

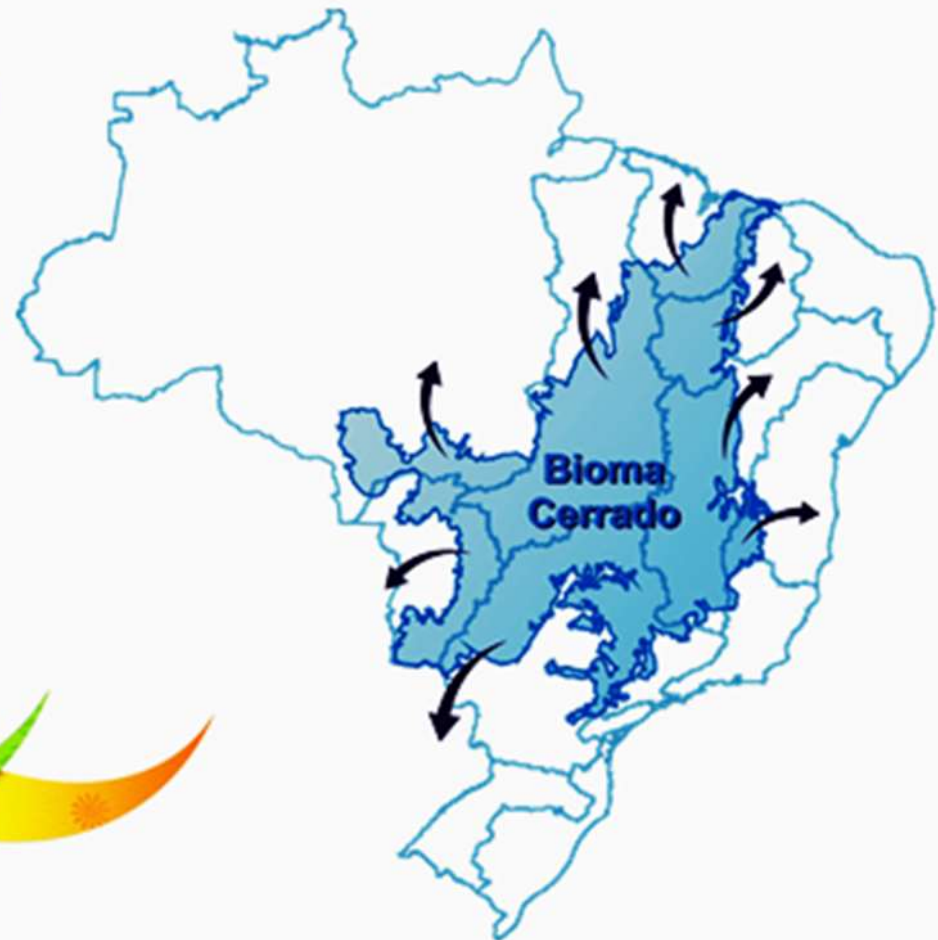
Estudo Integrado de Águas Subterrâneas e Superficiais na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim, DF

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Pesquisador em Hidrologia

Presidente do CBH-Paranoá

Diretor Técnico da ABRH

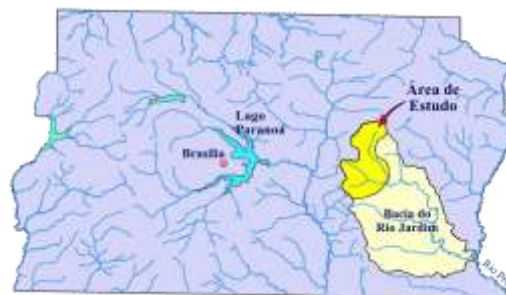




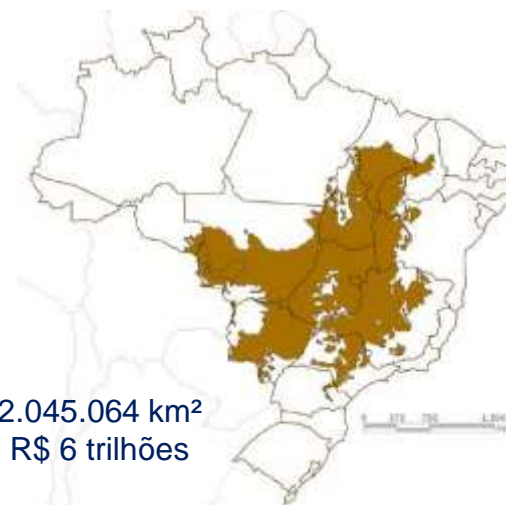
Introdução



100 km²
R\$ 300 mil



5.783 km²
R\$ 17 milhões



2.045.064 km²
R\$ 6 trilhões

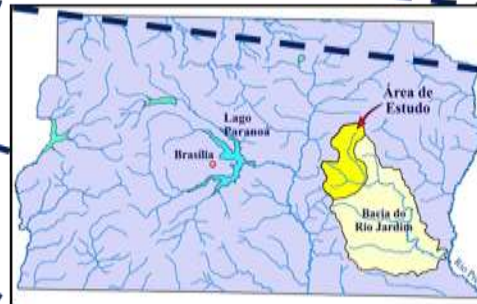
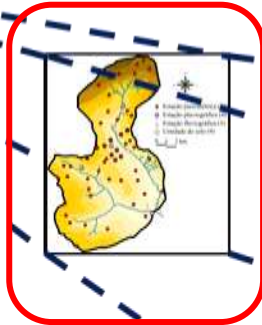


8.514.876 km²
R\$ 25 trilhões



Trabalhando em Múltiplas Escalas

Jorge Werneck



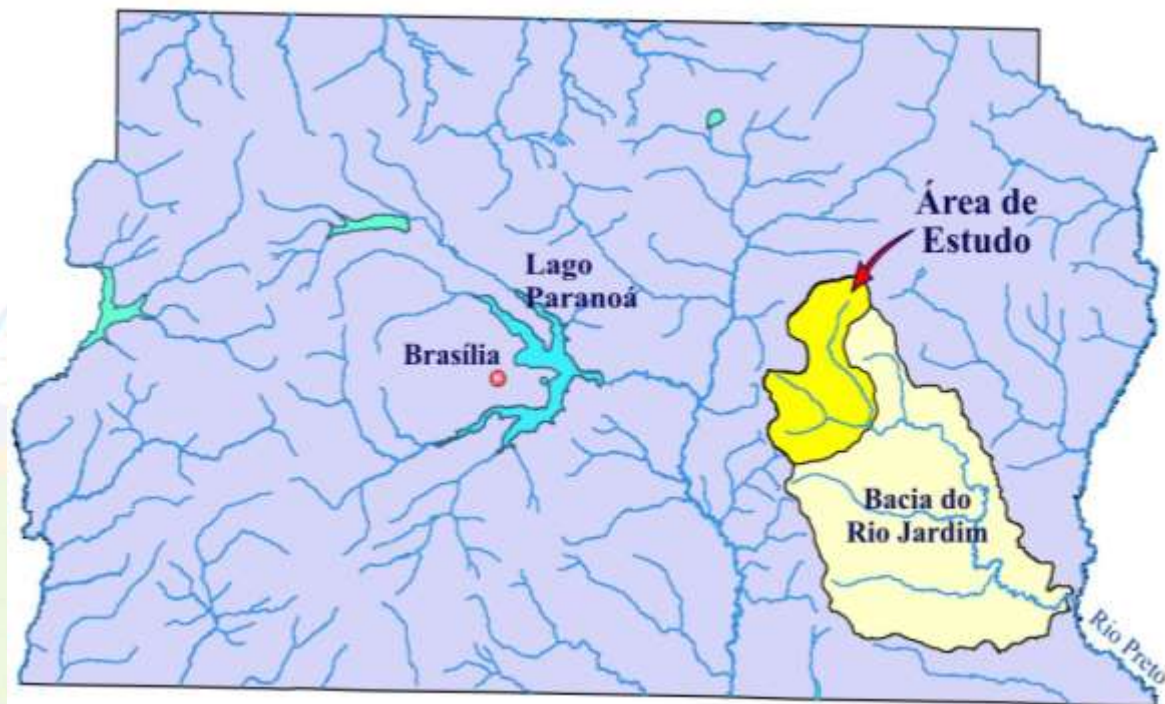
- ✓ Dados detalhados
- ✓ Comportamento hidrológico
- ✓ Processos hidrológicos
- ✓ Parâmetros para a região
- ✓ Avaliação de modelos
- ✓ Adaptação de modelos
- ✓ Desenvolvimentos de modelos

- ✓ Modelos estatísticos
- ✓ Modelos conceituais
- ✓ Modelos de base física

- ✓ Relações causa-efeito
- ✓ Cenários



Bacia Experimental do Alto Rio Jardim



Lima et al., 2007



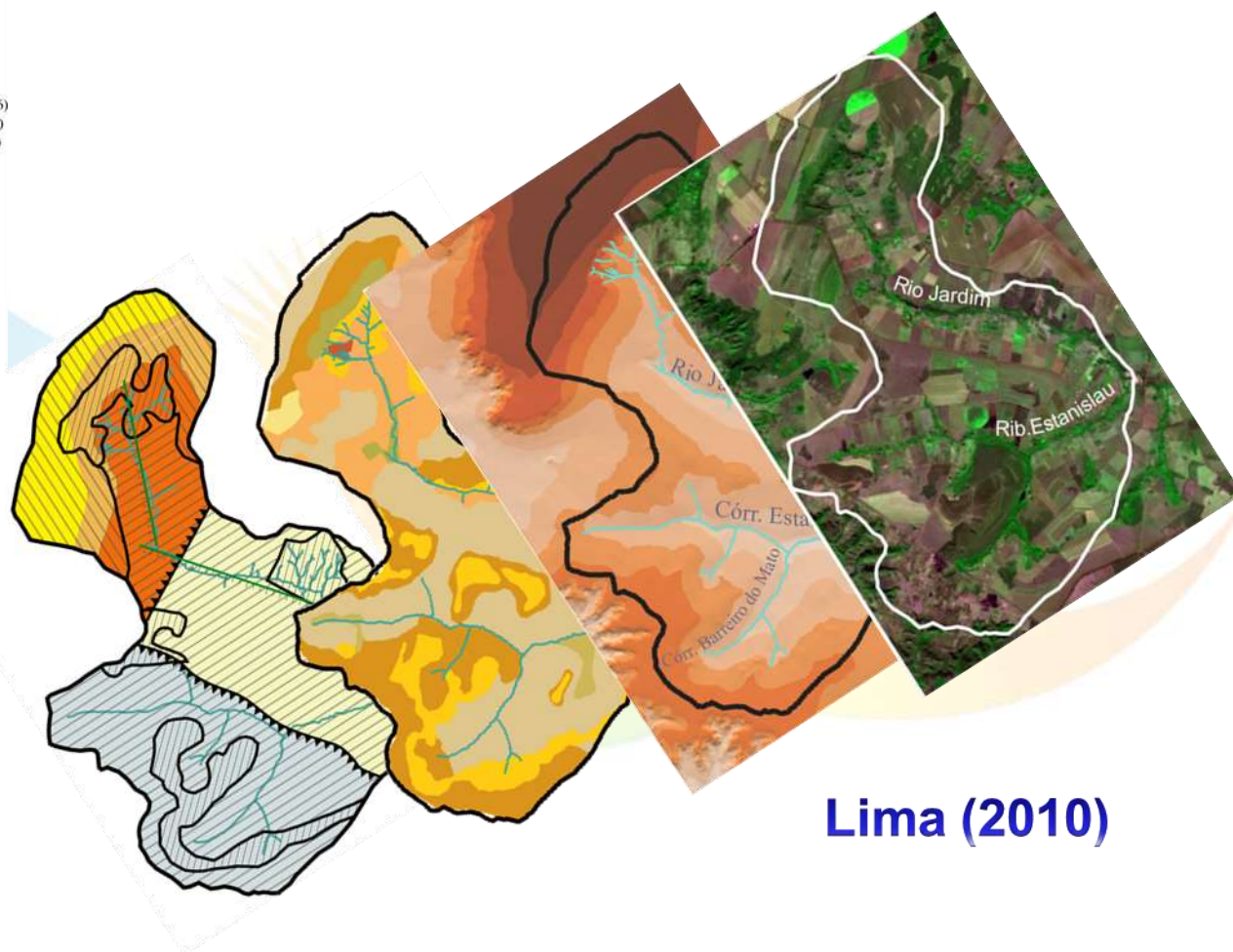
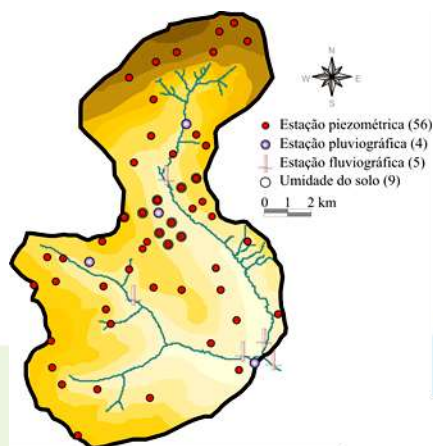
Objetivos

- ✚ Técnicas mais simples e baratas de obtenção de dados necessários para estudos hidrológicos;
- ✚ Comportamento hidrológico das diferentes regiões;
- ✚ Relações entre características físicas das bacias e os recursos hídricos;
- ✚ Relações entre as atividades antrópicas e os recursos hídricos;
- ✚ Técnicas de manejo e conservação dos recursos hídricos;
- ✚ Ferramentas de apoio à decisão;
- ✚ Técnicas de modelagem hidrológica;
- ✚ Outros....



Embrapa
Cerrados

Caracterização Física da Bacia



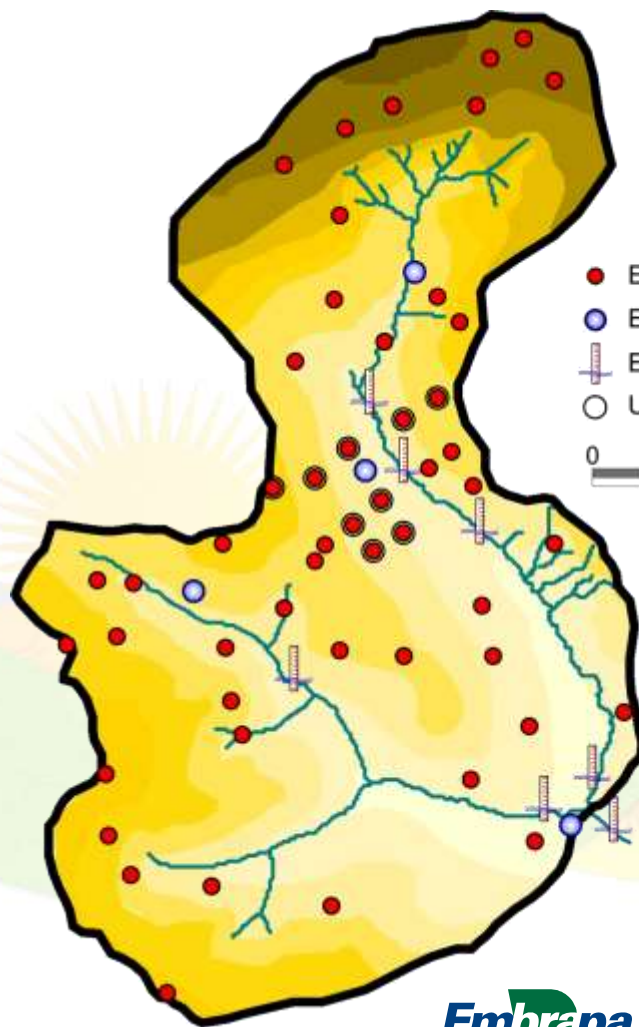
Lima (2010)



Bacia Experimental

Bacia do Alto Rio Jardim

*Processos Hidrológicos?
Métodos?*



- Estação piezométrica (56)
- Estação pluviométrica (4)
- ▮ Estação fluvimétrica (7)
- Umidade do solo (9)

0 1 2 km





Bacia Experimental

❑ Monitoramento hidrológico



Estação Jardim Montante



Estação Estanislau

Embrapa

Cerrados

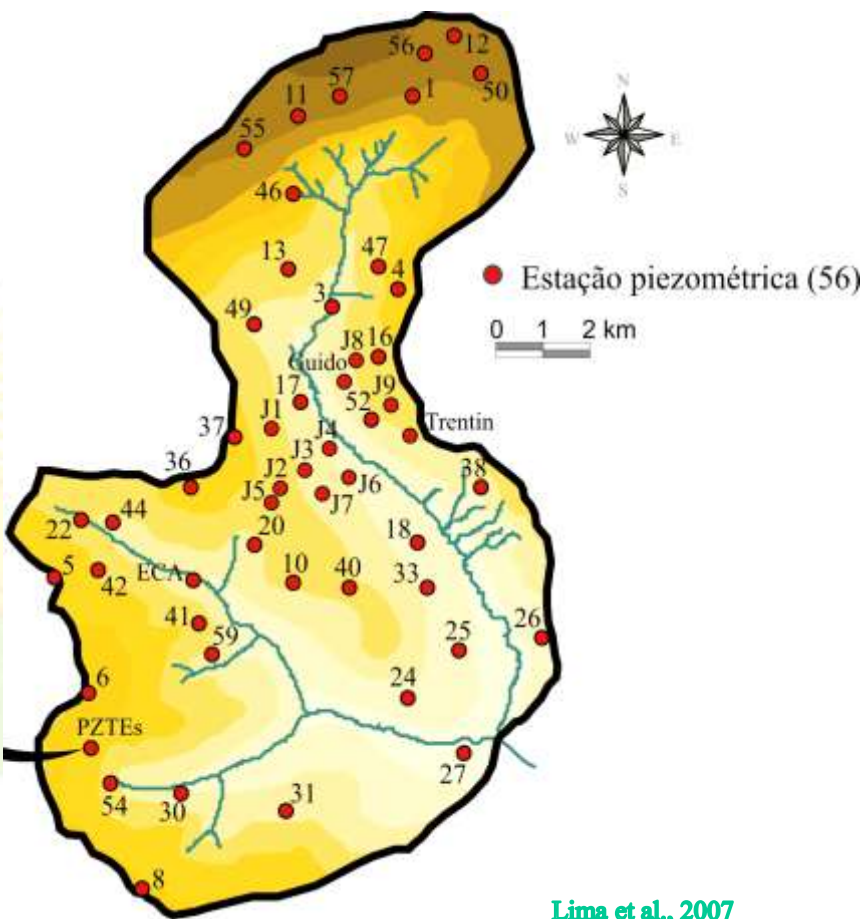
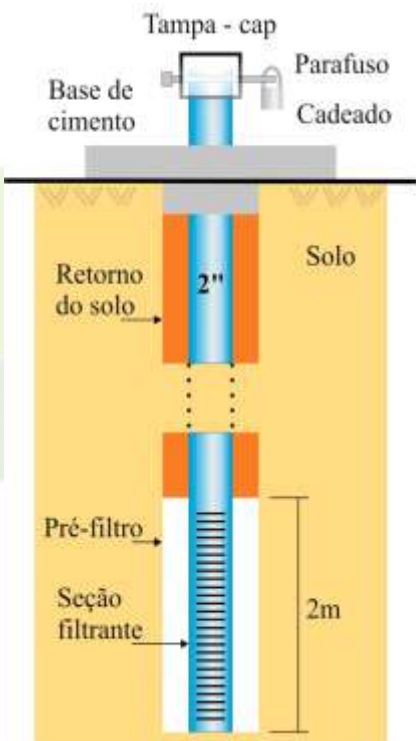


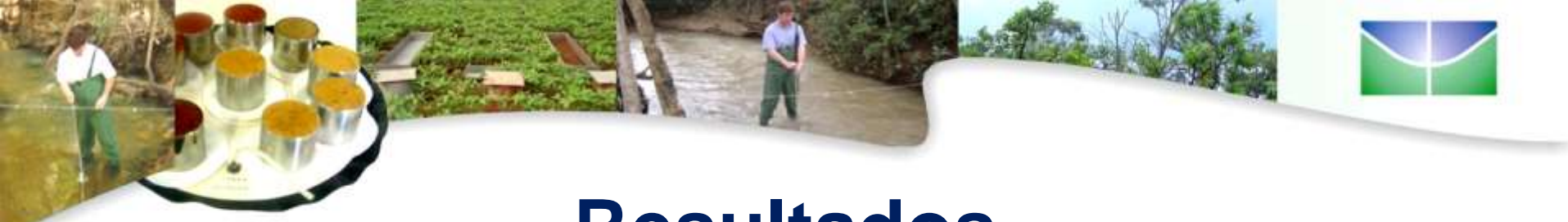
Estação Jardim



Bacia Experimental

❑ Monitoramento hidrológico

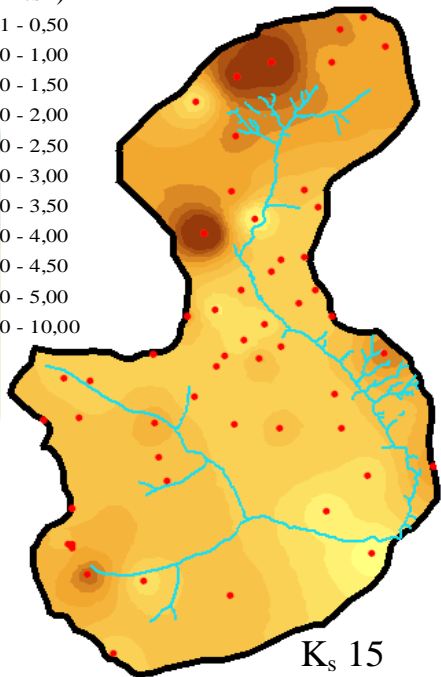
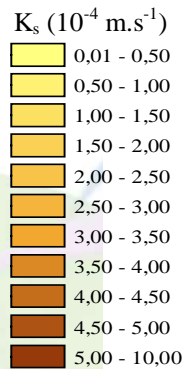




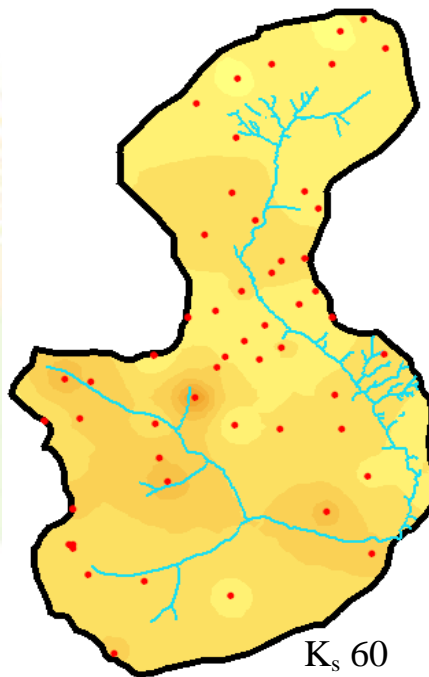
Resultados

✚ Modelagem do fluxo da água no solo em uma bacia hidrográfica de Cerrado

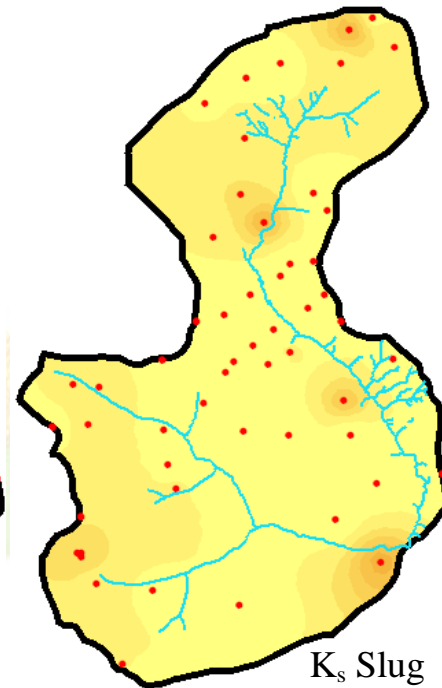
❑ Características do meio poroso



K_s 15



K_s 60



K_s Slug

Condutividade hidráulica saturada (K_s)

Camada "impermeável"
 $K_s = 10^{-10} \text{ m/s}$



Bacia Experimental

☐ Monitoramento do clima





Bacias Experimentais e Representativas

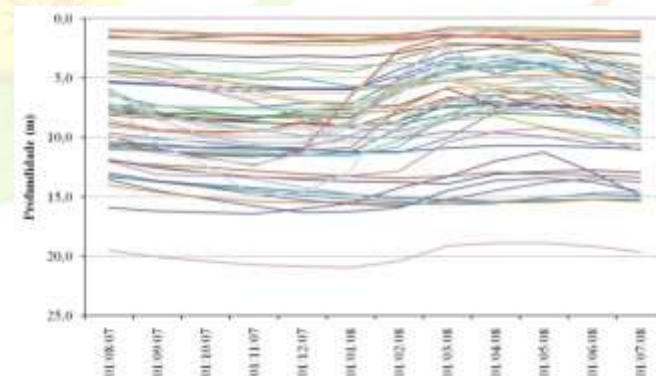
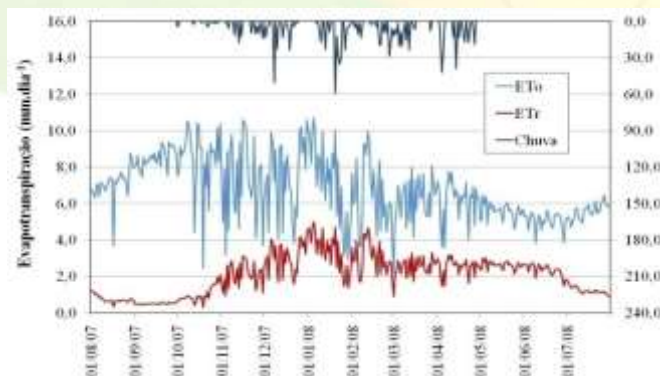
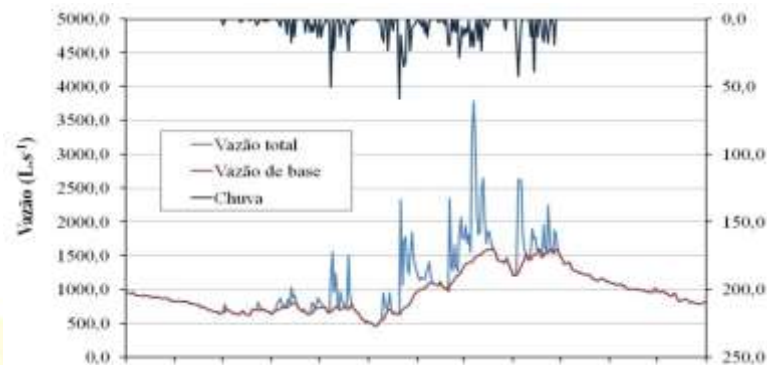
Caracterização hidrológica (Quantidade de água)

Balanco hídrico.

Variável	Lâmina mm.ano ⁻¹	Percentual da chuva %
Precipitação	1.100,00	100,00
Escoamento superficial	32,33	2,94
Escoamento de base	298,13	27,10
Escoamento total	330,46	30,04
Variação da lâmina de água no solo	0,00*	0,00*
Evapotranspiração real	769,54	69,96

* valor não-medido.

Exemple of hydrological data.

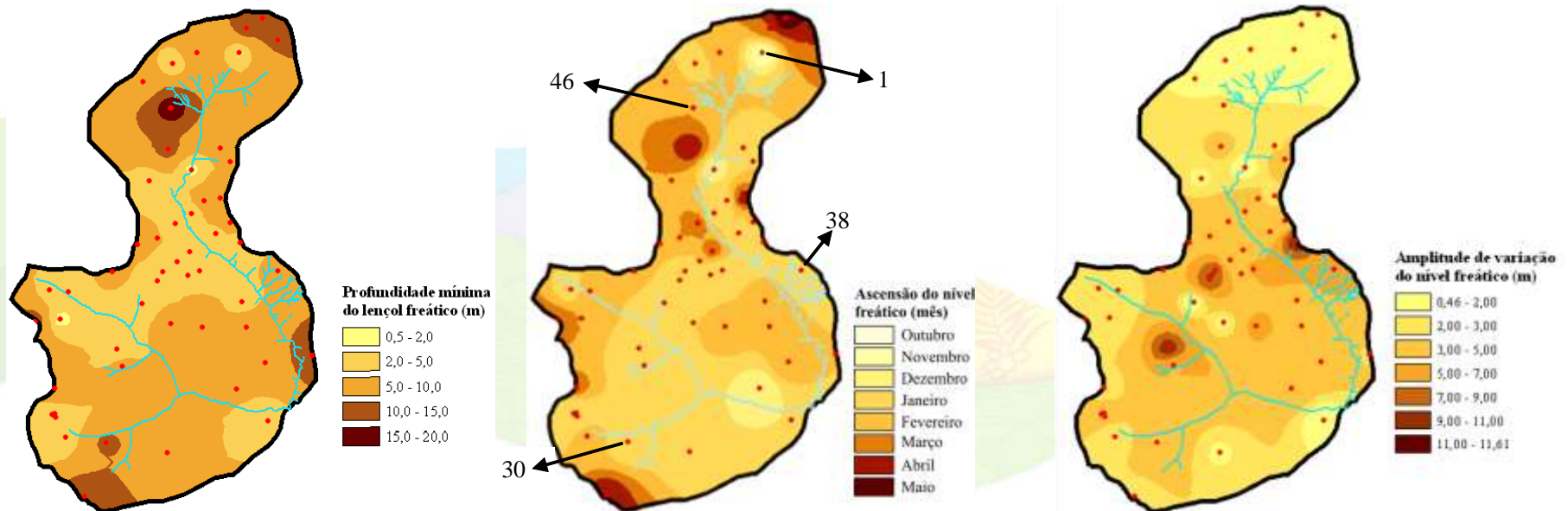


Lima et al., 2010



Bacias Experimentais e Representativas

Caracterização hidrológica (Águas Subterrâneas)





Bacias Experimentais e Representativas

Caracterização hidrológica (Qualidade de água)

Águas subterrâneas

Uso do solo X Qualidade da água

uso do solo	Cerrado	horticultura	cultura de grãos	pastagens
pH	5,4(0,1) a	5,9(0,1) b	5,6(0,0) a	5,6(0,1) a
CE (uS cm ⁻¹)	7,5(1,7) a	17,4(1,6) b	11,5(0,8) a	10,3(1,1) a
Na ⁺ (mg L ⁻¹)	0,4(0,1) a	0,9(0,1) b	0,6(0,1) ab	0,8(0,1) ab
K ⁺ (mg L ⁻¹)	0,3(0,1) a	0,6(0,1) a	0,5(0,1) a	0,4(0,1) a
Ca ⁺² (mg L ⁻¹)	0,8(0,2) a	1,9(0,2) b	1,2(0,1) a	1,1(0,2) a
Mg ⁺² (mg L ⁻¹)	0,1(0,1) a	0,4(0,1) b	0,2(0,0) a	0,2(0,0) a
Cl ⁻ (mg L ⁻¹)	0,5(0,1) a	0,5(0,1) a	0,4(0,1) a	0,4(0,1) a
HCO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	2,5(0,8) a	7,5(0,8) b	4,6(0,4) a	3,7(0,5) a
SO ₄ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,1(0,1) a	0,4(0,1) ab	0,2(0,1) ab	0,3(0,1) b
NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,2(0,1) a	0,6(0,1) b	0,3(0,1) ab	0,4(0,1) ab
P _{total} (mg L ⁻¹)	0,01(0) a	0,02(0) a	0,02(0) a	0,03(0) a
nº de piezômetros	4	5	20	9

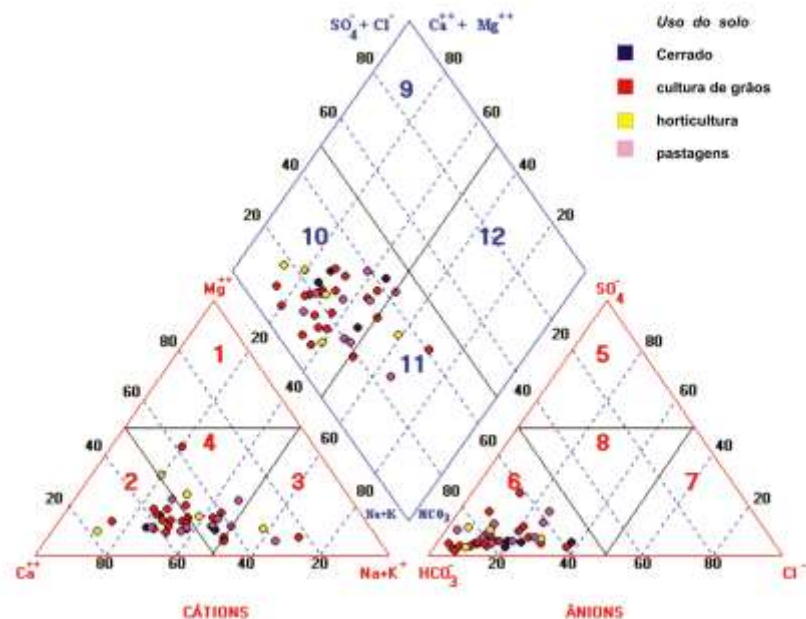


Diagrama de Piper



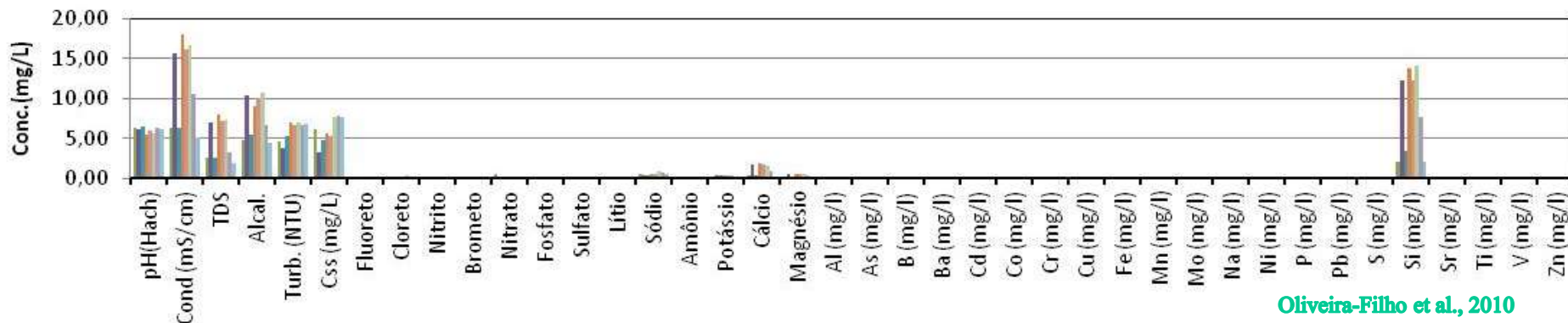
Bacias Experimentais e Representativas

❑ Caracterização hidrológica (Qualidade de água)

Águas superficiais (Rios)

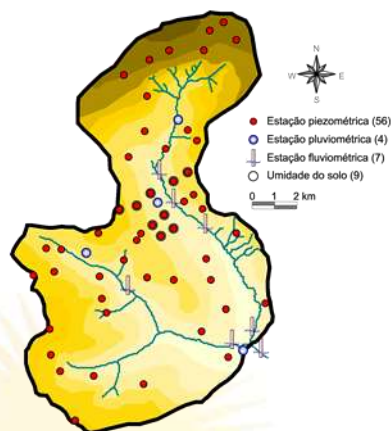
Tabela 6 – Comparação da classificação entre os testes microbiológicos e ecotoxicológicos segundo a Resolução CONAMA N° 357/2005.

Mês/Ano	P1		P2		P3	
	Col. fecais	C. dubia	Col. Fecais	C. dubia	Col. fecais	C. dubia
Junho /08	Classe 1	Classe 3	Classe 3	Classe 2	Classe 3	Classe 2
Julho/08	Classe 1	Classe 3	Classe 3	Classe 2	Classe 3	Classe 3
Agosto/08	Classe 1	Classe 3	Classe 2	Classe 3	Classe 2	Classe 2
Setembro/08	Classe 1	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 1	Classe 2
Outubro/08	Classe 1	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 2	Classe 2
Novembro/08	Classe 1	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 2	Classe 2
Dezembro/08	Classe 3	Classe 3	Classe 4	Classe 3	Classe 4	Classe 3



ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA RURAL TÍPICA DE CERRADO COM USO DO MODELO SWAT

Flávio Hermínio de Carvalho; Marilusa Pinto Coelho Lacerda; Jorge Enoch Furquim Werneck Lima



Embrapa
Cerrados



ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Jardim

Medições C_{ss} e Q_{ss}

Turbidímetro



Estanislau

Bacia Experimental do Alto Rio Jardim

□ Vazão

Setembro

2004: 850 L/s

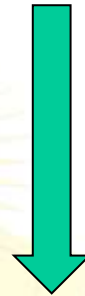
2005: 1.000 L/s

2007: 750 L/s

2013: 360 L/s

2014: 340 L/s

Lima (no prelo)



Bacia Experimental do Alto Rio Jardim

❑ Nível freático



Jorge Werneck Lima
Embrapa Cerrados

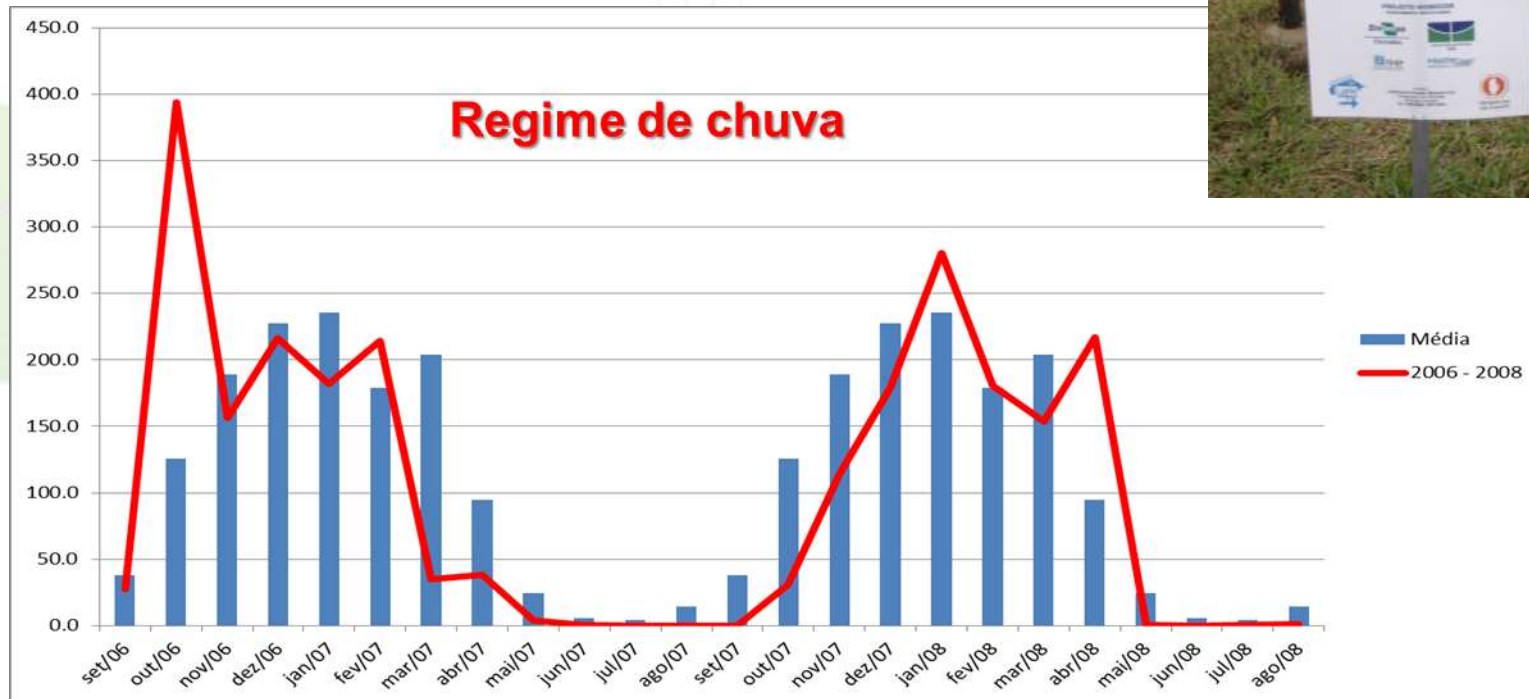


Bacia Experimental do Alto Rio Jardim

☐ Chuva

2006 – 2007: **1.270 mm**

2007 – 2008: **1.160 mm**



Differences between two climatological periods (2001–2010 vs. 1971–2000) and trend analysis of temperature and precipitation in Central Brazil

Pablo de Amorim Borges · Johannes Franke ·
Fabrício Daniel do Santos Silva · Holger Weiss ·
Christian Bernhofer

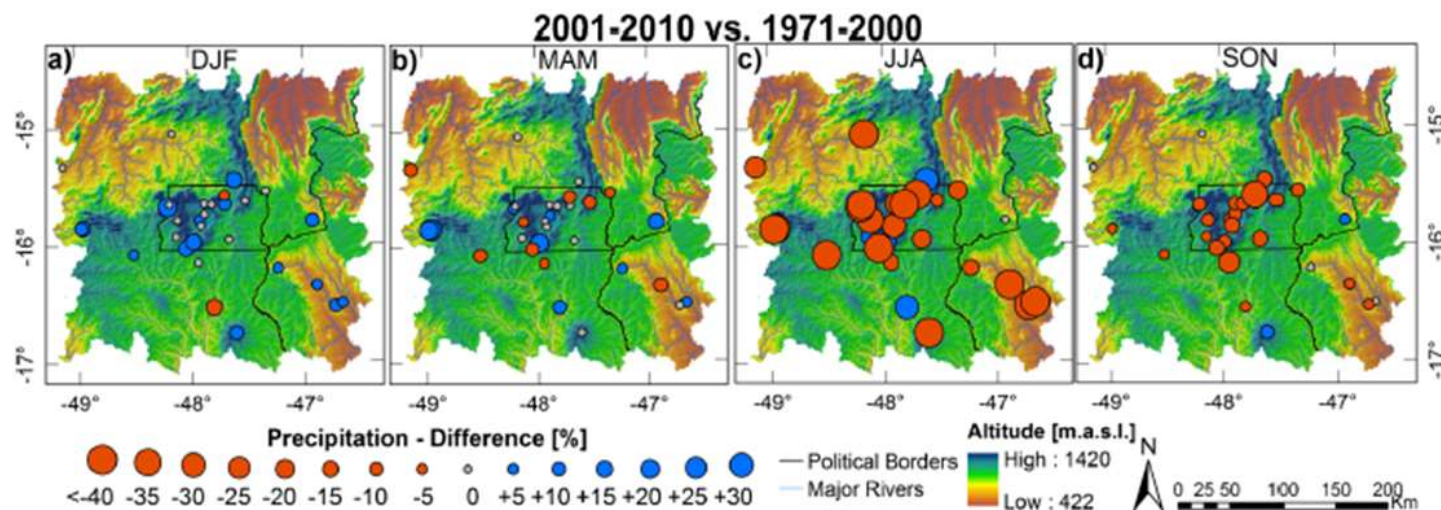
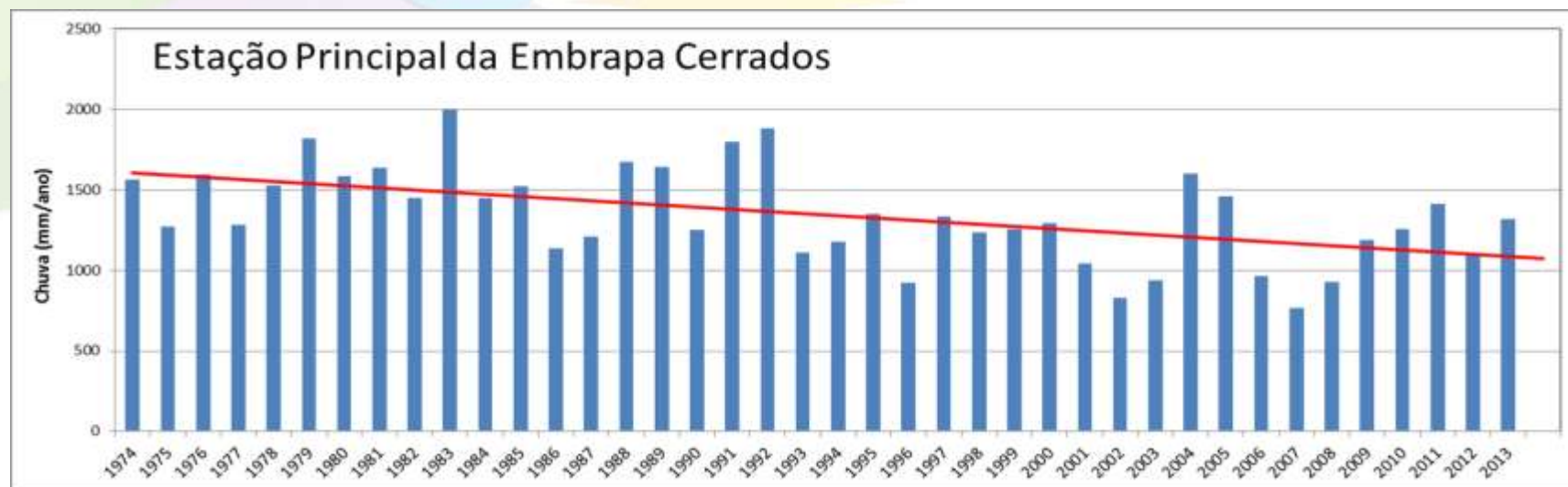
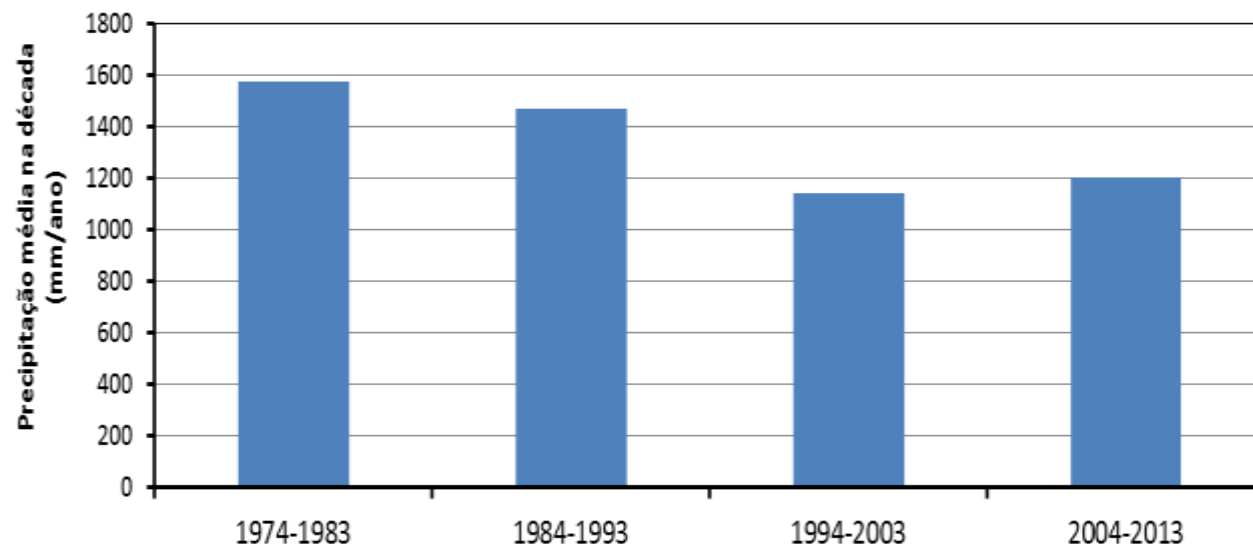
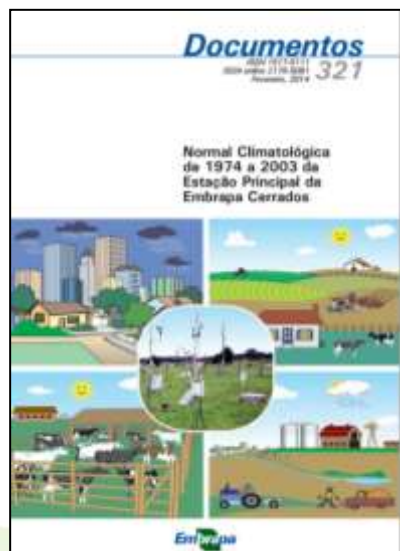
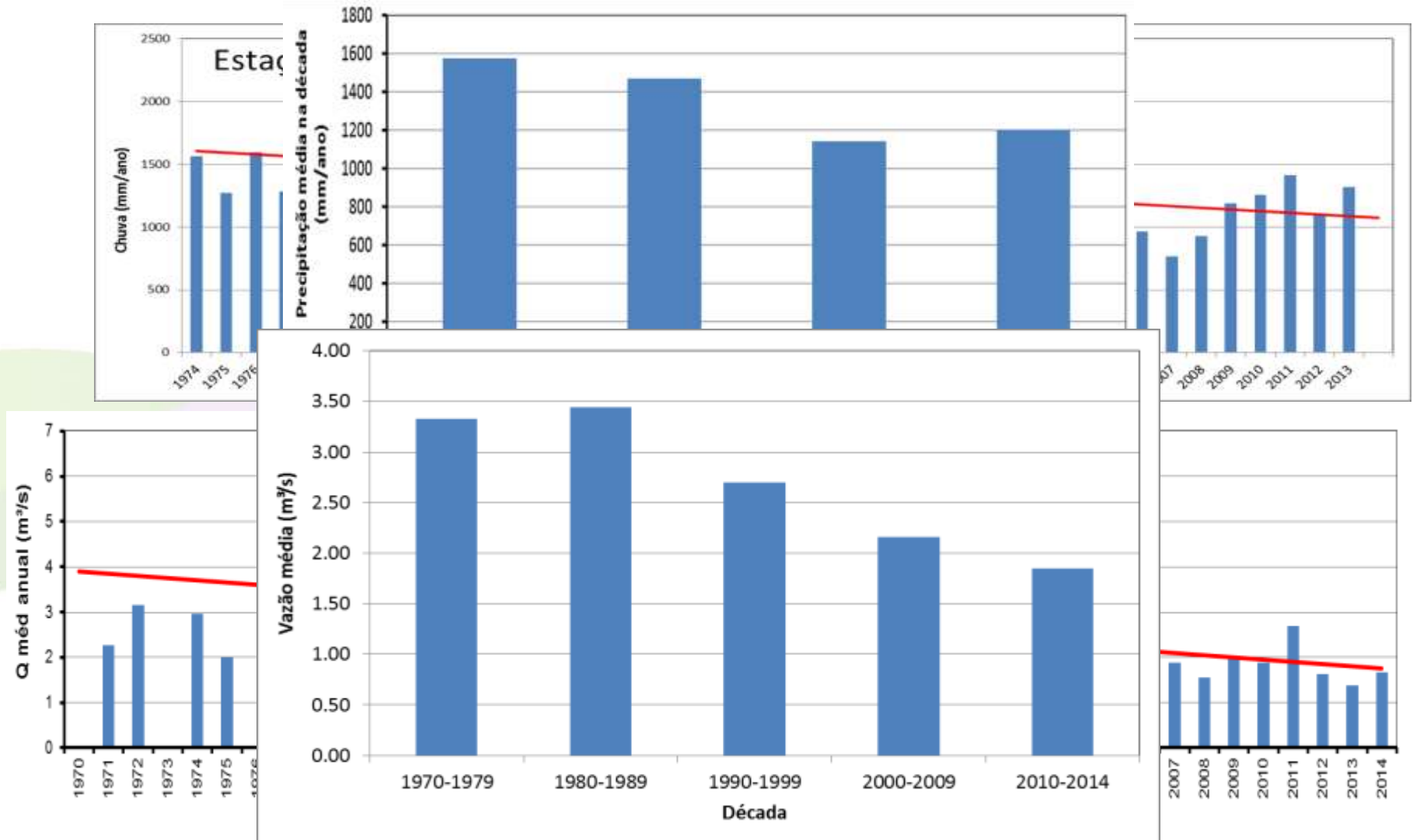


Fig. 7 Differences of seasonal precipitation between the normal 1971–2000 and the period 2001–2010; **a** Summer, **b** Autumn, **c** Winter, and **d** Spring

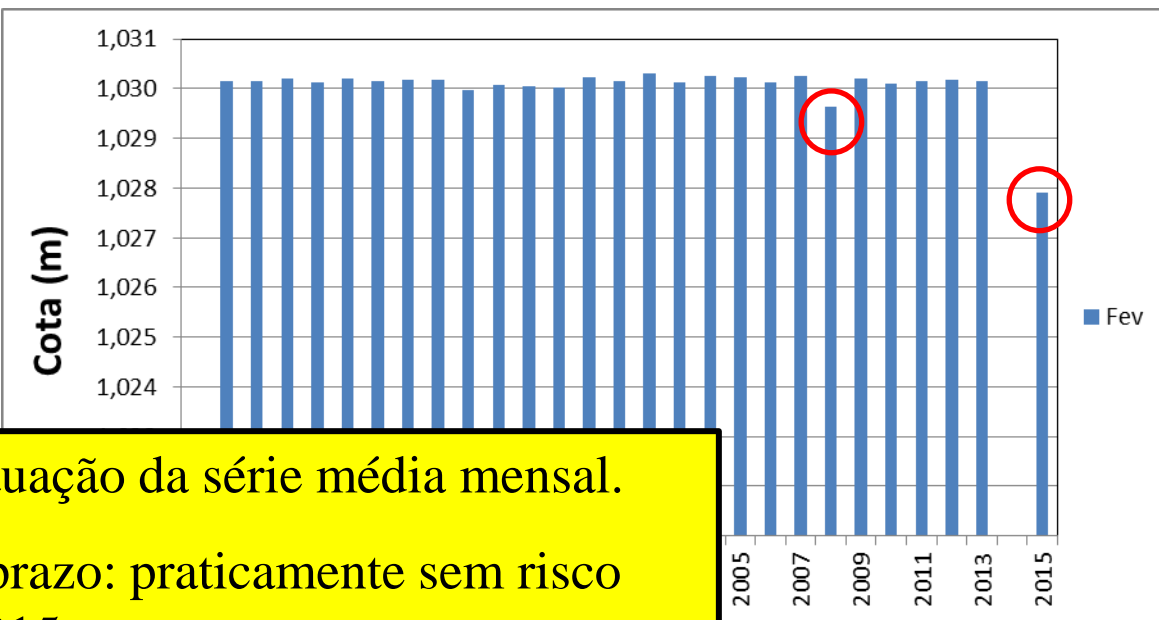
Quantidade de Chuva



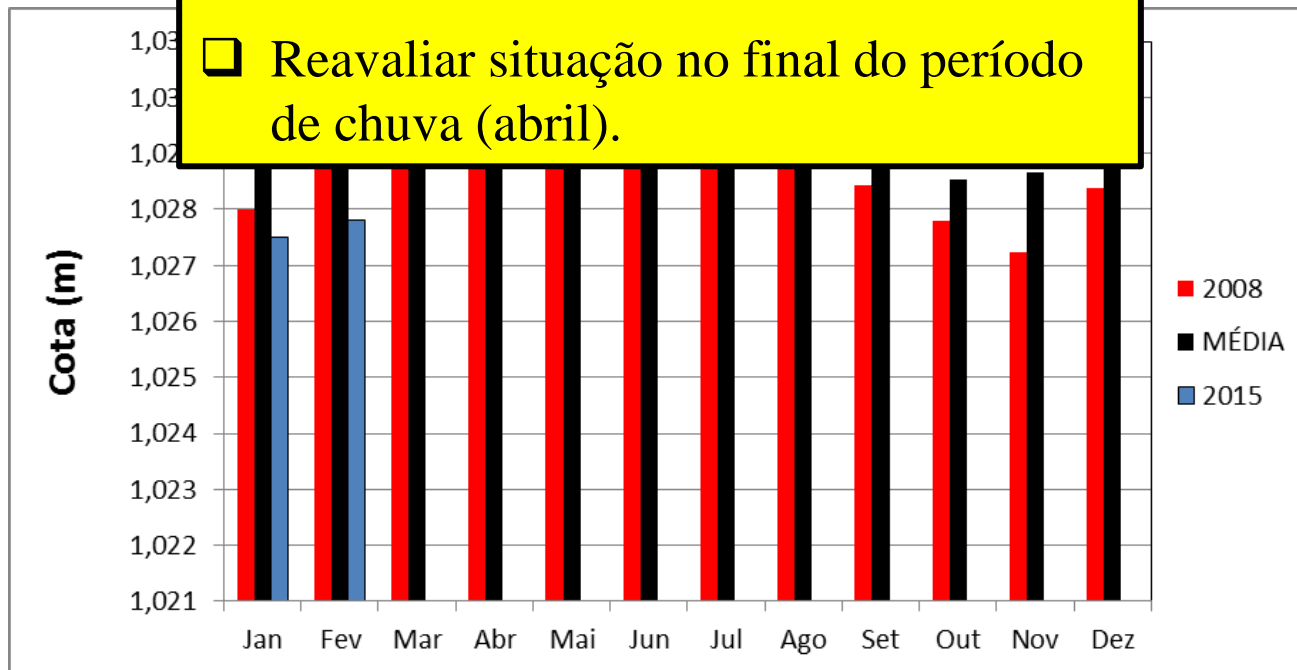
Rainfall x Streamflow



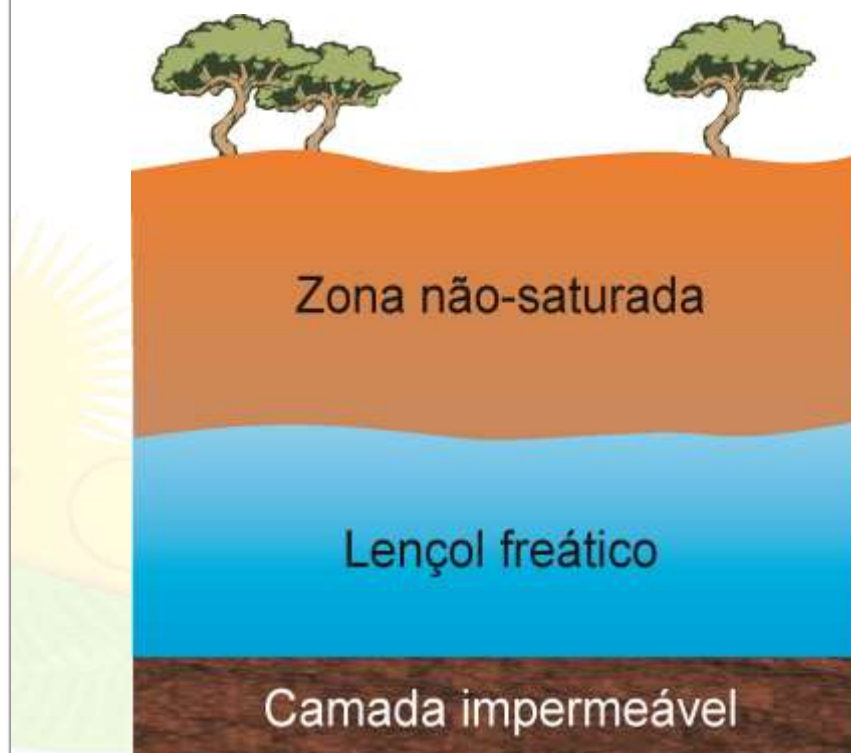
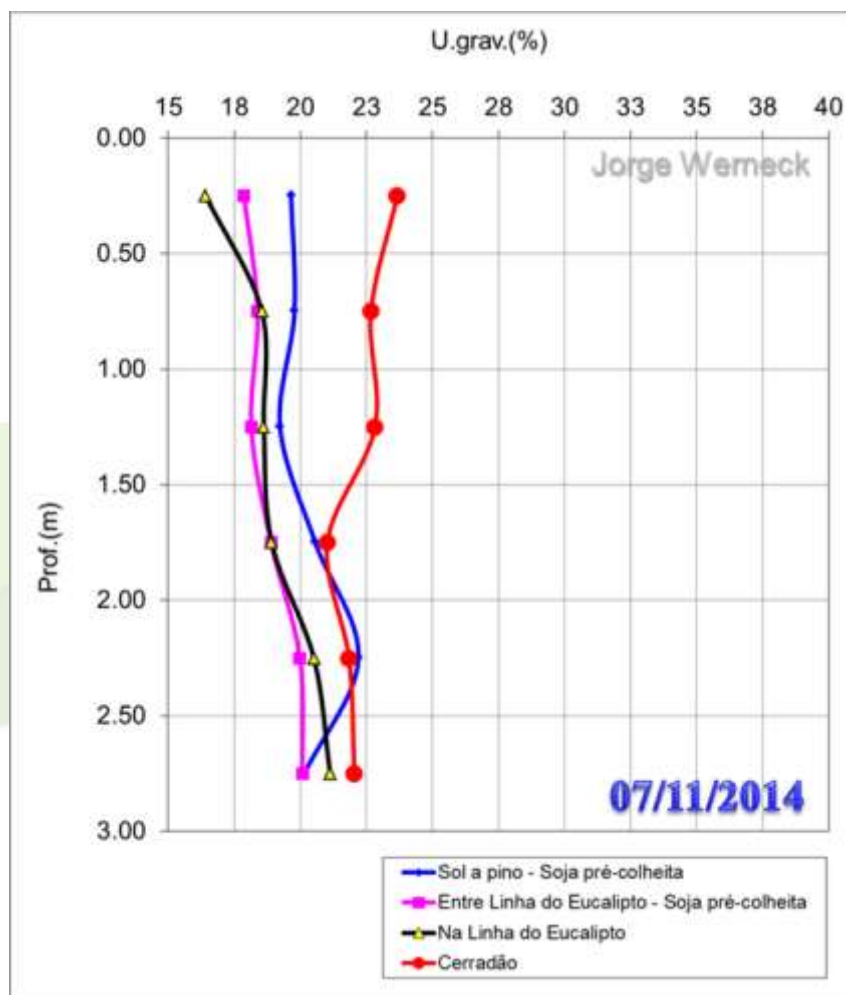
Lago Descoberto



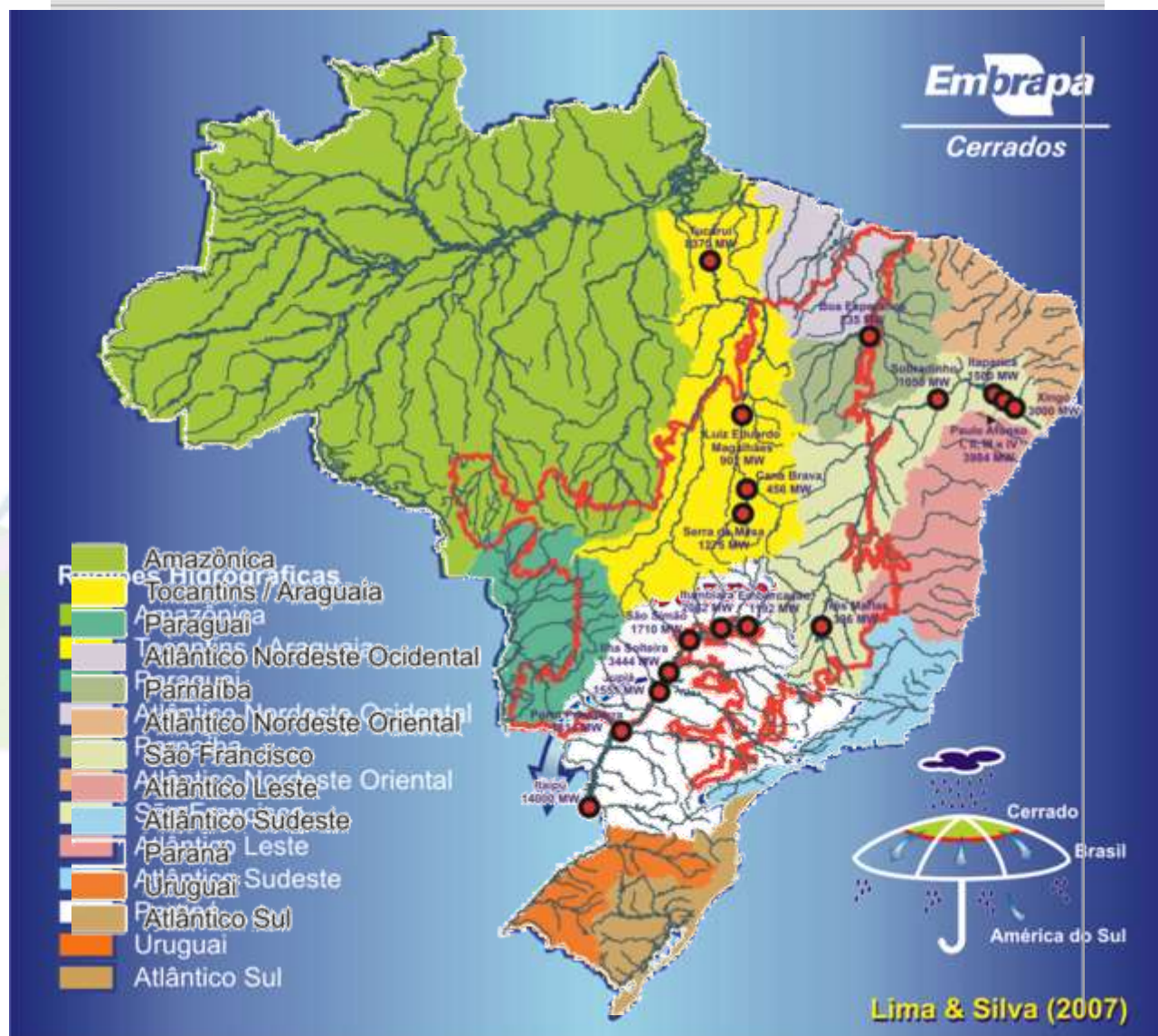
- ☐ Pior situação da série média mensal.
- ☐ Curto prazo: praticamente sem risco para 2015.
- ☐ Reavaliar situação no final do período de chuva (abril).



Bacia Experimental do Córrego Sarandi

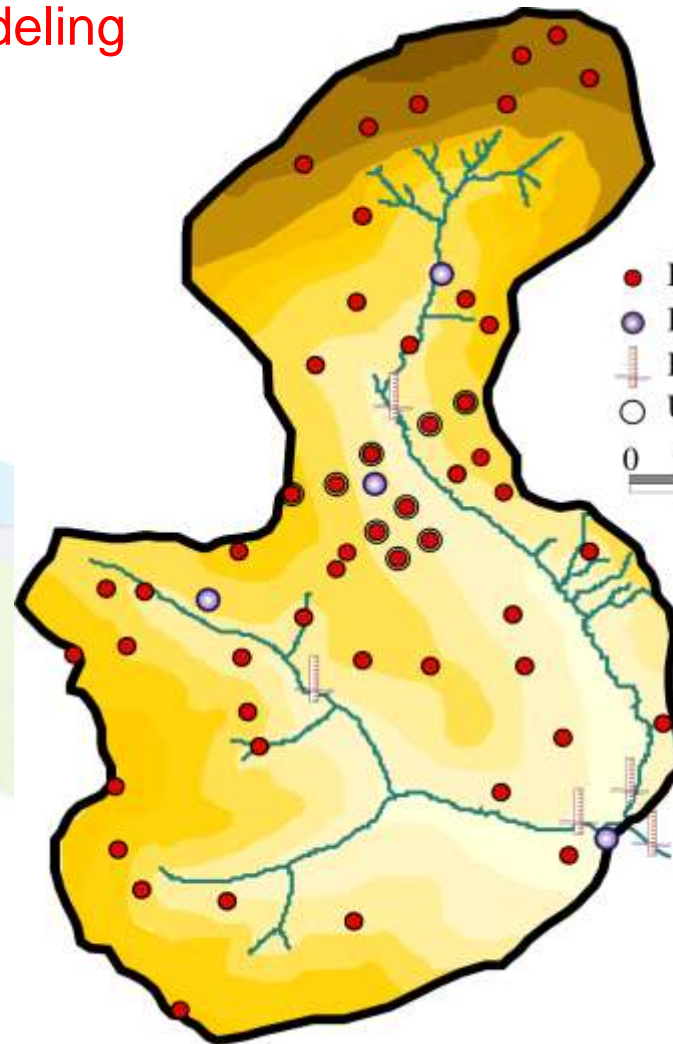
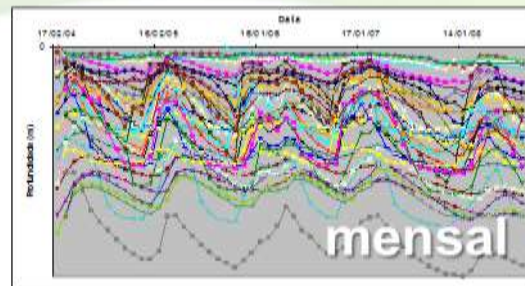
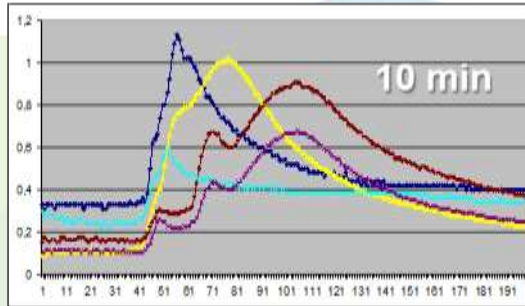
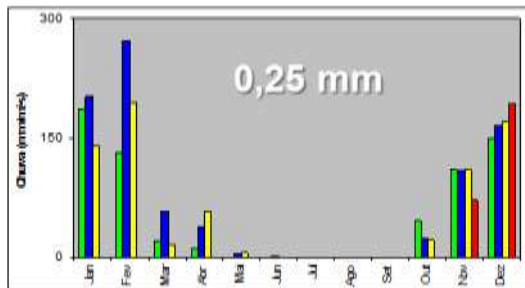


Situação da Região



Bacia Experimental do Alto Rio Jardim

Hydrological modeling



- Estação piezométrica (56)
- Estação pluviográfica (4)
- Estação fluviográfica (5)
- Umidade do solo (9)

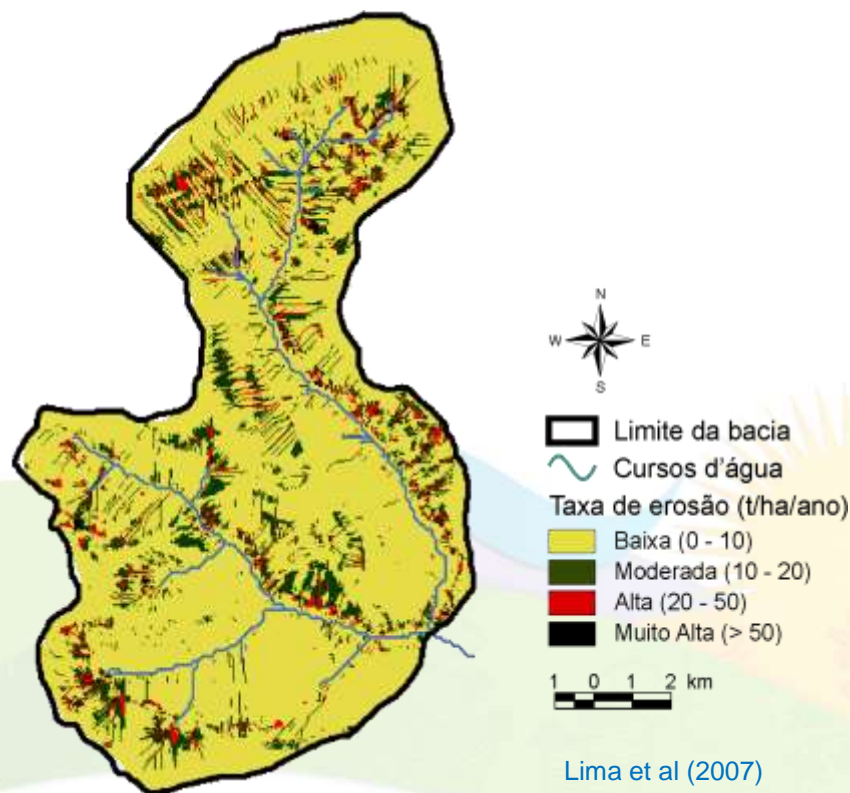
0 1 2 km



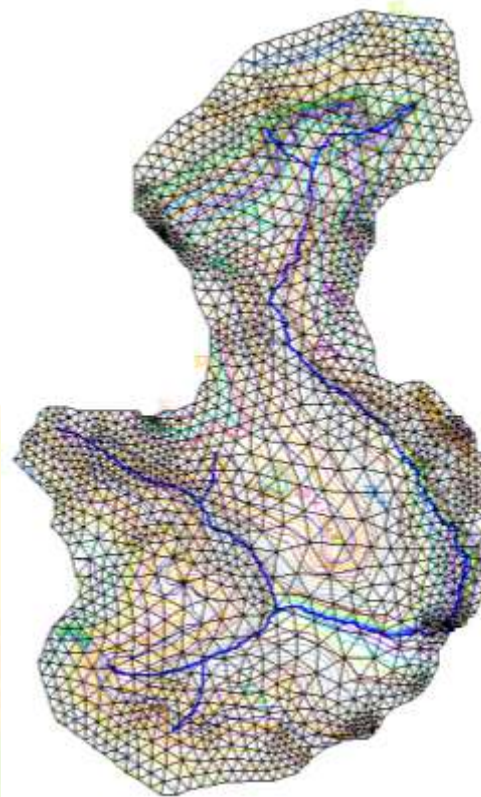
- ✓ Comportamento;
- ✓ Processos;
- ✓ Métodos;
- ✓ Modelagem.



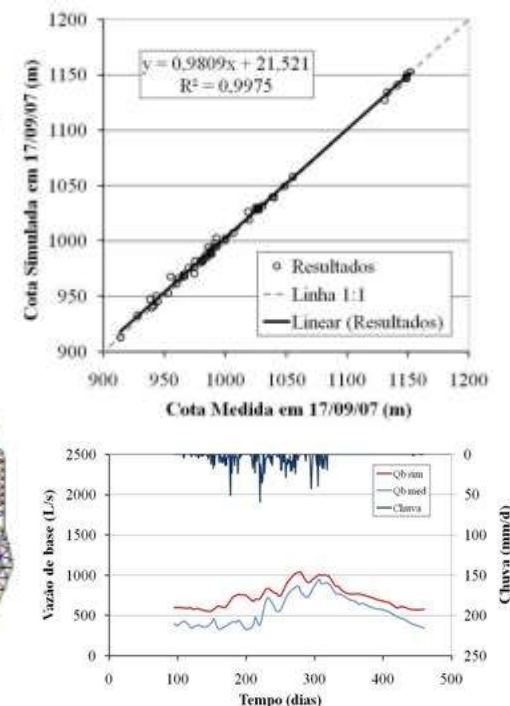
Modelagem Hidrológica



Erosão hídrica (USLE).



Água subterrânea e escoamento de base (FEFLOW).



Lima (2010)

Outros modelos → SWAT, KINEROS2, AGNPS, WEPP, WESP, MIKE-SHE,

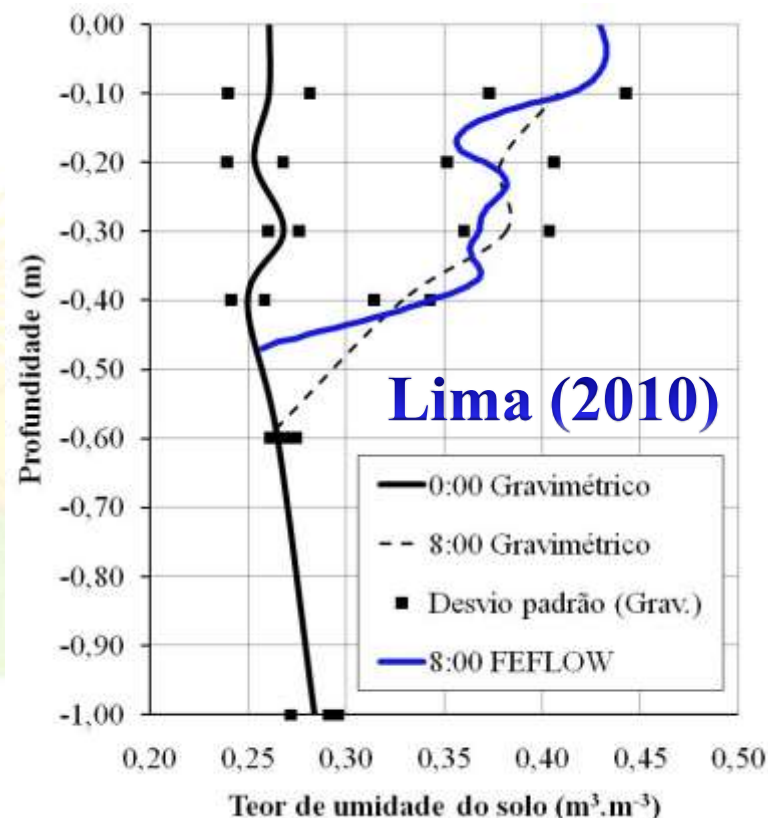


Resultados

- Modelagem do fluxo vertical (1-D) da água em solo típico de Cerrado sob condições não-saturadas

O FEFLOW funciona em área de Cerrado?

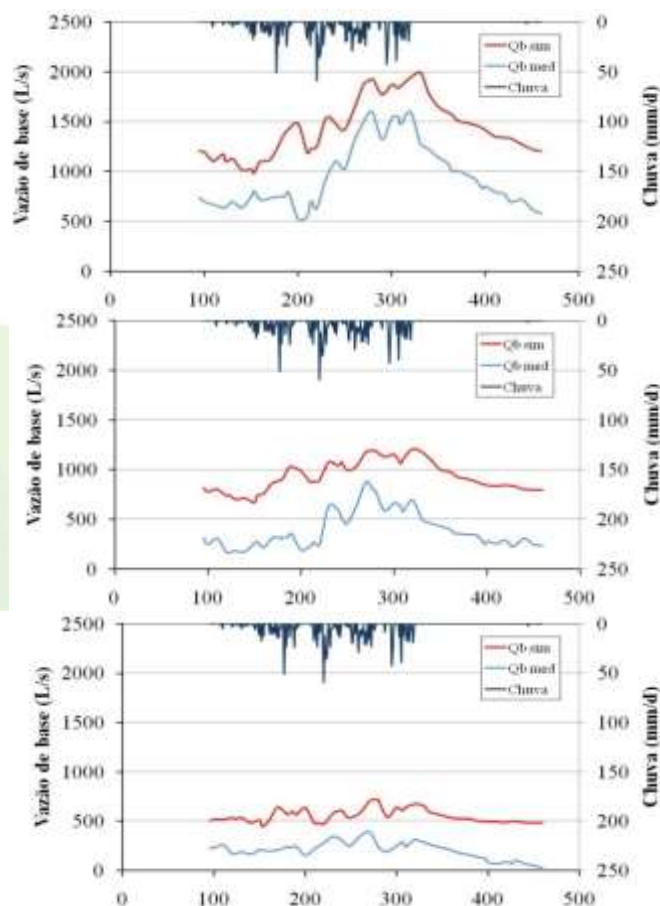
Comparação entre os dados no início e no final da simulação efetuada utilizando o FEFLOW e os dados de umidade medidos pelo método gravimétrico.





Resultados

Simulação de Q_b utilizando K_s F8



Estação Jardim Jusante

$E_{Nash} = -1,59$
 $Q_{med.sim.} = 1.432,39 \text{ L.s}^{-1}$
 $Q_{med.obs} = 947,06 \text{ L.s}^{-1}$
 $E_{vol} = 51,2 \%$

Estação Jardim Montante

$E_{Nash} = -8,16$
 $Q_{med.sim.} = 935,58 \text{ L.s}^{-1}$
 $Q_{med.obs} = 388,89 \text{ L.s}^{-1}$
 $E_{vol} = 140,6 \%$

Estação Jardim Ch 95

$E_{Nash} = -17,80$
 $Q_{med.sim.} = 552,00 \text{ L.s}^{-1}$
 $Q_{med.obs} = 207,70 \text{ L.s}^{-1}$
 $E_{vol} = 165,8 \%$



Cal: 2006/07

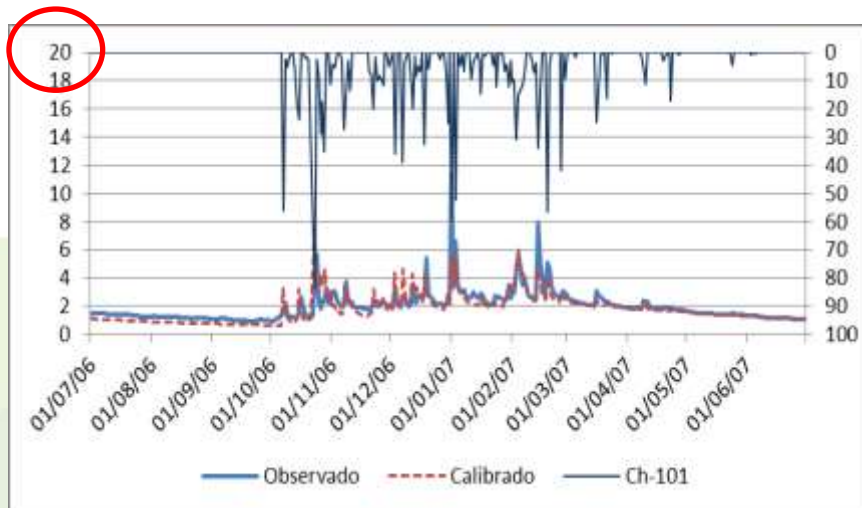
Val: 2007/08

Lima (2010)

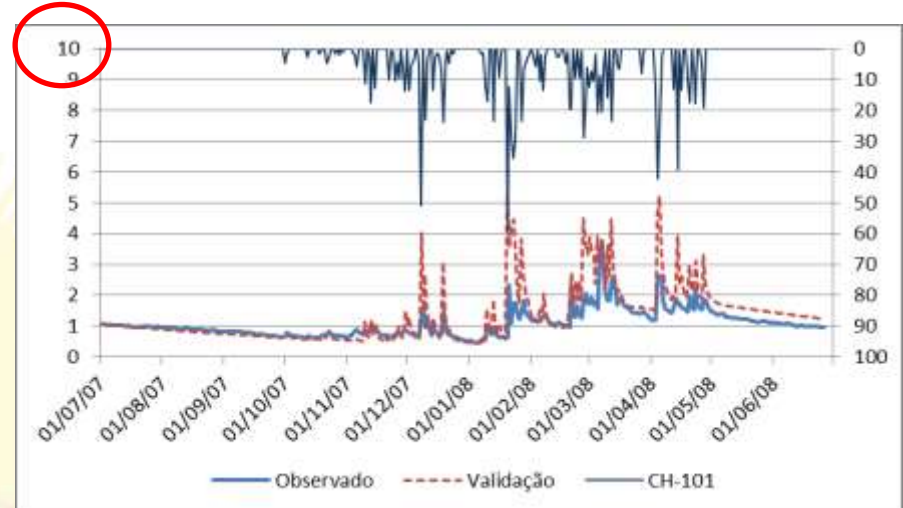


Aplicabilidade do modelo SWAT na simulação da vazão em bacia experimental agrícola do Bioma Cerrado

Kássia Batista de Castro⁽¹⁾, Henrique Llacer Roig⁽¹⁾ e Jorge Enoch Furquim Werneck Lima⁽²⁾



Calibração (ENS = 0,6)

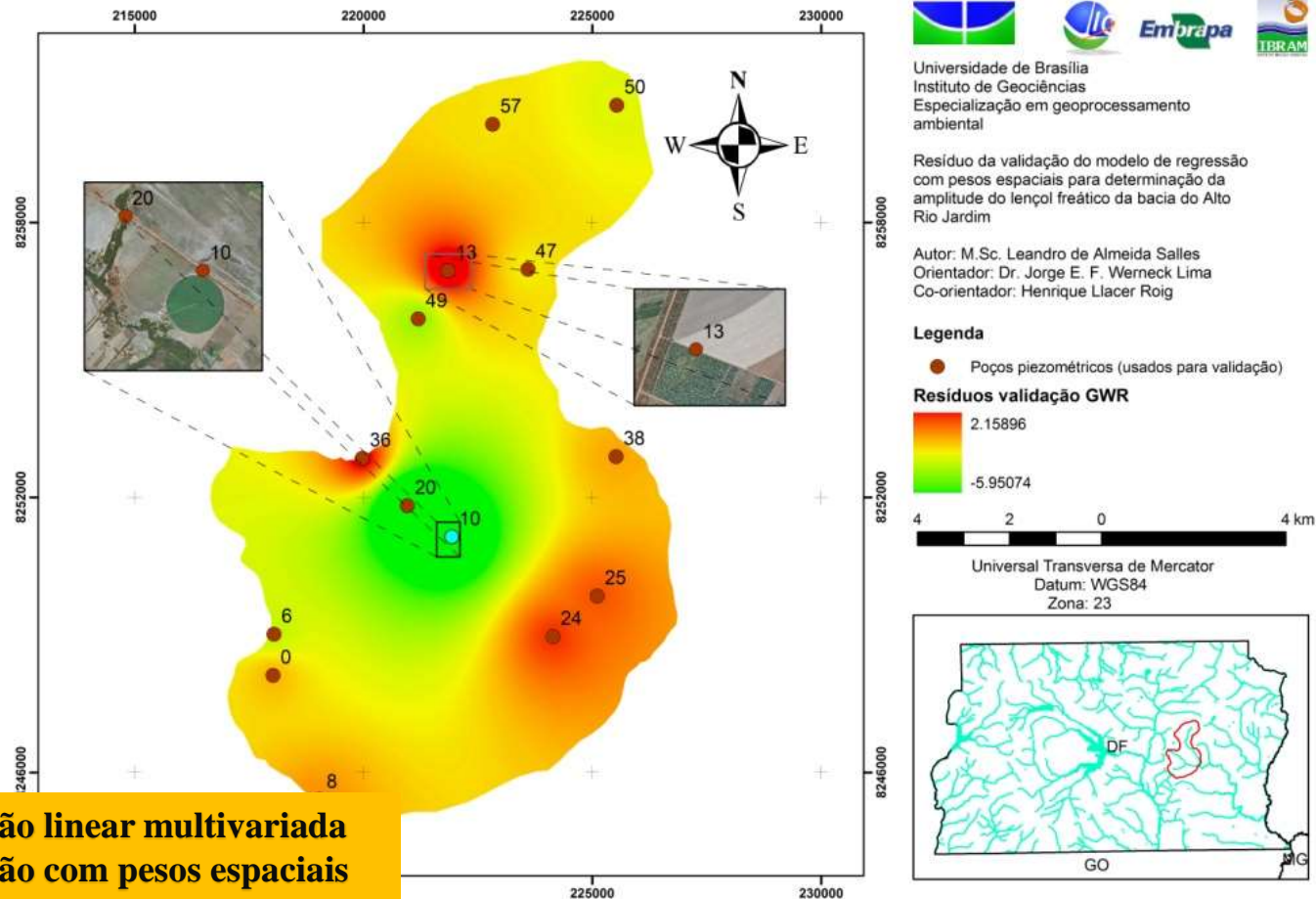


Validação (ENS < 0)

- ☐ Não conseguiu validar a calibração.
- ☐ Poucos anos de dados → Em 2007-08 as respostas das Q às chuvas foram diferentes de 2006-07.
- ☐ Necessidade de mais dados → Estamos monitorando.

DESENVOLVIMENTO DE MODELO ESTATÍSTICO PARA ESTIMATIVA DA VARIAÇÃO DO NÍVEL FREÁTICO DE POÇOS PIEZOMÉTRICOS NA BACIA EXPERIMENTAL DO ALTO RIO JARDIM

Leandro de Almeida Salles⁽¹⁾, Henrique Llacer Roig⁽¹⁾ e Jorge Enoch Furquim Werneck Lima⁽²⁾



- ☐ Regressão linear multivariada
- ☐ Regressão com pesos espaciais

Solos do Cerrado vs. Recursos Hídricos



Geoderma Regional

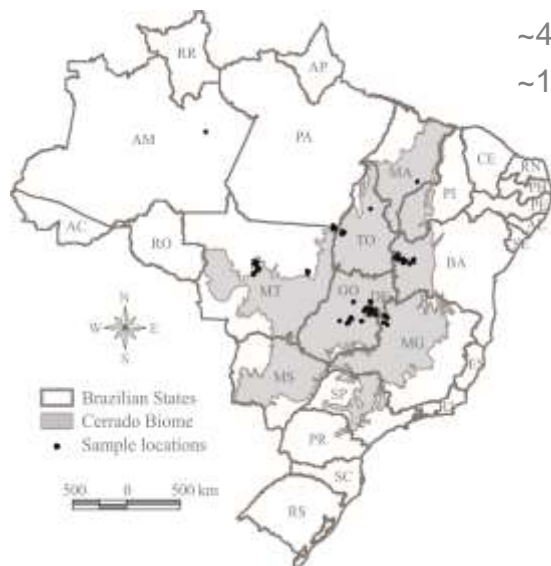
Available online 21 August 2014

In Press, Accepted Manuscript — Note to users

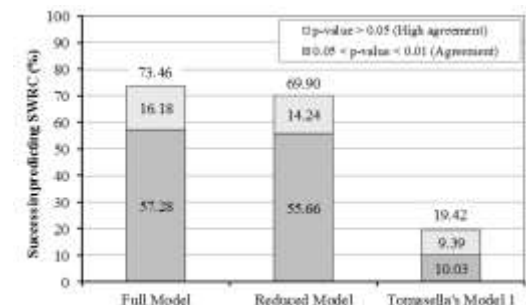
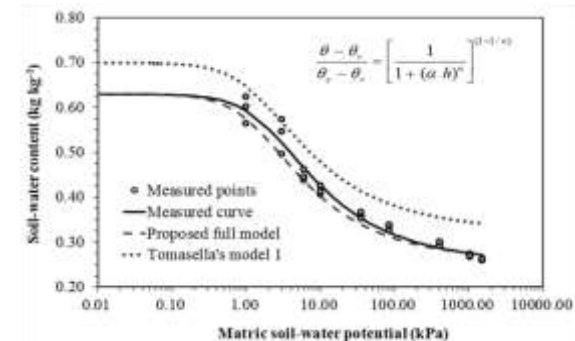
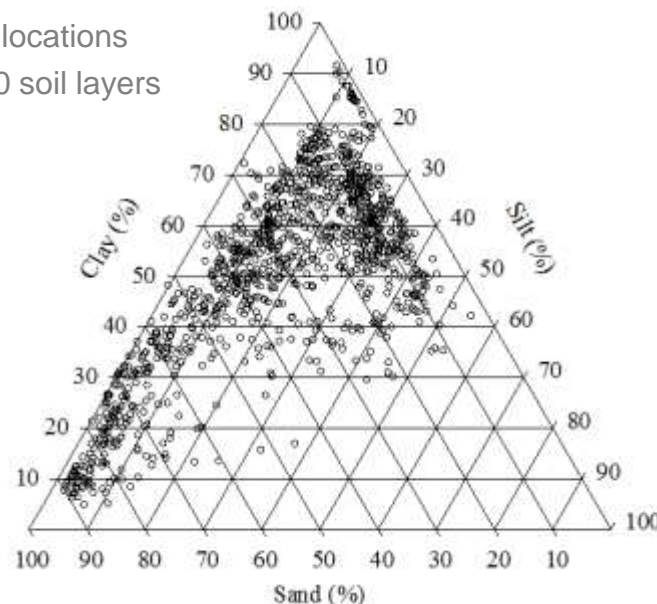


Development of pedotransfer functions for estimating water retention curve for tropical soils of the Brazilian savanna

Euzebio Medrado, Jorge E.F.W. Lima



~400 locations
~1400 soil layers





Development of a soil database for applying SWAT model in a catchment of the Brazilian Savanna



Jorge Enoch Furquim Werneck



Lima



Euzebio Medrado da Silva



Michael Strauch



Embrapa
Cerrados



Embrapa
Cerrados



HELMHOLTZ
ZENTRUM FÜR
UMWELTFORSCHUNG
UFZ



Hochschule
Weihenstephan-
Triesdorf



Estudo Integrado de Águas Subterrâneas e Superficiais na Bacia Experimental do Alto Rio Jardim, DF

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Pesquisador em Hidrologia

Presidente do CBH-Paranoá

Diretor Técnico da ABRH



Obrigado!!!

