

Convênio - CNPq/ORSTOM

Projeto : Pesquisa Aplicada no Campo do Gerenciamento de Recursos Hídricos

Entidade Executora : Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE

Referência do Projeto : I.15.10.005 / 81

Relatório das Atividades Executadas em 1984

Coordenação Geral do Projeto :

Dr: Benedito Eduardo Barbosa Pereira

Diretor da Divisão de Controle de Recursos Hídricos - DCRH.

Dr: Gilbert Jacon

Diretor de Pesquisa do ORSTOM, Consultor Permanente

1. PROGRAMAÇÃO 1984 E PESQUISADORES RESPONSÁVEIS

A programação para o ano 1984, constou de 6 sub-projetos:

x a) Desenvolvimento de Regionalização, através do método do Vetor Regional

Pesquisadores:

GERARD HIEZ - ORSTOM-França - consultor permanente

LUIZ RANCAN - Engenheiros DNAEE/DCRH

MARCOS COSTA BARROS

CLÁUDIO TELLES - Analista de Sistemas CAEEB

x b) Teletransmissão de Dados Hidrometeorológicos

Pesquisadores:

JACQUES CALLEDE - ORSTOM-França-consultor permanente

PAULO ROBERTO MARTINS GARCIA - Engenheiros DNAEE/DCRH

LECY JOSÉ CLAUDINO

JOÃO ROBERTO DA CUNHA - Analista de Sistemas CAEEB

c) Otimização de Técnicas Operacionais

Pesquisadores:

GILBERT JACCON - ORSTOM-França-consultor permanente

VALDEMAR SANTOS GUIMARÃES - Engenheiros DNAEE/DCRH

RÓCIO HIRATA

LUIZ RANCAN

d) Sedimentometria

Pesquisadores:

JACQUES COLOMBANI - ORSTOM-França

JONAIR MONGIM - Engenheiro DNAEE/DCRH

xe) Modelo Matemático Precipitação-Descarga

Pesquisadores:

GEORGES GIRARD - ORSTOM-França

FRANCISCO CEOTTO - Engenheiro DNAEE/DCRH

SEVERINO LUCCHETTI NETO - Analista de Sistema da CAEEB

f) Sensoriamento Remoto no Campo da Hidrologia

Pesquisadores:

GERARD HIEZ - ORSTOM-França

EDUARDO COSTA CARVALHO - Engenheiro DNAEE/DCRH

2. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS REALIZADOS

2.1 Sub-Projeto a

DESENVOLVIMENTO DE REGIONALIZAÇÃO ATRAVÉS DO MÉTODO DO VETOR REGIONAL

Os objetivos deste Sub-projeto são os seguintes:

- a) operacionalizar o Método do Vetor Regional;
- b) aplicar a Sistemática do Método ao Território Nacional;
- c) mapear os valores normais;
- d) otimizar a rede a partir dos resultados obtidos.

O método do Vetor Regional utiliza um modelo matemático baseado no princípio da maxi-verossemelhança para análise dos dados hidrometeorológicos, oriundos dos postos de uma mesma região climática.

O próprio Vetor Regional, é uma série cronológica sintética de índices pluviométricas ou fluviométricas anuais ou mensais (Referência bibliográfica 1 - documento anexado). O vetor é o instrumento básico utilizado em duas fases de grande importância da análise hidrológica (figuras 1 e 2) :

- a síntese da informação
- a análise crítica das séries de dados brutos.

Duas etapas preliminares foram necessárias para atingir os objetivos: em primeiro lugar, a definição de um critério simples, mas preciso, para o agrupamento geográfico dos postos. Em segundo lugar, a implantação dos programas do modelo no sistema computacional do DNAEE e a sua adaptação à estrutura do Sistema de Informações Hidrológicas (SIH), assim como aos equipamentos existentes.



Figura 1

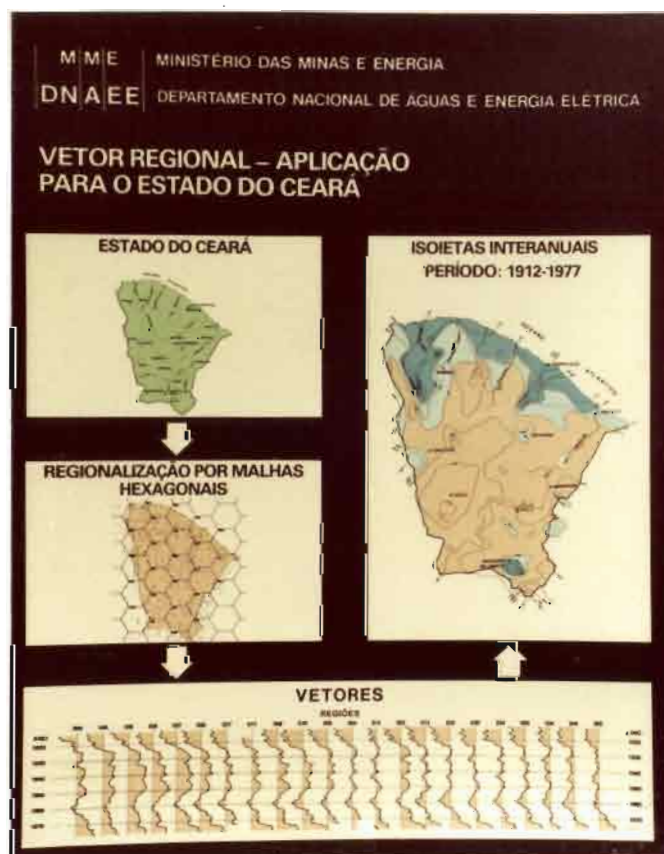


Figura 2

A definição de regiões isomorfas foi feita através de uma rede de hexágonos que proporcionam uma repartição geograficamente objetiva da informação.

Tendo com base os algoritmos elaborados em 1983 foram realizados em 1984, com intensa utilização do computador:

- a) uma pesquisa para definir a dimensão da malha hexagonal, mais adequada à densidade da rede hidrometeorológica, a distância máxima admissível entre 2 postos e a quantidade mínima de dados necessários para aplicação do método do vetor.
- b) a implantação na totalidade do Território Nacional de 3 Redes de hexágonos inter cruzados e o levantamento sistemático da informação disponível em cada região : definição da densidade geográfica de rede e da densidade dos dados existentes.
- c) a definição de "Macro-regiões" por junção de 3, 7 ou 19 hexágonos quando a densidade da rede revelou-se insuficiente (Região Amazônica), ou para estudos de síntese em grande escala, ou o inverso, de "Micro-regiões", para subdividir a área de um hexágono quer por excesso de informação, quer por motivo de rápida mudança geográfica ou climática.

Dois mapas de grande interesse resultaram destes trabalhos:

- o mapa de densidade da Rede hidrometeorológica brasileira (veja foto 3), documento básico para os estudos de otimização de redes.
- o mapa de densidade da informação hidrometeorológica disponível (veja foto 4), sendo considerado o número de postos/anos por hexágono.

A implantação final dos programas, componentes do modelo de vetor regional (incluindo todas as opções previstas), só

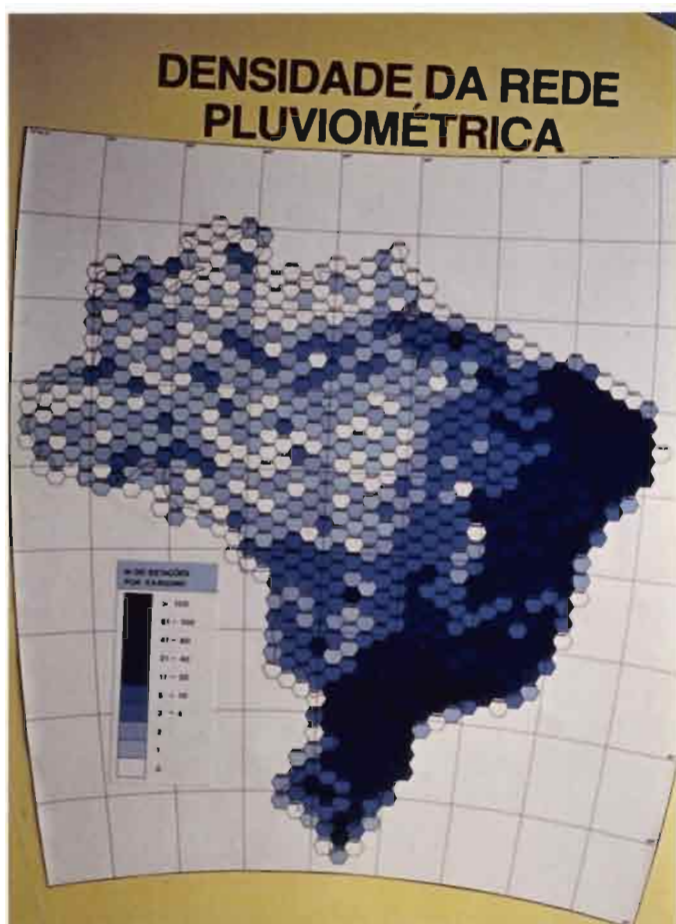


Figura 3: Mapa de Densidade da Rede Pluviométrica



Figura 4: Densidade da Informação Pluviométrica

freu um grande atraso em função da tardia chegada do sistema conversacional "VM/IBM", indispensável para tornar a operação do modelo "on-line". (Referência bibliográfica 2 documento anexado).

Contudo, durante o ano 1984, foram conceituadas e implementados alguns melhoramentos, como por exemplo:

- a caracterização de um critério tanto da qualidade quanto da duração das séries de totais pluviométricos ou de médias fluviométricas anuais. Esse índice, designado "índice qualidade/duração" foi utilizado para uma avaliação da situação atual dos dados na Região do Nordeste.
- a criação de uma nova versão do modelo, especialmente para os totais mensais; este novo programa, além de facilitar a crítica dos dados, define a distribuição mensal mais provável, e calcula a série anual mais correta. Aplicado tanto à pluviometria quanto à fluviometria, este programa permitirá o mapeamento do rendimento hidrológico das bacias hidrográficas.

Em termos de mapeamento de valores normais foram feitos vários ensaios:

- mapeamento dos regimes pluviométricos no Brasil (meses mais secos, meses mais chuvosos, etc...)
- valores normais da bacia amazônica brasileira (médias, componentes principais etc...).

2.2 Sub-Projeto b

TELETRANSMISSÃO DE DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS

O objetivo do sub-projeto é melhorar a aquisição e o controle dos dados hidrometeorológicos, introduzindo novas técnicas não convencionais.

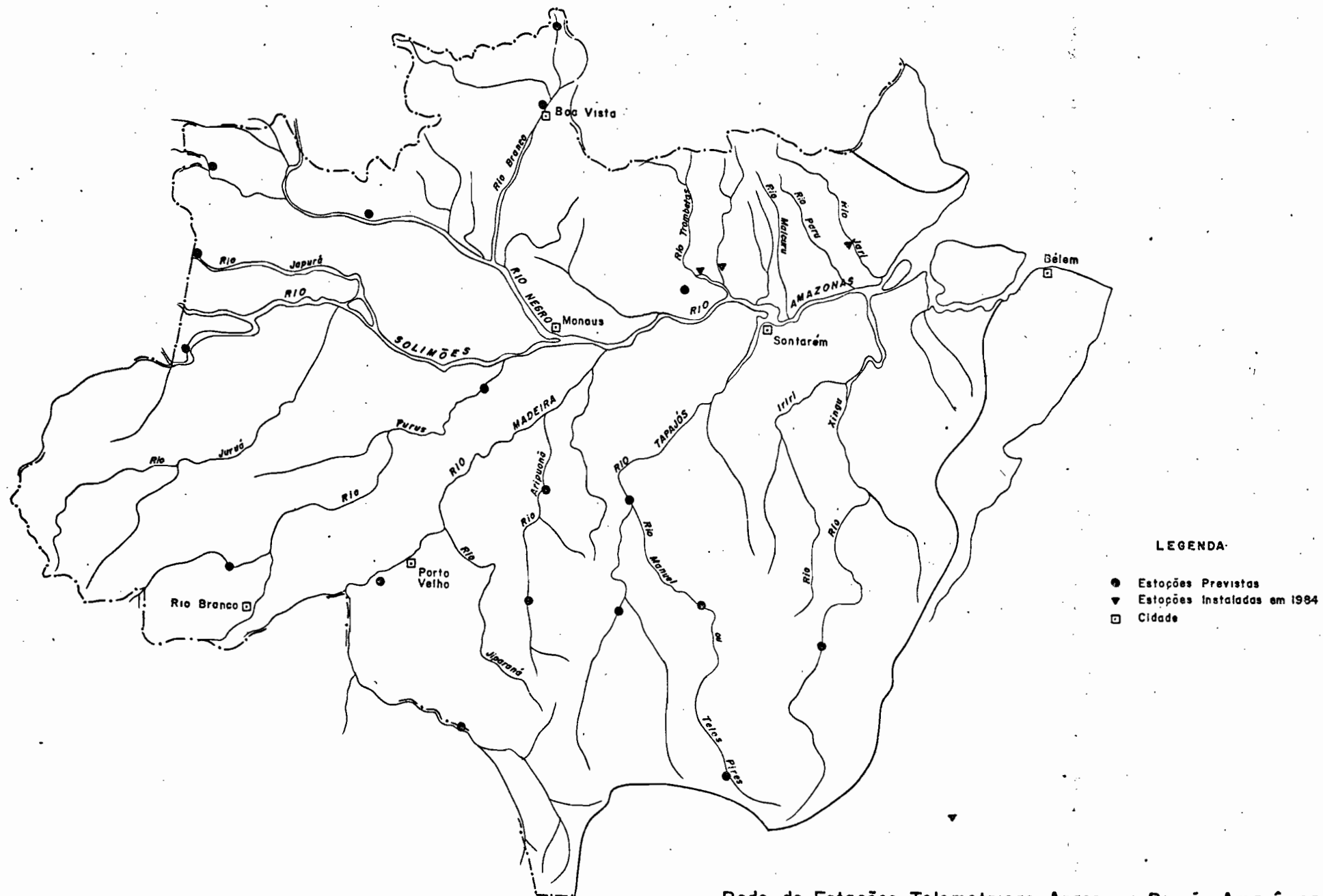
Após os bem sucedidos testes realizados em 1982 e 1983 tanto na bacia do Rio Paraíba do Sul como na Região Amazônica, o Governo Francês financiou 23 balizas ARGOS, a serem todas instaladas em postos da Bacia do Rio Amazonas e uma estação de recepção direta do satélite a ser instalada na sede do DNAEE/DCRH em Brasília.

O técnico do ORSTOM, especialista em Teletransmissão, Dr. JACQUES CALLEDE chegou à BRASÍLIA no início do mês de abril para receber os equipamentos, que chegaram ao BRASIL em lotes separados durante os meses de MAIO e JUNHO: ao total 21 balizas (emissora+antena) e uma estação de recepção direta.

Após a chegada dos equipamentos e materiais o consultor supervisionou a instalação dos mesmos.

Quatro postos fluviométricos foram equipados em 1984 (figura 5):

- o posto de VISTA ALEGRE no Rio EREPECURU (Estado do Pará - Código DNAEE 16800000) recebeu em 2 de junho uma baliza com teclado manual para entrada dos dados.
- o posto de CACHOEIRA DA PORTEIRA no rio TROMBETAS (Estado do Pará-Código DNAEE 16650000) recebeu em 3 de junho uma baliza com teclado manual.
- o posto de ARUANÃ no rio Araguaia (Estado de Goiás - Código DNAEE 24950000) recebeu em 17 de setembro uma baliza, acoplada a um linígrafo.



LEGENDA

- Estações Previstas
- ▼ Estações Instaladas em 1984
- Cidade

Rede de Estações Telemetricas Argos na Região Amazônica

- o posto de SÃO FRANCISCO no Rio JARI (Estado do Pará Código DNAEE 19150000) recebeu uma baliza, acoplada a um linígrafo em 24 de novembro. (figuras 6 e 7)

As duas primeiras balizas serão substituídas por balizas automáticas quando os postos serão equipados com linígrafos.

As instalações não apresentaram nenhuma dificuldade e foram realizadas em poucas horas, (se não forem consideradas as demoradas viagens de acesso). A alimentação com energia elétrica é feita com pilhas nacionais marca RAY-O-VAC, que apresentaram uma excelente qualidade e uma duração de funcionamento superior a 4 meses.

A adaptação dos codificadores (de marca CSEE-FRANÇA) aos linígrafos, foi possível após a fabricação de peças complementares pela firma HIDROLOGIA S.A. (RIO DE JANEIRO) conforme padrões definidos pelo consultor.

A instalação da estação de Recepção ARGOS nos locais da DCRH (figura 8) não apresentou alguma dificuldade mas os ajustes necessários para o seu bom funcionamento exigiram a vinda ao Brasil de dois técnicos da firma construtora francesa CIES - ESCACE (TOULOUSE). Desde o mês de Agosto a estação de recepção em Brasília funciona bem tecnicamente, havendo no entanto dificuldades com alimentação de energia elétrica.

O balanço destes primeiros meses de funcionamento parcial do Sistema confirma os bons resultados obtidos pelos testes de 1982-1983. Os pontos essenciais deste balanço são os seguintes:

- Número de passagens dos satélites (são 2 satélites) recebidos em Brasília por dia (figura 9 - Tabela de previsão das passagens dos satélites)
Média: 7.4 mínimo: 5 máxima: 10

- Número de dados recebidos por dia pelas 3 balizas instaladas no Pará (distância de Brasília da ordem de 1.800 km)
Média: 4,4 mínima: 2 máxima: 6



Figura 6: Instalação da baliza (antena) posto de São Francisco



Figura 7: Electronica ARGOS e linígrafo STEVENS no abrigo do posto de São Francisco.



Figura 8: A Estação de Recepção Argos na DCRH

EPHEM

PREVISÃO DOS PASSAGENS DOS SATELITES DO SISTEMA ARGOS

(338) DIA 3 DE DEZ. 1984

						L	n
-PASSAGEM	COMECA	A	2.15	DURACAO	7 MN	175	1
-PASSAGEM	COMECA	A	3.51	DURACAO	14 MN	149	1
-PASSAGEM	COMECA	A	5.33	DURACAO	10 MN	172	2
-PASSAGEM	COMECA	A	7.9	DURACAO	14 MN	146	2
-PASSAGEM	COMECA	A	14.47	DURACAO	4 MN	331	1
-PASSAGEM	COMECA	A	16.24	DURACAO	16 MN	305	1
-PASSAGEM	COMECA	A	18.0	DURACAO	4 MN	329	2
-PASSAGEM	COMECA	A	19.38	DURACAO	15 MN	304	2

(339) DIA 4 DE DEZ. 1984

-PASSAGEM	COMECA	A	2.2	DURACAO	2 MN	178	1
-PASSAGEM	COMECA	A	3.38	DURACAO	14 MN	152	1
-PASSAGEM	COMECA	A	5.9	DURACAO	2 MN	177	2
-PASSAGEM	COMECA	A	5.19	DURACAO	3 MN	127	1
-PASSAGEM	COMECA	A	6.44	DURACAO	14 MN	152	2
-PASSAGEM	COMECA	A	8.25	DURACAO	3 MN	127	2
-PASSAGEM	COMECA	A	16.12	DURACAO	16 MN	308	1
-PASSAGEM	COMECA	A	17.56	DURACAO	3 MN	283	1
-PASSAGEM	COMECA	A	19.12	DURACAO	16 MN	310	2
-PASSAGEM	COMECA	A	20.55	DURACAO	3 MN	284	2

(340) DIA 5 DE DEZ. 1984

-PASSAGEM	COMECA	A	3.25	DURACAO	14 MN	155	1
-PASSAGEM	COMECA	A	5.4	DURACAO	12 MN	130	1
-PASSAGEM	COMECA	A	6.21	DURACAO	14 MN	158	2
-PASSAGEM	COMECA	A	8.0	DURACAO	12 MN	133	2
-PASSAGEM	COMECA	A	15.59	DURACAO	15 MN	311	1
-PASSAGEM	COMECA	A	17.42	DURACAO	3 MN	286	1
-PASSAGEM	COMECA	A	18.49	DURACAO	13 MN	316	2
-PASSAGEM	COMECA	A	20.30	DURACAO	12 MN	290	2

(341) DIA 6 DE DEZ. 1984

-PASSAGEM	COMECA	A	3.12	DURACAO	14 MN	158	1
-PASSAGEM	COMECA	A	4.51	DURACAO	12 MN	133	1
-PASSAGEM	COMECA	A	5.57	DURACAO	13 MN	164	2
-PASSAGEM	COMECA	A	7.35	DURACAO	14 MN	138	2
-PASSAGEM	COMECA	A	15.47	DURACAO	13 MN	314	1
-PASSAGEM	COMECA	A	17.29	DURACAO	6 MN	289	1
-PASSAGEM	COMECA	A	18.25	DURACAO	10 MN	321	2
-PASSAGEM	COMECA	A	20.5	DURACAO	14 MN	296	2

L = Longitude da Trajetória do Satélite
 n = Número do Satélite

sendo 2,3 o número médio de mensagens recebidas a cada passagem de um satélite, a duração média desta passagem variando de 2 a 16 minutos em função da longitude da trajetória do Satélite - veja Tabela de previsão das passagens dos Satélites. (figura 9).

- Número de dados recebidos por dia para a baliza de ARUANÁ (distância de Brasília de 350 km).

Média: 5 Mínima: 4 Máxima: 7

(sendo 3,4 o número médio de mensagens recebidas a ca da passagem de um dos satélites).

Em termos de fidelidade da transmissão foi registrado um só erro em 4 meses (valor transmitido diferente do valor registrado pelo linígrafo). Devido à repetição da mensagem em cada passagem, existe uma garantia total de ter, pelo menos, duas observações exatas por dia em cada posto.

Os dados recebidos pela estação são impressos para controle imediato do operador e memorizados em disquetes. A utilização dos disquetes pelo mini-computador Scopus, para fazer os arquivos em formatos compatíveis com o Sistema de Informações Hidrológicas /SIH (Banco de Dados do DNAEE), necessitou da elaboração de vários programas informáticos, ou seja:

- um programa de reformulação dos disquetes originais para o Sistema da Scopus: já operacional.
- um programa de tradução das mensagens codificadas e de elaboração de um arquivo de trabalho: já operacional.
- um programa de consistência do arquivo de trabalho, com ajuda da tela do mini computador: em fase de prepara -
ção.
- um programa de criação do arquivo definitivo no formato de SIH: a ser realizado em 1985.

Como resultado final preparou-se um Manual do Usuário do Sistema, cujo objetivo é dar aos técnicos do DNAEE/DCRH a possibilidade de solucionar os incidentes de funcionamento (Refe^rência bibliográfica 3 - documento junto).

2.3 Sub-Projeto c

OTIMIZAÇÃO DE TÉCNICAS OPERACIONAIS

O objetivo deste Sub-projeto é dotar o DNAEE de novas técnicas para operação em campo da rede fluviométrica, técnicas estas, devidamente adaptadas as condições brasileiras. A metodologia para atingir este objetivo consta:

- da análise, avaliação e otimização dos métodos utilizados nas medições de grandes Rios.
- de um programa de treinamento das equipes de campo.
- de uma pesquisa em instrumentação.

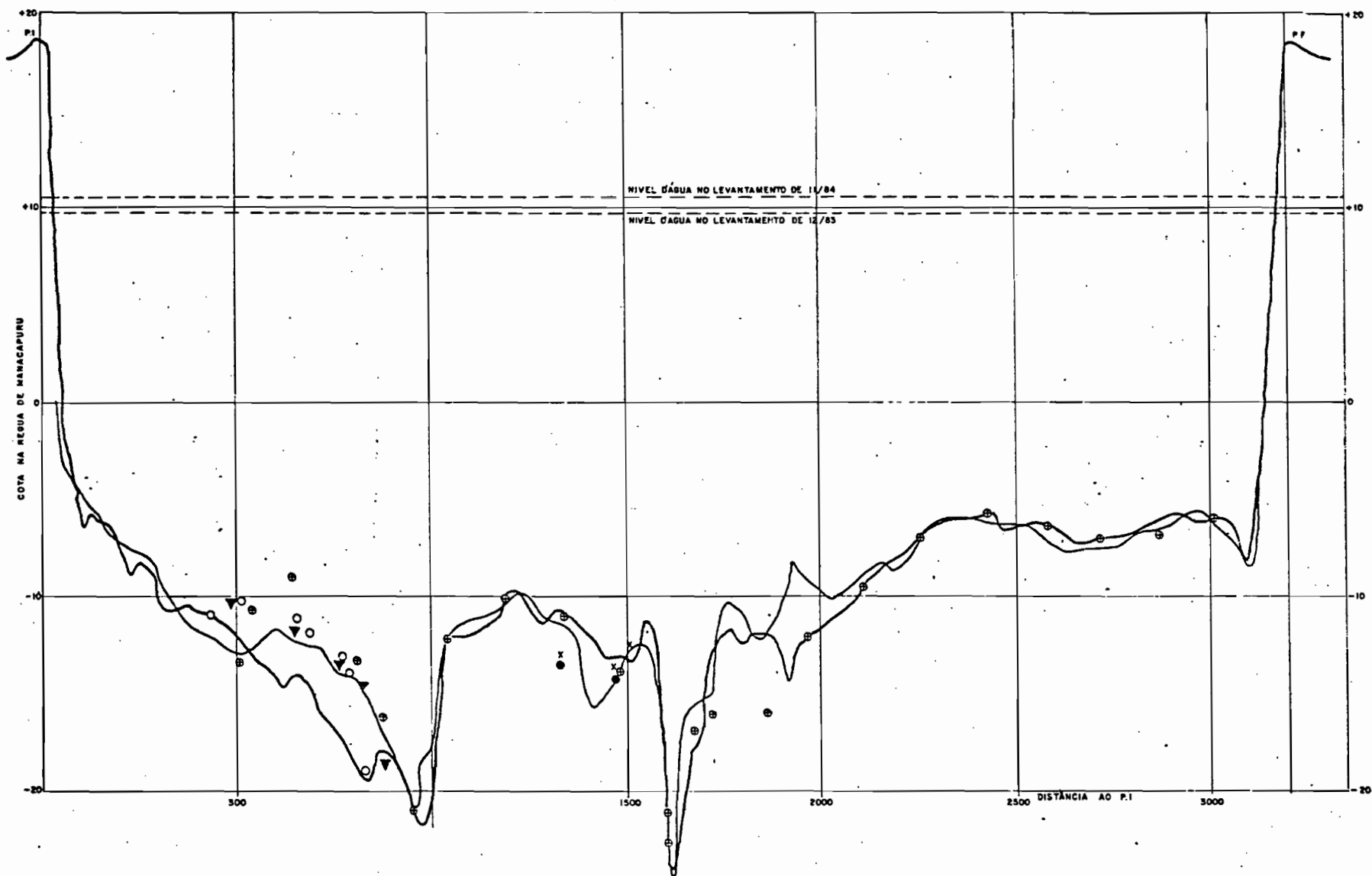
No âmbito do primeiro item, o DNAEE/DCRH iniciou já no mês de dezembro de 1983 uma série de medições de descarga líquida do Rio Solimões em Manacapuru. Ao total, 6 medições de talhadas e precisas assim como várias batimetrias do leito do Rio foram realizadas. Um Relatório de Síntese dos resultados obtidos, encontra-se atualmente em fase de redação (publicação prevista em fevereiro de 1985).

O posto fluviométrico de Manacapuru, instalado em 1972 a 80 km a montante da foz do rio Negro (código DNAEE 14100000), registra os níveis e vazões do Rio Solimões. A bacia hidrográfica neste posto atinge 2.150 000 km², a vazão média anual ultrapassa 100 000 m³/s e os picos das maiorias cheias chegam a 170 000 m³/s.

Este posto foi escolhido em função:

- das dimensões da seção transversal: 3150m de largura, 20 a 30 metros de profundidade média (segundo o nível d'água).
- da grande irregularidade do perfil transversal (figura 10), fator importante da imprecisão na medição e elemento favorável para esta pesquisa,

PERFIL DO FUNDO DO RIO SOLIMÕES NA SEÇÃO DE MEDIÇÃO DE MANACAPURU



- DEZEMBRO 1963 COTA 9.69m (BATIMETRIA DETALHADA)
- ● ● JANEIRO 1964 COTA 12.97m (MEDIÇÃO GRANDES RIOS)
- x x x ABRIL 1964 COTA 16.90m (MEDIÇÃO GRANDES RIOS)
- ○ ○ JUNHO 1964 COTA 18.40m (MEDIÇÃO COM BARCO ANCORADO)
- ▼ ▼ ▼ JULHO 1964 COTA 18.32m (MEDIÇÃO GRANDES RIOS)
- ⊗ ⊗ ⊗ SETEMBRO 1964 COTA 15.75m (MEDIÇÃO COM BARCO ANCORADO)
- NO. EN-80 1984 COTA 10.48m (BATIMETRIA DETALHADA E MEDIÇÃO COM BARCO ANCORADO)

FIGURA-10

- da grande heterogeneidade das 80 medições realizadas desde 1972, talvez por causa da geometria complexa da Seção transversal,
- da proximidade da Cidade de Manaus (sede da equipe técnica da CPRM) e do fácil acesso por pista asfaltada.

Destaca-se desta série de trabalhos:

1. 3 medições completas (em Junho, Setembro e Novembro) e para cada uma, a realização de 20 a 25 perfis de velocidades a partir de 5 a 10 tomadas pontuais, sendo o barco ancorado (Referência Bibliográfica 5 - documento anexado pp 13 e seg.)
2. determinar as principais falhas que podem ocorrer durante a medição rotineira pelo método dito dos "Grandes Rios" (barco não ancorado) utilizado entre 1974 e 1983; em Dezembro 1983 alguns melhoramentos foram propostos e imediatamente postos em prática, tendo por consequência uma nítida redução da imprecisão das medições de rotina.
3. definir precisamente o perfil transversal no início e fim da campanha por meio de 2 levantamentos detalhados que tornaram possível o mapeamento do fundo do rio o que demonstrou a importância das modificações progressivas deste perfil no decorrer da cheia (figura 10) e suas consequências no cálculo da área molhada.

O DNAEE/DCRH mantém desde 1983 um programa intenso de treinamento do seu pessoal. As atividades dos pesquisadores do ORSTOM foram particularmente intensas no Setor de treinamento das equipes de campo. Cita-se:

I. O CURSO SOBRE TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA EM GRANDES RIOS

Manaus 04 até 09 de junho de 1984

A coordenação executiva do curso foi do DNAEE/DCRH e a coordenação técnica bem como as aulas teóricas foram de responsabilidade do consultor da ORSTOM, Dr. GILBERT JACCON, sendo a matéria apresentada, reunida numa apostilha (Ref. Bibliográfica 4 - documento anexado e figuras 11, 12 e 13)

II. SEMINÁRIO SOBRE AS TÉCNICAS HIDROMÉTRICAS

São Carlos (SP) 14 a 17 de agosto de 1984

O Dr. GILBERT JACCON colaborou na organização técnica deste Seminário e foi designado para apresentar e coordenar os debates sobre o tema FLUVIOMETRIA. O Dr. GERARD HIEZ participou também deste seminário.

Uma das Recomendações do Seminário foi a elaboração de uma CARTILHA DO OBSERVADOR e do MANUAL DO HIDROMETRISTA. O Dr. GILBERT JACCON foi designado como Coordenador do "Grupo de Trabalho" criado para isto, grupo este que reuniu-se em Brasília em 4 e 5 de setembro para redigir um primeiro projeto da CARTILHA e do MANUAL, atualmente em fase de ilustração.

III. CURSOS SOBRE TÉCNICAS HIDROMETEOROLÓGICAS

- São Carlos (SP) 28.06 até 13.07.84
- São Carlos (SP) 27.09 até 11.10.84

O curso de setembro teve a participação efetiva do consultor da ORSTOM Dr. GILBERT JACCON, de 3 Engenheiros da DCRH e o Dr. MOACYR DE AQUINO do CNEC. 40 participantes oriundos de 12 Estados da Federação representando 10 entidades públicas e empresas privadas, todos na área da HIDROLOGIA/HIDROMETRIA frequentaram os cursos.



Figura 11: Aula Teórica " bordo"



Figura 12: Exer_cício prático : Cálculo de uma medição.



Figura 13: Pla taforma para teodolito e barco de medição.

No Setor de desenvolvimento de instrumentação, algumas sugestões foram feitas para automatizar progressivamente várias operações atualmente manuais. Foi proposto para 1985 a compra de um barco hidrométrico, que deverá ser um laboratório móvel para pesquisa instrumental.

2.4 Sub-Projeto d - SEDIMENTOMETRIA

O objetivo deste Sub-projeto é de trazer ao DNAEE a experiência adquirida pelo ORSTOM através de numerosos estudos no continente africano no setor dos elementos sólidos em suspensão nos Rios.

A DCRH prosseguiu em 1984 a coleta e o processamento básico dos dados originais já existentes mas, a transferência ao BRASIL do Dr. Jacques Colombani especialista do ORSTOM, não foi possível sendo necessário postergar a execução deste sub-projeto para 1985.

2.5 Sub-Projeto e

MODELO MATEMÁTICO PRECIPITAÇÃO - DESCARGA

Este projeto tem por finalidade a transferência ao DNAEE/DCRH de uma tecnologia de modelagem matemática do processo de transformação das precipitações em descargas líquidas a partir de uma discretização espacial da bacia hidrográfica. O objetivo prático deste tipo de modelo é permitir um acompanhamento da gestão quantitativa dos recursos hídricos de uma bacia, sendo considerados qualquer tipo de aproveitamento existente ou não: represa, usina, derivação, uso agrícola da água

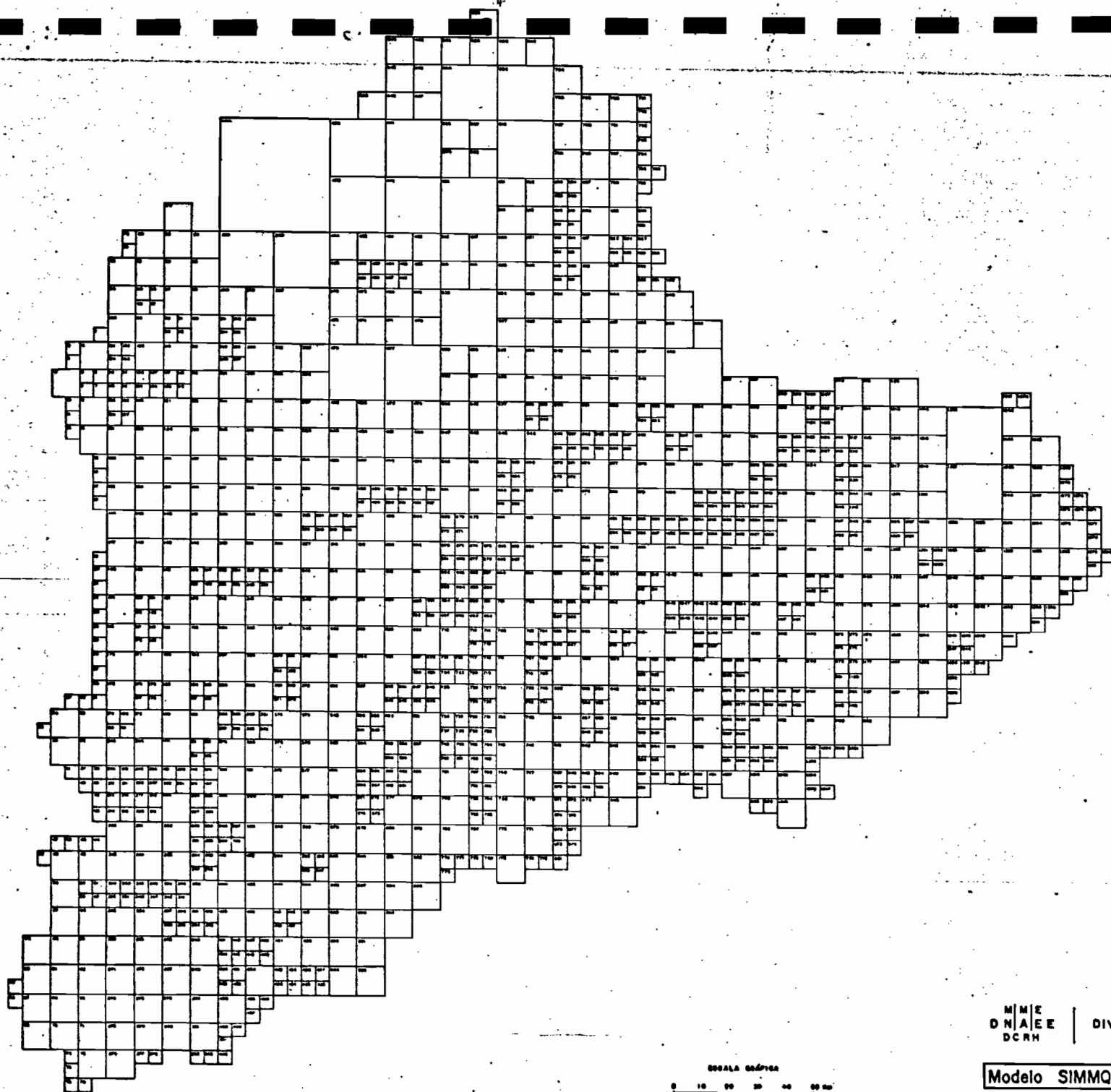
O modelo foi implantado em 1982 e aplicado à bacia do rio Paraíba do Sul pelo Dr. GEORGES GIRARD, consultor do ORSTOM, autor do modelo, e uma equipe de 2 engenheiros do DNAEE/DCRH, com apoio do consultor permanente do ORSTOM, Dr. GILBERT JACCON (cf. Relatório 1983. Relação dos trabalhos ref III 1a-1b-1c).

Durante o primeiro semestre de 1984 a equipe do DNAEE/DCRH aplicou o modelo, chamado SIMMQUE, à bacia do Rio Doce, principalmente Rio do Estado de Minas Gerais com uma área hidrográfica de 85 000 km². A primeira etapa do trabalho foi a discretização espacial da bacia (figura 14).

O Prof. GEORGES GIRARD, quando chegou a BRASÍLIA no mês de julho, encontrou os arquivos de entrada no modelo prontos.

A primeira aplicação do modelo foi realizado utilizando os mesmos parâmetros usados para a bacia do Paraíba do Sul e os resultados foram muito promissoras mas evidenciaram a péssima qualidade dos dados pluviométricos e, em grau menor, dos dados fluviométricos em vários postos da bacia.

Para ajustar melhor o valor dos parâmetros as características próprias da bacia, é necessário selecionar melhor os postos utilizados no modelo, mesmo se for necessário modificar de maneira fictícia a posição geográfica de um posto representativo da chuva e sem anomalias.



ESCALA GRÁFICA
0 10 20 30 40 50 60 km

MME
DNAEE
DCRM

DIVISÃO DE CONTROLE DE RECURSOS HÍDRICOS

Modelo SIMMQE Aplicação à Bacia do Rio Doce

Des: Carlos F. Nobrega
Elaborado:

Portanto o prosseguimento das atividades após o retorno à França do Sr. GEORGES GIRARD, foi o estudo dos dados pluviométricos e a verificação das curvas-chave dos postos, sendo o trabalho baseada nos mapas e programas de crítica preparados para este fim pelo perito do ORSTOM.

Um relatório técnico, foi redigido pelo Dr. G.GIRARD (Referência bibliográfica 6. documento anexado).

2.6 Sub-Projeto f

SENSORIAMENTO REMOTO NO CAMPO DA HIDROLOGIA

O principal objetivo deste Sub-projeto é uma Cooperação técnica entre o ORSTOM e o DNAEE no Setor da utilização das imagens de satélite, visto a obtenção de dados fisiográficos necessários aos modelos determinísticos, tipo modelo SIMMQUE. O ORSTOM adquiriu nos últimos dez anos uma boa experiência nesta disciplina e elaborou uma série de tecnologias próprias.

Aproveitando a necessidade de suprir a deficiência de mapas fisiográficas na bacia do Rio Doce (para aplicação do modelo SIMMQUE), um conjunto de 20 imagens LANDSAT foi selecionado e solicitado ao INPE através do CNPq. Por razões administrativas as imagens não chegaram à DCRH e o projeto não pode ser desenvolvido.

3. OUTRAS ATIVIDADES

Neste item são relatadas as atividades dos consultores permanentes do ORSTOM, que não se enquadram nos sub-projetos existentes.

3.1 CURSOS E CONFERÊNCIAS

- Curso de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Campina Grande (Paraíba) - Maio 1984
Dr. GILBERT JACCON (4 horas)
- Encontro Técnico sobre "AQUISIÇÃO DE DADOS EM TEMPO REAL"
BRASÍLIA - Dez. 1984
Dr. JACQUES CALLEDE (2 horas).

3.2 SEMINÁRIOS

- Seminário sobre a Hidrologia e a Climatologia da Bacia Amazônica
Manaus - 23/27 de julho de 1984
Participação do Dr. GERARD HIEZ

3.3 VISITAS

- A França do Dr. Benedito Eduardo Barbosa Pereira
Diretor do DNAEE/DCRH - Janeiro 1984
Acompanhamento do Dr. GILBERT JACCON em
TOULOUSE: Agência financeira de Bacia ADOUR-GARONNE ,
Serviço de Navegação do Rio Garonne, Centro
Nacional de Estudos Espaciais, Serviços AR
GOS.
- AIX EN PROVENCE: Sociedade do Canal do Rio Durance
PARIS: ORSTOM - CEFIGRE (Dr. I. CHERET)
- Ao Brasil de uma missão francesa
Composta do:
Dr. C. TRUCHOT Diretor/Adjunto da Agência Francesa
de Bacia ADOUR-GARONNE

Dr. J. SIRONNEAU, Dr. em Direito especialista de Direito e Legislação da água no Ministério do Meio Ambiente. Foi acompanhada do dia 17 ao dia 30 de outubro pelo Dr. GILBERT JACCON: visitas e conferências no Paraná (Curitiba-Itaipu), Santa Catarina (Florianópolis e Blumenau), São Paulo e Brasília.

4. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Sub-Projeto a - Vetor Regional

1. HIEZ. G.L.G. - Vetor Regional - Informativo Técnico nº 3
Convênio DNAEE-CNPq-ORSTOM DNAEE/DCRH
2. HIEZ. G.L.G; - TELLES C. SIH. Subsistema de Modelos Matemáticos - Módulo do Vetor Regional - DNAEE/DCRH - ORSTOM - 1984.

Sub-Projeto b - TELETRANSMISSÃO

3. CALLED J; LECY J. CLAUDINO
ESTAÇÃO DE RECEPÇÃO ARGOS-MANUAL DE OPERAÇÃO DNAEE/DCRH - ORSTOM - Dez. 1984

Sub-Projeto c - OTIMIZAÇÃO DE TÉCNICOS

4. JACCON G. CURSO SOBRE TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA EM GRANDES RIOS
Fichas técnicas - DNAEE/DCRH - Junho/84
5. JACCON G; CUDO K.J. CURSO SOBRE TÉCNICAS DE MEDIÇÃO LÍQUIDA EM GRANDES RIOS - AVALIAÇÃO
DNAEE/DCRH - Agosto 1984

Sub-Projeto e - MODELO MATEMÁTICO

6. GIRARD G; CEOTTO F. RELATÓRIO TÉCNICO - Aplicação do Modelo SIMMQUE a Bacia do Rio Doce". DNAEE/DCRH. Nov. 1984

MME | **Ministério das Minas e Energia**
DNAEE | **Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica**

VETOR REGIONAL INFORMATIVO TÉCNICO N°3

CONVÊNIO DNAEE-CNPq-ORSTOM

DGRH · DIVISÃO DE CONTROLE DE RECURSOS HÍDRICOS

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

Cesar Cals de Oliveira Filho - Ministro

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Alvarino de Araújo Pereira - Diretor Geral

DIVISÃO DE CONTROLE DE RECURSOS HÍDRICOS

Benedito Eduardo Barbosa Pereira - Diretor

COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS

Ciro Loureiro Rocha - Coordenador

AUTOR

- Gerard L. G. Hiez

ELABORAÇÃO

- Coordenadoria de Planejamento de Redes

EQUIPE TÉCNICA

- Engº Luiz Rancan

- Consultor: Gerard L. G. Hiez

COLABORAÇÃO

- Engº Marcos Costa Barros

- Consultor: Gilbert Jaccon

INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos agrícolas, assim como a alimentação das aglomerações urbanas ou o atendimento das necessidades de água, sempre crescentes das concentrações industriais; o levantamento dos potenciais hidroelétricos e seu aproveitamento, ou a previsão e a prevenção das cheias devastadoras de bens; de maneira geral, a avaliação dos recursos hídricos e sua gestão racional, estão estreitamente subordinados ao perfeito conhecimento dos elementos do clima, entre os quais a pluviometria tem papel preponderante.

Sendô as variáveis hidroclimatológicas essencialmente variáveis no espaço e no tempo, o seu conhecimento não pode ser adquirido sem uma observação global e permanente dos eventos que no estado atual da arte, não sabemos ainda apreender a não ser por uma amostragem pontual obtida por uma rede de observação.

Infelizmente, toda aquisição de dados por sondagem ou amostragem está sujeita a erros que se originam tanto do sistema de aquisição dos mesmos, quanto ao caráter individual da medição, eminentemente gerador de heterogeneidades.

Esta constatação impõe:

- . a manutenção de redes de observação suficientemente densas para constituir um sistema de informações redundantes;
- . a crítica sistemática e severa dos dados coletados.

1 - INFORMAÇÕES HIDROCLIMATOLÓGICAS

Para melhor entender o problema da homogeneidade dos dados hidroclimatológicos e destacar os caminhos a seguir para resolvê-lo, é oportuno comparar uma rede de observações a um "Sistema de Informação", e o dado a uma "mensagem" a ser recebida pelo destinatário.

Esta "mensagem", no estado bruto, comporta dois elementos:

- o "sinal" propriamente dito;
- e uma série de "ruídos", emitidos tanto da fonte como da cadeia de transmissão em todos os seus níveis.

Sem entrar em detalhes, lembramos sucintamente, com a ajuda da fig. 01, os elementos constitutivos da informação hidroclimatológica, as fontes de erros possíveis encontradas ao longo do sistema de aquisição e os meios igualmente disponíveis para analisar a sua qualidade.

1.1 - O SINAL

Admitindo-se a dependência do posto de observação, a uma tendência climática regional única, é razoável conceber a informação de base - o módulo anual por exemplo - como resultado de duas variáveis assíncronas:

- uma, de período longo, representa a flutuação eventual da média no curso do tempo;
- a segunda, de período curto - o ano - representa a variação anual em torno da média.

1.2 - OS RUÍDOS

Os ruídos que eventualmente acompanham o sinal estão assi

nalados e comentados sucintamente na fig. 01.

1.3 - ANÁLISE DO SINAL

Face às interferências que provocam anomalias isoladas ou prolongadas na informação, torna-se evidente a necessidade de efetuar sobre os dados um controle rigoroso de qualidade.

Levando mais longe a comparação, é preciso na primeira fase, "reconhecer" o sinal e "separá-lo" do ruído. Isto é, procurar na informação bruta os elementos de uma informação de referência e por meio de testes apropriados, discriminar para cada posto, entre o "ruído próprio", ou anomalia local, e eventuais alterações sistemáticas.

Uma vez "separada" a parte da informação que decorre das deficiências provas do sistema de aquisição, poder-se-á proceder a "filtragem", que consiste em corrigir as seqüências ou valores isolados, reconhecidos como defeituosos.

Separar o "sinal" do "ruído" é na prática o que chamamos de homogeneização de dados.

Para se atender a este problema, até recentemente recorria-se a técnicas de caráter artesanal, como o método da dupla acumulação, dificilmente aplicável de modo sistemático a redes extensas; ou usavam-se meios estatísticos convencionais ou mais sofisticados, pouco aplicáveis à análise de séries cronológicas a priori heterogêneas e não distribuídas normalmente, porque estes meios estão baseados, em geral, na minimização da norma euclidiana, gerador de valores médios, "contaminados" por anomalias ou desvios sistemáticos.

Recentemente desenvolvido por Hiez, o método dito do "Vetor Regional", parece apto a atender a maior parte das exigências: sistematização para um uso amplo dos meios de cálculos eletrônicos, variabilidade da extensão das zonas observadas, dos pe

ríodos de observação, existência de lacunas e de desvios constantes, variedade das situações geográficas, etc.

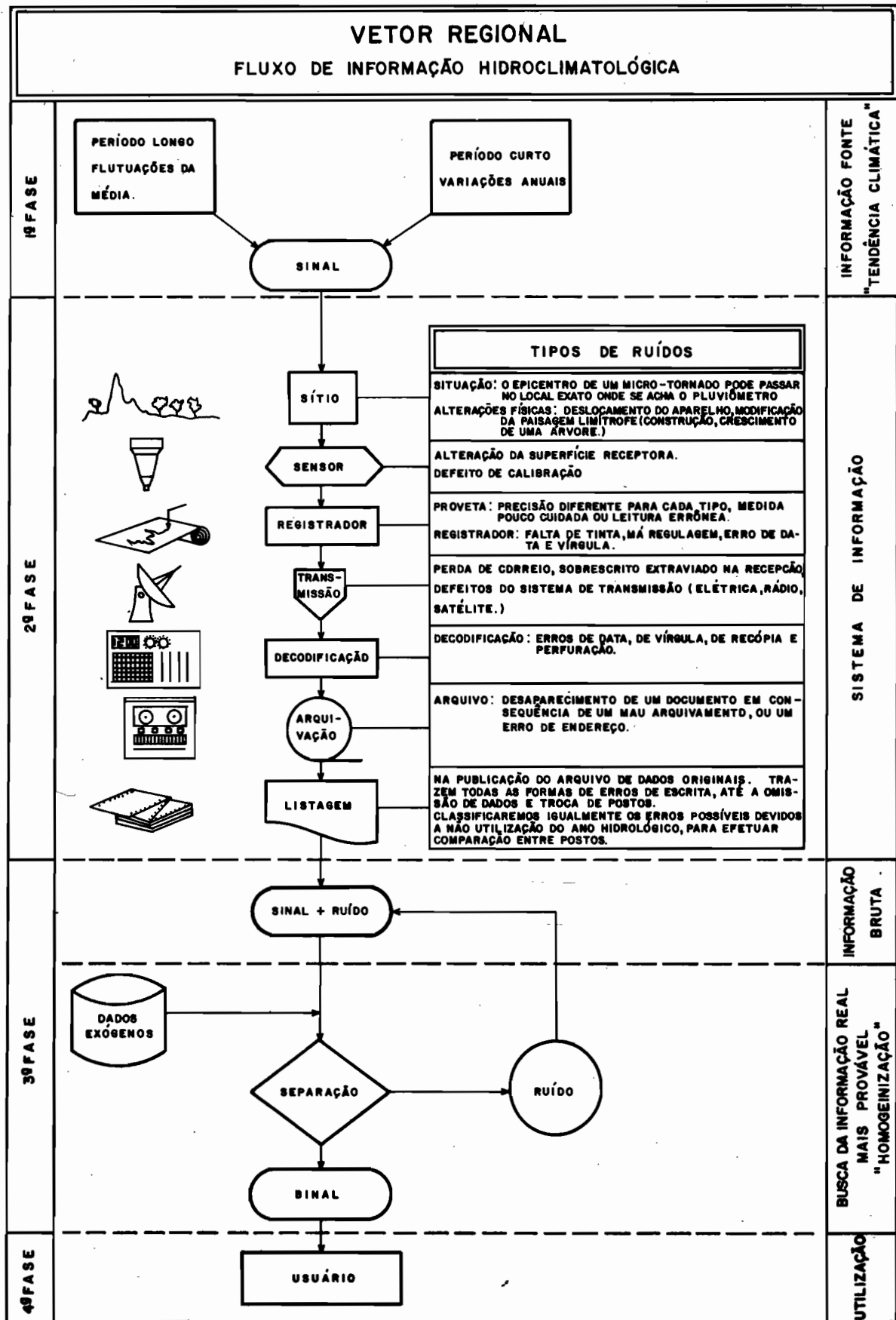


Fig. 1

2 - O QUE É O "VETOR REGIONAL"

É uma série (vetor) cronológica, sintética, de índices pluviométricos ou fluviométricos anuais ou mensais, oriundos da extração por um método de máxima verossimilhança, da informação a "mais provável", contida nos dados de um conjunto de estações de observação, agrupadas por região.

Esta definição se apoia em dois princípios fundamentais:

- 1º - O da "Pseudo-proporcionalidade" dos totais anuais ou mensais entre postos vizinhos. Isto é, deve haver coincidência entre dados anuais ou mensais nas séries agrupadas, independentemente da abundância pluviométrica ou fluviométrica. Fig. 02.
- 2º - A informação "mais provável" é a que se repete mais frequentemente.

Além destes dois princípios, convém acrescentar algumas hipóteses complementares:

- a elaboração do Vetor não parte de nenhuma hipótese quanto à distribuição estatística de dados;
- dentro do agrupamento regional de estações, não deve existir nenhuma variação sensível da tendência climática;
- qualquer medição hidroclimatológica, por natureza pontual no espaço e no tempo, deve ser suspeita de erro, e portanto, não deve servir de referência para preenchimento de lacuna de outra estação;
- contudo, admite-se que a informação globalmente for

necida pelo conjunto de estações contém um valor es
timativo mais representativo do que aquele forne
cido isoladamente por qualquer uma das estações;

- consequentemente, toda a informação contida em ca
da uma das estações contribui na elaboração do ve
tor, sem que os dados errôneos possam ter uma in
fluência sensível sobre o resultado.

O método proposto se baseia essencialmente:

- sobre a escolha de uma estimativa da moda, sem le
var em consideração a forma das funções de distri
buição;
- sobre um processo de extração do vetor de referên
cia, por iterações sucessivas sobre as linhas e co
lunas da matriz dos dados.

O produto desta elaboração é uma sequência de índi
ces, representativa dos eventos hidroclimatológicos ocorridos mais
frequentemente na região considerada, abrangendo a totalidade do pe
ríodo observado de um conjunto de postos.

O grande poder informativo do "Vetor Regional" se re
vela sobre dois aspectos distintos:

- 1º - Em síntese: Ele constitui um resumo da crônica
hidroclimatológica de cada região, livre do "ruí
do" inerente ao processo de aquisição ou devido
a uma anomalia climática no ponto de medição.
- 2º - Em análise pontual: É o melhor referencial pos
sível na crítica dos dados observados de esta
ção por estação.

VECTOR REGIONAL **PRINCÍPIO DA "PSEUDO-PROPORCIONALIDADE"**

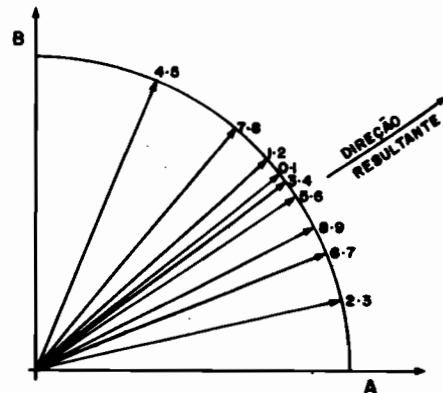
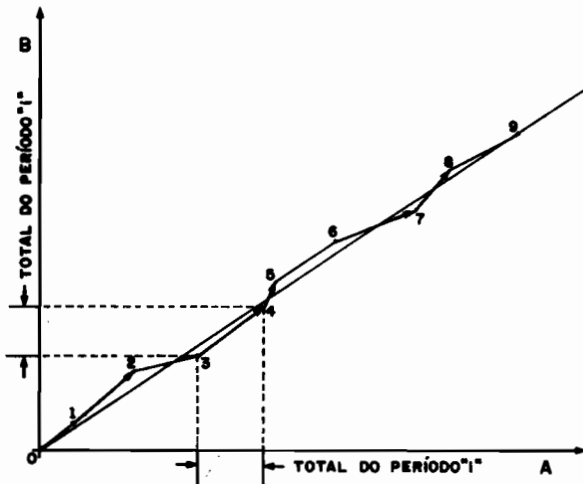
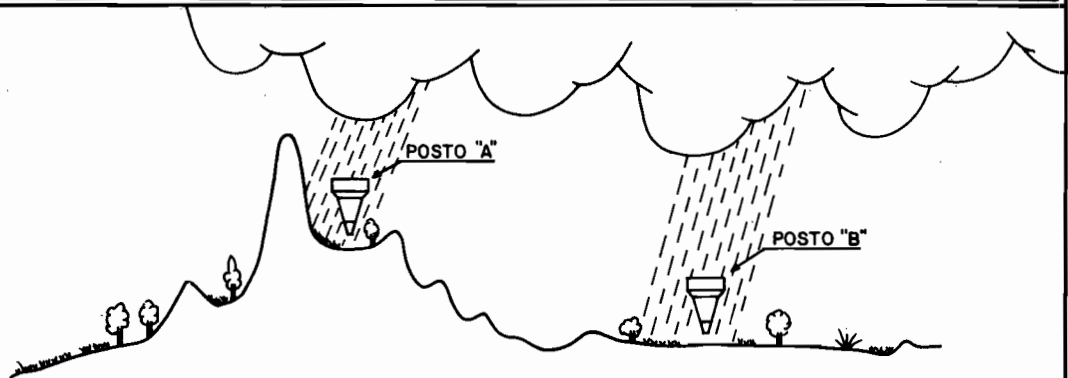


Fig. 2

3 - IMPLANTAÇÃO DO VETOR REGIONAL "ON LINE", NA DCRH

Uma das metas principais da vinda do consultor G. Hiez, pelo convênio DNAEE/ORSTOM/CNPq, é a implantação do método do Vetor Regional "ON LINE" na DCRH.

As etapas para o desenvolvimento e implantação do conjunto de programas estão na fig. 03.

3.1 - IMPLANTAÇÃO NO SISTEMA

Na área que visa o processamento dos dados propriamente dito, estão sendo adaptados um pacote de programas visando a sua implantação no S.I.H.

Todavia, a versão do Vetor Regional em implantação, escrita em linguagem Fortran, por ser conversacional, exige um sistema iterativo por terminal, não permitido pelo sistema "COMPLETE" atual. Além disto, haveria necessidade de acrescentar um "console gráfico" para visualização dos resultados parciais e finais.

A versão do vetor em implantação permite:

- pré-selecionar os postos, o que evita relacioná-los sempre que se deseja rodar o programa; e ainda possibilita alternativas para alterar a sua relação;
- modificar os parâmetros de ajuste e os períodos de referência do vetor, no decorrer do processamento;
- criar um arquivo de Vetores, para conservar a informação de referência sob forma compactada;
- detectar automaticamente os desvios e anomalias; determinar e testar os coeficientes de correção dos dados "in

natura", tornando-os homogêneos.

3.2 - REGIÕES ISOMORFAS

Considerou-se que para conseguir uma amostragem objetiva do espaço geográfico, é mais racional efetuar sua divisão por meio de uma rede de malhas regulares, delimitando áreas de iguais superfícies.

Sendo o hexágono a única figura geométrica plana que mais se aproxima de um círculo e que preenche o espaço sem intercessão, nem falha, decidiu-se cobrir o mapa do Brasil por uma rede de malhas hexagonais de tamanho compatível com os números máximo e mínimo, admitidos para a densidade de estações por hexágono.

Como é matematicamente impossível inscrever hexágonos regulares numa superfície esférica, resolveu-se usar um artifício que melhor se aproxima do objetivo procurado. Para tanto, usou-se grandes círculos da terra, cujos planos ficam perpendiculares ao plano do meridiano central do Brasil (54°); assim, o tamanho das malhas é independente da latitude.

Além disso, no sistema de transformação das coordenadas geográficas em retangulares planas, as faixas de hexágonos são paralelas, facilitando muito o trabalho de mapeamento.

O tamanho da malha hexagonal básica, ainda em fase de estudo, foi fixado em $1^{\circ}15'$ de abertura máxima, sendo reservada a possibilidade de agrupamento nas regiões de menor densidade de estações.

Cada estação incluída numa região, recebe o número do código da região como segunda chave de acesso ao arquivo de dados, e participa da elaboração do vetor representativo correspondente.

As várias tarefas em andamento: a divisão de todo o terri

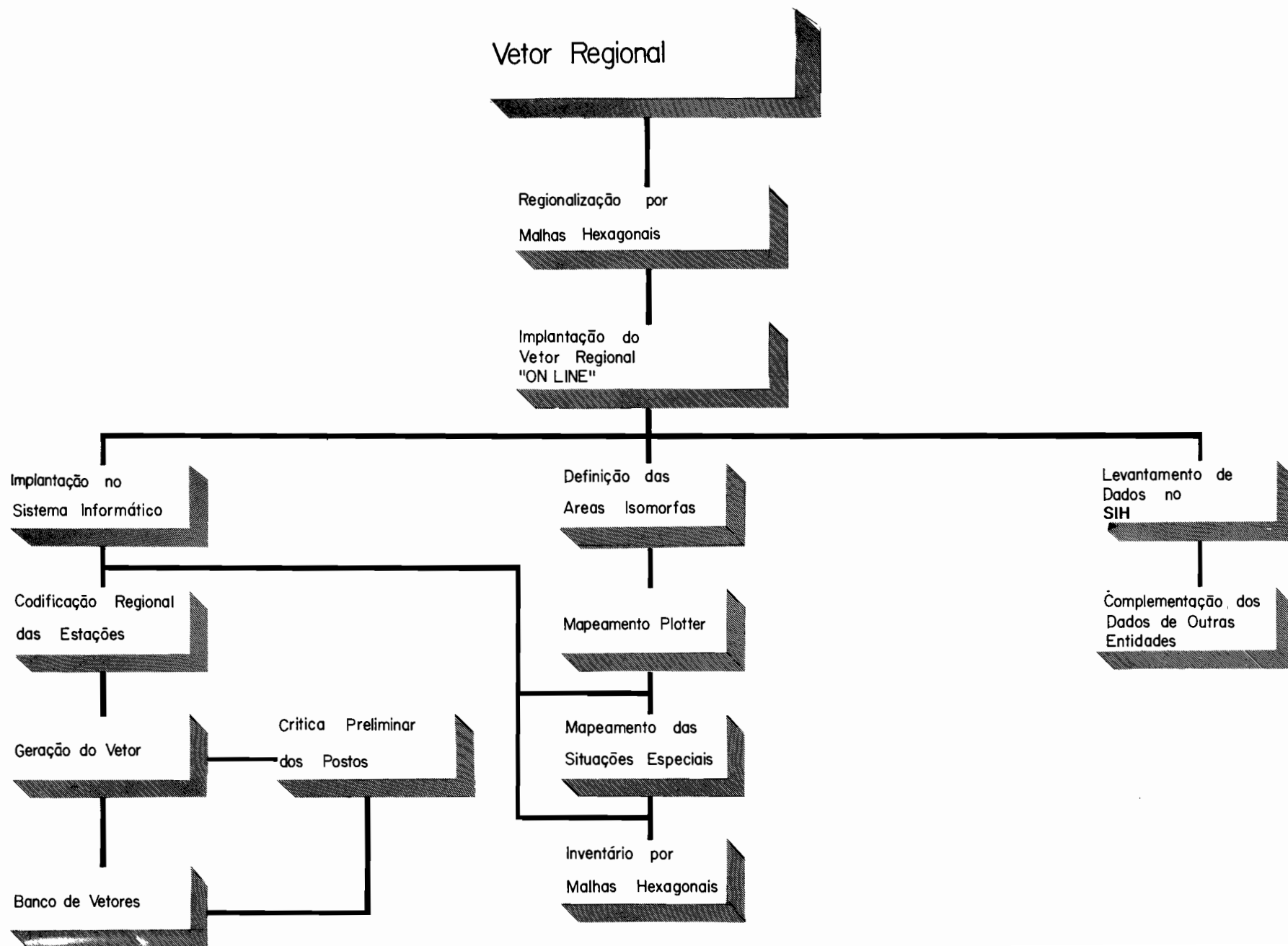
tório nacional por malhas hexagonais, a plotagem dos hexágonos a plotagem e a relação dos postos por malha, estão sendo desenvolvidas objetivando a completa automatização, através de computador e "plotter".

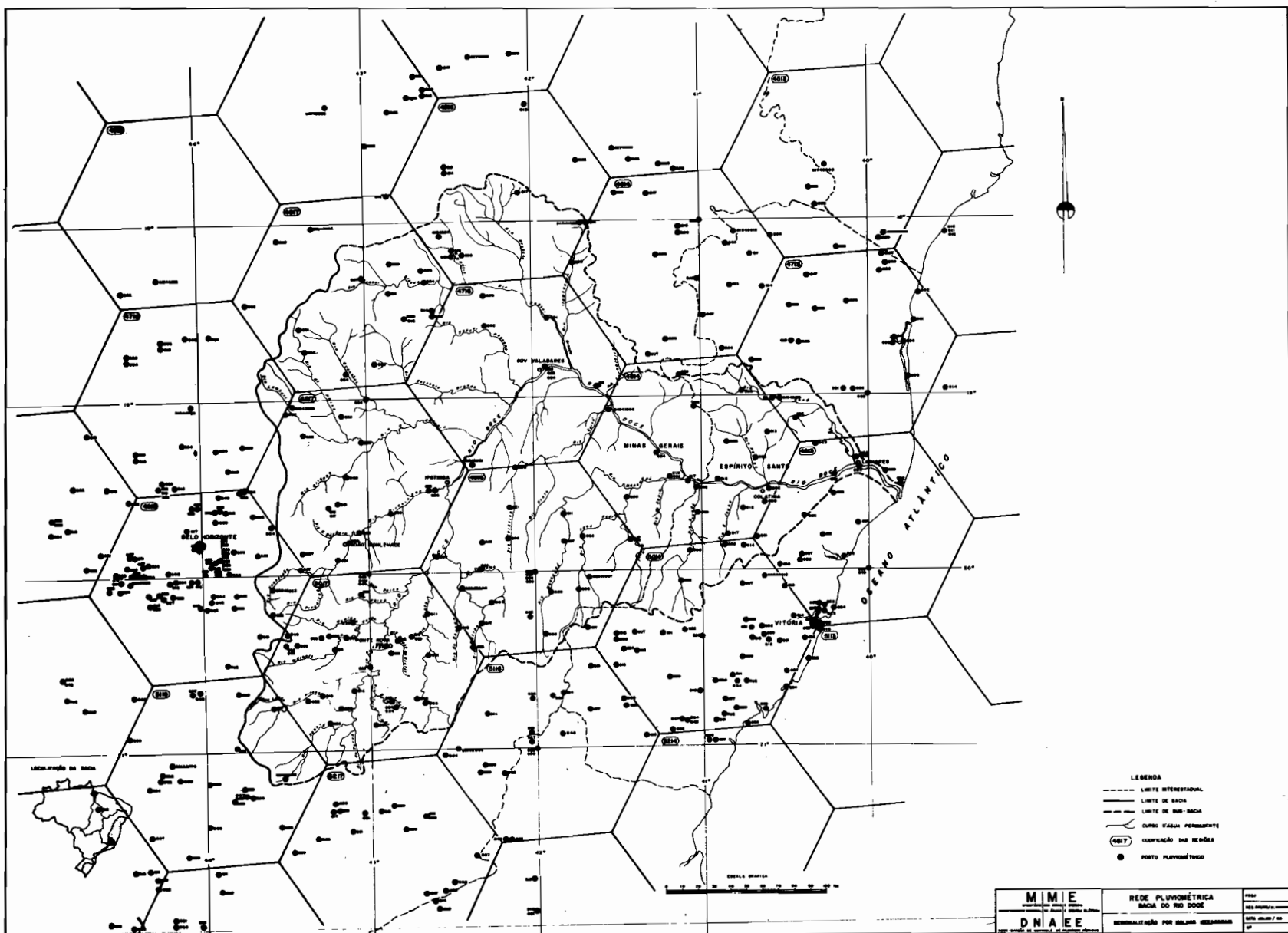
Uma primeira aplicação foi feita na Bacia do Rio Doce, como mostra a fig. 04.

3.3 - LEVANTAMENTO E COMPLEMENTAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Além das atividades básicas da implantação do conjunto de programas, visando a aplicação sobre os dados do Brasil, estão sendo feitos levantamentos do arquivo do S.I.H. a fim de providenciar sua complementação e atualização, especialmente em áreas onde atuam predominantemente outras entidades, como a SUDENE, no Nordeste; o DAEE - SP, em São Paulo; o DNOS, no Pantanal Matogrossense, além de providenciar a obtenção e implantação de informações em áreas internacionais, especialmente da Amazônia.

Fig. 3





4 - PRODUTOS ESPERADOS NA APLICAÇÃO DO VETOR REGIONAL

Os principais produtos que o vetor nos permitirá obter podem ser divididos em duas áreas: consistência de dados e análise regional, como mostra a fig. 05.

4.1 - ANÁLISE PONTUAL - CONSISTÊNCIA DOS DADOS

Como já foi feita referência anterior, a crítica "pontual", através da análise gráfica de cada série, permite:

- detectar desvios sistemáticos;
- detectar erros ou anomalias locais;
- estimar valores faltosos;
- extrapolar dados fora do período de observação;
- calcular as médias teóricas no período observado, e no período coberto pelo vetor;
- estimar coeficientes de correção.

(Vide fig. 6A e 6B)

Na consistência de dados hidrometeorológicos, o método pode ser aplicado à pluviometria e à fluviometria, como descrevemos a seguir:

4.1.1 - PLUVIOMETRIA

Além dos resultados obtidos na SUDENE (Crítica dos dados Pluviométricos na Região Paraibana) e na Universidade de Fortaleza (Crítica dos dados pluviométricos do Estado do Ceará), o método foi aplicado de maneira sistemática na DCRH, em diversas Bacias:

- Rio Doce
- Amazônia
- Rio Iguaçu
- Paraíba do Sul (atualização)
- Rio Grande (p/fins de Diagnóstico)

Dentro da programação atual, prevê-se a aplicação em todo o território nacional sobre todas as informações pluviométricas existentes no S.I.H., objetivando numa fase preliminar mapear o Brasil por regiões em termos de qualidade-duração.

Numa segunda etapa, dar apoio e desenvolver a análise mensal, que possibilita, além da valorização da informação, a alimentação dos modelos hidro-pluviométricos de simulação da bacia.

4.1.2 - FLUVIOMETRIA

Algumas aplicações na área das Bacias do Paraíba do Sul e Rio Doce, possibilitam demonstrar excelentes resultados obtidos.

Todavia, ainda não foram feitos testes suficientes para o estabelecimento de uma metodologia totalmente definida. No entanto, os resultados até agora colhidos, vem demonstrar grandes possibilidades de aplicação do método na homogeneização de dados fluviométricos.

4.2 - SÍNTESE DA INFORMAÇÃO - ANÁLISE REGIONAL

O Vetor constitui um resumo condensado da crônica pluviométrica (ou fluviométrica) representativa de cada região, livre do "ruído" inerente à cadeia de aquisição ou devido a uma anomalia puramente local. Vide fig. 07 (Vetores da Bacia do Rio Doce)

Tais características, fazem do vetor uma ferramenta básica para diversas aplicações:

4.2.1 - ESTATÍSTICA

A análise das características estatísticas da distribuição das precipitações anuais ou mensais, feitas sobre a informação do vetor propriamente dito, em vez da aplicação sobre as séries pontuais, permite obter os seguintes parâmetros regionais:

- estimativa da média das flutuações;
- desvio padrão;
- coeficientes de variação;
- principais "quantis" da distribuição.

4.2.2 - TRAÇADO DE ISOLÍNEAS

O Vetor Regional permite a determinação das médias teóricas sobre um período comum e o mais longo possível, para uma mesma região. Fig. 08 (média anual durante longo período).

A partir dos resultados mencionados é possível traçar as isolíneas de chuva e de lâminas escoadas.

4.2.3 - COMPARAÇÕES INTER-REGIONAIS

Através das correlações entre vetores de diversas regiões, pode-se estudar a homogeneidade dos regimes. Fig. 09 (coeficientes de correlação entre os vetores das regiões do Ceará).

4.2.4 - ESTUDO DAS FLUTUAÇÕES CLIMÁTICAS

Estudo da organização eventual de séries cronológicas.

4.2.5 - REGIONALIZAÇÃO DAS TENDÊNCIAS

O método dos componentes principais possibilita calcular os "K" primeiros fatores (vetores) independentes que representam melhor (no sentido dos mínimos quadrados) uma matriz de dados mensais ou anuais, tais que, para o posto "J" se tem:

$$x_j = \sum_{k=1}^K a_{k,j} \cdot v_k$$

sendo $a_{k,j}$ os coeficientes de ponderação

A fórmula acima mostra que a chuva ou qualquer outra variável hidroclimatológica pode ser considerada como uma soma ponderada de vários efeitos ou fatores que podem ser assimilados a regimes climáticos independentes; V_1 representa, então a tendência dominante; V_2 a tendência secundária, e assim por diante.

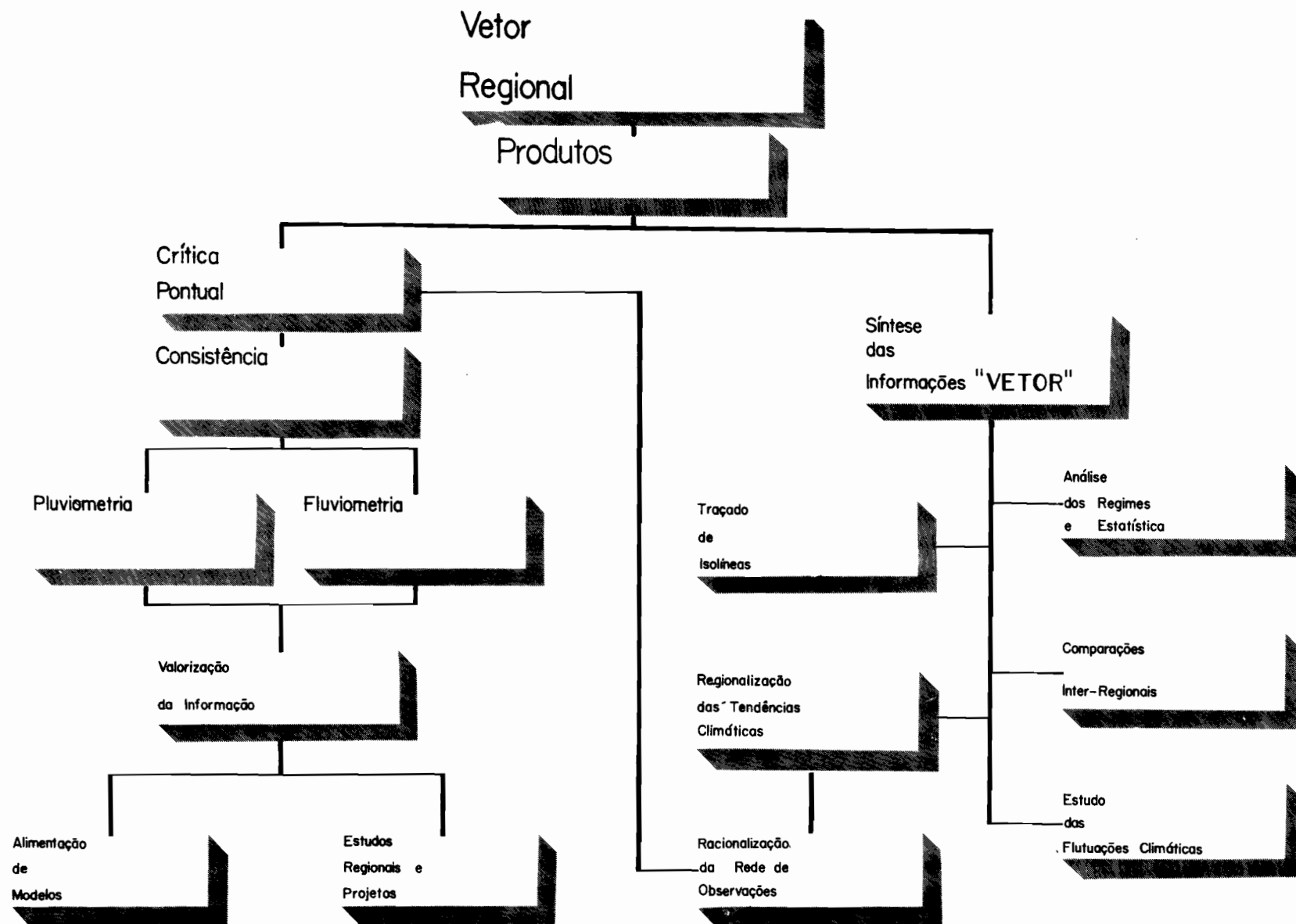
A partir dos diferentes valores de $a_{k,j}$, para um K determinado, é possível traçar as isolíneas de a_k , que fornece uma cartografia das várias influências climáticas.

A interpolação entre isolíneas permite eventualmente reconstituir uma informação em pontos onde não tem dados disponíveis.

A análise da evolução espacial das isolíneas (gradiente), além da matriz de variância e covariância, fornecerá um guia precioso para a racionalização da rede de observação.

Enfim, a possibilidade de gerar facilmente vetores não correlacionados, a seguir, por intermédio da fórmula acima, re passar os valores X, abre a perspectiva de simular chuvas ou lâminas escoadas em um ponto qualquer da região cartográfica.

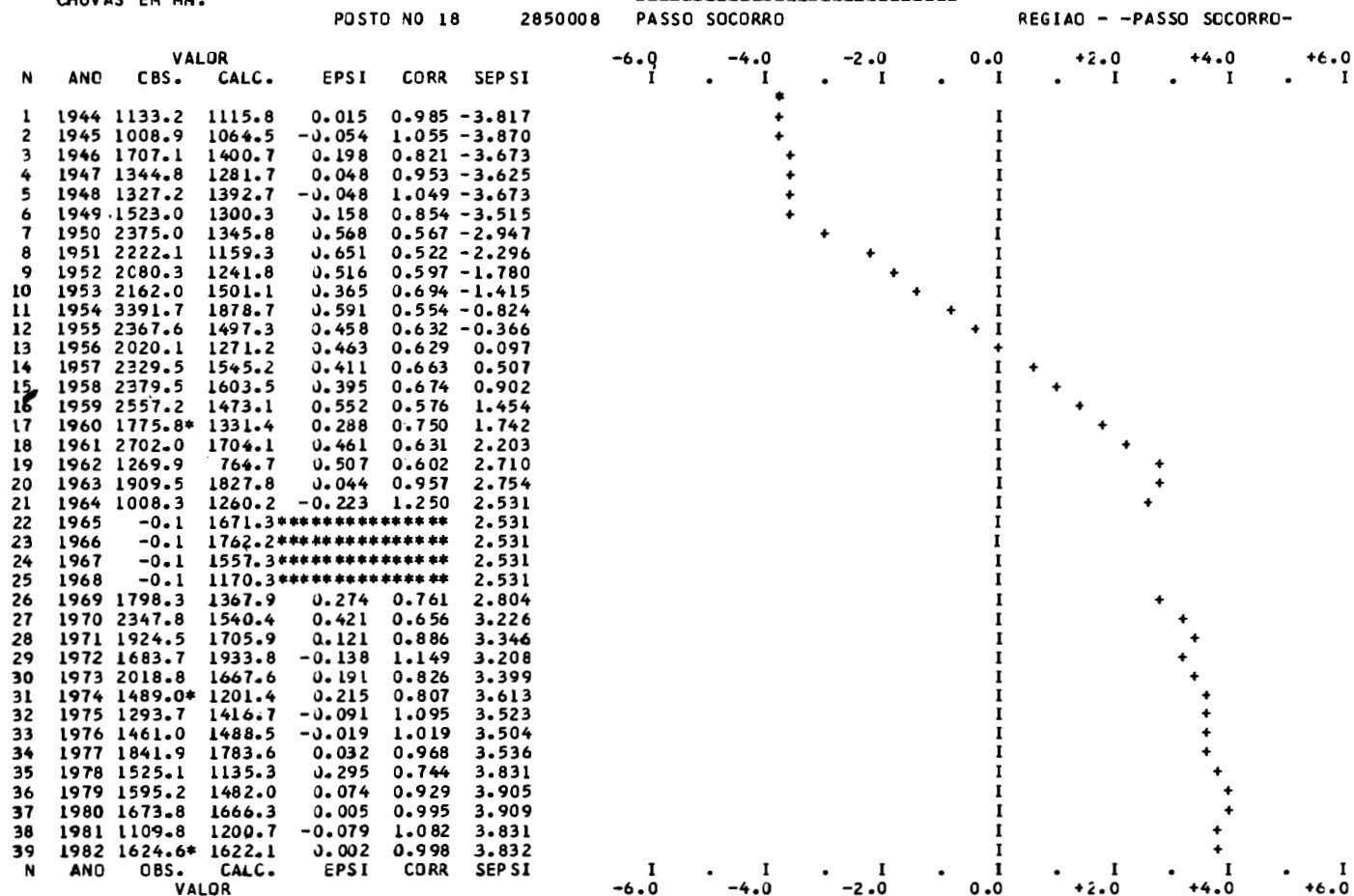
Fig. 5



METODO DO VETOR REGIONAL
CHUVAS EM MM.

DUPLA ACUMULACAO COM O VETOR

EDICAO EM 07/11/83



METODO DO VETOR REGIONAL
CHUVAS EM MM.

DUPLA ACUMULACAO COM O VETOR

EDICAO EM 07/11/83

POSTO NO 8

2849003

SAO JOAQUIM

REGIAC - -PASSO SCCORRO-

Fig. 6B.

N	ANO	VALOR OBS.	VALOR CALC.	EPSI	CORR	SEPSI	-6.0 I	-4.0 I	-2.0 I	0.0 I	+2.0 I	+4.0 I	+6.0 I
1	1944	1336.1	1240.9	0.074	0.929	5.594				I			*
2	1945	1052.6	1183.8	-0.117	1.125	5.477				I			+
3	1946	1130.7	1557.8	-0.320	1.378	5.156				I			+
4	1947	994.9	1425.4	-0.360	1.433	4.797				I			+
5	1948	802.3	1548.8	-0.658	1.930	4.139				I			
6	1949	706.8	1446.0	-0.716	2.046	3.423				I			
7	1950	592.6	1496.7	-0.926	2.526	2.497				I			
8	1951	752.0	1289.3	-0.539	1.714	1.958				I			
9	1952	706.4	1381.0	-0.670	1.955	1.287				I			
10	1953	457.2	1669.4	-1.295	3.651	-0.008				+			
11	1954	690.9	2089.3	-1.107	3.024	-1.114				I			
12	1955	108.0	1665.2	-2.736	15.418	-3.850				I			
13	1956	156.0	1413.7	-2.204	9.062	-6.054	+			I			
14	1957	-0.1	1718.4	*****		-6.054				I			
15	1958	1762.1	1783.3	-0.012	1.012	-6.066	+			I			
16	1959	1584.3	1638.2	-0.033	1.034	-6.100	+			I			
17	1960	1749.6	1480.7	0.167	0.846	-5.933	+			I			
18	1961	2299.4	1895.1	0.193	0.824	-5.739	+			I			
19	1962	871.2	850.4	0.024	0.976	-5.715	+			I			
20	1963	2192.4	2032.7	0.076	0.927	-5.640	+			I			
21	1964	1446.5	1401.6	0.032	0.969	-5.608	+			I			
22	1965	1925.6	1858.7	0.035	0.965	-5.573	+			I			
23	1966	1934.6	1959.8	-0.013	1.013	-5.586	+			I			
24	1967	1769.1	1731.9	0.021	0.979	-5.564	+			I			
25	1968	1443.2	1301.5	0.103	0.902	-5.461	+			I			
26	1969	1417.4	1521.2	-0.071	1.073	-5.532	+			I			
27	1970	1630.6	1713.1	-0.049	1.051	-5.581	+			I			
28	1971	1849.5	1897.2	-0.025	1.026	-5.607	+			I			
29	1972	2017.5	2150.6	-0.064	1.066	-5.670	+			I			
30	1973	1746.2	1854.6	-0.060	1.062	-5.731	+			I			
31	1974	1546.0	1336.1	0.146	0.864	-5.585	+			I			
32	1975	1680.1	1575.6	0.064	0.938	-5.520	+			I			
N	ANO	VALOR OBS.	VALOR CALC.	EPSI	CORR	SEPSI	-6.0 I	-4.0 I	-2.0 I	0.0 I	+2.0 I	+4.0 I	+6.0 I

MODA PRINCIPAL DA SERIE OBSERVADA

VALOR MEDIO NO PERIODO DE OBSERVACOES

1944-1975

31 ANOS

OBSERVADO

1669.2 MM

VALOR MEDIO ESTIMADO NO PERIODO DO VETOR

1944-1982

39 ANOS

CALCULADO

1593.2 MM

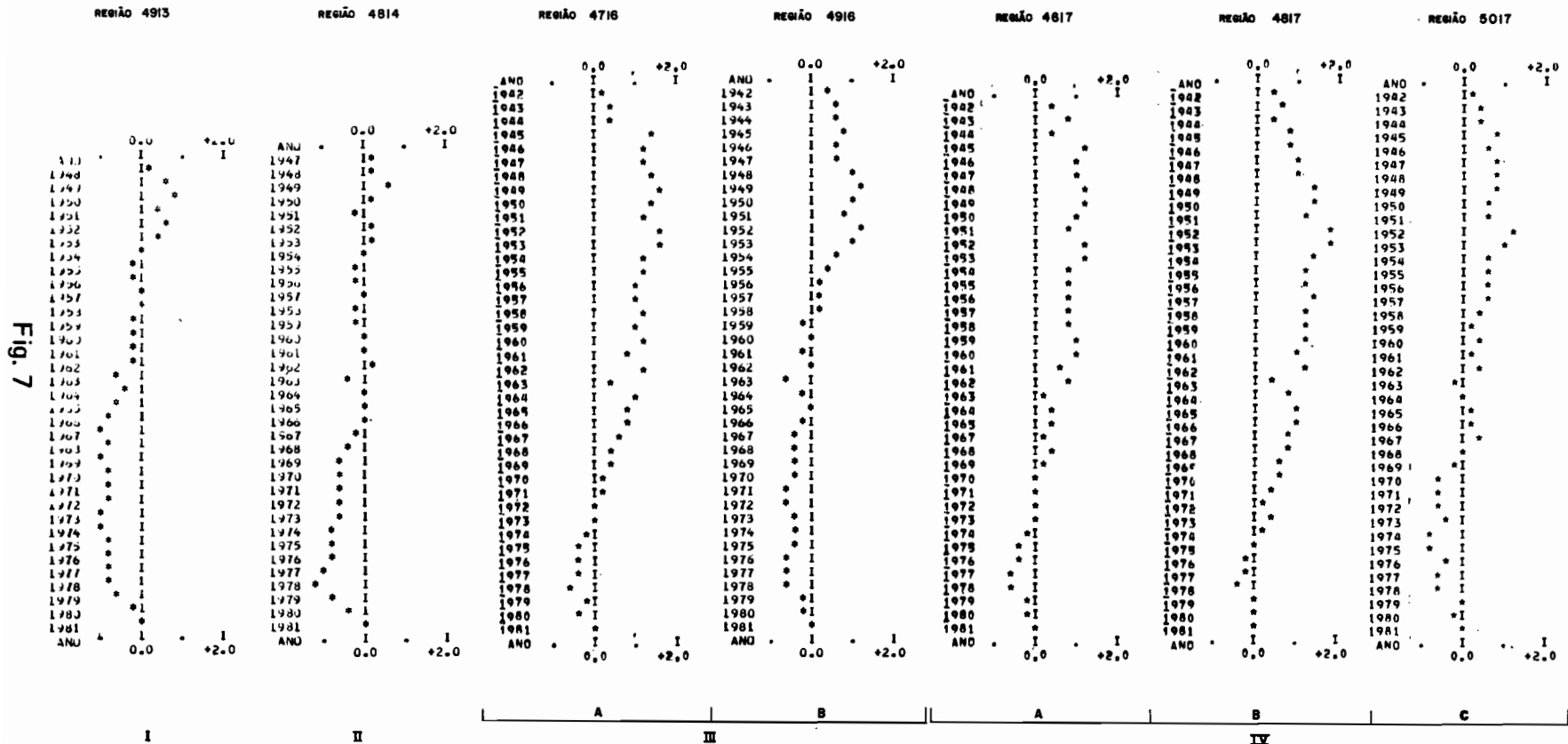
1606.4 MM

MÉTODO DO VETOR REGIONAL

SIMPLES ACUMULADA DO VETOR

BACIA DO RIO DOCE

DADOS "IN NATURA"



CONVENIO
TORSTON/UFC

*** P L U V I O N E T R I A D O E S T A D O D O C E A R A ***

* ALTURA MEDIA ANUAL DURANTE LONGO PERIODO *
APOS HOMOGENEIZACAO

DADOS ORIUNDOS DO BANCO DE DADOS HIDROCLIMATOLOGICOS DO NORDESTE

NO	CODIGO	NOME DO POSTO	ESTADO	LAT.	LONG.	ALT.	INSTA	EXTIN	MEDIA
ZONA NO 003 : REGIAO DE ARACATI			VETOR NO : 30012088100				PERIODO : 1912 - 1977		
01	28.83.256	CASCAVEL	CE	0408	3814	0030	01/1912		1108.
02	28.83.679	ITAPEIM	CE	0420	3807	0020	01/1932		1189.
03	28.84.912	UMBURANAS	CE	0428	3757	0015	12/1961		899.
04	28.84.944	FORTIM	CE	0427	3747	0010	11/1929		1075.
05	28.94.105	ARUEIRAS	CE	0434	3759	0020	12/1961		1003.
06	28.94.148	ARACATI	CE	0434	3746	0020	06/1912		919.
ZONA NO 004 : REGIAO DE FORTALEZA			VETOR NO : 00423078100				PERIODO : 1912 - 1977		
01	28.71.596	PROGRESSO	CE	0347	3902	0090	12/1961	08/1976	807.
02	28.72.207	S. GONCALO DO AMARANTE	CE	0336	3858	0084	05/1927		1003.
03	28.72.305	UMARITUBA	CE	0340	3859	0085	03/1962		1065.
04	28.72.409	SITIOS NOVOS	CE	0344	3858	0060	03/1962		843.
05	28.72.435	GUARARU	CE	0343	3850	0050	12/1961	02/1979	1193.
06	28.72.473	CAUCAIA	CE	0344	3839	0032	01/1912		1168.
07	28.72.496	FORTALEZA /CENTRAL/	CE	0344	3832	0026	11/1912		1477.
08	28.72.594	FORTALEZA	CE	0345	3832	0026	01/1849		1453.
09	28.72.602	SITIOS NOVOS DE CIMA	CE	0349	3900	0090	04/1962		852.
10	28.72.684	MONDUBIM	CE	0348	3835	0030	01/1910		1490.
11	28.72.766	MARANGUAPE	CE	0353	3841	0067	10/1910		1377.
12	28.72.778	MARACANAU	CE	0352	3837	0040	01/1933		1179.
13	28.72.925	BOM PRINCIPIO	CE	0358	3853	0210	01/1962	03/1979	923.
14	28.72.945	TRAPIA	CE	0358	3847	0220	03/1962	03/1979	1029.
15	28.72.978	PACATUBA	CE	0358	3837	0054	04/1912		1227.
16	28.73.824	AQUIRAZ	CE	0354	3823	0030	01/1912		1329.
17	28.82.018	ITAPEBUCU	CE	0401	3855	0230	04/1962		1052.
18	28.82.035	COLONINJUBA	CE	0401	3850	0350	11/1915		1118.
19	28.82.076	GUATUBA	CE	0402	3838	0059	01/1916		1221.
20	28.82.146	TANQUES	CE	0405	3847	0100	03/1962		876.
21	28.82.161	JUSAIA	CE	0403	3842	0100	03/1962		1357.
22	28.82.188	RIACHAO	AC	CE	0404	3834	0060	12/1920	1045.
23	28.82.268	BAU	CE	0407	3840	0059	04/1916		1169.
24	28.82.331	PALMACIA	CE	0409	3851	0380	04/1922		1100.
25	28.82.339	ACARAPE DO MEIO	AC	CE	0411	3849	0250	01/1911	1252.
26	28.82.362	AGUA VERDE	CE	0410	3842	0069	01/1917		954.
ZONA NO 005 : REGIAO DE ITAPIPOCA			VETOR NO : 05002098100				PERIODO : 1912 - 1977		
01	28.60.178	ICARAI	CE	0304	3937	0005	12/1961		1175.
02	28.60.355	ARACATIARA	CE	0310	3944	0015	12/1961		1058.
03	28.60.572	CRUXATI	CE	0316	3939	0060	12/1961		1087.
04	28.60.736	AMONTADA	CE	0323	3950	0180	02/1922		1072.
05	28.61.329	MUNDAU	CE	0311	3922	0005	12/1910		1075.
06	28.61.553	TRAIRI	CE	0317	3915	0020	12/1961		1061.
07	28.61.786	PARACURU	CE	0323	3905	0010	11/1910		1267.
08	28.61.917	CENOABA	CE	0327	3925	0080	00/1913		1137.</

Fig. 8

Fig. 9

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS
E ENERGIA ELÉTRICA
COMISSÃO DE CONTROLE DE RECURSOS
HIDRICOS - DCRH

REPUBLIQUE FRANCAISE
MINISTÈRE DE LA RECHERCHE
ET DE LA TECHNOLOGIE
MINISTÈRE DE LA COOPERATION
ET DU DEVELOPPEMENT
OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

SIH - SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS

SUBSISTEMA DE MODELOS MATEMÁTICOS

MÓDULO DO VETOR REGIONAL

GERARD HIEZ
Engenheiro Hidrólogo
Consultor
Convênio DNAEE-ORSTOM-CNPq

CLAUDIO TELLES
Analista de Sistemas
CAEEB

Í N D I C E

SEÇÃO I - INTRODUÇÃO

- CAPÍTULO 1 - OBJETIVOS
- CAPÍTULO 2 - RECURSOS NECESSÁRIOS
- CAPÍTULO 3 - SISTEMÁTICA DE PROTEÇÃO
- CAPÍTULO 4 - MÓDULO VETOR REGIONAL
- CAPÍTULO 5 - RECUPERAÇÕES DO MÓDULO
- CAPÍTULO 6 - ARQUIVOS DO MÓDULO

SEÇÃO II - MÓDULO DO VETOR REGIONAL

- CAPÍTULO 1 - VISÃO GERAL
- CAPÍTULO 2 - SUB-MÓDULO MALHA HEXAGONAL
- CAPÍTULO 3 - SUB-MÓDULO MÉTODO DO VETOR

SEÇÃO III - RECUPERAÇÕES DO MÓDULO

- CAPÍTULO 1 - RELATÓRIOS
- CAPÍTULO 2 - GRÁFICOS
- CAPÍTULO 3 - TELAS
- CAPÍTULO 4 - MAPAS

SEÇÃO IV - ARQUIVOS DO MÓDULO

SEÇÃO I - INTRODUÇÃO

CAPÍTULO 1 - OBJETIVOS

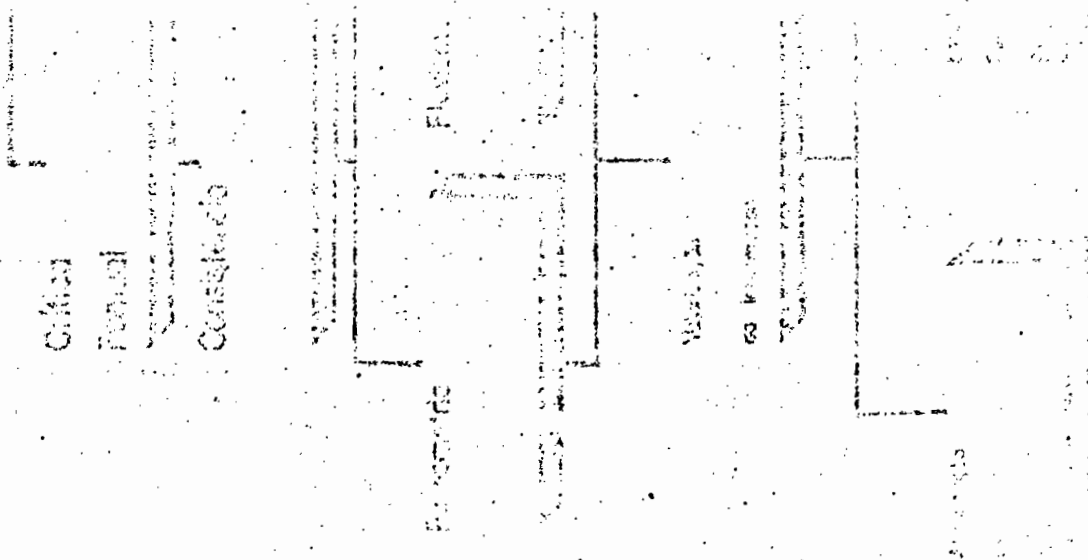
O Método do Vetor Regional utiliza um modelo matemático de maxi-verosimilhança para apresentação dos dados hidrometeorológicos, oriundos das estações de observação, agrupados em regiões.

O "vetor", em si, é constituído por uma série cronológica, sintética, de índices pluviométricos ou fluviométricos anuais ou mensais. Por seu grande poder informativo, ele serve de instrumento básico na elaboração de dois produtos principais:

- . a síntese das informações
- . a crítica pontual dos dados, estação por estação

O Módulo Vetor Regional tem como objetivo gerenciar a aplicação do método sobre dados hidrológicos mensais armazenados no SIH.

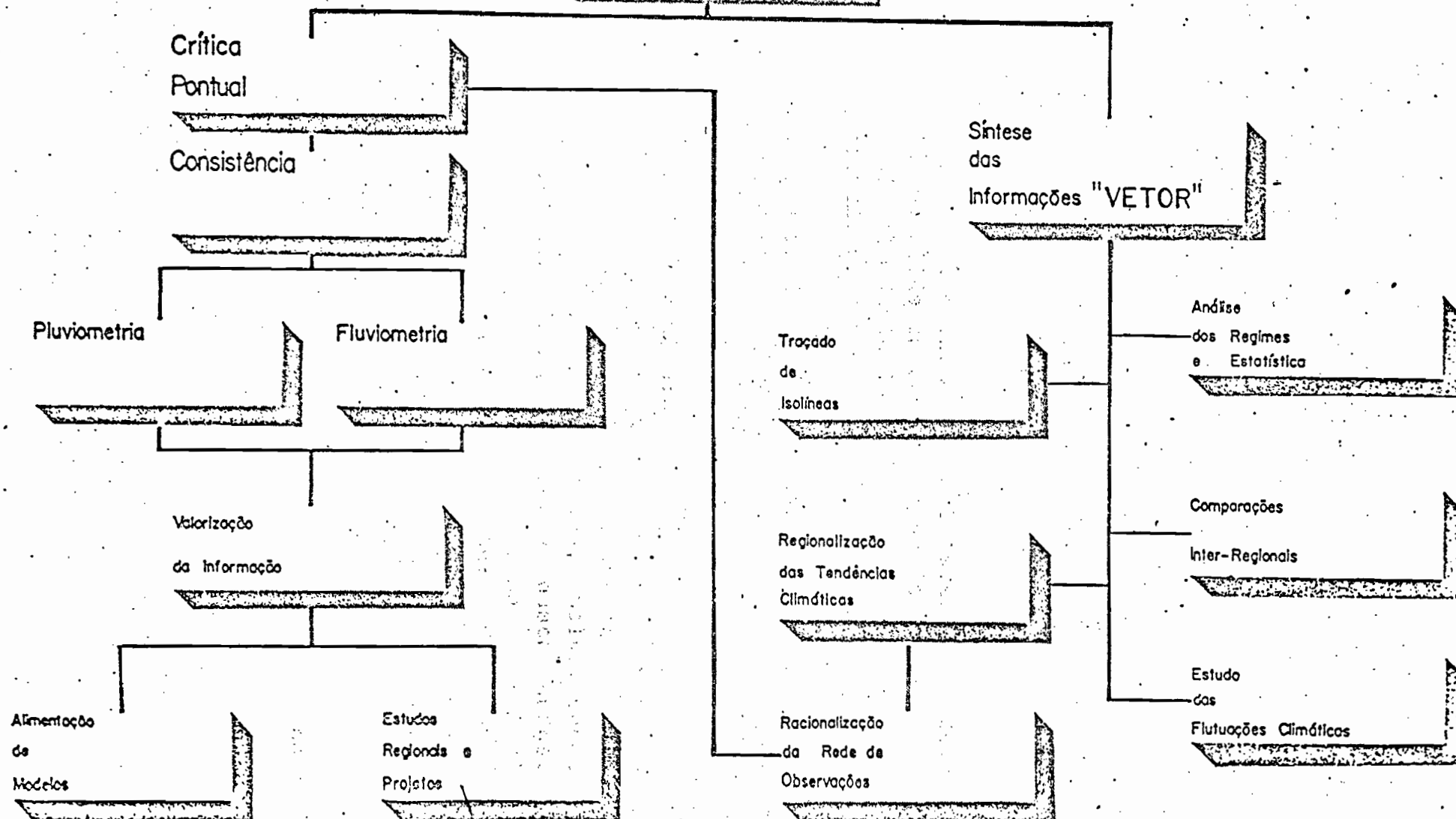
O Projeto foi elaborado com base em pesquisas desenvolvidas junto a equipe do CONVENIO DNAEE-ORSTOM-CNPq.



vetor

Regional

Produtos



SEÇÃO I

CAPÍTULO 2 - RECURSOS NECESSÁRIOS

2.1 - RECURSOS HUMANOS

O pessoal envolvido pelo Módulo será:

. na fase de desenvolvimento:

- equipe científica, responsável pela definição das modalidades de aplicação do Método do Vetor Regional, já tendo realizado a programação das rotinas de pesquisa;
- equipe de desenvolvimento, composta de 1 analista e 2 programadores;

. na fase de produção:

- técnicos de nível superior, que se responsabilizam pela seleção dos dados, pelas sucessivas aplicações do método sobre esses dados, com todas as opções, e pela análise dos resultados oferecidos pelo processamento;
- técnicos de processamento, que sob supervisão executam as opções automáticas de aplicação do método;
- responsáveis-técnicos, que terão o poder de decisão sobre a aplicação das alterações e correções propostas aos dados mensais.

SEÇÃO I

CAPÍTULO 2 - RECURSOS NECESSÁRIOS

2.2 - RECURSOS DE MÁQUINA

Para o processamento do módulo serão utilizados os seguintes equipamentos:

- sistema 3031 da IBM
- terminais IBM modelo 3276
- sistema operacional VM/CMS
- software COM-LETE
- software CALCOMP para plotagem
- impressoras remotas ligadas aos terminais

Devido as características das instalações da CAEEB e ao fato de já ter sido desenvolvida a parte de processamento da pesquisa do Método em linguagem FORTRAN as rotinas on-line do módulo serão desenvolvidos em ambiente VM/CMS.

As instalações VM estão em fase de negociação por parte da empresa devendo ser respeitado o cronograma de instalação proposto pela IBM.

PROPOSTA DE INSTALAÇÃO

Esta parte aplicação do Método de valores é desenvolvida em arquivos de tipo geral de tipo de aplicação exclusiva do usuário que utiliza o sistema.

As características do sistema VM/CMS permitem a diferentes seleções de dados a serem aplicadas em arquivos, possibilitando assim a análise de dados de aplicações distintas.

PROPOSTA DOS DADOS APLICADOS

Os dados aplicados ao Método de valores são de tipo geral de tipo de aplicação exclusiva do usuário que utiliza o sistema.

SEÇÃO I

CAPÍTULO 3 - SISTEMÁTICA DE PROTEÇÃO

O processamento do módulo será protegido, de modo a fornecer ao usuário a confiança indispensável nos resultados obtidos:

. SENHAS DE AUTORIZAÇÃO:

A utilização do módulo através de terminais de teleprocessamento será condicionada a senhas de acesso atribuídas sob autorização.

O nível de autorização das senhas será de acordo com o tipo da função permitida.

Estão previstas senhas de autorização para:

- técnicos de nível superior, permitindo a execução de todas as opções de pesquisa do método;
- técnicos de processamento, permitindo a execução das opções de rotina no tratamento sistemático dos dados.

. PROTEÇÃO AOS DADOS SELECIONADOS:

Os dados para aplicação do Método do Vetor serão selecionados de arquivos de uso geral do SIH e estarão a disposição exclusiva do usuário que pediu a seleção.

As características do sistema VM/CMS permitem que haja diferentes seleções de dados a disposição de diferentes usuários, possibilitando assim a análise simultânea de regiões distintas.

. PROTEÇÃO AOS DADOS MENSAIS:

Só será permitida a efetuação de alterações e correções dos dados mensais sob autorização dos responsáveis-técnicos.

SEÇÃO I

CAPÍTULO 4 - MÓDULO VETOR REGIONAL

Através de rotinas batch e on-line o Módulo Vetor Regional possibilitará:

- . a localização das estações inventariadas pelo SIH em regiões hexagonais
- . a seleção de dados das regiões
- . aplicações sucessivas do Método do Vetor Regional sobre os dados de cada seleção
- . emissão de listagens e visualização em tela dos resultados das aplicações
- . a efetuação das correções propostas e autorizadas pelo responsável técnico.

O Módulo Vetor Regional possui dois sub-módulos, responsáveis pela execução das rotinas necessárias ao alcance de seus objetivos:

- . MALHA HEXAGONAL
- . MÉTODO DO VETOR

SEÇÃO I.

CAPÍTULO 5 - RECUPERAÇÕES DO MÓDULO

As informações do Módulo Vetor Regional serão recuperadas em:

- . relatórios impressos
- . gráficos impressos
- . telas de terminais de teleprocessamento
- . mapas plotados

Utilizando-se das facilidades do Sistema VM/CMS o usuário poderá simular a tela como impressora, permitindo assim a visualização imediata de relatórios e gráficos e a impressão exclusiva dos resultados definitivos que devem ser submetidos a apreciação dos técnicos-responsáveis.

Simulação de uma tela de dados armazenados em arquivos.

Simulação de uma tela de dados armazenados em arquivos.

Simulação de dados armazenados em arquivos e sua recuperação exclusiva de dados armazenados em arquivos e sua recuperação exclusiva de dados armazenados em arquivos e sua recuperação exclusiva de dados armazenados em arquivos.

SEÇÃO I

CAPÍTULO 6 - ARQUIVOS DO MÓDULO

Atendendo as necessidades de aplicação do Método do Vetor Regional, serão utilizados os arquivos:

- . INVENTÁRIO - arquivo em disco com dados gerados pelo Subsistema de Inventário;
- . DADOS MENSAIS - arquivo em disco com dados gerados pelo Subsistema de Dados Mensais, que contém os dados "brutos" ou básicos;
- . CORREÇÕES - arquivo em disco com dados gerados pelo Módulo e pelo Subsistema de Dados Mensais, que serão utilizados como base de atualização do arquivo básico de Dados Mensais;
- . VETORES - arquivo em disco com dados gerados pelo Módulo e que serão utilizados como referência para aplicação do Método e como dados para as pesquisas;
- . Arquivos em disco VM que contém seleções dos dados dos arquivos acima;
- . Arquivos em disco gerados e utilizados pelo Módulo durante o processamento.

Os arquivos de dados selecionados estarão a disposição exclusiva do usuário que solicitou a seleção, permitindo que seja aplicado sucessivamente o Método do Vetor e observados diferentes resultados das aplicações.

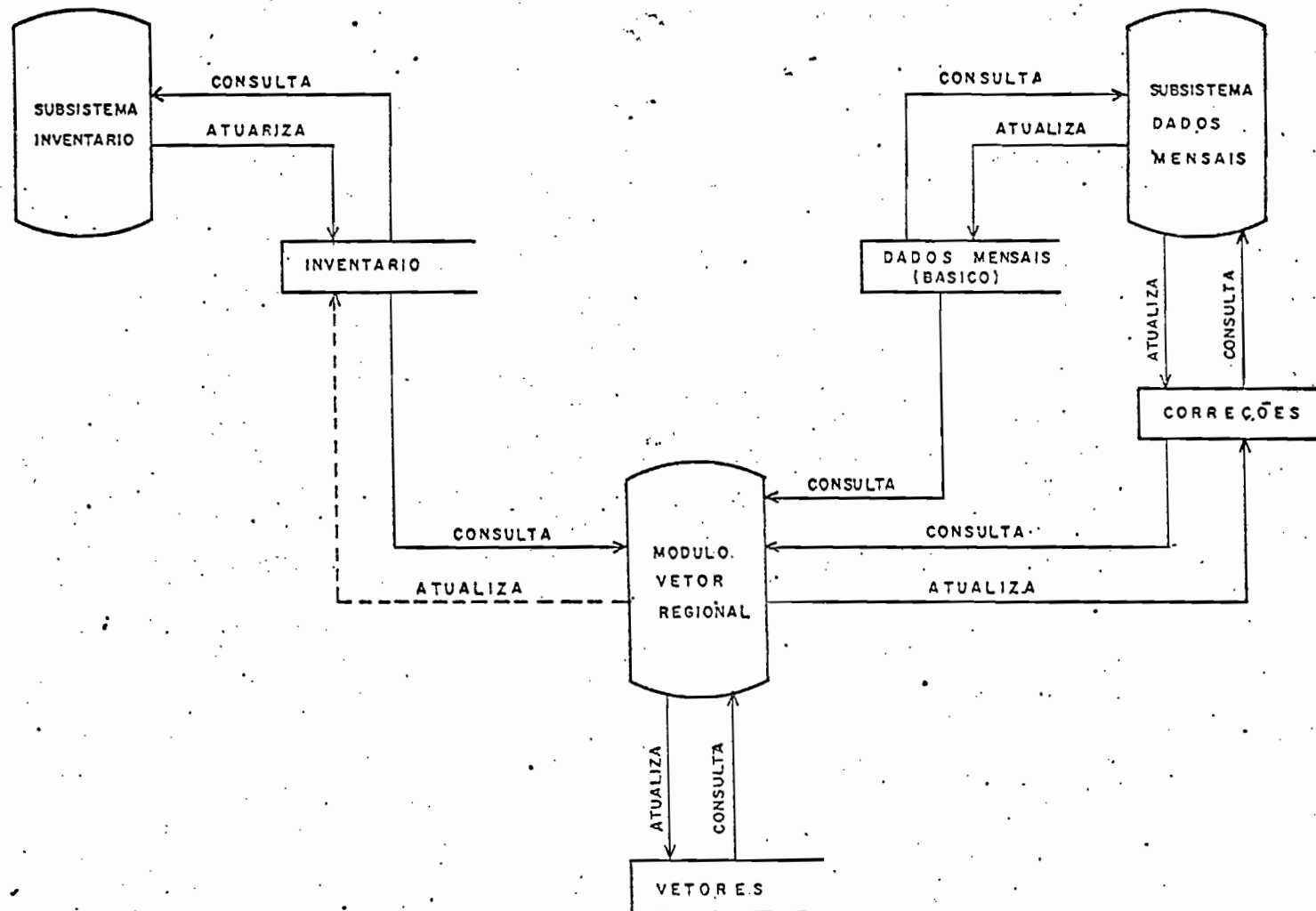
3

SEÇÃO II - MÓDULO DO VETOR REGIONAL

CAPÍTULO 1 - VISÃO GERAL

1.1 - FLUXO DE INTEGRAÇÃO COM O SIH

FLUXO DE INTEGRAÇÃO COM O SIH



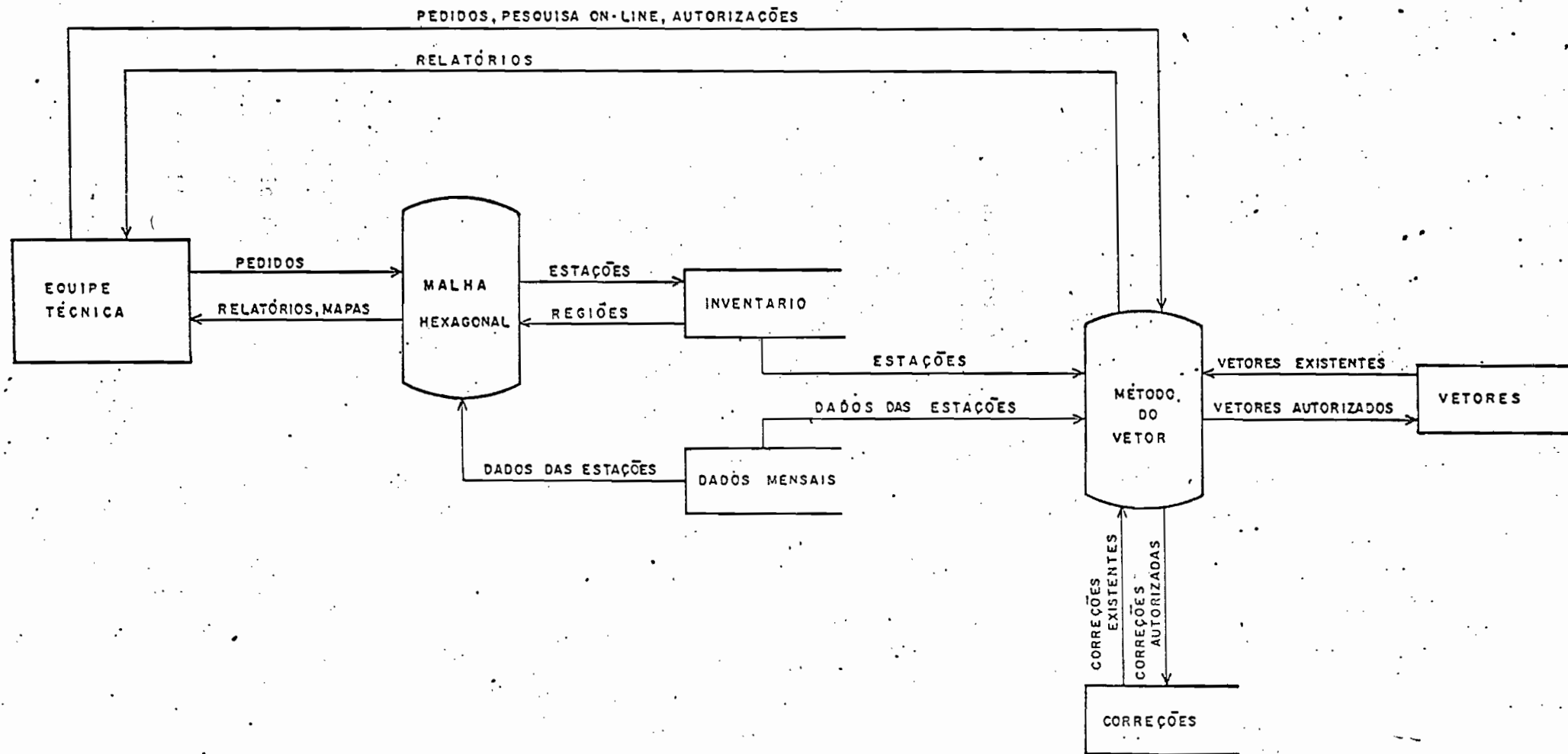
SEÇÃO II - MÓDULO DO VETOR REGIONAL

CAPÍTULO 1 - VISÃO GERAL

1.2 - FLUXO DE DADOS

MÓDULO DO VETOR REGIONAL

FLUXO DE DADOS



12

SEÇÃO II

CAPÍTULO 1 - VISÃO GERAL

1.3 - DESCRIÇÃO

O Módulo foi concebido para gerenciar a aplicação do método sobre dados hidrológicos mensais armazenados pelo SIH.

O Módulo Vetor Regional, num nível geral, foi dividido em 2 processos acompanhando a ordem lógica das operações envolvidas.

Os Sub-Módulos são:

- MALHA HEXAGONAL
- MÉTODO DO VETOR

O Sub-Módulo Malha Hexagonal permite:

- . a geração das regiões hexagonais que cobrem a totalidade do território das estações inventariadas pelo SIH;
- . a localização das estações nessas regiões hexagonais;
- . a emissão de relatórios estatísticos e histogramas com informações relativas a regiões, estações e dados mensais;

O Sub-Módulo Método do Vetor permite:

- . a seleção de regiões para pesquisa;
- . aplicações sucessivas do método sobre cada seleção;
- . a visualização dos resultados, via terminal ou impressora;
- . a efetivação das correções propostas e autorizadas pelos responsáveis técnicos.

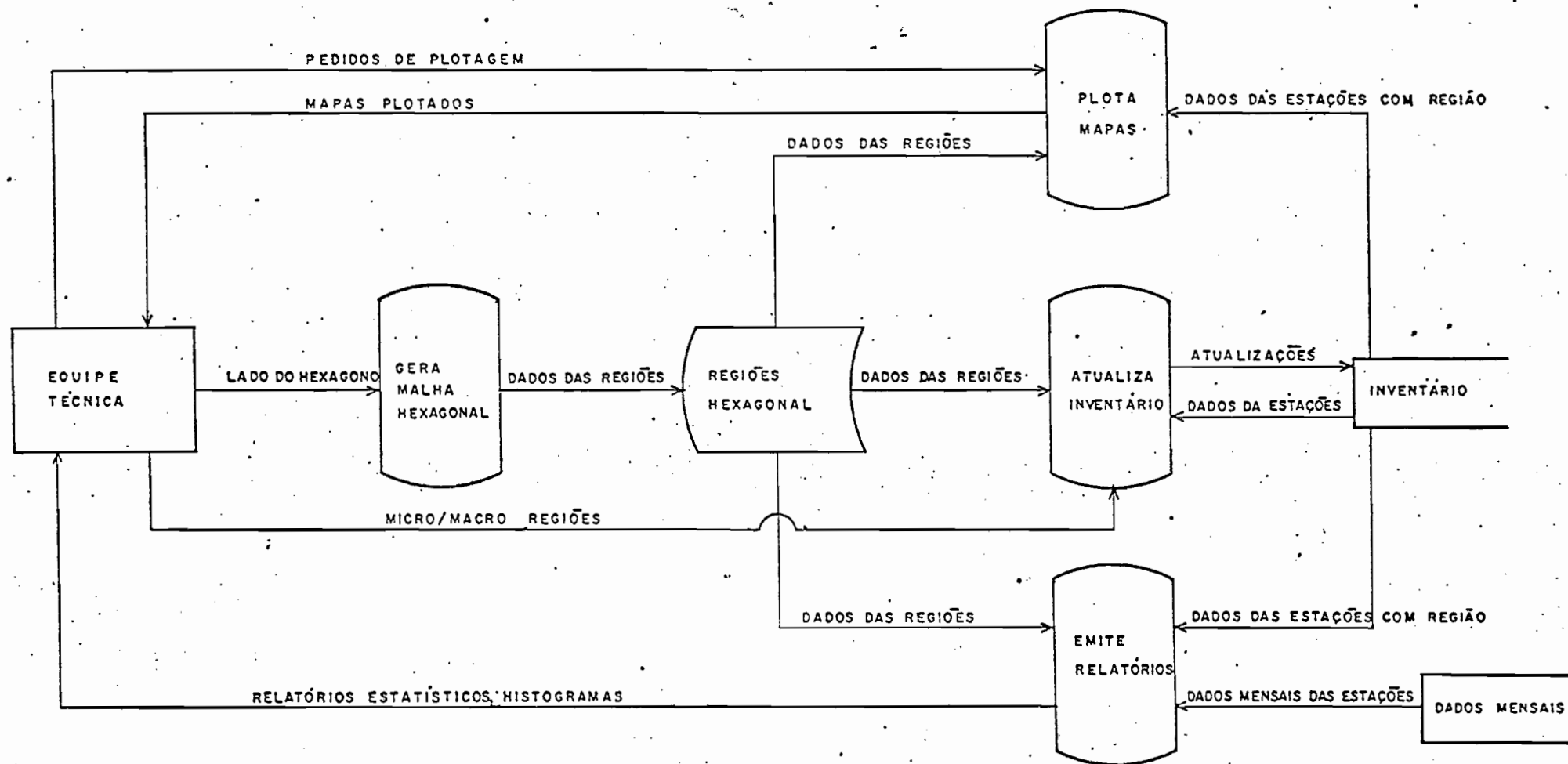
SEÇÃO II

CAPÍTULO 2 - SUB-MÓDULO MALHA HEXAGONAL

2.1 - FLUXO DE DADOS

SUB-MÓDULO MALHA HEXAGONAL

FLUXO DE DADOS



SEÇÃO II

CAPÍTULO 2 - SUB-MÓDULO MALHA HEXAGONAL

2.2 - DESCRIÇÃO

Para maior objetividade das aplicações do Método do Vetor Regional deve haver uma uniformidade no tamanho das regiões e na quantidade de estações e dados mensais pertinentes a cada região.

Foi decidido pela equipe científica que a solução para esse problema seria cobrir o território das estações inventariadas pelo SIH (Brasil e países limítrofes) com uma rede de malhas hexagonais.

Cada região corresponde a uma malha hexagonal e a quantidade ótima de estações deve variar entre 15 e 50 por região.

Existe, ainda, a necessidade de se definir, com base na rede principal, duas redes secundárias que auxiliarão os técnicos na fase de pesquisa. Para atender a quantidade de estações e dados mensais, algumas das regiões hexagonais obtidas serão agrupadas em macro regiões (3,7 ou 19 regiões hexagonais básicas) ou subdivididas em micro regiões (no máximo 4 subdivisões de uma mesma região hexagonal).

O Sub-Módulo Malha Hexagonal será desenvolvido para atender a equipe científica na escolha do melhor tamanho de malha hexagonal para aplicação do Método do Vetor Regional e permitir que, após essa escolha, se processe a atualização dos campos de região criados nos registros do arquivo Inventário das Estações.

O Sub-Módulo será ativado principalmente na fase de implantação do Módulo Vetor Regional. Para tanto será usado um back-up do Inventário como arquivo de trabalho e testes, só sendo providenciada a atualização desse Banco de Dados após a decisão da malha ideal. A atualização de micros e macro regiões será através de informações descritas em formulário.

Após essa fase do desenvolvimento será implementado no Subsistema Inventário das Estações Hidrometeorológicas, como rotina, a atualização dos campos de região ao ser efetuada a inclusão de cada estação.

SEÇÃO II

CAPÍTULO 2 - SUB-MÓDULO MALHA HEXAGONAL

As rotinas do Sub-Módulo Malha Hexagonal são:

- GERA MALHA HEXAGONAL
- ATUALIZA INVENTÁRIO
- EMITE RELATÓRIOS
- PLOTA MAPAS

A Rotina Gera Malha Hexagonal tem a função de, a partir de um tamanho para o lado do hexágono, gerar uma rede de malhas hexagonais que cobre o território das estações inventariadas pelo SIH. O método de cálculo foi fornecido pela equipe científica e tem como produto o código de cada região, as latitudes e longitudes dos vértices dos hexágonos e as coordenadas cartesianas para plotagem de cada vértice no Sistema U.T.M, na escala 1:5.000.000. A rotina gera registros referentes a rede principal e as redes secundárias.

A Rotina Atualiza Inventário gerencia a atualização dos campos de região do arquivo Inventário das Estações. Os campos de região são em número de cinco, sendo preenchidos respectivamente com: a região da malha principal, as duas regiões das malhas secundárias, a micro-região e a macro-região, se houver.

Os campos referentes a macro e micro regiões serão preenchidos a partir de informações contidas em formulário e de responsabilidade da equipe científica.

SEÇÃO II

CAPÍTULO 2 - SUB-MÓDULO MALHA HEXAGONAL

A Rotina Emite Relatórios, permite que se acompanhe o resultado dos processamentos das rotinas anteriores através de relatórios estatísticos e histogramas. Na fase de implantação esses relatórios serão utilizados para a decisão da malha ideal. Os relatórios emitidos são:

- Hexágonos e Pontos de Vértice
- Estações não incluídas em Hexágonos
- Hexágonos e Estações Pertinentes (com o n^o de Meses Observados)
- Histograma de n^o de Hexagonos por n^o de Estações Existentes
- Histograma de n^o de Hexagonos por n^o Meses observados
- Histograma de n^o de Hexagonos por n^o de Estações em Operação
- Histograma de n^o de Hexagonos por Intervalo de Meses Observados
- Histograma de n^o de Hexagonos por Intervalo de Estações-Ano.

Esses relatórios permitirão o acompanhamento do volume de dados a serem processados pelo Método Vetor Regional, bem como a necessidade da criação das micro ou macro regiões.

SEÇÃO II

CAPÍTULO 2 - SUB-MÓDULO MALHA HEXAGONAL

A Rotina Plota Mapas é responsável pela emissão de mapas plotados para uso dos técnicos.

É permitida a plotagem de mapas que cobrem o território do Brasil, ou os territórios do Brasil e países limítrofes, ou regiões contidas entre intervalos de coordenadas geográficas.

Os mapas plotados, em escala de acordo com o pedido, são:

- Regiões Hexagonais
- Regiões Hexagonais com suas Estações

Em escala 1:250.000:

- Uma Região Hexagonal, com Estações e Código.

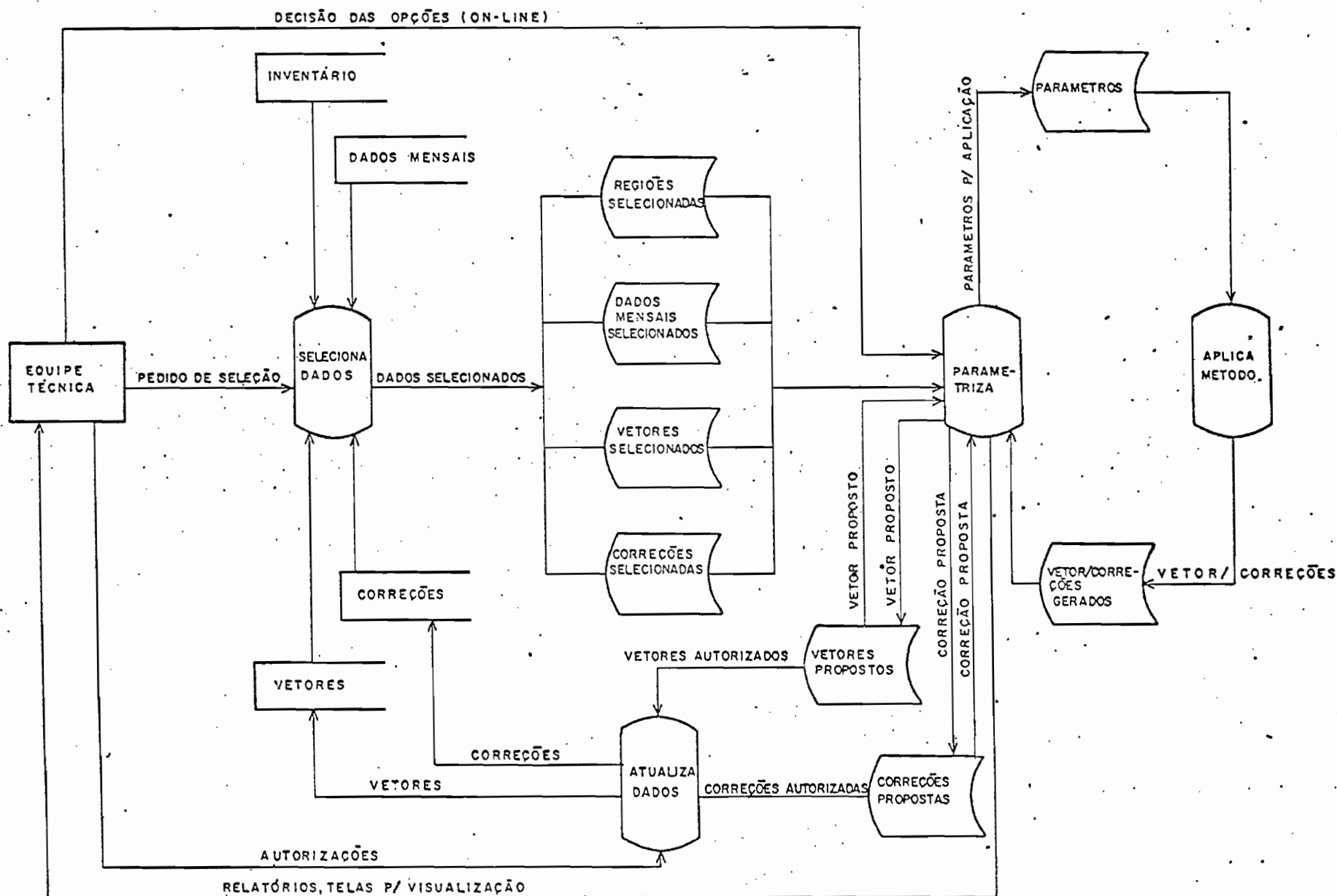
SEÇÃO II

CAPÍTULO 3 - SUB-MÓDULO MÉTODO DO VETOR

3.1 - FLUXO DE DADOS

SUB-MÓDULO METODO DO VETOR

FLUXO DE DADOS



SEÇÃO II

CAPÍTULO 3 - SUB MÓDULO MÉTODO DO VETOR

3.2 - DESCRIÇÃO

O Sub-Módulo Método do Vetor Regional foi desenvolvido para atender a aplicação do método sobre os dados coletados pelo SIH.

O processamento de aplicação do método foi desenvolvido em linguagem FORTRAN em outras instalações, sob supervisão do responsável pelas pesquisas.

Devido a características das instalações da CAEEB foi providenciada junto a IBM a contratação do Sistema VM (Virtual Machine) que permitirá o acesso aos programas FORTRAN via terminal. Também, de acordo com essas características, há necessidade de que através de rotinas batch os arquivos a serem utilizados sejam passados para o disco VM, que será a área de processamento.

As rotinas do Sub-Módulo são:

- . SELECIONA DADOS
- . PARAMETRIZA
- . APLICA MÉTODO
- . ATUALIZA DADOS

SEÇÃO II

CAPÍTULO 3 - SUB-MÓDULO MÉTODO DO VETOR

A Rotina Parametriza é composta de procedimentos on-line sob o VM, onde será executado o tratamento dos dados para aplicação do Método Vetor Regional e dos resultados dessa aplicação.

Permite a escolha de uma determinada região, do período de estudo dos dados dessa região e das opções do Método do Vetor Regional que serão aplicadas aos dados selecionados, formatando um arquivo de parâmetros. A rotina fornece o arquivo de parâmetros e aciona o processamento da Rotina Aplica Método, recebendo desta os resultados das opções pedidas.

Sob decisão técnica, com base na visualização dos resultados, poderão ser gravados no arquivo de vetores propostos o vetor gerado e no de correções propostas as correções resultantes de aplicações.

Através das senhas de autorização será permitido aos técnicos de nível superior o acesso a todas as opções de pesquisa do Método, via telas descritivas; aos técnicos de processamento de rotina será permitida, exclusivamente, a escolha de uma opção automática, especificada em uma tabela que contém combinações selecionadas de opções de pesquisa.

SEÇÃO II

CAPÍTULO 3 - SUB-MÓDULO MÉTODO DO VETOR

As opções de processamento do Método do Vetor Regional são:

- . exclusão de estações da região nas pesquisas
- . inclusão de novas estações na região das pesquisas
- . homogeneização por totais: .
 - anuais
 - mensais por mês independente
 - mensais em sequência por ano civil
 - mensais em sequência por ano hidrológico
- . natureza dos dados:
 - com correção
 - sem correção
- . emissão de listagem das estações e dados mensais
- . emissão da tabela regional
- . emissão do diagrama de barra
- . quanto ao vetor:
 - geração do vetor
 - leitura de vetor gravado
 - utiliza vetor gerado em passo anterior
- . dupla acumulação:
 - com seleção de estações
 - sem seleção de estações
- . tabela de correções
- . procura de outro período de referência:
 - com seleção de estações
 - sem seleção de estações
- . procura outra moda do vetor

SEÇÃO II

CAPÍTULO 3 - SUB-MÓDULO MÉTODO DO VETOR

A Rotina Aplica Método é um procedimento mecânico com algoritmos e processamento desenvolvidos pelo responsável das pesquisas, em linguagem FORTRAN. Com base nas informações contidas no Arquivo de Parâmetros é aplicado o Método do Vetor Regional sobre os dados constantes no arquivo. Pode ser gerado um vetor nessa aplicação ou utilizado um vetor fornecido. A aplicação do método oferece os resultados das opções pedidas.

A Rotina Atualiza Dados é composta de procedimentos batch e só será acionada mediante autorização do técnico responsável. Nela são efetuadas atualizações no arquivo de correções do dados mensais e no arquivo de vetores.

SEÇÃO III - RECUPERAÇÕES DO MÓDULO

CAPÍTULO 1 - RELATÓRIOS

D N A F F * D O C E * S I H

METROS DE VEZES REGIONAL

RELACAO DOS HEXAGONOS ENCONTRADOS E ESTACOES PERTINENTES

HEXAGONO	ESTACAO	NOME DA ESTACAO	NUM DE MESES	ANO INICIAL	ANO FINAL	
01265	TOTAL DE ESTACOES					
01225	00144001	ILHA SAO JOAO DE FAROL	80	1970	1982	
	TOTAL DE ESTACOES	1	TOTAL DE MESES	80	NUMERO DE ESTACOES/ANO	6,6
	TOTAL ESTS. COM INFORM.	1	MEDIA DE MESES	80	MEDIA DE ESTACOES/ANO	6,6
	TOTAL ESTS. EM OPERACAO	1				
01228	00146000	TRACUATUA	102	1972	1981	
	00146001	BRAGANCA	197	1966	1982	(EXTINTA)
	00146002	NOVA MOCAJURA	78	1965	1972	(EXTINTA)
	00146007	BRAGANCA	0			
	00146009	VISEU	20	1980	1982	
	TOTAL DE ESTACOES	5	TOTAL DE MESES	387	NUMERO DE ESTACOES/ANO	32,2
	TOTAL ESTS. COM INFORM.	4	MEDIA DE MESES	96	MEDIA DE ESTACOES/ANO	8,0
	TOTAL ESTS. EM OPERACAO	3				
01231	00047003	CUPUCA	23	1981	1983	
	00048000	SOURF (ILHA DE MARAJO)	619	1929	1982	
	00048001	FAZENDA MATINADA (ILHA MARAJO)	0			
	00048002	CANARA	174	1971	1982	
	00048007	FAZENDA IAPERA	139	1971	1982	
	00048006	VIGIA	10	1982	1983	
	00148000	PORTO DE MINAS	0			(EXTINTA)
	00148003	SANTA ISABEL DO CABA	121	1972	1983	
	00148005	CACHOEIRA DO ARARI	380	1950	1982	
	00148006	SANTANA DO ARARI	178	1971	1982	
	00148007	CARAPARU (PORTO DE MINAS)	67	1966	1972	(EXTINTA)
	00148012	MOSQUEIRO	16	1982	1983	
	TOTAL DE ESTACOES	12	TOTAL DE MESES	1655	NUMERO DE ESTACOES/ANO	137,9
	TOTAL ESTS. COM INFORM.	10	MEDIA DE MESES	165	MEDIA DE ESTACOES/ANO	13,7
	TOTAL ESTS. EM OPERACAO	10				
01234	00049000	ANAJAS (ILHA DO MARAJO)	102	1968	1981	
	00049003	FAZENDA SAC SEBASTIAO	105	1973	1981	
	00150002	JUPATI	11	1979	1980	
	00150002	SAO MIGUEL DOS MACACOS	149	1970	1982	
	TOTAL DE ESTACOES	4	TOTAL DE MESES	367	NUMERO DE ESTACOES/ANO	30,5
	TOTAL ESTS. COM INFORM.	4	MEDIA DE MESES	91	MEDIA DE ESTACOES/ANO	7,6
	TOTAL ESTS. EM OPERACAO	4				
01237	00052000	SAO FRANCISCO (STO ANT DA CACH)	126	1972	1982	
	00150000	JAPILANDIA	25	1980	1982	
	TOTAL DE ESTACOES	2	TOTAL DE MESES	151	NUMERO DE ESTACOES/ANO	12,5
	TOTAL ESTS. COM INFORM.	2	MEDIA DE MESES	75	MEDIA DE ESTACOES/ANO	6,2
	TOTAL ESTS. EM OPERACAO	2				

METODO DO VETOR REGIONAL

HISTOGRAMA DE QTD. DE HEXAGONOS POR QTD. DE ESTACOES EM OPERACAO

QTD. DE ESTACOES EM OPERACAO	QTD. DE HEXAGONOS
0	925
1	25
2	15
3	13
4	7
5	2
6	1
7	2
8	1
10	2

D N A E F * D C C F * S I H

SERVIDOR DO VICE REGIONAL

HISTOGRAMA DE QTDE. DE HEXÁGONOS POR QTDE. DE ESTAGIOS

QTDE. DE ESTAGIOS COM INFORM. QTDE. DE HEXÁGONOS

0	925
1	24
2	17
3	10
4	7
5	3
6	1
7	3
8	1
10	1
13	1

29

21/08/84

MINISTERIO DAS MINAS E ENERGIA

PAG. - 1

DNAEE * DORE * SIH

METODO DO VETOR REGIONAL

HISTOGRAMA DE QTDE. DE HEXAGONS POR INTERVALO DE MESES

MESES		QIDE. DE HEXAGONS
0	A	100
100	A	200
200	A	300
300	A	400
400	A	500
500	A	600
600	A	700
700	A	800
800	A	900
900	A	1000
1000	A	1100
1100	A	1200
1200	A	1300
1300	A	1400
1400	A	1500
1500	A	1600
1600	A	1700

SETOR DE VEICULOS REGIONAL

HISTOGRAMA DE CIDADES DE HEXAGONOS POR INTERVALO DE ESTACONES/KM

ESTACONES/KM	CIDADE DE HEXAGONOS
0,0 A 0,5	930
0,5 A 1,0	1
1,0 A 1,5	3
1,5 A 2,0	2
2,0 A 2,5	2
2,5 A 3,0	1
3,0 A 3,5	4
3,5 A 4,0	1
4,0 A 4,5	2
4,5 A 5,0	9
5,0 A 5,5	1
5,5 A 6,0	2
6,0 A 6,5	3
6,5 A 7,0	2
7,0 A 7,5	4
7,5 A 8,0	2
8,0 A 8,5	2
8,5 A 9,0	0
9,0 A 9,5	1
9,5 A 10,0	0
10,0 A 10,5	2
10,5 A 11,0	1
11,0 A 11,5	0
11,5 A 12,0	0
12,0 A 12,5	0
12,5 A 13,0	0
13,0 A 13,5	0
13,5 A 14,0	3
14,0 A 14,5	1
14,5 A 15,0	1
15,0 A 15,5	0
15,5 A 16,0	1
16,0 A 16,5	0
16,5 A 17,0	2
17,0 A 17,5	1
17,5 A 18,0	0
18,0 A 18,5	0
18,5 A 19,0	0
19,0 A 19,5	1
19,5 A 20,0	1
20,0 A 20,5	0
20,5 A 21,0	0
21,0 A 21,5	0
21,5 A 22,0	0
22,0 A 22,5	0

MAE 1 CCRH
METCO DO VETOR REGIONAL
APLICAO A PLUVIOMETRIA
(UM VALOR POR ANO)

RELACAO DOS POSTOS PROCESSADOS

EDICAO EM 20/05/84

REGIAO - RACIA ALTO RIO DOCE

	CCDIGC	NOME	PERIODO
1	1942002	RCM JESUS DO GALHO	1942-1983
2	2042002	MANHUAEL	1942-1982
3	2042007	CAPTIVA(AMAZONITA)	1942-1957
4	2042008	RAUL SCAPES-MONTANTE	1942-1982
5	2042010	ABRE CAMPO	1942-1983
6	2042011	PIO CASCA	1944-1983
7	2043009	ACAIACA-JULIANTE	1942-1983
8	2043010	PIRANGA	1942-1983
9	2043011	FAZENDA PARAISO	1942-1983
10	2043014	PORTO FIRME	1942-1983
11	2143003	DESTEPPC DO MELO	1942-1983

32

METODO DO VETOR REGIONAL
CHUVAS EM MM.

MATRIZ DOS DADOS

EDICAO EM 20/05/84

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1942	1490.4*	1265.3	1485.2	1792.0	1607.2	-0.1	1587.4	1769.0	1720.4	1298.6	2127.2
2	1943	1509.5	1623.5	1427.8	1417.2	1495.3	-0.1	1609.4	1477.1	1675.9	1706.0	1429.9
3	1944	1164.5	1104.4	1127.8	1157.6	1122.5	566.9	1212.1	1257.6	1101.4	1412.2	1513.1
4	1945	1080.5	1289.5	1428.7	1749.7	1445.0*	1680.5*	1898.0	1923.4	1837.3	2046.9	1646.0
5	1946	661.3	1004.1	1005.6	928.9	696.3	885.7	1086.2	1215.2	1057.7	1234.2	1312.3
6	1947	1270.6	1024.4	1122.2	1074.1	1132.1	1018.6	1291.5	1745.8	1512.5	1590.2	1650.2
7	1948	1166.0	1218.3	1522.5	1184.4	1194.0	-0.1	1430.7	1702.6	1631.4	1622.3	1192.7*
8	1949	1221.6	1242.1	1395.6	1497.2	1595.0	-0.1	1663.4	1432.9*	1654.4	1551.5	1691.9
9	1950	849.0	1057.7	1274.7	1179.9	1279.8	-0.1	1329.7	-0.1	1266.4	1564.1	1624.2
10	1951	865.8*	1198.4	974.8	865.6	1058.7	-0.1	1247.3	-0.1	1472.6	1460.9	1587.4
11	1952	1555.5*	1685.8	1825.8	2082.2	1775.5	-0.1	1870.8	-0.1	2277.6	1889.0	2284.1
12	1953	925.1*	1187.6	955.7	1201.2	1021.4	1264.9*	1451.5*	-0.1	1457.4	1323.9	1539.4
13	1954	654.1*	782.2	1041.1	858.5	-0.1	889.0	742.2	874.2*	895.7	879.2	890.8
14	1955	740.1	852.8	1117.5	1078.6	-0.1	1010.1	1235.8	1040.2	1617.5	1425.4	1142.3
15	1956	1039.0*	1191.1	860.6	1118.2	-0.1	1127.9	1254.1	1084.6*	1224.7	1147.2	1386.9
16	1957	1090.0	1410.1	1276.5	1454.9	-0.1	1572.6*	1674.9	1328.7	1800.0*	1564.9	1713.3
17	1958	1026.4	1224.2	-0.1	1095.3	-0.1	1072.0	1280.4	1227.5*	1236.1*	1433.7*	1498.4
18	1959	796.1*	868.9*	-0.1	889.9	-0.1	792.2	1120.6	1059.9	1222.1	1221.2	1021.2
19	1960	1151.8	1452.2	-0.1	1252.1	1348.6	1422.1	1472.4	1257.2	1330.6*	1453.5	1756.1
20	1961	808.6	1224.3	-0.1	946.7	810.2	1125.5	1086.2	1194.7	1000.3*	1293.7	1550.0
21	1962	1531.2	1700.4	-0.1	1707.5	1433.9*	1750.2	1610.7	1656.3*	1584.2	1822.2	2012.6*
22	1962	354.2	296.7*	-0.1	261.8	221.7	367.7	584.8	500.6*	482.7*	659.2	892.0
23	1964	1446.1	1450.5	-0.1	1577.6	1639.7	1599.2	2232.9	1483.1	2040.9*	2237.6	1684.5
24	1965	1226.7	1266.9	-0.1	1476.7	1285.5*	1410.7	1550.0	1499.6	1445.2	1825.4	2023.6
25	1966	745.5	1035.8	-0.1	1203.5	1312.2	1259.2	1448.2	1411.7	1522.5	1552.2	971.4
26	1967	1072.2*	1276.3	-0.1	1121.8	912.8	1070.1*	1296.2	1276.0	1320.6	1602.7	1371.4
27	1968	1358.2	1260.8	-0.1	1073.6	1405.4	1177.1	1110.5	1003.9	1240.7	1376.2	972.0
28	1969	979.2	1370.7	-0.1	1184.2	1124.4	1140.4	1105.8	1284.5	1369.7	1277.3	1638.9
29	1970	1241.5*	1322.9*	-0.1	1115.6	1055.9*	1173.2	1390.0	1079.6	1178.6	1119.1*	1455.1
30	1971	842.2	1262.1*	-0.1	1145.6	1289.9*	1391.5	1222.3	1168.2*	1214.0	1164.0*	1392.6*
31	1972	971.9	1271.9*	-0.1	1282.4	1498.5	1308.9	1532.5	1660.5	1437.7	1323.1*	1651.4
32	1973	1155.50	1450.0*	-0.1	1147.5	1242.4	1101.8	1289.6	1227.7	1406.0	1197.5	1767.8
33	1974	831.9	967.0*	-0.1	1196.9	860.7	1139.8	1205.5	939.8*	1215.3	1047.4	1342.1
34	1975	862.9*	1242.6	-0.1	922.6	1070.9*	1156.4	1475.6	1283.9	1353.0	1326.2	1328.3
35	1976	1218.8*	1168.2	-0.1	1259.5	1334.3	1524.5	1562.4	1470.2	1586.1	1250.8	1554.2
36	1977	942.9	1242.4	-0.1	962.6	1022.6	956.1	1026.1	1060.5	1011.8	1060.5	1258.0
37	1978	1122.0	1407.4	-0.1	1022.2	1215.2	1222.2	1275.6	1379.2	1321.3	1227.9	1603.8
38	1979	1725.0	2072.1	-0.1	1628.7*	1858.9	1976.7	1923.5	1936.9	2103.2	1810.9	2022.8
39	1980	947.7	1172.6	-0.1	1205.3	1076.0	1302.2	1305.2	1347.1	1273.1	1123.0	1451.8
40	1981	1338.6	1698.0	-0.1	1294.7	1380.6	1147.4	1478.8	1430.1	1257.3	1372.1	2110.2
41	1982	1023.7	891.4	-0.1	1069.7	1055.5	1121.7	1659.3	1568.1	1690.7	1236.2	1765.7
42	1983	1522.3	-0.1	-0.1	1670.8	1856.1	1686.8	1996.6	2007.5	2050.5	2124.3	2138.1

NUMERO DE DADOS PARA CADA POSTO

42 41 16 42 36 35 42 38 42 42 42

33

SEQUENCIA	MAX.	TESTES ANC	PARCIAIS MIN	ANC	TESTE FINAL
2	1.25220122	1976	0.86640888	1957	0.19209009
3	1.02645029	1955	0.97400273	1947	0.03120324
4	1.11803150	1979	0.97133040	1960	0.07306176
5	1.12032413	1960	0.99418795	1968	0.06281418
6	1.00712921	1973	0.99677712	1944	0.00517270
7	1.21002288	1964	0.99513537	1983	0.10677904
8	1.10870457	1973	0.93574148	1976	0.08618659
9	1.01022243	1952	0.99476612	1962	0.00771908
10	1.00499153	1952	0.99836516	1983	0.00320958
11	1.00214713	1952	0.99707985	1983	0.00303042
12	1.00241756	1950	0.99836701	1983	0.00202307
13	1.00220503	1950	0.99951434	1983	0.00139377
14	1.00224495	1950	1.00020504	1983	0.00101878
15	1.00221529	1950	1.00061893	1983	0.00079728

SEÇÃO III - RECUPERAÇÕES DO MÓDULO

CAPÍTULO 2 - GRÁFICOS

REGIAC - PACIA ALTO FIC DOCE

PERICCO 1942-1983

I	ANO	N.PCSTOS	VETOR	SCMA	DIF.	-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0
1	1942	10	1.41822	1.41822	-1.45549	*				
2	1943	10	1.28735	2.70561	-1.17210		*			
3	1944	11	1.01257	2.71818	-1.15554		*			
4	1945	11	1.49122	5.20939	-0.66832		*			
5	1946	11	0.86926	6.07865	-0.79507		*			
6	1947	11	1.00511	7.08376	-0.79396		*			
7	1948	10	1.09923	8.18308	-0.69463		*			
8	1949	10	1.13270	9.31578	-0.56194		*			
9	1950	9	1.07185	10.38762	-0.49009		*			
10	1951	9	0.96984	11.35746	-0.52026		*			
11	1952	9	1.49237	12.84582	-0.62789		*			
12	1953	10	0.54743	13.79725	-0.68047		*			
13	1954	10	0.62061	14.41785	-0.45887		*			
14	1955	10	0.58889	15.40673	-0.47095		*			
15	1956	10	0.59036	16.39708	-0.48063		*			
16	1957	10	1.13338	17.53044	-0.34727		*			
17	1958	9	1.00311	18.53354	-0.34417		*			
18	1959	9	0.69269	19.72623	-0.65148		*			
19	1960	10	1.15906	20.38527	-0.49244		*			
20	1961	10	0.56367	21.34854	-0.52877		*			
21	1962	10	1.23811	22.68704	-0.19067		*			
22	1963	10	0.22337	23.01041	-0.86730		*			
23	1964	10	1.41014	24.42053	-0.45718		*			
24	1965	10	1.18637	25.60689	-0.27082		*			
25	1966	10	1.11511	26.72598	-0.15173		*			
26	1967	10	1.02219	27.74817	-0.12954		*			
27	1968	10	1.00623	28.75449	-0.12323		*			
28	1969	10	1.09683	29.85130	-0.62641		*			
29	1970	10	0.57117	30.82246	-0.65525		*			
30	1971	10	0.54475	31.76720	-0.11051		*			
31	1972	10	1.16601	32.93320	0.65549		*			
32	1973	10	1.14926	34.08255	0.20484		*			
33	1974	10	0.77376	34.85629	-0.62142		*			
34	1975	10	0.59815	35.85443	-0.62328		*			
35	1976	10	1.16452	37.01533	0.14162		*			
36	1977	10	0.83528	37.85460	-0.62311		*			
37	1978	10	1.07589	38.93448	0.65677		*			
38	1979	10	1.70182	40.63629	0.75858		*			
39	1980	10	1.03141	41.66769	0.78998		*			
40	1981	10	1.15986	42.82755	0.54983		*			
41	1982	10	0.97274	42.80127	0.52356		*			
42	1983	9	1.53595	45.33720	1.45549		*			
I	ANO	N.PCSTOS	VETOR	SCMA	DIF.	-2.0	-1.0	0.0	1.0	2.0

***VALOR MEDIO DO VETOR - 1.07946

MÉTODO DO VETOR REGIONAL
CHUVAS EM MM.

DIFERENÇA ACUMULADA COM O VETOR

EDICAO EM 20/09/84

POSTO NO 2

2042002

MANHUACU

REGIAO - BACIA ALTA FIC DOCE

N	ANO	CPS.	VALCR		EPSI	CGFR	SEPSI							
			CALC.	VALCR				-6.0	-4.0	-2.0	0.0	2.0	4.0	6.0
1	1942	1265.3	1771.7		-0.261	1.258	1.124	I	I	I	I	I	I	I
2	1943	1633.5	1608.3		0.016	0.985	1.140							
3	1944	1104.4	1264.9		-0.136	1.145	1.004							
4	1945	1289.5	1862.9		-0.293	1.341	0.711							
5	1946	1004.1	1085.9		-0.078	1.081	0.633							
6	1947	1024.4	1255.6		-0.204	1.226	0.429							
7	1948	1313.3	1273.3		-0.041	1.042	0.358							
8	1949	1242.1	1415.0		-0.053	1.054	0.335							
9	1950	1057.7	1239.0		-0.236	1.266	0.099							
10	1951	1198.4	1211.6		-0.011	1.011	0.088							
11	1952	1685.8	1864.3		-0.101	1.106	-0.012							
12	1953	1187.6	1182.6		0.003	0.997	-0.009							
13	1954	782.2	775.3		0.009	0.991	0.000							
14	1955	852.8	1235.4		-0.371	1.449	-0.371							
15	1956	1151.1	1237.2		-0.038	1.039	-0.408							
16	1957	1410.1	1415.9		-0.004	1.004	-0.413							
17	1958	1234.2	1252.1		-0.015	1.015	-0.428							
18	1959	868.9*	865.2		0.004	0.996	-0.424							
19	1960	1452.2	1447.9		0.003	0.997	-0.421							
20	1961	1234.3	1207.9		0.025	0.975	-0.396							
21	1962	1700.4	1671.6		0.017	0.983	-0.379							
22	1963	296.7*	404.0		-0.018	1.018	-0.397							
23	1964	1450.5	1761.6		-0.194	1.214	-0.591							
24	1965	1266.9	1482.1		-0.157	1.170	-0.748							
25	1966	1035.8	1258.0		-0.200	1.250	-1.048							
26	1967	1276.3	1277.0		-0.001	1.001	-1.048							
27	1968	1360.8	1257.2		0.079	0.924	-0.969							
28	1969	1370.7	1370.2		0.000	1.000	-0.969							
29	1970	1373.8*	1212.2		0.087	0.916	-0.882							
30	1971	1362.1*	1180.2		0.143	0.866	-0.738							
31	1972	1271.9*	1456.6		-0.136	1.145	-0.874							
32	1973	1450.0*	1425.8		0.010	0.990	-0.864							
33	1974	967.0*	966.6		0.000	1.000	-0.864							
34	1975	1243.6	1246.9		-0.003	1.003	-0.866							
35	1976	1168.2	1455.3		-0.220	1.246	-1.086							
36	1977	1243.4	1042.5		0.175	0.829	-0.911							
37	1978	1407.4	1349.0		0.042	0.959	-0.868							
38	1979	2072.1	2126.0		-0.026	1.026	-0.894							
39	1980	1173.6	1288.5		-0.073	1.098	-0.988							
40	1981	1698.0	1448.9		0.159	0.853	-0.829							
41	1982	891.4	1216.4		-0.311	1.365	-1.140							
N	ANO	CBS.	VALCR		EPSI	CGFR	SEPSI	-6.0	-4.0	-2.0	0.0	2.0	4.0	6.0
								I	I	I	I	I	I	

MODA PRINCIPAL DA SERIE OBSERVADA

VALCR MEDIO NO PERIODO DE OBSERVACOES

1942-1982

41 ANOS

OBSERVADO

1249.2 MM

VALCR MEDIO ESTIMACAO NO PERIODO DO VETOR

1942-1983

42 ANOS

INDICE PROVISORIO DE QUALIDADE/DURACAO

7

CALCULADO

1234.6 MM

1348.5 MM

37

SEÇÃO III - RECUPERAÇÕES DO MÓDULO

CAPÍTULO 3 - TELAS

```

      <<<<  METODO DO VETOR REGIONAL  >>>>
<01> - REGIAO SOLICITADA -      0
<02> - PERIODO DE ESTUDO:
      <2.1> ANO INICIAL -      0
      <2.2> ANO FINAL   -      0
<03> - HOMOGENEIZACAO POR:
      <3.1> TOTAIS ANUAIS ('DEFAULT') ..... <  >
      <3.2> TOTAIS MENSAIS POR MES INDEPENDENTE .... <  > => <  0  >
      <3.3> TOTAIS MENSAIS EM SEQUENCIA ..... <  >
      <3.4> DISTRIBUICOES ANUAIS ..... <  >
      <<<<
      <<<<

```

< > < > < >

 $\pi \approx$

^ ^ ^ ^ ^ ^ ^ ^

[illegible][illegible][illegible][illegible] $\langle \rangle \langle \rangle \langle \rangle$

40

[illegible]

4.

<><><> METODO DO VETOR REGIONAL <><><>
 => INFORME OS CODIGOS DE ESTACOES QUE DESEJA INCLUIR:
 < 0 > * < 0 > * < 0 > * < 0 > * < 0 >
 < 0 > * < 0 > * < 0 > * < 0 > * < 0 >
 <><><> <><><>


```

      <<<<>  METODO DO VETOR REGIONAL  <<<<>
<00> - EMITE LISTAGEM DAS ESTACOES DA REGIAO SELECIONADA ..... <  >
<01> - GERA VETOR REGIONAL ..... <  >
<02> - GERA E GRAVA VETOR REGIONAL ..... <  >
<03> - DUPLA ACUMULACAO COM BASE EM VETOR JA EXISTENTE:
      <3.1> UTILIZAR TABELA DE CORRECOES ..... <  >
      <3.2> CONSIDERAR TODAS AS ESTACOES DA REGIAO ..... <  >
      <3.3> CONSIDERAR UMA SELECAO DE ESTACOES ..... <  >
      <3.4> PROCURA DE OUTROS PERIODOS DE REFERENCIA ..... <  >
<04> - NATUREZA DOS DADOS:
      <4.1> COM CORRECAO DE DADOS ..... <  >
      <4.2> SEM CORRECAO DE DADOS ..... <  >
      <<<<>
      <<<<>

```


==> SELECIONE AS ESTACOES A SEREM CONSIDERADAS PARA OUTRO PERIODO DE REFERENCIA:

45

```

<<<< METODO DO VETOR REGIONAL >>>>
=> INFORME O CODIGO DO VETOR A SER CONSIDERADO, FORMADO PELOS CAMPOS A SEGUIR:
<01> - NUMERO DA REGIAO (RRRR) ..... < 0 >
<02> - DIA EM QUE FOI GERADO O VETOR (DD) ..... < 0 >
<03> - MES EM QUE FOI GERADO O VETOR (MM) ..... < 0 >
<04> - ANO EM QUE FOI GERADO O VETOR (AA) ..... < 0 >
<05> - NUMERO SERIAL DO VETOR (NN) ..... < 0 >
<<<<
<<<<

```

=====
=> ☐☐☐☐ METODO DO VETOR REGIONAL ☐☐☐☐
INFORME OS COEFICIENTES DISCRIMINADORES DE DESVIOS:
 <01> - COEFICIENTE INICIAL (MINIMO 14, DEFAULT 16) < 0 >
 <02> - COEFICIENTE FINAL (MAXIMO 22, DEFAULT 16) < 0 >
 <03> - INCREMENTO (DEFAULT 0) < 0 >
 ☐☐☐☐ ☐☐☐☐

<><>< METODO DO VETOR REGIONAL <><><

=> INFORME OS PARAMETROS PARA PROCESSAMENTO:

(A T E N C A O: SOMENTE INFORME ESTES PARAMETROS QUANDO
FOR ESTRITAMENTE NECESSARIO)

<01> - NUMERO MAXIMO DE ITERACOES < 0 >

<02> - CRITERIO DE CONVERGENCIA (0001 -> 0010) ... < 0 >

<><><

<><><

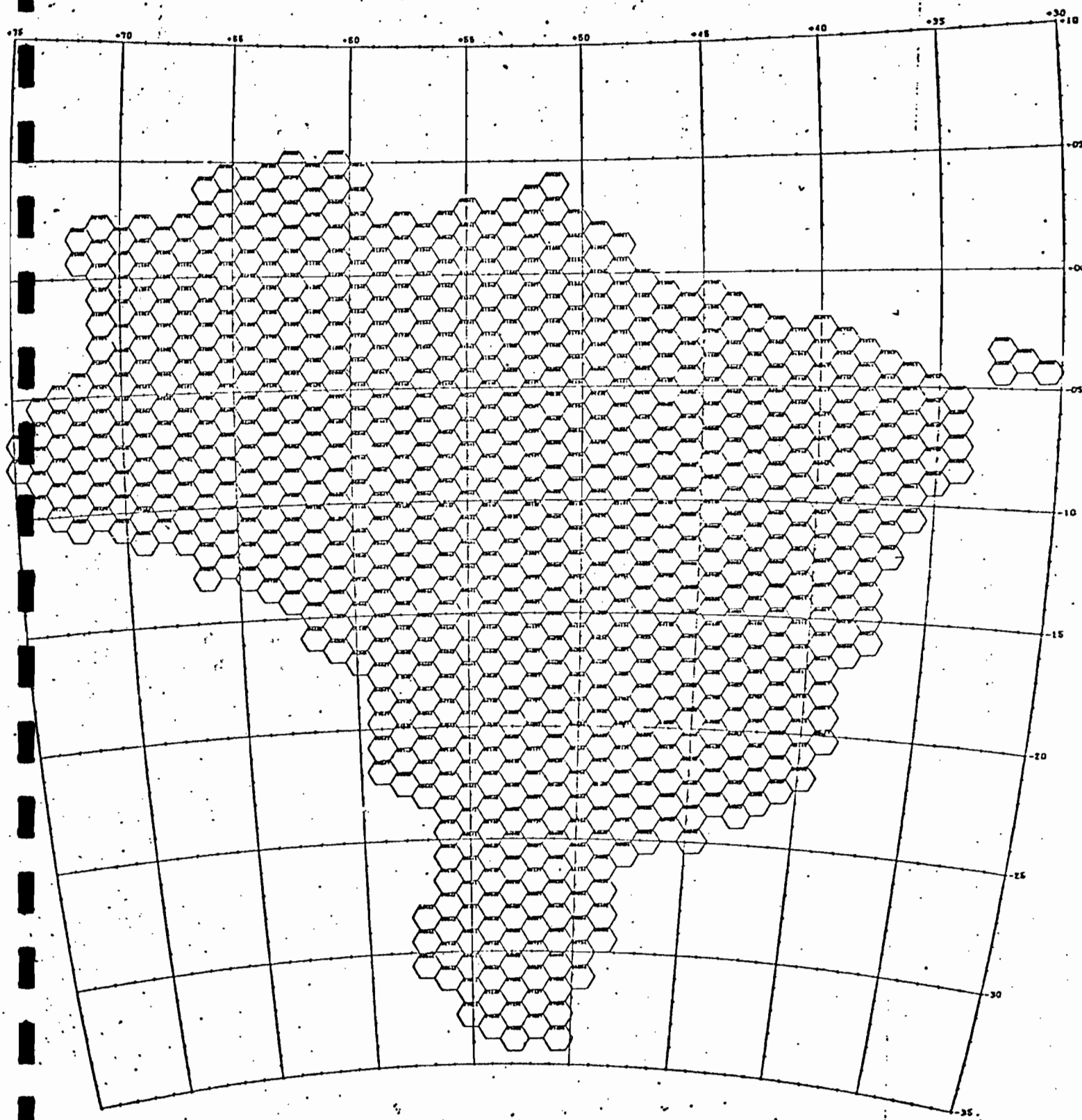
<><><> METODO DO VETOR REGIONAL <><><>
*** ATUALIZACAO DO BANCO DE REGIOES ***
COD. OPERACAO: < > NUM DA REGIAO: < 0 >
<R> RETIRADA
<I> INCLUSAO
<A> ALTERACAO
<V> VISUALIZA
<F> ENCERRA

<><><>

<><><>

SEÇÃO III - RECUPERAÇÕES DO MÉTODO

CAPÍTULO 4 - MAPAS PLOTADOS



ESCALA = 1:10.000.000

SEÇÃO IV - ARQUIVOS DO MÓDULO

- INVENTÁRIO

Banco de Dados, de uso geral do SIH, do qual utilizaremos os campos:

Código da Estação - CA
Nome da Estação - NE
Latitude - LT
Longitude - LG
Hemisfério - HM
Código das Regiões - RH (1-5)

- DADOS MENSAIS

Arquivo sequencial que contém os dados mensais brutos, isto é, sem ter sofrido consistência, das estações inventariadas pelo SIH, do qual utilizaremos os dados:

Código da Estação
Ano Observado
Totais Mensais (1-12)
Total Anual

- CORREÇÕES

Arquivo de acesso direto que contém as correções dos dados mensais brutos. Seus registros são de tamanho variável e contém:

Código da Estação
Total de correções do Registro
Correções (1-200) com as seguintes informações:
Ano Corrigido
Mês Inicial das Correções
Quantidade de Meses Corrigidos
Tipo da Correção
Valor

SEÇÃO IV - ARQUIVOS DO MÓDULO

- VETORES

Arquivo de acesso direto que contém os vetores gerados pelo Sistema. Seus registros são de tamanho variável e contém:

- Região do Vetor
- Tipo do Vetor (Anual ou Mensal)
- Data de Geração do Vetor
- Nome do Vetor
- Período (Ano Inicial - Ano Final)
- Índices do Vetor
- Iterações Completas
- Iterações Atingidas
- Quantidade de Anos ou Meses por Estação
- Quantidade de Estações
- Nomes das Estações
- Valores dos Anos ou Meses

- REGIÕES SELECIONADAS

Arquivo de acesso direto que contém as regiões selecionadas para pesquisa. Seus registros são de tamanho variável e possuem:

- Código da Região
- Total de Estações da Região
- Código e Nome das Estações

SEÇÃO IV - ARQUIVOS DO MÓDULO

- DADOS MENSAIS SELECIONADOS

Arquivo de acesso direto com os totais mensais das estações selecionadas para pesquisa. Seus registros são de tamanho variável e possuem:

Código da Estação

Total de Anos Observados

Observações (1-80) com as seguintes informações:

Ano da Observação

Totais Mensais (1-12)

Total Anual

- VETORES SELECIONADOS

Arquivo de acesso direto que contém os vetores correspondentes as regiões selecionadas para pesquisa. Seus registros são idênticos aos do arquivo de vetores.

- CORREÇÕES SELECIONADAS

Arquivo de acesso direto que as correções correspondentes as estações selecionadas para pesquisa. Seus registros são idênticos aos do arquivo de correções.

SEÇÃO IV - ARQUIVOS DO MÓDULO

- PARÂMETROS

Arquivo que contém os parâmetros de processamento para a execução do sub-módulo aplica método. Suas informações são:

- Código da Região
- Nome da Região
- Período de Homogeneização
- Natureza dos Dados
- Seleção de Estações
- Código das Estações
- Outro Período de Referência
- Código das Estações para outro Período
- Dupla Acumulação
- Parâmetros para Gravação
- Parâmetros para Outra Moda

- VETOR/CORREÇÕES GERADAS

Arquivo de acesso direto que contém os vetores e as correções geradas durante a aplicação do método. Seus registros possuem o mesmo formato dos registros de vetores e correções.

- VETORES/CORREÇÕES PROPOSTAS

Arquivo seqüencial que contém os vetores e as correções que serão efetivadas nos arquivos de vetores e correções.

Ministério das Minas e Energia - MME
Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE
Divisão de Controle de Recursos Hídricos - DCRH

Convênio DNAEE / CNPq / ORSTOM

ESTAÇÃO DE RECEPÇÃO ARGOS

B

MANUAL DE OPERAÇÃO

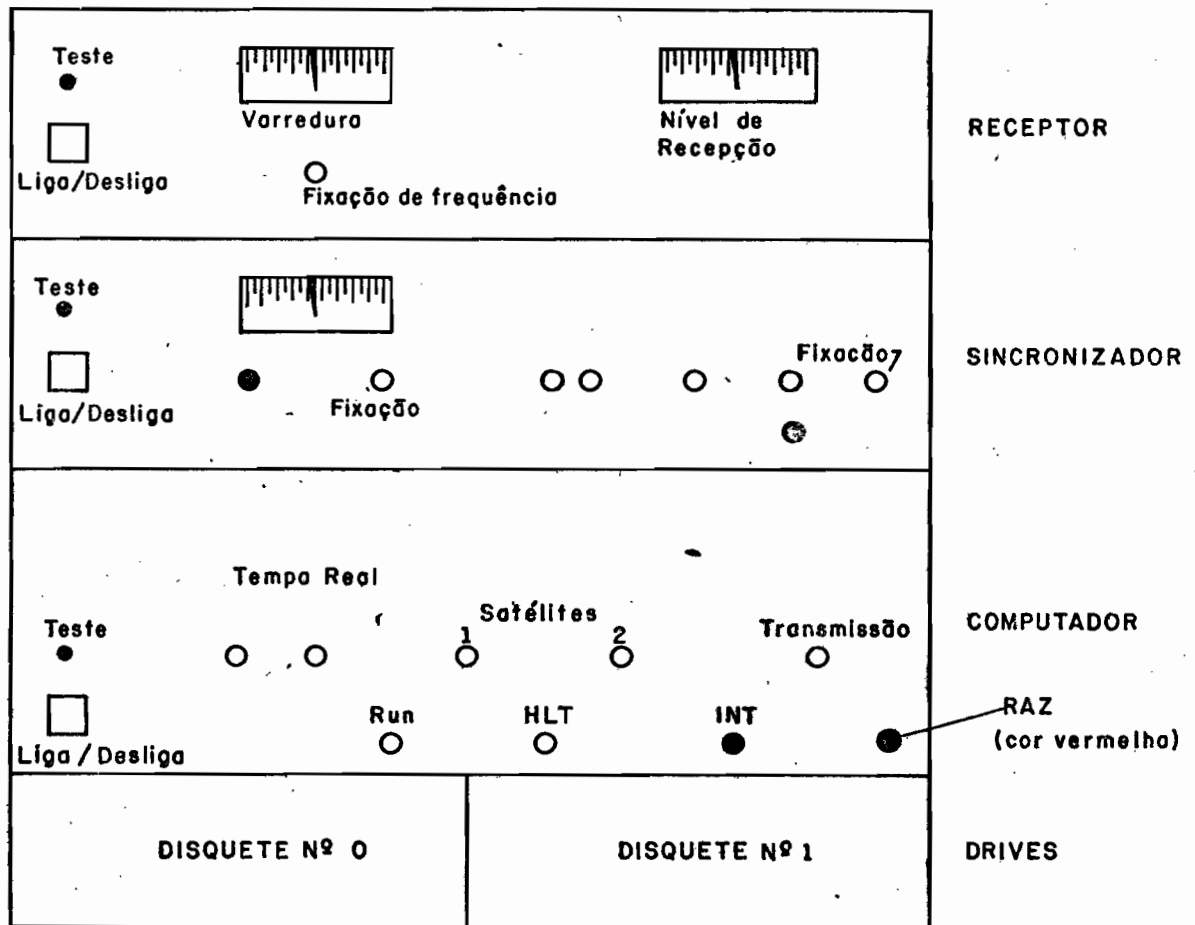
1. INICIALIZAÇÃO
2. VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO
3. MANUTENÇÃO

Jaques Calde
Consultor Permanente do ORSTOM

Léty José Claudino
Engenheiro Eletricista do DNAEE / CAEEB

VISTA FRONTAL

ESTAÇÃO DE RECEPÇÃO "ARGOS"

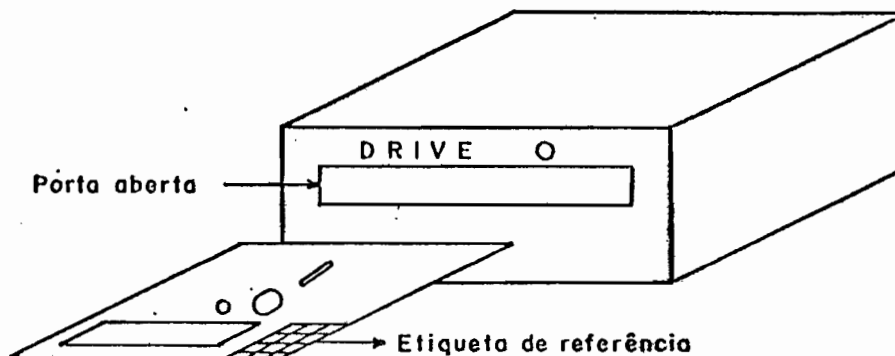


1. INICIALIZAÇÃO

1.1. OBSERVAR - tensão: 220V/60 Hz
"verificar ligação de terra"

1.2. ACIONAMENTO

- a) pressionar os três interruptores "LIGA/DESLIGA" e verificar o acionamento das lâmpadas vermelhas;
- b) pressionar eventualmente os interruptores "TESTE DOS LEDS" para verificar o funcionamento dos mesmos (apenas um dos leds do sincronizador não se acende);
- c) colocar os disquetes nos drives "0" e "1";



- d) verificar a oscilação do miliamperímetro "VARREDURA" para a direita e esquerda;
- e) os LEDS do sincronizador devem piscar;
- f) normalmente a impressora deve apresentar a seguinte mensagem:

PROJETO BACIA DO AMAZONAS

carregar os disquetes nos drives 0 e 1.

- g) caso contrário verificar se os leds POWER, DSR, LINE e CTS estão acesos. Se o led POWER está apagado verificar se o cabo de alimentação está bem instalado na impressora. Verificar o fusível da impressora. Se o led "LIN" está apagado pressionar a tecla "LINE / LOCAL" no teclado da impressora. Não se conseguindo coloca-la em funcionamento consultar o manual da impressora e se necessário ligar para a Digital Equipments, no Rio de Janeiro.

1.3. FORMATAÇÃO DOS DISQUETES

- a) Quando os disquetes não estão formatados (novos) é apresentada a seguinte mensagem:

```
ARQUIVO: FOSUIVIP001 ERRO No: 3608
ARQUIVO: FOSUIVIP001 ERRO No: 3608
ARQUIVO: FOSUIVIP001 ERRO No: 3608
```

formato DSK no drive no:0 realizado.

- b) se os disquetes já estão formatados ocorre a inicialização sem mensagem alguma;
- c) se a mensagem abaixo for apresentada, deve-se mudar o disquete:

```
carregar os disquetes nos drives 0 e 1.
ARQUIVO: FOSUIVIP001 ERRO No: 32792
DRIVE NAO PRONTO
```

1.4. INICIALIZAÇÃO DO SISTEMA

- a) quando a formatação está concluída tem-se a seguinte mensagem:

INICIALIZAÇÃO HORA GMT

DIA(1 a 366): 354

HORA(0 a 23): 11

MINUTO(0 a 59): 31

SEGUNDO(0 a 59): 20

onde o dia é contado a partir de 1º de janeiro e a hora e local.

- b) para cada pergunta a resposta deve ser seguida da tecla "RETURN"
- c) após a entrada dos dados de tempo surgirão outras mensagens que o operador deve responder como a seguir:

DEFINIÇÃO DOS CÓDIGOS DAS PLATAFORMAS LÍMITES

CÓDIGO DA PLATAFORMA INFERIOR (de 1 a 16383): 9600

CÓDIGO DA PLATAFORMA SUPERIOR (de 1 a 16383 e $\geq$ CÓDIGO INFERIOR): 965

DESEJA MODIFICAR OS VALORES DAS PLATAFORMAS (S/N) ? N

SELEÇÃO DOS TRATAMENTOS

TRANSMISSÃO AUTOMÁTICO (S/N) ? N

EDICAÇÃO TOTAL DAS MENSAGENS (S/N) ? S

EDICAÇÃO DAS MENSAGENS DE UMA PLATAFORMA (S/N) ? N

EDICAÇÃO DOS CÓDIGOS PLATAFORMAS + No. MENSAGENS (S/N) ? N

SUPRESSÃO DE TEXTOS EM TEMPO-REAL (S/N) ? N

SUPRESSÃO LISTA OPERADOR (S/N) ? S

TAREFA OPERADOR=

d) quando não há visibilidade da recepção para os satélites os leds "TEMPO REAL" do computador permanecem apagados. Os leds "SAT1" e "SAT2" se iluminam alternadamente durante 15 segundos.

e) Uma nova inicialização pode ser feita quando:

- houver falha de energia elétrica
- pressionando o interruptor à extrema direita, na parte inferior do computador, de cor vermelha (denominado RAZ no desenho).

Em caso de interrupção temporária na energia elétrica há uma nova inicialização automática com parâmetros geralmente aleatórios.

1.5. PASSAGEM DE UM SATÉLITE

Quando um satélite é visível para a estação de recepção:

a) RECEPTOR

- O ponteiro do miliamperímetro "VARREDURA" permanece imóvel;
- O led "FIXAÇÃO" se ilumina;
- O ponteiro do miliamperímetro "NÍVEL DE RECEPÇÃO" pode tender ligeiramente para a direita.

b) SINCRONIZADOR

- Os dois leds "FIXAÇÃO" se iluminam

c) COMPUTADOR

- O led amarelo "TEMPO REAL" se ilumina;
- Só um dos leds "SATÉLITE" fica iluminado durante a passagem (indica o satélite visível).
- Quando o satélite desaparecer os leds e miliamperímetros do receptor e sincronizador voltam a funcionar como anteriormente citado, mais o computador fica em "TEMPO REAL" durante mais 3 minutos, e a impressora apresenta os dados recebidos durante a passagem.

DISQUETE No : 0

SATELITE No: 2

PASSAGEM No :106

COMEÇO PASSAGEM

DIA = 319
HORA = 6
MINUTO = 28
SEGUNDO = 32

FIM PASSAGEM

DIA = 319
HORA = 6
MINUTO = 42
SEGUNDO = 26

No MENSAGENS ARRANJADOS = 8
No MENSAGENS REFUSADOS = 0
No APEX 1 = 6507

FIM DE TEMPO-REAL

EDICAO TOTAL DAS MENSAGENS

PASSAGEM No: 106

SATELITE No: 2

COMEÇO DO PASSAGEM :

DIA	HORA	MINUTO	SEGUNDO
319	6	28	32

FIM DO PASSAGEM :

DIA	HORA	MINUTO	SEGUNDO
319	6	42	26

No. DOS MENSAGENS RECEBIDAS :

8

CODIGO NIVEL NIVEL D'AGUA
dBm

INDICATOR
DE ESTADOS

TOTAL DE ACOES DO
PLUVIO. BASCULANTE

9601	-13578	0312	0000	00
9602	-13092	0260	0000	00
9602	-12503	0260	0000	00
9620	-13424	0203	0000	00
9620	-13591	0203	0000	02
9620	-12861	0203	0000	00
9620	-13501	0203	0000	00
9620	-13936	0203	0000	00

CODIGO NIVEL No. CAPT
dBm

VALORES BRUTOS

7

ATENÇÃO: Durante a fase "TEMPO REAL" não é possível utilizar o teclado da impressora.

2. VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO

Deve-se verificar diariamente:

- a) impressora: alimentação dos formulários (retirar folhas já impressas).
- b) funcionamento geral dos leds e miliamperímetros

3. MANUTENÇÃO

3.1. IMPRESSORA

A avaria mais frequente provém da alimentação dos formulários contínuos para impressão. Geralmente ocorre problemas com o picote lateral que se desloca das garras do rolo da impressora, quando isto ocorrer, recolocar o papel.

- a) recolocar o papel na impressora;
- b) pressionar "DR" seguido de "RETURN" (DR=DIRECTORY).
Uma mensagem indicará a primeira e a última passagens gravadas no disquete:

TAREFA OPERADOR= DR

EDICAO DA ARQUIVO HISTORICO

No DA PRIMEIRA PASSAGEM :	0
DIA :	2
HORA :	8
MINUTO :	29
SEGUNDO :	21

No DA ULTIMA PASSAGEM :	75
DIA :	7
HORA :	8
MINUTO :	12
SEGUNDO :	22

No DAS PASSAGENS GRAVADAS. :	75
No DA ULTIMA PASSAGEM TRATADA :	75

- c) ver no relatório o número da última passagem registrada;
- d) Pressionar "ET" seguido de "RETURN" (ET-Edição Total)
- e) Entrar com o número de passagem subsequente no valor lido no item c seguido de "RETURN" e o número do drive "0" ou "1", a impressora dá a mensagem abaixo:

PASSAGEM No: 24

DRIVE No: 0

PASSAGEM No: 24

SATELITE No: 1

COMEÇO DO PASSAGEM :

DIA	HORA	MINUTO	SEGUNDO
4	3	54	2

FIM DO PASSAGEM :

DIA	HORA	MINUTO	SEGUNDO
4	4	8	4

No. DOS MENSAGENS RECEBIDAS : 16
 FORMATO DECIMAL, HEXADECIMAL OU GRAY: D, H, G ?

- f) pressionar "H" seguido de "RETURN" para saída Hexadecimal

EDICAO EM HEXADECIMAL

CODIGO	NIVEL dBm	NIVEL D'AGUA	INDICATOR DE ESTADOS	TOTAL DE ACOES DO PLUVIO. BASCULANTE
9601	-12004	0478	0000	00
9601	-12119	0478	0000	00
9601	-12260	0478	0000	00
9602	-11735	0306	0000	00
9602	-12029	0306	0000	00
9602	-12618	0306	0000	00
9602	-13130	0306	0000	00
9619	-11850	00D9	0000	00
9619	-11620	00D9	0000	00
9619	-12106	00D9	0000	00
9619	-12759	00D9	0000	00
9620	-13258	016B	0000	00
9620	-13028	016B	0000	00
9620	-12708	016B	0000	00
9620	-13117	016B	0000	00
9620	-13514	016B	0000	00

CODIGO NIVEL No. CAPT
dBm

VALORES BRUTOS

g) repetir esta operação até a última mensagem grava da no disquete. Se não há mensagem de uma balisa do Projeto Amazonas gravada no disquete haverá uma mensagem especial mostrada na impressora:

PASSAGEM No: 30
NENHUMA MENSAGEM RECEBIDA

3.1. COMPUTADOR

Todos os problemas são geralmente provocados pelos disquetes. Neste caso a impressora mostra uma mensagem de erro.

3.2. Se o erro indicado é:

7
9
536
792
1048
2072
2548
3608
3864
4120
16408 a solução é mudar o disquete

3.3. VERIFICAÇÃO DA HORA

Teclar "TU" seguido de "RETURN" a impressora mostra os dados de data e hora (TU=Tempo Universal)

TU

HORA GMT

DIA
8HORA
9MINUTO
26SEGUNDO
7

DESEJA MODIFICAR A HORA (S/N) ?

Responder sempre "S" e entrar os valores, modificados ou
 não.
 DIA(1 a 366): 8

HORA(0 a 23): 9

MINUTO(0 a 59): 27

3.4. TECLADO

SEGUNDO(0 a 59): 10

Quando uma solicitação é feita e não atendida esta de
 ve ser repetida até que se obtenha resposta evitando- se
 sempre que possível resetar (RAZ) o sistema.

M M E
D N A E E
D C R H

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA
DIVISÃO DE CONTROLE DE RECURSOS HÍDRICOS

**CURSO SOBRE TÉCNICAS DE
MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA
EM GRANDES RIOS**

17.263
R

FICHAS TÉCNICAS

— **Coordenação do Curso**

- Coordenador Geral
Dr. Benedito Eduardo Barbosa Pereira
Diretor da DCRH
- Coordenador Executivo
Dr. Gilbert Jacon
Consultor DNAEE/ORSTOM — França
- Secretário Executivo
Engº Kazimierz Josef Cudo
DNAEE/DCRH

— **Elaboração**

- Gilbert Jacon
Consultor DNAEE/ORSTOM/CNPq.

INTRODUÇÃO

As oito Fichas e Seis Anexos que compõem este documento foram preparados para o Curso sobre Técnicas de Medição de Descarga Líquida em Grandes Rios, realizado em Manaus de 04 a 09 de junho de 1984.

As Fichas contêm definições, noções teóricas e roteiros de cálculo, necessários para a compreensão e a boa execução das aulas práticas que deverão constituir a parte principal do Curso. Os Anexos fornecem os programas (para calculadora HP 15C) para o cálculo das medições.

Para maior informação, podem ser consultados os documentos seguintes:

- ECOBATÍMETRO:
RAYTHEON — Model DE 719 — PRECISION SURVEY FATHOMETER DEPTH
RECORDER
Operation and maintenance manual (existe uma tradução em Português
publicada por Hidrologia S.A.).
- Método dos Grandes Rios — Ver documentos publicados por Hidrologia S.A.
- Método do Barco em movimento:
Geological Survey — MEASUREMENT OF DISCHARGE BY THE MOVING — BOAT
METHOD — Book 3.
CH. A11
(existe uma tradução em Português feita pelo Engº Ruy Edy Iglesias da Silveira —
CPRM — SUREG-SP)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

FICHA 1 – Vazão: Definição, representação gráfica e símbolos utilizados

FICHA 2 – Medição de velocidade com molinete

FICHA 3 – Medição de profundidade – ecobatímetro

FICHA 4 – Posicionamento do barco com teodolitos

FICHA 5 – Posicionamento do barco com sextante

FICHA 6 – Medição com barco ancorado

FICHA 7 – Medição com barco não ancorado

FICHA 8 – Medição com barco em movimento

ANEXO 1 – Escolha das escalas gráficas

ANEXO 2 – Programa HP para posicionamento do barco com sextante em Manacapuru

ANEXO 3 – Programa HP para o cálculo de uma medição completa pelo método da meia seção

ANEXO 4 – Programa HP para o cálculo de uma medição pelo método dos “grandes rios”

ANEXO 5 – Programa HP para o cálculo de uma medição pelo método do barco em movimento.

"ERRATA"

NÚMERO	LOCALIZAÇÃO	ONDE SE LÊ	LEIA-SE
Verso 1	8ª linha	P	$\bar{P}$
Verso 6	7ª linha	0,2 pt - 0,4 pt - 0,8 pt	0,2 pt - 0,6 pt - 0,8 pt
	22ª linha	soltar	puxar
6A	7ª e 8ª linha	P_{tk}	$p_{tk} \times p$
Verso 6A	1ª linha	$q_k = \bar{V}_k \cdot p_{tk}$	$q_k = \bar{V}_k \times p_{tk}$
	2º desenho	PT_1, PT_2, etc	pt_1, pt_2, etc
Ficha 7	Desenho	V_{Lm} V_{Lb}	$\frac{v_{lm}}{v_{lb}}$
Verso Ficha 7	1ª linha	$\frac{V_F - V_I}{t_1}$	$\frac{V_F - V_I}{t_1}$
	26ª linha	(até 40). A preci são	(até 40), a precisão
Ficha 8	10ª linha	correspondente	corresponde
	sob o desenho 7ª linha	considerando a constante	considerando cons tante
Verso Ficha 8	legenda	$V_m = a N_1 + b$ $V_k = V_m \text{ sen. } \alpha$ $Q_m = \sum_1^n a_k V_k$	$v_m = a N_1 + b$ $v_k = v_m \text{ sen. } \alpha$ $Q_m = \sum_1^n a_k v_k$
	correções fi nais 2º item	de velocidade $K_v = 0,9$	de velocidade $K_v = 0,8$
Anexo 1	11ª linha	1/2, 5, 25, 250..	1/2, 5, 25, 250.
Anexo 2	sob o quadro 6ª linha	$82^{\circ}32'24'' = 82,3214$	$82^{\circ}32'24'' = 82,3224$
Verso Anexo 2	2ª coluna nº 53	45. 43., 3	45. 30., 3
	Exemplo tes te, 8ª linha	$\alpha 11 \times 31024'$	$\alpha 11 = 31024'$
	10ª linha	$\alpha F_1 = 36051'$	$\alpha F_1 = 36055'$

VAZÃO: DEFINIÇÃO, REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E SÍMBOLOS UTILIZADOS

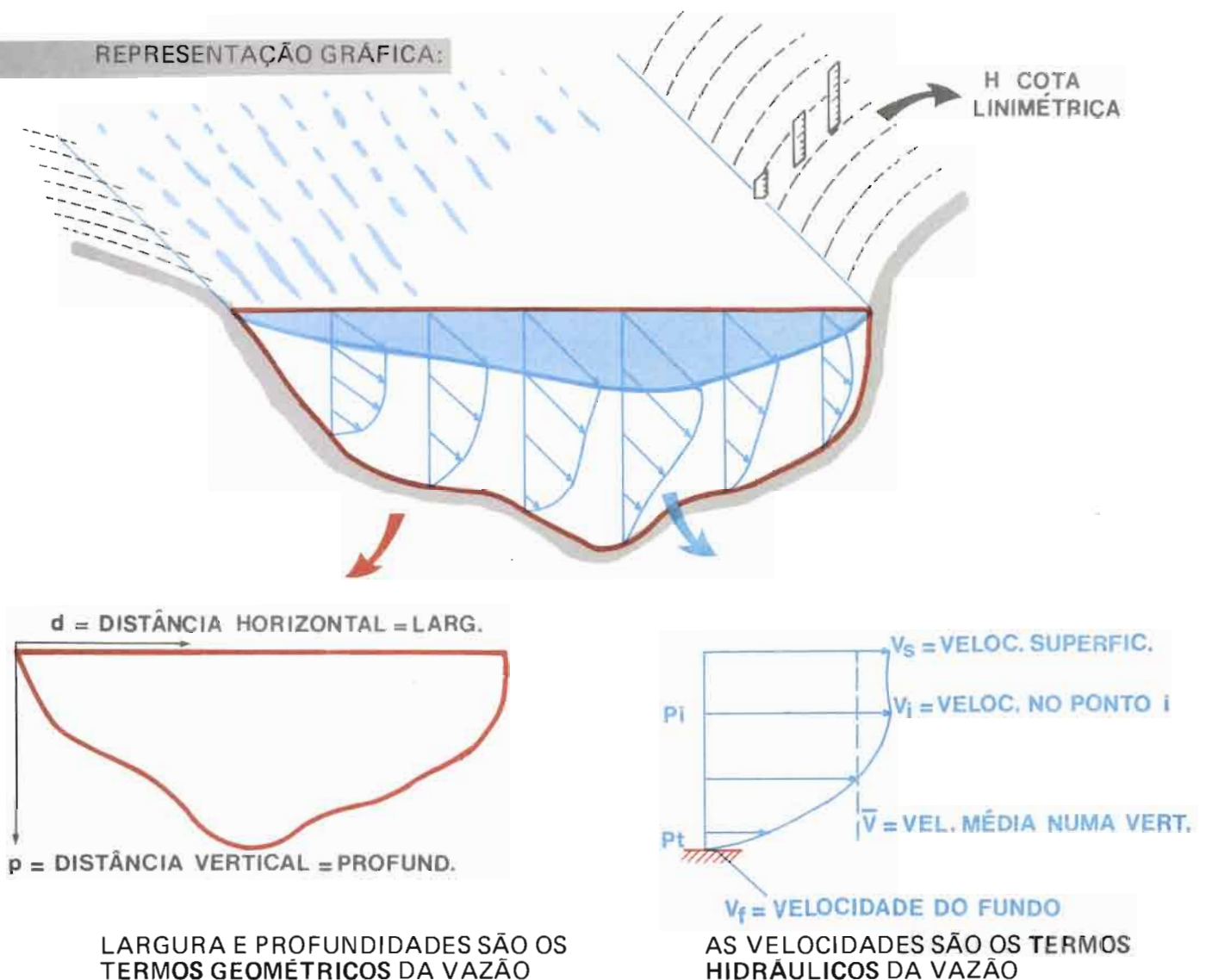
DEFINIÇÃO: A VAZÃO OU DESCARGA INSTANTÂNEA DE UM RIO É O VOLUME D'ÁGUA QUE PASSA ATRAVÉS DE UMA SEÇÃO TRANSVERSAL EM UM SEGUNDO.
EM HIDROMETRIA, ESSA VAZÃO É ASSOCIADA A UMA COTA LINIMÉTRICA "H".

RELAÇÃO BÁSICA:

$$Q = \bar{V} \cdot A$$

Q — vazão ou descarga líquida	m^3/s
$\bar{V}$ — velocidade média da água	m/s
A — área da seção molhada	m^2

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA:



SÍMBOLOS E NOTAÇÕES

– REFERENTES À SEÇÃO TRANSVERSAL TOTAL (LETRAS MAIÚSCULAS)

Q	vazão total	m ³ /s
H	cota linimétrica	cm
A	área da seção molhada	m ²
L	largura total entre as margens	m
D	distância PI-PF	m
$P = A/L$	profundidade média	m
P_M	profundidade máxima	m
$\bar{V} = Q/A$	velocidade média	m/s
V_M	velocidade máxima	m/s
$\bar{V}_S$	velocidade média superficial	m/s
PI	ponto inicial FIXO utilizado como origem das distâncias horizontais	
PF	ponto final FIXO, situado na margem oposta a PI	
A distância PI-PF é FIXA e determinada por Levantamento Topográfico.		
Os pontos PI e PF materializam no campo o local da seção de medição.		

– REFERENTES A UMA PARTE DA SEÇÃO TRANSVERSAL (LETRAS MINÚSCULAS)

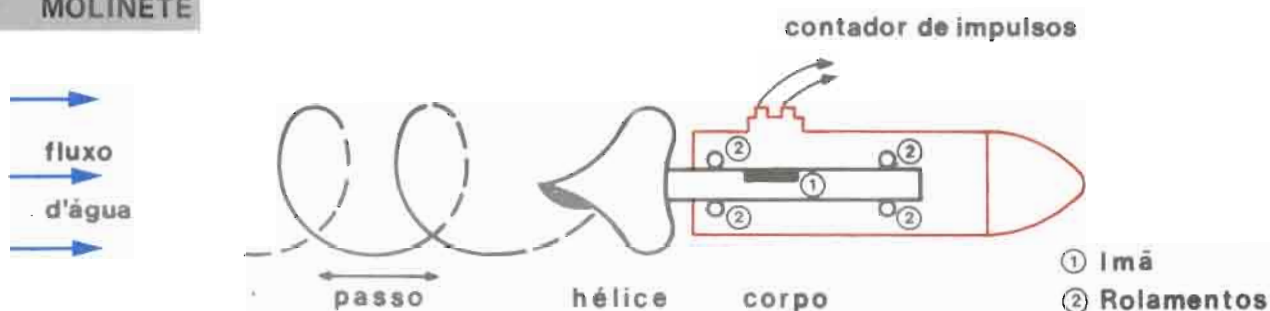
q	vazão UNITÁRIA	m ² /s
a	área entre 2 verticais	m ²
l	distância entre 2 verticais	m
d	distância da vertical ao PI	m
p	profundidade num ponto da vertical	m
p_t	profundidade total numa vertical	m
v_i	velocidade em um ponto da vertical	m/s
v_s	velocidade na superfície	m/s
v_f	velocidade no fundo	m/s
$\bar{v}_k$	velocidade média na vertical	m/s

– ÍNDICES

- Sendo **n** o número total de verticais na seção de medição, **k** refere-se a uma delas.
- Sendo **m** o número total de pontos na vertical **k**, **i** refere-se a um deles.

MEDIÇÃO DE VELOCIDADE COM MOLINETE

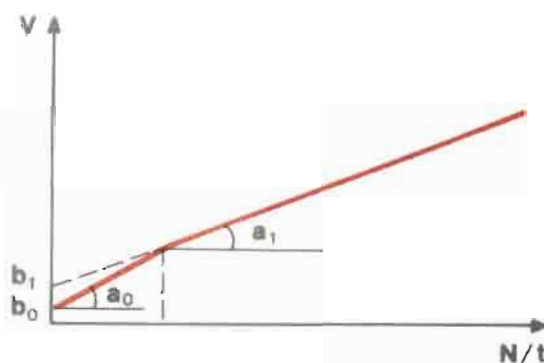
MOLINETE



A velocidade do fluxo d'água é LINEARMENTE proporcional ao número de rotações da hélice N

$$v = a \frac{N}{t} + b$$

a = passo da hélice
 b = inércia da hélice
 t = duração da medição (em segundos)



PASSOS TEÓRICOS EXISTENTES

0,125m — 8 Rotações por segundo se $v = 1$ m/s
 0,25m — 4 Rotações por segundo se $v = 1$ m/s
 0,50m — 2 Rotações por segundo se $v = 1$ m/s
 1,00m — 1 Rotação por segundo se $v = 1$ m/s

PASSO REAL — É sempre diferente do passo teórico
 (por exemplo 0,2588 no lugar de 0,25)
 — pode ser duplo ou triplo para uma mesma hélice
 (por exemplo 0,2488 para $\frac{N}{t} \leq 1,10$ e 0,2542 para $\frac{N}{t} > 1,10$)
 — É determinado num **CANAL DE AFERIÇÃO** assim como a constante b .
 — A aferição do molinete **DEVE** ser periodicamente **REALIZADA**.

CONTADOR DE IMPULSOS

VÁRIOS TIPOS { 1 CONTADOR COM SINALIZADOR SONORO
 2 CONTADOR MECÂNICO TOTALIZADOR
 3 CONTADOR ELETRÔNICO TOTALIZADOR

FREQUÊNCIA MÁXIMA DE CONTAGEM

TIPO DE CONTADOR	FREQUÊNCIA TEÓRICA EM IMPULSOS/SEG.	FREQUÊNCIA PRÁTICA EM IMPULSOS/SEG.
SONORO	1	0,5
MECÂNICO	10	5
ELETRÔNICO	20	10

Existem também CONTADORES ELETRÔNICOS DIGITAIS ANALÓGICOS que fornecem um valor da velocidade num instante determinado (cf. equipamento FICHA 8).

TEMPO

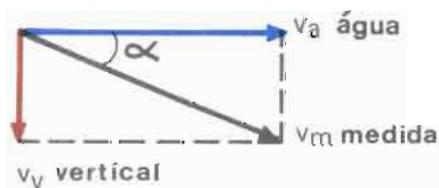
Medido com um cronômetro de precisão 1/10 segundo ou com a base de tempo de 50 até 100 segundos já incluído em vários tipos de contadores de impulsos. O tempo normal da medição varia em função da própria variabilidade temporal da velocidade.
em geral $t = 40$ seg. mas pode se elevar até 120 seg.

EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES

- suporte do corpo do molinete (Rabo) + rabete para estabilização e orientação no fluxo d'água.
- haste ou lastro de 30 até 120 kg.
- guincho manual ou elétrico com cabo de suspensão e condutor elétrico.

TIPOS DE MEDIÇÃO

- Com molinete fixo (a vau, ponte ou barco ancorado).
- Com molinete em movimento:
 - Na vertical MEDIÇÃO POR INTEGRAÇÃO VERTICAL



$$v_a = \sqrt{v_m^2 - v_v^2}$$

a velocidade vertical deve ser **CONSTANTE** e **PEQUENA** relativamente a v_a ($\alpha \leq 20^\circ$)

- NA horizontal
 - $\Rightarrow$ com barco não ancorado (movimento no sentido da corrente d'água (cf. FICHA 7).
 - $\Rightarrow$ com barco em movimento transversal constante (cf. FICHA 8).

ERROS FREQUENTES

- 1 — MOLINETE DESCALIBRADO.
- 2 — FÓRMULA DO MOLINETE ERRADA (ERRO DE PASSO).
- 3 — MOLINETE NÃO ESTABILIZADO (MOVIMENTOS VERTICAIS E/OU HORIZONTAIS) SEM CORREÇÃO.
- 4 — HÉLICE NÃO ADEQUADA À VELOCIDADE (frequência dos impulsos excessiva ou insuficiente).

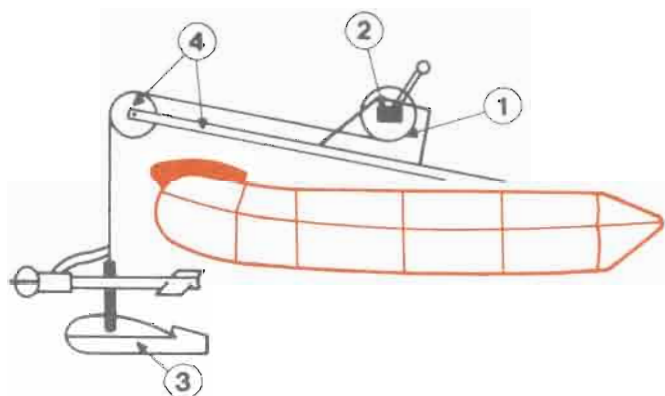
MEDICÃO DA PROFUNDIDADE

2 MÉTODOS

LASTRO SUSPENSO + GUINCHO

ECOBATÍMETRO

A – COM LASTRO E GUINCHO



- 1 guincho manual ou elétrico com cabo de aço galvanizado de ϕ 4mm
- 2 contador digital indicando a extensão do cabo desenrolado (precisão teórica de 1cm)
- 3 lastro de ferro ou chumbo de 30, 50 ou 100 kg
- 4 tábua ou lance metálico com polia e grampos de fixação

ERROS FREQUÊNTES:

- na contagem da extensão de cabo desenrolado

AFERIÇÃO PERIÓDICA INDISPENSÁVEL

- correção possível no campo utilizando um lastro mais pesado, ou um cabo de ϕ menor;
- correção da "profundidade medida" P_m quando $\alpha > 10^\circ$

ROTEIRO PARA CÁLCULO DA CORREÇÃO:

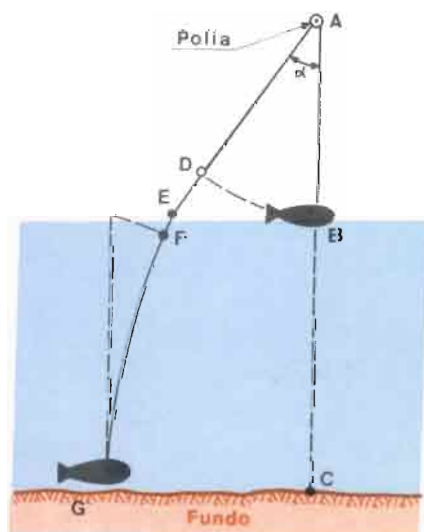
$$\Delta_1 = \mathbf{DE} = \text{excesso de comprimento do cabo no ar}$$
$$\Delta_2 = EF = \text{excesso de comprimento do cabo submerso}$$

$$\Delta_1 = AB \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right)$$

$$\Delta_2 = EG (1 - k)$$

$$EG = p_{tm} - AB - \Delta_1$$

(p_{tm} = prof. total medida)



$$p_t \text{ corr} = p_{tm} - \Delta_1 - \Delta_2$$

α°	K	$\frac{1}{\cos \alpha} - 1$	α°	K	$\frac{1}{\cos \alpha} - 1$
10	0,0050	0,015	26	0,0350	0,113
12	0,0072	0,022	28	0,0408	0,133
14	0,0098	0,031	30	0,0472	0,155
16	0,0128	0,040	32	0,0544	0,179
18	0,0164	0,051	34	0,0620	0,206
20	0,0204	0,064	36	0,0698	0,236
22	0,0248	0,079	38	0,0786	0,269
24	0,0296	0,095	40	0,0880	0,305

B – ECOBATÍMETRO

O Ecobatímetro é uma sonda refletora, operando com um feixe sônico de alta frequência (≈ 200 kHz). Um transdutor, fixado na lateral do barco, emite um feixe de ondas e recebe aquelas refletidas pelo fundo. O tempo de retorno permite calcular a profundidade, conhecendo a velocidade de propagação das ondas.

CARACTERÍSTICAS

- aparelho leve, portátil, de registro contínuo
- alimentação por bateria de 12 VCC (mínimo 36 Ah)
- 4 escalas de profundidade
 - 0 – 16,5m
 - 15 – 31,5m
 - 30 – 46,5m
 - 45 – 60m
- 4 velocidades do papel
 - 2,5 cm/min.
 - 5,0 cm/min.
 - 7,5 cm/min.
 - 10,0 cm/min.
- PRECISÃO: $\approx 0,5\%$ da profundidade
(10cm para $p_t = 20$ m)



CALIBRAÇÃO E AFERIÇÃO

- A calibração do Ecobatímetro deve ser feita antes de qualquer utilização, pelo fato que a velocidade de propagação das ondas varia na faixa 1.400 – 1.520 m/s com a temperatura e a salinidade da água. Usa-se para isso uma placa metálica imersa a várias profundidades conhecidas.
- A aferição posterior a medição deve ser feita pelo mesmo método para verificar a permanência da calibragem.
- A FALTA DE CALIBRAÇÃO DO ECOBATÍMETRO PODE INTRODUIR UM ERRO DE 20 A 25% NO VALOR DA PROFUNDIDADE.

Foto:
Ecograma da seção de medição de manacapuru
(Rio Solimões 7.12. 1983)



POSICIONAMENTO DO BARCO COM 2 TEODOLITOS

ROTEIRO PARA CÁLCULO DE:

d: distância do barco ao PI,
x,y: coordenadas do barco

DADOS CONHECIDOS

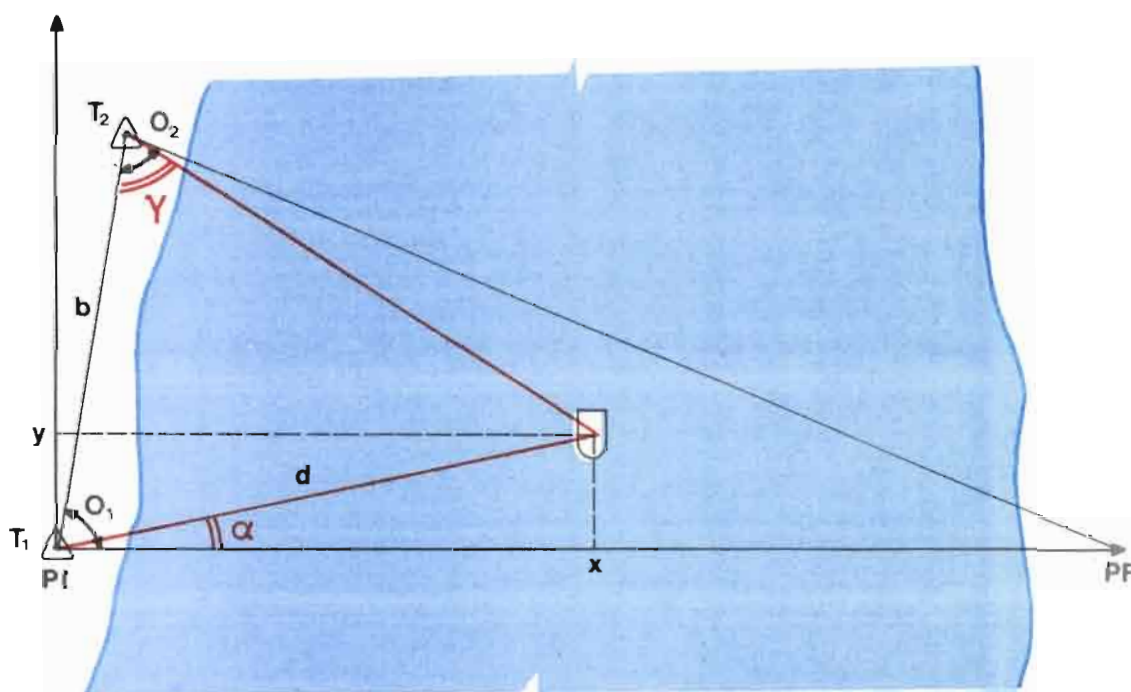
Antes da medição

Durante a medição

BASE: b = distância $T_1 T_2$ sendo geralmente T_1 localizado no PI

ÂNGULOS O_1 e O_2

ÂNGULOS α e γ medidos com os teodolitos



$$\frac{d}{\text{Sen } \gamma} = \frac{b}{\text{Sen } (180^\circ - \theta_1 - \gamma + \alpha)}$$

$$d = \frac{b \text{ Sen } \gamma}{\text{Sen } (\theta_1 + \gamma - \alpha)}$$

$$X = d \text{ Cos } \alpha$$

$$Y = d \text{ Sen } \alpha = x \cdot \text{Tg } \alpha$$

NOTAS: — A distância PI PF é determinada a partir da base b e dos ângulos O_1 e O_2

$$PI \text{ PF} = b \frac{\text{Sen } O_2}{\text{Sen } (O_1 + O_2)}$$

— A base b deve ter um comprimento suficiente. Recomenda-se $b \cong 1/3$ da distância PI.PF.

POSICIONAMENTO DO BARCO COM SEXTANTE

ROTEIRO PARA CÁLCULO DE:

d: Distância do Barco ao PI, localizado no ponto "O";

x,y: Coordenadas do Barco

DADOS CONHECIDOS

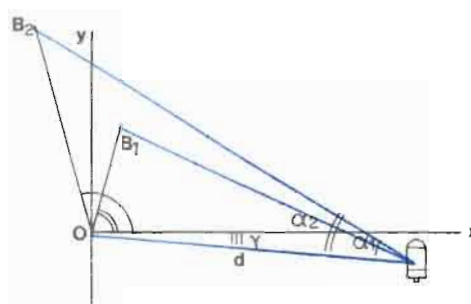
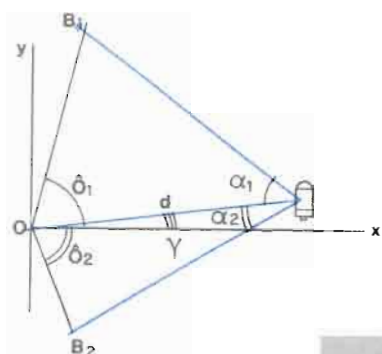
Antes da medição

BASES: $b_1 = \overline{OB_1}$; $b_2 = \overline{OB_2}$ ÂNGULOS $\hat{O}_1$ e $\hat{O}_2$

Durante a medição

ÂNGULOS α_1 e α_2 medidos

com sextante



$$b_1 \frac{\sin B_1}{\sin \alpha_1} = b_2 \frac{\sin B_2}{\sin \alpha_2} = d$$

CASO 1

$$\begin{aligned} O_1 - \gamma + B_1 + \alpha_1 &= 180^\circ \\ + (O_2 + \gamma + B_2 + \alpha_2 &= 180^\circ) \\ B_1 + B_2 &= \underbrace{360^\circ - (O_1 + O_2 + \alpha_1 + \alpha_2)}_{\theta} \end{aligned}$$

$$B_2 = \theta - B_1$$

$$b_1 \frac{\sin B_1}{\sin \alpha_1} = b_2 \frac{\sin (\theta - B_1)}{\sin \alpha_2}$$

$$\frac{\sin (\theta - B_1)}{\sin B_1} = \underbrace{\frac{b_1}{b_2} \times \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1}}_k$$

$$\frac{\sin \theta \cos B_1 - \sin B_1 \cos \theta}{\sin B_1} = k$$

$$\sin \theta \cotg B_1 - \cos \theta = k$$

$$\cotg B_1 = \frac{K + \cos \theta}{\sin \theta}$$

$$d = b_1 \frac{\sin B_1}{\sin \alpha_1}$$

$$\gamma = O_1 - (180^\circ - B_1 - \alpha_1) = O_1 + B_1 + \alpha_1 - 180^\circ$$

$$x = d \cos \gamma$$

$$y = d \sin \gamma = x \operatorname{tg} \gamma$$

CASO 2

$$\begin{aligned} O_1 + \gamma + B_1 + \alpha_1 &= 180^\circ \\ - (O_2 + \gamma + B_2 + \alpha_2 &= 180^\circ) \\ B_2 - B_1 &= \underbrace{O_1 + \alpha_1 - (O_2 + \alpha_2)}_{\Delta} \end{aligned}$$

$$B_2 = \Delta + B_1$$

$$b_1 \frac{\sin B_1}{\sin \alpha_1} = b_2 \frac{\sin (\Delta + B_1)}{\sin \alpha_2}$$

$$\frac{\sin (\Delta + B_1)}{\sin B_1} = \underbrace{\frac{b_1}{b_2} \times \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1}}_K$$

$$\frac{\sin \Delta \cos B_1 + \sin B_1 \cos \Delta}{\sin B_1} = k$$

$$\sin \Delta \cotg B_1 + \cos \Delta = K$$

$$\cotg B_1 = \frac{K - \cos \Delta}{\sin \Delta}$$

$$d = b_1 \frac{\sin B_1}{\sin \alpha_1}$$

$$\gamma = 180^\circ - (O_1 + B_1 + \alpha_1)$$

$$x = d \cos \gamma$$

$$y = d \sin \gamma = x \operatorname{tg} \gamma$$

MEDIÇÃO COM BARCO ANCORADO

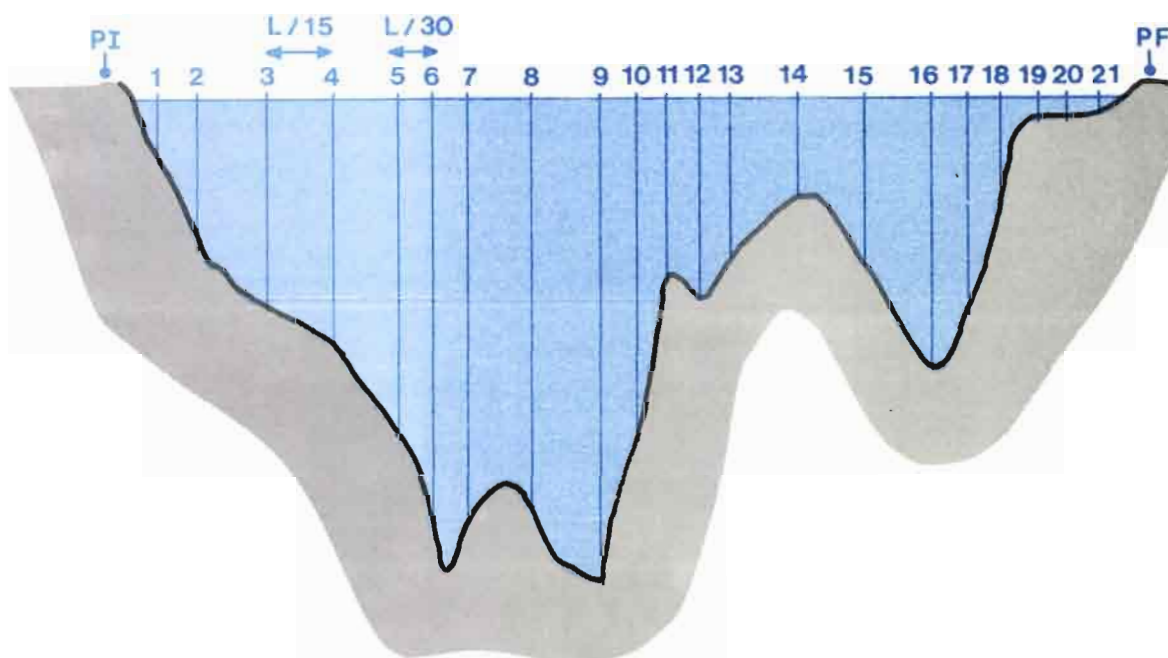
MÉTODO: O barco é ancorado sucessivamente a várias distâncias da margem na seção transversal PI-PF. A velocidade é medida em vários pontos da vertical ou por integração. As distâncias horizontais (margem) são determinadas, no caso de grandes rios, com teodolitos, a partir da margem ou com um sextante. As profundidades são medidas pelo comprimento do cabo desenrolado do guincho e com o ecobatímetro.

POSICIONAMENTO DAS VERTICAIS

- Número recomendado: 10 até 25 verticais dependendo do tamanho do rio.

FATOR PRINCIPAL DE REPARTIÇÃO = GEOMETRIA DA SEÇÃO TRANSVERSAL

- **REGRA PRÁTICA:** espaçamento = $1/15$ da LARGURA
 + uma vertical na proximidade de cada margem
 + verticais complementares se houver variações bruscas do perfil de fundo.



APLICAÇÃO A SEÇÃO DE MANACAPURU
 $L/15 \cong 220\text{m}$
 $L/30 \cong 110\text{m}$

- No caso dos grandes rios (caso do Solimões em Manacapuru)
 - Realizar o levantamento do perfil transversal com um ecobatímetro.
 - Aplicar a regra prática acima indicada.
 - Verificar o posicionamento do barco antes de soltar a âncora (usando-se o sextante).
- **RECOMENDAÇÕES**
 - 1 Ajustar o Alinhamento do Barco na seção PI-PF
 - 2 Posicionar as Verticais de Maneira Homogênea

NÚMERO DE PONTOS POR VERTICAL

- 1 – **MEDIÇÃO COMPLETA:** ao mínimo 6 pontos, igualmente distribuídos na vertical, sendo um perto da superfície e um perto do fundo. Para definir o valor da Razão $\frac{V}{V_{1m}}$ (necessária para o cálculo das medições com barco em movimento FICHA 8), recomenda-se a tomada sistemática da velocidade a 1m de profundidade.
- 2 – **MEDIÇÃO PELO MÉTODO DOS 3 PONTOS**
POSIÇÃO DOS PONTOS: $0,2p_t - 0,4p_t - 0,8p_t$
- 3 – **MEDIÇÃO INTEGRADA:** deve ser feita com um equipamento especial no guincho que permite regular a velocidade de deslocamento do molinete, tanto na descida (freio), como na subida.
A velocidade vertical do molinete deve ser **CONSTANTE** e lenta em relação à velocidade da água: de 5 a 20 cm/seg., para um tempo total de medição necessariamente superior a 100 segundos.

RECOMENDAÇÕES

- A maior dificuldade encontrada durante uma medição com barco ancorado, é de **ANCORAR** o barco na vertical desejada (visto a grande profundidade e a correnteza). Quando a ancoragem do barco é realizada, o tempo importa pouco, visto a lenta variação da cota linimétrica nos grandes rios. Em consequência aconselha-se fazer uma medição completa na descida do lastro (de 6 até 10 tomadas de velocidade) e uma medição integrada na subida do lastro (ou ao contrário, em função do equipamento utilizado).
- É indispensável anotar o ângulo de **ARRASTE** para cada ponto de medição (necessário para Correção de profundidade).
Aconselha-se verificar a profundidade total antes de soltar a âncora, comparando os valores do contador do guincho e do ecobatímetro.

VANTAGENS E INCONVENIENTES

A medição com barco ancorado permite conseguir uma boa precisão (erro relativo inferior a 10%) e ter um excelente conhecimento do rio. É geralmente possível localizar e corrigir os erros acidentais.

O maior inconveniente encontra-se na dificuldade e/ou impossibilidade de ancorar o barco em rios muito profundos ($p_t > 30m$) e no perigo dos materiais hidrotransportados (vegetação, madeira, etc.).

CÁLCULO DAS MEDIÇÕES COM BARCO ANCORADO

PARÂMETROS CALCULADOS : $Q, \bar{V}, A, \bar{P}, \bar{V}_s, \bar{V}/\bar{V}_s$

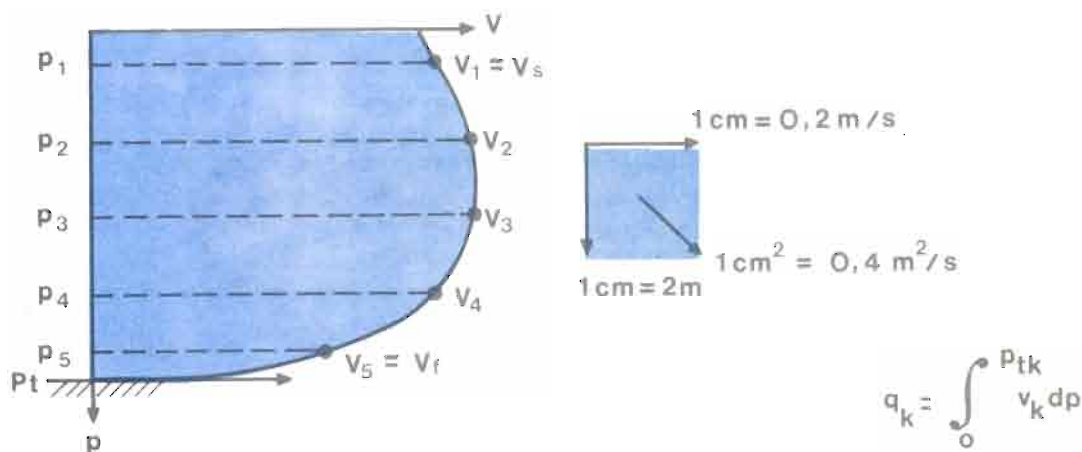
PROCESSOS

$$\begin{aligned}
 &1 - \text{GRÁFICO} \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{PARÁBOLAS} & Q = \int_0^L d\ell \int_0^{P_t} v dp \\ \text{ISÔTACAS*} & Q = \int_0^{V_M} dv \int_0^{\ell} p d\ell \end{array} \right. \\
 &2 - \text{ARITMÉTICO} \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{MEIA SEÇÃO} & Q = \sum_0^n \bar{v}_k \times p_{t_k} \times \frac{d_{k+1} - d_{k-1}}{2} \\ \text{SEÇÃO MÉDIA} & Q = \sum_0^n \frac{\bar{v}_k + \bar{v}_{k-1}}{2} \times \frac{p_{t_k} + p_{t_{k-1}}}{2} \times (d_k - d_{k-1}) \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

* não pode ser utilizada se a velocidade média for medida por integração vertical.

PARÁBOLAS

1ª etapa: traçado das parábolas de velocidade e cálculo da descarga unitária por planimetragem.

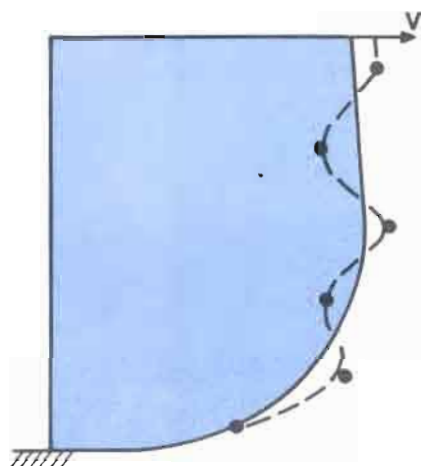


Para o traçado:

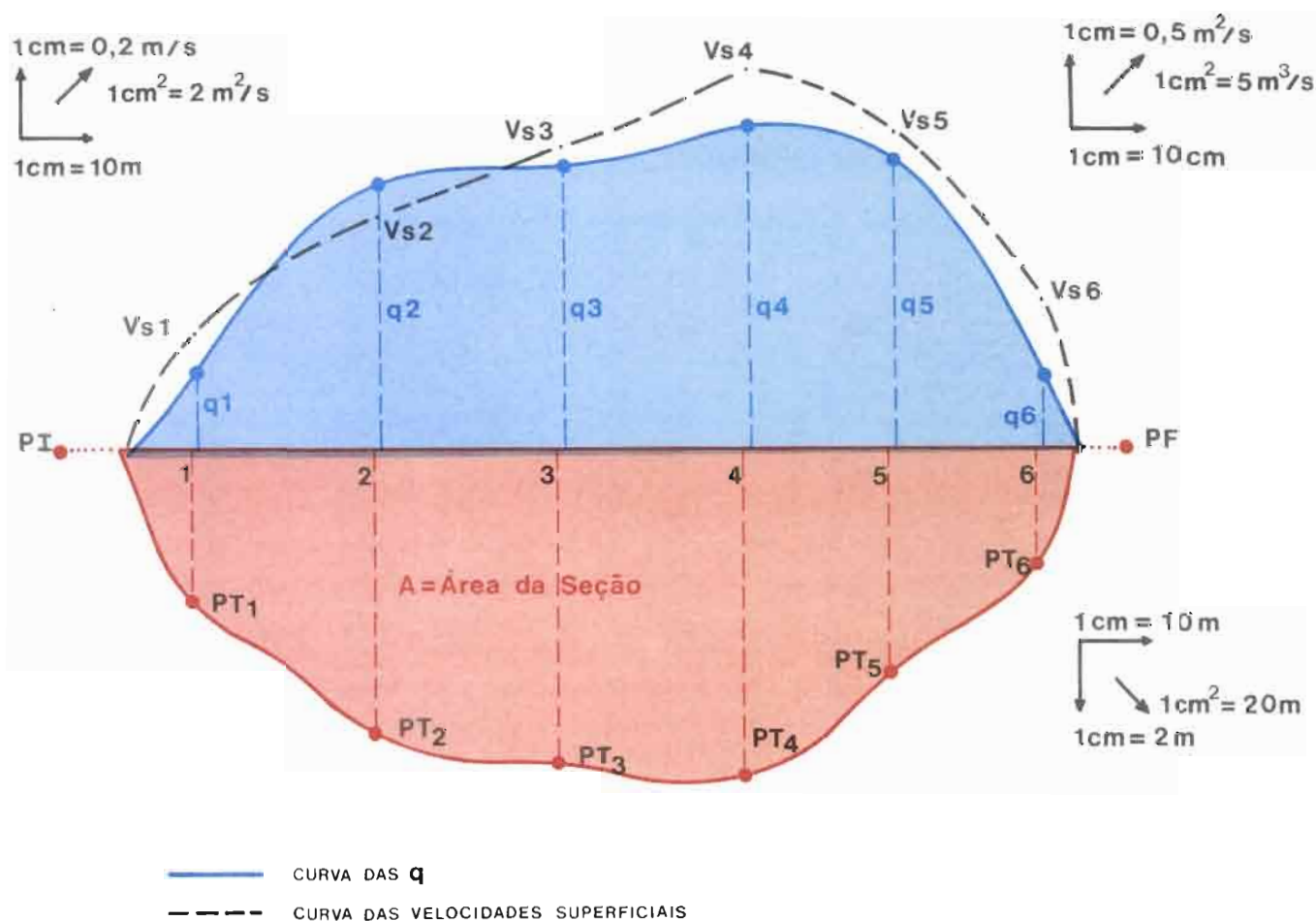
- a velocidade é nula no fundo ($p_i = p_t$), mas vai crescendo rapidamente.
- a velocidade superficial ($p = 0$) pode ser considerada quase igual à v_1 .
- se acontecer uma importante irregularidade nos valores das velocidades, aconselha-se traçar uma curva intermediária como indicado no gráfico seguinte (melhor precisão da planimetragem).

Essa 1ª etapa torna-se inútil no caso de uma medição por integração

$$q_k = \bar{V}_k * p_{tk}$$



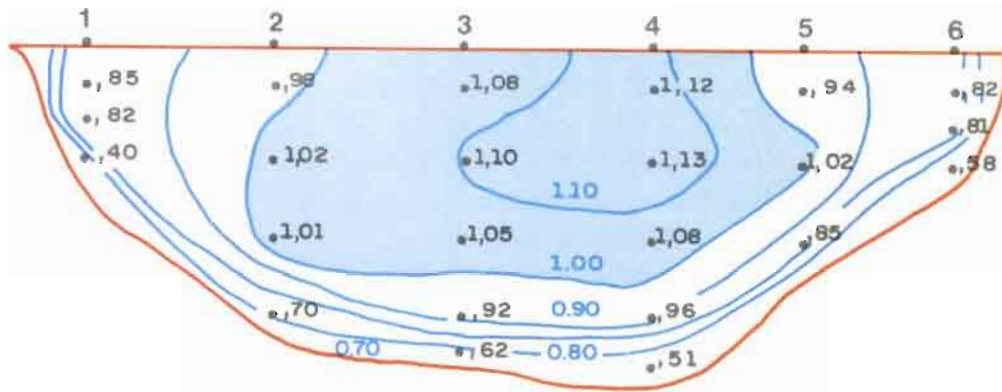
2ª etapa: traçado da curva das descargas unitárias e planimetragem



Aproveita-se geralmente o mesmo gráfico para traçar as curvas das profundidades totais (pt) e das velocidades superficiais, para calcular A e $\bar{V}_s$ após planimetragem.

ISÓTACAS

1ª etapa: traçado da seção transversal, plotagem dos pontos com a velocidade medida e traçado das isotacas (curvas de igual velocidade), usando o processo de interpolação linear.



Por meio da planimetragem calculam-se as áreas com velocidade superior ou igual a cada isotaca e estabelece-se a tabela seguinte:

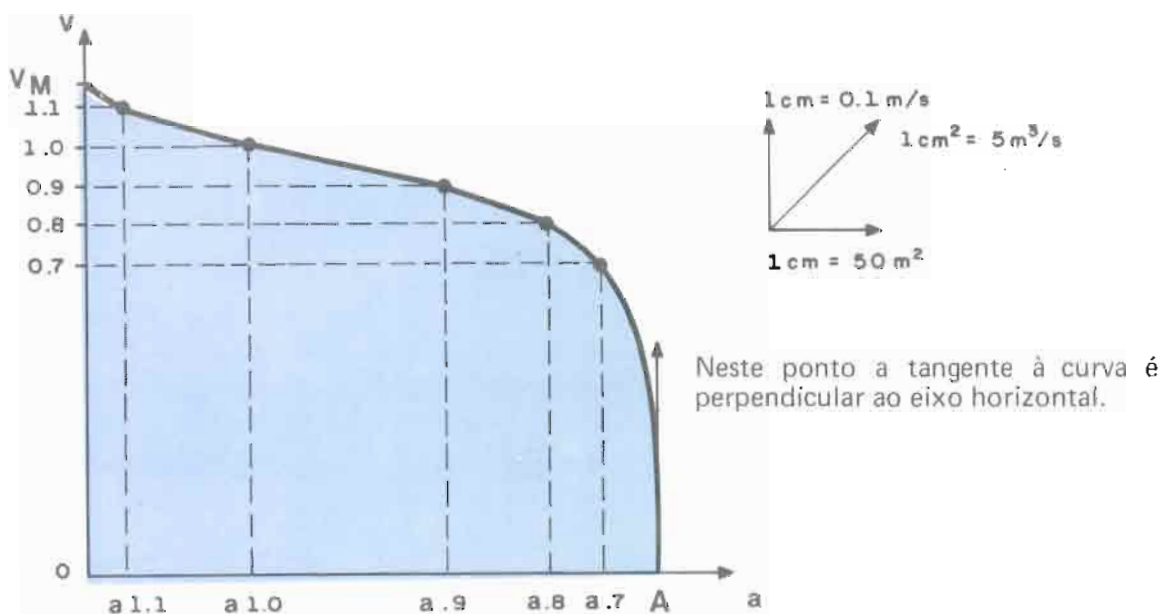
VELOCIDADE

>0,00 m/s
>0,70 m/s
>0,80 m/s
>0,90 m/s
>1,00 m/s
>1,10 m/s
>1,13 m/s = V_M

ÁREA

$A \text{ m}^2$ (área total)
 $a_{0,7} \text{ m}^2$
 $a_{0,8} \text{ m}^2$
 $a_{0,9} \text{ m}^2$
 $a_{1,0} \text{ m}^2$ (área colorida)
 $a_{1,1} \text{ m}^2$
 0 m^2 (zero)

2ª etapa. traçado da CURVA das áreas de igual ou maior velocidade

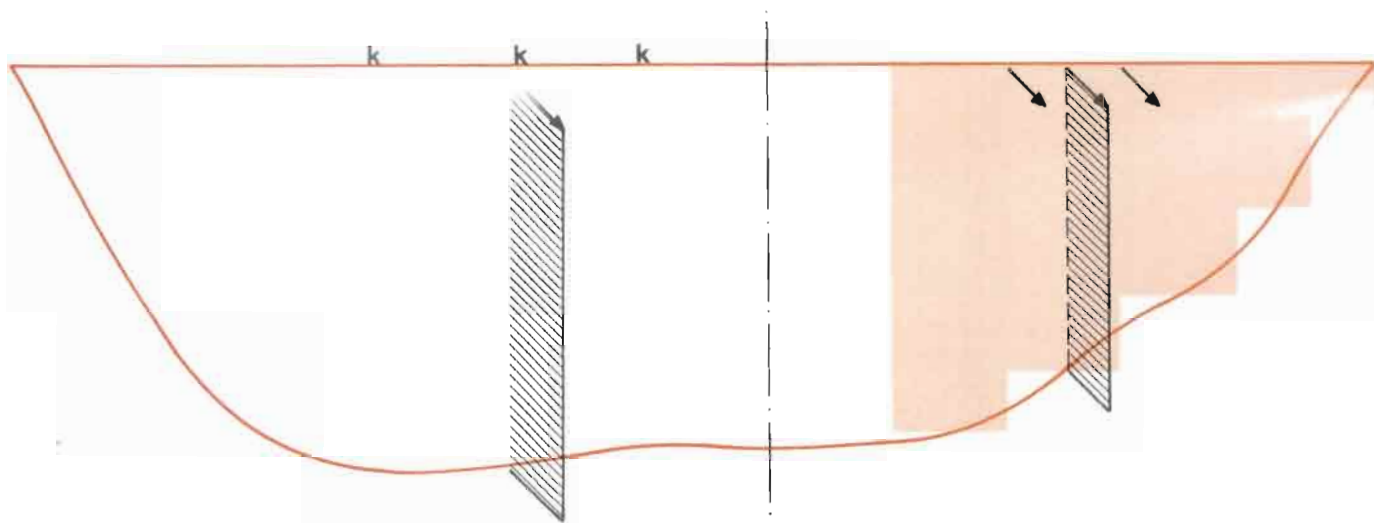


MÉTODO ARITMÉTICO

1ª etapa: Cálculo da velocidade Média $\bar{v}$

- m pontos $\bar{v}_k = \frac{p_1 v_1 + \sum_{i=1}^m \frac{v_i + v_{i-1}}{2} (p_i - p_{i-1}) + \frac{3}{4} v_m (p_{tk} - p_m)}{p_t}$
considerando que $v_s = v_1$ e $v_f = \frac{1}{2} v_n$
- 3 pontos 20%, 60%, 80% $\bar{v}_k = \frac{v_{20} + 2 v_{60} + v_{80}}{4}$
- 2 pontos 20%, 80% $\bar{v}_k = \frac{v_{20} + v_{80}}{2}$

2ª etapa: Cálculo de Q, A, $\bar{V}$



MEIA SEÇÃO

$$a_k = P_{t_k} \times \frac{(d_{k+1} - d_{k-1})}{2}$$

$$q_k = \bar{v}_k \times a_k$$

$$Q = \sum_{k=1}^n q_k$$

$$A = \sum_{k=1}^n a_k$$

SEÇÃO MÉDIA

$$a_j = \frac{P_{t_j} + P_{t_{j-1}}}{2} \times (d_j - d_{j-1})$$

$$q_j = \frac{\bar{v}_j + \bar{v}_{j-1}}{2} \times a_j$$

$$Q = \sum_{j=0}^n q_j$$

$$A = \sum_{j=0}^n a_j$$

$$\bar{V} = \frac{Q}{A}$$

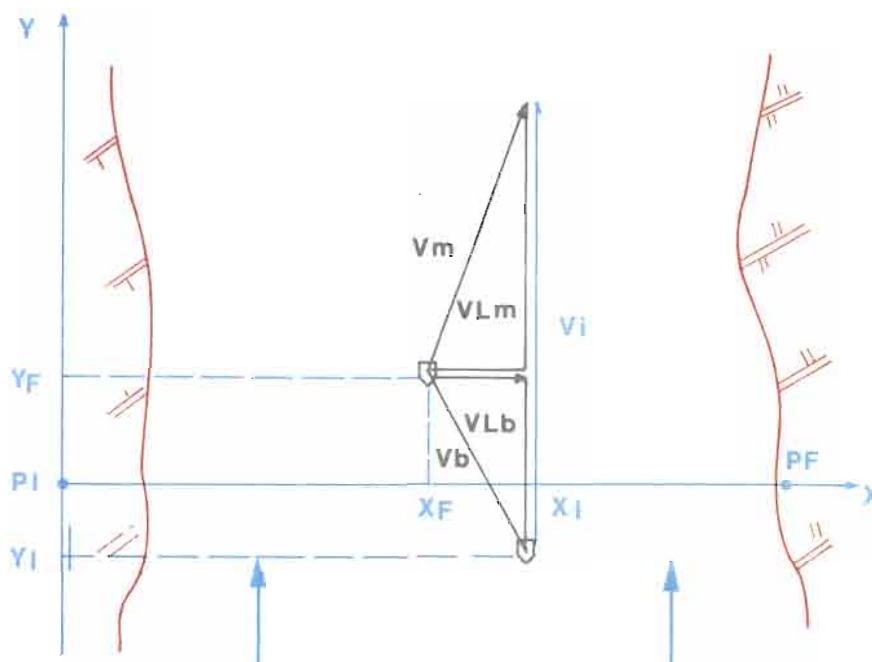
NOTA: Segundo estudo do USGS a partir de 213 medições foi constatado que o método da **MEIA SEÇÃO** é:

- um pouco mais preciso (0,6% mais próximo do valor exato).
- mais rápido em termos de computação.

MEDIÇÃO COM BARCO NÃO ANCORADO (MÉTODO DOS GRANDES RIOS)

- MÉTODO:**
- A medição é feita por verticais sucessivas sem estabilizar o barco para as tomadas de velocidade.
 - A velocidade média é geralmente calculada, usando-se o método dos 2 pontos, sendo a profundidade total (p_t) medida com o ecobatímetro.
 - A velocidade medida pelo molinete é a velocidade do Rio em relação ao barco. A velocidade do barco em relação à terra é calculada a partir da distância percorrida pelo barco durante a tomada de velocidade.
 - O posicionamento do barco é determinado, com 2 teodolitos, no início e no fim de cada tomada de velocidade (veja Ficha 4).

- CÁLCULO** – Velocidade Pontual – v_i



- | | |
|------------|---|
| PI PF | seção da medição |
| X_i, Y_i | coordenadas do barco no INÍCIO da tomada de velocidade |
| X_F, Y_F | coordenadas do barco no FIM da tomada de velocidade |
| v_i | velocidade do rio |
| v_m | velocidade medida pelo molinete, sendo v_{Lm} o seu componente longitudinal |
| v_b | velocidade do barco, sendo v_{Lb} o seu componente longitudinal |
| t_i | duração da tomada de velocidade |

$$v_{Lb} = \frac{Y_F - Y_I}{t_i}$$

$$v_{Lm} = \sqrt{v_m^2 - \left(\frac{X_F - X_I}{t_i}\right)^2}$$

$$v_i = v_{Lb} + v_{Lm}$$

– Velocidade Média na Vertical – $\bar{v}_k$

$$\text{Geralmente } \bar{v}_k = \frac{v_{20\%} + v_{80\%}}{2}$$

– distância da vertical ao PI – d_k

d_k = média aritmética das abscissas X_I , X_F .

$$\text{Geralmente } d_k = \frac{X_{I\ 20\%} + X_{F\ 20\%} + X_{I\ 80\%} + X_{F\ 80\%}}{4}$$

-- vazão . Q; área . A e velocidade média – $\bar{V}$

Calculados pelo método da meia seção (veja Ficha 6b)

- RECOMENDAÇÕES:**
- As tomadas de velocidade devem ser feitas nas proximidades da seção transversal. Para isso recomenda-se iniciar a medida um pouco a montante desta seção, deixando o barco ser arrastado pela corrente. O barco deve voltar à posição inicial para a medida do ponto seguinte.
 - Evitar qualquer mudança de direção ou aceleração do barco durante as tomadas de velocidade.
 - É fundamental que as leituras dos observadores de teodolitos coincidam exatamente com o INÍCIO E FIM de cada tomada de velocidade. O uso do rádio é quase indispensável.
 - A determinação da profundidade na “vertical” deve ser feita com cuidado, visto o permanente deslocamento do barco.

VANTAGENS E INCONVENIENTES

Este método de medição é bastante rápido (3 a 4 vezes que o método com barco ancorado). É mais seguro para os operadores e equipamentos (menor perigo de abalroamento por materiais hidrotransportados) mas, apesar do tempo menor, permite duplicar o número de “verticais” (até 40). A precisão é muito inferior (verticais indefinidas, profundidade imprecisa, velocidade do barco irregular, erros de leitura dos ângulos sem controle imediato possível).

Este tipo de medição deve ser feito com maior atenção porque as possibilidades de errar são numerosas.

MEDIÇÃO COM BARCO EM MOVIMENTO

Este método foi introduzido pelo Geological Survey nos anos 1960 e é conhecido como "MOVING-BOAT" ou "SMOOT" (nome de um dos autores do método).

MÉTODO

- O barco se desloca na seção transversal de maneira constante tanto em velocidade quanto em direção; a distância do percurso é definida com 2 bóias, ancoradas perto das margens.
- O molinete fixado na proa do barco e o ecobatímetro, funcionam de maneira contínua durante a travessia. A velocidade, a profundidade e o ângulo do molinete com a seção transversal, são medidos em 30 e até 40 verticais. A distância entre as verticais correspondente a um "número **CONSTANTE**" de passos de hélice do molinete (ou seja de impulsos registrados pelo contador). Essa distância teórica (ℓ) é escolhida pelo operador entre os cinco disponíveis na faixa (veja EQUIPAMENTOS).



- A velocidade é medida num único ponto da vertical, geralmente a 1m de profundidade. Essa velocidade (V_m) é a soma vetorial da velocidade (v) do Rio, normal à seção transversal e da velocidade de (V_b) do barco com as margens.

$$v = V_m \sin \alpha$$

- A distância (ℓ_b) percorrida pelo barco entre duas verticais é calculada a partir de ℓ , distância teórica, considerando a constante.

$$\ell_b = \ell \cos \alpha$$

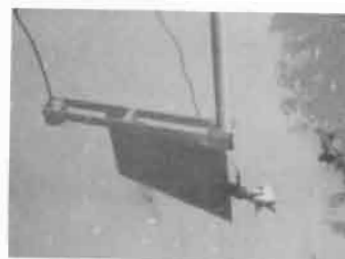
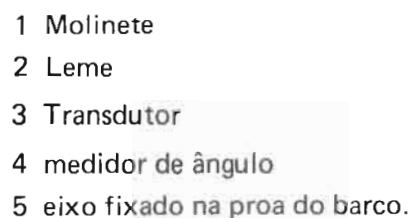
O método de medição com barco em movimento é:

- Completo no que se refere ao termo geométrico da vazão (seção molhada).
- Parcial no que se refere ao termo hidráulico da vazão (velocidade medida a 1m de profundidade, ou seja, somente na superfície).

EQUIPAMENTOS

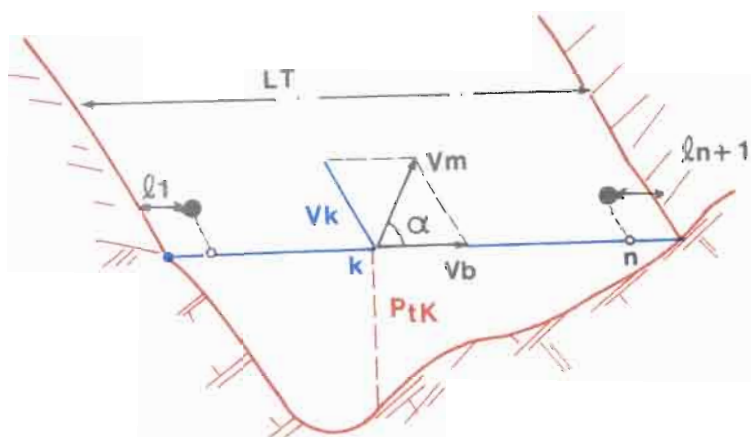
São utilizados os equipamentos específicos seguintes:

- um eixo vertical é fixado na proa do barco com um leme que orienta sempre o molinete na direção da corrente (foto 1). Um indicador de direção permite ler o valor do ângulo α .
- O molinete (passo teórico 0,125) gera 24 impulsos em cada revolução, recebidos por um contador que apresenta o valor instantâneo de impulsos por segundo (foto 2) e, por consequência, permite calcular a velocidade instantânea. O contador seleciona também as verticais de medição. Quando o número de impulsos totaliza o valor pré-escolhido (correspondendo à distância teórica ℓ) é gerado um sinal sonoro para alertar a equipe e um sinal elétrico que assinala uma marca no papel do ecobatímetro.



Faixa	nº de impulsos	distância em m *
1	1.024	5,3
2	2.048	10,7
3	4.096	21,3
4	8.192	42,7
5	16.384	85,3

CÁLCULO



1º de largura $K_L = \frac{L_T}{L_m}$

$$A = A_m \times K_L$$

$$Q = Q_m \times K_L \times K_v$$

$$V_m = a N_i + b$$

a, b, constante do molinete

N_i , impulsos por segundo

$$V_k = V_m \sin \alpha$$

$$\ell_k = \ell \cos \alpha$$

$$L_m = \ell_1 + \sum_2^n \ell_k + \ell_{n+1}$$

$$A_m = \sum_{k=1}^n \frac{l_k + l_{k+1}}{2} \times P_{tk}$$

$$Q_m = \sum_{k=1}^n a_k v_k$$

OBSERVAÇÕES PRÁTICAS

- 1 — A medição se inicia na primeira bóia. Nessa vertical 1, recomenda-se fazer uma tomada de velocidade e de profundidade assim como do ângulo α . Se não for possível, a velocidade será estimada a 3/4 daquela medida na vertical 2.
- 2 — A distância (ℓ_n) entre a penúltima vertical e a segunda bóia não corresponde em geral a uma distância teórica ℓ inteira, mas somente a uma fração desta. Quando o barco passa na frente da 2ª bóia, o operador dá uma ordem de fim de medição: velocidade, profundidade e ângulo são levantados e a marca registrada neste instante no papel do ecobatímetro permite avaliar o valor da fração.
- 3 — Uma medição completa consta de 6 até 10 travessias sucessivas, sendo cada vez alternada a origem da medição e por consequência as distâncias ℓ_1 e $\ell_n + 1$.
- 4 — É geralmente difícil, nos grandes rios, definir uma seção transversal **RIGOROSAMENTE**, perpendicular à direção da corrente d'água. Isso implica numa diferença entre os valores da vazão medida na ida (de uma margem a outra), e na volta. O valor da vazão final será a média aritmética de 6 valores (3 na ida e 3 na volta), sendo eliminados os resultados extremos.

RECOMENDAÇÕES — Aferição periódica do molinete e do contador de impulsos.

- O ângulo α deve ficar o mais constante possível entre 2 verticais e não sair da faixa $35^\circ - 55^\circ$.
- O número de verticais recomendado pelos autores do método (30 a 40) parece suficiente quando as condições de operação são boas. Um número superior só pode melhorar a precisão: maior o número de verticais, mais a medição se aproxima de um processo integrado.
- O uso de uma calculadora programável reduz muito o tempo de cálculo (veja anexo 5). O cálculo pode (deveria?) ser feito no barco durante a medição.

VANTAGENS E INCONVENIENTES

O método é rápido, seguro e não exige nenhum equipamento nas margens (ponto muito importante quando as margens são alagadas).

O maior inconveniente reside na baixa precisão dos valores medidos.

ESCOLHA DAS ESCALAS GRÁFICAS

A escala escolhida para representar num gráfico uma grandeza qualquer deve permitir uma plotagem rápida e segura. Alguns valores de escalas respondem a este critério, alguns outros ao contrário se tornam quase impraticáveis.

DEFINIÇÃO: escala 1/100 significa que uma unidade no gráfico (por exemplo 1cm) representa 100 unidades reais (no caso 100cm).

ESCALAS

ÚTEIS $\left\{ \begin{array}{l} 1/1, 10, 100, 1000 \dots \text{BASE} \\ 1/2, 20, 200, 2000 \dots \\ 1/5, 50, 500 \dots \end{array} \right.$

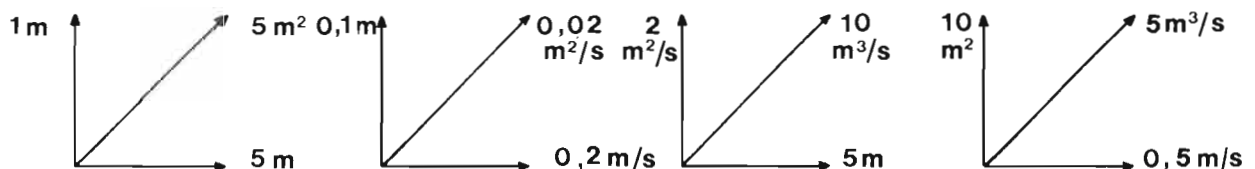
DESACONSELHADOS, MAS POSSÍVEIS $\left\{ \begin{array}{l} 1/2, 5, 25, 250 \dots \\ 1/4, 40, 400 \dots \end{array} \right.$

"PROIBIDOS" $\left\{ \begin{array}{l} 1/3 - 1/6 - 1/7 - 1/8 - 1/9 \\ 1/12,5 - 1/15 \dots \end{array} \right.$

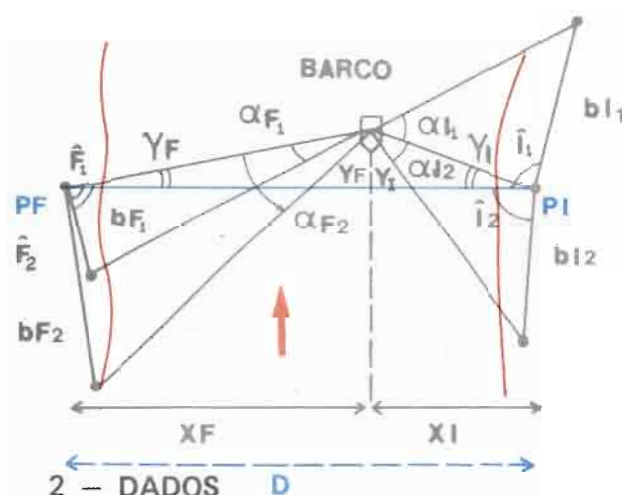
DETERMINAÇÃO DA ESCALA

- 1 — Definir a amplitude da grandeza a representar
ex: 7m 1,2m/s 270m²
- 2 — Intervalo máximo útil no papel
ex: 10cm 40cm
- 3 — Testar a escala de base (1/1, 1/10, 1/100 etc. ...) e ajustar.

REPRESENTAÇÃO SIMPLES



PROGRAMA HP PARA O CÁLCULO DAS COORDENADAS DO BARCO UTILIZANDO O SEXTANTE EM MANACAPURU



1 - FÓRMULAS

Veja Ficha 5

$$X_I + X_F = D \quad \text{distância PI PF}$$

$$Y_I \cong Y_F$$

$$\Delta x \% = \frac{(X_I + X_F) - D}{D} \times 100$$

Δx deve ser inferior a 1%

2 - DADOS

Constantes armazenadas nas memórias antes de rodar o programa TECLA STO			Variáveis por ordem de entrada TECLA R/S	Resultados por ordem de saída TECLA R/S
D	STO	0	αI_1 R/S	Y_I R/S X_I
bI1	STO	1	αI_2 R/S	
bI2	STO	2		
bF1	STO	.1	αF_1 R/S	
bF2	STO	.2		
$\hat{I}_1$	g $\rightarrow$ H STO	3		αF_2 R/S
$\hat{I}_2$	g $\rightarrow$ H STO	4		
$\hat{F}_1$	g $\rightarrow$ H STO	.3		
$\hat{F}_2$	g $\rightarrow$ H STO	.4		
				Y_F X_F $X_I + X_F$ Δx

3 - OPERAÇÃO

PRELIMINAR: ENTRADA DO PROGRAMA (veja lista no verso)

[ON], **[g] [P/R]** Teclar o programa, executar o exemplo-teste para verificação.

PARA CALCULAR X e Y

1 - **[ON]** Entrar com todas as constantes nas memórias (ordem de entrada sem importância) - chegar ao final (ângulos em graus, minutos, segundos $82^{\circ}32'24'' = 82,3214$ as teclas **[g] → [H]** permitem transformá-los em graus decimais).

2 - **[f] [B] αI_1 [R/S] αI_2 [R/S] ⇒ LER Y_I [R/S] X_I [R/S]**

αF_1 [R/S] αF_2 [R/S] ⇒ LER Y_F [R/S] X_F [R/S]

$X_I + X_F$ [R/S] Δx [R/S]

3 - Continuar em 2 para outro cálculo.

PROGRAMA PARA HP15C

VISOR			INTRODUÇÃO			VISOR			INTRODUÇÃO			VISOR			INTRODUÇÃO		
Linha	Código		Linha	Código		Linha	Código		Linha	Código		Linha	Código		Linha	Código	
000			040	23	SIN	080	44.7	STO 7									
1	42.21.12	f LBL B	1	20	X	1	45.6	RCL 6									
2		1	2	31	R/S	2	23	SIN									
3		8	3	45.7	RCL 7	3	20	X									
4		0	4	45.6	RCL 6	4	31	R/S									
5	44.0	STO 0	5	24	COS	5	45.7	RCL 7									
6	45.40.0	RCL + 0	6	20	X	6	45.6	RCL 6									
7	45.30.3	RCL - 3	7	44.9	STO 9	7	24	COS									
8	45.30.4	RCL - 4	8	31	R/S	8	20	X									
9	44.5	STO 5	9	45.3	RCL 3	9	31	R/S									
010	45.3	RCL 3	050	45.30.4	RCL - 4	090	45.40.9	RCL + 9									
1	45.30.0	RCL - 0	1	44.5	STO 5	1	31	R/S									
2	44.6	STO 6	2	45.0	RCL 0	2	45.0	RCL 0									
3		R/S	3	45.43.3	RCL - 3	3	34	x $\leftrightarrow$ y									
4	43.2	g $\rightarrow$ H	4	44.6	STO 6	4	43.15	g Δ %									
5	44.30.5	STO - 5	5	31	R/S	5	3	R/S									
6	44.40.6	STO + 6	6	43.2	g $\rightarrow$ H	6	4332	g RTN									
7	23	SIN	7	44.40.5	STO + 5												
8	44.7	STO 7	8	44.30.6	STO - 6												
9	31	R/S	9	23	SIN												
020	43.2	g $\rightarrow$ H	060	44.7	STO 7												
1	44.30.5	STO - 5	1	31	R/S												
2	23	SIN	2	43.2	g $\rightarrow$ H												
3	45.10.7	RCL $\div$ 7	3	44.30.5	STO - 5												
4	45.20.1	RCL x 1	4	23	SIN												
5	45.10.2	RCL $\div$ 2	5	45.10.7	RCL $\div$ 7												
6	45.5	RCL 5	6	45.20.1	RCL x .1												
7	24	COS	7	45.10.2	RCL $\div$ 2												
8	40	+	8	45.5	RCL 5												
9	45.5	RCL 5	9	24	COS												
030	23	SIN	070	30	-												
1	10	$\div$	1	45.5	RCL 5												
2	15	1/x	2	23	SIN												
3	43.25	g TAN ⁻¹	3	10	$\div$												
4	44.40.6	STO + 6	4	15	1/x												
5	23	SIN	5	43.25	g TAN ⁻¹												
6	45.10.7	RCL $\div$ 7	6	44.30.6	STO - 6												
7	45.20.1	RCL x 1	7	23	SIN												
8	44.7	STO 7	8	45.10.7	RCL $\div$ 7												
9	45.6	RCL 6	9	45.20.1	RCL x .1												

EXEMPLO - TESTE

1 - DADOS

Constantes: D = 3.200m
 $b_{F1} = 740m$ $b_{F2} = 620m$
 $b_{I1} = 840m$ $b_{I2} = 1.055m$
 $I_1 = 92^{\circ}55'29''$ $F_1 = 81^{\circ}49'52''$
 $I_2 = 88^{\circ}07'25''$ $F_2 = 84^{\circ}53'41''$

MEDIÇÕES EM CAMPO

1 $\alpha_{I1} = 31^{\circ}24'$ $\alpha_{F1} = 17^{\circ}40'$
 $\alpha_{I2} = 34^{\circ}43'$ $\alpha_{F2} = 28^{\circ}31'$
2 $\alpha_{I1} = 17^{\circ}11'$ $\alpha_{F1} = 36^{\circ}51'$
 $\alpha_{I2} = 19^{\circ}56'$ $\alpha_{F2} = 52^{\circ}52'$

2 - OPERAÇÃO E RESULTADOS

3.200 STO 0
740 STO 1 840 STO 2
620 STO 1 1.055 STO 2
92.5 529 g $\rightarrow$ H STO 3
88.0 725 g $\rightarrow$ H STO 4
81.4 952 g $\rightarrow$ H STO 3
84.5 341 g $\rightarrow$ H STO 4
f B - -87.075
31.24 R/S - 0.521
34.43 R/S Y_1 - 49.822
R/S X_1 - 1.204.056
R/S - 98.169
17.40 R/S - 0.303
28.31 R/S Y_F - 47.934
R/S X_F - 2.005.770
R/S $X_1 + X_F$ - 3.209.826
R/S Δ_x % - 0.307
f B - -87.075
17.11 R/S - 0.295
19.56 R/S Y_1 - 13.892
R/S X_1 - 2.346.964
R/S - 98.169
36.55 R/S - 0.601
52.52 R/S Y_F - 29.349
R/S X_F - 919.888
R/S $X_1 + X_F$ - 3.266.852
R/S Δ_x % - 2.089

NOTA:

- 1ª medição - barco situado a 49m a jusante da seção ($y > 0$) e a 1.200m do PI (Δx correto)
2ª medição - leituras do sextante provavelmente erradas ($\Delta_x > 1\%$).

- PROGRAMA HP PARA O CÁLCULO DE UMA MEDIÇÃO COMPLETA PELO MÉTODO DA MEIA SEÇÃO

1 - FÓRMULAS $v_i = a \frac{N_i}{t_i} + b$ a e b são as constantes do molinete

$$\bar{v}_k = \frac{p_1 v_1 + \sum_{i=2}^m \frac{v_i + v_{i-1}}{2} (p_i - p_{i-1}) + 3/4 v_n (p_{tk} - p_m)}{p_{tk}}$$

$$a_k = p_{tk} \times \frac{(d_k + 1 - d_{k-1})}{2}$$

$$q_k = a_k \times \bar{v}_k$$

i = índice de um dos m pontos na vertical

k = índice de uma das n verticais

$$A = \sum_{k=1}^n a_k$$

$$Q = \sum_{k=1}^n q_k$$

$$\bar{V} = \frac{Q}{A}$$

2 - DADOS

Constantes armazenadas nas memórias antes de rodar o programa TECLA STO	Variáveis por ordem de entrada TECLA R/S	Resultados por ordem de saída TECLA R/S
a STO 0 b STO 1	Na, distância PI - 1ª margem $\left. \begin{array}{l} \ell_k \\ p_i \\ N_i \\ t_i \\ p_{tk} \end{array} \right\} \begin{array}{l} m \text{ vezes} \\ n \text{ vezes} \end{array}$ Nb, distância PI - 2ª margem	v_k n VEZES Ao final Q vazão total A área da seção $\bar{V}$ velocidade média L largura $\bar{P}$ prof. média

3 - OPERAÇÃO

PRELIMINAR: ENTRADA DO PROGRAMA (veja lista ao verso)

ON **gP/R** teclar o programa
executar o exemplo-teste para verificação

PARA UMA MEDIÇÃO

- ON** ENTRAR AS CONSTANTES DO MOLINETE
a **STO** 0 , b **STO** 1
- fC** Na **R/S**
- ℓ_1 **R/S** e sucessivamente p_i **R/S**, N_i **R/S**, t_i **R/S**
(um contador visualiza o valor de i)
- no fim da vertical **GTO** 4 **R/S** , p_{tk} **R/S** → ler no visor $\bar{v}_k$.
Teclar **R/S** . Aparece no visor o valor k + 1:
se $k + 1 \leq n$ prosseguir no item 3
se $k + 1 > n$ prosseguir no item 4
- GTO** 5 **R/S** , Nb **R/S**
Ler os Resultados, teclando **R/S** cada vez.

PROGRAMA PARA HP 15C

VISOR			VISOR			VISOR		
Linha	Código	INTRODUÇÃO	Linha	Código	INTRODUÇÃO	Linha	Código	INTRODUÇÃO
000			040	31	R/S	080	45.30. 2	RCL - 2
1	42.21.13	f LBL C	1	42. 4. 8	f x $\approx$ 8	1	31	R/S
2	31	R/S	2	16	CHS	2	45. 1	RCL . 1
3	44 2	STO 2	3	45.40. 8	RCL + 8	3	34	x $\neq$ y
4	44 6	STO 6	4	44 25	STO 1	4	10	$\div$
5	0	0	5	32 8	GSB 8	5	22 13	GTO C
6	44 3	STO 3	6	42. 4. 9	f x $\approx$ 9	6	42.21. 8	f LBL 8
7	44 4	STO 4	7	45.40. 9	RCL + 9	7	31	R/S
8	44. 0	STO .0	8	2	2	8	36	ENTER
9	44. 1	STO .1	9	10	$\div$	9	31	R/S
010	44. 2	STO .2	050	45.20.25	RCL x 1	090	10	$\div$
1	42.21. 1	f LBL 1	1	44.40. ,0	STO +. 0	1	45.20. 0	RCL x 0
2	1	1	2	45 4	RCL 4	2	45.40. 1	RCL + 1
3	44.40. 3	STO +3	3	22 3	GTO 3	3	43 32	gRTN
4	44 4	STO 4	4	42.21. 4	f LBL 4	4	42.21. 9	f LBL 9
5	45 3	RCL 3	5	31	R/S	5	45 7	RCL 7
6	31	R/S	6	42. 4. 8	f x $\approx$ 8	6	45.30 5	RCL - 5
7	44 7	STO 7	7	16	CHS	7	2	2
8	1	1	8	45.40. 8	RCL + 8	8	10	$\div$
9	45 3	RCL 3	9	45.20. 9	RCL x 9	9	45.20. 8	RCL x 8
020	43.30. 5	gTEST 5	060	3	3	100	44.40. ,1	STO +. 1
1	22 2	GTO 2	1	20	x	1	45.20. ,0	RCL x. 0
2	32 9	GSB 9	2	4	4	2	14.40. 2	STO +. 2
3	42.21. 2	f LBL 2	3	10	$\div$	3	43.32	gRTN
4	45 7	RCL 7	4	45.40. ,0	RCL +. 0			
5	42. 4. 6	f x $\approx$ 6	5	45.10. 8	RCL $\div$ 8			
6	42. 4. 5	f x $\approx$ 5	6	44. 0	STO . 0			
7	0	0	7	31	R/S			
8	44. 0	STO .0	8	22 1	GTO 1			
9	45 4	RCL 4	9	42.21. 5	f LBL 5			
030	31	R/S	070	31	R/S			
1	44 8	STO 8	1	44 7	STO 7			
2	32 8	GSB 8	2	32 9	GSB 9			
3	44 9	STO 9	3	45. 2	RCL . 2			
4	45.20. 8	RCL x 8	4	31	R/S			
5	44. 0	STO .0	5	45. ,1	RCL . 1			
6	42.21. 3	f LBL 3	6	31	R/S			
7	1	1	7	10	$\div$			
8	44.40. 4	STO +4	8	31	R/S			
9	45 4	RCL 4	9	45 7	RCL 7			

EXEMPLO – TESTE

1 – DADOS

$$\text{equação do molinete } v = 0,2588 \frac{N}{T} + 0,007$$

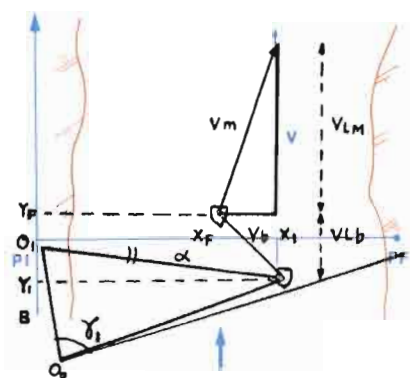
Nº Vert.	Dist. ao PI	Sondagem	Prof. Molinete	Nº de Rotações	Tempo
ME 1	5,20	0	0,5	148	40,8
	8,30	3,20	1,5	141	40,5
			2,5	139	41,3
			3,0	89	42,6
2	12,60	2,30	0,5	185	47,1
MD	14,80		1,0	156	40,4
			2,0	145	42,3

2 – OPERAÇÃO E RESULTADOS

0,2588	STO 0	0,2598
0,007	STO 1	0,007
	f LBL 1	0,007
5,2	R/S	1,000
8,3	R/S	1,000
0,5	R/S 148	2,000
1,5	R/S 141	3,000
2,5	R/S 139	4,000
3	R/S 89	5,000
	GTO 4	5,000
3,2	R/S	0,854
	R/S	2,000
12,6	R/S	1,000
0,5	R/S 185	2,000
1	R/S 156	3,000
2	R/S 145	4,000
	GTO 4	4,000
2,3	R/S	0,944
	R/S	3,000
	GTO 5	3,000
14,8	R/S	17,161
	R/S	19,315
	R/S	0,888
	R/S	9,800
	R/S	2,012

NOTA: em laranja — índice k
em azul — índice i
em cinza — RESULTADOS

PROGRAMA HP PARA O CÁLCULO DE UMA MEDIÇÃO PELO MÉTODO DOS "GRANDES RIOS" (2 PONTOS: 20% E 80%)



B = distância entre os 2 teodolitos O_1 e O_2

1 – FÓRMULAS

- coordenadas do barco X, Y (veja Ficha 4)
- velocidade $V_m = a \frac{N_i}{t_i} + b$ a, b constantes do molinete
- velocidade do barco $V_{Lb} = \frac{Y_F - Y_I}{t_i}$ (componente long.)
- velocidade medida $V_{LM} = \sqrt{\frac{V_m^2 (X_F - X_I)^2}{t_i^2}}$ (componente longitudinal)
- $V_i = V_{Lb} + V_{LM}$
- velocidade média $\bar{V}_k = \frac{V_{20\%} + V_{80\%}}{2}$
- distância ao PI $d_k = \frac{X_{I20\%} + X_{F20\%} + X_{I80\%} + X_{F80\%}}{4}$
- Cálculo de Q e A pelo método da meia-seção (veja Ficha 6b)

2 – DADOS

Constantes armazenadas nas memórias antes de rodar o programa TECLA (STO)	Variáveis por ordem de entrada TECLA (R/S)	Resultados por ordem de saída TECLA (R/S)
a (STO) 0	Na distância PI – 1ª margem	X_I, X_F (Vi durante 1 seg.)
b (STO) 1		2 vezes
B (STO) 2	αI	d_k
$O_1 = P_F O_1 O_2$ (STO) 3	γI	v_k
$O_2 = P_I O_L P_F$ (STO) 4	αF 2 vezes n vezes	Ao final
	γF	O vazão total
	N_i	A área da seção
	t_i	$\bar{V}$ velocidade média
	P_t	
	N_b distância PI – 2ª margem	

3 – OPERAÇÃO

PRELIMINAR: Entrada do Programa (veja lista no verso)

(ON) (g) (PR) (f) Clear PRGM

teclar o programa executar o exemplo-teste para verificação.

PARA UMA MEDIÇÃO

- 1 – (ON) entrar as 5 constantes conforme tabela acima
- 2 – Na (f) (D) aparece 1.000 no visor
- 3 – Teclar sucessivamente $\alpha I, \gamma I, \alpha F, \gamma F, N_i, t_i$ (o visor indica 0.2 para o ponto 20% e 0,8 para o ponto 80%).
- 4 – Ao fim da vertical (GTO) 4 (R/S) ler d_k
(R/S) $\Rightarrow$ ler $\bar{V}_k, P_{tk}$ (R/S) $\Rightarrow$ ler o valor K + 1
Prosseguir no item 3 se tiver mais verticais ($K \leq n$) ou no item 5 se $K = n + 1$
- 5 – (GTO) 5 (R/S), N_b (R/S)
ler os resultados, teclando (R/S) cada vez

NOTA: PODE APARECER NO VISOR A MENSAGEM "ERROR ϕ ":

Isso indica que a quantidade $V^2_m - \frac{(X_F - X_i)^2}{t_i^2}$ é negativa.

$\Rightarrow$ verificar os ângulos α e γ ($\rightarrow$ a velocidade de barco não deveria ser superior a V_m). Aconselha-se neste caso eliminar a vertical.

PROGRAMA PARA HP 15 C

VISOR					INTRODUÇÃO					VISOR					INTRODUÇÃO				
Linha		Código			Linha		Código			Linha		Código			Linha		Código		
000					040	45.10.25				RCL ÷ I	080	45.2			RCL	2			
1	42.21.14	f	LBL	D	1	43.11	g			x^2	1	31			R/S				
2	44.6		STO	6	2	30				$\sqrt{x}$	2	45.1			RCL	1			
3	0		0		3	11				RCL ÷ .4	3	31			R/S				
4	44.1		STO	.1	4	45.4				RCL +	4	10			÷				
5	44.2		STO	.2	5	45.10.25				RCL ÷ I	5	43.32	g		RTN				
6	44.9		STO	9	6	40				+	6	42.21.6	f		LBL	6			
7	42.21.1	f	LBL	1	7	42.31	f			PSE	7	31			R/S				
8	0		0		8	44.40.0				STO + 0	8	43.2	g	→	H				
9	44.0		STO	.0	9	48				STO + 0	9	44.25			STO				
010	44.5		STO	.5	050	6				6	090	31			R/S				
1	1		1		1	45.40.6				RCL +.6	1	43.2	g	→	H				
2	44.40.9		STO	+9	2	44.6				STO .6	2	23			SIN				
3	45.9		RCL		3	22.2				GTO 2	3	43.36	g		LST x				
4	31		R/S		4	21.21.4	f			LBL 4	4	45.40.3	g		RCL + 3				
5	48		+		5	44.5				RCL .5	5	45.30.25			RCL - 1				
6	2		2		6	4				4	6	23			SIN				
7	44.6		STO	.6	7	10				÷	7	10			÷				
8	42.21.2	f	LBL	2	8	31				R/S	8	45.20.2			RCL x 2				
9	32.6		GSB	6	9	44.7				STO 7	9	45.25			RCL				
020	44.4		STO	.4	060	1				1	100	24			COS				
1	45.25		RCL	1	1	45.9				RCL	9	1	20		x				
2	44.3		STO	.3	2	43.30.5	g			TEST 5	2	42.4.25	f	x	2				
3	44.40.5		STO	+5	3	22.3				GTO 3	3	25			TAN				
4	32.6		GSB	6	4	32.9				GSB 9	4	45.20.25			RCL x				
5	45.30.4		RCL	-4	5	42.21.3	f			LBL 3	5	43.32	g		RTN				
6	44.4		STO	.4	6	45x7				RCL 7	7	42.21.9	f		LBL	9			
7	45.25		RCL		7	42.4.6	f	x		6	8	45.7			RCL	7			
8	44.40.5		STO	+5	8	42.4.5	f	x		5	8	45.30.5			RCL - 5				
9	44.30.3		STO	-3	9	45.0				RCL 1	10	2			2				
030	45.25		RCL	1	070	2				2	110	10							
1	31		R/S		1	10				÷	1	45.20.8			RCL x 8				
2	36		ENTER		2	44.7				STO .7	2	44.40.1			STO +.1				
3	31		R/S		3	31				R/S	3	45.20.7			STO x 7				
4	44.25		STO	1	4	44.8				STO 8	4	44.40.2	g		STO + 2				
5	10		÷		5	22.1				GTO 1	5	43.32	g		RTN				
6	45.20.0		RCL	x 0	6	42.21.5	f			LBL 5									
7	45.40.1		RCL	+ 1	7	31				R/S	7								
8	43.11	g	x ¹		8	44.7				STO 7									
9	45.3		RCL	.3	9	32.9				GSB 9	9								

EXEMPLO-TESTE

1 - DADOS

$$\text{Equação do molinete } V = 0.2588 \frac{N}{T} + 0.007$$

$$B = 824,52 \quad O_1 = 97^{\circ}19'45'' \quad O_2 = 68^{\circ}41'20''$$

Nº Ver.	INÍCIO		FIM		P _i	P _f	N	T
	α	γ	α	γ				
ME 1	0°19'	30°26'	0°31'	30°25'	23	20%	225	40.0
2	0°30'	31°13'	0°26'	31°03'	27,4	80%	122	40.1
MD	0°51'	36°32'	0°06'	36°23'		20%	341	42.1
	0°31'	37°12'	0°09'	37°22'		80%	241	40.2

2 - OPERAÇÃO E RESULTADOS

a 2588 STO 0 0007 STO 1
 824,52 STO 2 97,1945 g → H STO 3 - 97,329
 68,4120 g → H STO 4 - 68,689
 323 f D
 R/S
 0,19 CHS R/S
 30,26 R/S
 0,31 R/S
 30,25 R/S
 225 R/S 40 R/S
 0,30 R/S
 31,13 CHS R/S
 0,26 CHS R/S
 31,03 R/S
 122 R/S 40,1 R/S
 GTO 4 R/S
 23 R/S
 0,51 R/S
 36,32 R/S
 0,06 CHS R/S
 36,23 R/S
 341 R/S 42,1 R/S
 0,31 R/S
 37,12 R/S
 0,09 R/S
 37,22 R/S
 241 R/S 40,2 R/S
 GTO 4 R/S
 27,4 R/S
 GTO 5 R/S
 857 R/S
 R/S
 R/S
 R/S

- 1,000
 - 0,700
 - 0,317
 - 530,569
 - 0,517
 - 524,257
 - (1,646) - 0,801
 - 0,500
 - 542,607
 - 0,433
 - 545,769
 - (0,569) - 1,400
 - 535,800
 - 1,108
 - 0,800
 - 0,433
 - 0,850
 - 671,186
 - 0,100
 - 677,779
 - (1,833) - 0,800
 - 0,517
 - 693,120
 - 0,150
 - 702,144
 - (1,433) - 1,400
 - d₁ - 688,057
 - V₁ - 53,1
 - 0,000
 - 3,000
 Q - 11808,557
 A - 8575,598
 V - 1,377

NOTA em laranja
 em azul
 em cinza
 * velocidade

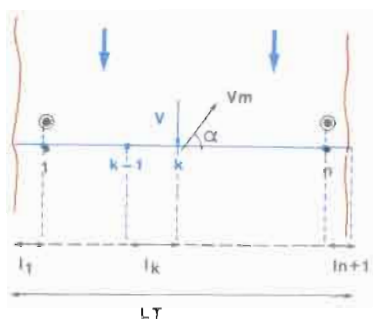
índice:
 P, [20% ou 80%]
 Resultados
 V (1º no visor)

PROGRAMA HP PARA O CÁLCULO DE UMA MEDIÇÃO PELO MÉTODO DO "BARCO EM MOVIMENTO".

1 – FÓRMULAS

- $v_m = a N_i + b$
a e b constantes do molinete
 N_i número de impulsos
- $v = v_m \text{ Sen} \alpha$
- $\ell_k = \ell \text{ Cos} \alpha$
 ℓ = distância teórica (cf. Ficha 8)
- Cálculo de Q e A pelo método da meia seção + correções finais (veja Ficha 8):

$$\left\{ \begin{array}{l} K_L = \frac{L_T}{\sum \ell_k} = \text{correção de largura} \\ K_v = \text{correção de velocidade} \end{array} \right.$$



2 – DADOS

Constantes armazenadas nas memórias antes de rodar o programa TECLA STO	Variáveis por ordem de entrada TECLA R/S	Resultados por ordem de saída TECLA R/S
a STO 0 b STO 1 L _T STO 2 ℓ STO 3 K _v STO 4	ℓ ₁ distância bóia-margem α P _t } n vezes N _i } ℓ _{n+1} distância bóia-margem	Contador indicando o número da vertical Ao final: K _L comp. de largura Q vazão total A área da seção $\bar{v}$ $\bar{v}_{1m}$ vel. média 1m

3 – OPERAÇÃO

PRELIMINAR: Entrada do Programa (veja lista no verso)

ON, **gP/R**, **fClear PRGM** → teclar o programa executar o exemplo-teste.

PARA UMA MEDIÇÃO

- 1 – **ON** entrar as 5 constantes conforme tabela acima
- 2 – ℓ₁ **fE** → aparece 1.000 no visor
- 3 – teclar sucessivamente α, P_t, N_i de cada vertical – Ao fim do cálculo aparece no visor o índice da vertical seguinte
- 4 – Quando aparecer no visor o valor n+1, teclar **GTO** 5 **R/S** e a seguir ℓ_{n+1} **R/S**.
Ler os resultados, teclando **R/S** cada vez.

PROGRAMA PARA HP 15 C

VISOR			VISOR			VISOR		
Linha	Código	INTRODUÇÃO	Linha	Código	INTRODUÇÃO	Linha	Código	INTRODUÇÃO
000	////	////	030	45.20.2	RCLx.2	060	44.25	STO 1
1	42.21.15	f LBL E	1	2	2	1	31	R/S
2	44 4	STO 5	2	10	÷	2	45.0	RCL .0
3	44 8	STO 8	3	44.40.9	STO+9	3	45.20.25	RCL x 1
4	0	0	4	45.20.6	RCLx6	4	45.20.4	RCL x 4
5	44 7	STO 7	5	44.40.0	STO+.0	5	31	R/S
6	44 9	STO 9	6	42.21.2	f LBL 2	6	44.0	STO .0
7	44.0	STO .0	7	45.25	RCL 1	7	45.9	RCL 9
8	44.1	STO .1	8	44.2	STO .2	8	45.20.25	RCL x 1
9	42.21.1	f LBL 1	9	45.3	RCL .3	9	31	R/S
010	1	1	040	45.20.0	RCLx0	070	44.9	STO 9
1	44.40.1	STO+.1	1	45.40.1	RCL+1	1	10	÷
2	45.1	RCL .1	2	45.4	RCL .4	2	31	R/S
3	31	R/S	3	23	SIN	3	45.7	RCL 7
4	43.2	g → H	4	20	x	4	45.1	RCL .1
5	44.4	STO .4	5	44.6	STO 6	5	1	1
6	31	R/S	6	44.40.7	STO+7	6	30	÷
7	44.25	STO 1	7	22.1	GTO 1	7	10	÷
8	31	R/S	8	42.21.5	f LBL 5	8	43.32	g RTN
9	44.3	STO .3	9	31	R/S			
020	1	1	050	44.40.8	STO +8			
1	45.1	RCL .1	1	45.40.5	RCL +5			
2	43.30.5	g TEST 5	2	2	2			
3	22.2	GTO 2	3	10	÷			
4	45.4	RCL .4	4	45.20.2	RCL x.2			
5	24	COS	5	44.40.9	STO +9			
6	45.20.3	RCL x3	6	45.20.6	RCL x 6			
7	44.40.8	STO+8	7	44.40.0	STO +.0			
8	42.4.5	f x 5	8	45.2	RCL 2			
9	45.40.5	RCL+5	9	45.10.8	RCL ÷8			

EXEMPLO – TESTE

1 – DADOS

Equação do molinete $v = 0,0054 N_i + 0,0237$

$L_1 = 210m$ $L_2 = 89m$ $K_v = 0,95$

α^0	P_i m	N_i	OBS.
46	15	500	$L_1 = 50m$
38	21	600	1ª bóia
42	18	480	2ª bóia $L_2 = 35m$

2 – OPERAÇÃO E RESULTADOS

0,0054 [STO] 0 0,0237 [STO] 1
210 [STO] 2 89 [STO] 3 0,95 [STO] 4

50	[F] [E]		— 1,000
46	[R/S] 15 [R/S]	500 [R/S]	— 2,000
38	[R/S] 21 [R/S]	600 [R/S]	— 3,000
42	[R/S] 18 [R/S]	480 [R/S]	— 4,000
	[GTO] 5	[R/S]	— 4,000
35	[R/S]	K_1	— 0,949
	[R/S]	Q	— 5620,185
	[R/S]	A	— 3076,950
	[R/S]	V	— 1,827
	[R/S]	V_m	— 1,906

NOTA: em laranja → índice k
em cinza → resultados

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

DIVISÃO DE CONTROLE DE RECURSOS HÍDRICOS

CURSO SOBRE TÉCNICAS DE
MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA
EM GRANDES RIOS

Manaus, 04 a 09 de Junho de 1984

AVALIAÇÃO

- Coordenação do Curso

. Coordenador Geral

Dr. Benedito Eduardo Barbosa Pereira
Diretor da Divisão de Controle
de Recursos Hídricos do DNAEE.

. Coordenador Executivo

Dr. Gilbert Jaccon
Consultor DNAEE/ORSTOM - FRANÇA

. Secretário Executivo

Engº Kazimierz Josef Cudo
DNAEE/DCRH

- Corpo Docente

- . Gilbert Jaccon - DNAEE/ORSTOM - FRANÇA
- . Silvio C. da Conceição - CPRM
- . Moacyr de Aquino - CNEC
- . Celso Ávila - HIDROLOGIA S.A.

ELABORAÇÃO

Gilbert Jaccon
Kazimierz Josef Cudo

AUXILIAR

Edemir Ferraz

DESENHISTA

Márcia Maria Fernandes da Silva
Dimas Figueredo Nobrega
Francisco José Azevedo Dias

S U M Á R I O

	Pag.
<u>INTRODUÇÃO</u>	3
1 . PROGRAMA REALIZADO E RELAÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	4
1.1 Programa realizado.....	4
1.2 Relação dos participantes.....	8
1.3 Grupos de trabalho.....	12
2 . MEDIÇÕES REALIZADOS EM MANACAPURU.....	13
2.1 Medição com barco ancorado.....	13
2.11 Apresentação geral.....	13
2.12 Análise e comentários.....	23
2.2 Medição com barco não ancorado.....	29
2.21 Apresentação geral.....	29
2.22 Análise e comentários.....	32
2.3 Medição com barco em movimento.....	34
2.31 Apresentação geral.....	34
2.32 Análise e comentários.....	35
2.4 Avaliação dos resultados.....	40
3 . ANÁLISE DOS RELATÓRIOS APRESENTADOS.....	44

F I G U R A S

1 . Perfis de velocidade.....	21
2 . Cálculo pelo método gráfico.....	22
3 . Posicionamento do barco com sextante e teodolitos..	24
4 . Variações da velocidades a 1 m de profundidade....	39
5 . Correção de largura.....	39
6 . Comparação das medições.....	42

INTRODUÇÃO

O curso sobre Técnicas de Medição de Descarga Líquida em Grandes Rios, realizado em Manaus no período de 04 a 09 de junho de 1984, foi organizado pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE através da Divisão de Controle de Recursos Hídricos - DCRH.

Para a realização do Curso, o DNAEE contou com o apoio da Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM, Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores - CNEC, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA e Hidrologia S.A.

Participaram do curso 20 engenheiros com experiência na área hidrométrica em várias regiões do território nacional.

O principal objetivo do Curso foi capacitar os profissionais a realizar medições de descarga líquida em grandes rios por meio da aplicação prática de metodologias de comprovada eficiência.

O presente relatório, dividido em 3 partes, apresenta de forma sucinta um balanço geral do Curso.

A primeira parte contém o programa efetivo comentado, relação com endereço dos participantes, relação dos 4 grupos de trabalho e experiência prática dos participantes em hidrometria.

A segunda parte apresenta os resultados das medições realizadas em campo, com os métodos "Barco Ancorado", "Grandes Rios" e "Barco em movimento", por meio de gráficos, tabelas e comentários.

Na última parte, é realizada uma breve análise dos relatórios apresentados pelos Grupos de Trabalho.

1. PROGRAMA REALIZADO E RELAÇÃO DOS PARTICIPANTES

1.1 Programa Realizado

Dia 03 de julho. Domingo de tarde

Visita aos barcos:

- Comandante Paiva, utilizado para as aulas práticas de campo (cálculo das medições) e em parte como dormitório para a maioria dos participantes;
- Senador Cunha Melo, utilizado para as medições dos dias 5 e 6.

Os barcos partiram de Manaus para MANACAPURU no dia 04, se
gunda feira as 7:00 horas.

Dia 04 de junho. Segunda Feira

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

09h00 - 09h30 - Abertura - Objetivo, apresentação do progra
ma, informações gerais sobre o curso e re
gras de segurança para aulas práticas em
campo - Constituição dos Grupos de Traba-
lho de 5 participantes
Kazimierz Josef Cudo

09h30 - 12h30 - Apresentação dos 3 métodos de medição
utilizados na seção do Rio Solimões em
MANACAPURU
Gibert Jaccon

13h30 - 14h30 - Métodos de Cálculo das Medições.
Apresentação de 4 programas para calculaa
doras programáveis HP11C e HP15C.
Gilbert Jaccon

Nota: A matéria apresentada nessas sessões foi reunida nu
ma apostila distribuída aos participantes no dia 7.

15h30 - 18h00 - Translado de ônibus para MANACAPURU.

Dia 05 de junho. Terça Feira

06h00 - 07h00 - Deslocamento da cidade de MANACAPURU para
a seção de medição - Parada na régua li
nimétrica (cota 18,38 m)

07h00 - 09h00 - Apresentação dos equipamentos, exposição
do trabalho a ser realizado pelos grupos.
Silvio C. da Conceição

Preparação do barco e instalação das 2
boias pela equipe técnica do barco Senad
dor Cunha Melo.

09h00 - 16h00 - Execução de 10 travessias sucessivas para
medição da vazão pelo método do barco em
movimento; cada participante: acompanhou
2 travessias (ida e volta), sendo que as
equipes eram formadas por um representan
te de cada grupo.

A medição foi coordenada pela equipe téc
nica da CPRM, SUREG/BELÉM sob a direção
de Silvio C. da Conceição.

Os participantes não presentes no barco,
realizaram exercícios na margem com teodol
itos (direção Celso Ávila), com sextant
es e círculo hidrográfico (direção
Moacyr de Aquino) e iniciaram no barco o
cálculo da medição (direção Gilbert
Jacon).

16h30 - 17h30 - Retorno a MANACAPURU, com parada na régua
(cota de difícil leitura por causa de on
das de forte amplitude).

Dia 06 de junho. Quarta Feira

05h30 - 06h15 - Deslocamento para a seção de medição, incluindo uma curta parada na régua (cota 18,40 m).

06h15 - 07h00 - Exposição do trabalho a ser realizado.
Moacyr de Aquino

Preparação do barco Senador Cunha Melo pela equipe técnica da SUREG/Manaus reforçada por um hidrometrista do CNEC.

07h00 - 17h00 - Realização de perfis de velocidade detalhados, com o barco ancorado em 13 locais da seção transversal, sendo as distâncias ao PI determinadas simultaneamente com o sextante e 2 teodolitos; como no dia anterior os participantes do curso se revezaram no barco periodicamente e participaram das medidas (tomadas de velocidade, e ângulos com sextante).

A medição foi realizada sob a direção de Moacyr de Aquino.

No mesmo tempo os participantes iniciaram o cálculo da medição pelo método gráfico (traçado e planimetragem das parábolas) e pelo método aritmético (cálculo das velocidades médias).

Coordenação: Gilbert Jaccon

17h30 - 18h30 - Retorno a MANACAPARU.

Dia 7 de junho. Quinta Feira

06h00 - 06h45 - Deslocamento para a seção de medição (cota 18,42 m)

a partir de 07h00 - Continuação da medição com barco ancora
do pela equipe SUREG/CNEC sob a direção
de Moacyr de Aquino : 8 perfis de velo
cidade suplementares são realizados.

Execução de um levantamento do perfil
transversal com o ecobatímetro por uma
equipe técnica da Hidrologia S.A.

09h00 - 10h00 - Apresentação do trabalho prático a ser
realizado para a medição com o barco
não ancorado (método "Grandes Rios").
Celso Ávila

Preparação do barco Carvalho Neto IV pe
la equipe técnica da Hidrologia S.A.

10h00 - 18h00 - Execução da medição sendo realizadas 52
tomadas de velocidades em 26 pontos pré-
determinados da seção transversal. Os
participantes acompanharam a medição,
sem participar diretamente visto a ne
cessária rapidez de execução, exigido
pelo movimento do barco.

Durante todo o dia os participantes pros
seguiram o cálculo da medição com barco
ancorado sendo concluído o traçado das
parábolas e das isótacas, assim como o
método aritmético.

Coordenador Gilbert Jaccon

18h00 - 19h00 - Retorno a MANACAPARU.

Dia 08 de junho. Sexta Feira

06h30 - 12h00 - Translado para Manaus de barco. Prepara
ção dos relatórios finais, curta parada
no Encontro das Águas (confluência dos
rios Solimões e Negro).

14h30 - 16h30 - INPA

Trabalho em grupo: fechamento dos relatórios.

16h30 - 18h00 - Apresentação rápida dos relatórios, debates sobre o trabalho realizado em campo, os resultados das 3 medições e as recomendações dos grupos para melhoramento das medições.

Coordenação: Gilbert Jaccon e Kazimierz Josef Cudo

18h00 - 18h15 - Encerramento do Curso pelo Diretor Adjunto do INPA.

1.2. Relação dos Participantes

EURIDES DE OLIVEIRA

DNAEE/DCRH

SRTV-Sul Palácio do Rádio Bloco 1 sala 402

Tel.: 223-2308

70.000 BRASÍLIA - DF

FLAVIO MACHADO MOREIRA

CPRM/DEHID

Av. Pasteur, 404

Tel.: 295-0032 r. 368

22.000 RIO DE JANEIRO - RJ

FRANCISCO MENDES DE VASCONCELLOS NETO

CPRM/SUREG

Av. Brasil, 1731

Tel.: 201-5977 r. 15

30.000 BELO HORIZONTE - MG

FRANCISCO PARENTE DE CARVALHO

DNAEE/DCRH

SRTV-Sul Palácio do Rádio Bloco 1 sala 402

Tel.: 223-2308

70.000 BRASÍLIA - DF

JOSÉ AUGUSTO DA COSTA RAYOL

CPRM/SUREG-MA

Av. Carvalho Leal, 1017

Tel.: 234-8040

69.000 MANAUS - AM

JOSÉ EINÁ BATISTA SANTOS

CPRM/SUREG-SA

Pituba Parque Center ala "C" 3º andar

Tel.:

40.000 SALVADOR - BA

JOSÉ HIPÓLITO DE OLIVEIRA

DNAEE/1º Distrito

Rua Felipe Camarão 751, 8º andar

Tel.: 26-6081

90.000 PORTO ALEGRE - RS

JOSÉ LUIZ MARQUES

DNAEE/1º Distrito

Rua Felipe Camarão 751, 8º andar

Tel.: 26-6487

90.000 PORTO ALEGRE - RS

JOSÉ LUIZ SCROCCARO

SUREHMA

Rua Engº Rebouças 1206

Tel.: 224-1513

80.000 CURITIBA - PR

JOSÉ MARIA CABRAL DE VASCONCELOS

DNAEE/6º Distrito
Rua das Pernambucanas, 297
Tel.: 221-3976
50.000 RECIFE - PE

JOSÉ RICARDO ALMEIDA DE BRITTO

CERON - Centrais Elétricas de Rondônia S.A.
Av. 7 de Setembro, 116
Tel.: 221-1595 r. 55
78.900 PORTO VELHO - RO

LUIZ CONZAGA DE AMORIM JÚNIOR

CPRM/SUREG-GO
Rua 83, nº 38 - Setor Sul
Tel.: 224-1455
74.000 GOIÂNIA - GO

LUIZ RANCAN

DNAEE/DCRH
SRTV-Sul Ed. Palácio do Rádio Bloco 1 sala 408
Tel.: 225-5001 r. 344
70.252 BRASÍLIA - DF

LUIZ DE SOUZA CAVALCANTI

PORTOBRÁS
SAS Quadra 01 Bloco D e F 4º andar
Tel.: 224-1700 r. 285
70.000 BRASÍLIA - DF

MANOEL COLARES JUNIOR

PORTOBRÁS
Rua Bernardo Ramos s/nº Ilha de São Vicente
Tel.: 232-2903
69.000 MANAUS - AM

MARCIUS F. GIORGIETTI

EESC/USP

Av. Dr. Carlos Botelho, 1465

Tel.: 71-2213

13.560 SÃO CARLOS - SP

MARCOS ANTÔNIO CORRENTINO DA CUNHA

DNAEE/8º Distrito

Rua 83, nº 206 - Setor Sul

Tel.: 224-2443

74.000 GOIÂNIA - GO

MARCOS COSTA BARROS

DNAEE/DCRH

SRTV-Sul Ed. Palácio do Rádio Bloco 1 4º andar

Tel.: 225-5001 r. 344

70.000 BRASÍLIA - DF

ORLANDO BIZZONI

DNAEE/2º Distrito

Av. 7 de Setembro 3627

Tel.: 234-9322

80.000 CURITIBA - PR

WOODROW NELSON LOPES ROMA

EESC/USP

Av. Carlos Botelho, 1465

Tel.: 71-2213

13.560 SÃO CARLOS - SP

1.3. Grupos de Trabalho

Grupo 1

Nome	Entidade
FRANCISCO PARENTE DE CARVALHO	DNAEE/DCRH
JOSÉ HIPÓLITO DE OLIVEIRA	DNAEE/1º Distrito
JOSÉ EINÁ BATISTA SANTOS	CPRM/SUREG-Salvador
JOSÉ AUGUSTO DA COSTA RAYOL	CPRM/SUREG-Manaus
MARCIUS F. GIORGETTI	EESC/USP

Grupo 2

Nome	Entidade
EURIDES DE OLIVEIRA	DNAEE/DCRH
FLÁVIO MACHADO MOREIRA	DEHID/CPRM
JOSÉ MARIA CABRAL DE VASCONCELOS	DNAEE/6º Distrito
JOSÉ LUIZ SCROCCARO	SUREHMA
MARCOS COSTA BARROS	DNAEE/DCRH

Grupo 3

Nome	Entidade
JOSÉ LUIZ MARQUES	DNAEE/1º Distrito
LUIZ GONZAGA DE AMORIM JÚNIOR	CPRM/SUREG-Goiânia
LUIZ RANCAN	DNAEE/DCRH
MANOEL COLARES JUNIOR	PORTOBRÁS
WOODROW NELSON LOPES ROMA	EESC/USP

Grupo 4

Nome	Entidade
FRANCISCO MENDES DE VASCONCELOS NETO	CPRM/SUREG-B. Horizonte
JOSÉ RICARDO ALMEIDA DE BRITTO	CERON-Porto Velho
LUIZ DE SOUSA CAVALCANTI	PORTOBRÁS
MARCOS ANTÔNIO CORRENTINO DA CUNHA	DNAEE/8º Distrito
ORLANDO BIZZONI	DNAEE/2º Distrito

2. MEDIÇÕES REALIZADAS EM MANACAPARU

2.1. Medição com Barco Ancorado

2.1.1. Apresentação Geral

A medição iniciada às 07h00 da manhã do dia 06 de junho/84, só foi terminada no dia 07 às 13h00, após 15 horas de operação. Este tempo poderia ter sido reduzido em pelo menos 3 horas, se não fosse o uso de uma âncora inadequada no início (5 verticais somente nas 6 primeiras horas). Num total de 21 verticais, 13 foram realizadas no primeiro dia e as oito complementares no segundo dia, correspondentes as verticais 21, 19, 4, 5, 9, 13, 15 e 17 conforme a sequência cronológica.

A distância de cada vertical ao PI foi determinada simultaneamente por sextante e teodolito no dia 06 e somente com o sextante no dia 07. As 4 linhas da base (2 em cada margem) e os alvos de alinhamento e das extremidades das bases foram instaladas em maio por uma equipe da CPRM.

A profundidade total em cada vertical e as profundidades parciais dos pontos de tomada de velocidades, foram definidas pelo contador do guincho. O ângulo de arraste não foi medido (por falta de medidor no barco ?) mas o controle de fundo foi feito com um ecobatímetro. Posteriormente a medição, foi feito um controle do contador do guincho que acusou um desvio sistemático, por defeito, de 8,9 cm por metro (98 cm de cabo quando o contador indica 90). As profundidades medidas em campo foram, por consequente, sistematicamente corrigidas, sendo o ângulo de arraste "estimado", tomando como referência o valor do ecobatímetro (conforme fichas de medição).

A velocidade foi tomada em vários pontos do perfil vertical (6 a 11 pontos dependendo da profundidade total p_t) e por integração vertical na subida do lastro (velocidade de 0,45 m/s aproximadamente). O tempo de base para tomada de velocidade foi de 40 segundos, e o molinete de marca OTT com uma hélice de passo 0,25 m/s e

contagem direta (um impulso por rotação).

As condições climáticas durante a medição foram favoráveis: vento moderado, poucos materiais hidrotransportados, visibilidade razoável (dia 06) a excelente (dia 07).

As 6 fichas de medição contêm todos os elementos medidos em campo (ângulos lidos com o sextante, posição do molinete, profundidade total, número de rotações e tempo), os valores corrigidos (profundidades do molinete) e calculados (distâncias das verticais ao PI, velocidades pontuais e médias, áreas e descargas parciais). As 21 verticais são classificadas na ordem das distâncias ao PI e numeradas sequencialmente.

A medição foi calculada:

- pelo método gráfico: parábolas (fig. 1) e isotacas (fig. 2)
- pelo método aritmético (meia-seção e seção média).

TABELA 1 - Resultados Globais da Medição com Barco Ancorado

MÉTODO	CÁLCULO	DESCARGA m ³ /s	ÁREA m ²	V média m/s	V/V _{1m}
Completa	Parábolas	134.800	89.820	1,501	0,906
	Isótacas	135.300	89.820	1,506	0,910
	Meia Seção	133.400	89.560	1,490	0,903
	Seção Média	132.200	89.560	1,476	0,895
Integração Vertical	Gráfico	141.400	89.820	1,574	-
	Meia Seção	141.400	89.560	1,579	-
	Seção Média	140.200	89.560	1,566	-

FICHA DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA



CPRM

ESTAÇÃO: MANACAPURU

CÓDIGO:

RIO: SOLIMÕES

BACIA: AMAZONAS

Medição N.º Data 6/1/06/89, Método BARCO ANCORADO Equipe CURSO + CPRM Folha 1/6

Molinete N.º 38283 Hélice N.º 1-38867 Marca OTT C31 Calibrado Em 23/07/87 Lastro 100 Kg.

Cota (Início 1842 cm, Fim 1841 cm, Média 1841 cm), Hora (Início 7^h Fim 19^h) N.º Vert. 21

Larg. m, Prof. méd m, Área m2, Vel. méd m/s, Descarga m3/s

Vertical	Linha de Base (m)	Ângulo Lido no Sextante	Distância do P. I. (m)	LARGURA (m)		PROFUNDIDADE (m)				N.º de Sinais	Tempo em Seg.	VELOCIDADE (m/s)				Área do Segmento (m2)	Descarga do Segmento (m3/s)
				Entre as Verticais	do Segmento	Ang. de Arraste	Fator (1-K) Tab.	Prof. na Vertical	Prof. Corrigida na Vert.			Nos Pontos da Vertical	Média na Vertical	Coef. Ang.	Média na Vertical Corrig.		
HD			12						0,5				0			(Meia seção)	18,3
1	I1	ile- (73)							1,1	1	197	40	1,282				
	I2	givel							5,4	5	175	40	1,139				
	F1	9°19'	3130						9,8	9	132	40	0,961				
	F2	20°44'							14,2	13	69	40	0,453				
									18,5	17	63	40	0,415				
									19,9	18,3	31	40	0,274				
									FUNDO 20,2				0,807			2,363	1907
									INT.	15	41,2		0,849				2006
2	I1	67°14'	246						1,1	1	239	40	1,553				
	I2	82°52'							5,4	5	242	40	1,573				
	F1	9°53'	2959						9,8	9	229	40	1,489				
	F2	22°02'							14,2	13	214	40	1,398				
	TOT		3200						18,5	17	180	40	1,172				
	ERRO		-0,1%						22,9	21	139	40	0,906				
									26,2	24,1	79	40	0,578				
									FUNDO 26,5				1,284			4,426	5682
									INT.	29	55		1,304				5771
3	I1	59°30'	407						1,1	1	246	40	1,599				
	I2	72°10'							5,4	5	253	40	1,644				
	F1	10°30'	2781						9,8	9	242	40	1,573				
	F2	23°19'							14,2	13	220	40	1,430				
	TOT		3188						18,5	17	192	40	1,249				
	ERRO		-0,5%						22,9	21	173	40	1,126				
									27,2	25	129	40	0,842				
									28,8	26,4	94	40	0,615				
									FUNDO 29,1				1,338			2,735	3660
									INT.				1,309				3581
4	I1	58°37'	439						1,1	1	255	40	1,657				
	I2	70°34'							5,4	5	252	40	1,637				
	F1	10°35'	2759						9,8	9	244	40	1,586				
	F2	23°24'							14,2	13	227	40	1,476				
	TOT		3193						18,5	17	192	40	1,249				
	ERRO		-0,3%						22,9	21	157	40	1,023				
									27,2	25	109	40	0,712				
									29,1	26,7	83	40	0,594				
									FUNDO 29,4				1,314			3,646	4790
									INT.	33			1,248				4732

TOTAIS

OBSERVAÇÕES:

RESPONSÁVEL:

CONFERIDO:

FICHA DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA



CPRM

ESTAÇÃO: MANACAPURU

CÓDIGO:

RIO: SOLIMÕES

BACIA: AMAZONAS

Medição N.º Data: 6/7/06/84, Método: Barco Ancorado Equipe: CURSD + CPRM Folha: 2/6
 Molinete N.º 38283 Hélice N.º 1.38867 Marca: OTT C31 Calibrado Em: 23/07/81 Lastro: 100 Kg.
 Cota (Início: 18,40 cm, Fim: 18,92 cm, Média: 18,41 cm), Hora (Início: 7:00 Fim: 14:00) N.º Vert.: 21
 Larg.: 3171 m, Prof. méd.: m, Área: m², Vel. méd.: m/s, Descarga: m³/s

Vertical	Linha de Base (m)	Ângulo Lido no Sextante	Distância do P. I. (m)	LARGURA (m)		PROFUNDIDADE (m)				Posição do Molinete	N.º de Sinais	Tempo em Seg.	VELOCIDADE (m/s)				Área do Segmento (m2)	Descarga do Segmento (m3/s)
				Entre as Verticais	do Segmento	Ang. de Arras-te	Fator (1-K) Tab.	Prof. na Vertical	Prof. Corrigida na Vert.				Nos Pontos da Vertical	Média na Vertical	Coef. Ang.	Média na Vertical Corrig.		
5	I ₁	49°34'	655	DIA 07					1,1	1	271	40	1,760				(Meia seção)	
	I ₂	58°26'							5,4	5	286	40	1,857					
	F ₁	110°30'	2540						9,8	9	304	40	1,974					
	F ₂	25°25'							14,1	13	306	40	1,987					
	TOT.	3145							18,4	17	318	40	2,064					
	ERRO	-0,2%							22,8	21	295	40	1,916					
									27,0	25	250	40	1,625					
									29,2	27,3	184	40	1,198					
								FUNDO	29,5				1,862			4 868	9 063	
								INT		495	65		1,925				9 370	
6	I ₁	46°15'	764	DIA 06					1,1	1	293	40,8	1,866					
	I ₂	53°25'							5,4	5	305	40,2	1,971					
	F ₁	110°39'	2439						9,6	9	314	40,9	1,994					
	F ₂	26°28'							14,0	13	327	40,4	2,102					
	TOT.	3203							18,4	17	329	40,4	2,115					
	ERRO	0%							22,6	21	307	40,6	1,964					
									26,7	25	274	40,2	1,771					
									30,6	29	208	40,4	1,339					
									31,9	30,2	174	40,6	1,116					
								FUNDO	32,2				1,896			3 075	5 830	
								INT		553	70,8		1,977				6 079	
7	I ₁	44°02'	846	DIA 06					1,1	1	296	40	1,922					
	I ₂	49°40'							5,4	5	316	40	2,052					
	F ₁	12°28'	2343						9,6	9	326	40	2,116					
	F ₂	27°24'							14,0	13	331	40	2,149					
	TOT.	3189							18,4	17	294	40	1,909					
	ERRO	-0,4%							22,6	21	288	40	1,870					
									26,7	25	249	40	1,618					
									30,8	29	219	40	1,424					
									34,8	33	195	40	1,269					
									36,5	34,5	167	40	1,087					
								FUNDO	36,8				1,812			3 588	6 501	
								INT		615	84,6		1,838				6 595	
8	I ₁	40°47'	959	DIA 06					1,1	1	317	40,2	2,048					
	I ₂	45°45'							5,4	5	326	40,2	2,106					
	F ₁	13°04'	2137						9,6	9	304	40,2	1,964					
	F ₂	28°42'							14,0	13	277	40,2	1,790					
	TOT.	3196							18,4	17	282	40,2	1,822					
	ERRO	-0,2%							22,6	21	308	40,2	1,990					

TOTAIS

OBSERVAÇÕES:

RESPONSÁVEL:

CONFERIDO:

FICHA DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA



CPRM

ESTAÇÃO: MANACAPURU

CÓDIGO:

RIO: SOLINÕES

BACIA: AMARONAS

Medição N.º Data 6/106/84 Método BARCO ANCORADO Equipe CURSO + CPRM Folha 3/6

Molinete N.º 38283 Hélice N.º 1.3887 Marca OTT C31 Calibrado Em 23/07/81 Lastro 100Kg.

Cota (Início) 18.90 cm, Fim 18.92 cm, Média 18.91 cm, Hora (Início) 7:00 Fim 19:00 N.º Vert. 21

Larg. m, Prof. méd m, Área m2, Vel. méd m/s, Descarga m3/s

Vertical	Linha de Base (m)	Ângulo Lido no Sextante	Distância do P. I. (m)	LARGURA (m)		PROFUNDIDADE (m)					N.º de Molinete	Tempo em Seg.	VELOCIDADE (m/s)			Área do Segmento (m2)	Descarga do Segmento (m3/s)
				Entre as Verticais	do Segmento	Ang. de Arras-te	Fator (1-K) Tab.	Prof. na Vertical	Prof. Corrigida na Vert.	Posição do Molinete			Nos Pontos da Vertical	Média na Vertical	Coef. Ang.	Média na Vertical Corrig.	
8	(Segua)								26.7	25	291	40.2	1.880				(Média seção)
									30.8	29	248	40.2	1.604				
									34.8	33	239	40.2	1.546				
									39.1	37	233	40.2	1.507				
									40.1	38	111	40.2	0.722				
								FUNDO	40.4				1.811			4181	7573
								INT.			666	94	1.790				7485
9	I1	38°33'	1053						1.1	1	335	40	2.174				
	I2	42°36'							5.4	5	345	40	2.239				
	F1	13°41'	2131						9.8	9	315	40	2.045				
	F2	29°44'							14.0	13	283	40	1.838				
									18.4	17	256	40	1.663				
									22.6	21	258	40	1.676				
									26.8	25	213	40	1.385				
									30.7	29	103	40	0.673				
								FUNDO	31.0				1.767			3364	5943
								INT.			507	68	1.882				6330
10	I1	35°49'	1176						1.1	1	333	40	2.162				
	I2	39°55'							5.4	5	345	40	2.239				
	F1	14°31'	2011						9.8	9	344	40	2.233				
	F2	31°28'							14.1	13	314	40	2.039				
									18.4	17	268	40	1.741				
									22.6	21	293	40	1.903				
									26.8	25	208	40	1.356				
									28.7	26	181	40	1.178				
								FUNDO	29.0				1.936			4278	8281
								INT.			443	62.3	1.788				7648
11	I1	32°43'	1348						1.1	1	289	40	1.877				
	I2	34°46'							5.4	5	290	40	1.883				
	F1	15°56'	1930						9.8	9	281	40	1.825				
	F2	34°11'							14.2	13	292	40	1.896				
									18.4	17	266	40	1.728				
									22.6	21	277	40	1.799				
									26.9	25	253	40	1.644				
									30.7	28	123	40	0.803				
								FUNDO	31.0				1.734			5332	9246
								INT.			470	67.4	1.752				9341

TOTAIS

OBSERVAÇÕES:

RESPONSÁVEL:

CONFERIDO:

FICHA DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA



CPRM

ESTAÇÃO: MANA CAPURU

CÓDIGO:

RIO: SOLI NOËT

BACIA: AMAZONAS

Medição N.º _____ Data 04/06/89 Método Barco Anzures Equipe Curso + CPRM Folha 416
 Molinete N.º 38283 Hélice N.º 1.38867 Marca OTT C31 Calibrado Em 23/07/81 Lastro 100 Kg.
 Cota (Início 1840 cm, Fim 1842 cm, Média 1841 cm), Hora (Início 7h00 Fim 14h00) N.º Vert. 21
 Larg. _____ m, Prof. méd _____ m, Área _____ m², Vel. méd _____ m/s, Descarga _____ m³/s

Vertical	Linha de Base (m)	Ângulo Lido no Sextante	Distância do P. I. (m)	LARGURA (m)		PROFUNDIDADE (m)				N.º de Molinete	Tempo em Seg.	VELOCIDADE (m/s)				Área do Segmento (m2)	Descarga do Segmento (m3/s)
				Entre as Verticais	do Segmento	Ang. de Arraste	Fator (1-K) Tab.	Prof. na Vertical	Prof. Corrigida na Vert.			Nos Pontos da Vertical	Média na Vertical	Coef. Ang.	Média na Vertical Corrig.		
12	I1	29°52'	14520	21406				1.1	1	31540	2.095				(média água)		
	I2	31°20'						5.4	5	31440	2.039						
	F1	12°23'	1678					9.8	9	29040	1.883						
	F2	37°00'						14.2	13	30140	1.954						
	TOT.	3198						18.4	17	28340	1.838						
	ERR.	-0.1%						22.6	21	23640	1.534						
								26.9	25	22940	1.489						
								31.0	29	7040	0.460						
							FUNDO	31.3			1.717			4820	8276		
							INT		500	68.1	1.851				8922		
13	I1	28°59'	1656	21407				1.1	1	25140	1.631						
	I2	29°00'						5.4	5	26640	1.728						
	F1	18°50'	1548					9.7	9	27240	1.767						
	F2	39°37'						14.1	13	24840	1.612						
	TOT.	3204						18.4	17	23440	1.521						
	ERR.	0.03%						22.6	21	22640	1.469						
								26.7	25	17340	1.126						
								30.8	29	16040	1.042						
								34.8	33	12040	0.783						
								36.2	34.5	5640	0.369						
							FUNDO	36.5			1.405			3322	4667		
							INT		585	80.6	1.830				6078		
14	I1	27°20'	1702	21406				1.1	1	27040	1.734						
	I2	28°19'						5.5	5	26940	1.747						
	F1	19°30'	1492					9.7	9	30740	1.993						
	F2	40°42'						14.1	13	29040	1.883						
	TOT	3194						18.4	17	24140	1.566						
	ERR.	-0.3%						22.6	21	27840	1.806						
								26.7	25	20640	1.340						
								30.8	29	18240	1.185						
								32.4	31.1	14940	0.971						
							FUNDO	32.7			1.654			6099	10087		
							INT.		498	70	1.788				10904		
15	I1	23°48'	2029	21407				1.1	1	24240	1.573						
	I2	23°58'						5.5	5	24740	1.605						
	F1	24°38'	1173					9.7	9	22540	1.463						
	F2	49°03'						14.1	13	21840	1.417						
	TOT	3203						18.4	17	19240	1.249						
	ERR.	0%						22.6	21	15440	1.003						

TOTAIS

OBSERVAÇÕES:

RESPONSÁVEL:

CONFERIDO:

FICHA DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA



CPRM

ESTAÇÃO: PARRA CAJURU

CÓDIGO:

RIO: SOLINÓES

BACIA: AMAZONAS

Medição N.º Data 6/10/84, Método BARCO ANCORADO Equipe CURSO + CPRM Folha 516
 Molinete N.º 38283 Hélice N.º 1.38862 Marca OTT C31 Calibrado Em 23/07/81 Lastro 100 Kg.
 Cota (Início 1840 cm, Fim 1842 cm, Média 1841 cm), Hora (Início 7h Fim 14h) N.º Vert. 21
 Larg. _____ m, Prof. méd _____ m, Área _____ m², Vel. méd _____ m/s, Descarga _____ m³/s

Vertical	Linha de Base (m)	Angulo Lido no Sextante	Distância do P. I. (m)	LARGURA (m)		PROFUNDIDADE (m)				N.º de Sinais	Tempo em Seg.	VELOCIDADE (m/s)				Área do Segmento (m ²)	Descarga do Segmento (m ³ /s)
				Entre as Verticais	do Segmento	Ang. de Arraste	Fator (1-K) Tab.	Prof. na Vertical	Prof. Corrigida na Vert.			Nos Pontos da Vertical	Média na Vertical	Coef. Ang.	Média na Vertical Corrig.		
15	(SEGUE)																(média seção)
									26.7	25	122	40	0.796				
									29.0	27.3	41	40	0.232				
								FUNDO	29.3				1.261			8	028
								INT		452	61		1.864				14965
16	I1	21°46'	2250		DIA 06				1.1	1	242	40	1.573				
	I2	21°44'							5.5	5	239	40	1.553				
	F1	29°56'	948						9.8	9	231	40	1.502				
	F2	38°02'							14.2	13	209	40	1.359				
		TOT.	3198						18.5	17	189	40	1.230				
		ERRO	-0.2%						22.8	21	198	40	0.965				
								FUNDO	26.3				1.285			5	589
								INT.		303	569		1.306				7182
17	I1	20°14'	2454		DIA 07				1.1	1	238	40	1.547				
	I2	19°58'							5.5	5	213	40	1.450				
	F1	37°04'	740						9.8	9	221	40	1.437				
	F2	63°54'							14.2	13	187	40	1.217				
		TOT.	3194						18.5	17	163	40	1.062				
		ERRO	-0.3%						22.8	21	111	40	0.725				
								FUNDO	24.3				1.232			4	945
								INT		252	504		1.208				6092
18	I1	18°53'	2657		DIA 06				1.1	1	225	40	1.463				
	I2	18°28'							5.5	5	213	40	1.385				
	F1	47°07'	543						9.8	9	193	40	1.256				
	F2	12°50'							14.2	13	209	40	1.327				
		TOT.	3201						18.5	17	207	40	1.346				
		ERRO	-0.1%						22.8	21	173	40	1.126				
								FUNDO	26.2				1.247			4	205
								INT		299	550		1.331				5244
19	I1	18°09'	2775		DIA 07				1.1	1	219	40	1.424				
	I2	17°42'							5.5	5	219	40	1.489				
	F1	55°18'	421						9.8	9	213	40	1.385				
	F2	72°18'							14.2	13	209	40	1.359				
		TOT.	3197						18.5	17	176	40	1.146				
		ERRO	-0.2%						22.8	21	192	40	0.926				
									25.5	23.4	103	40	0.673				

TOTAIS

OBSERVAÇÕES:

RESPONSÁVEL:

CONFERIDO:

FICHA DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA



CPRM

ESTAÇÃO: MANACARU

RIO: SOLIMÕES

CÓDIGO:

BACIA: AMAZONAS

Medição N.º _____ Data 6/7/06/84 Método Barco Ancorado Equipe CURSO + CPRM Folha 6/6
 Molinete N.º 38283 Hélice N.º 1.38867 Marca OTT C31 Calibrado Em 23/07/81 Lastro 100 Kg.
 Cota (Início 1840 cm, Fim 1842 cm, Média 1841 cm), Hora (Início 700 Fim 1400) N.º Vert. 21
 Larg. 3171 m, Prof. méd. _____ m, Área _____ m², Vel. méd. _____ m/s, Descarga _____ m³/s

Vertical	Linha de Base (m)	Ângulo Lido no Sextante	Distância do P. I. (m)	LARGURA (m)		PROFUNDIDADE (m)				N.º de Molinete	Tempo em Seg.	VELOCIDADE (m/s)			Área do Segmento (m ²)	Descarga do Segmento (m ³ /s)
				Entre as Verticais	do Segmento	Ang. de Arraste	Fator (1-K) Tab.	Prof. na Vertical	Prof. Corrigida na Vert.			Nos Pontos da Vertical	Média na Vertical	Coef. Ang.	Média na Vertical Corrig.	
19	(Seque)							FUNDO	25.9			1	1.252			5205
								INT.		279	55.0		1.233		4157	5125
20	I1	17°04'	2978		Dia 06			1.1	1	234	40	1.521				
	I2	16°30'						5.5	5	225	40	1.463				
	F1	74°03'	218					9.8	9	217	40	1.411				
	F2	88°38'						14.2	13	203	40	1.320				
	TOT.	3196						18.5	17	187	40	1.217				
	ERRO	-0.2%						22.8	21	132	40	0.861				
								24.1	21.2	89	40	0.583				
								FUNDO	24.4				1.288		3709	4777
								INT.		266	52		1.245			4617
21	I1	16°33'	3079		Dia 07			1.1	1	215	40	1.377				
	I2	15°08'						5.5	5	210	40	1.366				
	F1	85°11'						9.8	9	216	40	1.384				
	F2	?						14.2	13	200	40	1.288				
								18.5	17	166	40	1.084				
								22.6	21	139	40	0.906				
								27.1	25.5	86	40	0.563				
								FUNDO	27.4				1.166		2809	3275
								INT.		258	57.6		1.065			2991
ME			3183					0					0			

RESULTADOS

MEIA-SEÇÃO

SEÇÃO MÉDIA

1º	COMPLETA	DESCARGA	m ³ /s	133.400	132.200
		ÁREA	m ²	89.560	89.560
		Vel. MÉDIA	m/s	1,490	1,476
2º	INTEGRAÇÃO	DESCARGA	m ³ /s	141.400	140.200
		Vel. MÉDIA	m/s	1,579	1,566

TOTAIS

OBSERVAÇÕES:

RESPONSÁVEL:

CONFERIDO:

MEDIÇÃO COM BARCO ANCORADO-PERFIS DE VELOCIDADE (PARÁBOLAS)

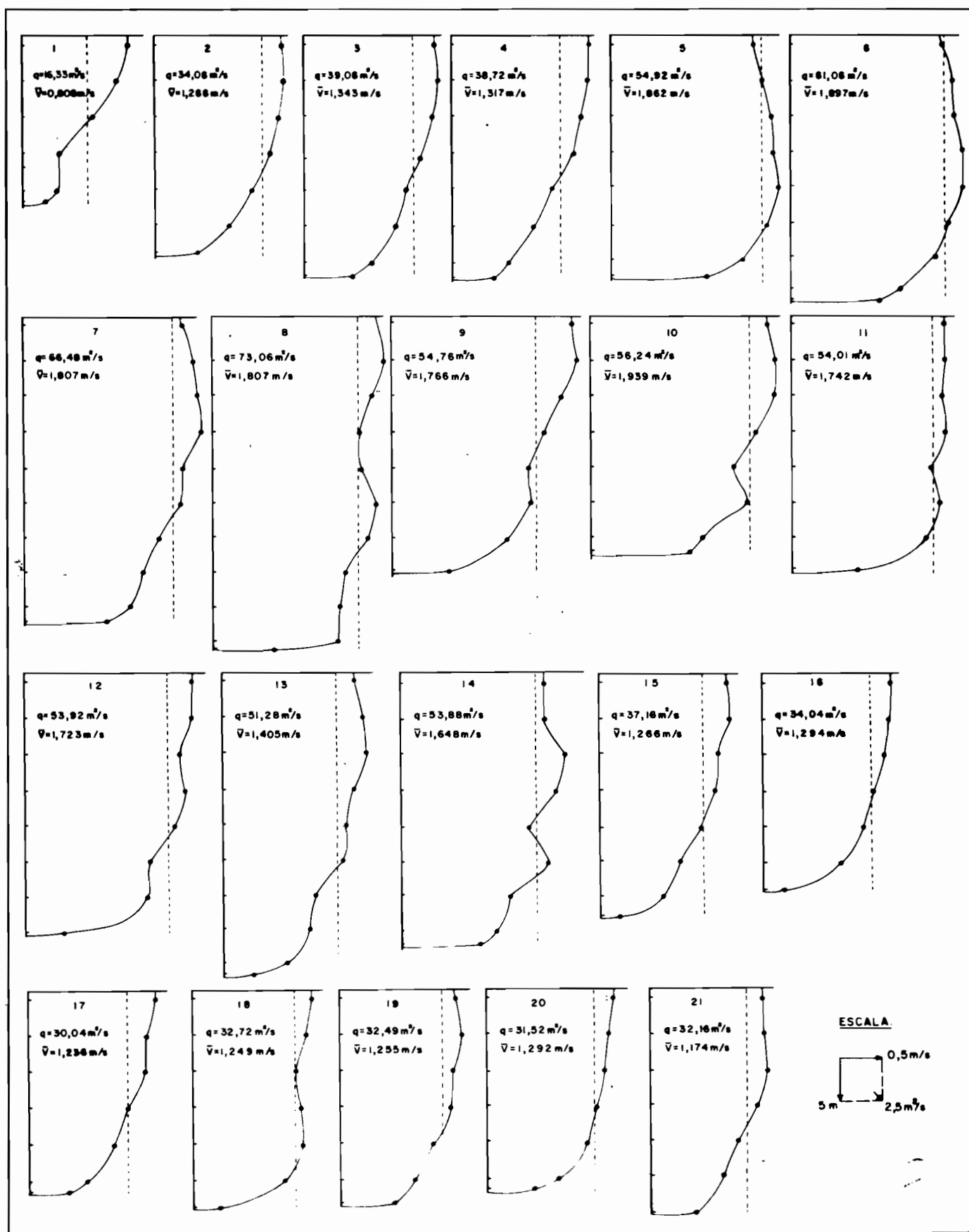


FIGURA-1



Nota-se nos resultados uma diferença notável (5%) entre as descargas da medição completa (134.800 m³/s pelo processo gráfico) e da medição integrada (141.400 m³/s), diferença que será justificada a seguir. Pode-se ver também:

- que os valores calculados são inferiores aos valores obtidos pelo processo gráfico;
- que o processo aritmético da meia seção se aproxima melhor do valor "gráfico" que o processo da seção média.

2.1.2. Análise e Comentários

2.1.2.1. Verticais e Posicionamento do Barco

Visto o perfil transversal bastante acidentado, o número de verticais é mínimo: mais 5 a 10 verticais seriam necessárias para melhorar a precisão. Exceto o intervalo excessivo entre as verticais 14 e 15, falha detectada em campo mas não suprida por falta de tempo dentro da programação do curso, a repartição das 21 verticais é boa.

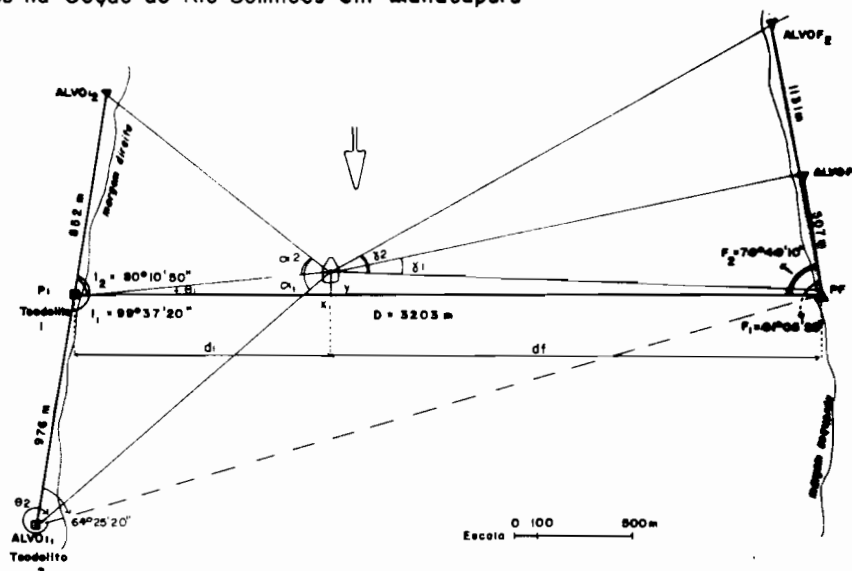
Na figura 3 é esquematizada a disposição das linhas de base e dos alvos instalados nas extremidades. Nota-se a disposição diferente em cada margem: bases opostas na margem direita, bases do mesmo lado na margem esquerda. Essa disposição foi escolhida voluntariamente com fins didáticos para exemplificar os 2 casos possíveis e os 2 roteiros de cálculo das coordenadas X e Y do barco.

Para 12 verticais realizadas no dia 06, o posicionamento do barco foi controlado com 2 teodolitos, posicionados em plataformas, especialmente montadas acima do PI e na extremidade da linha de base I1. Na figura 2 é apresentada uma tabela comparativa das distâncias calculadas pelos dois processos. Pode ser desta

CURSO SOBRE TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA EM GRANDES RIOS

POSICIONAMENTO DO BARCO COM SEXTANTE E TEODOLITOS

a. Disposição dos Alvos na Seção do Rio Solimões em Manacapurú



b. Tabela Comparativa das Distâncias Calculadas (usando simultaneamente um sextante e dois teodolitos)

Tabela Comparativa dos Resultados Obtidos com os Teodolitos em Estações e com o Sextante															
Nº		SEXTANTE							TEODOLITOS				COMPARAÇÃO		
Vert.		Base 1	Base 2	Y m	d1 m	d2 m	d1+d2 m	Δ %		TEOD. 1	TEOD. 2	Y m	d1 m	Dif. Zm-die	Erro %
2	α	67° 14'	82° 51'	+1,3	246				In.	0° 10' 50"	308° 46' 05"	-0,8	242	-4	1,7
	δ	9° 53'	12° 02'	-15		2954	3200	-0,1	Fim						
3	α	59° 50'	72° 10'	+4,2	407				In.	359° 24' 10"	346° 12' 10"	+4,2	400	-3	0,7
	δ	10° 30'	13° 19'	+7,9		2781	3188	-0,5	Fim	359° 35' 00"	316° 34' 55"	+3,0	408		
6	α	46° 15'	53° 25'	+4,3	764				In.	358° 09' 50"	323° 53' 00"	+2,4	784	-8,5	1,1
	δ	11° 59'	26° 28'	-10		2439	3203	0	Fim	358° 14' 00"	323° 59' 05"	+2,3	787		
7	α	44° 02'	49° 46'	+11	846				In.	359° 57' 50"	334° 58' 00"	+0,5	764	-4,5	0,5
	δ	12° 28'	27° 24'	+14		2343	3189	-0,4	Fim	0° 10' 50"	332° 30' 30"	-2,7	749		
8	α	40° 47'	45° 45'	+5,6	959				In.	359° 51' 00"	335° 07' 40"	+2,5	954	-5,5	0,6
	δ	13° 04'	18° 42'	-15		2237	3196	-0,2	Fim	359° 54' 40"	335° 07' 00"	+2,5	953		
10	α	35° 49'	39° 05'	+5,5	1176				In.	359° 52' 00"	340° 06' 00"	+2,4	1172	-6,5	0,6
	δ	14° 31'	31° 28'	+20		2041	3187	-0,5	Fim	359° 54' 00"	339° 59' 40"	+3,1	1167		
11	α	32° 43'	34° 46'	+15	1348				In.	359° 45' 00"	343° 13' 20"	+5,9	1343	-1	0,1
	δ	15° 56'	34° 11'	+18		1830	3178	-0,8	Fim	359° 54' 50"	343° 27' 35"	+2,0	1351		
12	α	29° 52'	31° 20'	+9,6	1520				In.	359° 57' 40"	340° 04' 40"	+1,2	1544	-2,5	0,2
	δ	17° 23'	37° 00'	-3,5		1679	3199	-0,1	Fim	359° 59' 00"	340° 12' 40"	+0,2	1521		
14	α	27° 20'	28° 19'	+4,4	1702				In.	0° 02' 50"	348° 42' 45"	-1,4	1703	0	0
	δ	19° 30'	40° 42'	+3,0		1492	3194	-0,3	Fim	0° 03' 50"	348° 41' 55"	-1,9	1701		
16	α	27° 46'	27° 44'	+5,6	2250				In.	0° 02' 20"	347° 45' 00"	-1,5	2250	0	0
	δ	29° 58'	56° 02'	+2,3		948	3198	-0,2	Fim						
18	α	18° 53'	18° 28'	+13	2657				In.	359° 57' 40"	347° 00' 30"	+2,2	2646	-9,5	0,4
	δ	47° 07'	72° 50'	+0,2		543	3201	-0,1	Fim	359° 57' 50"	347° 02' 00"	+1,7	2649		
20	α	17° 04'	16° 30'	+13	2978				In.	359° 58' 40"	348° 54' 40"	+1,2	2978	0	0
	δ	74° 03'	88° 38'	+1,7		218	3196	-0,2	Fim	359° 58' 30"	348° 58' 40"	+1,3	2978		

cado:

1. a boa concordância dos valores: a diferença sextante/teodolitos fica inferior a 10 m (média 3,75 m) notar o sinal negativo desta diferença, que indica, provavelmente, um erro por defeito de 10 a 20 minutos de grau no valor do ângulo PI. Alvo 1. PF, erro perfeitamente possível visto que a implantação das bases foi feita logo antes do curso, com as margens já parcialmente inundadas.

2. o controle das leituras do sextante através da soma $d_i + d_f$ das distâncias a cada margem. A diferença relativa $\Delta\%$ desta soma à distância PI.PF, que é sistematicamente negativa, mostra um pequeno defeito de aferição do sextante, defeito de alguns minutos de grau em excesso que implica ângulos maiores e por consequência distâncias menores. A consequência só é sensível quando os ângulos são pequenos (inconveniente das bases pouco compridas).

3. a influência do vento e o movimento lateral do barco, que apesar de estar ancorado, se desloca na seção transversal do rio de vários metros (ver nas verticais 3 e 7 as distâncias d_i medidas pelos teodolitos no início e no fim das medições).

4. o alinhamento do barco na seção PI.PF, feito a vista, pode ser controlado pelos valores das colunas Y. Considerando a coluna Y teodolito, pode-se ver que o barco é geralmente posicionado alguns metros A MONTANTE da seção (2 a 5 m para o mastro do barco, 7 a 10 m para o molinete). Isso se explica pelas dificuldades encontradas para ancorar o barco: os operadores desconfiados preferem ter uma margem de segurança. Comparando as 2 colunas Y da tabela da figura 2, pode se ver que o sextante não é um instrumento preciso para controlar o alinhamento (se não for com o círculo hidrográfico, posicionado a 180°). As divergências entre os valores da coluna Y, calculados pelo sextante, têm por origem a disposição diferente das linhas de base, em cada margem. O processo de cálculo das coordenadas do barco (segmentos capazes) é menos sensível a uma diferença de 1' de grau (precisão do sextante) quando as bases são opostas (caso da

margem direita).

2.1.2.2. Velocidades Médias nas Verticais

Utilizando como referência a velocidade média em cada vertical $\bar{V}_g$ obtida pelo processo gráfico (planimetragem das parábolas), foram calculados os desvios relativos:

a - das velocidades médias calculadas pela fórmula

$$\bar{V}_K = \frac{p_1 v_1 + \sum_1^m \frac{v_i + v_{i-1}}{2} (p_i - p_{i-1}) + \frac{3}{4} v_m (p_t - p_m)}{p_t}$$

sendo m o número total de pontos na vertical e i o índice de um ponto e p_t a profundidade total.

b - das velocidades, médias aritméticas das velocidades a 20% e 80% da profundidade total (valores lidos nos perfis de velocidade), $\bar{V}_2$

c - das velocidades integradas $\bar{V}_i$

Os resultados desses cálculos são reunidos na tabela 2, onde pode se ver:

a - o desvio sistemático negativo de $\bar{V}_K$, devido ao método dos trapézios, usado pelo cálculo da área das parábolas. (desvio médio da ordem de 0,2%, os desvios positivos das verticais 07, 08 e 14 sendo provavelmente devidos a uma imprecisão da planimetragem)

TABELA 2 - Medição com Barco Ancorado

Tabela Comparativa das Velocidades Calculadas

Nº Vert	Dist ao PI (m)	Prof. Total P _t (m)	Gráfico (Parábola) $\bar{V}_g$	Calculado todos os pontos		calculado 2 pontos (20% 80%)		Integrada	
				$\bar{V}_K$	$\Delta\%$	$\bar{V}_2$	$\Delta\%$	$\bar{V}_i$	$\Delta\%$
01	73	20,2	0,808	0,807	-0,1	0,825	+2,1	0,849	+5,1
02	246	26,5	1,286	1,284	-0,2	1,290	+0,3	1,304	+1,4
03	407	29,1	1,343	1,338	-0,4	1,380	+2,8	1,309	-2,5
04	434	29,4	1,317	1,314	-0,2	1,320	+0,2	1,298	-1,4
05	655	29,5	1,862	1,862	0	1,875	+0,7	1,925	+3,4
06	764	32,2	1,897	1,896	-0,05	1,910	+0,7	1,977	+4,2
07	846	36,8	1,807	1,812	+0,3	1,785	-1,2	1,838	+1,7
08	959	40,4	1,807	1,811	+0,2	1,805	-0,1	1,790	-0,9
09	1053	31,0	1,766	1,767	+0,06	1,865	+5,6	1,882	+6,6
10	1176	29,0	1,939	1,936	-0,2	2,045	+5,5	1,788	-7,8
11	1348	31,0	1,742	1,734	-0,5	1,815	+4,2	1,752	+0,6
12	1520	31,3	1,723	1,717	-0,3	1,755	+1,9	1,851	+7,4
13	1656	36,5	1,405	1,405	0	1,435	+2,1	1,830	+30,2
14	1702	32,7	1,648	1,654	+0,4	1,570	-4,7	1,788	+8,5
15	2029	29,3	1,268	1,261	-0,6	1,285	+1,3	1,864	+47,0
16	2250	26,3	1,294	1,285	-0,7	1,260	-2,6	1,306	+0,9
17	2454	24,3	1,236	1,232	-0,3	1,245	+0,7	1,208	-2,3
18	2657	26,2	1,249	1,247	-0,2	1,318	+5,5	1,331	+6,6
19	2775	25,9	1,255	1,252	-0,2	1,260	+0,4	1,233	-1,8
20	2978	24,4	1,292	1,288	-0,3	1,315	+1,8	1,245	-3,7
21	3079	27,4	1,174	1,171	-0,3	1,141	-2,8	1,065	-9,3
DESVIO MÉDIO				Absoluto	-0,26%		2,25%		4,0*
				Relativo	-0,17%		+1,16%		+0,88*

(*) excluídos os valores das verticais 13 e 15

b - o desvio absoluto das velocidades $\bar{V}_2$ é de 2,25%, valor já encontrado na medição realizada em 21 e 22 de março no mesmo posto. É interessante observar que a faixa de dispersão é de $\pm 5\%$, sendo o desvio médio relativo positivo (+ 1,16% contra + 0,41% em março).

c - Duas velocidades integradas (verticais 13 e 15) tem valores totalmente fora da faixa de dispersão que é de $\pm 10\%$. Em primeira análise deve-se admitir um erro no desconto do número de impulsos, dessas 2 medições, apesar das velocidades integradas se enquadrar melhor na sequência, pelo menos a primeira vista como mostramos valores seguintes:

Vertical	12	<u>13</u>	14	<u>15</u>	16
$\overline{VK}$ m/s	1,723	1,405	1,648	1,268	1,294
$\overline{VI}$ m/s	1,851	1,830	1,788	1,864	1,306

Voltaremos nesse ponto no último item deste capítulo.

2.1.2.3. Isótacas

O método das isótacas ou curvas de igual velocidade - é pouco conhecido e pouco usado, provavelmente por causa do traçado das isolinhas e da planimetragem geralmente difícil por causa da forma daquelas linhas. Mas o método é muito interessante tanto para sentir melhor o rio escoando quanto para apreciar a medição realizada. A figura 2 representa as curvas isótacas de 0,2 em 0,2 m/s entre a velocidade máxima medida 2,24m/s e 0,80 m/s. O traçado da curva apoia-se na interpolação linear entre os valores, mas sem abusar de formas complicadas ou contornos fechados. Pode-se ver na figura 2 que dentro da área limitada pela curva 1,80 m/s encontram-se valores isolados inferiores (até 1,66 m/s) e na parte de fora valores isola

dos superiores (até 2,00 m/s). O traçado deve ser feito de maneira intuitiva, em apoio nos agrupamentos de valores semelhantes e deixando os valores isolados. As isotacas apresentadas na figura 2, foram traçadas por um dos autores deste relatório num tempo inferior a 10 minutos e não foram retocadas: a descarga obtida após a integração gráfica das áreas intermediárias mostra que o processo intuitivo dá excelentes resultados.

2.1.2.4. Traçado das Curvas de Vazão e das Velocidades de Superfície

O traçado destas curvas (figura 2) não apresenta dificuldades. A curva deve ser suave, evitando-se qualquer ângulo ou descontinuidade. A precisão do traçado, e por consequência dos resultados, depende do número e da repartição dos pontos. Por exemplo, o comprimento do intervalo entre as verticais 14 e 16 (mais de 550 m), confere um papel decisivo, em termos de precisão, a vertical 15, que por coincidência, foi considerada duvidosa por causa da discrepância entre as velocidades média por pontos ($\overline{VK}$) e integrada ($\overline{VI}$).

2.2. Medição com Barco não Ancorado

2.2.1. Apresentação Geral

A medição iniciada as 10:00 horas da manhã, foi encerrado ao cair da noite as 18:00, ou seja após 8:00 horas de trabalho. A medição foi feita segundo um procedimento diferente daquele até agora utilizado: as verticais são escolhidas (em função do perfil transversal do rio), as distâncias ao PI calculadas e os ângulos correspondentes lidos no teodolito de posicionamento (extremidade da linha de base) determinados, antes de iniciar a medição. A utilização do rádio permite aos 2 observadores de teodolitos (alinhamento e posicionamento) dirigir o piloto do barco, de maneira a:

- posicionar o barco nas proximidades da vertical escolhida;

- orientar e ajudar o piloto a manter o barco na mesma posição durante as tomadas de velocidades.

Esta maneira de operar, mais demorada que o método inicialmente usada das verticais "móveis", é sem nenhuma dúvida muito mais precisa.

De outro lado, o uso do rádio permite o controle imediato do movimento do barco durante uma tomada de velocidade e, se for necessário, uma repetição imediata.

A tabela 3 fornece para cada uma das 26 verticais realizadas:

- os elementos medidos, ou seja os ângulos no início e no fim das tomadas de velocidade dos 2 observadores, a profundidade total p_t medida pelo ecobatímetro e para cada ponto (20% e 80% da profundidade) o número de rotações e o tempo da medição;
- os valores calculados, ou seja as abcissas e ordenadas iniciais e finais, a velocidade pontual e média na vertical, a distância ao PI e finalmente as áreas e vazões parciais calculadas pelo método da meia-seção.

TABELA 4 - Resultados Globais da Medição com Barco não Ancorado

Cálculo	Descarga m^3/s	Área m^2	V média m/s
Gráfico *	139.800	88.200	1,585
Meia - Seção	139.100	88.220	1,577
Seção Média	137.700	88.220	1,561

*Veja Figura 6

CURSO SOBRE TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA EM GRANDES RIOS

MEDIÇÃO COM BARCO NÃO ANCORADO

Nº Vert.	Ponto %	Ângulos Medidos com Teodolito				Nº de Medições	Tempo t	Abcissa Inicial Xi	Abcissa Final Xf	Orden Inicial Yi	Orden Final Yf	Vel Vi	distância ao PI dk	Veloc. Média V̄k	Prof Pt	Área Parcial A	Vazão Parcial Q
		Início		Fim													
		Obs. PI α	Obs. 2 γ	Obs. PI α	Obs. 2 γ												
MD													12	0	0		
01	20	359 55 30	303 52 40	00 09 50	303 39 20	280	42,0	148,1	143,8	0,19	-0,41	1,644	144	1,437	23,9	2127	3057
	80	00 10 00	303 20 55	359 56 50	303 39 20	230	45,2	138,1	144,0	-0,40	0,13	1,231					
02	20	00 02 10	306 11 00	00 02 00	306 12 00	310	43,8	191,4	191,7	-0,12	-0,11	1,732	190	1,417	25,3	2077	2958
	80	00 04 00	306 05 20	00 07 50	306 02 45	190	42,6	189,6	188,7	-0,22	-0,43	1,102					
03	20	359 59 00	312 04 55	359 54 00	312 05 40	260	41,0	308,8	309,3	+0,09	+0,54	1,542	309	1,352	27,5	4125	5577
	80	00 02 00	312 12 55	00 08 50	312 05 55	200	42,8	311,5	308,8	-0,18	-0,79	1,161					
04	20	359 49 50	320 10 45	359 52 00	320 04 20	270	41,4	492,4	489,5	+1,45	+1,14	1,603	490	1,558	29,0	5220	8133
	80	359 58 40	320 04 20	359 49 10	320 04 40	260	41,2	488,9	489,9	+0,19	+1,54	1,543					
05	20	359 57 60	326 48 55	359 54 50	326 47 30	290	41,4	669,6	669,4	+0,42	+1,00	1,700	669	1,800	30,3	4228	7608
	80	359 52 00	326 47 05	359 59 50	326 45 00	320	42,0	669,7	667,3	+1,56	+0,03	1,899					
06	20	359 55 00	330 04 20	00 00 50	330 00 55	320	41,4	770,9	767,8	+1,12	-0,19	1,920	769	1,853	31,4	2571	4393
	80	359 55 10	330 03 05	00 04 00	330 01 40	300	42,2	770,3	767,6	+1,08	-0,89	1,785					
07	20	359 55 10	331 12 20	00 00 00	331 18 05	330	41,8	820,1	822,2	+1,15	+0,00	1,957	820	1,766	37,4	2057	3674
	80	359 55 50	331 18 50	359 54 10	331 18 10	270	41,0	818,4	818,5	+1,47	+1,39	1,615					
08	20	00 00 15	333 12 15	359 53 10	333 12 10	360	41,6	874,6	879,6	-0,11	+1,75	2,068	879	1,900	37,9	2786	5293
	80	00 01 30	333 17 05	00 07 00	333 17 00	290	41,8	880,3	878,7	-0,38	-1,79	1,731					
09	20	359 58 50	335 34 30	359 53 30	335 37 20	320	41,6	968,6	972,3	+0,33	+1,84	1,843	967	1,736	40,2	2352	4083
	80	00 04 00	335 32 30	00 02 40	335 27 55	280	41,8	965,6	963,0	-1,12	-0,75	1,630					
10	20	00 06 00	336 21 55	00 01 30	336 11 35	360	40,6	998,3	992,8	-1,74	-0,43	2,150	996	1,855	35,0	1243	2305
	80	359 53 50	336 10 10	359 59 10	336 18 05	260	41,2	994,5	993,0	+1,76	+0,24	1,581					
11	20	00 08 00	337 18 10	359 53 50	337 09 25	360	41,4	1036,9	1036,0	-2,41	+1,86	2,021	1038	1,765	30,3	3318	5856
	80	359 55 10	337 14 00	359 54 00	337 15 05	260	42,0	1038,8	1040,0	+1,46	+1,81	1,508					
12	20	00 02 00	341 02 40	359 54 00	340 53 55	320	41,0	1214,6	1211,2	-0,71	+2,11	1,838	1215	1,757	28,2	4568	8027
	80	00 01 50	341 04 55	00 04 00	341 07 05	290	42,8	1216,6	1217,4	-0,65	-1,42	1,677					
13	20	00 01 40	343 40 20	359 59 50	343 38 55	340	41,0	1358,9	1358,7	-0,66	+0,06	2,009	1362	1,855	29,6	4484	8389
	80	359 54 00	343 40 20	359 58 20	343 48 00	280	41,2	1363,7	1368,6	+2,38	+0,66	1,701					
14	20	359 59 00	346 09 55	359 59 50	346 10 00	350	42,2	1518,5	1517,9	+0,44	+0,07	2,036	1518	1,799	30,5	3645	6550
	80	00 02 00	346 11 55	359 58 20	346 10 00	270	41,4	1518,4	1519,1	-0,88	+0,74	1,558					
15	20	00 01 50	347 17 20	00 00 00	347 20 55	320	42,2	1595,3	1601,2	-0,85	+0,00	1,829	1601	1,586	38,6	2567	4071
	80	359 56 50	347 21 40	359 56 20	347 18 55	230	41,8	1604,9	1604,9	+1,48	+1,71	1,343					
16	20	359 58 50	347 57 40	00 00 00	347 57 55	300	43,6	1648,1	1647,3	+0,56	+0,00	1,697	1651	1,559	36,6	2086	3252
	80	359 55 10	347 58 30	359 50 00	347 57 25	260	43,0	1652,4	1653,7	+2,32	+4,81	1,422					
17	20	359 58 00	348 49 20	00 05 00	348 53 35	310	41,8	1716,5	1715,4	+0,99	-2,49	1,898	1715	1,794	32,4	3046	5281
	80	00 00 20	348 49 10	00 00 00	348 48 10	270	42,0	1714,0	1713,0	-0,16	+0,00	1,570					
18	20	00 00 00	350 19 10	359 55 40	350 22 05	310	41,6	1842,0	1851,2	+0,00	+2,33	1,753	1839	1,658	30,1	2955	4879
	80	00 00 10	350 14 25	00 00 50	350 11 20	260	41,2	1837,7	1829,4	-0,08	-0,44	1,599					
19	20	359 56 50	351 02 25	359 59 10	351 02 05	330	41,2	1942,2	1940,1	+1,76	+1,02	1,976	1942	1,743	30,1	4018	7004
	80	359 54 00	351 00 05	359 55 50	351 03 10	280	41,2	1941,9	1944,6	+3,33	+2,39	1,510					
20	20	359 58 00	352 57 00	359 56 50	352 57 05	300	42,4	2106,0	2107,9	+1,22	+1,94	1,714	2406	1,538	28,7	4965	7636
	80	359 54 00	352 53 55	359 57 00	352 57 00	230	41,2	2101,8	2107,5	+1,83	+1,84	1,362					
21	20	00 00 50	354 16 55	00 01 10	354 15 00	270	41,0	2258,8	2252,3	-0,54	-0,76	1,614	2258	1,307	25,6	3994	5220
	80	00 00 50	354 17 30	359 59 20	354 19 40	180	42,8	2258,0	2264,9	-0,54	+0,44	0,999					
22	20	359 58 00	355 30 55	00 00 10	359 33 05	250	42,6	2422,5	2423,4	+1,41	-0,11	1,474	2418	1,347	24,3	3645	4910
	80	00 00 20	355 27 20	00 00 40	355 30 55	210	42,0	2409,9	2417,5	-0,23	-0,47	1,220					
23	20	00 00 50	356 31 00	00 00 50	356 30 40	260	41,6	2561,7	2560,8	-0,62	-0,62	1,531	2558	1,282	25,0	5550	7115
	80	00 00 00	356 28 05	00 00 00	356 27 00	180	42,8	2556,1	2553,3	+0,00	+0,00	1,033					
24	20	00 00 10	358 18 55	00 00 20	358 20 00	270	42,0	2862,4	2865,3	-0,14	-0,78	1,576	2862	1,412	24,6	5732	8093
	80	00 00 20	358 18 55	00 00 10	358 18 05	210	41,2	2862,0	2859,9	-0,28	-0,44	1,247					
25	20	00 01 00	359 09 00	359 59 30	359 06 50	260	41,2	3020,0	3017,1	-0,88	+0,44	1,512	3024	1,290	24,9	3137	4047
	80	00 00 00	359 11 05	00 00 10	359 11 05	180	41,6	3029,9	3029,4	+0,00	-0,14	1,068					
26	20	00 00 00	359 34 40	359 59 50	359 35 00	170	41,6	3411,0	3412,7	+0,00	+0,15	1,002	3414	0,929	24,1	1916	1780
	80	00 00 00	359 35 40	00 00 00	359 36 20	150	43,2	3414,6	3416,9	+0,00	+0,00	0,856					
ME													3183	0	0		

RE SULTADOS (integração meia seção)

Q = 139.100 m³/s

A = 88.220 m²

TABELA-3

Nota-se de novo, a melhor aproximação do processo aritmético da meia-seção, com o processo gráfico. Verifica-se também que o processo aritmético da seção média dá um valor inferior ao processo da meia-seção.

2.2.2. Análise e Comentários

O maior defeito do método de medição com o barco não ancorado encontrou-se, desde o lançamento do método, mais de 10 anos, no deslocamento longitudinal e transversal do barco. Este deslocamento chegava frequentemente a atingir 20 a 30 metros durante uma tomada de velocidade e mais de 50 metros entre os 2 pontos a 20% e 80% da profundidade. As consequências podem ser desastrosas por causa:

- da indefinição dos termos 20% e 80% de p_t visto as rápidas variações da profundidade;
- da imprecisão das velocidades medidas, visto que o tempo corretivo devido ao movimento de barco podia ser mais importante que o valor medido;
- do erro cometido quando calcula-se a velocidade média numa "pseudo-vertical" a partir de 2 pontos distantes horizontalmente de 30 a 50 metros.

As recomendações feitas em dezembro 1983 pelo Grupo de Estudos de medições de descargas em Grandes Rios, conduziram as equipes de campo a operar com muito mais rigor e os defeitos acima indicados foram quase totalmente eliminados nesta medição realizada durante o curso, como mostram os valores reunidos na Tabela 5.

O deslocamento lateral, em média de 2,75 m, é superior a 5 m somente 8 vezes em 52 tomadas de velocidades e nunca ultrapassa 10 m. No sentido longitudinal os resultados são melhores ainda: média de 0,9 m, somente 5 valores superiores a 2 m e nenhum acima de 5 m. Esses valores são comparáveis aos observados com o barco ancorado.

TABELA 5 - Deslocamento do Barco durante as Medições com Barco não Ancorado

Nº Vert.	Dist. ao PI	Deslocamento Lateral (ΔX)			Deslocamento Longitudinal (ΔY)		
		20% m	80% m	20 - 80* m	20% m	80% m	20 - 80* m
1	144	4,3	5,9	4,9	0,6	0,5	0,0
2	190	0,3	0,9	2,4	0,0	0,2	0,2
3	309	0,5	2,7	1,1	0,5	0,6	0,8
4	490	2,9	1,0	1,6	0,3	1,4	0,4
5	669	0,2	2,4	1,0	0,6	1,5	0,1
6	769	3,1	2,7	0,4	1,3	2,0	0,4
7	820	2,1	0,1	2,7	1,2	0,1	0,9
8	879	2,0	1,6	0,9	1,9	1,4	1,9
9	967	3,7	2,6	6,2	1,5	0,4	2,0
10	996	5,5	3,5	0,7	1,3	1,5	2,1
11	1038	0,9	1,2	1,5	<u>4,3</u>	0,4	1,9
12	1215	3,4	0,8	4,1	2,8	0,8	1,7
13	1362	0,2	4,9	7,4	0,7	1,7	1,8
14	1518	0,6	0,7	0,6	0,4	1,6	0,3
15	1601	5,9	3,0	5,2	0,9	0,2	2,0
16	1651	0,8	3,3	6,4	0,6	<u>2,5</u>	3,3
17	1715	1,1	1,0	2,5	3,5	0,2	0,7
18	1839	<u>9,2</u>	<u>8,3</u>	<u>13,1</u>	2,3	0,4	1,4
19	1912	2,1	2,7	2,1	0,7	0,9	1,5
20	2106	1,9	5,7	2,3	0,7	0,0	0,3
21	2258	4,5	6,9	6,9	0,2	1,0	0,6
22	2418	0,9	7,6	9,3	1,5	0,2	1,0
23	2558	0,9	2,8	6,6	0,0	0,0	0,6
24	2862	2,9	2,1	2,9	0,1	0,1	0,0
25	3024	2,9	0,5	11,1	1,3	0,1	0,2
26	3114	1,7	2,3	3,9	0,2	0	0,8
MÉDIAS		2,5	3,0	4,1	1,1	0,7	1,0

*20 - 80 = deslocamento entre as abscissas médias dos pontos 20 e 80%.

De outro lado as verticais de medição são corretamente definidas, apesar de 2 deslocamentos laterais superiores a 10 metros (verticais 18 e 25).

Observa-se que o deslocamento longitudinal é negligenciável. Isso em função da maior eficiência do controle de alinhamento (observador 1 no PI) e também da maior facilidade para o piloto do barco de executar as ordens do observador. Ao contrário a eficiência do observador de posicionamento vai diminuindo quando aumenta a distância ao PI. Isso em razão da menor precisão relativa do teodolito, da distância superior a 2000 m e ao mesmo tempo da dificuldade maior de estacionar o barco no sentido lateral.

De qualquer maneira, o problema do deslocamento do barco foi resolvido durante esta medição. As correções de velocidade, devidas ao movimento do barco não chegam a ultrapassar 5% da velocidade medida no caso mais desfavorável (vertical 18), e na maioria dos casos são inferiores a 1%.

2.3. Medição com Barco em Movimento

2.3.1. Apresentação Geral

A medição foi iniciada às 9:00 horas, logo após a instalação das 2 boias, a 52 m de cada margem. Ela foi encerrada às 15:00 horas, sendo no intervalo executadas 10 travessias (5 no sentido PI-PF identificadas por um número par, 5 no sentido contrário identificadas por um número ímpar).

A luminosidade muito forte dificultou bastante a atuação do piloto, cujo papel é fundamental porque o barco não deve se afastar da seção PI-PF. Nenhum incidente foi registrado com os equipamentos: molinete, contador de impulsos e ecobatímetro funcionaram perfeitamente.

A tabela 6 apresenta os dados da 7ª travessia, ou seja para cada uma das 51 verticais.

CURSO SOBRE TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE DESAGUAMENTO EM GRANDES RIOS

MEDIÇÃO COM BARCO EM MOVIMENTO (7ª PASSAGEM)

Nº Vertical	Ângulo α°	Profund Pt (m)	Nº de impulsos	Fração da distância até 2º bôia	Distância pont. 01 a 2º bôia (m)	Distância do P de (m)	Velocidade medida (m/s)	Velocidade (m/s)	Integração pela seção	
									Área m²	Vazão m³/s
MD		0				12	0			
01	36	18,1	460	1ª Bôia	52	64	2,51	1,47	1188	1747
02	27	22,8	460		79,3	143,3	2,51	1,44	1584	1805
03	48	23,4	440		59,6	202,9	2,40	1,78	1550	2759
04	35	25,9	440		72,9	275,8	2,40	1,38	1864	2572
05	37	26,3	440		71,1	346,8	2,40	1,44	1881	2708
06	36	27,0	440		72,0	418,8	2,40	1,41	1836	2589
07	44	28,0	460		64,0	482,8	2,51	1,74	1879	3269
08	38	28,6	470		70,2	553,0	2,56	1,58	2006	3170
09	38	28,6	475		70,1	623,1	2,59	1,59	2045	3251
10	35	29,7	470		72,9	696,0	2,56	1,47	2165	3183
11	35	30,5	460		72,9	768,9	2,51	1,44	2152	3099
12	40	30,3	480		68,2	837,1	2,62	1,68	1986	3837
13	45	32,7	460		62,9	900,0	2,51	1,77	2111	3736
14	42	34,1	475		66,2	966,2	2,59	1,73	2182	3776
15	46	37,1	485		61,8	1028,0	2,64	1,90	2293	4356
16	46	39,4	490		61,8	1089,8	2,67	1,92	2413	4633
17	47	36,2	490		60,7	1150,5	2,67	1,95	2134	4161
18	50	29,8	490		57,2	1207,7	2,67	2,05	1806	3702
19	44	29,7	460		64,0	1271,7	2,51	1,74	1836	3194
20	48	28,9	460		59,6	1331,3	2,51	1,86	1653	3075
21	52	27,6	460		54,8	1386,1	2,51	1,98	1513	2995
22	52	27,5	470		54,8	1440,9	2,56	2,02	1634	3300
23	44	29,7	480		64,0	1504,9	2,62	1,82	1917	3489
24	51	28,1	470		65,1	1570,0	2,45	1,67	1829	3088
25	43	31,5	450		65,1	1635,1	2,45	1,67	2016	3367
26	45	31,9	450		62,9	1698,0	2,45	1,74	2042	3552
27	43	30,3	480		65,1	1763,1	2,62	1,78	1853	3298
28	50	29,1	460		57,2	1820,3	2,51	1,92	1764	3386
29	44	38,8	420		64,0	1884,3	2,29	1,59	2305	3665
30	52	35,0	450		55,8	1939,1	2,45	1,93	2060	3975
31	45	32,1	480		62,9	2002,0	2,62	1,85	2059	3801
32	43	28,1	480		65,1	2067,1	2,62	1,78	1784	3176
33	46	29,5	480		61,8	2129,0	2,62	1,88	1825	3430
34	46	29,4	460		61,8	2190,8	2,51	1,80	1849	3329
35	44	29,1	455		64,0	2254,8	2,48	1,72	1894	3258
36	42	29,1	480		66,1	2321,0	2,62	1,75	2011	3519
37	36	27,9	480		72,0	2393,0	2,62	1,54	1927	2967
38	42	26,4	460		66,1	2459,1	2,51	1,68	1786	3000
39	39	26,0	460		69,2	2528,3	2,51	1,58	1786	2822
40	40	24,2	470		68,2	2596,5	2,56	1,65	1650	2723
41	40	23,7	455		68,2	2664,7	2,48	1,59	1627	2587
42	39	24,2	440		69,2	2733,8	2,40	1,51	1571	2372
43	47	24,7	440		60,7	2794,5	2,40	1,76	1554	2734
44	43	25,1	460		65,1	2859,6	2,51	1,71	1606	2747
45	45	25,2	460		62,9	2922,5	2,51	1,77	1483	2625
46	52	24,9	440		54,8	2977,3	2,40	1,89	1438	2718
47	47	24,1	440		60,7	3038,0	2,40	1,76	1476	2598
48	46	23,6	440		61,8	3099,8	2,40	1,73	1433	2478
49	48	23,5	440		59,6	3159,4	2,40	1,78	1414	2516
50	47	26,5	400		60,7	3220,1	2,18	1,60	1189	1902
51	45	11,6	420	0,46	29,0	3249,1	2,29	1,62	470	761
ME		0			52,0	3301,1	0	TOTALS	91319	156256
PF					20,0	3321,1				

RESULTADOS $KL = \frac{3203}{332} = 0,964$ $Q \times KL = 506,4 \text{ m}^3/s$ $A \times KL = 88032 \text{ m}^2$

- os dados medidos nas 3 primeiras colunas:

ângulo do barco com a seção PI-PF, profundidade total e número de impulsos;

- os valores calculados nas colunas seguintes:

distâncias parcial e acumulada a partir do PI, velocidades medida e da água a 1 m de profundidade, área molhada e vazão parcial calculadas pelo método da meia-seção.

Os resultados brutos do cálculo (área e vazão acumuladas) são multiplicados pelo coeficiente de correção de largura K_L , razão entre a distância real PI-PF e a distância acumulada medida durante a travessia.

A tabela 7 reúne os resultados das 10 travessias realizadas. Sendo os valores bastante homogêneos e nenhum foi abandonado para o cálculo das médias.

O resultado definitivo, após correção de largura (K_L) e correção de velocidade ($K_v = 0,906$, valor encontrado na medição completa com o barco ancorado) é o seguinte:

$$Q = 138.600 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 87.900 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 1,58 \text{ m/s}$$

O intervalo de dispersão das vazões das 10 travessias é de - 8000 a + 5500 m^3/s (- 6% a + 4%) e das áreas de $\pm 2000 \text{ m}^2$ ($\pm 2,5\%$). Esses valores são muito bons e testemunham a excelente qualidade da medição.

2.3.2. Análise e Comentários

2.3.2.1. Velocidades Pontuais

Uma análise detalhada dos valores da 7ª tra

TABELA 7 - Resultado da Medição pelo Método do Barco em Movimento

Pass.	Sentido	Fração 2ª boia	Largura Medida	K_L (1)	Área m ²		Descarga m ³ /s			Velocidade	
					Medida (A)	Corr. ($A \times K_L$)	Bruto (Q)	($Q \times K_L$)	($Q \times K_L \times K_V$) (2)	V_m	V
1	ida	0,26	3.366	0,942	93.940	88.490	153.430	144.530	130.940	1,63	1,48
2	volta	0,17	2.979	1,064	80.760	85.930	144.320	153.560	139.130	1,79	1,62
3	ida	0,31	3.270	0,970	91.815	89.060	157.630	152.900	138.530	1,72	1,56
4	volta	0,52	2.913	1,089	80.640	87.820	143.430	156.200	141.520	1,78	1,61
5	ida	0,75	3.304	0,960	91.680	88.010	156.140	149.890	135.800	1,70	1,54
6	volta	0,32	2.924	1,084	80.720	87.500	146.460	158.760	143.840	1,81	1,64
7	ida	0,46	3.289	0,964	91.320	88.030	156.260	150.640	136.480	1,71	1,55
8	volta	1,00	3.020	1,050	82.130	86.240	144.510	151.740	137.480	1,76	1,59
9	ida	0,33	3.346	0,948	94.870	89.940	163.050	154.570	140.040	1,72	1,56
10	volta	0,54	2.952	1,074	81.600	87.640	145.830	156.620	141.900	1,79	1,62
MÉDIA				1,015		87.870		152.940	138.570	1,74	1,58

(1) K_L = Coeficiente de correção de largura = $\frac{3.203}{\text{Largura medida}}$

(2) K_V = Coeficiente de correção de velocidade = 0,906 (conforme medição com barco ancorado)

vessia, escolhida como exemplo totalmente por acaso (tabela 6), mostra a característica principal deste tipo de medição a sua relativa imprecisão, perfeitamente ilustrada na figura 4, onde são traçadas as variações laterais da velocidade a 1 m de profundidade.

Sequências de valores (velocidades em m/s) como 1,47 - 1,14 - 1,78 - 1,38 no início da 7ª passagem ou 1,89 - 1,74 - 1,41 - 2,10 no meio da 8ª passagem, são anormais num rio do porte do Solimões. A curva dos valores da medição completa (barco ancorado) traçada na figura 4, se aproxima muito mais da realidade.

Essas variações rápidas são consequência da maneira instantânea e indireta (visto o movimento do barco) de medir a velocidade. É sem dúvida um procedimento muito menos preciso que aquele normalmente utilizado (barco parado e medição de 40 segundos).

Verificamos que as medidas de profundidade são bem mais precisas e não apresentam as mesmas rápidas variações laterais.

Felizmente, se cada uma das velocidades medidas é bastante imprecisa (± 15 a 20% de erro), os erros se compensam e o resultado global é geralmente enquadrado numa faixa menor ($\pm 10\%$), como é o caso desta medição.

2.3.2.2. Resultados

Quando observar os valores da coluna K_L da tabela 7, distingue-se 2 grupos: as "idas", caracterizadas por um coeficiente de correção de largura inferior a 1 (média 0,957) e as "voltas" caracterizadas por um K_L superior a 1 (média 1,072). Essa diferença é facilmente explicada pela não perpendicularidade da seção PI-PF e da direção da correnteza. Quando utilizamos as fórmulas que admitem essa perpendicularidade, um erro sistemático é cometido, que no caso de MANACAPARU é (Fig. 5):

- por excesso na ida do PI ao PF e em conse

CURSO SOBRE TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA EM GRANDES RIOS

MEDIÇÃO COM BARCO EM MOVIMENTO

VARIAÇÕES DA VELOCIDADE A 1m DE PROFUNDIDADE

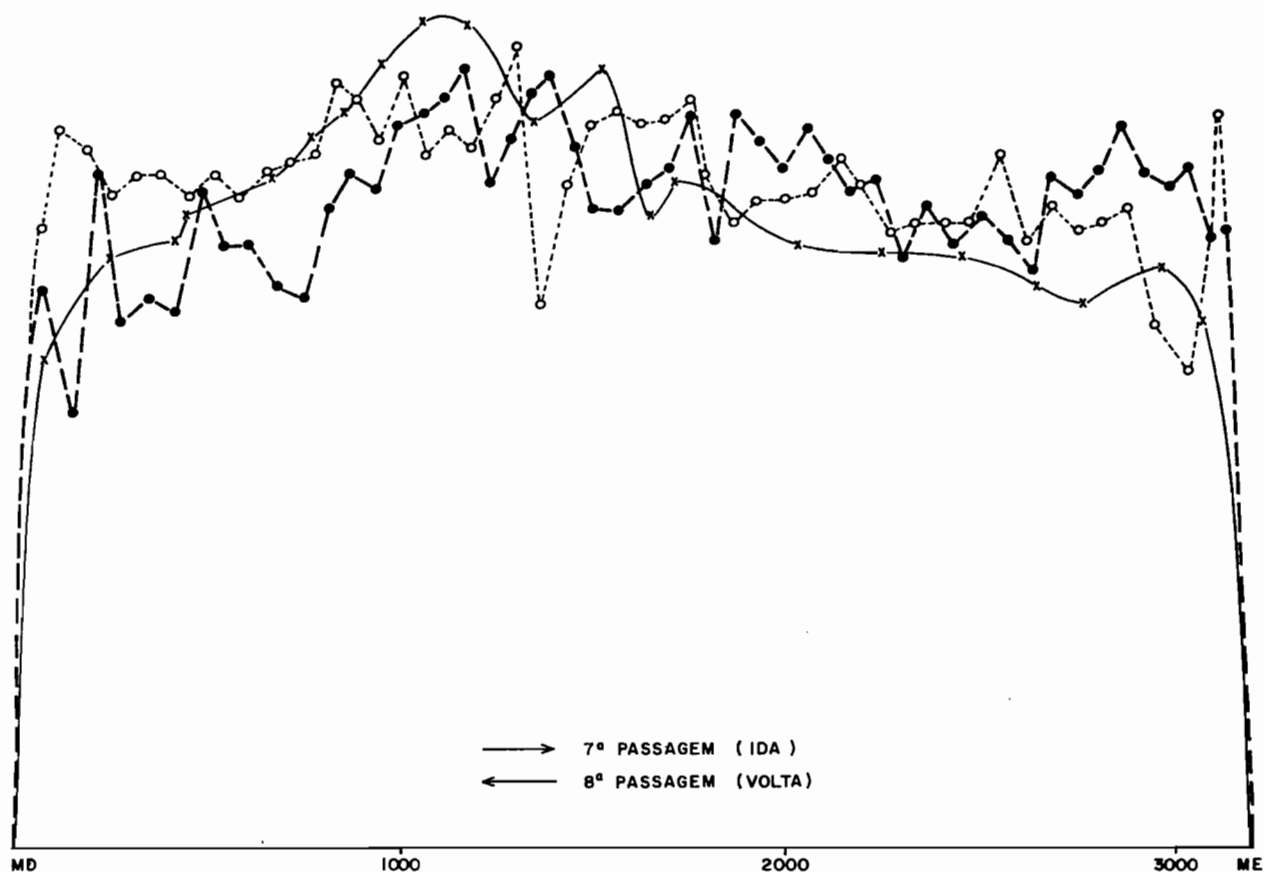


FIGURA 4

CORREÇÃO DE LARGURA

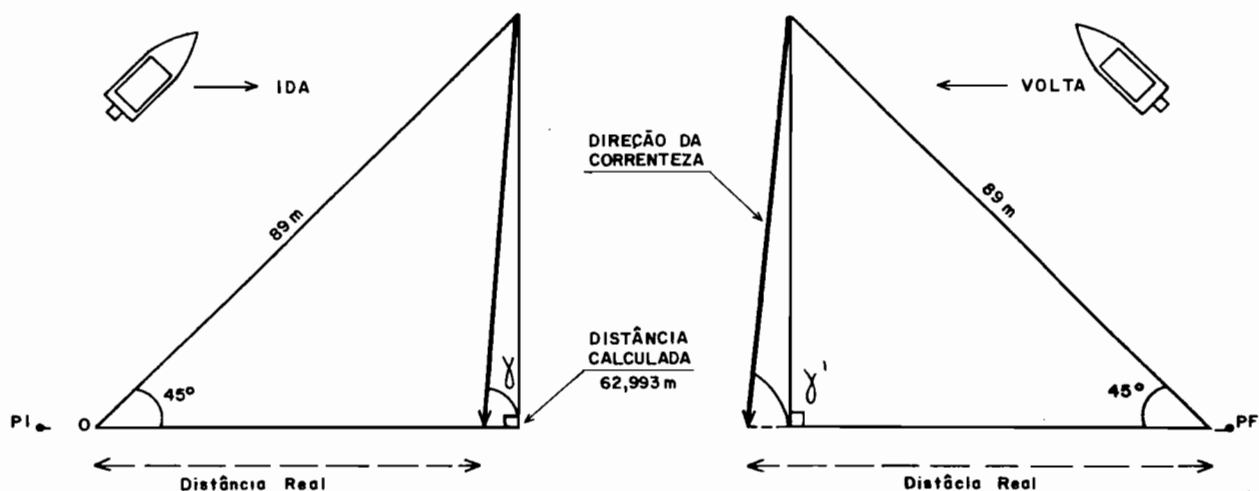


FIGURA 5

quência $K_L < 1$;

- por falta na volta do PF ao PI e $K_L > 1$.

O ângulo da correnteza com a seção PI-PF é de aproximadamente 87° (exatamente $87^\circ 30'$ para $K_L = 0,957$ e 86° para $K_L = 1,072$, valores diferentes provavelmente por causa de um erro não determinado - talvez uma pequena discrepância na definição da seção PI-PF em cada margem?).

Foi indicado na apresentação teórica do método que para o cálculo final, alguns resultados parciais podem ser excluídos, ficando no mínimo 6 valores para o cálculo das médias. Quando houver 2 grupos como é presentemente o caso, o abandono de um valor de um grupo (ida por exemplo) IMPLICA NECESSARIAMENTE o abandono também de um valor do outro grupo.

Nós insistimos sobre este ponto porque 2 dos 4 grupos de trabalho escolheram deixar só a 1ª travessia, após constatar que ela não se encaixava na faixa $Q \pm 2 s_Q$, sendo s_Q o desvio-padrão dos 10 valores. Mas se considerar separadamente os 2 grupos constata-se que o teste de inclusão não autoriza a exclusão da 1ª travessia ($Q = 136.360 \text{ m}^2/\text{s} \pm 6.920 \text{ m}^3/\text{s}$).

Nós pensamos que a exclusão de uma ou várias travessias deve ser feita somente quando tiver acontecido um problema técnico com o equipamento ou de outra origem, como por exemplo um desvio forçado (outro barco, vegetação) ou uma evolução brutal das condições climáticas (vento ou chuva). Não foi o caso no dia desta medição.

2.4. Avaliação dos Resultados

Deixando de lado as pequenas diferenças devidas ao método de cálculo, os resultados das 3 medições foram reunidos na tabela 8. O resultado da medição com o barco ancorado é duplo visto que as velocidades foram medidas por pontos isolados e por integração.

TABELA 8 - Resultado Final

Método	Descarga m ³ /s	Área m ²	Velocidade m/s
Ancorado/Pontos	135.000	89.800	1,50
Ancorado/Integ.	141.400	89.800	1,58
Não Ancorado	139.100	88.200	1,58
Movimento	138.600	87.900	1,58
Resultado Final	139.000	88.500	1,56

Em primeira análise os resultados parecem excelentes. A dispersão relativa das descargas e das áreas é pequena (respectivamente 4,8 e 2,2%), bem menores daquela que podia ser esperado de uma série de medições que foram sobretudo aulas práticas de campo.

A maior surpresa é sem dúvida o resultado da medição do barco em movimento, mesmo se considerar que a utilização do coeficiente de correção de velocidade encontrado na medição completa, melhorou bastante a precisão.

O excelente resultado do método do barco não ancorado estava esperado, visto a qualidade de trabalho realizado em campo.

A maior divergência se encontra entre as descargas medidas com o barco ancorado. Nos comentários desta medição (idem 2.1.1.2) foi detectada uma diferença muito forte entre as velocidades média por pontos e integrada das verticais 13 e 15.

Para tentar encontrar a explicação deste fato, traçamos na figura 6 as curvas das vazões unitárias das medições com o barco ancorado e não ancorado. Observa-se nesta figura que as principais dis

CURSO SOBRE TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA EM GRANDES RIOS

COMPARAÇÃO DAS MEDIÇÕES COM BARCO ANCORADO E COM BARCO NÃO ANCORADO

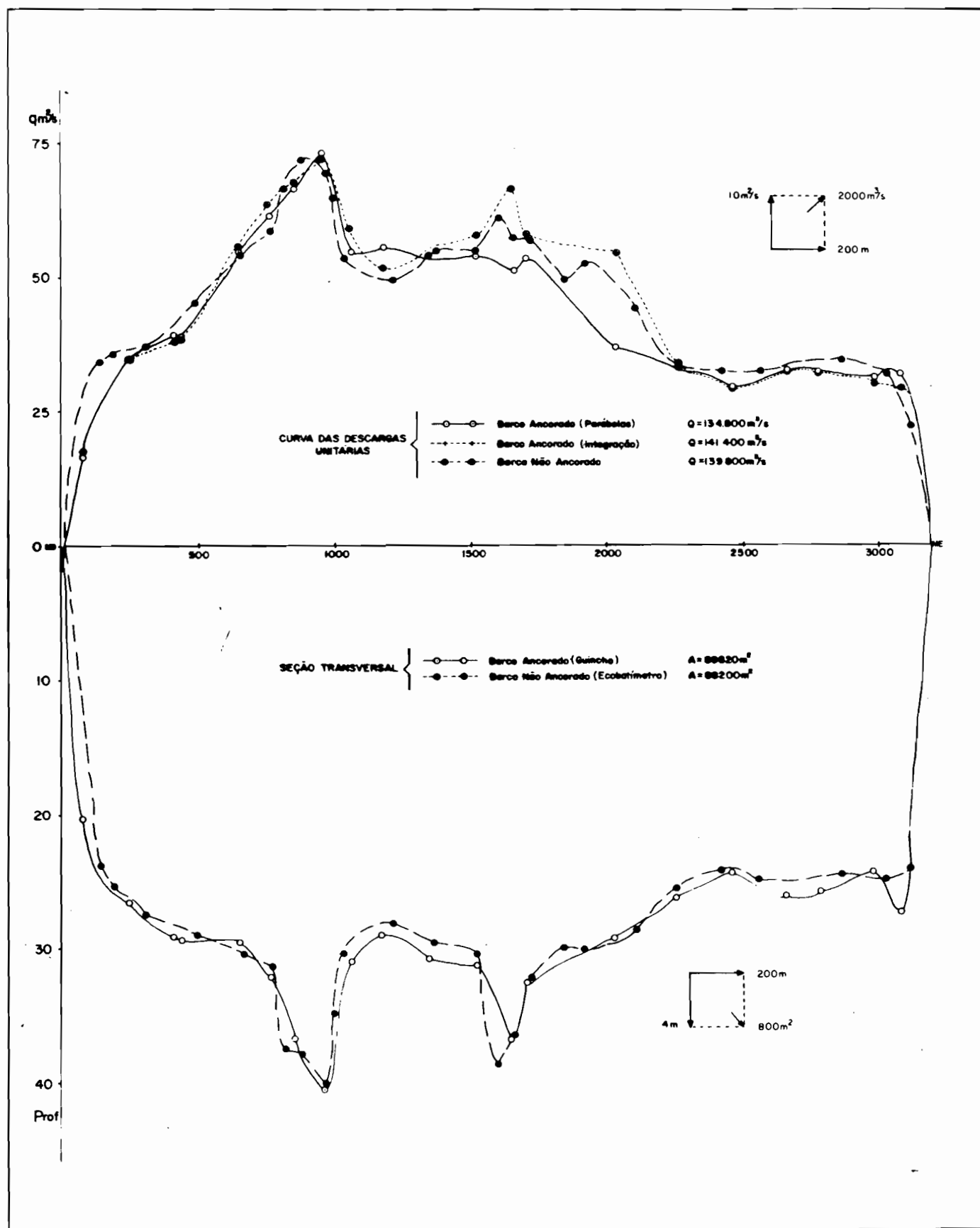


FIGURA-6

crepâncias se encontram entre as distâncias 1500 m e 2300 m do PI. De cada lado as diferenças são mínimas e são explicadas pela diferença de posição das verticais (por exemplo, perto da margem direita).

O trecho central com problemas é justamente aquele onde se situam as verticais 13 e 15.

Lembre-se que em primeira análise a velocidade média integrada dessas 2 verticais foi considerada errada (provável erro de contagem dos impulsos). Se considerar o gráfico esse diagnóstico não aparece tão certo, particularmente na vertical 15. É possível que a velocidade exata seja uma ou outra, ou talvez um valor intermediário.

O interesse maior desta análise é de mostrar como uma boa repartição das verticais é fundamental. Podia ser que a vertical 15 não fosse a penúltima executada ou que ela não apresentasse defeitos ou dúvidas. Aconteceu que ela é duvidosa e que, ao mesmo tempo, ela tem o maior peso relativo (distância influenciada de 274 m por uma média de 152 m).

Isso mostra também como é importante calcular em campo, no barco, tanto as distâncias entre verticais como as velocidades médias. Se a discrepância entre velocidades ou se a falta de uma vertical fossem detectadas no momento da medição, os resultados seriam ainda melhores.

O resultado finalmente adotado é o seguinte:

$$Q = 138.000 \text{ m}^3/\text{s} \pm 3000 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 88.500 \text{ m}^2 \pm 2000 \text{ m}^2$$

$$V = 1,56 \text{ m/s} \pm 0,06 \text{ m/s}$$

3. ANÁLISE DOS RELATÓRIOS APRESENTADOS

Três temas de reflexão e debates foram submetidos aos 4 grupos de trabalho, logo no início do curso e a entrega de um breve relatório síntese foi solicitado.

Esses temas são os seguintes:

- avaliação da precisão de cada medição de descarga líquida realizada e os maiores riscos de erro;
- vantagens e inconvenientes de cada método utilizado e sugestões e/ou recomendações para um melhoramento;
- utilidade e/ou necessidade do DNAEE/DCRH elaborar um conjunto de Fichas Técnicas, como as apresentadas neste curso.

Visto o tempo muito curto e as condições de trabalho no barco (planimetragem quase impossível quando o barco se deslocava), os relatórios foram concluídos somente 2 horas antes do encerramento do curso e o terceiro tema não foi tratado.

A segunda parte deste relatório é inteiramente dedicada ao primeiro tema e foram utilizados, para a sua elaboração, alguns elementos contidos nos relatórios síntese.

Apresentaremos a seguir uma síntese do trabalho de reflexão feito pelos 4 grupos sobre o 2º tema, destacando particularmente os pontos que obtiveram unanimidade e dando o número de citações (4, 3, 2 ou 1).

A - Método do Barco Ancorado

Vantagens

- 3 - custo baixo porque necessita de número reduzido de pesos

- 1 - preciso, confiável, completo, repetição possível das verticais, controle imediato do posicionamento do barco se usar o sextante, cálculo gráfico possível.

Inconvenientes

- 4 - Demorado
- 3 - Problema da ancoragem
- 1 - inviável se velocidades muito fortes

Recomendações

- 4 - Melhorar a âncora
- 3 - Prever embarcações especializadas e não improvisadas (particularmente comando do motor na proa)
- 2 - Melhorar os alvos (anteparo escuro, inclinação para cima, tinta luminescente). Fazer uma batimetria antes da medição para escolher as verticais
- 1 - colocar o molinete lateralmente para evitar os choques com a âncora. Treinar a equipe (essencialmente o piloto)

Observações dos Coordenadores do Curso

A DCRH está estudando atualmente um modelo de barco especialmente equipado para as medições de grandes rios.

B - Método do Barco não Ancorado

Vantagens

- 1 - Dispensa a ancoragem
Mais rápida que a medição ancorada

Correção imediata possível
Pré-posicionamento das verticais

Inconvenientes

- 4 - Custo elevado em função do número de operadores e dos 2 teodolitos
- 1 - Impossibilidade de detalhar a medição (2 pontos somente em cada vertical)
Cálculo complexo
Equipe muito bem treinada

Recomendações

- 2 - Numerosos riscos de erro, exigindo uma atenção muito grande do pessoal
- 1 - Só deve ser usada se não puder ancorar o barco
Utilizar um outro contador de impulsos

Observações dos Coordenadores do Curso

A equipe da Hidrologia S.A. conseguiu uma demonstração quase perfeita tanto na parte técnica (cf. item 2.2) como pelo excelente entrosamento da equipe. É curioso constatar que os participantes do curso foram mais sensíveis aos inconvenientes (Custo elevado, numerosos riscos de erro) do que à qualidade do trabalho realizado.

Em nossa opinião, numerosos defeitos foram eliminados nessa medição. É indispensável a curto prazo as equipes que atuam nessa região operem com o mesmo rigor e calculem na hora os resultados parciais, corrigindo os erros eventuais. Isso supõe, um esforço muito grande de treinamento do pessoal

C - Método do Barco em Movimento

Vantagens

4 - Rapidez

Pouco pessoal envolvido

Segurança Total

2 - Simples (não precisa nenhuma instalação nas margens fora da seção PI-PF)

1 - Econômica

Inconvenientes

4 - Baixa precisão

3 - Equipamento importado

Recomendações

4 - Construir um equipamento nacional

Fazer medições completas para definir o coeficiente de
Correção de velocidade

Melhorar os alvos de alinhamento

2 - Não esquecer aferição do ecobatímetro
Treinar o piloto do barco

1 - Diminuir o espaçamento entre verticais

Observações dos Coordenadores do Curso

A rapidez constatada pelos 4 grupos é relativa (6 horas contra 7 horas para o método do barco não ancorado): não pode ser considerada uma vantagem suficiente para utilizar este método quando for possível operar de outra maneira.

Ao contrário em caso de velocidades muito fortes ($> 2,5$ m/s), este método pode ser o único viável. Para isso justifica-se a construção de um equipamento nacional totalmente automático que permite aumentar consideravelmente o número de verticais (medição contínua pseudo-integrada).

RELATÓRIO TÉCNICO

"Aplicação do modelo SIMMQE à Bacia do
Rio Doce

E

ORSTOM

Autor do Modelo: GEORGES GIRARD

Consultor permanente: GILBERT JACCON

DNAEE

Hidrólogo: FRANCISCO CEOTTO

Analista de Sistemas: SEVERINO LUCCHETTI NETO

Auxiliar Técnico: JOSÉ FRANCISCO MELLO

Desenhista: DIMAS FIGUEIREDO NÓBREGA

INTRODUÇÃO

Com os resultados obtidos na aplicação do modelo de simulação precipitação-descarga para a bacia do Rio Paraíba do Sul, ocorrida em 1982 a partir do convênio celebrado entre o ORSTOM (França) e CNPq (Brasil), publicados pelo DNAEE/DCRH em 1983, definiu-se a continuidade dos trabalhos, por parte da equipe da DCRH, com uma nova aplicação à bacia do Rio Doce, vizinha a do Rio Paraíba do Sul. O objetivo desta modelação é, inicialmente, a verificação dos dados Pluviométricos e Fluviométricos, e, a partir desta, desenvolver trabalhos de simulação dos vários reservatórios em projeto, existentes na bacia.

Esse relatório apresenta os resultados iniciais (verificação dos dados fluviométricos e pluviométricos) do andamento do sub-projeto e um relato da estadia do consultor francês no Brasil, prof. GEORGES GIRARD.

GEOMETRIA DA BACIA DO RIO DOCE

Executada no período de 08.83 a 04.84, foi considerada satisfatória pelo especialista do ORSTOM.

No entanto, as áreas de drenagem apresentadas no Inventário de estações, nos projetos utilizados para consulta e nas calculadas pelo modelo, apresentaram significativas diferenças em alguns postos da bacia. Estas variações provocaram longas discussões, onde o consultor francês fez duas observações:

- 1 - Os erros de áreas de drenagem não podem constar da discretização, mesmo nos limites da utilização;
- 2 - É necessário, no futuro, a revisão por um método indiscutível, das áreas de drenagem contidas no Inventário.

Em 1982, o prof. GIRARD recorreu a um método muito preciso de determinação de superfícies de bacias hidrográficas. Esse método, é composto pelos programas A14 ARBRE (Determinação da estrutura do MODLAC) e A14MODISC (Dados de discretização do Paraíba do Sul), ambos implantados no SIH em 07.8.82.

Deve-se obter um inventário de controle, exato e detalhado das áreas de drenagens das sub-bacias que formam a bacia em estudo.

Durante a missão do consultor francês, ele pode observar grandes variações nas áreas de drenagem utilizadas nos diagnósticos e nos documentos de consistência de dados da bacia do rio Doce. Esses importantes desvios não deveriam acontecer e não podem ficar inexplicados.

PLUVIOMETRIA DA BACIA DO RIO DOCE

A preparação dos dados pluviométricos utilizados no modelo SIMMQE foi feita de 1980 a 1983.

Das 87 estações selecionadas, somente 37 foram utilizadas na modelação, após verificação da continuidade e homogeneidade dos dados para o período escolhido (1950-1980).

Quando da preparação do arquivo "14 METEO" do modelo, foi necessário um estudo da distribuição espacial das precipitações anuais para toda a bacia do Rio Doce até uma faixa de 60 km ao seu redor. Para este estudo foram considerados os anos de 1974 (seco) e 1979 (muito úmido).

O número de postos com dados diários completos é de 66 para 1974 e 1979 mas com uma repartição diferente. A densidade desses postos em relação à bacia é duas vezes maior a jusante em 1974 e três vezes maior em 1979.

Em 1974, o conjunto de dados pluviométricos apresenta uma distribuição espacial normal, precipitação forte na parte Sul-Sudoeste e fraca na parte Nordeste-Central. Em 1979, a distribuição é a mesma, mas nota-se, na região centro-oeste da bacia, grandes variações, o que parece anormal. Por exemplo, um posto com valor isolado de 1376 mm circundado de postos com mais de 2000mm, até 2434mm. Um controle eficiente dos dados básicos mensais, decendiais e diários deve ser realizado para todos os postos dessa região.

O mapa de isoietas de 1979, (em anexo) especialmente chuvoso, mostra que a zona delimitada pelos postos: Boroaci (1842008), Folha Larga (1842001), Santa Maria de Itabira (1943008) e Conceição do Mato Dentro (1943002) recebe uma média pluviométrica entre 1700 e 1900mm, mas no modelo a mesma zona pluviométrica é caracterizada por um posto de 1376mm. Nessas condições é natural que as vazões calculadas para o ano de 1979 nas sub-bacias dessas regiões sejam sistematicamente subestimadas e as cheias muito baixas.

Da mesma forma o mapa de isoietas de 1974, (em anexo), demonstra que as zonas delimitadas pelos postos: Ouro Preto (2043049), Fazenda Paraíso (2043011), Fazenda Oriente (2043027), Rio Piracicaba (1943001) e Santa Bárbara (1943007) recebem mais de 1300mm enquanto os postos utilizados no modelo apresentam somente valores de 1167, 1216, 1030 e 1205mm.

Igualmente o mapa de isoietas médias anuais do diagnóstico da bacia, feito pelo CNEC, apresenta para essa mesma região uma pluviometria média de 1600mm enquanto os quatro postos utilizados no modelo apresentam 1313, 1456, 1307 e 1480mm.

Isso explica o fato das vazões calculadas pelo modelo SIMMQUE nas bacias dos Rios Piracicaba, Carmo e Gualaxo do Norte serem sempre inferiores às vazões observadas.

Os mapas de isoietas de 1974 e 1979, já mencionados, serão muito úteis para a comparação das lâminas escoadas máximas e mínimas observadas nas várias bacias hidrográficas, visto que elas correspondem a duas situações extremas. Constatou-se que as precipitações nas bacias dos rios Xopotó e Turvo (zona sul-sudoeste) ultrapassam em apenas 200mm as lâminas escoadas, valor muito baixo, visto que a evapotranspiração real nessa região deve atingir 800mm (com ± 100 mm de erro).

Deve-se nesse ponto fazer duas observações principais:

- É necessário controlar os dados pluviométricos regionais num intervalo de tempo de 1 a 10 dias, para se ter uma melhor visualização regional dos dados. (Mapas de isoietas decendiais e mensais).
- É também necessário, para a utilização do modelo, postos pluviométricos efetivamente representativos das precipitações reais nas sub-bacias estudadas ou então deve-se obter séries de dados mais completos e confiáveis nas regiões mais úmidas (chuvosas), se preciso, reforçando a fiscalização nesses postos.

Para facilitar as pesquisas necessárias a melhorar a calibração do modelo SIMMQE, ignorando as anomalias pluviométricas, foi elaborado um programa para cálculo das chuvas médias nas bacias hidrográficas de 10 em 10 dias ou outro intervalo desejado. Será produtivo comparar esses valores às lâminas escoadas nos mesmos períodos.

Os mapas, em anexo, da distribuição espacial das precipitações de:

- 20 de abril de 1973
- 24 de janeiro de 1974
- 15 de fevereiro de 1978
- 5 de março de 1978
- 26 de janeiro de 1979
- 10 de dezembro de 1980
- 06 de fevereiro de 1979
- 2 e 3 de janeiro de 1980
- 9 e 10 de dezembro de 1980

nos permitirão destacar as grandes inconsistências dos dados pluviométricos.

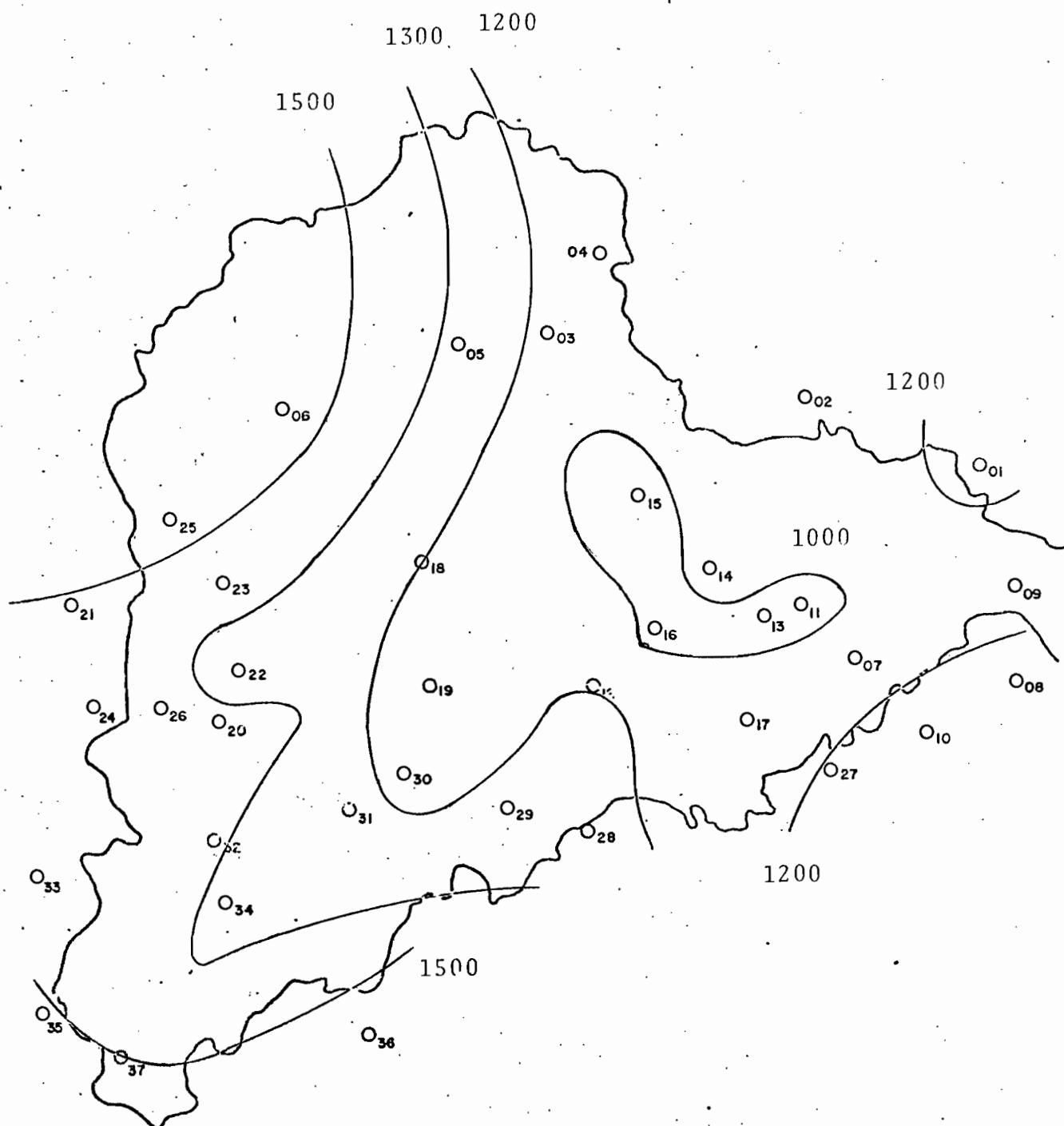
A distribuição espacial das precipitações médias representadas nos mapas de isoietas do Diagnóstico (CNEC) não pode ser, de forma alguma, comparada à distribuição espacial de 1965 a 1980 (em anexo), utilizadas para a calibração do modelo. Essas diferenças mostram que são pouco confiáveis as simulações de descarga nas regiões já mencionadas.

Modelo SIMMQE

Pluviometria

1965 - 1980

ISOEITAS

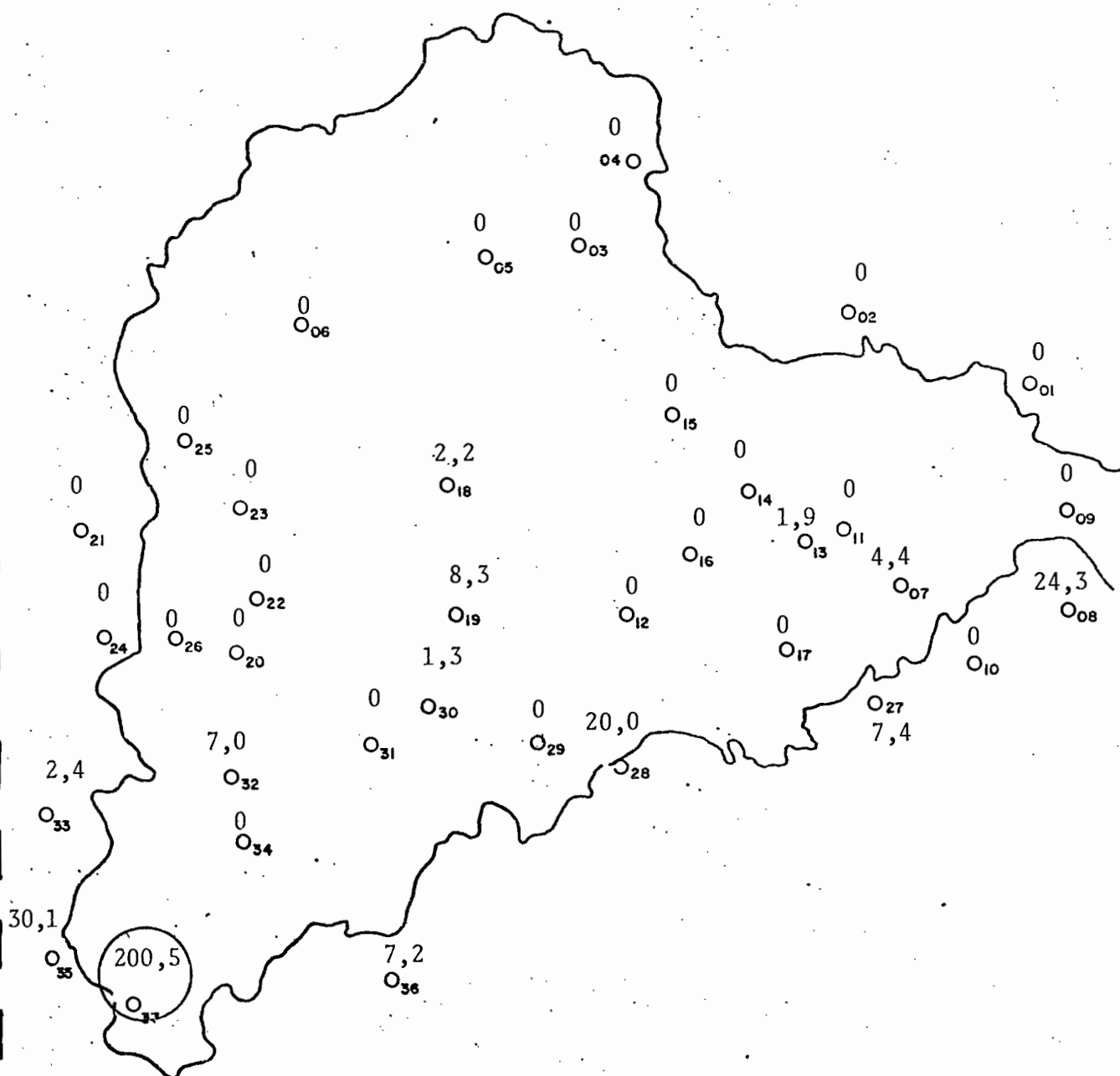


Modelo SIMMQE

Pluviometria

1973

20 de abril

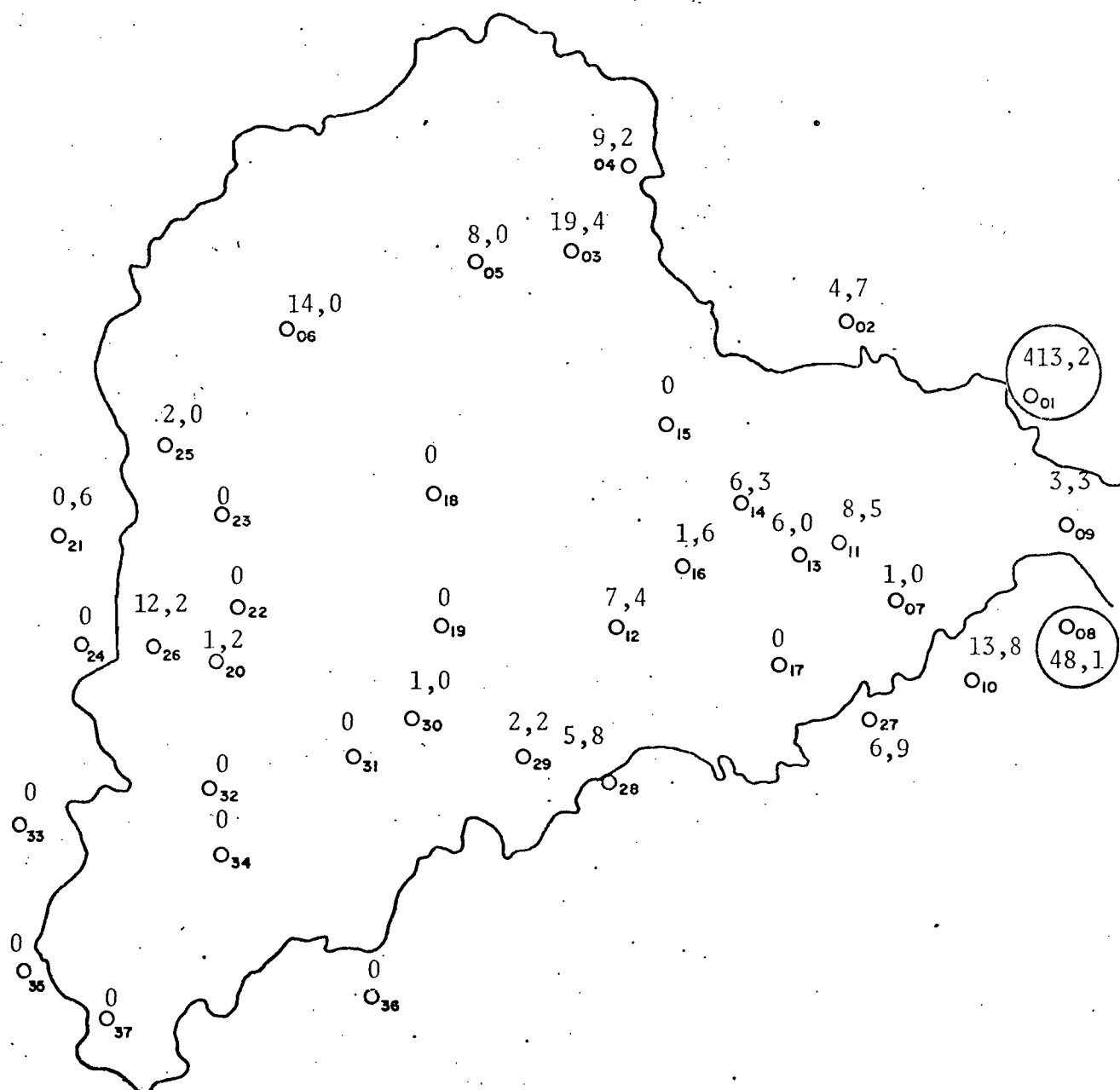


Modelo SIMMQE

Pluviometria

1974

24 de janeiro

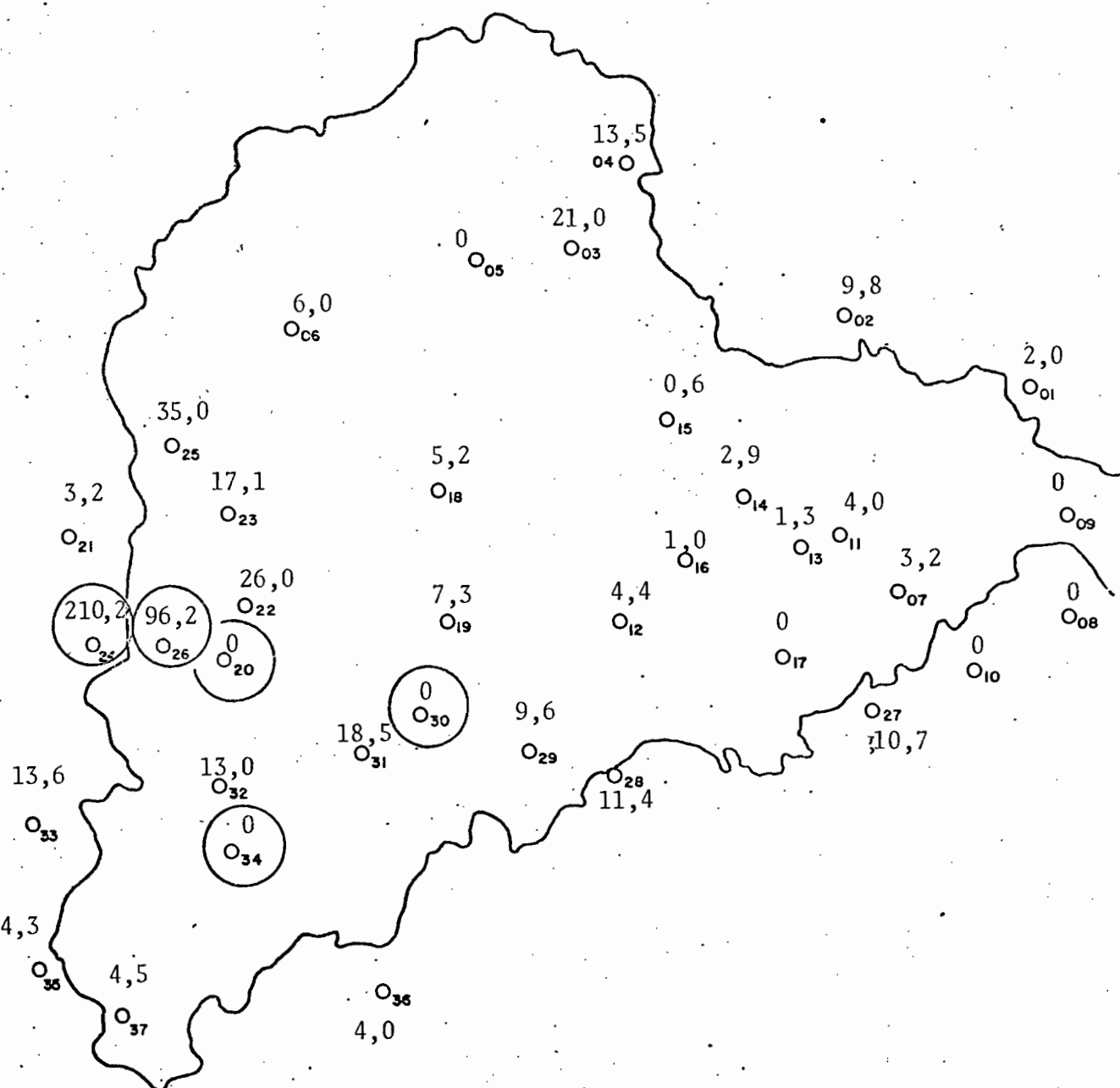


Modelo SIMMQE

Pluviometria

1978

15 de fevereiro

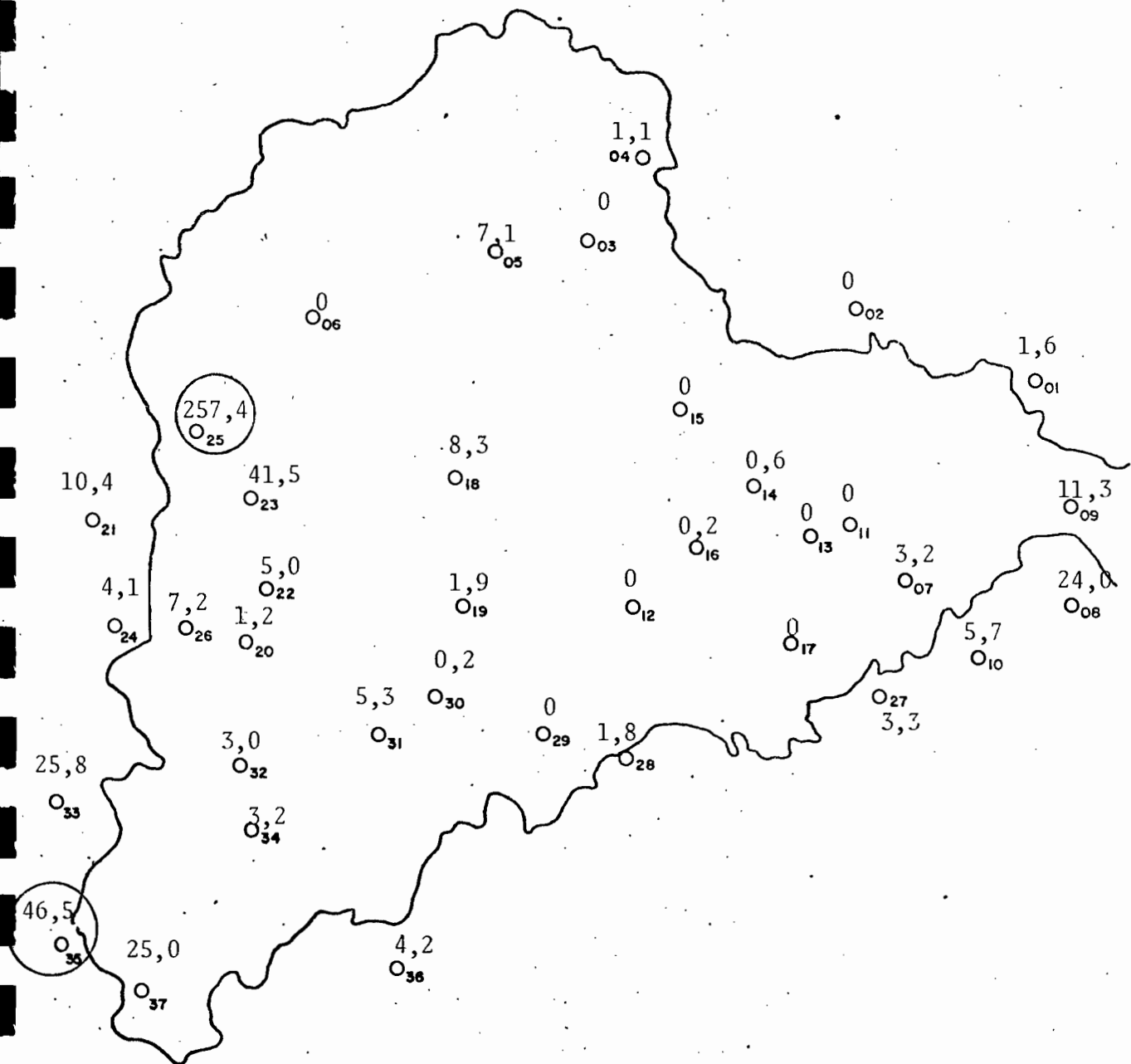


Modelo SIMMQE

Pluviometria

1978

5 de março

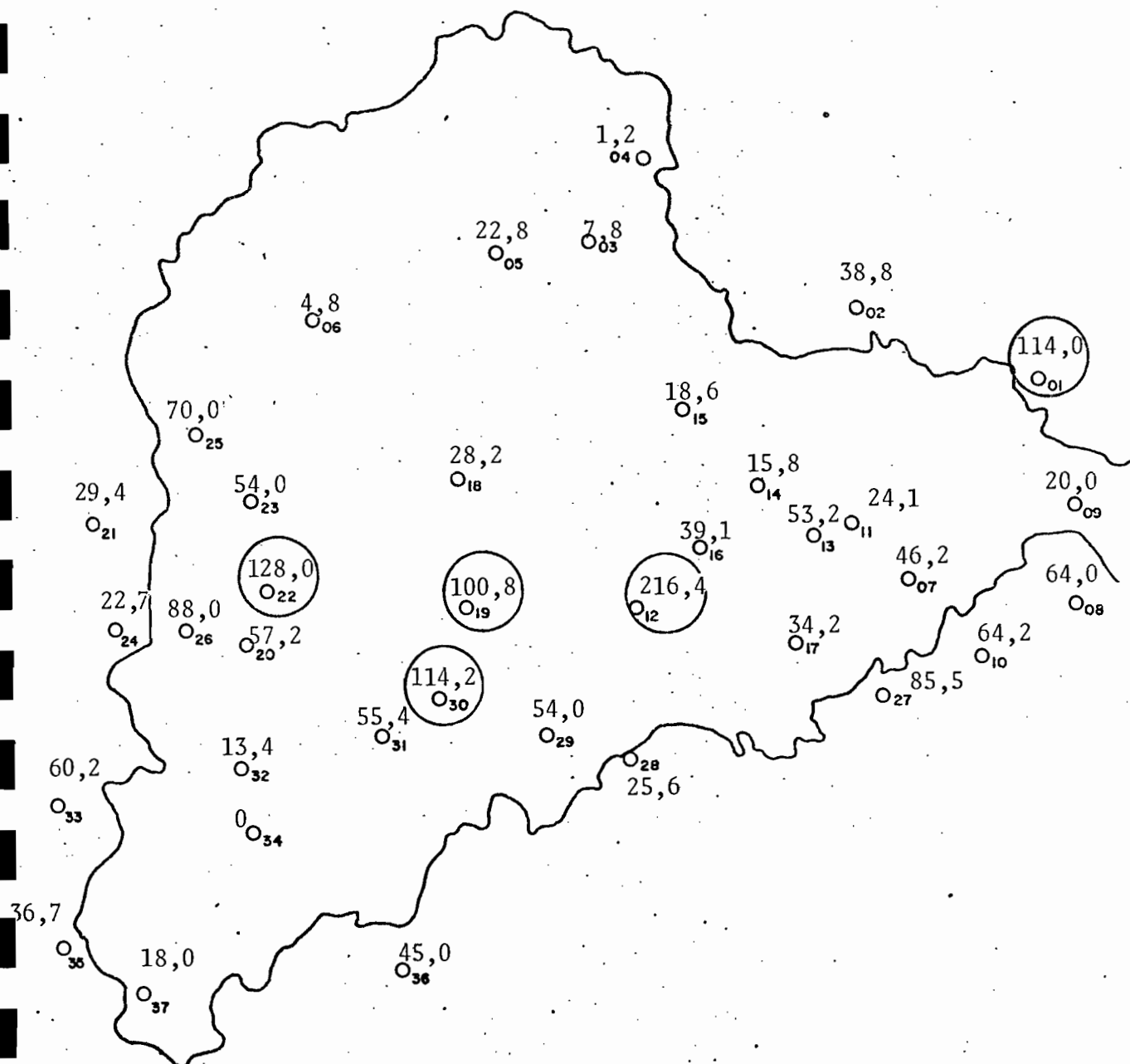


Modelo SIMMQE

Pluviometria

1979

26 de Janeiro

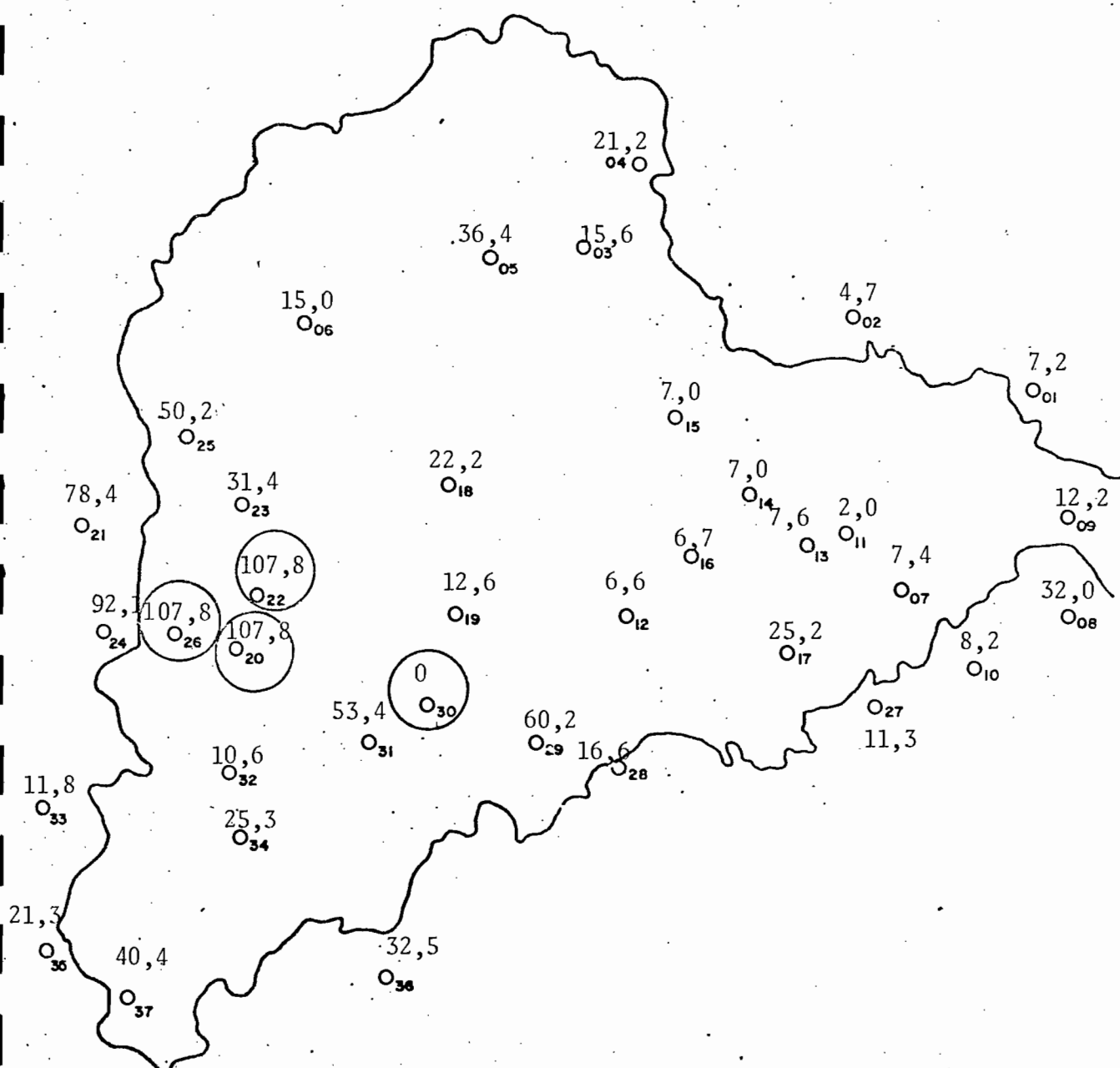


Modelo SIMMQE

Pluviometria

1979

6 de fevereiro

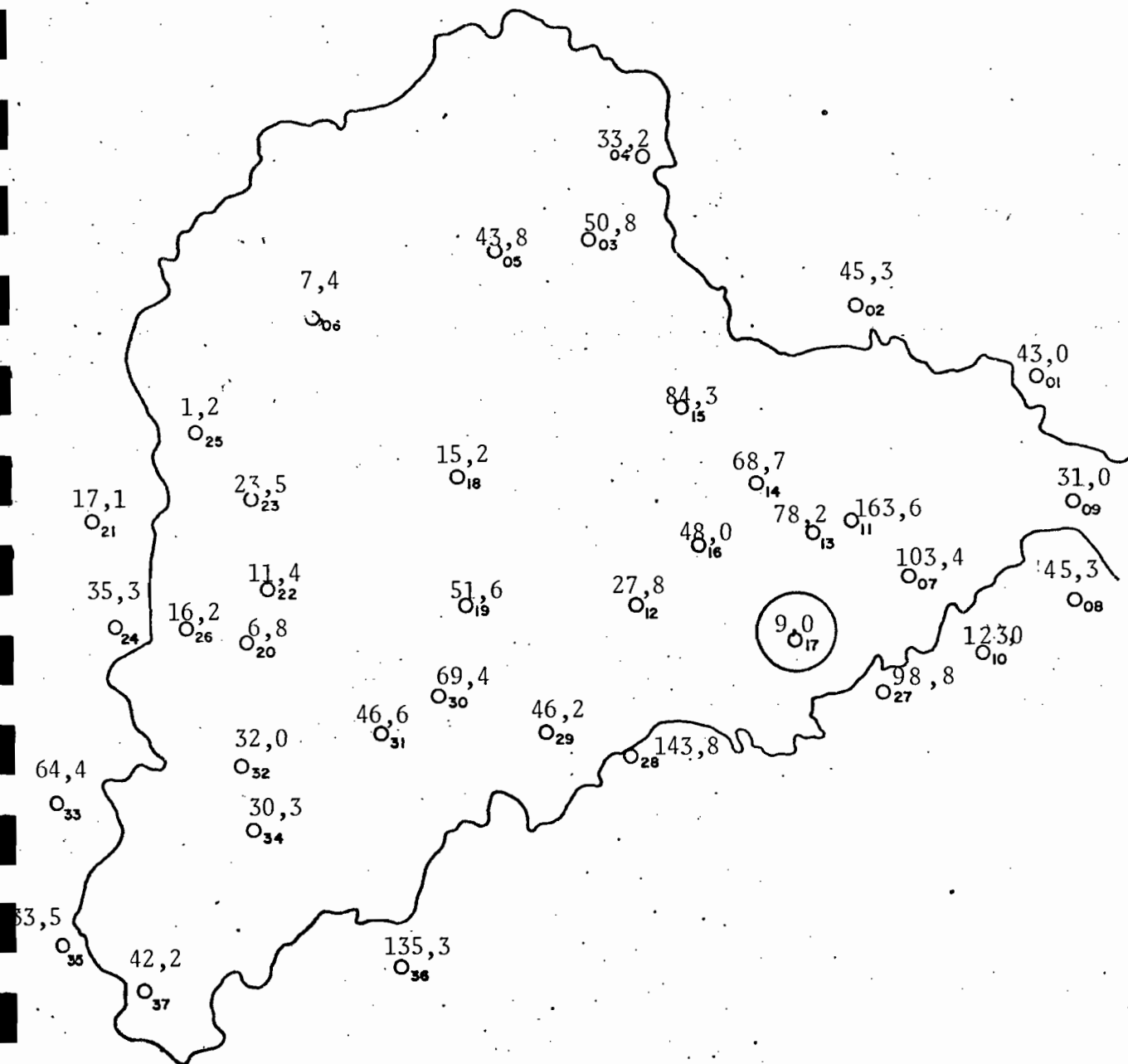


Modelo SIMMQE

Pluviometria

1980

2 e 3 de Janeiro

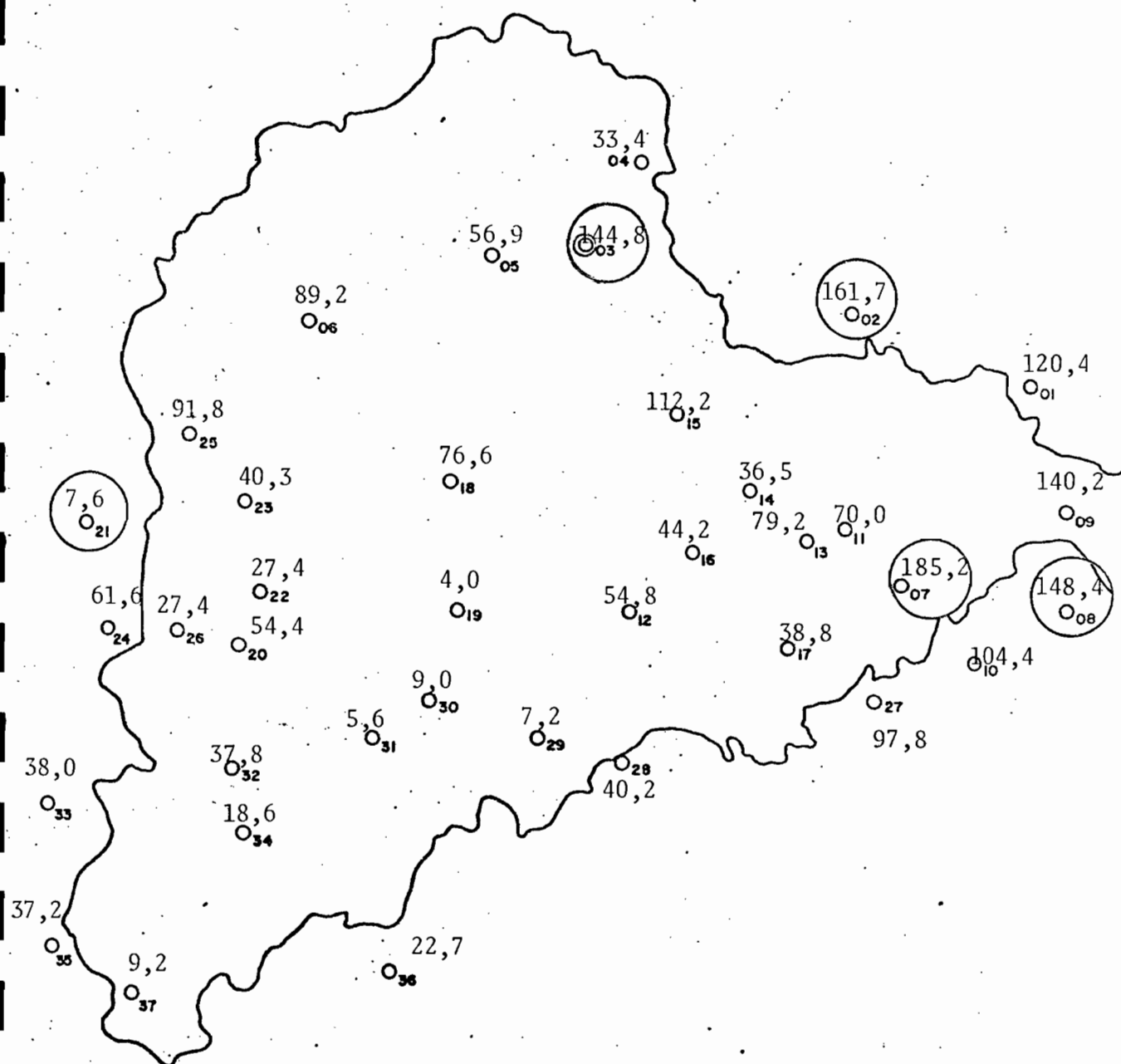


Modelo SIMMQE

Pluviometria

1980

9 e 10 de Dezembro

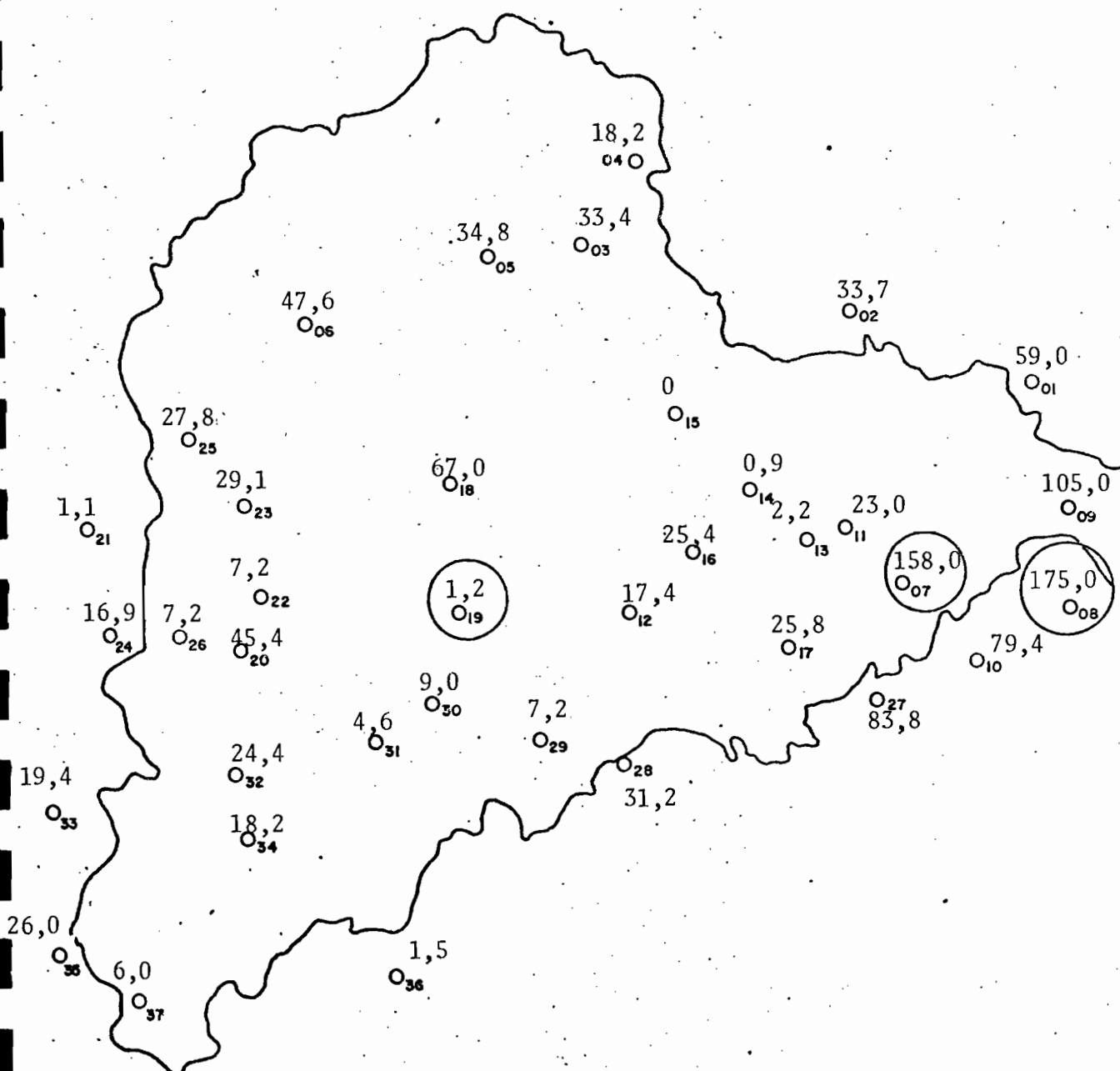


Modelo SIMMQE

Pluviometria

1980

10 de Dezembro



EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL NA BACIA DO RIO DOCE

A evapotranspiração potencial dos 14 postos da bacia do rio Doce, utilizados no modelo, varia de 80 a 160mm por mês, de junho a janeiro do ano civil.

A evapotranspiração potencial anual decresce em função da altitude, de 1620 a 1258mm.

A evapotranspiração real, segundo os resultados obtidos pelo modelo, variam de 700 a 1000mm em um ano de pluviosidade média.

Em anexo, encontra-se a tabela com os postos e ETP's utilizados no modelo.

ZONA "M"	NOME DA ESTAÇÃO	ALT. (m)	LOCALIZAÇÃO		EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (mm)													ZONA PLUVIOMÉTRICA " P "	PAG. PUBL.
			LATITUDE	LONGITUDE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL		
01	BELO HORIZONTE	915	19°56'	43°56'	162	135	140	115	101	88	95	115	118	134	132	125	1459	26,36	57
02	CARATINGA	579	19°42'	42°09'	169	137	135	112	98	80	85	109	112	131	135	139	1443	20,24,25,31	60
03	CONCEIÇÃO DA BARRA	4	18°37'	39°40'	194	162	156	123	107	93	97	115	122	138	139	158	1605	01,09,10	62
04	CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO	675	19°02'	43°26'	166	135	135	114	101	85	90	112	117	129	123	123	1429	23,27,28	62
05	ITABIRA	826	19°37'	43°13'	163	132	132	110	98	81	86	109	112	130	128	124	1405	06	67
06	MURIAÉ	240	21°08'	42°22'	180	149	150	115	99	84	90	111	114	128	133	140	1494	13,18,19	74
07	OURO PRETO	1111	20°23'	43°29'	145	115	117	98	90	73	78	99	101	113	115	113	1258	38	76
08	PORCIÚNCULA	190	20°57'	42°03'	180	149	146	118	99	83	87	109	113	131	134	148	1497	14,15,17	81
09	SANTOS DUMONT	908	21°27'	43°33'	153	120	123	99	89	75	81	101	100	114	119	116	1289	29,30	85
10	SÃO JOÃO EVANGELISTA	662	18°25'	42°47'	164	133	127	109	100	81	86	107	111	132	129	131	1410	05,07	87
11	TEÓFILO OTTONI	329	17°46'	41°26'	183	150	149	124	110	92	96	118	124	144	140	153	1585	02,03,04,16	90
12	UBA	349	21°07'	42°57'	177	146	145	112	96	83	88	108	111	127	134	137	1465	32,33,35,39	91
13	VIÇOSA	658	20°46'	42°54'	160	130	125	102	90	74	78	99	102	119	124	130	1332	22,37,40	92
14	VITÓRIA	143	20°19'	40°20'	190	158	155	119	102	90	93	112	116	129	135	152	1552	08,11,12	93

INFORMAÇÕES RETIRADAS DA PUBLICAÇÃO, "POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION AND PRECIPITATION DEFICITS FOR TROPICAL AMERICA," DE J. KARL HANCOCK, ROBERT W. HILL E GEORGE H. HARGREAVES.

PAG. PUBL: REFERÊNCIA AO NÚMERO DA PÁGINA NA PUBLICAÇÃO SUPRACITADA.

FLUVIOMETRIA DA BACIA DO RIO DOCE

O conjunto dos documentos hidrométricos (perfis transversais, croquis de localização das réguas e tabelas das descargas mensais e anuais) das 83 estações selecionadas no conjunto de 201 postos inventariados, permitiu elaborar e preencher tabelas com as características descritas abaixo:

- Vazão média anual e lâmina correspondente;
- Vazão máxima anual e lâmina correspondente;
- Vazão mínima anual e lâmina correspondente.

A seguir é apresentado um quadro resumo das lâminas escoadas e respectivas vazões para as estações da bacia.

ESTAÇÃO		CURSO D'AGUA	ÁREA DE DRENAGEM Km ²	LÂMIDA ESCOADA (mm)			VAZÃO (m ³ /s)		
CÓDIGO	NOME			MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA
56010000	PONTE DO S. LOURENÇO	R. PIRANGA	543	509	929	273	8,76	16,0	4,71
56012000	CACHOEIRA DO GUARARÁ	R. GUARARÁ	159	609	1123	306	3,07	5,66	1,54
56028000	PIRANGA	R. PIRANGA	1395	567	1122	303	25,1	49,6	13,4
56040000	DESTERRO DO MELO	R. XOPOTÓ	41	1247	1932	655	1,62	2,51	0,851
56050000	ALTO RIO DOCE	" "	221	933	1528	549	6,54	10,7	3,85
56065000	SENADOR FIRMINO	R. TURVO	291	529	900	398	4,88	8,30	3,67
56075000	PORTO FIRME	R. PIRANGA	4251	485	831	316	65,4	11,20	42,6
56085000	SERIQUEITE	R. TURVO SUJO	342	345	852	174	3,74	9,24	1,89
56090000	FAZ. VARGINHA	R. " LIMPO	324	340	672	223	3,49	6,90	2,29
56110000	PONTE NOVA	R. PIRANGA	6197	476	799	288	93,5	157	56,6
56110005	" " JUSANTE	" "	6217	494	893	370	97,4	176	72,9
56158000	FURQUIM	RIB.DO CARMO	304	848	1515	458	8,17	14,6	4,42
56170000	VARGEM DO TIJUCAL	" DA CACHOEIRA	224	622	834	359	4,42	5,92	2,55
56240000	FAZ. PARAISO	R.GUALAXO DO SUL	857	644	1123	382	17,5	30,4	10,4
56335000	ACAIACA	R.DO CARMO	1330	683	1072	420	28,8	45,2	17,7
56335001	" JUSANTE	" " "	1371	755	1316	557	32,8	57,2	24,2
56340000	DOM SILVÉRIO	R. PEIXE	265	475	781	275	3,99	6,56	2,31
56385000	S.MIGUEL DO ANTA	R. CASCA	534	486	1140	358	8,23	19,3	6,07
56400000	JEQUERI	R. CASCA	1386	375	596	225	16,5	26,2	9,84
56415000	RIO CASCA	" "	2036	381	592	210	24,6	38,2	13,6
56460000	MATIPÓ	R. MATIPÓ	615	510	985	326	9,94	19,2	6,36
56470000	CAPUTIRA	RIB.PERNAMBUCO	242	406	670	232	3,12	5,14	1,78
56484998	PAUL SOARES-MONTANTE	R. MATIPÓ	1347	815	1459	435	34,8	62,3	18,6

ESTAÇÃO		CURSO D'AGUA	ÁREA DE DRENAGEM Km²	LÂMIDA ESCOADA (mm)			VAZÃO (m³/s)		
CÓDIGO	NOME			MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA
56485000	RAUL SOARES	R. MATIPÍ	1386	405	769	216	17,8	33,8	9,52
56500000	ABRE CAMPO	R. SANTANA	272	474	1218	167	4,09	10,5	1,44
56565000	BOM JESUS DO GALHO	RIB.SACRAMENTO	301	371	656	217	3,54	6,26	2,07
56570000	PINGO D'ÁGUA	" "	814	357	686	215	9,22	17,7	5,56
56610000	RIO PIRACICABA	R.PIRACICABA	1163	670	1088	350	24,7	40,1	12,9
56632000	COLÉGIO CARAÇA	RIB. DO CARAÇA	31	4907	10689	2626	2,58	4,82	10,5
56640000	CARRAPATO	R. SANTA BÁRBARA	575	647	1097	397	11,8	20,0	7,24
56660000	NOVA ERA	R. PIRACICABA	2945	621	971	379	58,0	90,7	35,4
56695000	ACESITA	" "	5060	648	1166	461	104	187	74,0
56700000	CORONEL FABRICIANO	" "	6090	564	1492	342	109	288	66,0
56720000	CACHOEIRA ESCURA	R. DOCE	24245	467	900	343	359	692	264
56750000	CONCEIÇÃO DO M.DENTRO	R. SANTO ANTÔNIO	623	411	850	190	6,82	14,1	3,16
56765000	DOM JOAQUIM	R. DO PEIXE	1110	520	938	284	18,3	33,0	10,0
56775000	FERROS	R. SANTO ANTÔNIO	3920	661	1255	392	82,2	156	48,7
56787000	FAZ. BARRACA	R. DO TANQUE	1122	596	770	430	21,2	27,4	15,4
56800000	SENHORA DO PORTO	R. GUANHÃES	1405	536	1096	314	23,9	48,8	14,0
56825000	NAQUE VELHO	R.SANTO ANTÔNIO	9920	550	690	381	173	217	120
56845000	FAZ. CORRENTE	R.CORRENTE GRANDE	1157	342	601	206	12,7	22,1	7,58
56846000	PORTO SANTA RITA	" " "	1776	476	540	327	26,8	30,4	18,5
56850000	GOVERNADOR VALADARES	R. DOCE	39828	496	900	343	627	1137	434
56860000	S.PEDRO DO SUAÇUI	R.SUAÇUI GRANDE	2356	407	861	242	20,4	64,3	18,1
56870000	STA.MARIA DO SUAÇUI	R. SÃO FÉLIX	907	282	553	145	8,17	15,9	4,19
56880000	FAZ.URUPUCA	R. URUPUCA	2997	191	371	114	18,2	35,3	10,9
56891900	V.MATIAS-MONTANTES	R.SUAÇUI GRANDE	11191	210	278	123	74,8	98,9	43,7

ESTAÇÃO		CURSO D'AGUA	ÁREA DE DRENAGEM Km ²	LÂMIDA ESCOADA (mm)			VAZÃO (m ³ /s)		
CÓDIGO	NOME			MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA
56892000	VILA MATIAS	R. SUAÇUI GRANDE	11191	232	355	108	82,6	126	38,4
56900000	CAMPANÁRIO	R. ITAMBACURI	732	235	435	102	5,47	10,1	2,38
56915500	JAMPRUCA	"	1278	256	503	178	10,4	20,4	7,21
56925000	CARATINGA	R. CARATINGA	160	394	656	228	2,00	3,33	1,16
56935000	DOM CAVATI	"	749	317	505	222	7,53	12,0	5,29
56940000	BARRA DO CUIETÉ	R. CUIETÉ	3181	259	406	152	26,2	41,0	15,4
56940002	" " -JUSANTE	"	3181	289	392	189	29,2	39,6	19,1
56948000	RESPLENDOR	R. DOCE	61575	384	547	248	750	1062	485
56960000	MANHUAÇU	R. MANHUAÇU	621	459	767	262	9,05	15,1	5,16
56967000	SANTANA DE MANHUAÇU	"	1521	529	929	267	25,5	44,8	12,9
56978000	S. ANTÔNIO DE MANHUAÇU	"	2287	563	1421	336	40,8	103	24,4
56983000	DORES DE MANHUMIRIM	R. JOSÉ PEDRO	363	624	1104	425	7,18	12,7	4,89
56960000	FAZ. BOA ESPERANÇA	RIB. SÃO DOMINGOS	313	475	697	271	4,62	6,92	2,69
56988500	IPANEMA	R. JOSÉ PEDRO	1345	457	847	272	19,5	36,1	11,6
56989000	MUTUM	R. SÃO MANUEL	1187	279	473	138	19,5	17,8	5,20
56989001	"	"	1187	356	587	206	13,4	22,1	7,76
56989400	ASSARAÍ-MONTANTE	R. JOSÉ PEDRO	3387	445	729	281	47,8	78,3	30,2
56989500	ASSARAÍ	"	3191	303	543	188	32,5	58,1	20,2
56990000	S. SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	R. MANHUAÇU	8454	367	671	190	98,4	180	51,0
56991500	LARANJA DA TERRA	R. GUANDU	1373	363	551	202	15,8	24,0	8,79
56992000	BAIXO GUANDU	"	2162	294	583	139	20,2	40,0	9,52
56993000	ITAGUAÇU	R. SANTA JOANA	445	243	295	170	3,44	4,16	2,40
56993550	BARRA DO Cór. DA PIABA	"	907	214	252	154	6,17	7,26	4,43
56993551	JUSANTE Cór. DA PIABA	"	873	375	798	193	10,4	22,1	5,35

ESTAÇÃO		CURSO D'AGUA	ÁREA DE DRENAGEM Km ²	LÂMIDA ESCOADA (mm)			VAZÃO (m ³ /s)		
CÓDIGO	NOME			MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÉDIA	MÁXIMA	MÍNIMA
56993600	SANTA JOANA	R. SANTA JOANA	1100	304	657	128	10,6	22,9	4,47
56994000	" MARIA	" MARIA	774	241	432	67	5,92	10,6	1,66
56994500	COLATINA	R. DOCE	76812	396	619	239	965	1507	583
56994502	" -JUSANTE	"	76812	411	918	-	1001	2236	-
56995500	PONTE DO PANCAS	R. PANCAS	836	356	781	212	9,48	20,7	5,62
56997000	BARRA DE S.GABRIEL	R. SÃO JOSÉ	1022	410	734	233	13,3	23,8	7,55
56998000	LINHARES	R. DOCE	81600	411	561	300	1064	1452	778

APLICAÇÃO DO MODELO SIMMQE À BACIA DO RIO DOCE

. Devido às dificuldades encontradas pelos técnicos da DCRH na preparação dos arquivos utilizados no programa MODLAC, deve-se proceder a tradução da notícia de utilização do modelo MODLAC, quase idêntica a do modelo SIMMQE. Essa tradução poderá evitar não somente as dificuldades de natureza informática mas também resolver problemas de mal funcionamento do programa no futuro.

É necessário conhecer perfeitamente o funcionamento dos programas que formam o modelo para identificar paradas no processamento, com causas frequentemente embutidas.

Deve-se considerar para futuras aplicações os parâmetros utilizados para a calibração do Rio Paraíba do Sul (1ª aplicação) principalmente se o clima e a geologia não sofrem grandes variações. Pode-se também dirimir dúvidas sobre a consistência dos dados.

Utilizando-se então os valores do Rio Paraíba do Sul, foi processado o modelo SIMMQE para a Bacia do Rio Doce. Os primeiros resultados da aplicação, posto por posto, são apresentados a seguir:

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO: 56075000

Bons resultados em todo o período de calibração, poucas divergências nas estiagens e alguns picos de cheias defasados (1973).

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56085000

As descargas de início da estiagem estão superestimadas, deve-se reduzir a quantidade de água inicial para as zonas de influência da pluviometria.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56335000

Superestimação sistemática das descargas, as precipitações não são representativas na sub-bacia.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56337000

Idem anterior. De 1979 a 1980 mudança da curva-chave, devido possivelmente à erosão do leito do rio durante a cheia de 1979.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56485000

Subestimação frequente das vazões, de 10% a 50% do seu valor. Depressão mais lenta nas vazões calculadas. A calibração será difícil.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56565000

Subestimação frequente das vazões, de 10% a 50% do seu valor. Anomalias evidentes nas precipitações em 1970, 1973, 1974 e 1975. Com certeza existe mudança na curva-chave em 1980 (sobretudo no início e fim do ano).

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56610000

Subestimação sistemática desde o fim do ano de 1977.

Os dados pluviométricos não são representativos.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56720000

Subestimação da descarga (10%) distribuída regularmente. Será necessário aumentar o valor inicial do reservatório subterrâneo (parâmetro de calibragem) para um certo número de zonas pluviométricas.

Observa-se uma possível mudança de curva-chave durante o ano de 1979 (a confirmar).

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56750000

Resultados regulares, exceto em alguns períodos onde a causa da inconsistência é provavelmente devida à pluviometria.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56765000

Pequena superestimação das vazões, exceto em alguns períodos de provável mudança na curva-chave entre 1969 e 1977. Bons resultados após este último ano.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56800000

Superestimação muito forte das vazões calculadas, principalmente no período de 1970 a 1974, onde as precipitações são muito elevadas. As anomalias notadas para o ano de 1979, são, provavelmente, devidas à subestimação da chuva no posto Código 01842007. As vazões calculadas são aceitáveis com relação às observadas para o ano de 1980, 1976 a 1977 e 1965 a 1969.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56892000

Idem anterior. A simulação das vazões parece correta no período de 1965-1967.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 569000000

Apesar de existirem anomalias pluviométricas, pode-se notar que as vazões de estiagem calculadas pelo modelo são nitidamente superestimadas, mas essa diferença diminui no fim do período (1978-1980).

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56940000

Superestimação distribuída aleatoriamente no período, porém nítida. Provavelmente devida ao valor inicial do parâmetro do reservatório subterrâneo. Existe também problema de mudança de curva-chave e de valores da precipitação. Estação com dados muito inconsistentes.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56948000

Superestimação das vazões calculadas (10% a 15%) devida aos valores anormais das lâminas escoadas nas bacias hidrográficas 11, 12, 13 ...

Superestimação de estiagens no período, exceto 1979 e 1980.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56988500

1966 a 1969: Subestimação das vazões calculadas.

1971 a 1977: Superestimação das estiagens e de algumas cheias.

1979 a 1980: Superestimação dos picos de cheias.

Existe defasagem nos valores calculados e observados em rela
ção ao tempo; provavelmente causada por inconsistências nos
dados pluviométricos.

. ESTAÇÃO:

CÓDIGO : 56989500

Idem observações feitas para o posto anterior.

CRITICA DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS

Devido aos problemas detectados na 1ª fase de aplicação do modelo SIMMQE à bacia do rio Doce, descritos anteriormente, tornou-se necessária a comparação das vazões dos diversos pontos da bacia. Para tanto, foram escritos dois programas (em linguagem FORTRAN - em anexo) de crítica dos dados fluviométricos com o objetivo de:

- . Traçar, de 10 em 10 dias, as vazões médias observadas em vários postos fluviométricos e calcular para cada um deles as lâminas escoadas. A simples observação dos hidrogramas permite notar as anomalias nas vazões e verificar nas tabelas as lâminas máximas escoadas e sua repartição espacial.
- . Controlar, por um processo de representação simplificada da bacia, a evolução de montante para jusante das vazões observadas e também das lâminas escoadas nas bacias intermediárias. Uma simples comparação das lâminas parciais a montante e a jusante das confluências, permite localizar as principais anomalias existentes.

É evidente que esses programas fornecem uma ajuda precisa no momento da calibração do modelo, que se torna difícil se um número muito grande de erros acentua os desvios entre vazão calculada e observada.

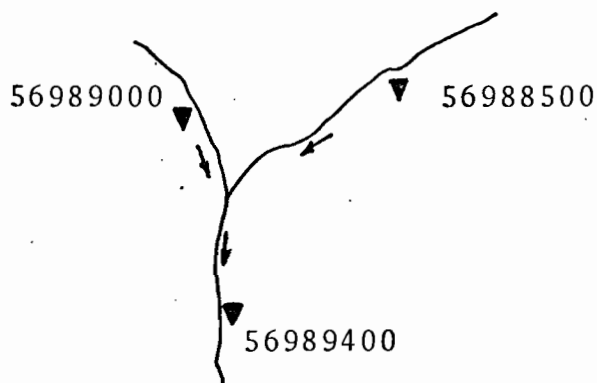
Particularmente o segundo programa citado é de grande eficácia para realizar uma pré-consistência espacial entre os postos, indispensável para os dados fluviométricos.

Não foi possível analisar as curvas-chaves dos postos fluviométricos que apresentam anomalias regionais detectadas pelo programa anterior.

20

A seguir são apresentados alguns comentários, sobre as lâminas escoadas nos postos da bacia:

- . O escoamento da sub-bacia a montante do posto 56994502 é de 1612,4 mm. Deve-se verificá-lo a partir das estações 569936000, 56992000, 56990000 e 56948000 (todas a montante).
- . Nas estações 569 89500, 56993551, 56915500, 56335001, 56110005, 56485000 e 56695000 as diferenças com as lâminas dos postos situados a montante são normais, devido à variação nos períodos de observação. Para o posto 56695000 existem ainda dúvidas quanto sua área de drenagem.
- . Na comparação das lâminas escoadas no posto 56960000 e na sub-bacia entre esse posto e o posto 56967000 aparece uma discrepância de 96 mm (474m - 570mm), como consequência as vazões do posto 569600000 são subestimadas. Seria por causa da curva-chave?
- . Existe problema entre os três postos definidos a seguir, de difícil explicação devido a imprecisão de suas áreas de drenagem. A lâmina escoada na sub-bacia entre os três postos é muito baixa (120mm).



- . Existe erro na área de drenagem do posto 56846000. Deve ser 1776 no lugar de 1176 km².
- . Existe grande discrepância entre o posto 56775000 (valores muito fortes) e o posto 56750000 (valores muito fracos). Somente uma análise das chuvas e descargas permitirá tirar a dúvida.

- . A lâmina escoada na sub-bacia limitada pelos postos 56075000, 56090000, 56085000 e 56110000 é muito elevada quando comparada às lâminas dos postos 56090000 e 56085000.
- . Existe problema na lâmina escoada na bacia intermediária limitada pelos postos 56500000, 56450000, 56470000 e 56485000 (lâmina de 80 mm).
- . No posto 56610000 a lâmina escoada para uma sub-bacia de 1726 km² é de 398 mm, valor muito mais correto do que aquela obtida para o mesmo posto, 780 mm para a área inicialmente considerada de 1163 km².

OBS.: Após esses comentários constataram-se 7 anomalias principais que devem ser esclarecidas. Para tanto, deve-se proceder uma verificação detalhada das áreas de drenagem, uma análise crítica das curvas-chave utilizadas e um novo cálculo das vazões médias e as lâminas escoadas nos períodos concomitantes. Se essa metodologia não for suficiente, deve-se utilizar os dados pluviométricos consistidos para calcular os déficits de escoamento.

ANEXO 1
Programa de crítica dos dados Fluviométricos

OBJETIVO: Controle da continuidade nas áreas de drenagem de montante a jusante, observada em grande número de pontos. Nesse programa as vazões são expressas em lâminas escoadas.

Critérios para detecção de anomalias:

- . verificação dos pontos onde a lâmina escoada é superior à lâmina observada num posto fluviométrico imediatamente a jusante;
- . verificação dos pontos onde a lâmina escoada é duas vezes menor que a mínima observada à montante.

Note-se que qualquer outro critério da verificação pode ser utilizado e também outra variável.

PROGRAMA:

Entrada dos dados

IEX, MOIS, BV(I), Q(I), [IBASS(1,L), L = 1,5]

Format (2I10, F10-0, F10.2, 5A4)

IEX = Código hidrológico do exutório da grande bacia

MOIS = 12 (valor anual)

BV(I) = área de drenagem em km² no exutório

Q(I) = dado hidrológico a controlar para a estação exutório, nesse caso: vazão média interanual em m³/s.

IENTRE(I), ISORT(I), BV(I), Q(I), [IBASS (I,L), L=1,5]
--

Format (2I10, F10.0, F10.2, 5A4)

IENTRE(I) = código hidrológico de uma estação fluviométrica

ISORT(3) = código hidrológico da estação fluviométrica
situada imediatamente a jusante da estação
definida em IENTRE (I).

Bv(I), Q(I), [IBASS(I,L), L = 1,5] = já definido

OBS.: Se para uma estação λ , não existem informações
hidrológicas:

- a linha com IENTRE(I) = λ deve ser retirada
- todas as linhas com ISORT(I) = λ devem ser modificadas: λ deve ser substituído por X.X, é o código hidrológico da estação situada imediatamente a jusante de λ , ou seja $X = \text{ISORT}(I)$.

ANEXO 2

**Relatório de missão de G.GIRARD em Brasília
01 a 20 de julho de 1984**

Essa missão teve por objetivo a minha participação na fase de calibragem do modelo SIMMQE, implantado pela equipe do DNAEE/DCRH e aplicado à Bacia do Rio Doce com 81.600 km² de área de drenagem.

Este relatório apresenta sucintamente a evolução dos objetivos, os trabalhos realizados e também as recomendações feitas.

I. Situação da modelização dos escoamentos na bacia de drenagem do Rio Doce:

Achei pronta a parte de discretização da bacia, os arquivos de saída do programa GEOCOU assim como o arquivo METEO que define a atribuição das zonas pluviométricas, as malhas da bacia e os dados pluviométricos e de evapotranspiração potencial para o período de 1965-1980, ao passo de tempo de 10 dias.

Encontrei os arquivos 34 e 44 de descrição dos reservatórios hidráulicos em criação.

Todas as informações hidrológicas e climatológicas, de ordem hidráulica e de irrigação, já estavam compiladas e particularmente bem organizadas para serem integradas aos dados do modelo.

Entretanto, o engenheiro de sistemas e hidrólogo SEVERINO LUCCHETTI treinado em 1982, por ocasião da aplicação do modelo à bacia do Rio Paraíba do Sul e de seu estágio na ORSTOM - Hidrologia em Paris, me comunicou sua saída do DNAEE logo após minha estada no Brasil.

Um novo engenheiro de sistemas deve se juntar à equipe de modelos, composta de cinco pessoas.

II.

Intervenções pessoais

Constatadas algumas anomalias dentro dos dados pluviométricos, parte das quais foram corrigidas imediatamente pela equipe, e igualmente nos dados de descarga, dois programas de visualização da distribuição espacial dos dados foram concebidos.

Um deles, calcula a chuva média por bacia a partir do arquivo METEO e o outro as lâminas escoadas em cada uma das bacias para o passo de tempo de 10 dias. Este último traça os gráficos de variação da vazão simultaneamente em várias estações hidrométricas.

Por outro lado, visto as inconsistências nas áreas de drenagens das bacias e do número elevado de estações hidrométricas (73), um programa de consistência de dados hidrológicos foi elaborado, o qual permitiu localizar 7 anomalias importantes (ver Relatório Técnico).

O modelo SIMMQE rodou pela primeira vez para o rio Doce em 13 de julho, com a minha ajuda pessoal, que não teria sido necessária se a notícia de utilização do modelo SIMMQE tivesse sido traduzida para o português.

Minha intervenção foi maior no exame dos primeiros resultados obtidos.

Se para certas estações, a simulação realizada com os mesmos parâmetros que foram utilizados para o Rio Paraíba do Sul, deram resultados satisfatórios, não se pode imputar ao modelo resultados adversos em outras estações.

O exame crítico do conjunto de dados de entrada fornecido ao modelo e dos pares descarga observada-descarga calculada foi excepcionalmente difícil no começo, mas permitiu colocar em evidência os períodos de 4 a 5 de alguns postos pluviométricos em que os dados são inconsistentes. Depois de discussões com o Engenheiro responsável pela seção de pluviometria, foi apurado que os períodos inconsistentes já tinham sido detectados na fase de crítica dos dados pluviométricos e a fita PLU forne

cida ao modelo não era aquela com os dados consistidos e sim outros com os dados originais não verificados.

Dada a impossibilidade de se prosseguir a calibração do modelo com esses dados brutos, foi decidido refazer a fita PLU depois da eliminação dos dados inconsistentes e transferência ou complementação de séries vizinhas mais confiáveis. Com isso será necessário utilizar voluntariamente a série de um posto situado longe da zona de interferência, na medida que ele representa bem a pluviometria da região.

III.

Recomendações

- . Afim de obter um inventário corrigido das áreas das drenagens das sub-bacias, é recomendada a utilização do método implantado em 1982 (PROGRAMA AI14ARBRE de 7.8.1982) com o objetivo de evitar todas as discussões e dúvidas.
- . Para verificação da consistência estrutural dos dados hidrométricos é recomendável a utilização do programa de consistência de dados hidrológicos, de maneira a detectar nas sub-regiões da bacia, a existência de heterogeneidade hidrológica sensível. Isso permitirá chamar a atenção do responsável pela crítica dos dados.
- . É recomendável traçar anualmente a carta de isoietas do ano precedente ou dos trimestres precedentes para as principais bacias com o objetivo de destacar os postos pluviométricos com anomalias e alertar a entidade operadora desses postos para um controle da estação e do observador.
- . Em fim, para facilitar o exame crítico dos resultados do modelo e dos dados fornecidos, é recomendável a aplicação dos programas já citados referentes à pluviometria e às vazões.

IV.

Contatos

. Dr. BARBOSA, Diretor da DCRH/DNAEE, indicou no curso de uma reunião, que ele gostaria de ver a plicado o modelo para a bacia do Rio Paraná, e transmitiu o convite do Sr. Ministro das Minas e Energia do Brasil para participar das comemorações do cinquentenário do Código das águas do Brasil.

. Comemoração do cinquentenário, 10 de julho

- Sr. Ministro das Minas e Energia

- Sr. Diretor Geral do DNAEE

- presente o Sr. Embaixador da França no Brasil.

Durante a cerim nia, o Diretor Geral do DNAEE agradeceu calorosamente a cooperação francesa pe la ORSTOM = VETOR REGIONAL, TELETRANSMISSÃO, MO DELAÇÃO de Recursos hídricos.

- Sr. Vincent Frey - Consultor Científico da Em baixada da França

- Festa em 14 de julho na embaixada da França

- Personalidades Brasileiras e Engenheiros trocas de informações e discussões

- Pesquisadores da ORSTOM: Sr. PERRAUD. Sr. JACON, Sr. HIEZ, Sr. CALLED, Sr. DELHUMEAU e Sr. SECHET

V.

Perspectivas

- A equipe brasileira apresentou o modelo SIMMQE em numerosos estados brasileiros e essa HONDURAS na cidade de TEGUCIGALPA. Ela demonstrou assim uma grande participação e compreensão do modelo.
- A modelação do Rio Uruguai abordada na DCRH trará certamente problemas com a obtenção de dados mesmo com os acordos internacionais.
- Pessoalmente, visto as possibilidades do modelo. A aplicação à Bacia Amazônica é tecnicamente possível, mas esta aplicação se encontra atualmente limitada a um controle de homogeneidade dos dados plu e flu.

CONCLUSÃO

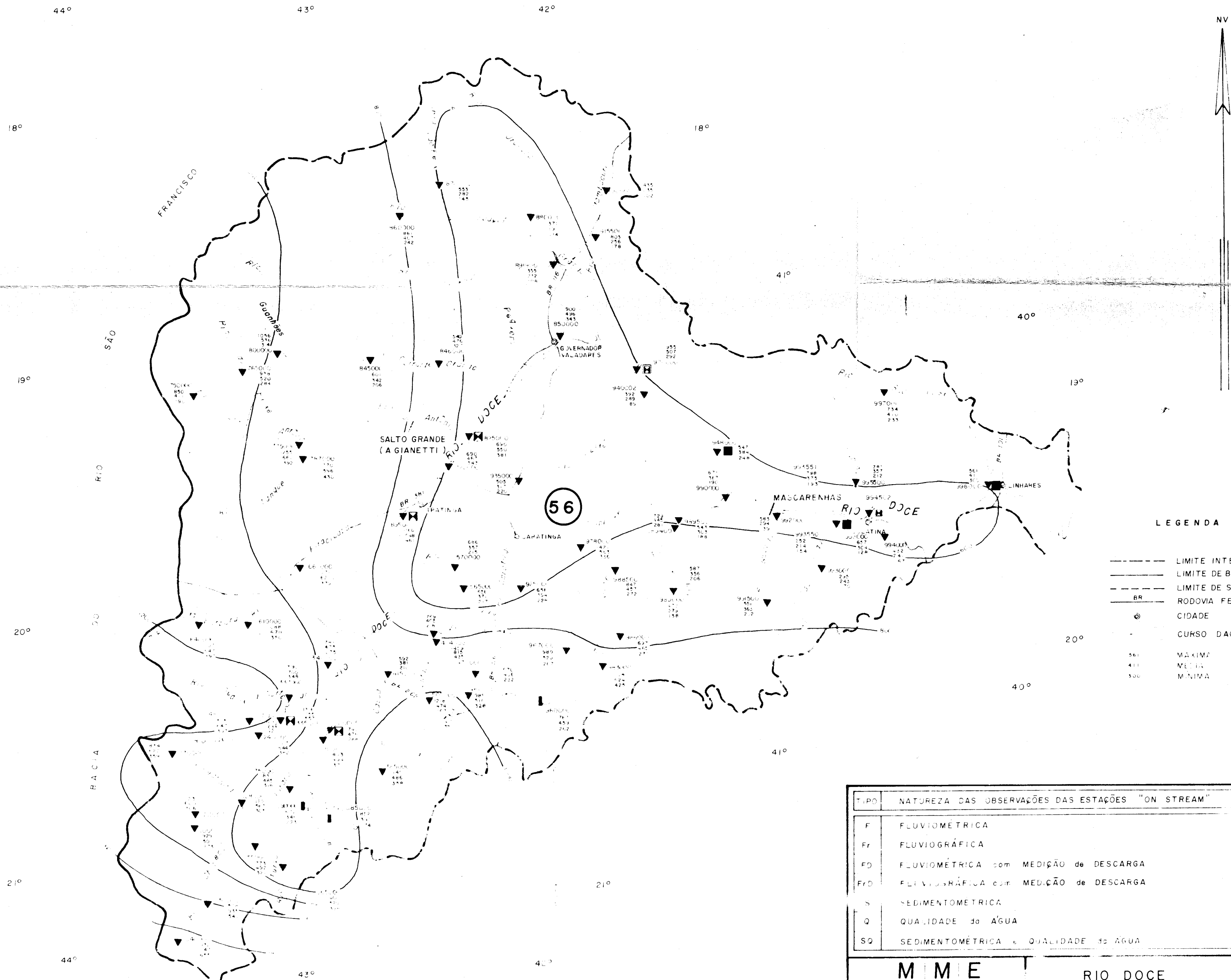
Os resultados obtidos diretamente por simples transposição dos parâmetros do Paraíba do Sul para o Doce são muito promissores e salientam a péssima qualidade dos dados pluviométricos utilizados em determinados postos da bacia.

Seria muito difícil, com esses dados pluviométricos, calibrar melhor os parâmetros utilizados, apesar do fato de em várias sub-bacias alguns ajustes serão necessários. Mas torna-se indispensável selecionar melhor os postos utilizados pelo modelo, mesmo se for necessário, modificar de maneira fictícia a posição de um posto representativo da chuva e sem anomalias.

O estudo pluviométrico a ser feito deve ser particularmente direcionado para a região noroeste da Bacia do Rio Doce, utilizando os dados acumulados de 10 a 10 dias e o sistema de mapeamento já mencionado anteriormente.



RIO DOCE
ISOIETAS ANUAIS DE 1979



LEGENDA

- LIMITE INTERNACIONAL
- LIMITE DE BACIA
- LIMITE DE SUB-BACIA
- BR ----- RODOVIA FEDERAL
- ⊙ CIDADE
- - - - - CURSO D'ÁGUA PERMANENTE
- 581 MÁXIMA
- 411 MÉDIA
- 500 MÍNIMA

Tipo	NATUREZA DAS OBSERVAÇÕES DAS ESTAÇÕES "ON STREAM"	Simbolos
F	FLUVIOMÉTRICA	▬
Fr	FLUVIOGRÁFICA	▬
FD	FLUVIOMÉTRICA com MEDIÇÃO de DESCARGA	▼
FrD	FLUVIOGRÁFICA com MEDIÇÃO de DESCARGA	▼
S	SEDIMENTOMÉTRICA	⊞
Q	QUALIDADE de ÁGUA	■
SQ	SEDIMENTOMÉTRICA e QUALIDADE de ÁGUA	⊞

MME

DN AEE

RIO DOCE

LÂMINA MÁXIMA ESCOADA



RIC DOCE
ISCIETAS ANCAIS DE 1974