

**Projeto: O regime hidrológico das bacias dos Rios Piracicaba e Paraíba do Sul no clima futuro: avaliação de alta resolução dos padrões, incertezas e impactos do uso da terra.**

Chamada CNPq Linha 1: Previsão e avaliação dos impactos associados à mudança do clima, especialmente na disponibilidade hídrica e de seus reflexos para a segurança alimentar e energética do Brasil

**Pesquisadores (IAG/Usp)**

**Humberto Rocha**

**Ricardo Hallak**

**Jonathan Mota**

Metas gerais

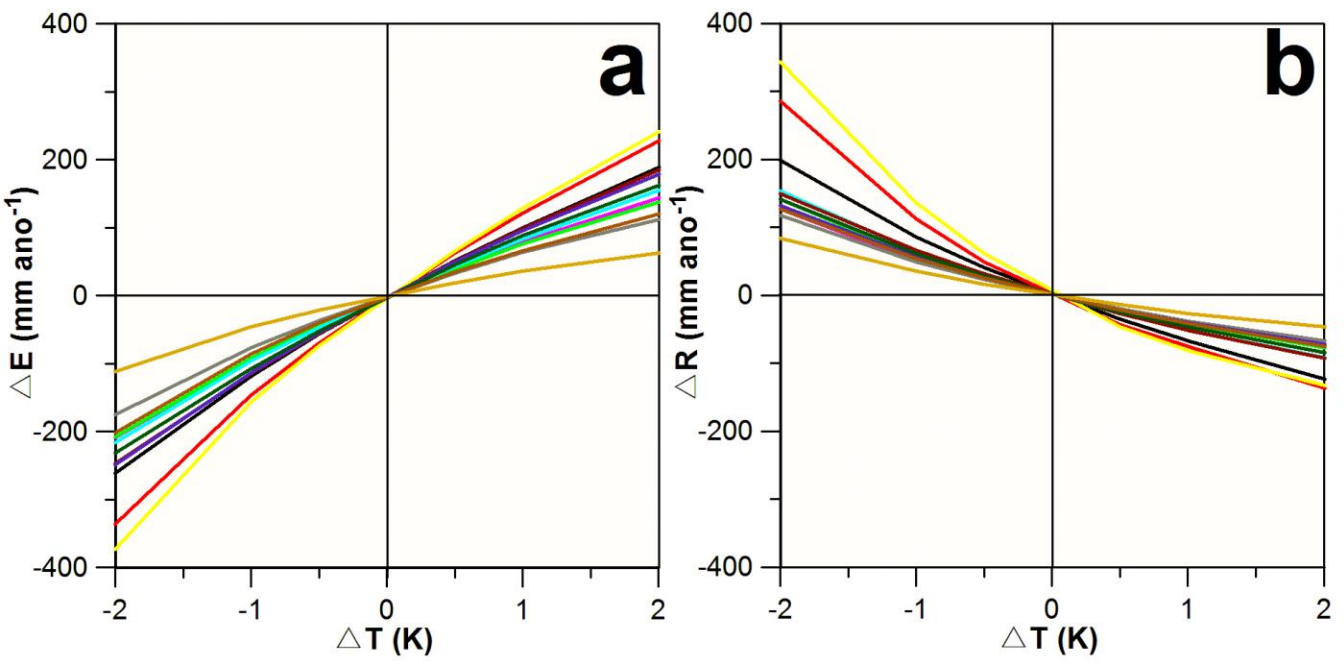
Calcular a vazão das bacias do Rio Piracicaba e Rio Paraíba do Sul, SP

Com modelo hidrológico calibrado

Clima corrente e projeção de clima futuro

# Estudo precursor : effect of temperature changes on the regional water balance

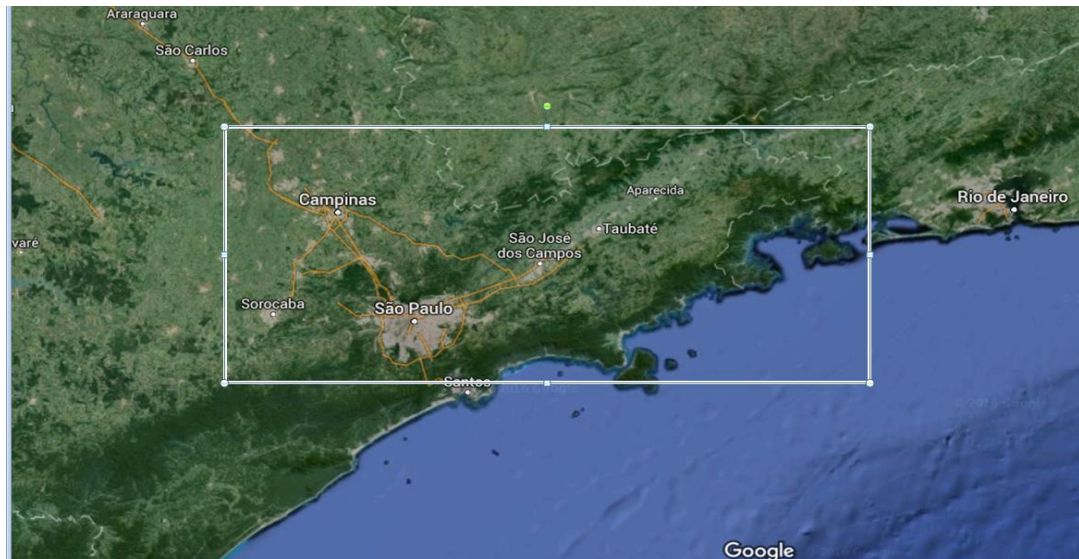
A simple regional soil-plant-atmosphere model (SiB2-Reg)  
(Domingues et al., 2014)  
Simulation domain: São Paulo state UGRHI (sub-basins)  
res 0,25° deg, time step 1 h, 1 year  
Climate forcing warming: up to 2 °C above average



- APar
- ATie
- MoGu
- Pardo
- Sap/Gde
- BPar/Gde
- ParSul
- Sor/MTie
- PCJ
- MPar
- Tie/Jac
- Tur/Gde

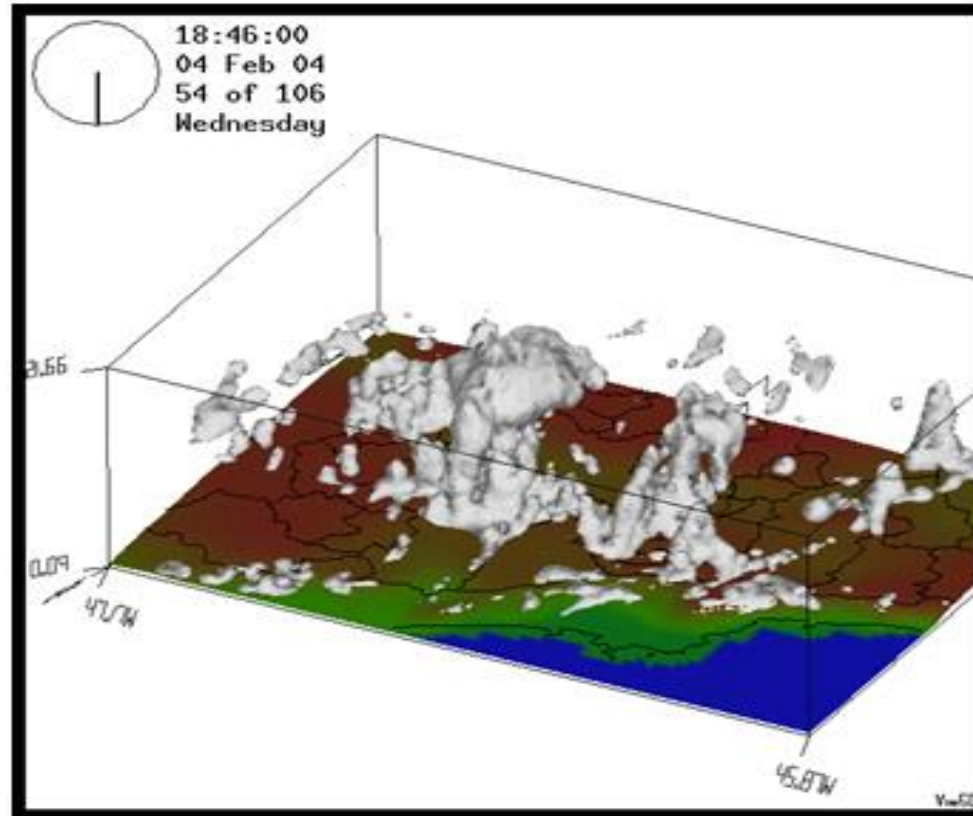
changes in evapotranspiration and runoff (mm/yr)

- Regionalização de projeções (CMIP5)
  - Downscaling Estatístico
  - Downscaling Dinâmico (WRF)
- Avaliação do período histórico dos modelos Padrão médio
  - Estimativa da acurácia
- Downscaling Dinâmico
  - Modelagem de cenários futuros em alta resolução espacial (grade menor res 3 km)



# Downscale Dinâmico

resolução espacial de nuvens explícitas na regionalização  
interação com radiação



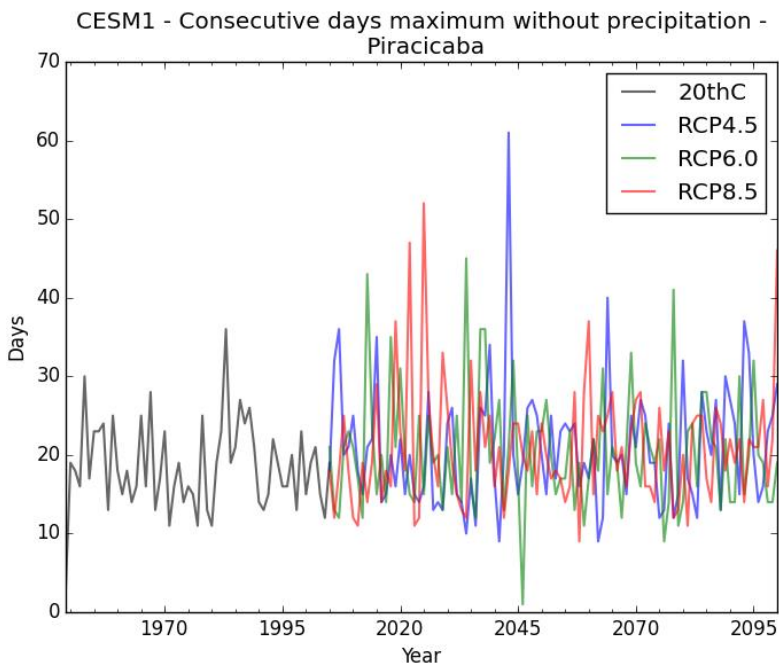
tridimensional isso-superfícies de razão de mistura de água de nuvem e de cristais de gelo de  $1 \text{ g kg}^{-1}$  (isosuperfícies brancas) representando nuvens. O campo de fundo nestas figuras refere-se à topografia (azul: Oceano Atlântico). O mapa da RMSP está indicado por contornos finos pretos. No centro do mapa encontra-se a Capital. O norte está indicado por uma seta e pela letra N. A aresta superior do cubo possui altura aproximada de 20 km. Horas UTC. Modelo: ARPS. Espaçamento horizontal entre pontos de grade: 1 km.

# Avaliação preliminar: dados do CMIP5 para a Bacia do Rio Piracicaba

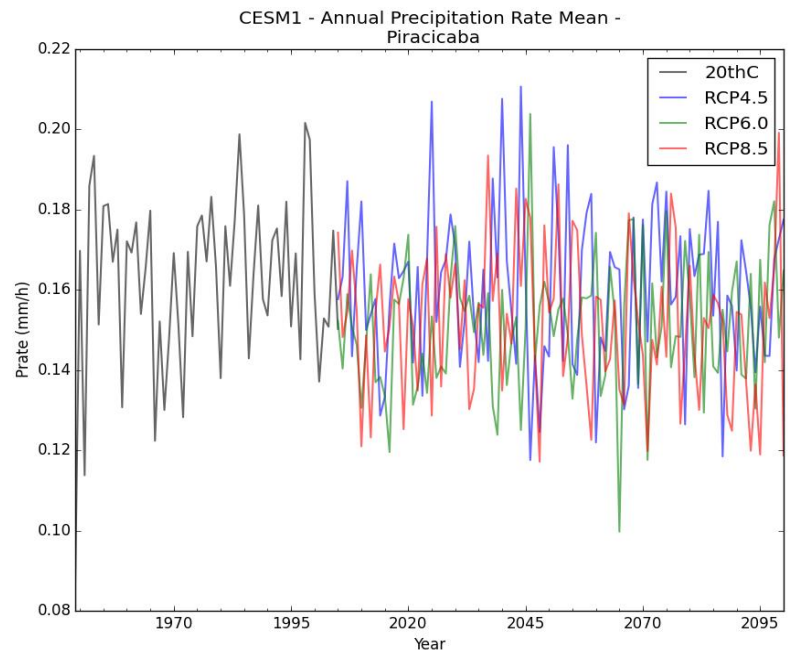
CESM1 (NCAR Community Earth System Model model)

RCP representative concentration pathways (scenarios of emission CO2/air pollutants/land use)

Dias consecutivos sem chuva  
(máximo em cada ano)



Precipitação média anual  
(mm h<sup>-1</sup>)

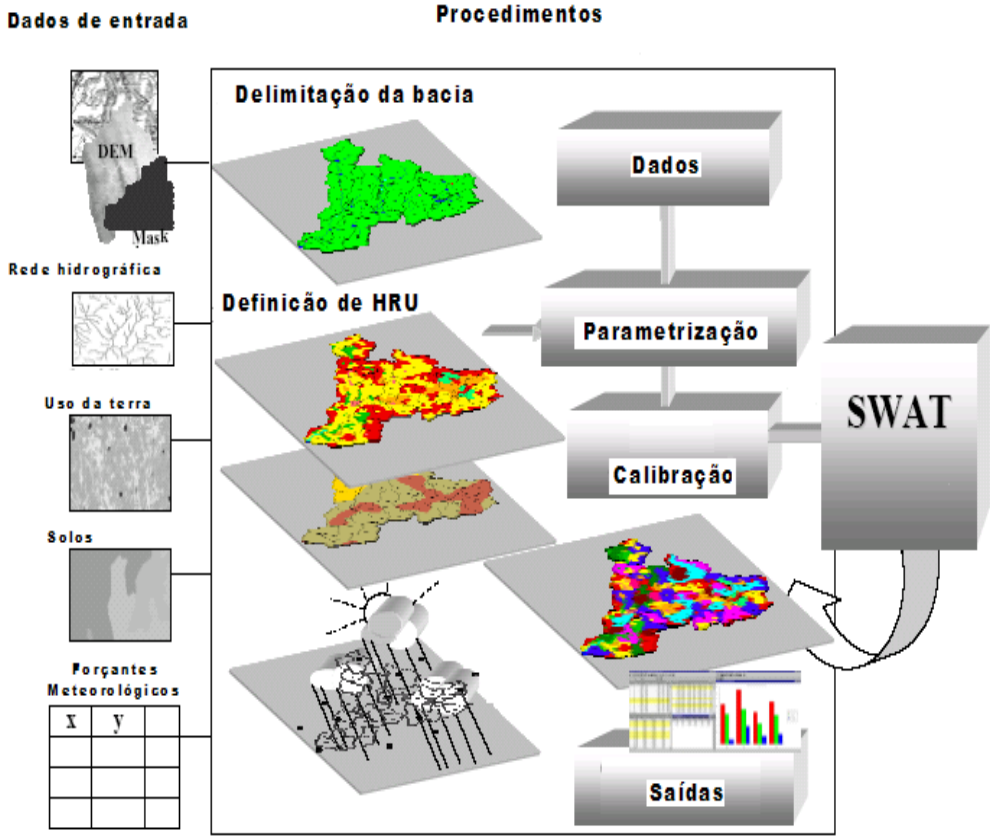




# O Modelo Hidrológico SWAT



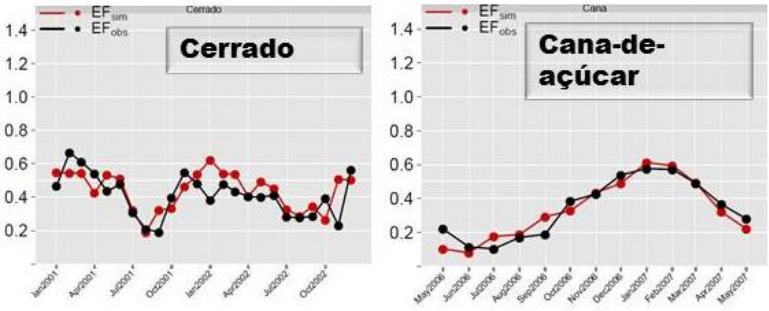
Modelo distribuído Versão 2012 ArcSWAT  
2012.10.2.18



## Calibração bacia Rio Piracicaba (Mota da Silva 2014)

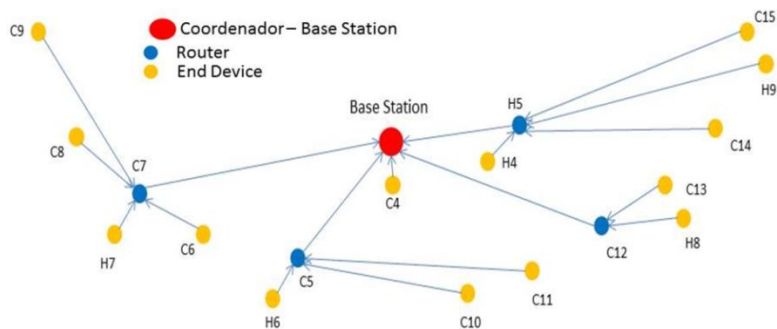
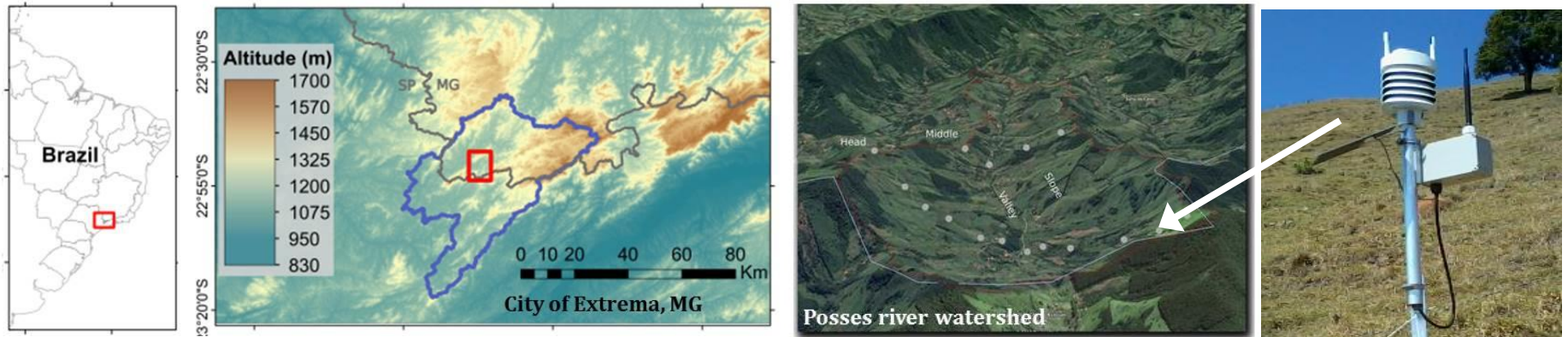


### Calibração da evapotranspiração via fração evaporativa



# Simulação hidrológica

- avaliação da incerteza na prescrição dos parâmetros
- forçamento com projeções do CMIP5
- desagregação da média mensal para diaria via downscaling estatístico
- refinamento de simulação nas microbacias de cabeceira do Sist. Cantareira



## Integrated automatic weather station network

Posses river watershed, 12 km<sup>2</sup>, altitude 1350 a 1050 m

18 meteo station Vaisalla WXT, soil moisture DeltaT-PR2 1m depth

Topology: Base station, router, end devices, WiFi transmission, Transceiver ZigBee, SD card, Lithium battery 3,7V, solar 2W

## Outras medidas:

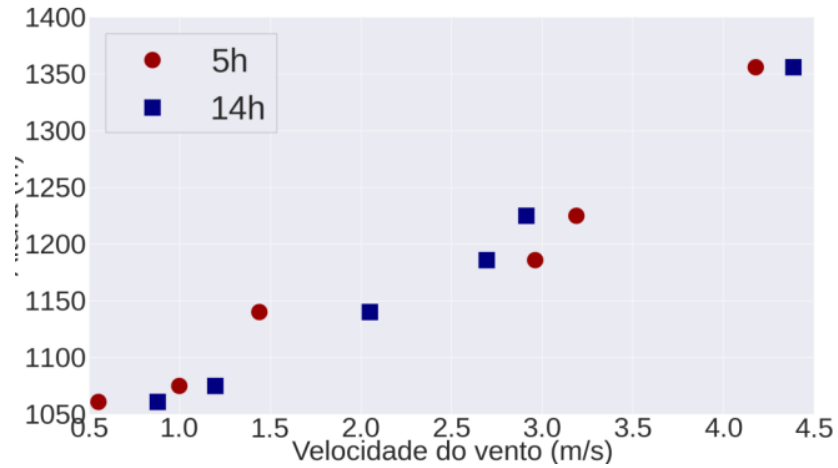
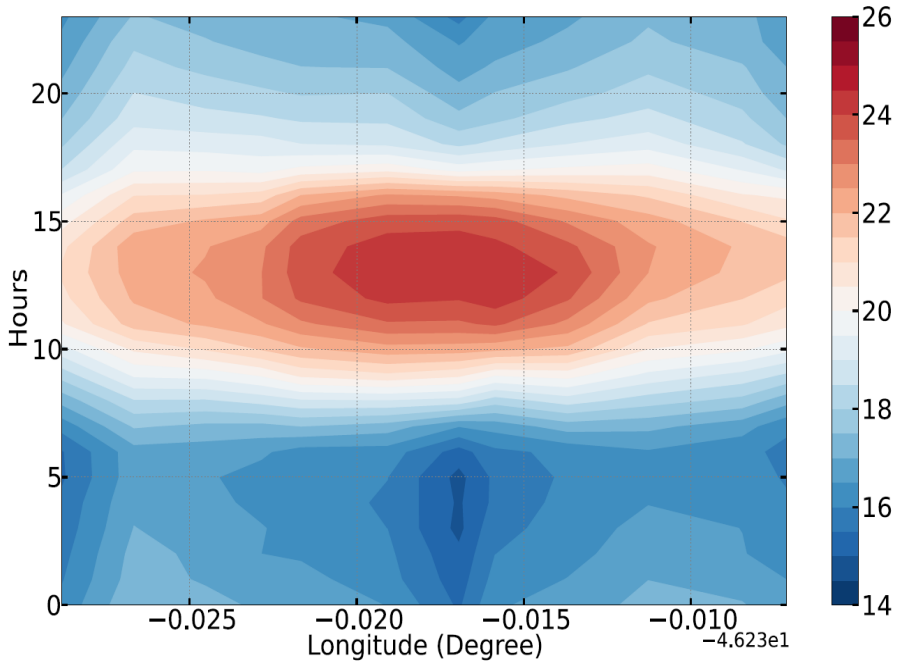
Water quality, discharge, groundwater (ANA, Cena/Usp, Embrapa)  
Flux tower and boundary layer sounding (Usp)



# Padrões de temperatura do ar (°C) e vento

Temperatura do ar (°C) Fonte: Martin et al (2016)

aquecimento diferencial diurno resfriamento diferencial noturno



variação do vento em superfície com altitude (1:4)

