

# Gestão Integrada Águas Subterrâneas e Superficiais (Recursos Hídricos)

*Edson Wendland  
Universidade de São Paulo*

# Conteúdo

- Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH = IWRM)
  - Conceitual, abstrata
- Monitoramento Integrado de Recursos Hídricos (MIRH)
  - Aplicado, quantificável

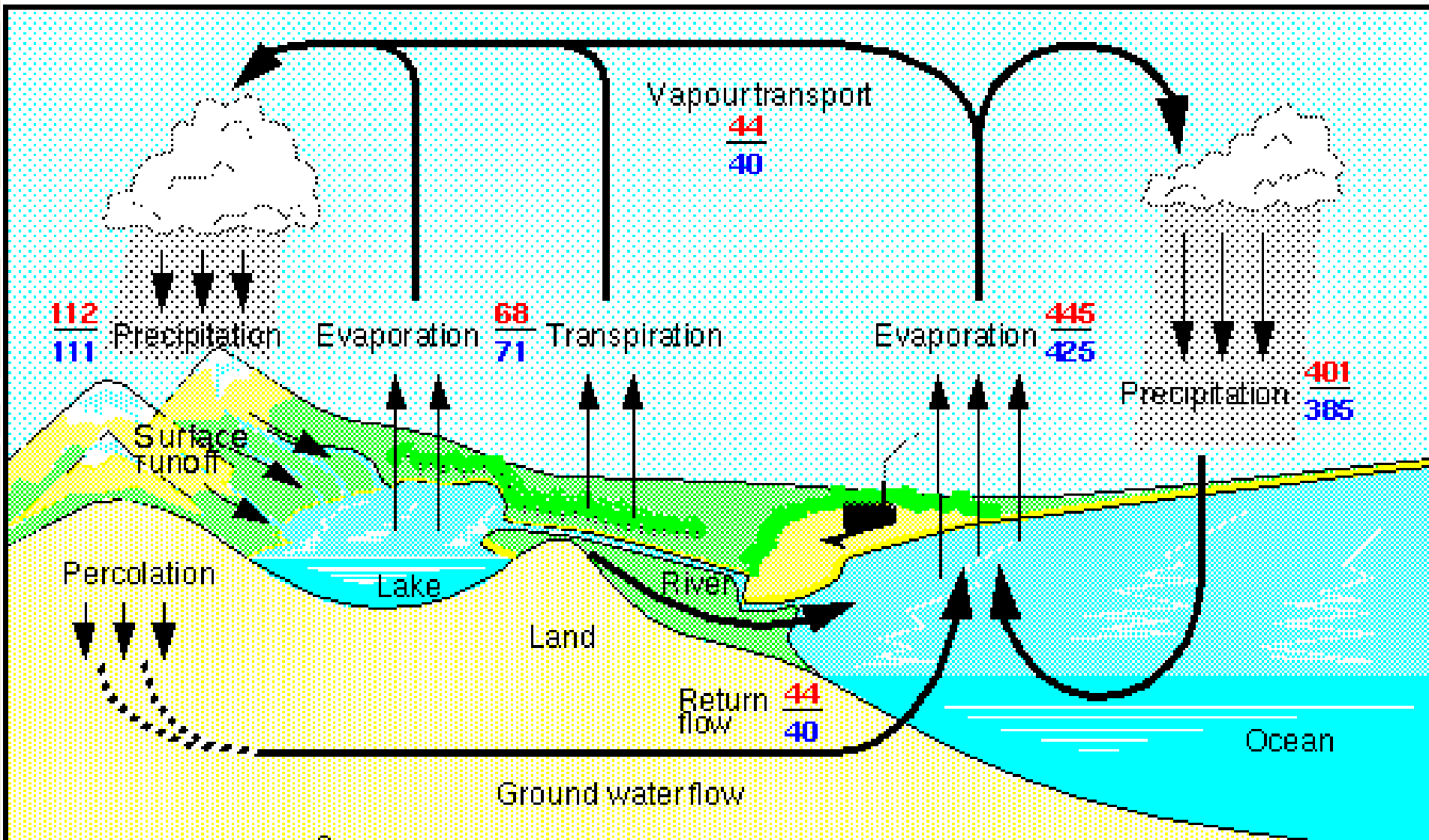


# Antes de iniciar...

- A base do GIRH (IWRM) é que os diferentes usos da água são interdependentes
- Gestão integrada significa que todos os os diferentes usos dos recursos hídricos são considerados conjuntamente



# Ciclo Hidrológico



Transport in 1000 km<sup>3</sup> per year

Red = model calculation (MPI, ECHAM3, 1992)

Blue = observation (Baumgartner & Reichel, 1975)



# Pressões sobre os recursos hídricos

- **Crescimento populacional:** demanda por mais água, produzindo mais águas residuárias e poluição
- **Urbanização:** migração de áreas rurais para áreas urbanas, aumentando as dificuldades para distribuição de água e tratamento de esgoto
- **Crescimento econômico:** grandes populações contribuem para demanda crescente por atividades econômicas
- **Globalização comercial:** produção realocada sem consideração dos recursos

**Qual desses aspectos é o mais importante?**

- **Mudanças climáticas:** inundações e secas mais intensas aumentam a vulnerabilidade da população
- **Mudanças climáticas:** aumentam a incerteza sobre o ciclo hidrológico

# A GIRH é

- um **conceito empírico**, construído a partir da experiência de especialistas,
- e uma abordagem flexível para a gestão da água, que pode ser adaptada a diferentes contextos nacionais e locais,
- por isso,
- não é uma teoria científica que necessita de comprovação acadêmica.
  
- Mas
- exige que os legisladores tomem decisões sobre **quais** reformas e medidas, ferramentas de gestão e arranjos institucionais **são mais apropriados em um determinado contexto cultural, social, político, econômico e ambiental.**

# Definição de GIRH (IWRM)

**GIRH é um processo que promove o desenvolvimento e gerenciamento coordenado da água, terra e recursos correlatos, de forma a maximizar o resultado econômico e bem estar da população de uma maneira equitativa, sem comprometer a sustentabilidade de ecossistemas vitais.**

GWP, TEC Background Paper No. 4:  
*Integrated Water Resources Management*

TAC BACKGROUND PAPERS

NO. 4

*Integrated Water Resources Management*

Global Water Partnership  
Technical Advisory Committee (TAC)





# GIRH:

## O que isso realmente significa?

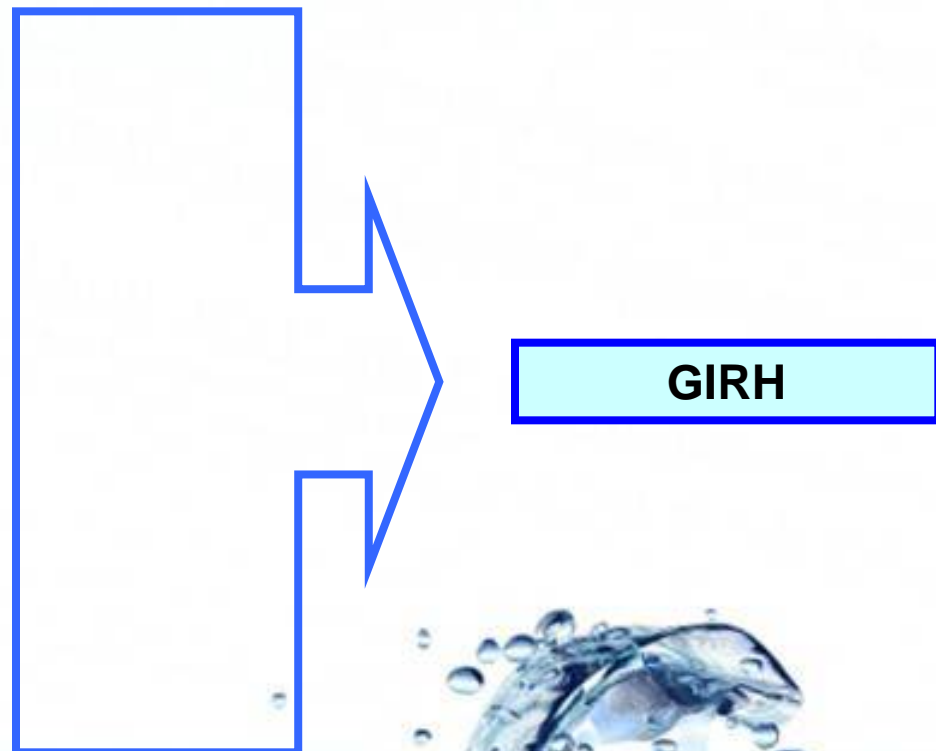
- Desenvolvimento e gestão coordenada de:
  - Terra e água
  - Água superficial e subterrânea
  - Interesses de montante e jusante





# Principais atividades de gestão de recursos hídricos

- Alocação de água
- Controle de poluição
- Monitoramento
- Gestão financeira
- Gestão de enchentes e secas
- Gestão da informação
- Planejamento de bacias
- Participação de usuários



# Integração de diferentes setores



# Princípios da GIRH

- Água potável é um recurso finito e vulnerável, essencial à vida, ao desenvolvimento e ao meio ambiente





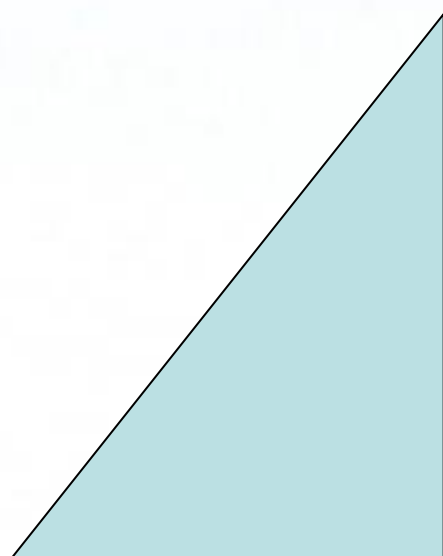
# Princípios da GIRH

- A gestão e aproveitamento da água devem ser baseados em uma abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores, gestores e legisladores em todos os níveis.





# Dificuldade para assegurar “envolvimento”



50

decisão

200

avaliação

2 000

participação

200 000

informação

2 500 000

população

Como fazer ?

# Princípios da GIRH

- A água tem um valor econômico em todos os seus usos concorrentes e deve ser reconhecida como um bem econômico e como um bem social
  - A água está se tornando escassa, com valor crescente
  - Os custos devem ser assumidos pelos beneficiários



# Princípios da GIRH

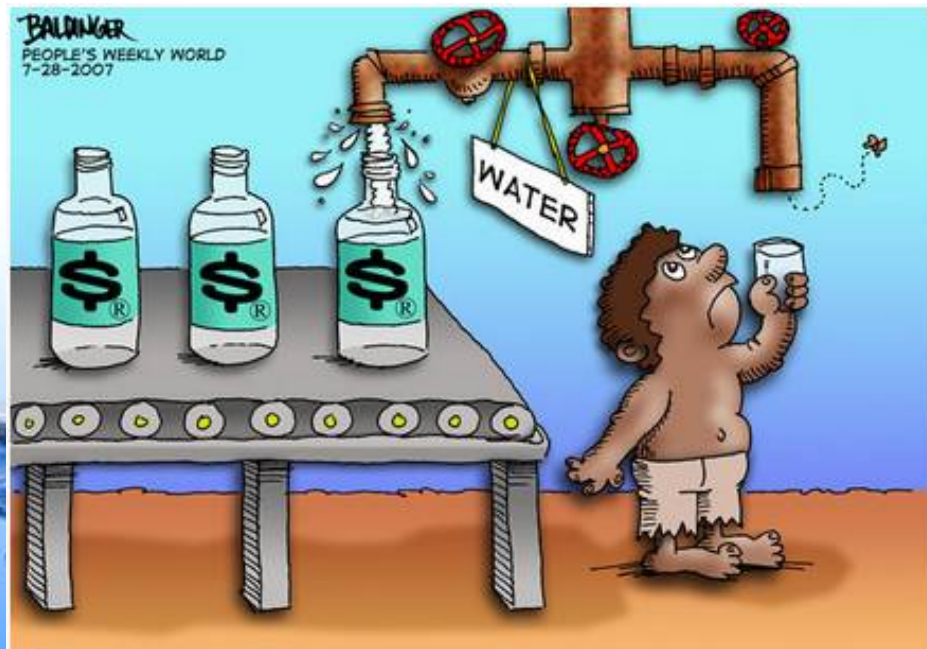
Argumentos para tratar a água como um bem econômico:

- Abordagem de mercado induz a melhor administração dos recursos hídricos
- Estimula a conservação
- Melhora a qualidade
- Auxilia a alocação da água para maximizar benefícios



Argumentos para tratar a água como um direito humano:

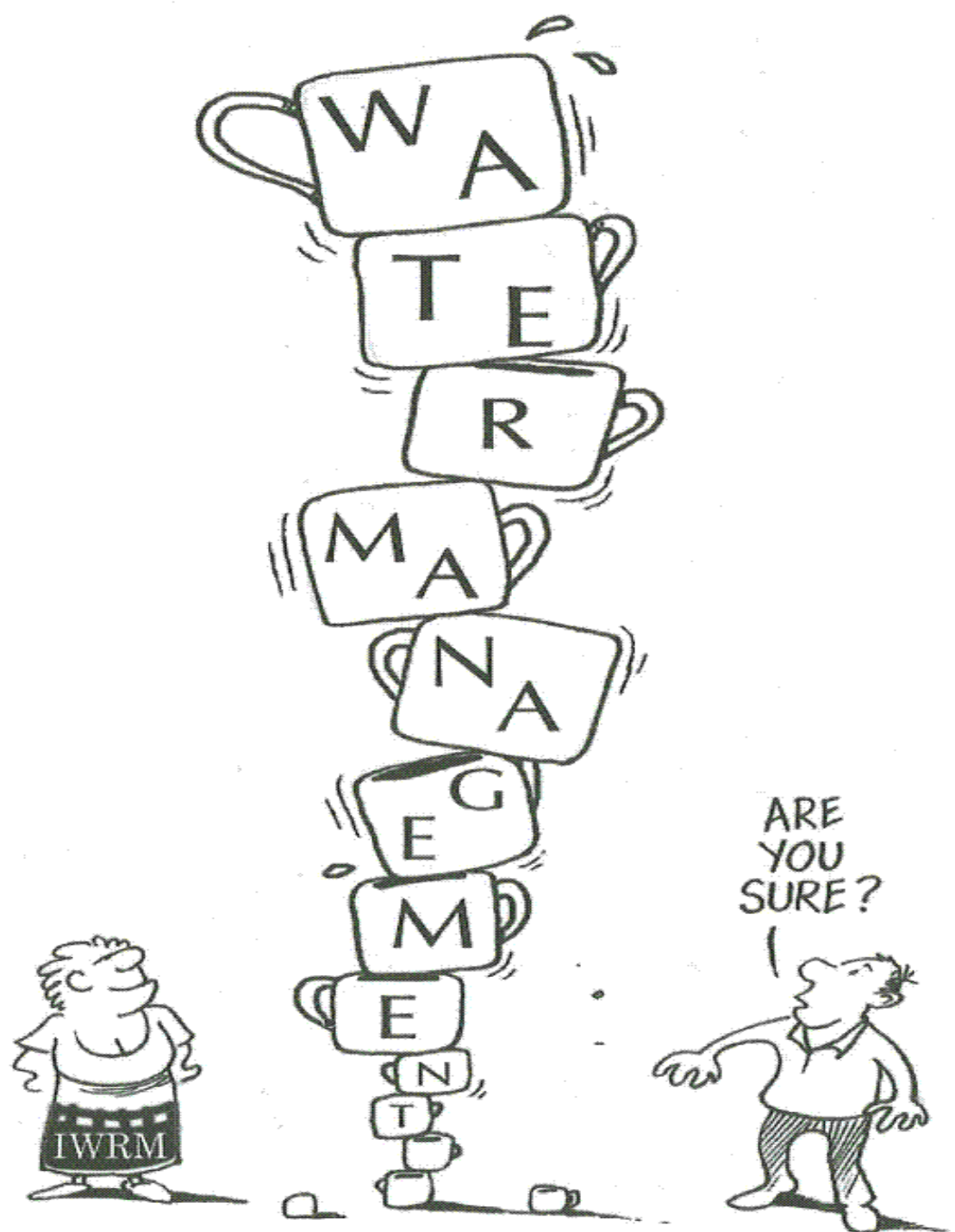
- Assegura água para todos
- Auxilia a definição de prioridades na política de recursos hídricos
- Foca a atenção na solução de conflitos pelo uso da água
- Ajuda a proteger outros direitos humanos



# Abordagem tradicional versus GIRH



Workshop Gestão Integrada de Recursos Hídricos  
Brasília-DF, 25 e 26 de setembro de 2014





## ... para entender melhor a abordagem “integrada” ...

- **Abordagem tradicional**

- Um setor
- Poucas instituições envolvidas
- Tomada de decisão em um setor
- Aborda questões isoladas
- Resolve interesses específicos
- Alocação setorial de fundos

- **Abordagem integrada**

- Multisetorial
- Várias instituições envolvidas
- Tomada de decisão “coletiva”
- Aborda questões complexas
- Resolve interesses primários
- Alocação nacional de fundos

## ... para entender melhor a abordagem “integrada” ...

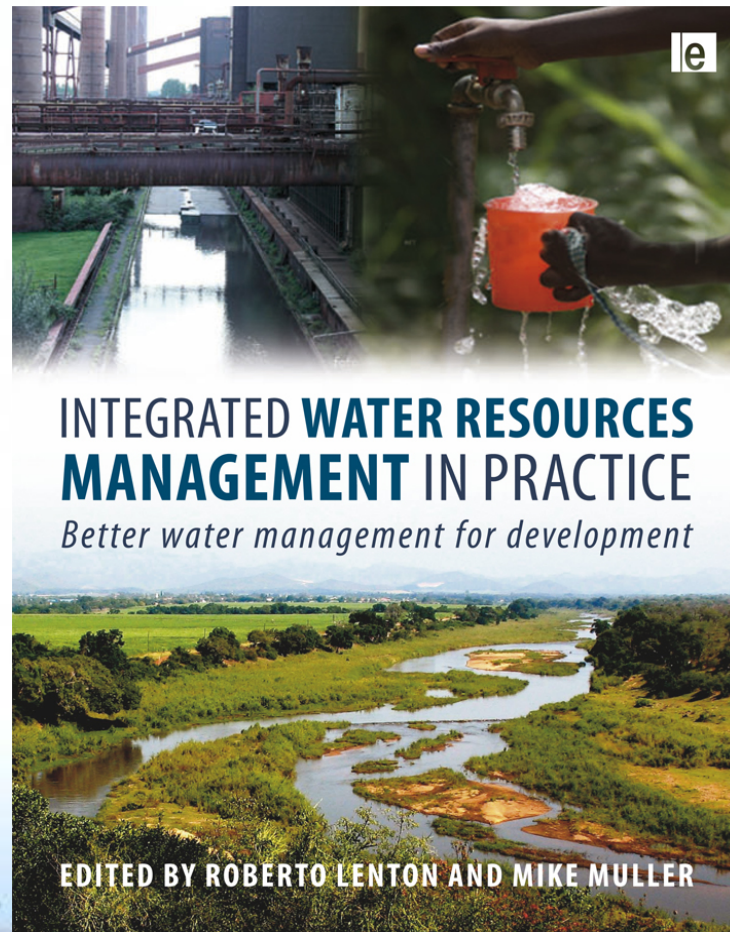
### Abordagem tradicional

- Hidrologia/Hidrogeologia
  - Qual é a produção esperada da bacia ou aquífero ?
- Engenharia Hidráulica
  - Quanta água vaza do sistema ?
  - Como a perda pode ser reduzida ?
- Gestão
  - Qual é a escala econômica do vazamento ?

### Abordagem integrada

- Como novos investimentos serão acordados ?
- Como as estruturas locais de gestão podem equilibrar usos concorrentes ?
- Como os usuários vão negociar outorgas de água sob diferentes condições de disponibilidade (escassez) ?
- Como os consumidores vão reagir a cortes periódicos de água e crescentes preocupações ambientais ?

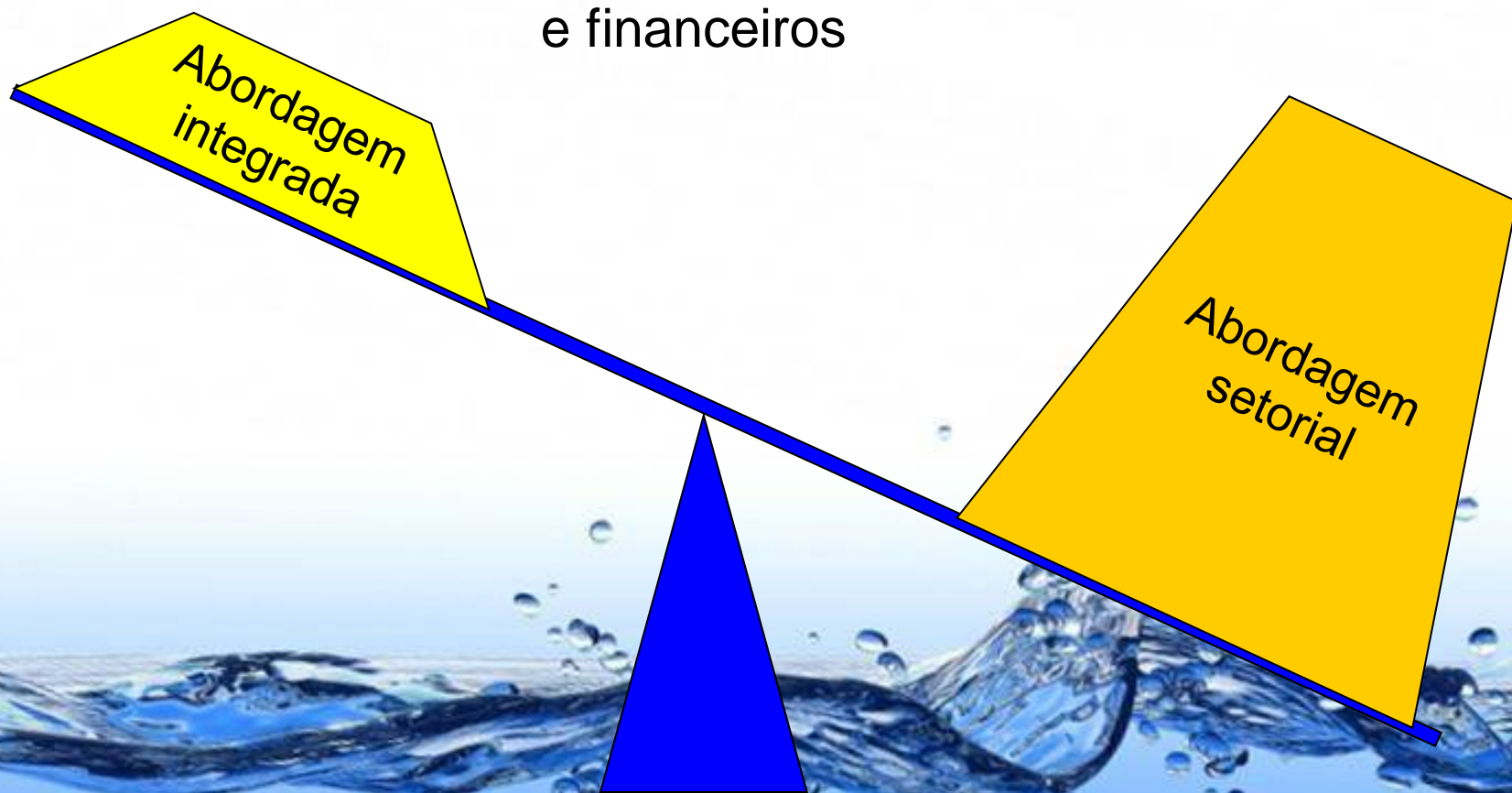
# Lições assimiladas





# Riscos da abordagem setorial

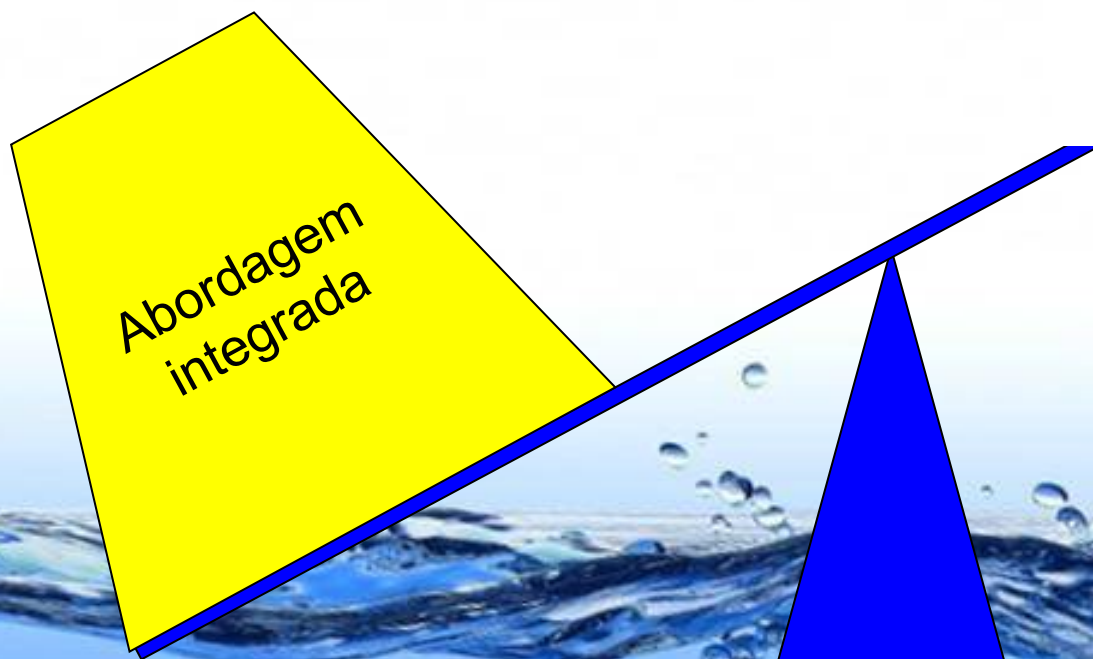
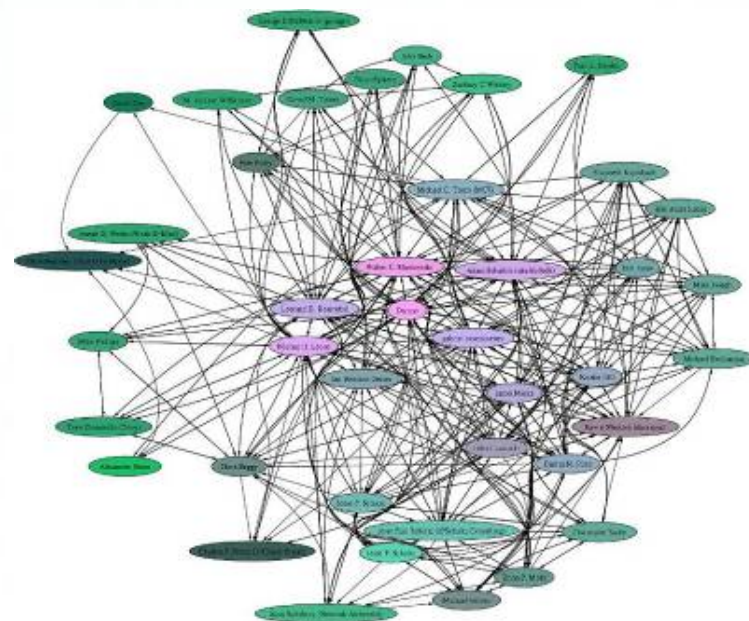
- Negligência de impactos negativos ao meio ambiente e outros setores
- Uso ineficiente de recursos naturais e financeiros





# Riscos da abordagem integrada

- Fica “atolada” na complexidade do problema
- Não faz bom uso do conhecimento de especialistas

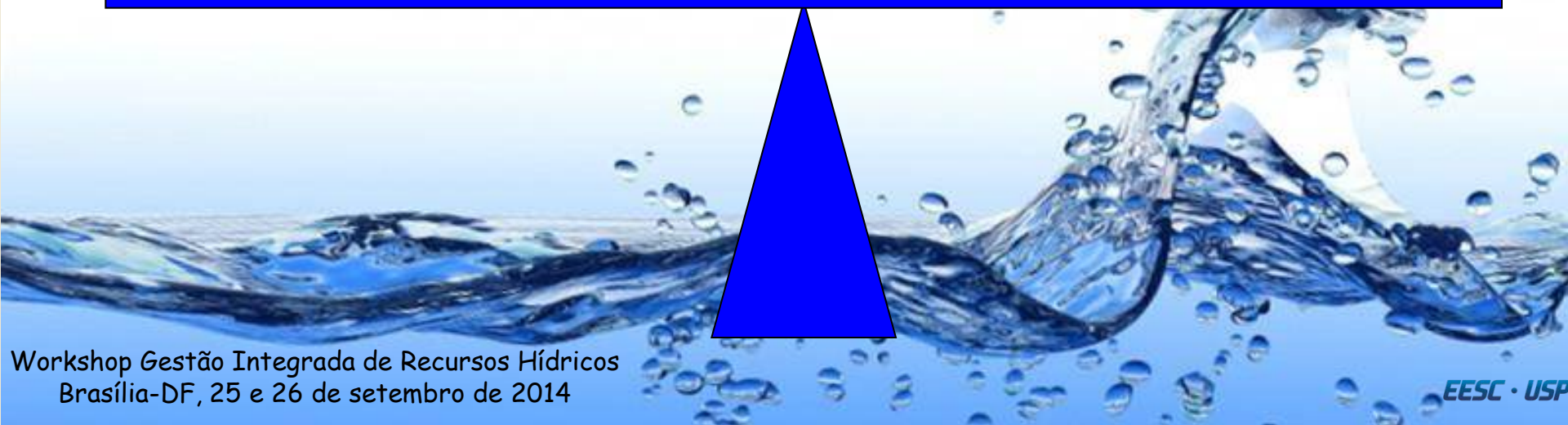


# Encontrando o equilíbrio

Cada país deve avaliar onde a integração faz sentido, com base na sua situação social, política e hidrológica

Abordagem integrada

Abordagem setorial



# Por que GIRH?

- Globalmente aceita, como um conceito de bom senso
- Elemento central na política nacional de recursos hídricos
- Incorpora componentes sociais e ambientais diretamente na política e tomada de decisões
- Envolve diretamente os usuários
- É uma ferramenta para otimização de investimentos em situações financeiras restritivas





# GIRH é um meio e não um fim

O objetivo não é atingir a GIRH, mas resolver assuntos relacionados à água de uma forma holística, dentro de um contexto físico (hidrológico) e de objetivos de desenvolvimento.

**DECISÕES BUSCANDO**

**Eficiência  
econômica**

**Equidade  
social**

**Conservação  
ambiental**

**PARA ATINGIR  
SUSTENTABILIDADE**

# Resumo

- GIRH é relacionada a desenvolvimento sustentável
- GIRH não é uma receita única e não pode ser aplicada como uma *check list* de ações
- GIRH não é uma prescrição, mas um processo iterativo com abordagem adaptativa
- A gestão de água não terá sucesso se for implementada como um sistema de governança isolado
- A implementação da GIRH deve refletir as prioridades do país
- GIRH inclui componentes 'técnicas' e 'sociais'







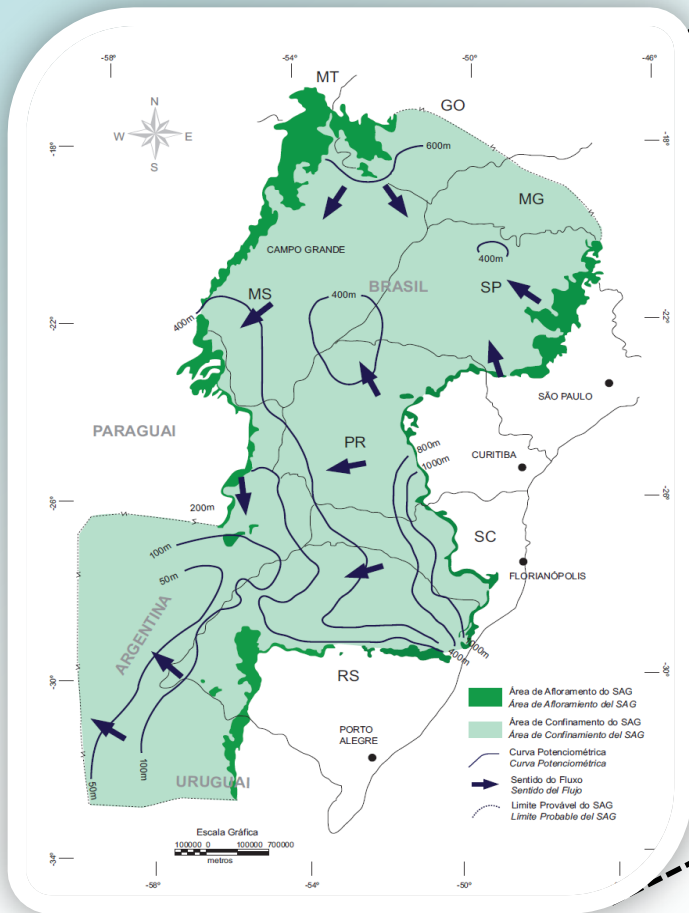
# Monitoramento Integrado de Recursos Hídricos



Edson Wendland



# Sistema Aquífero Guarani



Área de Afloramento do SAG

Área de Confinamento do SAG

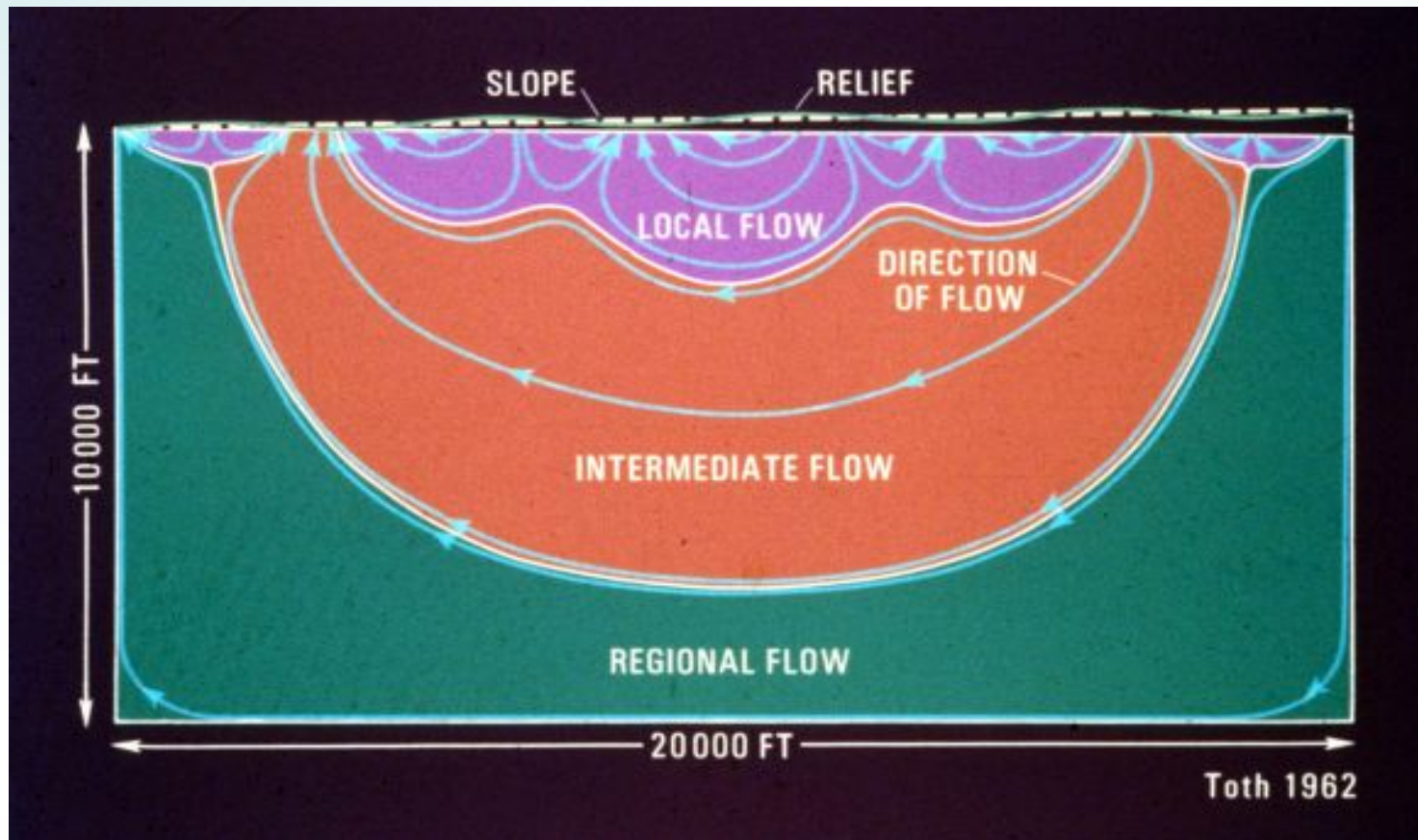
Fonte: OAS-SAG, 2009

Curva Potenciométrica

Sentido do Fluxo

# Hipótese

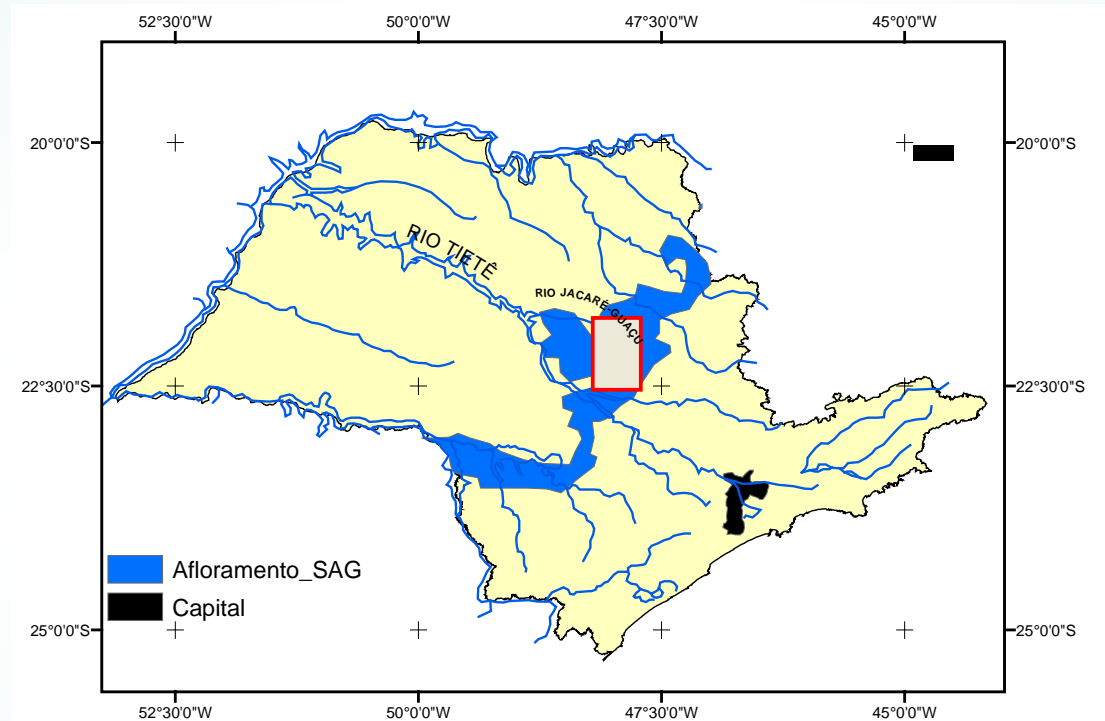
É possível quantificar a contribuição para o fluxo regional em escala de bacia ?



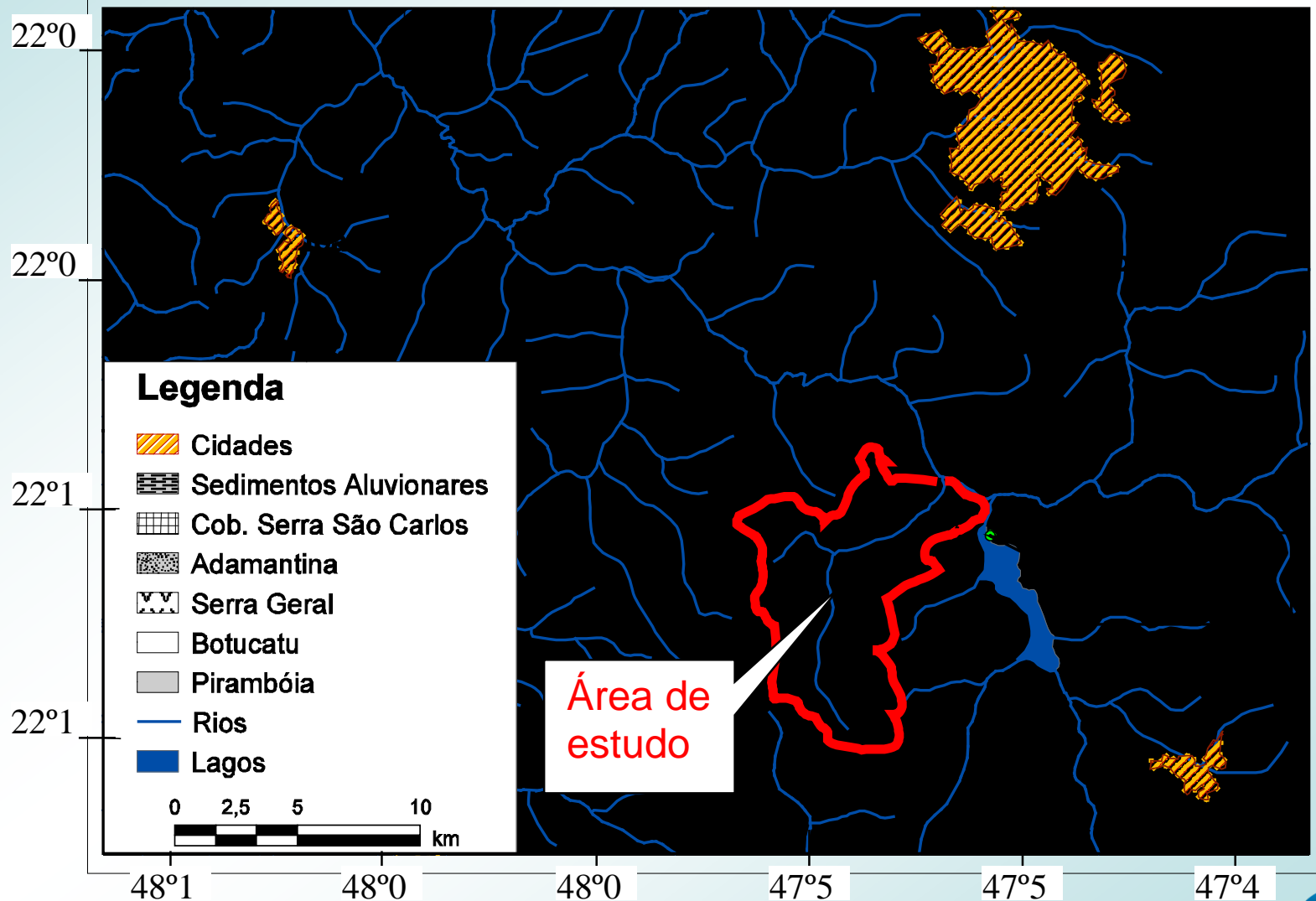




# A Bacia do Ribeirão da Onça

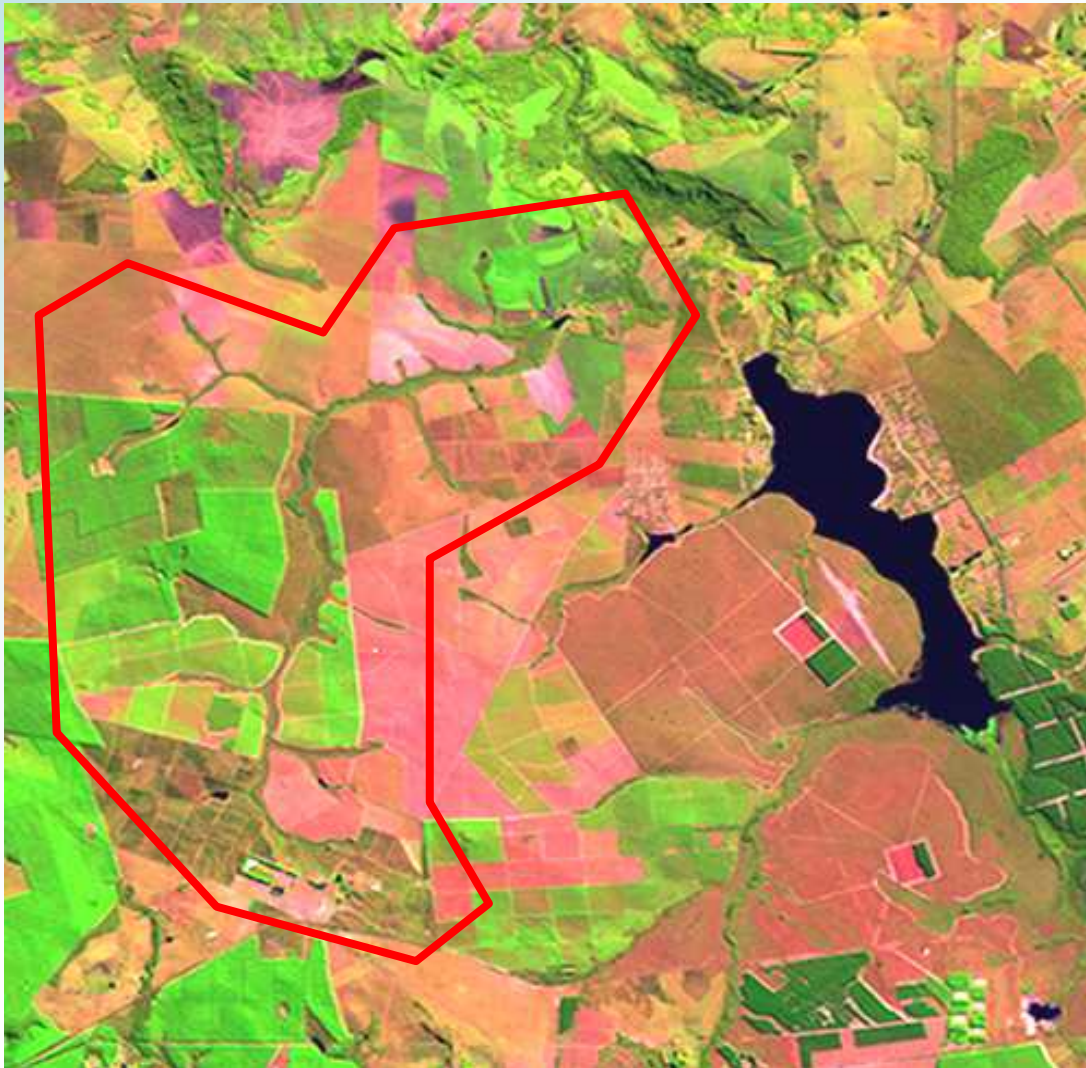


# A Bacia do Ribeirão da Onça





# A Bacia do Ribeirão da Onça



Área = 65 Km<sup>2</sup>

Perímetro = 42 Km

Extensão = 16 Km

Altitude Max = 840 m



# Usos do solo



# Afloramento SAG



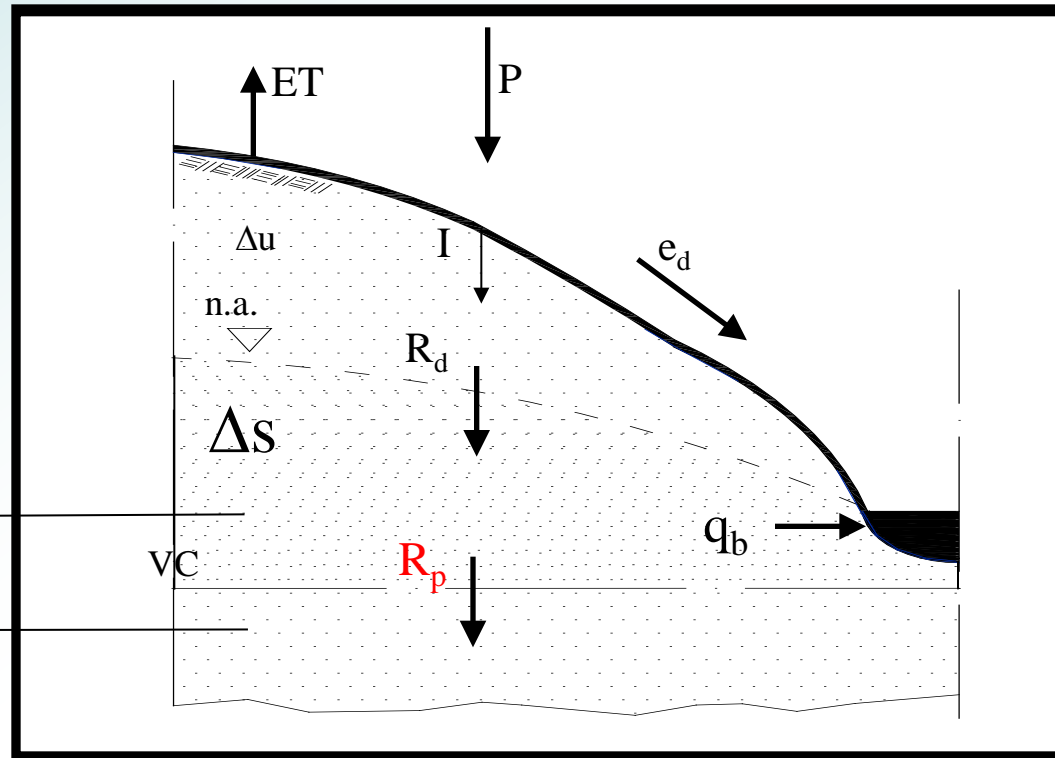
Cenozóico



Mesozóico



# Modelo conceitual



Cenozóico

Mesozóico

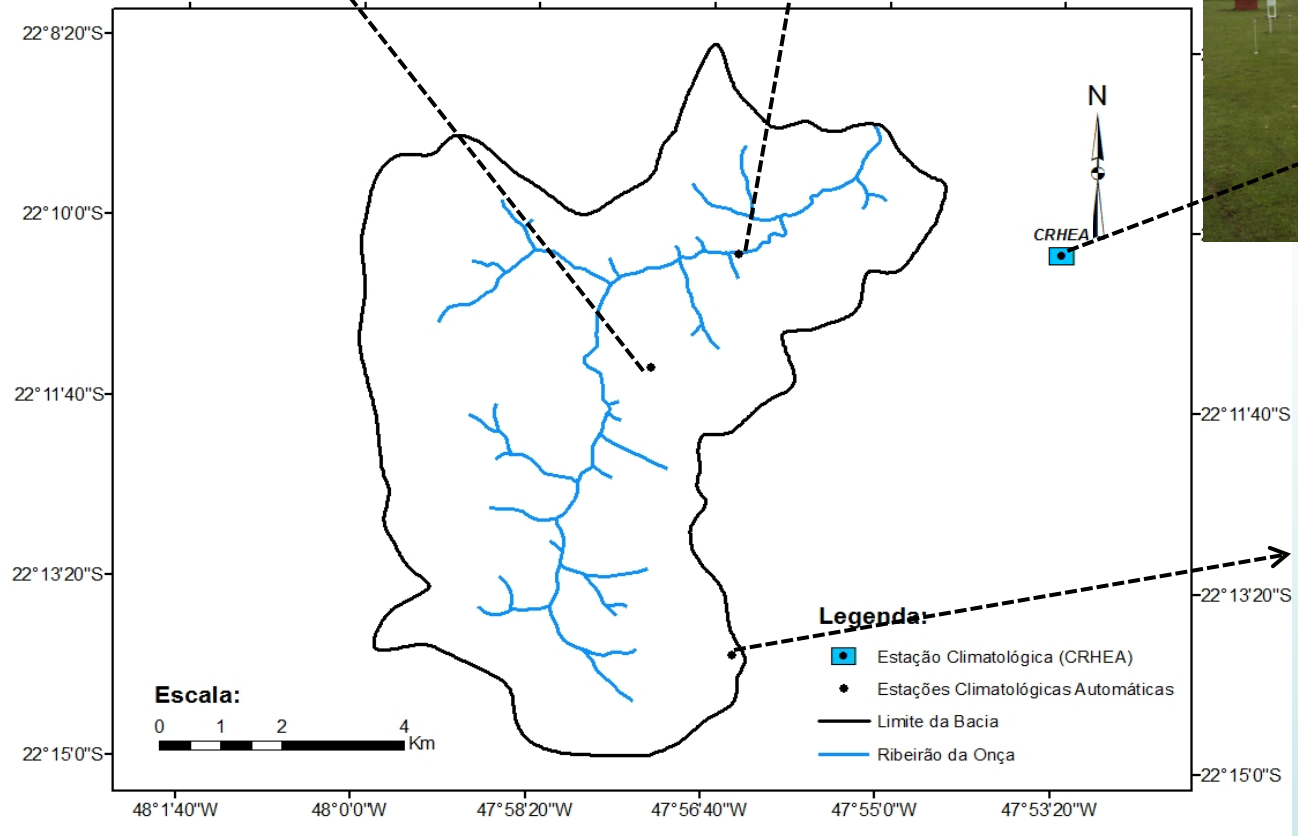
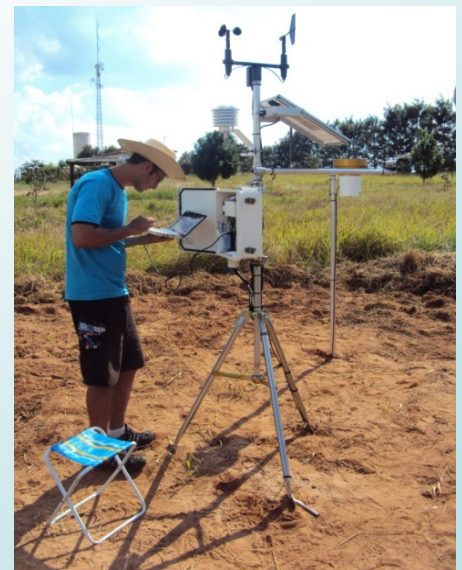
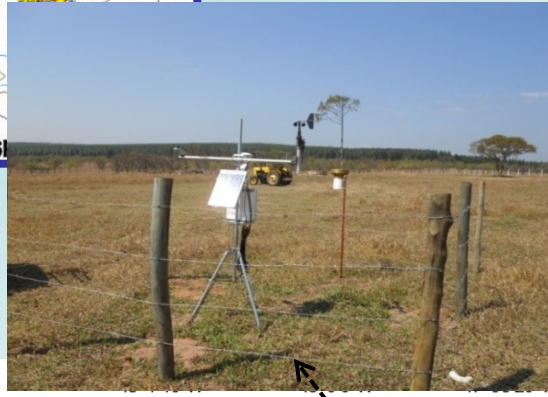
$$R_p = P - ET - e_d - q_b - \Delta s$$

$$R_p = R_d - q_b - \Delta s$$



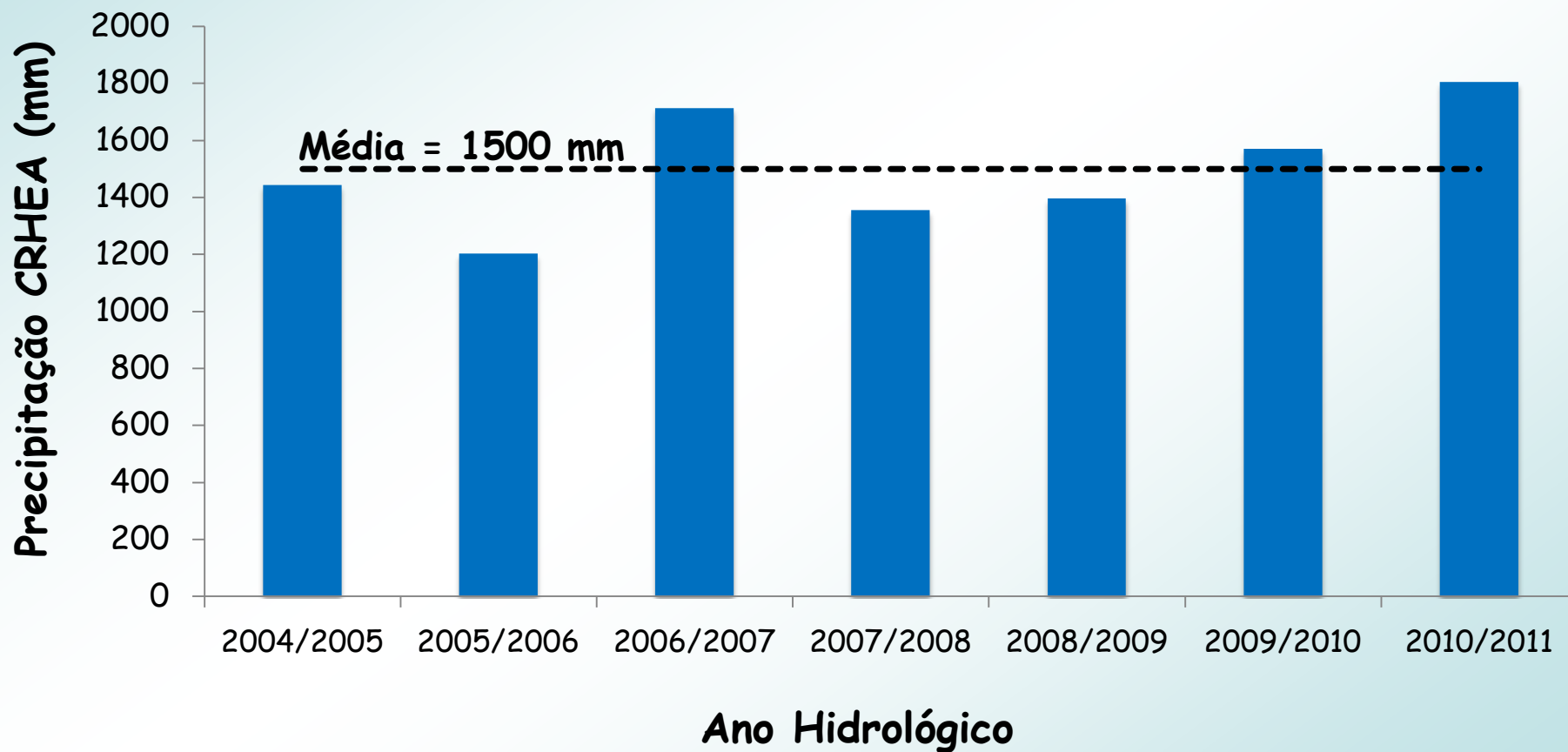


# Precipitação





# Precipitação (mm)



# Evapotranspiração - ET

- Penman-Monteith FAO 56
- Thornthwaite
- Class A pan
- Lysimeters



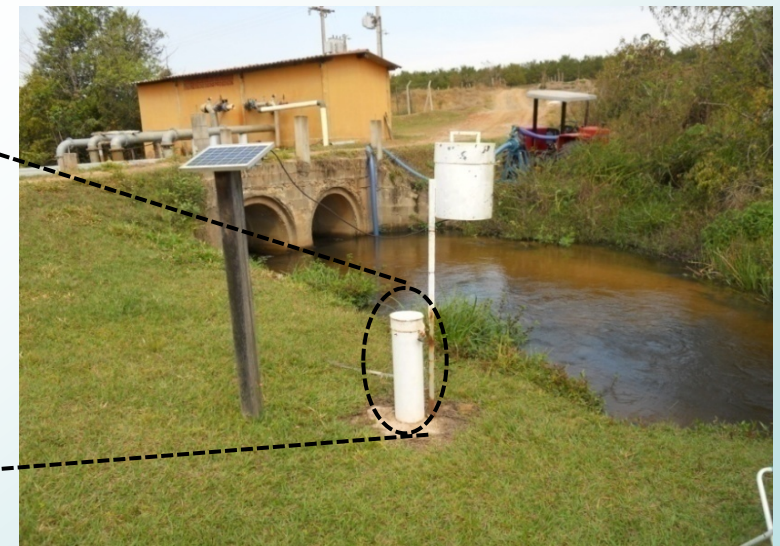


# Evapotranspiração real



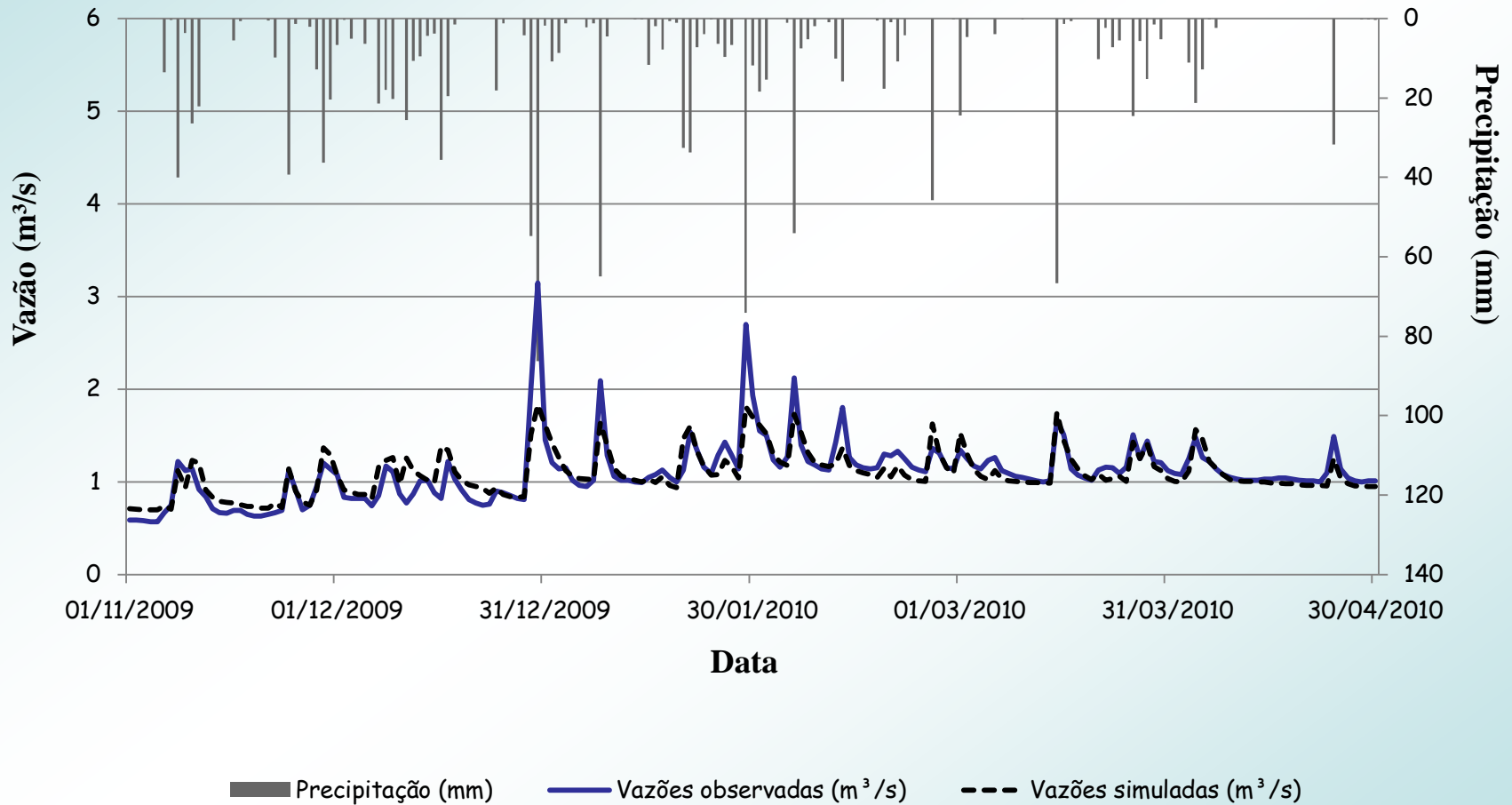


# Escoamento superficial - $e_d + q_b$





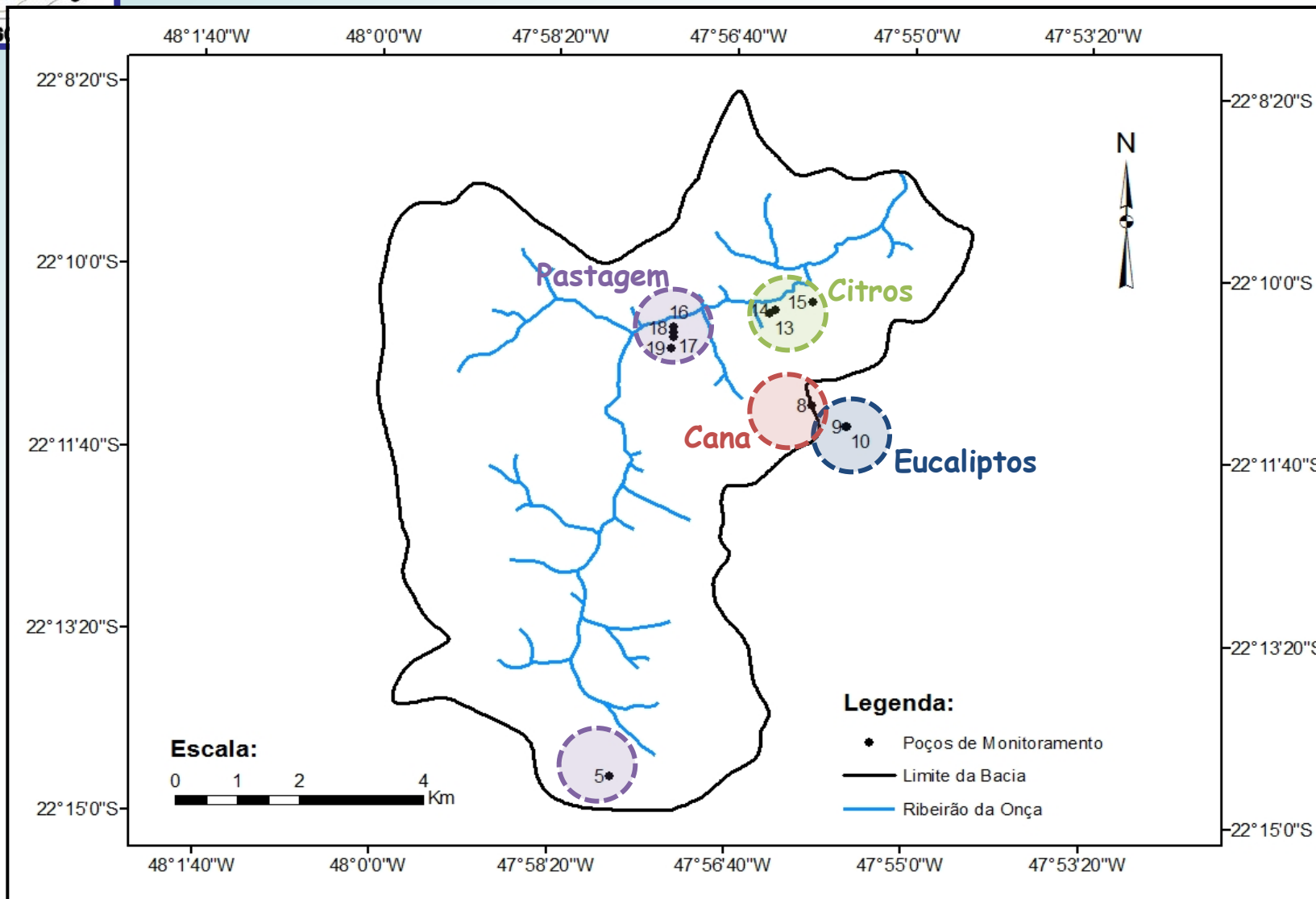
# Modelo hidrológico







# Poços de Monitoramento



# Instrumentação



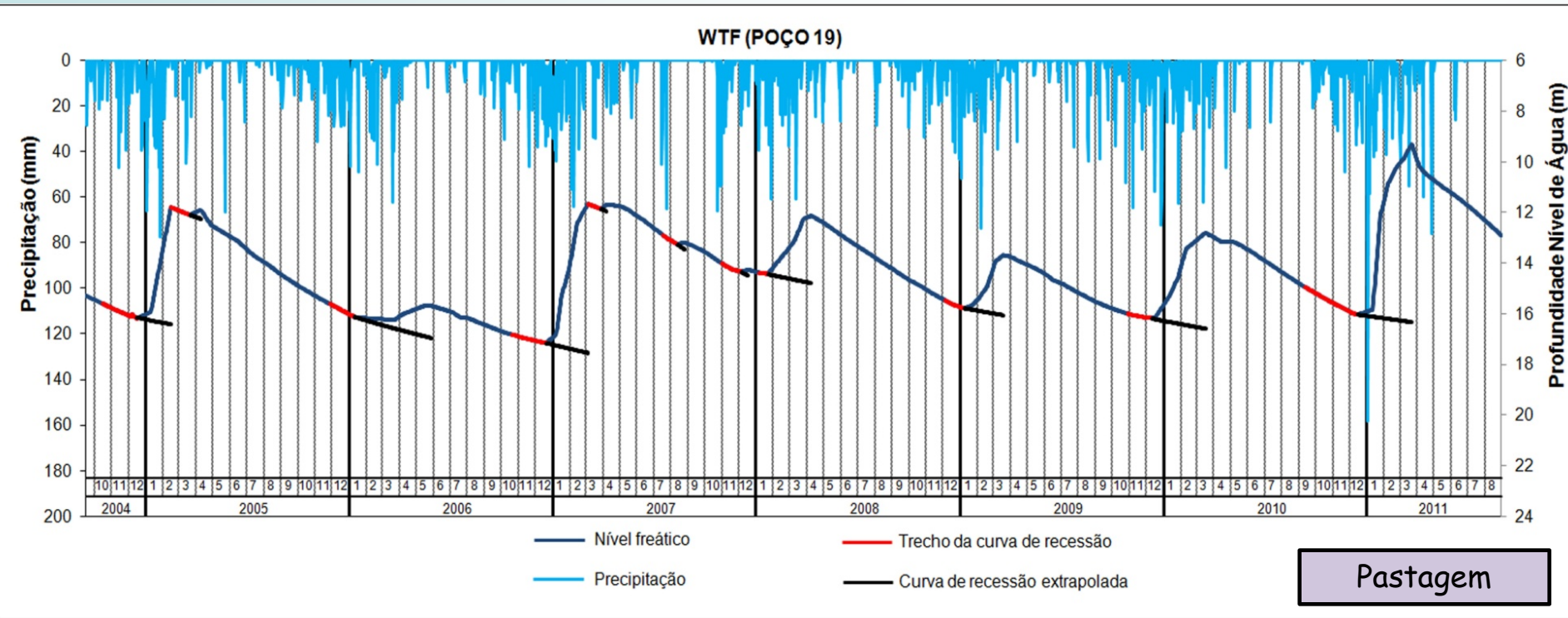
Diver







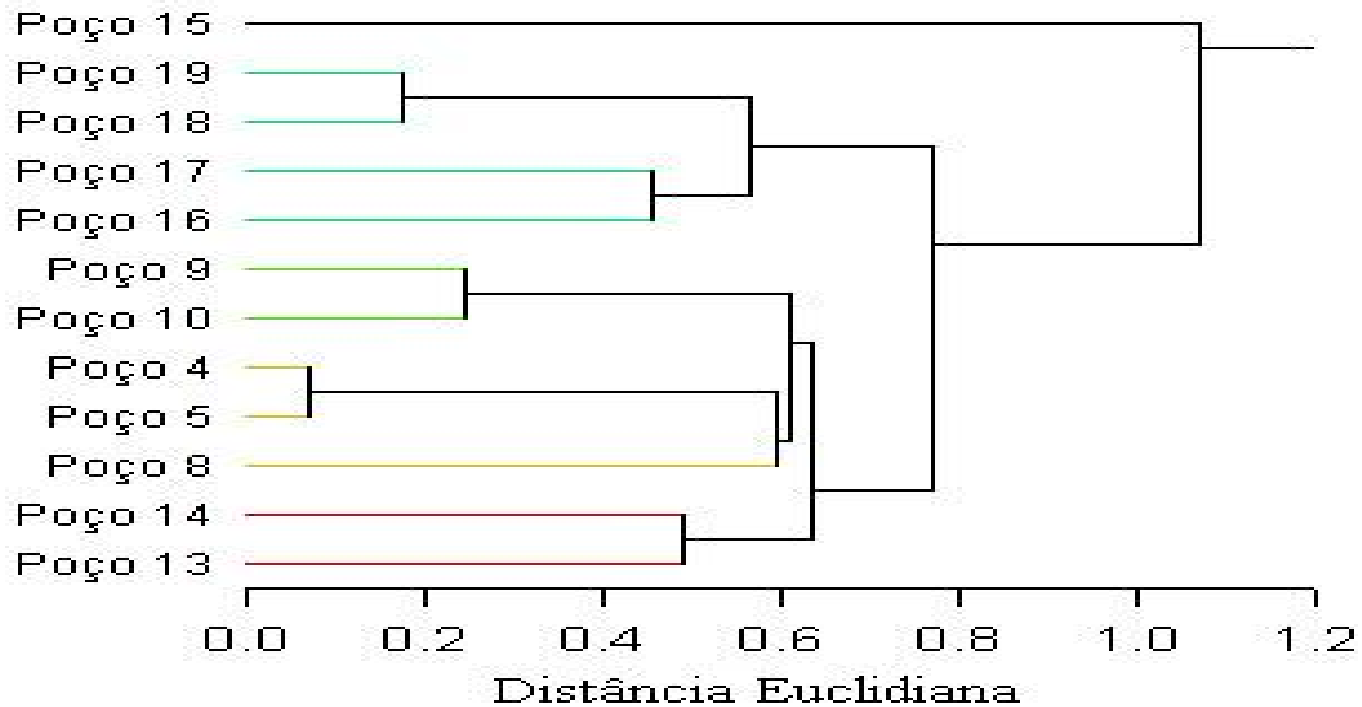
# Nível piezométrico



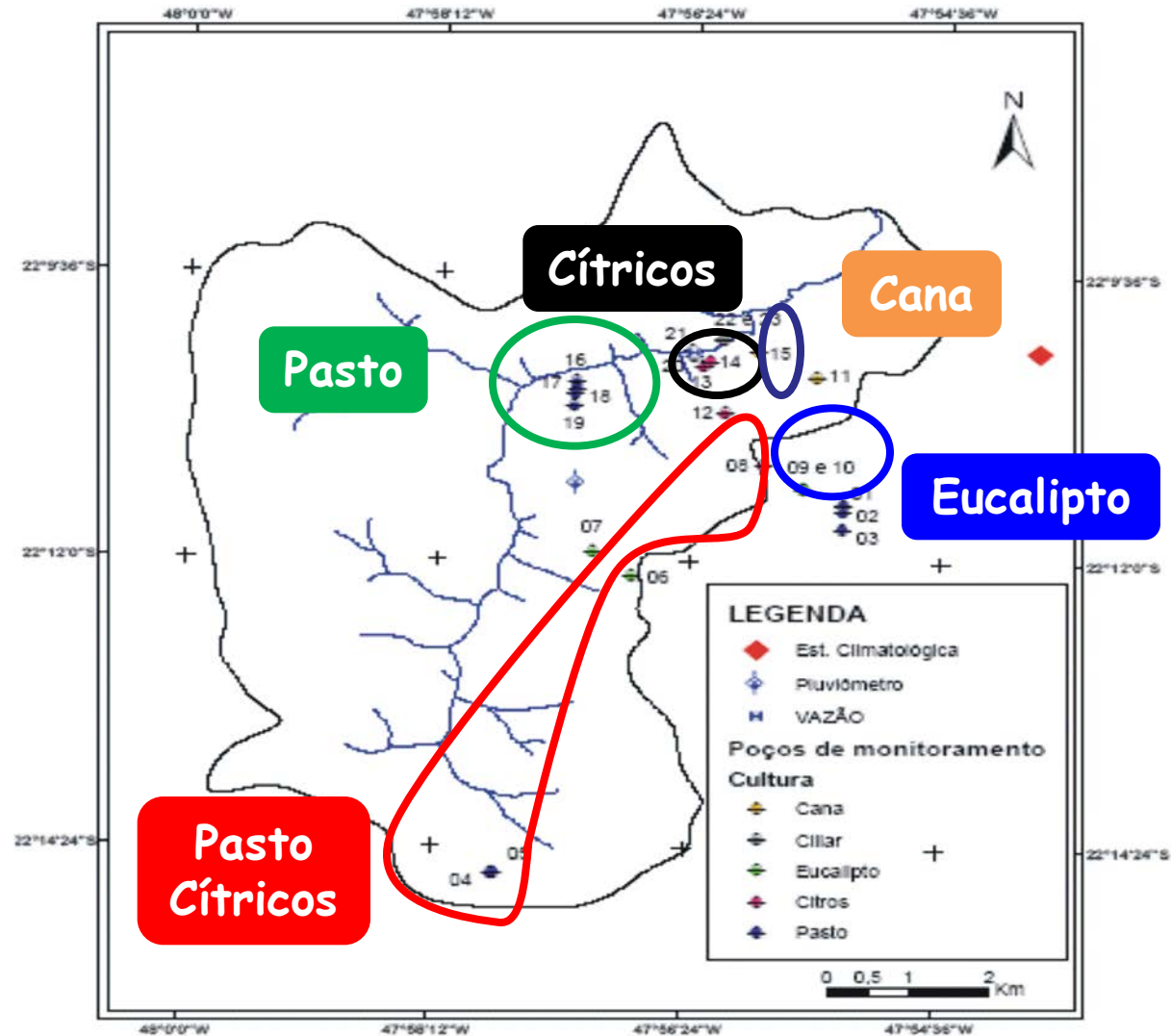


# Análise de correlação

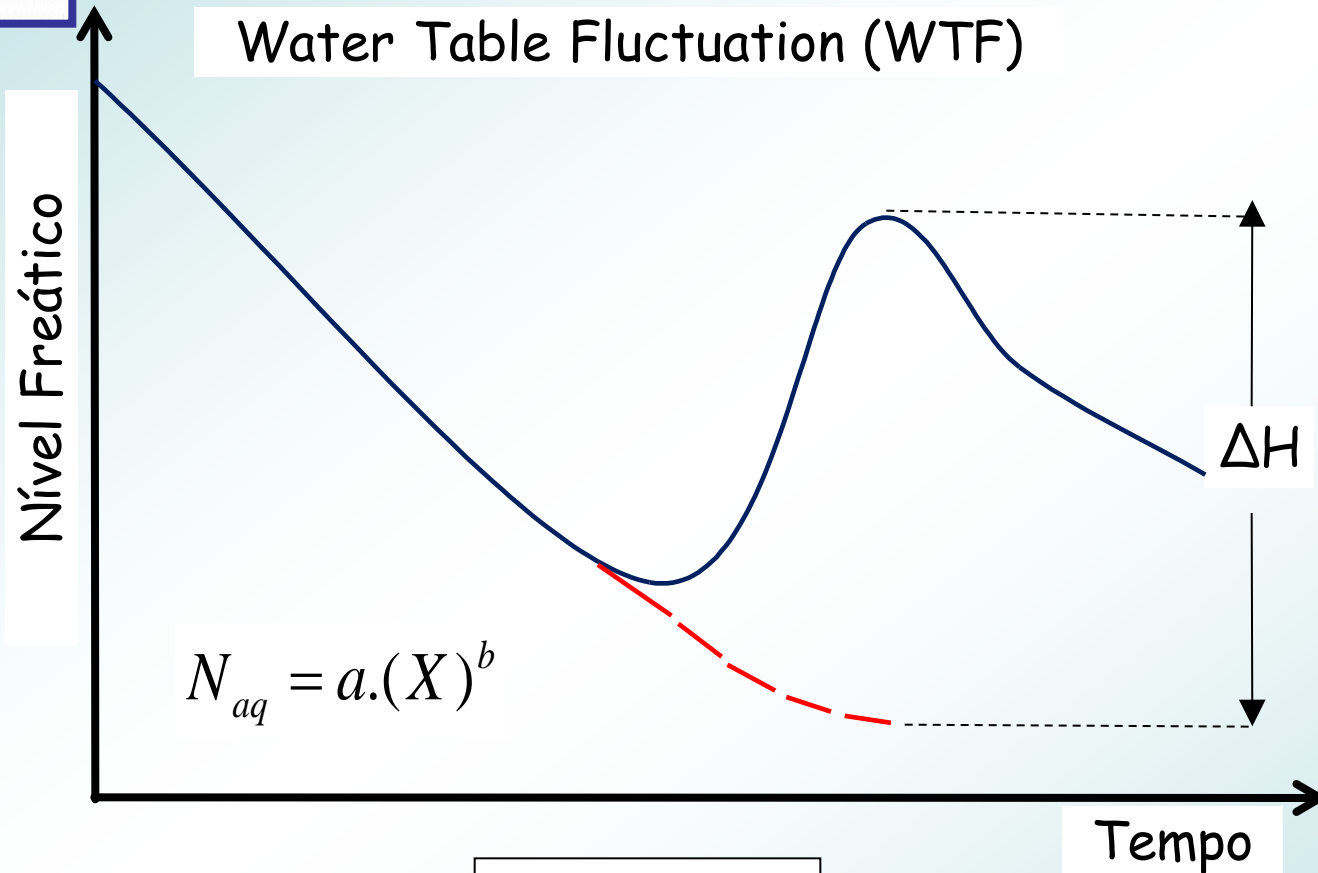
**Dendrograma**



# Correlação



# Recarga Direta ( $R_d$ )

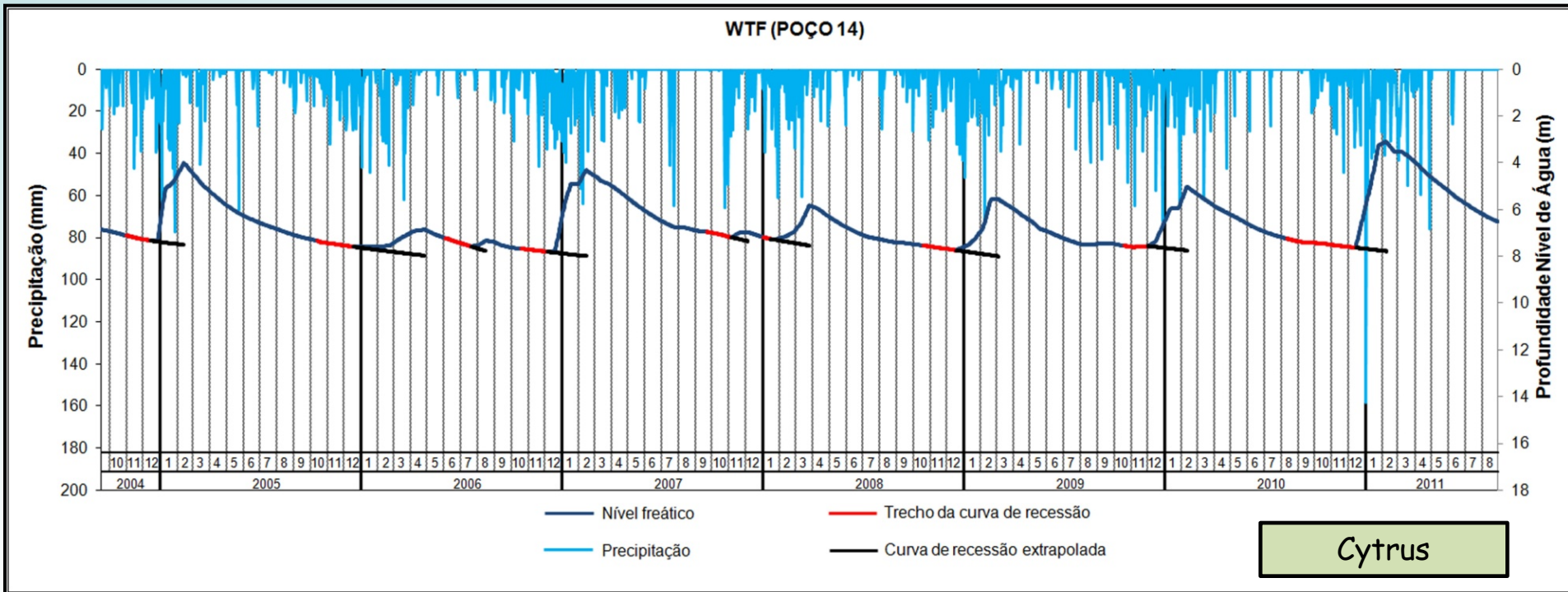


$$R = S_y \cdot \frac{\Delta H}{\Delta t}$$



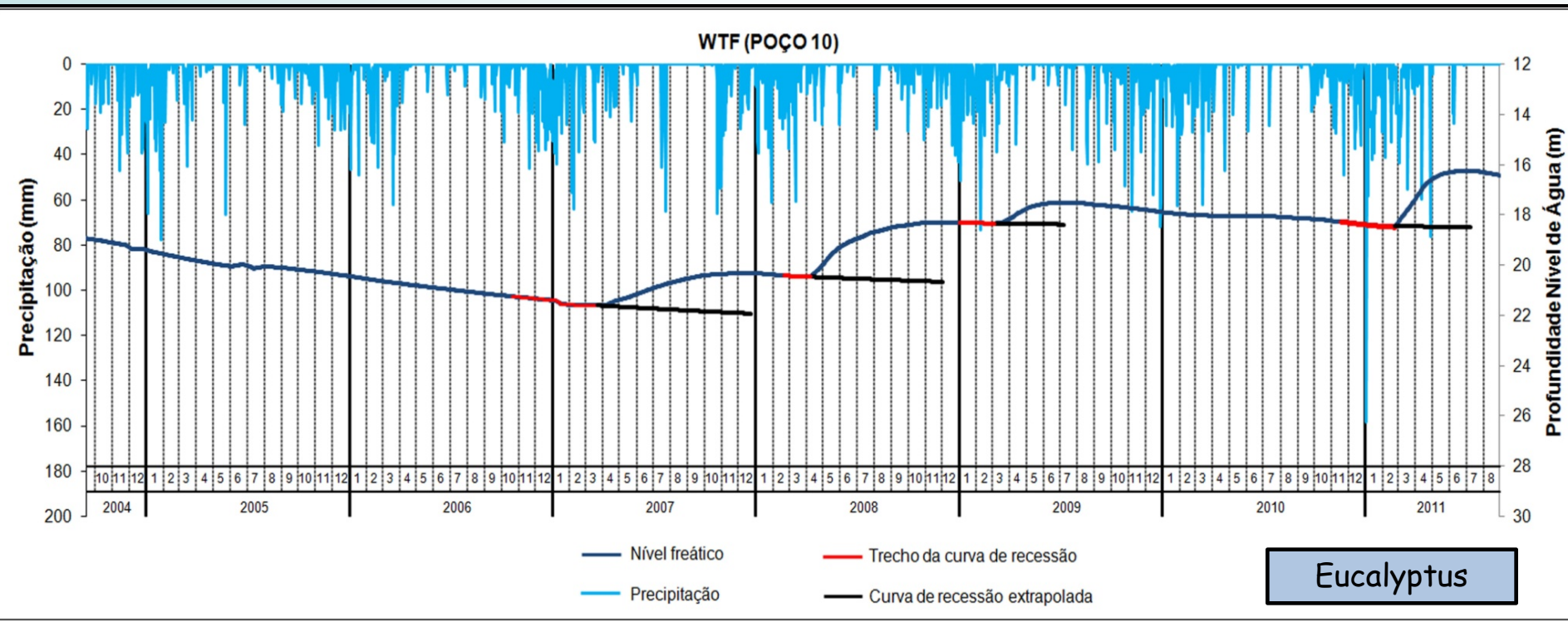


# Recarga Direta ( $R_d$ )



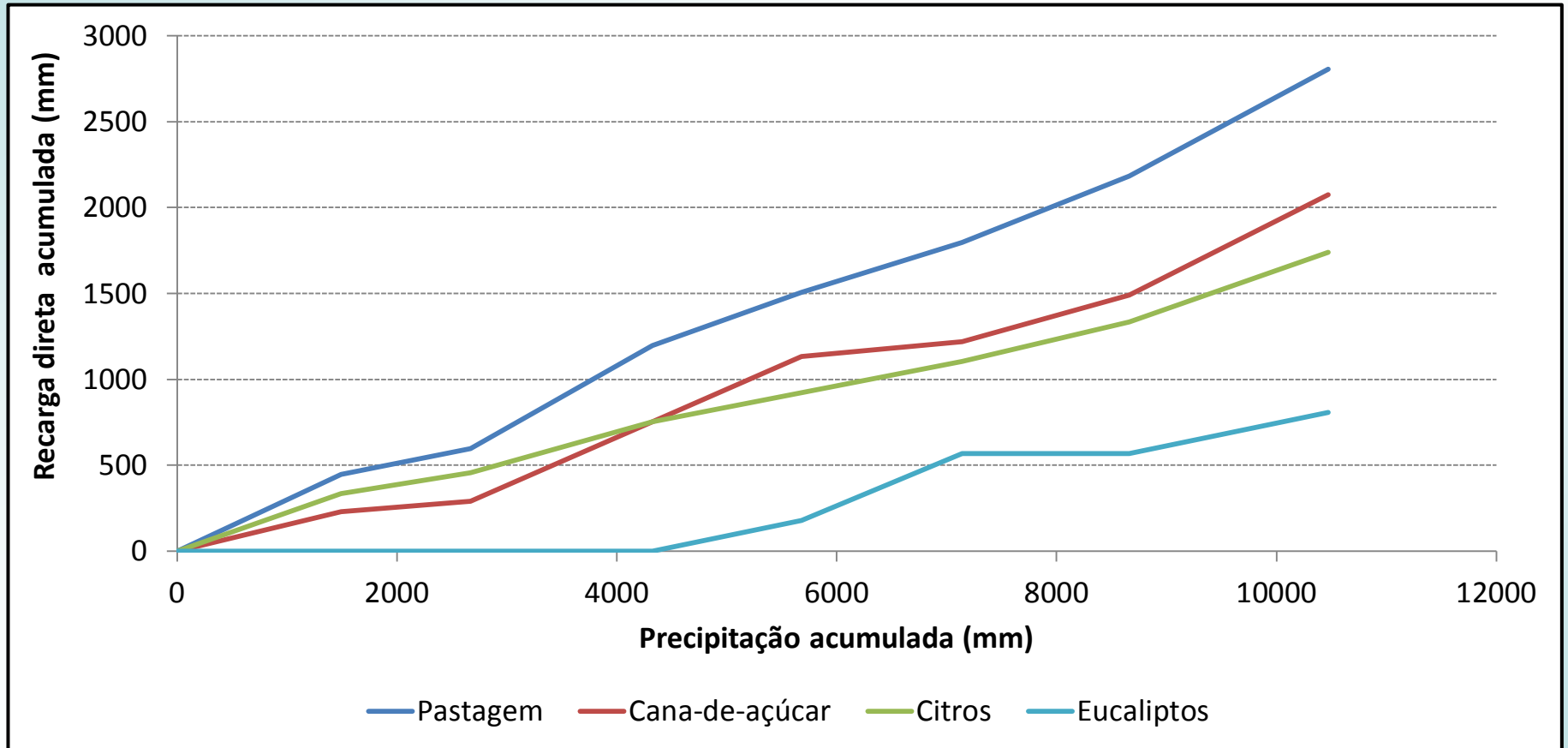


# Recarga Direta ( $R_d$ )



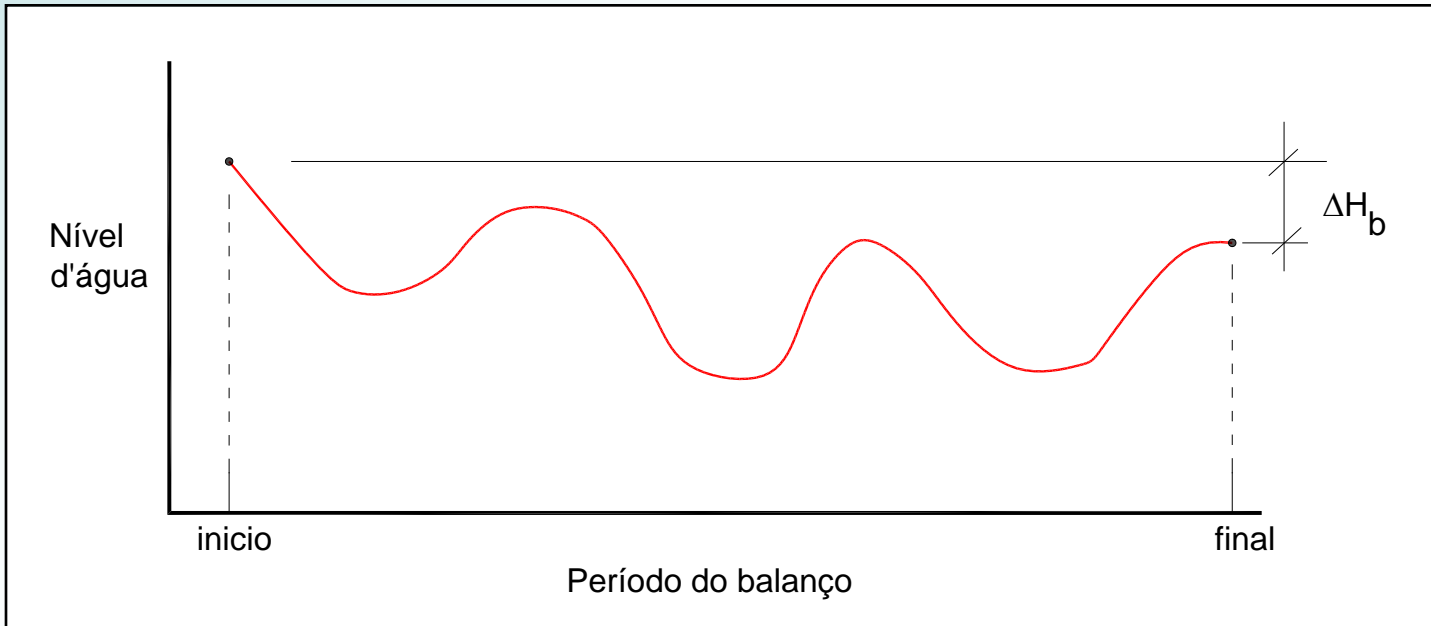


# Recarga Direta Acumulada (mm)



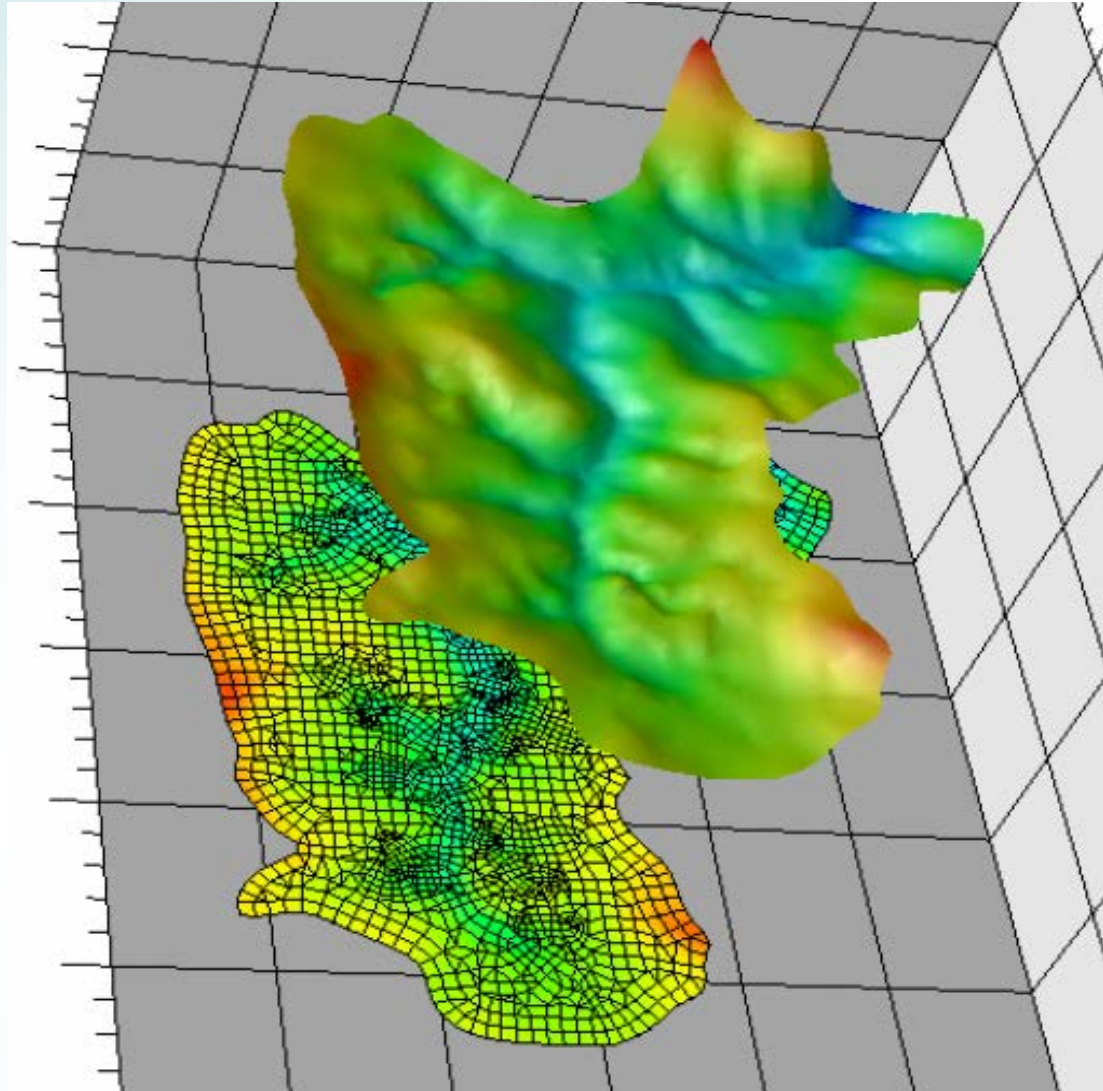


# Armazenamento ( $\Delta s$ )



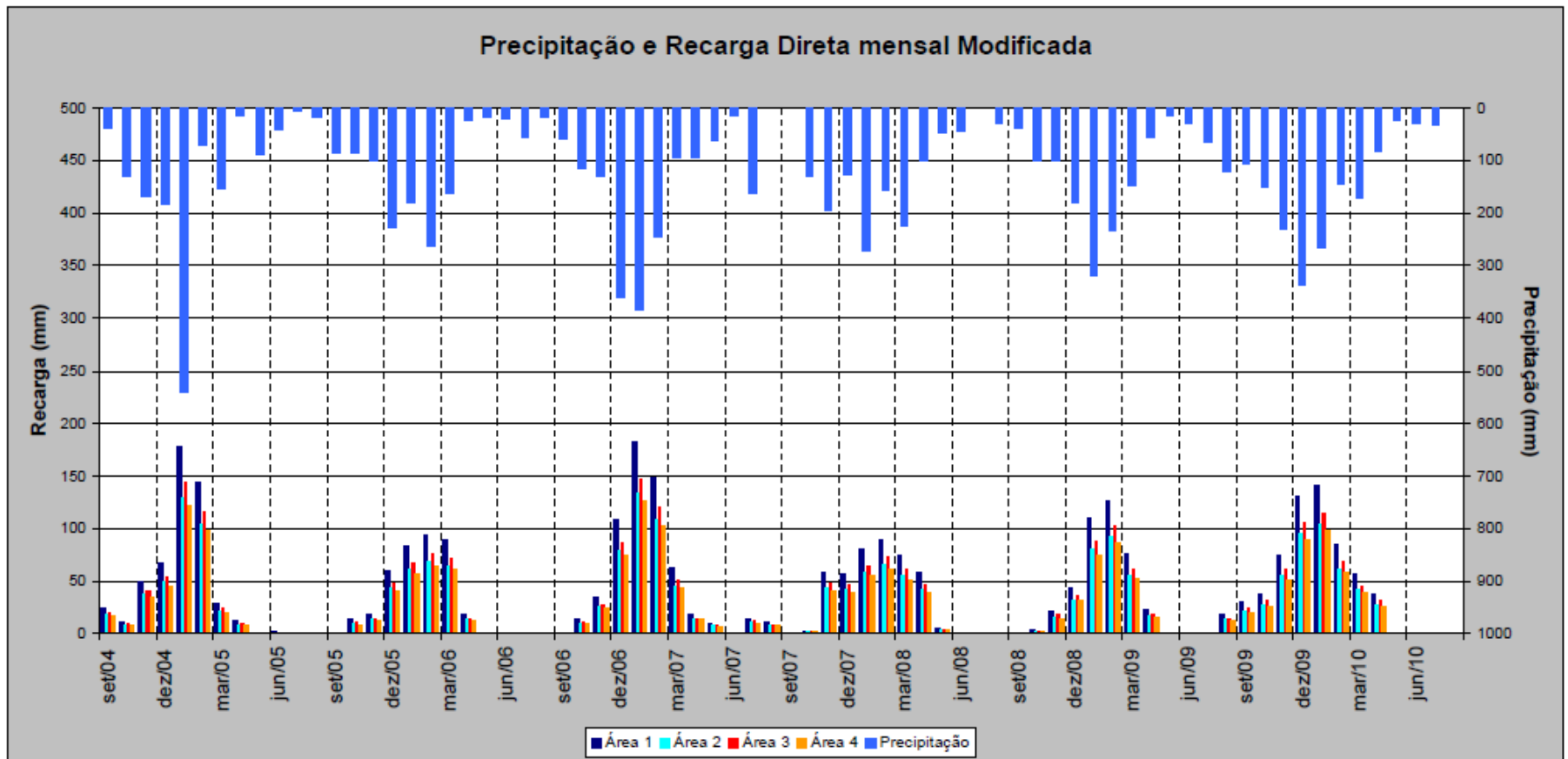
$$\Delta s = S_y \cdot \Delta H_b$$

# Modelo numérico - FEM





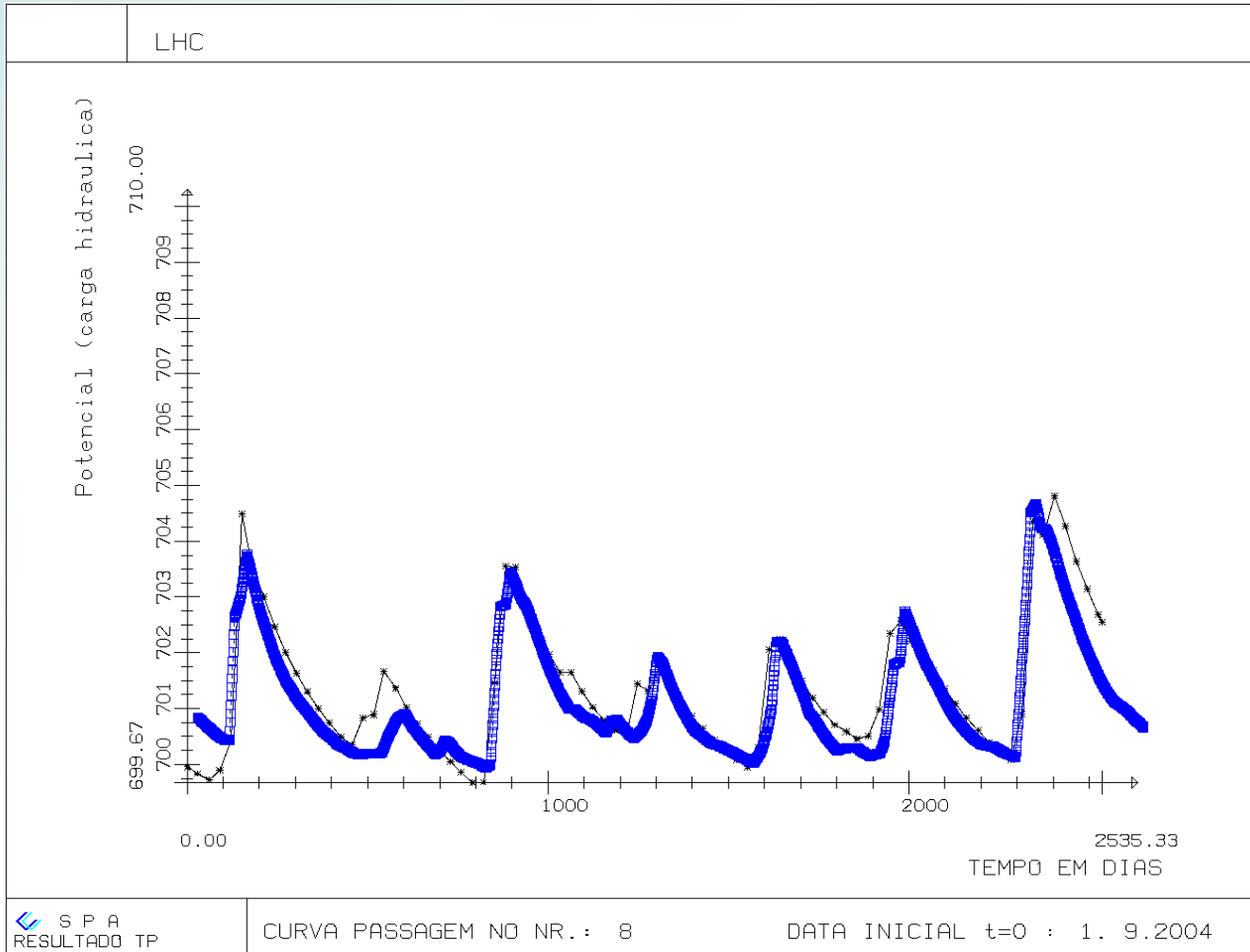
# Recarga transiente



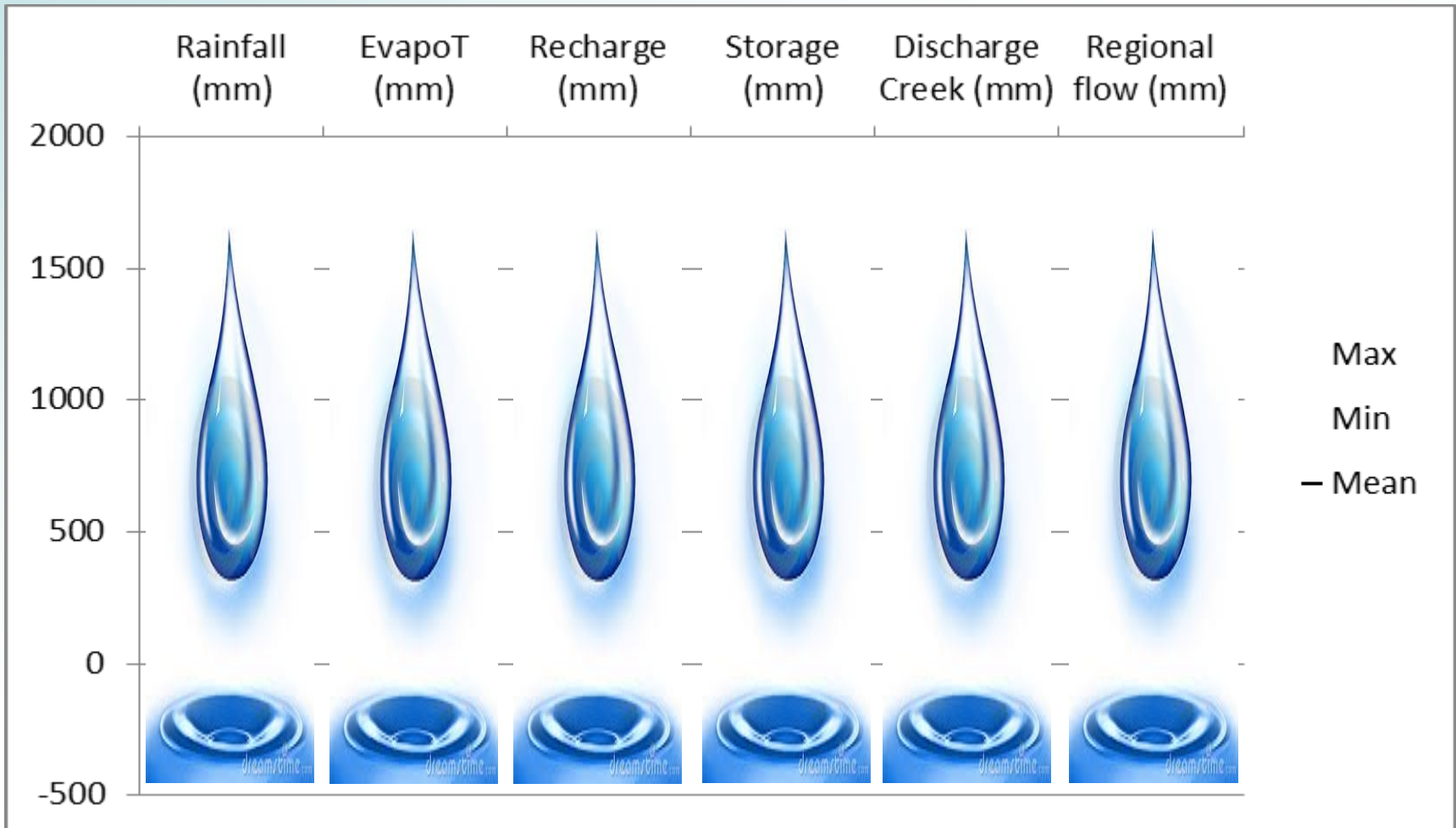




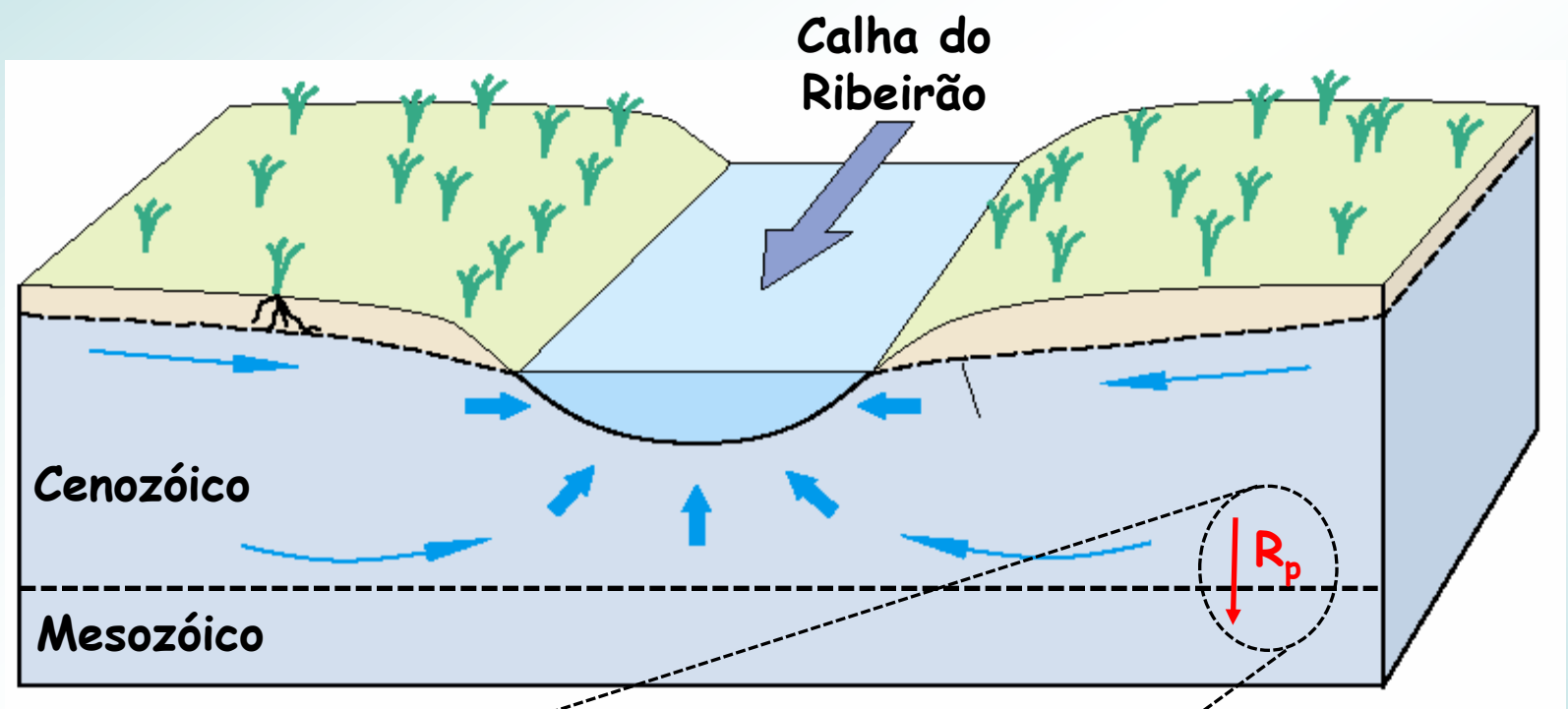
# Modelo transiente - 7 anos



# Balanço hídrico



# Conclusões

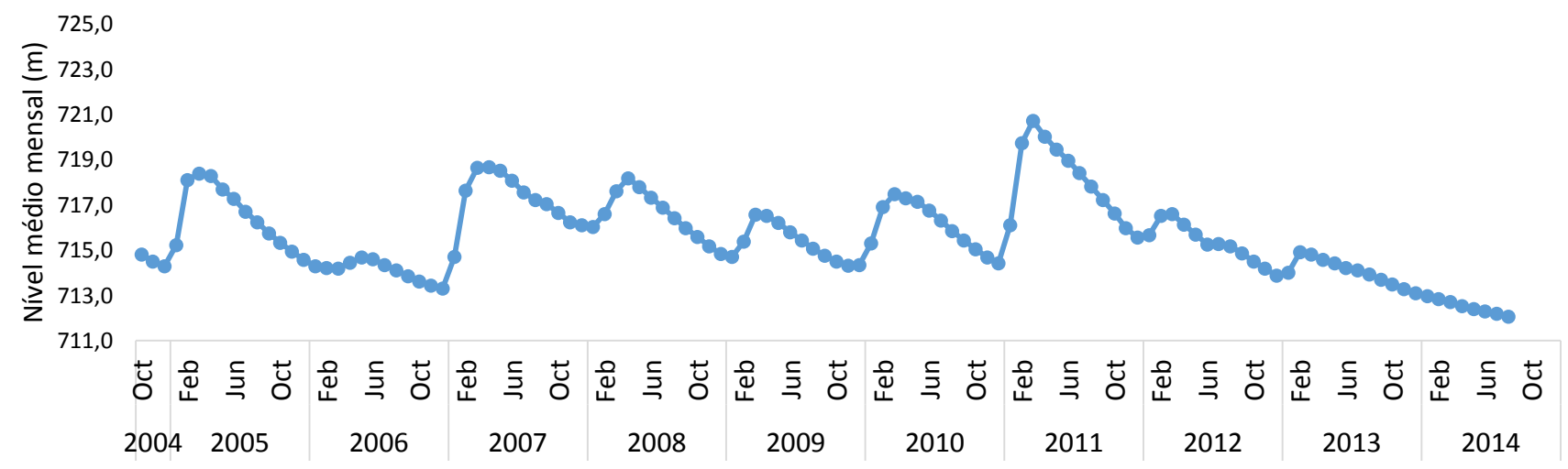
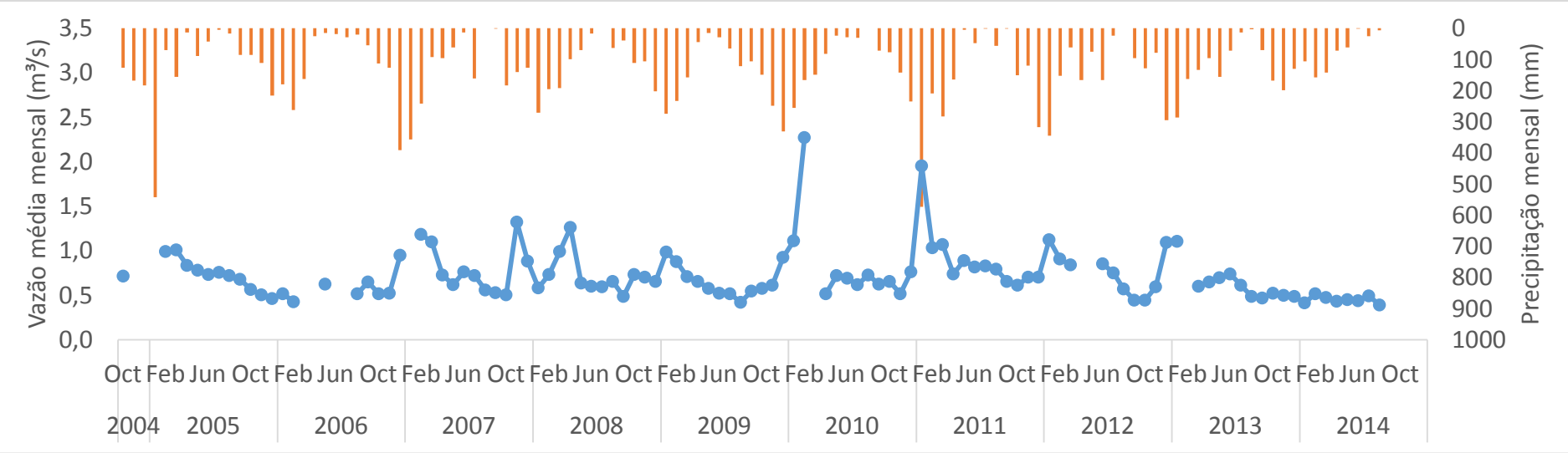


$R_p < 3,0\%$  da precipitação  
 $< 40 \text{ mm/a}$





# Conclusões





## Dados Hidrometeorológicos

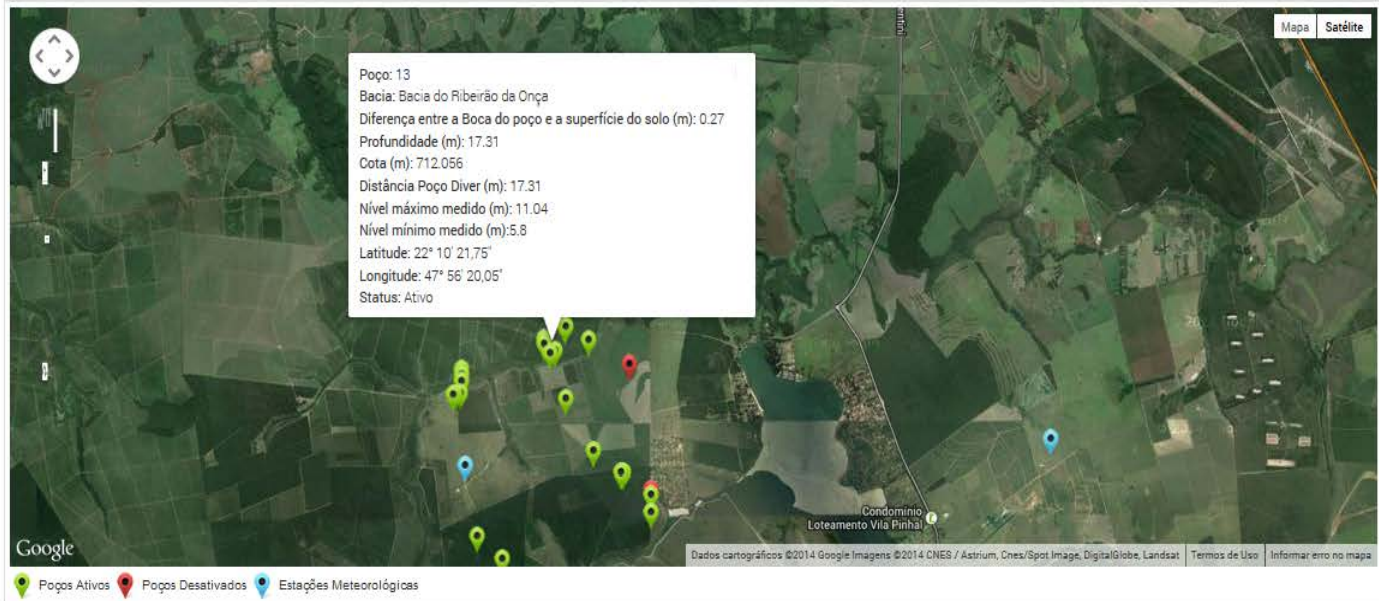
Bem vindo! Aqui você irá encontrar informações sobre os dados hidrológicos das bacias monitoradas pelo LHC.

[Visite o site do LHC](#)

Estação Meteorológica CRHEA

[Clique aqui para acessar os dados ...](#)

### Poços Monitorados



### Estação LHC-IAB

[Mais Informações](#)

Data/Hora	13/09/2014 22:30:00
Temperatura	20.65 °C
Umidade relativa	40.13 %
Pressão	928 mbar
Precipitação	0 mm

### Estação Monte Alegre

[Mais Informações](#)

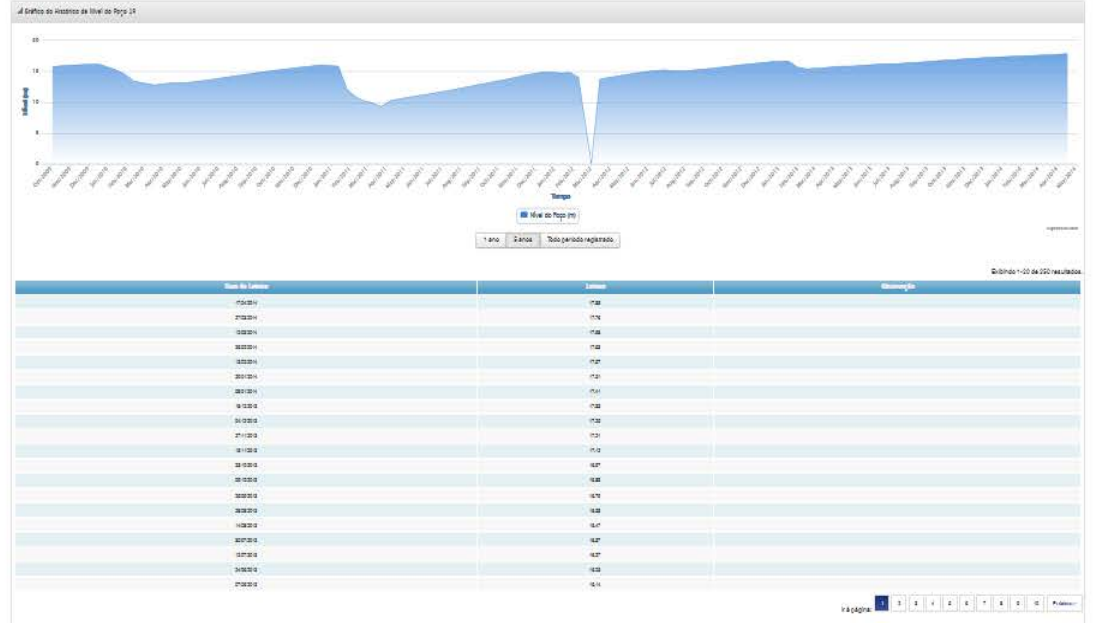
Data/Hora	23/09/2014 17:00:00
Temperatura	31.80394 °C
Umidade relativa	32.771 %
Pressão	Não configurado
Precipitação	0 mm



# http://www.lhc.shs.eesc.usp.br/dadoshidrologicos

## Poço #19

Poço 19	
Bacia Hidrográfica	Bacia do Ribeirão da Onça
Diferença entre a Base do poço e a cotação do solo (m)	0,41
Profundidade (m)	2,0
Cota (m)	7,50
Estatuto Poço (m)	2,0
Nível máximo verificado (m)	17,20
Nível mínimo verificado (m)	6,50
Δ H max (m)	6,50
Diâmetro (m)	0,10
Coordenadas	
Latitude	22°12'41,72"
Longitude	-47°27'52,02"
Latitude Decimal	-22,2118394
Longitude Decimal	-47,4644752
Nome	19







# Obrigado

[ew@sc.usp.br](mailto:ew@sc.usp.br)

[www.eesc.usp.br/ppgshs](http://www.eesc.usp.br/ppgshs)

