

# **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 Ve  
tor 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

χe) 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.

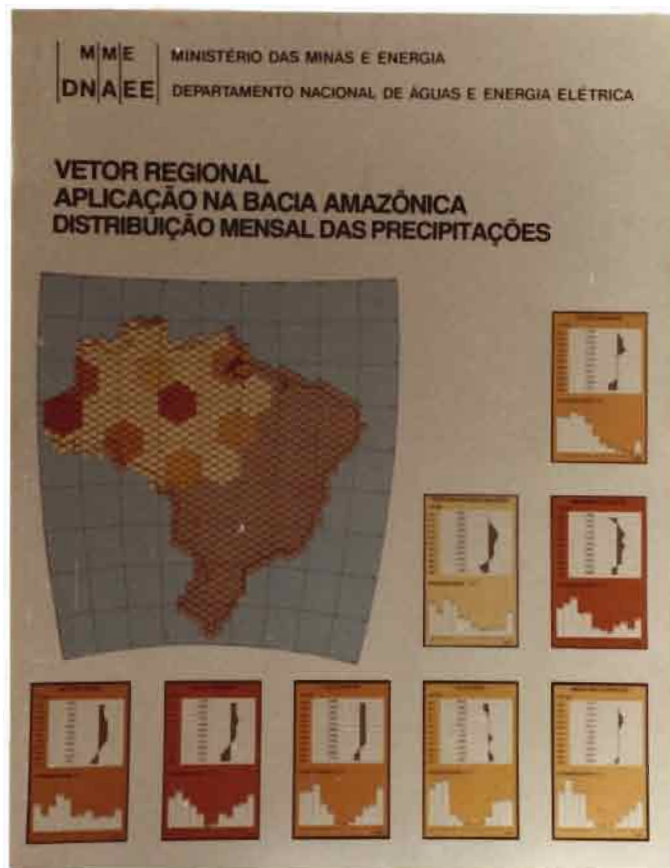


Figura 1



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 intercruzados 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), so

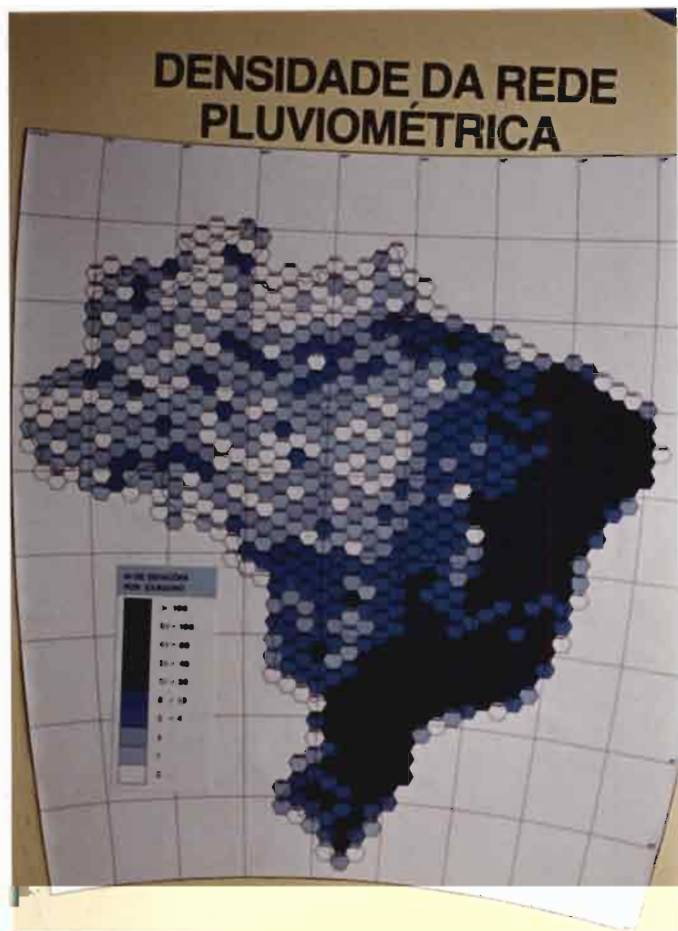


Figura 3: Mapa de Densidade da Rede Pluviométrica

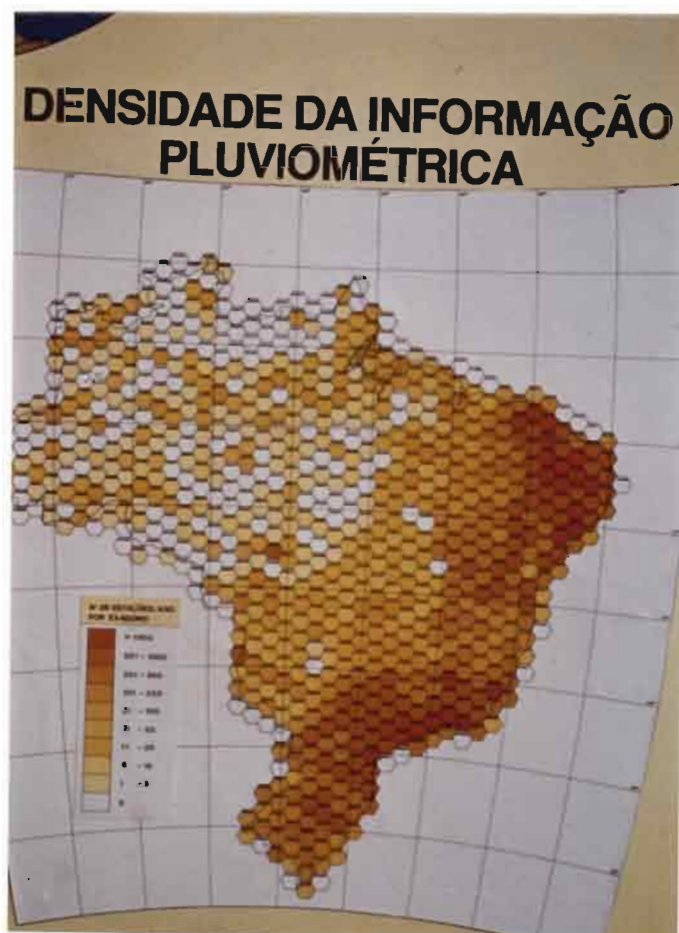


Figura 4: Densidade da Informação Pluviométrica

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.

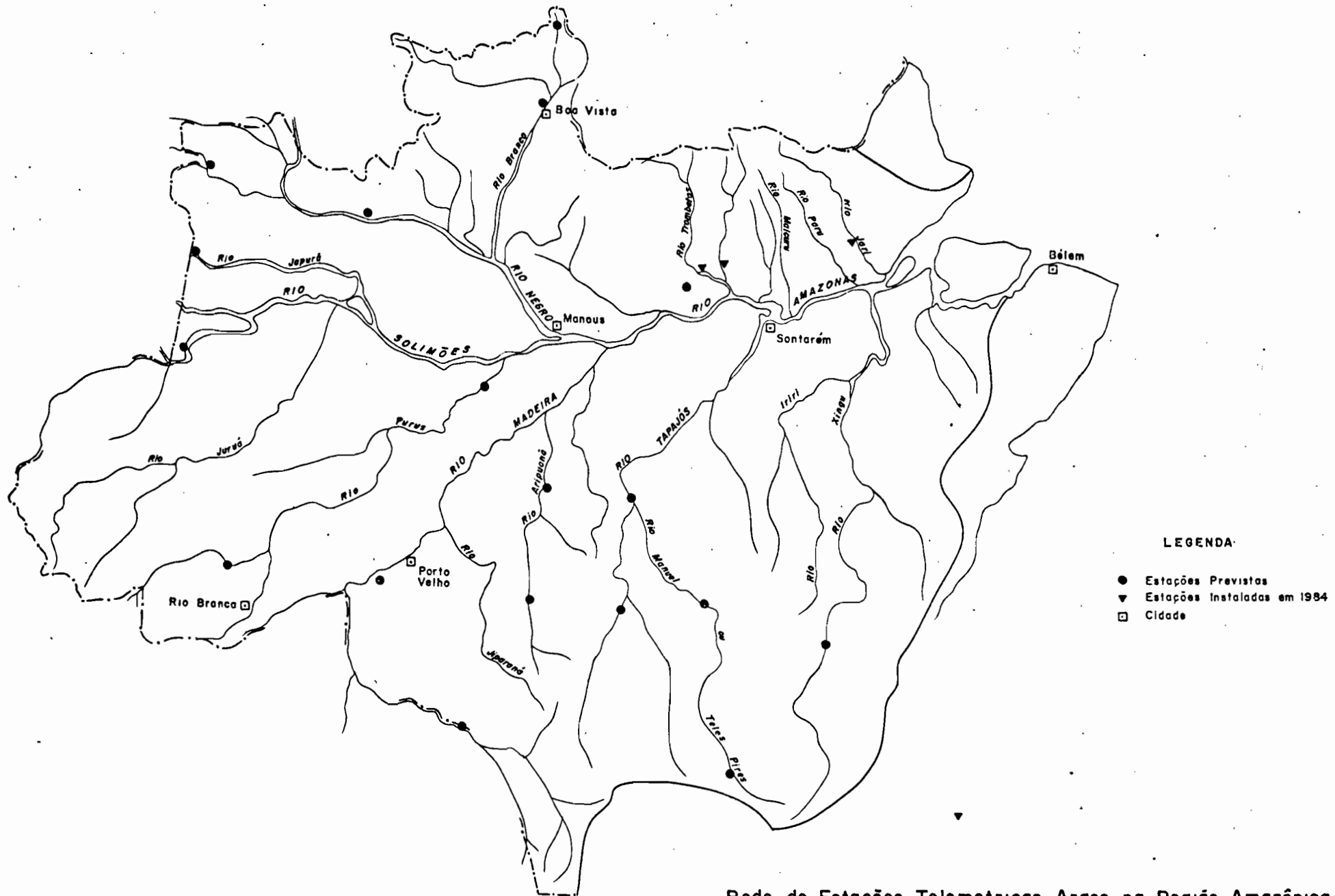
Após os bem sucedidos testes realizados em 1982 e 1983 tanto na bacia do Rio Paraíba do Sul como na Região Amazônica, o Governo Francês financiou 23 balizas ARGOS, a serem todas instaladas em postos da Bacia do Rio Amazonas e uma estação de recepção direta do satélite a ser instalada na sede do DNAEE/DCRH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



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

## PRÉVISÃO 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 Trajetoria 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 cada 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.

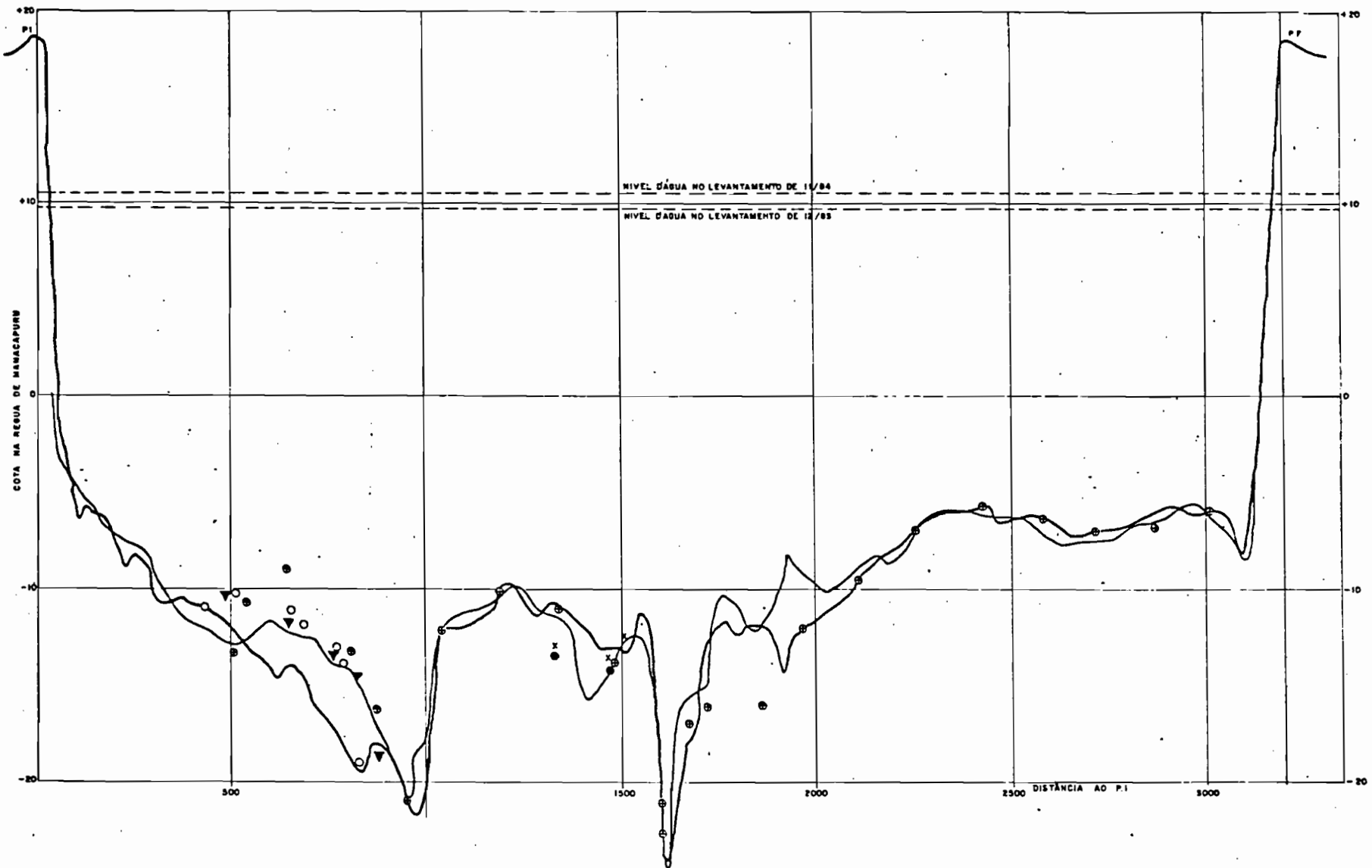
Os dados recebidos pela estação são impressos para controle imediato do operador e memorizados em disquetes. A utilização dos disquetes pelo mini-computador Scopus, para fazer os arquivos em formatos compatíveis com o Sistema de Informações Hidrológicas /SIH (Banco de Dados do DNAEE), necessitou da elaboração 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 preparação.
- 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 (Referência bibliográfica 3 - documento junto).



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 18.75m (MEDIÇÃO COM BARCO ANCORADO)
- NO-EMBRO 1964 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.



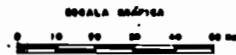
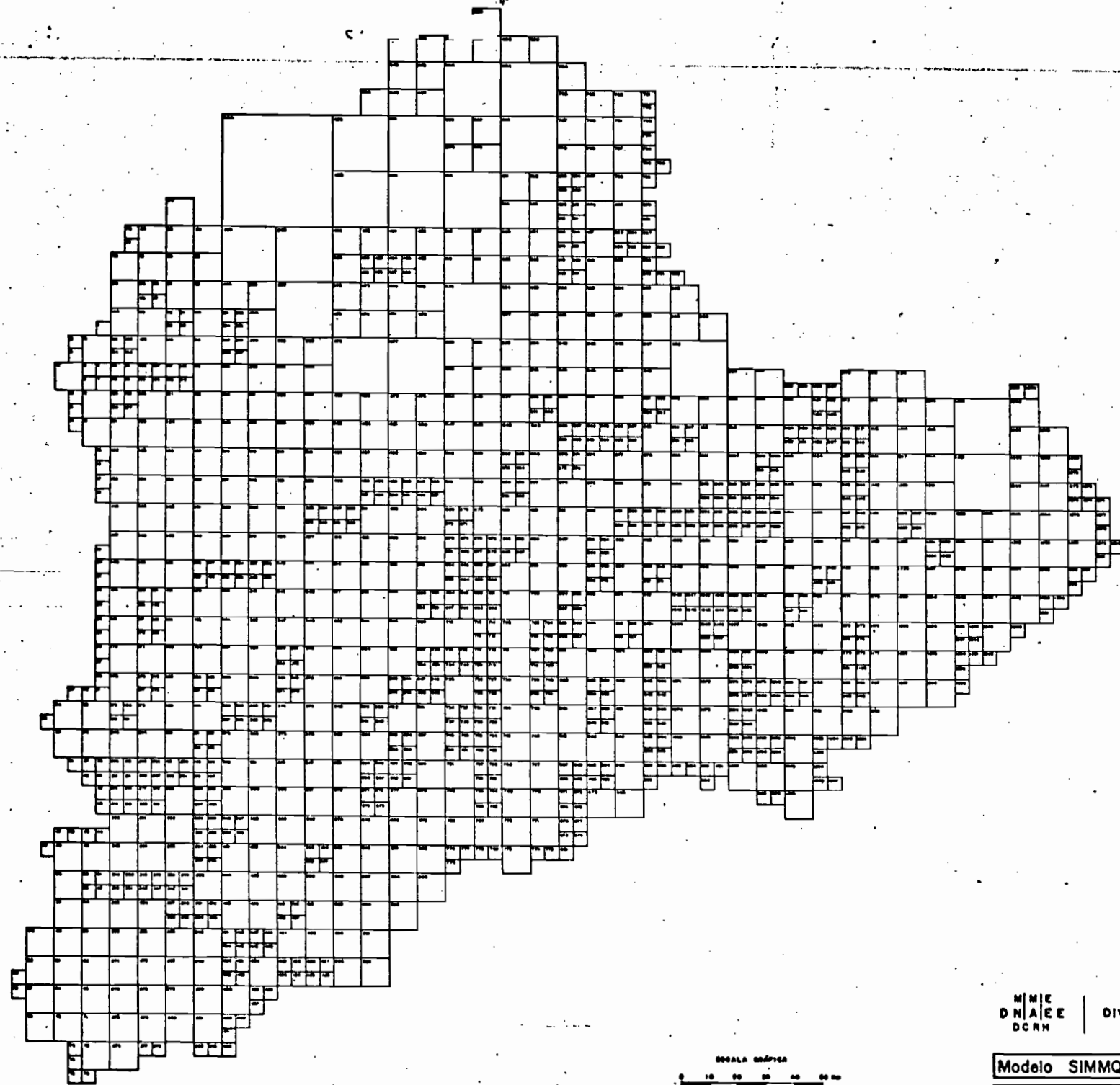
No Setor de desenvolvimento de instrumentação, algumas sugestões foram feitas para automatizar progressivamente várias operações atualmente manuais. Foi proposto para 1985 a compra de um barco hidrométrico, que deverá ser um laboratório móvel para pesquisa instrumental.

#### 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.





M | M | E  
D | N | A | E | E  
D C R M

DIVISÃO DE CONTROLE DE RECURSOS HÍDRICOS

**Modelo SIMMQE** | Aplicação à Bacia do Rio Doce

Doc. Dados F. Nabrega  
Figura

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).





### 3. OUTRAS ATIVIDADES

Neste item são relatadas as atividades dos consultores permanentes do ORSTOM, que não se enquadrarem 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  
Manuas - 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

