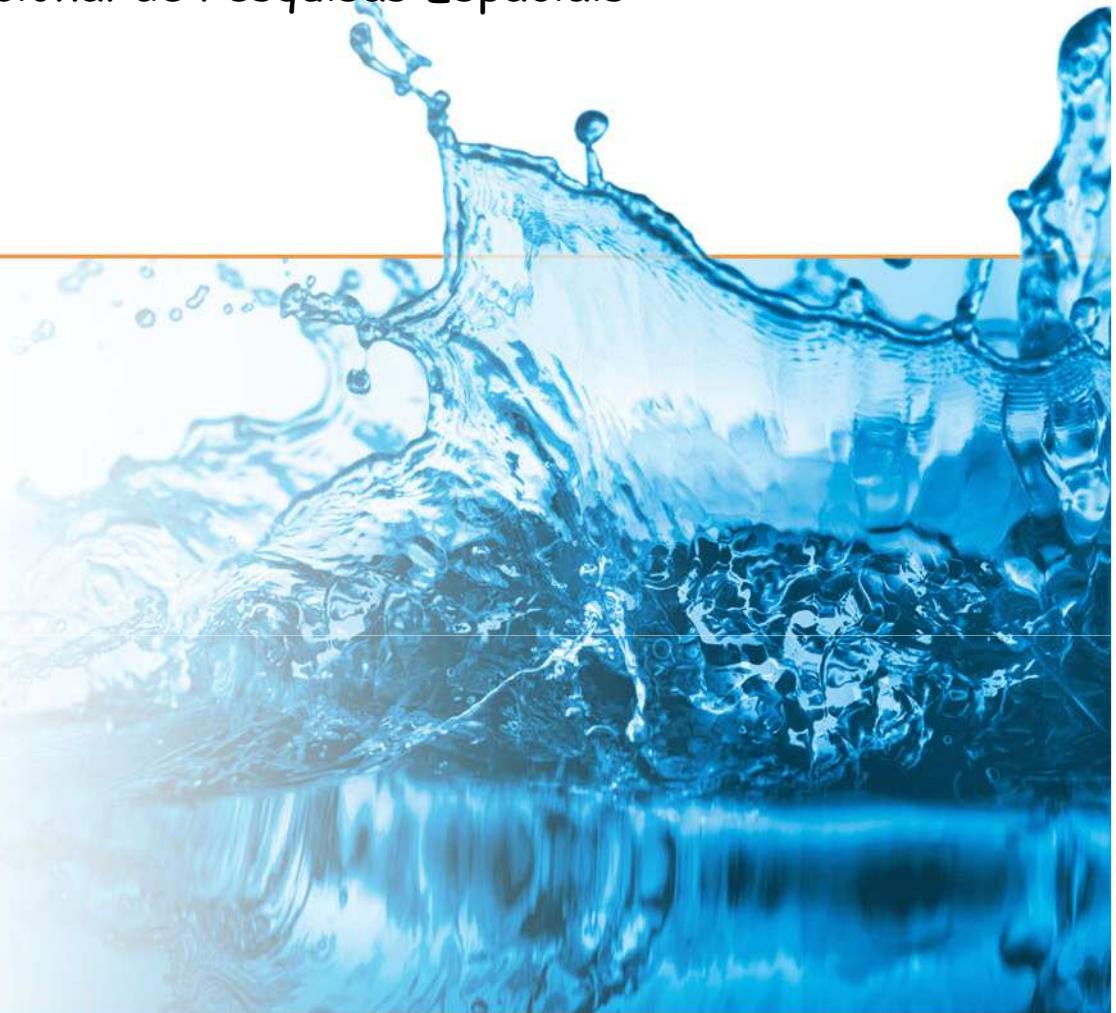




Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**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)

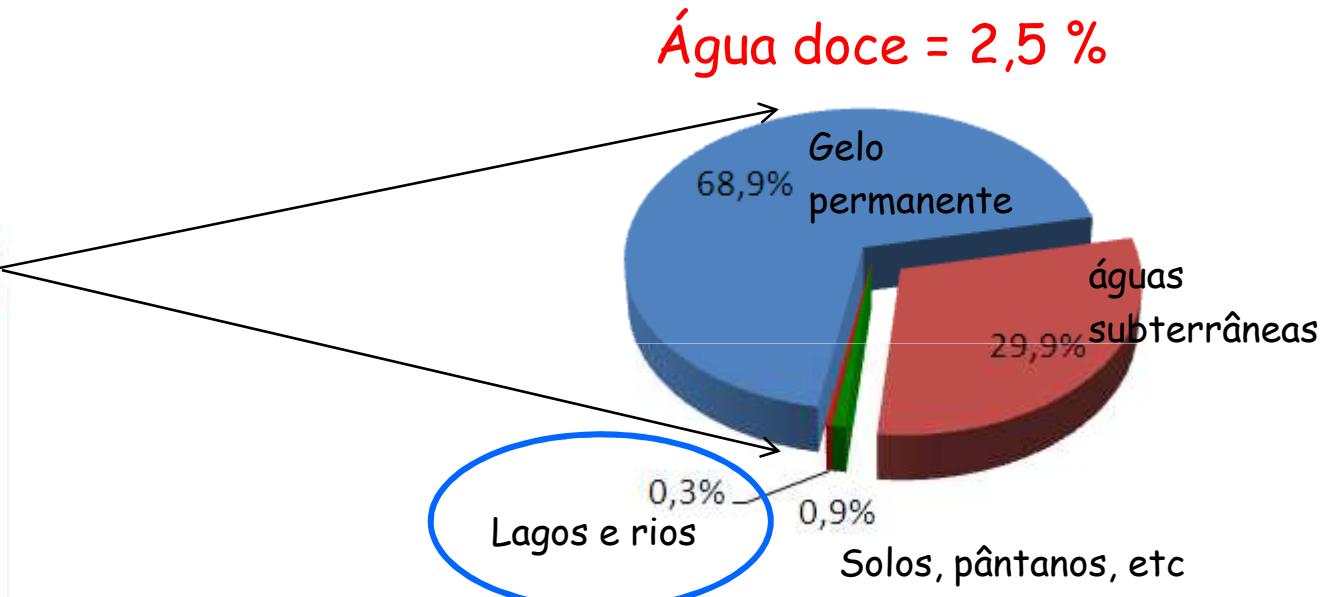
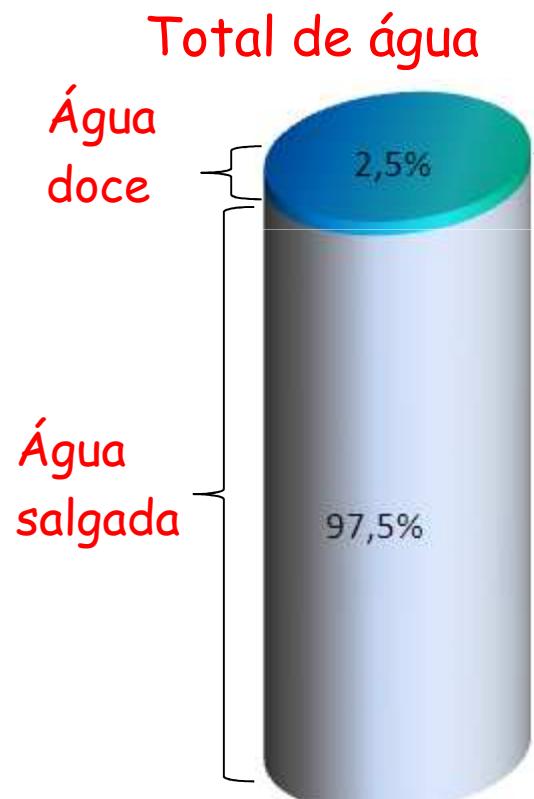
## Artificiais

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?



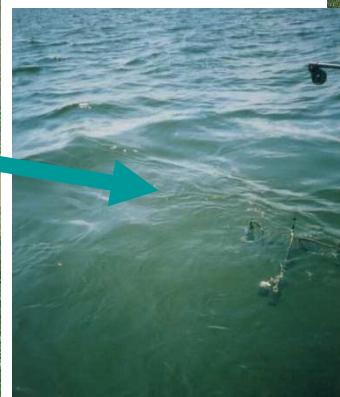
Água branca(Rio Amazonas)



Manaus



Santarém



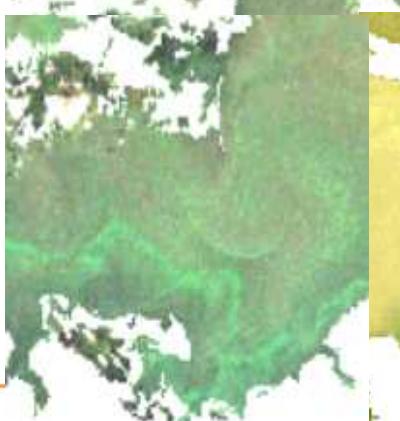
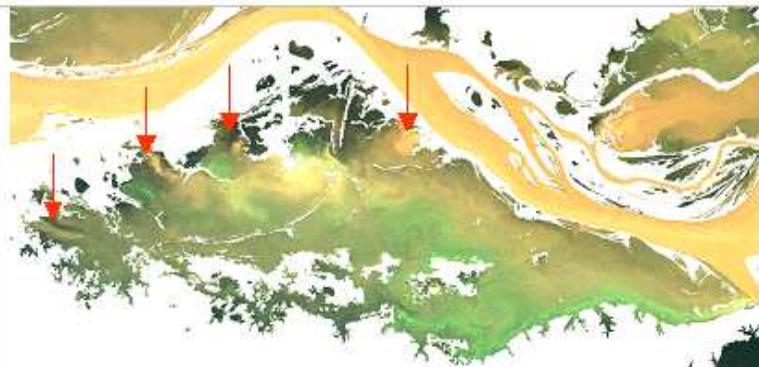
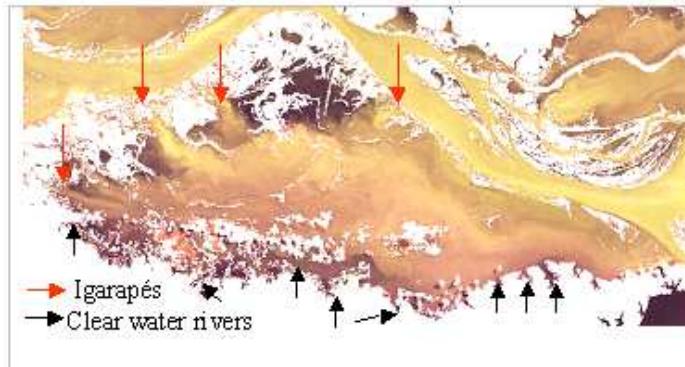
Água clara  
(Rio Tapajós )



Água preta  
(Rio negro)

## Composição da água em diferentes anos

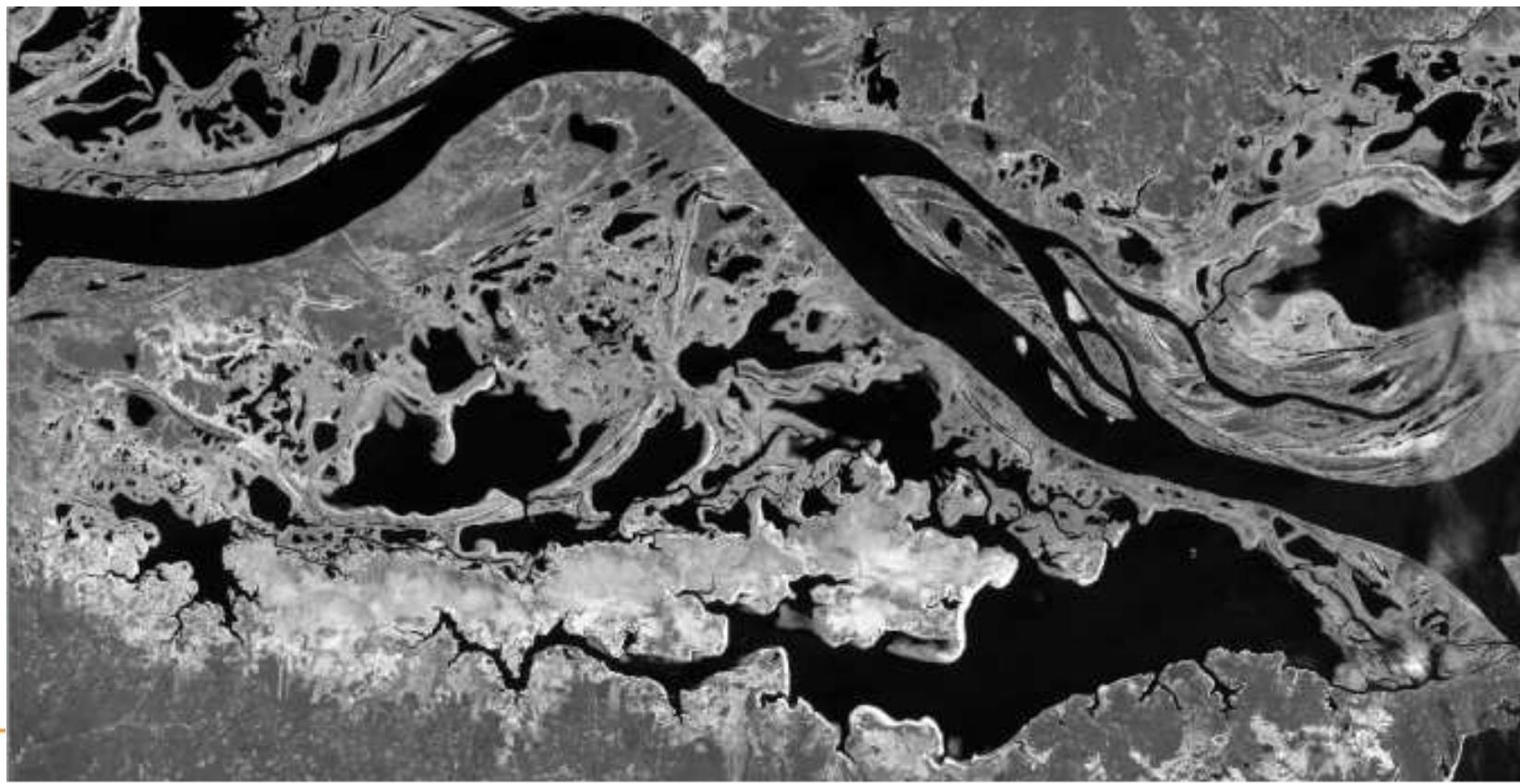
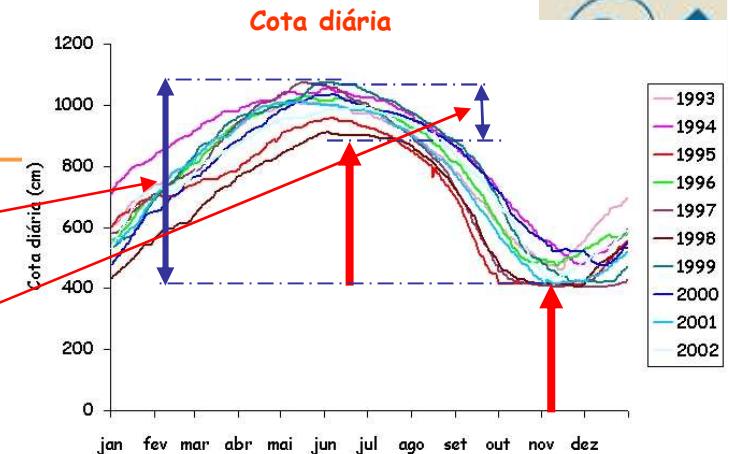
1999



# Dinâmica de inundação

Amplitude anual de 7 metros

Flutuação inter anual 2 metros



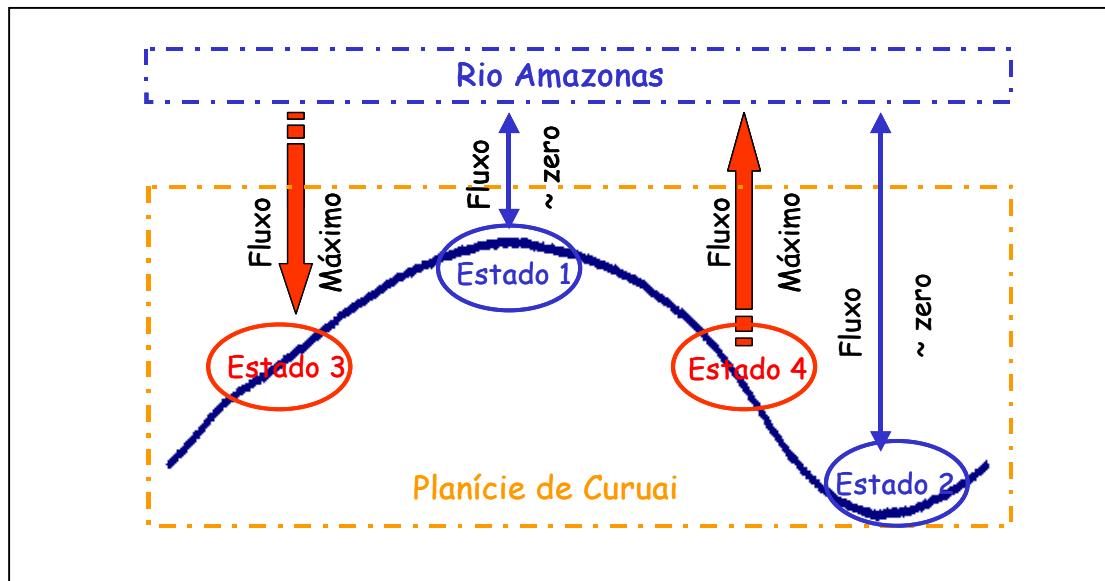
---

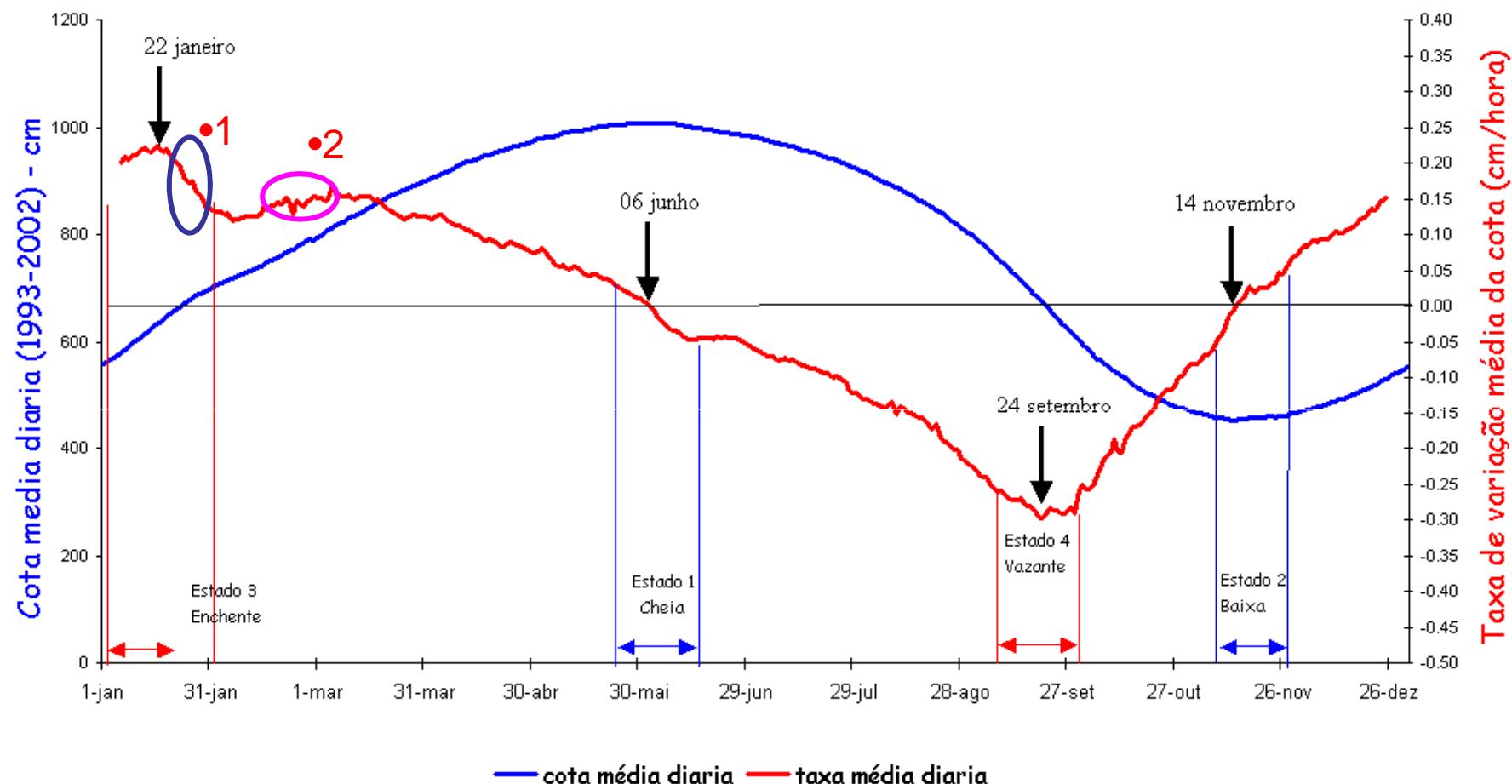
*Como coletar amostras de água, para validar os  
modelos/resultados de SR, que sejam representativas  
da dinâmica de água na planície de inundação ?*

Abordagem:

Rio ↔ Planície → sistema de 4 estados (dinâmica de nível de água)

Estados 1 e 2	Estabilidade
Estados 3 e 4	Instabilidade

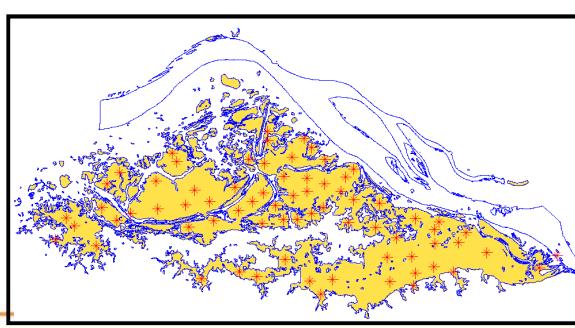
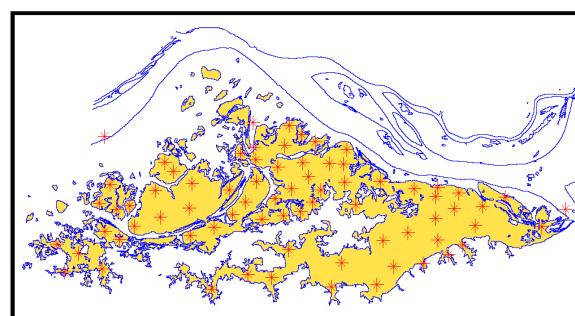
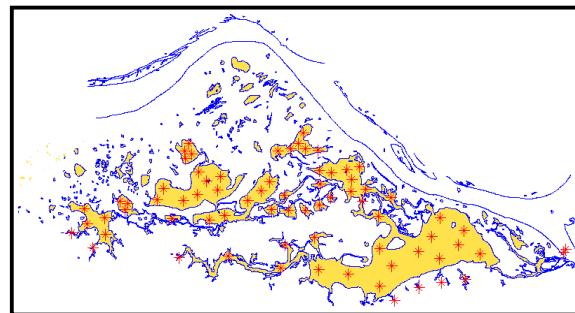
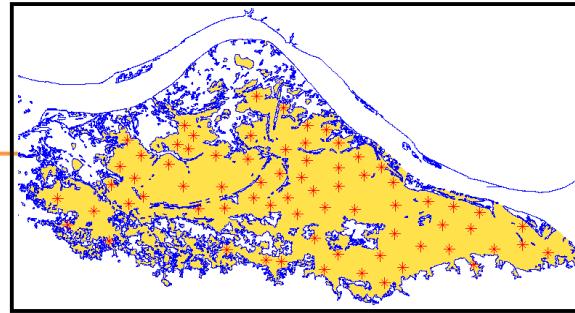
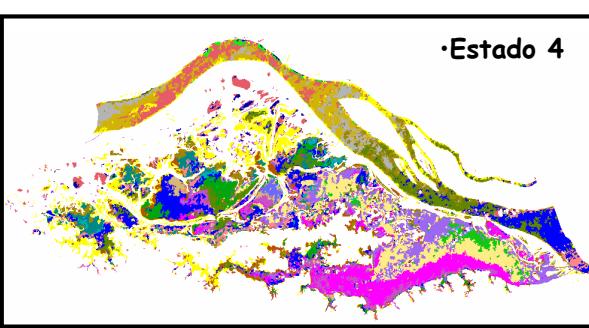
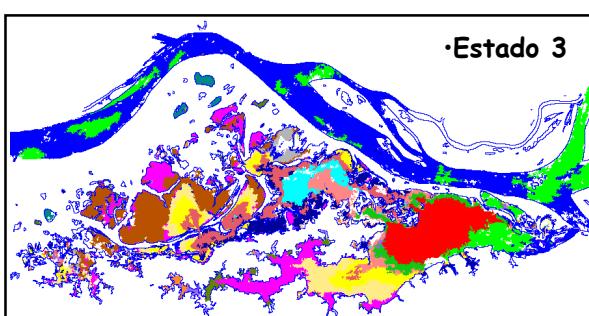
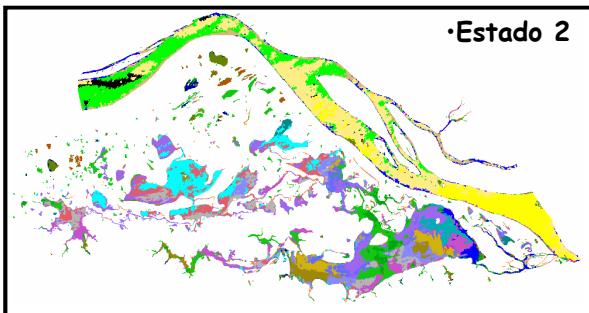
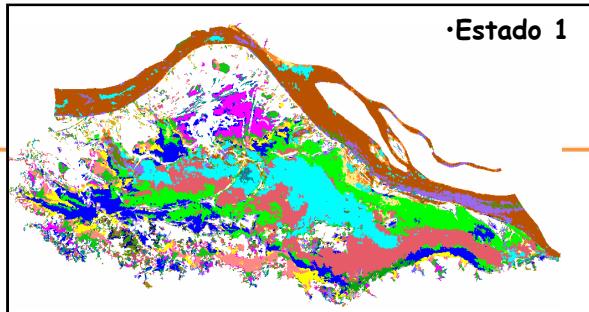




— cota média diária — taxa média diária

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

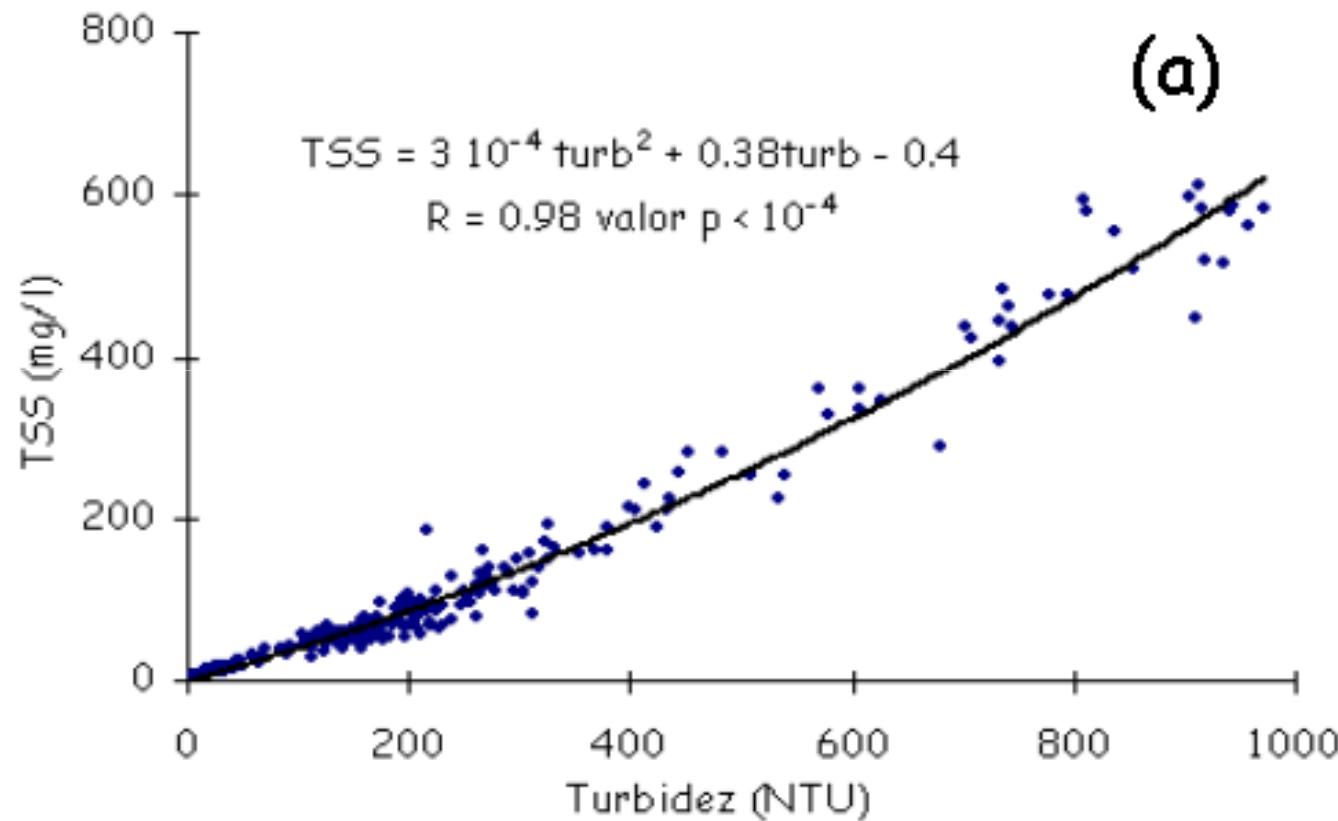




~70 amostras para  
análise de laboratório

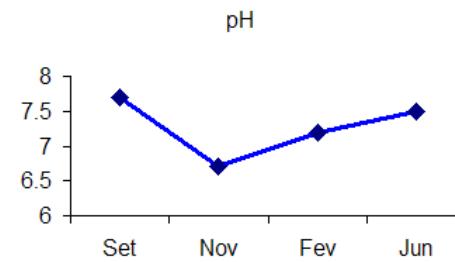
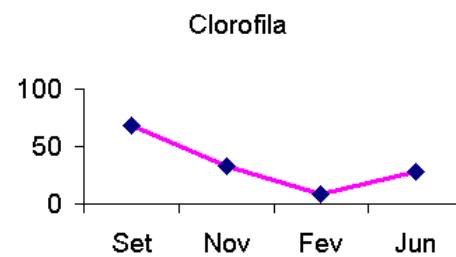
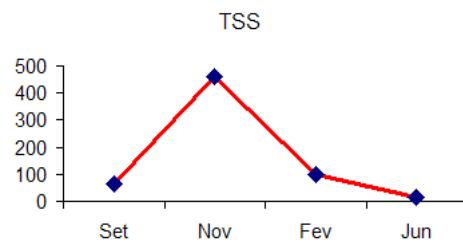
+ ~130 medidas  
sómente em campo

## Interpolação de parâmetros correlacionados



# Síntese de parâmetros coletados

Measures	Fieldwork campaign			
	(state 4)	(state 2)	(state 3)	(state 1)
<b>In Situ</b>				
Conductivity, Dissolved oxygen, Turbidity, pH, Secchi depth, Total depth, Temperature, Radiometric	208 points	202 points	221 points	256 points
<b>In Laboratory</b>				
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

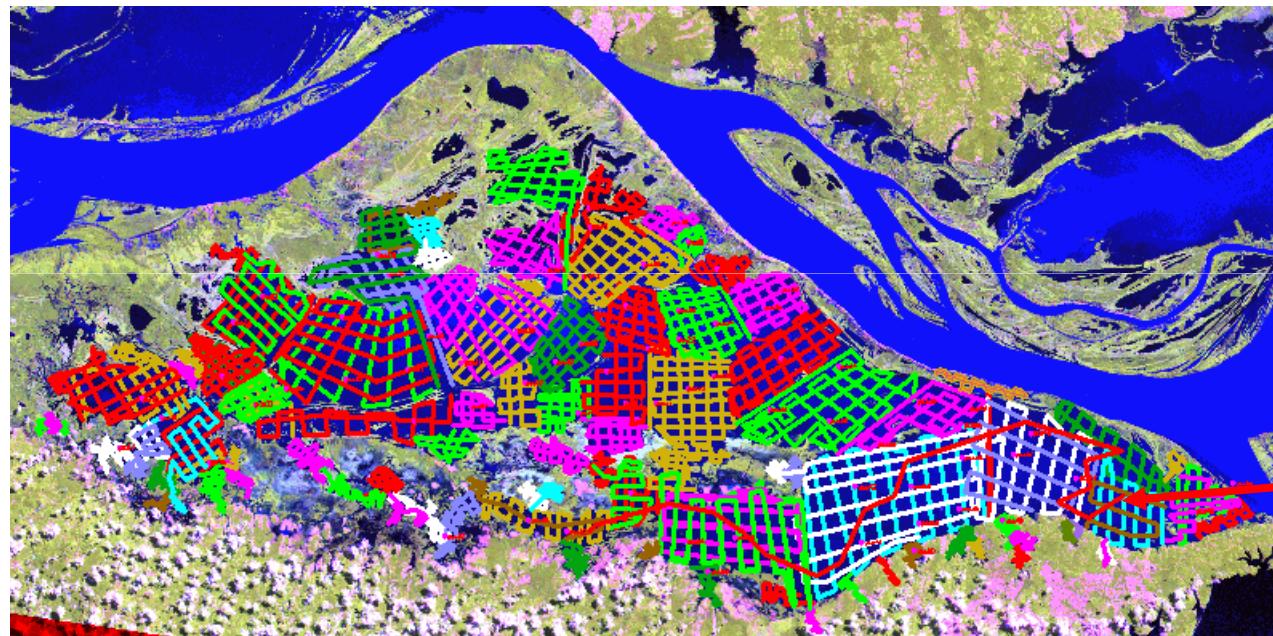


(a)

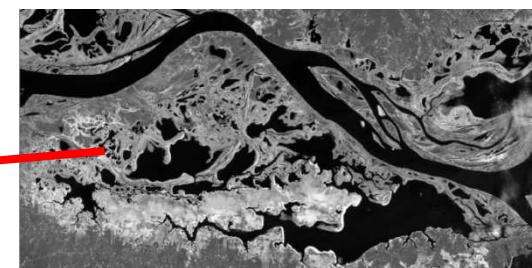
(b)



*21 dias de campo : 5000 Km de transectos*

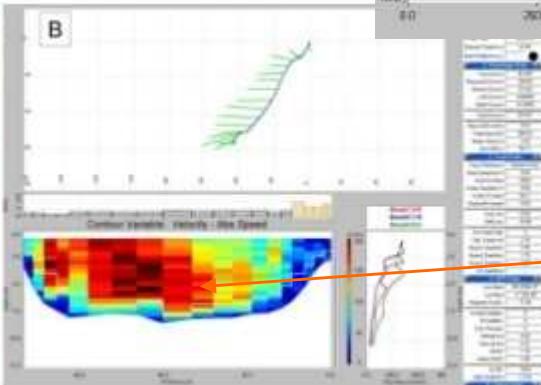
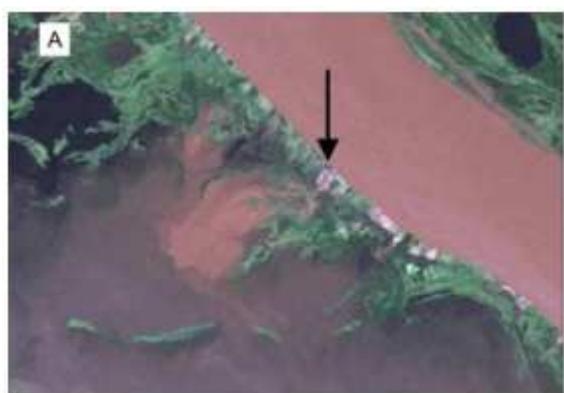
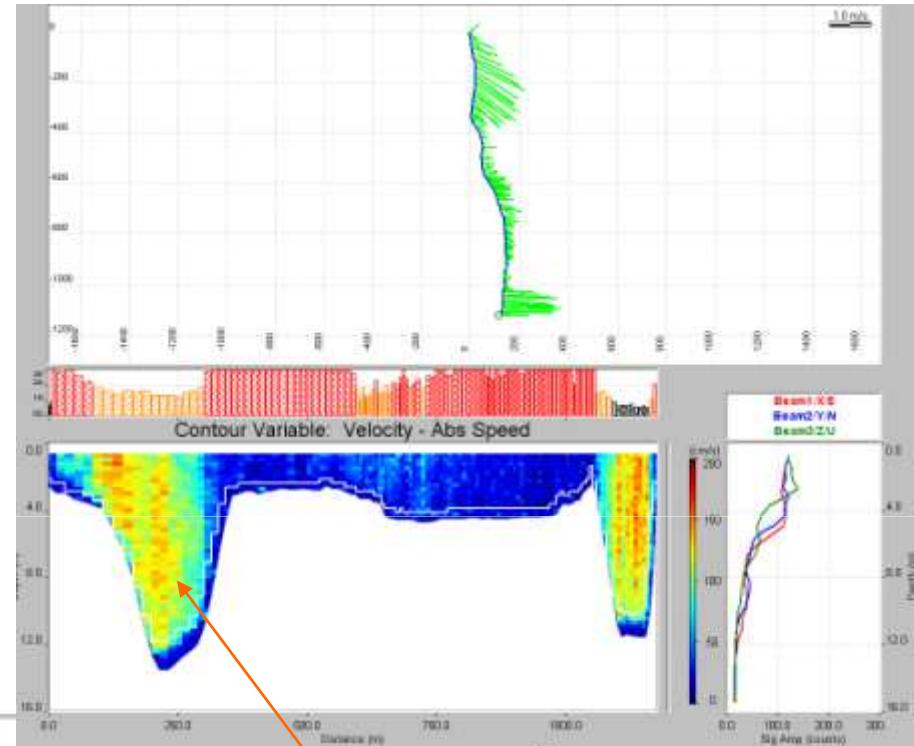
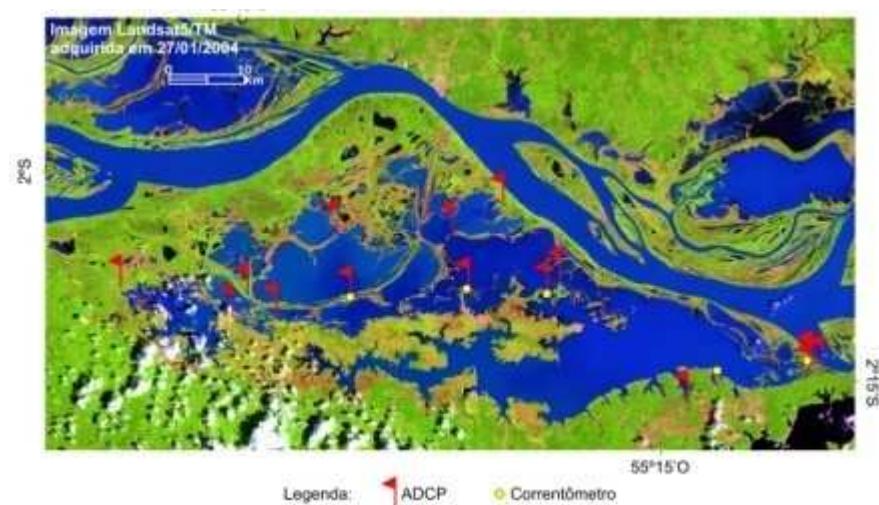


A densidade dos  
transectos foi definida  
pelo relevo da planície



Barbosa et al. 2006

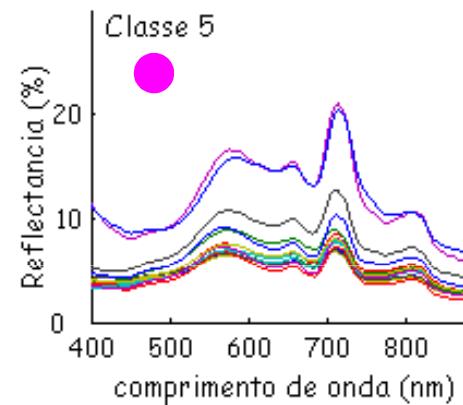
# Water flux - ADCP -Acoustic Doppler Current Profilers



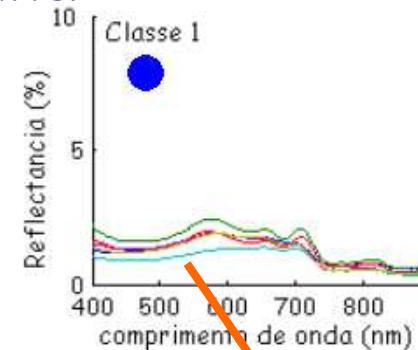
# Os espectros são moldados pelo composição de massas de água



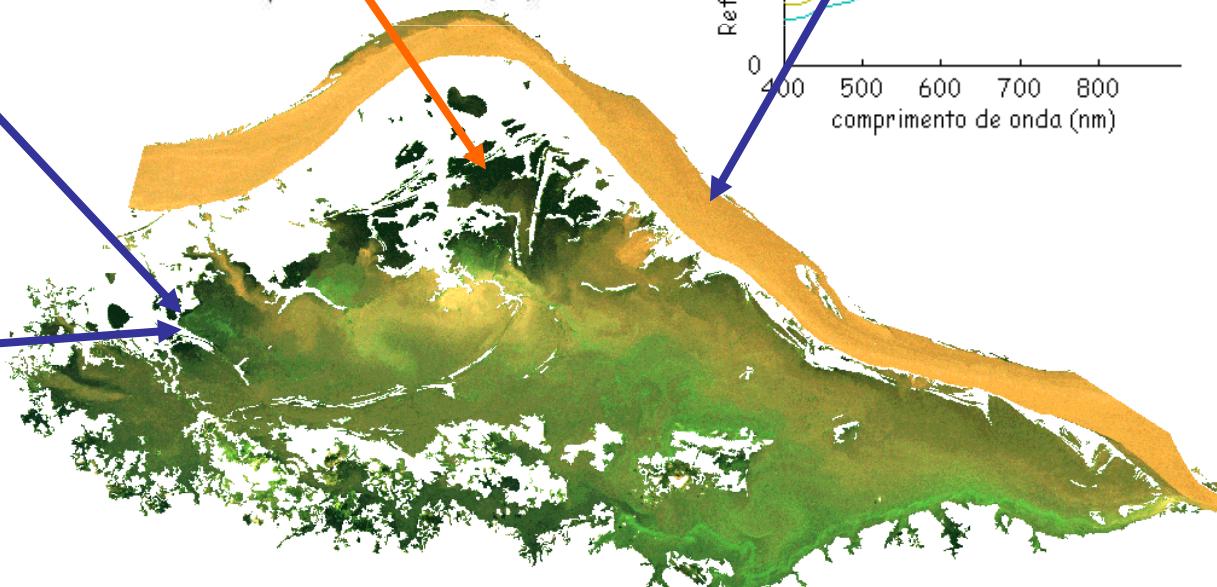
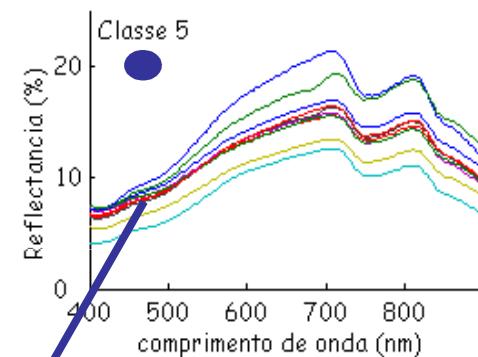
Characteristic spectra of high chlorophyll concentration



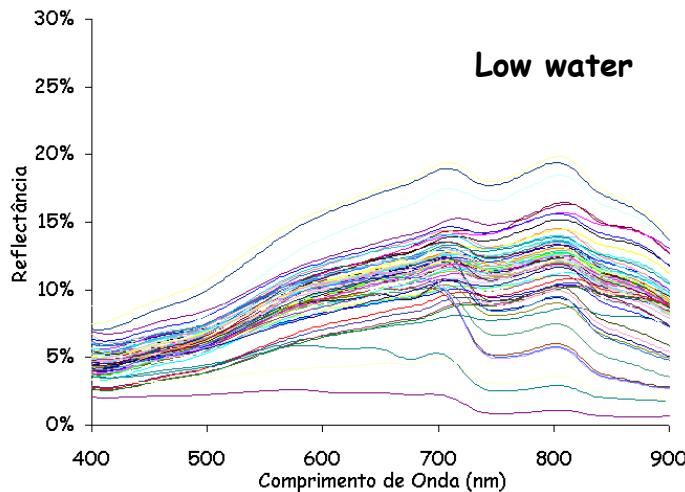
Characteristic spectra of dissolved organic matter



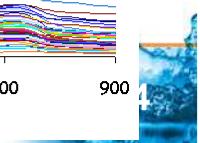
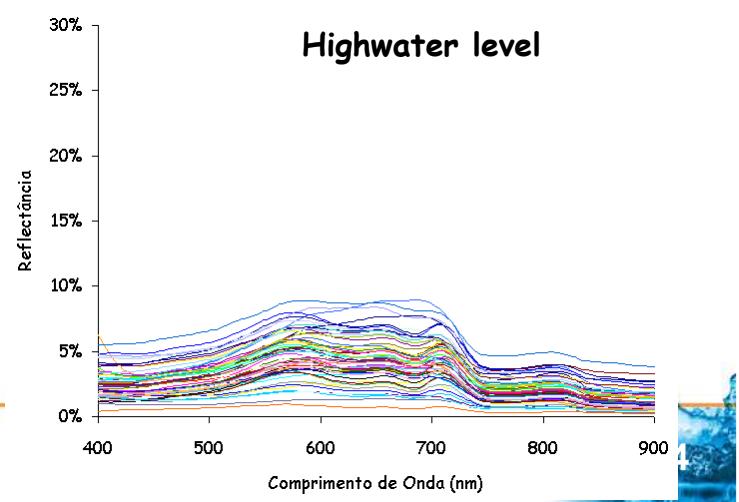
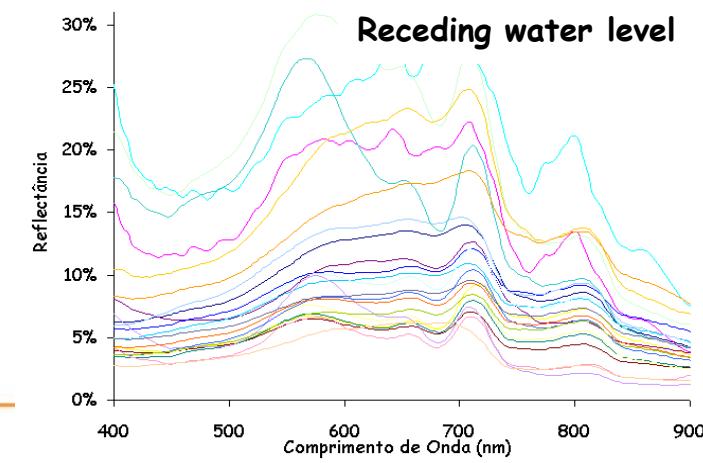
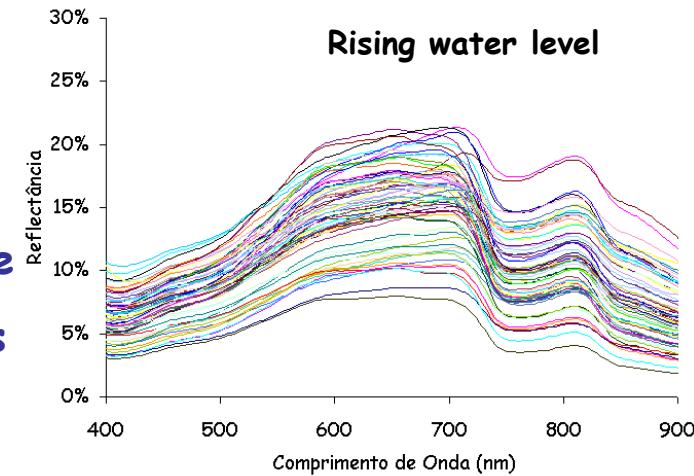
Characteristic spectra of High inorganic suspended sediment concentration



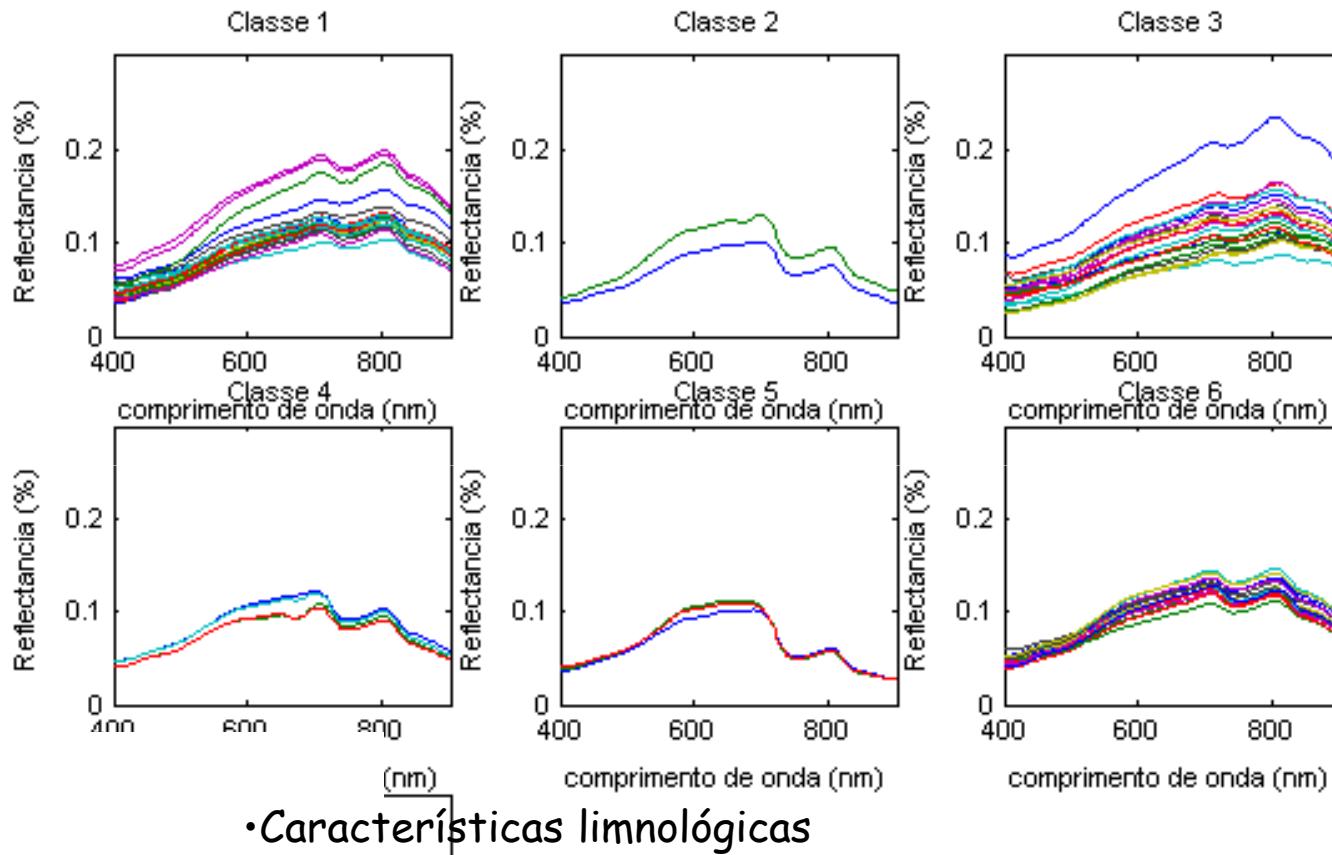
# Efeitos da dinâmica de composição sobre a resposta espectral das massas de água



Afeta a amplitude e forma dos espectros



## Agrupamento baseado em Spectral Angle Mapper (SAM)

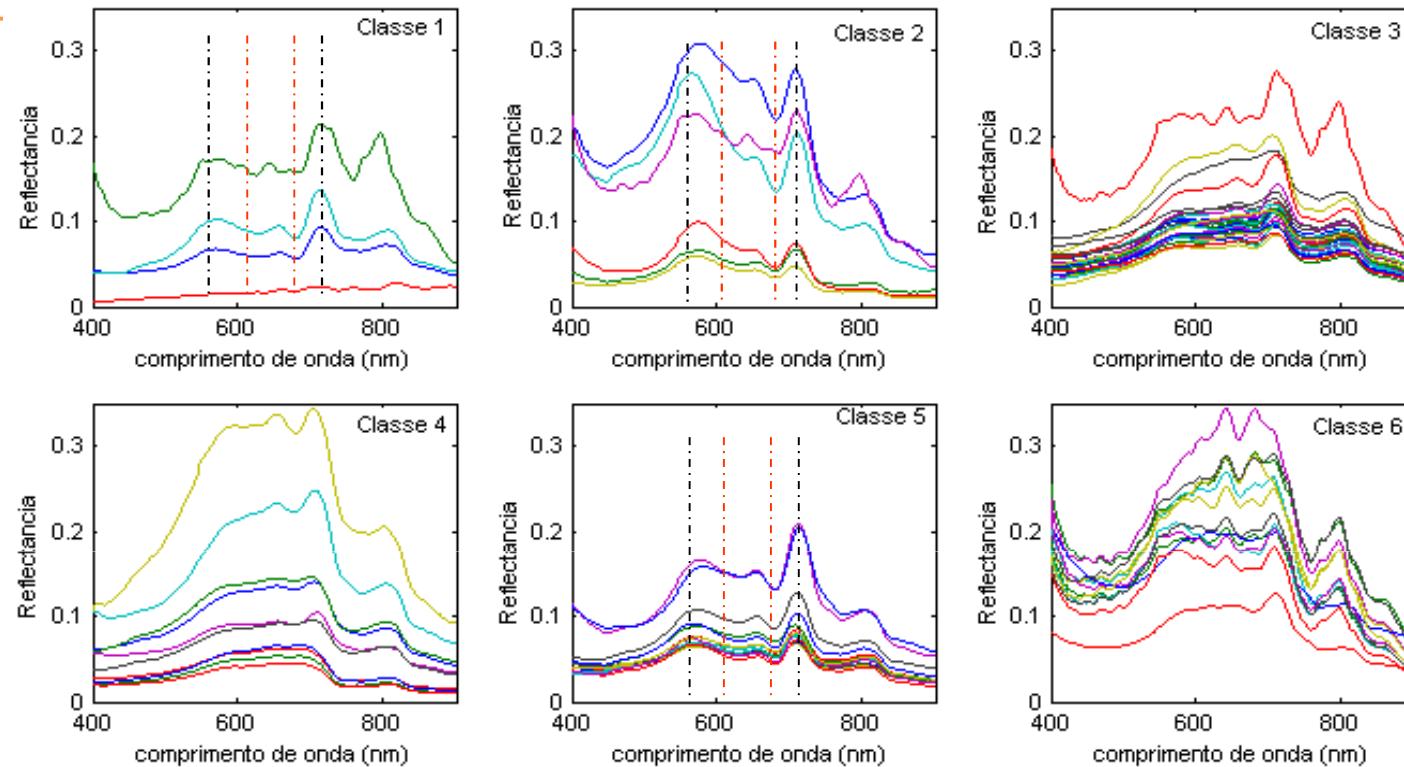


# Água Baixa

## •Características limnológicas

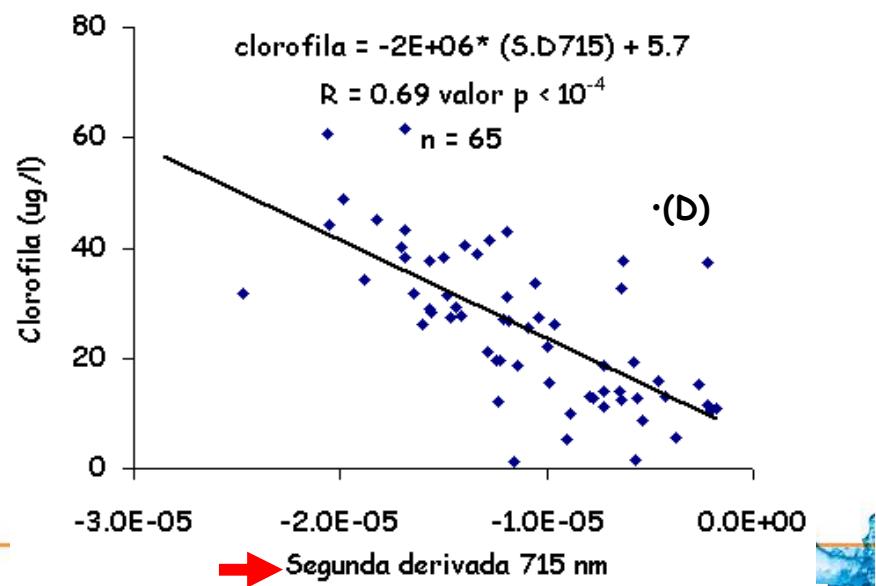
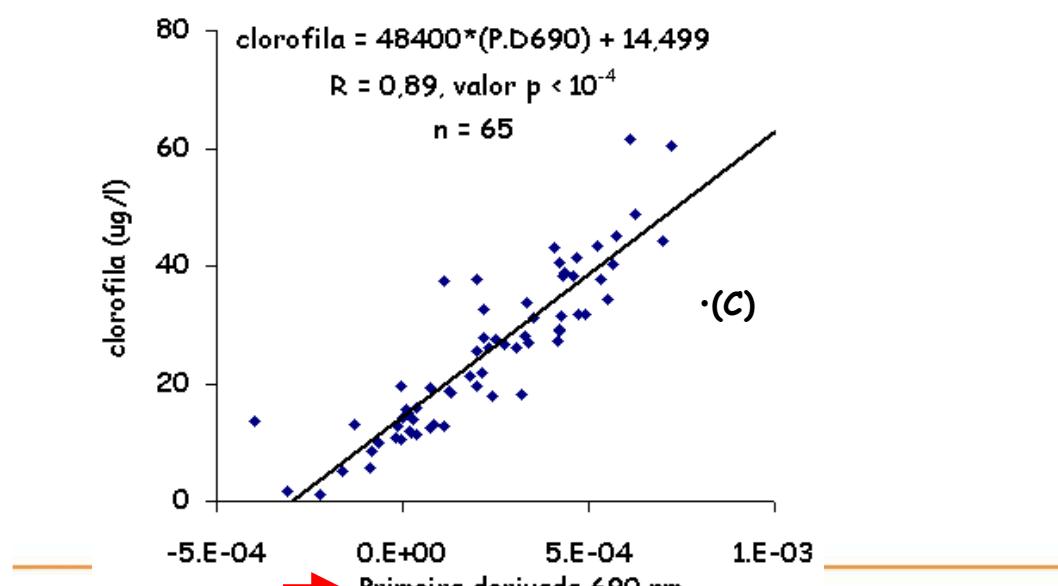
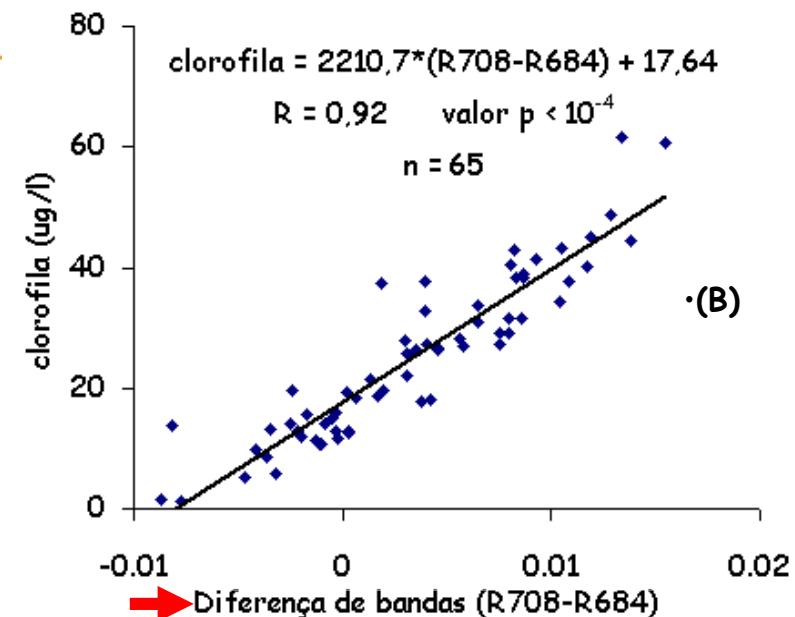
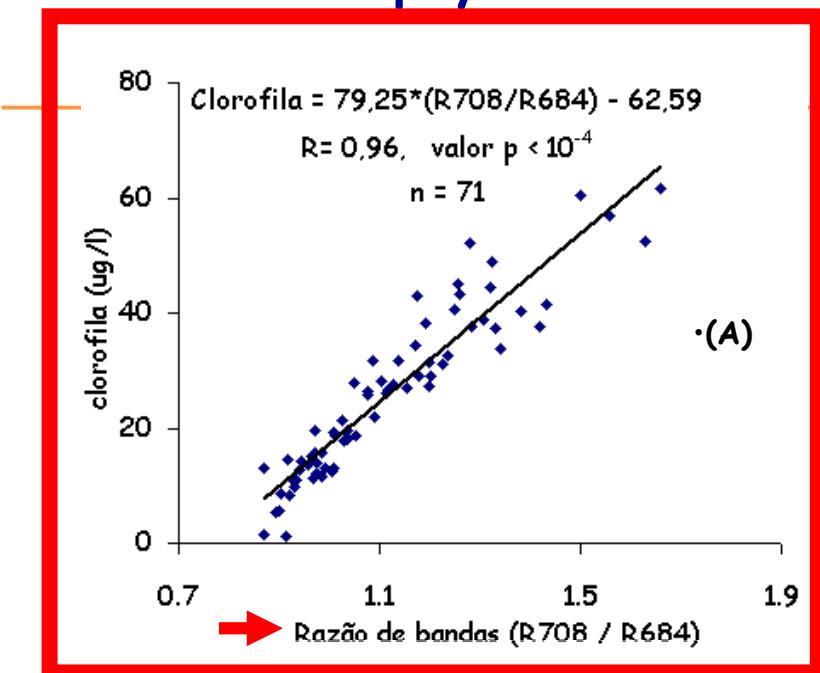
	TURB	TSS	TSI	TSO	TSO/TSS	TSO/TSI	CLORO	cloro/TSS	CID	COD
<b>C1</b>	947	<b>578.12</b>	518.85	74.34	0.13	0.14	<b>31.33</b>	0.05	6.26	7.29
<b>C2</b>	296	145.23	114.75	15.02	0.10	0.13	16.35	0.11	4.28	11.45
<b>C3</b>	1084	<b>682.89</b>	680.41	96.09	0.14	0.14	<b>39.36</b>	0.06	6.58	7.79
<b>C4</b>	342	<b>184.18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

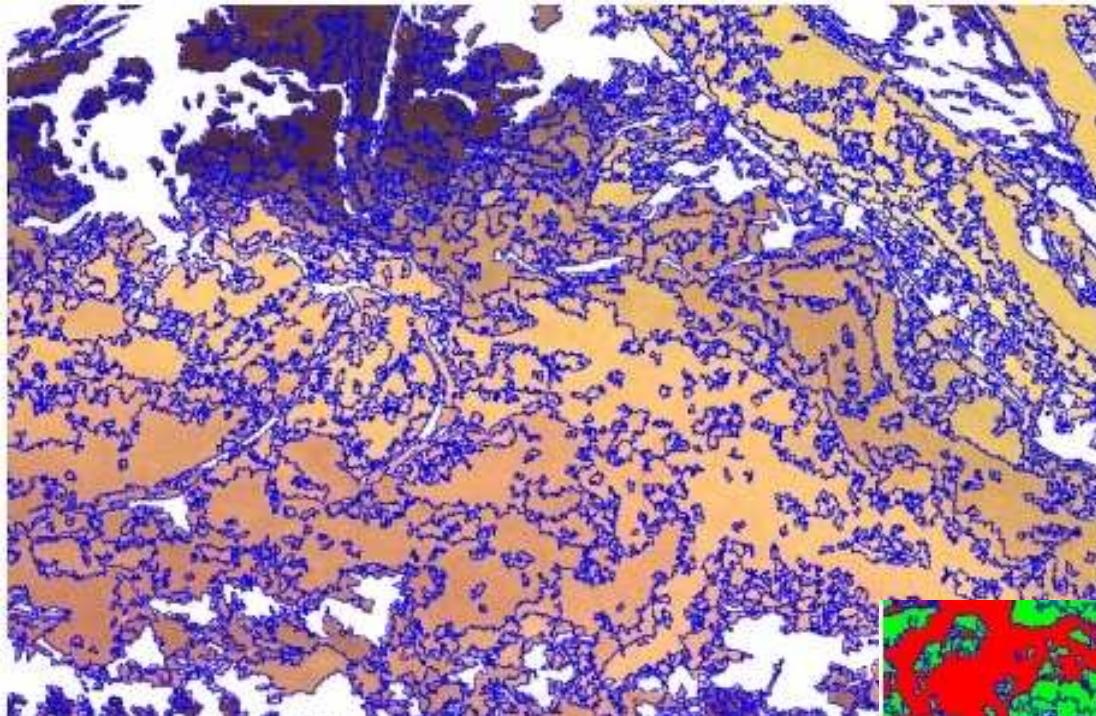


---

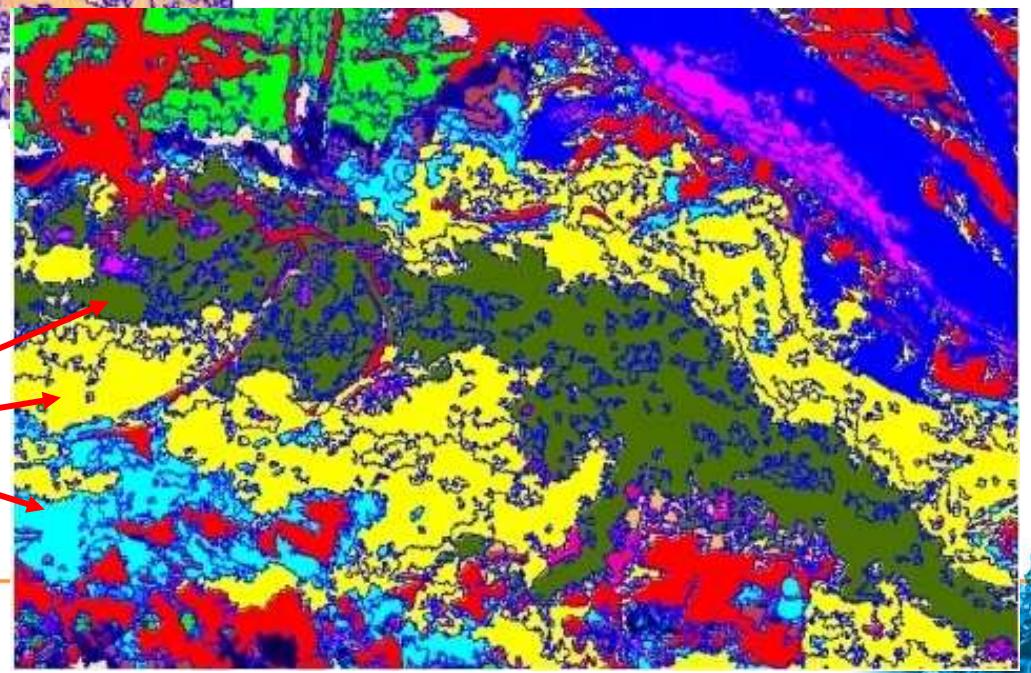
*Delimitação, caracterização e quantificação de massas homogêneas de água em diferentes fases do ciclo hidrológico.*

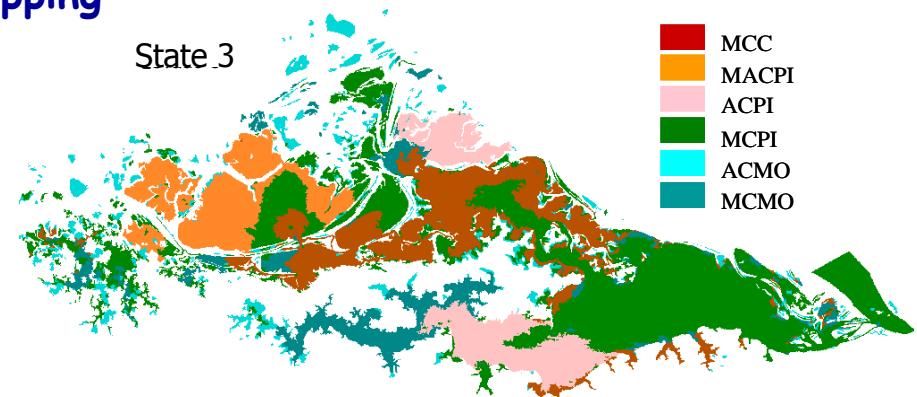
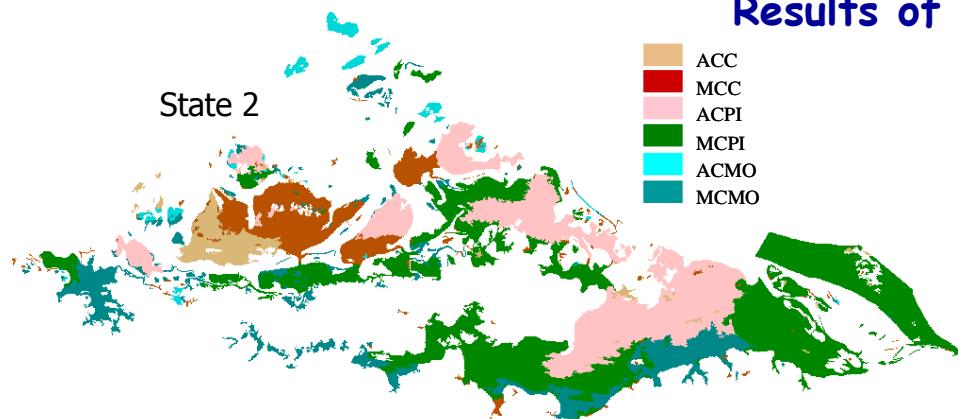
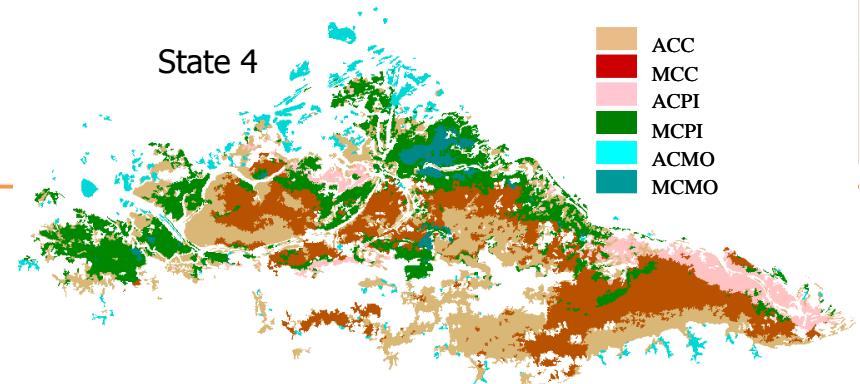
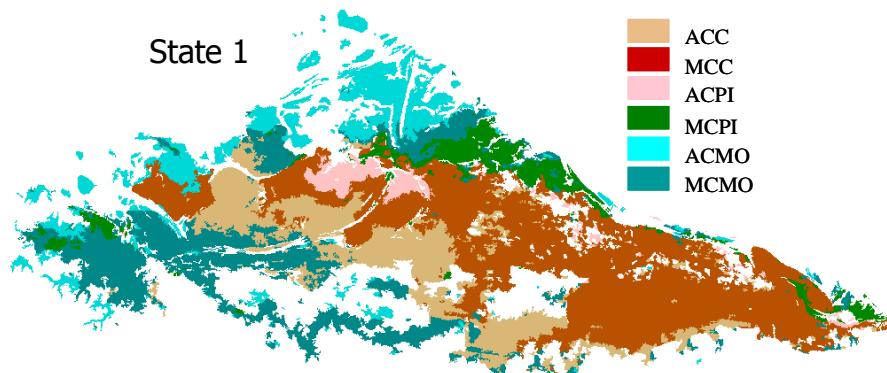


# *Delimitação espacial das massas homogêneas de água*



*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

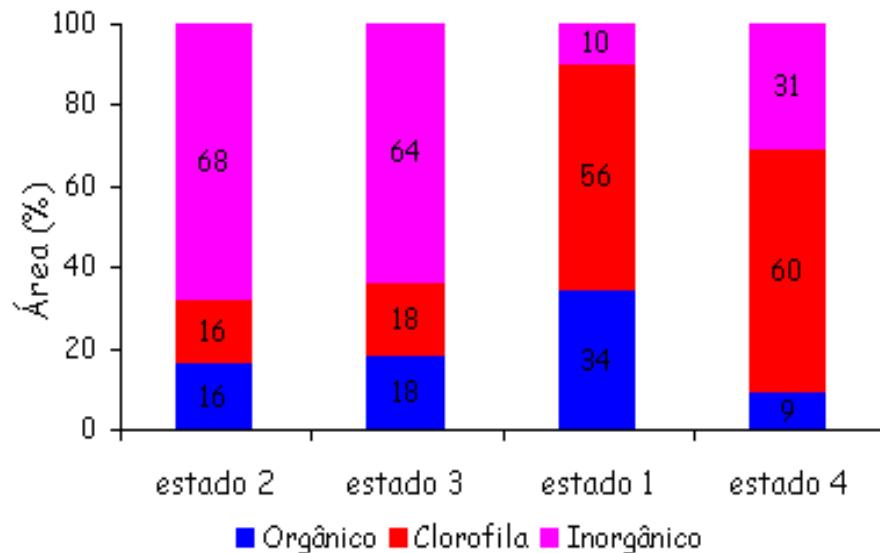
ACMO - High Dissolved Organic Matter Concentration

MCMO - Midium Dissolved Organic Matter Concentration

## Componente dominante : responsável pela resposta espectral



### •Campanhas



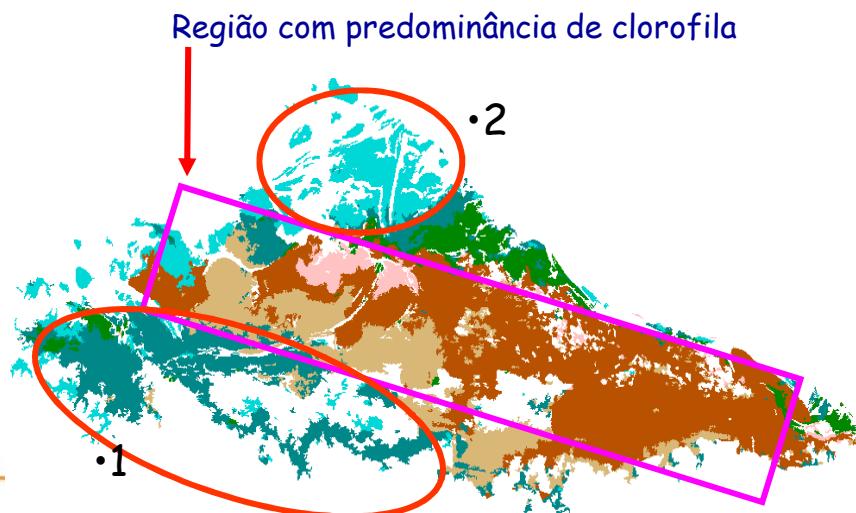
Inorganic: **states 2 e 3 (~66%)**  
(458 e 94 mg /l)

•Chlorophyll: **states 1 e 4 (~58%)**

• (28 e 68 µg/l)

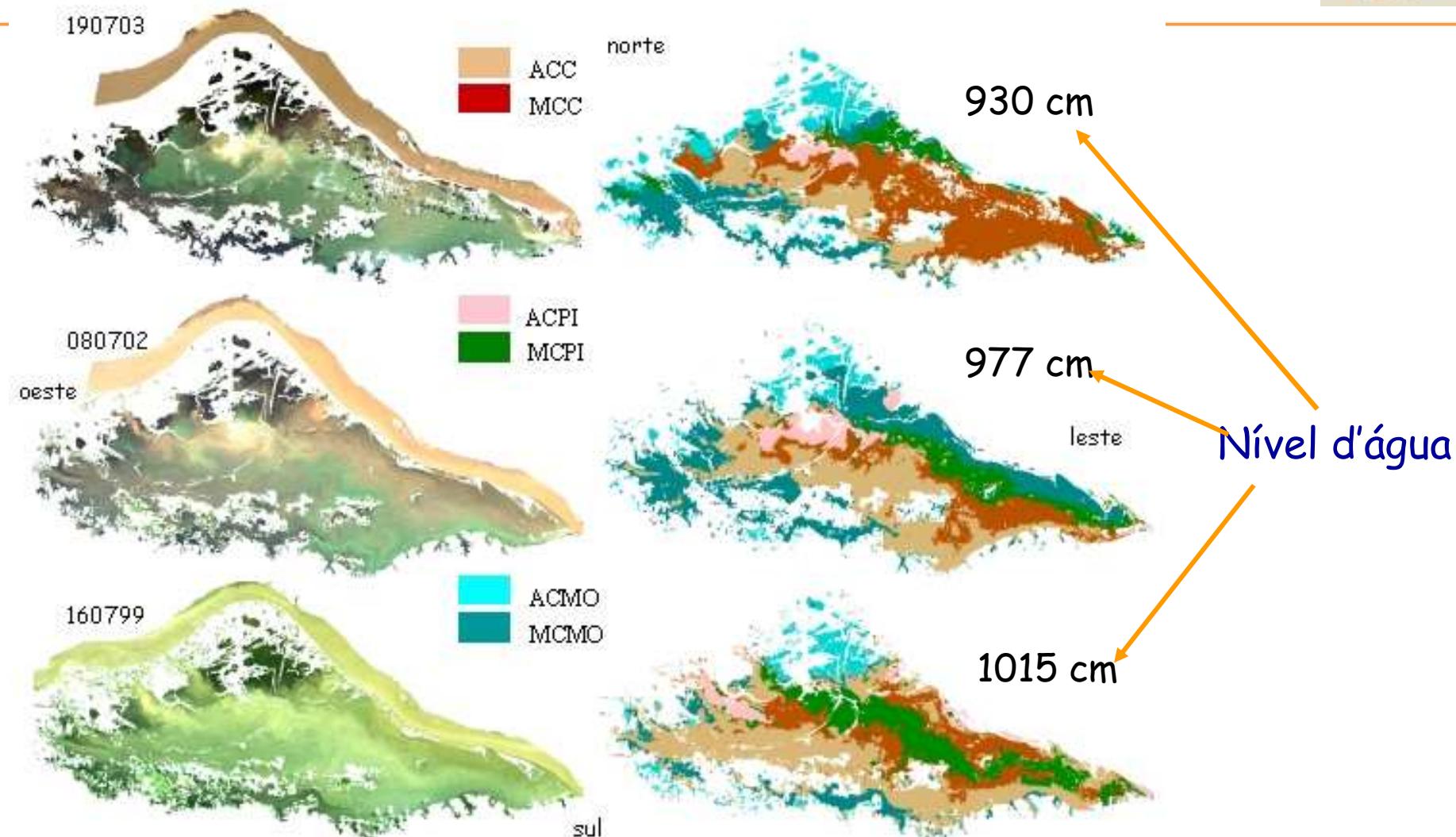
•State 2 = low state 3 rising

•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)

depth

wind

resuspension => High TSS

• Depth and Wind

• Dominant pattern

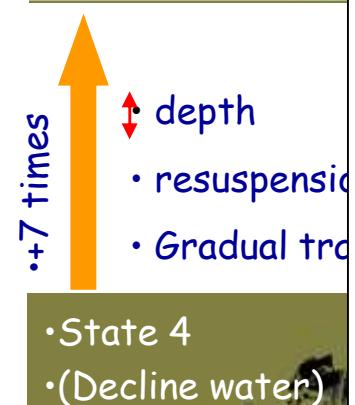
• > 50% ( $M \pm 1DP$ )

smooth variation (homogeneity)



• State 3 (Decline water)

• State 3 (Decline water)

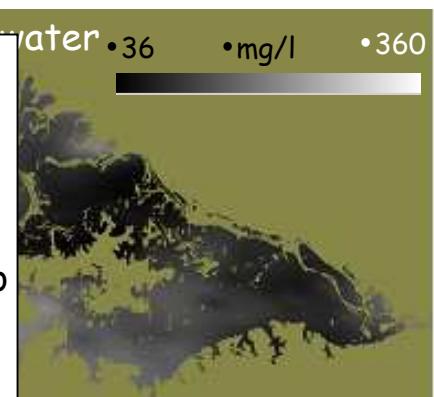


• O que significa ajustar-se a um certo modelo?

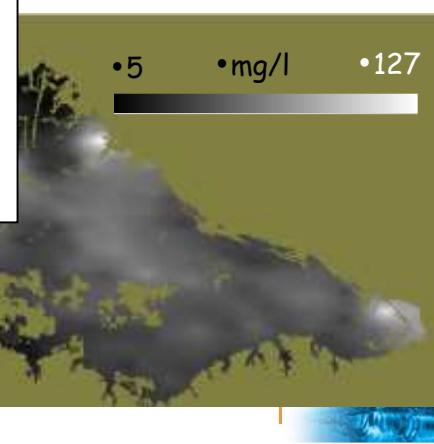
• Gaussian: The data has smooth spatial variation pattern, no abrupt transitions (High spatial continuity).

• Exponential: suggest that there is gradual transition between patterns

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



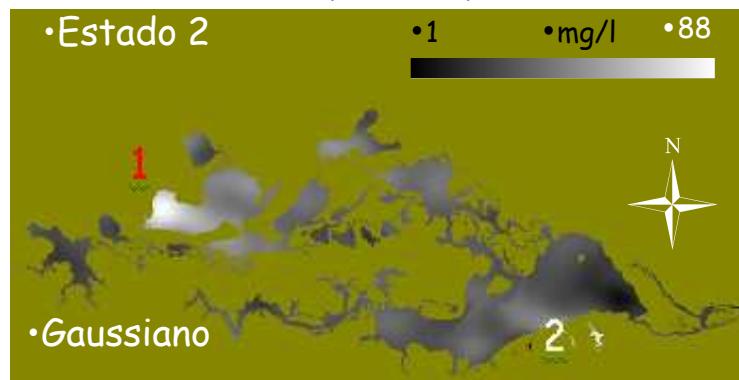
duction in both  
thern/southern borders  
dual transition



# Dinâmica espaço temporal de clorofila



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



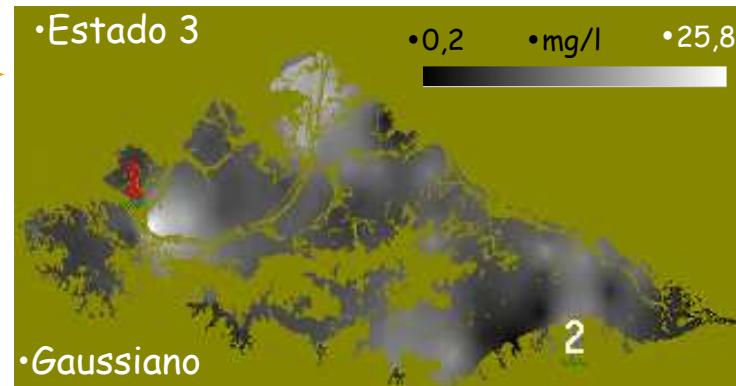
## Fatores reguladores

Disponibilidade de nutrientes

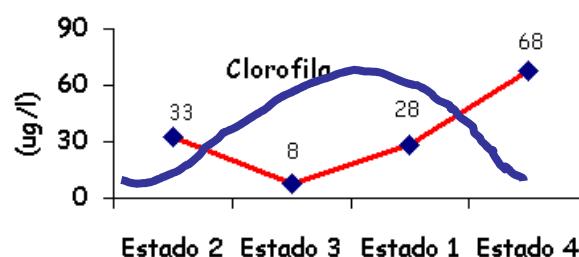
Radiação sub-aquática

- 4,1 vezes

ressuspensão =>  
Transição gradual

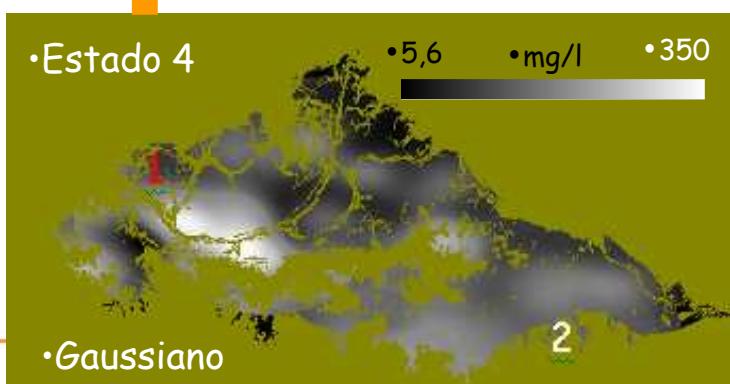


- 2 vezes



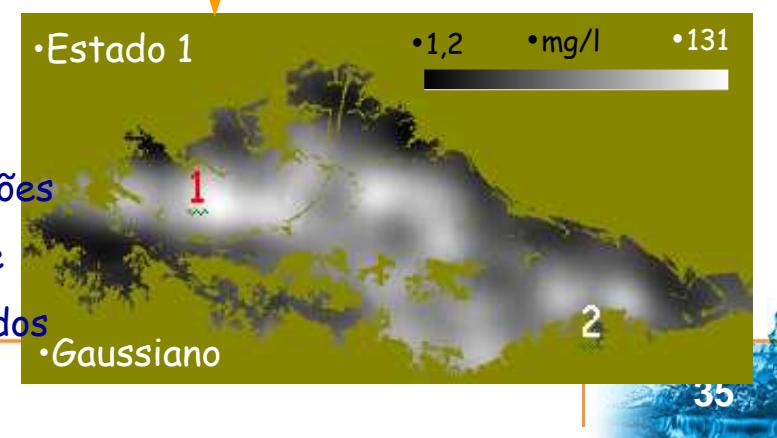
- Nitrogênio 208 => 703 µg/l
- Fósforo 35 => 40 µg/l
- Prof. secchi 11 => 58 cm

3,5 vezes



- 2,4 vezes

- Permanece as condições
- para proliferação de
- organismos clorofilados



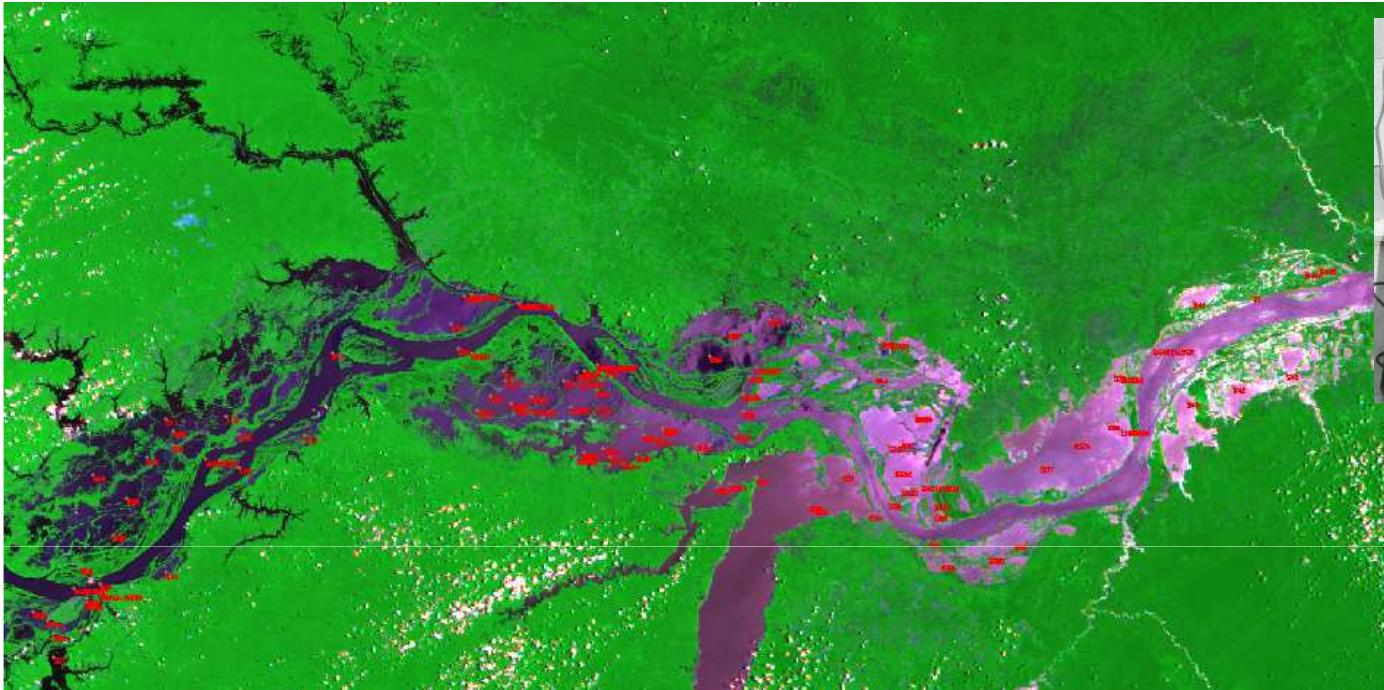
35

---

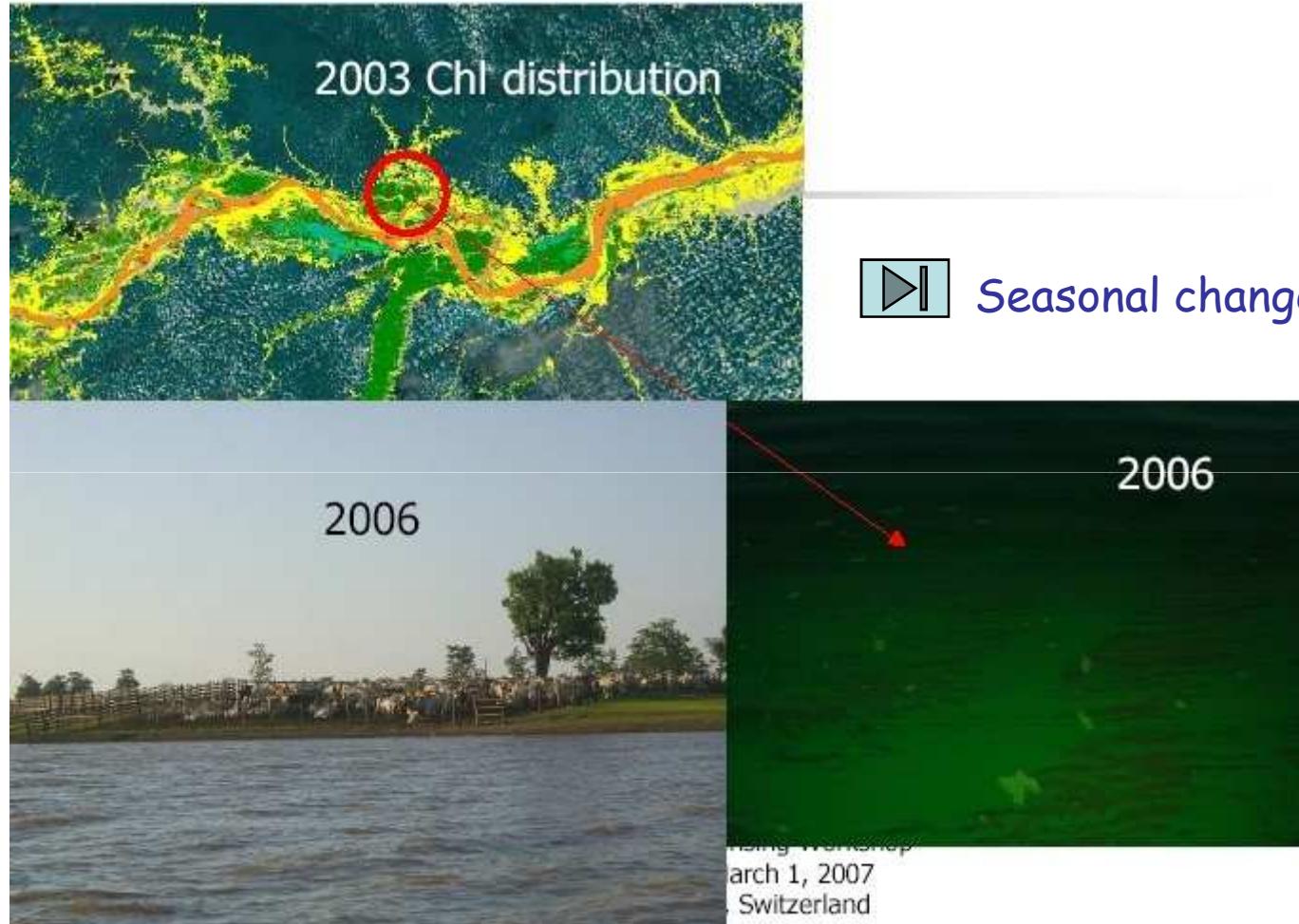
*Mapeamento da dinâmica espaço temporal de  
clorofila usando MODIS*

Limnology (2006) 7:153-161

# *Amostragem para calibração do modelo*

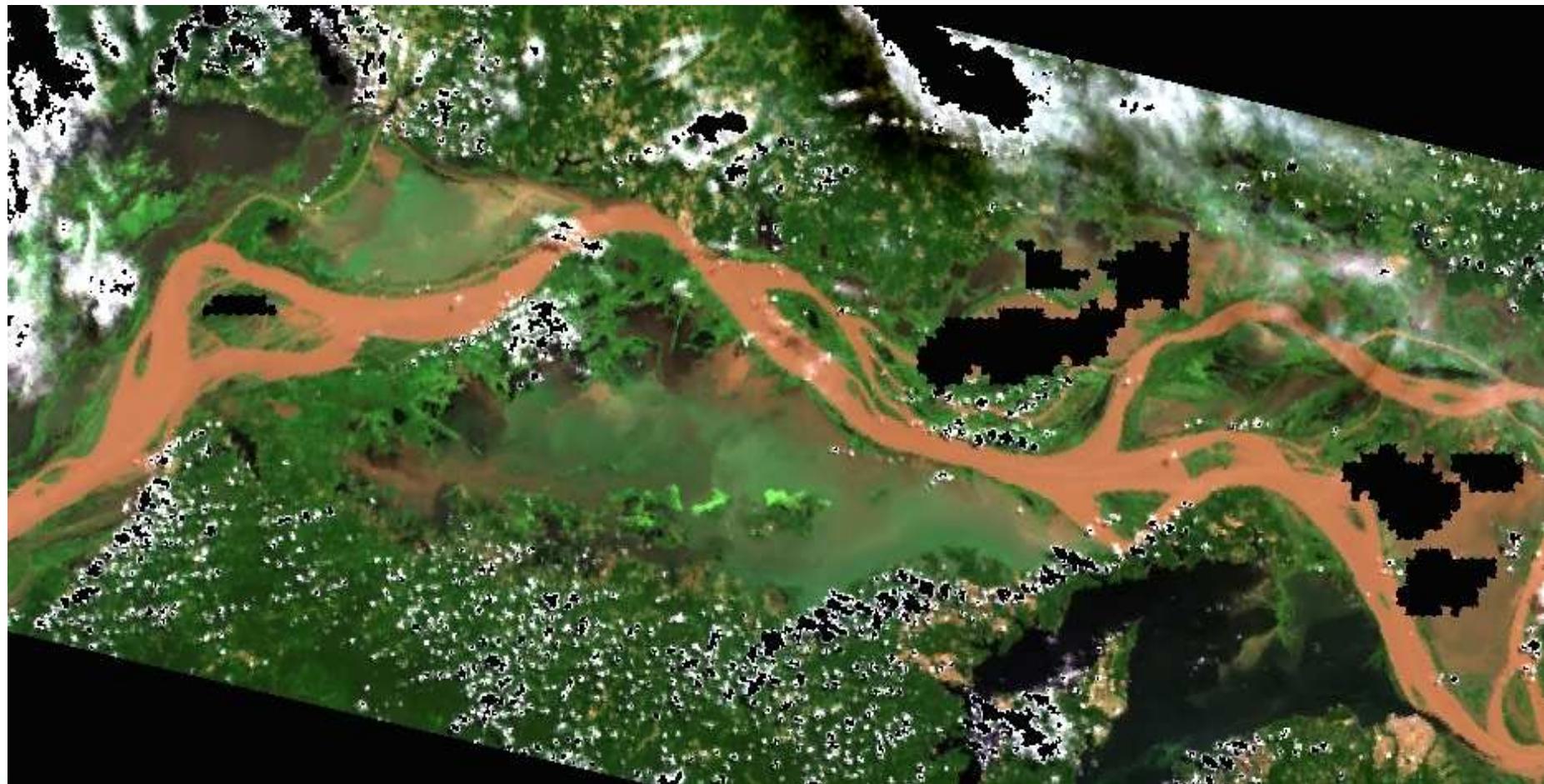


# Mapeamento da dinâmica espaço temporal de clorofila usando MODIS



Limnology (2006) 7:153-161

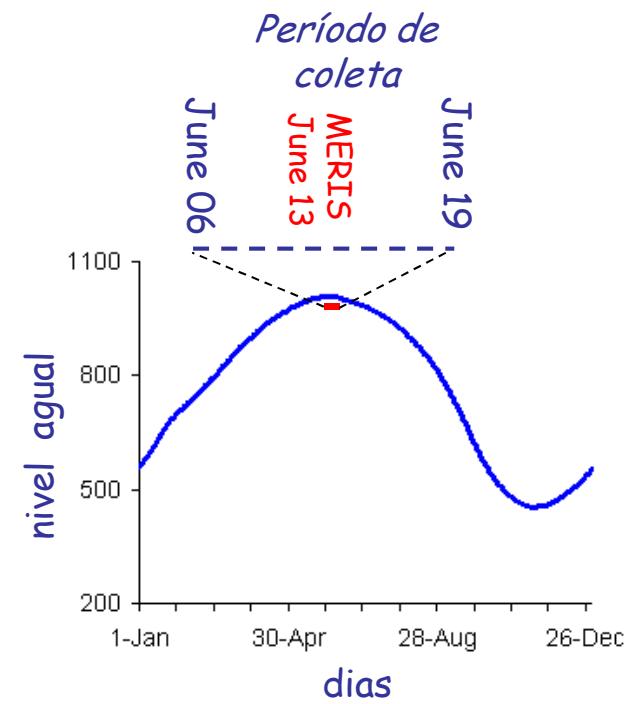
# Uso de imagem MERIS



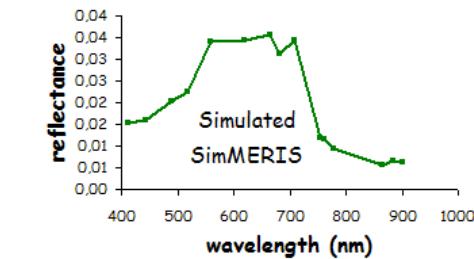
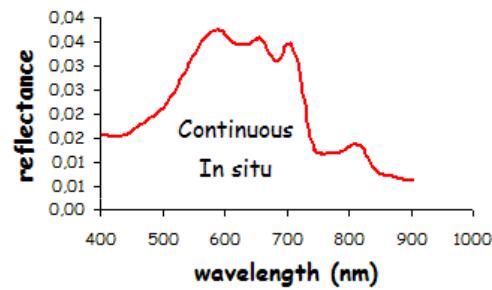
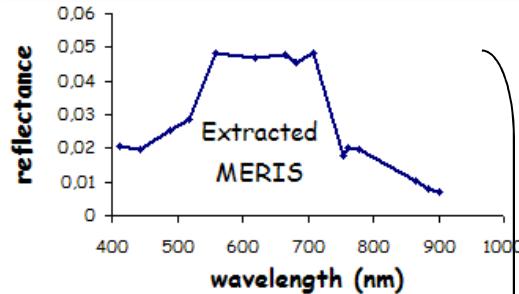
## Amostragem em campo

➤ Medidas radiometricas e concentração de clorofila feitas simultâneas

Coleta durante variação mínimo no nível da água

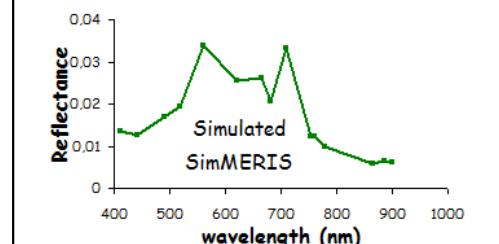
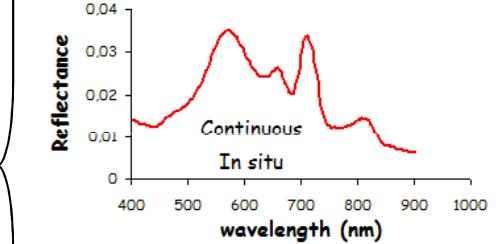
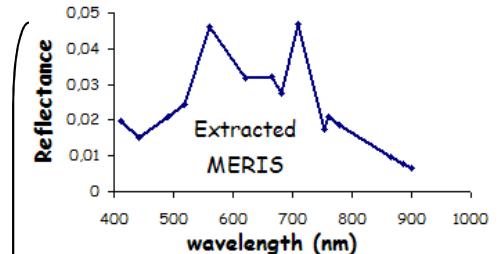
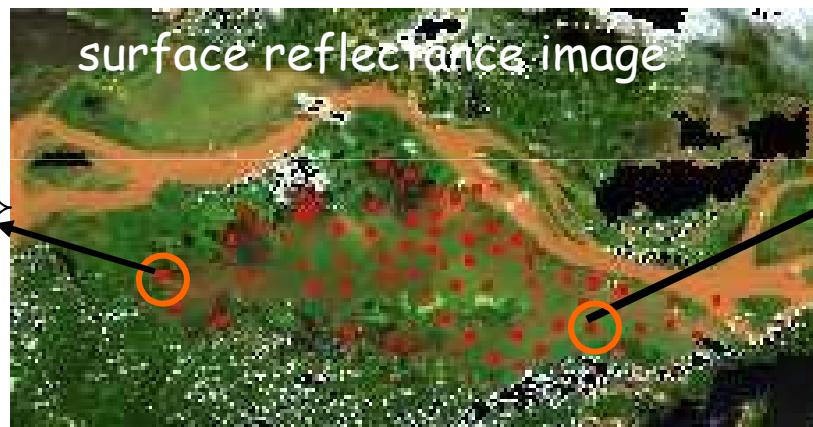


## Comparação visual de espectros



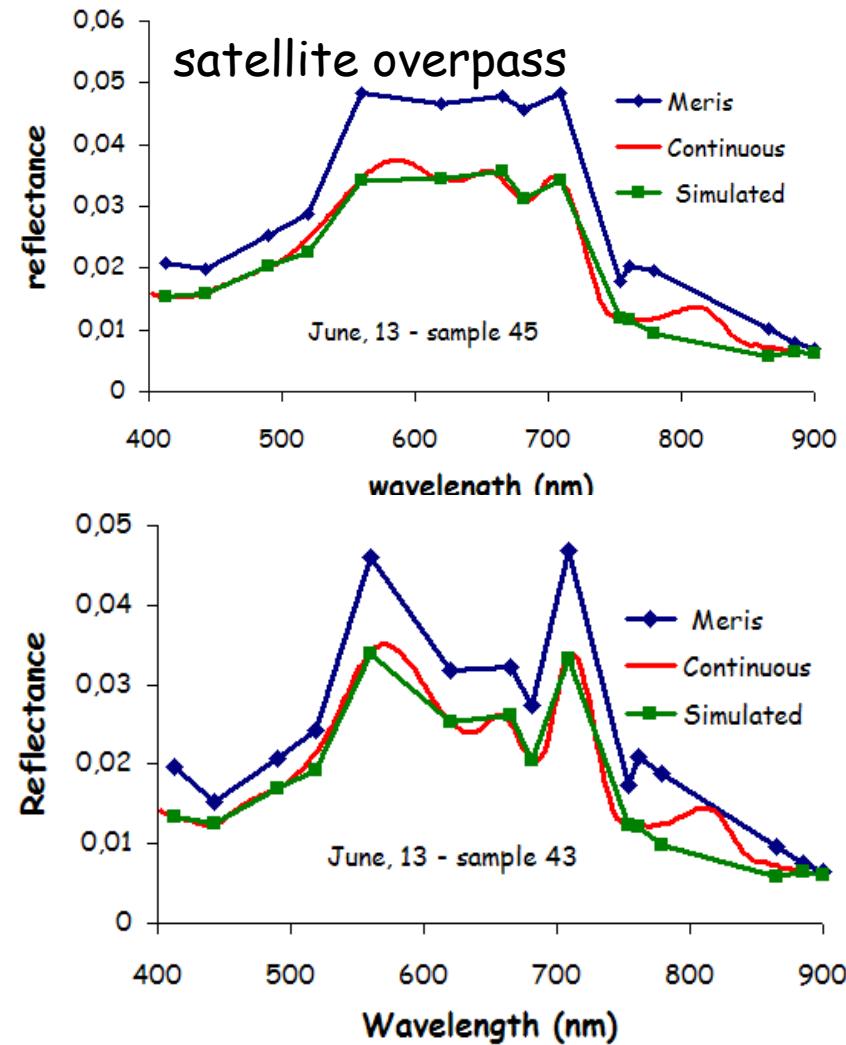
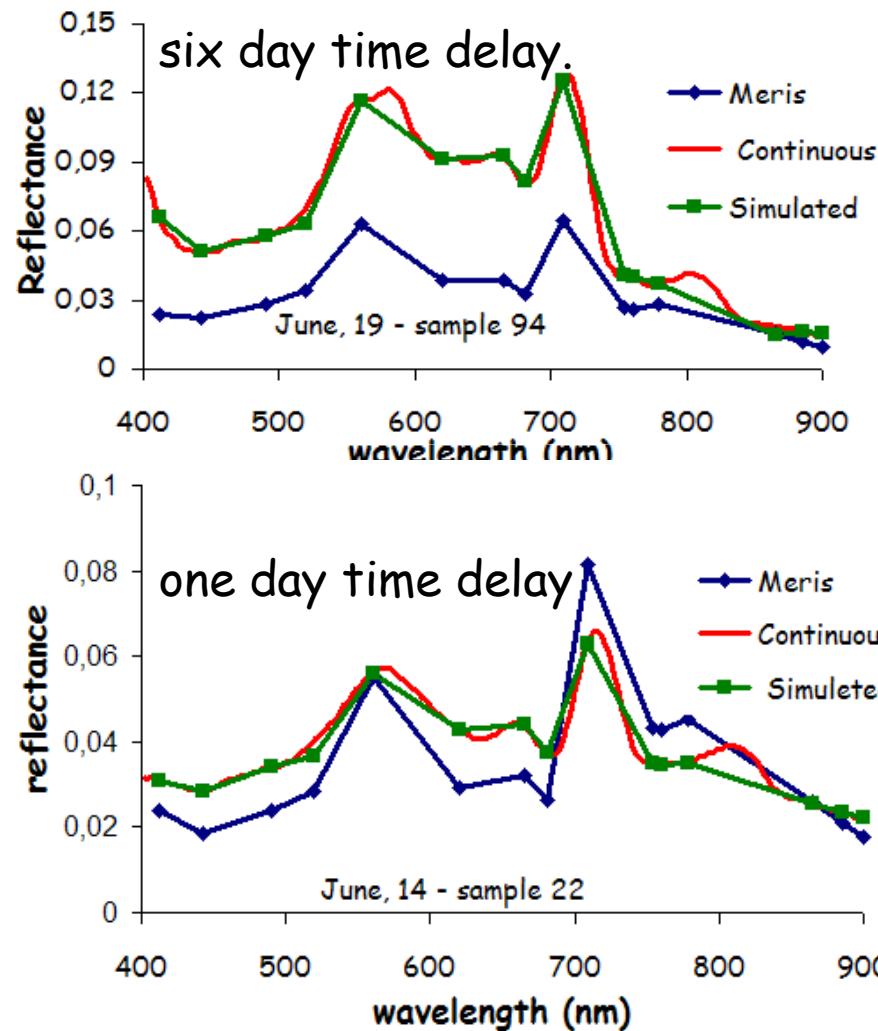
Chlorophyll = 26 ug/l

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

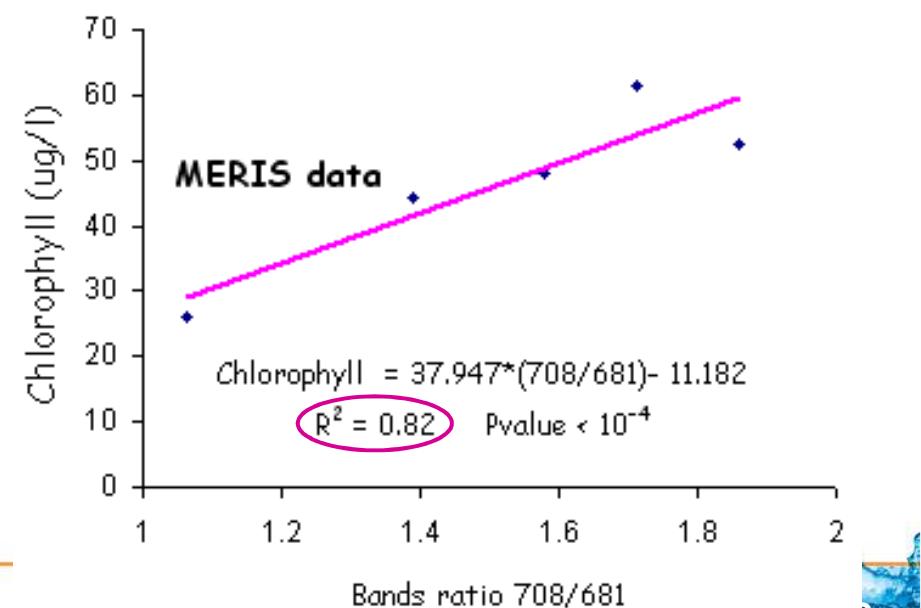
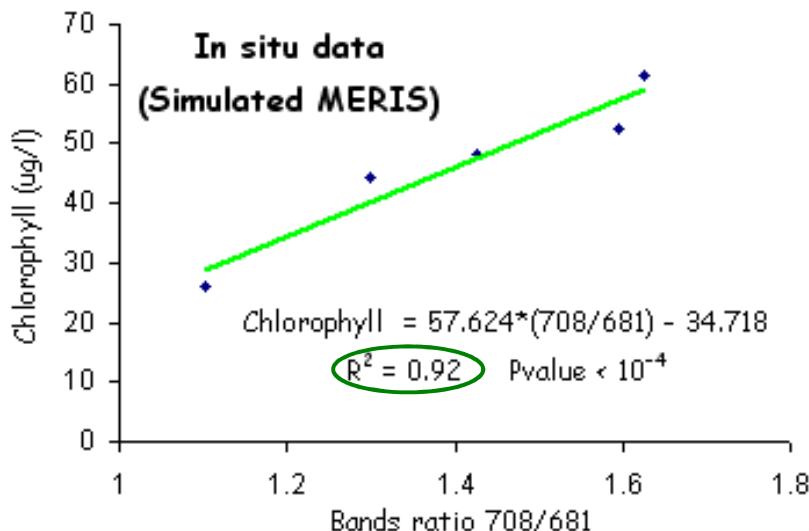
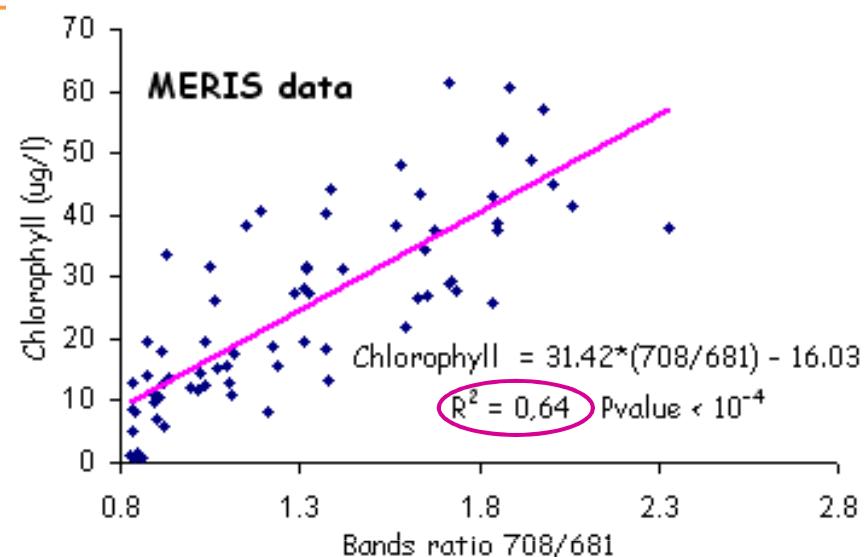
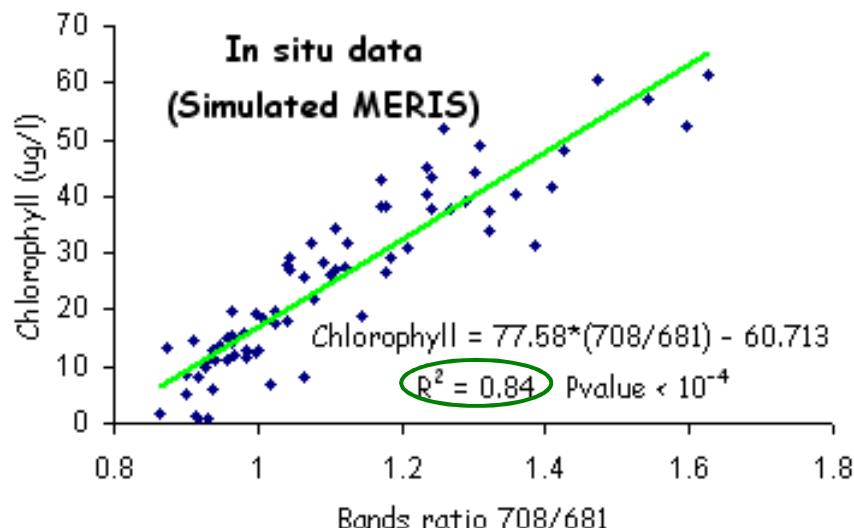


Chlorophyll = 61 ug/l

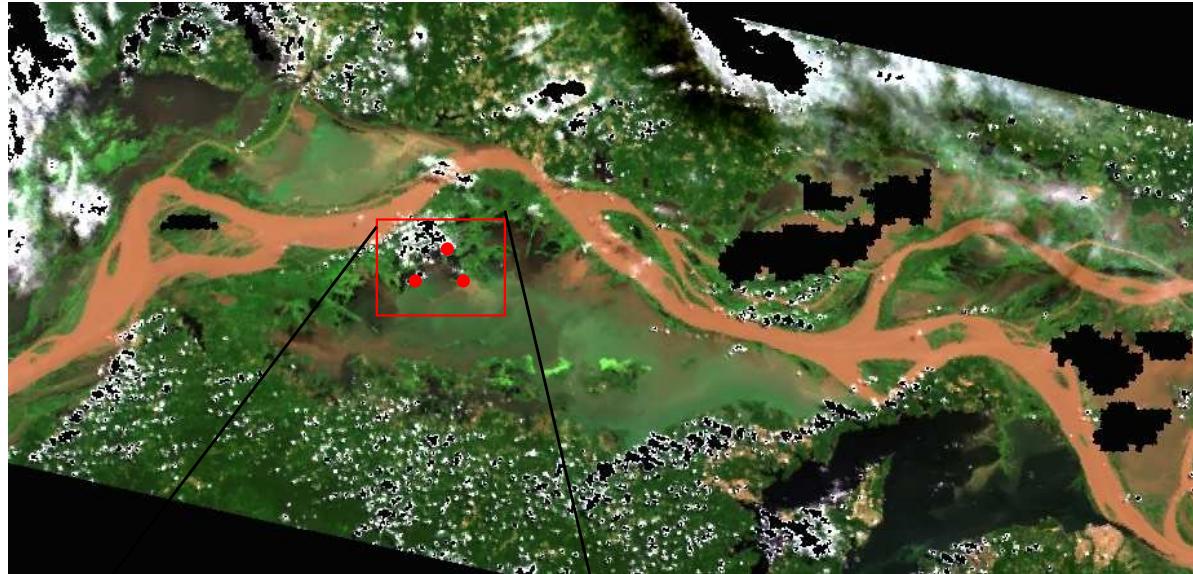
# Comparação de forma espectral



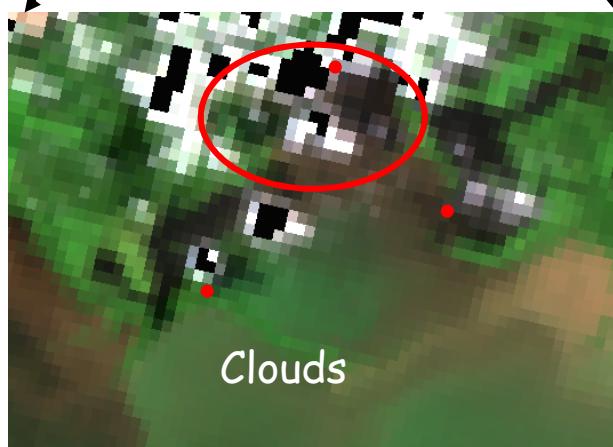
# Modelo de regressão usando todas as amostras



# Contaminação de pixels



Sub-pixel cloud cover



sub-pixel target mixture



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



---

*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



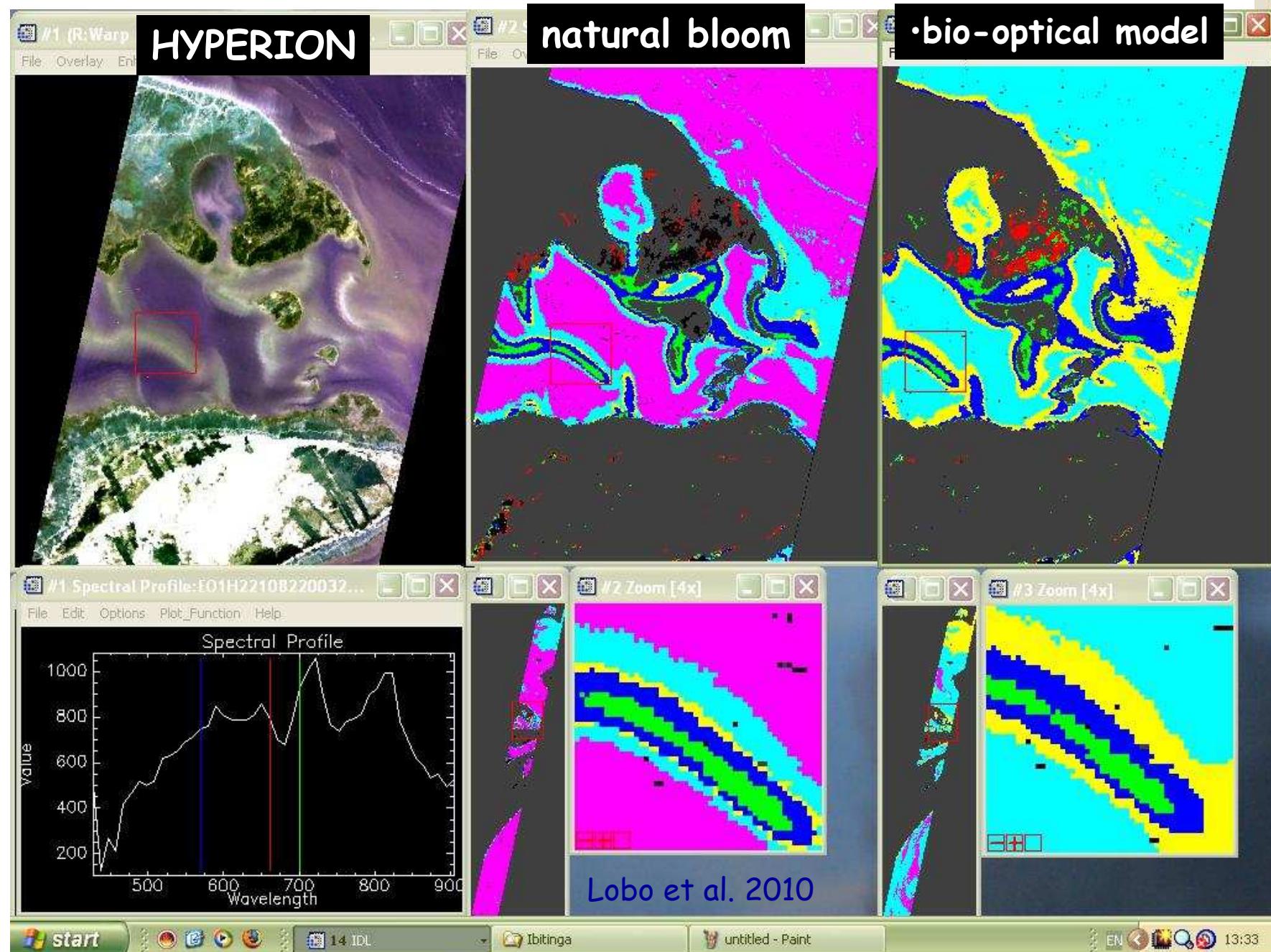
A idéia é construir uma biblioteca espectral de end-members para classificar espectros de campo e imagens hiperspectrais.

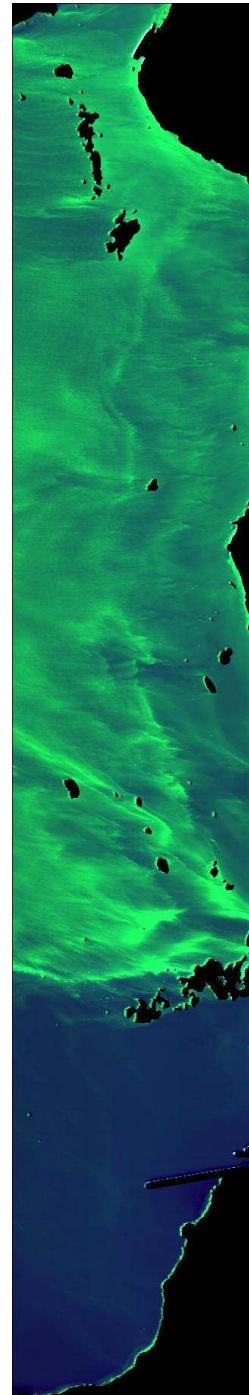
Para clorofila:

- 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)



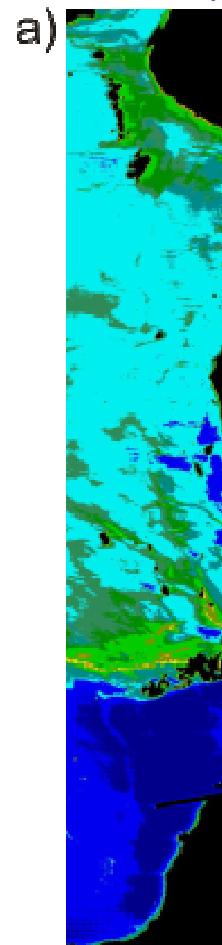


# Uso da biblioteca espectral em classificação SAM de imagem hiper espectral aerotransportada

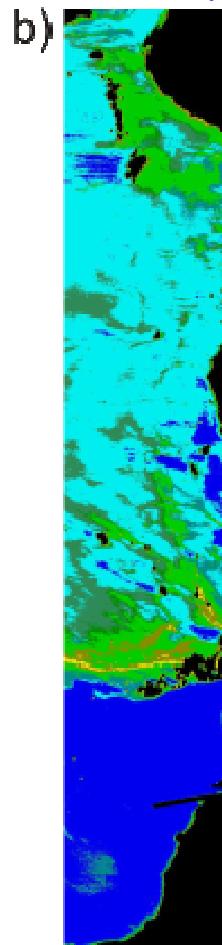


Damiati Ferreira et al. 2011

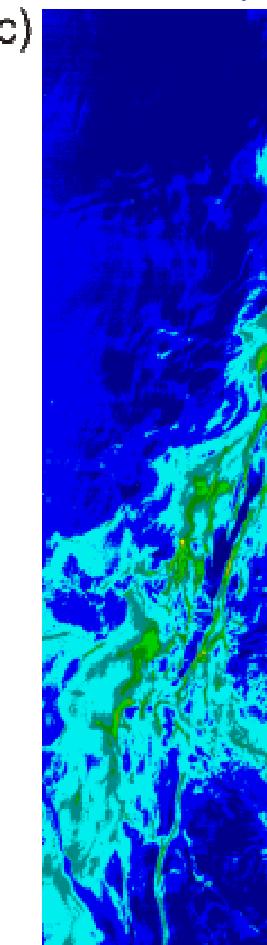
0,40 to 0,89µm



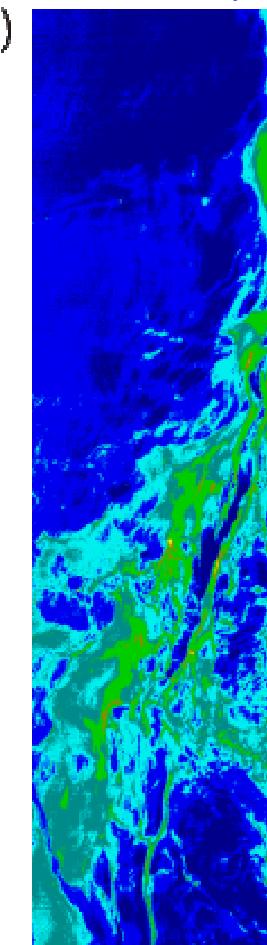
0,68 to 0,80 µm



0,40 to 0,89 µm



0,68 to 0,80 µm



Concentração de Clorofila-a (µg/L)



49

Reunião CPI-Catavento 2011



## 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



Inicio 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

**PROJETO**  
**Balanço de Carbono**  
  
**Reservatórios de FURNAS**

► Panorama  
► Metodologia  
► Banco de Dados  
► Resultados Esperados  
► Participantes  
► Usinas Hidrelétricas  
► Pesquisas Correlatas  
► Publicações  
► Imagens  
► Links  
  
► Videos

Busca

**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;



INPE responsável por:

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

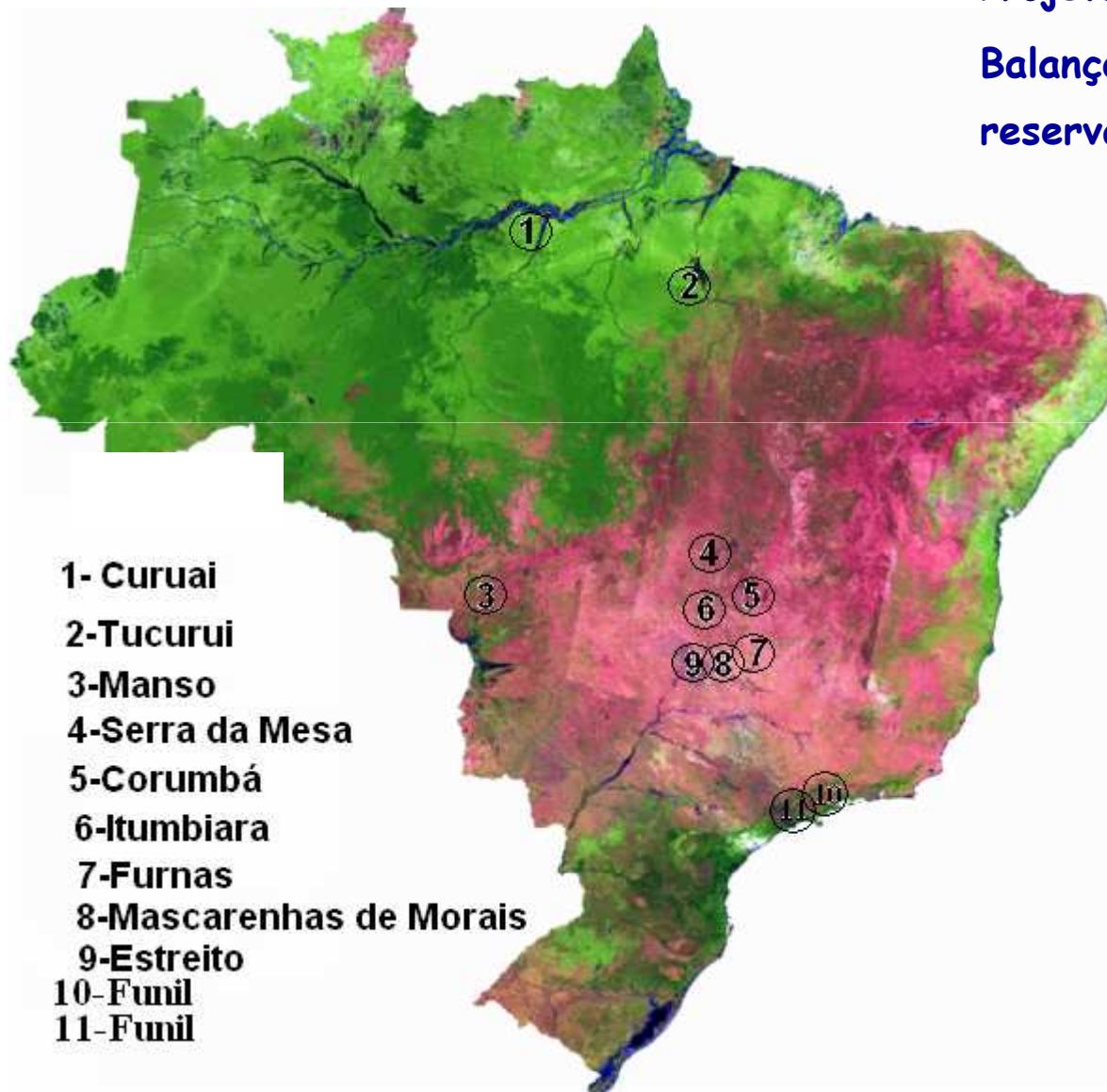


2- Projetar e  
construir o banco de  
dados do projeto

# Reservatórios em estudo

Projeto:

Balanço de carbono nos  
reservatórios de hidroeletrica



---

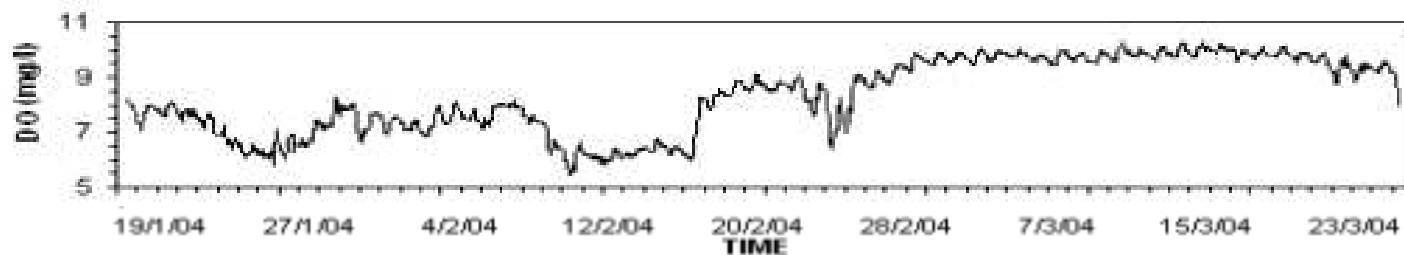
## *Banco de dados e SIMA*

**SIMA - Sistema automático de coleta**

## Monitoramento convencional: Considerações



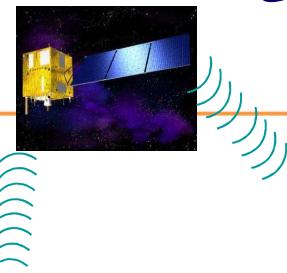
Ambientes aquáticos são muito dinâmicos, podem sofrer mudanças significativas em escalas de tempo curtas que vão de horas a dias.



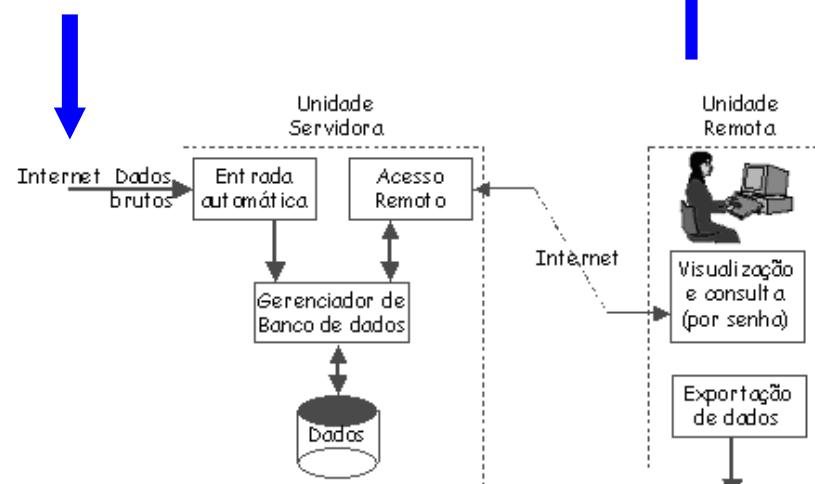
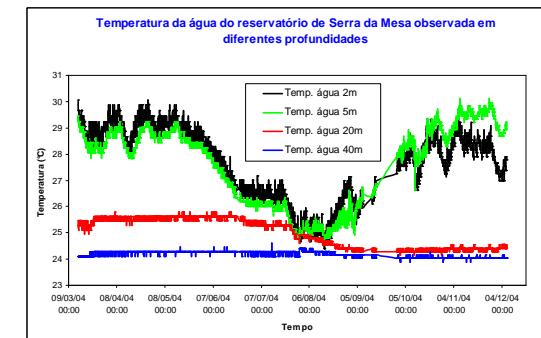
Amostragem de campo é cara, de logísticas complexas, demorada, e em alguns casos insuficiente para caracterizar a dinâmica do sistema;

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

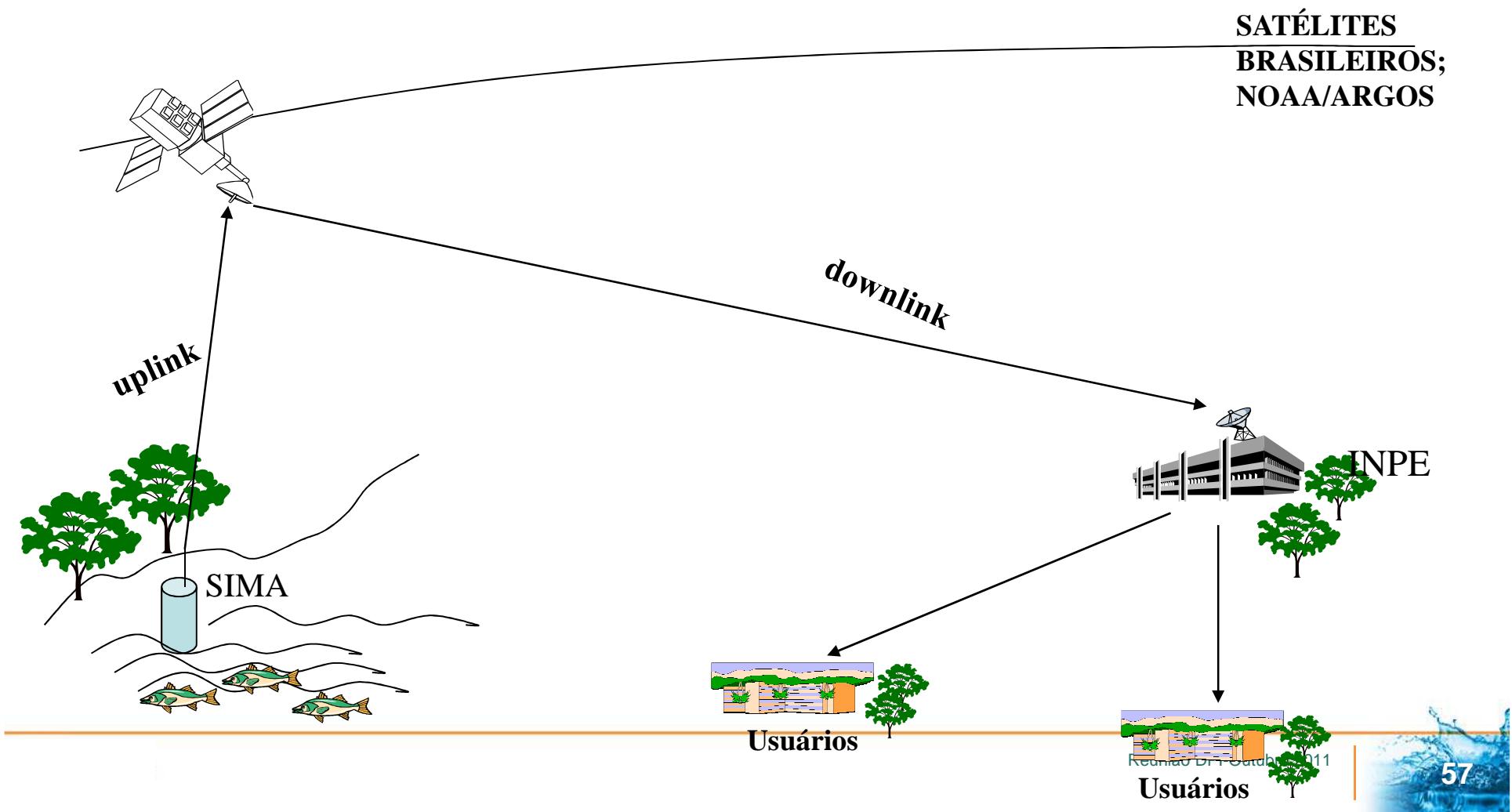
# SIMA-Sistema Automático de Monitoramento Ambiental



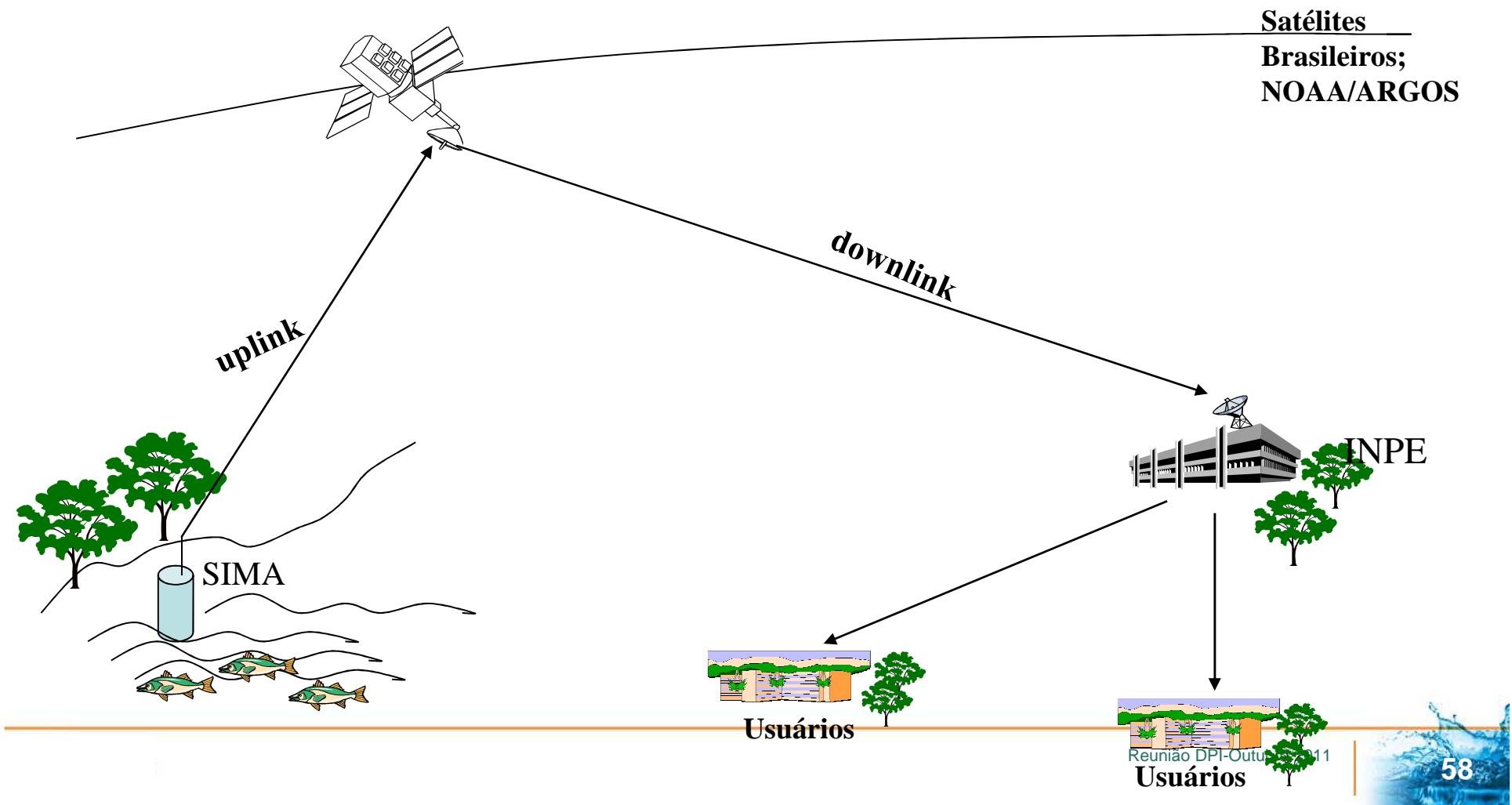
transmissão via enlace de satélite



**SIMA-**  
**Sistema Automático de Monitoramento Ambiental**



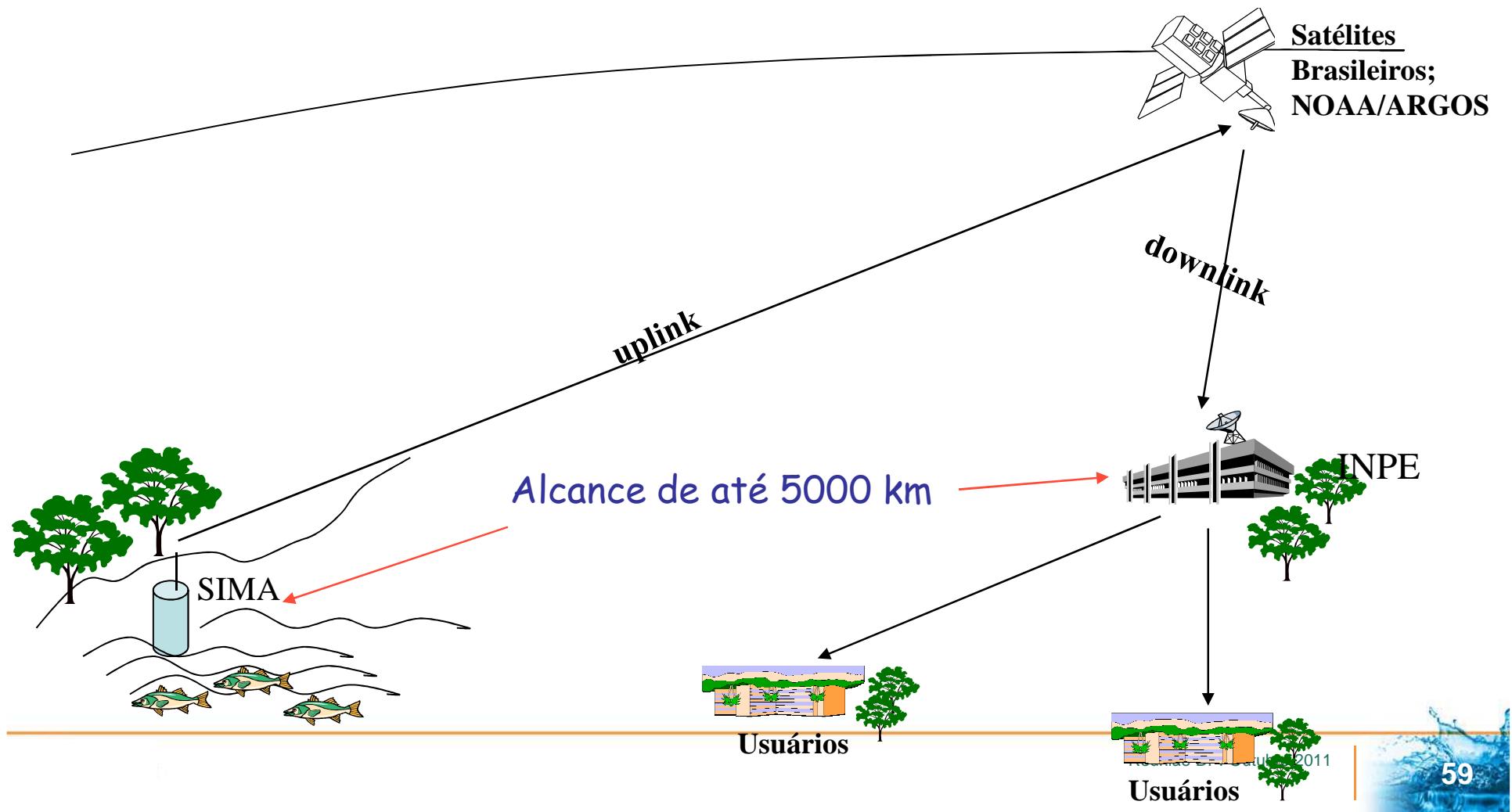
# *SIMA-* Sistema Automático de Monitoramento Ambiental



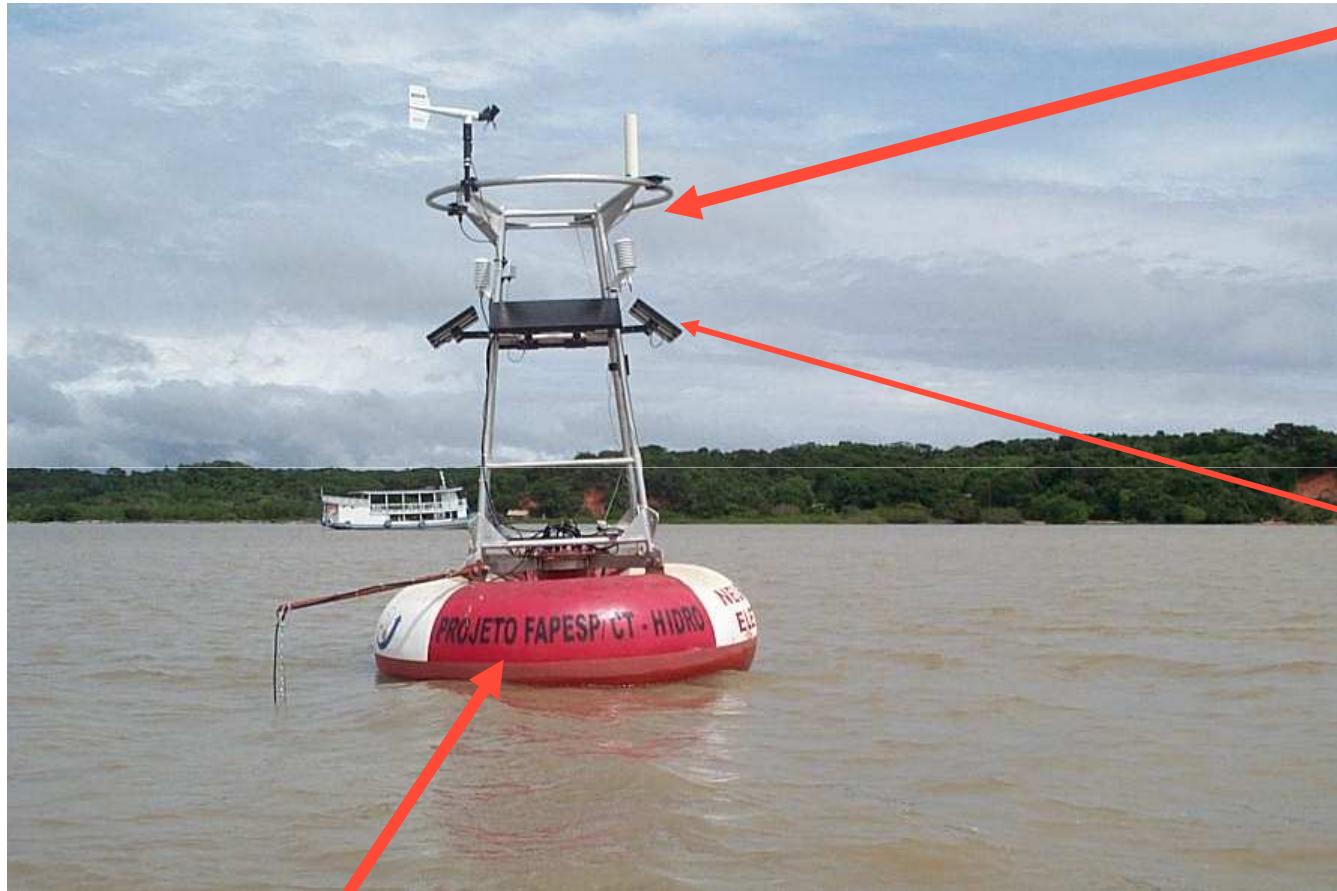
# SIMA- Sistema Automático de Monitoramento Ambiental



Os dados são coletados num intervalo de 1 hora.



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.

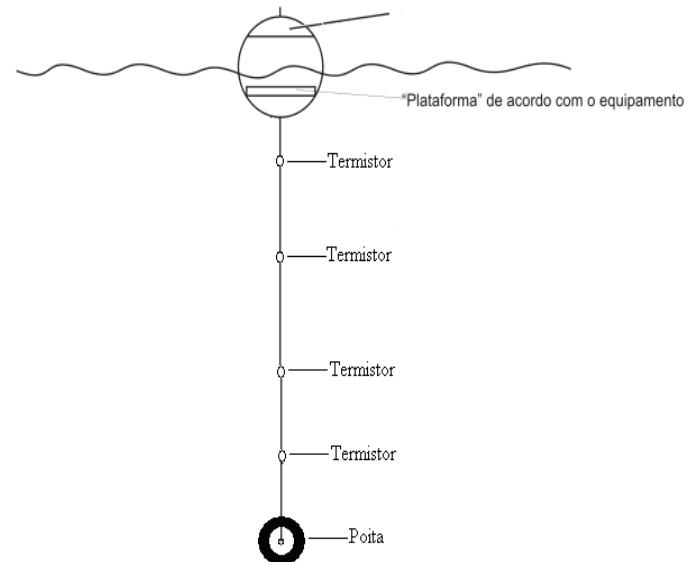
# Sistema de Ancoragem



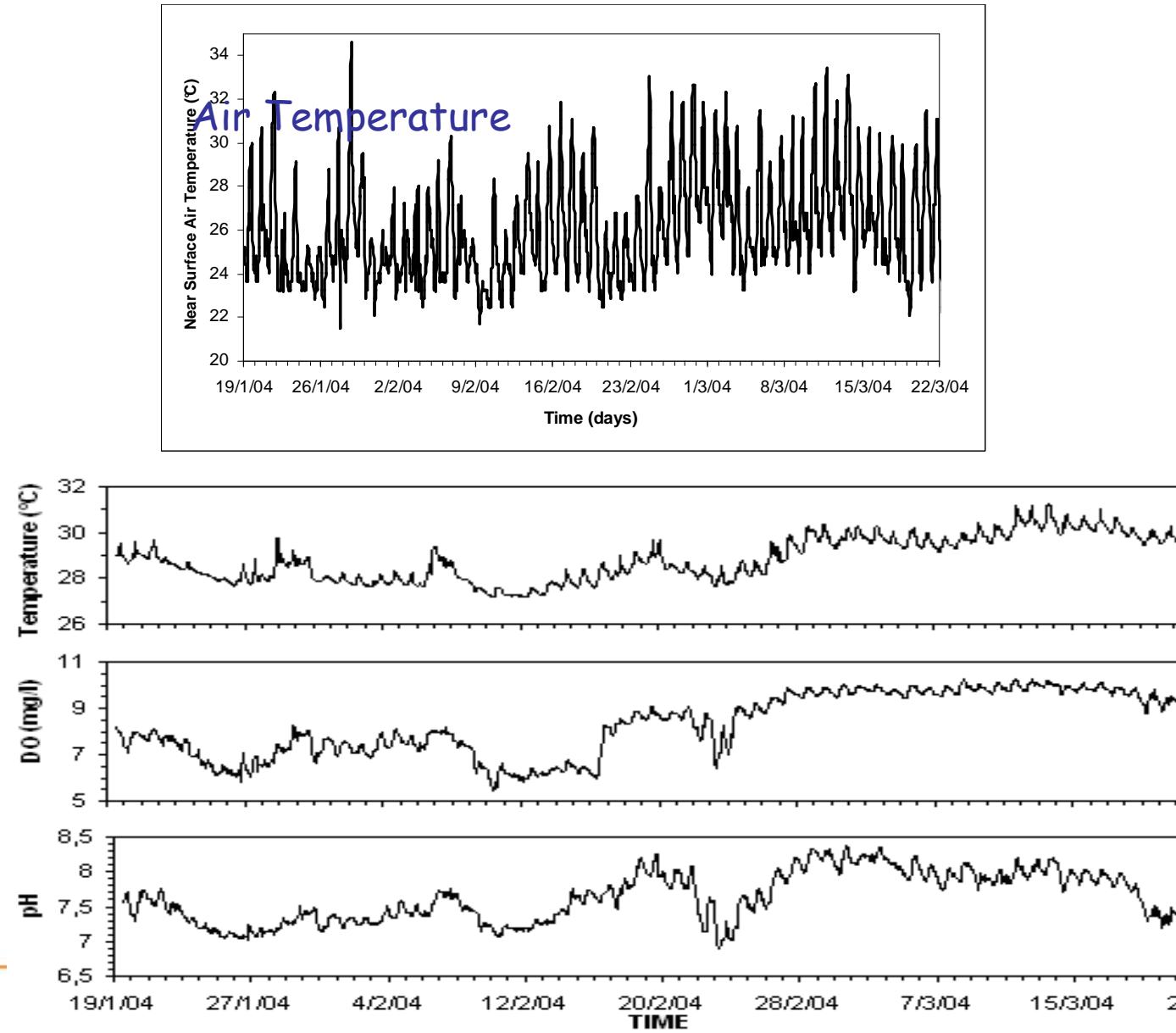
# SIMA - Sistema integrado de monitoramento Ambiental



- |                      |  |
|----------------------|--|
| 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

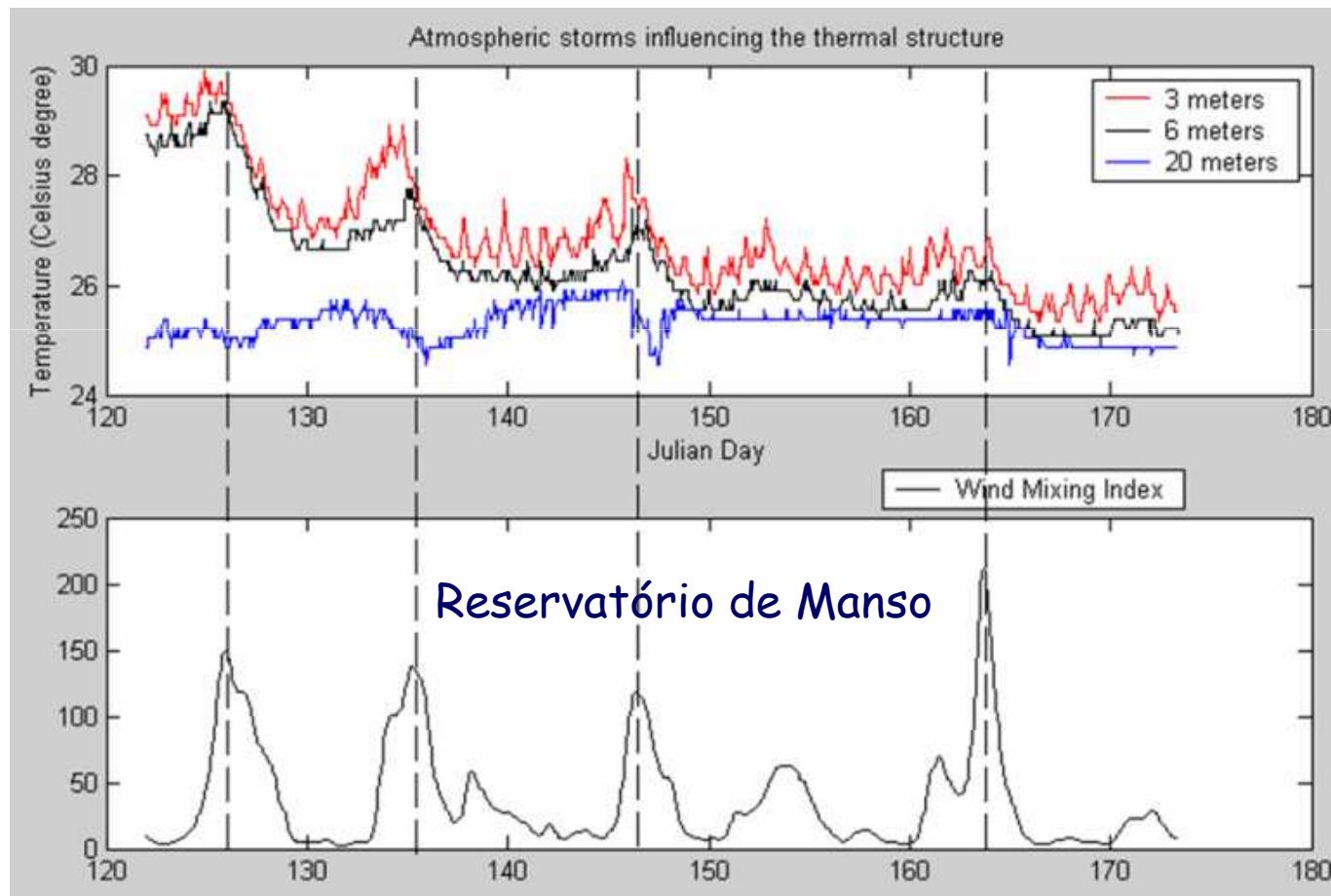


Dutubro 2011

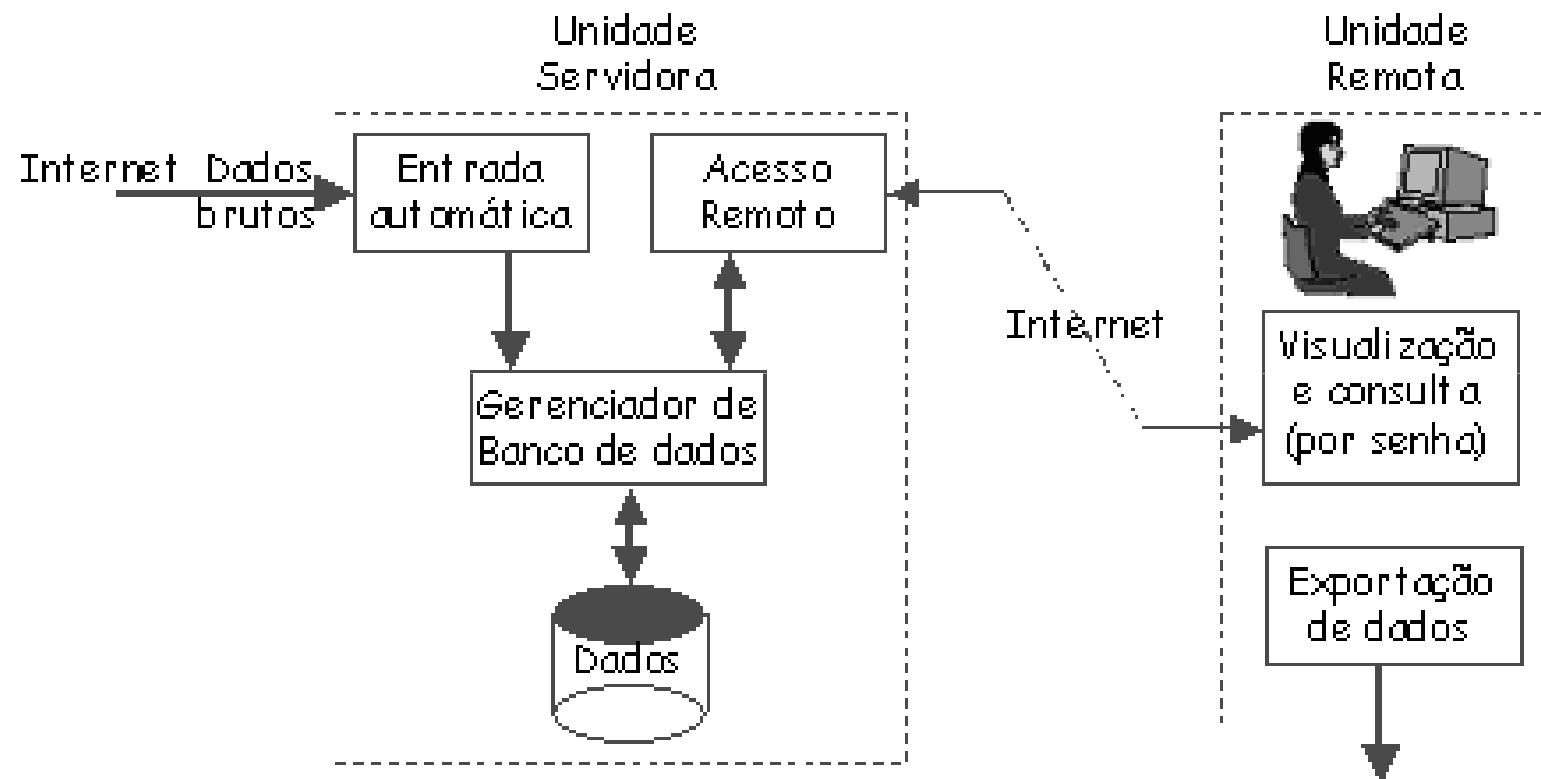


## Exemplo de analise : Influencia de frentes frias.

### Índice de mistura pelo vento



## 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
   
 Executar

**Gráfico**

Filtro: Bateria da sonda
   
 Média: Diária
   
 Desenhar

**Área Restrita**

Dados: Apresentações
   
 Acessar

**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 (°N/V)	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)	Radiación incidente (W/m²)	Radiac. refletida (W/m²)
1	2006-11-10 00:00:00	96.63	2.55	-2.53	0.29	ND	ND	ND	ND	30.58	89.02	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





# BALCAR

## Projeto Balanço de Carbono

home informações banco de dados equipe publicações

BALCAR - Projeto Balanço de Carbono

home alterar senha tutorial sair

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

Shapes

- + Bacias
- + Estados
- + Municípios

Pontos de interesse

- + Barragens
- + SIMAs

Satélite



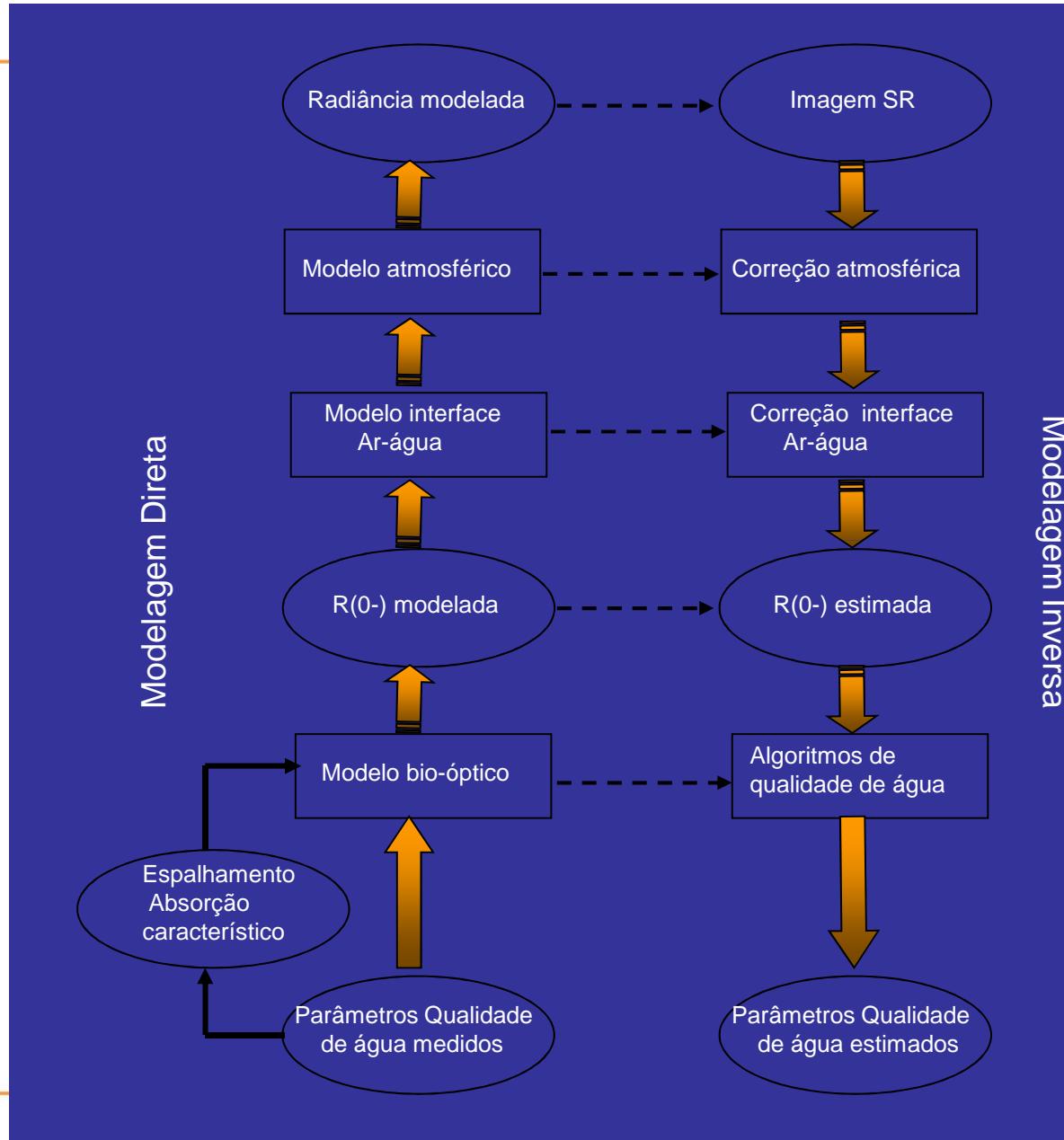
Google 1000 Km 500 m

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

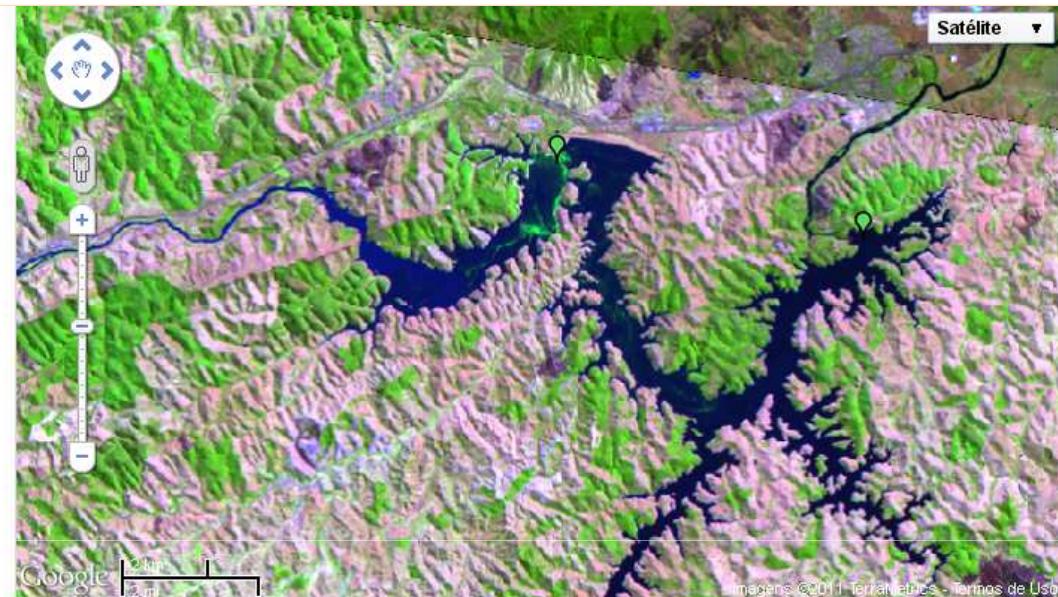
- + Bacias
- + Estados
- + Municípios

## Pontos de interesse

- + Barragens
- + SIMAs

## Imagens

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



Imagens ©2011 TerraMetrics - Termos de Uso

## Fonte: Arley

## SIMA gráfico

## SIMA tabela

## TRMM gráfico

## Campanhas

Estação  SIMA 1  SIMA 2Período  a 

## Sensor

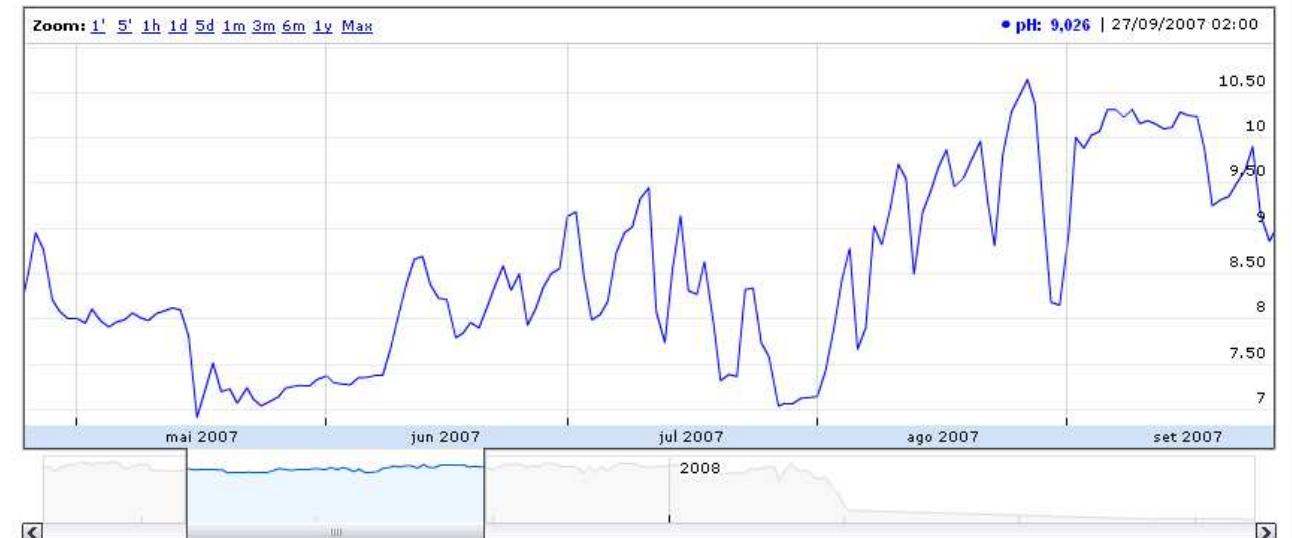
- clorofila
- condutividade
- direção do vento
- intensidade do vento
- NH4+
- NO3-
- oxigênio dissolvido
- pH**
- pressão atmosférica
- radiação incidente
- radiação refletida

Média  

+ 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

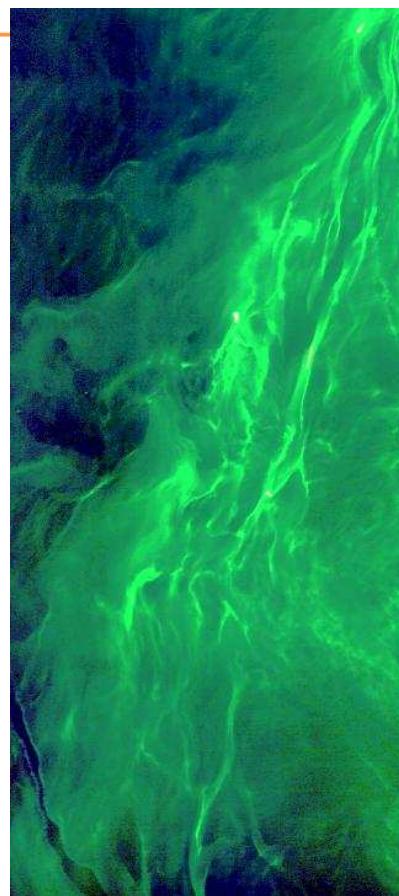
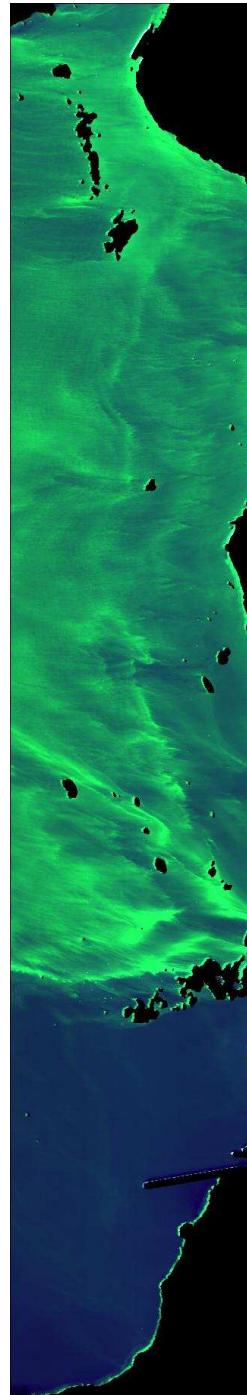


## Environmental and Socioeconomic Impacts Associated with the Production and Consumption of Sugarcane Ethanol in South Central Brazil

- 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
# spectral bands		244	122	60		254	127
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

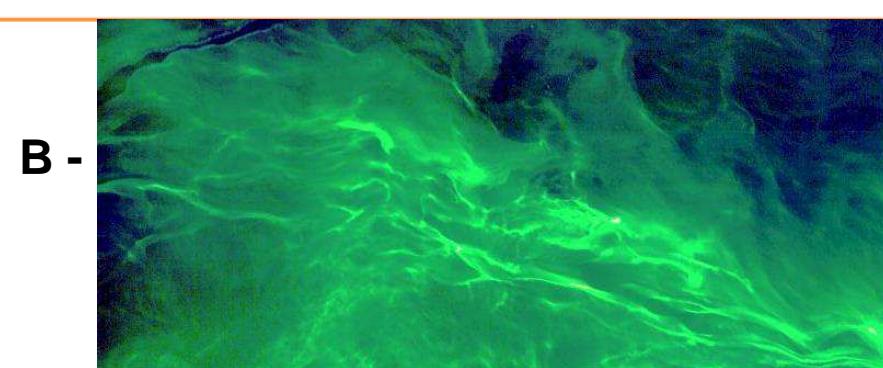


A -



Imagem sensor MERIS com bloom de fitoplanton

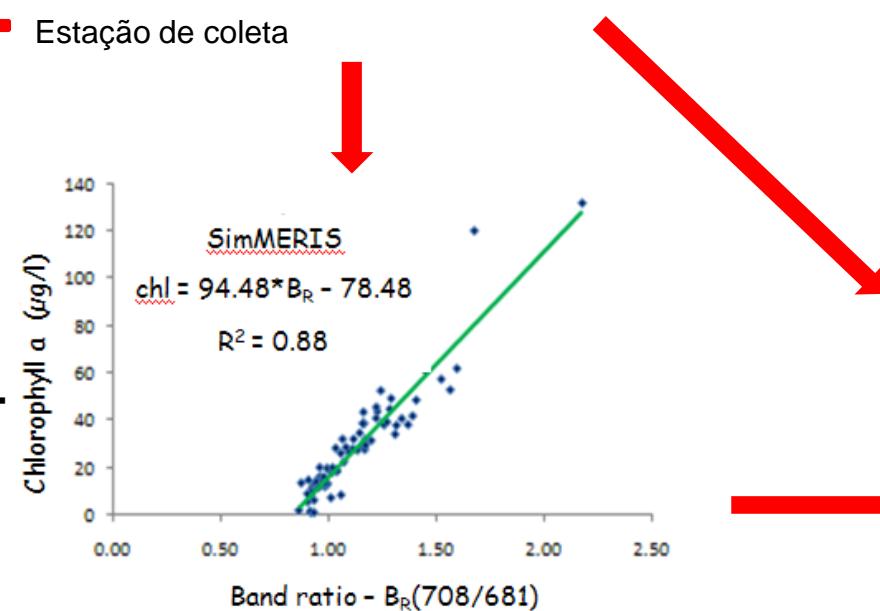
- Estação de coleta



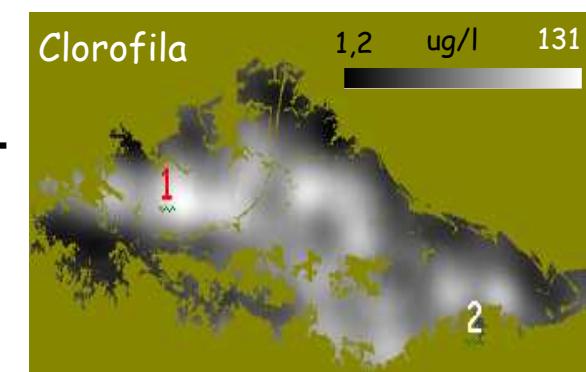
B -

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

C -



Modelo relacionando bancas espectrais da  
imagem com concentração de clorofila

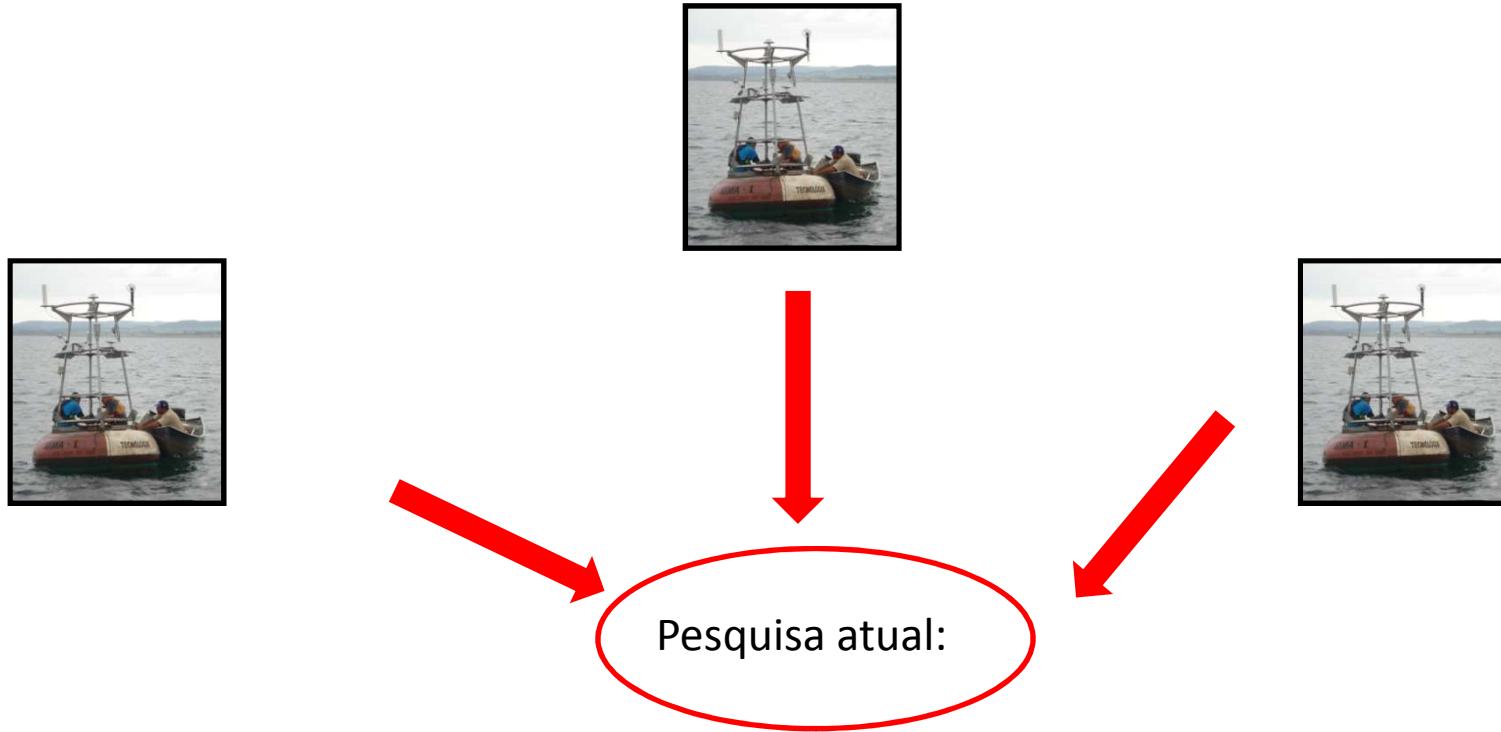


Mapa de concentração de clorofila

Reunião DPI-Outubro 2011



# 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



Introdução ao Geoprocessamento divido 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

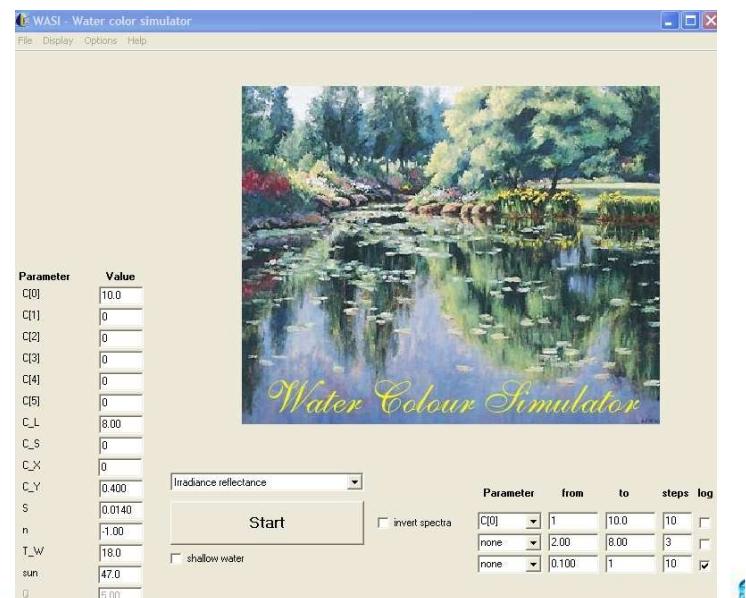


➤ 4 bancas

➤ Tópicos especiais  
(40 h) 3 créditos

Simulações teóricas  
de modelos

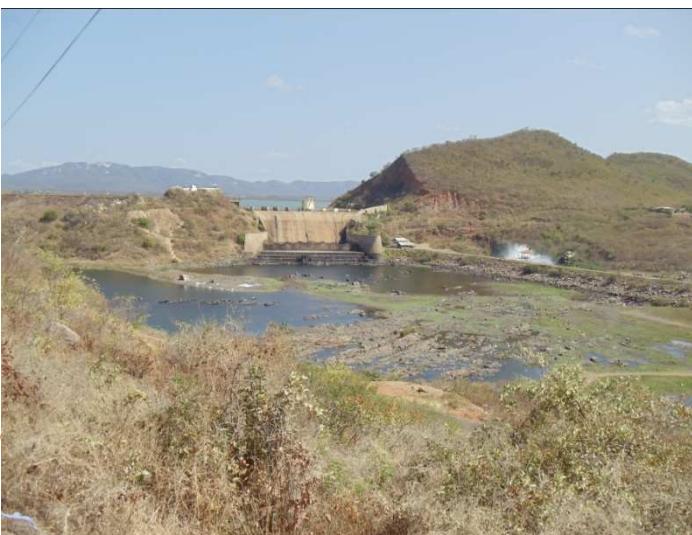
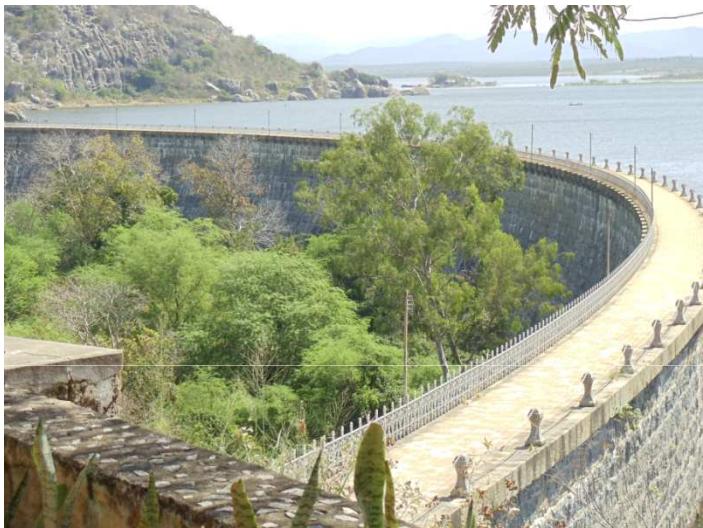
Simulações práticas de composições de água



# Medidas reais em campo.



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



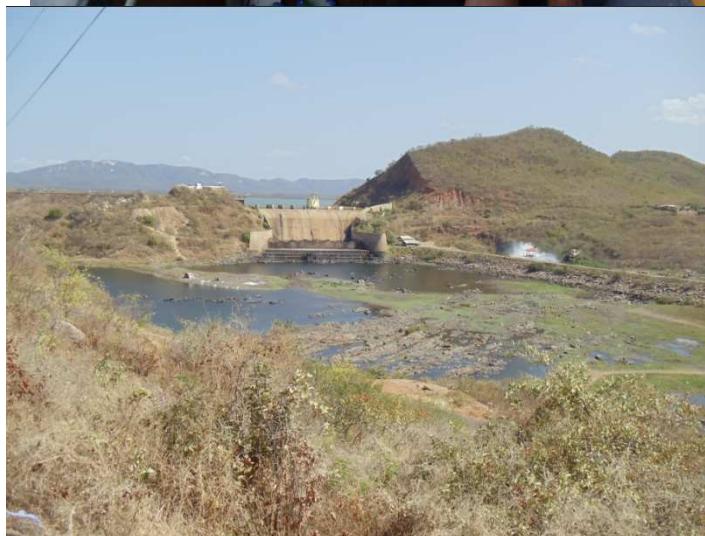
Tópicos especiais  
(40 h) 3 créditos

Cedro

Edital PROCAD/casadinho



# Campo no açude de Orós



FIM

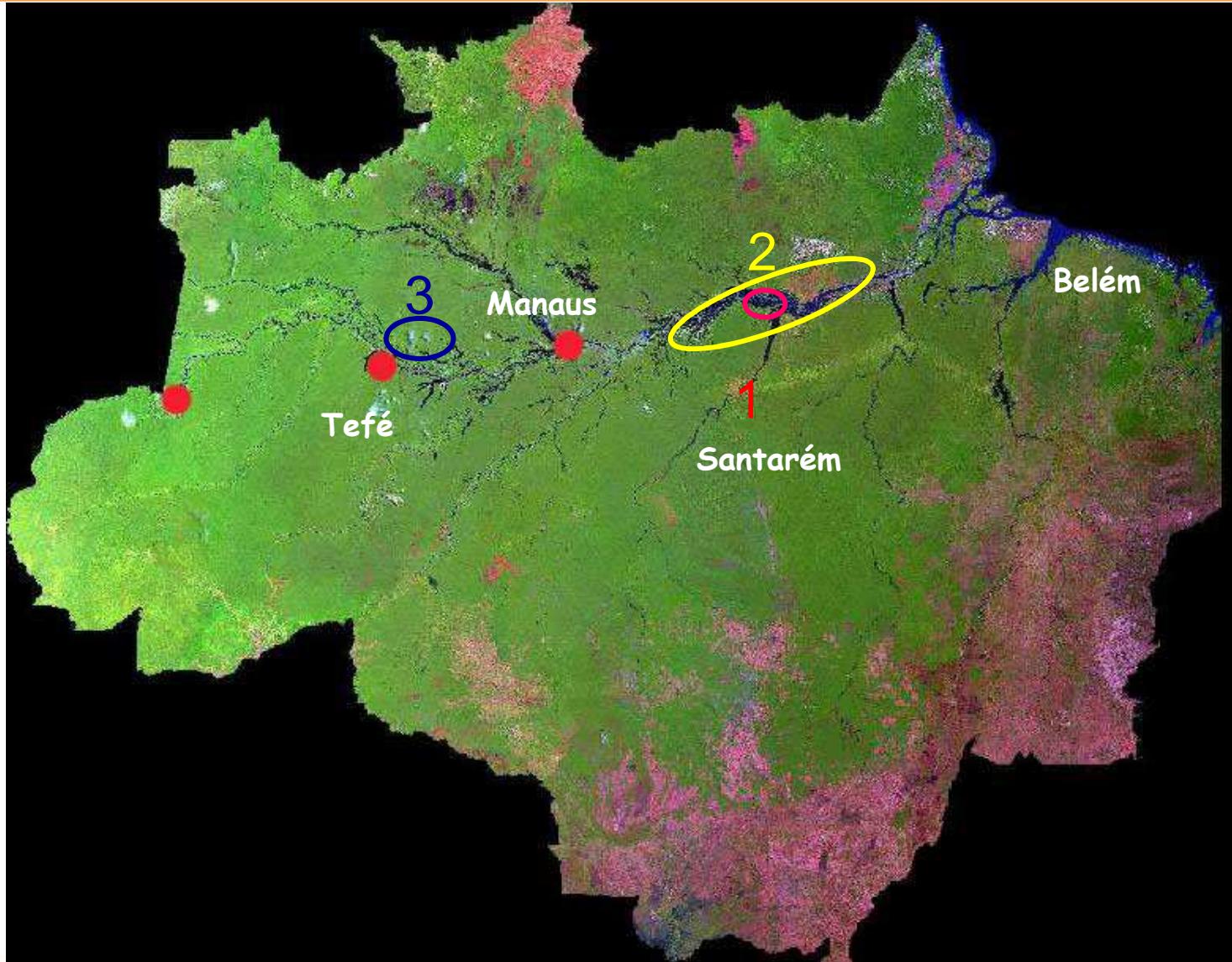




---

FIM

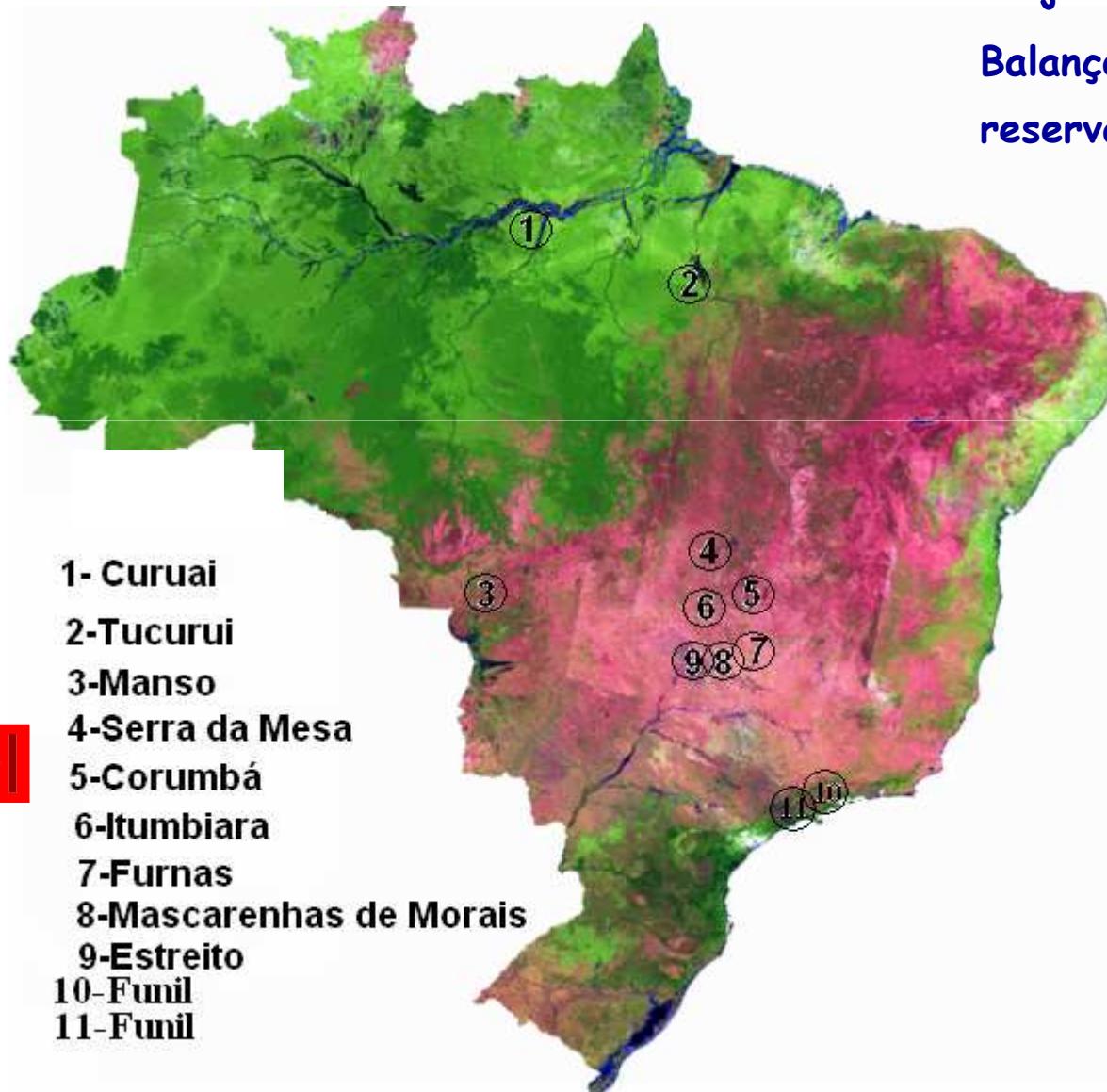
# Áreas de estudo na região amazônica



# Reservatórios em estudo

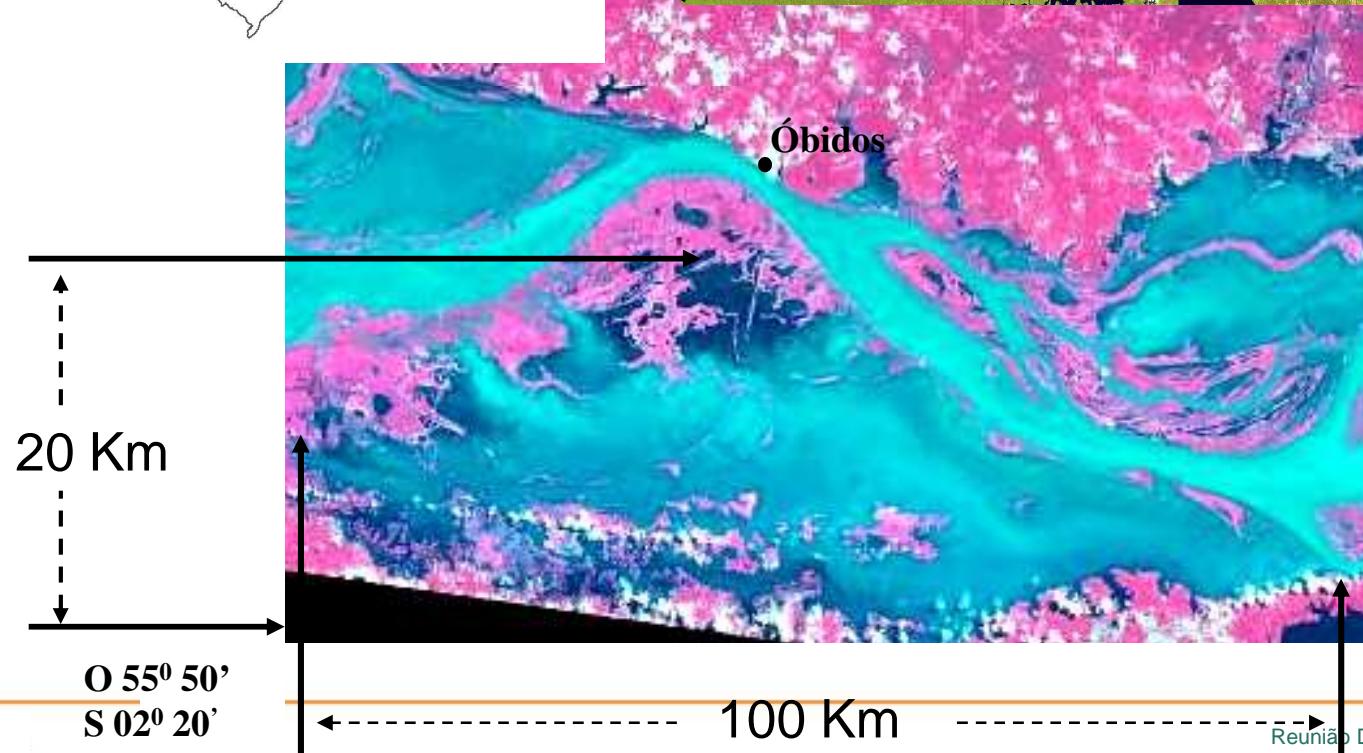
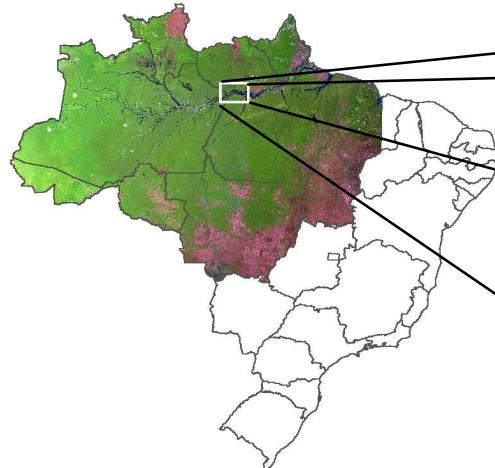
Projeto:

Balanço de carbono nos  
reservatórios de hidroeletrica

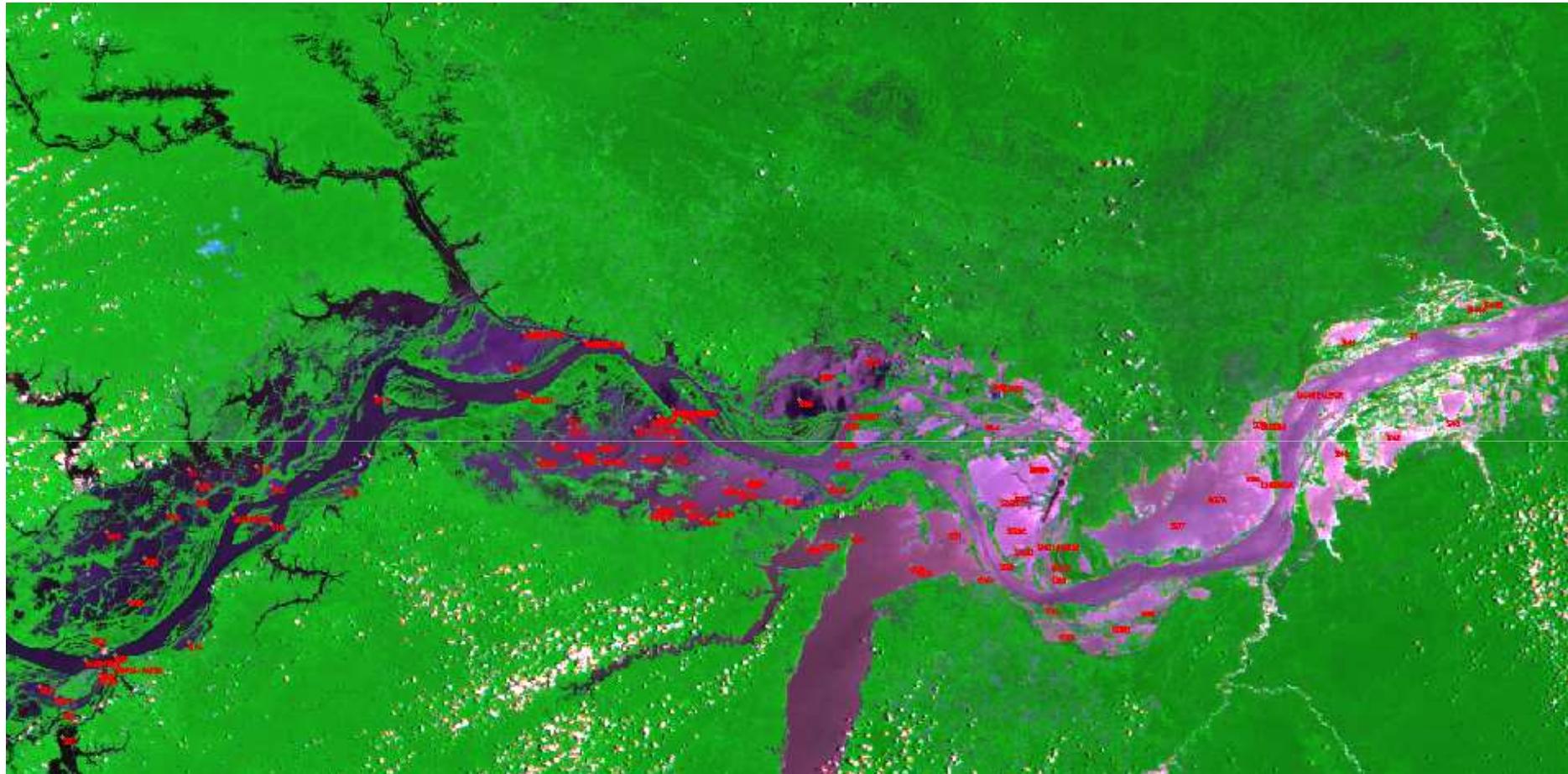


## Site 1- Curuai site

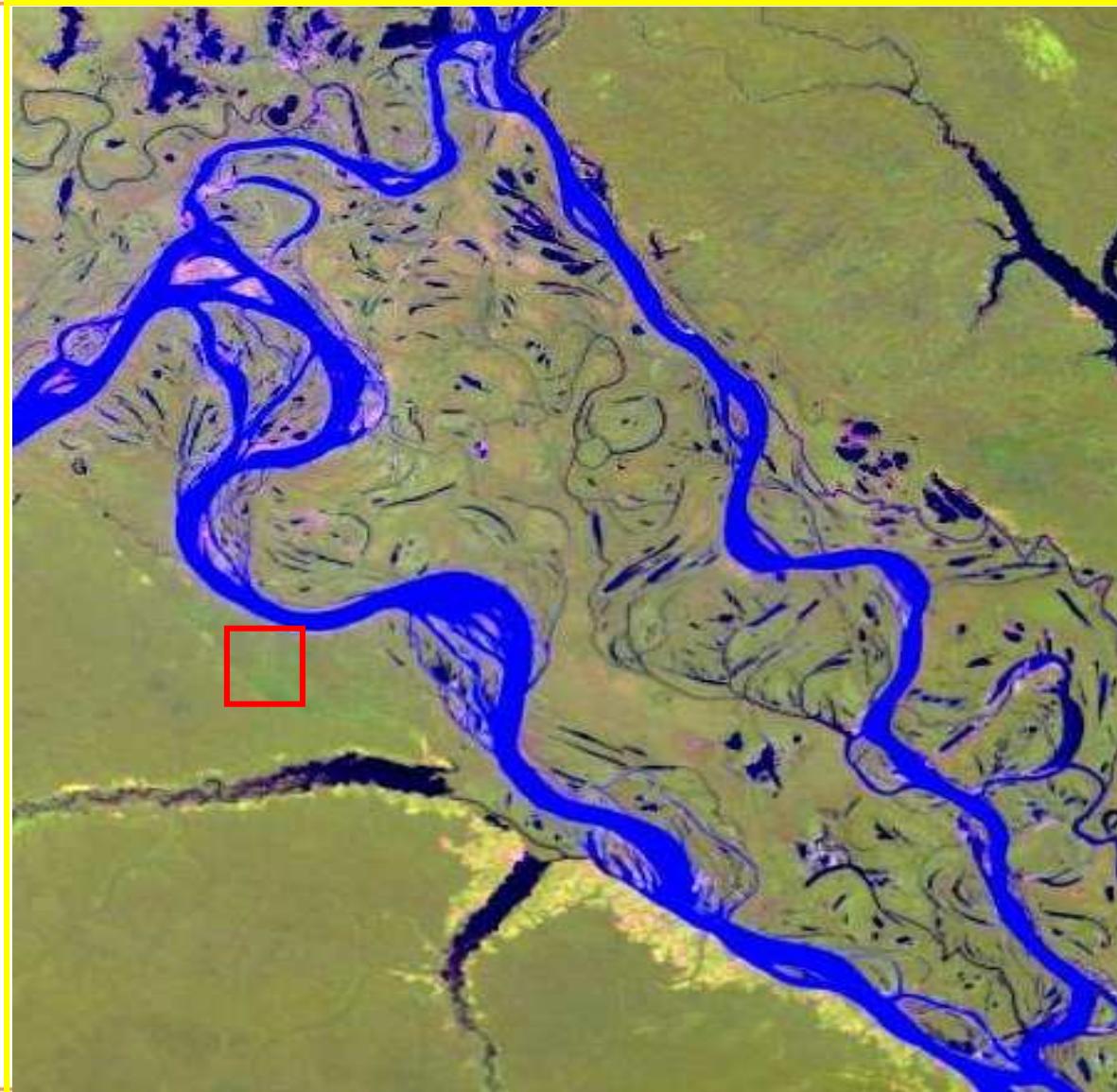
Located 900 km upstream from the Amazon River mouth.

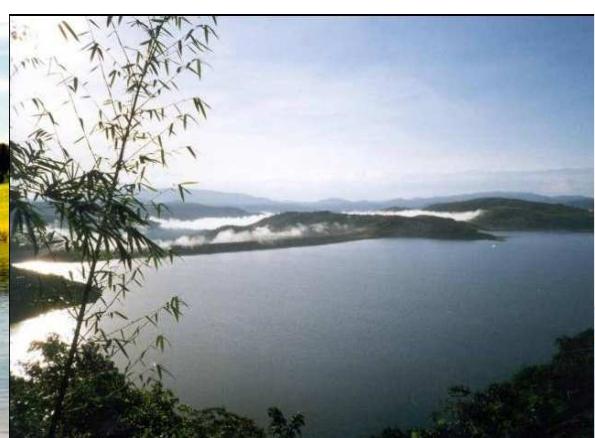


## *Site 2 - extension of site 1*



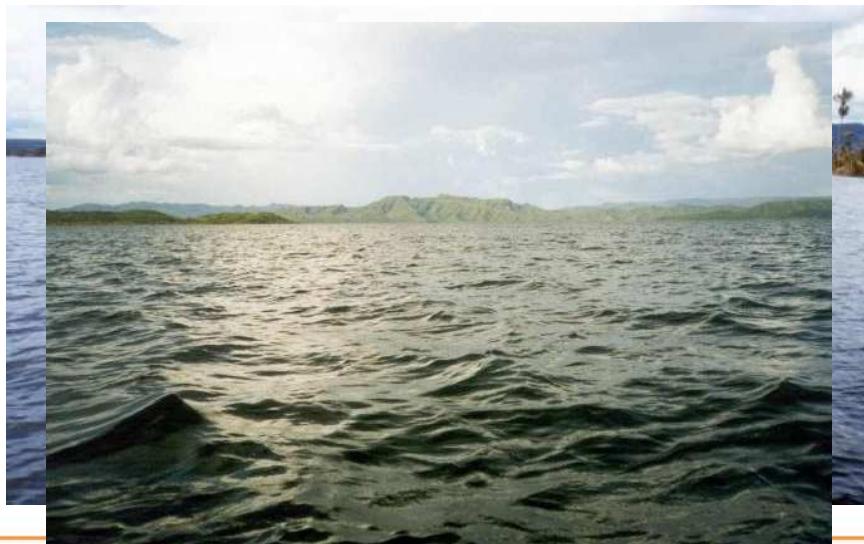
## Site 3- Mamiraua/Amana site





# Pegar Tucurui







# Dinâmica sazonal de composição da massas de água

