XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

24 A 28 DE NOVEMBRO DE 2019
FOZ DO IGUAÇU - PR

Mesa Redonda

Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos

Coordenador: Prof. Otto Corrêa Rotunno Filho – UFRJ

Palestrantes: Profa. Maria Assunção F. Silva Dias – USP

Prof. Pablo Borges de Amorim – UFSC

Prof. Walter Collischonn - UFRGS

DESAFIOS : ÁGUA CONECTA

28 de novembro de 2019 – Foz do Iguaçu- XXIII SBRH

Lógica da Engenharia de Construção de um Plano Estratégico de Nação: Água e Bacia Hidrográfica

Prof. Otto Corrêa Rotunno Filho

Programa de Engenharia Civil - COPPE/UFRJ

Escola Politécnica da UFRJ - DRHIMA

DESAFIOS DA ÁREA HIDRO-ESPACIAL

Modelagem Hidrometeorológica e Sensoriamento Remoto

REFLEXÕES E PONTOS PARA DISCUSSÃO

28 de novembro de 2019 – Foz do Iguaçu- XXIII SBRH

JUSTIFICATIVA e RELEVÂNCIA – SISTEMA SOCIAL

Ensino / Política (I/D)

Pesquisa / Economia (I)

Extensão / Cultura (D)

Impactos previstos – Lógica Dialética – I/D

Formação de Recursos Humanos; Tecnologia Científica; Contribuição Social aos Recursos Hídricos e ao Meio Ambiente

Eixos hídricos de desenvolvimento do país

Contexto - onde se insere esta reflexão?

- Gestão e planejamento de recursos hídricos ⇒ local, regional,nacional e global;
- A lei 9.433 de 1997 ⇒ recursos hídricos ⇔ uso e ocupação do solo ⇒ bacia hidrográfica
- Bacia hidrográfica ⇒ modelagem hidrológica ⇒ tomada de decisões.

Proposta de Sistema Integrado de Monitoramento e Previsão:

ÁGUA CONECTA - Zonas críticas – Hidrocomplexidade – Política do Tamborete – Socio-hidrologia – Nexus: Água – Energia- Alimento - ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) – 23 Unsolved Problems in Hydrology

Síntese: CONSTRUIR A ANÁLISE ANTROPOLÓGICA DAS ORGANIZAÇÕES

Homenagem a Luiz Sergio Coelho de Sampaio (*in memoriam*)

Missão (I) **Cultura (D)**

História (I/D) **Organização e Métodos (D/D)**

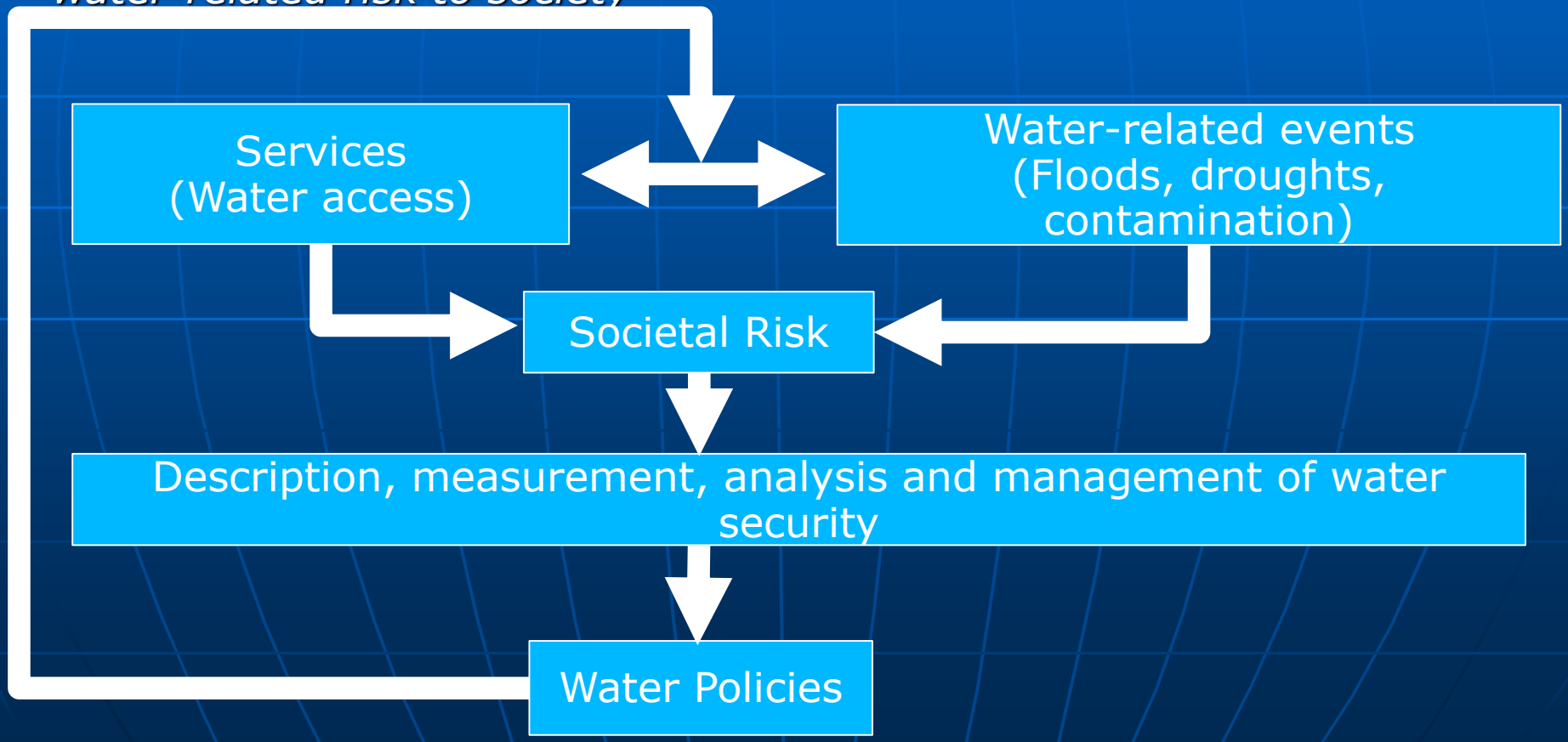
Impactos previstos – Lógica Hiperdialética – I/D/D

Formação de Recursos Humanos; Tecnologia Científica; Contribuição Social aos Recursos Hídricos e ao Meio Ambiente

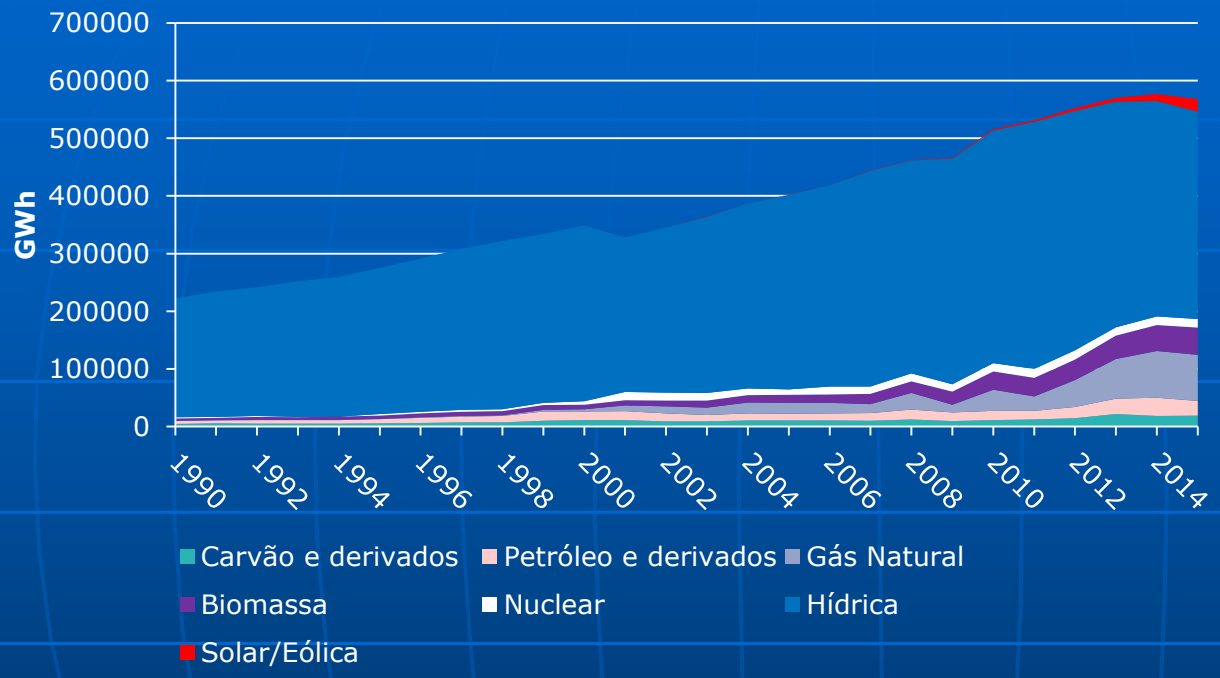
Proposição:Eixos hídricos de desenvolvimento do país

Motivation: Hydrologic Change and Water security

- Grey et al 2007: 'the availability of an acceptable quantity and quality of water for health, livelihoods, ecosystems and production, coupled with an acceptable level of water-related risks to people, environments and economies' (Grey et al 2007)
- Grey et al 2013: Water-related risk-based framework → *"water security is a tolerable ('*as low as reasonably practicable'*) level of water-related risk to society"*



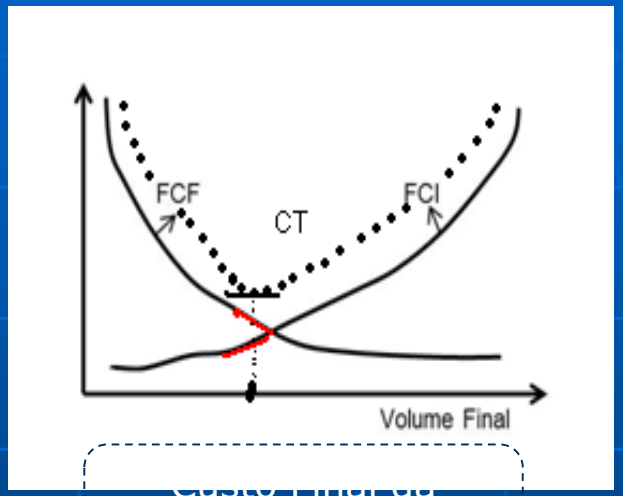
Geração de Eletricidade no Brasil



Dados:
i) www.iea.org/statistics
ii) ben.epe.gov.br

- Historicamente baseada em fontes hídricas.
- Novas usinas na bacia Amazônica -> perspectiva de manutenção dessas características

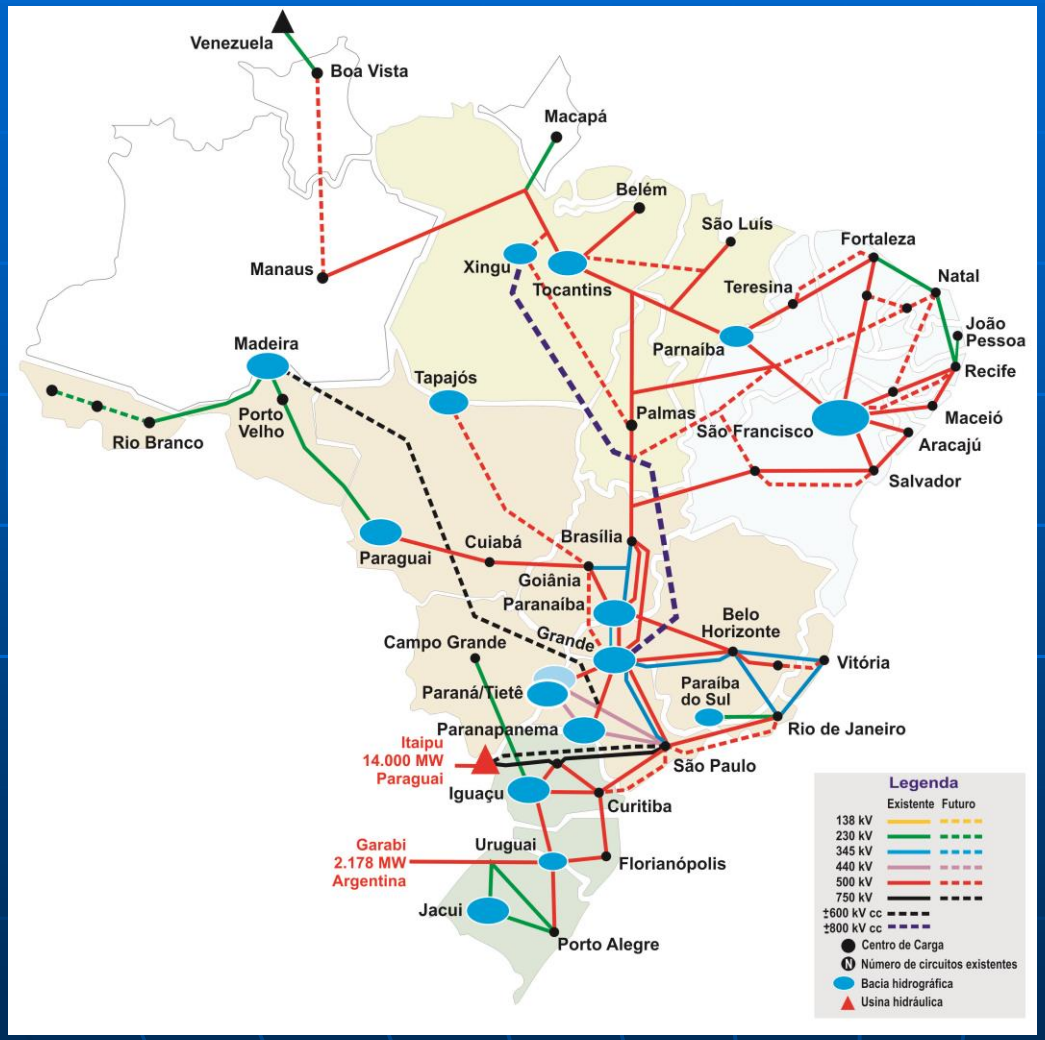
Operação sob Incerteza Hidrológica



Custo Final da Energia Produzida

- Problema dependente no tempo -> Informação sobre a disponibilidade hídrica futura é essencial

Sistema Interligado Nacional (SIN)



- Sistema altamente complexo:
  - Dimensões continentais;
  - Demandas distintas;
  - Capacidade de geração e armazenamento distintas;
  - Restrições Ambientais;
  - Limites de Intercâmbio;
  - Disponibilidade e regimes hidrológicos distintos.

ICGRHWE/FM2S CHINA 2007
September 07-13/2007

SOIL MOISTURE BEHAVIOR IN THE RAINFALL-RUNOFF SMAP II MODEL – HYPERBOLIC VERSION- BARREIRAS, BAHIA, BRAZIL

AUTHORS:
RAFAEL CARNEIRO DI BELLO (ANEEL)
OTTO CORRÊA ROTUNNO FILHO (COPPE/UFRJ)
ADILSON ELIAS XAVIER (COPPE/UFRJ)
LUCIANO NÓBREGA RODRIGUES XAVIER (CEPEL)
AFONSO AUGUSTO MAGALHÃES DE ARAUJO (UFPR)

ACKNOWLEDGEMENT
EDSON EYJI SANO (EMBRAPA)
EDUARDO ASSAD (EMBRAPA)
TOM JACKSON *(USDA)*

CASE STUDY (CONT.)

SOIL COVER: bare soil, cultivated pasture, transition cerrado/caatinga, dry rice, secondary vegetation

Source: Sano e Assad (2003)

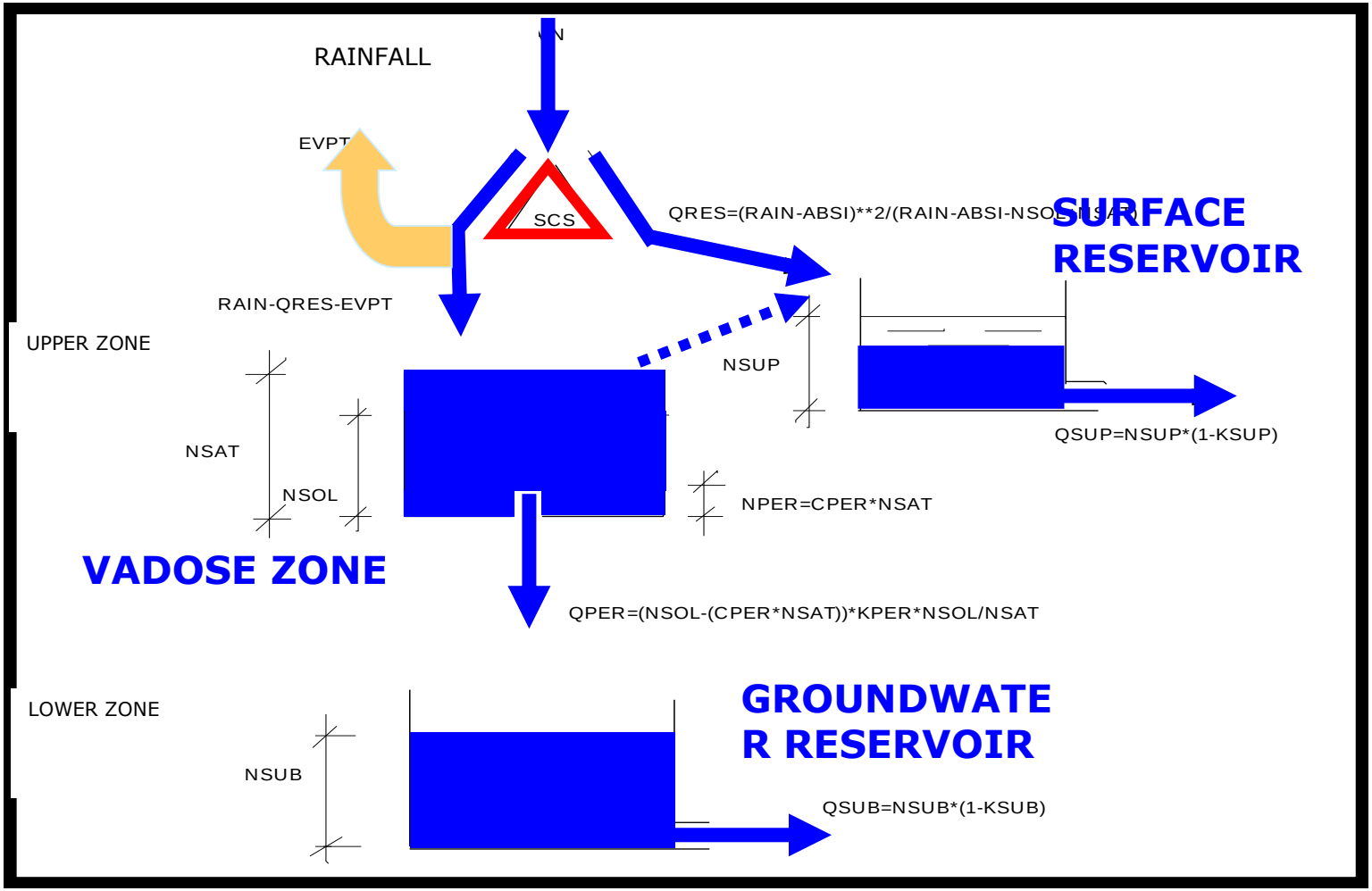
MEASURED FIELD SOIL MOISTURE

- ✓ SMEX03 (2003) – Report Sano e Assad (2004);
- ✓ 12 sampling sites between the cities of Barreiras and Luís Eduardo Magalhães-BA;
- ✓ 7 days of measurements (02 to 08 December 2003);
- ✓ Measurements performed with a *Theta Probe* (each 15 min.) and by the gravimetric method.

Theta Probe

Example of a rainfall-runoff model

Reservoirs



Dimitri Ivanovic Mendeleiev

Motivação

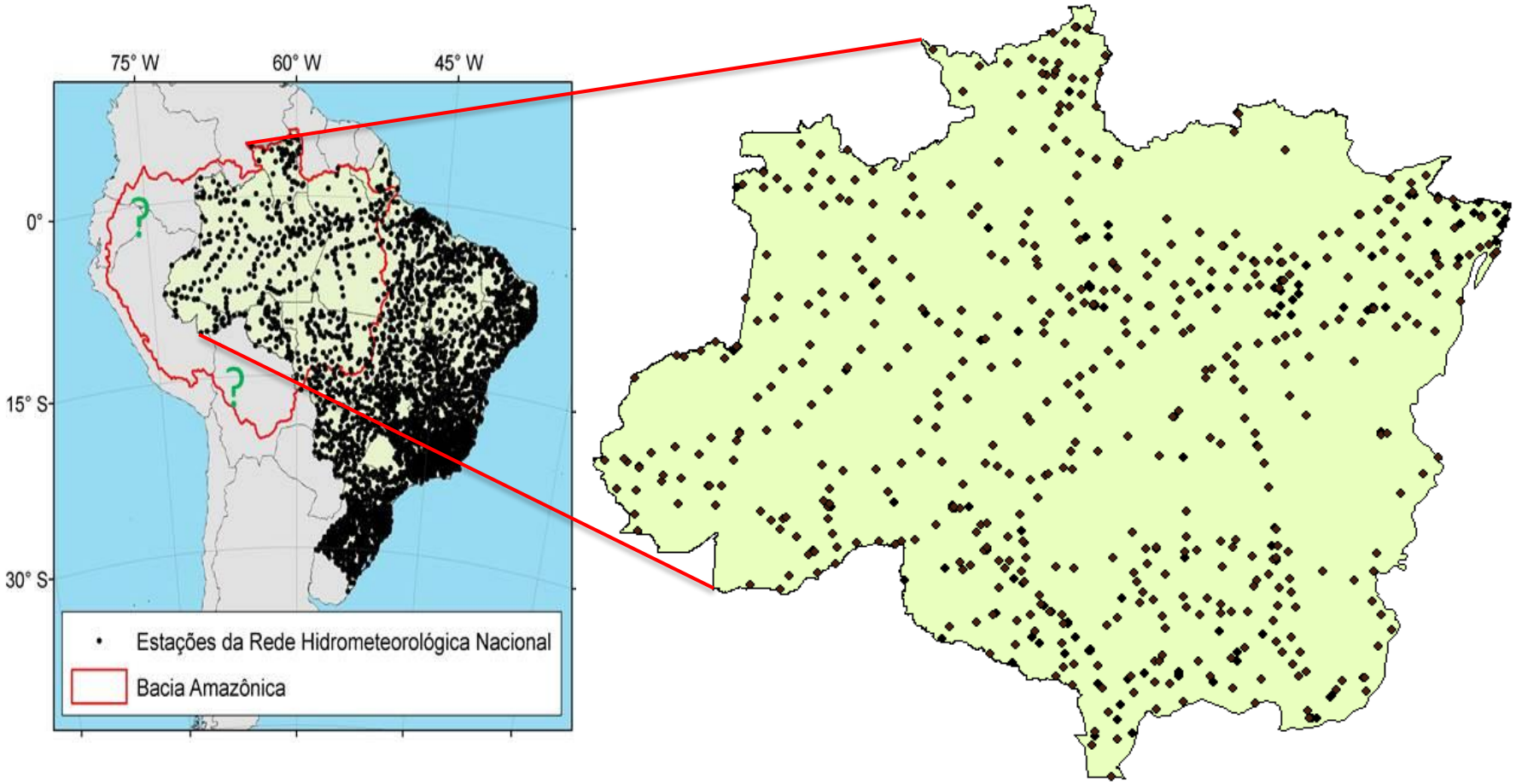
Por que usar sensoriamento remoto e medições *in situ*?

Por que monitorar segundo a lógica da bacia hidrográfica?

- Variabilidade espacial e temporal da bacia hidrográfica ⇒ parâmetros físicos ⇒ modelos hidrológicos do tipo chuva-vazão ;

- Benefício social - Qualidade de vida
- Planejamento urbano e regional
- Preço e rapidez.

Motivation for using remote sensing

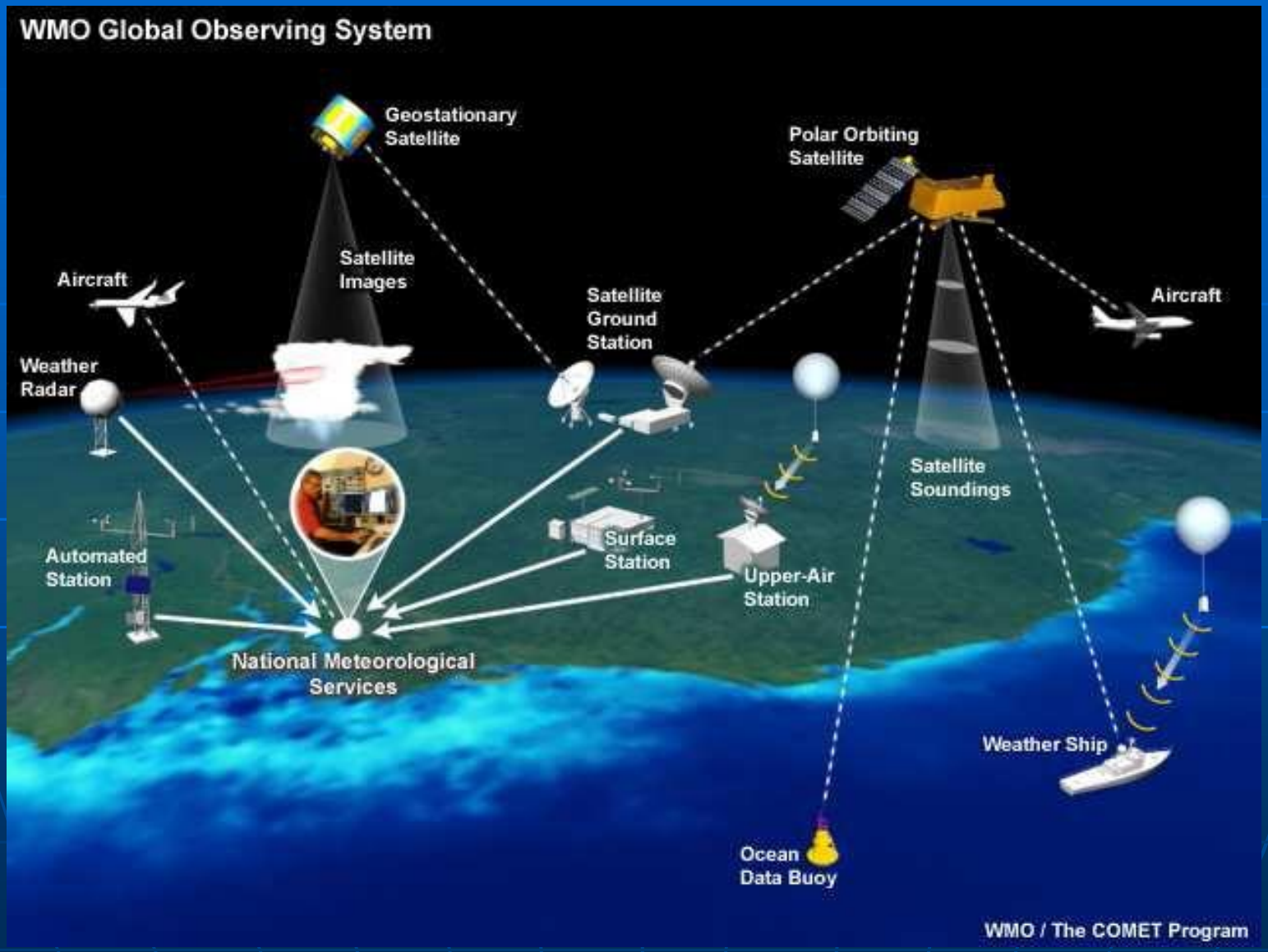


613 rain gauges - 24,5 m²

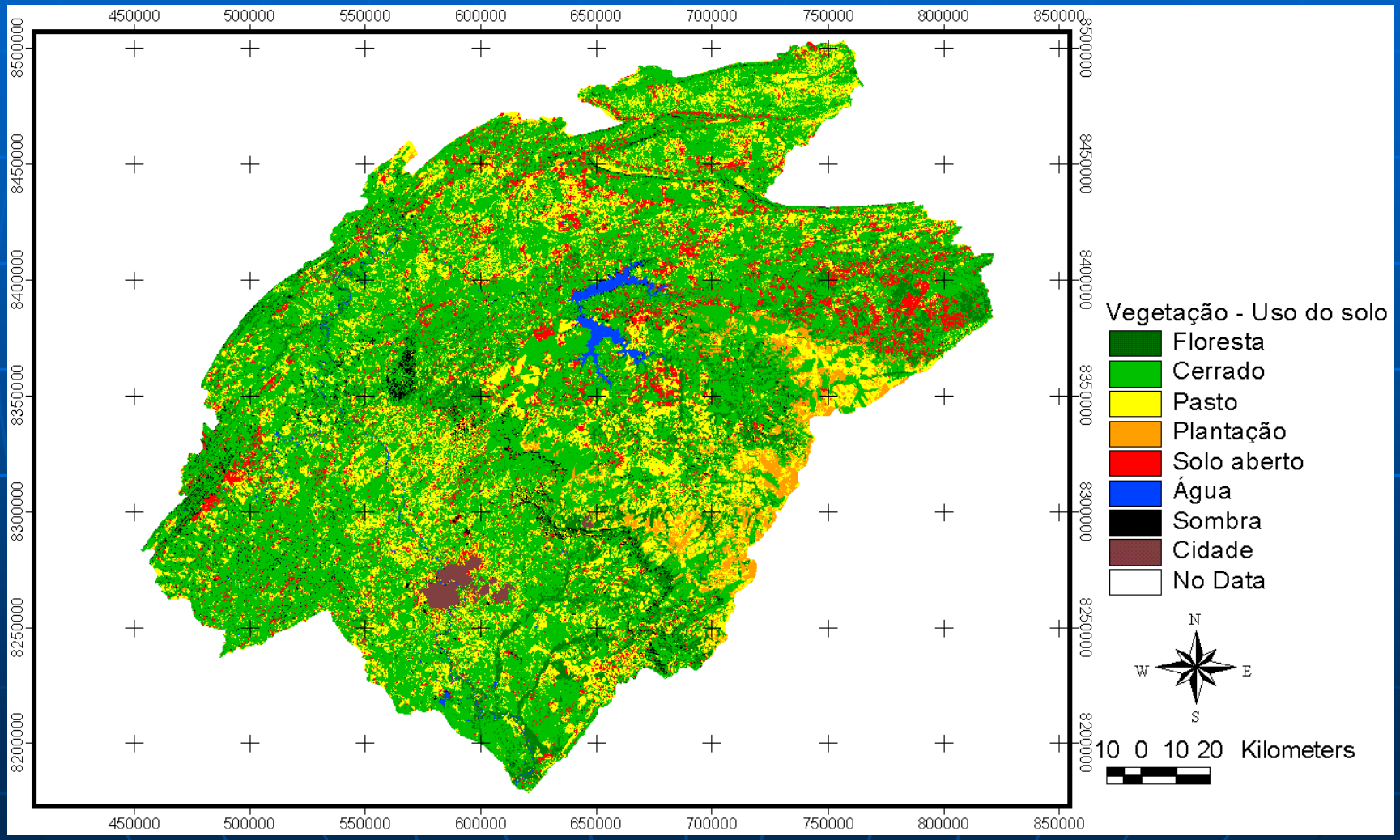
Area of the Brazilian Amazon Basin - 5.500.000 km²

4.45818E^{-10} % portion covered with rain gauges

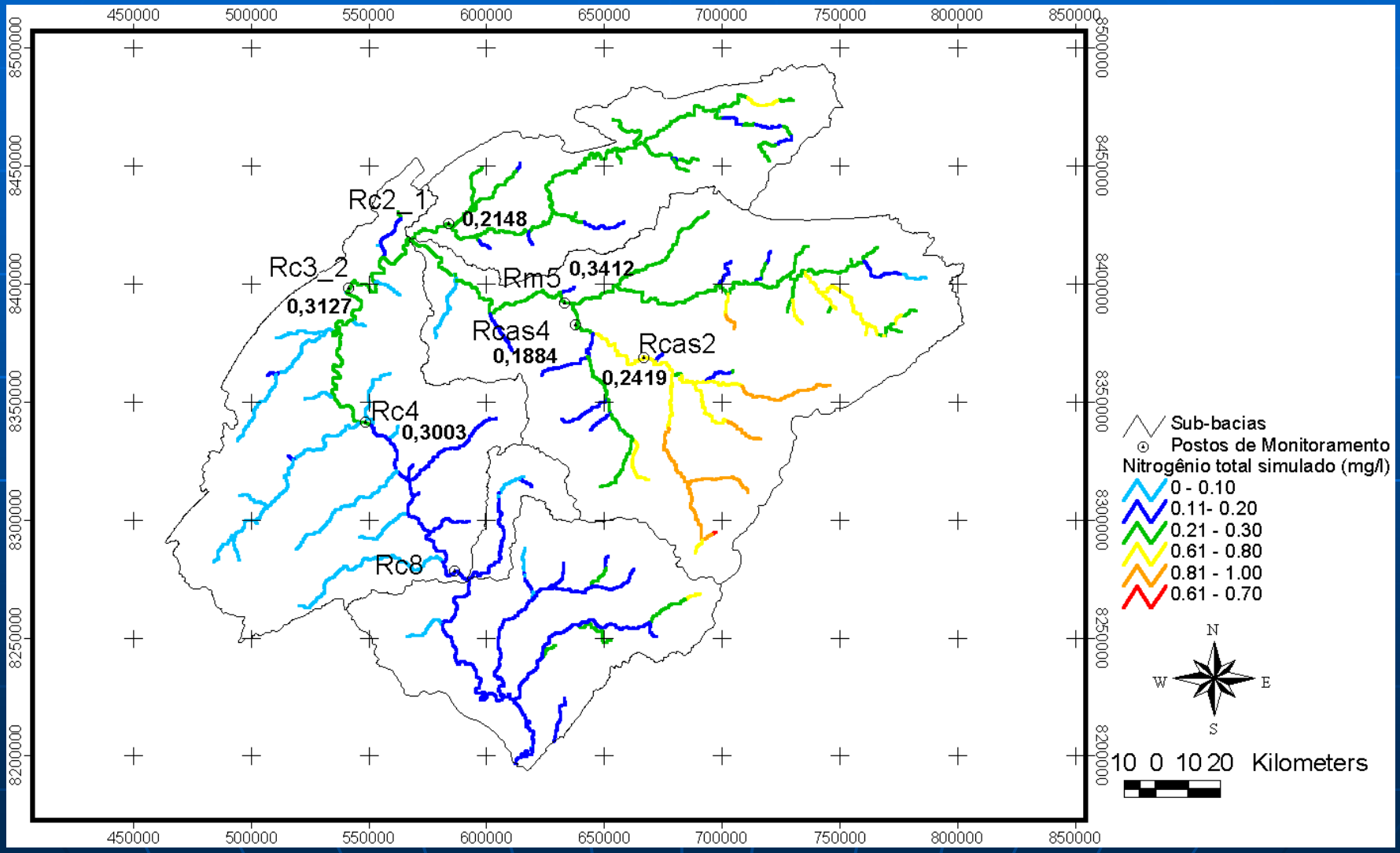
Condições Iniciais e de Fronteira



Resultados - Classificação do Uso do Solo



Resultados - Nitrogênio Total Simulado na Bacia do Rio Cuiabá



EXPERIMENTO DE DOURADOS

Figura A.4 – Torre micrometeorológica em Dourados (Torre 1).

Figura A.5 – Torre micrometeorológica em Dourados (Torre 2).

Tabela A.2 – Instrumental instalado nas torres micrometeorológicas 1 e 2 em Dourados.

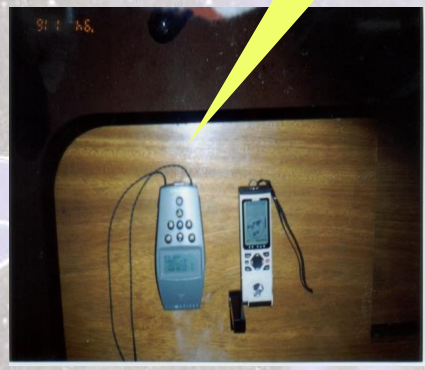
Instrumento	Medida	Unidade	Instalação
Piranômetro 1	Radiação solar incidente	W/m^2	3,0 metros
Piranômetro 2	Radiação solar refletida	W/m^2	3,0 metros
Piranômetro PAR 1	Radiação PAR incidente	W/m^2	2,0 metros
Piranômetro PAR 2	Radiação PAR refletida	W/m^2	2,0 metros
Saldo radiômetro 1	Radiação líquida	W/m^2	2,5 metros
Saldo radiômetro 2	Radiação líquida	W/m^2	1,09 metros
Fluxo de calor no solo 1	Fluxo de calor no solo	W/m^2	0,01 metros
Fluxo de calor no solo 2*	Fluxo de calor no solo	W/m^2	0,03 metros
Psicrômetro 1	Temperatura e umidade do ar	^oC e %	0,3 metros
Psicrômetro 2	Temperatura e umidade do ar	^oC e %	0,6 metros
Psicrômetro 3	Temperatura e umidade do ar	^oC e %	0,9 metros
Psicrômetro 4	Temperatura e umidade do ar	^oC e %	2,0 metros
Pluviômetro	Precipitação	mm	1,0 metro
Anemômetro de concha 1	Velocidade do vento	m/s	1,0 metros
Anemômetro de concha 2	Velocidade do vento	m/s	2,0 metros
Anemômetro de concha 3	Velocidade do vento	m/s	5,8 metros
Anemômetro sônico	Velocidade e direção do vento	m/s	6,0 metros
Termômetro solo 1	Temperatura do solo	^oC	0,01 metros
Termômetro solo 2	Temperatura do solo	^oC	0,03 metros

*Somente na torre 1.

EXPERIMENTO DOURADOS

Radiossonda

GPS



EXPERIMENTO DOURADOS – *MSEX - 99*

Planilha de Coleta de Dados em Campo

Data: 04.12.99	**Início (GMT): 07:30**	**Término(GMT): 08:10**
Satélite: NOAA-14 [X] NOAA- 15 [ ] GOES-8 [ ] Sem Passagem [ ]		
Número da órbita: 25395	**Horário da Passagem (GMT): 07:26**	
Tipo de cultura: soja	**Dia Juliano: 338**	
Radiossonda:	**Sim [X] Não [ ] Arquivo: radiosonda_338_0517**	
Amostra de Solo:	**Sim [X] Não [ ]**	
Ìndice de área foliar:	**Sim [ ] Não [X] Arquivo:**	
Fluxo de CO2:	**Sim [X] Não [ ] Arquivo:**	
Anemômetro Sônico:	**Sim [ ] Não [X] Arquivo:**	
Rugosidade:	**Sim [ ] Não [X] Arquivo:**	

Coleta de solo

Prof. (cm)	No Lata	Peso fresco (kg)	Peso Seco (kg)	Peso de lata (kg)	% θ_W
Superfície	25	71,43	65,81	27,37	14,62
10-20	26	37,06	35,54	27,37	18,60
20-30	27	46,55	43,35	27,27	19,90
30-40	28	51,76	47,48	27,47	21,39
40-50	29	46,19	42,78	27,00	21,61
50-60	30	37,89	36,38	27,29	16,61

Funcionamento da Torre_1:	**Sim [X] Não [ ]**	**Arquivo: Torre1_33_0730.dat**
Funcionamento da Torre_2:	**Sim [X] Não [ ]**	**Arquivo: Torre2_33_0730.dat**

MEDIDA DE TEMPERATURA COM TERMOPARES

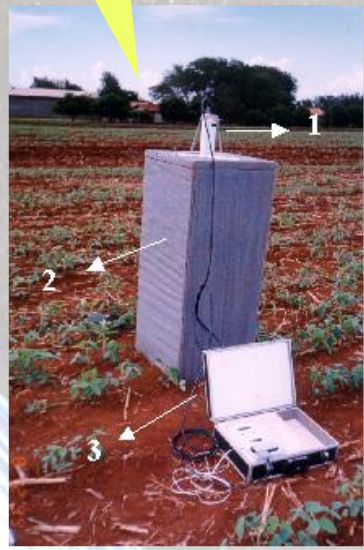
Data logger -1	**Nome do arquivo:termo_338_0730.dat**
Termopar	**Disposição dos Termopares** **Ponto ____** **Lat:** **Long:** **Início: Term:**

Coleta de dados de Emissividade e Temperatura de Brilho

	Temp Cal. (oC) TMI	TMF	Início	Término	Arquivo
Preta	58.76	----NC-	07:47	07:56	*Rp_338_0747.dat*
Espelhada			07:58	08:10	*Re_338_0758.dat*
Sem tampa			07:30	07:42	*Rs_338_0730.dat*

Torre micrometeorológica

Medida da emissividade



MAPEAMENTO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL E UMIDADE DO SOLO ATRAVÉS DE SENSORES TERMAIS DE ALTA E MODERADA RESOLUÇÃO ESPACIAL NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

ROSILENE MENDONÇA NICÁCIO

ORIENTADORES

PROF. OTTO CORRÊA ROTUNNO FILHO
PROF. GUTEMBERG BORGES FRANÇA

Rio de Janeiro
17 de junho de 2008

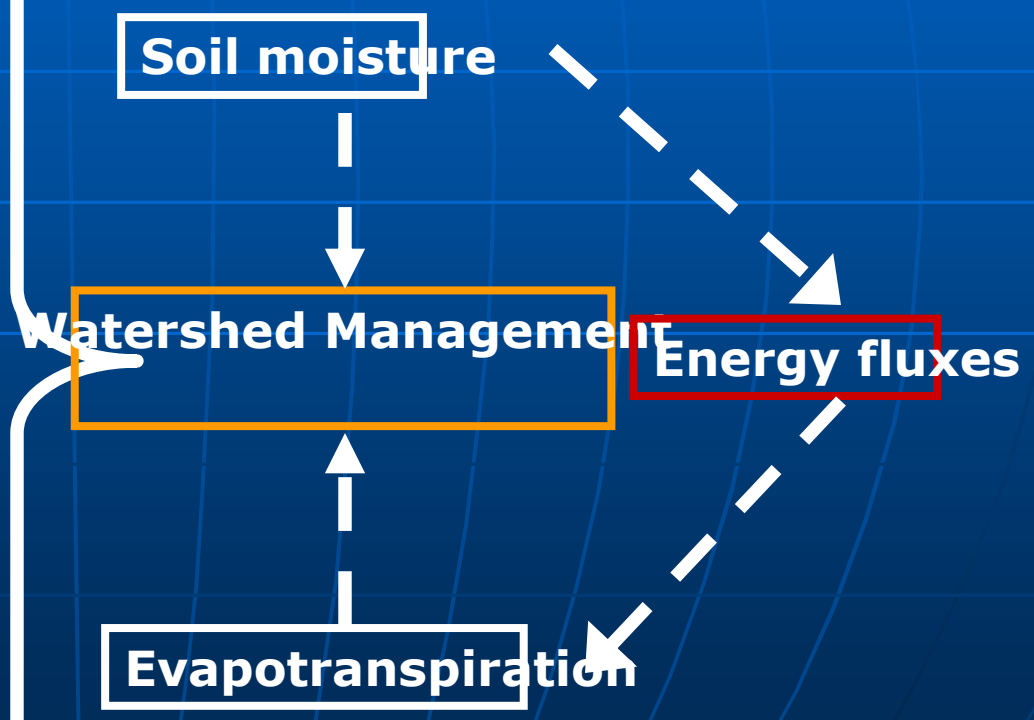
Motivation

São Francisco River watershed → ≈ 8% do Brasil

Six States (MG, BA, GO, PE, AL, SE) and Federal District

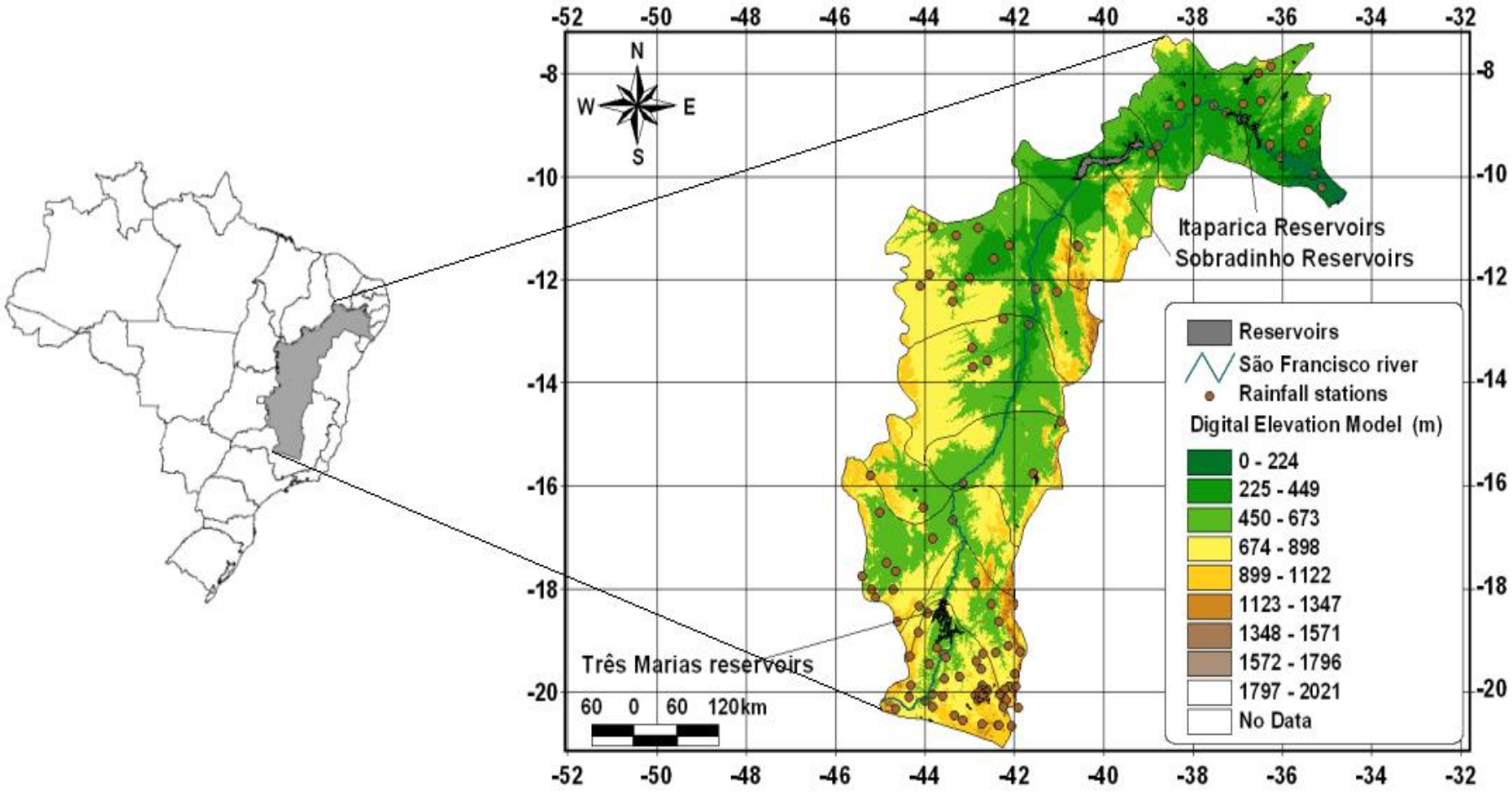
Multiple Uses:

- Irrigation
- Energy Production
- Urban Water Supply
- Water for animals
- Recreation
- Fishing
- Navegation



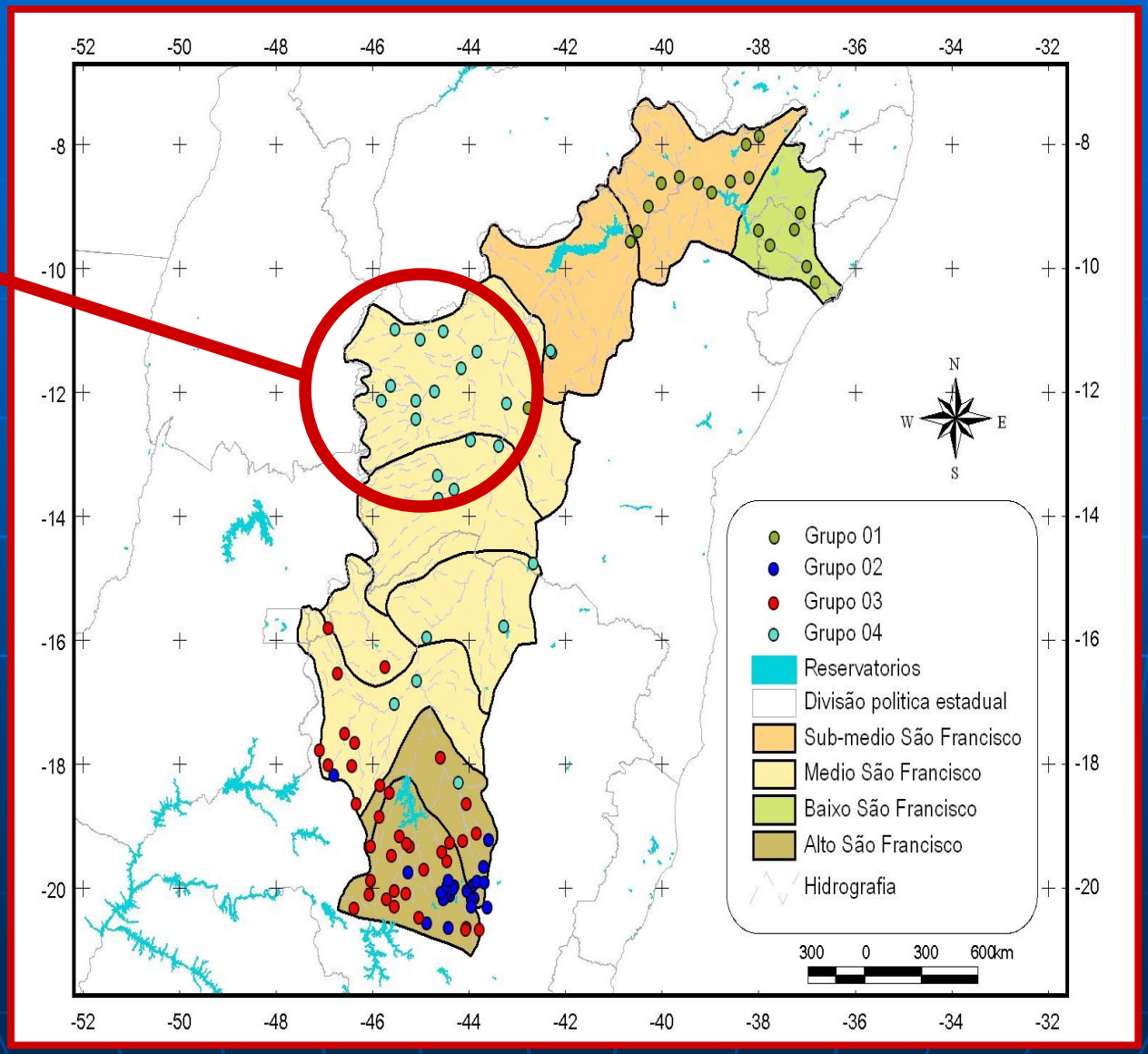
Methodology – Pluviometric regionalization

Rain Gauges dataset – ANA (HIDROWEB) – 105 rain gauges
Applied Methods: correlation matrix, k-means and minimum variance



Methodology – Pluviometric regionalization

BRO
Grupo 04



Estrutura da segmentação dos postos pluviométricos obtidos via k-médias

Scheme of SEBAL Algorithm

TM – Landsat 5 e MODIS – AQUA

Net balance of radiation

$$Rn = Rc\downarrow - \alpha_{sup} \cdot Rc\downarrow + RL\downarrow - RL\uparrow$$

Inputs Met / Sup

$U_{100} = f(U_x m)$*

Rc↓

Tar

UR

Patm

$$G = \frac{Rn}{\alpha_{sup}}(T_s - 273{,}15)(0{,}0038.\alpha_{sup} + 0{,}0074 \cdot \alpha_{sup}{}^2)(1 - 0{,}98 \cdot NDVI^4)$$

$$H = \frac{\rho \cdot C_p \cdot dT}{r_{ah}}$$

$$\lambda ET = Rn - G - H$$

$$\Lambda = \frac{\lambda ET}{Rn - G}$$

$$\frac{\theta}{\theta_{sat}} = e^{((\Lambda - 1{,}0)/0{,}42)}$$

$$F = \frac{ET_h}{ETo_h}$$

$$ET = F \cdot ETo_{24h}$$

Outputs

Rn

G

H

λET

ET real

US

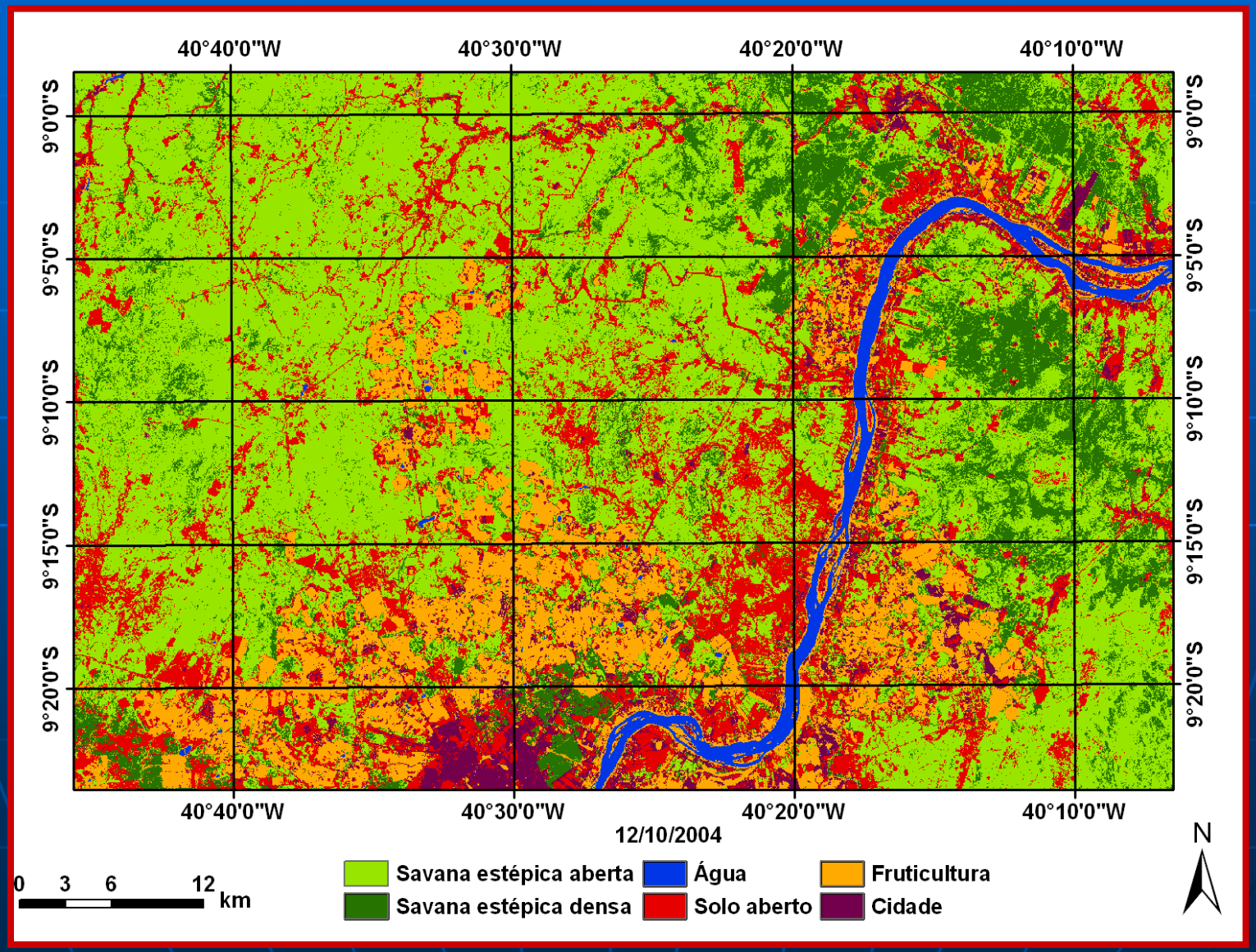
Processamento

Soil Cover and Land Use Map

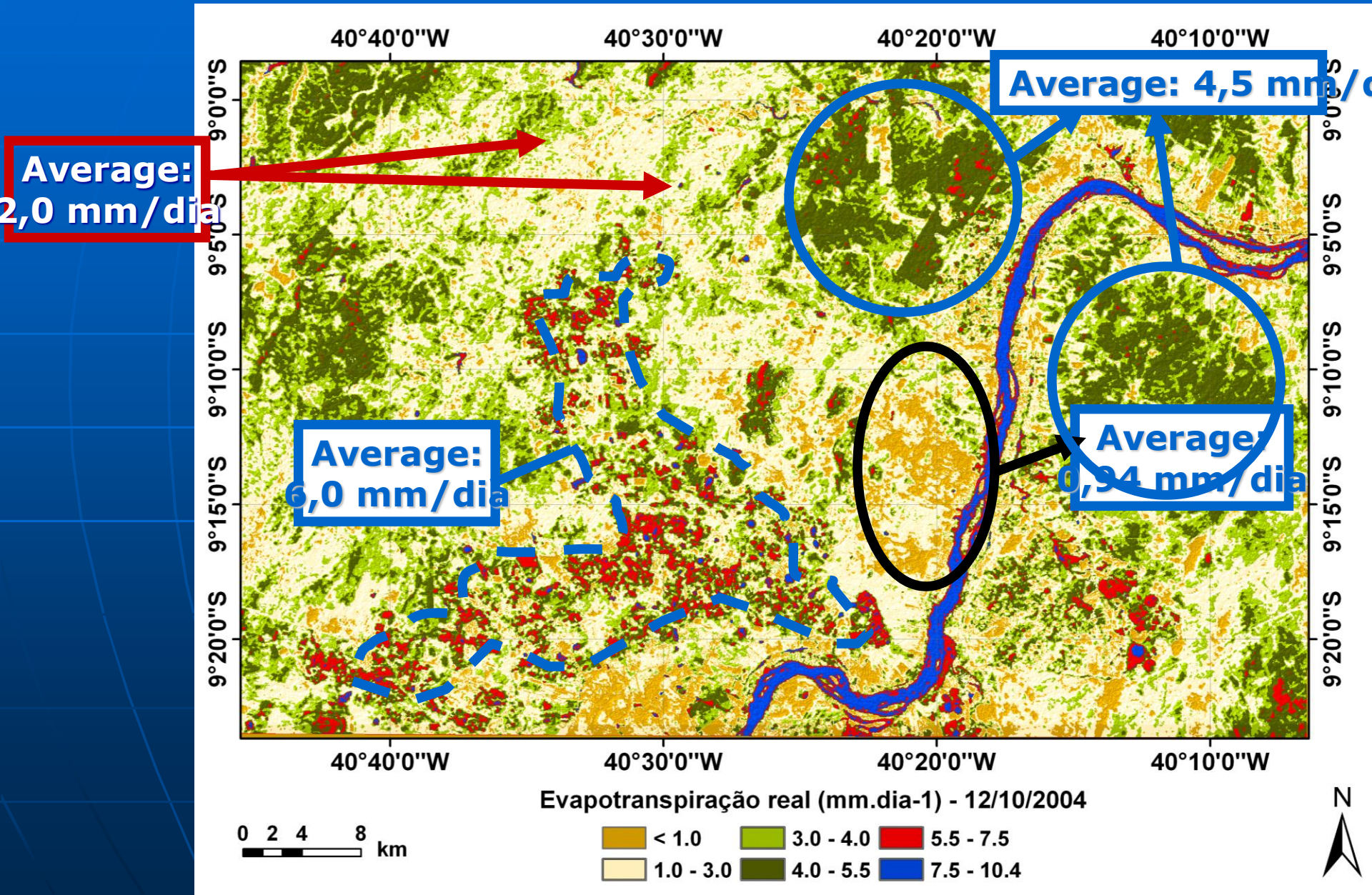
*9m for Petrolina/Juazeiro
*10m for Ondas River basin

Case Study – Land Use and Land Cover (LULC)

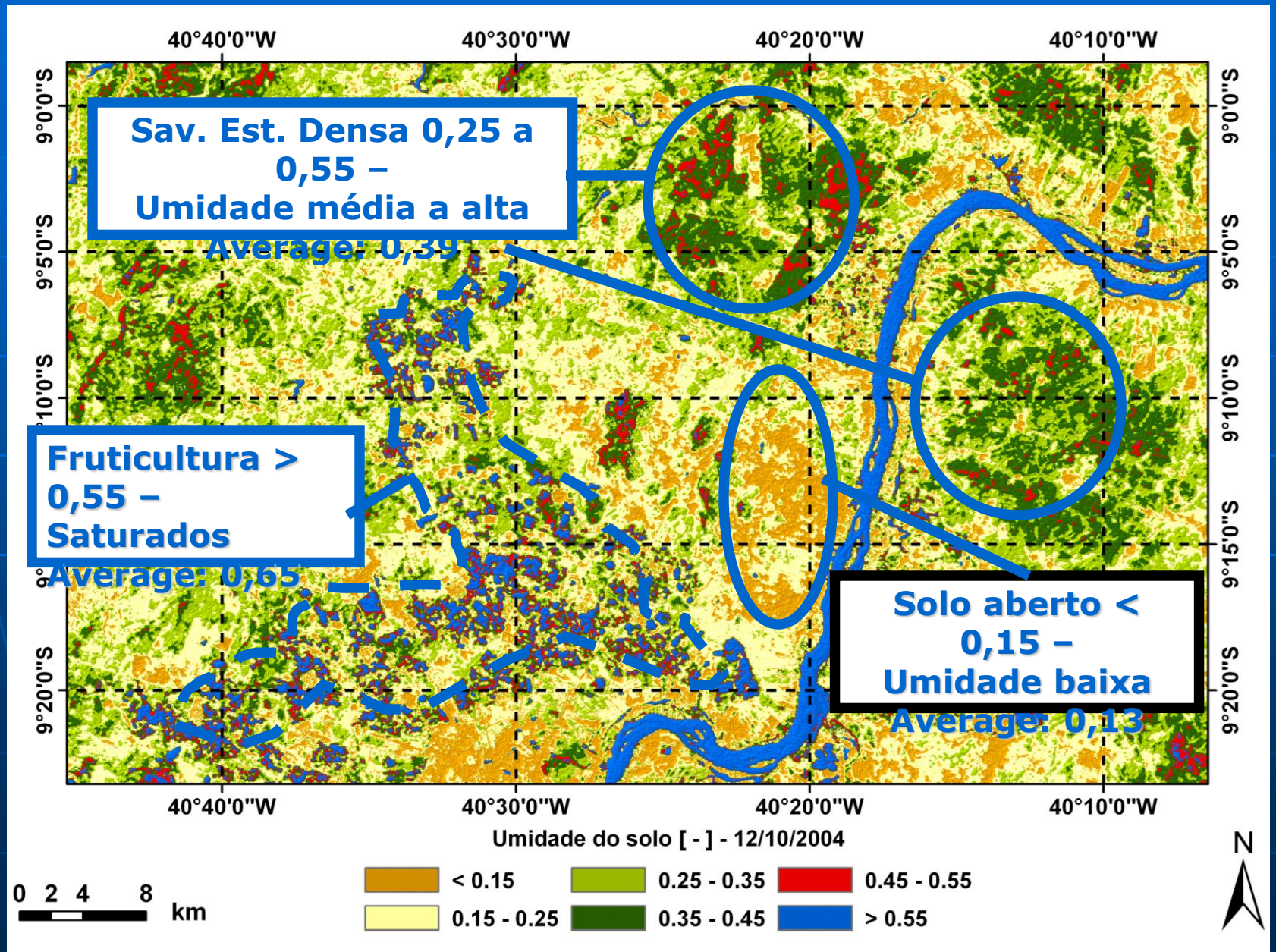
PETROLINA / JUAZEIRO



Results - ET


Average: 2,0 mm/dia
Average: 4,5 mm/d
Average: 6,0 mm/dia
Average: 0,94 mm/dia
40°40'0"W
40°30'0"W
40°20'0"W
40°10'0"W
9°0'0"S
9°5'0"S
9°10'0"S
9°15'0"S
9°20'0"S
Evapotranspiração real (mm.dia-1) - 12/10/2004
< 1.0
1.0 - 3.0
3.0 - 4.0
4.0 - 5.5
5.5 - 7.5
7.5 - 10.4
0 2 4 8 km
N

Results - Soil Moisture

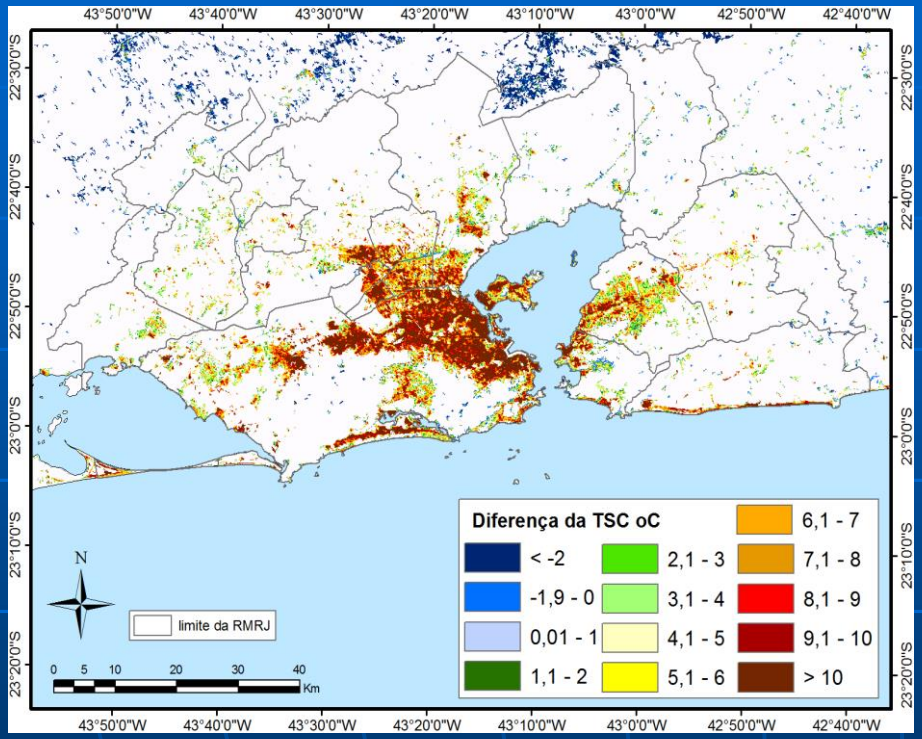


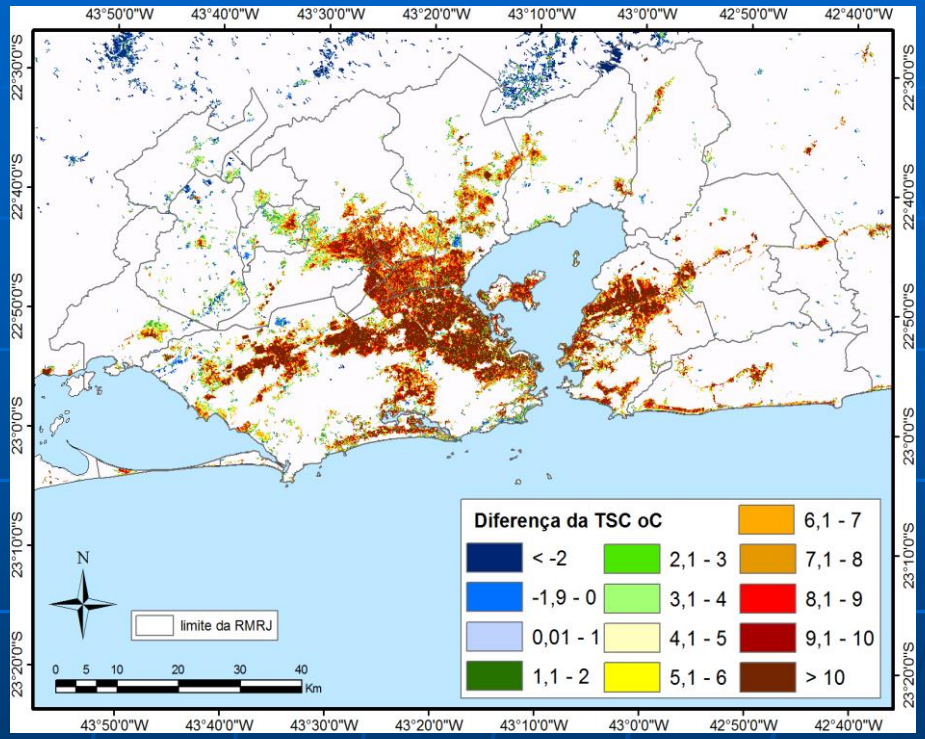
Example: Urban heat island (UHI) (JURSE 2013)

- **Algorithms implementation for land surface temperature estimation based on Landsat data as an indicator of urban heat island**
  - Andrews José de Lucena – DEGEO-IA/UFRRJ;
    - Leonardo de Faria Peres – IGEO/UFRJ;
  - Otto Corrêa Rotunno Filho – COPPE/UFRJ;
  - José Ricardo de Almeida França - IGEO/UFRJ
  -
  - São Paulo, April 21-23. 2013.

Final results – Urban Heat Islands

Mapping of the differences between the classes “urban” and “vegetation” - (MCV)





Decade 1980 (on the left) and decade 2000 (on the right)

OBJETIVO – EIBEX – Estudos Integrados em Bacias Experimentais

Construção de uma base de dados e desenvolvimento de ferramentas de análise integráveis a um sistema de apoio à decisão voltado à gestão de recursos hídricos com suporte na modelagem ambiental e no monitoramento hidrometeorológico e de mudanças climáticas globais na escala da bacia, incluindo interfaces com ambientes estuarinos e costeiros.

EIXO TEMÁTICO : ÁGUA

Avaliação de sistemas precipitantes e correspondentes impactos na escala da bacia hidrográfica e interfaces com ambientes estuarinos

ENFOQUE : CONDUÇÃO DE ESTUDOS EM MONITORAMENTO DA CHUVA E DE SEUS CORRESPONDENTES IMPACTOS

JUSTIFICATIVA e RELEVÂNCIA

JUSTIFICATIVA e RELEVÂNCIA

JUSTIFICATIVA e RELEVÂNCIA

Bacia rural

JUSTIFICATIVA e RELEVÂNCIA

Bacia urbana – Petrópolis

JUSTIFICATIVA e RELEVÂNCIA

Bacia preservada

Curso de Extensão em Hidrometria

Pedro do Rio
Lançamento de esgoto *in natura*
Ocupação das margens

Rio de Janeiro, 11.562 desabrigados , 219 mortos pelo desastre (Veja Mag., 2010)

Condições Iniciais e de Fronteira

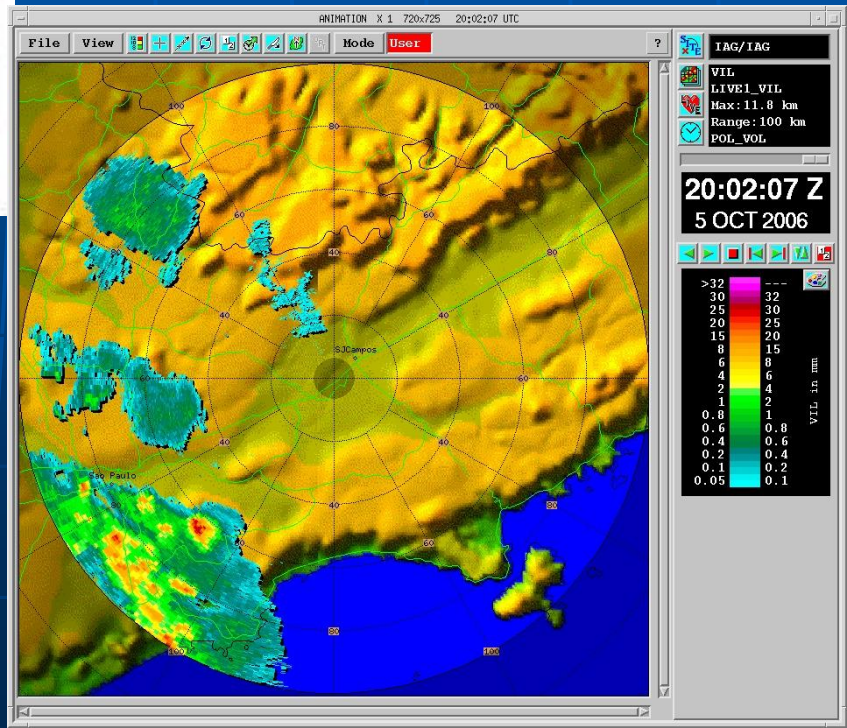
Radiossonde Lauching - Atmospheric Profile

Experimento na Base Aérea de Santa Cruz - RJ Avaliação da Camada Limite

Treinamento Vaisala

Previsão do Tempo de Curto Prazo - Nowcasting

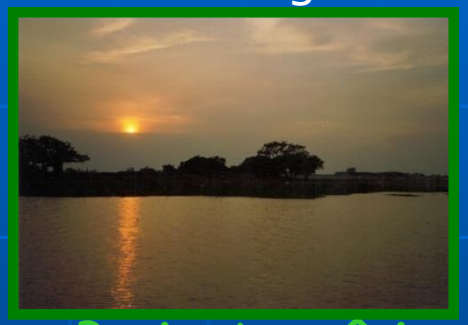
Monitoramento: Radar



novimet
novimet

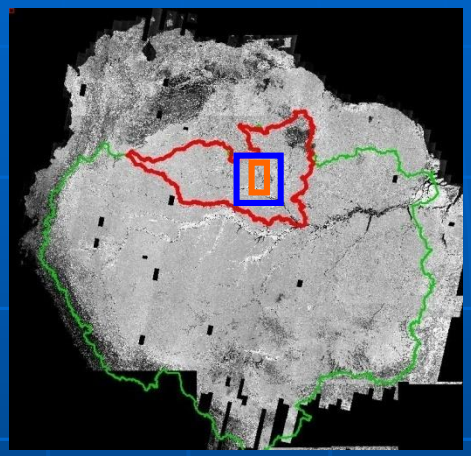
ÁREAS TEMÁTICAS

- Hidrologia da Amazônia;



Bacia Amazônica

MACROESCALA

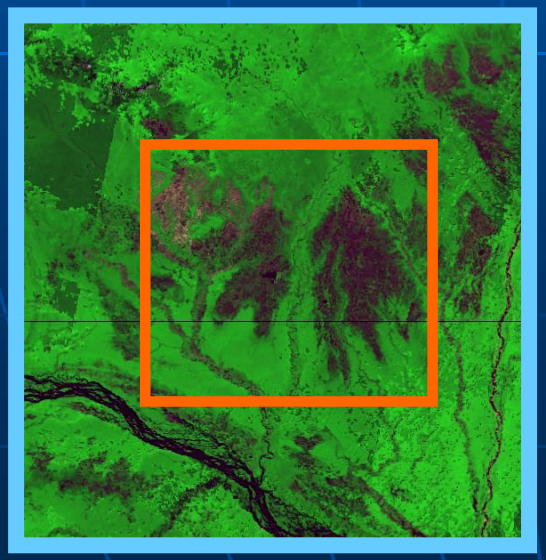


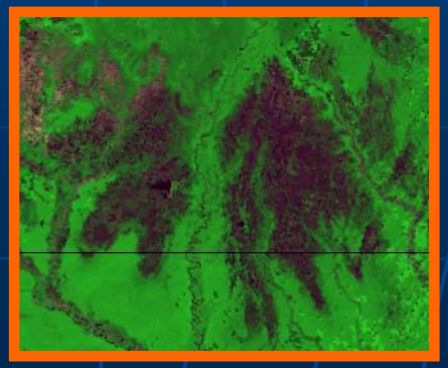
MESOESCALA

Bacia do rio Negro

MICROESCALA

Lago Caapiranga





22 000 km²

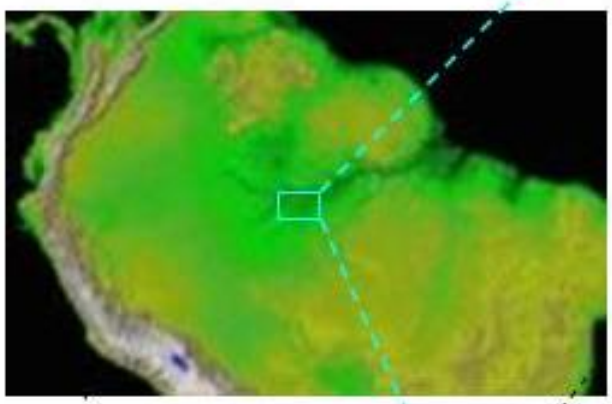
Avaliação de superfícies inundáveis em zonas úmidas da bacia Amazônica por meio de dados espaciais

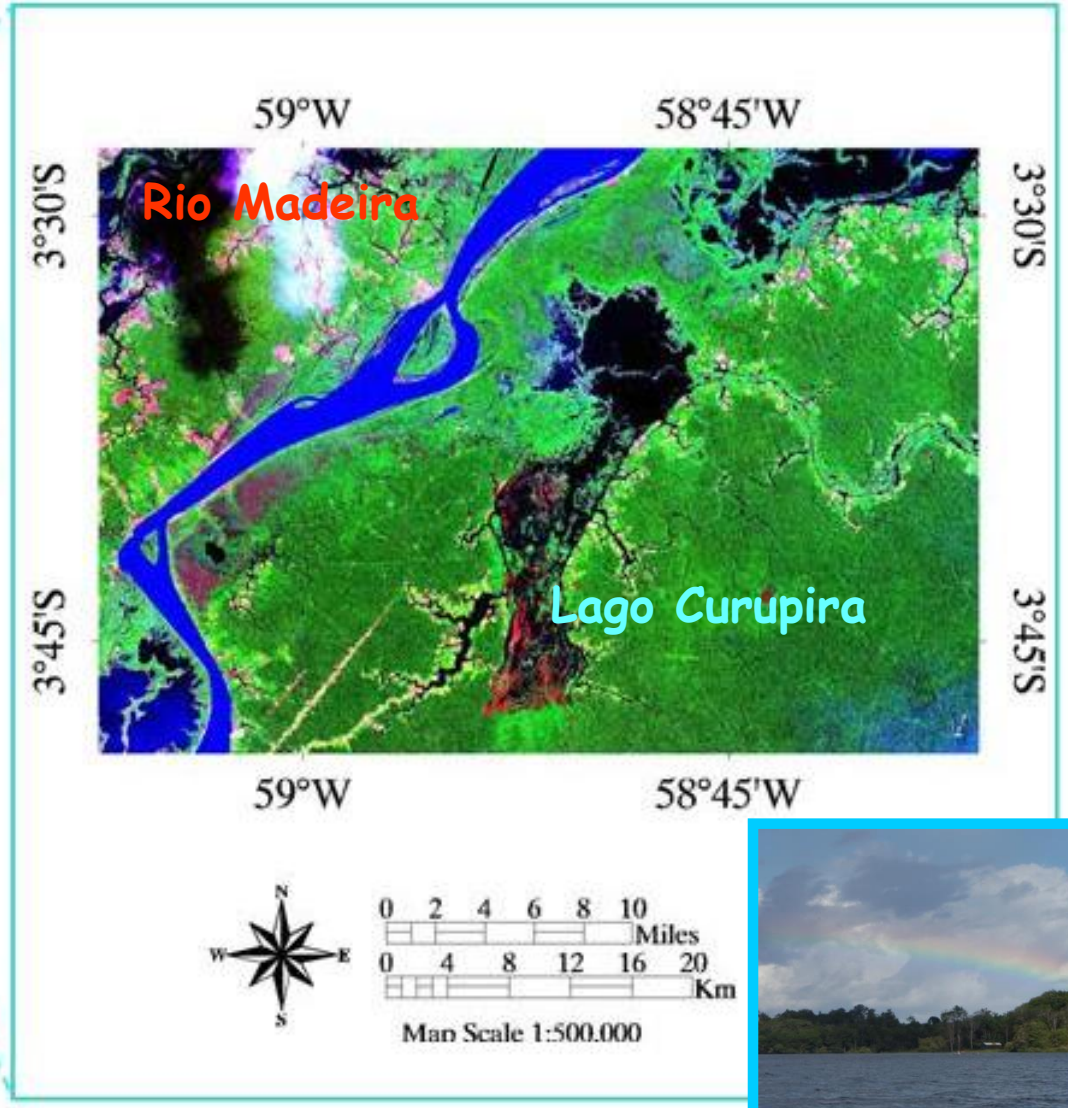
Joecila Santos da Silva
Otto Corrêa Rotunno Filho
Stéphane Calmant
Frédérique Seyler
Jean François Cretaux
Muriel Berge Nguyen

ÁREA DE ESTUDO

Bacia Amazônica

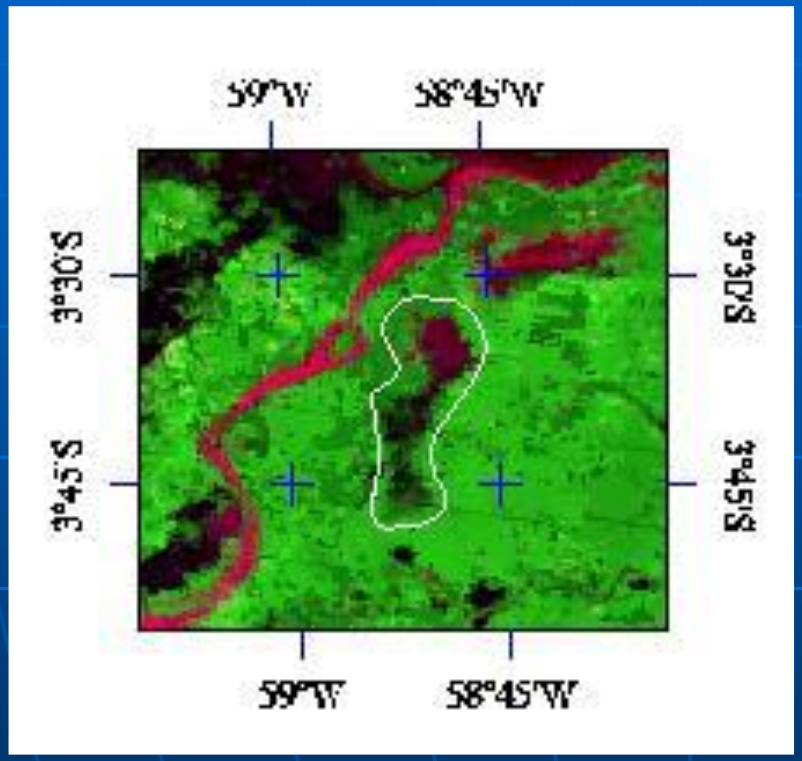
600 km²





RESULTADOS

MODerate-resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)



- **AZUL (459 – 479 nm) B3**
  - Mapeamento de águas costeiras
  - Diferenciação entre solo e vegetação
  - Diferenciação entre vegetação conífera e decídua
- **VERDE (545 – 565 nm) B4**
  - Mapeamento de vegetação
  - Qualidade da água
- **VERMELHO (620 – 670 nm) B1**
  - Absorção da clorofila
  - Diferenciação de espécies vitais
  - Áreas urbanas, uso do solo
  - Agricultura
  - Qualidade da água
- **INFRAVERMELHO PRÓXIMO (841 – 876/1230 – 1250 nm) B2 e B5**
  - Delineamento de corpos de água
  - Mapeamento geomorfológico
  - Mapeamento geológico
  - Áreas úmidas
  - Agricultura
  - Vegetação

$$EVI = 2,5*[B2-B1]/[B2+6*B1-7,5*B3 + 1]$$

$$NDVI = (B2-B1/B2+B1)$$

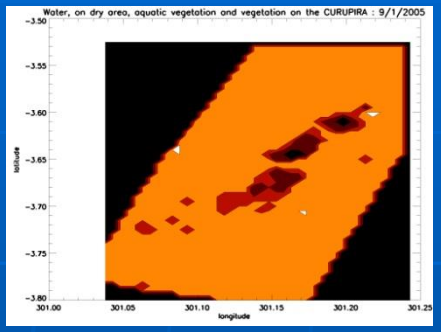
RESULTADOS

classe 1 – água livre (regiões totalmente inundáveis) – NIR <1500

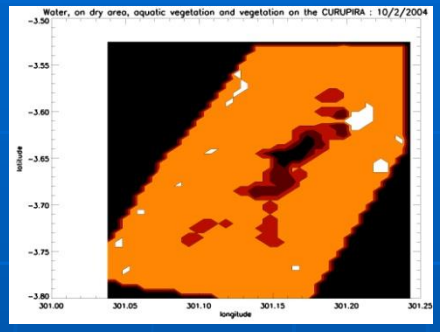
classe 2 – vegetação inundável – 0,1 < EVI < 0,3 e 1500 < NIR < 2700

classe 3 – vegetação não inundável – NDVI > 0,5

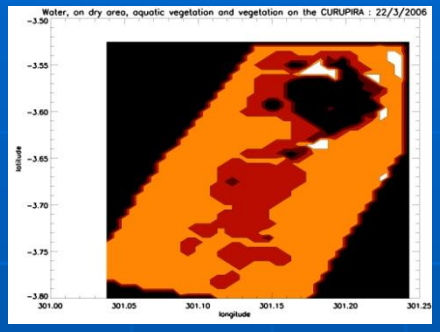
JANEIRO



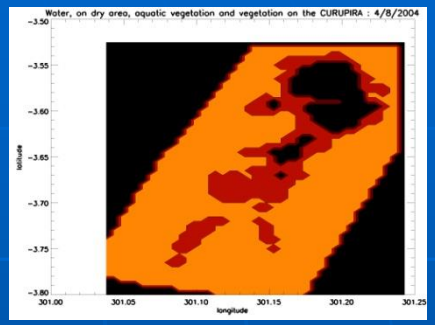
FEVEREIRO



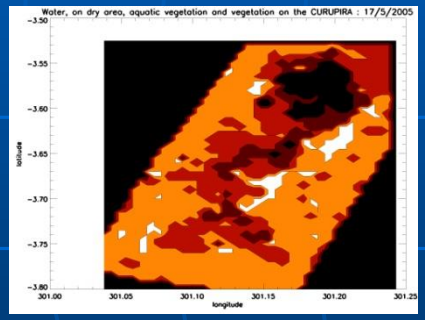
MARÇO



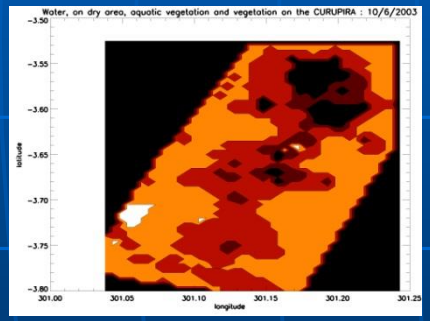
ABRIL



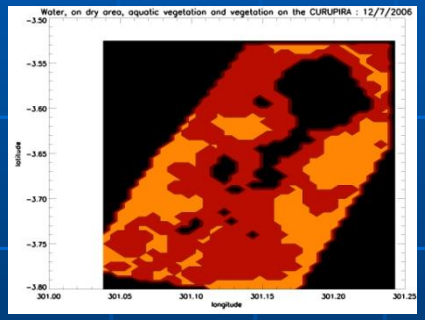
MAIO



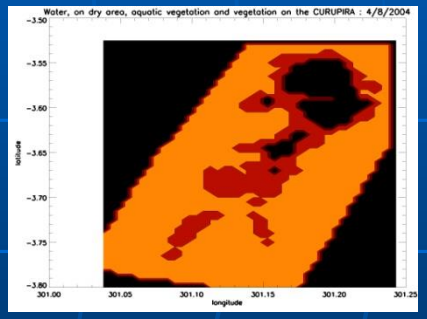
JUNHO



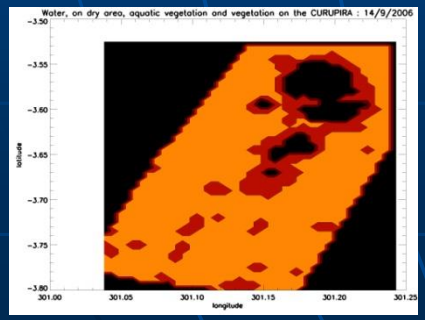
JULHO



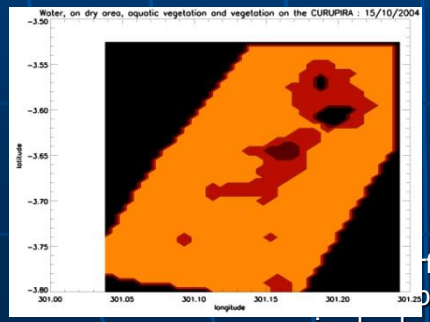
AGOSTO



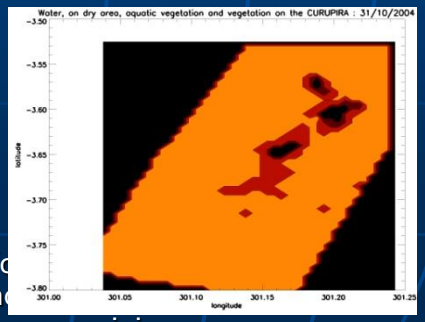
SETEMBRO



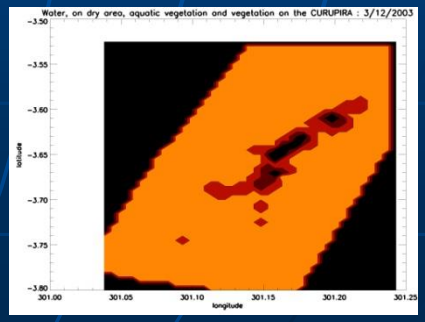
OUTUBRO



NOVEMBRO

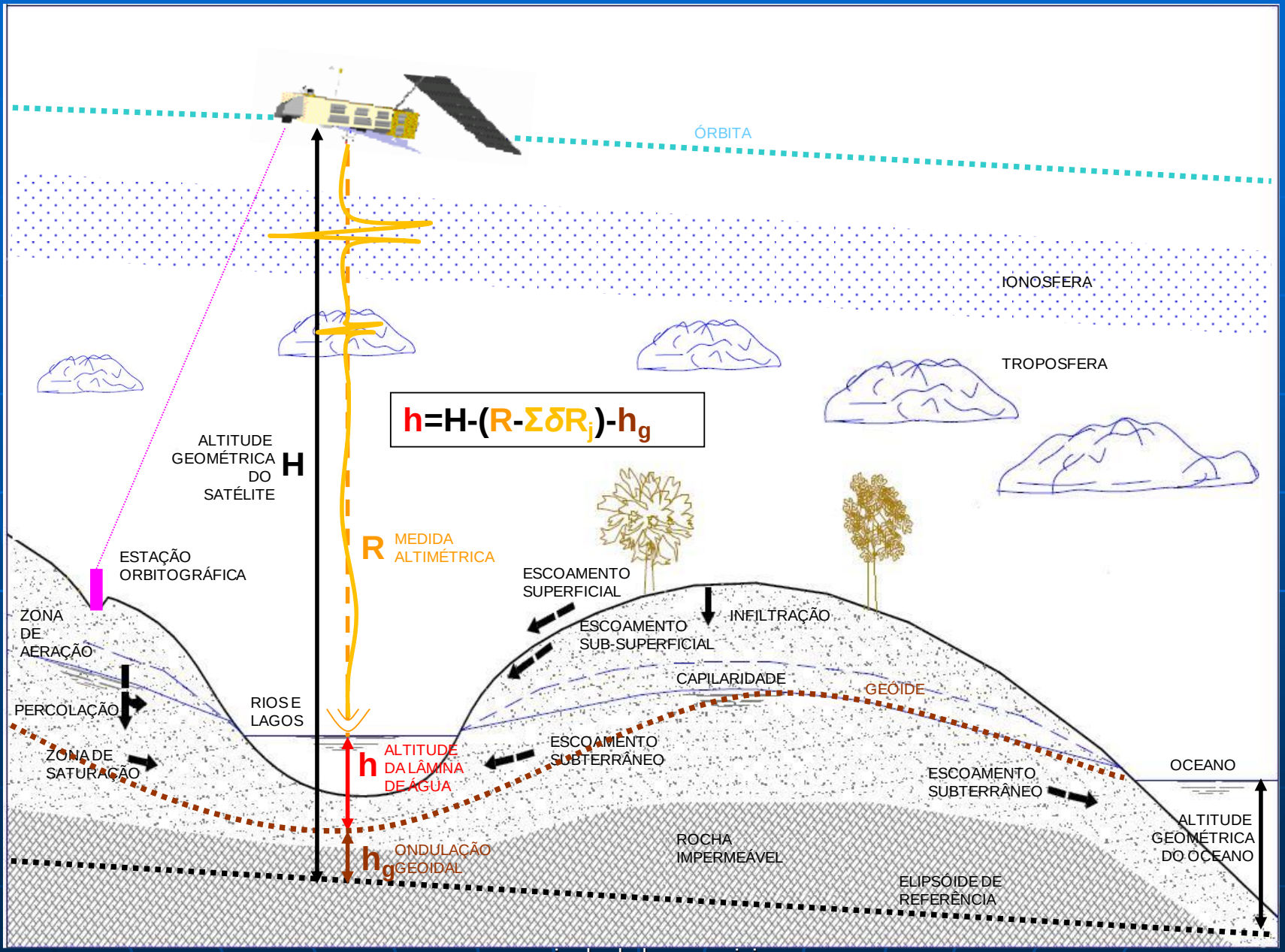


DEZEMBRO



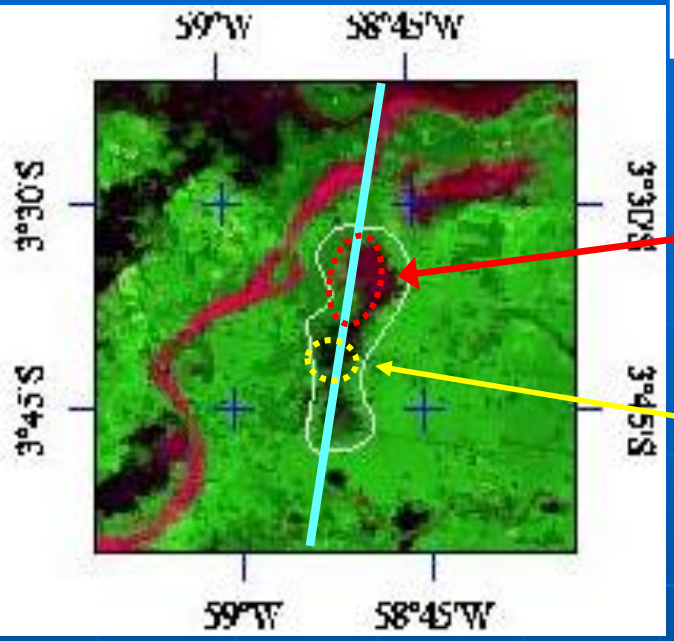
meio de dados espaciais

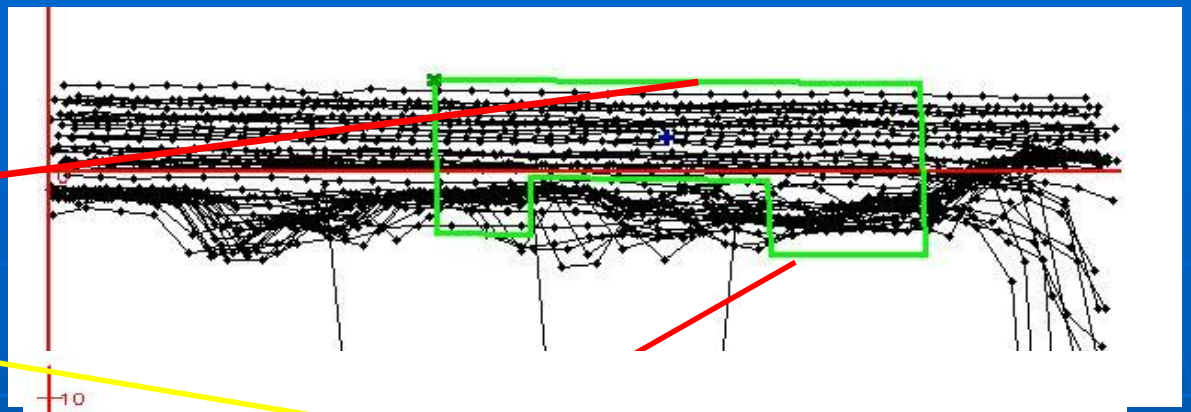
Princípio da medida altimétrica

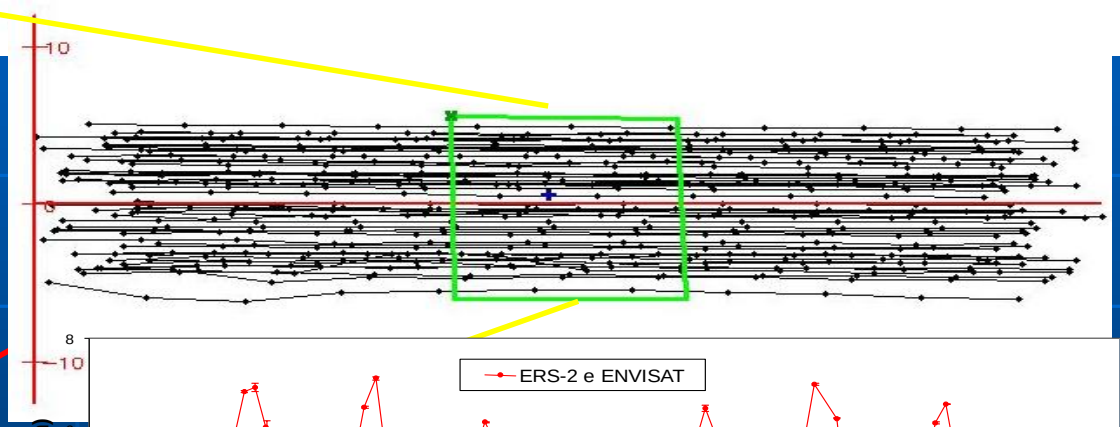


Estação Virtual

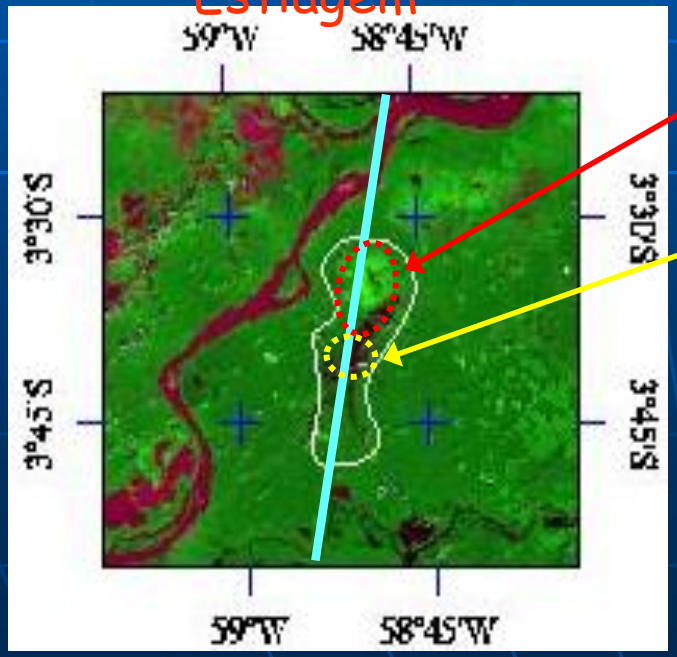
Cheia

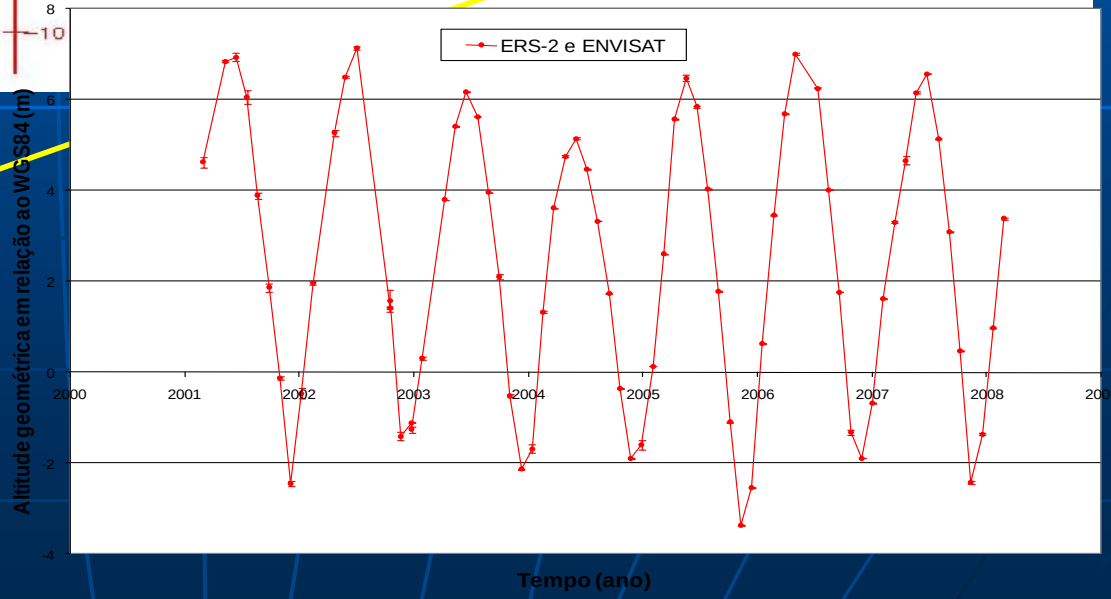






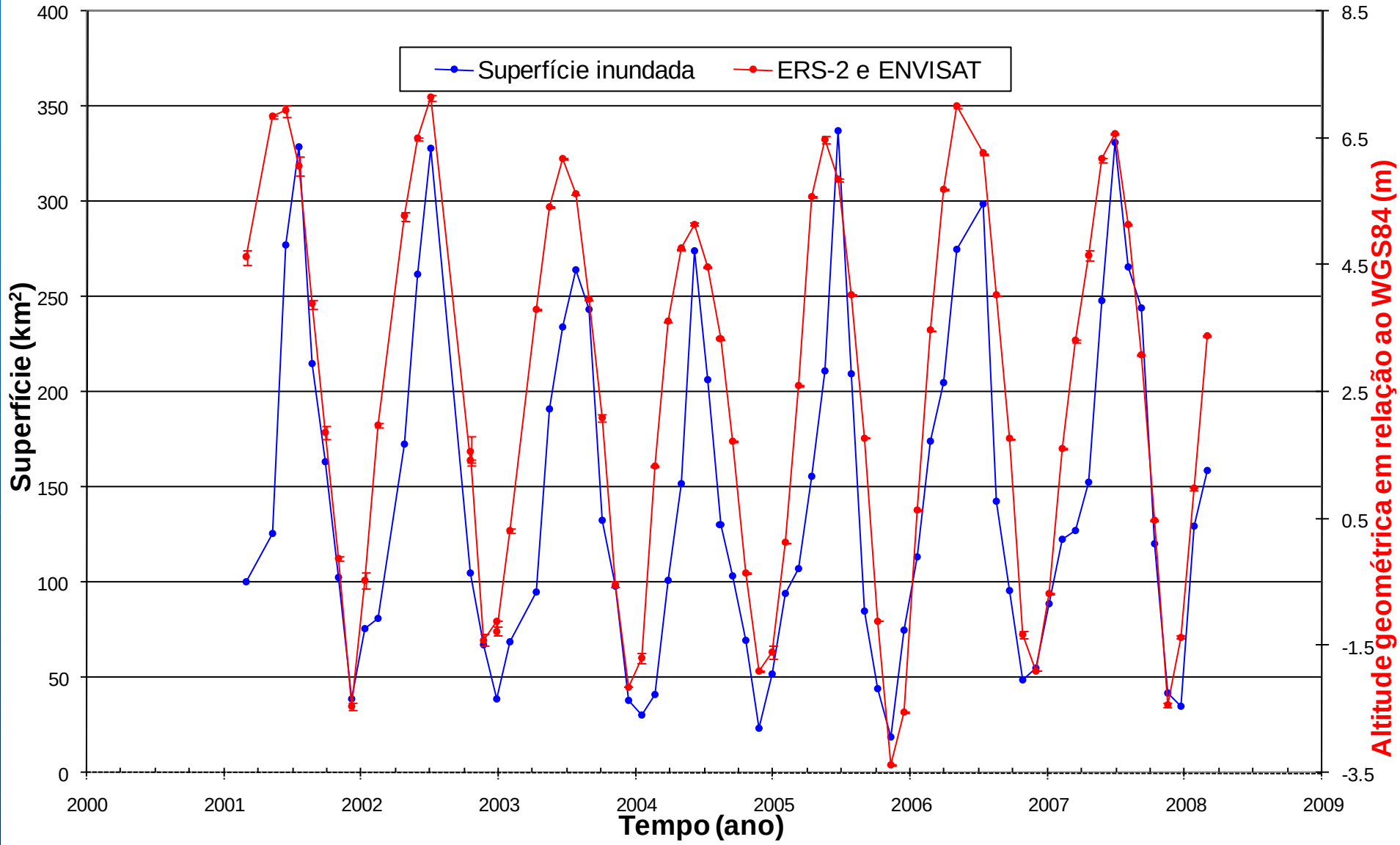
Estiagem





RESULTADOS

Superfície / Altura do lago Curupira para os anos de 2001 a 2008



ENCONTRO ORE-HYBAM
20-23 de outubro de 2009, Tabatinga-Brasil/Letícia-Colômbia

Calibração e Validação de Modelo Hidrológico com Observações In Situ e Altimetria Espacial

Augusto C.V. Getirana, D.Sc. (COPPE/UFRJ – LMTG/UPS)

Região de estudo

Bacia hidrográfica do rio Negro

712.000km² (~12% da bacia Amazônica);

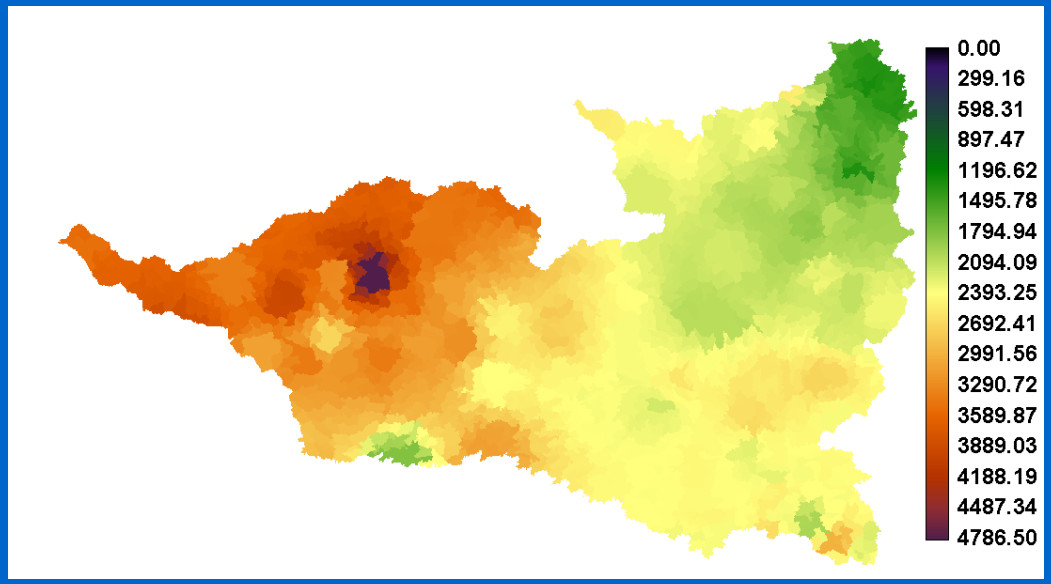
Brasil (82%), Colômbia (10%), Venezuela (6%) e Guiana (2%);

Vazão média no exutório (1980-2006): 35.900 m3/s;

Vazão específica: 50,4 l/s/km²;

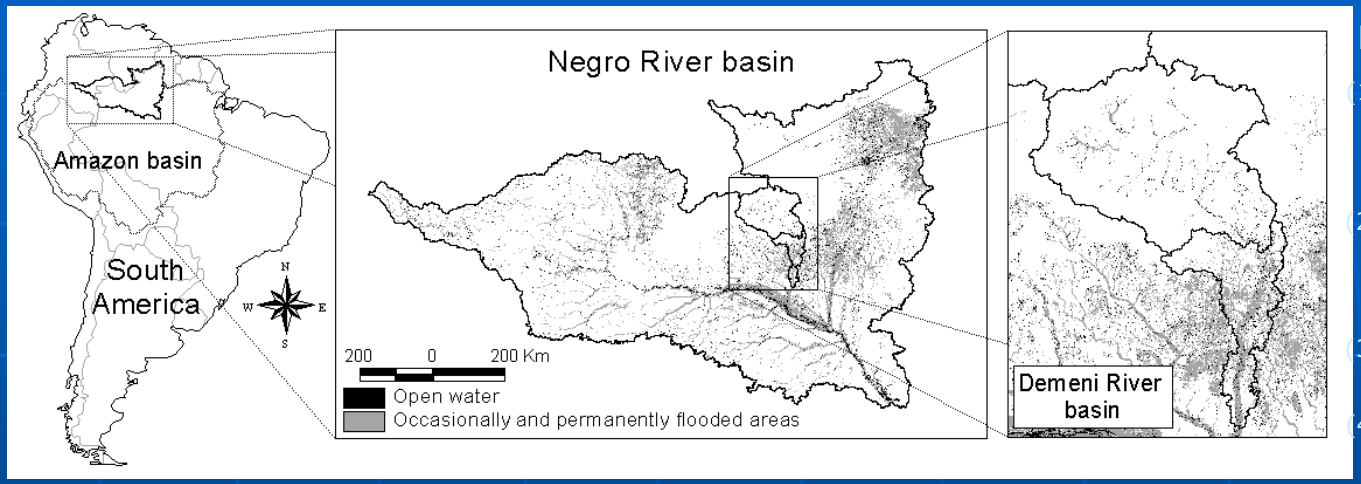
Chuva:

- ✓ média: 2.670mm/ano;
- ✓ mínima: 1.300 mm/ano (Nordeste);
- ✓ máxima: 4.780 mm/ano (Norte).



Modelo numérico do terreno SRTM

Abordagem metodológica para a correção de MNT



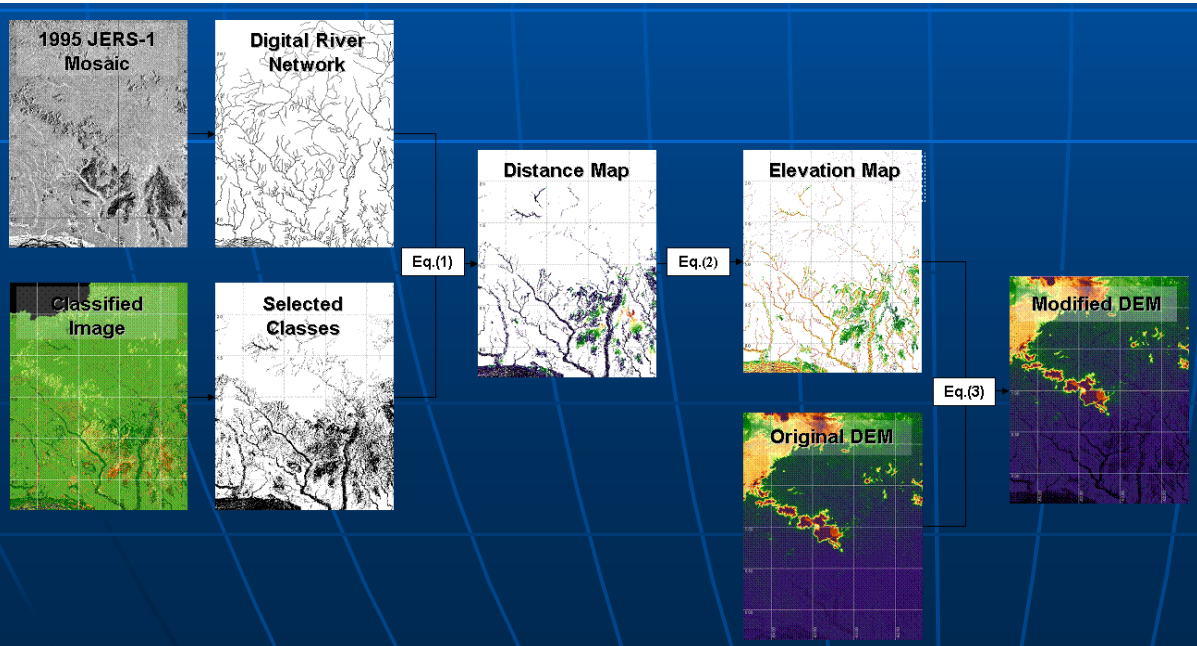
Equações:

(1) $\forall (x,y) \in P_1 : \rho(x,y) = \min_{(x_i,y_i)\in P_2} d[(x,y)(x_i,y_i)]$

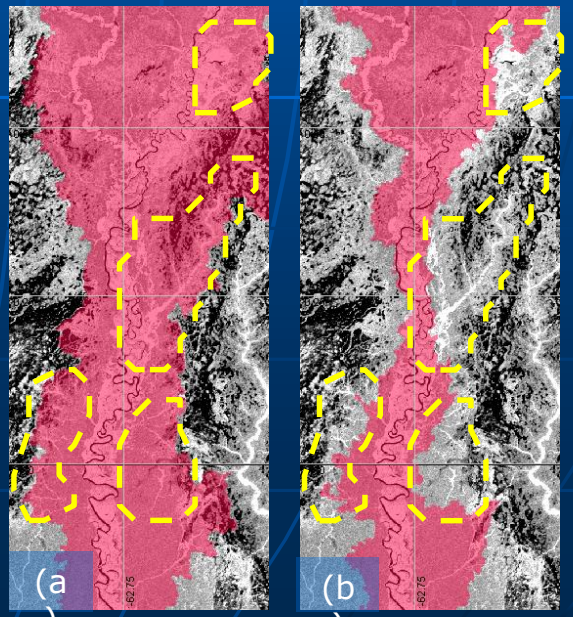
(2) $$\begin{cases} h(x,y) = H \quad if \quad \rho(x,y) = 0 \\ h(x,y) = \beta.\left(\dfrac{1}{\rho(x,y)}\right)^{1/\alpha} \quad if \quad \rho(x,y) > 0 \end{cases}$$

(3) $E_{mod}(x,y) = E(x,y) - h(x,y)$

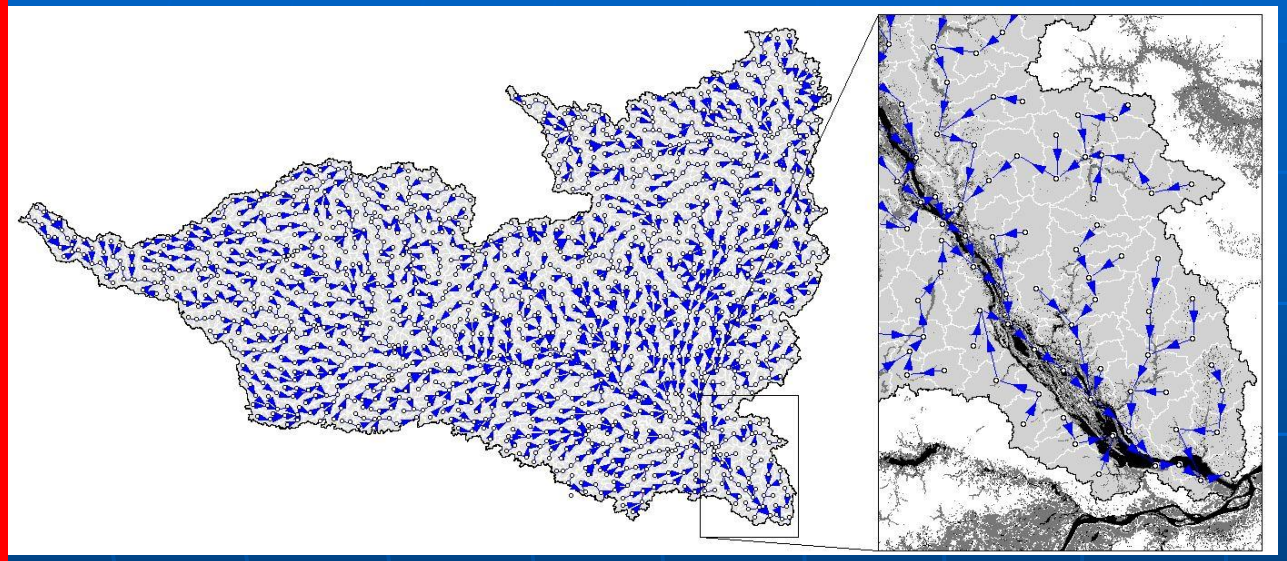
(4) $\alpha = -\dfrac{\ln(R_m)}{\ln(h_{min}) - \ln(\beta)}$



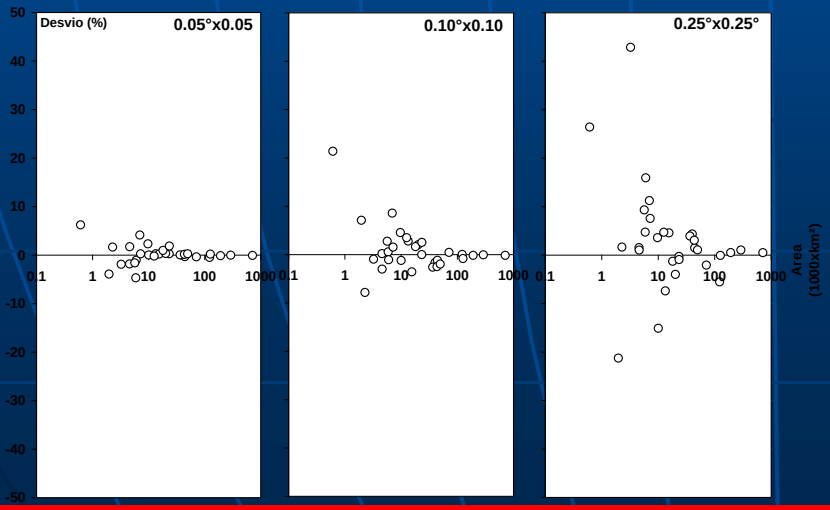
Resultados:



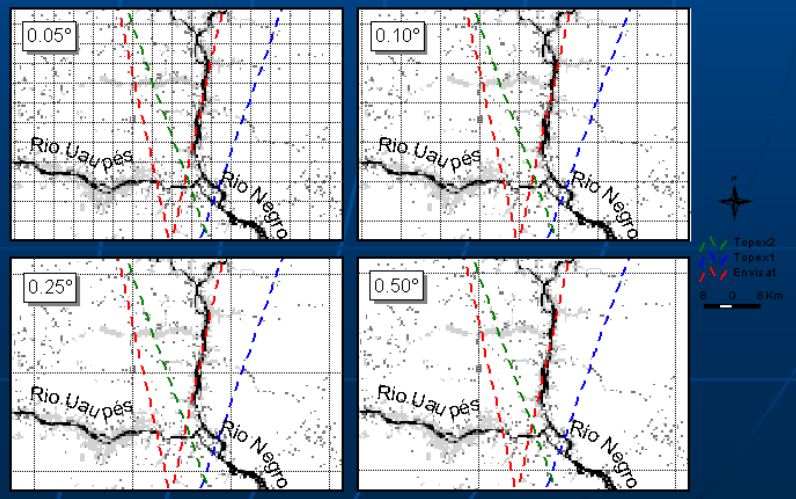
Abordagem de mini-bacias- MGB



Maiores erros na representatividade das áreas de bacias

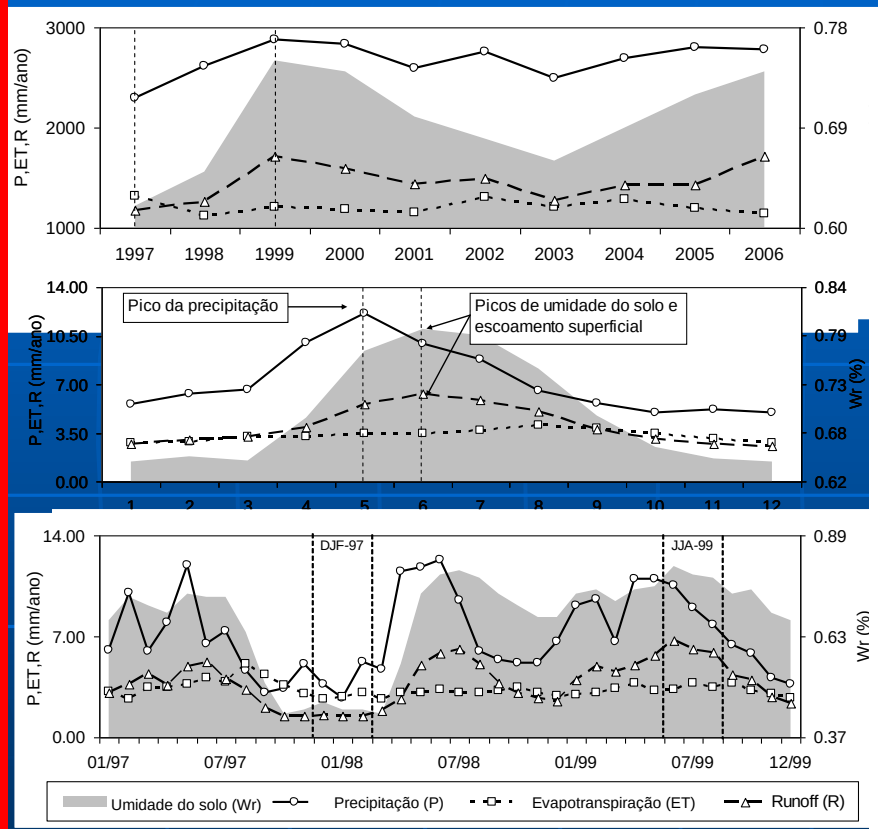


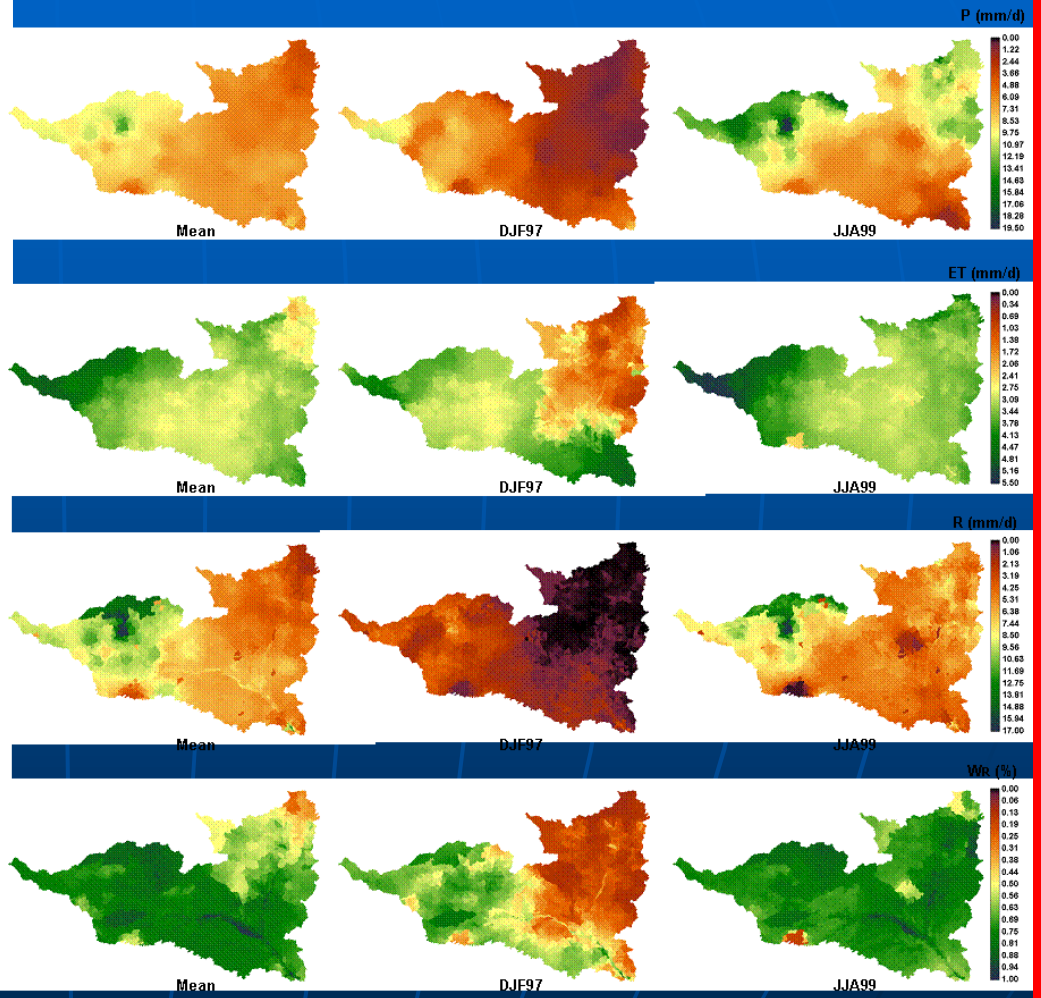
Perda de informações úteis



Resultados da modelagem - MGB

Balanço hídrico da bacia do rio Negro





Período	Componente hidrológica			
	P (mm/dia)	ET (mm/dia)	R (mm/dia)	Wr (%)
Estação seca (DJF97)	3,8	2,6	1,6	0,38
Estação úmida (JJA99)	9,0	3,5	6,2	0,67
Média (1997-2006)	7,2	3,2	4,0	0,58

6. Ongoing Research on Stochastic Downscaling for Remotely Sensed Datasets (Example:TRMM)

Student: Isela Leonor Panduro Vásquez

Supervisor:
Otto Corrêa Rotunno Filho

Methodology

Key issues	Topics
a) Multiscale properties of the rainfall	*Scaling of the function of the structure of the moments*
b) Spatial desaggregation of the rainfall	*Method of spatial desaggregation using multifractal cascades*
c) Detection of cycles and tendencies	*Smoothing technique of Hodrick-Prescott*
	Multiresolution analysis using discrete wavelets (DWT)
	Periodogram Lomb-Scargle

RESULTS: a) MULTISCALE PROPERTIES FOR TRMM b) SPATIAL DESAGGREGATON OF TRMM

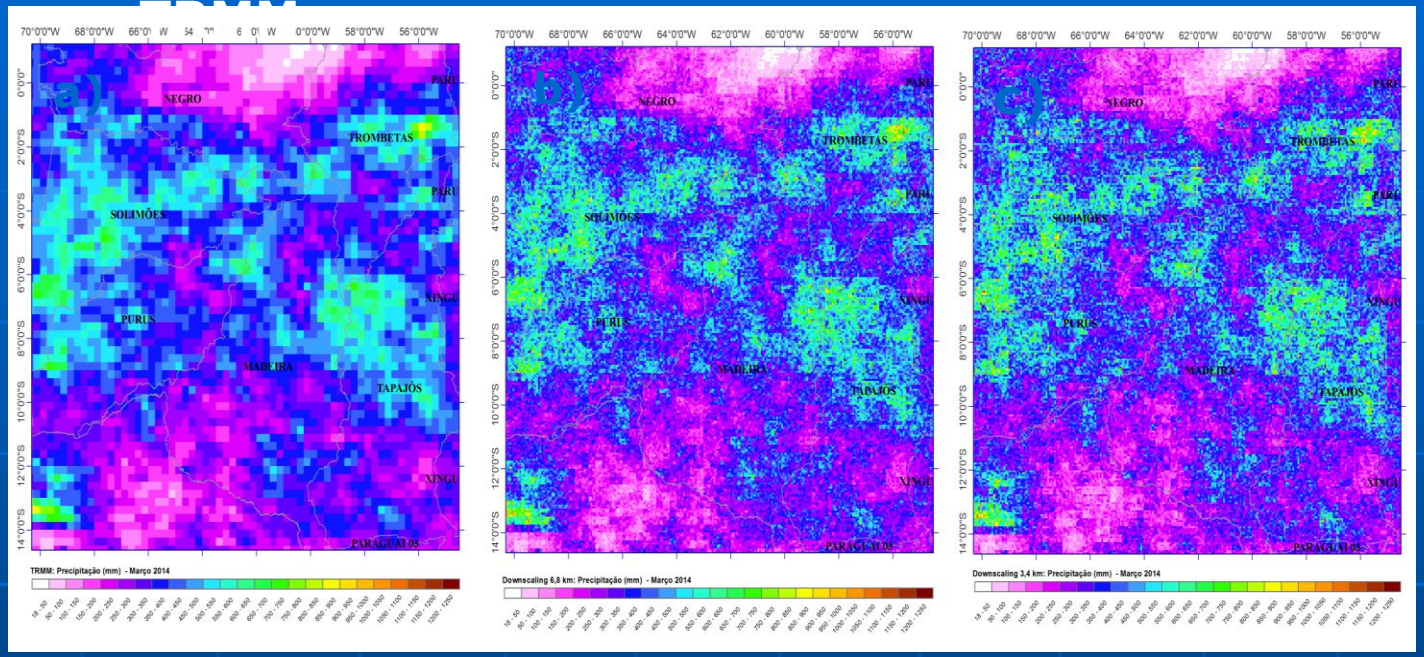


Figura 8.1. Campos de precipitação em mm/mês para março/2014. (a) Campo TRMM-3B42RT . *Downscaling* (b)segunda subdivisão n = 2 corresponde a uma resolução de 6,8 km. (c) terceira subdivisão n = 3 correspondente a uma resolução de 3,4 km.

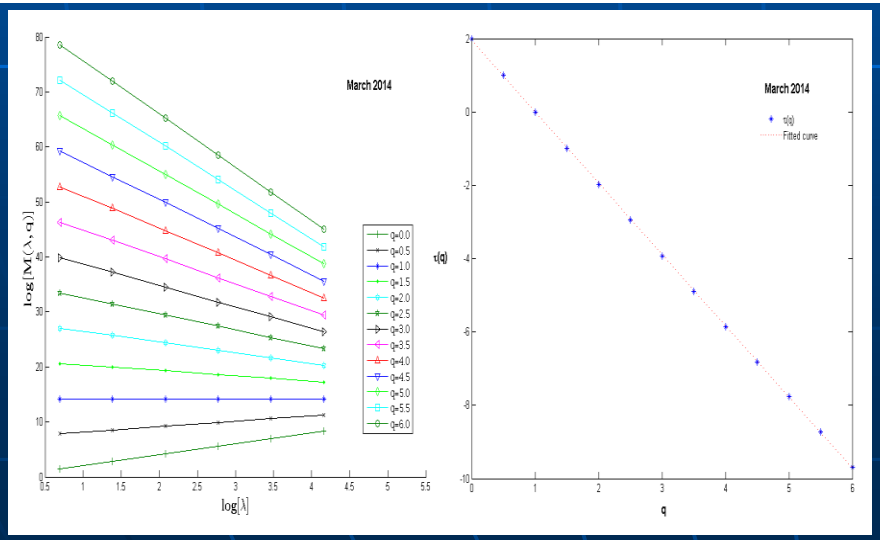


Figura 8. 2. Momentos estatísticos dos campos de precipitação dos dados TRMM para Março de 2014. Mostra a relação linear no gráfico *log-log* entre o momento empírica (τ (q)) e a escala (λ) (a, c), e a curvatura da função de momentos τ (q) ~ q (b,d) e a ordem de momentos. Área =64x64 pixels=1792x1792km, Pixel TRMM=27.8km ~28km, portanto, λ=[896km, 448km, 224km, 112km, 56km, 28km]

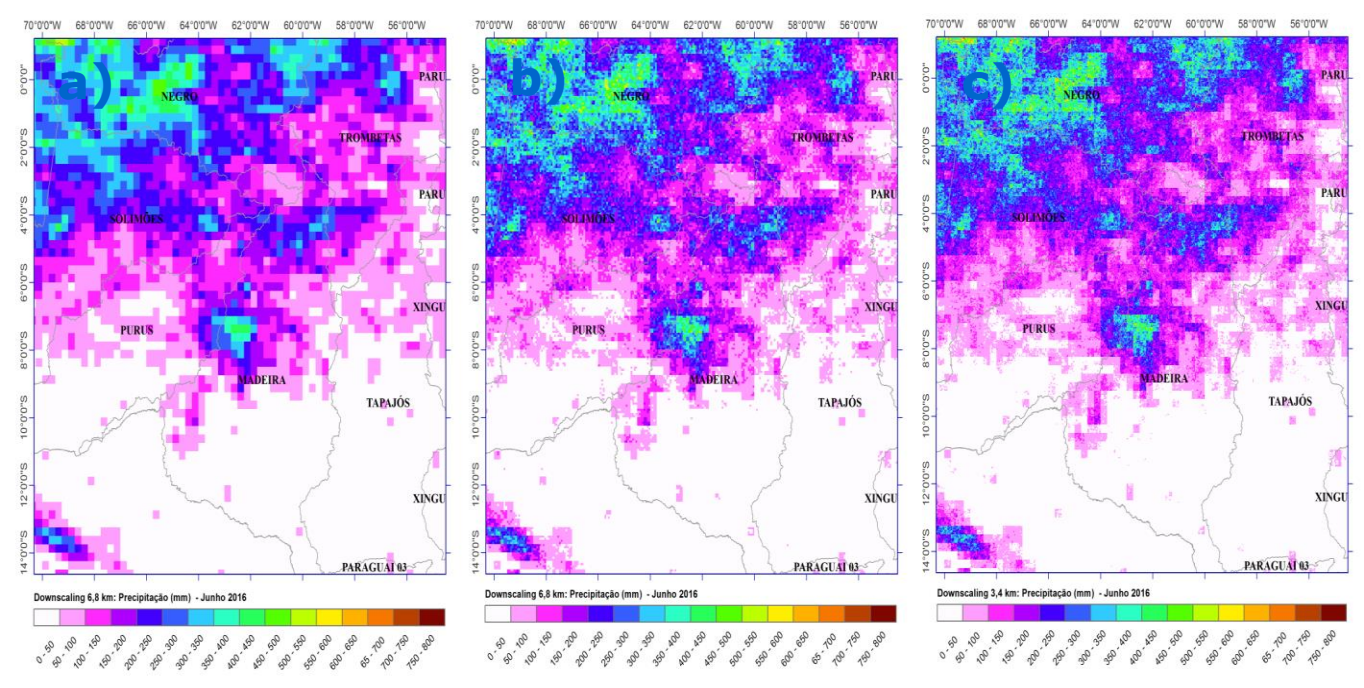


Figura 8. 3. Campos de precipitação em mm / mês para Junho do 2016.

(a) Campo TRMM. Downscaling

(b) (b) segunda subdivisão n = 2 corresponde a uma resolução de 6,8 km.

(c) (c) terceira subdivisão n = 3 correspondente a uma resolução de 3,4 km.

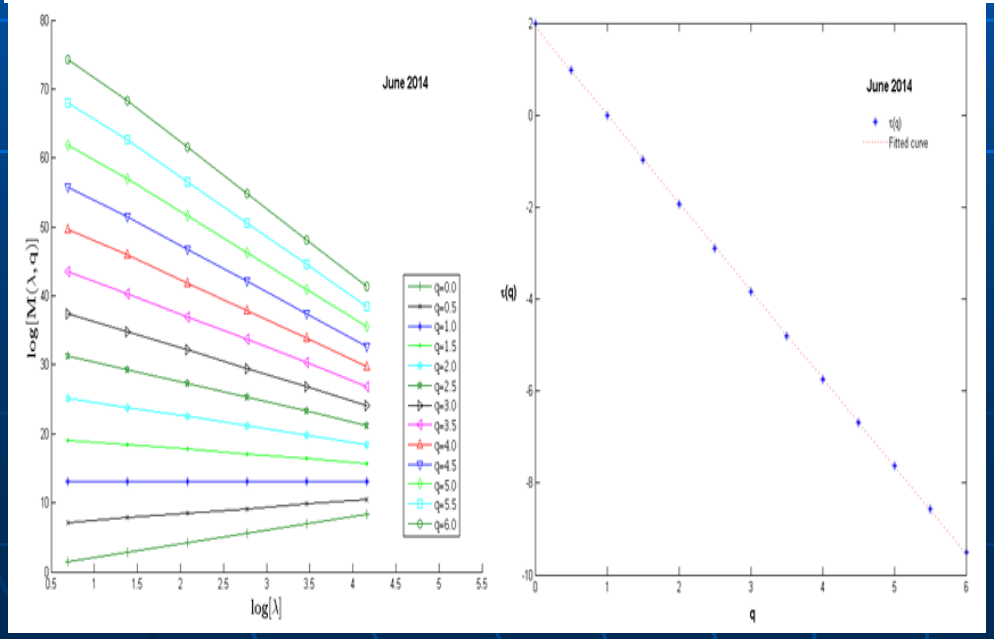


Figura 8. 4. Momentos estatísticos dos campos de precipitação dos dados TRMM para Junho de 2016 (c, d). Mostra a relação linear no gráfico *log-log* entre o momento empírica (τ (q)) e a escala (λ) (a, c), e a curvatura da função de momentos τ (q) ~ q (b,d) e a ordem de momentos. Área =64x64 pixels=1792x1792km, Pixel TRMM=27.8km ~28km, portanto, λ=[896km, 448km, 224km, 112km, 56km, 28km]

RESULTS: Example for SPATIAL DESAGGREGATION OF RAINFALL

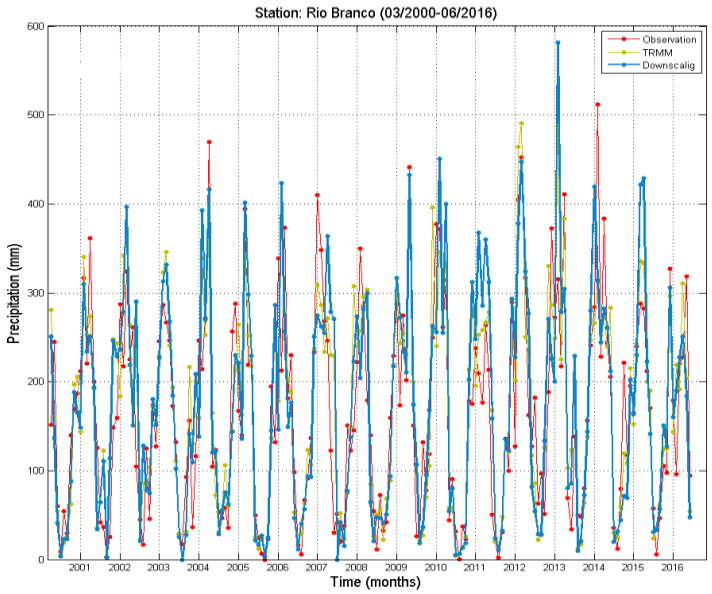


Figura 9.1. Comparação entre os dados de precipitação observada (vermelho), TRMM (amarelo) e estimados (azul) no período 03/2000 – 06/2016 - a) Série temporal b) Função de distribuição acumulada (FDA).
Estação Rio Branco.

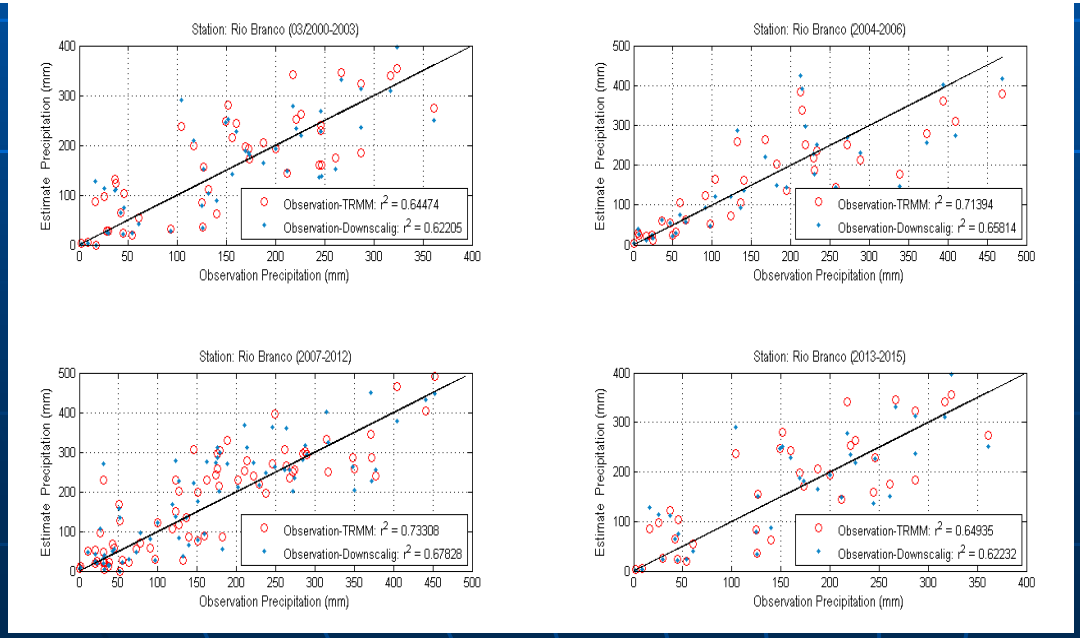


Figura 9.2. Diagrama de dispersão de precipitação mensal observada Vs pixel estimado pelo TRMM- 3B42RT e observada Vs estimado pela Downscaling: Estação de Rio Branco para períodos de análise (03/2000-2003), (2004-2006), (2007-2012), (2013-2015)

RESULTS: Example for SPATIAL DESAGGREGATION OF RAINFALL

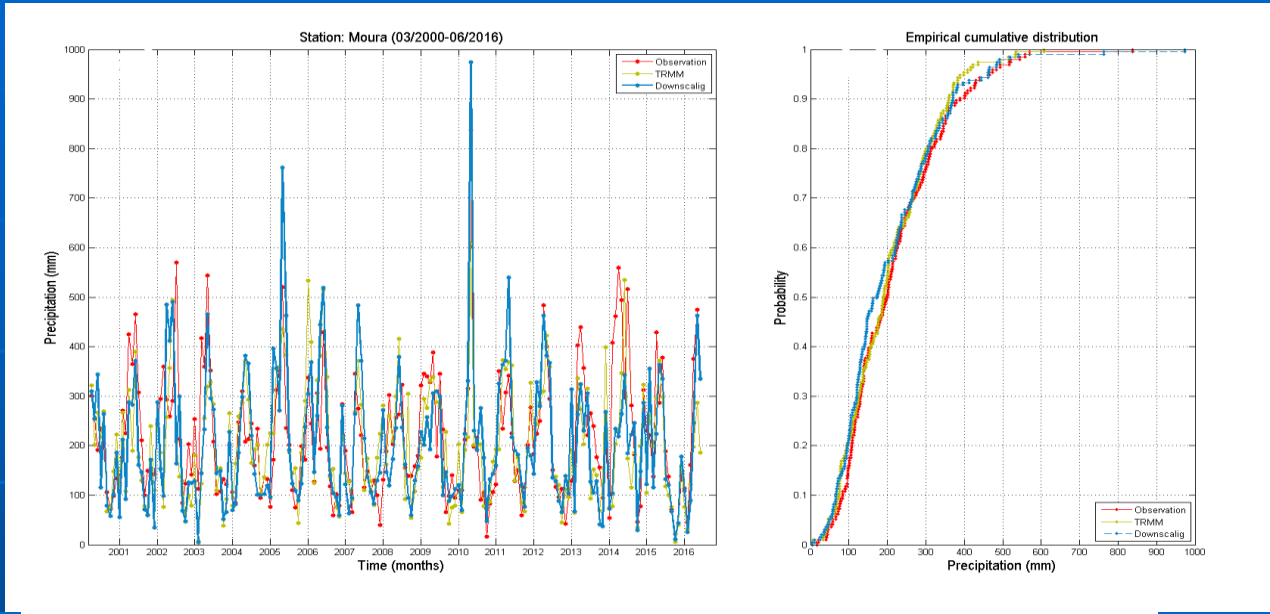


Figura 9.3. Comparação entre os dados de precipitação observada (vermelho), TRMM (amarelo) e estimados (azul) no período 03/2000 – 06/2016 - a) Série temporal b) Função de distribuição acumulada (FDA).
Estação Moura; e

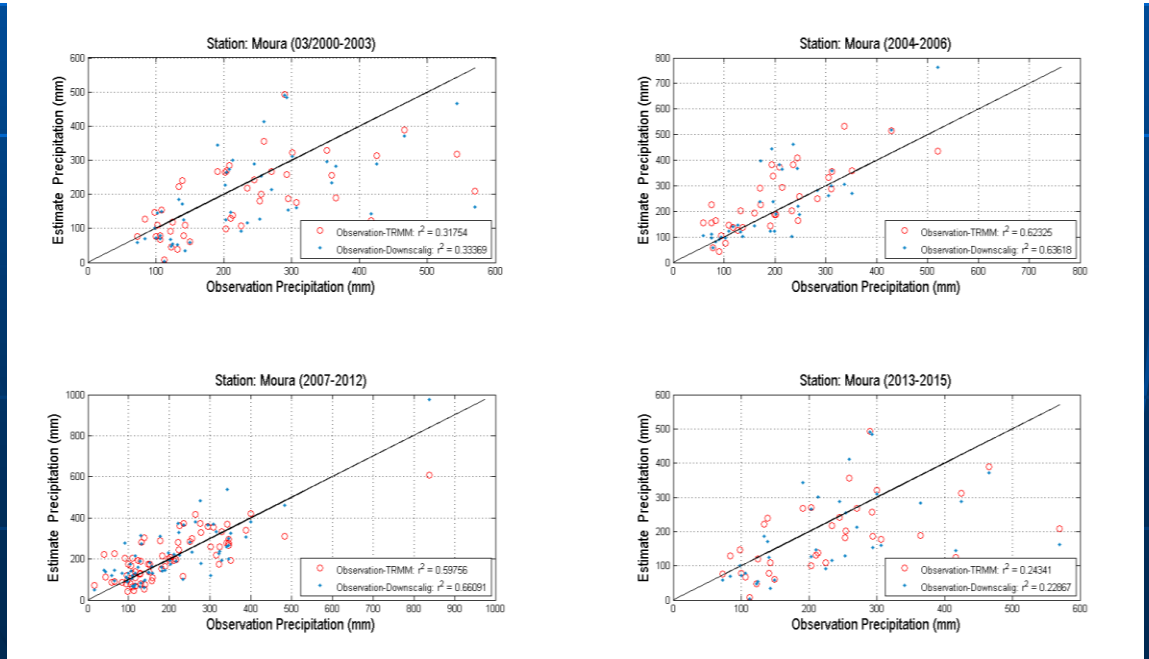


Figura 9.4. Diagrama de dispersão de precipitação mensal observada Vs pixel estimado pelo TRMM- 3B42RT e observada Vs estimado pela Downscaling: Estação de Moura para períodos de análise (03/2000-2003), (2004-2006), (2007-2012), (2013-2015).

RESULTS: Example for SPATIAL DESAGGREGATION OF

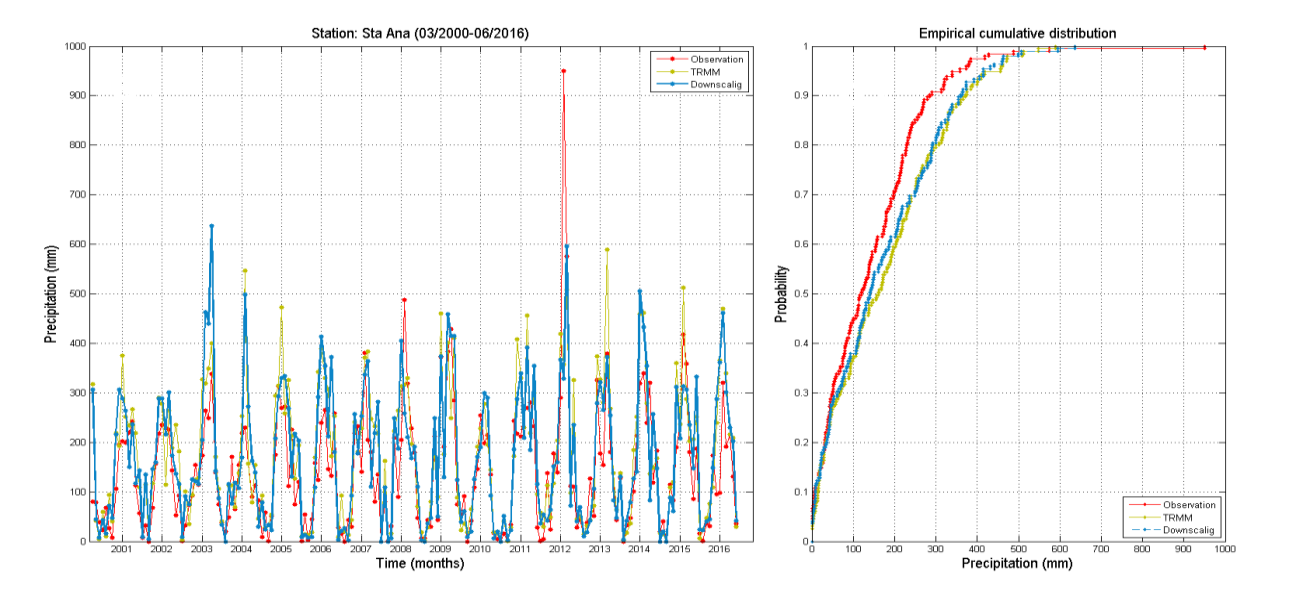


Figura 9.5. Comparação entre os dados de precipitação observada (vermelho), TRMM (amarelo) e estimados (azul) no período 03/2000 – 06/2016 - a) Série temporal b) Função de distribuição acumulada (FDA).
Estação Santa Ana

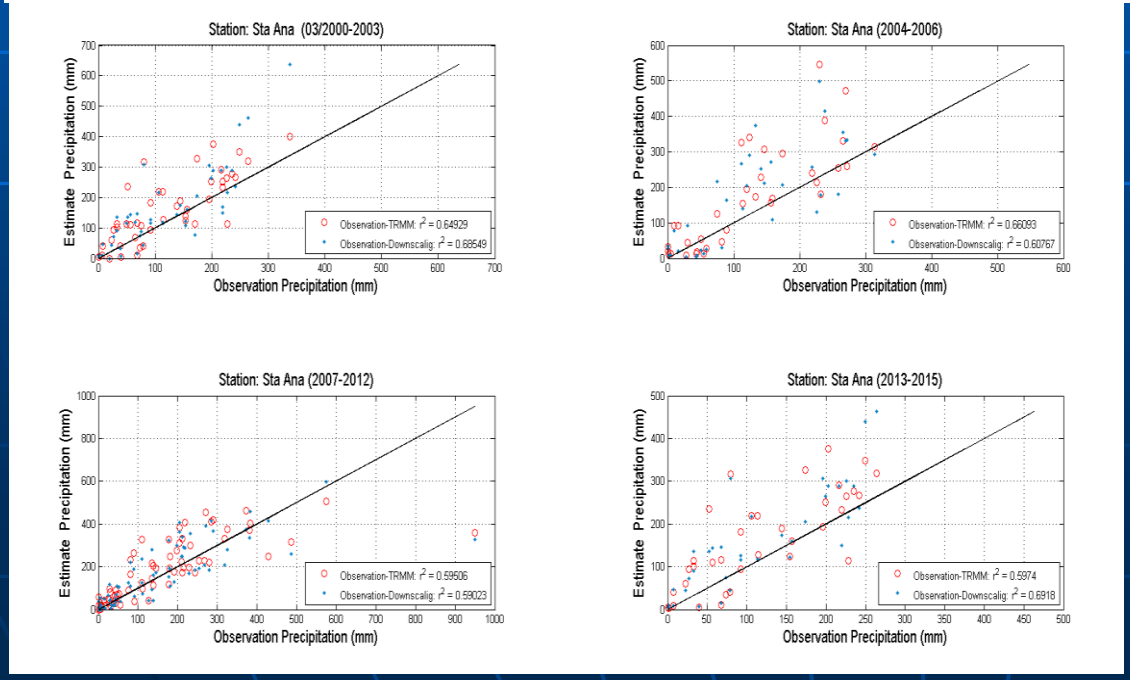


Figura 9.6. Diagrama de dispersão de precipitação mensal observada Vs pixel estimado pelo TRMM- 3B42RT e observada Vs estimado pela Downscaling: Estação Santa Ana para períodos de análise (03/2000-2003), (2004-2006), (2007-2012), (2013-2015).

6. Ongoing Evaluation of the Water Balance for South America using Noah-MP and HYMAP

Student: Luiz Filippe Costa da Silva

Supervisors:
Otto Corrêa Rotunno Filho
Augusto Getirana

Objectives

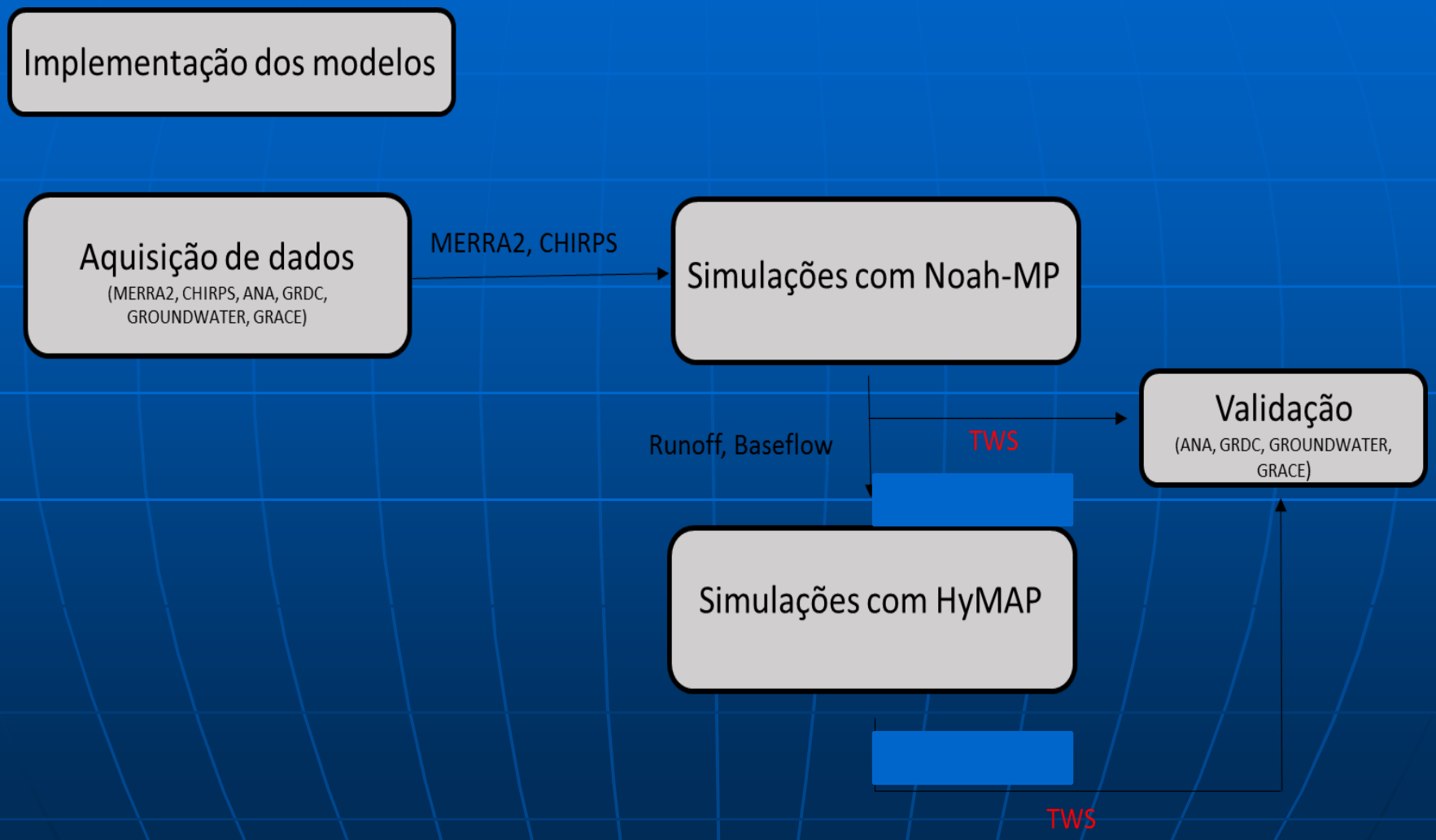
BROAD OBJECTIVE:

Evaluate the continental water balance for South America using models Noah-MP and HyMAP to estimate their corresponding.

SPECIFIC OBJECTIVES:

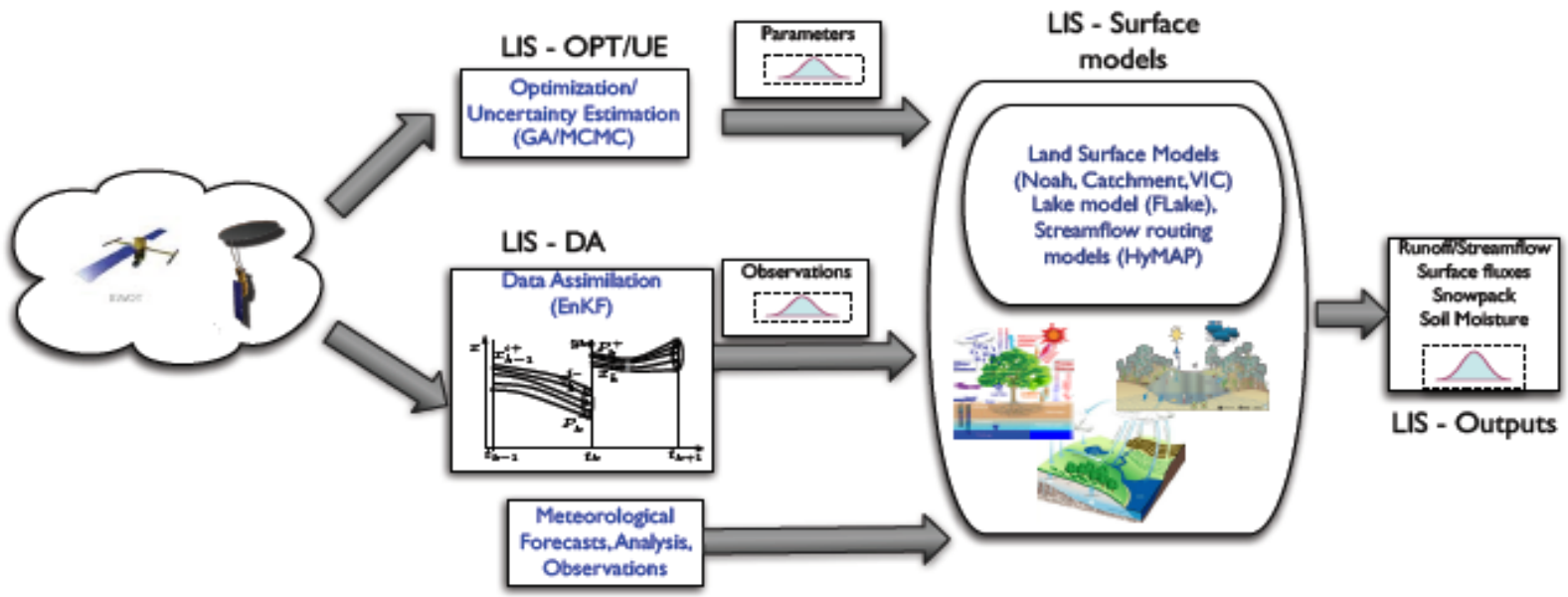
- Implementation of the LIS Plataform including models Noah-MP e HyMAP;
- Individual analysis for the different components of the water balance (evapotranspiration, surface flow, groundwater storage);
- Evaluation of the total water balance in contrast to the dataset from GRACE;
- Validation using streamflows (in situ data) – Brazilian Water National Agency .

Methodology



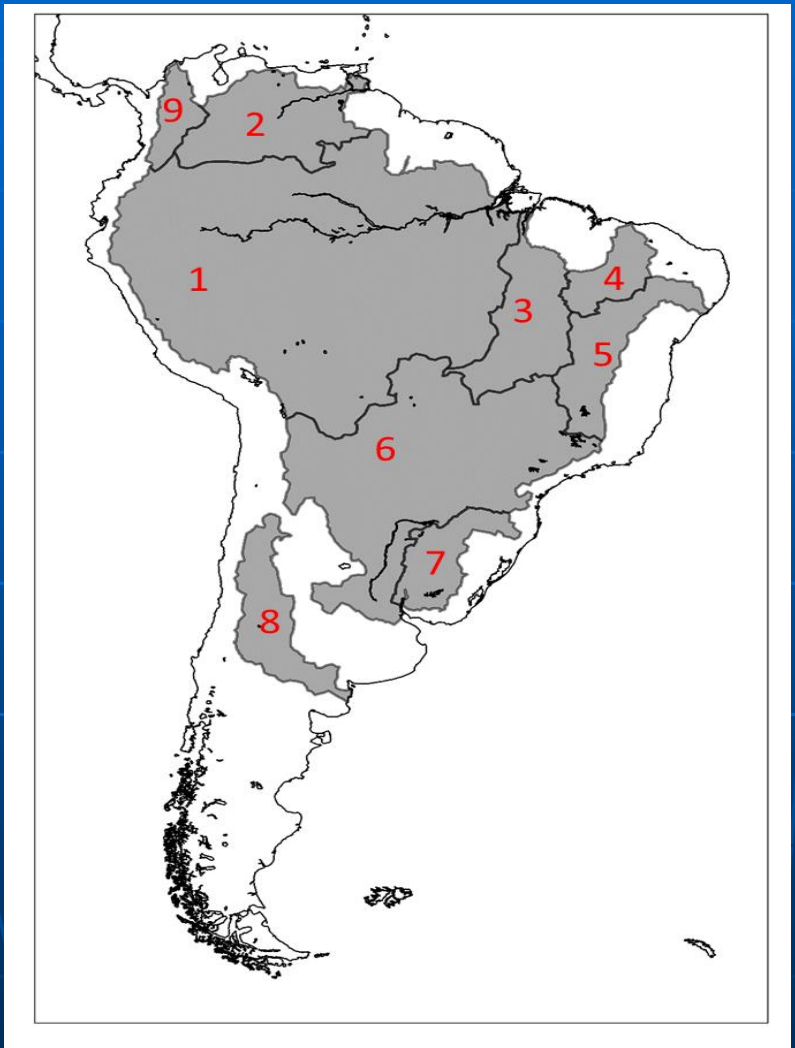
Methodology

- Land Information System (LIS) is a flexible framework for hydrometeorological and hydrological surface modeling and data



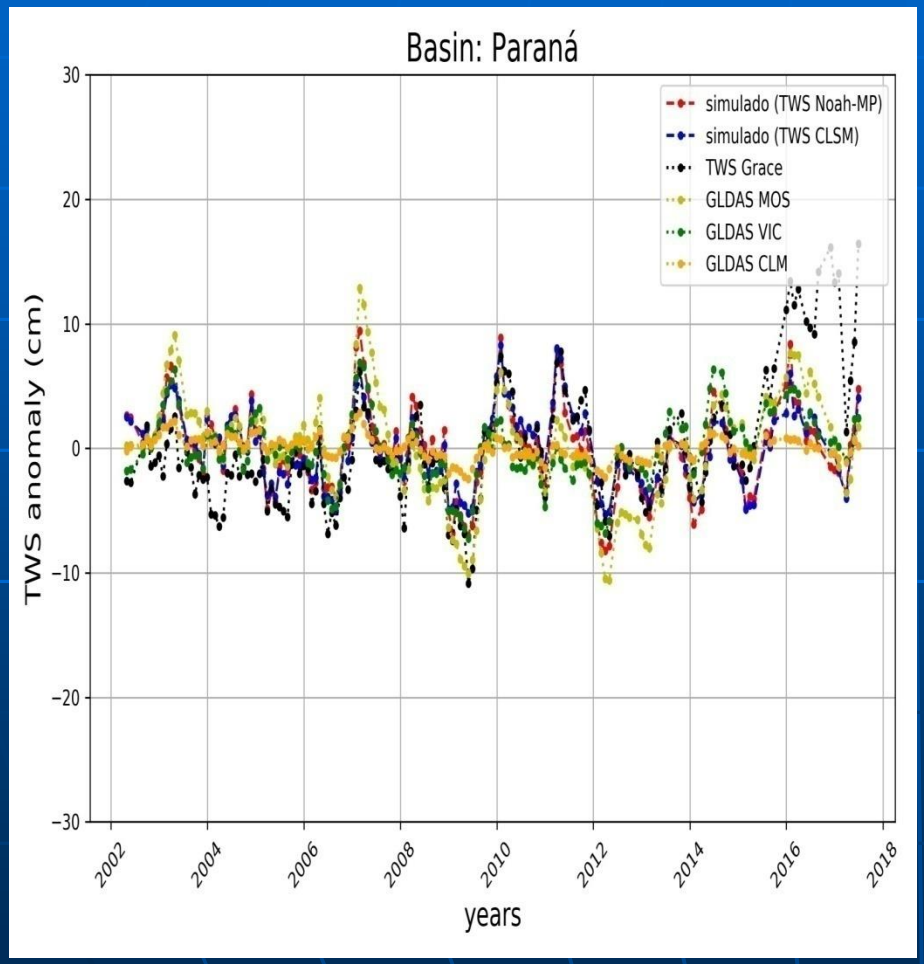
A estrutura do *Land Information System* (LIS).

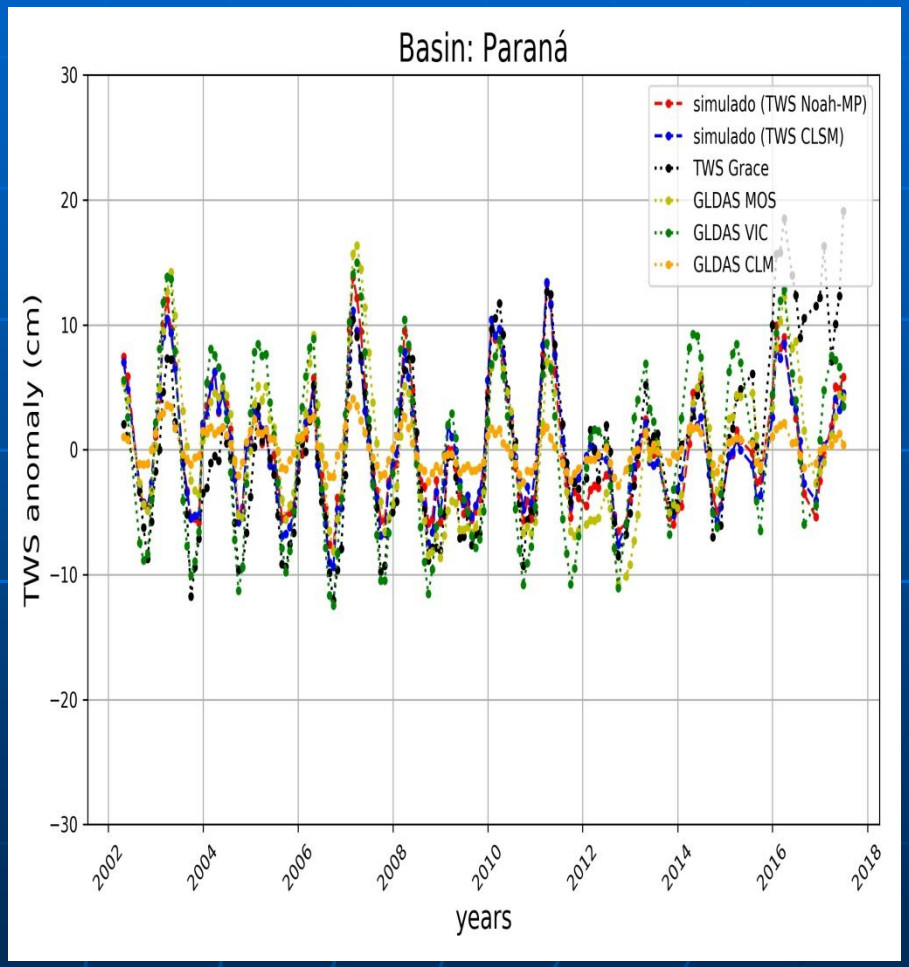
Case study: South America



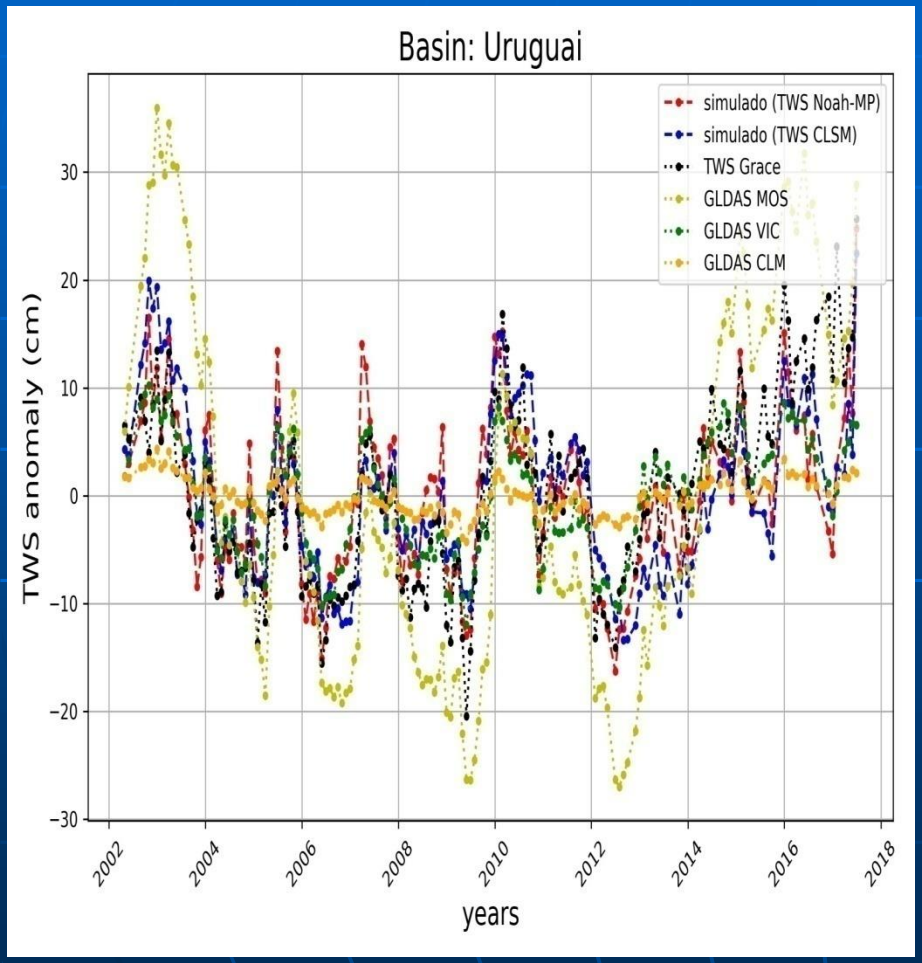
South America Hydrological Basins : 1- Amazonas; 2- Orinoco; 3 – Tocantins; 4 – Parnaíba; 5 – São Francisco; 6 – Paraná; 7 – Uruguai; 8 – Colorado; 9 - Magdalena

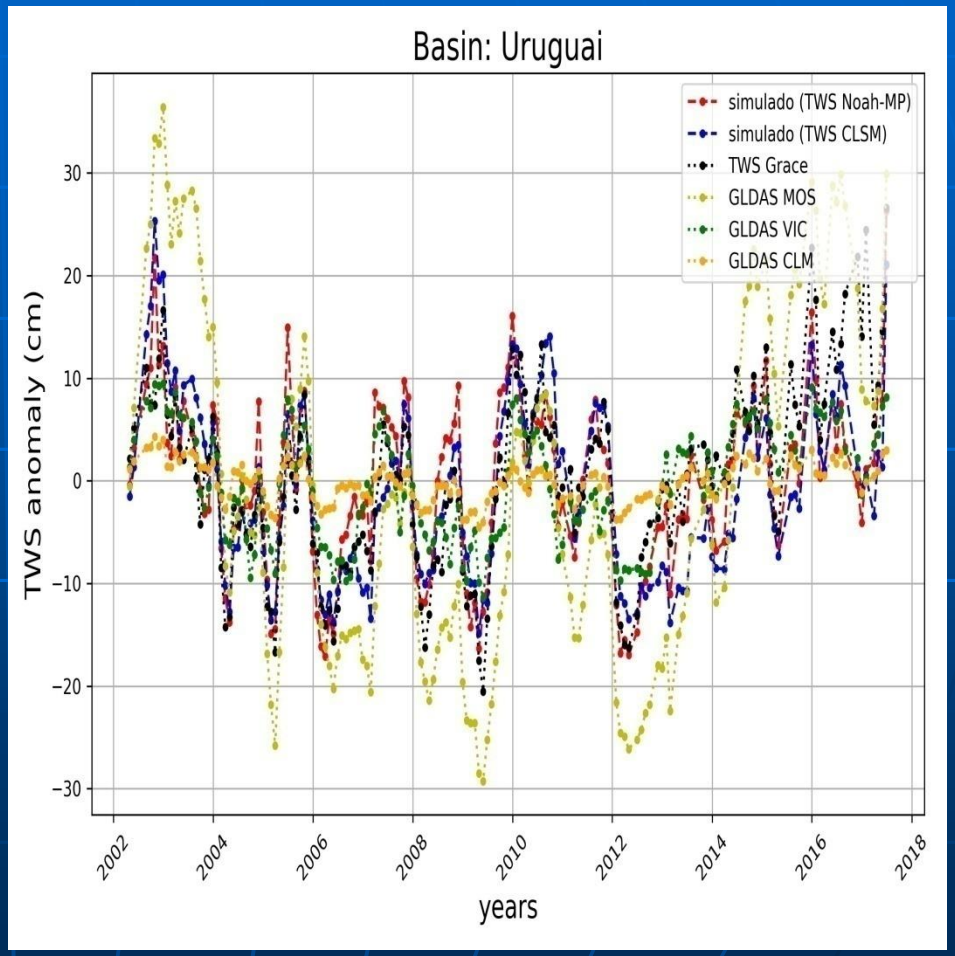
Preliminary results – without and with seasonality



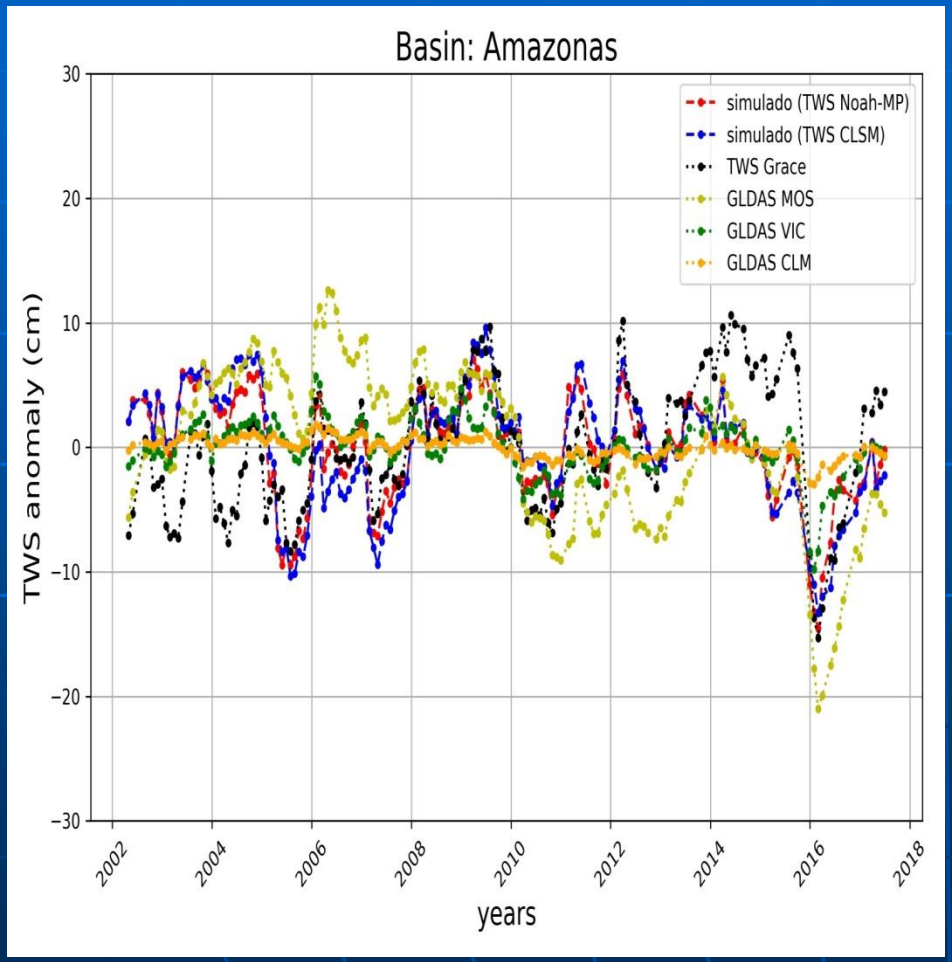


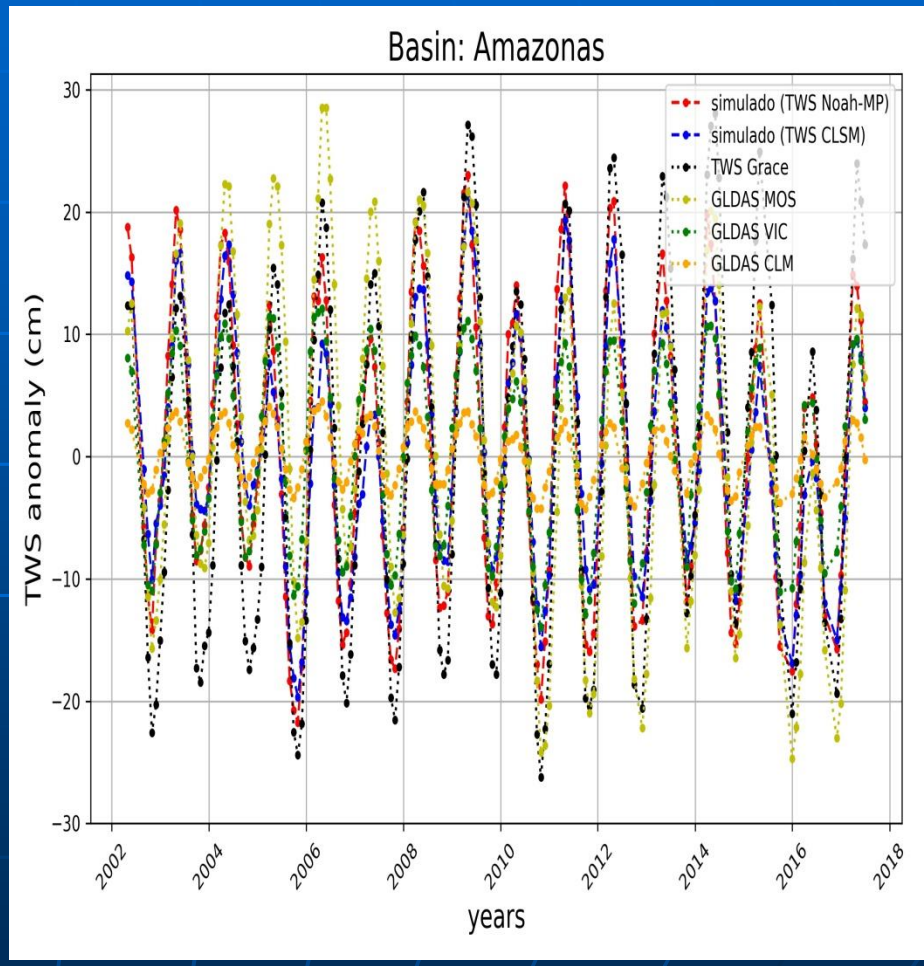
Preliminary results- without and with seasonality



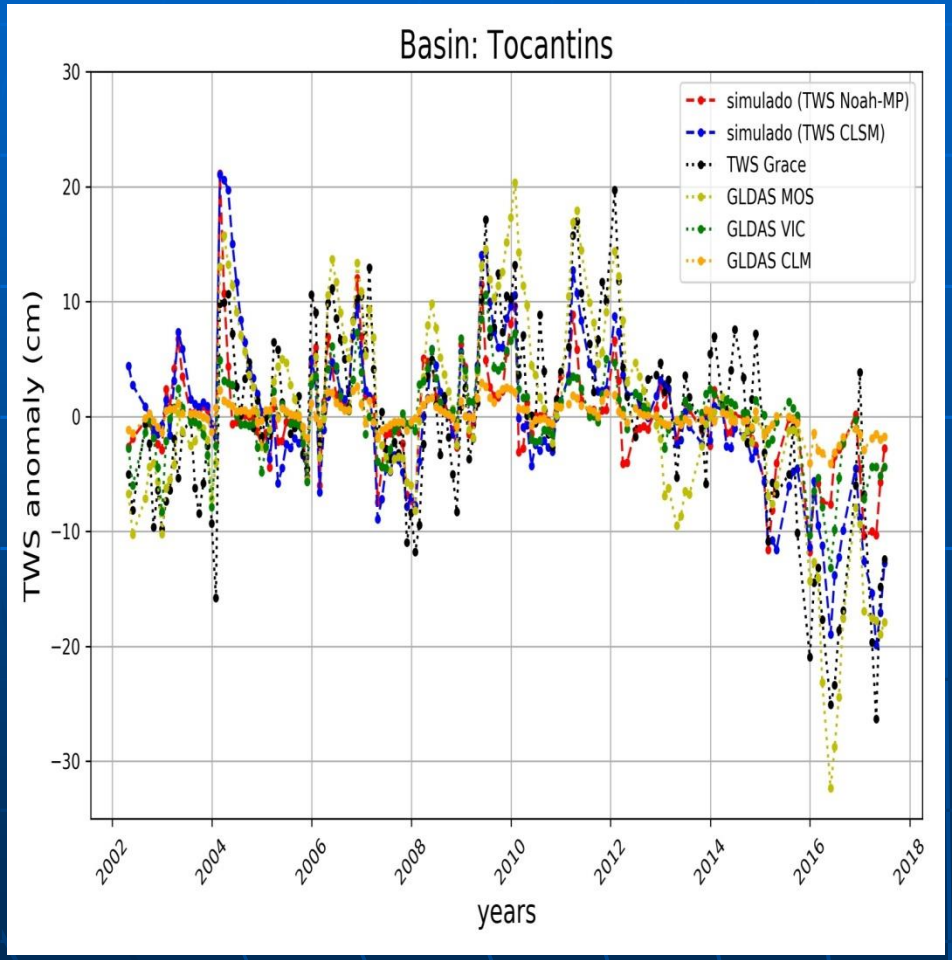


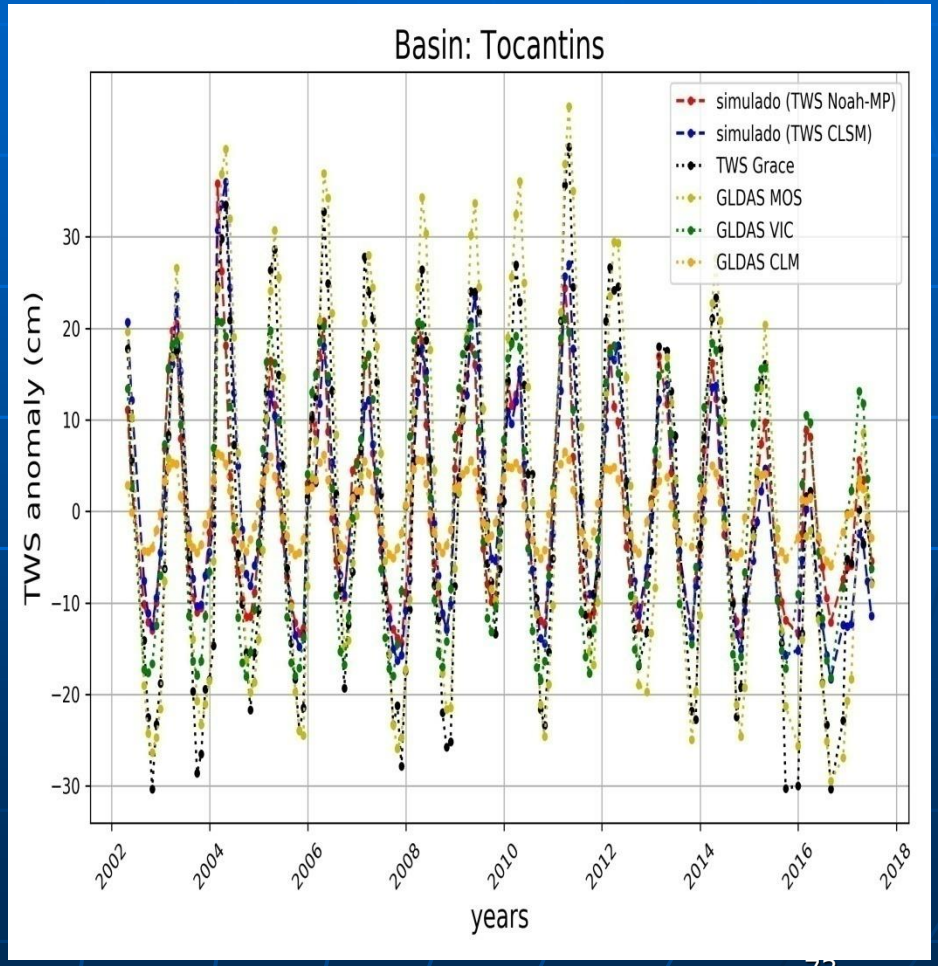
Preliminary results – without and with seasonality



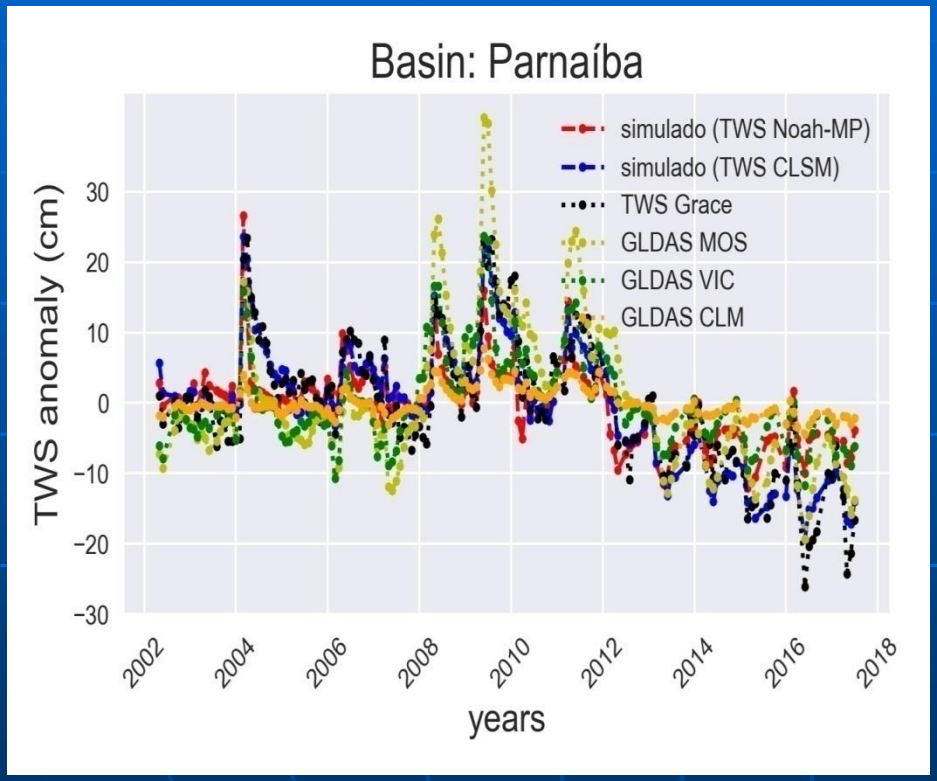


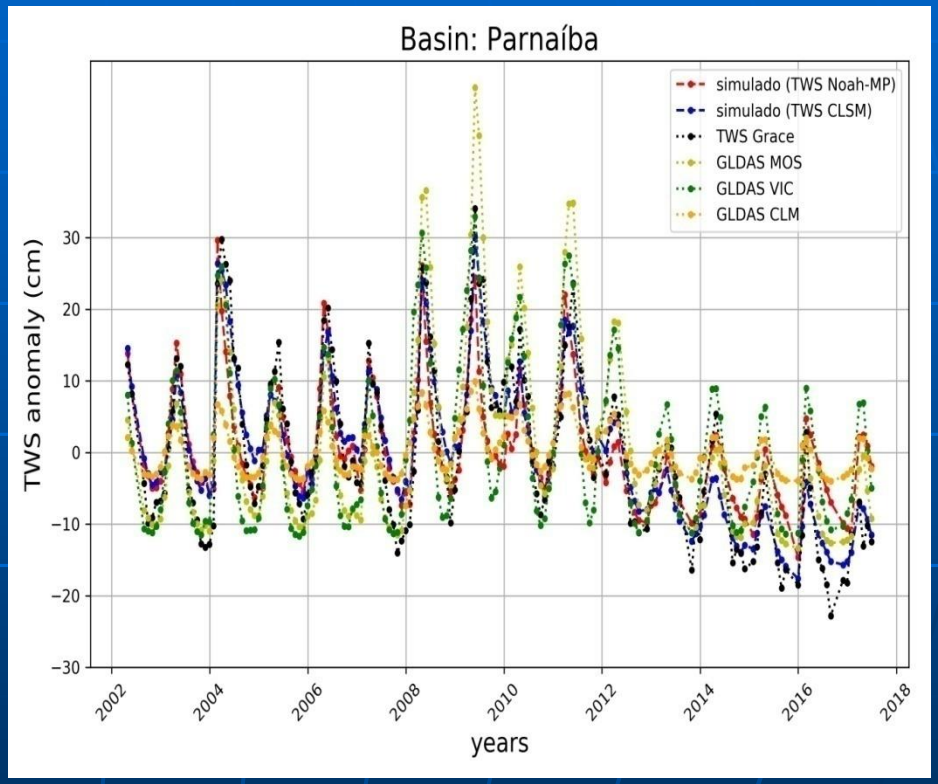
Preliminary results – without and with seasonality



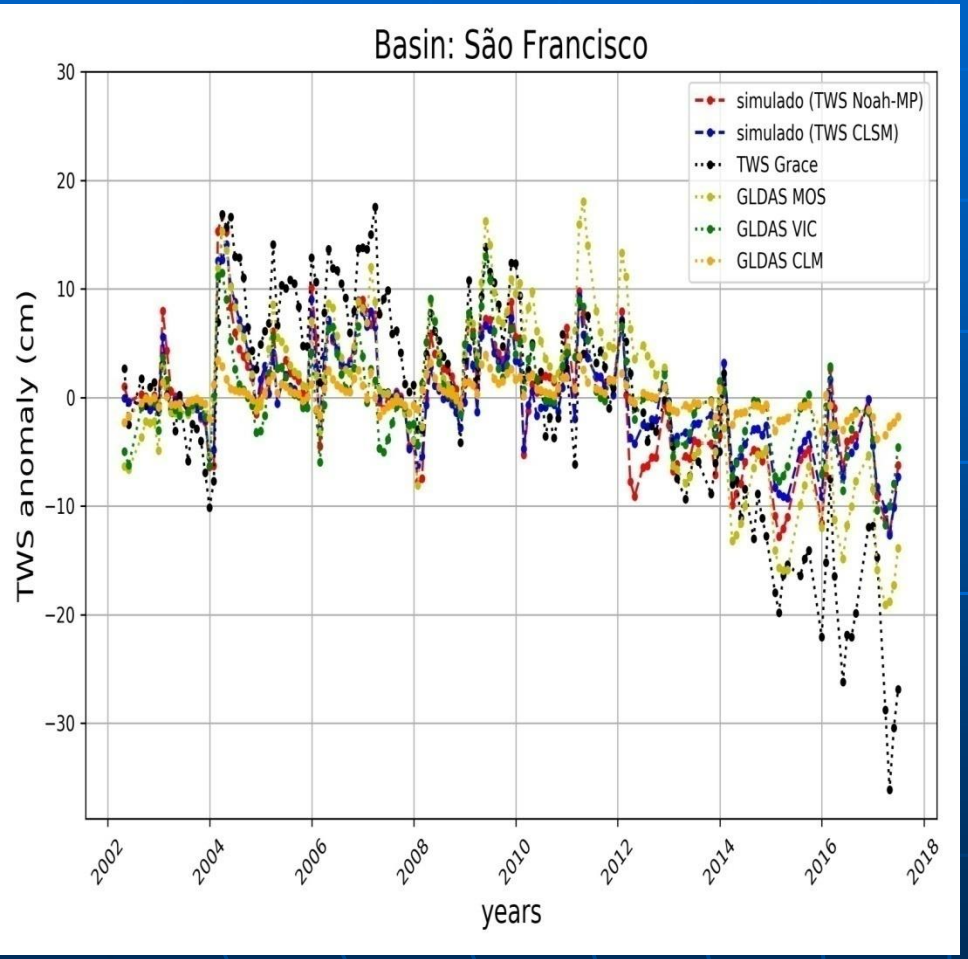


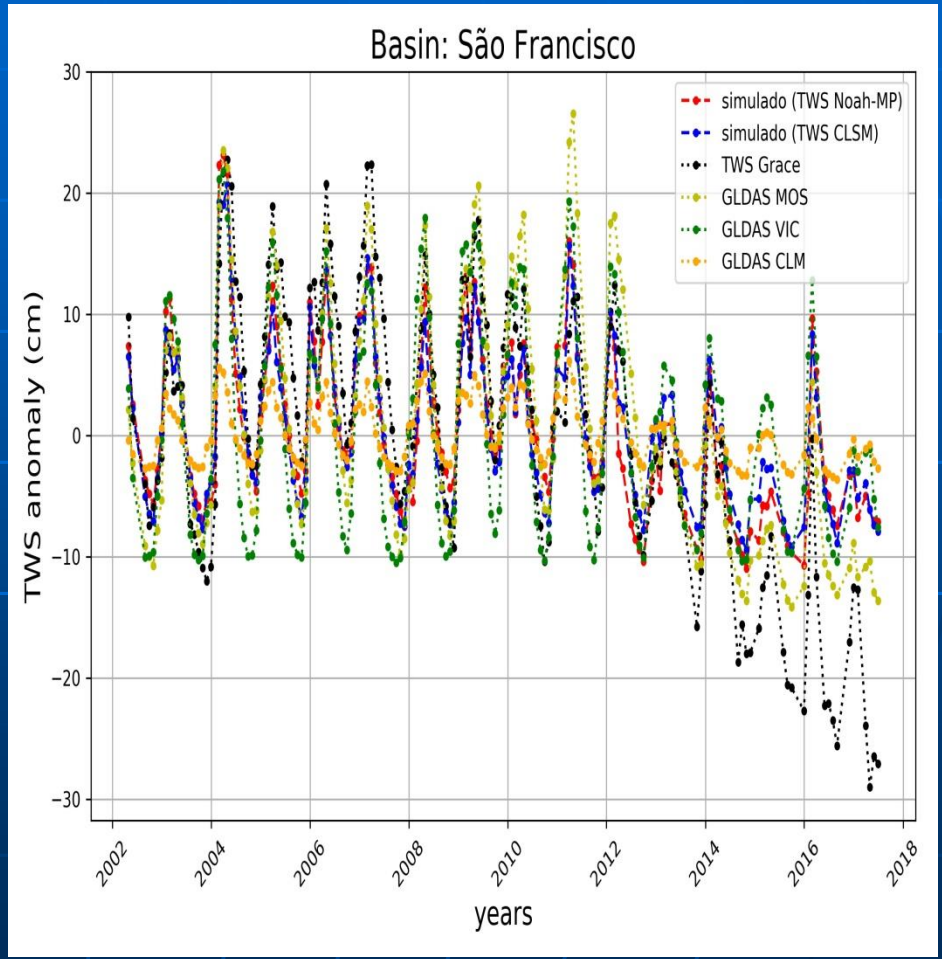
Preliminary results – without and with seasonality



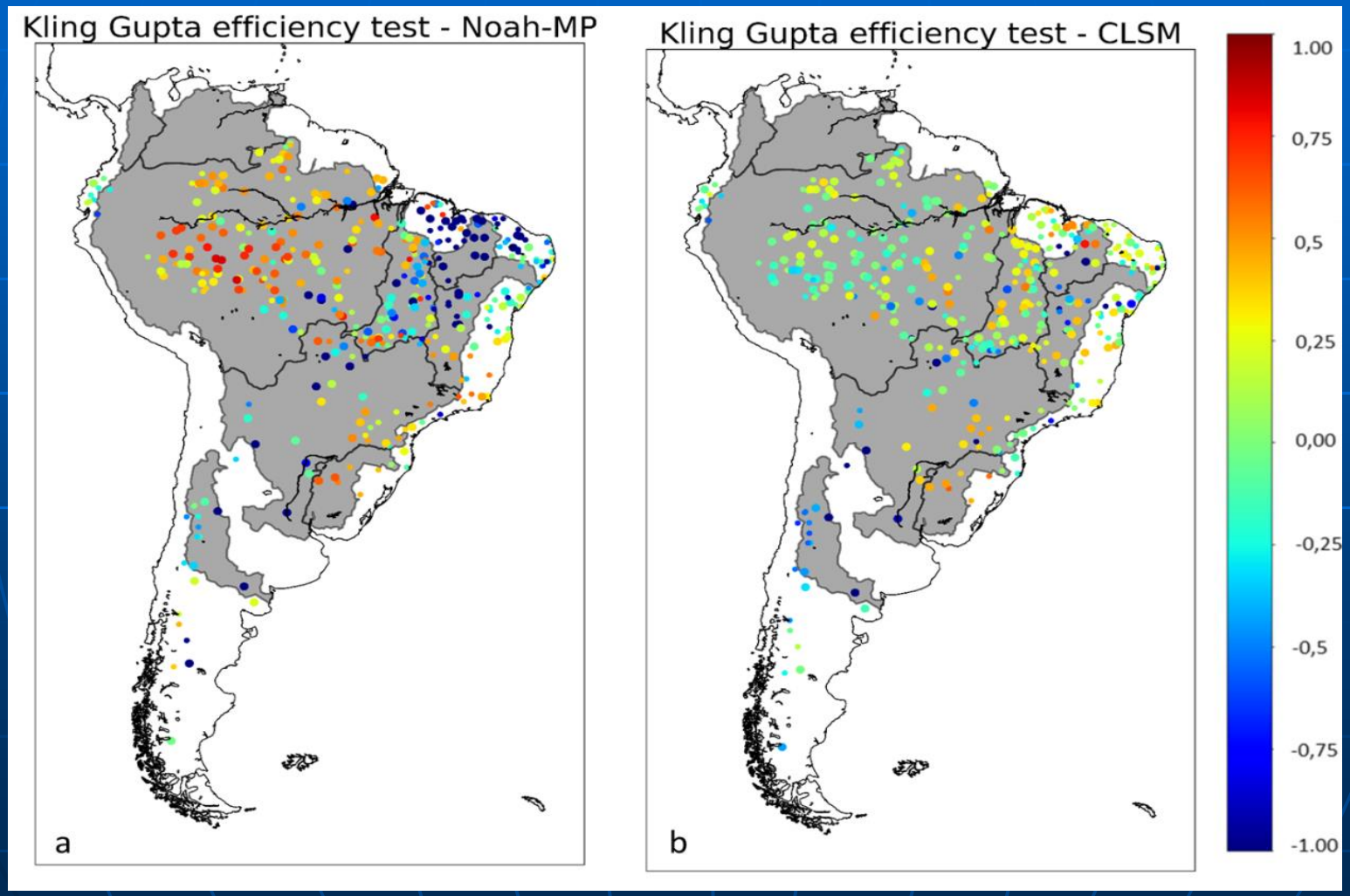


Preliminary results – without and with seasonality

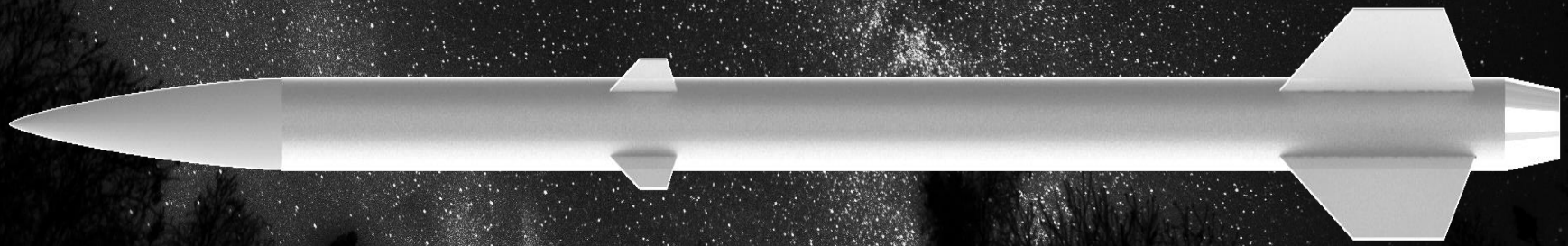




Results for the streamflows: ANA/GRDC Datasets Klinge-Gupta coefficient



MINERVA ROCKETS



Grupo de Pesquisas Aeroespaciais da Universidade Federal do Rio de Janeiro

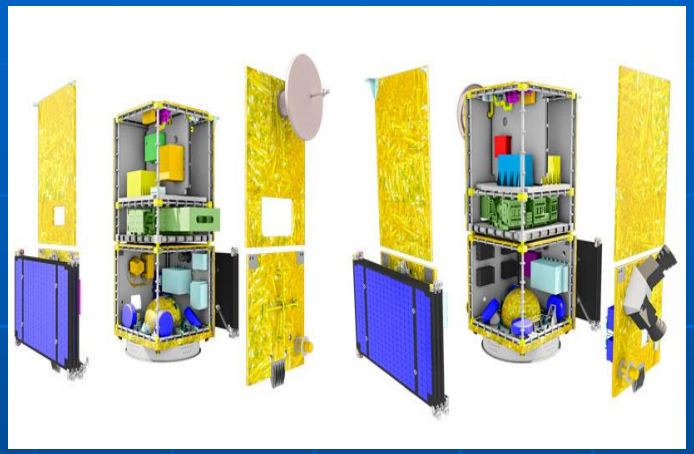
FOGUETE DE SONDAGEM ATMOSFÉRICA DE APOGEU 3 KM PARA TRANSPORTE DE CUBESATS E RECUPERAÇÃO OCEÂNICA

JONAS MENDONÇA LIMA DEGRAVE

IGOR NOVIS, HUGO DANIEL, MARIA LENINA, MIRLENE OLIVEIRA, KAMYLLA OLIVEIRA, VICTOR DE LUCA, ARTHUR RAMOS, KAIO SIQUEIRA

Orientadores: ALEXANDRE LANDESMANN, OTTO CORRÊA ROTUNNO FILHO

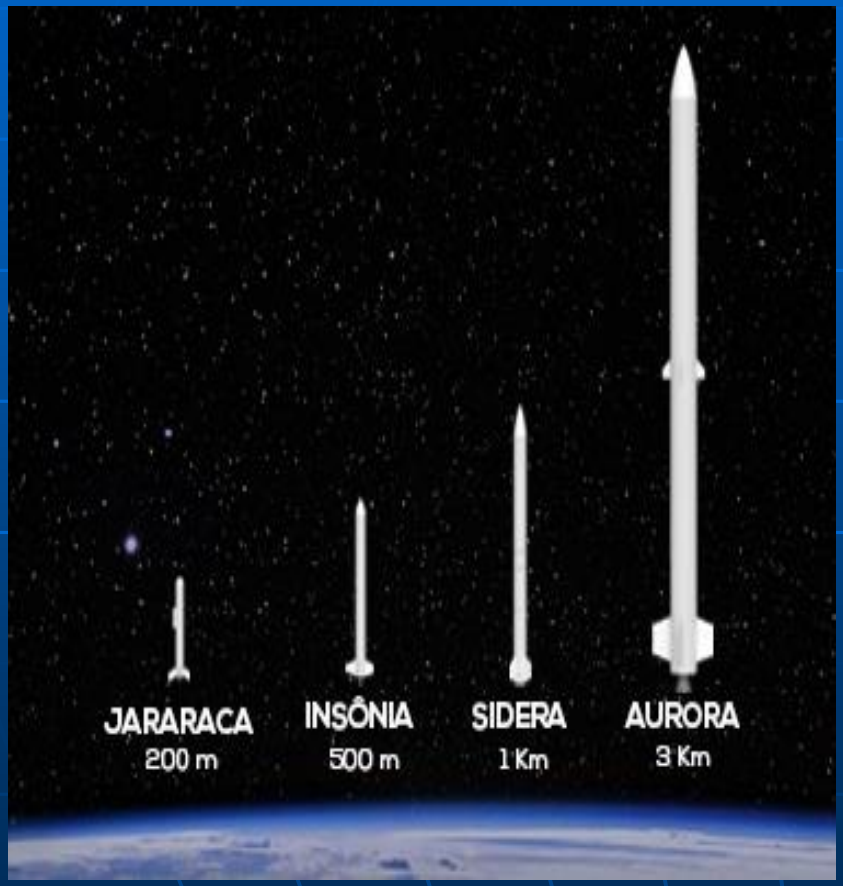
Introdução



Genes behind embryonic aneuploidy
Closing the Central American Seaway early
Chemical imaging of membrane lipids
Science
$10
10 APRIL 2015
AAAS
CubeSats take flight
Cheap, miniature satellites democratize space p.172

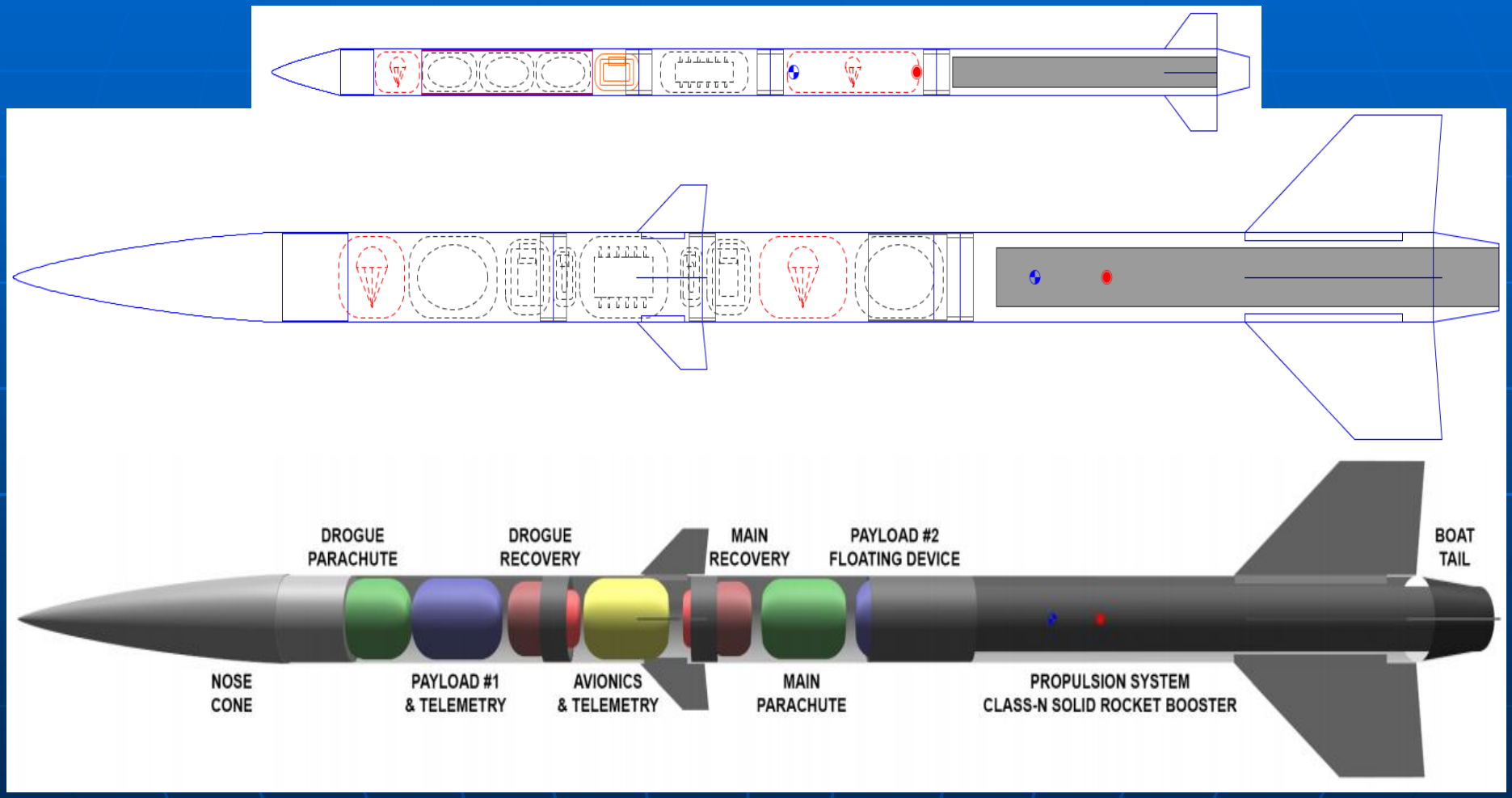
Science sets the bar for women in combat
Freshwater governance: Local or global?
Legacies of drought in forest ecosystems
Science
$10
31 JULY 2015
AAAS
Philae's first look
Reporting back from the surface of comet 67P

Objetivos

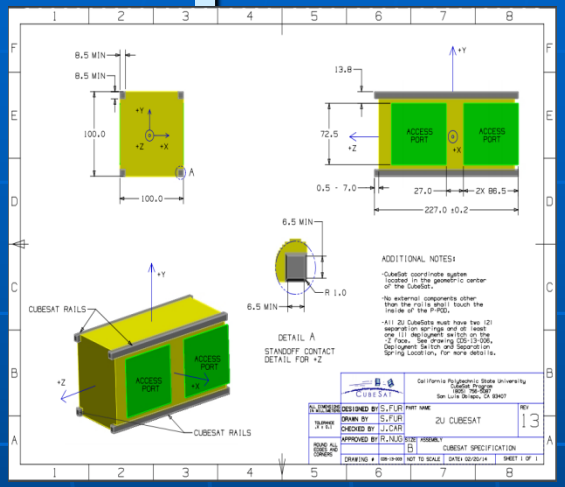

JARARACA
200 m
INSÔNIA
500 m
SIDERA
1 Km
AURORA
3 Km

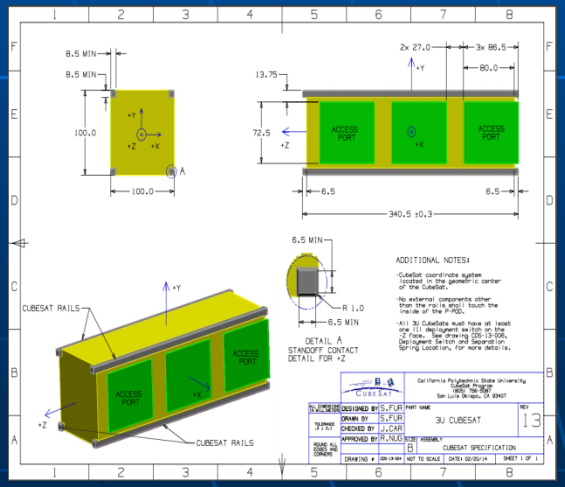
PROGRAMA
CRUZEIRO DO SUL
500 kg
750 km
800 kg
800 km
950 kg
GTO
1.650 kg GTO
4.000 kg GTO
L75
L300
P40
L1500
VLS-ALPHA
VLS-BETA
VLS-GAMA
VLS-DELTA
VLS-EPSILON
15

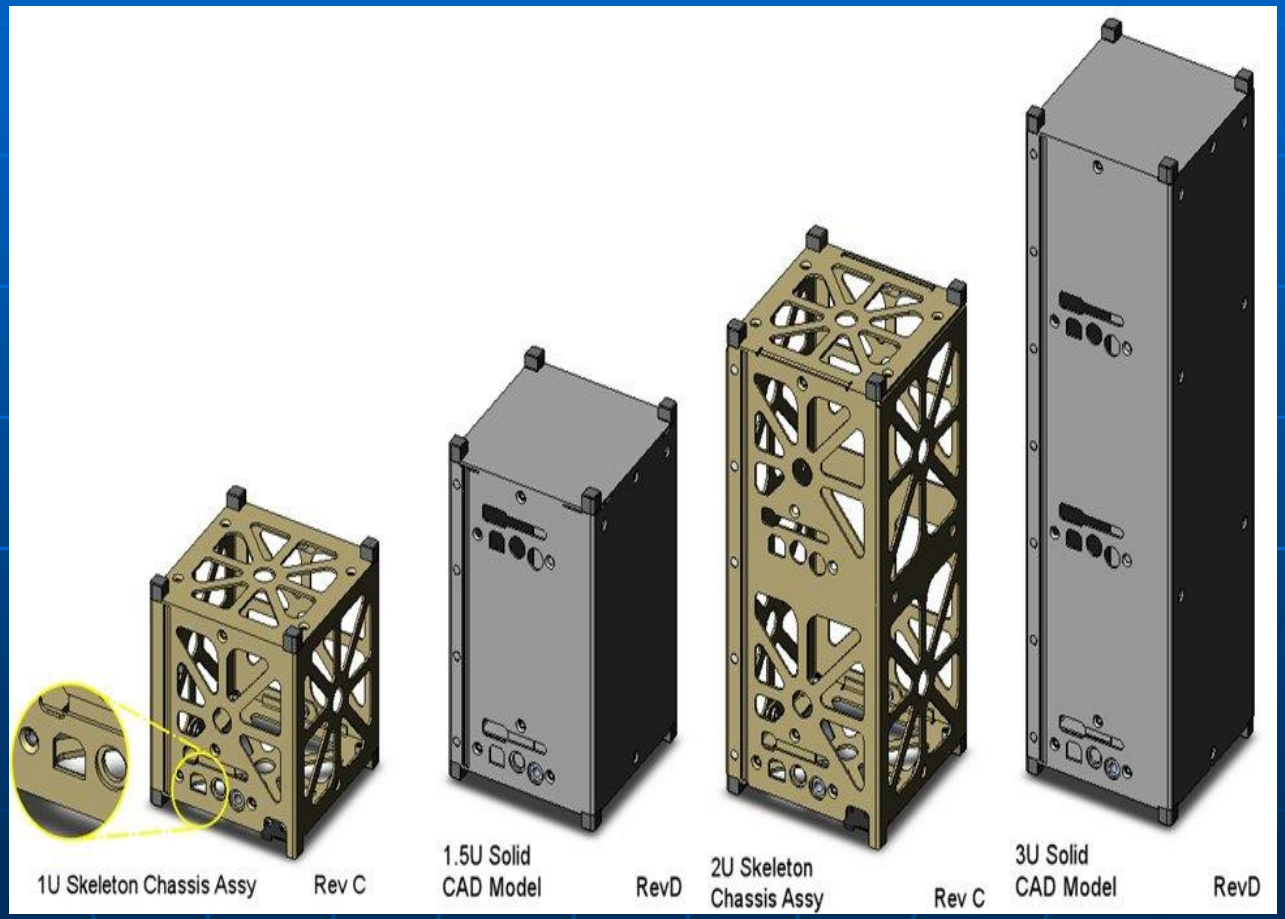
Metodologia de Projeto



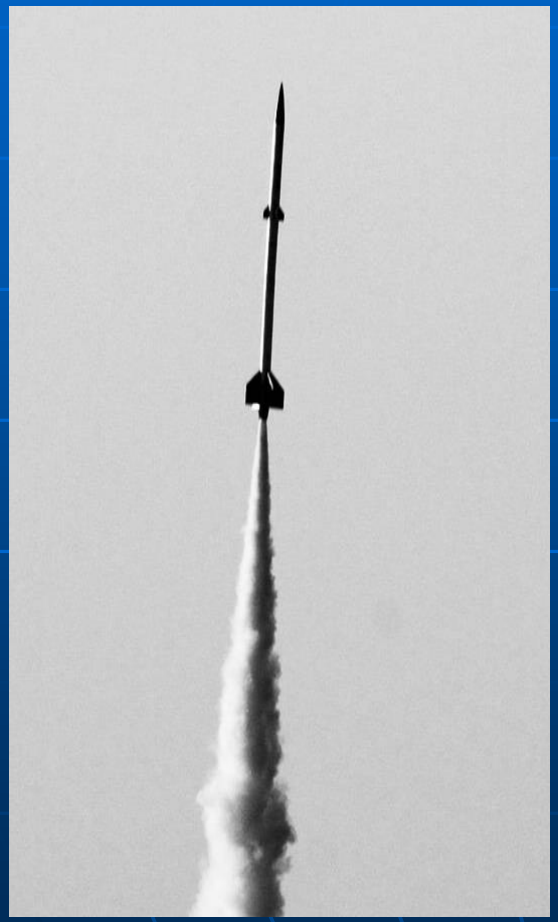
Especificações - Carga Útil







Resultados - Vôo

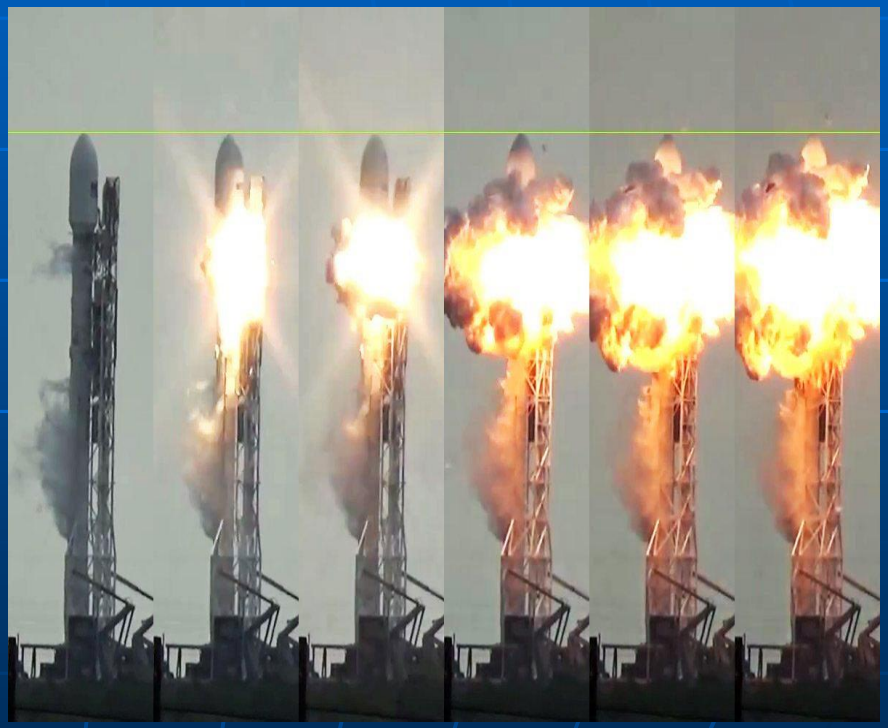


Resultados - Vôo

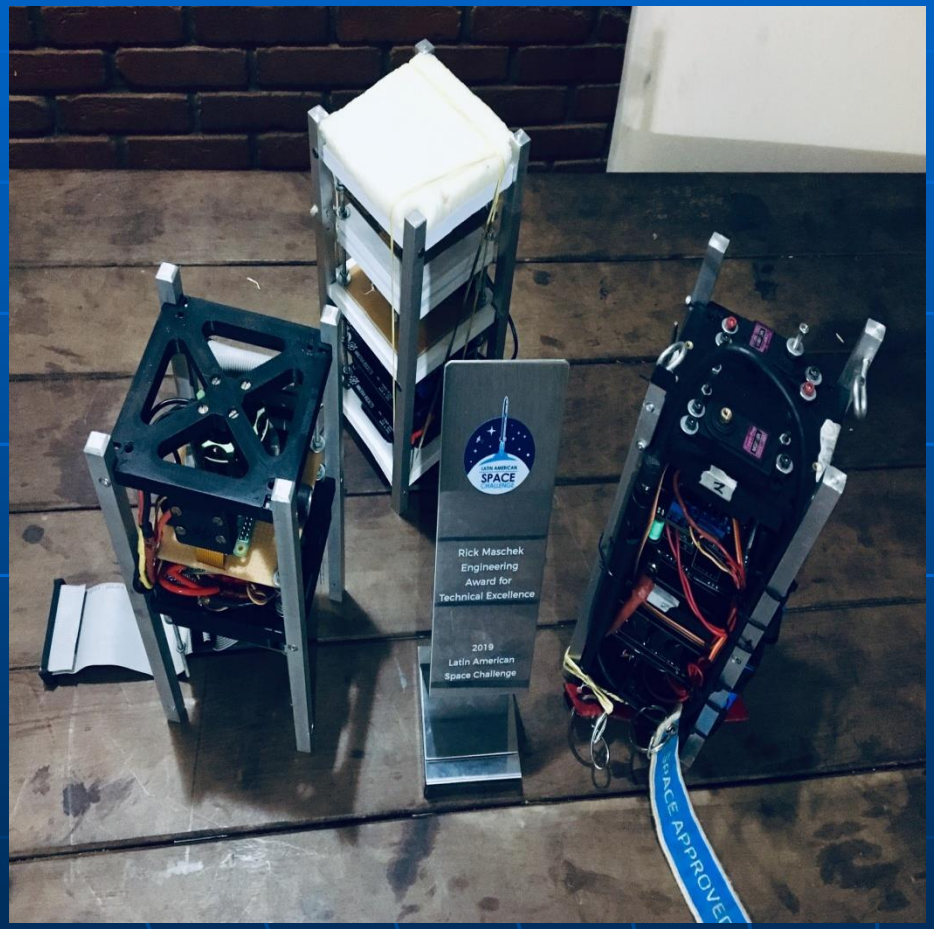
Na vida real, projeto 95% correto é catástrofe!

Resultados - Vôo

Mas.. ninguém nunca acerta de primeira.

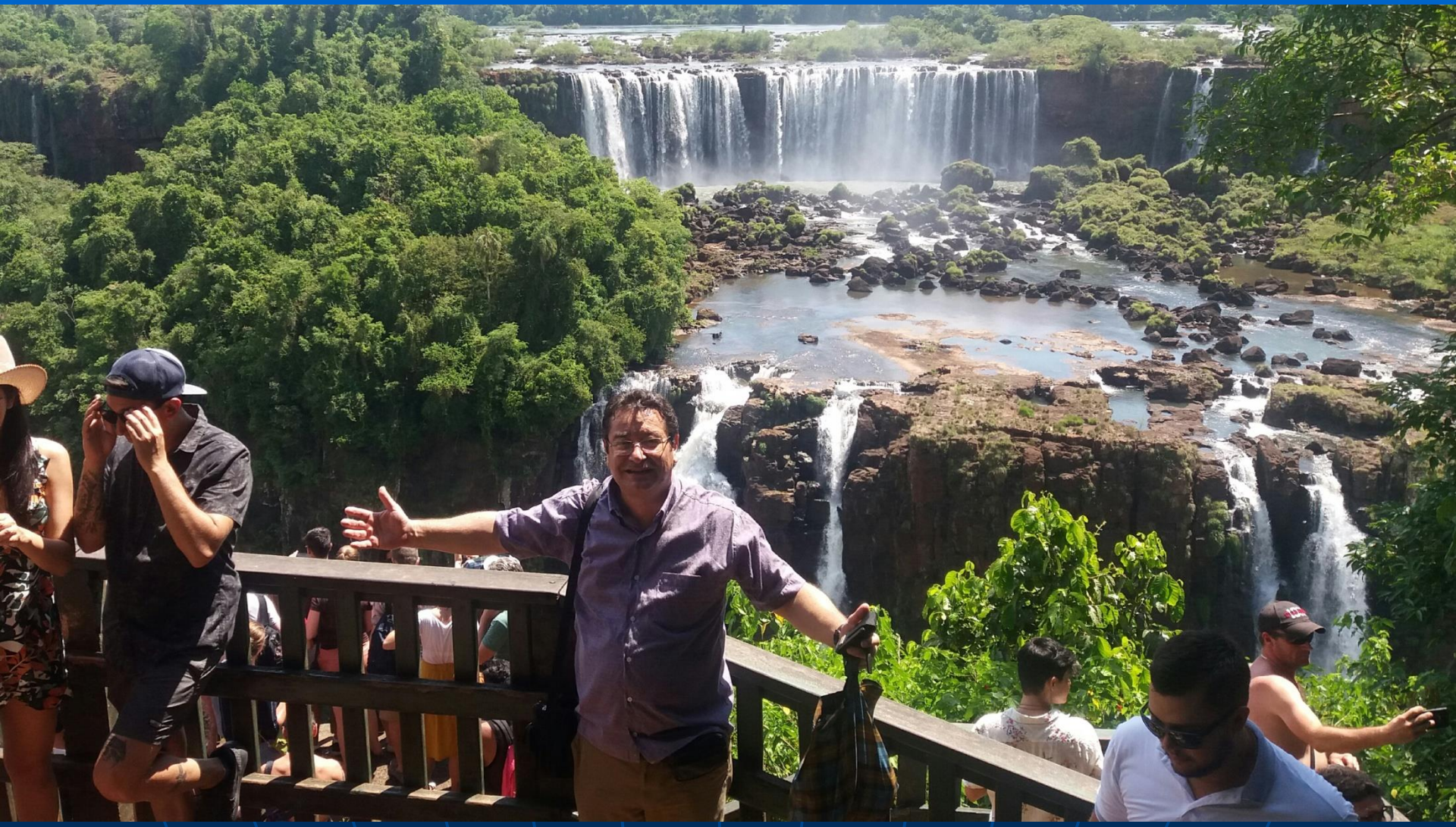


Resultados - Reconhecimen



Resultados - Formação de Pessoal

ÁGUA E BACIA HIDROGRÁFICA - LABH2O



Obrigado!

ottorotunno@gmail.com
otto@coc.ufrj.br