Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica

Relatório de Campanha do Programa HIBAM
Campanha de medições no Rio Amazonas
e na Várzea do Lago Grande de Curuai

11/03/2004 – 21/03/2004
(Manaus - Santarém)

Por do Sol no rio Negro, Manaus AM – 10 de abril, 2004 (Foto, Maurrem Vieira).

1 IDENTIFICAÇÃO

1.1. Título do projeto

Título completo: **Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica**

Título abreviado: **HiBAm**

1.2. Convênio

Convênio CNPq/IRD Acordo de Cooperação Técnica **Brasil** / **França**

1.3. Processo

Processo nº 910011/97-4

1.4. Coordenadores

Coordenador brasileiro ***Eurides de Oliveira*** **ANA**, SPS, Área 05, Quadra 3, Bloco L 70610-200 Brasília DF Tel: 445 5210 Fax: 445 5296 eurides@ana.gov.br	**Coordenadora francesa** ***Laurence Maurice Bourgoin*** **IRD** CP 7091 Lago Sul CEP 71619-970 Brasilia D.F. Tel : +61 307 10 82 Fax : +61 248 53 78 lmaurice@unb.br

1.5. Áreas de Conhecimento

Segundo tabela do CNPq (2002):

1. Ciências Exatas e da Terra
- **1.06.00.00-0 – Química**
- 1.06.03.00-0 – Fisico-Química
- 1.06.04.00-6 – Química Analítica
- 1.06.04.07-3 – Análise de Traços e Química Ambiental
- **1.07.00.00-5 – GeoCiências**
- 1.07.01.01-0 – Mineralogia
- 1.07.01.03-6 – Geoquímica
- 1.07.01.11-7 – Sedimentologia
- 1.07.01.14-1 – Geologia Ambiental
- 1.07.02.06-7 – Sensoriamento Remoto

3. Engenharias
- 3.01.04.02-5 – Hidrologia
- 3.06.03.01-3 – Balanços Globais de Matéria e Energia
- 3.07.01.00-7 – Recursos Hídricos

1.6 Período de Implantação

Maio de 2001 – Dezembro de 2003 (prorrogação até agosto de 2004).

1.7 Nome das instituições brasileiras

O projeto HiBAm, convênio CNPq-IRD, vem sendo desenvolvido em colaboração com vários parceiros institucionais, os quais disponibilizam apoio e infra-estrutura necessária ao desenvolvimento das atividades de pesquisa nas quais estejam envolvidas, assim temos:

- **A Agência Nacional de Águas - ANA**: entidade sede e parceira do projeto, envolvendo estudos de novas tecnologias aplicadas à hidrologia.
- **A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM**: entidade conveniada com a ANA para implantação da telemetria nas estações hidrológicas da Amazônia e encarregada da operação e manutenção da rede hidrometeorológica.
- **Universidade de Brasília - UnB** (Instituto de Geociências – IG parceiro para estudos de Geoquímica das águas e sedimentos; Instituto de Biologia – IB ecologia da comunidade fitoplanctônica dos lagos de várzea do sistema Lago Grande do Curuai).
- **Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ** (Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia – COPPE), estudos de modelagem de transporte de material de fundo e de superfície; otimização das medições de vazões acoplando o ADCP com GPS.
- **A Universidade Federal Fluminense - UFF** - Programa de Geoquímica Ambiental – GEO: nova parceira que desenvolve estudos da origem e caracterização da matéria orgânica e uso de traçadores em material em suspensão e sedimentos de rios e lagos de várzea da Bacia Amazônica. Estudo dos processos de sedimentação nas várzeas.

Obs: 1 - com o propósito de ampliar a atuação da CPRM no projeto HIBAM, esta expedição contou com a participação dos geólogos Marco Antonio de Oliveira e José Luiz Marmos, e do técnico em hidrologia João Bosco Alfenas. Nesta expedição, foram executadas atividades do Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica, PGAGEM, com a coleta de amostras de água e de sedimento de corrente, bem como do Programa de Hidrologia do Brasil, com a obtenção dos dados de vazão e de qualidade da água. O PGAGEM tem entre seus objetivos principais a execução de projetos de levantamento de geoquímica ambiental, com a finalidade de subsidiar às questões de saúde pública em todo território nacional. Por seu caráter multinstitucional e interdisciplinar, com resultados multiusos, o PGAGEM pretende subsidiar as ações de planejamento, da Agencia Nacional de Águas - ANA, dos comitês de bacias hidrográficas e dos órgãos de meio ambiente em suas várias esferas, identificando focos de poluição, jazimentos minerais, a diversidade litológica e a composição das águas.

2 - Nesta campanha, contamos com a participação de varios pesquisadores do Laboratório de Geoquimica da UFF, com a recente integração da Dra. Patricia M. Turcq (IRD) nesse laboratório.

1.8 Nomes dos participantes (por ordem alfabética)

equipe brasileira:

Eurides de Oliveira, Marcelo Orlandi Ribeiro e Maurrem Ramon Vieira (ANA, Brasília)
Marcelo Bernardes e Marcela Perez (UFF-GEO, Niteroi)
Marco Oliveira e João Bosco Alfenas (CPRM, Manaus)
José Otávio Pecly (COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro)

equipe francesa:

Laurence Maurice Bourgoin e Patricia Turcq (IRD, Brasil)
Marie-Paule Bonnet (IRD-França, UMR LMTG, Toulouse)
Michel Loubet (Pesquisador - UMR LMTG, Toulouse)
Julien Grelaud (Estudante de graduação – estagiária no IRD em Brasília)

1.9 Lista e papel dos participantes (por instituição e ordem alfabética)

Entidade	Nome	Atividade
ANA – SIH Brasília	**Eurides de Oliveira, Marcelo Orlandi Ribeiro** **Maurren Ramon Vieira**	Acompanhamento das atividades como as medições de vazão e de transporte sólido do rio Amazonas e dos principais tributários no trecho percorrido. Participação na instalação de estação hidrométrica e meteorológica automática no Lago Grande de Curuai. Participação nas medições de vazão com ADCP acoplado com um GPS, na várzea de Curuai. Acompanhamento nas medições dos parâmetros físico-químicos das amostras de água da rede HIBAM. Participação nas medições de vazão com ADCP acoplado com um GPS, na várzea de Curuai.
COPPE – UFRJ Rio de Janeiro	**José Otávio Pecly**	Medições e estudos de vazão com ADCP acoplado com um GPS, no rio Amazonas e os principais tributários. Realização de perfis batimétricos e das medições de vazão na várzea de Curuai (igarapés e lagos). Participação à instalação de uma estação hidrométrica e meteorológica automática no Lago Grande de Curuai.
CPRM Manaus	**João Bosco Alfenas** **Marco Oliveira**	Suporte técnico e logístico nas diferentes atividades realizadas pela equipe. Participação nas medições de vazão e de transporte sólido. Participação à instalação de uma estação hidrométrica e meteorológica automática no Lago Grande de Curuai. Programa PGAGEM Coleta de água de superfície no rio Amazonas e dos principais tributários no trecho percorrido.
IRD Brasília	**Laurence Maurice Bourgoin**	Coordenação da campanha, logística e acompanhamento das atividades desempenhadas pelas equipes. Estudo da geoquímica das águas e acompanhamento das medições de vazões com vistas a conhecer a dinâmica das várzeas. Monitoramento da rede de observação HIBAM instalada na várzea de Curuai (hidrologica, sedimentológica e geoquímica).
IRD Brasil (UFF, Niteroi)	**Patricia Moreira Turcq**	Geoquímica da matéria orgânica no rio Amazonas, afluentes e na várzea de Curuai.
IRD – Estagiário Brasília	**Julien Grelaud**	Coleta de águas nos igarapés e nos lagos da várzea de Curuai para estudo completo da sedimentologia (conteúdo em MES, granulometria, qualificação das argilas). Participação na realização de perfis batimétricos e das medições de vazão com ADCP acoplado com um GPS, na várzea de Curuai (igarapés e lagos). Estudo de calibração do sinal ADCP (em dB) com o conteúdo em MES.
IRD - UMR LMTG Toulouse, França	**Marie-Paule Bonnet**	Instalação de uma estação hidrométrica e meteorológica automática no Lago Grande de Curuai. Nivelamento com D-GPS das estações fluviométricas de Obidos, Ponto Seguro e Olaria (na várzea de Curuai). Participação nas medições de vazão com ADCP acoplado com um GPS, no rio Amazonas e os principais tributários. Participação na realização de perfis batimétricos e das medições de vazão na várzea Curuai (igarapés e lagos).
UFF – GEO Niterói	**Marcelo Bernardes e Marcela Perez**	Geoquímica da matéria orgânica na várzea Curuai. Estudo de traçadores da matéria orgânica como fenois da lignina.
UMR LMTG Toulouse, França	**Michel Loubet**	Geoquímica dos metais traço (isotopos do Sr e do Pb) nos lagos das várzeas do Rio Amazonas.

1.10 Período de realização da missão

11/03/2004 a 21/03/2004

2 – CONTEÚDO

Uma apresentação do projeto HIBAM foi realizada na CPRM-MA o dia 11 de Março, 2004.
A abertura foi realizada por Marco Oliveira – CPRM-MA e Eurides de Oliveira – ANA-DF, seguida pelas palestras de Laurence Maurice Bourgoin – IRD, Naziano Filizola – ANA-DF, Patrícia Turcq – IRD e Jose Otavio Pecly – COPPE-UFRJ.

A campanha foi realizada no marco do projeto HIBAM, com recursos do IRD e do CNPq; o CNPq financiou a passagem e as diárias da Dra. L. Maurice Bourgoin assim como as diárias da Dra. P. Moreira Turcq. As diárias foram reinvestidas nos gastos de alimentação. O financiamento para a operacionalização da campanha (aluguel da embarcação e compra do combustível, diárias da tripulação, passagens e salários dos cientistas do IRD e da UFF) foi a carga do IRD. A ANA e a CPRM financiaram passagens e diárias de seu pessoal embarcado.

2.1 Plano de trabalho proposto para a missão

O Planejamento previa percorrer o trecho final dos rios Solimões e Negro e o trecho do Rio Amazonas de Manaus a Óbidos, com a inclusão da Várzea do lago Grande do Curuai até Santarém no Rio Tapajós (vide Tab.2.1.1 e 2.1.2).

Tab.2.1.1. Quadro indicativo das distâncias percorridas durante a campanha objeto deste relatório.

	dist. (km)	Encontro das aguas	Jatuarana	Foz do Madeira	Itacoatiara AHIMOC	Itacoatiara Porto	Parintins	Foz Parana do Ramos	Ponto Seguro	Obidos	Santa Nina	Boca do Lago	Foz Tapajos (Santarem)
Encontro das aguas	0.0	0											
Jatuarana	24.6	25	0										
Foz do Madeira	137.2	137	113	0									
Itacoatiara AHIMOC	181.5	181	157	44	0								
Itacoatiara Porto	186.7	187	162	49	5	0							
Parintins	441.5	441	417	304	260	255	0						
Foz Parana do Ramos	450.7	451	426	314	269	264	9	0					
Ponto Seguro	548.6	549	524	411	367	362	107	98	0				
Obidos	608.8	609	584	472	427	422	167	158	60	0			
Santa Nina	626.0	626	601	489	445	439	185	175	77	17	0		
Boca do Lago	674.4	674	650	537	493	488	233	224	126	66	48	0	
Foz Tapajos (Santarem	731.2	731	707	594	550	545	290	280	183	122	105	57	0

Tab.2.1.2. Desenvolvimento da campanha HIBAM de Março de 2004.

10		**Manaus**		Chegada das equipes "Hidrologia" e "Geoquimica"	
11 a.m.		**Manaus**		Palestra HIBAM na CPRM	
11 p.m.	**Negro**	**Manaus - Paricatuba - Manaus**	Barco	Medição de vazão	Rio Negro em Paricatuba
12	**Solimoes**	**Manaus - Manacapuru - Manaus**	Barco	Medição de vazão e MES superficie	Rio Solimoes em Manacapuru
			Voadeira	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	Rio Solimoes em Manacapuru
			Voadeira	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	Rio Negro em Paricatuba
13	**Amazonas**	**Manaus - Itacoatiara**			
			Barco	Medição de vazão e MES de superficie (25, 50, 75%)	Rio Madeira na foz
			Voadeira	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	Rio Madeira na foz
14	**Amazonas**	**Itacoatiara - Juruti**			
			Barco 300	Medição de vazão e MES de superficie (25, 50, 75%)	Parintins
			Voadeira	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	Rio Amazonas em Parintins
15		**Juruti - Ponto Seguro**			
	Varzea Curuai		Voadeira 1200	Medição de vazão	Igarapé do Salé em Ponto Seguro
			Voadeira 1200	Medição de vazão	Igarapé do Salé a montante da confl. Com Cu
			Voadeira 1200	Medição de vazão	Igarapé do Curumucuri na saida do lago
			Voadeira 1200	Medição de vazão	Igarapé do Curumucuri a montante da conflue
			Voadeira 1200	Batimetria	Igarapé do Salé
			Voadeira 1200	Coleta MES + granulometria	Igarapé do Salé
	Voadeira 4	***LMB, ML***	Voadeira 4	Visita observador (MES)	**Ponto Seguro**
	Voadeira 3	***PMT, MB, MP***	Voadeira 4	Visita observadores + Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	**Curumucuri**
	Voadeira 1200	***MPB, JOP, JG***	Voadeira 4	Visita observadores + Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	**Tabatinga do Salé**
	Voadeira 1	***JBA, MR***	Voadeira 4	Visita observadores + Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	**São Nicolau**
			Voadeira 4	Coleta de água para MES, pH, Cond	A33, A22, A21, A20, AT10, A16, A19
			Voadeira 4	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	A33, A20, AT10
			Voadeira 4	Estação rede qualidade	A33, A20, A24
			Voadeira 3-UFF	Coleta de águas, plantas e sedimentos superficiais de fundo	Lago Curumucuri
			Voadeira 1	Instalação da base GPS fixa	Obidos
			Barco	*Noite em Ponto Seguro*	

16	**Amazonas**				
			Voadeira 3-UFF	Coleta de águas, plantas e sedimentos superficiais de fundo	Lago do Poção
			Voadeira 4	Coleta de água para MES, pH, Cond	A26, A24, A25, A16, AT20, A39
			Voadeira 4	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	A24, A26, AT20, A39
			Voadeira 1200	Medição de vazão	Entrada Igarape Irateua
			Voadeira 1200	Medição de vazão	Entrada Igarape Muratuba
			Voadeira 1200	Batimetria	Lago do Poção
			Voadeira 1200	Coleta MES + granulometria	Igarapé AI20, AI30 + Lago do Poção
17	**Amazonas**	**Ponto Seguro - Obidos**			
			Voadeira	Coleta de água para MES, pH, Cond	**Obidos**
			Voadeira	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	**Obidos**
			Barco 300	medição de vazão e verticais MES	Obidos
				Coleta dados hidrologicos + isótopos	Obidos
			Voadeira 1200	medição de vazão	Entrada Igarape Açu
			Voadeira	Coleta de água para MES, pH, Cond	A36 (Lago Açai)
			Voadeira	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	A36
			Voadeira	Coleta de águas, plantas e sedimentos superficiais de fundo	Lago Açai
			Barco	*Noite em Obidos*	
18		**Obidos - Santa Ninha**			
	Varzea Curuai		Voadeira 1200	Medição de vazão	Entrada Igarape Quemdiria
			Voadeira 1200	Medição de vazão	Entrada Igarape do Cassiano
			Voadeira 1200	Medição de vazão	Entrada Igarape da Santa Ninha
			Voadeira 1200	Coleta de água para MES, pH, Cond	AI60A, AI60, AI70, AI79, A11, A10, A09, A07Bis,
			Voadeira 4	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	A09, A11, A25
			Voadeira 4	Coleta de água para MES, pH, Cond	AT20, AT29, A43, A42, A41, A40 (Curuai), lenç
			Voadeira 4	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	A5, AT20, lençol Curuai
			Voadeira 3-UFF	Coleta de águas, plantas e sedimentos superficiais de fundo	Lago Santa Ana + Ig. Sta Ninha
			Voadeira 1	Controle da nova régua CPRM na Olaria	Olaria
			Voadeira 1	Instalação estação hidro-meteorologica automática completa	Olaria
			Barco	*Noite em Olaria*	

19		**Sta Ninha - Boca Lago Grande - Santarem**	Voadeira 4	Coleta de água para MES, pH, Cond	A05, A03, A02, A01, AI91, AI90, AI80, Amazona
			Voadeira 4	Coleta de água para metais, Hg, maiores, CO	A05, A02, lençol
			Voadeira 4	Estação rede qualidade	Curuai, AT20, lençol, chuva
			Voadeira 4	Coleta dados hidrologicos, pluviometricos e isotopos	
			Voadeira 4	Coleta MES + granulometria	Lago Grande
			Voadeira 1200	Vazão - medições durante 6 horas (influenza da maré)	Boca do Lago Grande : Foz Norte e Foz Sul
			Voadeira 3	Coleta de águas, plantas e sedimentos superficiais de fundo-UFF	Lago Grande de Curuai
			Voadeira 1	Fim da instalação da estação automática	Olaria
20		**Boca Lago - Santarem**			
				Despacho do material para Brasilia e Rio	Santarem
			Barco 300	*Noite em Santarem*	
				Abastecimento	Envio do material cientifico para Brasilia e Ric
21		**Santarem - Obidos - Parintins**			Volta da equipe do IRD, da UFF, UFRJ e da AN
22		**Parintins - Itacoatiara**			
23		**Itacoatiara - Jatuarana**			
24		**Jatuarana - Manaus**			

2.2 Atividades desenvolvidas

Além da reunião de apresentação do projeto HIBAM na CPRM de Manaus, com a presença do pessoal da UA, do INPA, essa campanha de medição e coleta de amostras, organizada pelo Projeto HiBAm de 11/03/2004 a 21/03/2004, ao longo dos rios Solimões, Negro, Madeira e Amazonas, foi realizada na época de níveis de água crescentes, permitindo coletar informações relevantes sobre o fluxo de água e sedimento nas várzeas e para a calibração da relação cota/vazão nas estações da rede básica. A campanha, além de dos objetivos específicos das pesquisas em desenvolvimento pelo Projeto do projeto HiBAm, também permitiu atender os interesses dos parceiros brasileiros e franceses em outras pesquisas, em concordância com a programação do Projeto.
Os trabalhos desenvolvidos foram:

Hidrologia e sedimentologia do rio Amazonas e afluentes

Laurence Maurice Bourgoin, José Otavio Pecly, Marie-Paule Bonnet, Julien Grelaud, João Bosco Alfenas, Marcelo Orlandi Ribeiro e Maurrem Ramon Vieira.

- **Descargas líquidas e sólidas:** realizadas medições de vazão e amostragens de sedimentos em suspensão nas estações fluviométricas do rio para avaliar os fluxos líquidos e sólidos e com finalidade de modelagem hidrosedimentar dos rios Solimões, Amazonas e Madeira, e de completar o banco de dados do projeto HIBAM e da ANA.

Medições de vazão:

- Realizadas com ADCP 300, 600 e 1200 kHz, segundo as definições de uso do fabricante, nas seções das estações de referência e na boca dos principais tributários. Durante essa campanha foi utilizada:1) a ultima versão do soft WinRiver (v 1.06) com acesso a mais parâmetros de configuração do aparelho, e 2) um GPS acoplado à ADCP permitindo corrigir com maior precisão, o transporte de fundo.

Medição da concentração em material em suspensão com auxílio de um ADCP :

- Na seção da estação de referência de Obidos, para a estimação da descarga sólida (amostragem junto com uma medição de vazão): foi realizada 15 amostragens de água (3 verticais, a 25, 50 e 75%, com 5 pontos em cada uma).
- Foram realizadas coletas de águas nos igarapés e lagos da várzea de Curuai (em mais de 100 pontos) para determinação das MES e da granulometria. Testes de avaliação da concentração e da granulometria das MES serão feitos medindo a retrodifusão do sinal ADCP.

Amostragens de água:

- Em cada estação onde foram realizadas medições de vazão, água de superfície foi coletada para analises dos elementos maiores, traço e da matéria orgânica.

Amostragens de sedimentos de fundo:

- Nas seções estudadas do Rio Amazonas, foram coletados sedimentos de fundo pelo pessoal da CPRM.

As atividades do PGAGEM

- Realizadas durante a missão do Hibam foram as amostragens de água superficial e de abastecimento público, e a coleta de sedimentos de corrente. De modo a compatibilizar estas atividades com o trabalho desenvolvido pela equipe do Hibam houve a necessidade de modificar o planejamento da coleta de amostras. Assim o trabalho de amostragem foi dividido em duas etapas: a primeira feita em conjunto com o Programa Hibam, no

percurso Manaus-Santarém, no período de 12 a 21 de março, e a segunda aproveitando o retorno do barco a Manaus, no período de 21 a 25 de março. No âmbito do programa PGAGEM, o pessoal da CPRM coletou amostras de água, solo e sedimentos de fundo de rios e lagos, para análise e identificação de elementos e compostos essenciais e/ou prejudiciais à saúde, quais sejam: Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Sr, ti, V, W, Y, Zn, cloretos, fluoretos, sulfatos, nitratos, nitritos, compostos orgânicos e inorgânicos. Caso sejam detectadas quantidades nocivas, seus efeitos na população serão avaliados por diagnósticos clínicos e análises de laboratório.

Modelagem da dinâmica hidrológica da várzea de Curuai

Marie-Paule Bonnet, José Octavio Pecly, Marcelo Orlandi Ribeiro e João Bosco Alfenas

Nivelamento das estações fluviométricas

- Instalação de uma base GPS fixa em Obidos e adquirição de dados de altimetria nas estações fluviométricas de Obidos, Ponto Seguro e Olaria (as 2 ultimas estão sendo localizadas nas entradas e saídas da várzea de Curuai).

Instalação de uma nova estação fluviométrica e meteorológica automática

- Instalação de uma estação automática CAMPBELL com aquisição dos dados na estação de Olaria, localizada a próximo à boca da várzea de Curuai (confluência com o Rio Amazonas). Os sensores instalados foram: sensor de pressão e temperatura da água, anemômetro, radiômetro, temperatura do ar, higrômetro e pluviômetro.

Hidrologia, sedimentologia e geoquímica das várzeas

Laurence Maurice Bourgoin, Patricia Moreira Turcq, Marcelo Bernardes, Marcelo Ribeiro, Maurrem Vieira, Marcela Perez, Marcelo Marco Oliveira e Michel Loubet.

Batimetria dos igarapés da várzea de Curuai e estudo do transporte de sedimentos em suspensão:

- Foram realizados perfis batimetricos longitudinais com o ADCP 1200 kHz acoplado com um GPS, para analisar as estruturas do fundo, suas geomorfologias e estudar a dinâmica sedimentar na época de enchente da várzea de Curuai pelo Rio Amazonas e pelas chuvas.

Dinâmica hidrogeoquímica das zonas de enchente:

- Medições de vazão e amostragem d'água, materiais em suspensão e sedimentos nos lagos e igarapés da várzea do Lago Grande de Curuai para analise do pH, condutividade, temperatura, alcalinidade, dos elementos maiores (ânions, cations), do carbono orgânico (dissolvido e particular), da clorofila a e dos feopigmentos, da diversidade fitoplanctónica, dos metais pesados (V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Pb, e Hg), e da matéria orgânica com um enfoque especifico sobre os fenois da lignina para traçar as origens da m.o. depositada nos sedimentos de fundo de vários lagos representativos da várzea.

Rede de monitoramento hidrológico (3 estações), sedimentológico (14 estações) e geoquímico (7 estações) das águas da várzea do Lago Grande de Curuai.

Os objetivos desses estudos são:

i) Conhecer a heterogeneidade espacial e a variabilidade temporal das assinaturas geoquímicas das águas da várzea,
ii) Compreender a dinâmica entre as varias entradas e saídas (do rio Amazonas, do escoamento de sub-bacias florestais, e das chuvas direitas).
iii) Estimar as taxas de deposito em varias zonas duma várzea piloto e,
iv) Determinar os processos maiores de transformação geoquímica dos elementos químicos nesse ecossistema (produção autóctone de carbono, emissão de gazes a efeito estufa, produção de mercúrio orgânico, áreas de retenção de metais pesados, processo de evaporação, etc...).

Estudo e caracterização da m.o.:

Patricia Moreira Turcq, Marcelo Bernardes e Marcela Perez

- Essa campanha teve como alvo dos estudos a dinâmica da matéria orgânica transportada, sedimentada e produzida avaliada de forma comparativa em lagos de águas pretas e águas brancas e de diferentes tamanhos. A estratégia amostral adotada consistiu em coletar amostras dos sedimentos em suspensão (peneiramento para a obtenção do material superior a 63µm, e filtração para obtenção do material particulado fino, ou seja, inferior a 63 µm e do material dissolvido inferir a 0,7 µm) e dos sedimentos superficiais (com draga) em vários pontos eqüidistantes de (500m a 2Km conforme o tamanho do lago), formando transects longitudinais de forma a abranger toda a extensão dos diferentes lagos selecionados da montante a jusante e de uma margem a outra. Essas amostras visam a caracterização dos sedimentos quanto a sua granulometria e ao seu conteúdo mineral e orgânico.
- Como suporte ao entendimento do funcionamento desses lagos, foram também realizadas medidas de alguns parâmetros de campo (pH, Temperatura, O2, Condutividade) assim como foram medidas a profundidade e transparência através de Disco de Secchi e coletadas amostras para algumas análises complementares (clorofila a, feopigmentos, taxas respiratórias, carbono orgânico e inorgânico dissolvidos - COD e CID).

Sensoriamento remoto:

Jean-Michel Martinez (ausento), Laurence Maurice Bourgoin e Patricia Moreira Turcq

Aplicação do Sensoriamento Remoto no estudo da dinâmica sedimentar do Rio Amazonas, afluentes e várzeas:

- A metodologia consiste em calibrar imagens óticas de satélites como Landsat, MODIS e MERIS, com dados de concentração em materiais em suspensão medidos no campo no objetivo de identificar os principais tipos de águas caracterizadas por respostas espectrais determinadas (reflectancias em função da cor das águas de superfície) e estudar a variabilidade temporal dos fluxos sólidos na escala da bacia Amazônica.

Monitoramento da vegetação aquática via o uso de imagens de satélite:

- Observações de campo na várzea de Curuai a fim de interpretar imagens de sensoriamento remoto: ótico (Landsat, Spot) e radar (JERS, ERS). A participação do geoprocessamento no estudo da várzea de Curuai prevê o monitoramento da vegetação aquática que cresce durante a época de enchentes. Esta vegetação apresenta como característica uma grande produção primária (de 50 até 100 toneladas por hectare/ano), e uma fraca diversidade de espécies. Essa vegetação está implicada no ciclo de vários materiais dissolvidos e/ou particulares transportados pelas águas, como os elementos traço, os metais pesados e o carbono. Durante o trabalho de campo foram coletadas amostras de plantas em 2 zonas da várzea de Curuai, sobre áreas predeterminadas no objetivo de estimar a produção primaria na época de enchente.

2.3 Palavras chave

Amazonas, Solimões, Madeira, Negro, Várzeas, Brasil,
Hidrologia, Sedimentologia, Geoquímica, Carbono, Metais traço, Mercúrio
Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento,
Modelagem hidrodinâmico e sedimentar

3 – PRINCIPAIS RESULTADOS

3.1 Indicadores de desempenho – Produção científica

Os principais resultados obtidos durante essa campanha de medição e amostragens foram:

- ***Avaliação dos fluxos líquidos, sólidos e de elementos químicos em época de enchente***; ao total 26 medições de vazão e perfis ADCP foram realizadas em 6 estações do projeto HIBAM (Manacapuru/Ilha dos Mouras, Paricatuba, Iracema, Foz Madeira, Parintins e Obidos), além das 55 medições de vazão e perfis longitudinais realizadas nos igarapés da várzea de Curuai. Para estudar a influenza da maré nos fluxos de entrada e saída de água na boca da várzea de Curuai, 73 medições de vazão foram realizadas na foz Norte (com um controle na foz Sul). Em cada afluente e estação do Rio Amazonas cuja vazão foi controlada, foram coletadas amostras de água de superfície para analises do COP, COD, e dos elementos maiores e traço.

- ***Coletados novos dados de hidrologia e sedimentologia para a modelagem hidrosedimentar dos rios Solimões, Madeira e Amazonas***; as concentrações em material em suspensão foram analisadas em um total de 6 estações de medições de vazão coletadas na superfície e em 3 pontos nas seções; na estação de Obidos, foram coletadas 15 amostras (5 pontos em 3 verticais) para analises da fração fina e das areias sobre a coluna de água.

- ***Melhorado o conhecimento das dinâmicas hidrológica e geoquímica das várzeas do rio Amazonas***
  No total foram coletadas 61 amostras de água na várzea de Curuai para o estudo dos parâmetros físico-químicos clássicos (T, pH, Condutividade) assim como para o estudo da dinâmica sedimentar na época de enchente, analisando o MES, a granulometria e identificando as principais argilas. Dentro desses pontos, 18 amostras de água em condições limpas para as análises dos ânions, cátions, metais traço, mercúrio, carbono orgânico; 29 amostras de água de superfície foram coletadas para analisar a clorofila_a e 24 para a determinação das espécies fitoplanctônicas. As análises para elementos maiores e traço serão feitas na Universidade de Brasilia, no LAGEQ (Prof. Geraldo Boaventura) em intercalibração com o laboratório francês do projeto em Toulouse (LMTG, Université Paul Sabatier). As analises de Chla e de carbono orgânico serão feitas na UF (Dept de Geoquimica). O estudo da ecologia da comunidade fitoplanctônica dos lagos da várzea será realizada na UnB-IE (Laboratório de Ecologia) e o estudo da taxonomia de comunidades aquáticas na Univ. Fed. de Goiás.
  Ao todo foram identificados 75 pontos distribuídos em 5 lagos aonde foram realizadas medidas dos parâmetros de campo e coletadas amostras de sedimentos superficiais. De águas pretas foram coletados os lagos Curumucuri e Açaí e de águas brancas os lagos do Poção, Santa Nina e Grande.
  Foram realizadas medições da biomassa da alguns bancos de macrófitas localizados próximos as margens desses lagos.

  As medições de vazão nos braços de entrada e saída das águas do Rio Amazonas foram realizadas durante 6 horas para controlar que o efeito da maré nessa época que tem uma influencia certa sobre a vazão média nas entradas e saídas da várzea.

  Foi feita a visita a todos os observadores da várzea (pagamento, entrega de novo material para continuar o trabalho de monitoramento até o mês de junho de 2004 incluído) e coleta

das amostras filtradas da rede de qualidade d'água HIBAM na várzea de Curuai (entre dezembro de 2003 e março de 2004).

- ***Atualizado o banco de dados ANA – HIBAM***; todos os resultados serão integrados no banco de dados do projeto e os resultados tratados serão disponibilizados no site da ANA e do IRD, na pagina do projeto HIBAM.

Realização de coleta de amostras no ambito do programa PGAGEM pelo pessoal da CPRM (Manaus) : Foram coletadas as seguintes amostras:

Material	**Quantidade de amostras**
Água de abastecimento	06
Água de superfície	12
Sedimento de corrente	09
Total	**27**

As águas de abastecimento foram coletadas nos municípios de Juruti, Oriximiná, e Óbidos, no Estado do Pará, e em Parintins e Urucará no Estado do Amazonas. Nestas cidades o abastecimento é feito pela captação das águas subterrâneas. As amostras de água de superfície e de sedimento de corrente foram coletadas, nos grandes rios (Negro, Solimões, Amazonas e Tapajós) e em alguns tributários de segunda ordem (igarapés e paranás).

Embora as áreas de captação dessas grandes bacias extrapolem o recomendado pelo PGAGEM, decidiu-se pela coleta, por adequação ao cronograma da equipe do HIBAM, que não permitia grandes deslocamentos do barco para se atingir os pontos previamente selecionados, e por causa das respostas que as análises destas amostras podem trazer, com relação ao *background* regional da Bacia Amazônica, e a composição global do material transportado pelos grandes rios, notadamente os metais traços e mercúrio. Outros sim, estes pontos de coleta foram os mesmos locais de amostragem da equipe do HIBAM, o que possibilitará uma comparação dos resultados analíticos, obtidos pelas diferentes instituições.

3.1.1. Medições de vazão e amostragem de MES dos rios e afluentes

As medições de vazão foram realizadas nas estações fluviométricas selecionadas pelo projeto HIBAM ao longo dos rios Solimões, Negro, Foz do Madeira e Amazonas assim como na foz dos principais afluentes e nos igarapés de comunicação da várzea de Curuai com o Rio Amazonas. Na seqüência, encontram-se as imagens geradas pelo ADCP para os pontos onde foram realizadas medições de vazão e identificados na tabela 3.1.1, abaixo.

As vantagens do uso da tecnologia ADCP vêm da possibilidade de se medir vazões praticamente em qualquer tipo de seção, assim como praticamente em qualquer tipo de regime.

O resultado do balanço feito para Óbidos pode ser considerado como coerente apesar de uma variação negativa de 2%, o que representa uma taxa desprezível em vista do valor total medido para a vazão.

LOCAL	DATA	Nº. DE MEDIÇÕES	Q_{TOTAL} (m^3/s)	dQ	Dif. de Balanço
rio Negro em Paricatuba	11/3/2004	2	9973	0,3	-
rio Solimões em Ilha dos Mouras	12/3/2004	5	83284	1	-
rio Amazonas em Iracema	13/3/2004	4	98140	0,2	5,2
rio Madeira em Foz do Madeira	13/3/2004	5	41468	4	-
rio Amazonas em Parintins	14/3/2004	4	158401	1	-
rio Amazonas em Óbidos	17/3/2004	4	164461	1	3,7

Tab.3.3.1 Resultado das medições de vazão realizadas nas seções dos principais rios nos trechos percorridos no grande trajeto da campanha de março/2004.

3.1.1.1 Medições no rio Negro em Paricatuba

As medições na estação de Paricatuba foram realizadas durante o dia de 11 de março de 2004, as quais totalizaram duas boas transversais. Os resultados são apresentados na Tabela seguinte.

	Q Total (m^3/s)	. Q medida (m^3/s)	Área Total (m^2)	Largura (m)	Velocidade de fluxo (m/s)
	9949	8641	87626	2617	0.115
	9947	8641	76554	2321	0.136
Média	9973	8641	82090	2469	0.125
Desvio Padrão	34	0	7829	210	0.015
Desvio/Média	0.3 %	0	10 %	9 %	12 %

Tabela 3.3.2: Principais resultados para a estação de Paricatuba (11 de março 2004).

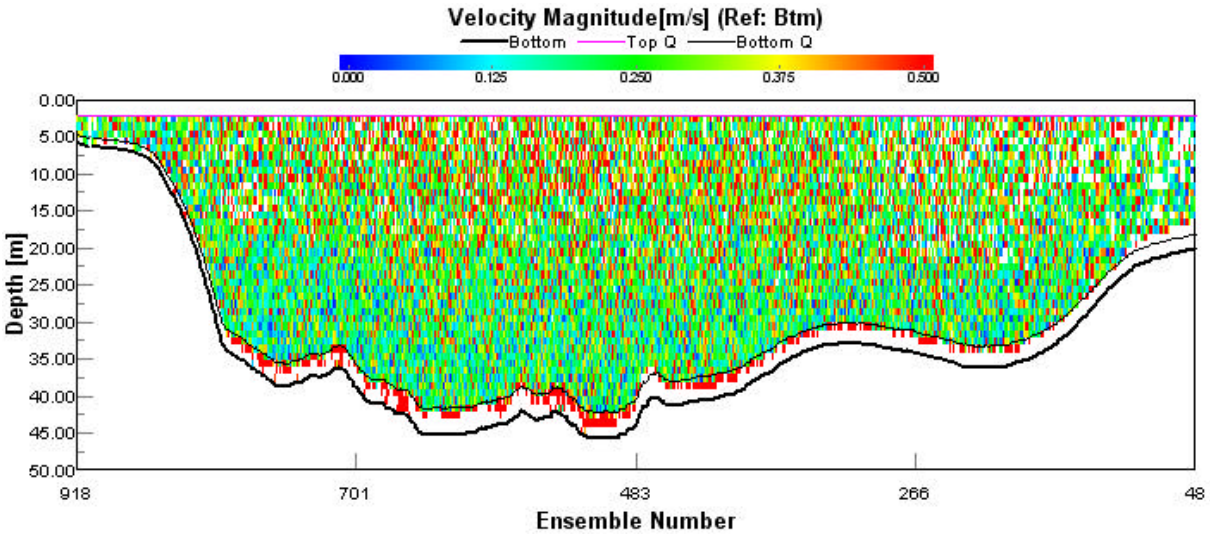


Figura 3.1: Gráfico da magnitude de velocidade na estação de Paricatuba.

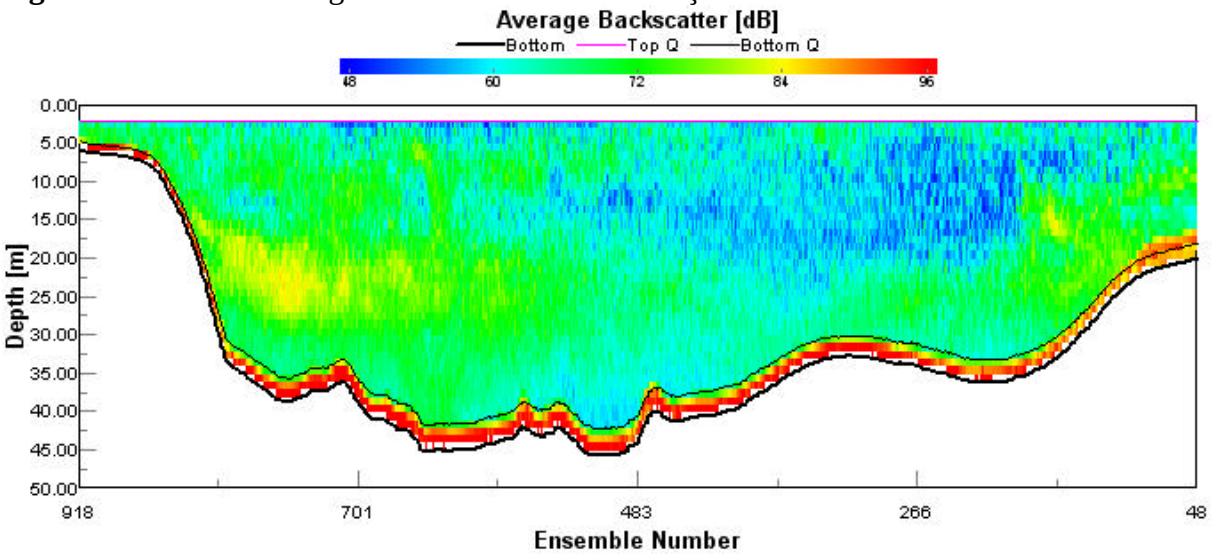


Figura 3.2: Gráfico da intensidade do sinal de retorno em Paricatuba.

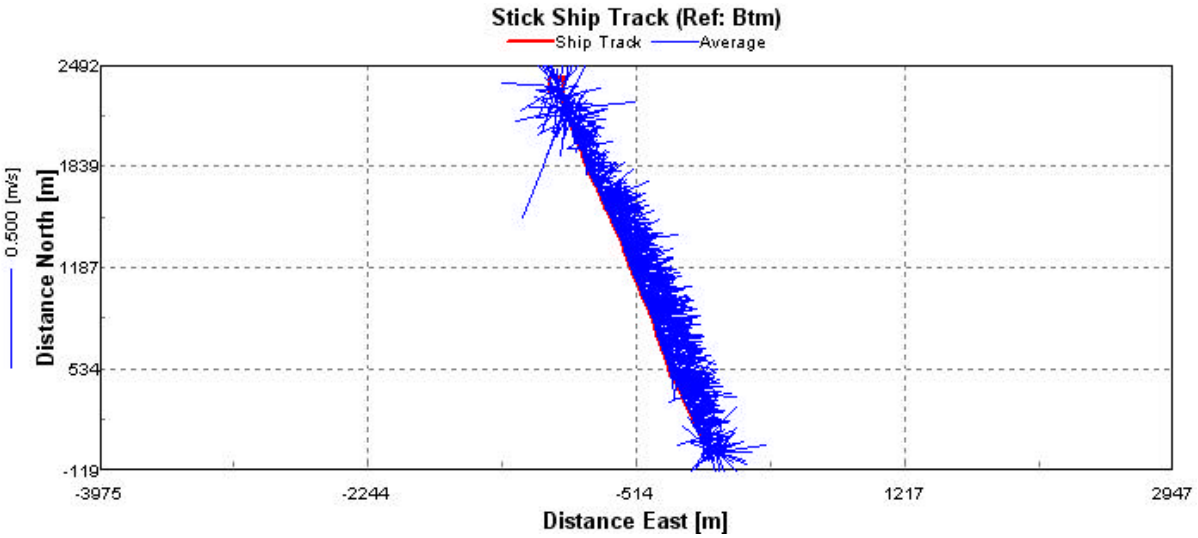


Figura 3.3: Gráfico do trajeto realizado pelo barco durante medição em Paricatuba.

3.1.1.2 Medições no rio Solimões em Ilha dos Mouras

As medições de vazão em Ilha dos Mouras foram realizadas na tarde de 12 de março de 2004. Para essa seção, foram obtidas 5 boas medições.

	Q Total (m^3/s)	Q medidia (m^3/s)	Área Total (m^2)	Largura (m)	Velocidade de fluxo (m/s)
	82908	74327	67588	2237	1.25
	82799	73985	66337	2186	1.36
	84379	75739	67594	2258	1.28
	83208	74785	66809	2258	1.34
	83128	74665	67231	2253	1.28
Média	83284	74700	67112	2238	1.30
Desvio Padrão	633	659	540	30	0.05
Desvio/Média	1 %	1 %	1 %	1 %	3 %

Tabela 3.3.2: Resultados principais das medições realizadas em Ilha dos Moura.(12 de março de 2004).

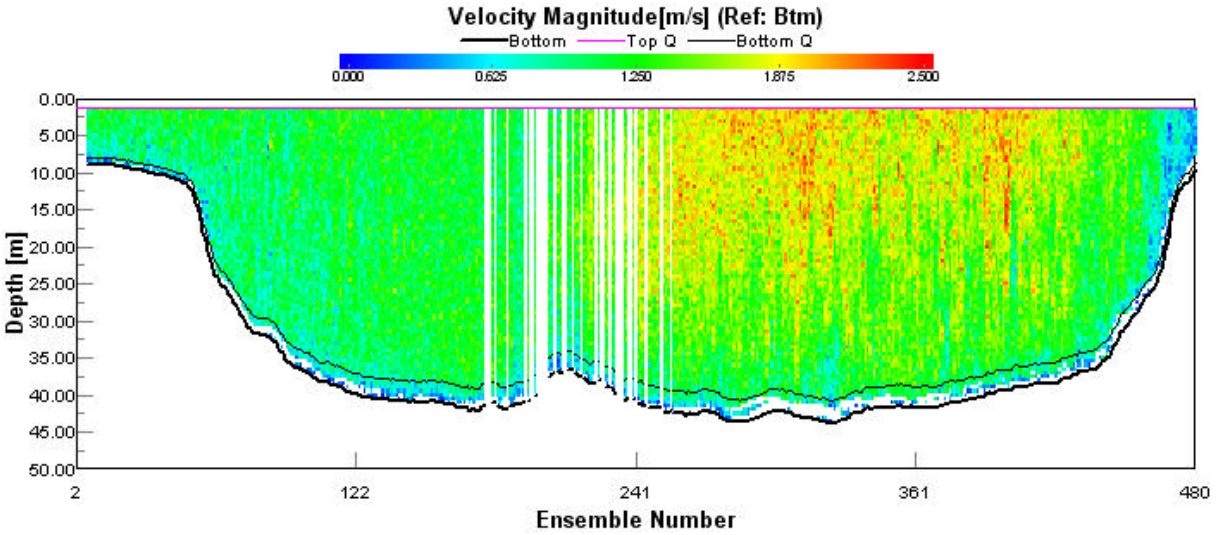


Figura 3.4: Gráfico da magnitude de velocidade em Ilha dos Mouras.

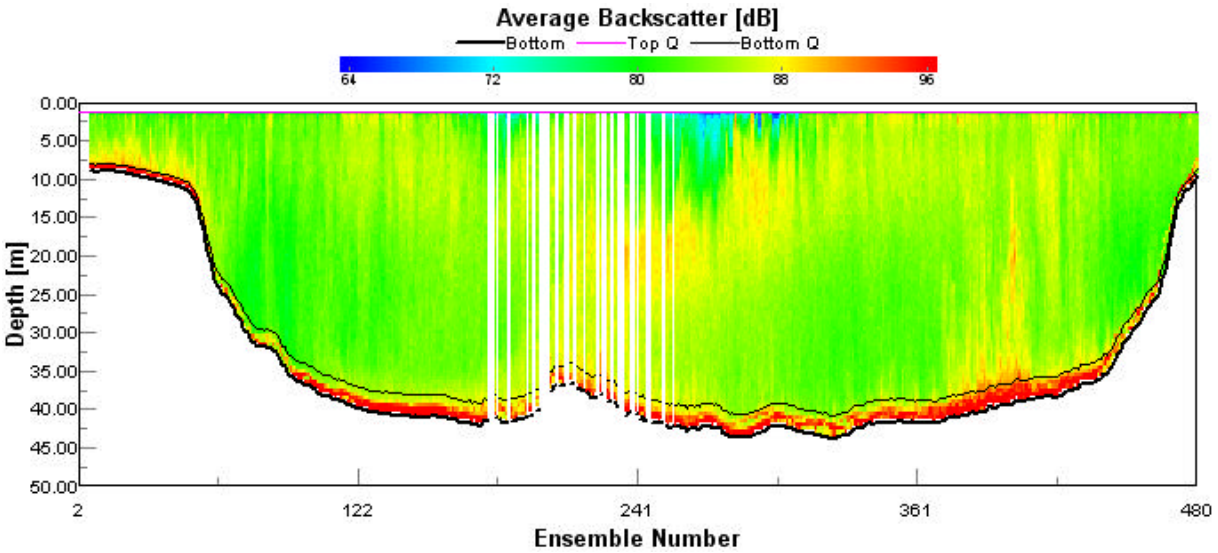


Figura 3.5: Gráfico da intensidade do sinal de retorno em Ilha dos Mouras.

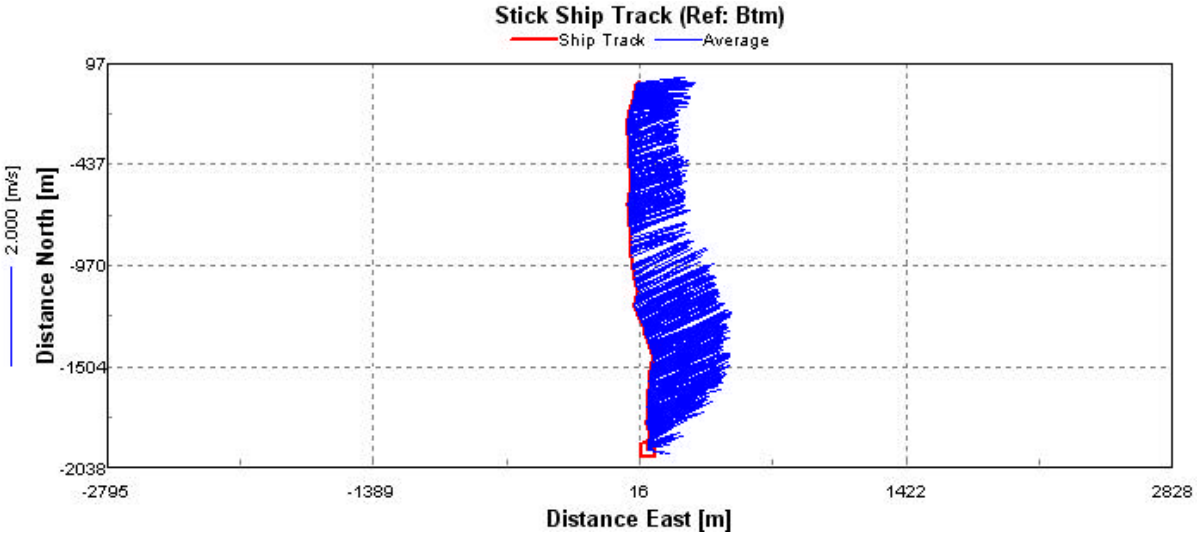


Figura 3.6: Gráfico do trajeto realizado pelo barco durante medição em Ilha dos Mouras.

3.1.1.3 Medições no rio Amazonas em Iracema

As medições na estação de Iracema foram realizadas durante a tarde de 13 de março de 2004, totalizando 4 boas medições, apresentadas na Tabela seguinte.

	Total Q (m^3/s)	Meas. Q (m^3/s)	Total Area (m^2)	Width (m)	Flow speed (m/s)
	98023	89134	93333	2749	1.05
	98156	89260	93206	2763	1.07
	98395	89649	94439	2763	1.06
	97984	89255	93974	2735	1.08
Average	98140	89325	93738	2752	1.07
Std. Dev.	185	659	576	14	0.01
Std./Avg.	0.2 %	1 %	1 %	0.5 %	1 %

Tabela 3.3.3: Resultados para as medições em Iracema (13 de março 2004);

Nessa seção, a medição de vazão no rio Amazonas não leva em conta a vazão do Paraná, que forma a Ilha Autaz (cartas do DHN) ou Ilha Grande do Soriano (cartas do IBGE).

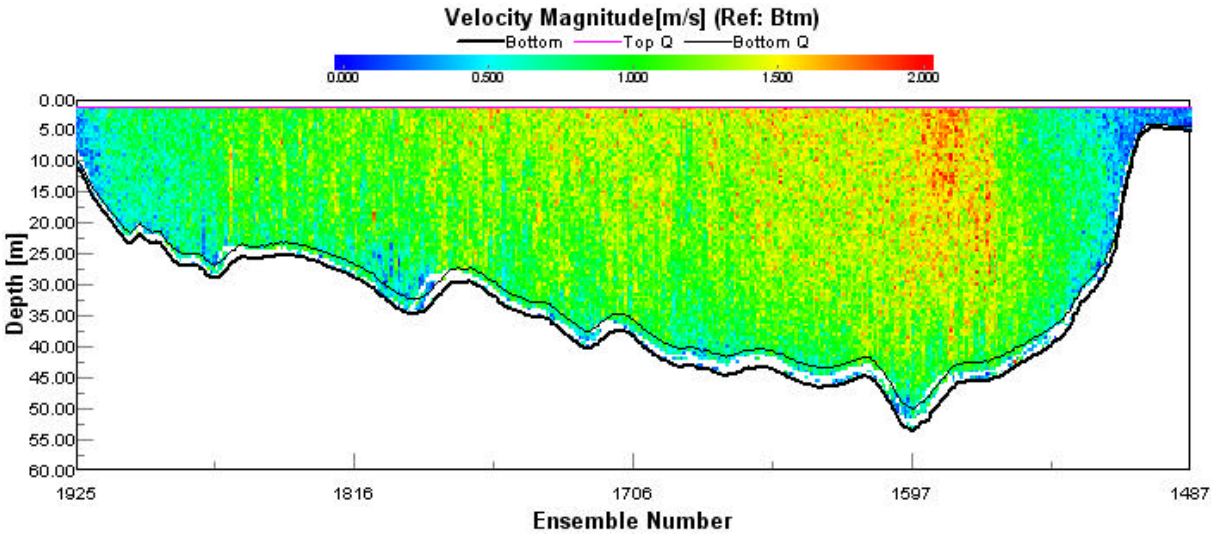


Figura 3.7: Gráfico da magnitude de velocidade em Iracema.

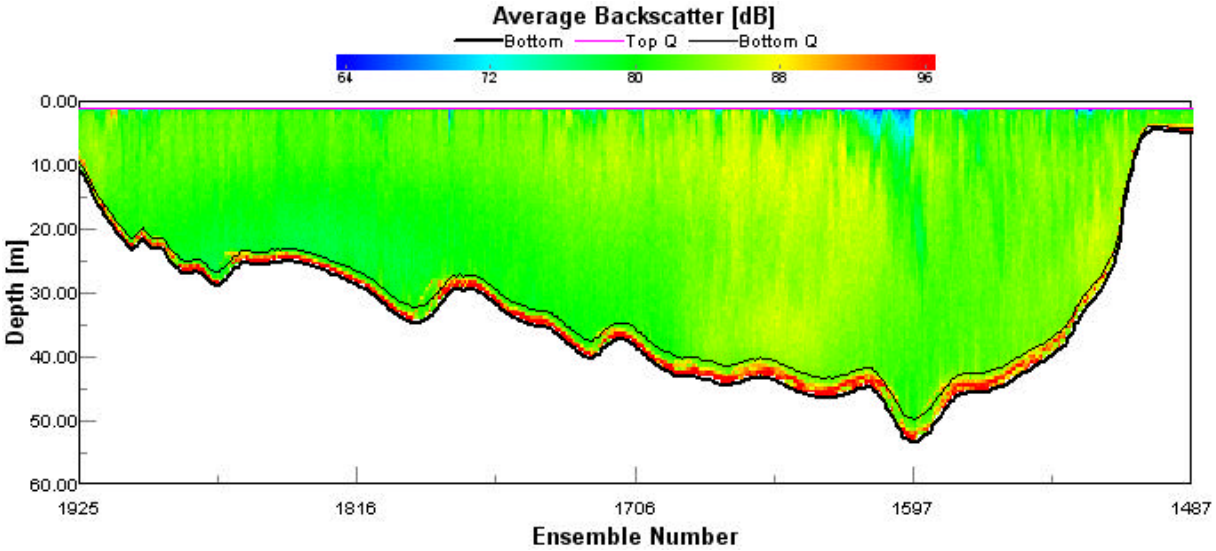


Figura 3.8: Gráfico da intensidade do sinal de retorno em Iracema.

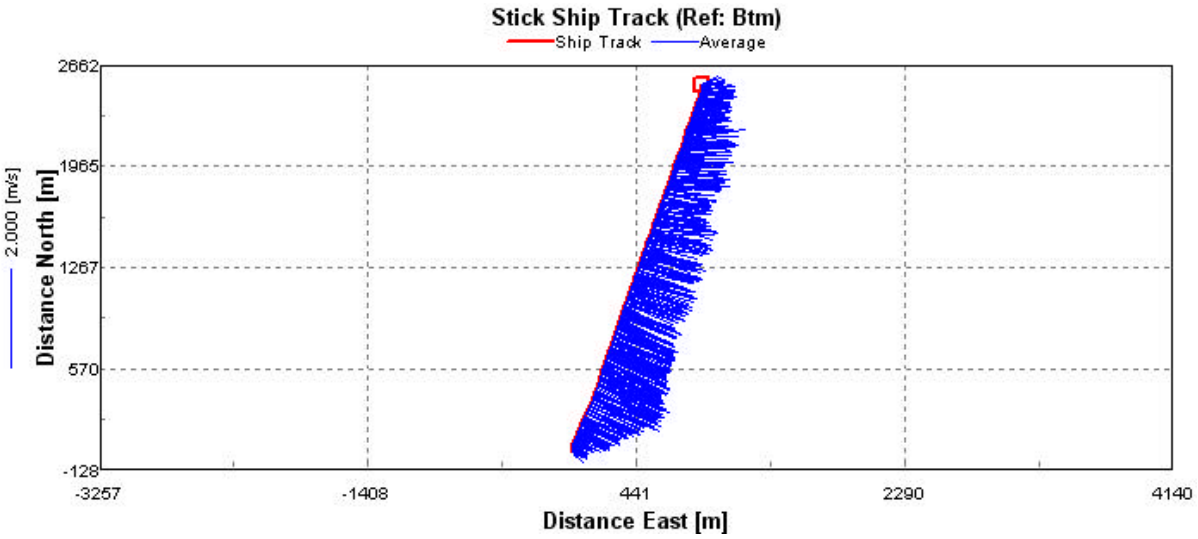


Figura 3.9: Gráfico do trajeto realizado pelo barco durante medição em Iracema.

3.1.1.4 Medições no rio Madeira em Foz do Madeira

Medições de descarga líquida na estação fluviométrica Foz do rio Madeira foram feitas durante a tarde de 13 de março de 2004. Para essa seção, 5 boas tranversais foram obtidas.

	Q Total (m^3/s)	Q medido (m^3/s)	Área Total (m^2)	Largura (m)	Veloc. de escoamento (m/s)
	41222	34726	27747	1833	1.52
	43144	36443	28472	1841	1.53
	39988	33798	27501	1780	1.53
	43057	36456	28420	1829	1.53
	39929	33664	27802	1797	1.49
Média	41468	35017	27988	1816	1.52
Desvio Padrão	1577	1370	433	26	0.02
Desvio/Média	4 %	4 %	2 %	1 %	1 %

Tabela 3.3.4: Resultados principais para a estação Foz do Madeira (13 de março de 2004).

As medições apresentadas não levaram em conta a contribuição do Madeirinha Paraná para a vazão do rio Amazonas, em função do pouco tempo disponível e de sua contribuição ser considerada pequena. De fato, medições realizadas em 09 de março de 2002 apresentaram 3.830 m^3/s para a contribuição do madeirinha e 44.330 m^3/s para a seção da Foz do Madeira.

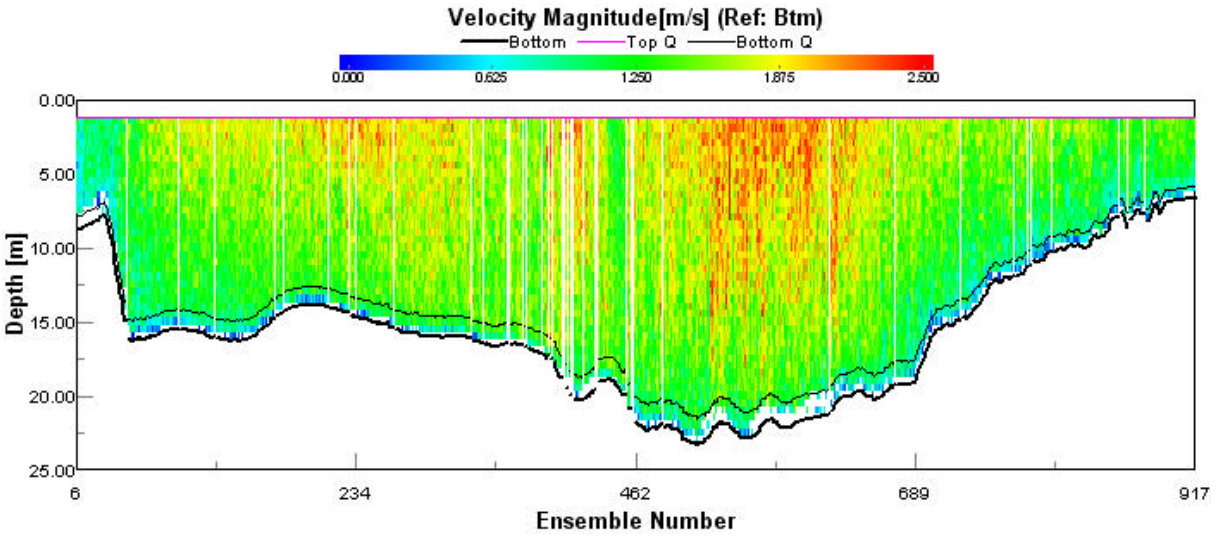


Figura 3.10: Gráfico da magnitude de velocidade em Foz do Madeira.

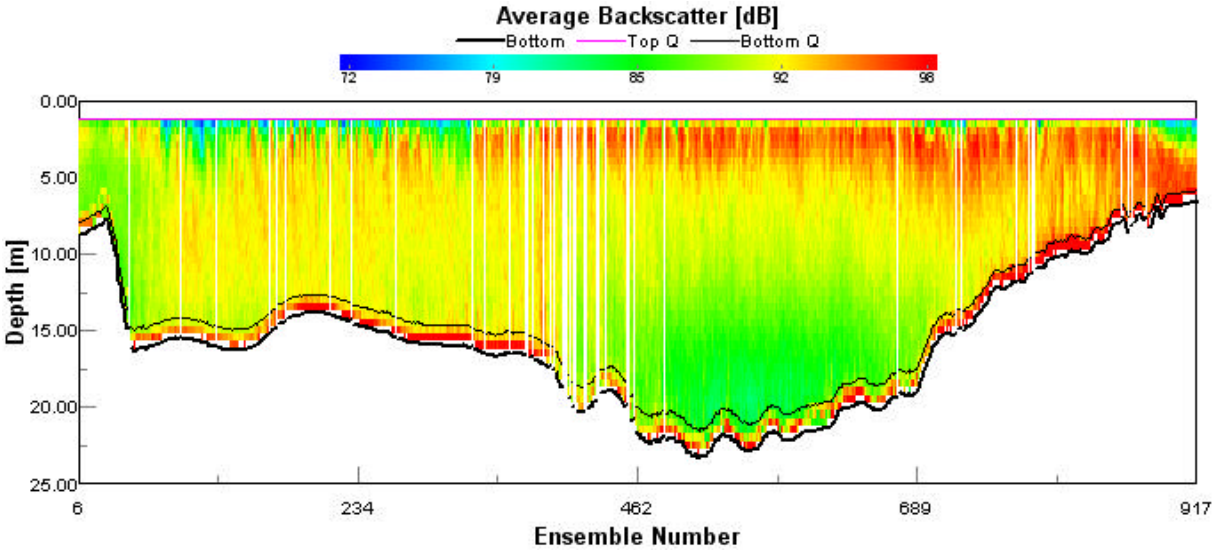


Figura 3.11: Gráfico da resposta média do ecobatímetro (backscatter) em Foz do Madeira.

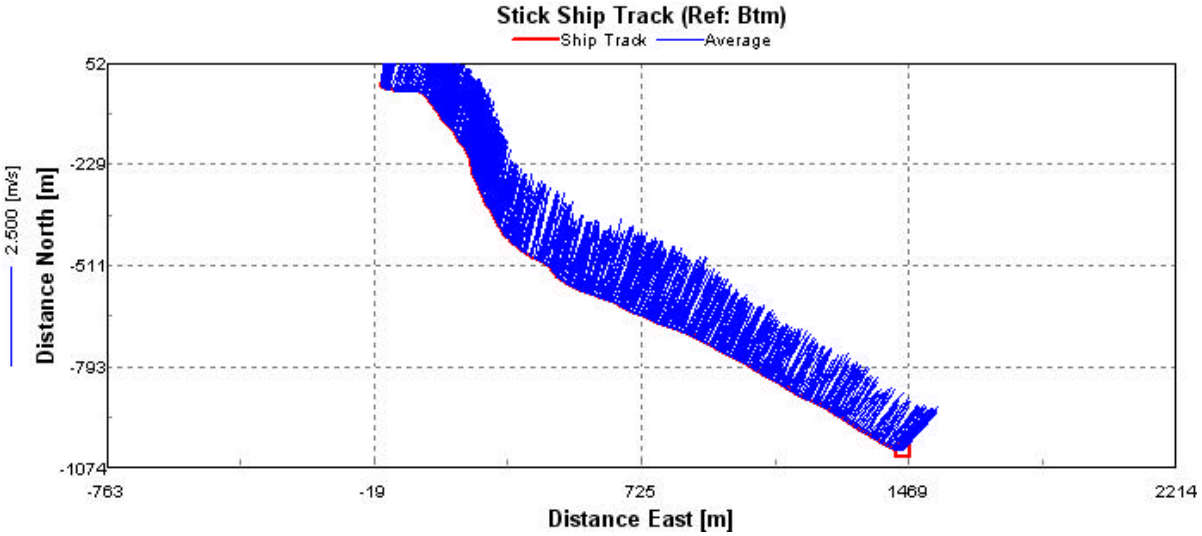


Figura 3.12: Gráfico do trajeto realizado pelo barco durante medição em Foz do Madeira.

3.1.1.5 Medições no rio Amazonas em Parintins

Medições de descarga líquida na estação de Parintins (16350002) foram feitas durante a tarde de 14 de março de 2004. Para essa seção, 4 boas transversais foram obtidas.

	Q Total (m^3/s)	Q medida (m^3/s)	Área Total (m^2)	Largura (m)	Velc. de escoamento (m/s)
	156867	134027	125296	3110	1.29
	157777	136512	127949	3233	1.28
	160734	138491	134382	3234	1.29
	158224	133744	129184	3247	1.28
Média	158401	135694	129203	3206	1.29
Desvio Padrão	1655	2241	3815	64	0.003
Desvio/Média	1 %	2 %	3 %	2 %	0.2 %

Tabela 3.3.5: Resultados principais para a estação de Parintins (14 de março de 2004)

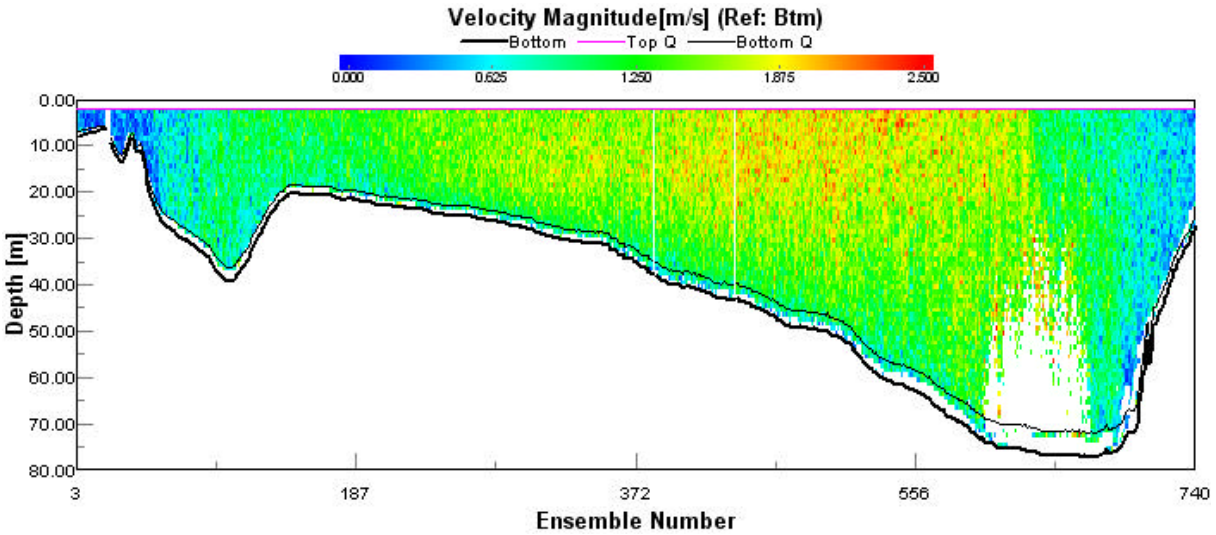


Figura 3.13: Gráfico da magnitude de velocidade em Parintins.

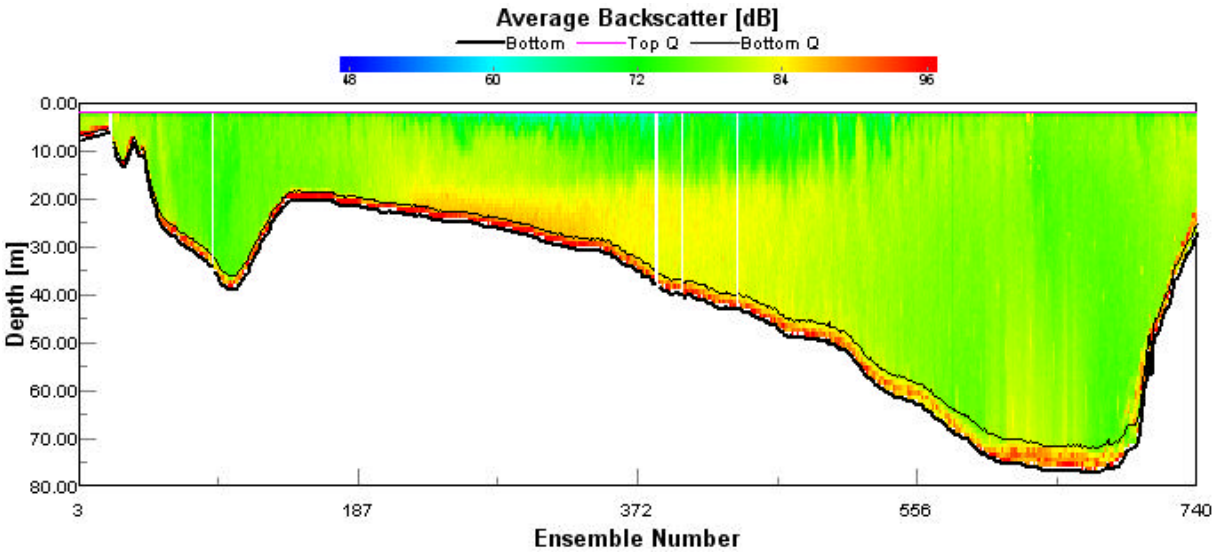


Figura 3.14: Gráfico da intensidade do sinal de resposta em Parintins.

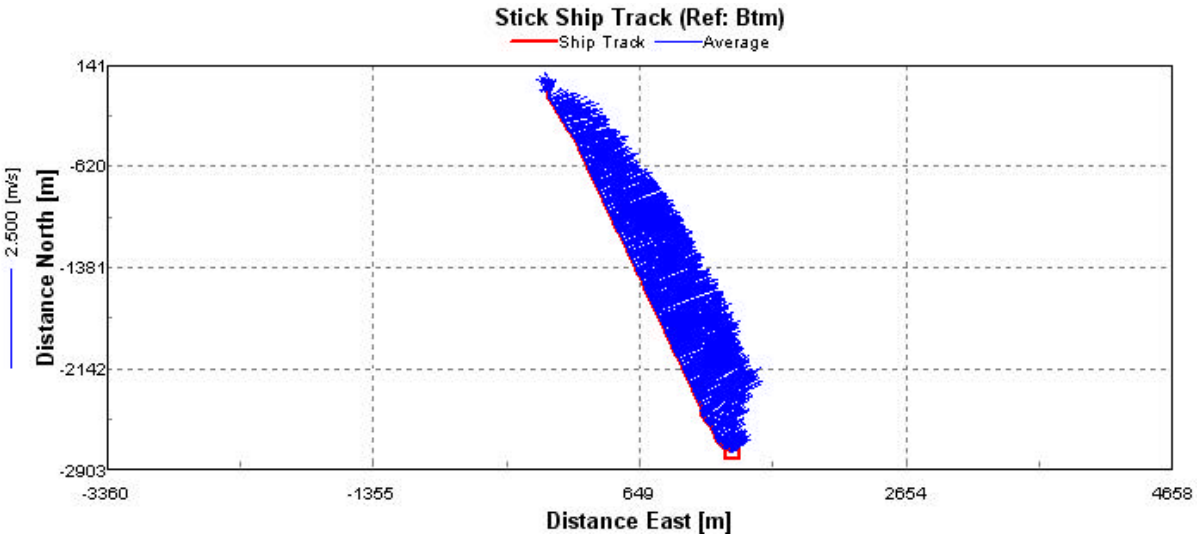


Figura 3.15: Gráfico do trajeto realizado pelo barco durante medição em Parintins.

3.1.1.6 Medições no rio Amazonas em Óbidos

Medições de descarga líquida na estação de Óbidos (17050001) foram feitas durante a manhã de 17 de março de 2004. Para essa seção, 4 boas transversais foram obtidas.

Para esse local, foi realizada amostragem de sedimentos suspensos em 3 verticais: a primeira a 650 m, a segunda a 1270 m e a terceira a 1840 m a partir da margem direita, com 5 pontos de amostragem para cada vertical. Também foi realizada uma amostragem para sedimentos de fundo.

	Q Total (m^3/s)	Q medida (m^3/s)	Área Total (m^2)	Largura (m)	Veloc. de escoamento (m/s)
	163675	140550	120608	2395	1.36
	164487	133365	119795	2392	1.35
	162713	137090	121593	2380	1.40

	166967	138505	122260	2382	1.40
Média	164461	137377	121064	2387	1.38
Desvio Padrão	1822	3029	1084	7	0.03
Desvio/Média	1 %	2 %	1 %	0.3 %	2 %

Tabela 3.3.6: Resultados principais para a estação de Óbidos (17 de março de 2004).

Os resultados devem ser vistos com cuidado, de acordo com estudos prévios do HiBAm têm mostrado que a estação de Óbidos apresenta pequeno efeito de maré. Foram realizadas observações durante uma semana completa para avaliação do efeito de maré em Almeirim, Santarém e em Óbidos. Durante um ciclo de medições de 12,5 horas, em 5 e 6 de outubro de 1998, foi observada uma mudança de 5 cm na cota (nível de régua) da estação de Óbidos. Em 16 de março de 1999, as medições de descarga em Óbidos apresentaram valores ente 188.900 m³/s e 155.400 m³/s. Medições realizadas durante 5 e 6 de junho de 1999 (estação de cheias), não apresentaram efeitos de maré.

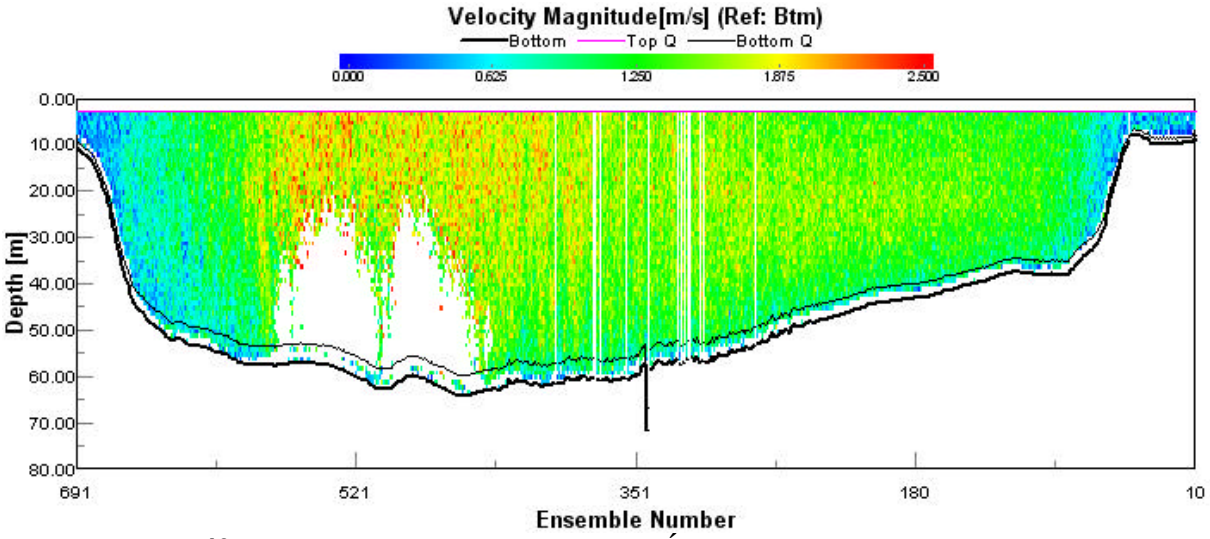


Figura 3.16: Gráfico da magnitude de velocidade em Óbidos.

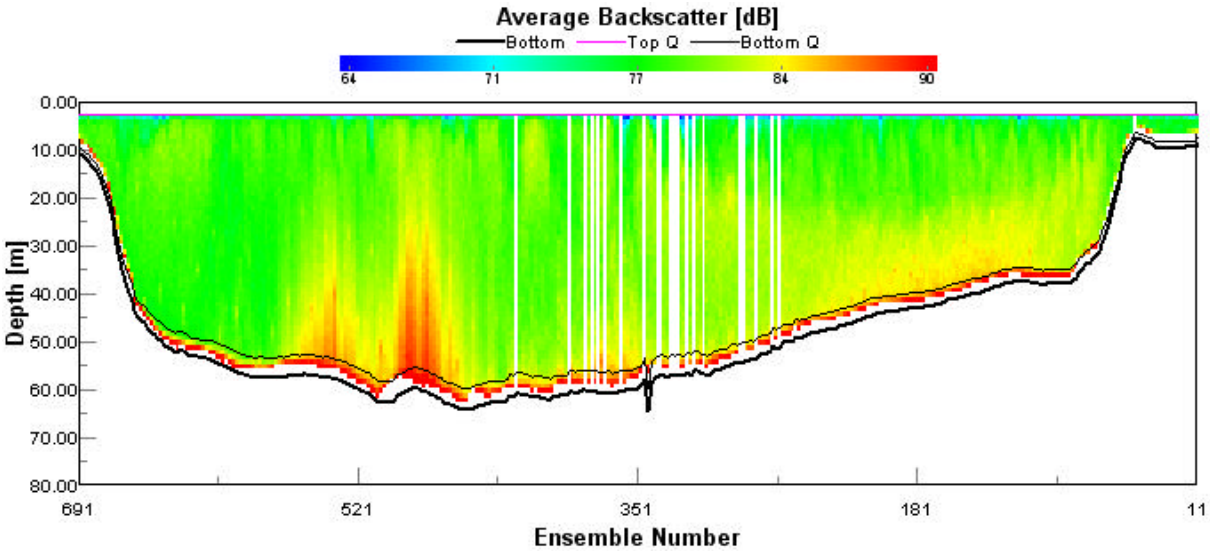


Figura 3.17: Gráfico da intensidade do sinal de retorno em Óbidos.

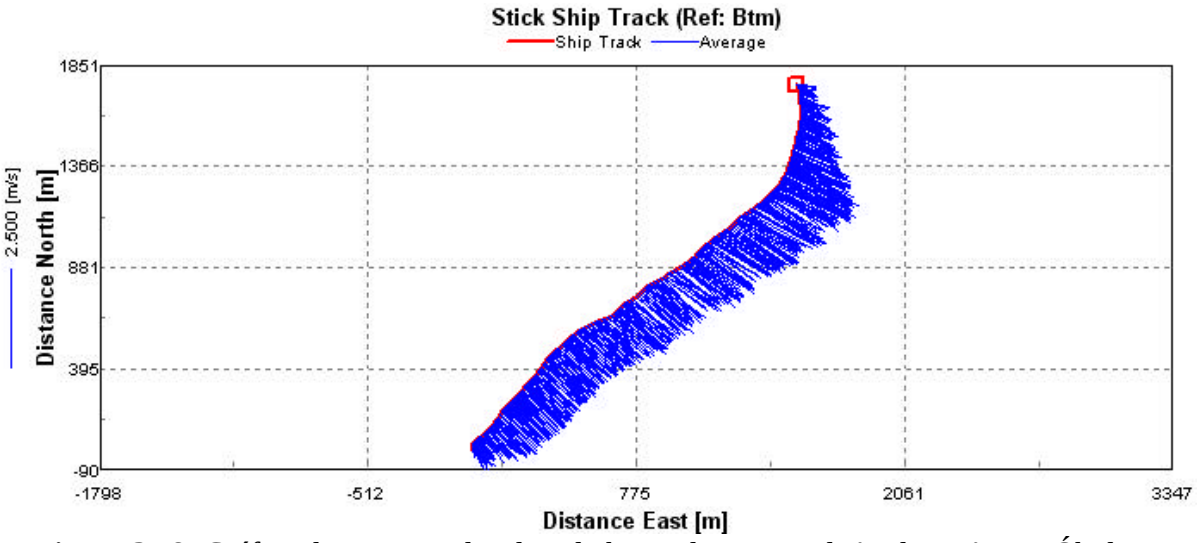


Figura 3.18: Gráfico do trajeto realizado pelo barco durante medição de vazão em Óbidos.

3.1.1.7 Determinação de MES

Para a obtenção dos resultados finais de concentração de matéria em suspensão ou [MES], foram tomados e somados os resultados das frações fina ([MES]fin) e grosseira ([MES]gro), ou seja, silte + argila + areia, e estimada sobre a seção total (a partir das concentrações medidas nas águas de superfície exceto em Obidos onde foram feitas 3 verticais de amostragem).

Já para os resultados de QS foi utilizada a relação, supondo que:

$$QS\ (t/dia) = Q\ (m3/s) \times [MES]\ (mg/l) \times 3600 \times 24 / 10^6$$

O resultado do balanço entre o somatório dos diversos contribuintes e o resultado observado em Óbidos um déficit de 22% ou seja, indicando uma diluição com águas mais claras no trecho entre a confluência com o Rio Madeira e Parintins.
O resultado do comportamento longitudinal das concentrações em MES e do fluxo pode ser observado nas Fig.3.19. e 3.20.

Codigo	Local	Data	Amostra	[MES] fines (mg/l)	[areia] (mg/l)	[MES] tot surface (mg/l)	[MES] tot. Prof. (mg/l)	Q m^3/s	QS (t/dia)
SOL	Solimões - Ilha dos Mouras	12/3/2004	Superficie	215,11	0,00	215,11	301,15	83284	2167025
NEG	Negro - Paricatuba	12/3/2004	Superficie	4,36	0,00	4,36	5,41	9973	4659
Am-IRA	Amazonas - Iracema	13/3/2004	Superficie	155,73	0,00	155,73	225,81	98140	1914697
MAD	Madeira - Foz	13/3/2004	Superficie	445,40	6,67	452,07	664,54	41468	2380948
Am-PAR	Amazonas - Parintins	14/3/2004	Superficie	180,00	0,00	180,00	257,40	158401	3522737
Am-OBI	Amazonas - Obidos	17/3/2004	3 verticais	217,25	49,17	154,70	266,42	164461	3785676

Tab.3.3.7 Resultado das amostragens de [MES] e dos cálculos de vazão sólida realizados nas seções dos principais rios nos trechos percorridos no grande trajeto da campanha de março/2004.

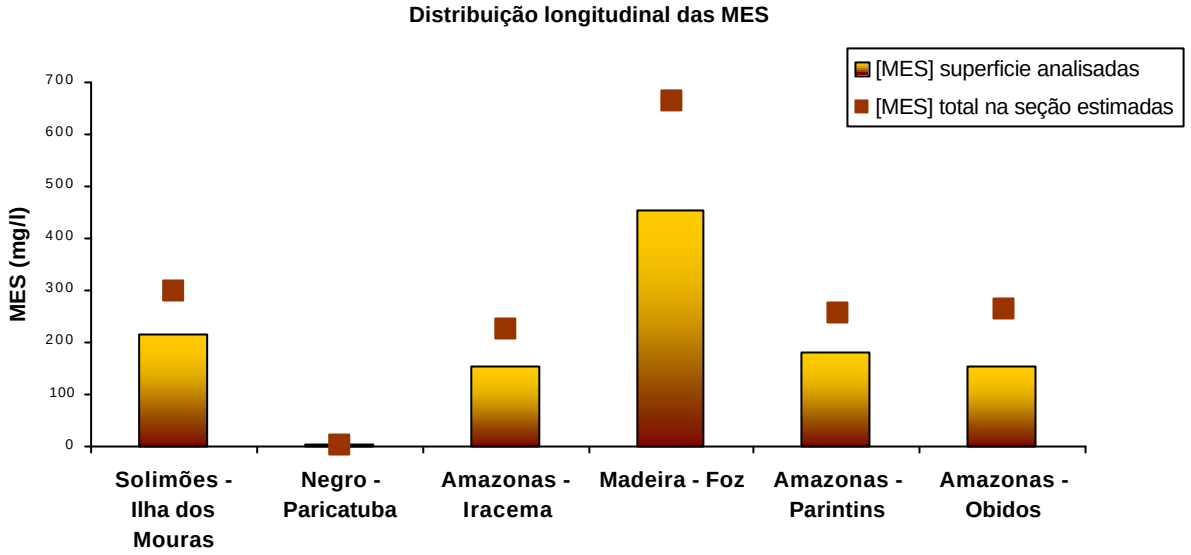


Fig.3.19. Distribuição longitudinal das concentrações em MES ao longo dos Rios Solimões, Negro, Madeira e Amazonas.

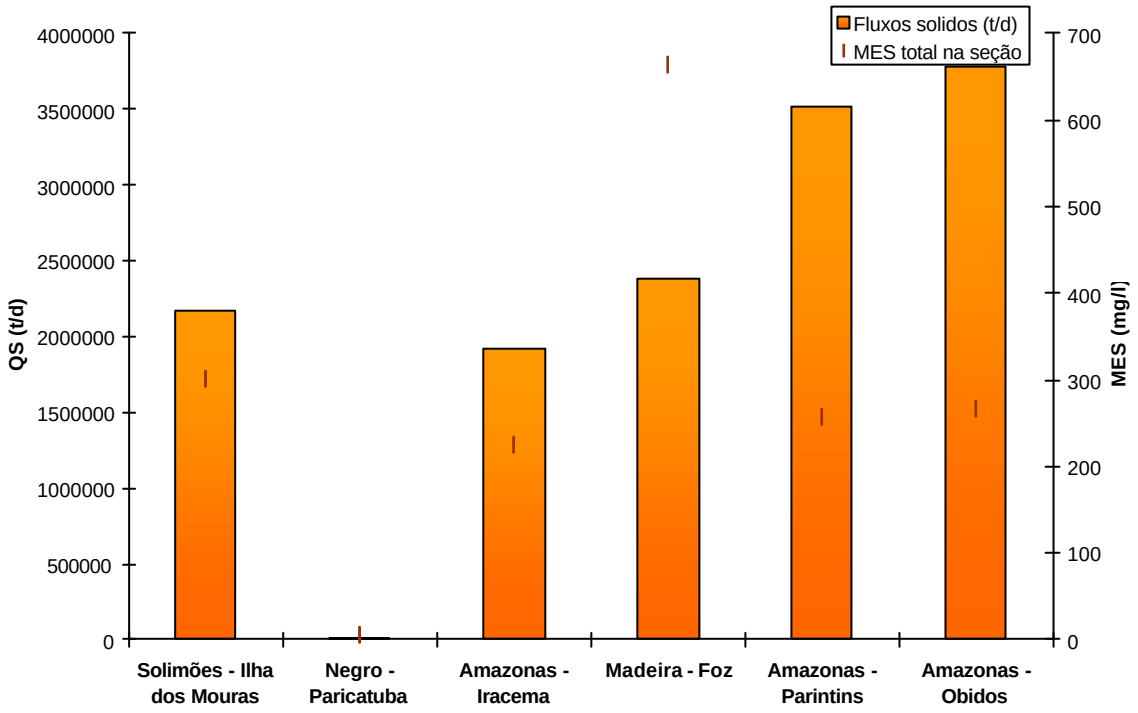


Fig.3.20. Distribuição longitudinal dos fluxos de MES ao longo dos Rios Solimões, Madeira e Amazonas até Óbidos.

3.1.2 Várzea do Lago Grande de Curuai

Durante essa campanha o nível do Lago Grande de Curuai estava muito alto para a época (o nível da água na escala em Curuai = 8,2 m o dia 19 de março de 2004 as 07:00, ou seja só a 2,7 m da cota máxima sobre o período 1982-2003 e registrada em junho), o que nos permitiu navegar de voadeira dentro da várzea toda para realizar todas as coletas de água e sedimentos previstas.
Por primeira vez nessa época do ano, devido à importância excepcional das chuvas esse ano na região, foi medido uma vazão positiva saindo da boca da várzea para o Rio Amazonas; significa que nos lagos, durante os 3 primeiros meses de chuva, as entradas de águas de escoamento das bacias de terra firme, localizadas particularmente na parte sul da várzea, foram predominante às entradas de águas do Rio Amazonas.

As atividades realizadas foram :

- 55 perfis longitudinais e transversais de medições da velocidade da água nos igarapés e paranás de conexão com o rio Amazonas e 73 medições de vazão em continuo, durante 6 horas na Boca do Lago Grande de Curuai, as quais possibilitaram verificar que durante a época de enchente, a maré tem uma certa influência sobre a vazão de saída da várzea.

- Realização dos perfis batimétricos em 2 igarapés de conexão do Rio com lagos alagados.

- Visita a todos os observadores da várzea (pagamento, entrega de novo material para continuar o trabalho de monitoramento até o mês de junho de 2004) e coleta das amostras filtradas da rede de qualidade d'água HIBAM na várzea de Curuai (entre dezembro de 2003 e março de 2004).

- Amostragens d'água em 61 pontos da várzea para medições dos parâmetros físico-químicos clássicos e do MES

- Amostragens d'água em 29 pontos da várzea para analises da clorofila a

- Amostragens d'água em 24 pontos da várzea para a determinação das espécies fitoplanctônicas.

- Amostragens d'água em 18 pontos do Rio Amazonas em Obidos, e nos lagos da várzea para analises de ânions, cátions, Clorofila, COD, COP, metais traço e mercúrio.

- Amostragem d'água em perfis verticais em 3 pontos caracterizados por uma alta produção primária o dia da coleta para analises de ânions, cátions, Clorofila, COD, COP, metais traço e mercúrio.

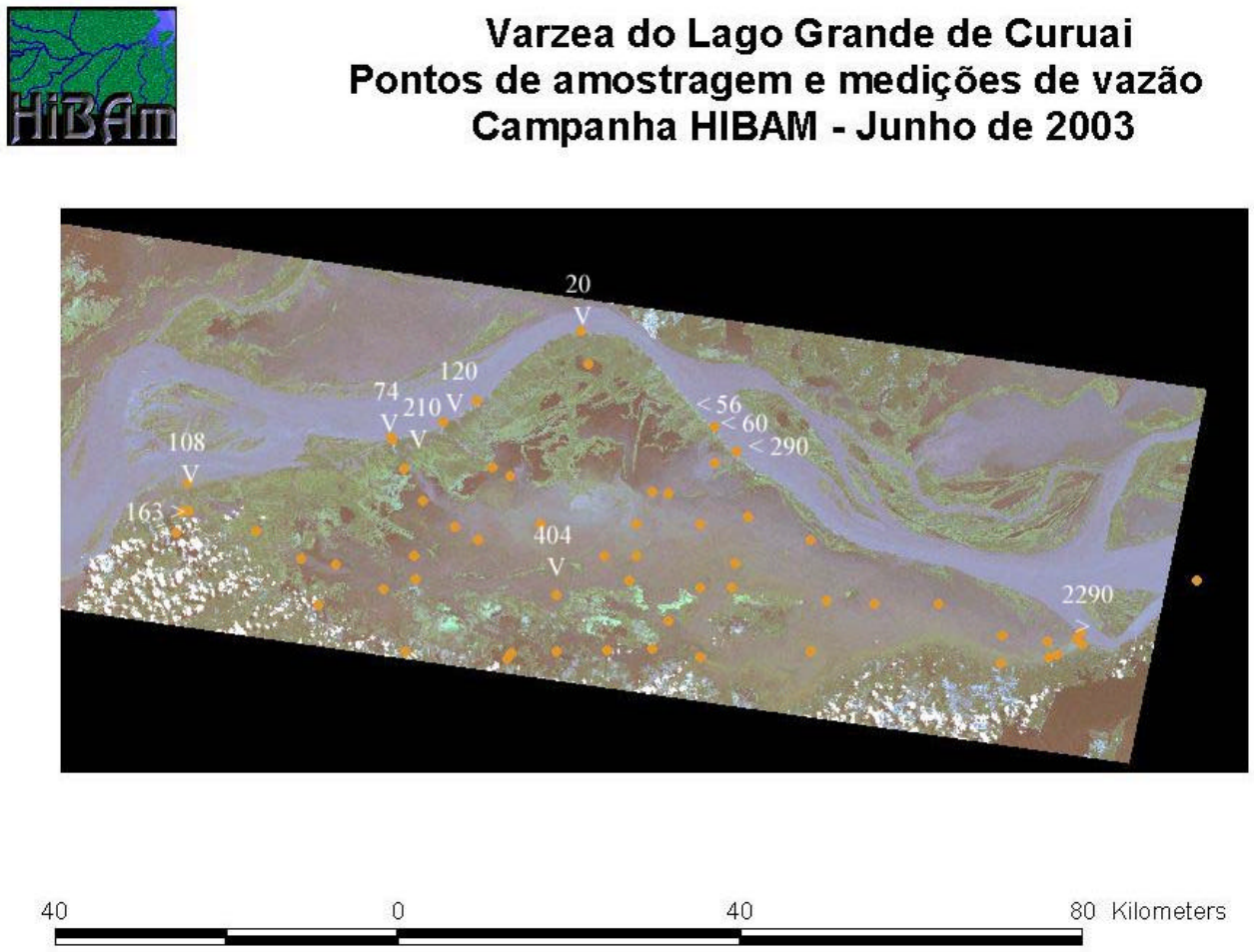
- Amostragens de sedimentos de fundo em 27 pontos, para análises das concentrações em elementos maiores, traço e carbono orgânico.

- 44 amostragens de plantas em 6 sítios da várzea para estimação da produção vegetal controlada pelos ciclos de enchente

3.1.2.1. Medições de vazão

O fluxo d'água estava entrando na várzea por todos os igarapés e paranas, e estava saindo só pela boca a jusante, sobre 5 km de longitude. A tabela seguinte apresenta a localização dos pontos de medições assim como as valores de vazão medidas com os ADCP 1200 kHz e 600 kHz :

Local	*Code*	*Long*	*Lat*	*Data*	*Vazão média (m3/s)*	*Desvio Padrão (% méd.)*	*Comentário*
Igarapé do Salé	AI10	-56.0058	-2.0736	15/03/04	78	2	Entrando na várzea
Igarapé Curumucuri	AIIGCU	-56.0118	-2.1047	15/03/04	-25	5	Saindo do lago Curumucuri
Igarapé do Salé aval (antes da entrada no lago do Salé)		-55.8874	-2.1524	15/03/04	86	3	Entrando no lago do Salé
Igarapé Irateua	AI20	-55.7920	-2.0249	16/03/04	9.1	12	Entrando na várzea
Igarapé Muratuba	AI30	-55.7378	-2.0101	16/03/04	10	6	Entrando na várzea
Igarapé Muratubinha	AI40	-55.7016	-1.9872	16/03/04	0		
Total entrando na várzea					**183**		
Boca Foz Norte	AI80	-55.0717	-2.2362	19/03/04	Min –130 Max +150		Entrando e Saindo da várzea dependendo da maré
Boca Foz Sul	AI90	-55.0663	-2.2424	19/03/04			
Total saindo da várzea							
Balanço							
Amazonas em Óbidos				21/06/03	3785676		



Pode-se observar que esse ano particularmente chuvoso, mais do que um ano "normal", nessa época, o **balanço é negativo** : **o fluxo de água esta saindo da várzea de Curuai**, o valor máximo medido desde o inicio do estudo dessa várzea, **representou** nesse dia só **1% da vazão do Rio Amazonas em Óbidos**. Devido as fortes precipitações esse ano, o enchimento dos lagos pelas chuvas locais (escoamento das sub-bacias de terra firme) foi superior ao das entradas de água do rio Amazonas.

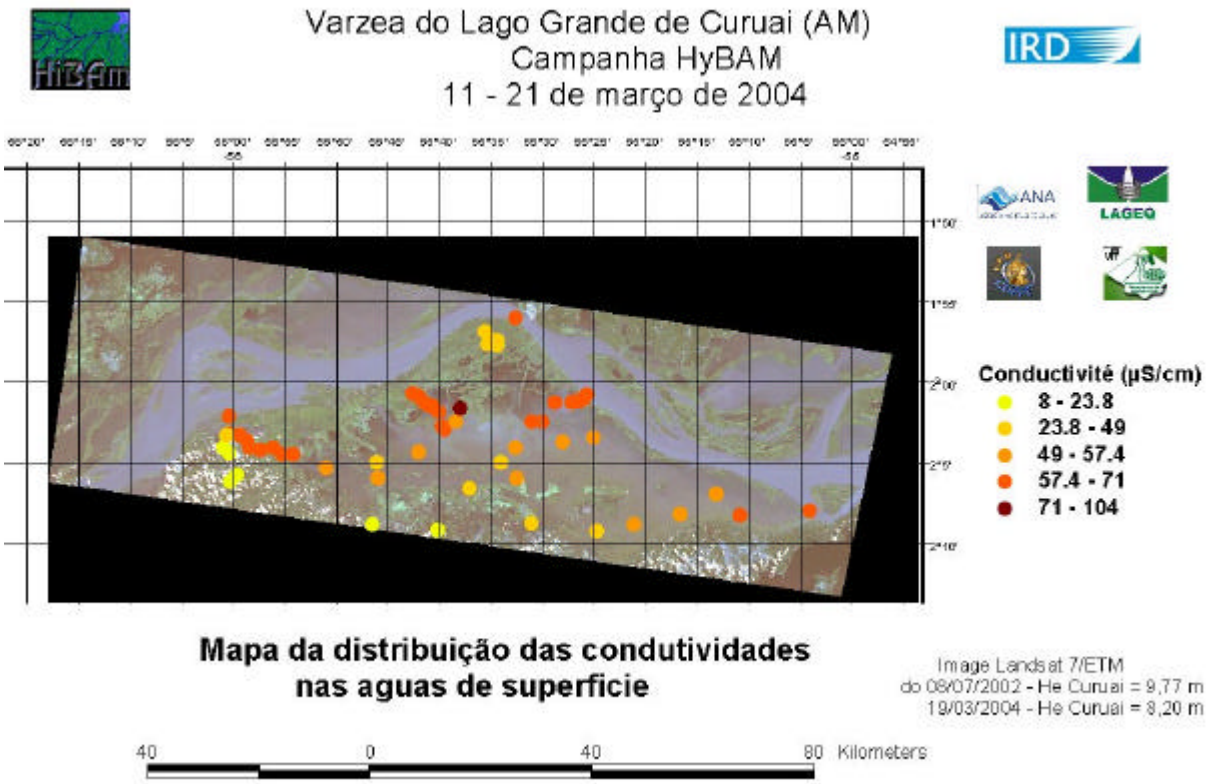
3.1.2.2. Geoquímica das águas da várzea de Curuai

Durante essa campanha foram coletados 61 amostras d'água para o controle das MES, condutividade, temperatura e pH, e 18 amostras d'água dentro da várzea, sem contar 1 sobre o Rio Negro, 1 sobre o rio Solimões, 1 sobre o Rio Madeira na foz, e 3 no rio Amazonas (em Parintins, em Óbidos, e a alguns km da Boca Leste da várzea). Todas as amostras foram filtradas sobre o barco, pouco após das coletas num ambiente específico, numa capela de ar "ultra-limpo", para análise de:

- Sais maiores (ânions, cátions),
- Clorofila a e feopigmentos
- Metais pesados traços (Ba, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Mo, Cd, Sb, U, V) e do mercúrio.
- Carbono orgânico dissolvido e particulado

As análises de anions, cations e metais pesados traço serão realizadas no Laboratório de Geoquímica da UnB (Profº. Geraldo Boaventura) e para suas intercalibrações no Laboratoire des Mécanismes de Transfert en Géologie (UPS, Toulouse, França).
As espécies fitoplanctônicas serão determinadas no Laboratório de Ecologia da UnB (Profª . Maria do Socorro) e no Laboratório de Limnologia da UFG (Profª . Ina de Souza Nogueira).
A Clorofila, os feopigmentos, o COD e o COP serão analisados por Patrícia Turcq (UFF e EEUU).
O observador da estação de referencia do projeto HIBAM em Obidos, durante os meses de janeiro, fevereiro e março não coletou água cada 10 dias para a rede de MES e uma vez mensal para analises de isótopos. Viajou e não deixou recado a outra pessoa; ele conseguiu coletar e filtrar só os dias 10 de fevereiro e de março para a rede ORE-HYBAM, esperando que ele respeitou as recomendações que deixemos para ele sobre o ponto de coleta, que precisa estar localizado mais perto da margem direita para não ter a assinatura do Rio Trombetas, nem da cidade.

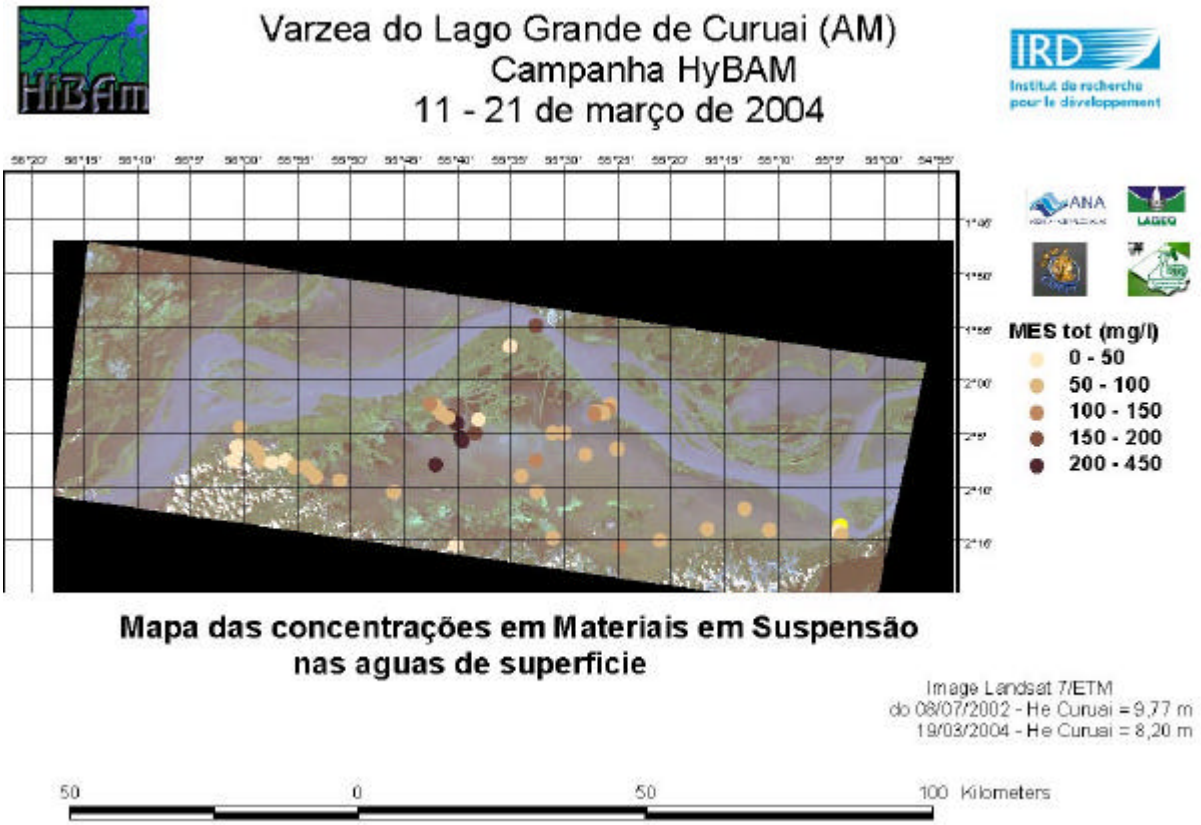
Distribuição da condutividade nas águas de superfície
O mapa seguinte apresenta a distribuição das condutividades nas águas de superfície da várzea de Curuai. As condutividades medidas durante essa campanha se encontram entre 8 µS/cm nos Igarapé Piraquara e Tabatinga do Salé (águas pretas) e 87 µS/cm, no Lago Miua. A condutividade media nos lagos de águas brancas é de 50 µS/cm e é mais fraca do que a condutividade medida no Rio Amazonas em Parintins (71 µS/cm) e na saída da várzea (62 µS/cm respetivamente).



A distribuição das condutividades nos lagos da várzea é heterogênea entre a parte norte e a parte sul. Se pode observar que na parte sul, a condutividade e menor à condutividade media

devido ao processo de diluição com as águas dos igarapés de águas pretas escoando das sub-bacias de terra firme; esse ano, o fluxo de entrada de águas das sub-bacias e terra firme foi muito importante comparado as entradas das águas pelo Rio Amazonas. E possível identificar os lagos mais isolados das entradas seja pelo Rio ou seja pelas águas de escoamento das bacias florestais, como o lago Miuá.
Nessa época, as águas do Rio Amazonas estão entrando na várzea por todos os igarapés e paranás da parte oeste e norte e estão saindo só pela boca do Lago Grande sobre 3 km de cumprimento, mais com fluxos fracos como as medições nos igarapés o provam.

Distribuição das concentrações em Materiais em Suspensão nas águas de superfície
A mapa seguinte apresenta a distribuição do material em suspensão nas águas de superfície da várzea de Curuai:



Os valores de concentrações em MES nas águas de superfície variam de 4 mg/l, no Igarapé Piraquara (águas pretas), a 229 mg/l, no Lago do Poção. A concentração das MES nas águas de superfície do rio Amazonas é mais elevada do que nos lagos de águas brancas na várzea (155 mg/l contra 112 mg/l em media nos lagos de águas brancas) devido ao processo de diluição das águas pelos aportes das sub-bacias florestais em época de chuvas, exceto no lago do Poção. Esse lago, onde se encontraram os valores máximas de concentração em MES, parece mais isolado ao mesmo tempo das entradas das sub-bacias florestais e do Rio Amazonas. Os valores mínimos de MES foram medidos nos lagos e igarapés de águas pretas.
Se pode observar uma diferença nas concentrações em MES entre a parte norte e sul da várzea: com concentrações mais baixas no Sul do Lagos Grande e Santa Ana. Essa heterogeneidade é devida ao processo de diluição das águas pelos aportes das bacias florestais localizadas sobre todo ao sul da várzea estudada.

3.2 Metas alcançadas

Todos os objetivos programados para essa campanha foram alcançados exceto as medições de vazão dos rios Trombetas e Tapajós, por falta de tempo, devido a dificuldades operacionais relacionadas ao funcionamento da embarcação de pesquisas. Alem dessas dificuldades de ordem logístico, nessa época do ano, a medição de vazão na estação de Oriximinas (R. Trombetas) não se pode interpretar porque esta localizada perto demais da confluência com o Rio Amazonas que forma uma barragem hidráulica.
Todo o trabalho previsto na várzea foi realizado. Um número importante de medições de vazão e perfis batimétricos dos igarapés da várzea foi realizado no objetivo de responder ao problema de calibração do modelo hidrológico dessa várzea.
Todos os objetivos programados para essa campanha com enfoque nos lagos de várzea foram alcançados, com destaque a coleta de 75 amostras de sedimentos superficiais de 2 lagos de águas pretas (Curumucuri e Açaí) e 3 lagos de águas brancas (Poção, Santana e Grande).

3.3 Incorporação de novas técnicas

- Coleta de águas em varias profundidades (até 60 m) sobre pelo menos 3 verticais das seções das estações hidrométricas de referência da rede ANA e HIBAM
- Otimização das medições de vazão com ADCP acoplado com um GPS
- Metodologia de medição de vazão sob a influencia da maré
- Medições dos metais pesados nas águas de superfície e de fundo dos lagos e nos sedimentos e especiação desses metais por fração (particular, dissolvida)

3.4 Geração de projetos e produtos

- Aquisição de dados para a modelagem hidrodinâmica e sedimentológica dos escoamentos dos Rios Solimões, Madeira e Amazonas.
- Aquisição de dados para a modelagem hidrológica, sedimentológica e geoquímica da várzea de Curuai.
- Caracterização da matéria orgânica produzida, sedimentada e processada nos lagos da várzea.
- Como informações adicionais para a caracterização do ambiente limnológico pretende-se num âmbito exploratório avaliar e comparar o metabolismo dos lagos de águas pretas e brancas.
- Levantamento de dados para interpretação das imagens satélite das várzeas e dos rios Amazonas, Negro e Solimões
- Projetos potenciais sobre estudos e modelagem da contaminação das águas do rio Amazonas (metais pesados, acidentes ambientais, mercúrio na Amazônia).

Esses resultados, depois do tratamento, serão objeto de apresentações em conferências, de publicações em revistas nacionais e internacionais e também serão publicados nos relatórios de teses dos vários estudantes que participaram das campanhas e das análises nos laboratórios (UnB e UFF).

4.Cooperação

Nesta campanha participaram 5 franceses, incluindo um estagiário, e 7 brasileiros, incluindo um técnico e um estagiário, num ambiente de respeito e cordialidade.

Da UFF, como novo parceiro do projeto HIBAM, contribuíram para este trabalho 1 Professor, 1 Pesquisadora IRD e 1 Aluna de Doutorado. No entanto, estão vinculados a este trabalho mais 1 Professor da UFF, 1 Pesquisador Bolsista ProFix, 1 Aluna de Mestrado e uma aluna de iniciação cientifica. Destacamos que com o sucesso amostral das campanhas realizadas pelo HYBAM visamos para o próximo ano a cooperação de mais alunos de Mestrado e Doutorado do Programa e Pós-Graduação em Geoquímica da UFF.

No desenvolvimento dos trabalhos, tanto no laboratório, medições e coletas de amostras quanto nas instalações de equipamentos, destacou-se o espírito de cooperação entre as equipes e o cuidado com a segurança e uso dos equipamentos adequados.
Ressaltamos que a cooperação entre pesquisadores franceses e brasileiros dentro do projeto HiBAm sempre foi de alto nível, procurando facilitar o apoio entre os participantes.
Antes e durante a campanha, tem-se procurado realizar reuniões nas entidades da região objetivando informar sobre os trabalhos a serem desenvolvidos, divulgar as pesquisas e incentivar a participação de pesquisadores da região no Projeto.

Gostariamos agradecer a participação ativa e o forte apoio operacional e logístico do pessoal da CPRM durante a campanha. Nossos agradecimentos vão também à tripulação do Barco Cap. Dários e a todos os observadores das redes hidrológica e geoquímica ao longo dos rios percorridos e da Várzea do Lago Grande de Curuai, cuja colaboração se mostrou altamente relevante para o sucesso desta campanha.

A participação da CPRM - Serviço Geológico do Brasil, através de sua Superintendência de Manaus, em projetos científicos do porte do HIBAm deve ser ampliada, buscando o fortalecimento institucional e o desenvolvimento de Rede de Pesquisadores, voltados ao estudo dos condicionantes hidrológicos e geológicos da grande Bacia Amazônica, gerando conhecimento e capacitação técnica.
Espera-se, com as próximas expedições, que seja possível a formulação e execução de projetos de pesquisa em parceria com os pesquisadores do HIBAm. Ainda em caráter embrionário pode-se vislumbrar, a curto prazo, a concepção de projetos voltados ao monitoramento da qualidade das águas (superficiais e de abastecimento) das cidades do médio Amazonas, e a caracterização geológica (reconstituição paleoambiental e geográfica) da Várzea do Lago Curuaí.

Brasília, 10 de abril de 2004

Eurides de Oliveira	***Laurence Maurice Bourgoin***
Coordenador brasileiro do projeto HIBAM no Brasil	Coordenadora francesa do projeto HIBAM no Brasil

Foto 01: Participantes de expedição HIBAM de março de 2004. Manaus-Manacapuru-Santarém. Da esquerda para direita, no alto, Otávio (UFRJ), Bosco (CPRM), Elias (tripulação), Beto (tripulação), Marcelo (ANA), Marcela (UFF), Marcelo (UFF), Patricia (IRD/UFF), Marie (LMTG/IRD), Michel (IRD), Maurrem (ANA); em baixo, Julien (IRD), Graça (tripulação), Sérgio (tripulação), Eugênio (tripulação), Laurence (IRD) e Eurides (ANA).