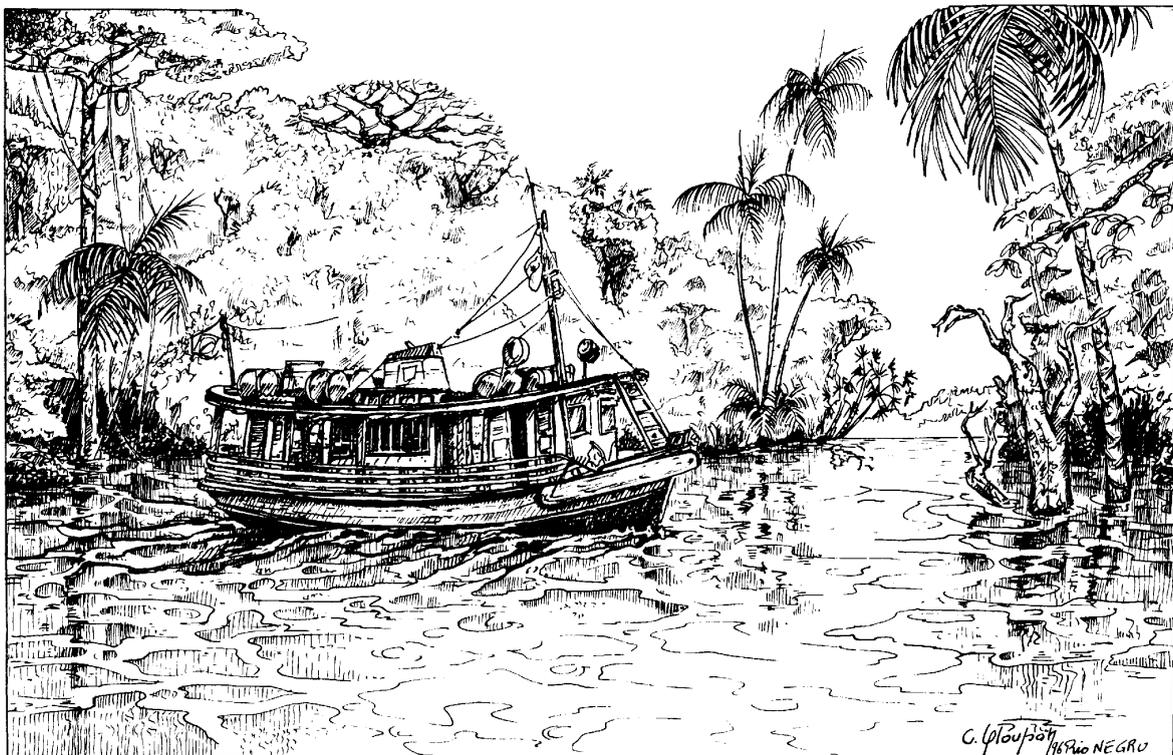


DNAEE - CGRH / CNPq      PEGI-GBF / ORSTOM  
HiBAm : Hidrologia da Bacia Amazônica

**Quinta campanha de medições de vazão  
e amostragem de água e sedimentos  
na bacia do rio Negro  
e no rio Amazonas**

Cucuí ⇨ Manaus ⇨ Santarém  
Junho e Julho de 1996



*José Mário Miranda Abdo*

Diretor do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica

*Vinícius Fuzeira de Sá e Benevides*

Coordenador Geral de Recursos Hídricos

*Roberto Moreira Coimbra*

Chefe da Divisão de Controle de Recursos Hídricos

*Eurides de Oliveira*

Chefe do Serviço de Hidrologia

*Maurice Lourd*

Representante do ORSTOM no Brasil

*Jean Marie Fritsch*

Chefe da Unidade de Pesquisa ORSTOM UR22 - Montpellier

*Bernard Dupré*

Chefe do Programa PEGI-GBF, CNRS UMR 39 - Toulouse

---

**Edição do relatório**

Jean Loup Guyot  
Naziano Pantoja Filizola  
Valdemar Santos Guimarães

ORSTOM Brasília  
DNAEE-CGRH Brasília  
DNAEE-CGRH Brasília

---

Publicação HiBAm  
Brasília  
Dezembro de 1996

## 1. INTRODUÇÃO

A quinta campanha de medição de vazão e amostragem de água e sedimentos, do programa HiBAm (DNAEE/CNPq/ORSTOM), foi realizada nas bacias dos rios Negro e Amazonas no período Junho e Julho de 1996.

Os objetivos da campanha foram : 1. Medição de vazões nas estações fluviométricas da rede do DNAEE localizadas nos rios Negro e Amazonas e nas confluências de seus principais tributários ; 2. Amostragens de água e sedimentos nos mesmos locais, desde a fronteira com a Venezuela e Colômbia (Cucuí) até Santarém.

A campanha, que mobilizou 13 técnicos durante 34 dias, foi financiada pelo ORSTOM e pelo DNAEE, com o apoio do CNPq, da CPRM e do programa de pesquisa PEGI-GBF (CNRS/ORSTOM-França). Essa campanha permitiu realizar 63 medições de vazões em 17 estações, e efetuar amostragens de águas e sedimentos em 28 pontos (figura 1, tabelas 1 e 2).

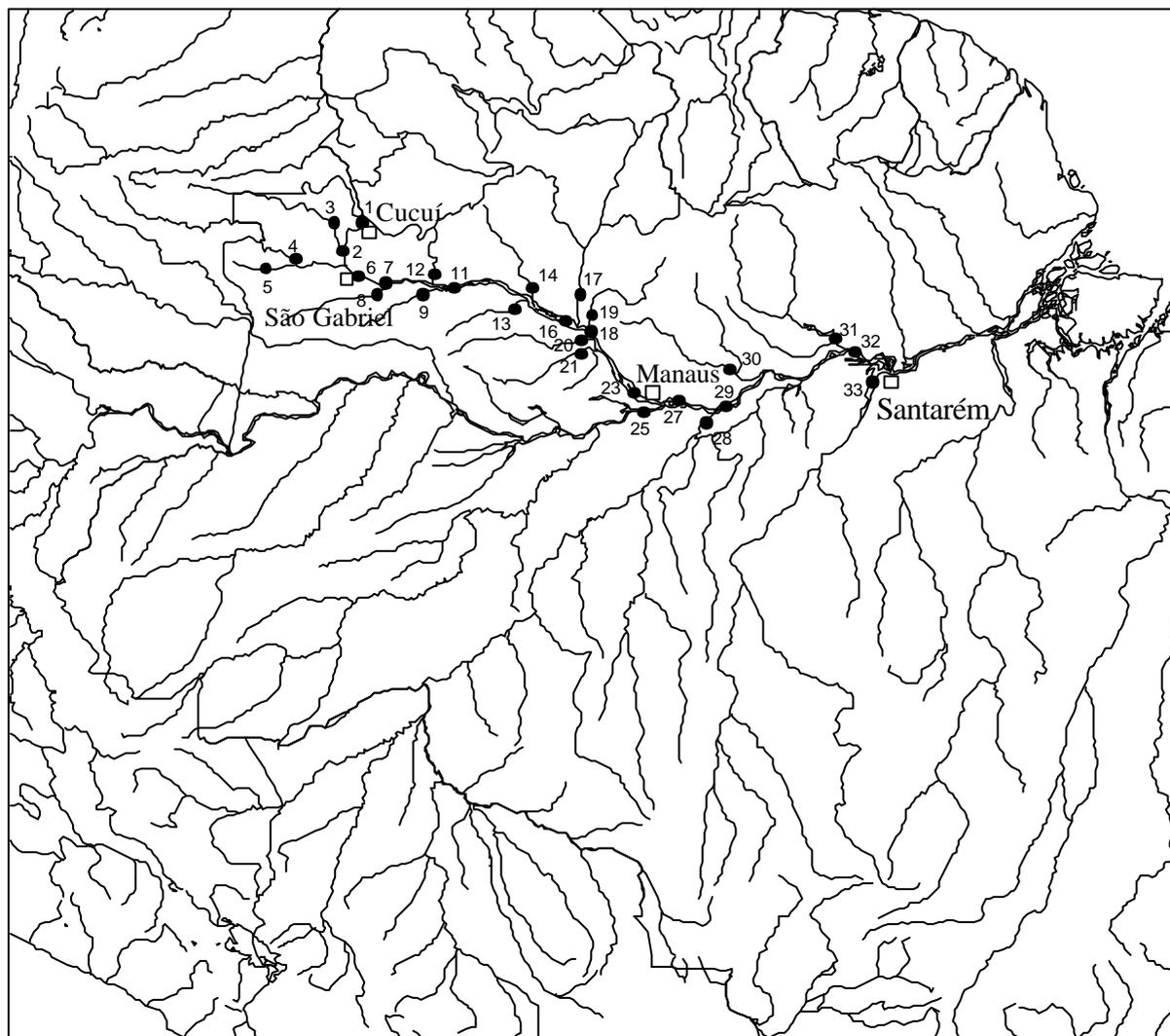


Figura 1 : Mapa de localização dos pontos amostragem (•)



- Amostragem nos rios Içana em Missão Içana (C03) e Negro em São Felipe (C02).

**25/06/96**

- Deslocamento de voadeira de Missão Içana até São Gabriel da Cachoeira.

**26/06/96**

- Deslocamento de voadeira de São Gabriel da Cachoeira até Taraquá.
- Amostragem no rio Uaupés em Taraquá (C04).

**27/06/96**

- Amostragem no rio Tiquié em Cunuri (C05).

**28/06/96**

- Deslocamento de voadeira de Taraquá até São Gabriel da Cachoeira.
- Amostragem no rio Negro em São Gabriel da Cachoeira (C06).

**30/06/96**

- Chegada em São Gabriel da Cachoeira [Mauro, Christophe, Francis, Osvaldo].

**01/07/96**

- Deslocamento de voadeira de São Gabriel da Cachoeira até Cachoeira do Caju.
- Amostragem no rio Curicuriari em Cachoeira do Caju (C08).

**02/07/96**

- Chegada em Camanaus do barco [Reginaldo].
- Saída de São Gabriel da Cachoeira [Marcos, Jean Loup].

**04/07/96**

- Deslocamento do barco de Camanaus até a Foz do Rio Marié.
- Medição de vazão e amostragem no rio Negro em Curicuriari (Pt. C07) e no rio Marié (C09).

**05/07/96**

- Deslocamento do barco até a Serrinha.
- Medição de vazão e amostragem no rio Negro em Serrinha (C11).

**06/07/96**

- Deslocamento do barco até a Foz do rio Demini.
- Amostragem no rio Padauari em Tapera (C12).

**07/07/96**

- Amostragem no rio Cuiuni em Punta da Terra (C13).
- Medição de vazão e amostragem no rio Demini em Jalauaca (C14).

**08/07/96**

- Amostragem no rio Negro em Carvoeiro (C16).
- Deslocamento do barco até a Foz do rio Branco.

**09/07/96**

- Medição de vazão e amostragem no rio Branco em Santa Maria do Boiaçu (C17) e medição de vazão no rio Negro a jusante da Foz do rio Branco.
- Deslocamento do barco até Moura.

**10/07/96**

- Amostragem no rio Negro em Moura (C18) e no rio Jauaperi (C19).

- Deslocamento do barco até a Foz do rio Unini.

**11/07/96**

- Amostragem no rio Unini em Caco de Prata (C20).
- Medição de vazão e amostragem no rio Jaú na Foz (C21).
- Deslocamento do barco até Paricatuba.

**12/07/96**

- Medição de vazão e amostragem no rio Negro em Paricatuba (C23).
- Deslocamento do barco até Manaus.

**13/07/96**

- Abastecimento em Manaus para a segunda parte da campanha.
- Chegada em Manaus [Jacques, Viviane, Clayton, João Bosco].

**14/07/96**

- Medição de vazão no rio Negro em Manaus (C24).
- Saída de Manaus [Mauro, Patrick, Francis, Osvaldo, Reginaldo].

**15/07/96**

- Medição de vazão e amostragem no rio Solimões na Ilha dos Mouras (C25).
- Medição de vazão no Paraná do Careiro (C26) e no rio Amazonas em Jatuarana (C27).
- Deslocamento do barco até a Foz do rio Madeira.

**16/07/96**

- Medição de vazão e amostragem no rio Madeira na Foz (C28) e no rio Amazonas em Itacoatiara (C29).
- Deslocamento do barco até a Foz do rio Uatumã.

**17/07/96**

- Amostragem no rio Uatumã na Foz do rio Jatapu (C30).
- Deslocamento do barco até Oriximiná.

**18/07/96**

- Medição de vazão e amostragem no rio Trombetas em Oriximiná (C31) e no rio Amazonas em Óbidos (C32).
- Deslocamento do barco até Santarém.

**19/07/96**

- Medição de vazão e amostragem no rio Tapajós em Alter do Chão (C33).

**20/07/96**

- Final da campanha e retorno do barco para Manaus [João Bosco].
- Retorno para Brasília [Viviane, João Bosco, Clayton, Jacques] e para França [Christophe].

## **4. METODOS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS**

Para realizar a campanha de medições e coleta de amostras de água e sedimentos nos rios Solimões e Amazonas no Brasil foi alugado em Belém, um barco de madeira tradicional, « Erico Costa ».

### **4.1. Medições de vazão**

A vazão foi medida com o um correntômetro acústico de efeito Doppler (ADCP/RDI) de frequência de 300 KHz. Este equipamento, ADCP, que permite a medição rápida da vazão de rios, com alta precisão, com pouco pessoal e em tempo bastante curto, foi adquirido pelo programa HiBAm (DNAEE-CNPq-ORSTOM) em 1994. O aparelho foi colocado na lateral do barco « Erico Costa » por meio de uma estrutura especial de alumínio.

### **4.2. Amostragem de água**

As amostragens para análises de água foram feitas a partir de uma voadeira, sempre a montante do barco « Erico Costa » e no meio da seção de medição.

### **4.3. Amostragem de matéria em suspensão**

As amostragens para sedimentos em suspensão foram feitas com um equipamento de amostragem pontual, especialmente desenvolvido para as campanhas do programa na Amazônia, batizado de « Callède I ». O referido amostrador possui um formato semelhante ao de um submarino com uma garrafa de PVC de 10 litros presa à sua parte inferior. A garrafa possui duas aberturas nas extremidades ligadas a um gatilho para desarme. O desarme do gatilho é feito com o lançamento de um peso (mensageiro). Quando o mensageiro toca o gatilho a garrafa se fecha, guardando no seu interior a água coletada à profundidade onde o amostrador se encontrar posicionado.

### **4.4. Amostragem de sedimentos de fundo**

O « AMF-1 » é um amostrador de sedimentos de fundo com um peso de 50 Kg. Quando o amostrador toca o fundo, uma cunha de aço se fecha e pega 300 gr. de sedimentos.

### **4.5. Medições físico-químicas « in situ »**

A temperatura e a condutividade da água foram medidas com um condutivímetro WTW LF 196, o pH com um pH-metro WTW pH 196, a turbidez com um turbidímetro HORIBA U-10, a partir da voadeira, durante a amostragem de água. A alcalinidade foi analisada no laboratório do barco « Erico Costa » pelo método potenciométrico utilizando o pH-metro pH 196.



#### 4.6. Filtração das amostras

As amostras foram filtradas no próprio barco, com diferentes métodos. Para a determinação de matéria em suspensão (MES), foi utilizada uma rampa de filtração frontal com 6 unidades (Sartorius), ligada numa bomba de ar, com filtros de nitrato/acetato de celulose de 0.45  $\mu\text{m}$ . Para as amostras destinadas a análises de elementos dissolvidos, foram utilizadas unidades de filtração em PVC, com filtros de porosidade de 0.20  $\mu\text{m}$ . Para a determinação do carbono orgânico, foi utilizada uma unidade de filtração frontal de vidro, com filtros em fibra de vidro GFF.

### 5. RESULTADOS

#### 5.1. Medições de vazão

O período da campanha, Negro'96, (Junho-Julho) é caracterizado por águas altas nas bacias dos rios Negro e Amazonas (Figuras 2a, 2b, 2c).

A localização (margens direita e esquerda) das seções de medição foi verificada com geoposicionamento por satélite (GPS) e plotada nos mapas planimétricos do RADAMBRASIL na escala 1/250000 (Anexo 1).

Os resultados das 63 medições de vazão em 17 estações com correntômetro acústico de efeito Doppler (ADCP) de frequência de 300 KHz estão resumidos na tabela 1, e os gráficos do software TRANSECT (RDI) encontram-se no anexo 2.

Numa mesma seção com varias medições, o desvio observado varia de 1 até 120%, em função das características da seção. A medição é boa (desvio  $dQ < 10\%$ ) quando a velocidade média na seção é  $> 0.5 \text{ m/s}$  e quando a parte da vazão realmente medida com o ADCP é  $> 50\%$  da vazão total. A maioria das medições de vazão apresentaram um desvio  $dQ < 10\%$  durante esta campanha.

Para cada seção de medição de vazão, o anexo 2 apresenta 3 gráficos que correspondem respectivamente a : - 1. o deslocamento do barco (traço vermelho) e velocidade na primeira célula, - 2. o perfil das velocidades na seção, - 3. o perfil das concentrações em sedimentos em suspensão na seção. Pelos gráficos 2 e 3, as margens direita e esquerda do rio encontram-se representadas, respectivamente à direita e esquerda do gráfico.

Os resultados das campanhas do projeto HiBAm permitirão completar às curvas chaves das estações da rede do DNAEE (Figura 3).

Tabela 1 : Resultados das medições de descarga líquida

Código	Rio	Estação	Data	Cota (cm)	Numero medições	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	dQ (%)
C7	Negro	Curicuriari	01/07/96	1435	4	23 920	1.3
C9	Marié	Foz do Marié	04/07/96		4	2 624	16.0
C11	Negro	Serrinha	05/07/96	1053	4	33 779	4.8
C14	Demini	Jalauaca	07/07/96		2	1 632	0.7
C17	Branco	Santa Maria do Boiaçu	09/07/96	1210	4	11 988	7.0
C18	Negro	Moura	09/07/96	1456	4	52 668	3.5
C21	Jaú	Foz do Carabinani	11/07/96		4	479	18.6
C23	Negro	Paricatuba	12/07/96		4	64 383	0.9
C24	Negro	Manaus	14/07/96	???	2	63 610	0.7
C25	Solimões	Ilha dos Mouras	15/07/96		4	120 074	1.7
C26	Parana	Careiro	15/07/96	1593	4	18 664	3.9
C27	Amazonas	Jatuarana	15/07/96	1738	4	154 924	1.5
C28	Madeira	Foz	16/07/96		4	13 481	2.2
C29	Amazonas	Itacoatiara	16/07/96	1283	4	191 588	3.2
C31	Trombetas	Oriximiná	18/07/96	765	4	10 789	4.4
C32	Amazonas	Óbidos	18/07/96	685	6	189 777	11.6
C33	Tapajós	Alter do Chão	19/07/96	776	1	5 039	
TOTAL					63		

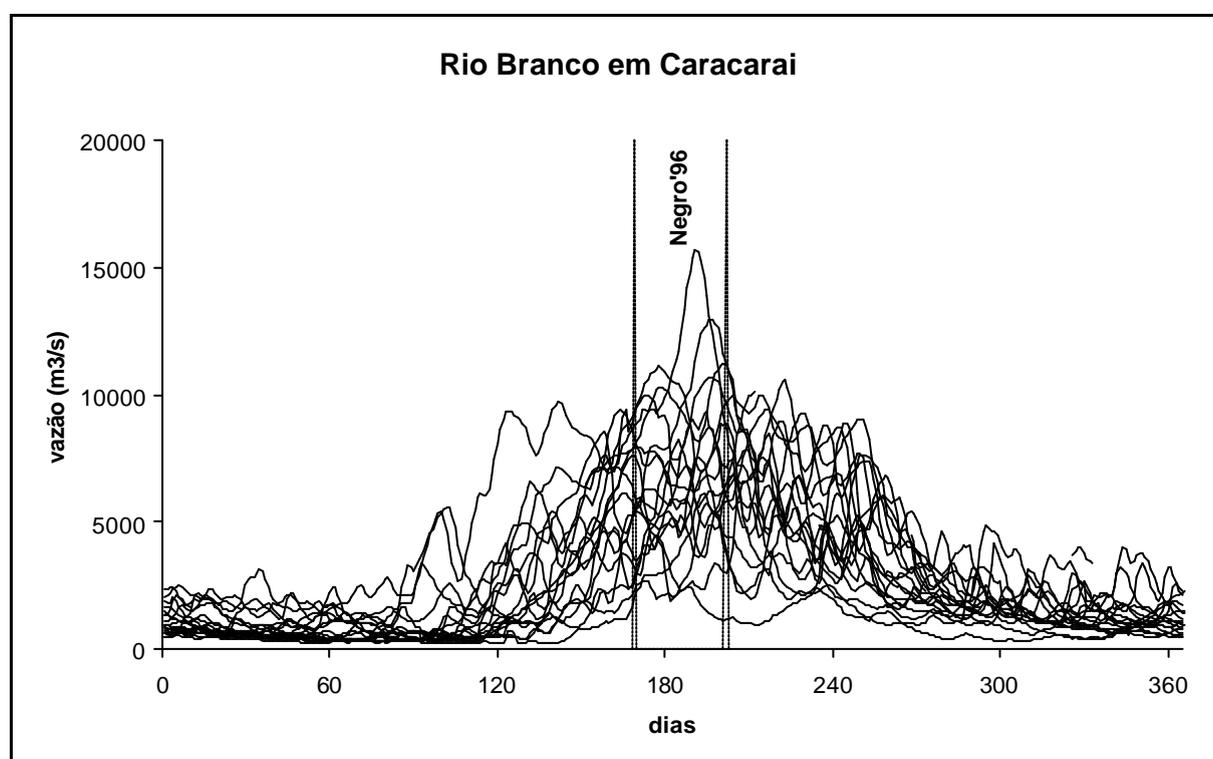


Figura 2a : Descarga líquida diária (do 01 de Janeiro até o 31 de Dezembro)

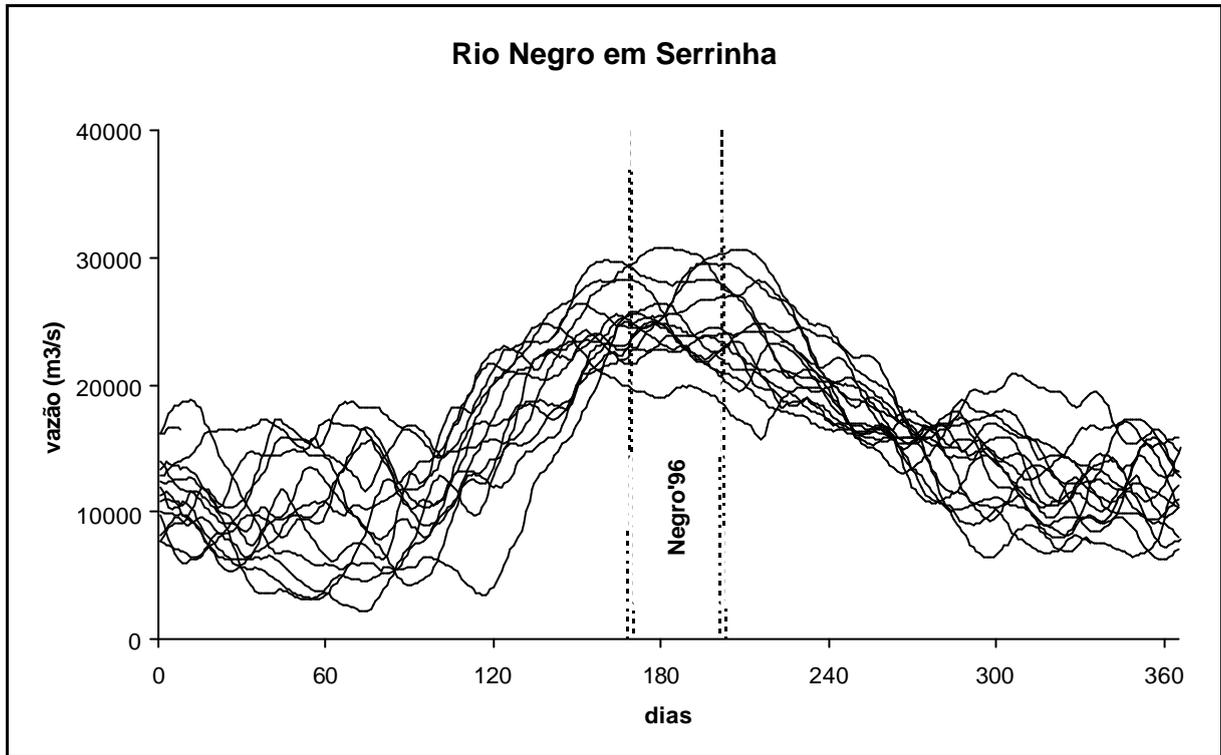


Figura 2b : Descarga líquida diária (do 01 de Janeiro até o 31 de Dezembro)

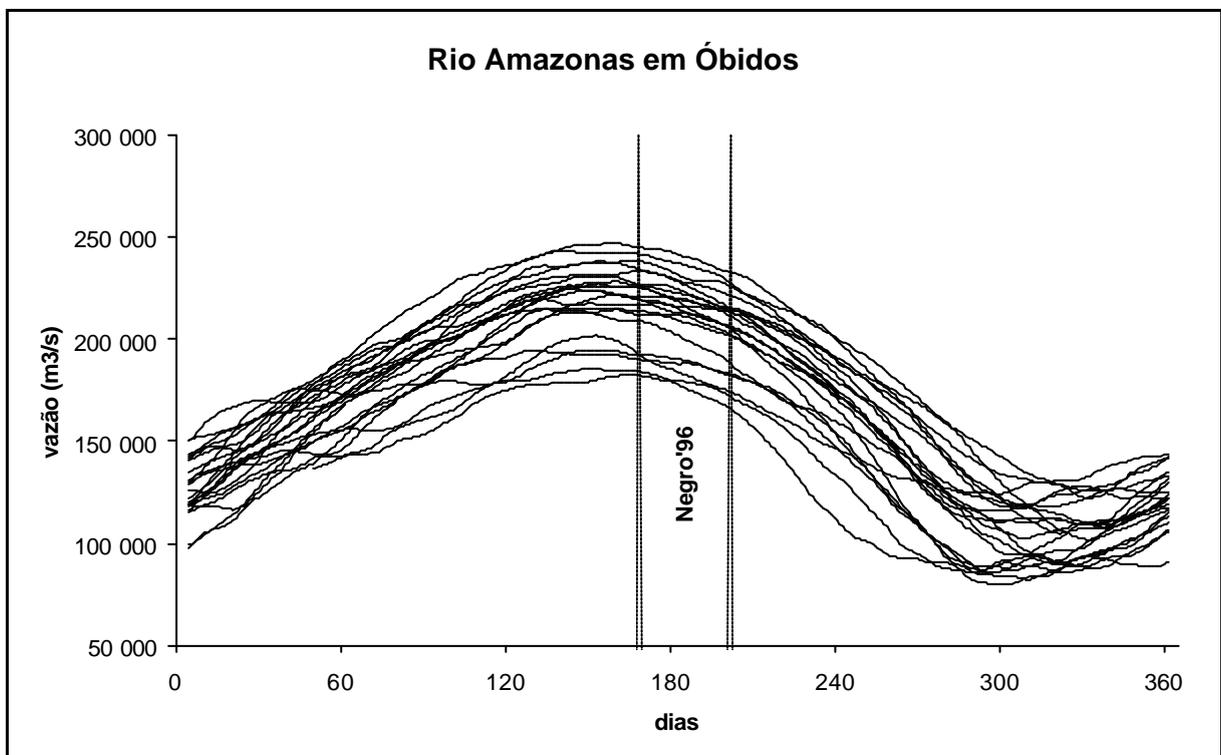


Figura 2c : Descarga líquida diária (do 01 de Janeiro até o 31 de Dezembro)

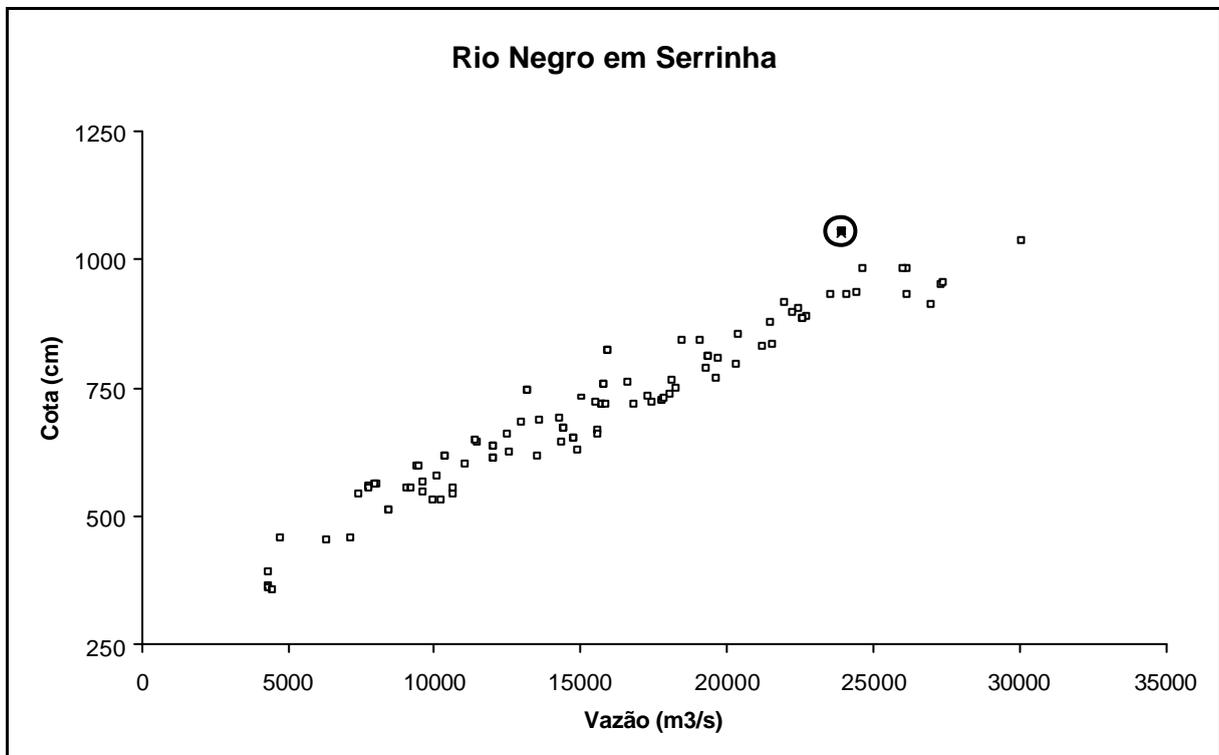
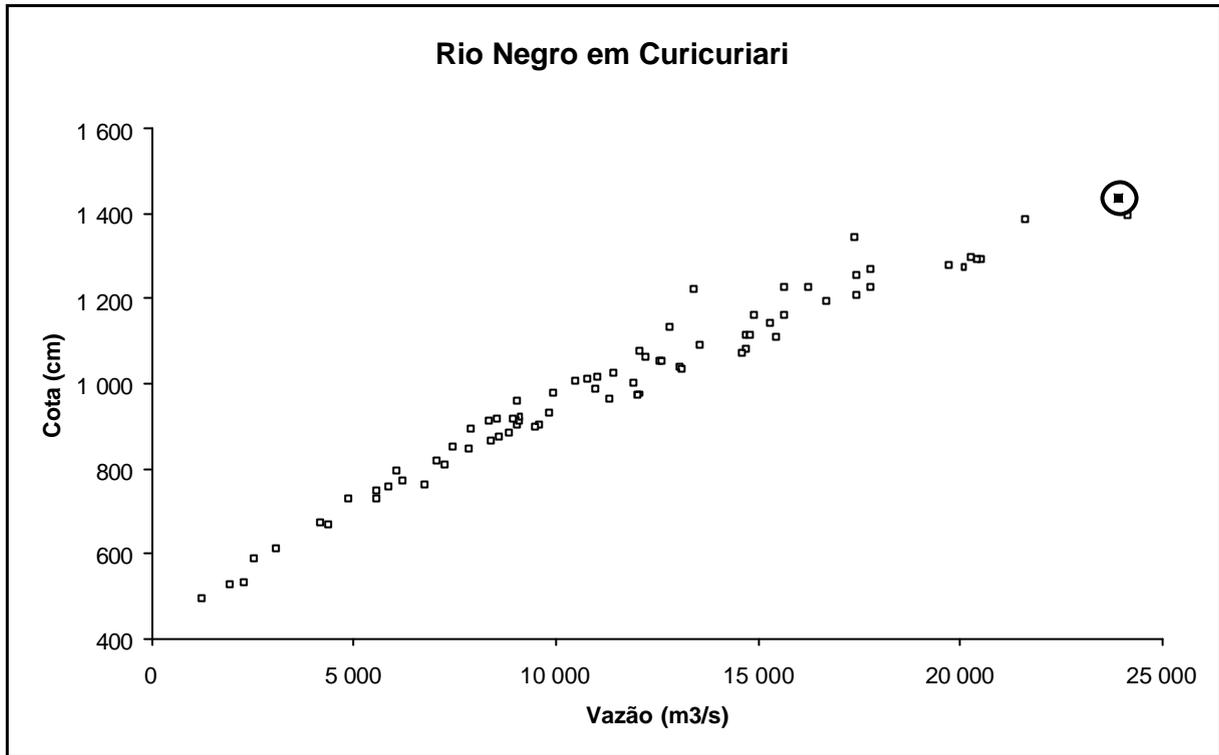


Figura 3a : O valor da medição de vazão nas curva-chaves das estações

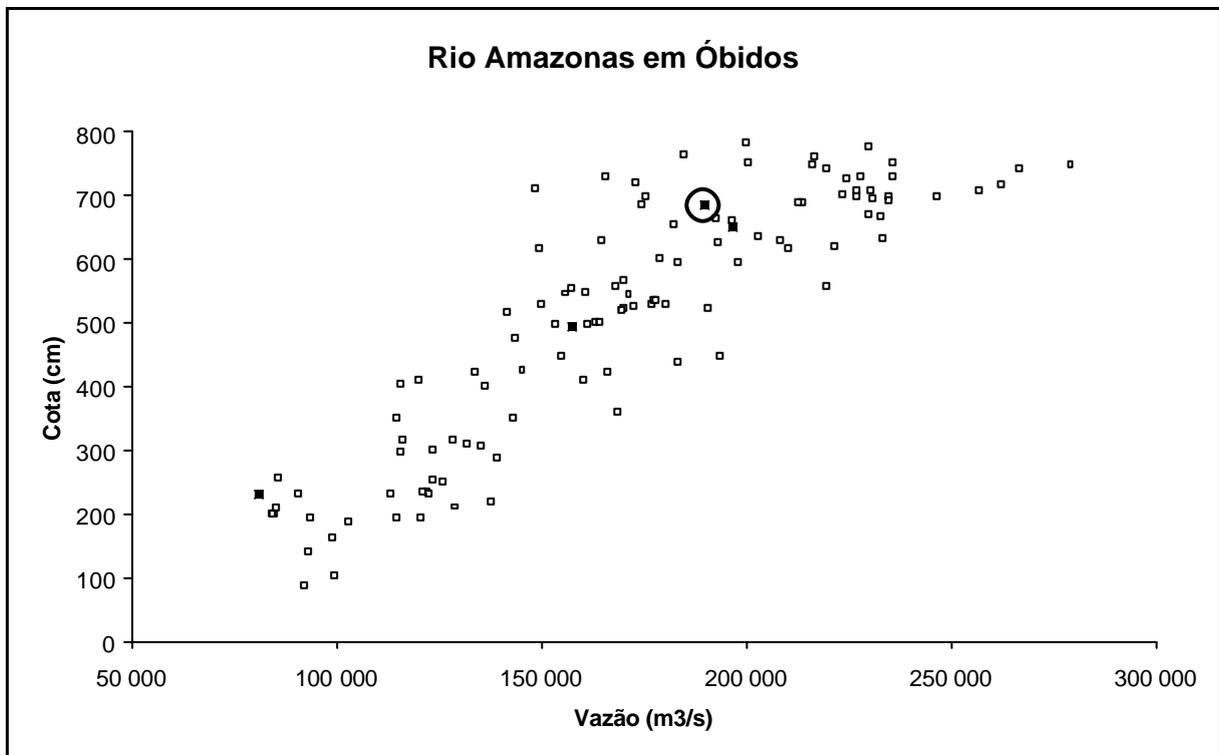
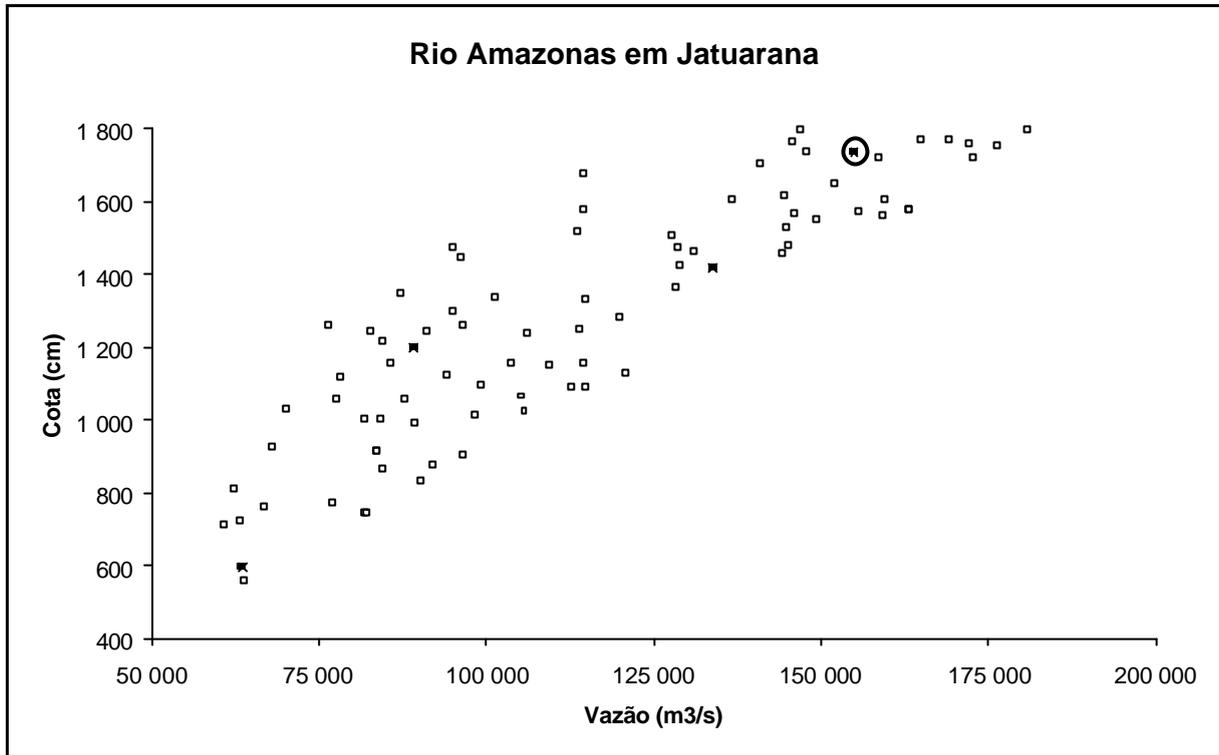


Figura 3b : O valor da medição de vazão nas curva-chaves das estações

## 5.2. Amostragem das águas e dos sedimentos

Durante a campanha 'Negro'96', 28 pontos foram amostrados (Tabela 2). Quando foi possível, as vazões foram medidas com ADCP nos locais de amostragem.

Os parâmetros físico-químicos da água (temperatura, condutividade, pH, turbidez) foram medidos 'in situ', na voadeira. A determinação da alcalinidade (teores em  $\text{HCO}_3^-$ ) foi realizada no barco, depois da amostragem, com o método potenciométrico. Todas as amostras foram filtradas no próprio barco, com filtros de diferentes tipos e porosidades, em função dos tipos de análises a serem realizadas. As concentrações de matéria em suspensão (MES) foram determinadas no laboratório da Universidade de Brasília (UnB), depois da campanha, a partir dos filtros. As amostragens para análises de elementos traços também foram efetuadas na voadeira para evitar contaminação pelos gases do motor do barco.

## 6. CONCLUSÃO

Durante esta campanha Negro'96, foram realizadas 63 medições de vazão em 17 estações fluviométricas, que permitam precisar as curvas-chaves destes locais. Amostras de água, matéria em suspensão e sedimentos foram coletadas em 28 locais.

Também foi dada continuidade ao treinamento dos técnicos do DNAEE e da CPRM nos métodos de medição de vazão com ADCP.

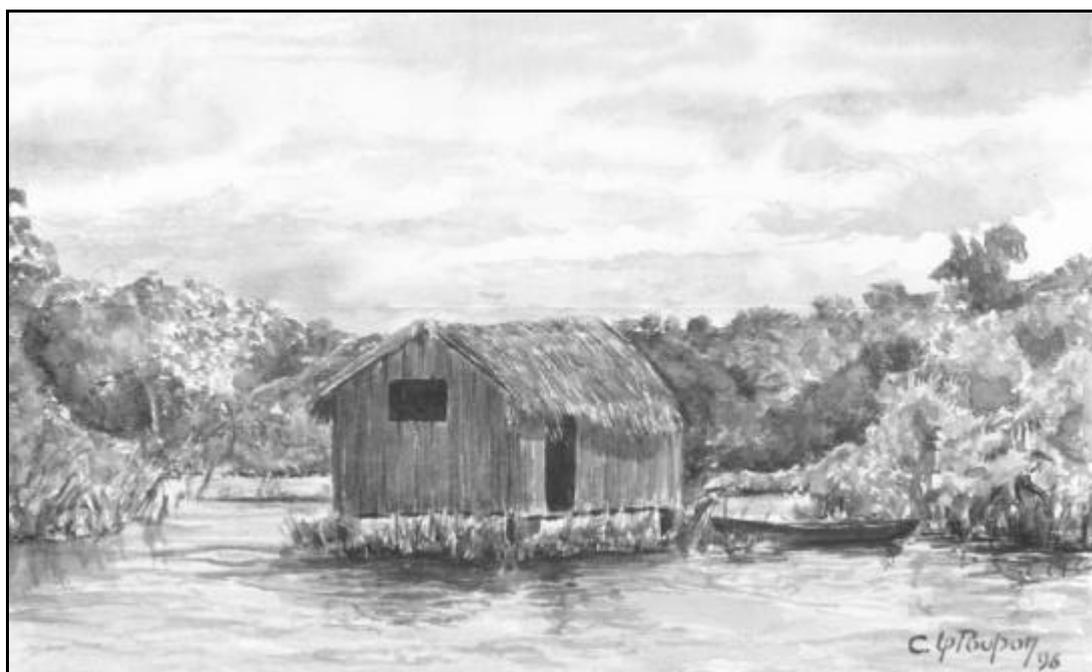


Tabela 2 : Resultados das medições físico-químicas, e de MES

Cód	Rio	Estação	Data	Vazão	Temp.	Cond.	pH	Turb.	MES	HCO <sub>3</sub>
				m <sup>3</sup> /s	° C	µS/cm		NTU	mg/l	mg/l
C1	Negro	Cucuí	21/06/96	9 790	26.5	12	3.5	1	9.9	
C2	Negro	São Felipe	24/06/96	15 850	25.5	13	3.6	2	11.6	
C3	Içana	Missão Içana	24/06/96	3 480	25.0	15	3.7	1	9.0	
C4	Uaupès	Taraquá	26/06/96	5 020	25.9	8	3.9	4	12.0	
C5	Tiquié	Cunuri	27/06/96	550	25.0	5	3.9	8	11.3	
C6	Negro	São Gabriel da Cachoeira	28/06/96		26.1	13	3.9	1	10.3	
C7	Negro	Curicuriari	04/07/96	23 900	23.8	15	4.4	2	11.6	
C8	Curicuriari	Cachoeira do Caju	01/07/96	1 980	21.0	87	3.7	0	8.6	
C9	Marié	Foz	04/07/96	2 600	24.2	20	4.2	4	10.9	
C11	Negro	Serrinha	05/07/96	33 750	25.6	12	4.4	3	13.5	
C12	Paduari	Tapera	06/07/96		27.1	17	4.5	15	11.2	
C13	Cuiuni	Punta da Terra	07/07/96		24.3	8	4.4	4	9.1	
C14	Demini	Jalauaca	07/07/96	1 660	27.6	9	4.4	10	15.6	
C16	Negro	Foz Rio Branco	08/07/96		27.0	12	4.0	7	11.8	
C17	Branco	Santa Maria do Boiaçu	09/07/96	11 960	25.7	20	6.2	10	22.7	
C18	Negro	Moura	10/07/96	52 640	27.5	11	5.4	15	17.0	
C19	Jauaperi	Foz	10/07/96		28.4	8	5.1	3	11.7	
C20	Unini	Foz	11/07/96		25.9	7	5.1	4	8.5	
C21	Jaú	Foz	11/07/96	470	28.2	6	4.9	10	15.5	
C23	Negro	Paricatuba	12/07/96	64 380	26.1	8	4.9	4	8.1	
C25	Solimões	Ilha dos Mouras	14/07/96	120 110	27.5	51	6.7		17.6	42.7
C27	Amazonas	Jatuarana	15/07/96	154 620	27.2	31	6.4		22.8	32.9
C28	Madeira	Foz	16/07/96	13 370	27.4	40	6.9		27.0	40.9
C29	Amazonas	Itacoatiara	16/07/96	191 460	27.4	41	6.7		35.2	45.8
C30	Uatumã		17/07/96		27.9	7	5.8		10.7	7.9
C31	Trombetas	Oriximiná	18/07/96	10 750	27.8	9	6.2		15.9	12.8
C32	Amazonas	Óbidos	18/07/96	189 400	27.9	33	6.5		37.6	29.9
C33	Tapajós	Alter do Chão	19/07/96	5 050	29.0	11	7.2		10.2	14.0

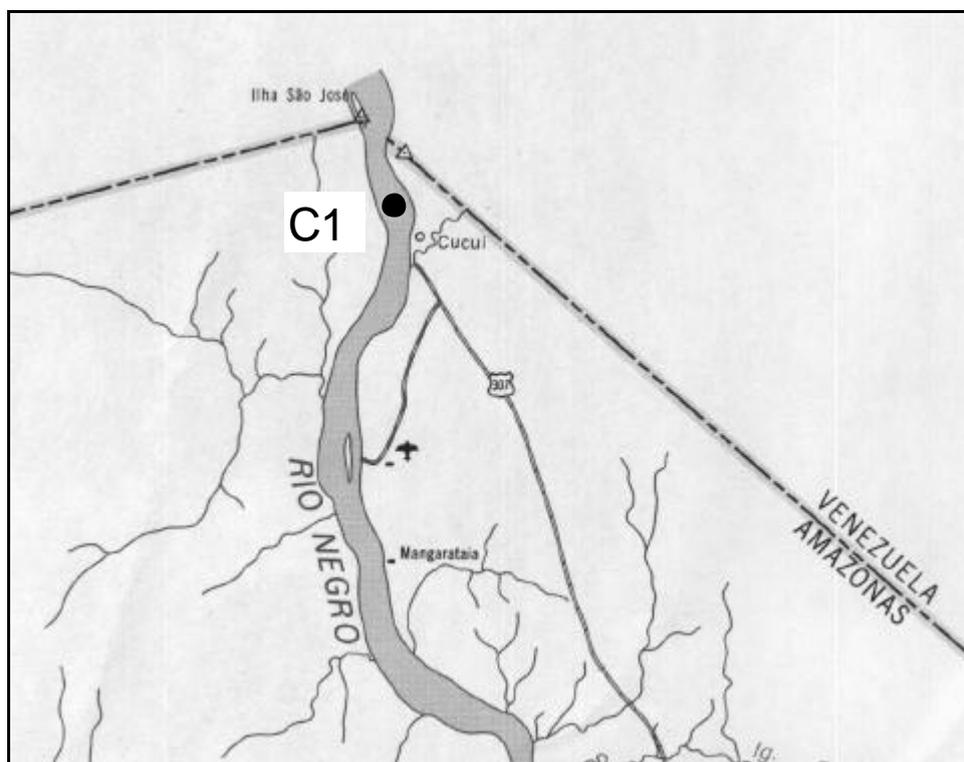
# Anexo 1

**Localização das estações de medição  
de vazão e dos pontos de amostragem**

# Amostragem d'água e de sedimentos

## C.1. Rio Negro em Cucuí (Amazonas) : 21/06/96

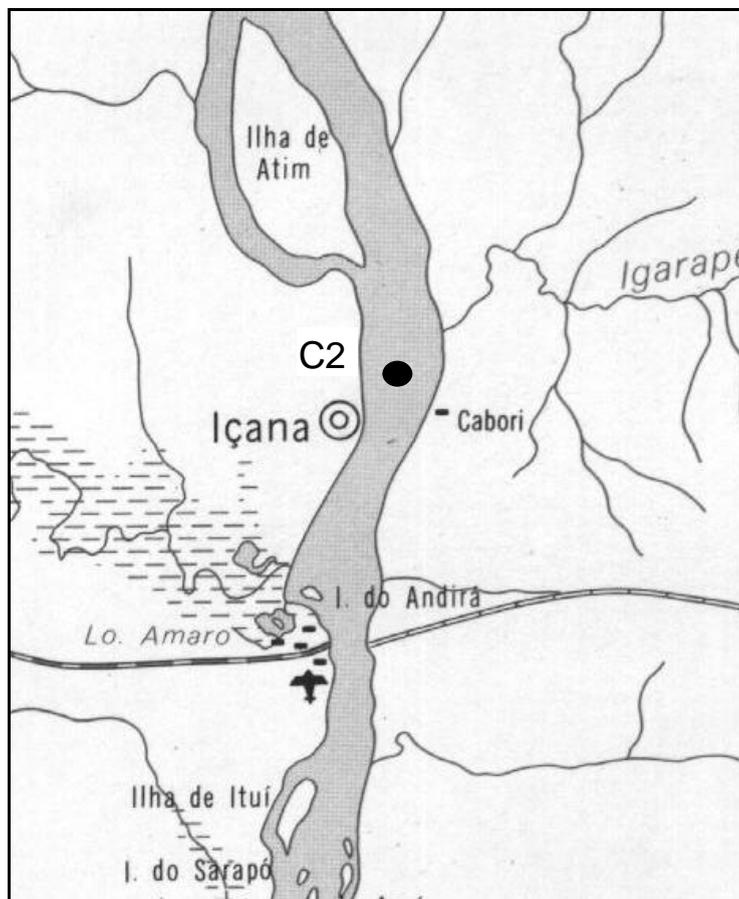
Código DNAEE                    14 100 000  
Ponto de amostragem            Lat. : N 01°12.87'                    Long. : W 066°51.20'



# Amostragem d'água e de sedimentos

## C.2. Rio Negro em São Felipe (Amazonas) : 24/06/96

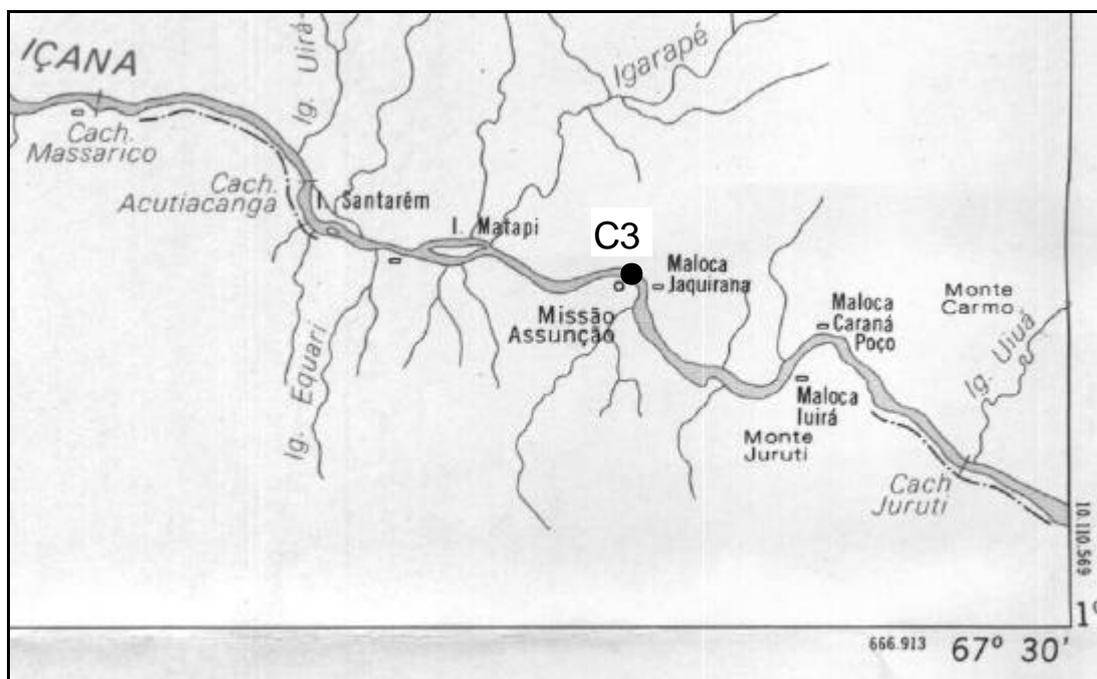
Código DNAEE                    14 250 000  
Ponto de amostragem            Lat. : N 00°21.37'                    Long. : W 067°19.97'



# Amostragem d'água e de sedimentos

## C.3. Rio Içana em Missão Içana (Amazonas) : 24/06/96

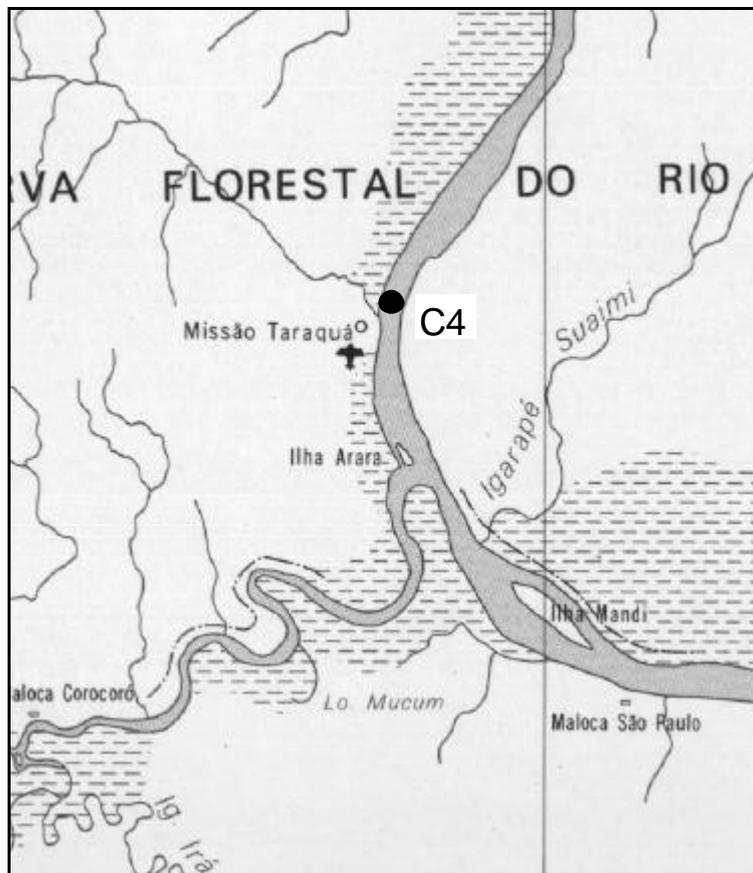
Código DNAEE                    14 230 000  
Ponto de amostragem            Lat. : N 01°04.40'                    Long. : W 067°35.71'



# Amostragem d'água e de sedimentos

## C.4. Rio Uaupés em Taraquá (Amazonas) : 26/06/96

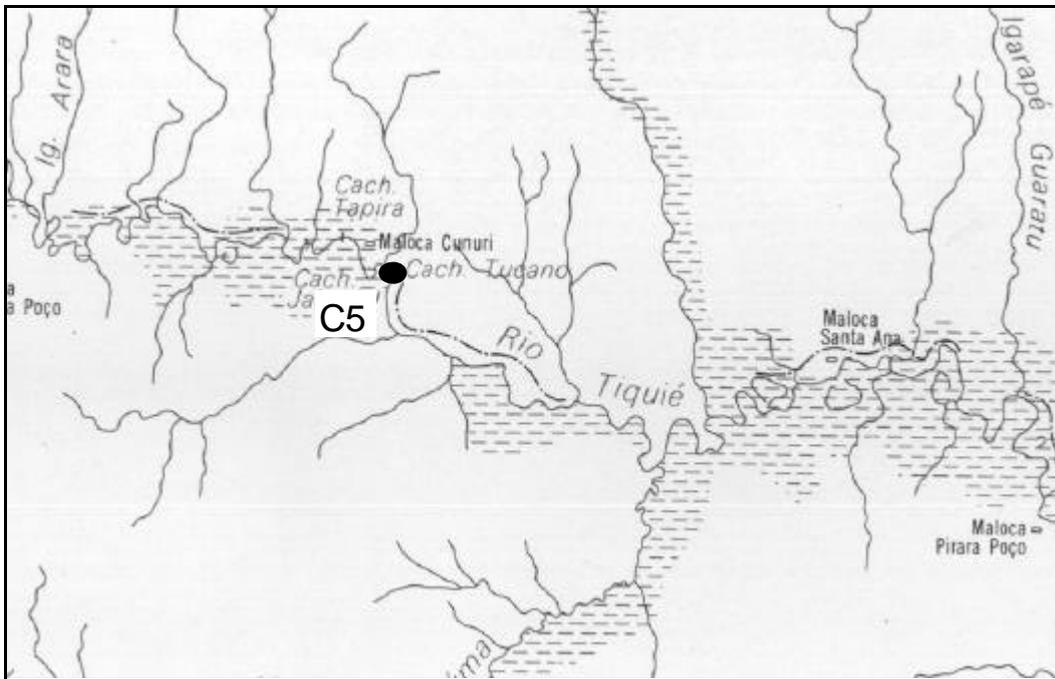
Código DNAEE                    14 280 001  
Ponto de amostragem            Lat. : N 00°07.77'                    Long. : W 068°32.44'



# Amostragem d'água e de sedimentos

## C.5. Rio Tiquié em Cuniri (Amazonas) : 27/06/96

Código DNAEE                    14 310 000  
Ponto de amostragem            Lat. : N 00°12.57'                    Long. : W 069°22.73'



# Medição de vazão Amostragem d'água e de sedimentos

## C.6. Rio Negro em São Gabriel da Cachoeira (Amazonas) : 28/06/96

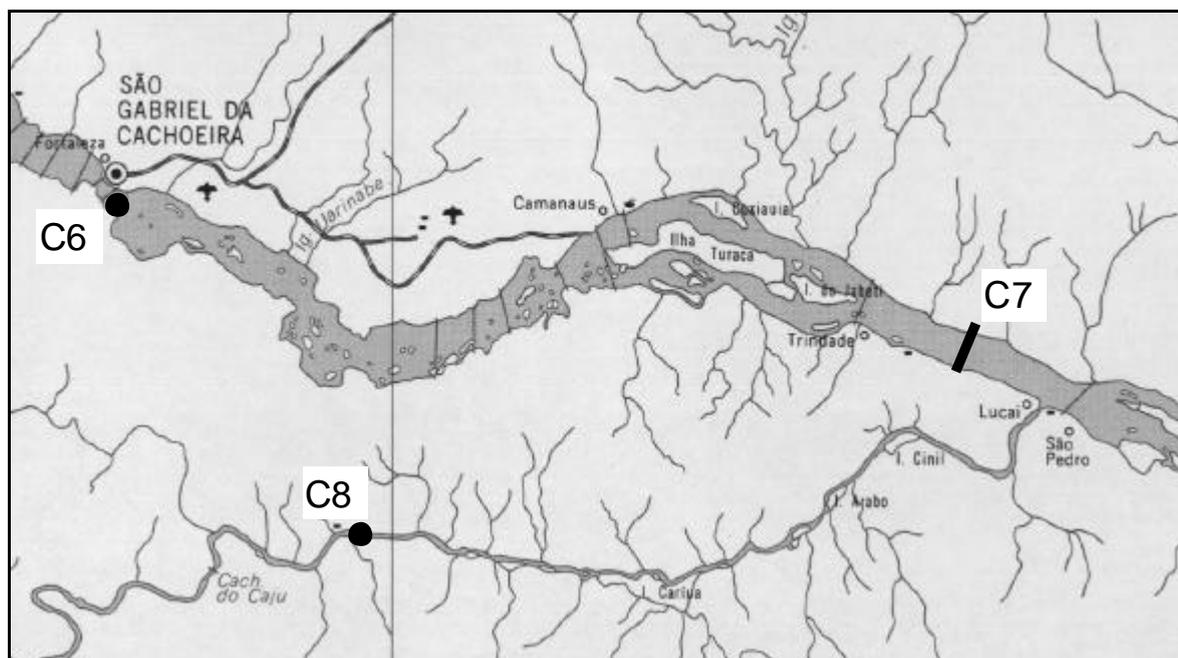
Código DNAEE	14 320 001	
Ponto de amostragem	Lat. : S 00°08.55'	Long. : W 067°04.38'

## C.7. Rio Negro em Curicuriari (Amazonas) : 04/07/96

Código DNAEE	14 330 000	
Margem esquerda	Lat. : S 00°11.21'	Long. : W 066°48.73'
Margem direita	Lat. : S 00°11.94'	Long. : W 066°49.34'
Ponto de amostragem	Lat. : S 00°11.52'	Long. : W 066°48.88'

## C.8. Rio Curicuriari a Jusante da Cachoeira do Caju (Amazonas) : 01/07/96

Código DNAEE	14 350 000	
Ponto de amostragem	Lat. : S 00°14.70'	Long. : W 067°01.08'

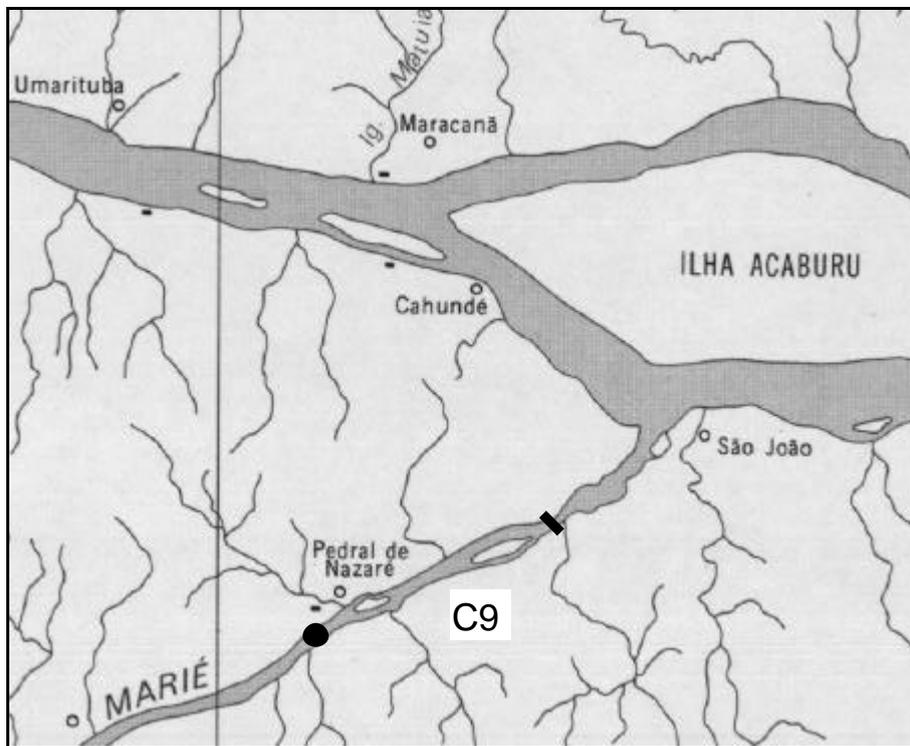


# Medição de vazão

## Amostragem d'água e de sedimentos

### C.9. Rio Marié em Foz do Marié (Amazonas) : 04/07/96

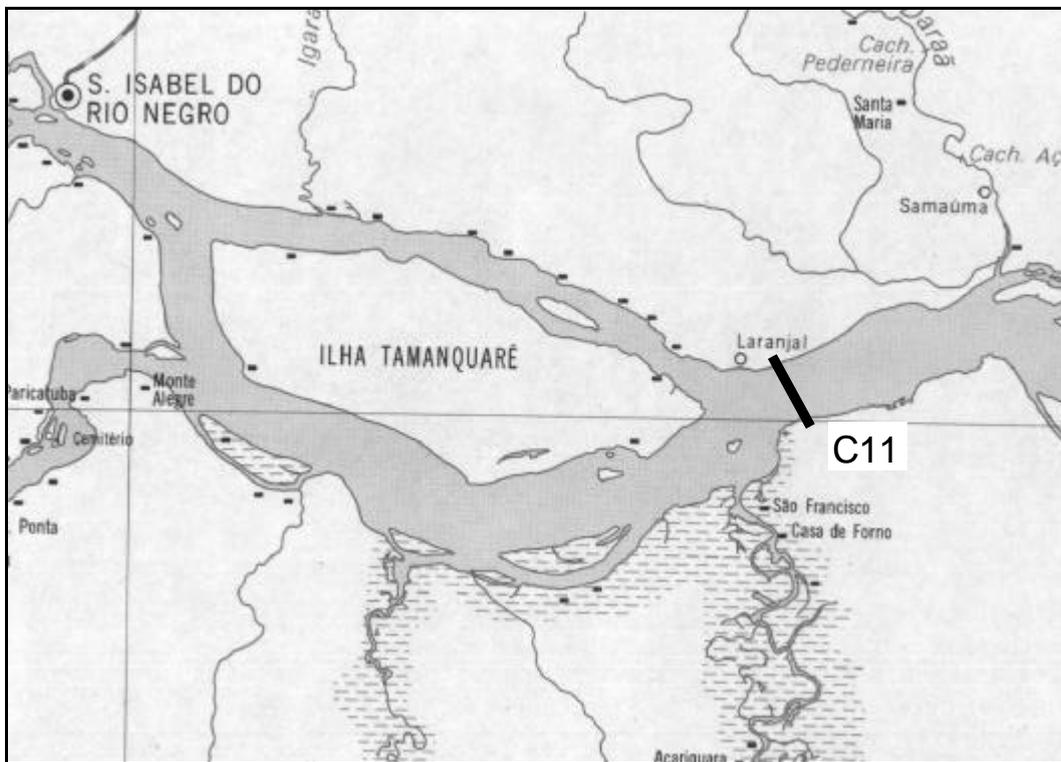
Margem esquerda	Lat. : S 00°26.75'	Long. : W 066°25.04'
Margem direita	Lat. : S 00°26.78'	Long. : W 066°29.97'
Ponto de amostragem	Lat. : S 00°28.17'	Long. : W 066°28.02'



# Medição de vazão Amostragem d'água e de sedimentos

## C.11. Rio Negro em Serrinha (Amazonas) : 05/07/96

Código DNAEE	14 420 000	
Margem esquerda	Lat. : S 00°28.87'	Long. : W 064°49.45'
Margem direita	Lat. : S 00°29.90'	Long. : W 064°49.02'
Ponto de amostragem	Lat. : S 00°29.29'	Long. : W 064°49.18'



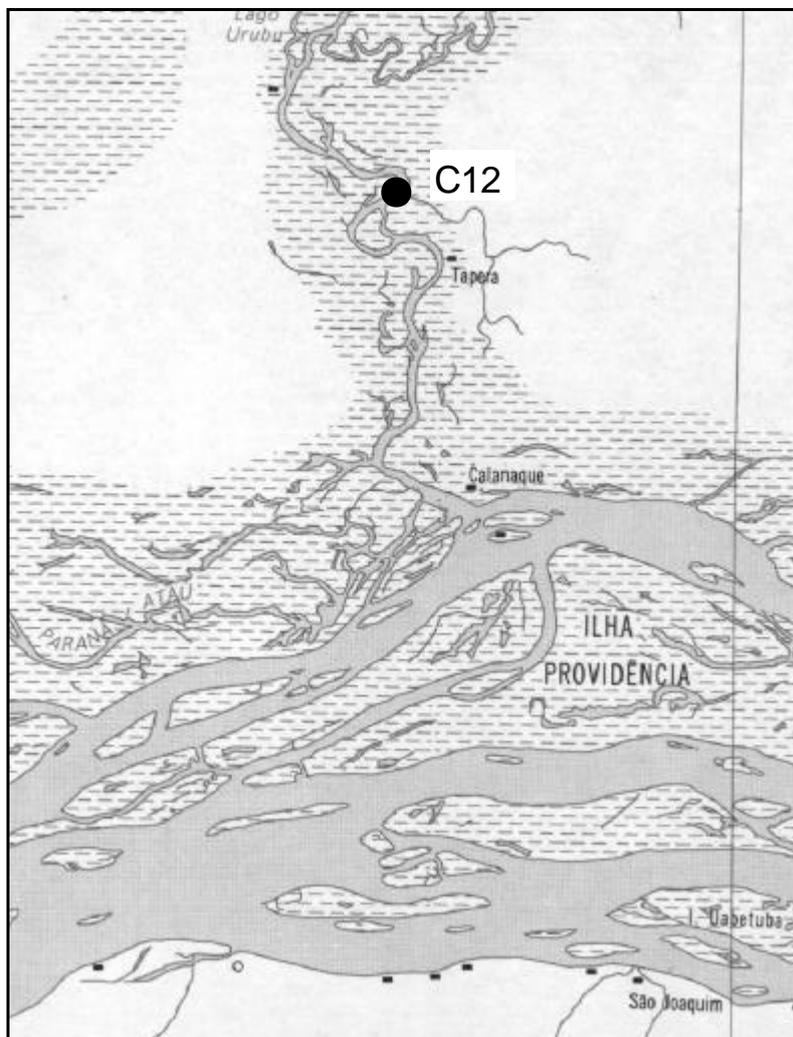
# Amostragem d'água e de sedimentos

## C.12. Rio Paduari em Tapera (Amazonas) : 06/07/96

Ponto de amostragem

Lat. : S 00°10.62'

Long. : W 064°05.52'



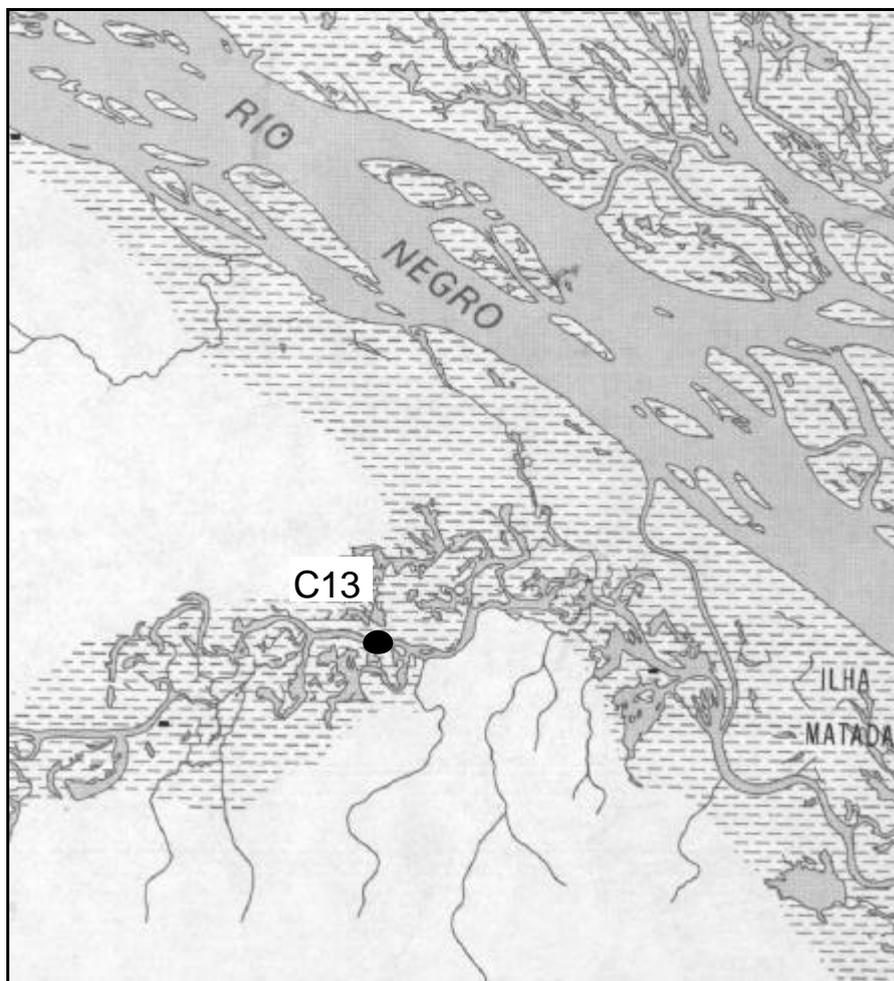
## Amostragem d'água e de sedimentos

### C.13. Rio Cuiuni em Punta da Terra (Amazonas) : 07/07/96

Ponto de amostragem

Lat. : S 00°46.03'

Long. : W 063°09.68'

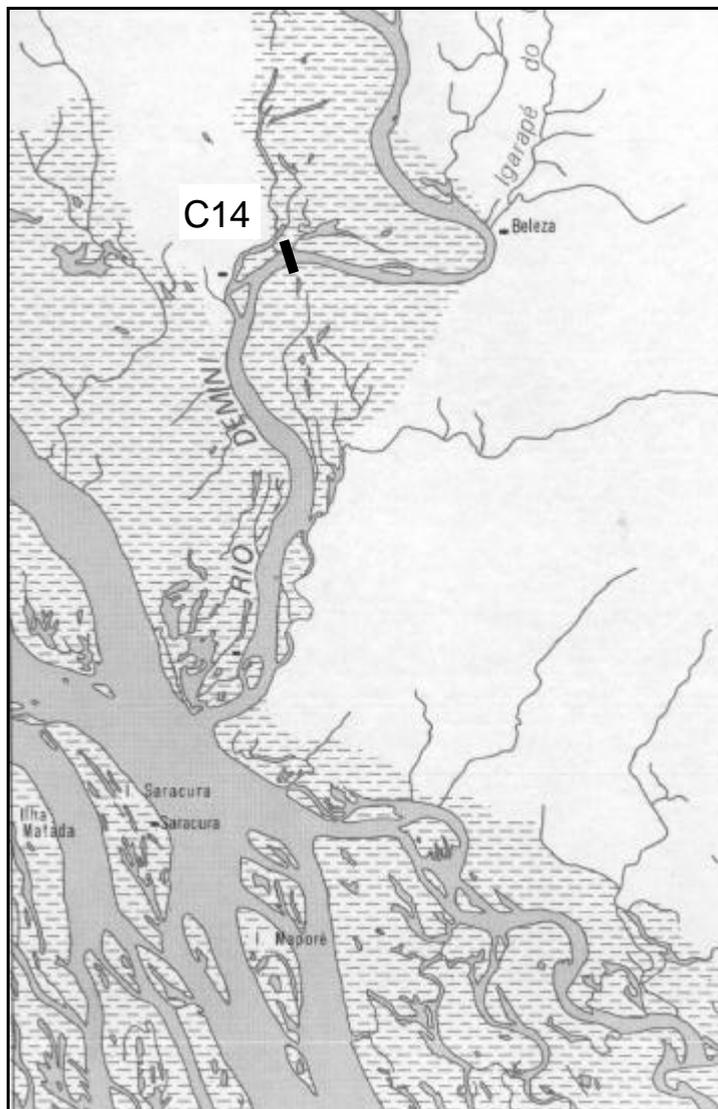


# Medição de vazão

## Amostragem d'água e de sedimentos

### C.14. Rio Demini em Jalauaca (Amazonas) : 07/07/96

Código DNAEE	14 450 000	
Margem esquerda	Lat. : S 00°38.44'	Long. : W 062°55.39'
Margem direita	Lat. : S 00°38.12'	Long. : W 062°55.44'
Ponto de amostragem	Lat. : S 00°38.26'	Long. : W 062°54.84'



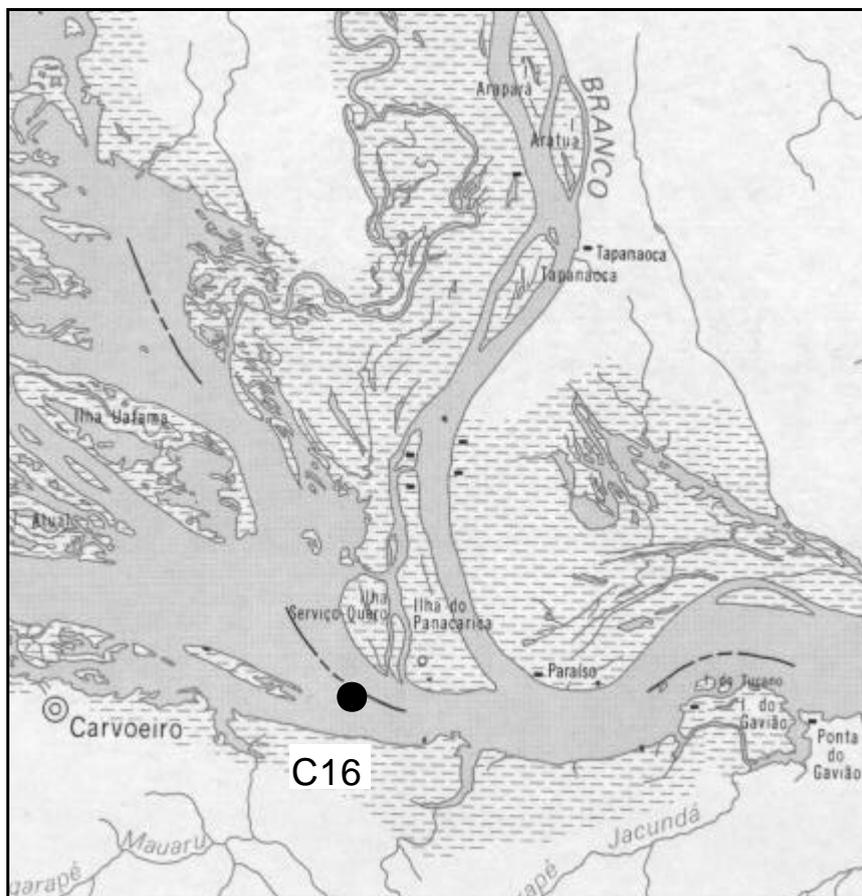
## Amostragem d'água e de sedimentos

### C.16. Rio Negro em Carvoeiro (Amazonas) : 08/07/96

Ponto de amostragem

Lat. : S 01°23.72'

Long. : W 061°53.61'

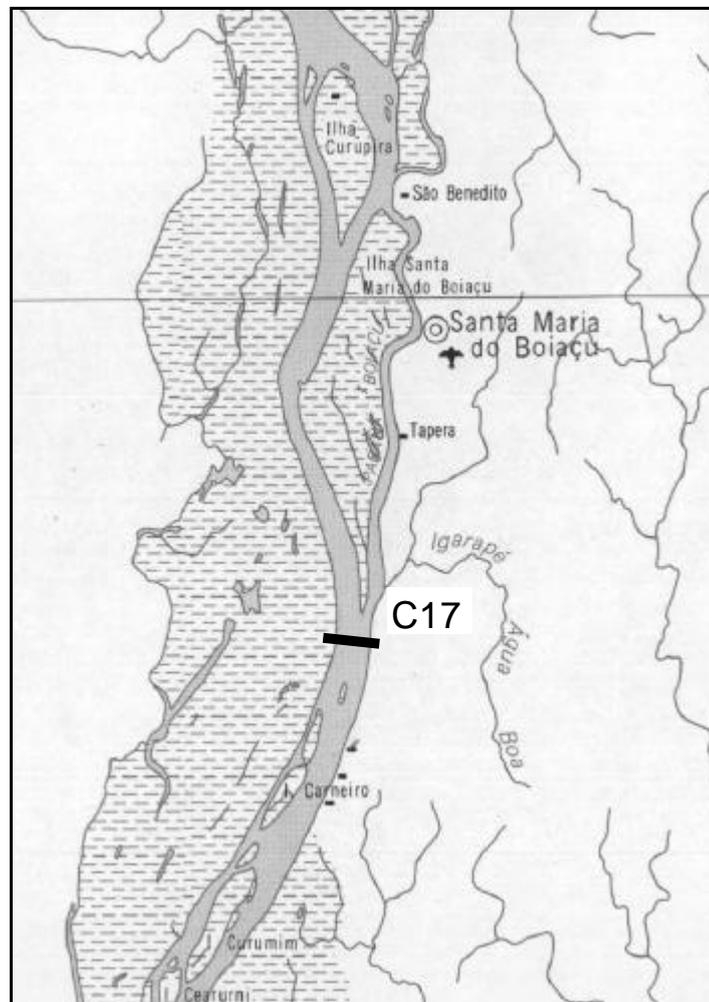


# Medição de vazão

## Amostragem d'água e de sedimentos

### C.17. Rio Branco em Santa Maria do Boiaçu (Roraima) : 09/07/96

Código DNAEE	14 790 000	
Margem esquerda	Lat. : S 00°35.60'	Long. : W 061°48.12'
Margem direita	Lat. : S 00°35.34'	Long. : W 061°48.69'
Ponto de amostragem	Lat. : S 00°34.57'	Long. : W 061°48.60'



# Medição de vazão Amostragem d'água e de sedimentos

## C.18. Rio Negro em Moura (Amazonas) : 10/07/96

Código DNAEE	14 840 000	
Margem esquerda	Lat. : S 01°22.33'	Long. : W 061°45.74'
Margem direita	Lat. : S 01°24.03'	Long. : W 061°41.36'
Ponto de amostragem	Lat. : S 01°25.56'	Long. : W 061°36.70'

## C.19. Rio Jauaperi (Roraima) : 10/07/96

Ponto de amostragem	Lat. : S 01°20.10'	Long. : W 061°35.49'
---------------------	--------------------	----------------------

