÍTULO 4

### DESCRIÇÃO DO SISTEMA SINÓGRAFO

O conjunto de programas desenvolvidos, denominado SINÓGRAFO, consiste em um processo automático para o traçado e análise de cartas sinóticas. A seguir são descritos os passos do seu processamento.

#### 4.1 - SELEÇÃO DOS REGISTROS

O SINÓGRAFO lê os registros do arquivo TELEX/SUPERFÍCIE e os seleciona de acordo com a Origem, Hora, Dia, Mês, Ano, conforme critério do usuário. Cada registro é gravado em um arquivo temporário de nome VÂNIA para uso a posteriori. Este novo arquivo representa um subconjunto do arquivo TELEX/SUPERFÍCIE. A vantagem de criá-lo é que, sendo menor que o arquivo principal, é processado mais rapidamente, além de permitir que o SINÓGRAFO não modifique o arquivo original que poderá ser utilizado normalmente por qualquer usuário com direito de acesso ao USERCODE da área.

Levando em conta que os registros do arquivo TELEX/SUPERFÍCIE são recebidos de acordo com a ordem de transmissão das estações, resolveu-se dar uma ordenação, obedecendo o critério de valores crescentes para grade e subgrade, no arquivo VÂNIA, resultante da seleção inicial do arquivo TELEX/SUPERFÍCIE.

Uma vantagem da ordenação é eliminar registros de estações que aparecem repetidas, isto é, com mesma data e horário. Este erro é muitas vezes observado na transmissão para o INPE. Se estas estações fossem traçadas, pelo menos uma representação seria desenhada em um dos espaços laterais, sobrecarregando-os, além de prejudicar a nitidez da carta; devido ao sinal de alerta que é marcado sobre a estação já traçada. Este tipo de erro encontrado pode aparecer de duas formas: uma quando todas as informações contidas nos registros são iguais, neste caso,

a primeira vista pode-se interpretar que em uma estação foram observados diferentes fenômenos para uma mesma categoria, o que não é coerente.

Para este tipo de ocorrência conseguiu-se a seguinte explicação: uma estação fixa envia em primeiro lugar as informações de SYNOP, e em uma segunda transmissão algumas estações podem enviar dados de altitude. Assim, solucionou-se a questão considerando o registro que aparece em primeiro lugar, desprezando-se os outros referentes à mesma estação, uma vez que as informações de altitude não são de interesse para este trabalho.

O processo de ordenação do arquivo VÂNIA é útil também para ordenar as posições das "caixas laterais", que contêm informações muito próximas às já traçadas, oferecendo ao analista a facilidade de busca das informações, e ainda para economizar tempo de traçado da carta, evitando que a pena da "plotter" se desloque aleatoriamente de um lado para o outro do papel e que este se desalinde com o cilindro da "plotter", enrolando e desenrolando várias vezes, como será visto nos próximos parágrafos. Com a utilização do processo de ordenação teve-se um ganho de 10% no tempo do traçado. Após ter sido feita esta ordenação, o arquivo é regravado em disco com o mesmo nome.

#### 4.2 - IDENTIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES

O SINÓGRAFO lê o arquivo, residente em disco LOCDAEST1 (Capítulo 6), obtendo a identificação de cada estação cadastrada, grade e subgrade, assim como as coordenadas cartesianas de sua localização na carta. Durante o processo, dados deste arquivo serão utilizados diversas vezes, por isto é mantido em memória, sem prejuízo dela, pois a área alocada para o processo de ordenação é reutilizada. Com isto ganha-se a agilidade no processamento, evitando que o sistema tenha que se comunicar com o disco cada vez que precise identificar uma estação ou mesmo saber suas posições relativas.

#### 4.3 - TRAÇADO DA CARTA SINÓTICA

Estando tudo preparado para o início do traçado da carta, o SINÓGRAFO retoma o arquivo VÂNIA gravado durante o processamento, como citado na Seção 4.1. A cada registro lido será feito o procedimento abaixo.

Deve-se saber a princípio se a estação tomada está cadastrada para que se possa localizá-la no mapa; para tanto, é feita uma busca no arquivo LOCDASEST1 que está presente na memória. No caso de identificação da estação, grade e subgrade não ser encontrada nesta busca, o registro é rejeitado, toma-se um novo registro para que o processo seja reiniciado. Sendo encontrada a busca para, e são tomadas as coordenadas X e Y da estação para sua posterior localização na carta.

Neste trabalho preocupou-se sempre com a clareza da apresentação. Para evitar que representações de estações próximas tivessem seus símbolos sobrepostos durante o traçado, o SINÓGRAFO verifica, antes do início, se na região em torno do local pretendido não se encontra nada já desenhado. Se alguma coisa for encontrada, será traçada uma circunferência de cor diferente da usual (vermelha) neste local, e no interior desta circunferência será escrito o número da estação.

Esse procedimento é útil para avisar ao analista que neste local deveria ter sido traçada uma estação mas que por problemas de espaço ela foi desviada para os espaços laterais (Seção 4.4). Assim, quando o usuário for estudar a carta, ele pode encontrar essa informação e acrescentá-la a sua análise, evitando, desta maneira, que os símbolos representativos dos fenômenos meteorológicos se sobreponham, dificultando a sua interpretação ou ocasionando a sua perda. No entanto, se nada for encontrado na região, o SINÓGRAFO toma a direção do vento, e verifica a consistência dos dados; se tudo estiver como esperado, passa a calcular alguns parâmetros das rotinas que traçam direção e velocidade do vento. Depois disto, testa a consistência dos dados de velocidade do vento e, não encontrando anormalidades, inicia o traçado.

O fenômeno de vento foi escolhido para ser traçado em primeiro lugar, por ser o único com posição dinâmica na carta. Após a de terminação de sua posição, é verificado se a representação deste fenômeno não passa sobre nenhum símbolo estático da estação; se existir uma superposição, este símbolo estático é deslocado ligeiramente para a direita, esquerda, alto ou baixo, conforme o caso mais conveniente.

A velocidade do vento na latitude norte é traçada no sentido horário, enquanto na latitude sul é traçada no sentido anti-horário. Faz-se então a verificação da latitude e, dependendo do valor encontrado, obtém-se o valor de um parâmetro que será usado e interpretado nas rotinas VENT05, VENT10, VENT50, caso utilizadas.

Uma vez desenhado o fenômeno de vento, traça-se uma circunferência com centro no ponto fornecido pelo arquivo LOCDASEST1, que representará a estação, sendo traçada também a sua identificação através da subgrade. A grade não é necessária pois o analista tem condições de identificar rapidamente o valor desta apenas pela sua posição. Em seguida o SINÓGRAFO traçará os fenômenos, caso existam, de tendência da pressão, cobertura do céu, tempo passado, tempo presente, nuvens altas, nuvens médias, nuvens baixas, pressão do nível do mar, temperatura de orvalho, temperatura, quantidade de precipitação, mudança de pressão e visibilidade, (Cirmet, 1979); este último não é traçado por não ser de interesse do INPE, contudo poderá ser ativado sempre que houver necessidade.

Atingindo este ponto a estação já está pronta, o processo é reiniciado através da leitura de mais um registro que representa outra estação; este processo se repete até que o último registro do arquivo VÂNIA tenha sido lido e processado, quando então a carta estará parcialmente pronta.



#### 4.4 - TRAÇADO DAS ESTAÇÕES EXCEDENTES

Como citado anteriormente, os espaços laterais e superior irão conter estações que por motivo de estética não foram traçadas no próprio local. Estas estações poderão ser salvas em um dos três arquivos LDIREITO, LESQUERDO, SUPERIOR, (Capítulo 6); o critério para a decisão é verificar se o local original da estação está mais próximo da margem direita ou esquerda da carta. O arquivo SUPERIOR será utilizado somente se pelo menos um dos espaços laterais estiverem já totalmente tomados. A busca nessa região pode se tornar um pouco incômoda para o usuário, mas foi a única maneira que se encontrou para contornar este problema de limitação física do papel. Atualmente esse campo não é usado por absoluta falta de necessidade. No entanto quando o número de estações for maior, este espaço se fará necessário.

Esses arquivos foram criados para evitar que a pena se desloque, levantada, sempre que for determinado o deslocamento de uma estação para os espaços laterais, o que proporciona uma economia no tempo do traçado.

O primeiro arquivo a ser lido é o LESQUERDO, que executará o mesmo processo descrito na Seção 4.3, a menos do processo de identificação da estação junto ao arquivo LOCDASEST1. Quando o último registro deste for lido e processado, o controle será transferido a um outro comando que irá considerar o arquivo LDIREITO, e depois o SUPERIOR, com tratamento análogo ao feito com o arquivo LESQUERDO.

Terminado o traçado das estações, o SINÓGRAFO passa a traçar o contorno do mapa da América do Sul, que é seguido pelo desenho de uma grade que representa os paralelos e meridianos em projeção Mercator, sendo então identificadas as latitudes e longitudes. Finalmente a carta é identificada e datada, estando pronta para ser analisada manual ou automaticamente, como o usuário preferir. A Figura 4.1 mostra um exemplo ampliado de algumas estações traçadas pelo SINÓGRAFO, apenas para ilustrar o posicionamento das diversas representações ao



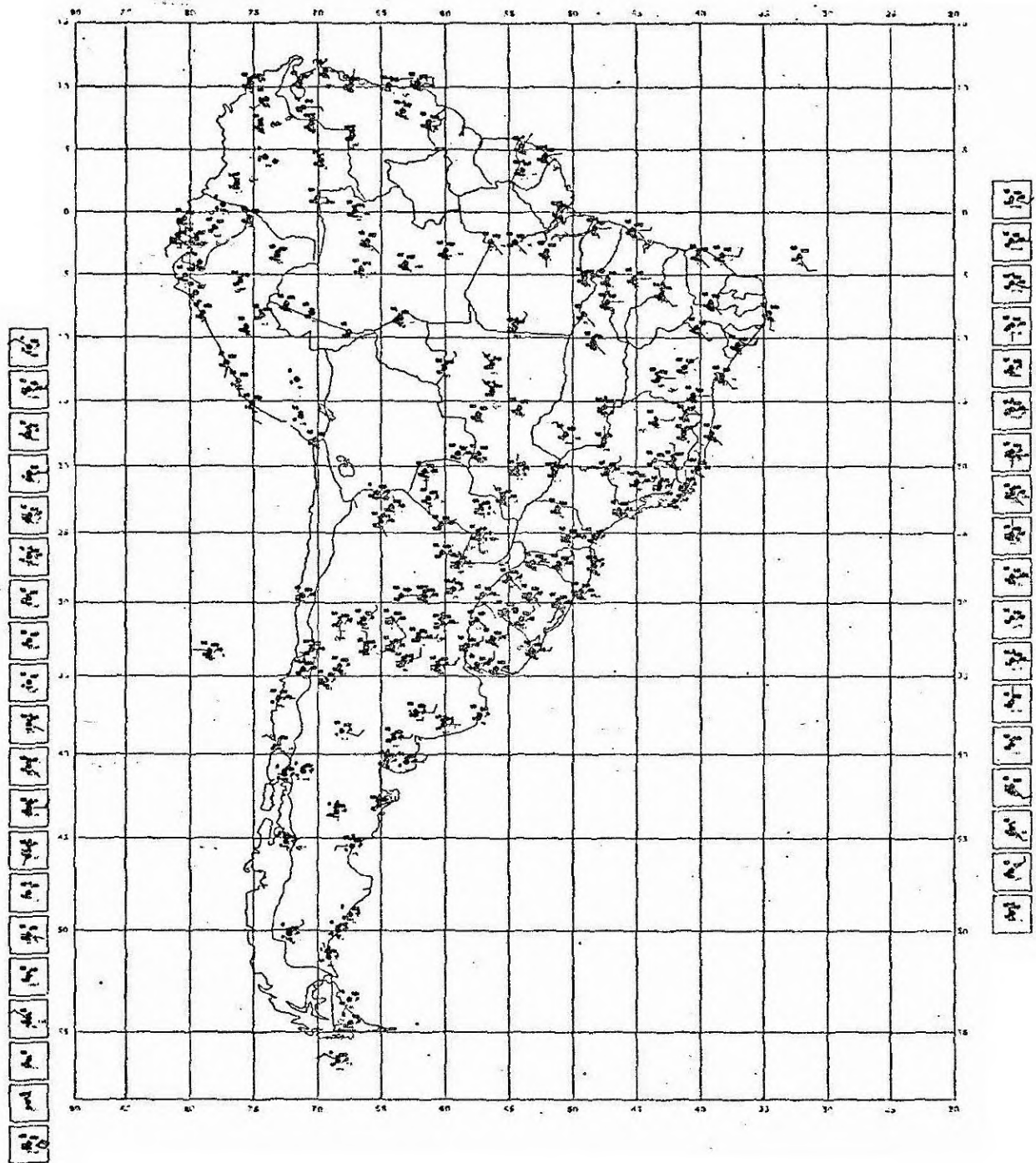


Fig. 4.2 - Carta sinótica traçada por computador com dados reais.

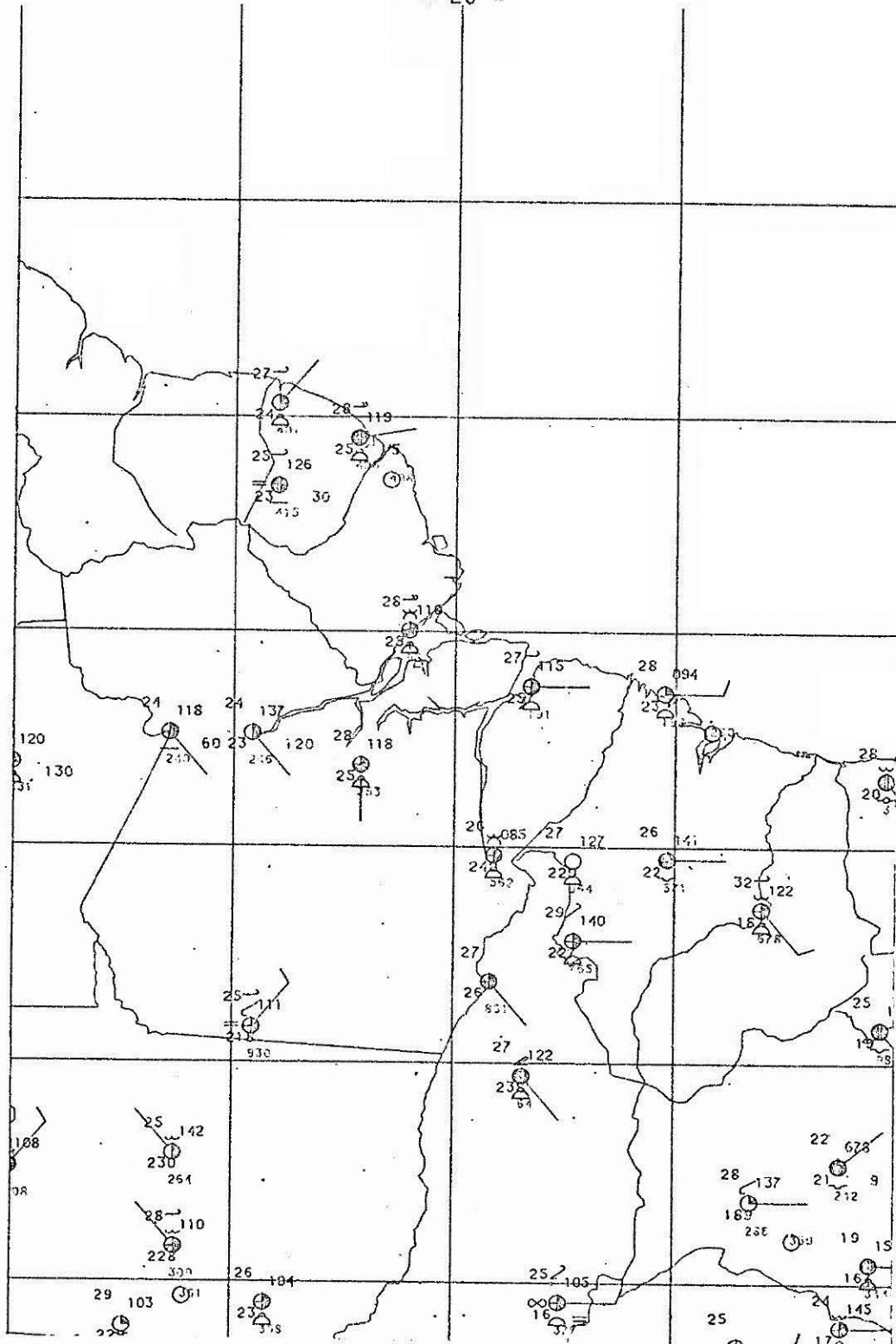


Fig. 4.3 - Trecho de uma carta sinótica com dados e tamanho reais.



## CAPÍTULO 5

### SUB-ROTINAS DESENVOLVIDAS PARA O SINÓGRAFO

Foram criadas 15 sub-rotinas gráficas para a obtenção dos resultados. Pode-se dividi-las em duas categorias: as de uso geral e as específicas. As de uso geral são aquelas que podem ser invocadas em qualquer parte do programa e geram formas geométricas utilizadas nos símbolos meteorológicos. As de uso específico são as que geram esses símbolos, podendo invocar as de uso geral.

#### 5.1 - SUB-ROTINAS DE USO GERAL

As duas rotinas a seguir foram desenvolvidas para suprir a falta de rotinas semelhantes na biblioteca de rotinas gráficas do Instituto; o formato de chamada destas rotinas é igual à da CALCOMP.

##### 5.1.1 - AROUHD (XPAGE, YPAGE, XTIP, YTIP, AHLEN, AHWIND, ICODE)

A rotina traça setas que podem ter pontas em um ou dois sentidos, com tamanho da "cabeça" variável. A Figura 5.1 indica as posições chaves para a obtenção do traçado. A Figura 5.2 mostra as variações possíveis e os parâmetros que determinam o tipo de traçado.

Os parâmetros desta rotina são:

XPAGE, YPAGE - coordenadas dos pontos iniciais da reta que determinam a direção da "cabeça".

XTIP, YTIP - coordenadas da "ponta" da "cabeça".

AHLEN - comprimento da "cabeça" da seta.

AHWIND - largura da "cabeça" da seta.

ICODE - é um número de dois dígitos IJ, onde I pode ser:

0 - não é traçada a linha que vai de (XPAGE, YPAGE) até o ponto (XTIP, YTIP); somente será traçada a "cabeça" da seta;

1 - a linha é desenhada;

2 - a linha é desenhada e uma outra "cabeça" - é traçada na outra extremidade da reta;

O J pode variar de 1 a 7; ele determina o tipo da "cabeça".

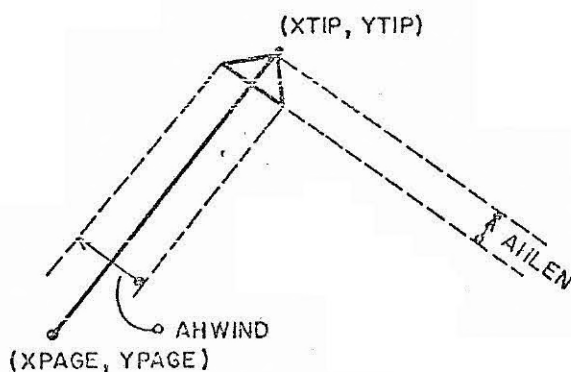


Fig. 5.1 - Posições básicas dos parâmetros da rotina AROUND.

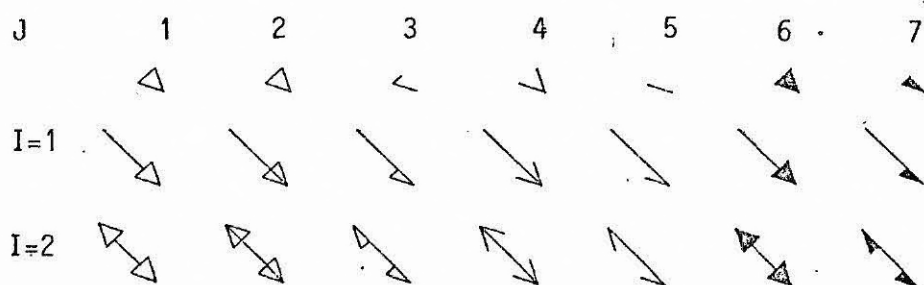


Fig. 5.2 - Saídas gráficas da rotina AROUND.

Com esta rotina não é possível traçar setas com duas pontas de tamanhos diferentes.

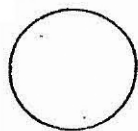
#### 5.1.2 - CIRCL (XPAGE, YPAGE, THO, THF, RO, RI, DI)

É uma rotina que traça circunferências, arcos de circunferência e espirais, que podem ser desenhados com linha cheia ou pontilhada. Na primeira versão desta rotina, ela consumia muito tempo de processamento e muito tempo de "PLOTAGEM"; todos os seus traços eram calculados para variações de um grau, sempre que a rotina era chamada.

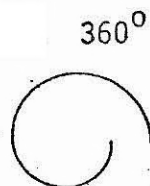
Durante os primeiros testes com as cartas, notou-se que o tempo de processamento era muito alto e o tempo de traçado da carta chegava a ultrapassar duas horas. Como essa rotina é chamada centenas de vezes durante o processamento, e ainda como não são necessárias curvas circulares tão perfeitas uma vez que o tamanho do traçado é pequeno, decidiu-se fazer os cálculos dos senos e co-senos uma única vez e armazenar estes valores em um vetor que será passado por parâmetro para dentro da rotina. Os valores das funções seno e co-seno são calculados de 15 em 15 graus e apenas uma vez, e isto foi suficiente para que se obtivesse o mesmo resultado visual, com um ganho de tempo no processamento e um ganho de cerca de 80% no tempo de traçado da carta.

As modificações retiraram certas opções que nunca seriam usadas e outras que não teriam interesse durante a maior parte do tempo. Mantê-las, portanto, significaria o aumento do número de comandos do sistema, logo é mais razoável, ao invés de ter uma rotina capaz de traçar circunferências e espirais, ter duas, uma especializada no traçado de circunferências e arcos de circunferência, com intervalo entre pontos de 15 graus, e outra especializada somente no traçado de espirais. A Figura 5.3 mostra as saídas da rotina CIRCL original. Estas novas sub-rotinas são descritas a seguir.

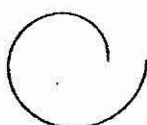
THO=0°  
THF=360°  
RO=0.4  
RF=0.4  
DI=0.0



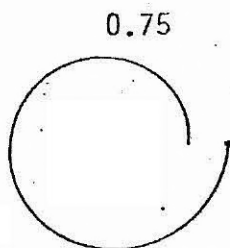
THF=  
THO=0°  
RO=0.5  
RF=0.25  
DI=0.0



-360°



RF=  
THO=0°  
THF=360°  
RO=0.5  
DI=0.0



0.0



-0.5



Fig. 5.3 - Saídas gráficas da rotina CIRCL original.

#### 5.1.2.1 - NOVA ROTINA CIRCL

Esta rotina é especializada no traçado de circunferências e arcos, foram excluídos os parâmetros RF e DI e incluídos outros dois, CO1 e SE1, ficando sua forma:

CIRCL (X, Y, THO, THF, RO, CO1, SE1). A Figura 5.4 apresenta a identificação desses parâmetros, onde:

X, Y - Coordenadas dos pontos iniciais do arco.

THO - ângulo em graus em relação ao eixo x, onde começa o traçado do arco.

THF - ângulo em graus em relação ao eixo x, onde termina o traçado do arco.

RO - Raio da curvatura da circunferência.

C01 - Vetor de 25 posições que contém os valores dos co-senos de 0 a 360 graus de 15 em 15 graus.

SE1 - Vetor de 25 posições que contém os valores dos senos de 0 a 360 graus de 15 em 15 graus.

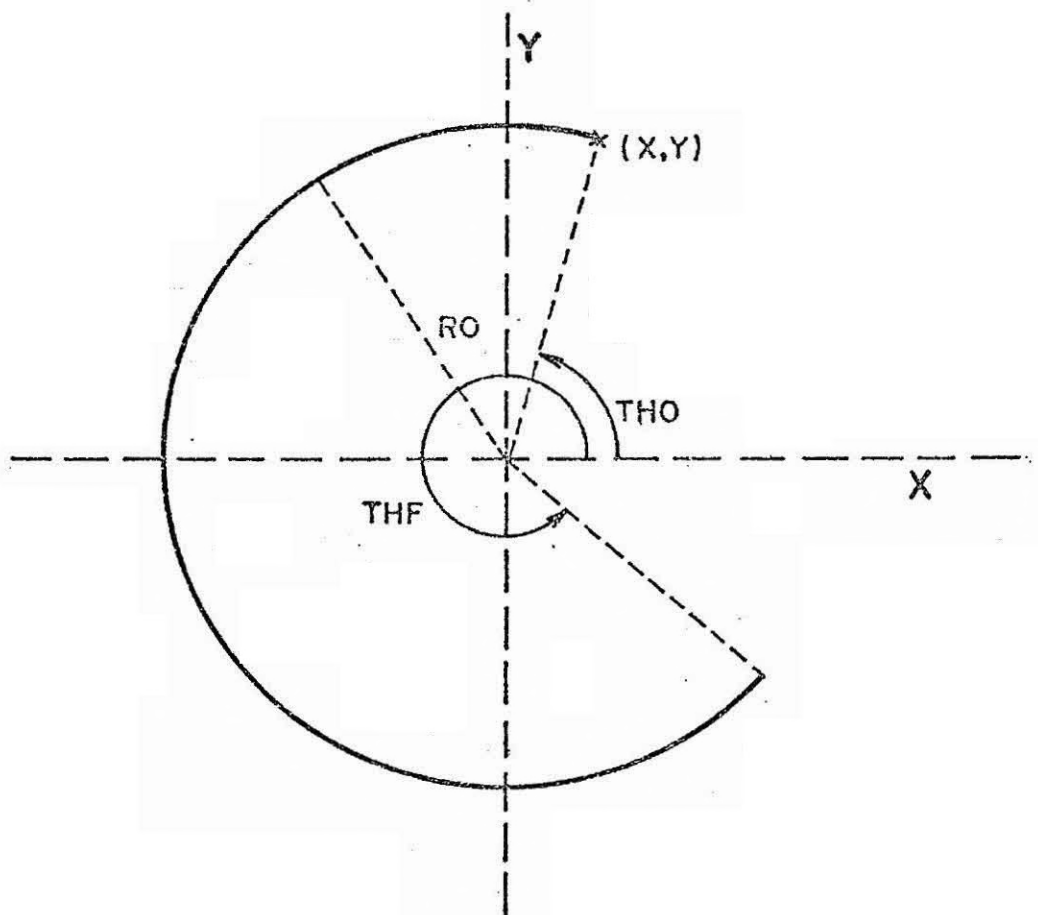


Fig. 5.4 - Identificação dos parâmetros da rotina CIRCL.

#### 5.1.2.2 - ROTINA CIRCUL

Esta rotina é especializada no traçado de espirais e muito pouco usada no processamento. Pode não ser executada durante muito tempo por isso não se preocupou em torná-la rápida; logo ela mantém as características da rotina original, (CIRCUL(X, Y, THO, THF, RO, RF, DI), onde cada ponto do arco é unido e calculado de grau em grau. A Figura 5.5 apresenta a identificação desses parâmetros onde:

X, Y, THO, THF, RO - são os mesmos encontrados na rotina CIRCL.

RF - raio de curvatura final.

DI - código usado para especificar o tipo de linha desejada. Se  $DI=0.0$ , uma linha cheia é traçada e se  $DI=0.5$ , uma linha pontilhada é traçada.

Os ângulos THO e THF podem ser positivos ou negativos. Se THO é menor que THF um arco é desenhado no sentido anti-horário.

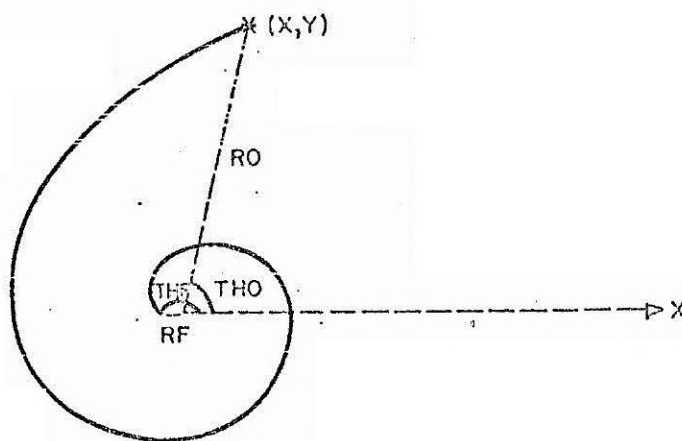


Fig. 5.5 - Identificação dos parâmetros da rotina CIRCUL.

## 5.2 - SUB-ROTINA DE USO ESPECÍFICO

As rotinas gráficas abaixo têm como saída os símbolos que representam os fenômenos meteorológicos.

Para cada categoria de fenômeno existe uma posição em relação à estação onde ele deve ser representado. A Figura 2.1 mostra as posições relativas de cada categoria. A base para a localização de uma estação são as coordenadas do seu centro; a partir deste valor, quando uma categoria tiver representação, a rotina encarregada de fazê-lo deslocará a pena a partir do ponto central para o ponto onde deve começar o traçado.

### 5.2.1 - ROTINA DE TRAÇADO DO FENÔMENO DE TEMPO PRESENTE

A rotina, por abranger a representação de 100 símbolos, foi dividida em 10 sub-rotinas internas (TP00(WW, X, Y, R), ..., TP90(WW, X, Y, R)), para torná-la compatível com as demais e tornar mais simples o processo de busca do fenômeno procurado. Quando chamada, a rotina CONTTP posiciona a pena na coordenada de origem do desenho, toma o valor WW e o divide por dez. O resultado desta operação gera um inteiro que, através de comandos de seleção, faz a chamada de uma das dez sub-rotinas internas; o resto da divisão de WW por dez é atribuído a WW ( $WW = \text{MOD}(WW, 10)$ ); este parâmetro é quem irá, através de um comando computado, decidir qual o bloco onde estão os comandos que contêm as saídas gráficas do fenômeno WW inicial. Cada sub-rotina interna contém informações para representar dez fenômenos, estando distribuídos de acordo com a Tabela 5.1.

TABELA 5.1

DISTRIBUIÇÃO INTERNA DE SÍMBOLOS POR ROTINA

WW	SUB-ROTINA
0 - 09	TP00
10 - 19	TP10
20 - 29	TP20
30 - 39	TP30
40 - 49	TP40
50 - 59	TP50
60 - 69	TP60
70 - 79	TP70
80 - 89	TP80
90 - 99	TP90

Esta rotina é apresentada da seguinte forma:

CONTTP (WW, X, Y, R), onde:

X, Y - Coordenadas do centro da estação (valor obtido do arquivo LOCDASEST1).

R - fator de escala que serve para modificar o tamanho dos símbolos sem alterar as outras partes gráficas. Neste trabalho notou-se que 0,1 polegadas representa o valor ótimo.

WW - é o número do fenômeno observado que pode ser, (Fortune, 1979):

00 - Desenvolvimento de nuvens não-observado. (sem importância).

01 - Nuvens em dissolução. (sem importância).



- 02 - Céu invariável. (sem importância).
- 03 - Nuvens em formação. (sem importância).
- 04 - Visibilidade reduzida por fumaça.
- 05 - Névoa seca.
- 06 - Poeira em suspensão.
- 07 - Poeira e/ou areia levantadas.
- 08 - Redempinho de areia na hora anterior.
- 09 - Tempestade de poeira e/ou areia na hora anterior.
- 10 - Névoa úmida leve.
- 11 - Bancos de nevoeiro baixo.
- 12 - Nevoeiro baixo mais ou menos contínuo.
- 13 - Relâmpagos sem trovões.
- 14 - Precipitação à vista não atingindo o solo.
- 15 - Precipitação à vista atingindo o solo, longe.
- 16 - Precipitação à vista atingindo o solo, perto.
- 17 - Trovões sem precipitação.
- 18 - Borrasca à vista hora anterior.
- 19 - Tornado na hora anterior.

- 20 - Chuvisco na hora anterior.
- 21 - Chuva na hora anterior.
- 22 - Neve na hora anterior.
- 23 - Chuva e neve na hora anterior.
- 24 - Chuvisco e/ou chuva congelante na hora anterior.
- 25 - Pancadas de chuva na hora anterior.
- 26 - Pancadas de neve na hora anterior.
- 27 - Pancadas de saraiva na hora anterior.
- 28 - Nevoeiro na hora anterior.
- 29 - Trovoadas com ou sem chuvas na hora anterior.
- 30 - Tempestade de poeira diminuindo.
- 31 - Tempestade de poeira sem alteração.
- 32 - Tempestade de poeira aumentando.
- 33 - Tempestade de poeira forte diminuindo.
- 34 - Tempestade de poeira forte sem alteração.
- 35 - Tempestade de poeira forte aumentando.
- 36 - Neve amontoadá, leve e baixa.
- 37 - Neve amontoadá, pesada, mas baixa.

- 38 - Neve amontoadada, leve e profunda.
- 39 - Neve amontoadada, pesada e profunda.
- 40 - Nevoeiro a distância.
- 41 - Nevoeiro em bancos.
- 42 - Nevoeiro, céu visível, menos do que na hora anterior.
- 43 - Nevoeiro, céu invisível, menos do que na hora anterior.
- 44 - Nevoeiro, céu visível, sem alteração.
- 45 - Nevoeiro, céu invisível, sem alteração.
- 46 - Nevoeiro, céu visível, mais do que na hora anterior.
- 47 - Nevoeiro, céu invisível, mais do que na hora anterior.
- 48 - Nevoeiro, depositando escarcha, céu visível.
- 49 - Nevoeiro, depositando escarcha, céu invisível.
- 50 - Chuvisco fraco, intermitente.
- 51 - Chuvisco atual, fraco, contínuo.
- 52 - Chuvisco atual, moderado, intermitente.
- 53 - Chuvisco atual, moderado, contínuo.
- 54 - Chuvisco atual, forte, intermitente.
- 55 - Chuvisco atual, forte, contínuo.

- 56 - Chuvisco com congelação, fraco.
- 57 - Chuvisco com congelação, moderado ou forte.
- 58 - Chuvisco e chuva, fracos.
- 59 - Chuvisco e/ou chuva moderados ou fortes.
- 60 - Chuva atual, fraca, intermitente.
- 61 - Chuva atual, fraca, contínua.
- 62 - Chuva atual, moderada, intermitente.
- 63 - Chuva atual, moderada, contínua.
- 64 - Chuva atual, forte, intermitente.
- 65 - Chuva atual, forte, contínua.
- 66 - Chuva fraca com congelação.
- 67 - Chuva moderada ou forte com congelação.
- 68 - Chuva, chuviscos e neves fracas.
- 69 - Chuva e neve moderadas ou fortes.
- 70 - Neve atual, fraca, intermitente.
- 71 - Neve atual, fraca, contínua.
- 72 - Neve atual, moderada, intermitente.
- 73 - Neve atual, moderada, contínua.

74 - Neve atual, forte, intermitente.

75 - Neve atual, forte, contínua.

76 - Agulhas de gelo com ou sem nevoeiro.

77 - Neve granular com ou sem nevoeiro.

78 - Cristais de neve com ou sem nevoeiro.

79 - Pelotas de gelo.

80 - Pancadas de chuva, fracas.

81 - Pancadas de chuva, moderadas ou fortes.

82 - Pancadas de chuva violentas.

83 - Pancadas de chuva e neve fracas.

84 - Pancadas de chuva e neve moderadas ou fortes.

85 - Pancadas de neve fracas.

86 - Pancadas de neve, moderadas ou fortes.

87 - Pancadas fracas de granizo.

88 - Pancadas moderadas ou fortes de granizo.

89 - Pancadas fracas de saraivas, sem trovões.

90 - Pancadas fortes de saraivas sem trovões.

91 - Chuva atual fraca, trovoadas na hora anterior.

- 92 - Chuva atual forte, com trovoadas na hora anterior.
- 93 - Neve e/ou saraivas atuais, fracas, com trovoadas na hora anterior.
- 94 - Neve e/ou saraivas atuais fortes, trovoadas na hora anterior..
- 95 - Trovoadas atuais, fracas e/ou moderadas com chuva atual.
- 96 - Trovoadas fracas ou moderadas com saraivas na ocasião.
- 97 - Trovoadas fortes com chuva atual.
- 98 - Trovoadas atuais com tempestade de poeira e/ou areia.
- 99 - Trovoadas atuais fortes com saraiva.

A Figura 5.6 mostra as saídas gráficas da rotina CONTTP. Os números da margem esquerda mostram a que sub-rotina interna os símbolos pertencem; e os da face superior, o valor que WW assume dentro de cada sub-rotina interna. O valor real do fenómeno é obtido somando o valor da margem esquerda com o valor da face superior; no ponto de intersecção está o símbolo que representa o fenómeno.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00					~	∞	S	\$	3	⊗
10	=	=	=	<	∪	)	(	⊗	∇	⌋
20	]	]	*	]	]	]	]	]	≡	⌋
30	S	S	S	S	S	S	+	+	+	+
40	(=)	=	=	=	=	=	=	=	∇	∇
50	]	]	]	]	]	]	]	]	]	]
60	]	]	]	]	]	]	]	]	]	]
70	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
80	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇	∇
90	∇	⌋	⌋	⌋	⌋	⌋	⌋	⌋	⌋	⌋

Fig. 5.6 - Saídas gráficas da rotina CONTTP.

- Os fenômenos de números 0, 1, 2 e 3, por não serem de importância, não são traçados.

### 5.2.2 - ROTINA DE TRAÇADO DE NUVENS ALTAS

São nuvens do gênero Cirrus (Ci), Cirrocumulus (Cc) e Cirrostratus (Cs), que estão catalogadas em nove classes (Cirmet, 1979). A rotina escrita para esta ocorrência pode traçar nove símbolos para representar o tipo de nuvem de acordo com a informação recebida; sua estrutura interna é mais simples que a descrita anteriormente (rotina CONTTP) por possuir menos possibilidades de saída. O parâmetro CH é usado diretamente através de comando computado para selecionar aqueles que geram graficamente o símbolo da observação informada. A Figura 5.7 mostra as saídas gráficas desta rotina. Esta rotina apresenta o seguinte formato:

NUVEMH (X, Y, R, CH), onde:

X, Y - Coordenadas do centro da estação.

R - Fator de escala.

CH - Número do fenômeno observado que pode ser (Fortune, 1979):

0 - Ausência de Cirrus, Cirrocumulus e Cirrostratus.

1 - Cirrus em filamentos, fibras ou ganchos não-aumentados.

2 - Cirrus densos em bancos, ou com torres, ou com flocos ou com tufos.

3 - Cirrus em forma de bigorna, oriundos de Cumulonimbus.

4 - Cirrus em garras ou filamentos invadindo o céu e espessando-se.

5 - Cirrus (geralmente em faixas convergentes) e/ou Cirrostratus invadindo o céu e espessando-se, mas o véu está abaixo de 45° acima do horizonte.



- 6 - Cirrus e/ou Cirrostratus invadindo o céu e espessando-se; o v̄eu contínuo estende-se acima de  $45^0$  sem que o v̄eu esteja coberto.
- 7 - V̄eu de Cirrostratus cobrindo todo o céu.
- 8 - Cirrostratus não invadindo e não cobrindo todo o céu.
- 9 - Cirrocumulus ou Cirrocumulus predominante entre nuvens cirri-  
formes.

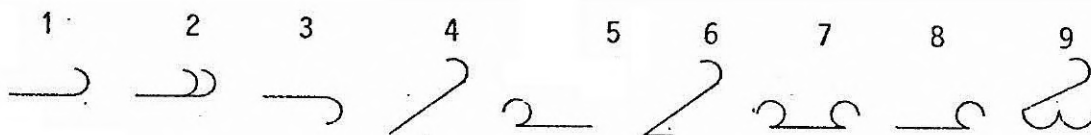


Fig. 5.7 - Saídas gráficas da rotina NUVEMH.

#### 5.2.3 - ROTINA DE TRAÇADO DE NUVENS MÉDIAS

Nuvens do gênero Altocumulus (Ac), Altostratus (As) e Nimbostratus (Ns) encontram-se também catalogadas em novas classes (Cirmet, 1979). A rotina criada para a representação deste tipo de nuvem possui nove saídas gráficas diferentes, apresentadas na Figura 5.8. O parâmetro CM é usado diretamente através de comando computado para determinar qual saída gráfica é adequada para representar a informação recebida. O formato da rotina é:

NUVEMM (X, Y, R, CM), onde:

X, Y - Coordenadas do centro da estação.

R - Fator de escala.

CM - Número do fenômeno observado que pode ser (Fortune, 1979):

- 0 - Ausência de Altocumulus, Altostratus ou Nimbostratus.
- 1 - Altostratus tênue, sol e lua fracamente visíveis.
- 2 - Altostratus espesso ou Nimbostratus, sol e lua invisíveis.
- 3 - Altocumulus tênue, estável em um só nível.
- 4 - Altocumulus tênue, em bancos a diferentes níveis, em transformação constante.
- 5 - Altocumulus tênue em faixas ou lençol, invadindo o céu e espessando-se.
- 6 - Altocumulus formado pela expansão de Cumulus.
- 7 - Altocumulus opaco, ou em camada dupla, não aumentando, ou Altocumulus com Altostratus ou Nimbostratus.
- 8 - Altocumulus em tufo cumuliformes ou em pequenas torres.
- 9 - Altocumulus de céu caótico, geralmente em diversos níveis.

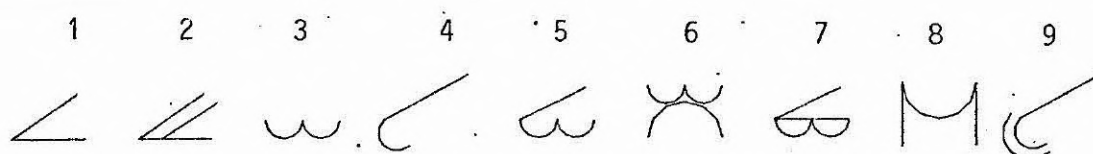


Fig. 5.8 - Saídas gráficas da rotina NUVEMM.

#### 5.2.4 - ROTINA DE TRAÇADO DE NUVENS BAIXAS

Nuvens do gênero Stratocumulus (Sc), Stratus (St), Cumulus (Cu) e Cumulonimbus (Cb). Este gênero de nuvens está catalogado em nove categorias (Cirmet, 1979), que são representadas pela sub-rotina NUVEMM, como mostra a Figura 5.9. O parâmetro CL é usado diretamente

através de comando computado para gerar o traçado do símbolo que representa a ocorrência de nuvens baixas, quando observadas. O formato desta sub-rotina é mostrado a seguir:

NUVEML (X, Y, R, CL), onde:

X, Y - Coordenadas do centro da estação.

R - Fator de escala.

CL - Número do fenômeno observado que pode ser (Fortune, 1979):

0 - Ausência de Stratocumulus, Stratus, Cumulus, Cumulonimbus.

1 - Cumulus pequenos ou achatados, ou espalhados, porém não de mau tempo.

2 - Cumulus de grande desenvolvimento, entumescidos ou com torres, tendo suas bases de mesmo nível.

3 - Cumulonimbus cujos topos não têm contornos definidos, mas que não são fibrosos e não têm bigorna.

4 - Stratocumulus formado pela expansão de Cumulus; muitas vezes com a presença de Cumulus.

5 - Stratocumulus não formado pela expansão de Cumulus.

6 - Stratus em lençol mais ou menos contínuo ou em faixa esgarçada.

7 - Fractostratus ou Fractocumulus (Fs) de mau tempo, em geral sob Altostratus ou Nimbostratus.

8 - Cumulus e Stratocumulus com bases e diferentes níveis.

9 - Cumulonimbus com bigorna, ou seja, com topo claramente fi  
broso.

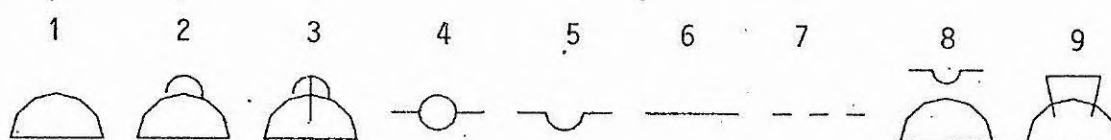


Fig. 5.9 - Saídas gráficas da rotina NUVML.

#### 5.2.5 - ROTINA DE TRAÇADO DE FENÔMENO DE TEMPO PASSADO

Esta informação exprime as condições meteorológicas na es-  
tação entre o período de seis horas que antecede o boletim, isto para  
o caso de observações feitas a 0000, 0600, 1200 e 1800 TMG (Tempo Médio  
de Greenwich), e em intervalos que precedem o boletim de três horas pa-  
ra as transmissões feitas às 0300, 0900, 1500 e 2100 TMG (Cirmet, 1979).

Caso durante o período de observações as condições meteorolô-  
gicas mudarem, deve-se transmitir a última mudança e, conjuntamente, a  
situação anterior à modificação. No entanto, durante um período de obser-  
vação de seis horas pode-se notar muitas modificações nas condições me-  
teorológicas. Como não é possível enviar todas, para a montagem do bole-  
tim, informar o fenômeno de tempo passado conjuntamente com o fenômeno  
de tempo presente, de maneira que ambos descrevam, da forma mais comple-  
ta possível, o tempo reinante na região durante o período considerado.  
A rotina TEMPAS foi desenvolvida para representar graficamente o fenôme-  
no de tempo passado, tendo sete saídas. O parâmetro W é quem determina  
qual o símbolo que será traçado para representar o fenômeno. A Figura  
5.10 mostra esta representação. A seguir é apresentado o formato desta  
rotina:

TEMPAS (X, Y, R, W), onde

X, Y - Coordenadas do centro da estação.

R - Fator de escala.

W - Número do fenômeno observado que pode ser (Fortune, 1979):

0 - Ausência.

1 - Ausência.

2 - Ausência.

3 - Tempestade de poeira e/ou areia.

4 - Nevoeiro ou névoa seca espessa.

5 - Garça.

6 - Chuva.

7 - Neve.

8 - Pancadas.

9 - Trovoada com ou sem precipitação.

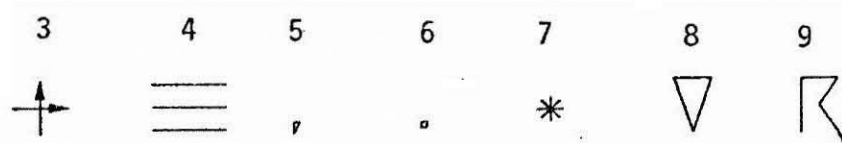


Fig. 5.10 - Saídas gráficas da rotina TEMPAS.

#### 5.2.6 - ROTINA DE TRAÇADO DE COBERTURA TOTAL DE NUVENS

Esta rotina indica qual a fração da abóboda celeste que o observador vê realmente durante a observação (Cirmet, 1979). A ocorrência é indicada em oitavos da parte coberta, sendo representada na carta sinótica dentro da circunferência que indica a estação. A Figura 5.11 mostra as representações gráficas para essa ocorrência.

Esta rotina é a que gasta mais tempo, tanto de processamento como de traçado dos símbolos, isto porque, na quase totalidade, os símbolos por ela representados usam funções circulares que consomem muito tempo de traçado, por invocar muitas vezes a rotina CIRCL, o que contribui para o acréscimo do tempo de processamento. Levando em conta estes fatores, esta rotina foi alterada de modo a melhorar seu desempenho, tornando-a mais rápida. O formato da rotina é apresentado a seguir:

COBERT (X, Y, R, NES), onde

X, Y - Coordenada do centro da estação.

R - Fator de escala.

NES - Número do fenômeno observado que pode ser (Fortune, 1979):

0 - Céu limpo ou menos de 1/8 coberto.

1 - 1/8 coberto.

2 - 2/8 coberto.

3 - 3/8 coberto.

4 - 4/8 coberto.

5 - 5/8 coberto.

6 - 6/8 coberto.

7 - 7/8 coberto.

8 - 8/8 coberto.

9 - Obscuro, avaliação impossível.

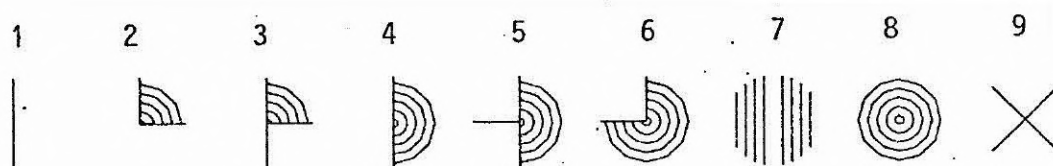


Fig. 5.11 - Saídas gráficas da rotina COBERT.

#### 5.2.7 - ROTINA DE TRAÇADO DE TENDÊNCIA DA PRESSÃO

Esta informação é uma análise feita pelo observador da estação que indica qual é a característica da tendência da pressão nas últimas três horas (Cirmet, 1979). A Figura 5.12 mostra os símbolos e os números que os representam; a rotina apresenta o seguinte formato:

TENDEN (X, Y, R, A), onde:

X, Y - Coordenadas do centro da estação.

R - Fator de escala.

A - Valor previamente convencionado que representa a variação, o qual pode ser (Fortune, 1979):

0 - Pressão subindo e depois descendo; é a mesma que três horas antes.

1 - Pressão subindo e depois estacionária, ou subindo e depois subindo mais lentamente; é mais alta que três horas antes.

- 2 - Pressão subindo (regular ou irregularmente); - é mais alta que três horas antes.
- 3 - Pressão descendo e estacionária, e depois subindo; ou subindo e depois subindo mais rapidamente; é mais alta que três horas antes.
- 4 - Pressão estacionária.
- 5 - Pressão descendo e depois subindo; é a mesma ou mais baixa que três horas antes.
- 6 - Pressão descendo e depois estacionária; ou descendo e depois descendo mais lentamente; é mais baixa que três horas antes.
- 7 - Pressão descendo (regular ou irregularmente); é mais baixa que três horas antes.
- 8 - Pressão estacionária ou subindo e depois descendo, ou descendo e depois descendo mais rapidamente; é mais baixa que três horas antes.

Os valores acima são usados para as latitudes mais altas que 20° S, ou seja, região ao sul de 20° S.

Para as regiões ao norte de 20° S, como as variações de pressão são pequenas, usam-se somente os códigos 8 e 9 que representam as variações nas últimas 24 horas. Estes códigos representam:

8 - + ou zero (a pressão aumentou ou ficou constante).

9 - - (a pressão diminui).



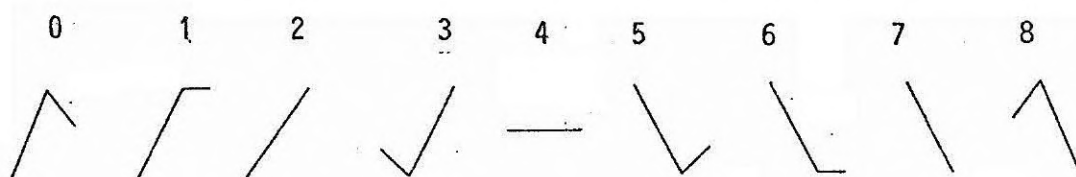


Fig. 5.12 - Saídas gráficas da rotina TENDEN.

#### 5.2.8 - ROTINA PARA O TRAÇADO E POSICIONAMENTO DOS NÚMEROS

Muitos fenômenos meteorológicos são descritos por número com sinal. Criou-se uma rotina que toma os valores numéricos de cada fenômeno indicado, posiciona-o e traça-o, verificando a consistência de cada valor. O formato desta rotina é mostrado a seguir:

NUMERO (X, Y, PRM, ST0, TOR, TSE, STS, PRE, MPR, VIS, R), onde:

X, Y - Coordenada do centro da estação.

PRM - Pressão ao nível do mar. O valor da pressão é obtido na estação por meios convencionais de medida e, através de transformações, este valor é projetado para uma região de altitude zero; este valor é fornecido em décimos de milibares.

TOR - Temperatura de ponto de orvalho fornecida em graus inteiros Celsius.

ST0 - Sinal da temperatura de orvalho.

TSE - Temperatura, obtida através de métodos convencionais e dada em graus inteiros Celsius.

STS - Sinal da temperatura bulbo seco.

PRE - Quantidade de precipitação, observada nas últimas 6 horas, exceto nas mensagens de 1200 TMG, quando esta se refere à quantidade observada nas últimas 24 horas.

MPR - Mudança da pressão, obtida através da variação de pressão nas últimas três horas, e é dada em décimos de milibares.

VIS - Visibilidade (para o INPE, este parâmetro está desativado). Corresponde à visibilidade horizontal. Quando esta não for a mesma em todos os setores, é indicado o menor valor observado.

R - Fator de escala.

#### 5.2.9 - ROTINAS PARA O TRAÇADO DO FENÔMENO DE VENTO

Existem três símbolos destinados a representar a velocidade do vento, que, combinados, podem dar qualquer valor múltiplo de 5. Uma barra curta significa velocidade de 5 nós, uma barra longa 10 nós e um triângulo 50 nós. A velocidade plotada já é arredondada para os próximos 5 nós. As barras e os triângulos (bandeiras) apontam no Hemisfério Sul para a esquerda, olhando para a direção da qual o vento sopra; para o Hemisfério Norte as barras e bandeiras estão voltadas para o lado direito. Deste modo elas estão geralmente apontando para as regiões de baixa pressão (Fortune, 1979). Para cada caso criou-se uma rotina particular:

1. VENT05 (X, Y, R, ANG, ANGB, DP, LAT) - traça o sinal (barra curta) para ventos de 5 nós.
2. VENT10 (X, Y, R, ANG, ANGB, DP, LAT) - traça o sinal (barra longa) para ventos de 10 nós.
3. VENT50 (X, Y, R, ANG, ANGC, DP, LAT) - traça o sinal (triângulo ou bandeira) para ventos de 50 nós, onde:

X, Y, Coordenadas do centro da estação.

R - Fator de escala.

ANG - É o valor da direção do vento fornecido pela estação como DVE, citado no Capítulo 6.

ANGB - Valor do ângulo que o traçado (barras curta ou longa) forma com o eixo X. Este valor é defasado de  $\pm 70$  graus em relação ao valor ANG quando a latitude é negativa (Hemisfério Sul) e  $-70$  graus quando for positiva (Hemisfério Norte).

ANGC - Valor do ângulo formado entre o vértice mais externo do triângulo (representando ventos de 50 nós) e o eixo X; este valor é defasado de  $\pm 60$  graus quando a latitude for negativa e  $-60$  graus quando for positiva.

DP - Parâmetro de controle, usado para deslocar as representações ao longo da coluna que simboliza a direção do vento. O valor deste parâmetro parte do ponto mais externo e a cada nova chamada aproxima-se mais da estação.

LAT - Variável auxiliar de valor  $-3$  quando a latitude é negativa e  $+3$  quando positiva. É através dela que se controla o sentido no qual a velocidade do vento é traçada, horário ou anti-horário.

Outra rotina para representar o fenômeno vento é a BARBEL (X, Y, ANG, R), que traça uma linha reta que vai desde o contorno da estação até uma distância preestabelecida de  $7 \cdot R$  do centro da estação, segundo a direção da qual o vento sopra, em dezenas de graus de acordo com a convenção meteorológica de contagem de ângulos. O norte é zero graus, e os ângulos aumentam no sentido horário. Este fenômeno é observado durante um período de 10 (dez) minutos que precede a transmissão. Se durante o período de observação ocorrer descontinuidade na característica do vento, somente o valor médio resultante obtido após a descontinuidade será transmitido (Cirmet, 1979). A Figura 5.13 mostra um exemplo do traçado da velocidade do vento.

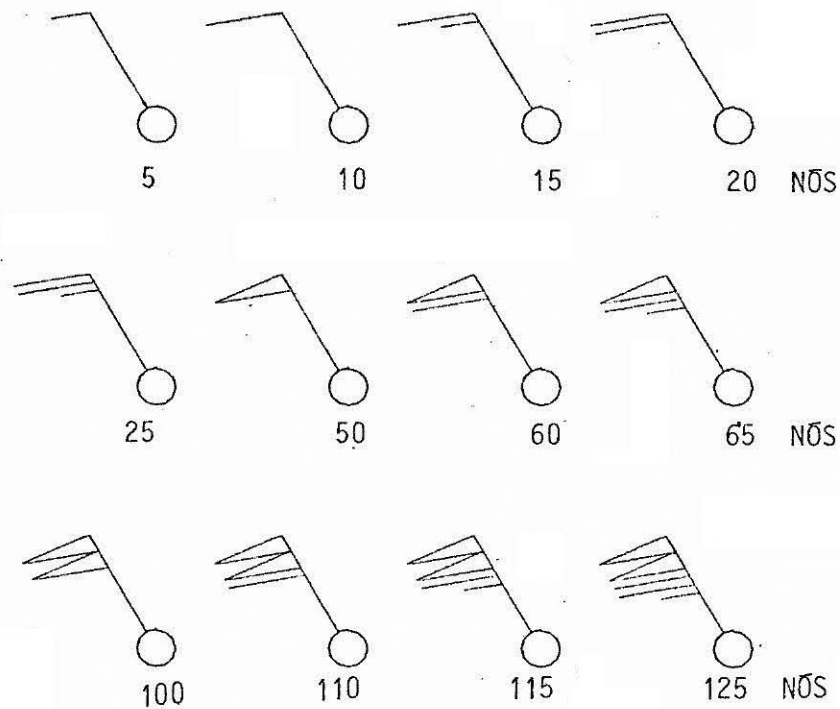


Fig. 5.13 - Exemplos de saída das rotinas de traçado de velocidade do vento.

As representações com valores acima de 50 nós poderão ser usadas em cartas de altos níveis da atmosfera.

#### 5.2.10 - ROTINA DE TRAÇADO DA ESTAÇÃO

Esta rotina traça uma circunferência no local onde deve ser representada a estação. Seu formato é apresentado a seguir:

ESTAC (X, Y, RAI0, C0, SE), onde:

X, Y - Coordenadas do centro da estação.

RAI0 - Raio da circunferência.

C0 - Vetor auxiliar que possui os valores dos co-senos, calculados de 30 em 30 graus a partir do zero.

SE - Vetor auxiliar que possui os valores dos senos, calculados de 30 em 30 graus a partir de zero.

Com esta abordagem geral das rotinas gráficas, definiram-se os procedimentos que traçam os fenômenos meteorológicos pertinentes à carta.



## CAPÍTULO 6

### ARQUIVOS UTILIZADOS PELO SINÓGRAFO

O SINÓGRAFO utiliza vários arquivos durante a execução da tarefa. Seis estão permanentemente em disco e outros cinco são gerados durante o processamento. Dos arquivos permanentes, cinco contêm informações de caráter específico, os quais serão detalhados neste capítulo. Estes arquivos independem de qualquer dado enviado via telex e são, portanto, estáticos. O sexto arquivo é o único dinâmico entre os permanentes. Já que contém as informações meteorológicas enviadas pelas estações. Geralmente é criado pouco antes da execução do SINÓGRAFO. A Figura 6.1 mostra o esquema da utilização destes arquivos.

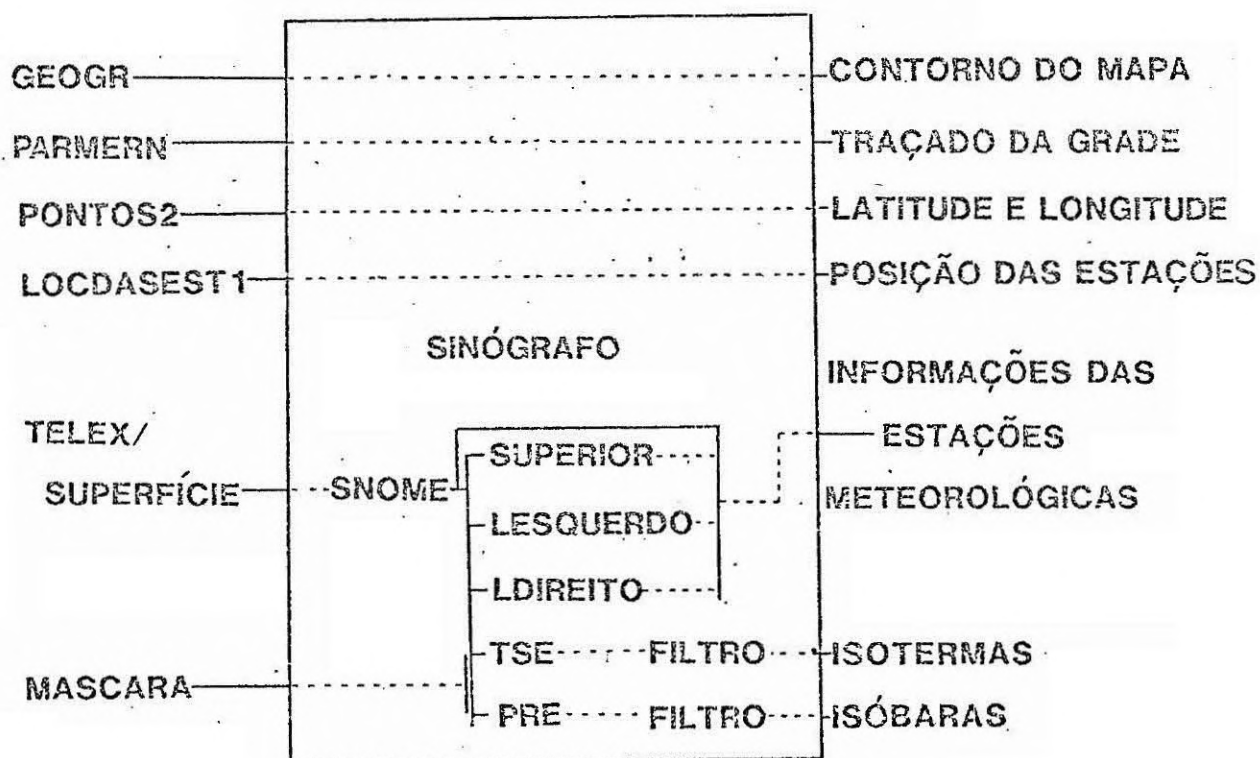


Fig. 6.1 - Diagramas de entradas e saídas.

A seguir apresenta-se uma rápida descrição dos arquivos com o objetivo de informar a sua utilidade e os seus formatos de gravação.

#### 6.1 - ARQUIVO DE ENTRADA GEOGR

Este arquivo foi obtido a partir de um outro já existente, que contém pontos digitalizados em coordenadas naturais das três Américas. Para gerar o arquivo GEOGR, criou-se um programa para selecionar os pontos digitalizados do contorno do mapa da América do Sul e as fronteiras internacionais, e transformar as coordenadas naturais do arquivo original em coordenadas cartesianas. Para este trabalho escolheu-se a projeção Mercator.

Esta transformação citada fundamenta-se no fato de que os pontos digitalizados devem servir como parâmetros para a rotina PLOT, da "plotter", a fim de que se possa desenhar corretamente o contorno do mapa. Esta rotina considera que os parâmetros estejam sendo sempre passados em coordenadas cartesianas. Com isto a conversão dos dados foi feita uma única vez, evitando gasto de tempo de processamento cada vez que uma carta fosse traçada.

O arquivo criado ficou em 4398 registros, onde cada um encerra 3 informações que são: a coordenada X, a coordenada Y (gravadas em formato F12.7) que determinam a posição para onde a pena deve-se deslocar, e o estado da pena (gravado em formato I2) que informa à PLOTTER se a pena deve deslocar-se abaixada (traçando) ou levantada (mudando apenas a posição).

A Figura 6.2 mostra a configuração do arquivo GEOGR, pronto para ser lido e executado imediatamente pelo sistema.



F12.7	F12.7	I2
6.0839758	13.4663265	3
6.0519790	13.4085613	2
.	.	.
.	.	.
.	.	.
1.2995586	13.9491792	2

Fig. 6.2 - Configuração do arquivo GEOGR.

## 6.2 - ARQUIVO DE ENTRADA LOCDASEST1.

Este arquivo contém as coordenadas cartesianas da localização das estações em relação ao contorno do mapa da América do Sul e a identificação destas. Estes dados são obtidos a partir do arquivo geral de cadastro das estações que, além das informações citadas, possui outras sem interesse para o SINÓGRAFO.

A tarefa inicial foi tomar o arquivo geral de cadastro e retirar dele apenas as informações de interesse para o traçado. Ao mesmo tempo que os dados eram selecionados, as coordenadas de posição da estação eram transformadas de naturais para cartesianas, conforme exposto na Seção 6.1, sendo gravados no arquivo LOCDASEST1. O arquivo obtido contém 352 registros, com as seguintes informações em cada um:

- 1 - GRADE - É o valor que informa a posição geográfica da estação. Este é formado por dois dígitos e gravado em formato I2. O primeiro dígito indica o continente no qual a estação se encontra (0 e 1 - Europa; 2, 3 e 4 - Ásia; 6 - África; 7 - América do Norte e América Central; 8 - América do Sul; 9 - Pacífico), (Fortune, 1979). O segundo dígito indica o país; para o caso da América do Sul o valor da grade pode ser:

- 80 : Colômbia, Venezuela.
- 81 : Guianas, Suriname.
- 82 : Brasil ao norte de 10 graus sul.
- 83 : Brasil ao sul de 10 graus sul.
- 84 : Equador, Peru.
- 85 : Bolívia, Chile.
- 86 : Paraguai, Uruguai.
- 87 : Argentina.
- 88 : Ilhas Falklands e Geórgia.
- 89 : Antártica.

- 2 - SUBGRADE - É o número que especifica a estação, sendo formado por três dígitos e gravado em formato I3. Para as estações que estão representadas nas posições originais, apenas esse valor é indicado, enquanto nas caixas laterais estarão presentes tanto o valor da grade como subgrade, para auxiliar a identificação pelo usuário.
- 3 - As demais informações representam as coordenadas cartesianas da posição da estação em relação ao papel, e estão gravadas em formato F12.7.

A Figura 6.3 mostra a estrutura geral do arquivo  
LOCDAEST1.

I2	I3	F12.7	F12.7
80	9	1.9575758	14.7086199
.	.	.	.
80444		3.9000000	14.1614465
.	.	.	.
84444		1.3630303	1.5420785
.	.	.	.
88903		8.8181818	0.8756431

Fig. 6.3 - Configuração do arquivo LOCDASEST1.

### 6.3 - ARQUIVO DE ENTRADA PARMERN

O arquivo foi gerado para armazenar coordenadas de pontos que, quando unidos pelo SINÓGRAFO, formam uma grade que representa paralelos e meridianos. Os pontos deste arquivo foram obtidos fornecendo a um programa criado especialmente para este fim o valor da latitude e longitude dos pontos externos da grade, tendo como saída as coordenadas cartesianas na projeção Mercator, que representam início e fim de cada linha traçada, bem como uma variável de controle do estado da pena.

A grade é traçada a partir de 15 graus até -55 graus para a latitude e de -20 a -90 graus para a longitude. O intervalo entre linhas de representação de paralelos e meridianos é de 5 graus.

O arquivo PARMERN contém 60 registros que encerram 3 informações: as duas primeiras são as coordenadas cartesianas X e Y que determinam as posições iniciais ou finais do traçado da linha, gravados em formato F5.2; e a terceira informa o estado da pena, gravada em formato I2. A Figura 6.4 mostra a configuração do arquivo PARMERN. A grade gerada é útil para dar uma localização geográfica para o analis

ta, quando este pretender inserir na carta informações não-observadas nas mensagens SYNOP, tais como através de dados de foto de satélite, balão, navio, etc.

F5.2	F5.2	I2
0.00	-0.73	3
0.00	10.92	2
.	.	.
.	.	.
15.37	10.68	3
0.00	10.83	2

Fig. 6.4 - Configuração do arquivo PARMERN.

#### 6.4 - ARQUIVO DE ENTRADA PONTOS2

Este arquivo é formado por 58 registros com 3 informações. O SINÓGRAFO lê neste arquivo os valores das latitudes e longitudes, que serão escritos na grade para identificar as linhas do traçado. Além disto são lidas as coordenadas cartesianas para o posicionamento dos valores de identificação. O arquivo está gravado com pontos X e Y em formato F5.2 e a constante numérica em formato A3. A Figura 6.5 mostra a configuração do arquivo PONTOS2, e a Figura 6.6 mostra a grade gerada pelo arquivo PARMERN e a identificação das linhas pelo arquivo PONTOS2.

.....		
F5.2	F5.2	A3
0.67	-0.80	55
2.11	-0.83	50
.	.	.
.	.	.
15.47	10.68	90

Fig. 6.5 - Configuração do arquivo PONTOS2.

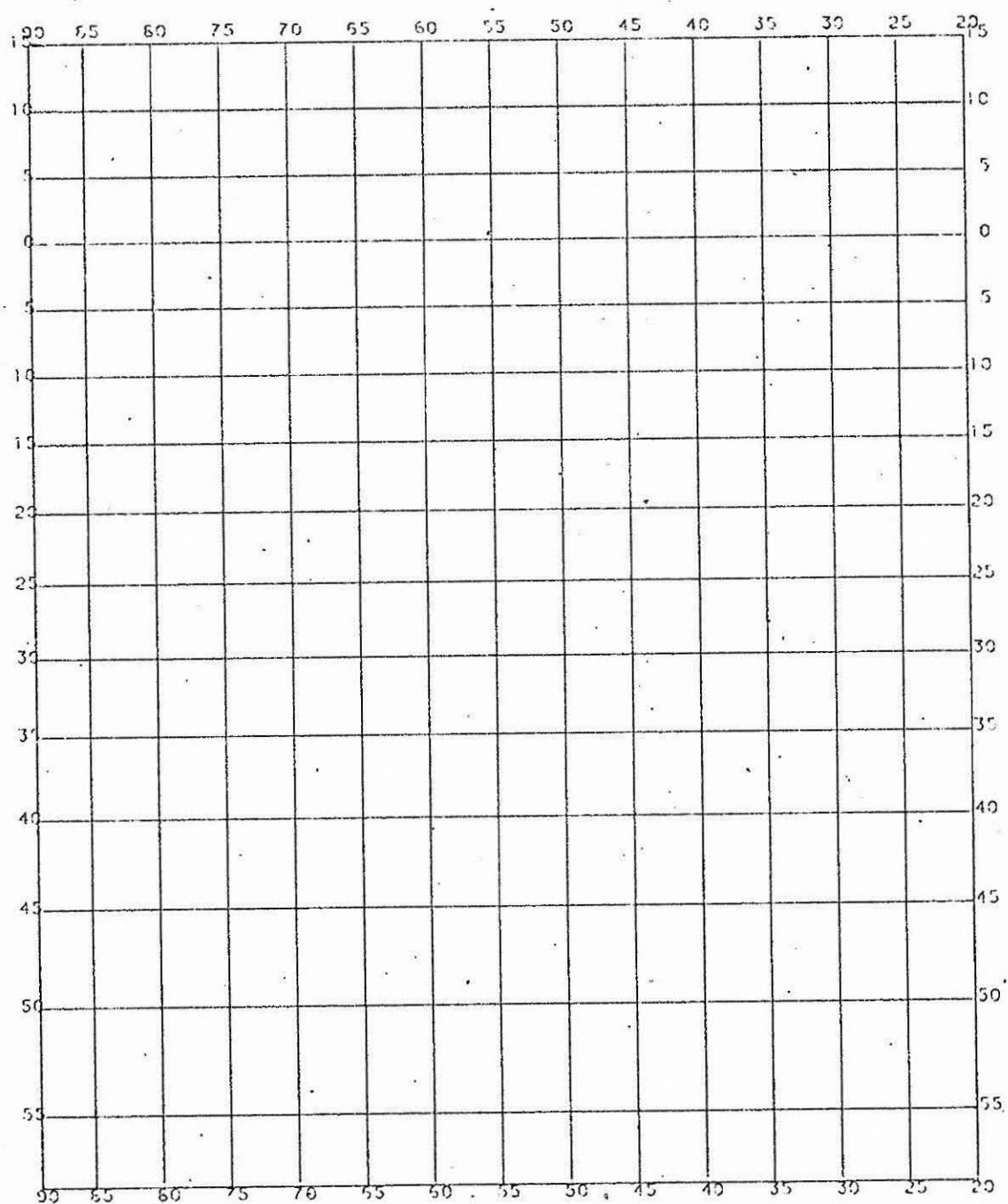


Fig. 6.6 - Representação isolada da grade e identificação de paralelos e meridianos.

## 6.5 - ARQUIVO DE DADOS TELEX/SUPERFÍCIE

O número de registros deste arquivo é variável e depende de quantas estações enviam informações. Algumas das características adotadas para a sua formação não são previstas no projeto, como as descritas a seguir:

1. Convencionou-se, no INPE, que a ausência de informação será representada pelo número 9, tantas vezes quanto for o tamanho do campo reservado para a variável deste fenômeno. O SINÓGRAFO toma as características do manual da WMO (1968), onde o 9 em muitos casos representa um símbolo. Para contornar este conflito entre ausência de informação e os fenômenos que são representados pelos números 9 e 99, única saída encontrada foi a de ignorar esta opção. Por exemplo, quando uma estação transmite uma informação a respeito de um fenômeno de tempo passado, como trovoadas com ou sem chuvas, este é codificado como 9 no campo a ele reservado, mas 9 também representa ausência de informação deste fenômeno; neste caso como não se tem meios de saber se o 9 lido indica a ausência ou o fenômeno, passa-se então a adotá-lo sempre como ausência, acarretando desta forma a perda de uma informação. Para suprir essa ocorrência, estuda-se uma maneira de modificar a decodificação dos dados que montam o arquivo TELEX/SUPERFÍCIE; de modo que os símbolos que representam os fenômenos de tempo relativos ao número 9 e 99 sejam especificados na carta.
2. Existem registros redundantes no arquivo (Capítulo 4); isto pode ocorrer de duas formas:
  - a. quando a grade, subgrade, data e hora de um registro são iguais a de um outro, diferindo apenas em algumas informações;

- b. quando há duplicação de registros, isto é, uma estação apa-  
receu mais que uma vez no mesmo dia e hora, com todas as in-  
formações iguais.

Imprevistos desta natureza podem causar problemas no tra-  
çado, uma vez que este é totalmente baseado no BANCO.

Cada registro deste arquivo contém codificadas 36 infor-  
mações que são tomadas corretamente pelo SINÓGRAFO e utilizadas. A ta-  
bela 6.1 mostra o conteúdo e formato de cada campo destes registros.

TABELA 6:1

FORMATOS DO CONTEÚDO DOS REGISTROS DO ARQUIVO

VARIÁVEL	FORMATO	SIGNIFICADO
ORI	I1	Origem
QUA	I1	Qualidade
GRA	I2	Grade
SGR	I3	Subgrade
SEC	I1	Século
ANO	I2	Ano
MÊS	I2	Mês
DIA	I2	Dia
HOR	I2	Hora
APR	I2	Ano do processamento
MPO	I2	Mês do processamento
OCO	I2	Branços
CON	I1	Cobertura de nuvens
DVE	I3	Direção do vento
VVE	I3	Velocidade do vento

(continua)



Tabela 6.1 - Conclusão

VARIÁVEL	FORMATO	SIGNIFICADO
VIS	I2	Visibilidade
HP	I1	Variável de controle
FPA	I1	Fenômeno de tempo passado
FPR	I2	Fenômeno de tempo presente
PRM	I5	Pressão ao nível do mar
STS	A1	Sinal de temperatura de bulbo seco
CNB	I2	Cobertura de nuvens baixas
NBA	I2	Nuvens baixas
ABA	I2	Altitude de nuvens baixas
NME	I2	Nuvens médias
NAL	I2	Nuvens altas
STO	A1	Sinal de temperatura de orvalho
TOR	I3	Temperatura de orvalho
TPR	I1	Tendência de pressão
MPR	A3	Mudança de pressão
TEP	I1	Temperatura de precipitação
STMM	A1	Sinal de temperatura máxima e mínima
TMM	I3	Temperatura máxima e mínima
PRE	I4	Precipitação
PRS	I5	Pressão da estação

O arquivo TELEX/SUPERFÍCIE é gerado por ocasião da execução do "job" que obtém o traçado da carta (Capítulo 7). Os dados que são recebidos via telex pelo computador vão sendo armazenados em um arquivo de nome TELEX/DADOSBRUTO/NUM, onde NUM é o número que identifica o arquivo. Todos os dias o arquivo TELEX/DADOSBRUTO/NUM é fechado pelo operador às 7:00 horas, e imediatamente é criado outro, onde o valor de NUM é incrementado de uma unidade. Seguindo essa lógica, pode-se admitir que o arquivo que possui o maior valor para NUM é o do dia corrente.

Por ocasião da montagem de uma carta com os dados de datas anteriores, por exemplo quatro dias, basta tomar o último valor de NUM, subtrair 4 para obter o valor procurado e então passá-lo para o "job" (PELL/CARTAS), obtendo-se desta forma o traçado.

No entanto, nem sempre na prática as atividades ocorrem como definidas na teoria; pode ocorrer que o operador esqueça de fechar o arquivo, então este conterá dados de 2, 3 ou mais dias. Com isto em mente, não se pode afirmar que o arquivo com o valor NUM-1 possui os dados do dia anterior. Neste caso convém que o usuário solicite uma listagem do arquivo, a fim de verificar em que dia foi iniciada a gravação. Do mesmo modo não se pode afirmar a priori que o arquivo com maior valor de NUM corresponde ao arquivo do dia corrente, isto porque ocorre ocasiões em que o computador B6800 não recebe as informações por vários motivos: o sistema pode estar parado para manutenção, o que ocorre no mínimo uma vez por semana, ou as informações não estão chegando ao INPE.

Tem-se a necessidade de ressaltar que o INPE recebe as informações através da Força Aérea Brasileira via telex, e estas são transmitidas para o B6800; com isto pode ocorrer que a informação não seja recebida devido a problemas em qualquer parte da transmissão.

#### 6.6 - ARQUIVO AUXILIAR LDIREITO

Este arquivo é usado durante o processamento para armazenar informações das estações, que serão traçadas nas caixas laterais da margem direita. O número de registros deste arquivo é variável, o conteúdo de cada registro, bem como os formatos de gravação, são apresentados na Tabela 6.2. Este arquivo é removido após o processamento.

#### 6.7 - ARQUIVO AUXILIAR LESQUERDO

É um arquivo usado durante o processamento para armazenar informações das estações, que serão traçadas nas caixas laterais

esquerdas. O número de registros deste arquivo também é variável, dependendo, como no caso anterior, do número de informações enviadas pelas estações. O conteúdo de cada registro, bem como os formatos de gravação, pode ser visto na Tabela 6.2. O arquivo LESQUERDO é removido após o processamento.

#### 6.8 - ARQUIVO AUXILIAR SUPERIOR

Este arquivo conterá as informações das estações que deveriam estar no arquivo LDIREITO e/ou LESQUERDO. O número de registros deste arquivo é variável, e este será removido após o processamento. A Tabela 6.2 mostra os formatos de gravação e conteúdo dos registros do arquivo.

TABELA 6.2

DESCRIÇÃO DOS FORMATOS DOS ARQUIVOS:  
LDIREITO, LESQUERDO, SUPERIOR

VARIÁVEL	FORMATO	DESCRIÇÃO
Y	F7.3	Novo valor da coordenada central da estação, calculado para uma posição disponível em uma das laterais onde será traçada a estação "excedente".
X	F7.3	
XM	F7.3	Variáveis utilizadas para o traçado de um quadrado em torno da estação representada em algum dos espaços disponíveis.
XP	F7.3	
YM	F7.3	
YP	F7.3	
GR/	I2	Grade
SG/	I3	Subgrade

(continua)

Tabela 6.2 - Conclusão

VARIÁVEL	FORMATO	DESCRIÇÃO
DVE	I3	Direção do vento
VVE	I3	Velocidade do vento
TPR	I1	Tendência da pressão
HP	I1	Variável de controle
FPA	I1	Fenômeno de tempo passado
FPR	I2	Fenômeno de tempo presente
NAL	I2	Nuvens altas
NME	I2	Nuvens médias
NBA	I2	Nuvens baixas
CON	I1	Cobertura de nuvens
PRM	I5	Pressão ao nível do mar
TOR	I3	Temperatura de orvalho
STO	A1	Sinal da temperatura de orvalho
TSE	I3	Temperatura
STS	A1	Sinal da temperatura
PRE	I4	Quantidade de precipitação
MPR	I3	Mudança da pressão
VIS	I2	Visibilidade

#### 6.9 - ARQUIVO AUXILIAR TSE

Durante a execução do programa, este arquivo armazena as coordenadas da posição original das estações em relação ao mapa e ainda os valores medidos de temperatura e/ou pressão. Uma vez que este arquivo esteja completo é usado para a obtenção das isolinhas que fazem parte da análise automática da carta. O número de registros deste arquivo é variável. As coordenadas X e Y estão gravadas em formato F7.3 e a variável TSE em formato I3.

#### 6.10 - ARQUIVO AUXILIAR VÂNIA

É um arquivo de trabalho que denota um subconjunto do arquivo TELEX/SUPERFÍCIE, o qual possui na forma final apenas as estações de interesse para os traçados, estação e isolinhas. O número de registros é variável e são obtidos selecionando os dados de interesse do arquivo TELEX/SUPERFÍCIE. Uma vez selecionados todos os registros, o arquivo recebe uma ordenação que, como visto no Capítulo 4, elimina redundâncias; com esta última versão o SINÓGRAFO inicia o traçado da carta.

#### 6.11 - ARQUIVO AUXILIAR MÁSCARA

O conteúdo deste arquivo é preenchido por zeros e 9999, devendo o número de registros ser igual ao número de celas geradas pela rotina de interpolação da grade (Capítulo 8). Este arquivo atua como um filtro, no sentido de permitir que as isolinhas sejam traçadas quando o valor do registro for zero, ou então não permitir o traçado das isolinhas quando o registro lido for igual a 9999. Com este artifício pode-se determinar onde as isolinhas devem ser interrompidas durante a análise da carta. A Figura 6.7 mostra a forma da distribuição da máscara sobre o traçado.

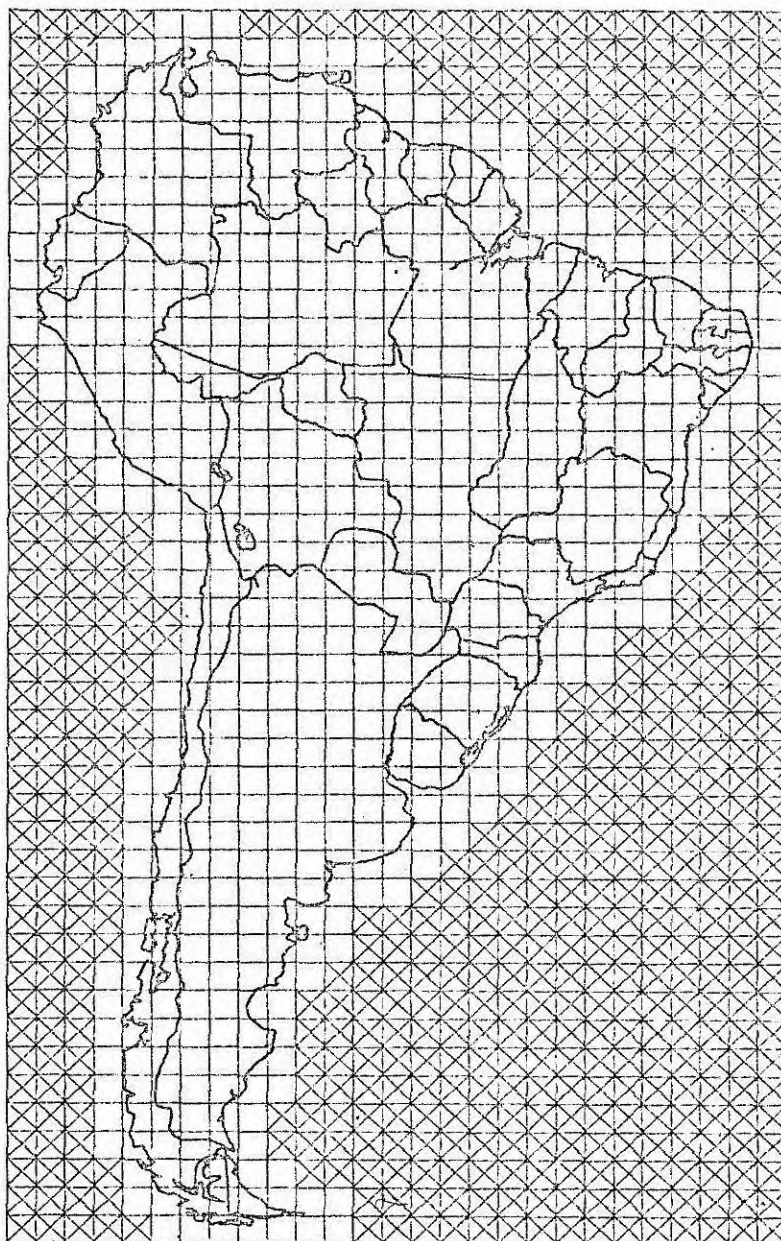


Fig. 6.7 - Distribuição da máscara na grade.



## CAPÍTULO 7

### UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

Para obtenção da carta são necessários vários procedimentos que devem ser executados em ordem; muitos destes programas estão residentes em disco e são de uso geral, tais como: decodificar as mensagens do telex; corrigir possíveis erros e selecionar dados errados, salvando-os em arquivo próprio para correção posterior; processar os dados selecionados como certos, obtendo a partir daí a carta, e finalmente remover os arquivos auxiliares gerados durante o processamento.

Os dois primeiros procedimentos citados acima são programas de uso geral, portanto é desperdício de código objeto agregá-los ao SINÓGRAFO. Para que cada tarefa fosse executada na ordem necessária, usou-se um "JOB" para processar cada bloco independente quando necessário. Na falha de um dos procedimentos o "JOB" (Apêndice A) é capaz de ignorar os restantes, não gerando a carta esperada e encerrando assim a tarefa. Isto é válido uma vez que uma carta só poderá ser gerada quando todos os outros procedimentos, que preparam os dados para serem lidos pelo SINÓGRAFO, não apresentarem erro durante a execução. O objetivo final da decodificação dos dados do telex é a eliminação de erros e a criação do arquivo TELEX/SUPERFÍCIE, sem o que o SINÓGRAFO nada fará.

O "JOB" utilizado exige dois valores que devem ser passados por parâmetros: o primeiro é o número do arquivo em disco que contém os dados das estações meteorológicas como são transmitidos via telex, valor este aqui denominado NUM, e que deve ser passado entre aspas. Este parâmetro serve para acessar corretamente o arquivo DADOSBRUTO para o procedimento de decodificação. O segundo parâmetro é um número com nove dígitos, que contém cinco informações, que são: "flag", ano, mês, dia e hora. Essas informações são escolhidas pelo usuário para selecionar dentro do arquivo TELEX/SUPERFÍCIE os dados referentes a essa data.

O SINÓGRAFO é informado se o usuário deseja os traçados das isolinhas, através do parâmetro FLAG. Quando "FLAG" for igual a zero, não serão traçadas isolinhas; quando igual a um, serão traçadas as isotermas; quando igual a dois, serão traçadas as isôbaras; quando igual a três, serão traçadas isotermas e isôbaras.

Para informar o ano ao SINÓGRAFO deve ser fornecida apenas a década, seguida pelo mês, com dois dígitos e sem brancos; caso necessário um zero deve ser colocado à esquerda do valor do mês para completar o campo. O mesmo ocorre com referência ao dia e à hora. O parâmetro será então um número inteiro com a forma:

FAaMmDdHh

Este valor será passado para o programa PELL/SYNOP através de uma TASKVALUE (Apêndice B) com a informação da data; então este valor é desmembrado em "flag", ano, mês, dia e hora, de maneira simples, como é visto a seguir:

```
FLAG = FAaMmDdHh/1000000 (=F)
DATA = MOD (FAaMmDdHh, 1000000) (=AaMmDdHh)
ANOS = DATA/100000 (=Aa)
DATA = MOD(DATA/100000) (=MmDdHh)
MESES = DATA/1000 (=Mm)
DATA = MOD(DATA,1000) (=DdHh)
DIAS = DATA/10 (=Dd)
HORAS = MOD(DATA,10) (=Hh).
```

Com isto, o SINÓGRAFO começa sua própria seleção como visto no Capítulo 4.

Todo trabalho visou a utilização do sistema por usuários com pouco ou nenhum conhecimento de computação, portanto é necessário apenas aprender três passos para obter a carta:



1. Saber localizar o arquivo que contém os dados brutos procurados, e a partir daí obter o valor de NUM (número do arquivo) do seguinte modo:

O usuário deve digitar:

--> FILE (Cr)

obtendo uma listagem do diretório onde cada informação apresenta o seguinte formato:

<--

(TELEX) ON PACK

SS : JOB

. WFL

. . TELEX

. . : RECUPERACAO : JOB

. . JOBTELEX : JOB

. . TELEXREAL : JOB

. . JOBTELEX82 : JOB

. . JOBRECEBETELEX : JOB

. INPE

. . FONTE

. . . RECEBETELEX : ALGOL

. . TELEX

. . . SINTAXE : COBOLCODE

. . . COMPACTA : ALGOLCODE

. . . DIRETORIO : DATA

. . . DECODIFICA : COBOLCODE

. . . RECUPERACAO : ALGOLCODE

. . . CONVERTEDEB6800 : ALGOLCODE

. . . CONVERTEDEPAPEL : ALGOLCODE

. . . CONVERTEDEFITAMAG : ALGOLCODE

. . RECEBETELEX : ALGOLCODE

. . NOTICIADEHITELEX : ALGOLCODE

- . PELL
- . . GEOGR : DATA
- . . SYNOP : BOUNDCODE
- CARTAS : JOB
- . . MASCARA : DATA
- . . PARMERN : DATA
- . . PONTOS2 : DATA
- . . LOCDASEST1 : DATA
- . FONTE
- . . S1 : ALGOL
- . . AJUNTATELEX82 : ALGOL
- . . CORRIGETELEX82 : ALGOL
- . SPTTY : JOB
- . TELEX
- . . ALTITUDE : DATA
- . . DADOSBRUTO
  - . . . 064 : DATA
  - . . . 068 : DATA
  - . . . 069 : DATA
  - . . . 070 : DATA
  - . . . 071 : DATA
  - . . . 072 : DATA
  - . . . 073 : DATA
- . . SUPERFICIE : DATA
- . TTYMM
- . . CONTROLE : DATA
- . OBJETO
- . . CORRIGETELEX : ALGOLCODE
- . DADOSTTY
- . . METEOROLOGIA : DATA
- . JOBTELEX : JOB
- . COMPACTADO
- . . A6
- . . . CAP316 : COMPACTADA
- . CORRIGETELEX : JOB
- . JOBRECEBETELEX : JOB

Estes são os arquivos de interesse.

2. Saber como e quais parâmetros devem ser passados para o "JOB".

3. Disparar o "JOB".

Os dois primeiros itens já foram vistos, resta então o terceiro. O "JOB" está gravado em disco com o nome PELL/CARTAS; a forma de executá-lo é:

```
ST PELL/CARTAS("NUM", FAaMmDdHh).
```

O "JOB" entra na fila 7 e passa a executar imediatamente sem limite de tempo; se o usuário tencionar acompanhar a execução do "JOB", deve digitar, antes de dispará-lo, a opção SO MSG, que é aconselhável apenas para o caso em que se deseja ter certeza que o valor FAaMmDdHh passado como parâmetro é o mesmo recebido pelo programa.

Como já citado no início deste Capítulo, o processamento pode ser interrompido se, em qualquer parte da execução, ocorrer alguma falha. Neste caso será emitida uma mensagem avisando em que parte da TASK ocorreu o erro. Contudo, se nenhuma anormalidade ocorrer durante a execução, antes de terminar o "JOB" este se colocará em estado suspenso, emitindo uma mensagem para o console do operador, que serve para avisá-lo de que a carta está pronta e a "plotter" deve ser preparada para desenhá-la. Após o operador ter recebido esta mensagem, ele libera a TASK que inicia então a remoção dos arquivos auxiliares criados durante o processamento; esta precaução é tomada prevendo que o usuário possa esquecer de fazê-lo, desta forma, ocupar área inútil no disco.



## CAPÍTULO 8

### MÉTODO DE INTERPOLAÇÃO UTILIZADO

O método de interpolação bivariável para pontos distribuídos irregularmente (Akima, 1978a) foi escolhido por apresentar uma interpolação suave com poucas oscilações, por consumir pouco tempo de processamento quando comparado a outros versus qualidade e por utilizar elementos finitos o que, ao que tudo indica, pode resultar, em regiões específicas, num refinamento mais acurado.

O método adotado considera que os pontos estão distribuídos irregularmente no espaço (Akima, 1974a e 1978b). Estes são projetados para o plano X-Y, que será triangularizado a partir de quadriláteros, os quais são obtidos unindo os pontos projetados no plano, de forma que nenhum dos ângulos internos seja superior a 180 graus. Para a obtenção dos triângulos divide-se o quadrilátero em dois, através de uma de suas diagonais que deve ser escolhida de modo que os triângulos obtidos tenham o valor de cada ângulo interno o menor possível.

Com este raciocínio, conclui-se que os triângulos procurados são equiláteros; contudo, dificilmente isto acontece, mas pode-se afirmar que os triângulos obtidos a partir da divisão do quadrilátero são os mais equiláteros possíveis entre as duas opções de divisão.

Cada triângulo obtido (Nielson et alii, 1979) representa, desta forma, uma partição da superfície a ser interpolada; deve-se então conhecer uma função que represente essa partição. Para tal, adota-se que o plano que contém a partição é representado por uma função polinomial bivariada do tipo  $Z(x,y)$  do quinto grau e que pode ser expressa na forma (Akima, 1978a):

$$Z(x,y) = \sum_{j=0}^5 \sum_{k=0}^{5-j} q_{jk} x^j y^k$$

de onde surgem 21 coeficientes a serem determinados.

O polinômio obtido garante a continuidade da função no plano da partição. É necessário que este tenha pouca oscilação no interior do triângulo, e precisa-se garantir também a continuidade e suavidade da função ao longo das bordas da partição.

O método exige que a função polinomial obtida passe pelos vértices do triângulo; como esses pontos são conhecidos obtêm-se o valor da função nos vértices, sendo estes considerados como três condições.

Para assegurar a moderação dos valores e suavizar a superfície ao longo dos lados do triângulo, são calculadas as derivadas parciais de primeira e segunda ordem em cada vértice do triângulo ( $Z_x$ ,  $Z_y$ ,  $Z_{xx}$ ,  $Z_{xy}$ ,  $Z_{yy}$ ), determinando-se, desta forma, mais quinze condições conhecidas; contudo essas derivadas parciais não garantem a continuidade da superfície ao longo dos lados do triângulo. Essa condição ficará satisfeita quando calculada a derivada da função diferenciada na direção normal de cada lado do triângulo. Estas derivadas direcionais fornecem ainda três condições, uma para cada lado que, somadas às condições previamente adotadas, totalizam o número de 21 condições procuradas para a resolução do polinômio do quinto grau que representa a superfície.

O método utilizado está implementado de forma modular, onde cada sub-rotina desempenha uma tarefa específica. O espaço de memória utilizado é proporcional a vinte vezes o número de pontos de entrada, e o tempo de processamento cresce rapidamente com o aumento do número de pontos. Neste trabalho a intenção final é a de obter uma grade regular para servir de base no traçado de isolinhas, que serão descritas no Capítulo 9.

O primeiro passo é a triangularização do plano X-Y (Nielson et alii, 1979). Este procedimento é o que consome mais tempo de processamento para triangularização (TPt); tempo este proporcional ao quadrado do número de pontos dados. No passo seguinte é feita a se

leção de pontos próximos aos pontos dados que serão usados para o cálculo das derivadas parciais. O tempo de processamento para seleção (TPs) é proporcional ao quadrado do número de pontos. Mesmo assim, este procedimento gasta cerca da metade do tempo que aquele despendido pelo processo de triangularização:

$$TPs \cong TPt/2.$$

Os pontos que se deseja interpolar estão contidos em um dos triângulos previamente obtidos. Compete ao sistema localizar em qual triângulo um ponto está contido. Para esta tarefa o tempo de processamento gasto (TP1) é proporcional à raiz quadrada do número de pontos:

$$TP1 = \sqrt{ntp}.$$

Encontrando o triângulo que contém um ponto, tem-se imediatamente o conhecimento do valor da função Z em três pontos, que são os vértices, podendo-se encontrar os valores das derivadas parciais de primeira e segunda ordem, o que, segundo Akima (1982b) é feito como descrito a seguir.

"O procedimento para calcular localmente as cinco derivadas parciais em cada ponto não é único. As derivadas podem ser determinadas como as derivadas parciais de um polinômio de segundo grau em x e y, que coincidem com o valor de Z para seis pontos, onde cinco destes são dados e as projeções dos quais são próximas aos pontos dados em questão e ao próprio ponto. Este procedimento é uma extensão bivariada do usado na interpolação univariada.

A adoção deste procedimento tem uma vantagem: quando Z é um polinômio de segundo grau em x e y o método fornece o resultado exato.



Fazemos uma aproximação diferente e calculamos a derivada parcial em dois passos, as derivadas de primeira ordem no primeiro passo e as de segunda ordem no segundo. Para o cálculo das derivadas parciais de primeira ordem em um ponto  $P_0$  usamos vários pontos adicionais  $P_i (i = 1, \dots, n_c)$  cujas projeções são próximas às projeções do ponto  $P_0$ , selecionados entre todos os outros pontos além de  $P_0$ . Tomamos dois pontos  $P_i$  e  $P_j$ , entre os  $n_c$  pontos e construímos o vetor produto de  $\overrightarrow{P_0P_i}$  e  $\overrightarrow{P_0P_j}$ , isto é, um vetor que é perpendicular a  $\overrightarrow{P_0P_i}$  e  $\overrightarrow{P_0P_j}$  com a regra da mão direita, tendo uma magnitude igual à área do paralelogramo formado por  $\overrightarrow{P_0P_i}$  e  $\overrightarrow{P_0P_j}$ . Tomamos  $P_i$  e  $P_j$  de tal modo que o vetor produto resultante sempre aponta para cima (isto é, a componente  $Z$  do vetor produto é sempre positiva). Construímos o vetor produto para todas as possíveis combinações de  $\overrightarrow{P_0P_i}$  e  $\overrightarrow{P_0P_j}$  ( $i \neq j$ ) e obtemos um vetor soma de todos os vetores produtos construídos. Então consideramos que as derivadas parciais de primeira ordem  $Z_x$  e  $Z_y$  em  $P_0$  são estimadas como aquelas de um plano normal ao vetor soma resultante. Note-se que, quando  $n_c=2$ , os valores estimados  $Z_x$  e  $Z_y$  são iguais às derivadas parciais de um plano que passa através de  $P_0$ ,  $P_1$  e  $P_2$ . Também note que, quando  $n_c=3$  e a projeção de  $P_0$  no plano  $X-Y$  situa-se no interior do triângulo formado pelas projeções de  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$ , os valores estimados de  $Z_x$  e  $Z_y$  são iguais às derivadas parciais de um plano que passa através de  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$ .

No segundo passo aplicamos o procedimento de diferenciação parcial descrito no parágrafo precedente, para estimar os valores de  $Z_x$  em  $P_i$  ( $i = 0, \dots, n_c$ ), e obtemos os valores estimados de  $Z_{xx} = (Z_x)_x$  e  $Z_{xy} = (Z_x)_y$  para  $P_0$ . Repetimos o mesmo procedimento com os valores estimados  $Z_y$  e obtemos os valores estimados de  $Z_{xy} = (Z_y)_x$  e  $Z_{yy} = (Z_y)_y$ . Adotamos uma média aritmética simples de dois valores de  $Z_{xy}$ , desta forma estimados como nossa estimativa para  $Z_{xy}$  em  $P_0$ .

A seleção de  $n_c$  não é única. Obviamente  $n_c$  não pode ser menor que dois. Ele deve também ser menor que o número total de pontos.



Além destes requisitos, parece não existir teoria que dite um valor  $nc$  definido. Recomendamos um número baseado entre três e cinco (inclusive) para  $nc$ ".

Este processo é repetido e armazenado para todos os pontos de entrada, após o que é gerada uma matriz de saída com os pontos escolhidos, já interpolados.



## CAPÍTULO 9

### DESCRIÇÃO DO TRAÇADO DAS ISOLINHAS

A grade regular obtida através da rotina de interpolação será passada para a rotina de obtenção e traçado de isolinhas (Snyder, 1978) na forma de uma matriz de dimensões LX e LY, que representa o plano de traçado do papel, onde cada ponto denota um valor de cota.

Para este trabalho, os valores das cotas a serem interpolados no plano do papel são indicados através de um comando DATA, estipulado pelo usuário. Esses valores determinarão quais linhas de contorno no devem ser procuradas na malha fornecida.

O processo de obtenção das isolinhas será explicado com base na Figura 9.1, que representa esquematicamente a grade gerada através do processo de interpolação (Akima, 1974b).

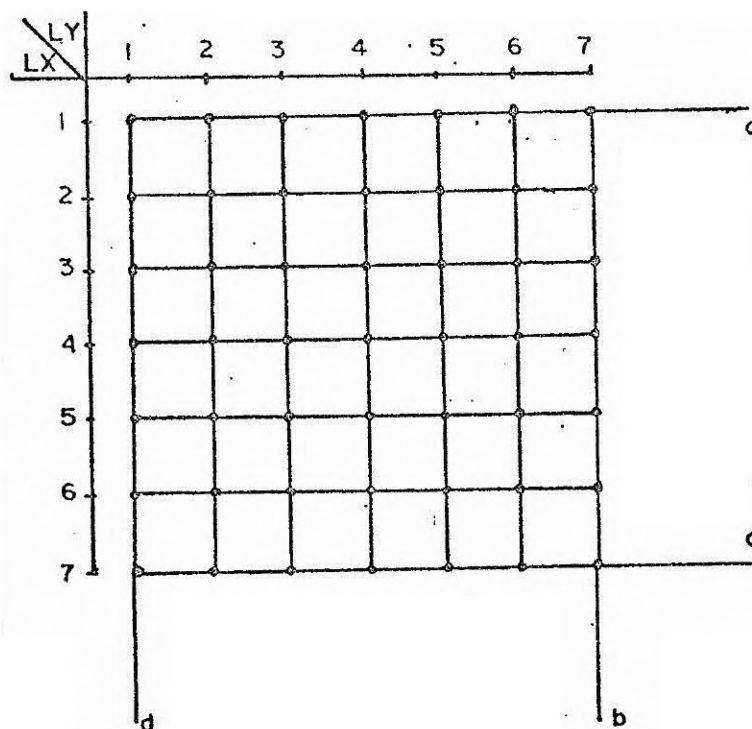


Fig. 9.1 - Esquema de busca por cela.

Os segmentos a, b, c, d, da Figura 9.1 representam os limites da grade gerada. O sistema identifica esses limites através da verificação constante dos índices das celas pesquisadas. Esta verificação é imprescindível para evitar que as linhas de contorno não sejam procuradas fora dos limites da grade, ocasionando sérios erros no traçado. As intersecções das linhas traçadas na Figura 9.1, que estão representadas por pontos, indicam as posições dos valores das cotas obtidas pelo algoritmo de interpolação descrito no Capítulo precedente.

A busca das isolinhas é feita para cada cela, que é uma região da grade limitada por quatro pontos, com a característica de que tantos os índices de coordenadas X como os de coordenadas Y diferem no máximo de uma unidade. A primeira cela a ser visitada é aquela limitada pelos pontos (1,1), (1,2), (2,1) e (2,2), onde o sistema toma como partida os pontos (1,1) e (1,2) que encerram um valor de cota cada um, Z1 e Z2 respectivamente. Unindo estes dois pontos através de uma reta, tem-se representado um segmento de reta limitado pelos valores Z1 e Z2. Partindo do menor valor entre Z1 e Z2, sobre a reta, em direção ao maior, vê-se que os valores encontrados neste percurso serão crescentes de forma linear até que seja encontrado o máximo entre Z1 e Z2. O SINÓGRAFO, então, testa os valores preestabelecidos de cota, a fim de verificar se alguma pertence a esse intervalo.

Quando um valor de cota for encontrado no intervalo pesquisado, o sistema saberá que por este passa uma linha de contorno, que terá como origem a aresta onde sua presença foi detectada em primeiro lugar. Compete ao SINÓGRAFO determinar as coordenadas cartesianas da origem da linha obtida e ainda encontrar uma aresta de saída para essa linha de contorno, juntamente com suas coordenadas cartesianas. No caso de nenhuma cota ser observada na cela pesquisada, esta será abandonada definitivamente, passando-se a seguinte.

Supondo que a aresta pesquisada seja a hachurada representada na Figura 9.2, existe variação somente em relação à ordenada y.

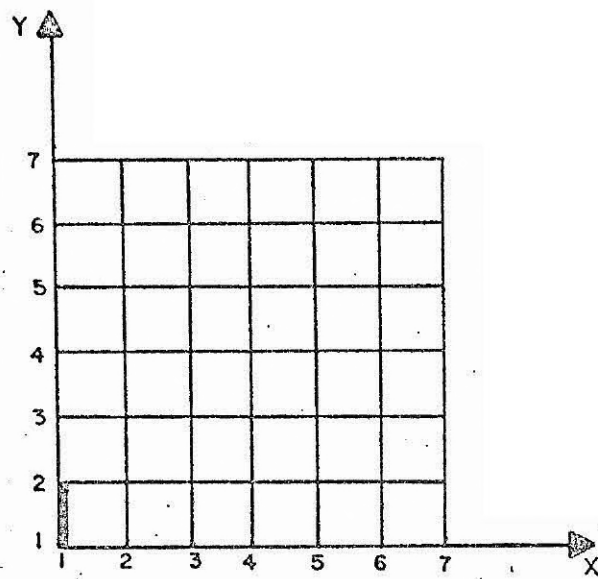


Fig. 9.2 - Esquema de busca na aresta.

Seja a Figura 9.3 uma ampliação da Figura 9.2 que representa apenas uma cela, onde cada vértice possui um valor de cota.

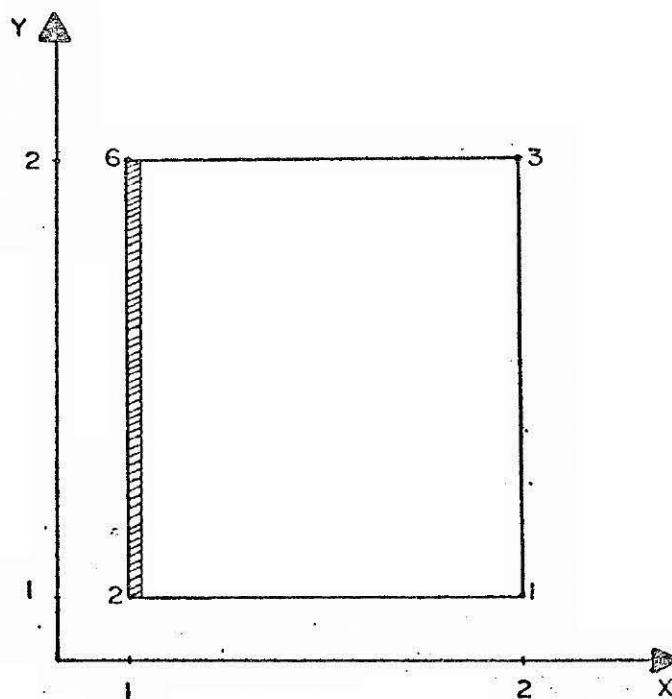


Fig. 9.3 - Esquema de busca em uma aresta observada isoladamente.

Considera-se ainda que a curva procurada tenha cota 3. Por observação da Figura 9.3 nota-se que a aresta em **negrito** contém dentro do seu intervalo o valor da cota procurada; resta descobrir em que ponto a linha passa pela aresta.

Então se:

CVAL --> valor da cota procurada,

Z1 --> valor da cota no vértice mais inferior,

Z2 --> valor da cota no vértice mais superior,

DX --> deslocamento sobre a aresta considerada.

Então:

$$CVAL = 3.$$

$$Z1 = 2.$$

$$Z2 = 6.$$

$$DX = (CVAL - Z1) / (Z2 - Z1)$$

$$DX = (3 - 2) / (6 - 2)$$

$$DX = 1/4$$

Este valor DX fornece apenas o deslocamento na aresta, devendo ser considerado também o deslocamento da cela em relação à grade, o que é dado com a ajuda dos índices da matriz. Com estes resultados obtidos, a Figura 9.4 mostra a posição de origem na aresta da isolinha.

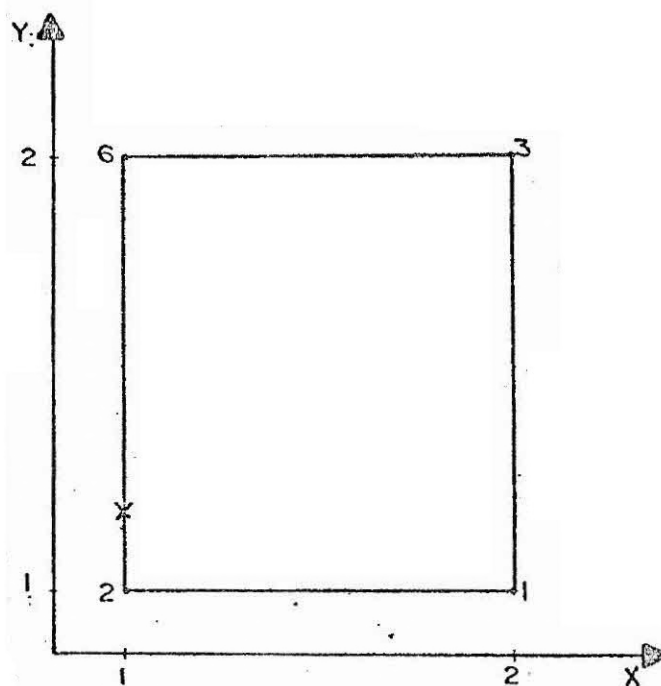


Fig. 9.4 - Determinação do ponto de origem da isolinha na cela.

O passo seguinte será encontrar um ponto por onde a linha sai da cela. O sistema fará uma pesquisa nas arestas restantes a fim de encontrar o ponto procurado. Neste caso, o ponto procurado é o vértice de cota três. Aplicando o raciocínio anterior para a obtenção da posição de corte na cela tem-se:

$$CVAL = 3.$$

$$Z1 = 1.$$

$$Z2 = 3.$$

$$DX = (CVAL - Z1) / (Z2 - Z1)$$

$$DX = (3 - 1) / (3 - 1)$$

$$\boxed{DX = 1}$$

O valor obtido é esperado uma vez que o ponto procurado dista exatamente de uma aresta do menor valor de cota. A Figura 9.5 mostra a situação final da cela.

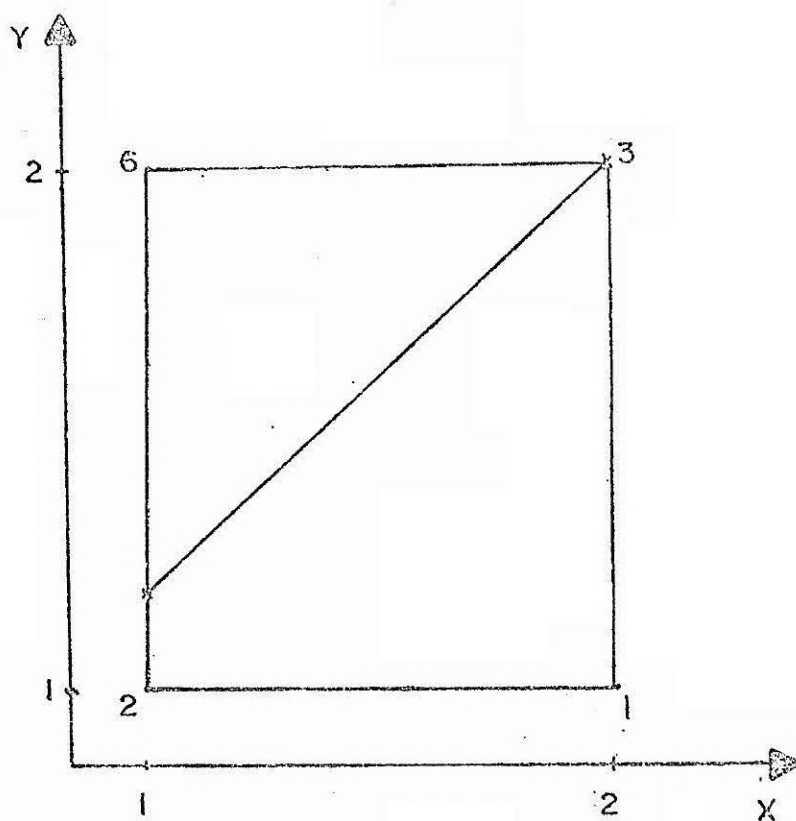


Fig.9.5 - Configuração final de uma cela após a pesquisa de um valor de cota de uma isolinha.

Alguns detalhes precisam ser conhecidos para melhor entendimento do processo de busca em uma cela e controle dos índices:

- a. Uma cela é pesquisada na direção X (aresta horizontal) ou na direção Y (aresta vertical). As coordenadas que determinam os pontos que formam as arestas são tomadas diretamente do índice da matriz retangular que contém a grade. Contudo, existem os pontos iniciais que determinam o menor valor de X e de Y, os quais limitam a representação gráfica pela base inferior. A base superior será limitada pelo próprio tamanho da grade. Seja:

$LX = p$  número de linhas da matriz grade,

$LY = q$  número de colunas da matriz grade,

$XI = -r$  valor da coordenada X inicial do plano a representar o desenho,



YI = -s valor da coordenada Y inicial do plano a representar o desenho.

A Figura 9.6 esquematiza o deslocamento da grade em relação ao plano do desenho.

- b. É importante conhecer a direção da aresta pesquisada; para tal usa-se uma variável (IEDGE) que, quando igual a 1, indica que a pesquisa está sendo feita na direção X, quando igual a 2, na direção Y. O valor IEDGE será usado durante o processamento como índice do vetor que contém a coordenada cartesiana do ponto interpolado na aresta.
- c. Como já foi visto, o ponto se desloca sobre uma aresta. As coordenadas do ponto em que a aresta é perpendicular ao eixo de deslocamento será constante, a outra coordenada sofrerá um deslocamento que pode ser de 0 a 1. Tal deslocamento é chamado XINT(IEDGE). Este valor está normalizado em função do tamanho da aresta e representa o acréscimo dado ao menor índice da célula e da aresta pesquisada. O valor XINT(IEDGE) já foi apresentado neste trabalho de maneira informal; pretende-se agora formalizar as construções:

XINT(IEDGE) - representa o deslocamento do ponto a ser interpolado em relação a Z1,

IEDGE - variável utilizada para indicar a direção pesquisada,

CVAL - valor da cota interpolada,

Z1 - cota de uma das extremidades da aresta,

Z2 - cota da outra extremidade da aresta.

Assim:

$XINT(IEDGE) = (CVAL - Z1) / (Z2 - Z1)$  que representa a posição do valor interpolado na aresta.

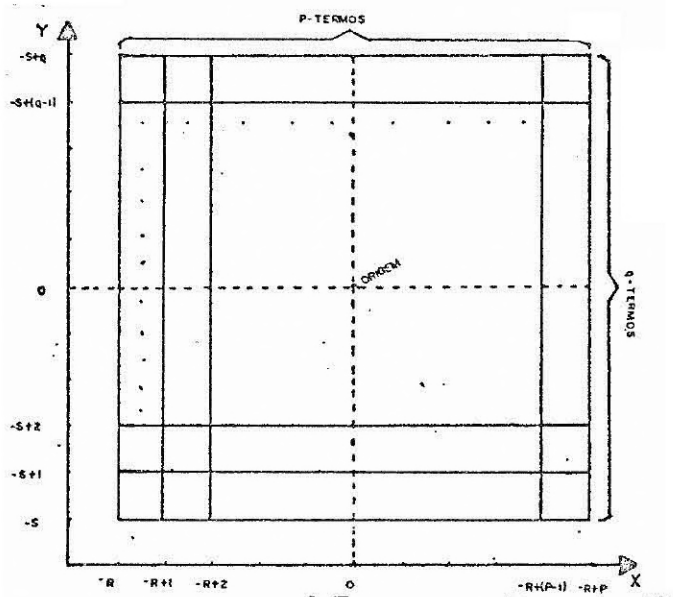


Fig. 9.6 - Esquema de deslocamento da grade.

Como já citado, o valor  $XINT$  corresponde ao acréscimo dado na aresta em relação ao menor índice da cela. Para obter a posição real no plano do traçado é necessário conhecer os índices do vetor; com isto pode-se saber a que distância da origem está a cela pesquisada.

Seja  $IJ(1)$  o índice da cela visitada, se

$1 = 1$  a aresta é horizontal.

$1 = 2$  a aresta é vertical.

As coordenadas de traçado podem ser obtidas do seguinte modo:

$$XY(1) = IJ(1) + XINT(IEDGE)$$

$$XY(3-1) = IJ(3-1).$$

O valor de IEDGE neste caso é sempre igual a 1. Percebe-se desta forma que quando IEDGE=1 tem-se que o acréscimo é na horizontal e quando IEDGE=2 este é na vertical. Desta forma, os acréscimos XINT serão automaticamente em X ou Y pela simples alteração dos índices.

Sempre que localizado o ponto, é feita uma marca em uma matriz de bits que serve para informar ao sistema que por aquele ponto, passa uma linha; com este aviso impede-se que a cela seja novamente pesquisada, evitando que linhas de contorno se cruzem. Feita a marca na matriz de bits, é chamada a rotina DRAW.

A rotina de obtenção e traçado de isolinhas é composta de dois módulos: um para a obtenção das isolinhas e outro que efetivamente faz o desenho delas.

A rotina DRAW, que é a responsável pelo traçado das isolinhas, foi modificada em alguns aspectos de modo a permitir ao usuário uma maior facilidade de interpretação.

Na forma original, a rotina faz o traçado das isolinhas, introduzindo, no ponto inicial do traçado, uma marca (letra) que corresponde ao valor de cota da curva. A determinação deste é feita através da consulta em uma tabela que é desenhada junto ao traçado.

A modificação introduzida na rotina foi, inicialmente, substituir as marcas pelo próprio valor da cota traçada e ainda interromper o traçado de trechos em trechos, inserindo nestes intervalos o

valor da cota da linha. Esta modificação permite ao usuário identificar a linha em qualquer parte do traçado.

Para que os valores de cota possam ser traçados entre as interrupções da linha, é necessário que se conheçam as coordenadas do ponto da linha anterior à nova chamada, isto para assegurar que o valor de identificação da cota tenha a mesma inclinação da curva traçada.

Com o conhecimento das coordenadas de onde a curva parte ( $X_0, Y_0$ ) e as coordenadas para onde a curva vai ( $X_f, Y_f$ ) pode-se obter o valor do ângulo que a curva, nesse trecho, forma em relação a um eixo qualquer.

O valor ao ângulo obtido é passado para a rotina de traçado de número, que o posiciona corretamente.

A pesquisa é feita cela por cela segundo uma espiral, conforme mostra a Figura 9.7. Esta espiral é interrompida sempre que for encontrada uma linha de contorno que passa a ser perseguida até que se seja encontrada uma borda ou um ponto que a absorva, ou ainda que a linha se feche. A Figura 9.8 mostra um exemplo.

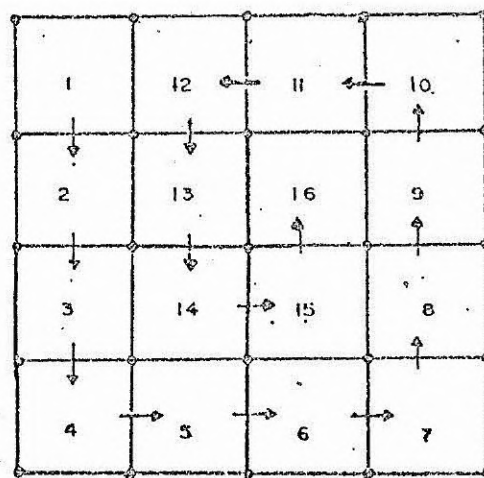


Fig. 9.7 - Seqüência de visita das celas.

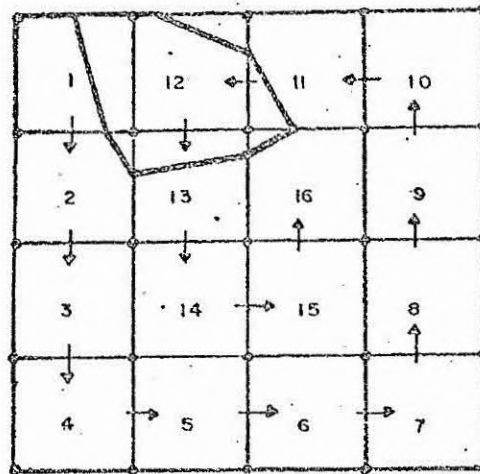


Fig. 9.8 - Exemplo do traçado completo de uma isolinha.

No exemplo da Figura 9.8, a pesquisa começa segundo uma espiral e logo na primeira célula encontra-se um valor de cota procurado. Neste caso o sistema marca a posição onde abandonou a espiral e passa a perseguir a cota encontrada até satisfazer uma das três condições citadas anteriormente. No exemplo, as células visitadas foram: 1, 2, 13, 16, 11 e 12, nesta ordem. O término se deu por ter sido encontrada uma borda. Quando a linha é completada, o sistema retoma a espiral, procurando na célula abandonada se ainda existe alguma isolinha não-pesquisada.

Uma célula será abandonada definitivamente quando todas as possibilidades de busca já foram testadas, ou seja quando se sabe que todas as linhas de contorno desejadas já foram procuradas. Neste caso, a região da matriz de bits que representa a célula tem os seus bits com valor igual a um, avisando ao sistema que esta região não deve ser mais pesquisada.

Este bloqueio da região de processamento é feito através da função IGET, que, quando solicitada, retorna o valor 0, se uma certa curva em uma região da célula ainda não foi visitada; ou retorna o valor 1 se a célula já foi visitada.

A busca e o traçado terminam quando a última cela é visitada. Esta finalização fica identificada devido à obrigatoriedade de fornecer ao sistema o número total de celas que a grade ocupa; ao visitar a última cela, alguns parâmetros são modificados permitindo que, após esta última busca, a rotina retorne ao programa principal.

A partir dos métodos adotados de interpolação e traçado de isolinhas obteve-se o resultado pretendido - a análise parcial da carta que, como já citado, facilita ao analista o seu estudo.

A Figura 9.9 mostra o traçado das isothermas, que ultrapassam as fronteiras do continente, ocupando toda a grade. Pode-se notar claramente que a extrapolação do método de interpolação não é aceitável fora da região que fornece os pontos para o interpolador (Akima, 1978a). Com a utilização da máscara este problema é eliminado, traçando apenas as partes das isolinhas que são garantidas pelo método de interpolação; a Figura 9.10 mostra este traçado das isothermas respeitando as fronteiras do continente, por ser a área de coleta de dados. A Figura 9.11 apresenta um exemplo do traçado de isóbaras, com o uso da máscara. Para evidenciar o traçado obtido, mostram-se apenas as isolinhas, omitindo-se as representações das estações. As isóbaras da Figura 9.11 não representam a realidade física devido a vários motivos, entre os quais o método de interpolação pouco apropriado e o fato de se ter levado em conta, para esta interpolação, dados de geopotencial misturado entre os dados de pressão absoluta.

Na Figura 9.12, observa-se em escala reduzida, com 30% do tamanho original, uma carta sinótica completa traçada pelo SINÓGRAFO, que é o resultado prático deste trabalho.

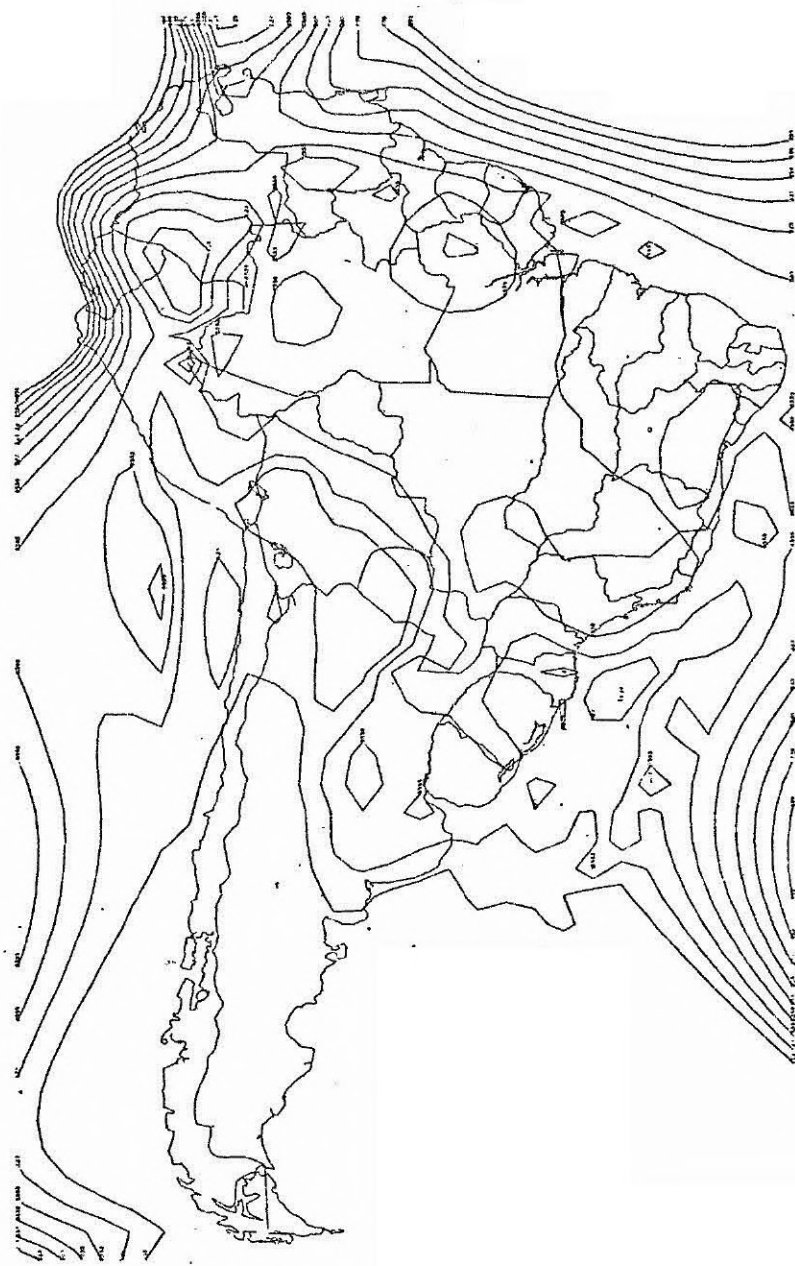


Fig. 9.9 - Traçado das isotermas sem a utilização da máscara.



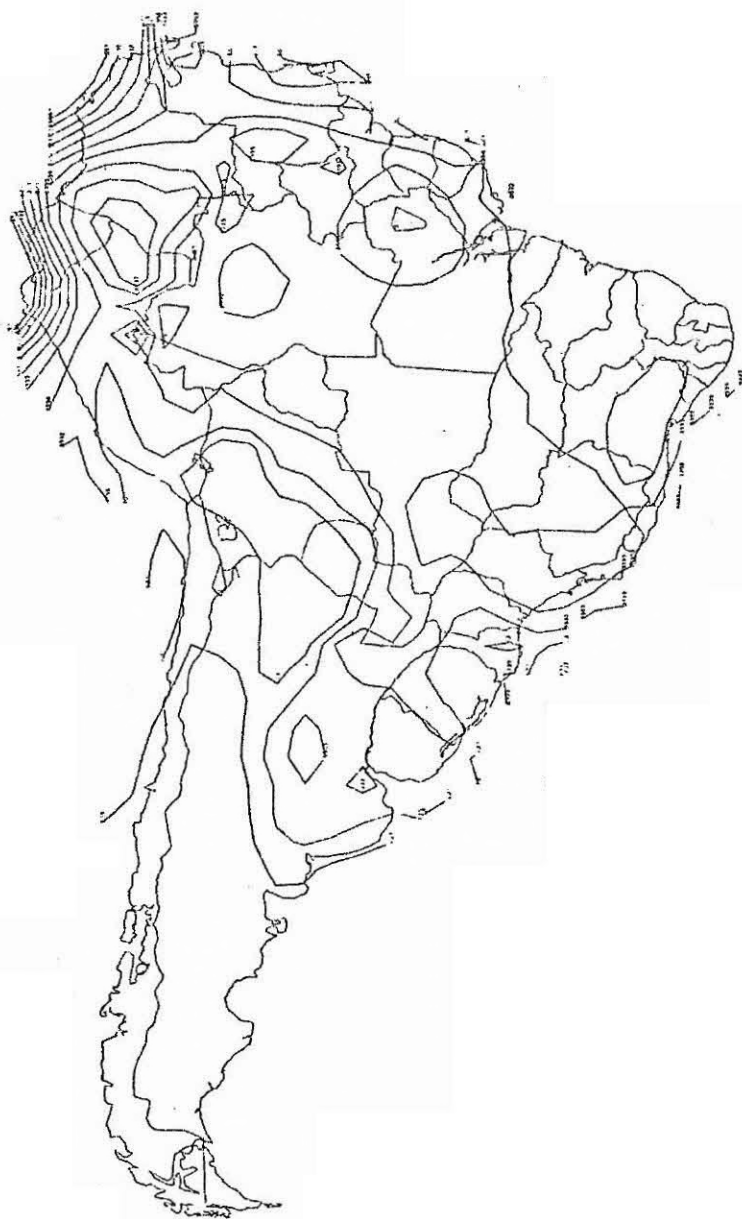


Fig. 9.10 - Traçado das isotermas com a utilização da máscara.





Fig. 9.11 - Traçado de isóbaras com a utilização da máscara.

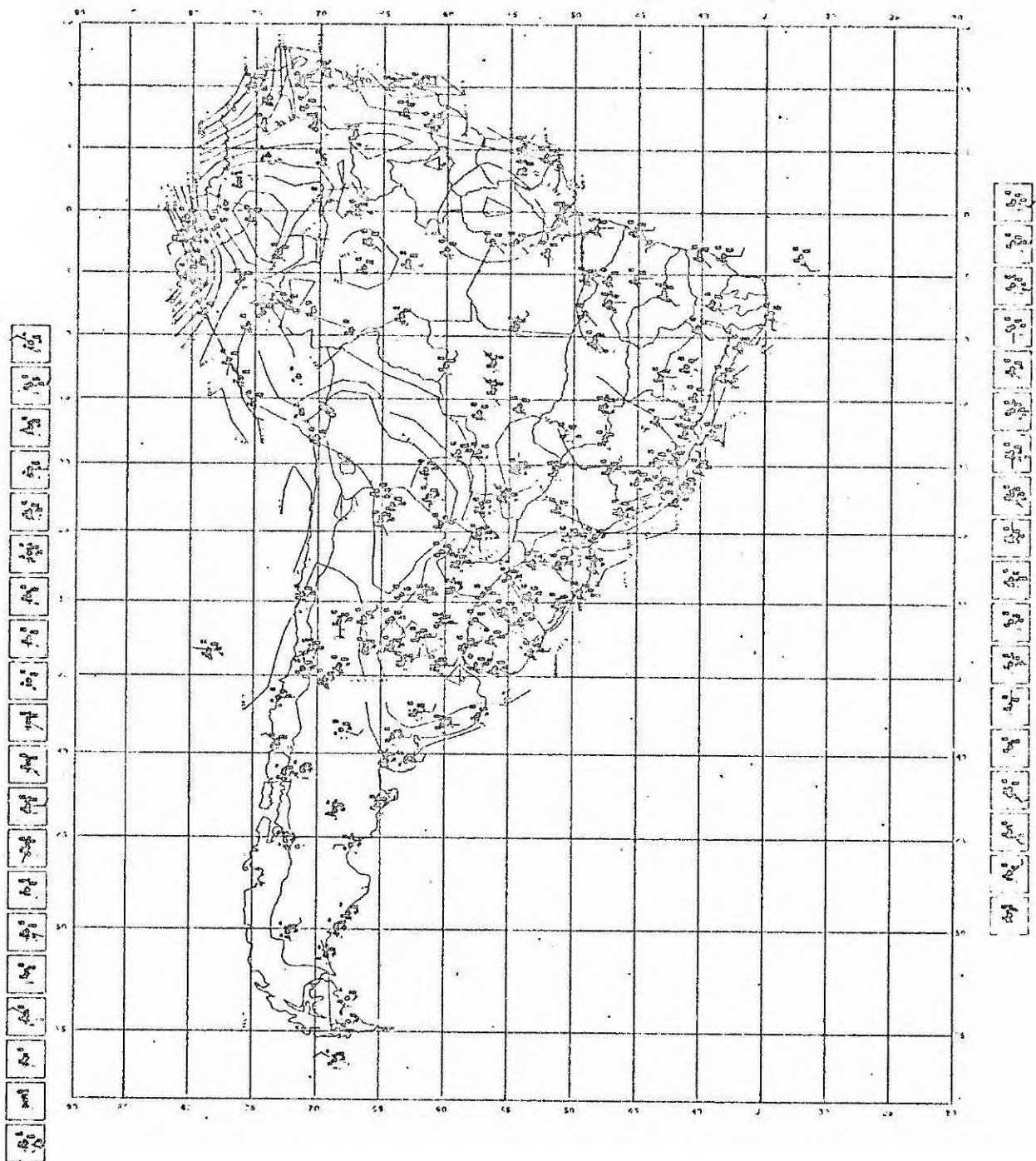


Fig. 9.12 - Carta sinótica completa obtida pelo SINÓGRAFO com iso  
termas.

## CAPÍTULO 10

### CONCLUSÃO

Considera-se que este trabalho tenha atingido o seu objetivo sob o ponto de vista prático, uma vez que o SINÓGRAFO está todo implementado, podendo oferecer ao cientista de meteorologia uma ferramenta automática de trabalho.

O sistema implementado permitiu que se obtivesse o traçado de cartas sinóticas de maneira muito mais clara àquela apresentada pelo processo manual, facilitando ao analista a interpretação da carta.

As dúvidas iniciais que se tinha a respeito da viabilidade do projeto, no aspecto de tempo de execução e traçado, ficaram dissipadas quando algumas modificações foram feitas, o que proporcionou maior velocidade tanto no tempo de processamento como no de traçado, permitindo que as cartas obtidas fossem competitivas em tempo com as traçadas pelo processo manual, com a vantagem sobre estas de apresentar um produto gráfico final com excelente resolução.

Matematicamente o modelo utilizado para o traçado de isolinhas está visualmente correto. As isotermas foram as que mais se adaptaram ao método; ainda assim obteve-se um resultado não-satisfatório que foi transposto por algumas técnicas de camuflagem de isolinhas, apresentando um traçado final mais aceitável.

As isóbaras resultantes deste método não correspondem à realidade do fenômeno físico. Isto porque, entre outros motivos já mencionados no Capítulo 9, não é levada em consideração a topografia da região de análise. Deve-se ainda considerar que por ser numericamente pequena a relação entre os valores de pressão, os polinômios do quinto grau usados para a obtenção da superfície de interpolação podem sofrer grandes oscilações entre pequenos intervalos, gerando curvas de contorno com cotas inesperadas.

Pode-se sugerir como tentativa de obtenção de isóbaras mais aceitáveis, a utilização de métodos de interpolação que não sejam polinomiais. Caso se consiga um traçado mais realista, sugere-se como trabalho futuro a incorporação de dados de topografia nos dados de entrada, para que as isóbaras traçadas se aproximem cada vez mais daquelas obtidas pelo processo manual.

Com relação à eficiência do sistema, não foi possível compará-lo a outros já existentes por não se conhecer literatura disponível no País. Contudo, através da sua utilização, pôde-se observar que ele é satisfatório para as necessidades do instituto.

Acredita-se ter alcançado o objetivo inicial, podendo-se modificar o pacote, modelando-o às necessidades do usuário. Finalmente, pode-se salientar que um dos principais objetivos atingidos foi a experiência e os conhecimentos adquiridos durante a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIMA, H. Bivariate interpolation and smooth surface fitting based on local procedures. *Communications of the ACM*, 17(1):26-31, Jan. 1974a.
- A method of bivariate interpolation and smooth surface fitting based on local procedures. *Communications of the ACM*, 17(1):18-20, 1974b.
- Bivariate interpolation and smooth surface fitting for irregularly distributed data points. *ACM transactions on mathematical software*, 4(2):160-164, June 1978a.
- A method of bivariate interpolation and smooth surface fitting for irregular distributed data points. *ACM transactions on mathematical software*, 4(2):148-159, June 1978b.
- BRASIL. Ministério da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo. *Códigos Meteorológicos*. [São José dos Campos], 1979. (CIRMET Nº 18).
- BURROUGHS B6700. *Master control program; information manual*. Detroit, MI, 1970.
- *B7000/B6000 Series, Work Flow Language; reference manual*. Detroit, MI, 1977.
- FORTUNE, M.A. *Manual de códigos sinóticos*. São José dos Campos, INPE, 1979. (INPE-1633-MD/003).
- NIELSON, G.M.; THOMAS, D.H.; WIXON, J.A. Interpolation in triangles *Bulletin Australian Mathematical Society*, 20:115-130, 1979.
- SNYDER, W.V. Contour plotting[J6]. *ACM transactions on mathematical software*, 4(3):290-294, Sept. 1978.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). *Technical regulation*. 3.ed. Geneve, 1968. (WMO, n. 49, BD.2.).



BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

WHITTEN, E.H.T.; KRUMBEIN, W.C.; WAYE, I.; BECKMAN Jr, W.A.

*A surface sifting program for areally-distributes data from the earth sciences and remote sensing.* New York, NY, NASA, s.d.

WIXOM, J.A. Interpolation to network of curves in E. *SIAM. Journal of numerical analysis*, 15(6):1178-1193, Dec. 1978.





## APÊNDICE A

### "JOB" PARA A EXECUÇÃO DO SINÓGRAFO

O "job" recebe os parâmetros: DATT em forma de "string", que será utilizado para identificar o arquivo TELEX/DADOSBRUTO/DATT, que contém as informações codificadas enviadas das estações meteorológicas; e o valor inteiro TEMP, de nove dígitos que contém o parâmetro seletor do tipo de traçado, a data e o horário dos dados que se deseja selecionar (Capítulo 7).

Com este procedimento pode-se colocar as diversas tarefas em ordem de execução; no caso de falha de uma delas, o sistema emite uma mensagem de erro, avisando o usuário em que tarefa o erro foi verificado, desviando para o rótulo FIM, que termina o "job".

O "job" para a execução do SINÓGRAFO é:

```
?BEGIN JOB TELEXREAL(STRING DATT, INTEGER TEMP) ;
  CHARGE= 4006225010;
  USER = TELEX/TELEX;
  CLASS=7;
  %?DATA DEPAPEL
  ?FILE DEPAPEL (KIND=READER);
  INTEGER TEMPP;
  STRING X;
  TASK T1;
  TEMPP:=TEMP;
  X:=STRING(TEMPP,9);
  DISPLAY(X);
  IF DEPAPEL IS RESIDENT THEN
    BEGIN
      ON TASKFAULT,
        BEGIN
          DISPLAY "PROBLEMA NO CONVERTETELEX";
```

```
        GO TO FIM;
    END;
    RUN INPE/TELEX/CONVERTEDEPAPEL;
    FILE FITA(KIND=DISK, FILETYPE=7, TITLE=TELEX/DADOSBRUTO/## DATT);
    FILE DISCO(TITLE=INPE/DADOSTELEX/## DATT);
    FILE DISCOEST(TITLE=INPE/TELEX/DIRETORIO);
    FILE CARTAO(TITLE=ANOMES);
    END
ELSE
    BEGIN
        ON TASKFAULT,
            BEGIN
                DISPLAY "PROBLEMA NO COMPACTA";
                GO TO FIM;
            END;
        RUN INPE/TELEX/COMPACTA;
        FILE ENTRADA(TITLE=TELEX/DADOSBRUTO/## DATT);
        ON TASKFAULT,
            BEGIN
                DISPLAY "PROBLEMA NO CONVERTEDEB6800";
                GO TO FIM;
            END;
        RUN INPE/TELEX/CONVERTEDEB6800;VALUE=33;
        FILE FITA(KIND=DISK,FILETYPE=7,TITLE=INPE/DADOSTELEX/BRUTO/## DATT);
        FILE DISCO(TITLE=INPE/DADOSTELEX/## DATT);
        FILE DISCOEST(TITLE=INPE/TELEX/DIRETORIO);
        END;
    %
    ON TASKFAULT,
        BEGIN
            DISPLAY "PROBLEMA NO SINTAXE";
            GO TO FIM;
        END;
    RUN INPE/TELEX/SINTAXE;
    FILE TTYDIARIO(TITLE=INPE/DADOSTELEX/## DATT);
```

```
ON TASKFAULT,
  BEGIN
    DISPLAY "PROBLEMA NO DECODIFICA";
    GO TO FIM;
  END;
  RUN INPE/TELEX/DECODIFICA;
?REMOVE INPE/DADOSTELEX/=,SYSHDIARIO/=,TTYDIARIO/=;
  DISPLAY "TERMINO NORMAL";
  FINAL:
    ON TASKFAULT,
      BEGIN
        DISPLAY "PROBLEMA NO SYNOP";
        GO TO FIM;
      END;
    RUN PELL/SYNOP[T1];
    VALUE=TEMPP;
    IF T1 IS COMPLETEDOK THEN
      IF T1(VALUE)=1 THEN
        BEGIN
          WATT("---->GERADO GRAFICO EM PAPEL LARGO<---",OK);
        END;
      REMOVE LDIREITO, LESQUERDO, SUPERIOR, VANIA, BJ/=;
    FIM:
    ?END JOB
```



## APÊNDICE B

### CONSIDERAÇÕES SOBRE AS "TASKS" UTILIZADAS

#### B.1 - ATRIBUTOS DE TASK

Os atributos de "task" (BURROUGHS, 1970) permitem que um "job" monitore e controle a execução das tarefas. O uso incorreto destes atributos pode resultar em um erro de execução. Os atributos de uma "task" podem ser especificados em dois casos:

- a. quando o código é compilado,
- b. quando a tarefa é inicializada.

#### B.2 - TASKVALUE

Neste trabalho houve a necessidade de trocar valores entre o "job" e o programa. De início é passada para o programa a data dos dados a serem selecionados, e por fim é feito um teste dentro do programa para saber se existem estações a serem traçadas; desta forma outro valor é passado para o "job" que tem a finalidade de emitir uma mensagem para o console do operador, caso existam estações para serem traçadas, avisando que a carta está pronta e a "plotter" deve ser preparada.

A taskvalue (BURROUGHS, 1977) é um conjunto ou um teste desejado com o propósito específico para o programa. Estes valores são especificados pelo programador. Este atributo é usado geralmente como meio de comunicação entre processos.

A Taskvalue utilizada neste trabalho é apresentada a seguir:

```
$ SET LIBRARY
REAL PROCEDURE TASKVALUE(PAPEL);
VALUE PAPEL;
INTEGER PAPEL;
BEGIN
    TASKVA:=MYSELF.TASKVALUE;
END;
PROCEDURE PROJOB(POPEL);
REAL POPEL;
BEGIN
    MYSELF.TASKVALUE:=POPEL;
END.
```