



Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**Avaliação e monitoramento de
ecossistemas aquáticos por
sensoriamento remoto: lagos
da planície de inundação
amazônica e reservatórios de
hidroelétricas**

**Coordenação-Geral de Observação
da Terra - OBT**

Sensoriamento Remoto de ecossistemas aquáticos



Objetivos

Desenvolver metodologias utilizando SR para melhorar o conhecimento dos ecossistemas aquáticos naturais e artificiais (reservatórios).

Naturais

Entender a dinâmica de circulação de água na planície de inundação amazônica (volume e composição) e monitorar a evolução espaço temporal dos processos de alterações na qualidade da água.

(Rio → integrador dos processos que ocorrem na bacia)

Artificiais

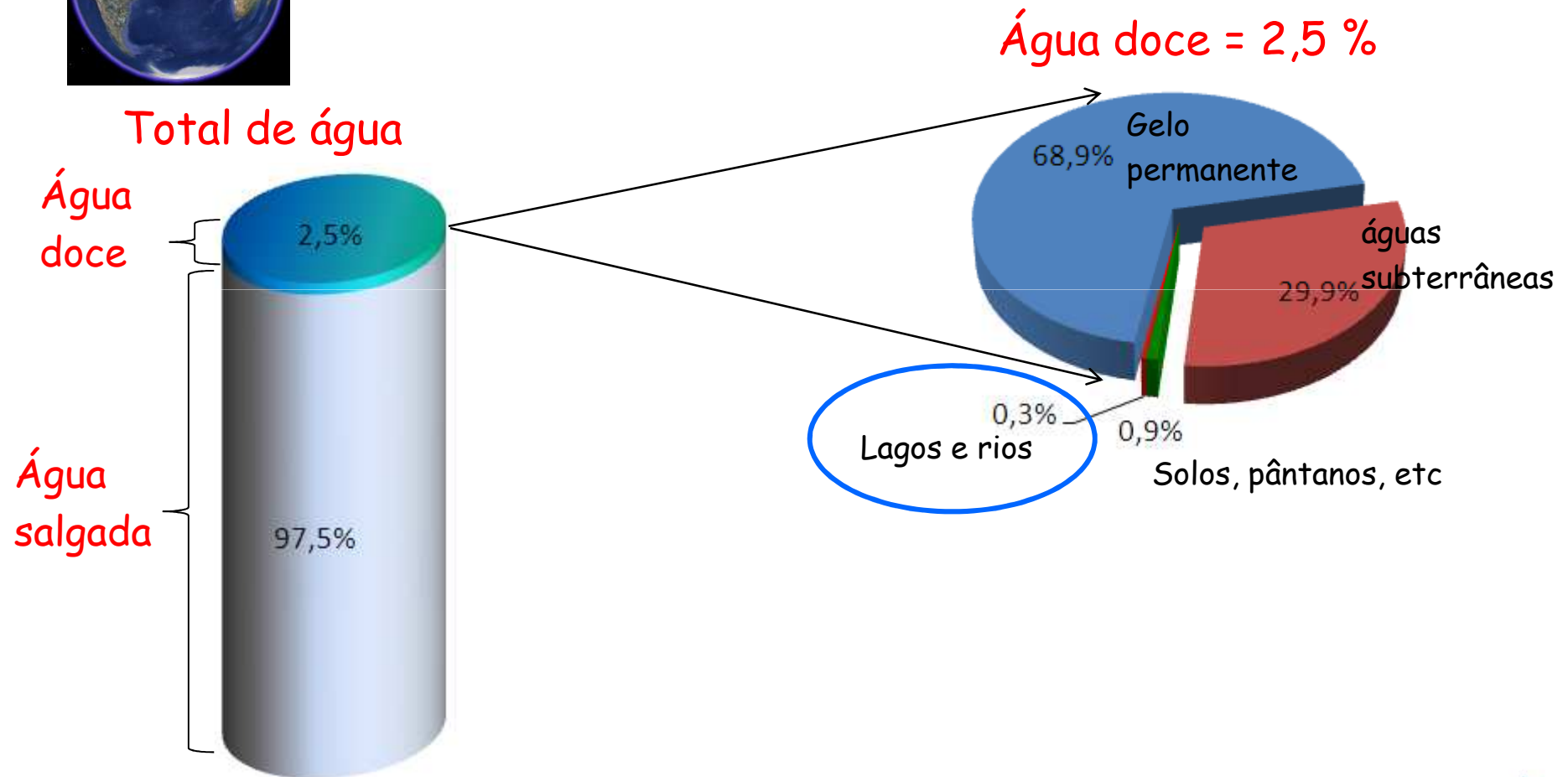
Dar subsídios para a determinação da emissão dos gases de efeito estufa em reservatórios: CO_2 e metano.



Motivação - Reservas de água na Terra



Apesar ~ 2/3 coberta por água



Serviços proporcionados pelos ecossistemas



US\$ 33 trilhões serviços fundamentais



Áreas úmidas;
US\$ 4.9 trilhões



Florestas;
US\$ 4.7 trilhões

O custo de preservar muito INFERIOR do restaurar

Área Úmidas



Áreas de estudos



Ecossistemas aquáticos naturais:



Ecossistemas aquáticos artificiais



Projetos



Ecossistemas aquáticos naturais:



Ecossistemas aquáticos artificiais



Pós graduação INPE



Cooperações acadêmicas



Ecossistemas aquáticos naturais

Planície de inundação amazônica



Projetos FAPESP

- 2002-2003
- 2003-2005
- 2009-2011

GEOMA
2007-????

Futuros

Novo FAPESP

Fundo Amazônia ???

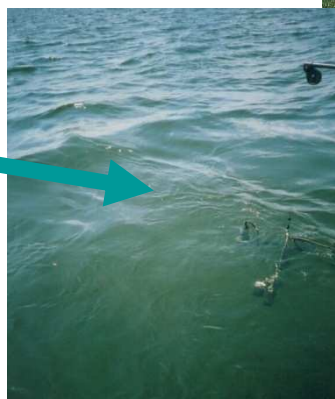
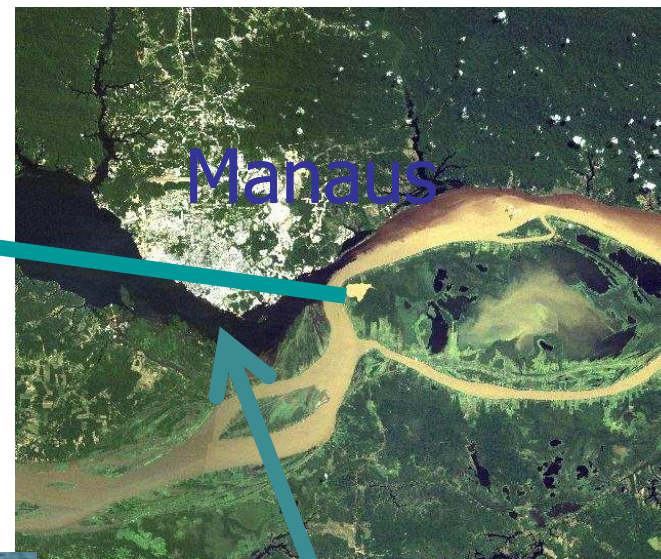


Exemplos de estudos para desenvolvimento de metodologias

Como o SR ajuda a inferir sobre a qualidade da água?



Água branca(Rio Amazonas)



**Água clara
(Rio Tapajós)**

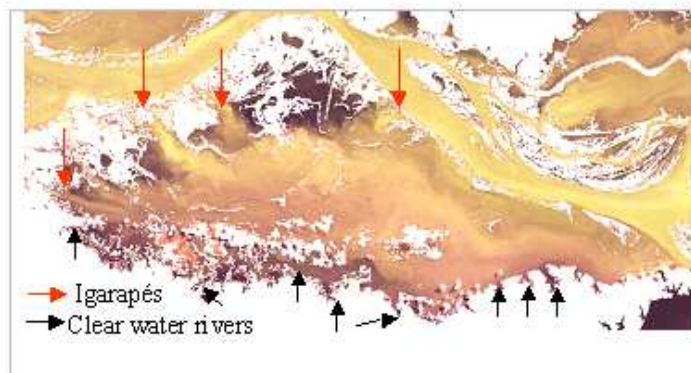


**Água preta
(Rio negro)**

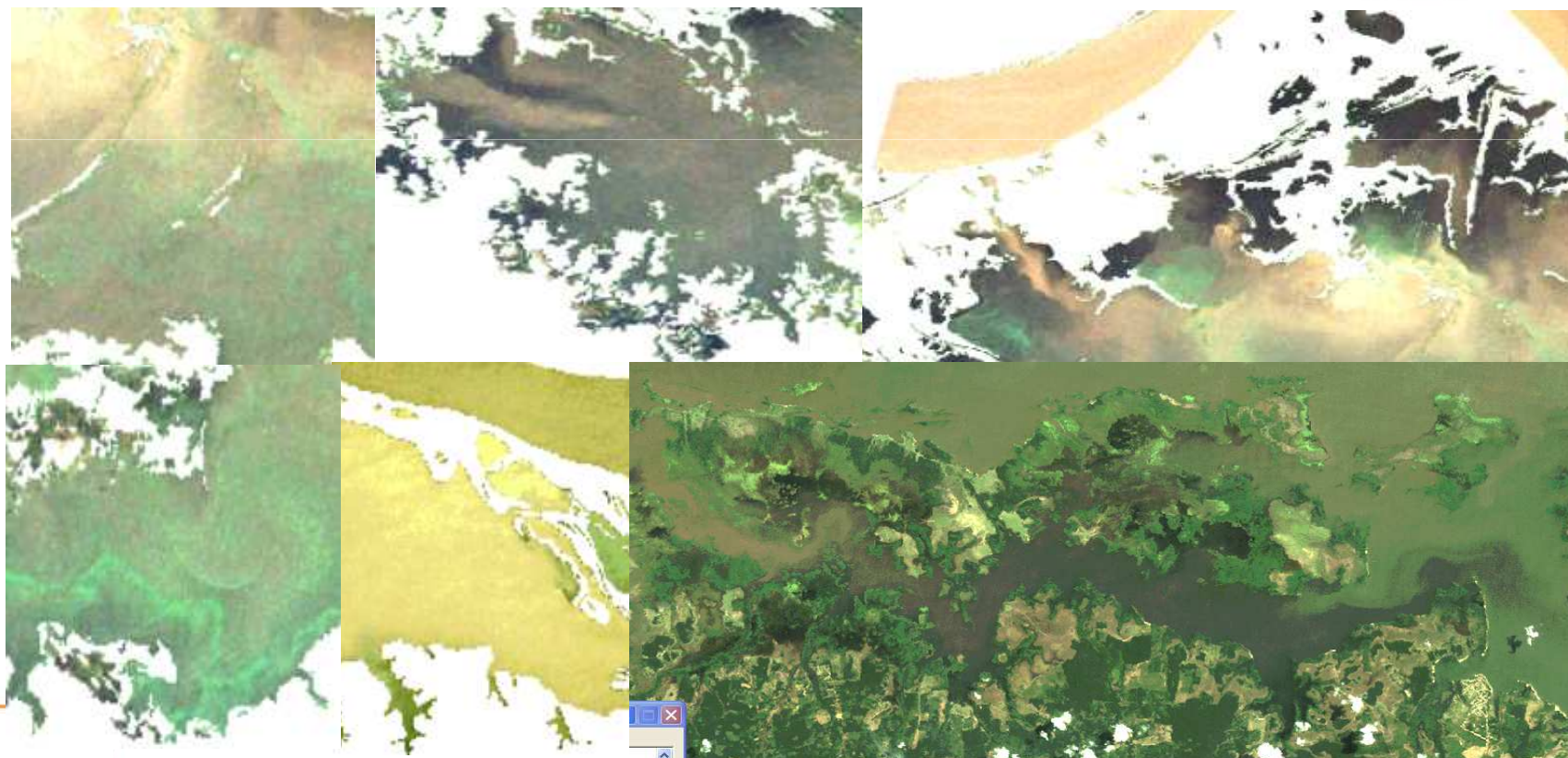
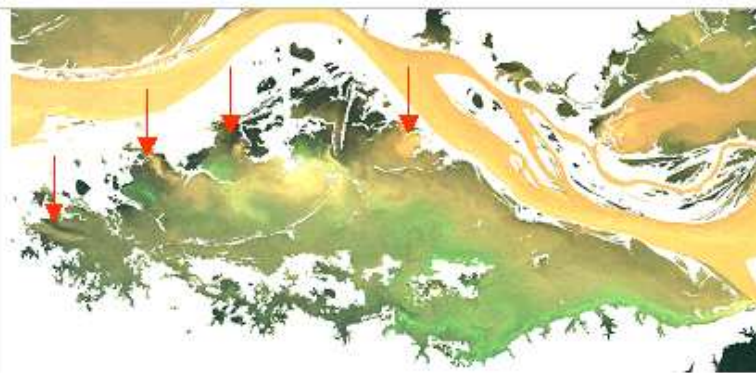
Composição da água em diferentes anos



1999



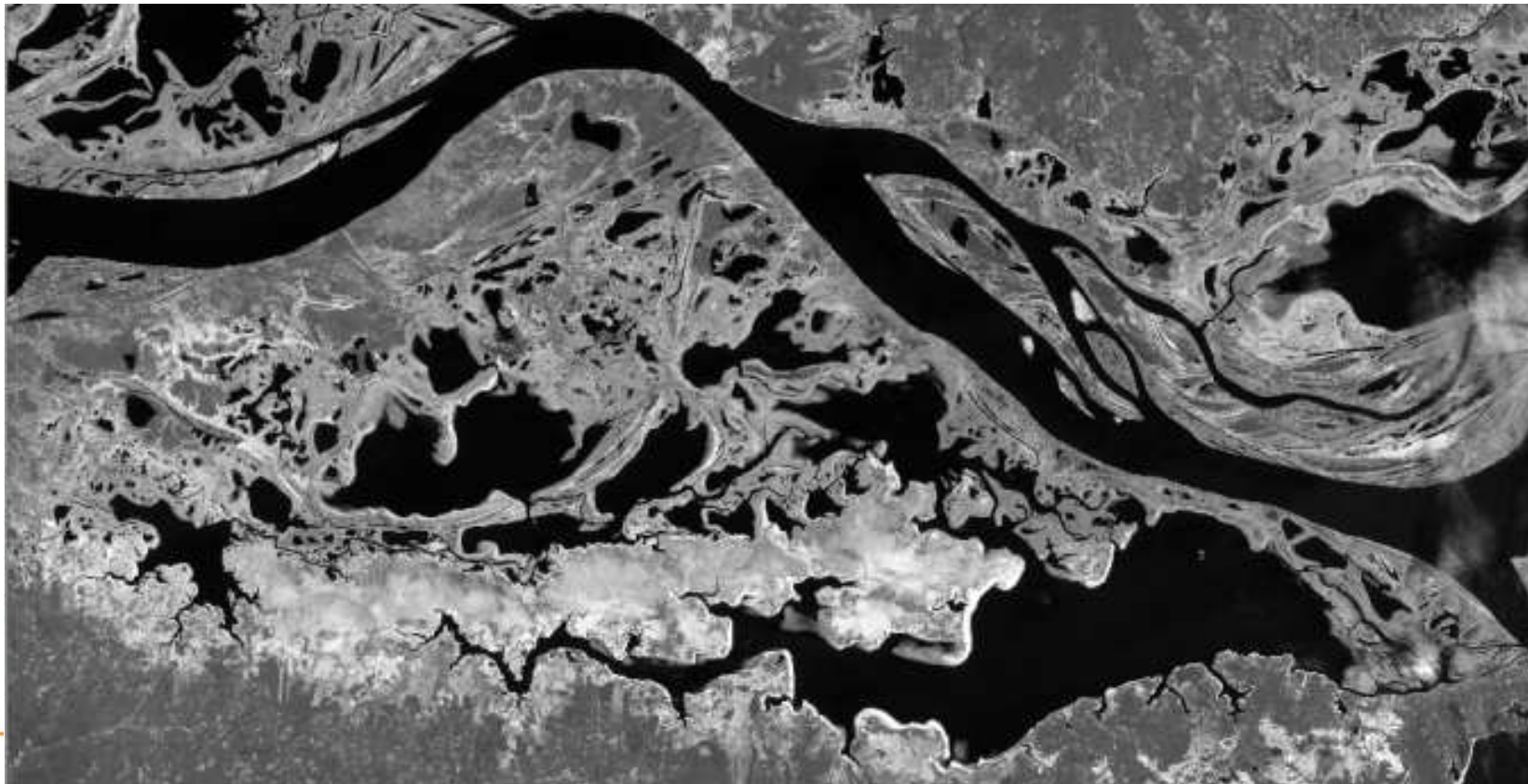
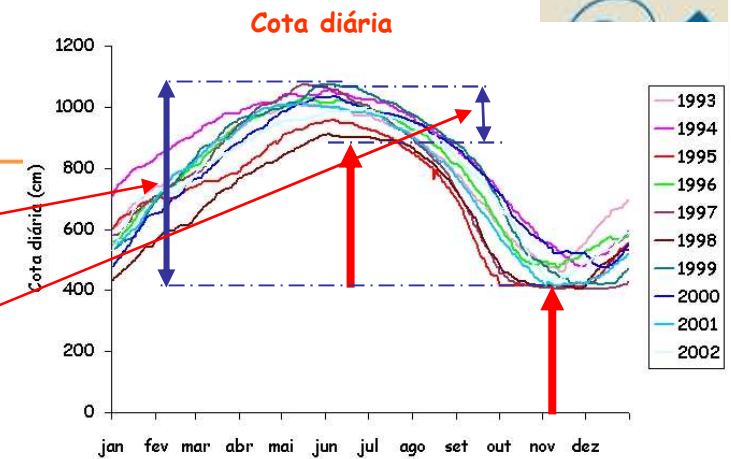
2002



Dinâmica de inundação

Amplitude anual de 7 metros

Flutuação inter anual 2 metros



Como coletar amostras de água, para validar os modelos/resultados de SR, que sejam representativas da dinâmica de água na planície de inundação ?

Analise exploratória: definição da dinâmica do sistema

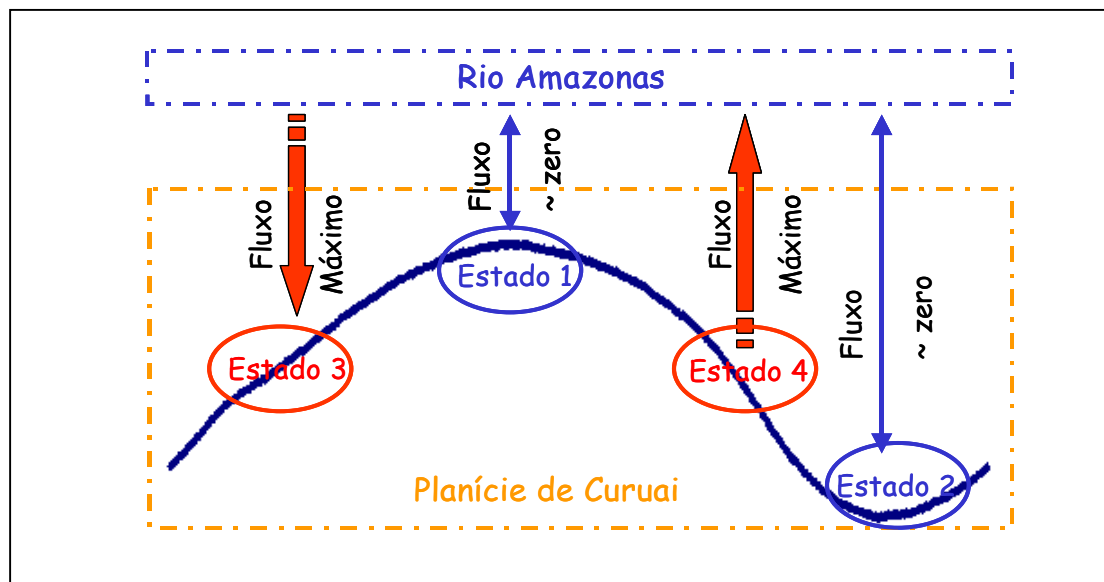


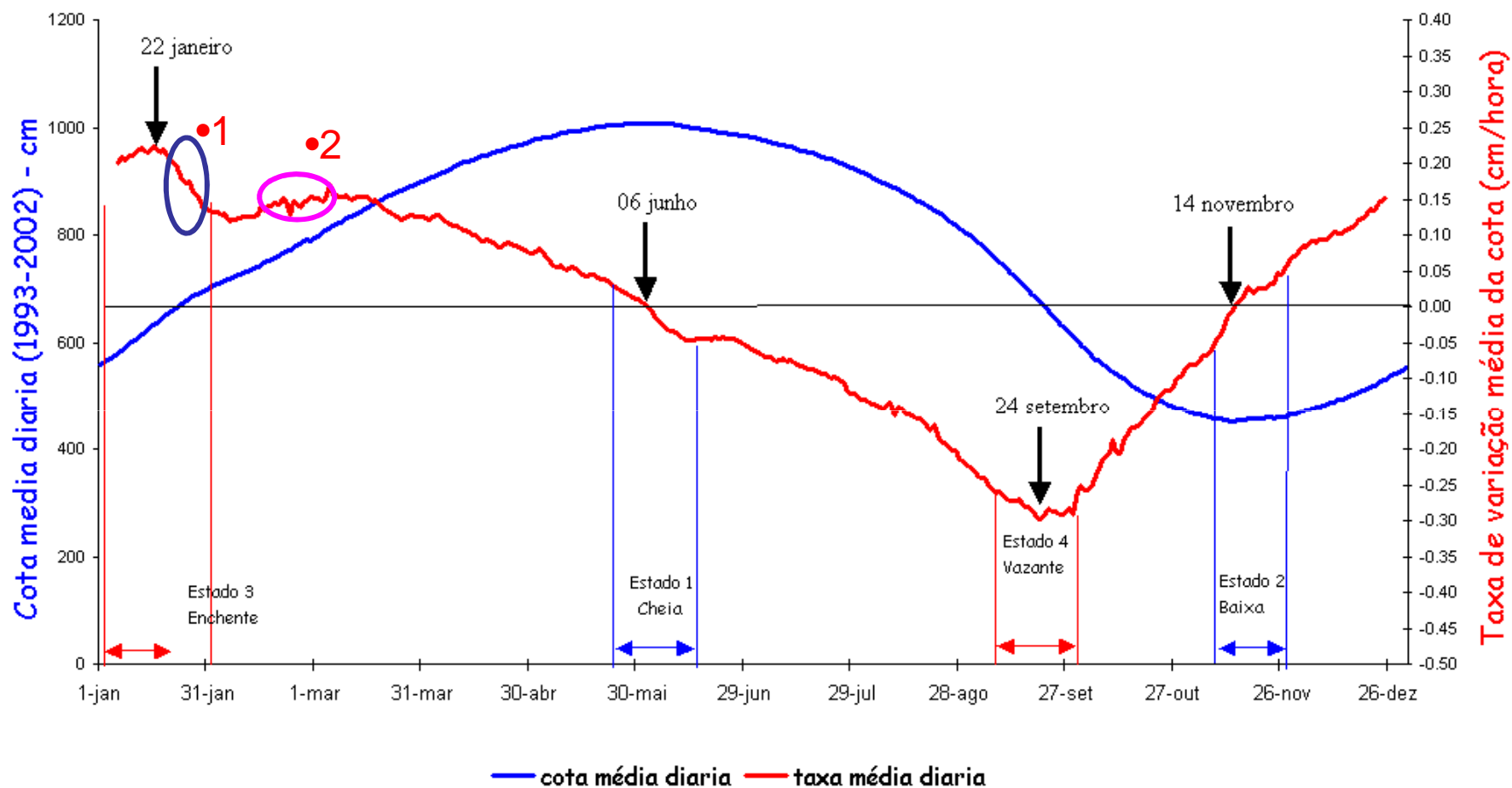
Abordagem:

Rio \leftrightarrow Planície \rightarrow sistema de 4 estados (dinâmica de nível de água)

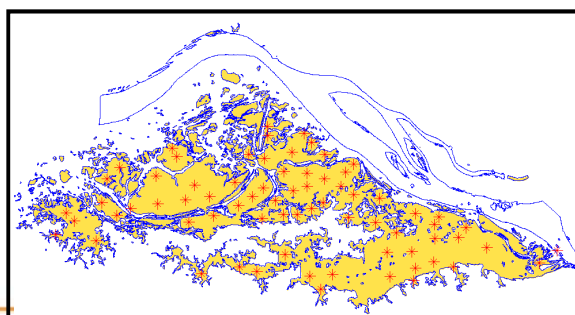
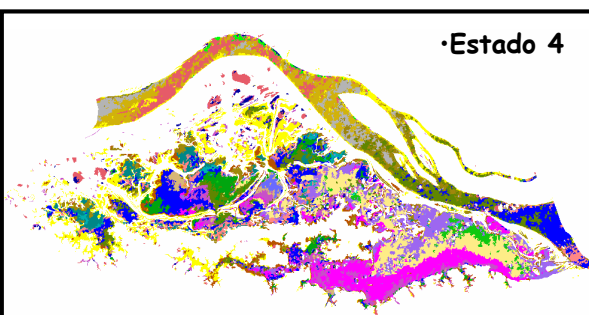
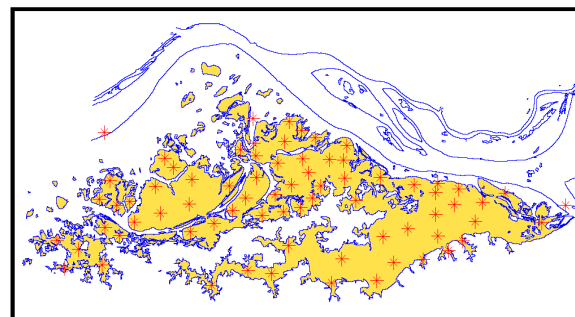
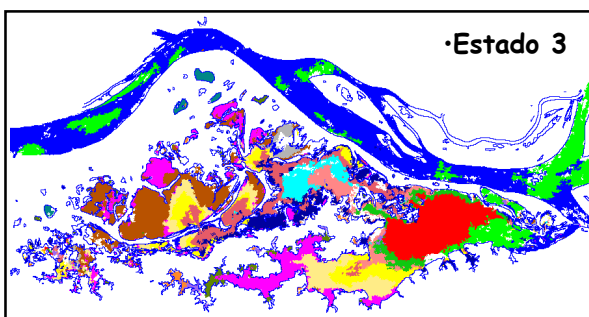
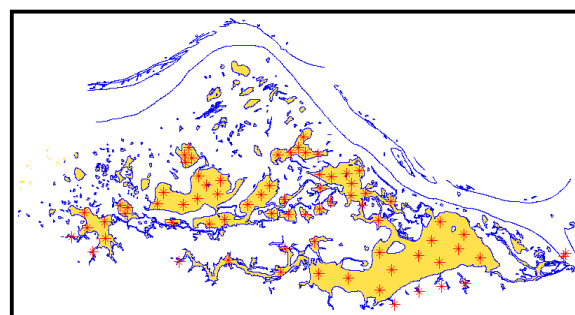
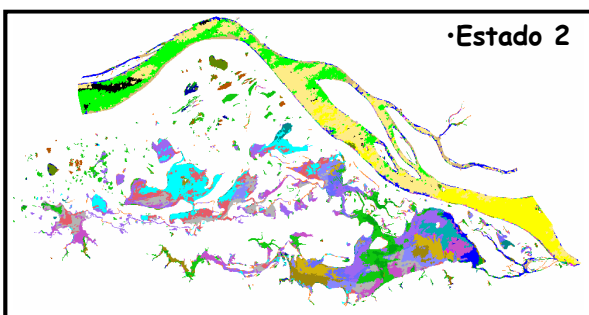
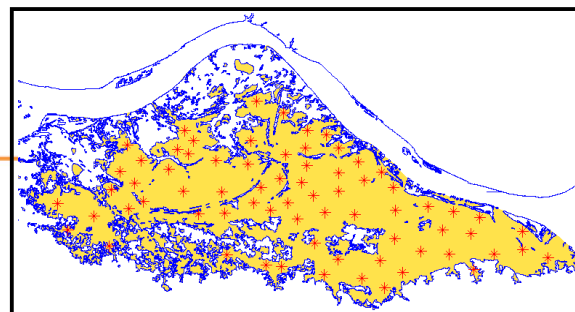
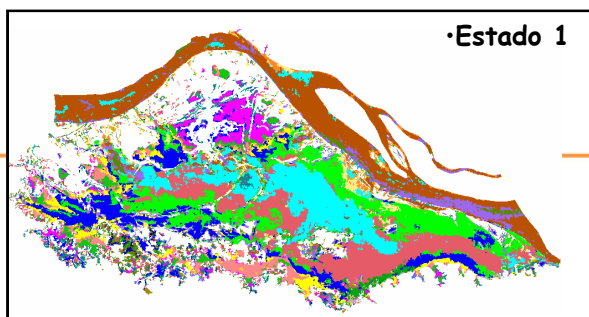
Estados 1 e 2 Estabilidade

Estados 3 e 4 Instabilidade





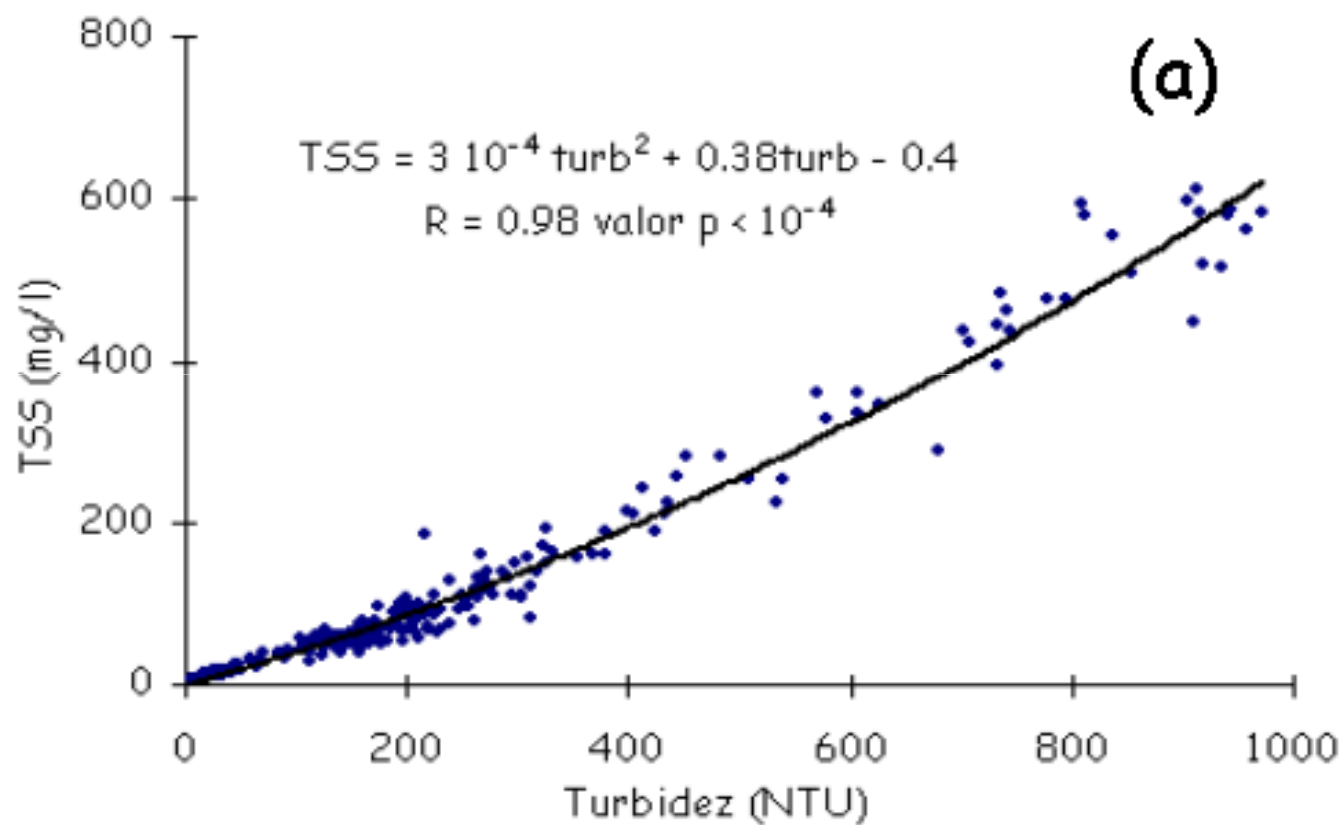
<i>Estado do sistema rio/plânie</i>	<i>Estado 1</i> (cheia)	<i>Estado 2</i> (baixa)	<i>Estado 3</i> (enchente)	<i>Estado 4</i> (Vazante)
Períodos adequados	27/05 a 16/06	04/11 a 24/11	12/01 a 01/02	14/09 a 04/10



**~70 amostras para
análise de laboratório**

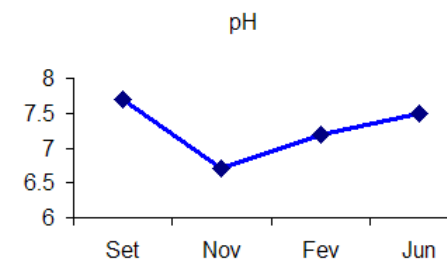
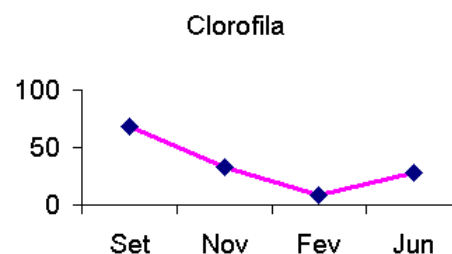
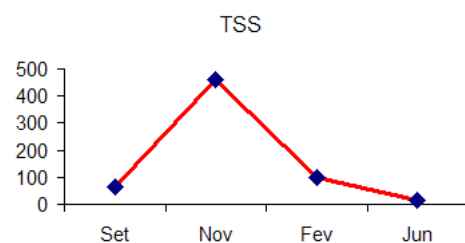
**+ ~130 medidas
somente em campo**

Interpolação de parâmetros correlacionados



Síntese de parâmetros coletados

Measures	Fieldwork campaign			
	(state 4)	(state 2)	(state 3)	(state 1)
In Situ				
Conductivity, Dissolved oxygen, Turbidity, pH, Secchi depth, Total depth, Temperature, Radiometric	208 points	202 points	221 points	256 points
In Laboratory				
Chlorophyll, DOC, DIC, TSS e fractions	72 points	73 points	74 points	76 points
Total Nitrogen			29 points	32 points
Total Phosphorus				



Infra estrutura utilizada



Infra estrutura



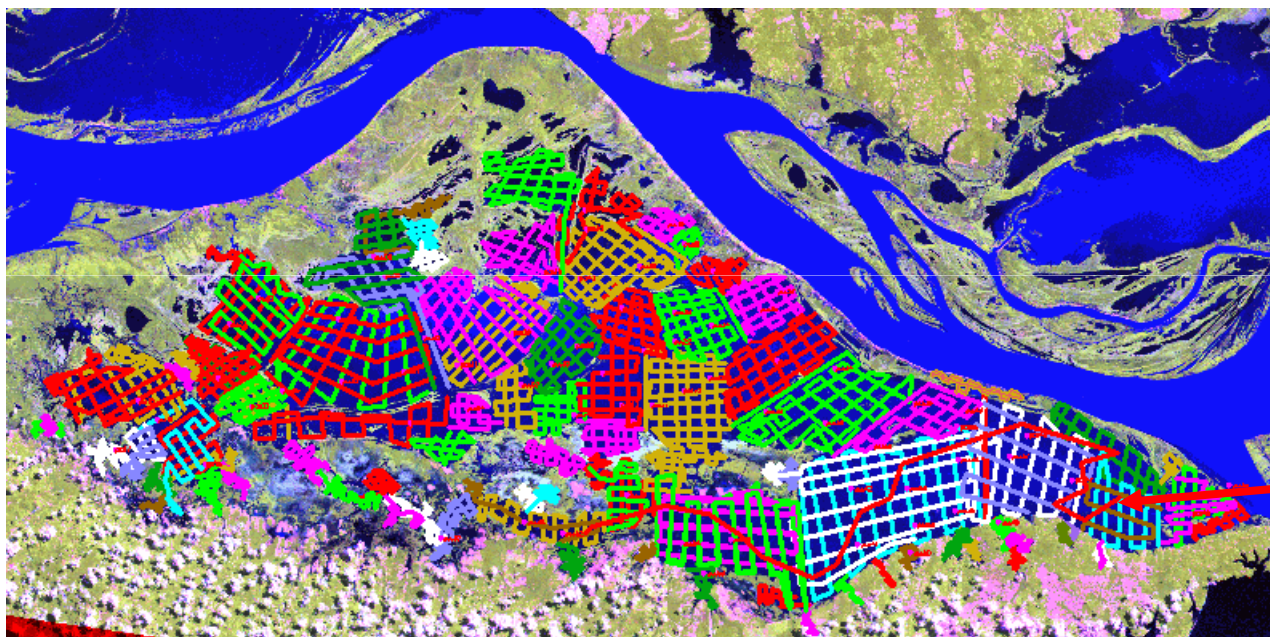
(a)



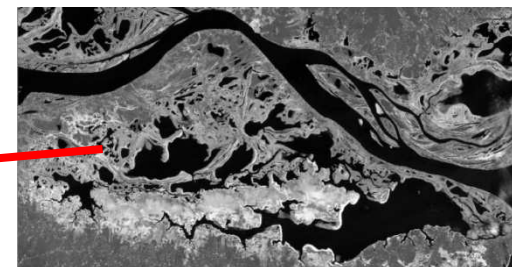
(b)



21 dias de campo : 5000 Km de transectos

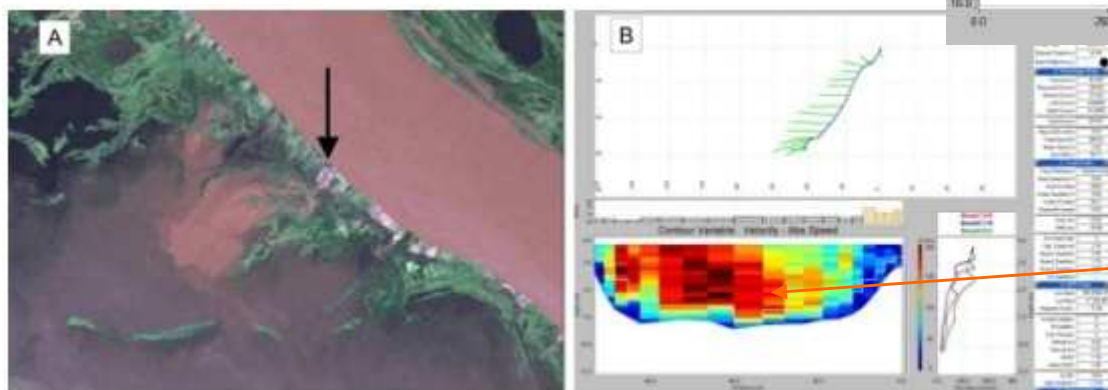
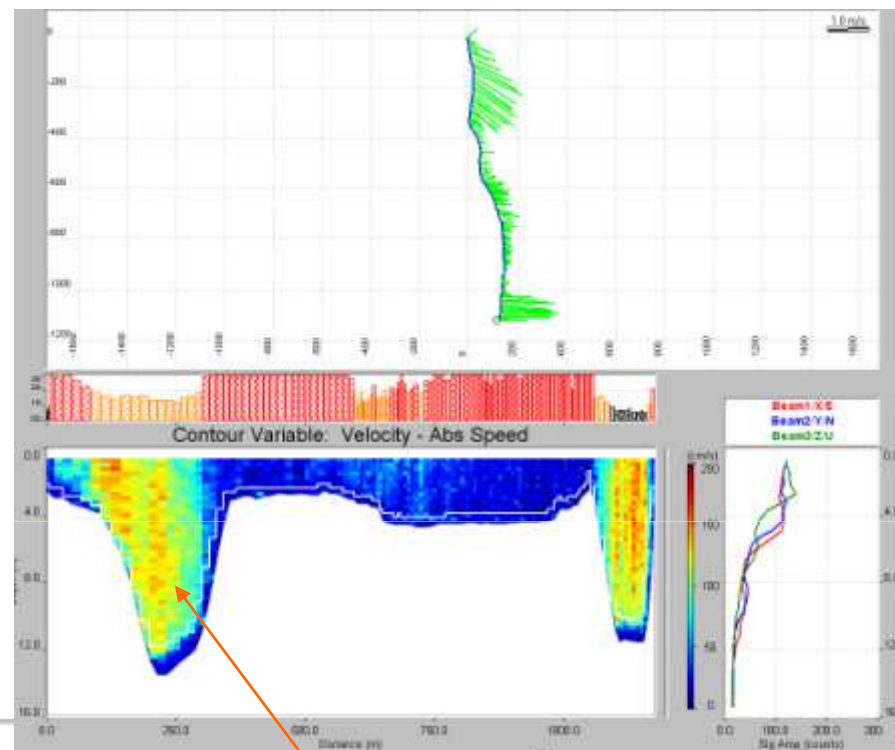
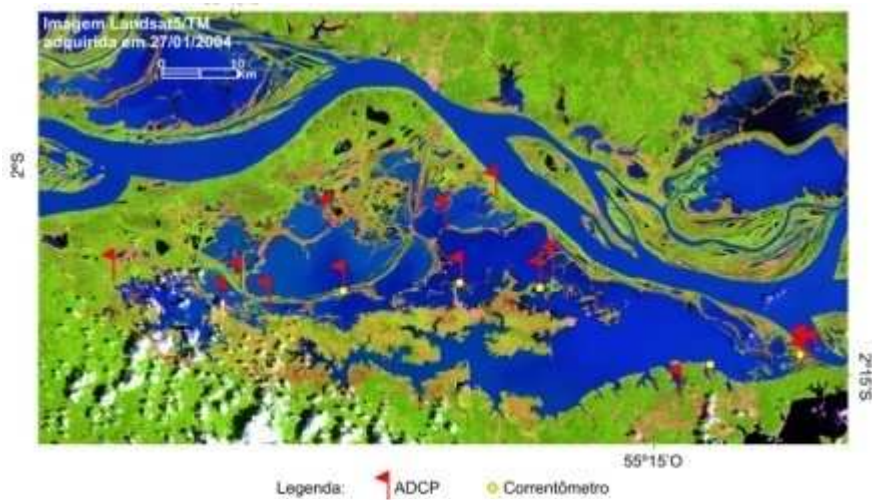


A densidade dos transectos foi definida pelo relevo da planície



Barbosa et al. 2006

Water flux - ADCP - Acoustic Doppler Current Profilers

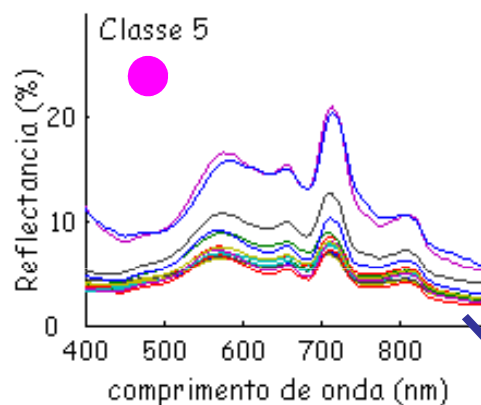


Speed in water column

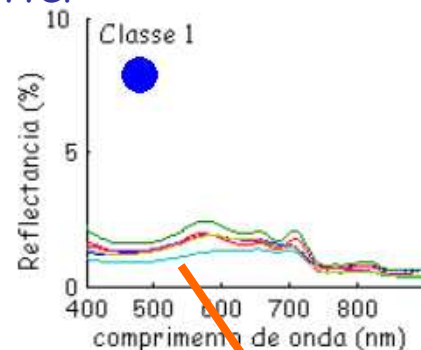


Os espectros são moldados pela composição de massas de água

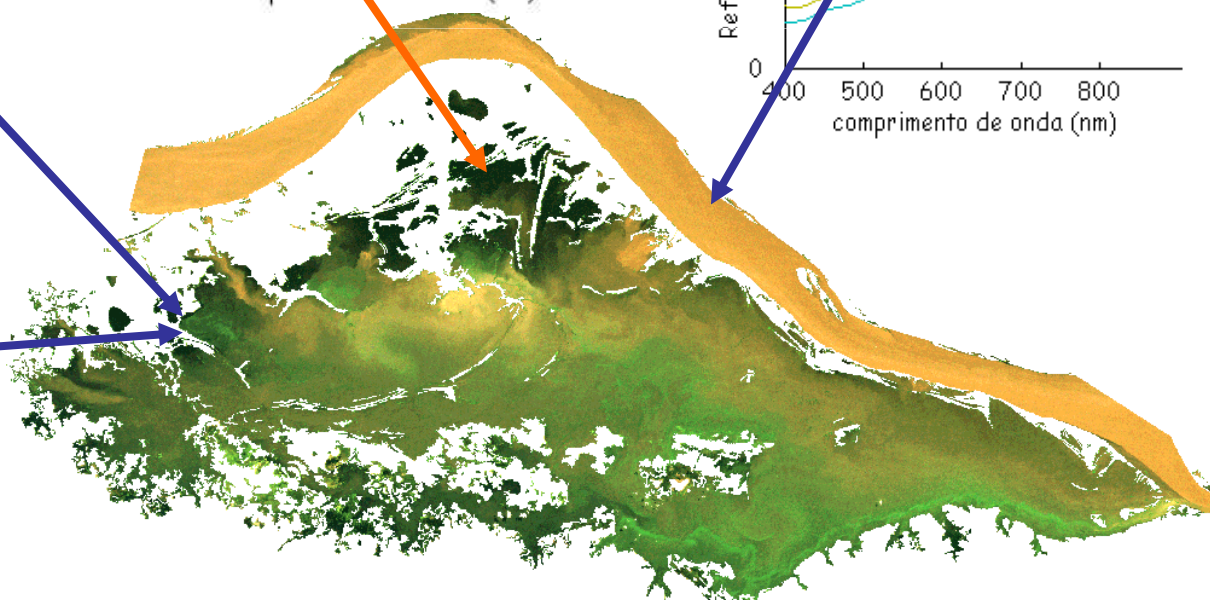
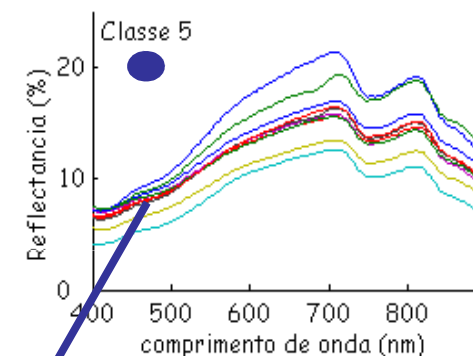
Characteristic spectra of high chlorophyll concentration



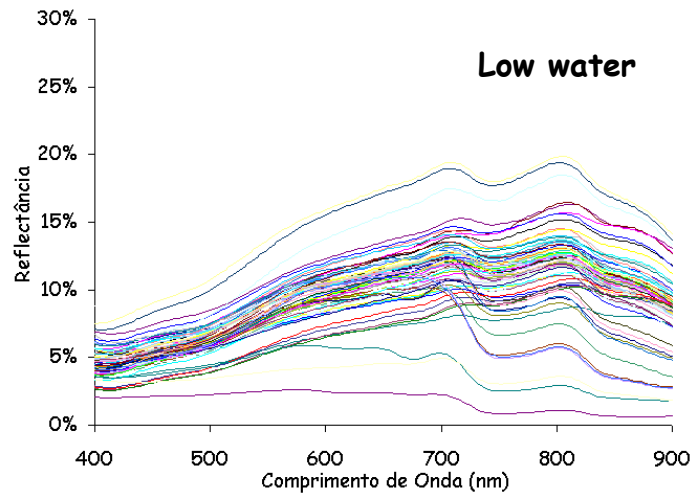
Characteristic spectra of dissolved organic matter



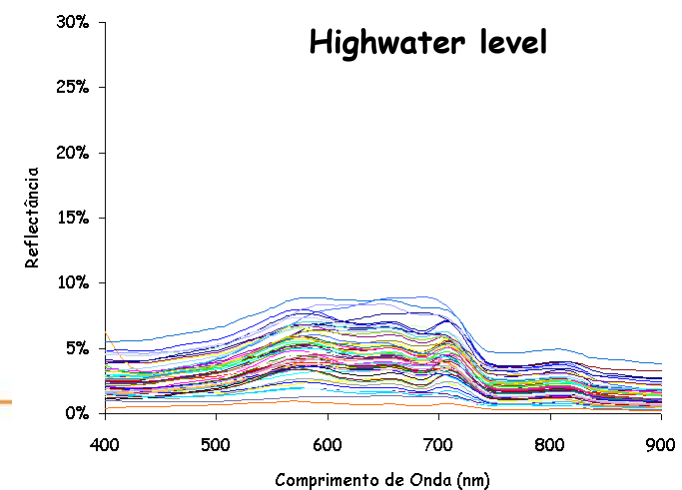
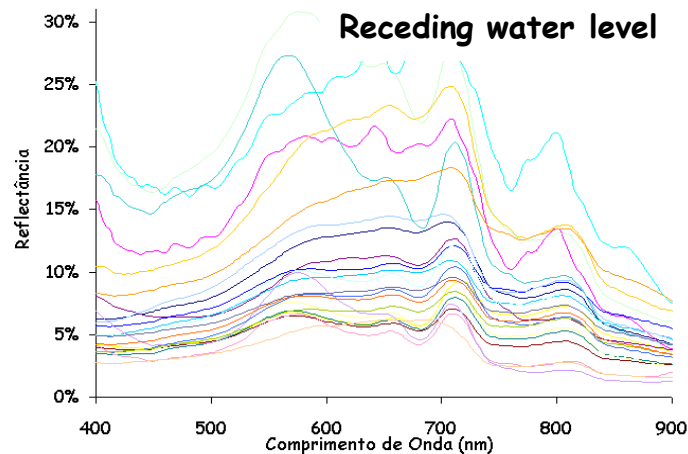
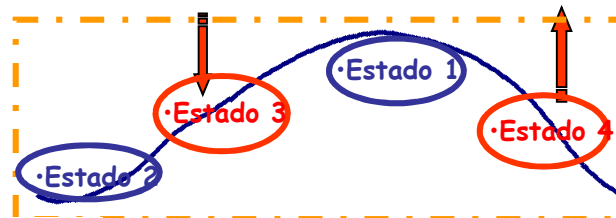
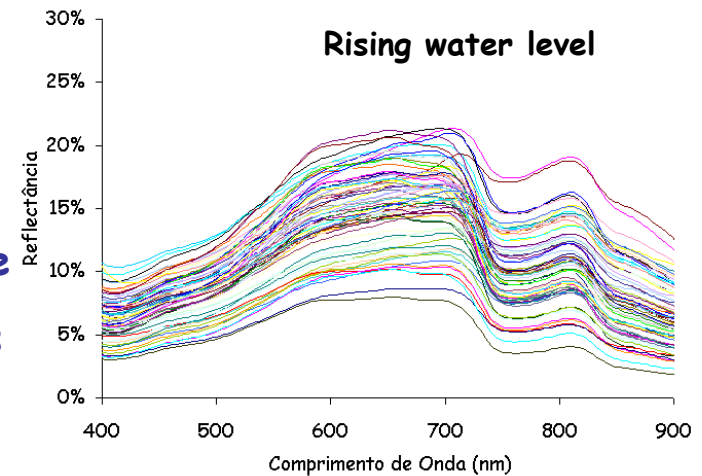
Characteristic spectra of High inorganic suspended sediment concentration



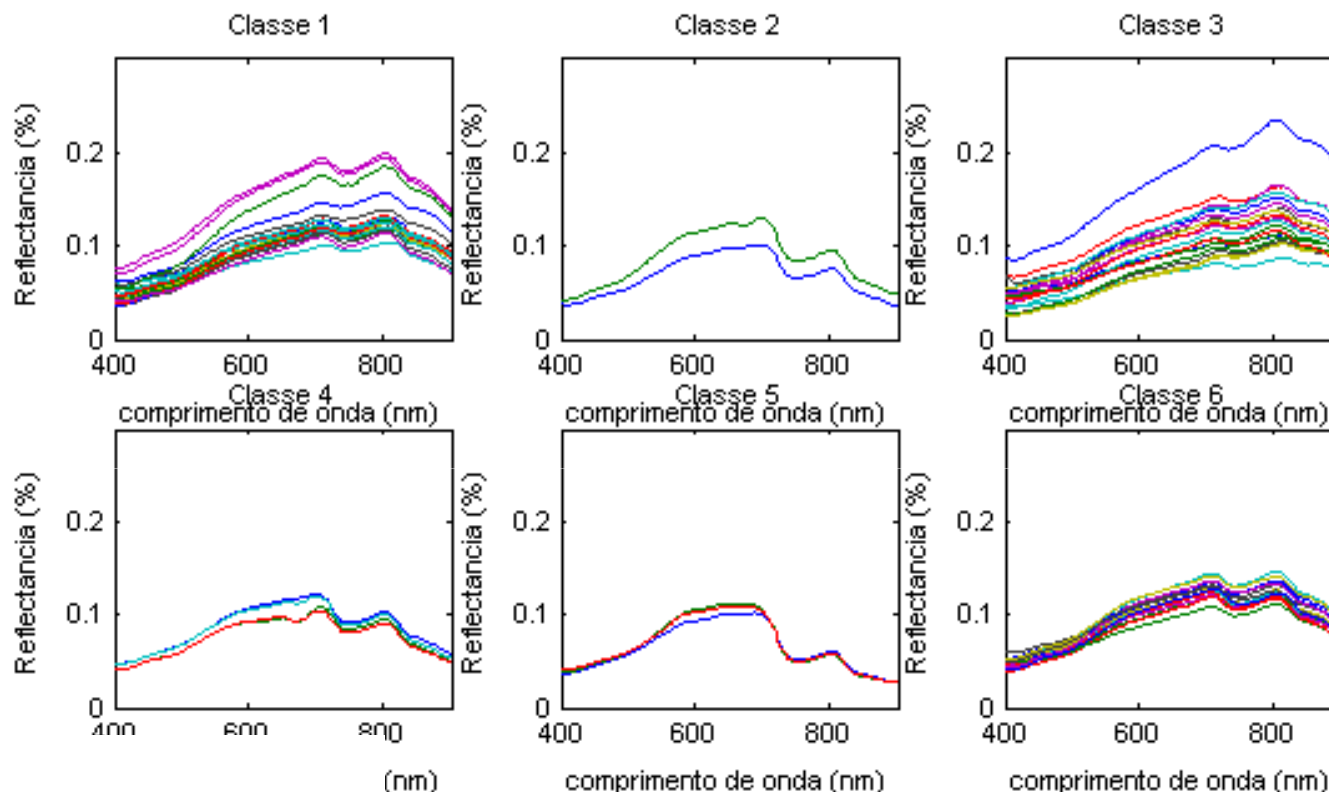
Efeitos da dinâmica de composição sobre a resposta espectral das massas de água



Afeta a amplitude e
forma dos espectros



Agrupamento baseado em Spectral Angle Mapper (SAM)

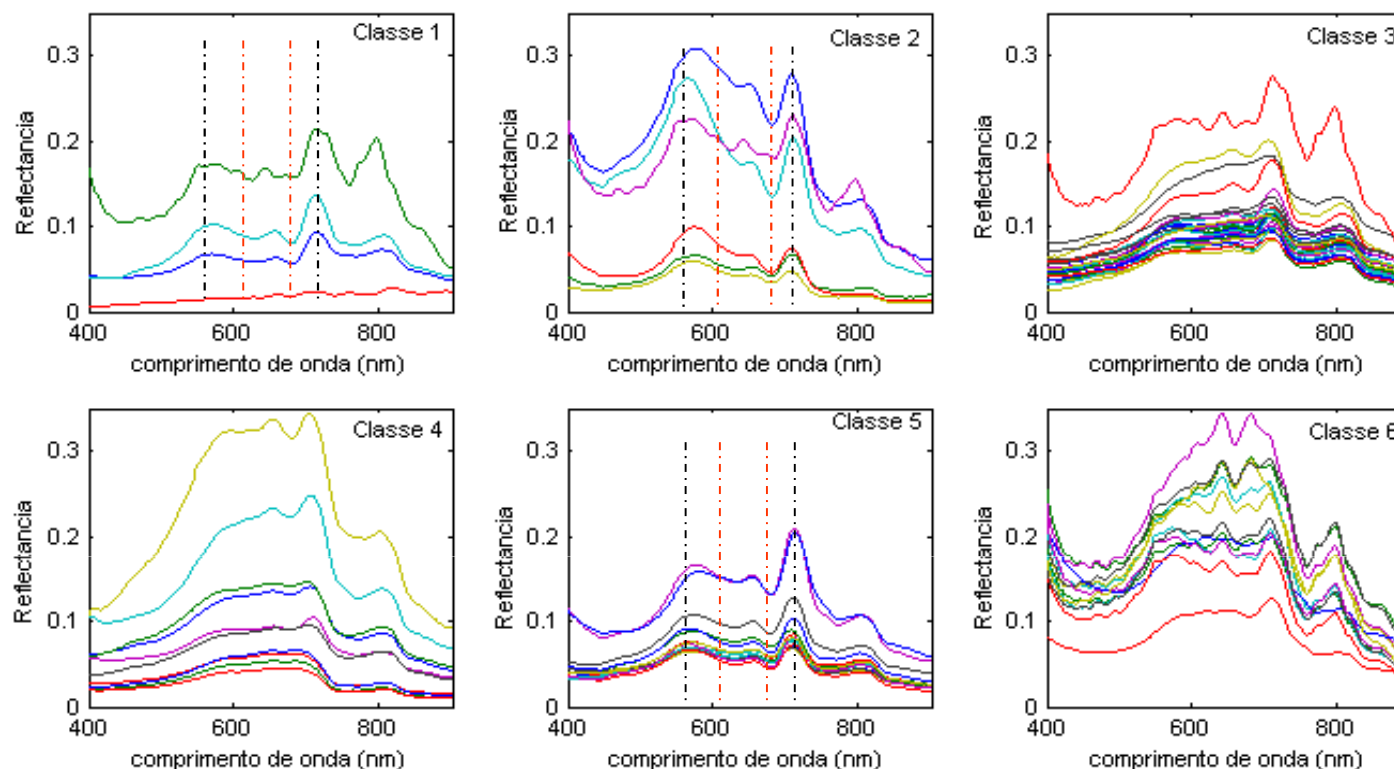


Água
Baixa

•Características limnológicas

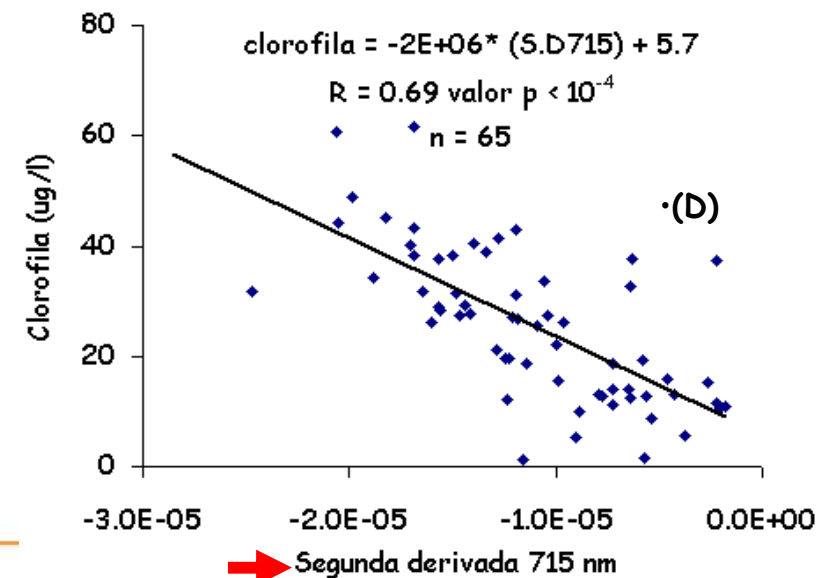
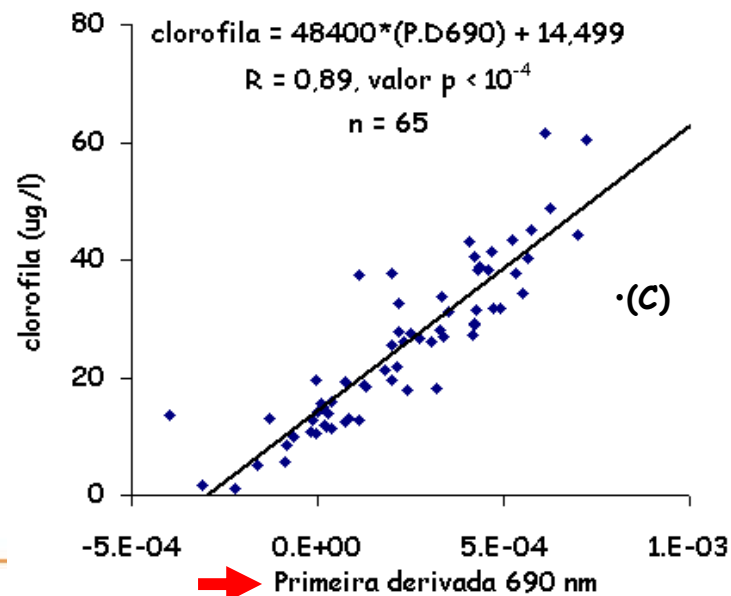
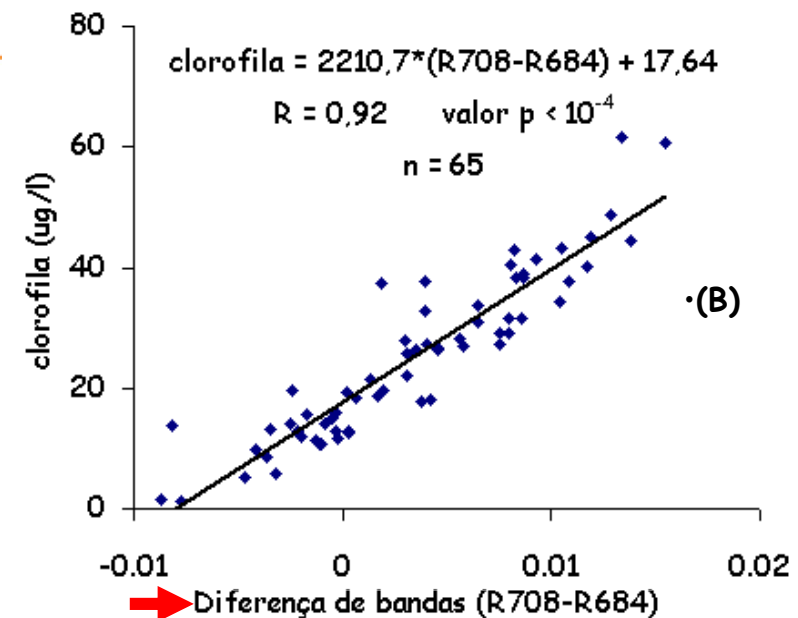
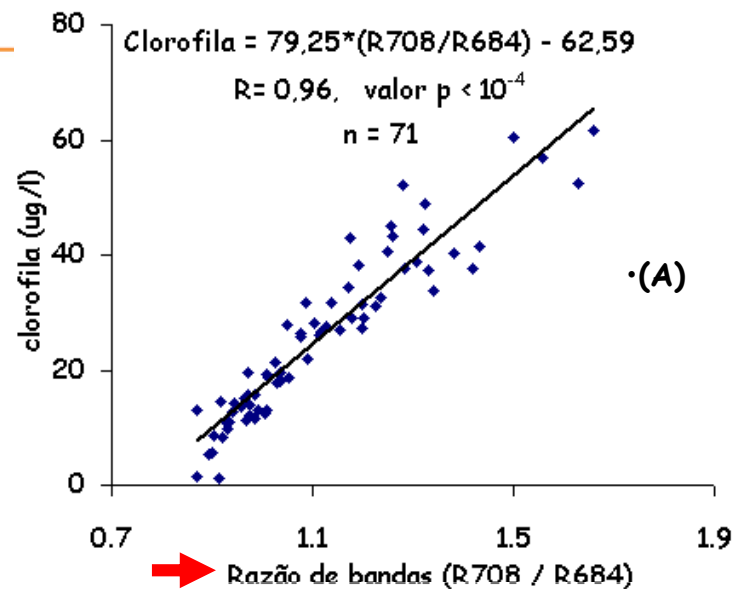
	TURB	TSS	TSI	TSO	TSO/TSS	TSO/TSI	CLORO	cloro/TSS	CID	COD
→ C1	947	578.12	518.85	74.34	0.13	0.14	31.33	0.05	6.26	7.29
→ C2	296	145.23	114.75	15.02	0.10	0.13	16.35	0.11	4.28	11.45
→ C3	1084	682.89	680.41	96.09	0.14	0.14	39.36	0.06	6.58	7.79
→ C4	342	184.18	160.11	28.53	0.15	0.18	39.45	0.21	4.36	7.88
→ C5	206	83.06	61.71	6.97	0.08	0.11	6.24	0.08	4.92	14.05
→ C6	743	427.87	357.56	54.49	0.13	0.15	28.06	0.07	6.36	6.45

Agrupamento baseado em (SAM) descida da água



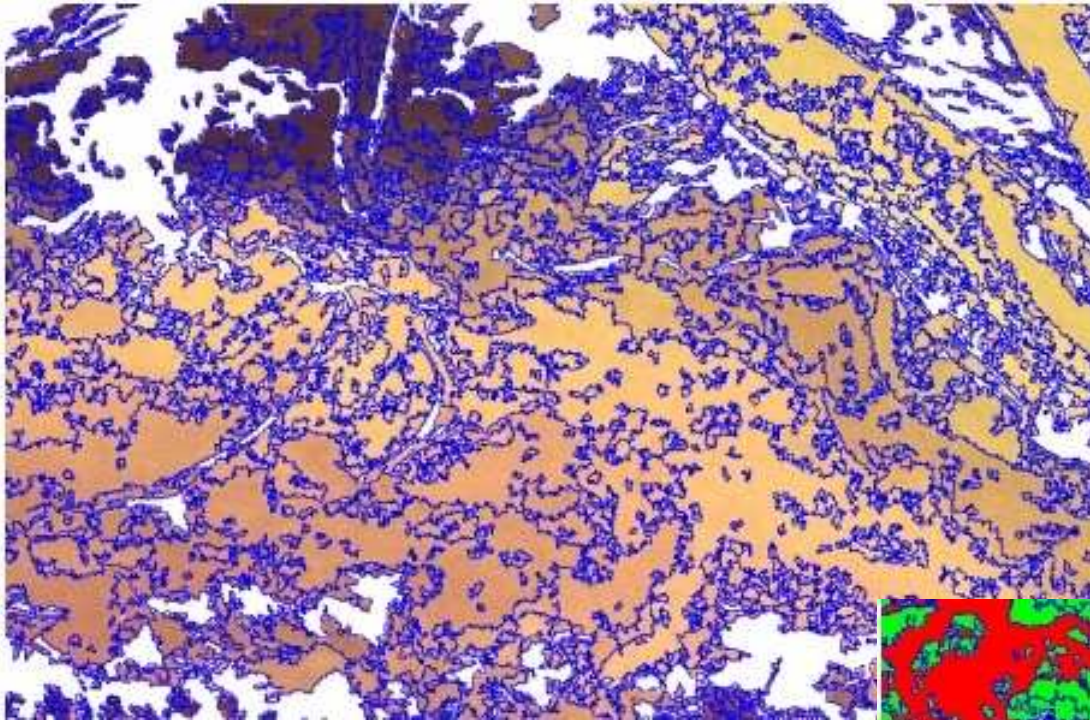
	TURB	TSS	TSI	TSO	TSO/TSS	TSO/TSI	CLORO	cloro/TSS	CID	COD
C1	202	87.52	56.69	30.84	0.35	0.54	204.30	2.33E-03	15.04	6.56
C2	87	39.30	23.82	15.48	0.39	0.65	89.75	2.28E-03	10.29	4.74
C3	205	95.08	76.81	18.27	0.19	0.24	63.31	6.66E-04	11.46	6.04
C4	161	65.17	54.38	10.79	0.17	0.20	25.57	3.92E-04	12.18	5.25
C5	124	52.69	35.59	17.10	0.32	0.48	91.86	1.74E-03	10.75	4.75
C6	151	55.08	40.41	14.66	0.27	0.36	61.62	1.12E-03	8.33	5.20

Chlorophyll concentration (empirical models)

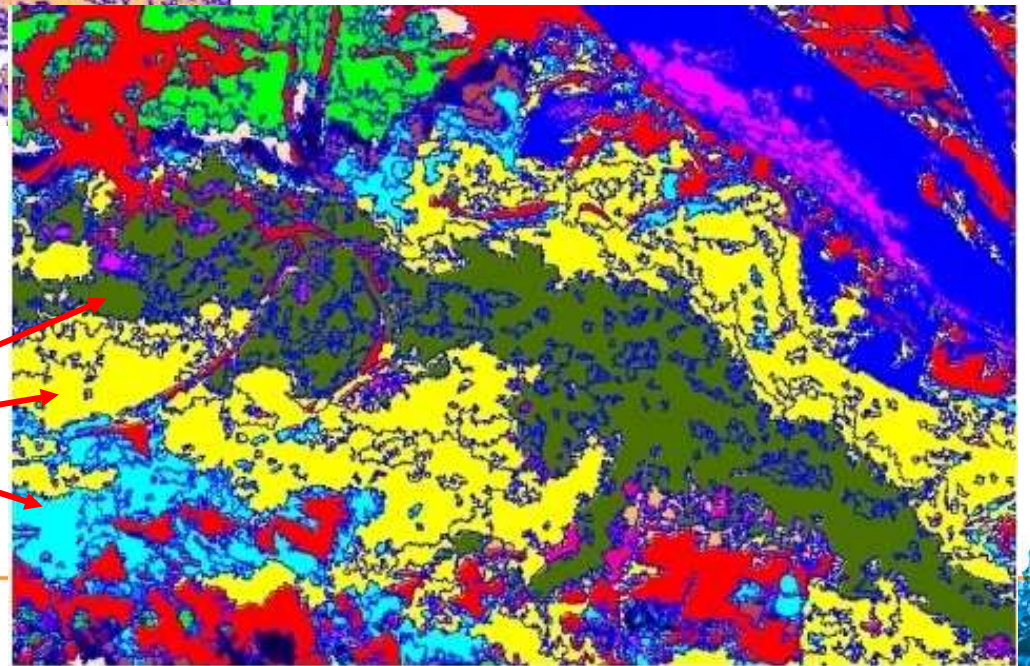


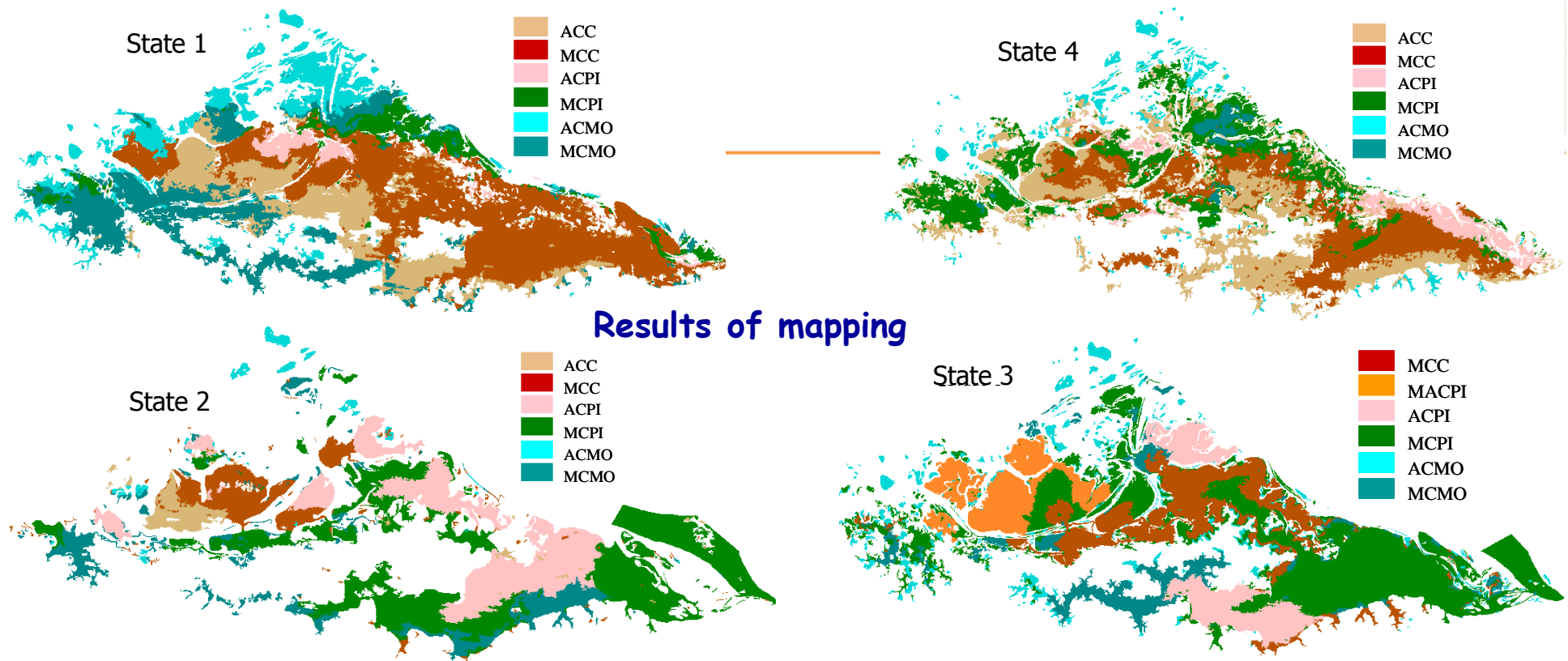
Delimitação, caracterização e quantificação de massas homogêneas de água em diferentes fases do ciclo hidrológico.

Delimitação espacial das massas homogêneas de água



Massas homogêneas de água





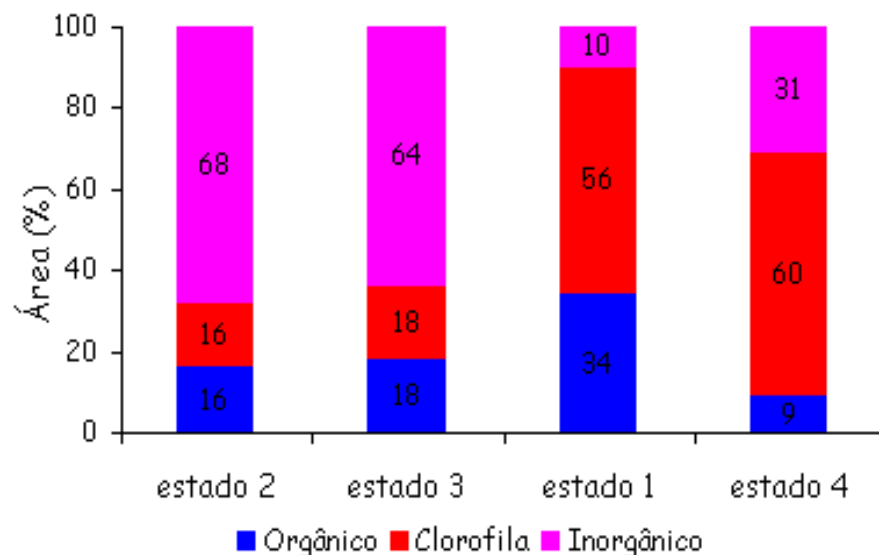
Legend

ACC - High Chlorophyll Concentration;
 MCC - Medium Chlorophyll Concentration
 ACPI - High Inorganic Particle Concentration
 MCPI - Medium Inorganic Particle Concentration
 MACP - Very High Inorganic Particle Concentration
 ACMO - High Dissolved Organic Matter Concentration
 MCMO - Midium Dissolved Organic Matter Concentration

Componente dominante : responsável pela resposta espectral



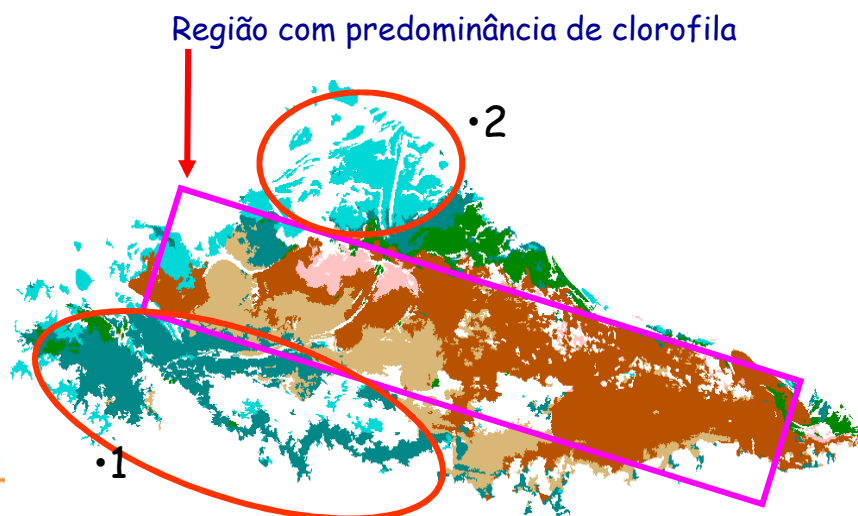
•Campanhas



Inorganic: **states 2 e 3** (~66%)
(458 e 94 mg /l)

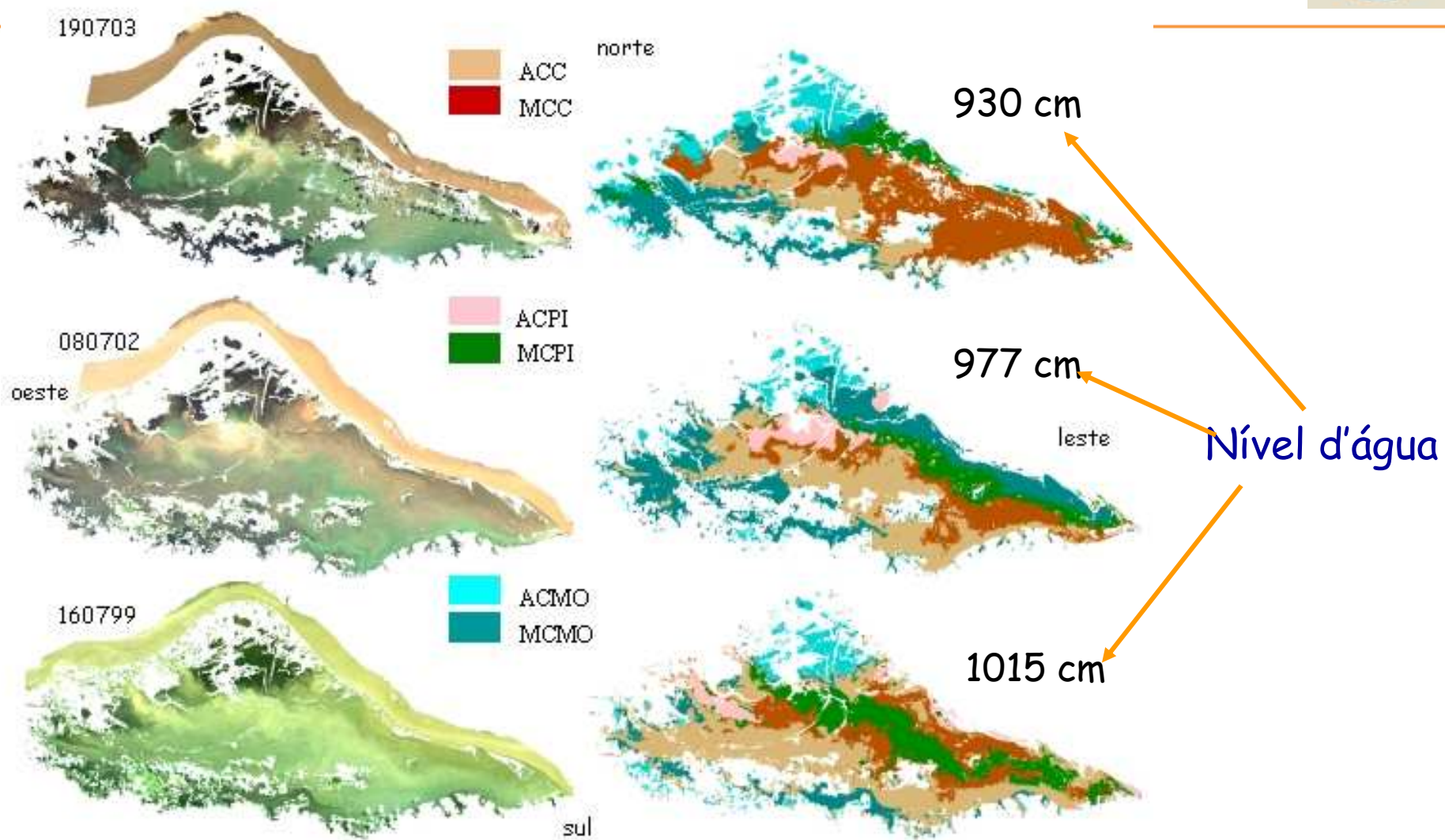
•Chlorophyll: **states 1 e 4** (~58%)
• (28 e 68 µg/l)

- State 2 = low state 3 rising
- State 1 = high state 4 decline



Major area with high
organic concentration occurs
in low water

Sequência Multi temporal - período da cheia



Predominância de clorofila é recorrente na cheia

*Identificação de possíveis padrões espaciais dos
parâmetros de qualidade de água relacionados com
processos induzidos pelo pulso de inundação*

Limnology (2010)

Dinâmica espaço temporal de TSS

Limnology (2010)



↓ depth

↑ wind

resuspension => High TSS

• Depth and Wind

• Dominant pattern

•> 50% ($M \pm 1DP$)

smooth variation (homogeneity)

• State 2
• (Low water)



• Gaussian

• O que significa ajustar-se a um certo modelo?

• **Gaussian**: The data has smooth spatial variation pattern, no abrupt transitions (High spatial continuity).

• **Exponential**: suggest that there is gradual transition between patterns

• **spherical**: evidence of a dominant spatial pattern with clear transition point.

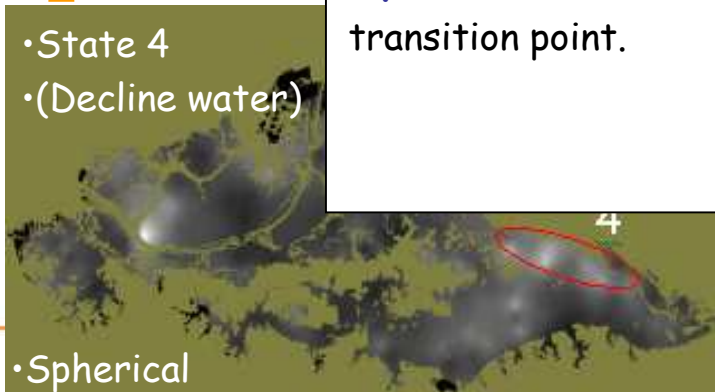
• State 3 Dying water •36 •mg/l •360



uction in both
thern/southern borders
dual transition

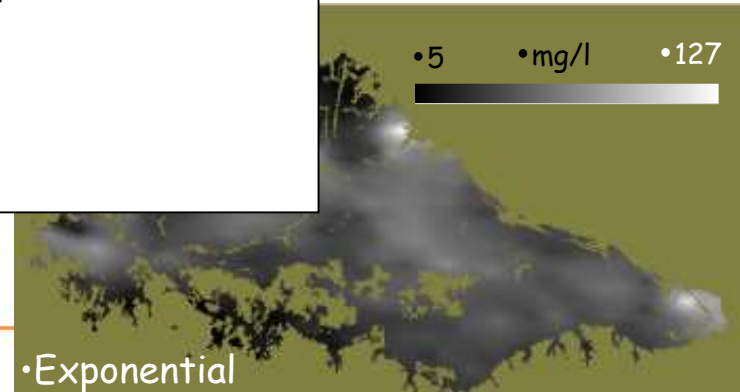
• State 4
• (Decline water)

↑
• +7 times
• depth
• resuspension
• Gradual transition



• Spherical

•5 •mg/l •127



• Exponential

Dinâmica espaço temporal de clorofila

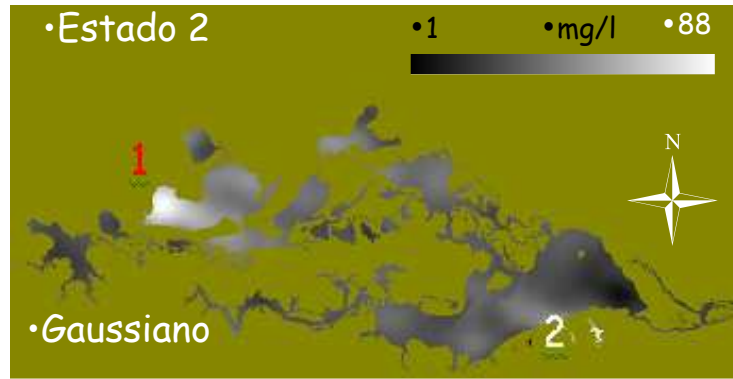


Fatores reguladores

- Heterogeneidade (mancha)
- Variabilidade suave entre machas
- Efeito buraco (pseudo-periódicos)

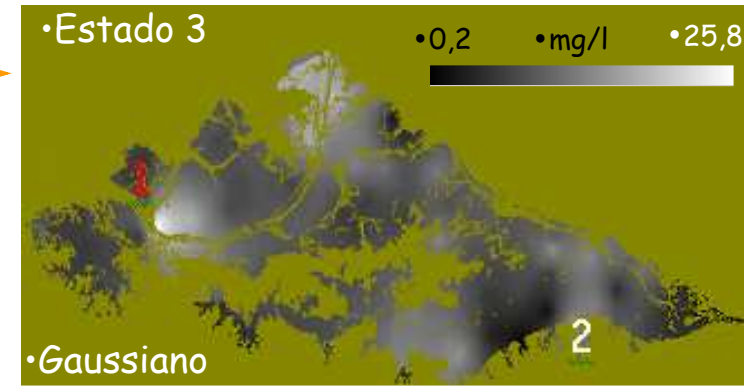
Disponibilidade de nutrientes

Radiação sub-aquática

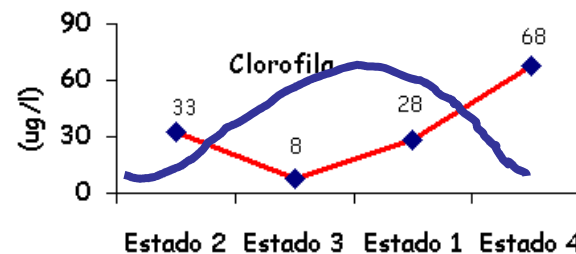
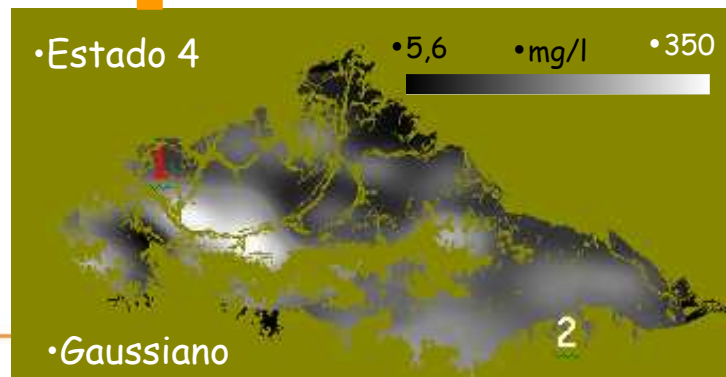


- 4,1 vezes

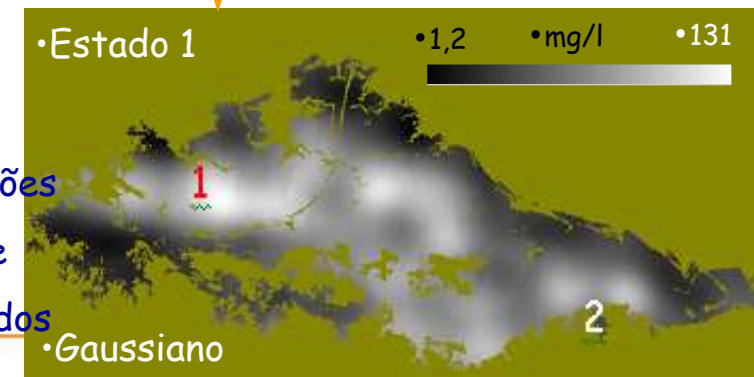
ressuspensão =>
Transição gradual



• - 2 vezes



• 3,5 vezes



• 2,4 vezes

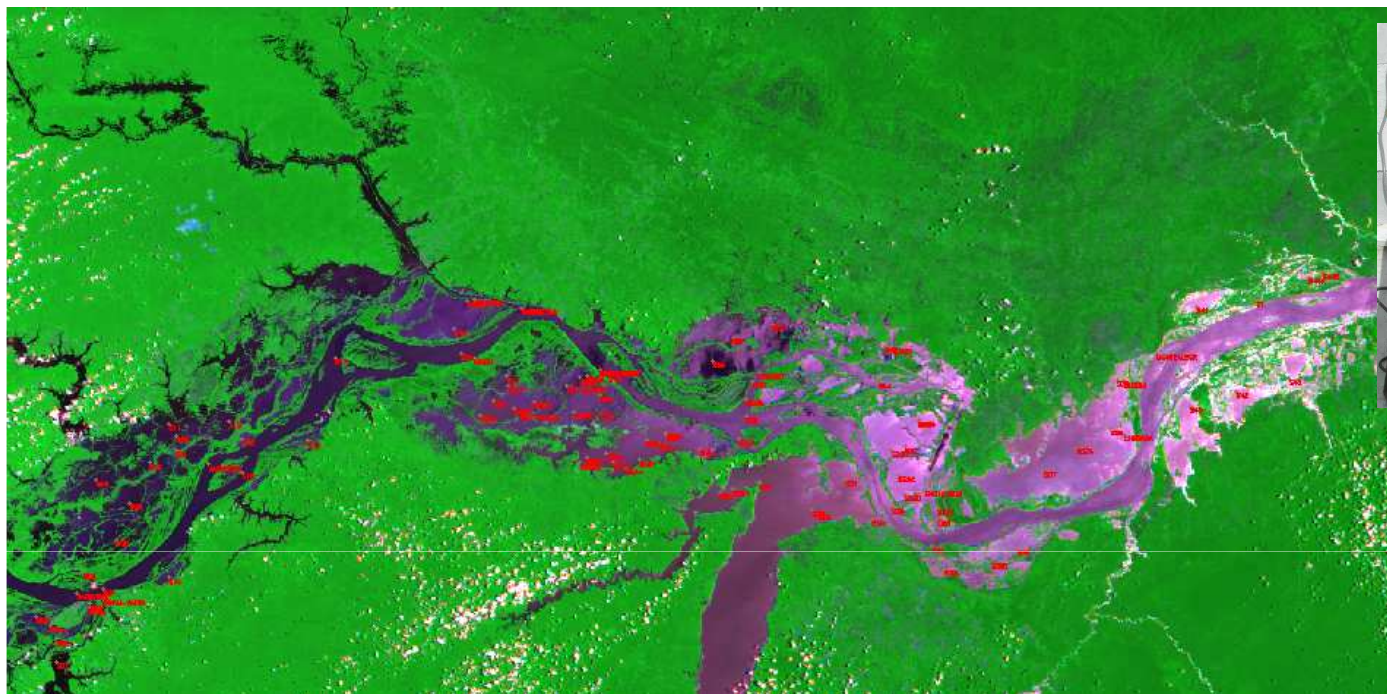
- Permanece as condições
- para proliferação de
- organismos clorofilados

- Nitrogênio 208 => 703 µg/l
- Fósforo 35 => 40 µg/l
- Prof. secchi 11 => 58 cm

*Mapeamento da dinâmica espaço temporal de
clorofila usando MODIS*

Limnology (2006) 7:153-161

Amostragem para calibração do modelo



Mapeamento da dinâmica espaço temporal de clorofila usando MODIS



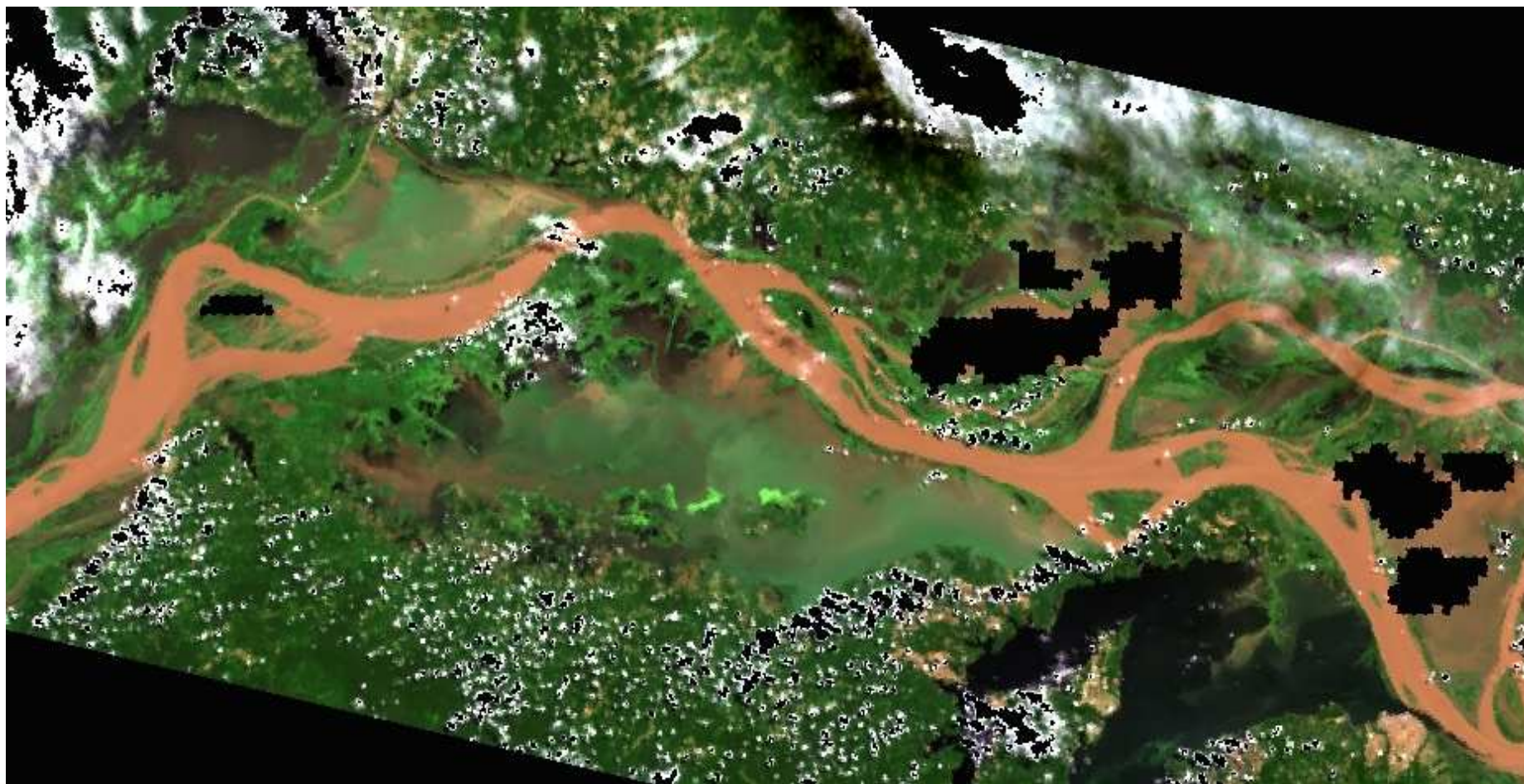
Seasonal changes :2002 and 2003



Limnology Workshop
March 1, 2007
Switzerland

Limnology (2006) 7:153-161

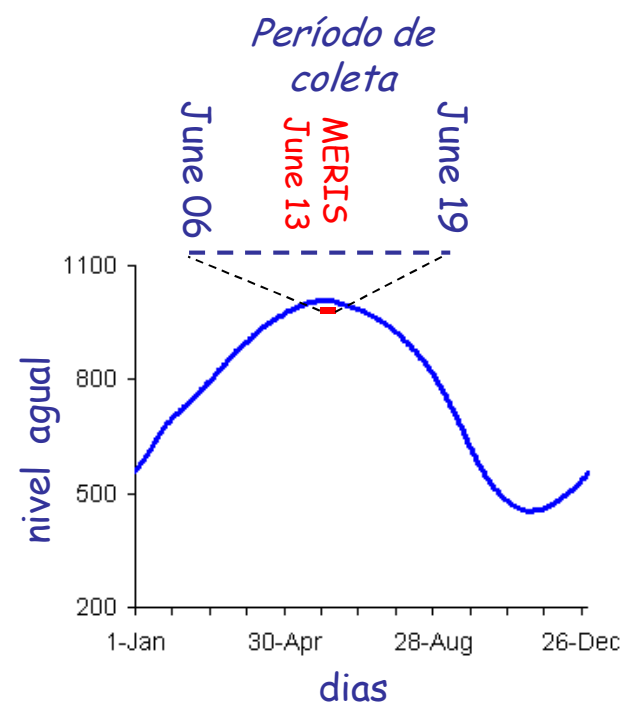
Uso de imagem MERIS



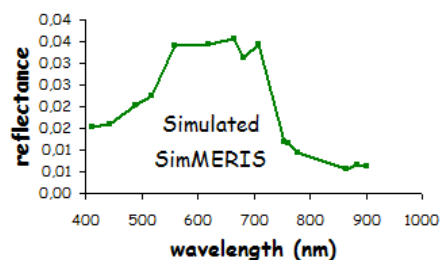
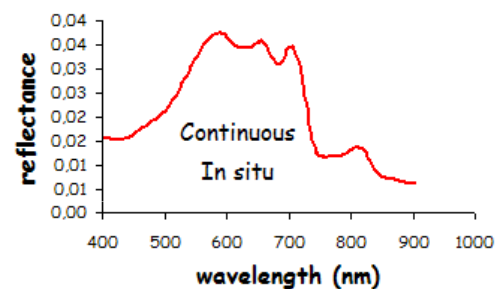
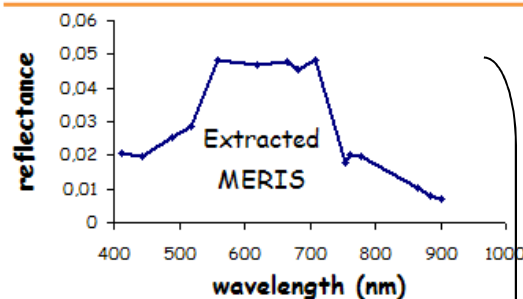
Amostragem em campo

➤ Medidas radiométricas e concentração de clorofila feitas simultâneas

Coleta durante variação mínimo no nível da água

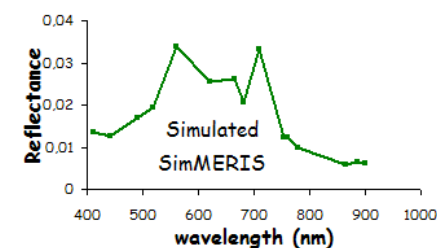
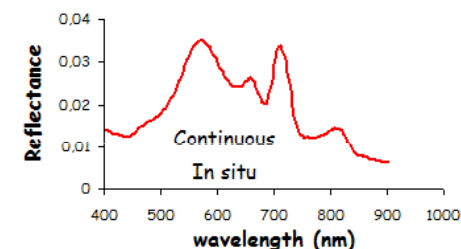
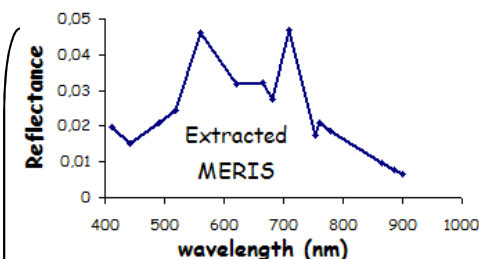
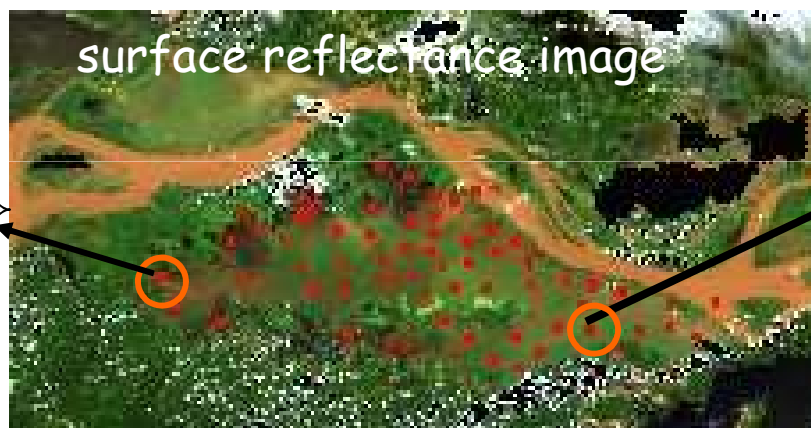


Comparação visual de espectros



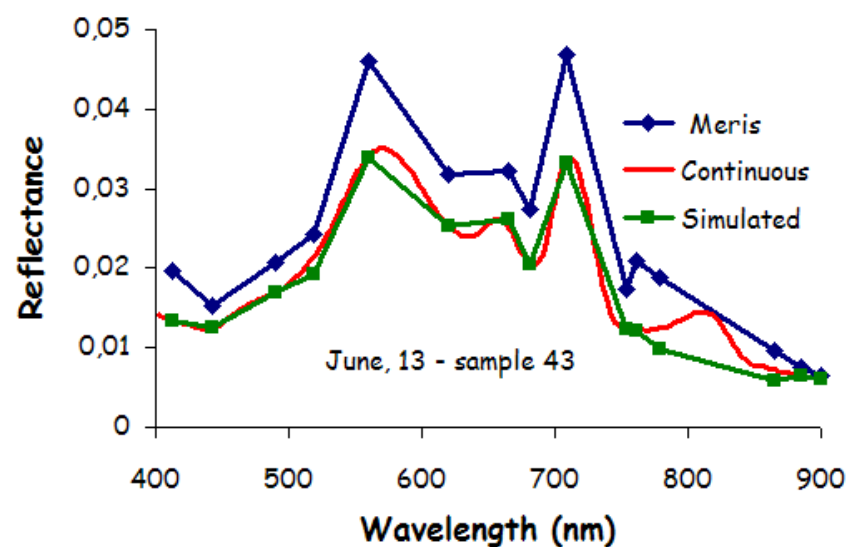
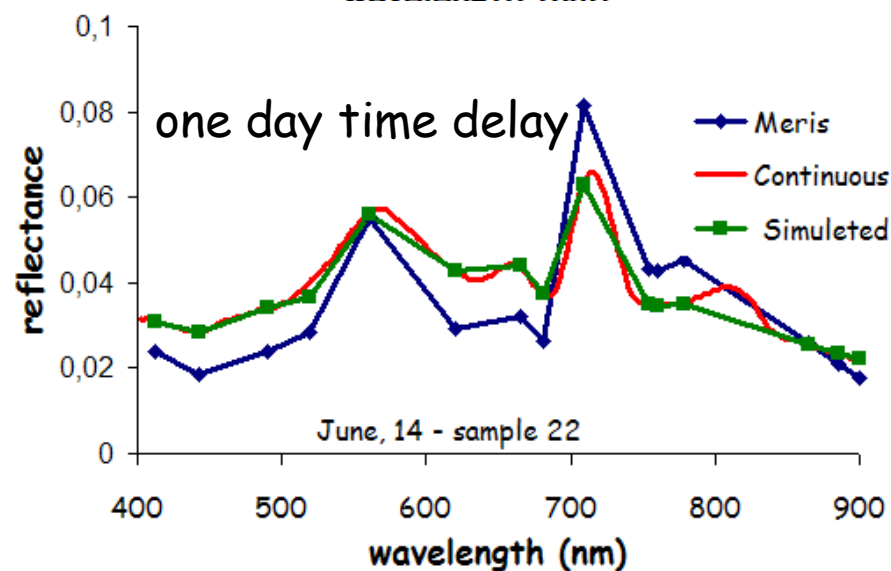
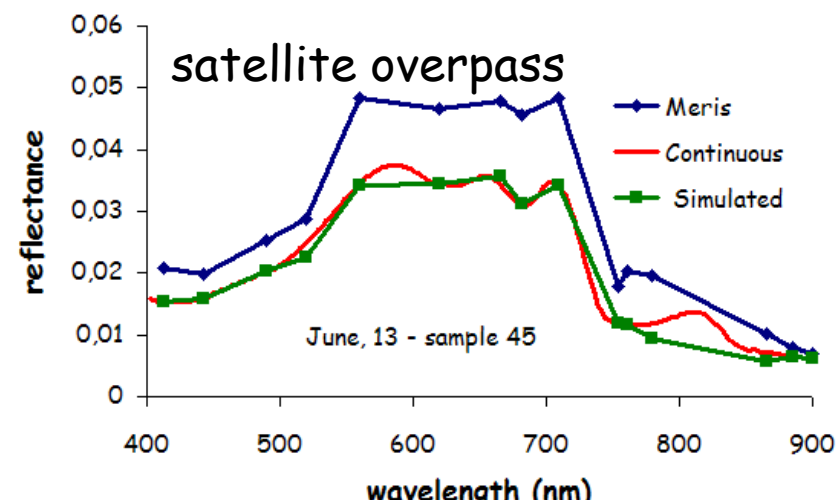
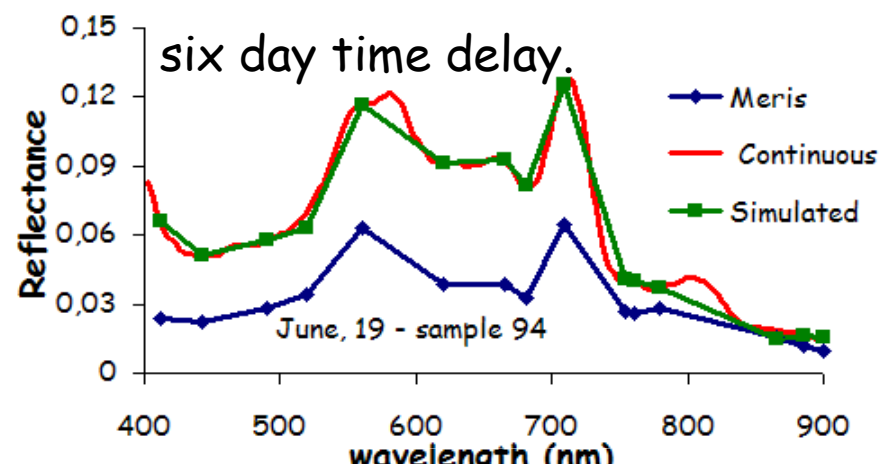
Chlorophyll = 26 ug/l

Comparação entre espectros de campo, extraídos de uma imagem MERIS e espectro MERIS simulado (SimMERIS) a partir do de campo

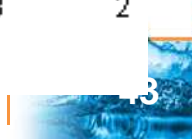
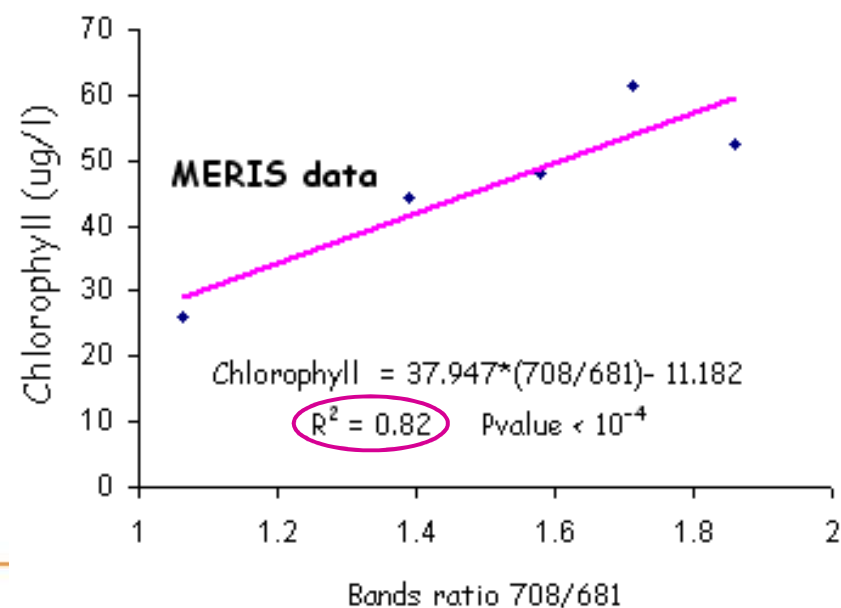
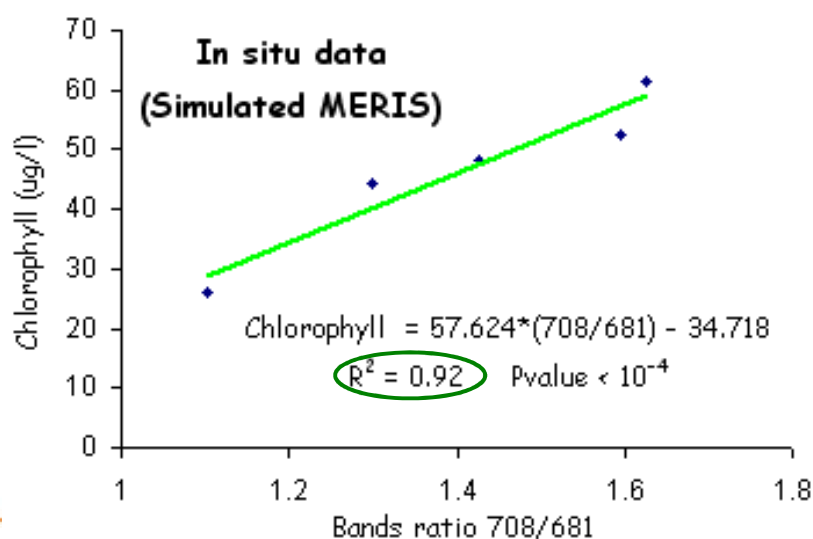
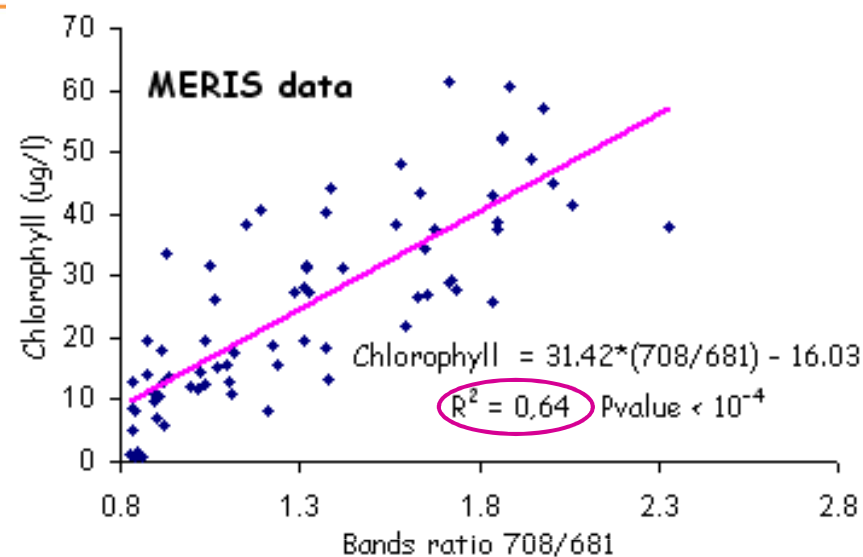
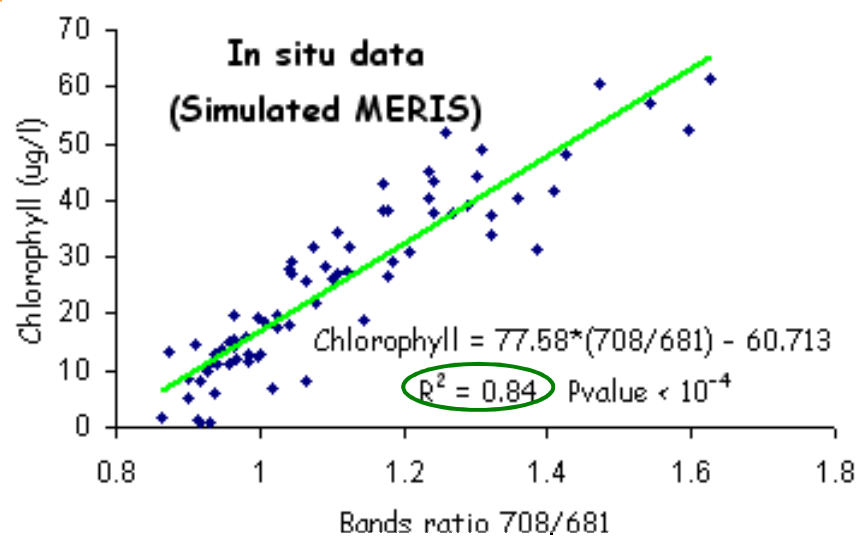


Chlorophyll = 61 ug/l

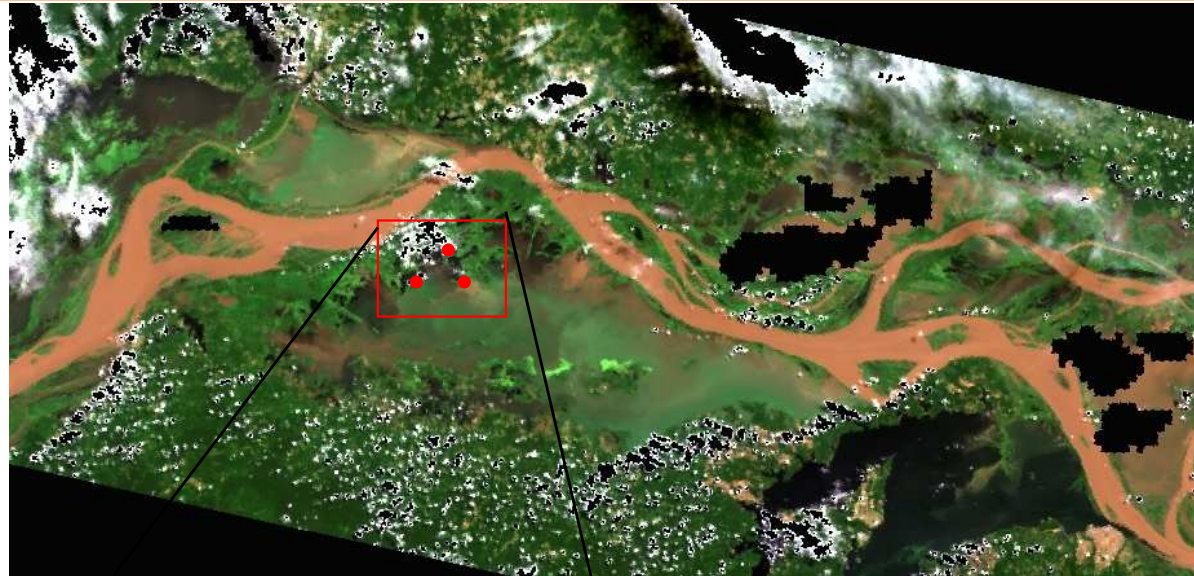
Comparação de forma espectral



Modelo de regressão usando todas as amostras

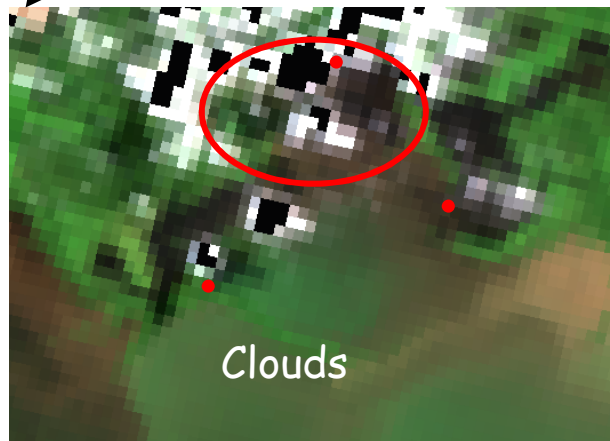


Contaminação de pixels



Located at regions of transition between open water, aquatic macrophyte stands and flooded forest

Sub-pixel cloud cover



sub-pixel target mixture



Aquatic macrophyte stands dragged by the wind

Qual o efeito da defasagem entre a aquisição da imagem (que é feita em segundos) e os dados de campo (vários dias) sobre a qualidade do modelo ?

Modelo com variável indicativa

$w=0 \rightarrow$ próximo

$w=1 \rightarrow$ distante

$$chl\ a = \beta_0 + \beta_1 B_R + \beta_2 w + \beta_3 w B_R + \varepsilon$$

Biblioteca espectral de composição da água

Biblioteca espectral de composição da água



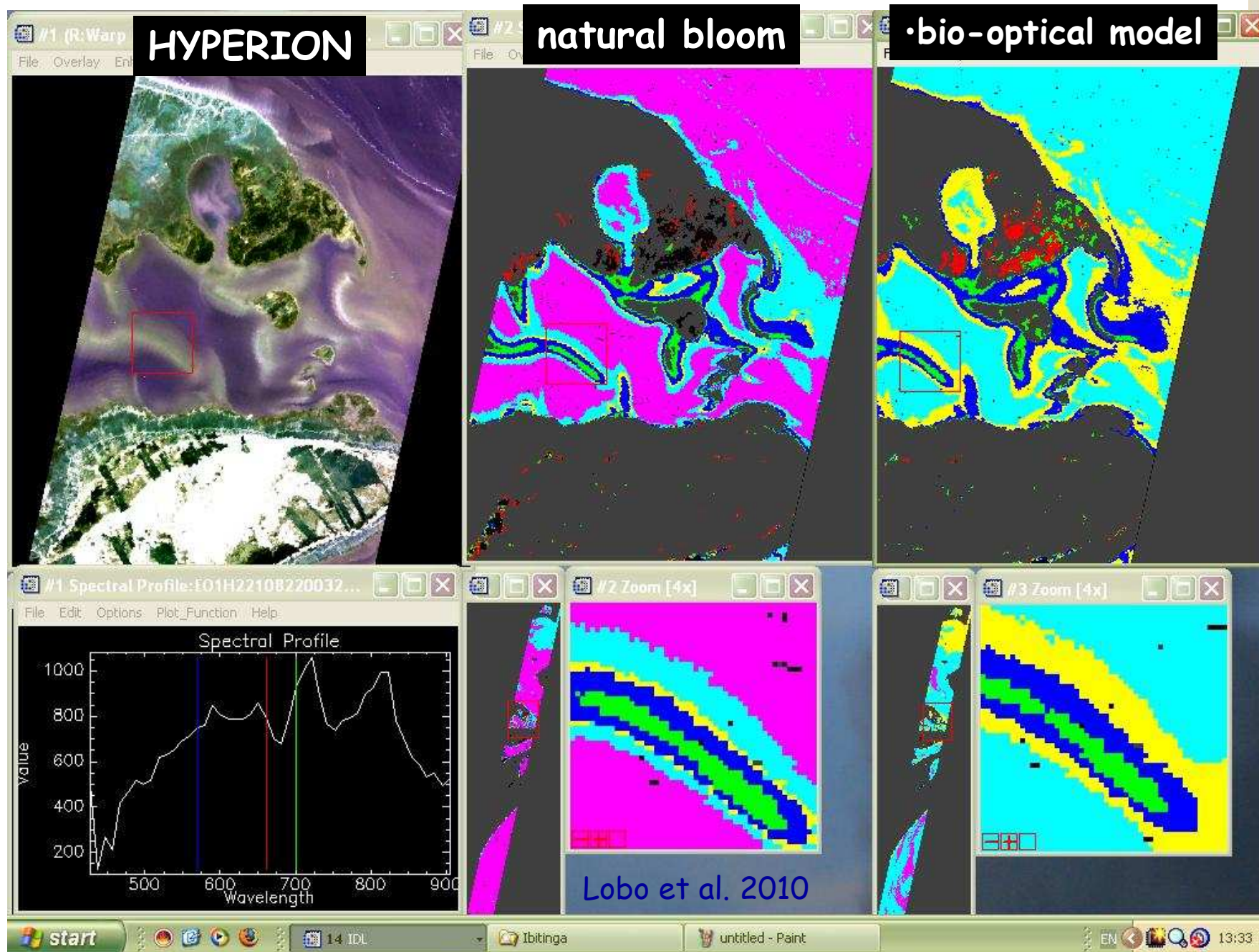
A idéia é construir uma biblioteca espectral de end-members para classificar espectros de campo e imagens hiperspectrais.

Para clorofila:

- Espectros obtidos de culturas cianobacteria em laboratório
- Espectros obtidos em campo
- 3- Espectros obtidos rodando modelos bio-ópticas

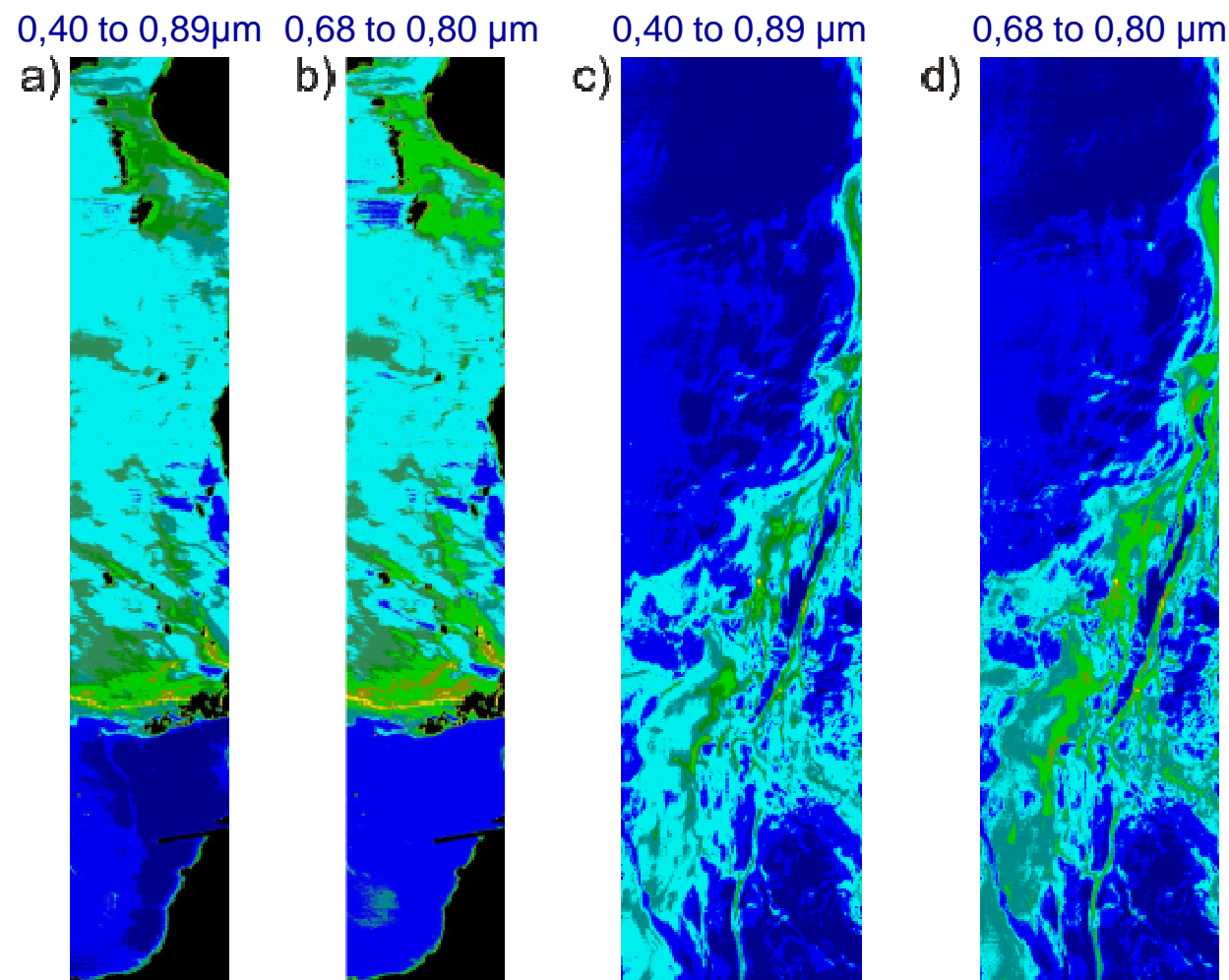


Classificação por mapeamento por angulo espectral (SAM)



Uso da biblioteca espectral em classificação SAM de imagem hiper espectral aerotransportada

Damiati Ferreira et al. 2011



Concentração de Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$)





Ecossistemas aquáticos artificiais

Reservatórios hidroelétricos



Projetos reservatórios



Projeto 1- FURNAS
2004-2008



Projeto 2- ANEEL
2011-2012



Projeto 3- FAPESP _CANA DE ACUÇAR
2011-2013



Início de cooperação Eletronorte



Projeto 1- FURNAS 2004-2008



O Balanço de Carbono nos Reservatórios de FURNAS Centrais Elétricas S.A.

PROJETO

Terça-feira, 4 de outubro de 2011

Mapa do Site Adicione a favoritos Contato English

Organizações Participantes

- FURNAS Centrais Elétricas S.A.
- 

Universidade Federal de Juiz de Fora
- 

UFRJ - Programas de Pós-graduação de Engenharia
- 

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- 

Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Objetivos Gerais

- Determinar as emissões de gases de efeito estufa: gás carbônico, metano e óxido nitroso, dos reservatórios de FURNAS Centrais Elétricas S.A.;
- Identificar as rotas do ciclo do carbono nesses reservatórios e os fatores ambientais envolvidos;
- Avaliar a influência dos fatores morfológicos, morfométricos, biogeoquímicos e operacionais dos reservatórios na emissão de gases de efeito estufa;
- Determinar o padrão de emissão existente, anteriormente à construção de reservatórios;

► Panorama

► Metodologia

► Banco de Dados

► Resultados Esperados

► Participantes

► Usinas Hidrelétricas

► Pesquisas Correlatas

► Publicações

► Imagens

► Links

 ► Videos

Busca

INPE responsável por:

1- construir e operar um sistema automático de aquisição em tempo real (SIMA)

2- Projetar e construir o banco de dados do projeto

Reservatórios em estudo



Projeto:

**Balanco de carbono nos
reservatorios de hidroeletrica**



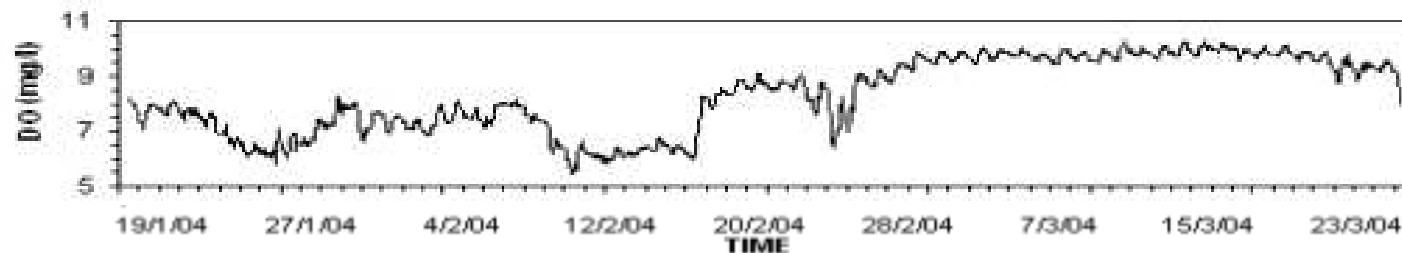
Banco de dados e SIMA

SIMA - Sistema automático de coleta

Monitoramento convencional: Considerações



Ambientes aquáticos são muito dinâmicos, podem sofrer mudanças significativas em escalas de tempo curtas que vão de horas a dias.



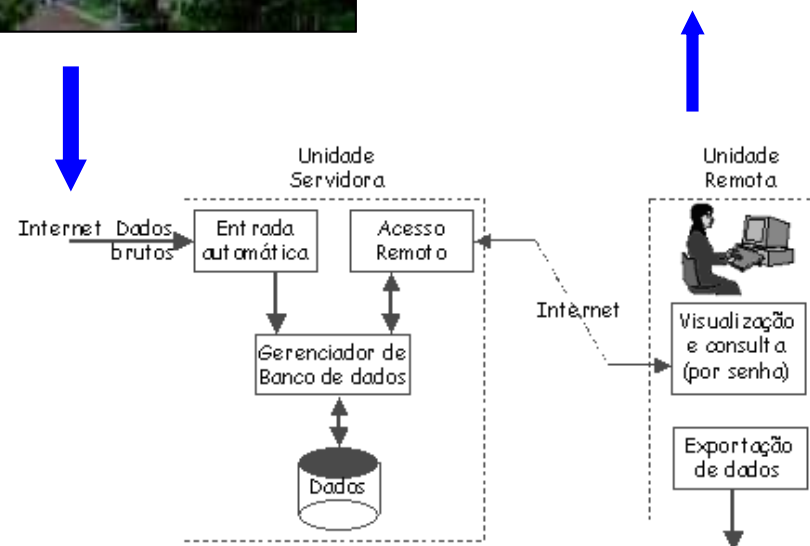
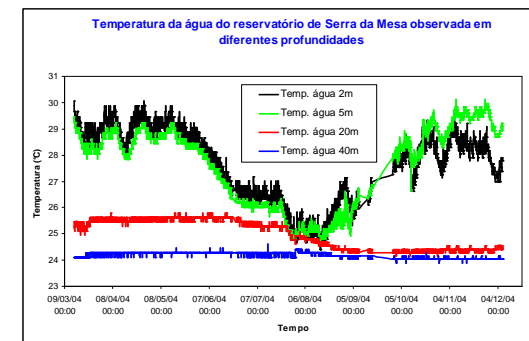
Amostragem de campo é cara, de logísticas complexas, demorada, e em alguns casos insuficiente para caracterizar a dinâmica do sistema;

Em alguns casos, dados em tempo real são importantes para tomadas de decisão.

SIMA-Sistema Automático de Monitoramento Ambiental



transmissão via enlace de satélite

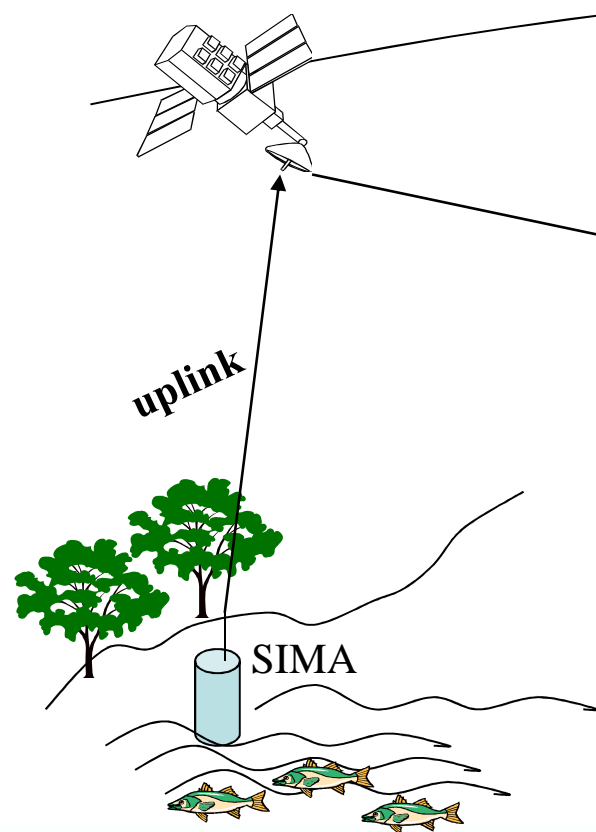


SIMA-

Sistema Automático de Monitoramento Ambiental

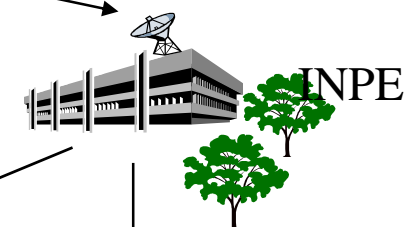


**SATÉLITES
BRASILEIROS;
NOAA/ARGOS**



uplink

downlink



INPE



Usuários

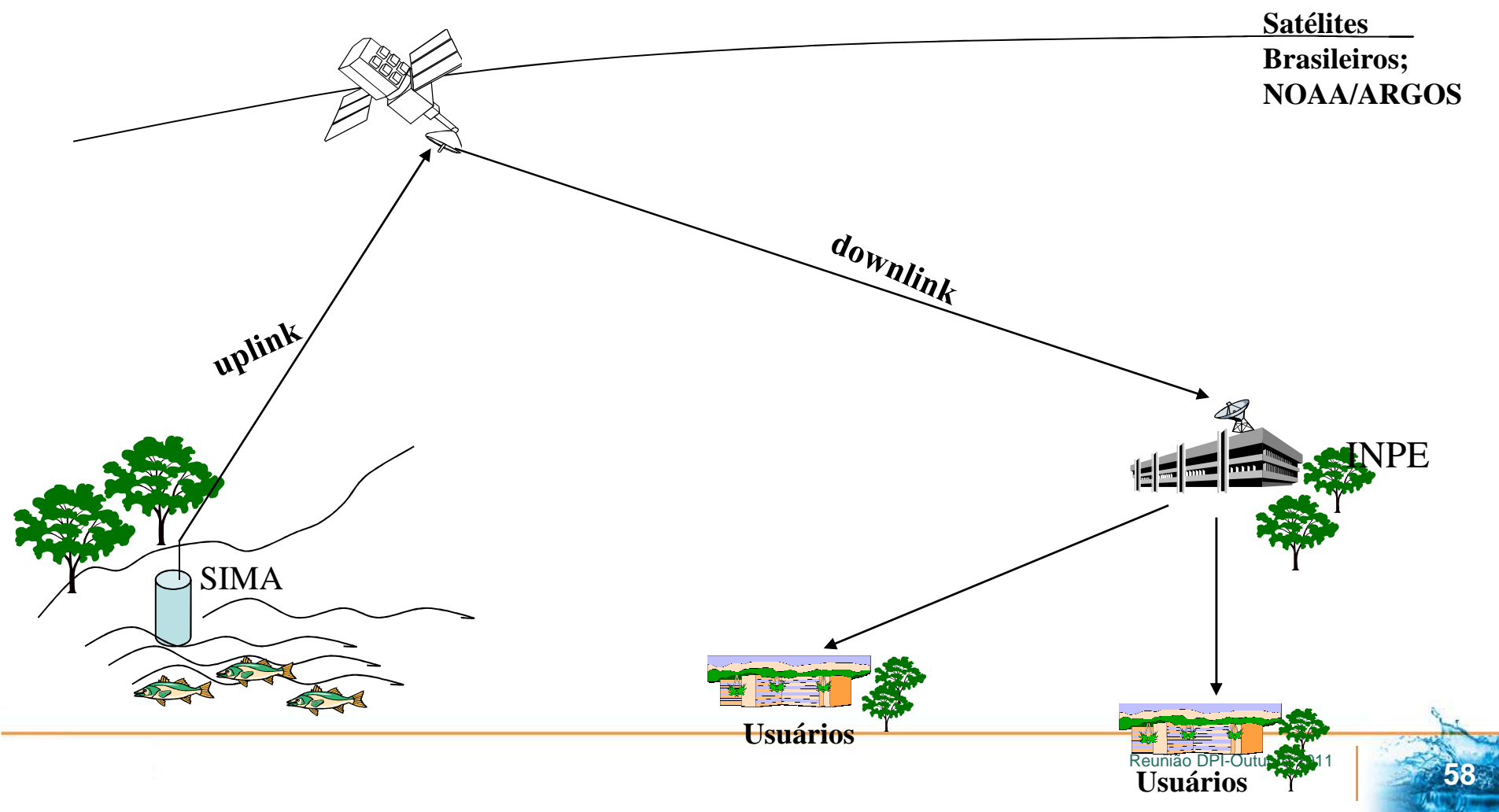


Usuários

Reunião D-1 Outubro 2011

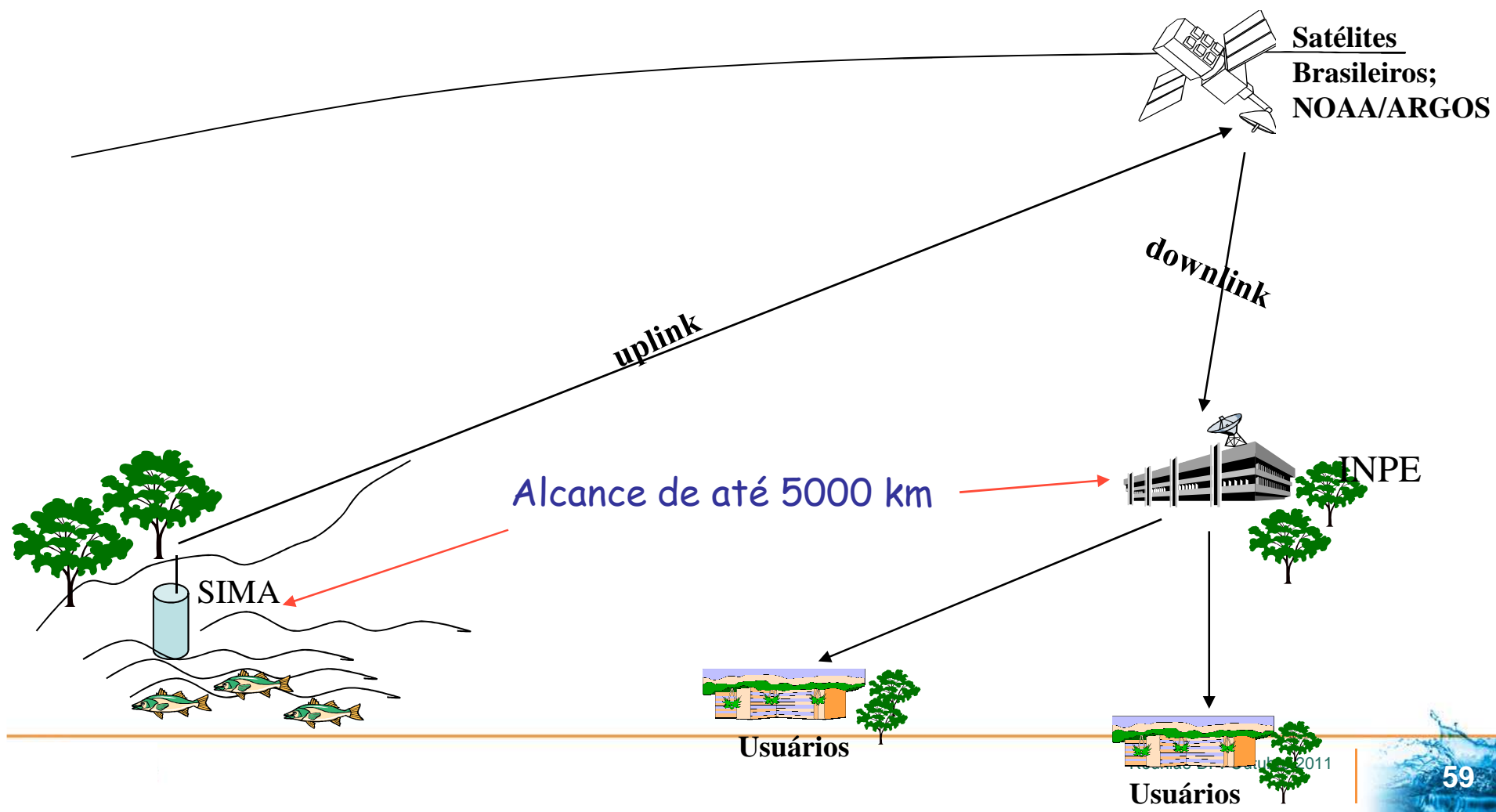


SIMA- Sistema Automático de Monitoramento Ambiental



SIMA- Sistema Automático de Monitoramento Ambiental

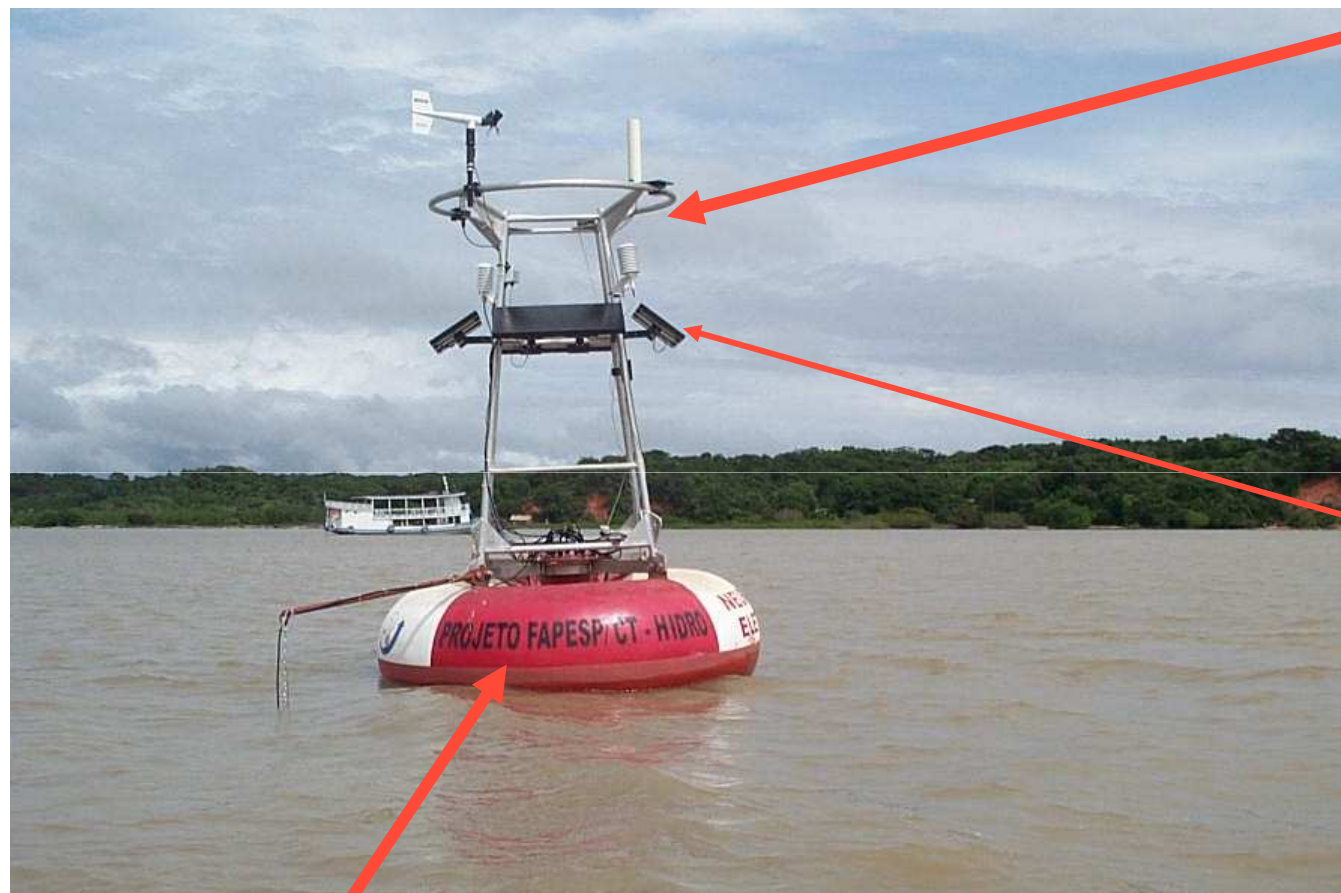
Os dados são coletados num intervalo de 1 hora.



SIMA - Modulo Fundeado



Torre de alumínio naval.



Painel de energia solar.

Plataforma toroidal com 2,3 m de diâmetro, construída em fibra de fibra, recheada de poliuretano e aço inox.

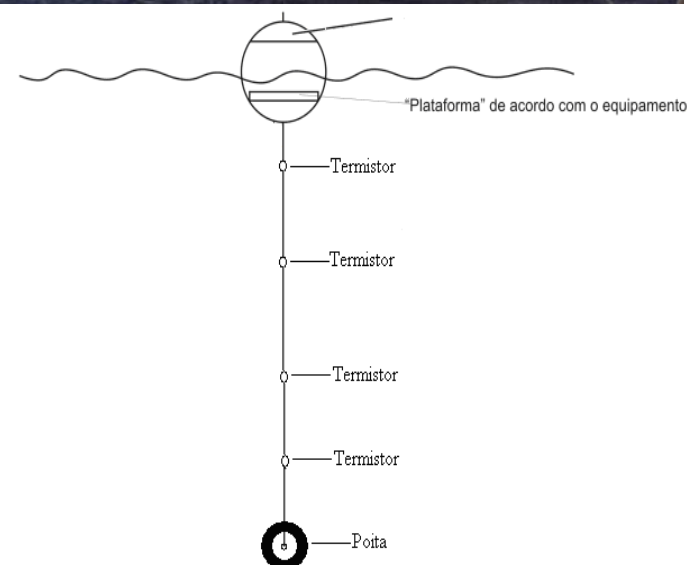
Sistema de Ancoragem



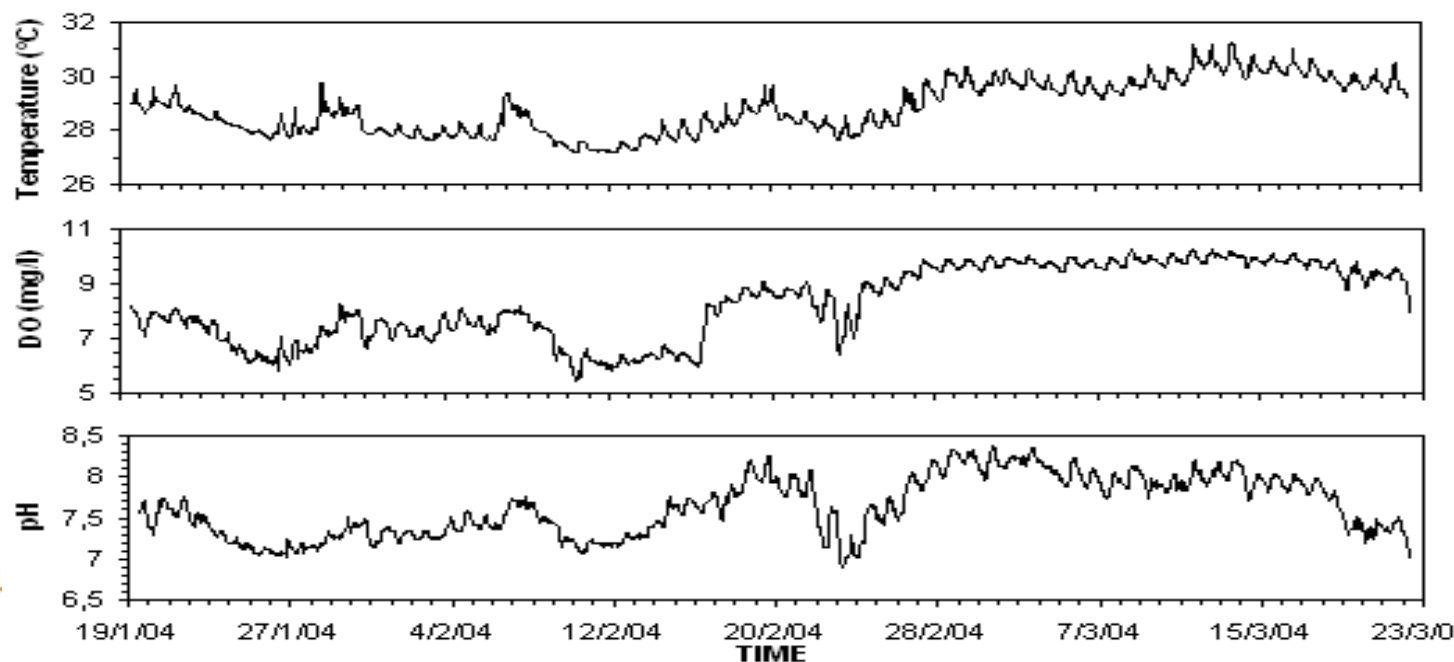
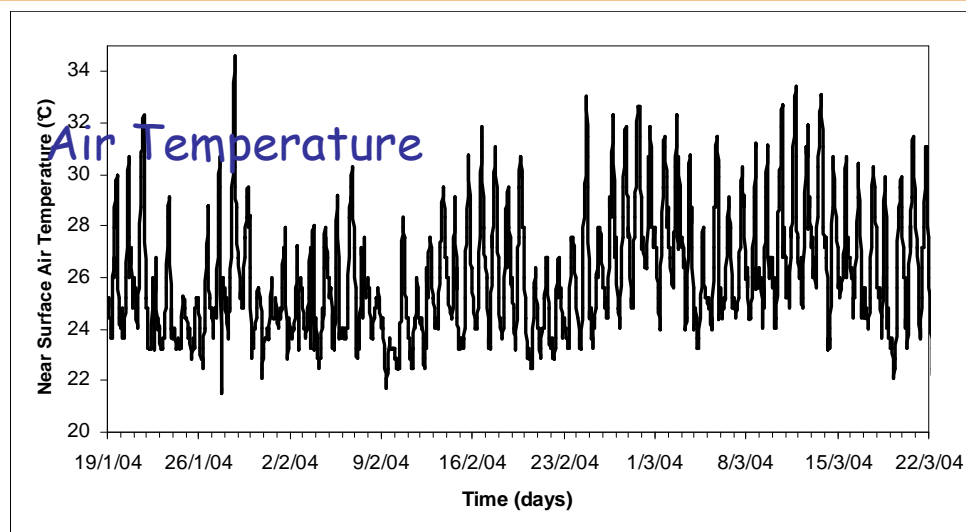
SIMA - Sistema integrado de monitoramento Ambiental



- | | |
|----------------------|--|
| 1 - PH | 7 - relative humidity |
| 2 - Turbidity | 8 - atmospheric pressure |
| 3 - Dissolved oxygen | 9 - wind direction intensity |
| 4 - dissolved CO_2 | 10 - water Temperatures in four levels |
| 5 - conductivity | 11 - Solar Radiance |
| 6 - Air temperature | (incoming and reflected radiation) |



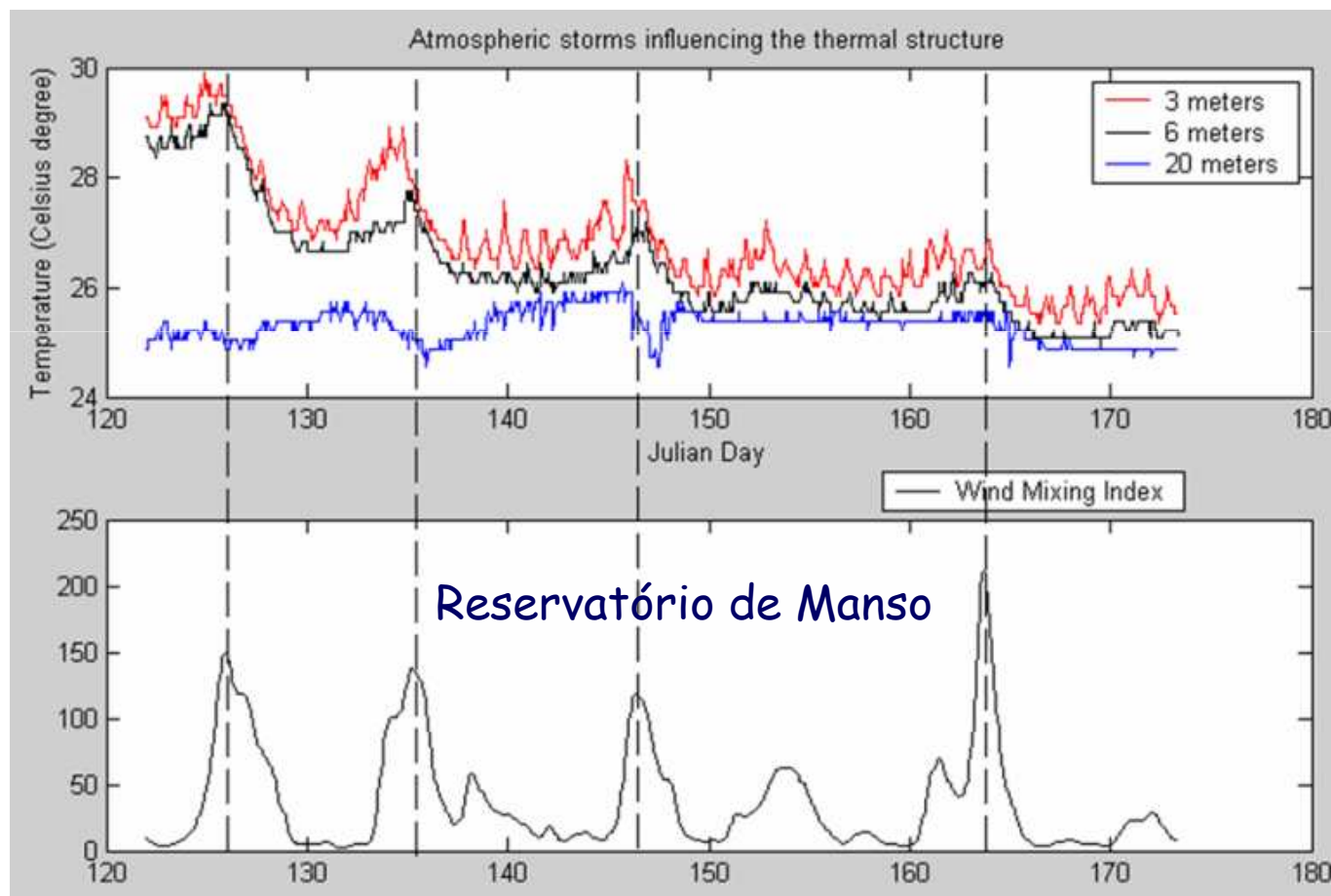
Exemplo de dados coletados de hora em hora



Outubro 2011

Exemplo de análise : Influencia de frentes frias.

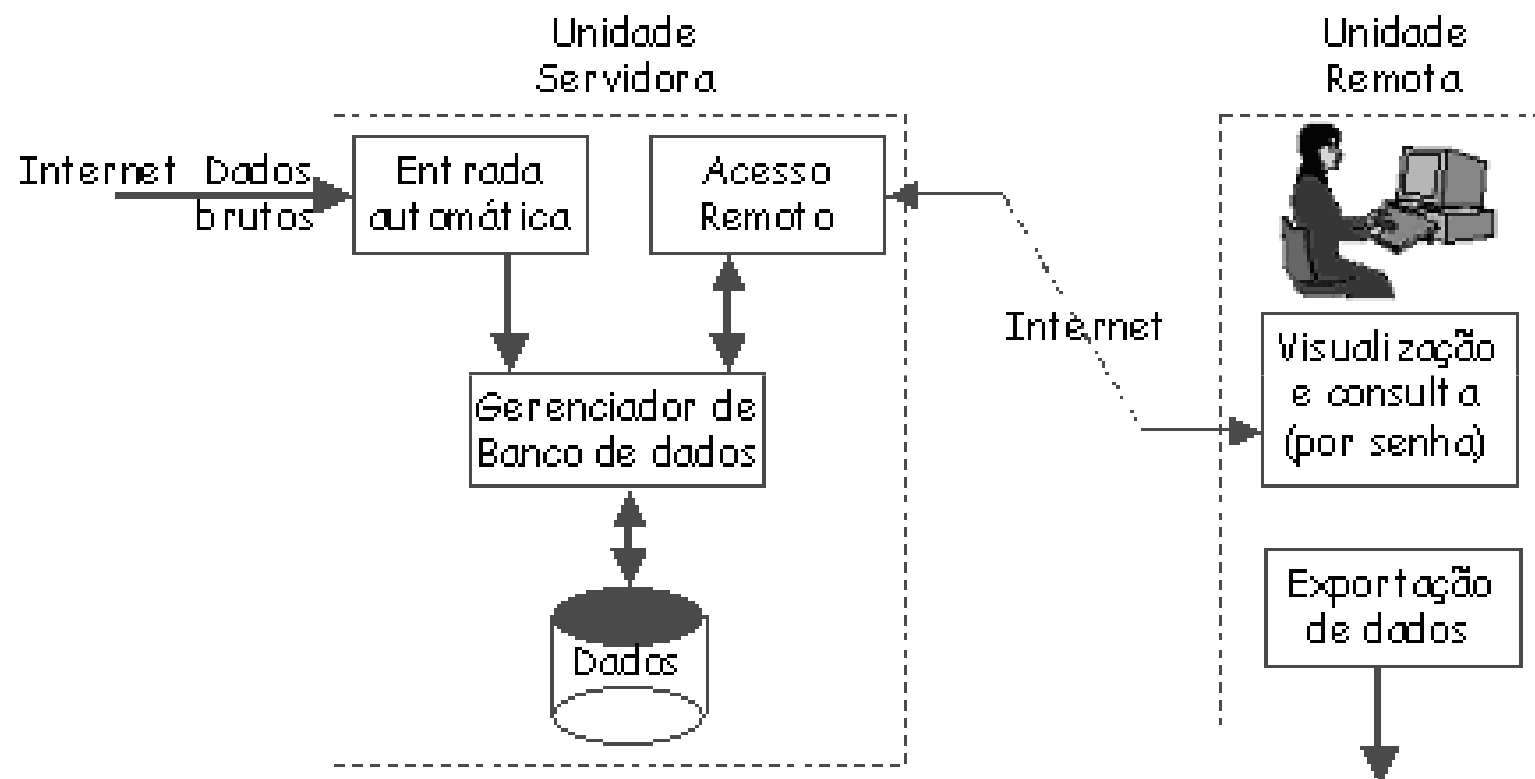
Índice de mistura pelo vento



MANSO
RESERVOIR

May 1 to June 22,
2004

Inserção automática



Consulta ao banco



Parâmetros Básicos

Reservatório: Curuai

Data início: 10 11 2006

Hora inicial: 00:00

Data final: 21 11 2006

Hora final: 23:00

Tabela

Filtro: Nenhum

> = Valor:

Ordena: Data

Ordem: Ascendente

Gráfico

Filtro: Bateria da sonda

Média: Diária

Área Restrita

Dados: Apresentações

Links

- » Dado Bruto
- » Observações, sugestões ou críticas
- » Programa Hidro
- » Sobre o projeto SIMA

Coordenação-Geral de Observação da Terra - OBT

Dados do período de 2006-11-10 00:00:00 a 2006-11-21 23:00:00 do SIMA instalado no reservatório de Curuai

Nr	Data e horário (GMT)	Dir. do vento (°NV)	Inten. do vento (m/s)	Vel. meridional do vento (m/s)	Vel. zonal do vento (m/s)	Temp. da água 2m (°C)	Temp. da água 4m	Temp. da água 6m	Temp. da água 10m	Temp. do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Pressão atmosférica (hPa)	Radiação incidente (W/m ²)	Radiação refletida (W/m ²)
1	2006-11-10 00:00:00	96.63	2.55	-2.53	0.29	ND	ND	ND	ND	30.58	69.02	1005.96	ND	
2	2006-11-10 01:00:00	10.84	2.94	-0.55	-2.89	ND	ND	ND	ND	30.45	72.94	1006.98	ND	
3	2006-11-10 03:00:00	228.81	0.39	0.30	0.26	ND	ND	ND	ND	28.07	81.57	1009.02	ND	
4	2006-11-10 07:00:00	88.19	6.08	-6.08	-0.19	ND	ND	ND	ND	26.69	82.35	1008.00	ND	
5	2006-11-10 08:00:00	110.69	2.35	-2.20	0.83	ND	ND	ND	ND	26.31	87.45	1010.04	ND	
6	2006-11-10 09:00:00	233.03	1.18	0.94	0.71	ND	ND	ND	ND	25.56	87.84	1010.04	ND	
7	2006-11-10 11:00:00	314.59	2.94	2.09	-2.06	ND	ND	ND	ND	25.69	88.63	1012.08	ND	151
8	2006-11-10 13:00:00	224.59	0.98	0.69	0.70	ND	ND	ND	ND	23.80	93.73	1015.14	200.00	151
9	2006-11-10 14:00:00	249.91	2.94	2.76	1.01	ND	ND	ND	ND	23.80	93.73	1017.18	200.00	151
10	2006-11-10 15:00:00	237.25	3.14	2.64	1.70	ND	ND	ND	ND	23.80	93.33	1017.18	200.00	149
11	2006-11-10 17:00:00	237.25	4.12	3.46	2.23	ND	ND	ND	ND	24.31	90.98	1016.16	317.28	139
12	2006-11-10 18:00:00	255.53	3.14	3.04	0.78	ND	ND	ND	ND	25.31	84.71	1010.04	461.10	137
13	2006-11-10 20:00:00	300.53	2.55	2.20	-1.29	ND	ND	ND	ND	26.19	84.71	1008.00	275.87	139
14	2006-11-10 22:00:00	266.78	2.16	2.15	0.12	ND	ND	ND	ND	25.81	85.49	1009.02	ND	149
15	2006-11-10 23:00:00	224.59	1.18	0.83	0.84	ND	ND	ND	ND	25.44	87.84	1011.06	ND	



Projeto 2- ANEEL 2011-2012





Projeto Balanço de Carbono

home informações banco de dados equipe publicações

BALCAR - Projeto Balanço de Carbono

home alterar senha tutorial sair

Shapes

- + Bacias
- + Estados
- + Municípios

Pontos de interesse

- + Barragens
- + SIMAs

Todos Balbina Batalha Belo Monte Corumbá Curuai Estreito Funil Furnas Itaipu Itumbiara

Jirau Mamirauá Manso Mascarenhas Segredo Serra da Mesa Três Marias Tucuruí Xingó

30 20 17.46 S, 63 36 57.21 L GM



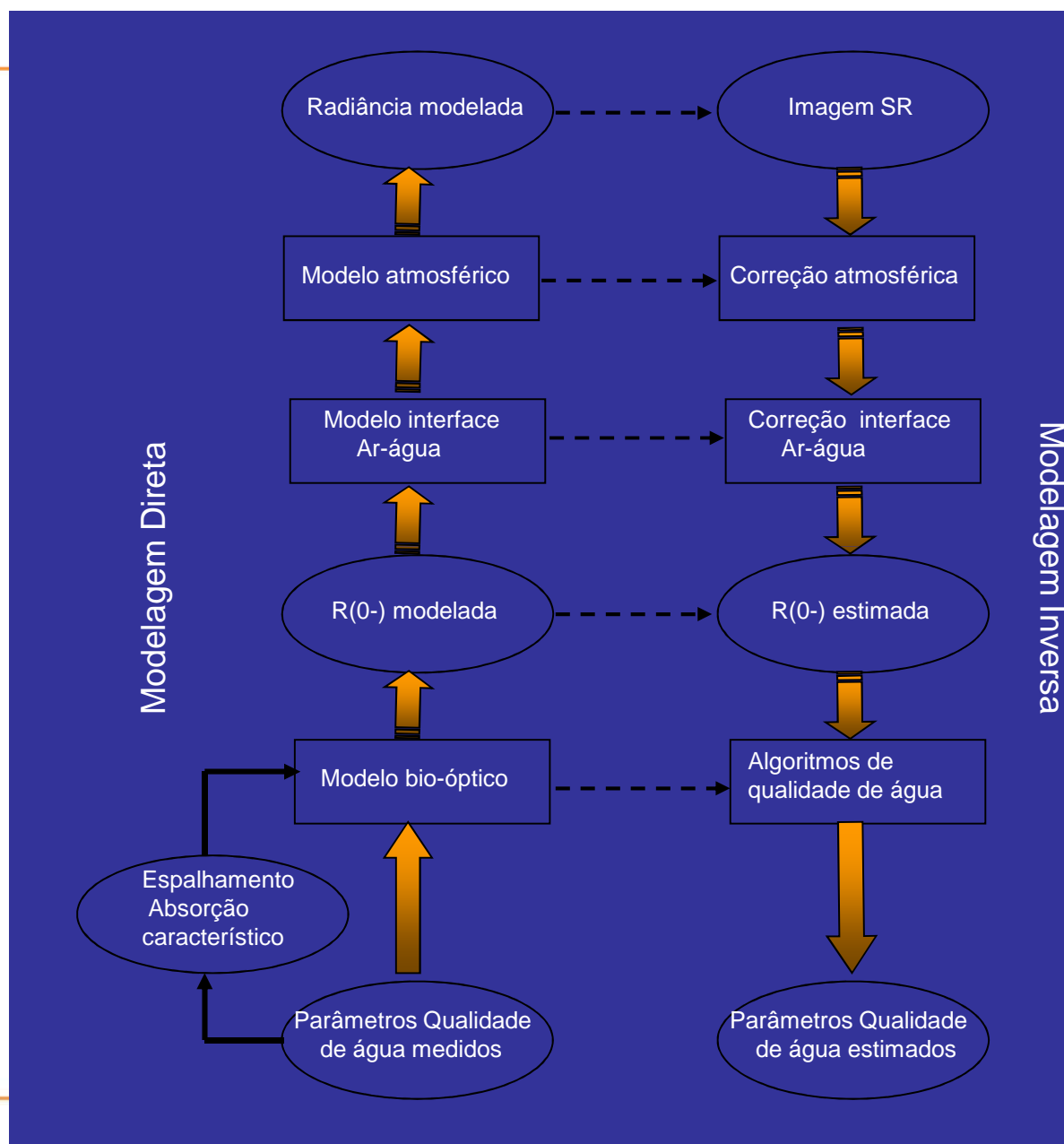
Google 1000 km 500 mi

Dados do mapa - Termos de Uso

➤ Ficamos responsável pelos mapeamentos de uso do solo nas bacias e caracterização espectral das massas de água

➤ Abriu a possibilidade de trabalharmos com modelos analíticos diretos e inversos.

Modelos analíticos diretos e inversos





Shapes

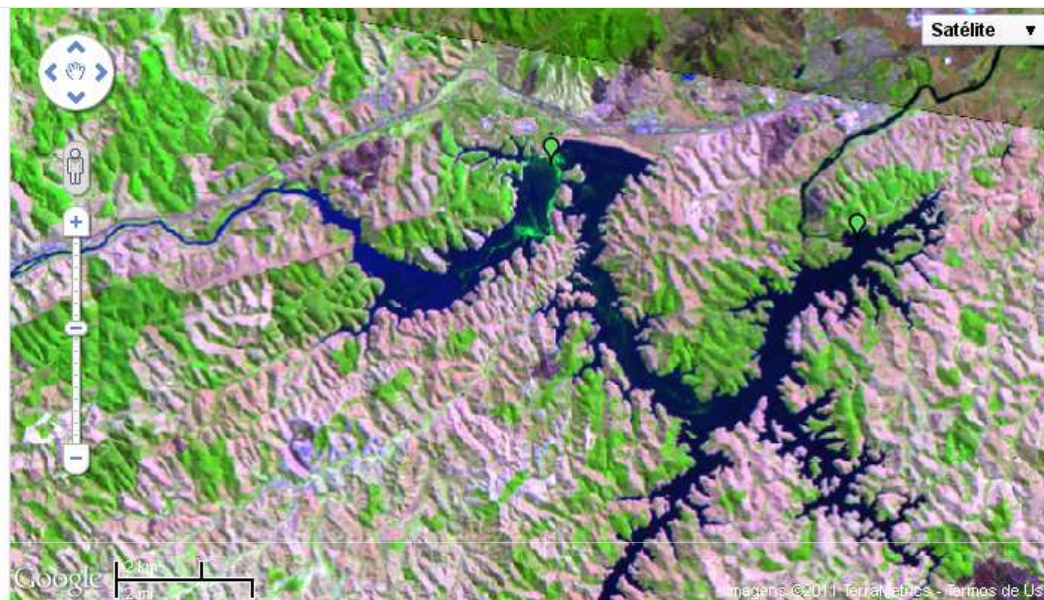
- + Bacias
- + Estados
- + Municípios

Pontos de interesse

- + Barragens
- + SIMAs

Imagens

- ☐ nenhuma
- ☐ 07/1973 e 03/1975
- ☒ 02/09/2010
- ☐ 06/02/2010



SIMA gráfico

SIMA tabela

TRMM gráfico

Campanhas

Fonte: ArleyEstação ☒ SIMA 1 ☐ SIMA 2Período a

Sensor

- clorofila
- condutividade
- direção do vento
- intensidade do vento
- NH4+
- NO3-
- oxigênio dissolvido
- pH**
- pressão atmosférica
- radiação incidente
- radiação refletida

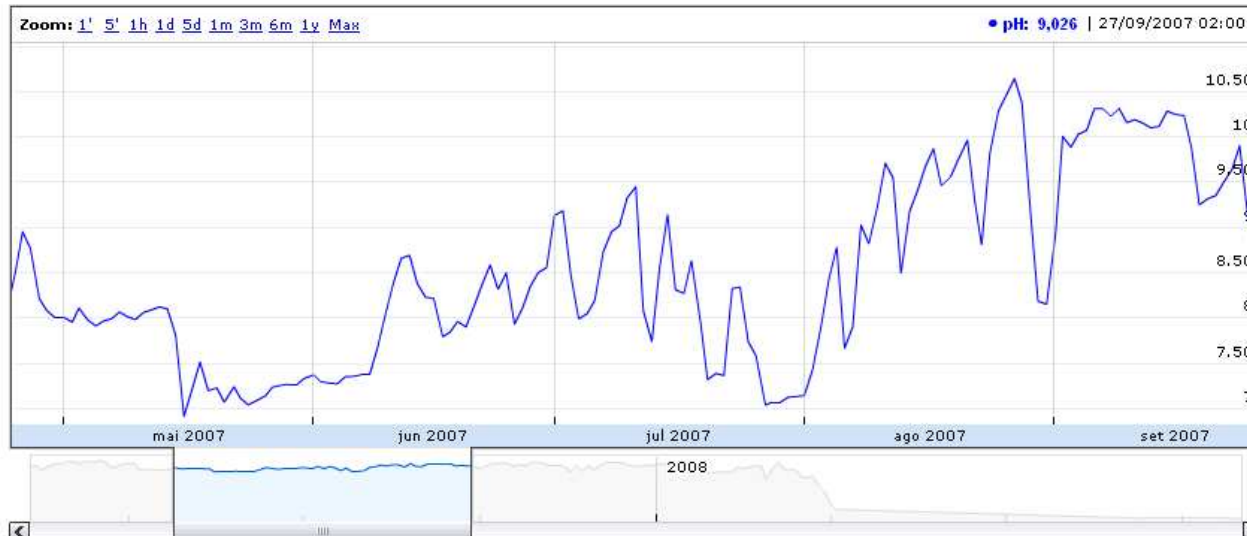
limpar

Média diária

+ Filtro

gráfico

Média diária dos dados do SIMA 1 de Funil



Equipamentos para modelos analíticos



Equipamentos

ANEEL	400.000
FAPESP	170.000
Fundo A.(?)	90.000
PROCAD (?)	120.000



Medidas de parâmetro físicos

*Função de espalhamento
volumétrica*

*Absorção,
Espalhamento ,
Retro-espalhamento*



HydroScat-6P

Successor to the original HS-6,
includes integrated deployment cage





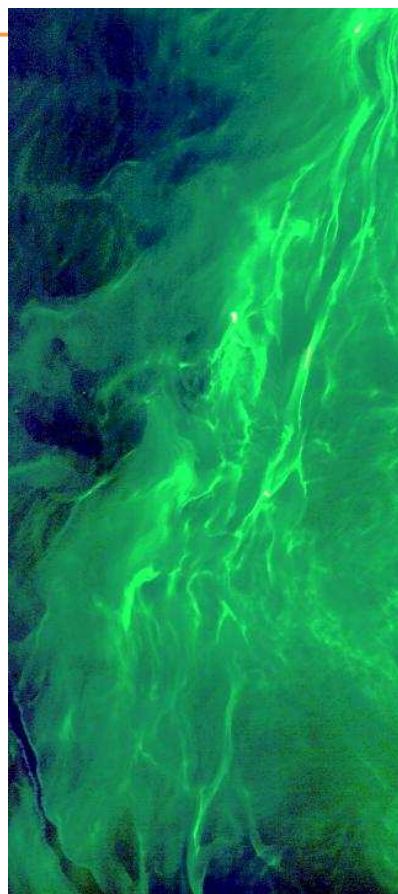
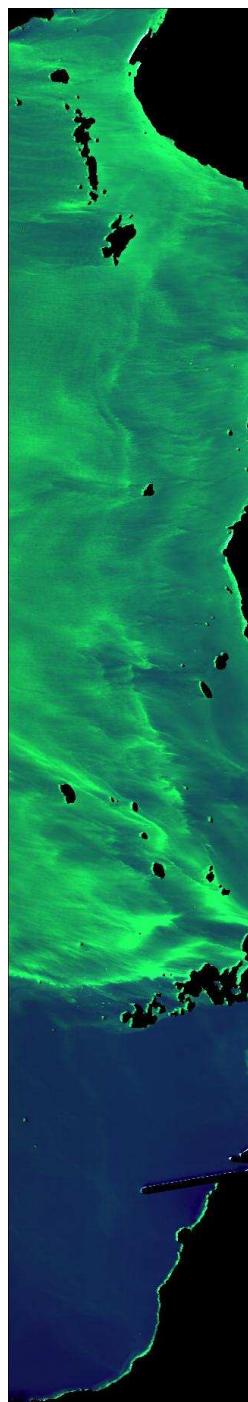
Environmental and Socioeconomic Impacts Associated with the Production and Consumption of Sugarcane Ethanol in South Central Brazil

- Abordar tópicos relacionados aos impactos da produção e consumo do etanol da cana-de-açúcar.
- Geração de cenários de expansão a curto e médio prazo.
- Modelos de interação biosfera-atmosfera, destinados a quantificar mudanças físico-químicas na atmosfera resultantes da conversão de áreas agrícolas, pastagens e vegetação arbórea em lavouras de cana.

Entramos com estudo dos impactos na qualidade das águas dos reservatórios



Hyperspectral - spectir



TYPICAL SPECIFICATIONS								
Spectral range	VNIR 400-970 nm				SWIR 970-2500 nm			
	Total 400-2500 nm							
Spectral resolution	VNIR 2.9 nm				SWIR 8.5 nm			
Spectral binning configurations	VNIR	none	2x	4x	SWIR	none	2x	4x
# spectral bands		244	122	60		254	127	63
Spectral sampling/band (nm)		2.3	4.6	9.2		5.8	11.6	23.2
TERRAIN COVERAGE & FIELDS OF VIEW								
# spatial pixels	320							
FOV	24 degrees							
IFOV	1m GSD @ 2500' 0.075 degrees (1.3mrad)							
Swath width	1km @ 7600' 0.43 x altitude							
OPERATIONAL CHARACTERISTICS								
Camera	VNIR	Si CCD 12 bits			SWIR	MCT 14 bits		
SNR	350:1 or 500:1 (peak)				800:1 (peak)			
Integration time	adjustable at each sensor for optimum exposure levels							
Image rate	Up to 100 images/s							
Shutter	Electromechanical shutter for dark background registration in both channels, user controllable by software.							

Monitoramento de estado trófico por satélite: Mapeamento de clorofila



Imagem sensor MERIS com bloom de fitoplâncton

■ Estação de coleta

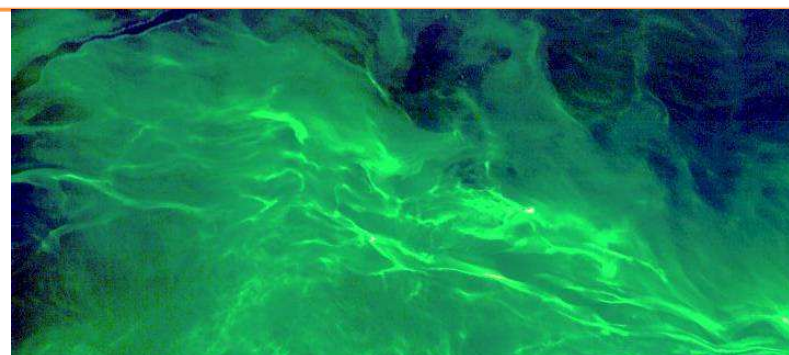
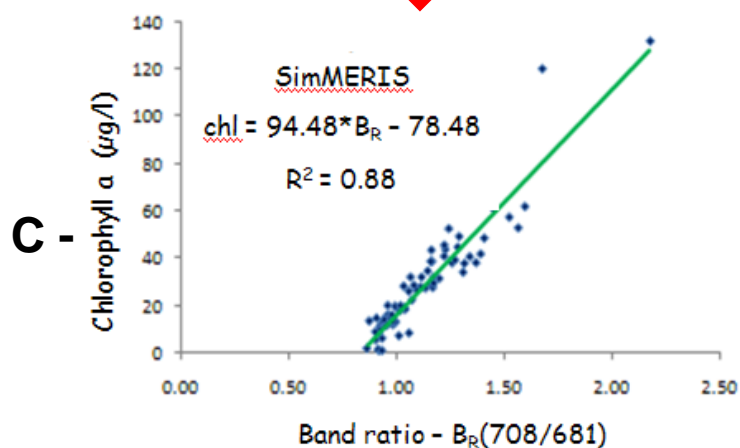
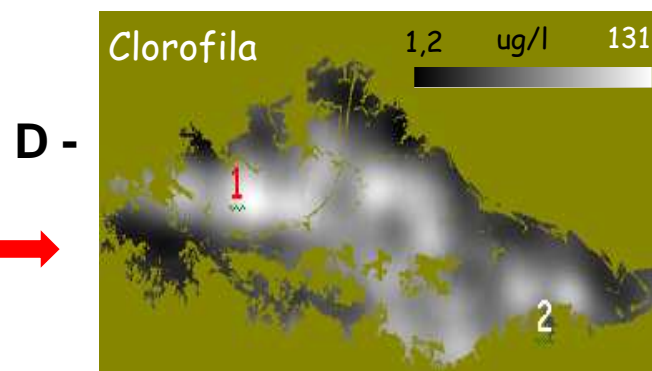


Imagem de bloom obtida por sensor hiper-espectral
aerotransportado (244 bandas VNIR + 254 SWIR com
1 metro de resolução)

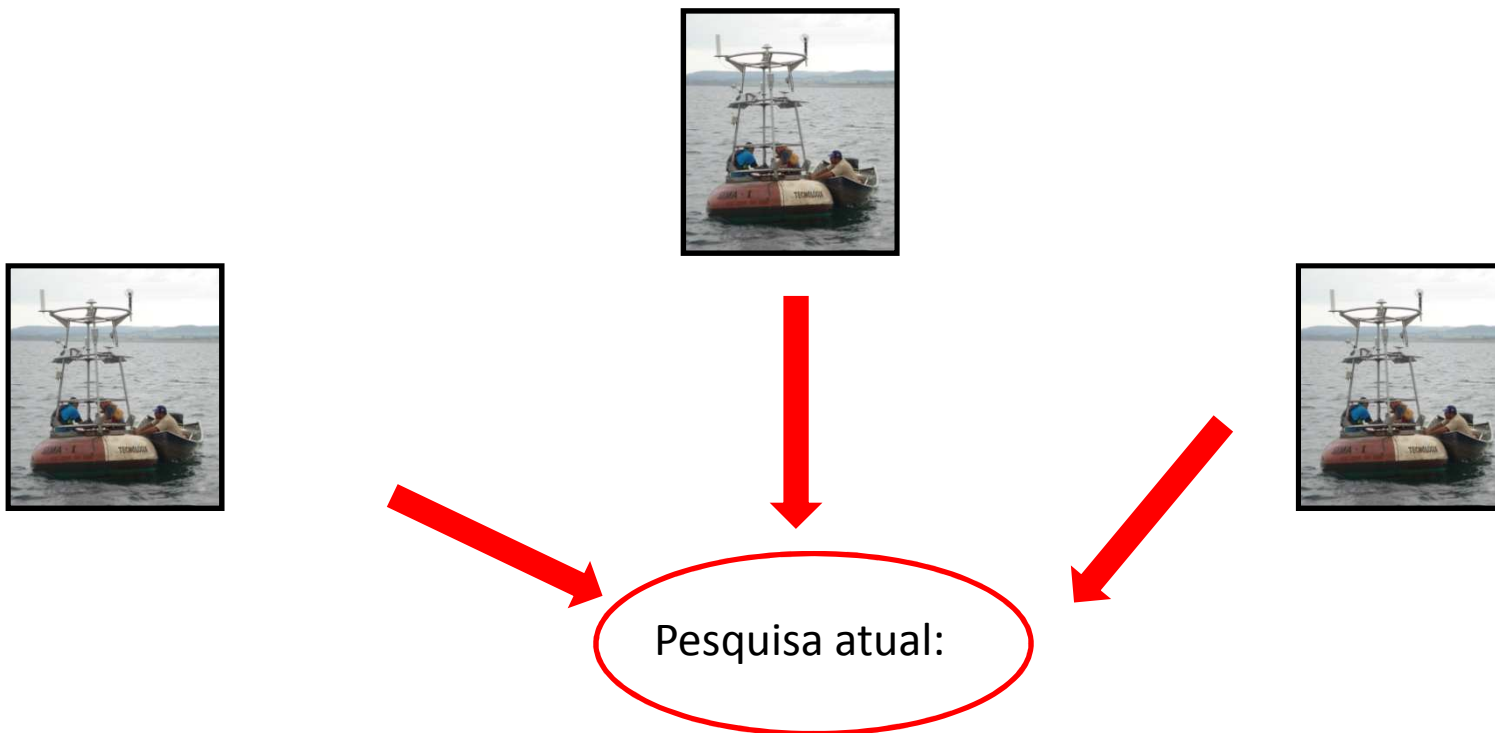


Modelo relacionando bandas espectrais da
imagem com concentração de clorofila



Mapa de concentração de clorofila

Previsão de mudanças de estado trófico



Desenvolvimento de modelos dinâmicos utilizando uma rede de dados de coleta automática (limnológicos e meteorológicos) para antecipar mudança de estado trófico em ambientes aquáticos (Será tese de doutorado)



Pós-graduação e cooperações



INPE S.R.

UNESP

Presidente Prudente

UFC
Fortaleza

Programa de pós graduação INPE



Introdução ao Geoprocessamento dividido com
Miguel a responsabilidade

Comportamento espectral de alvos
(20% teoria + experimento campo)

Sensoriamento Remoto e Técnicas de Análise
de Dados Espectrais em Ecossistemas Aquáticos → 45 h 3 créditos

Orientações concluídas 3

Em andamento 6



Pós graduação da UNESP P. Prudente

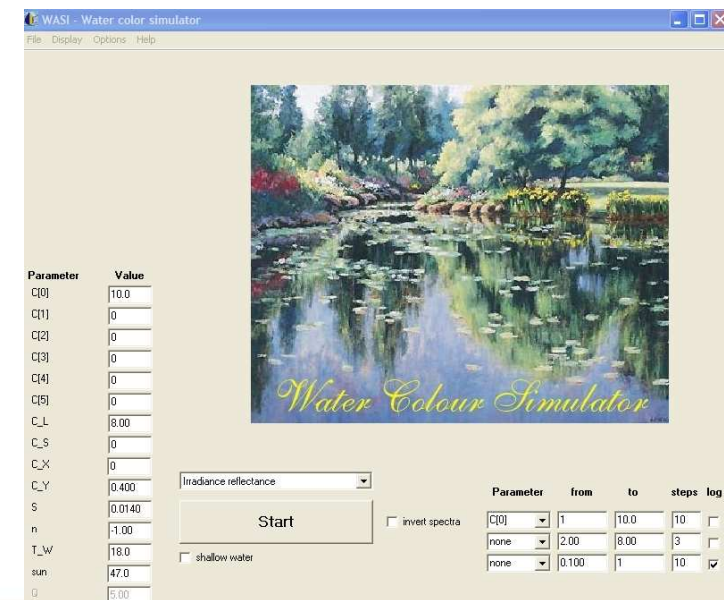


➤ 4 bancas

➤ Tópicos especiais
(40 h) 3 créditos

Simulações teóricas
de modelos

Simulações práticas de composições de água



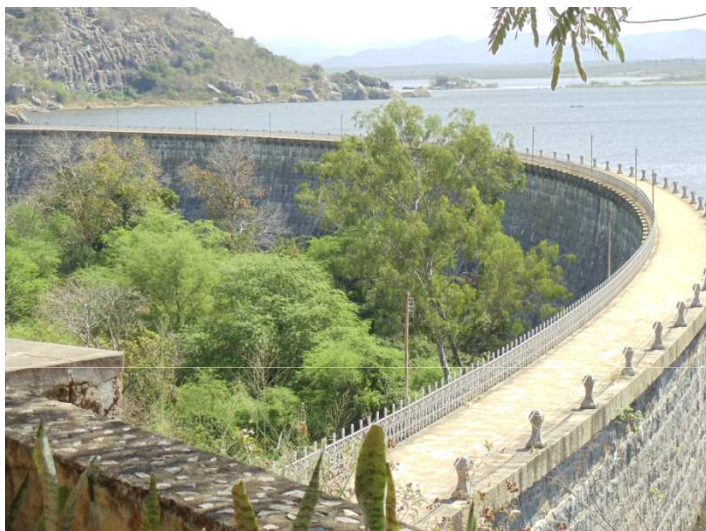
Medidas reais em campo.





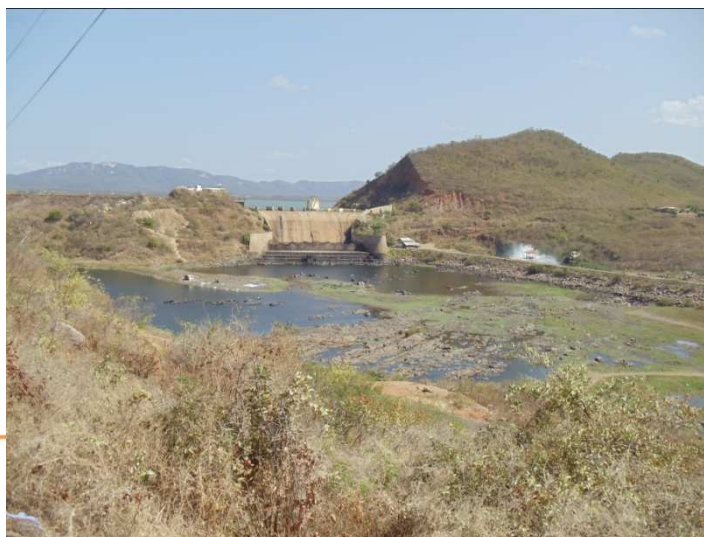
Disciplina ADP7544 - Projetos Especiais em Sensoriamento Remoto Aplicado a Ecossistemas aquáticos-

Tópicos especiais
(40 h) 3 créditos



Cedro

Edital PROCAD/casadinho



Campo no açude de Orós

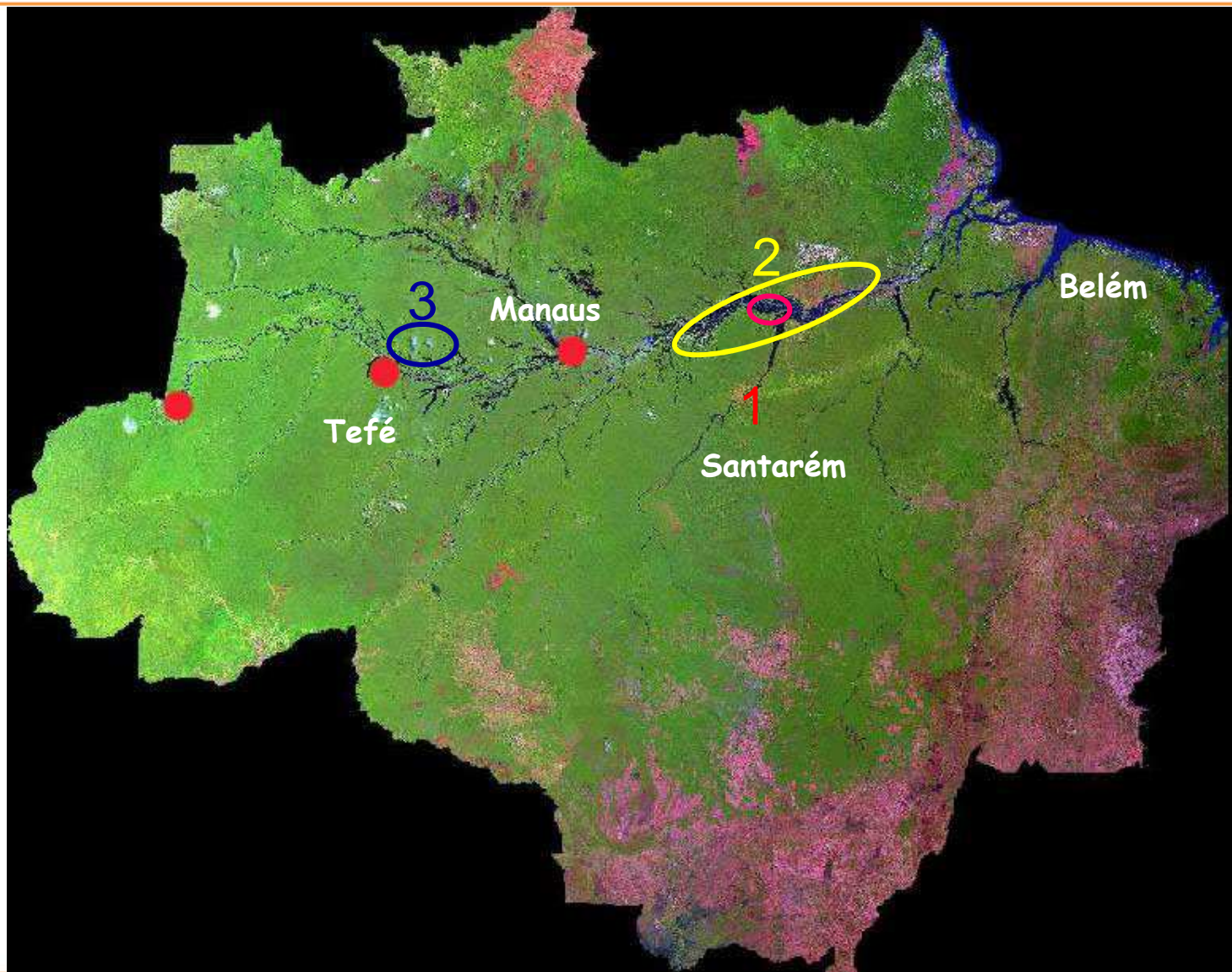


FIM



FIM

Áreas de estudo na região amazônica

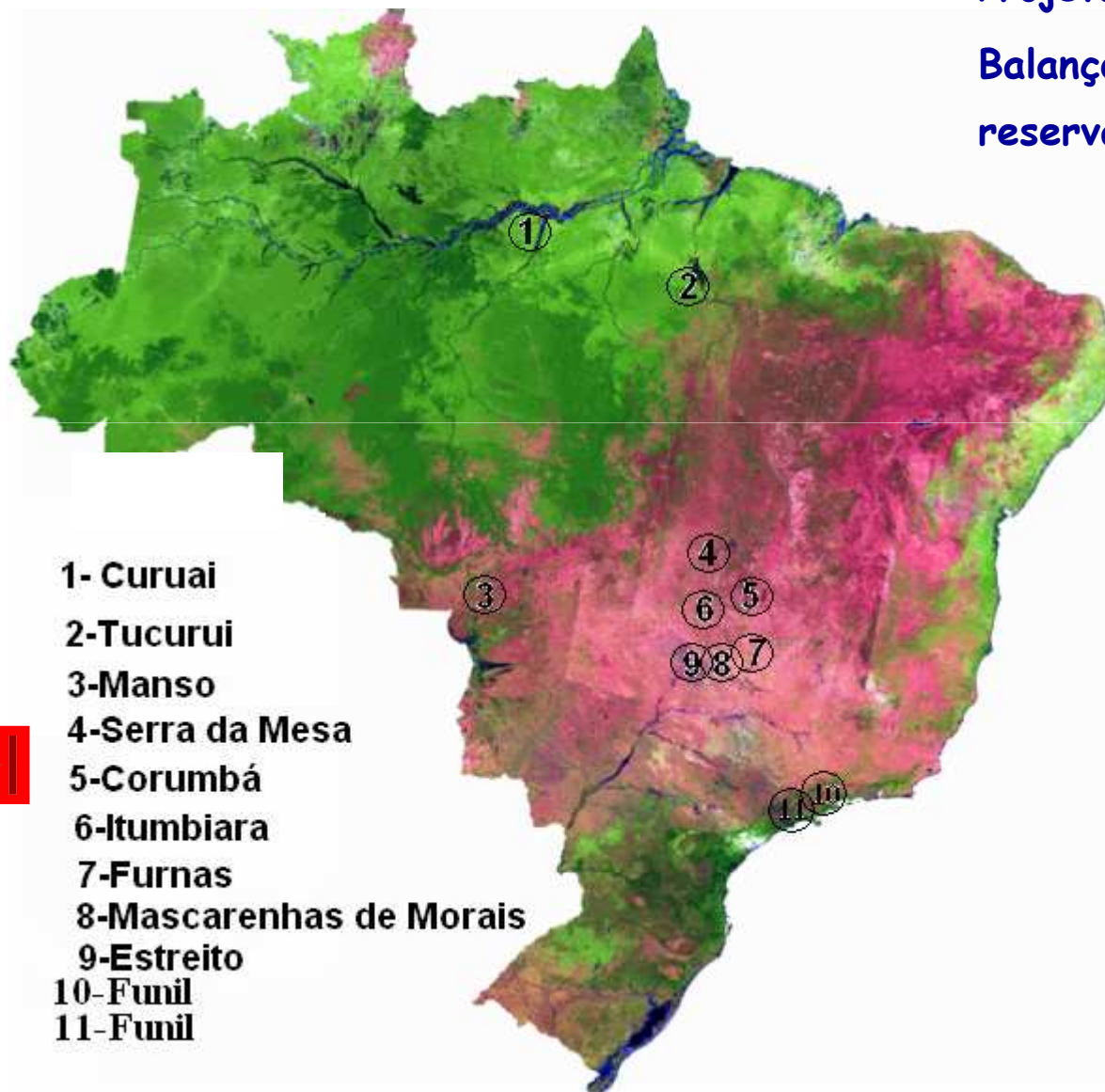


Reservatórios em estudo



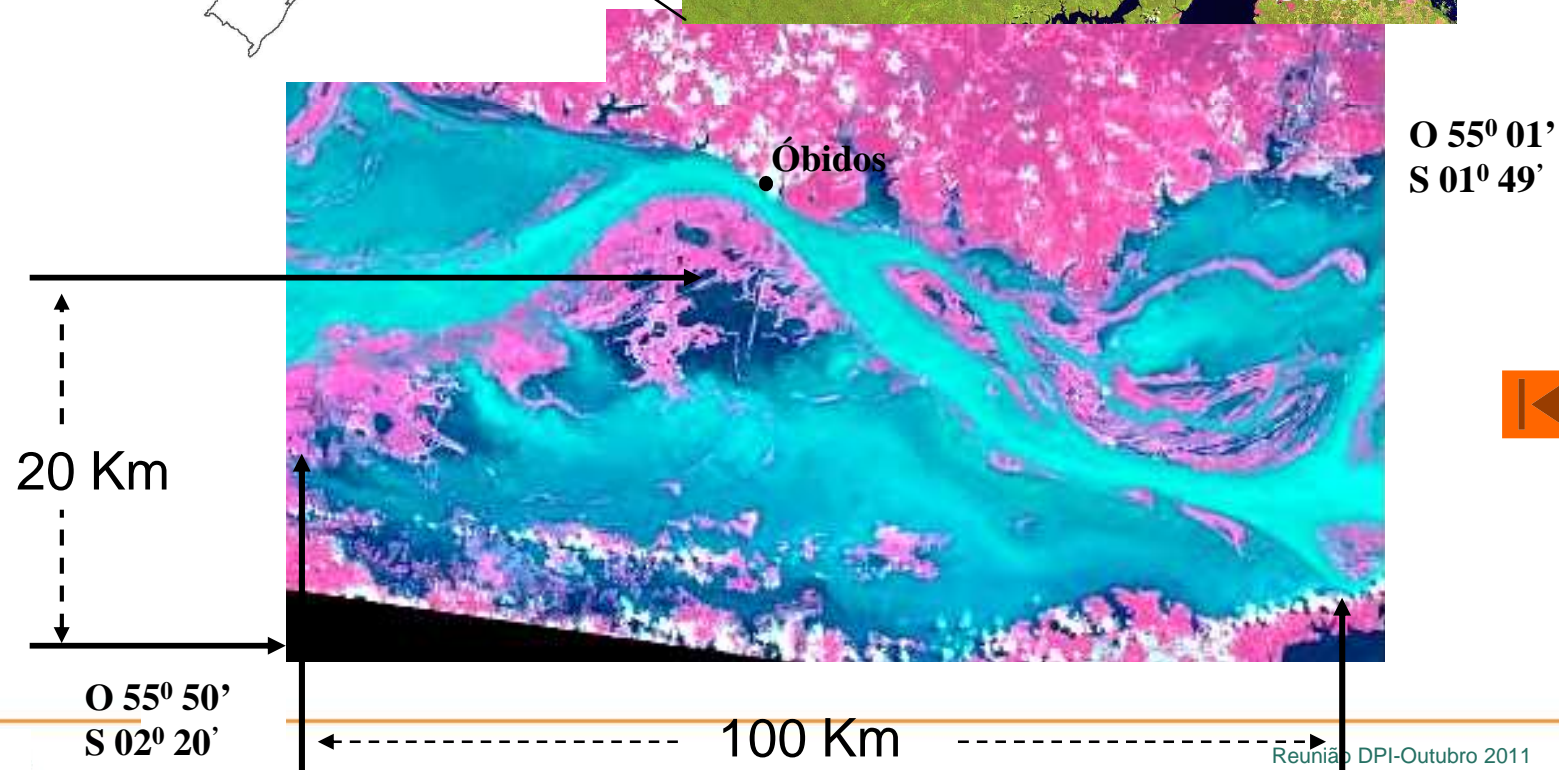
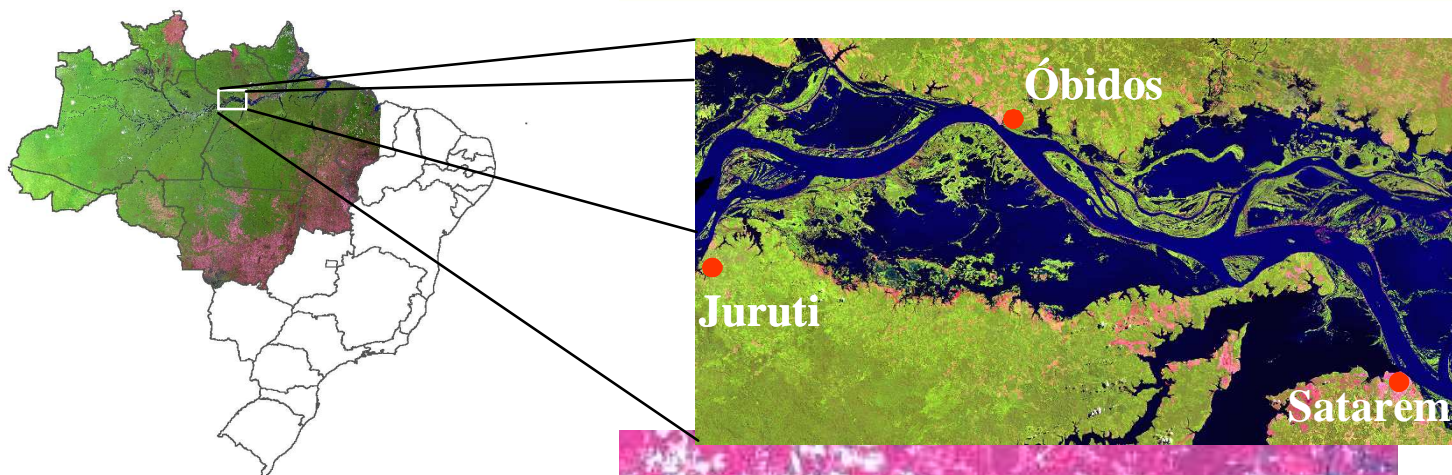
Projeto:

Balanco de carbono nos
reservatorios de hidroeletrica

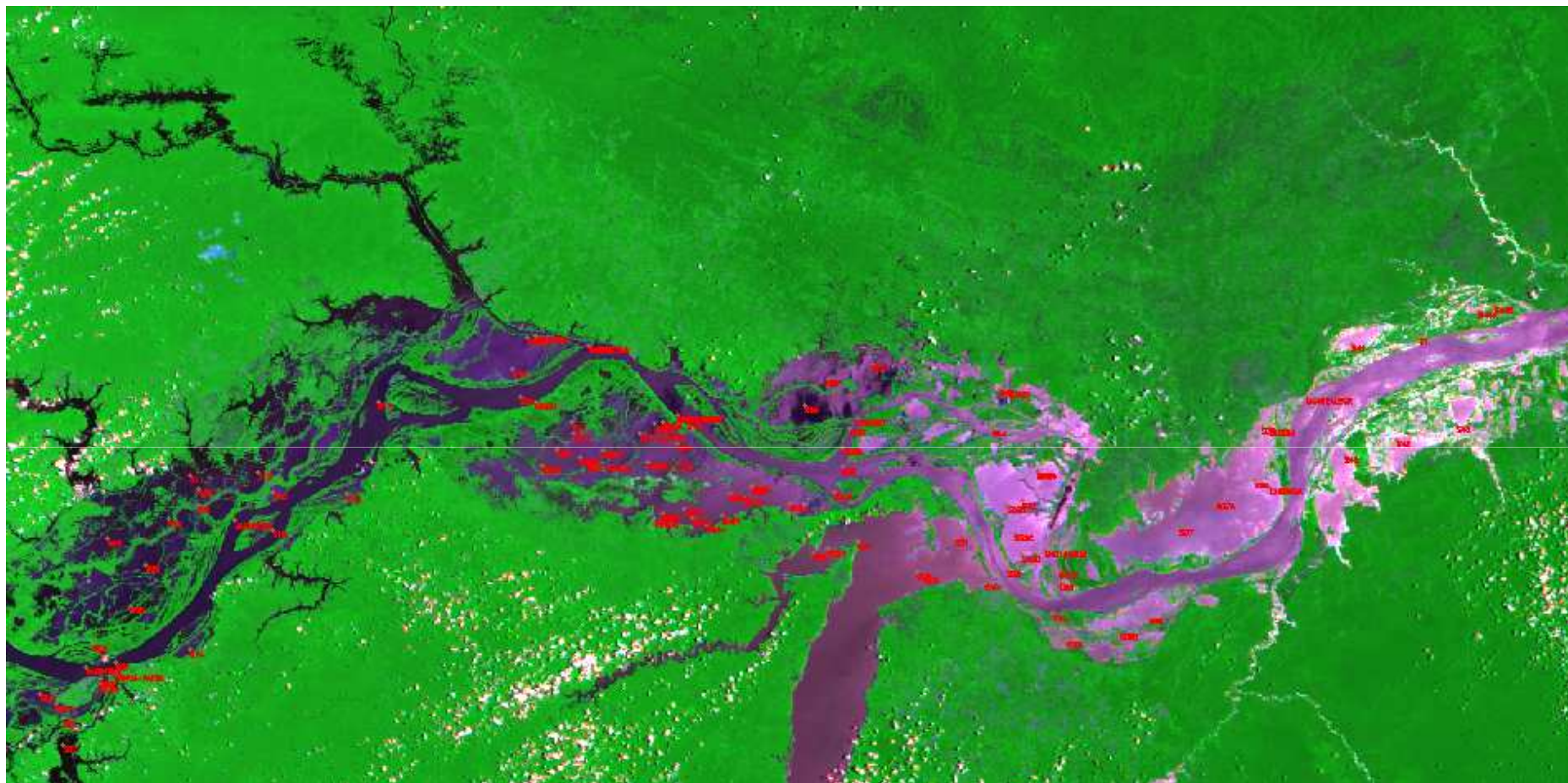


Site 1- Curuai site

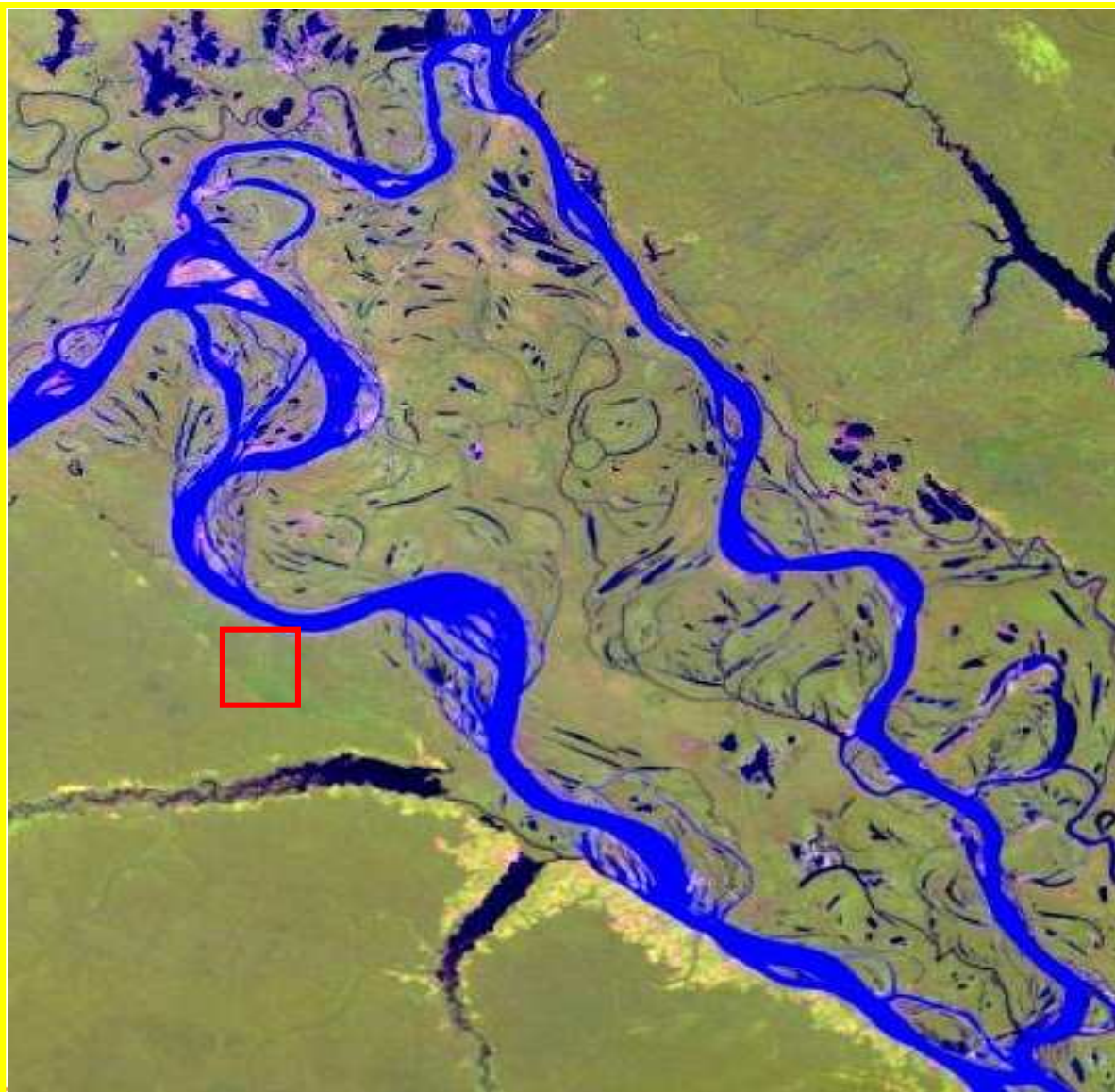
Located 900 km upstream from the Amazon River mouth.



Site 2 - extension of site 1



Site 3- Mamiraua/Amana site





Pegar Tucurui







Dinâmica sazonal de composição da massas de água

