

CPTEC e Mudanças Climáticas

Usuários de Previsões em

Recursos Hídricos

Walter Collischonn
IPH UFRGS
Porto Alegre RS

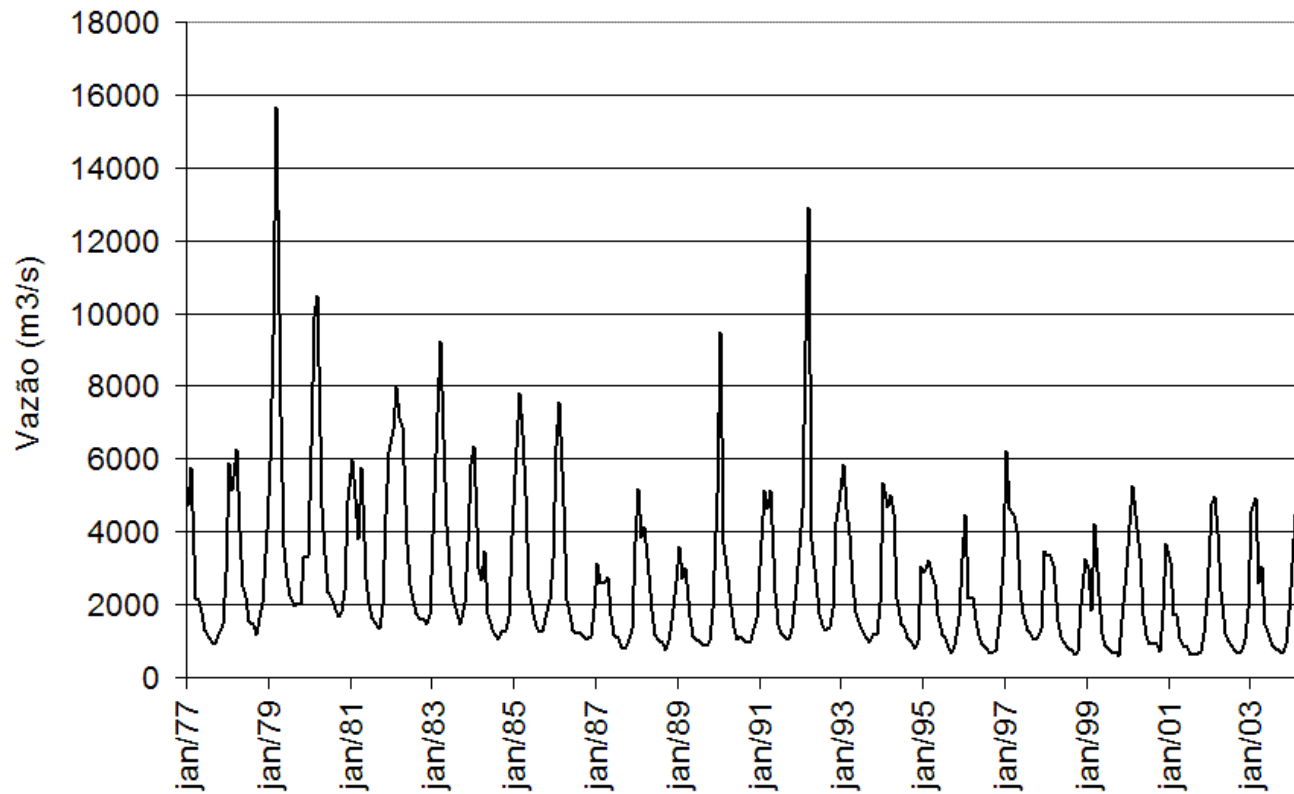
Seminário CPTEC 19 e 20/out 2004

- Mudanças climáticas – aumento CO2
 - Estamos vivenciando isto na vazão?
- Usos das previsões do CPTEC em Recursos Hídricos - experiências
 - Previsões de tempo
 - Previsões de clima
 - Previsões de mudanças climáticas
- Demandas – previsões de mudanças climáticas
 - O que queremos
 - Preocupações

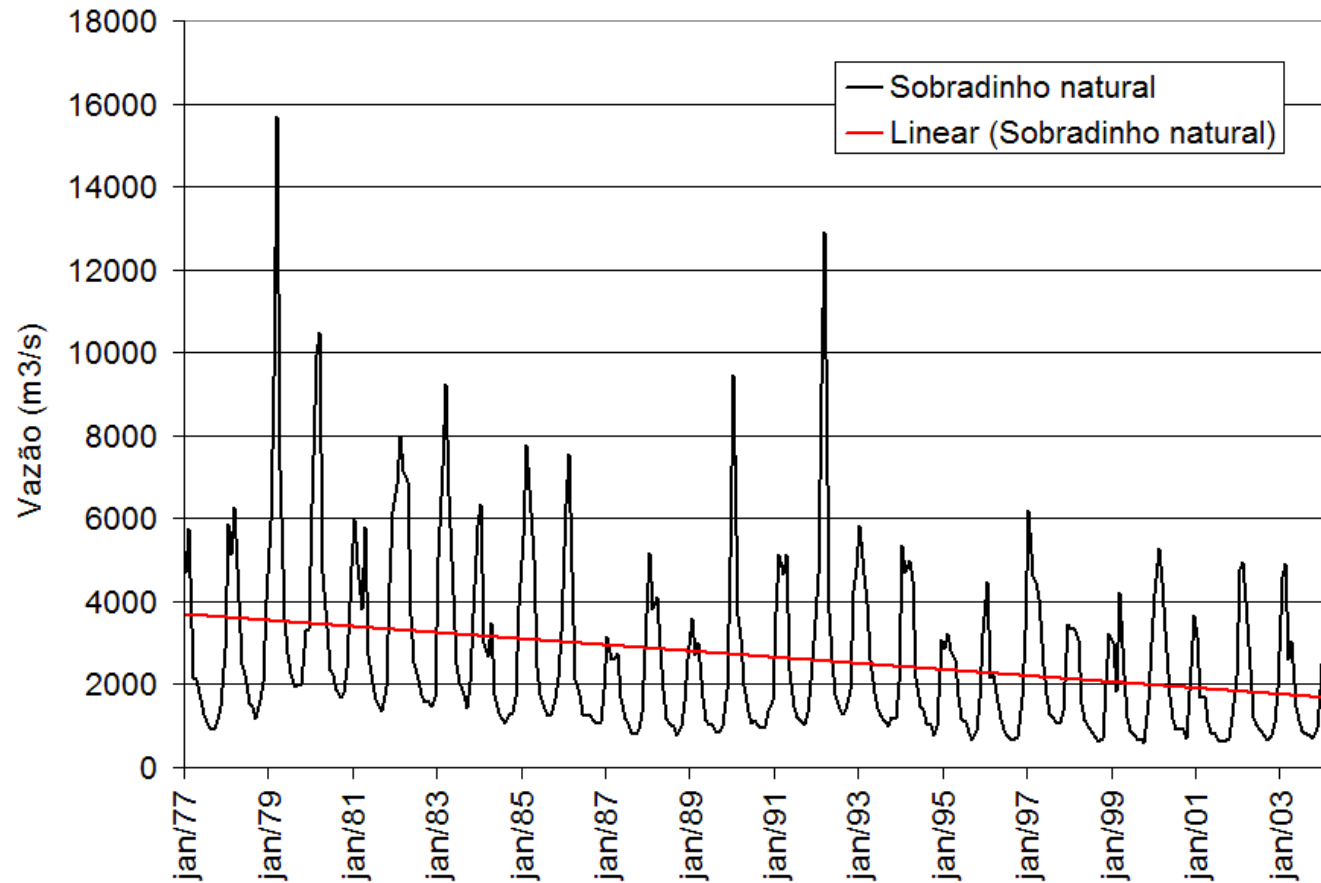
-
- Já podemos perceber na vazão dos rios os efeitos das mudanças climáticas?

Rio São Francisco – últimos 30 anos

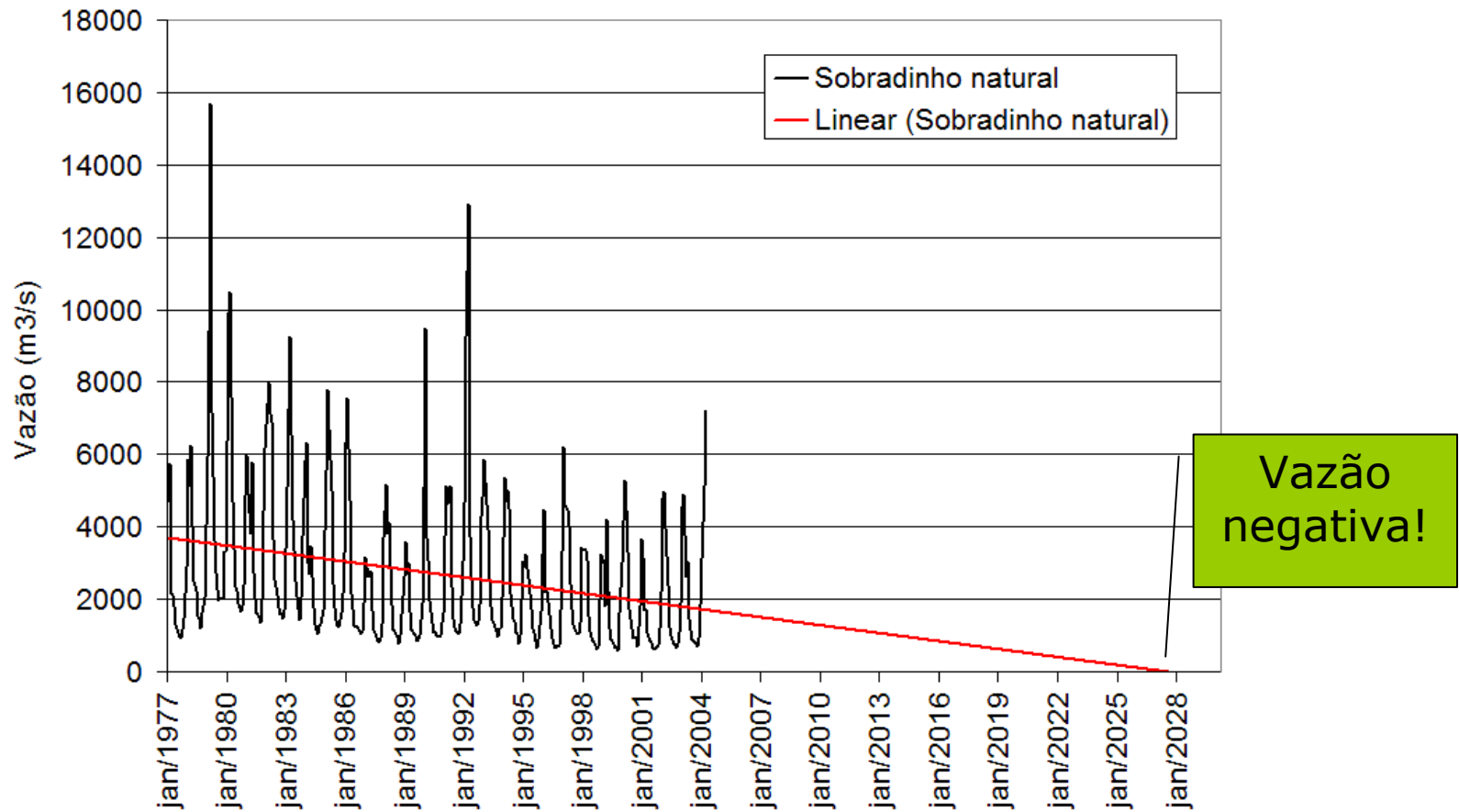
Sobradinho natural



Rio São Francisco – últimos 30 anos

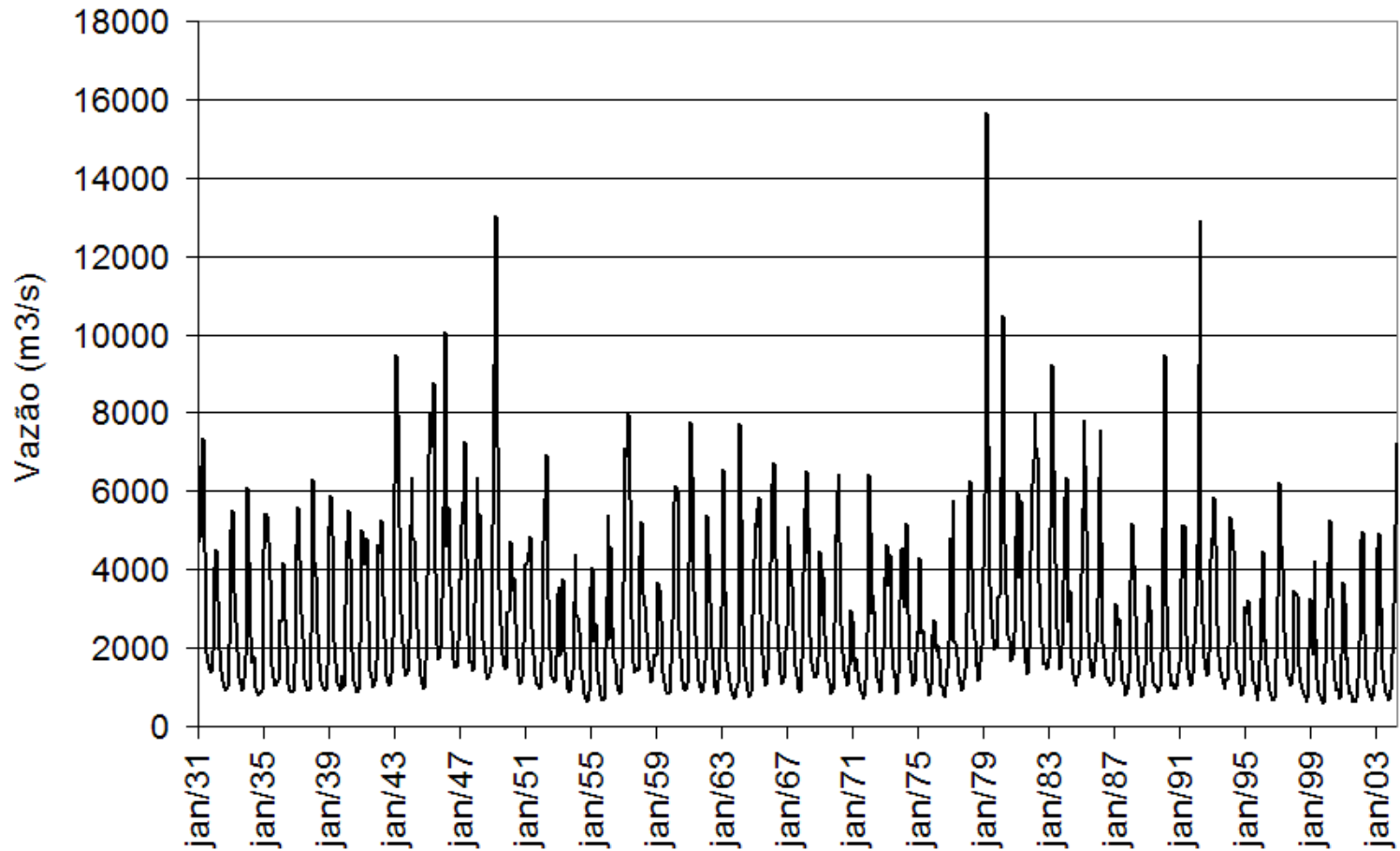


Rio São Francisco em 2027



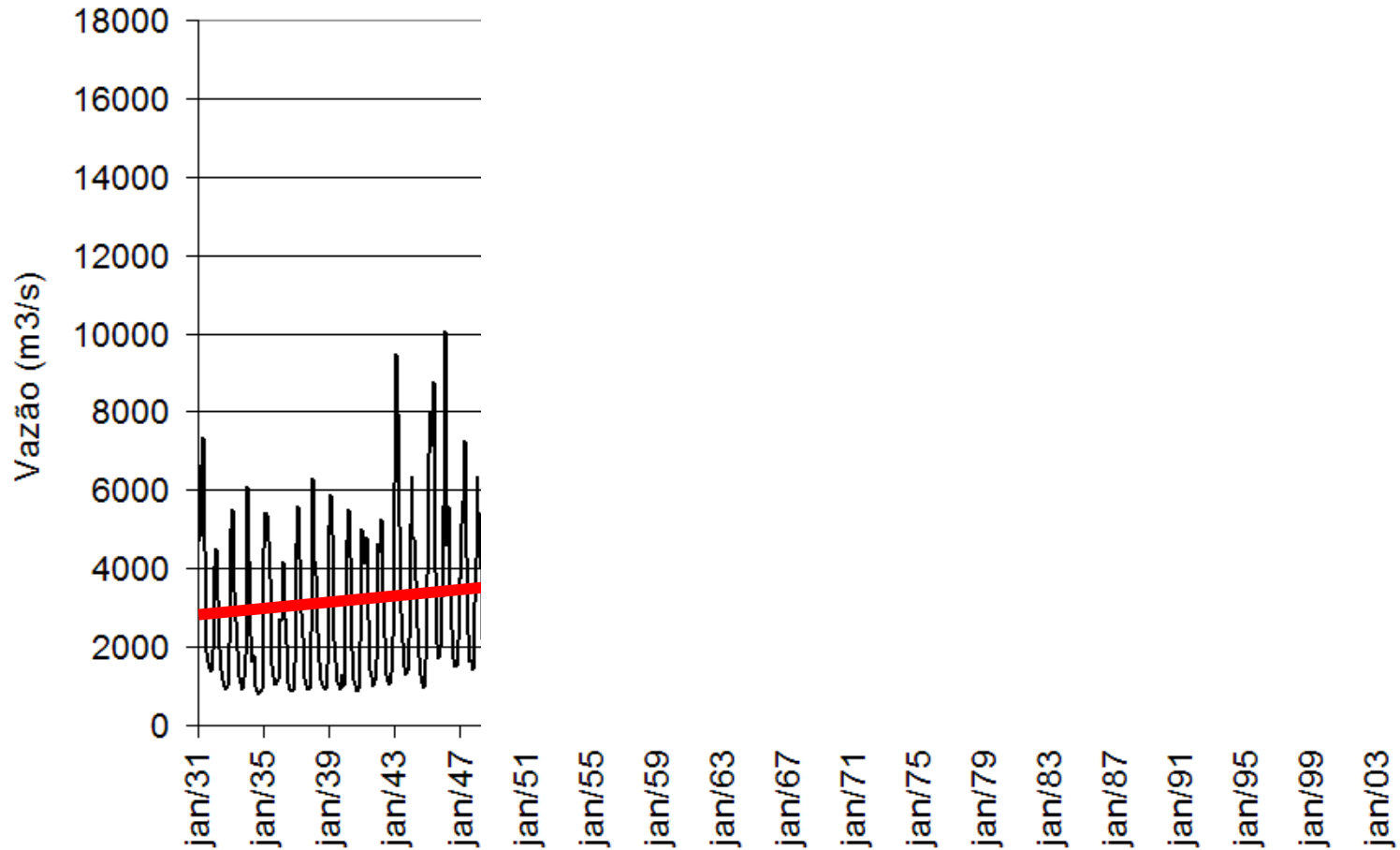
Rio São Francisco

Sobradinho natural

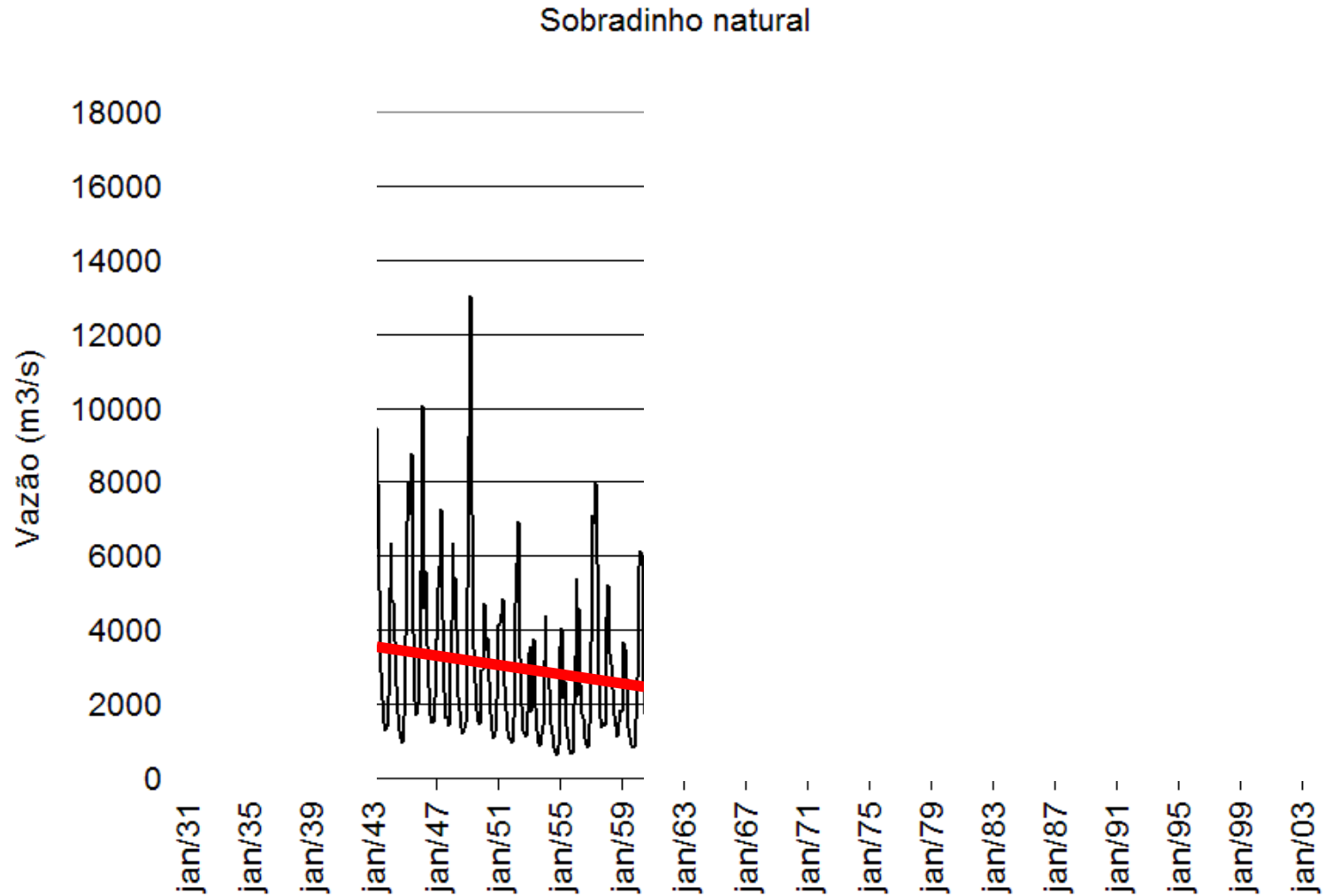


Rio São Francisco 1931 a 1950

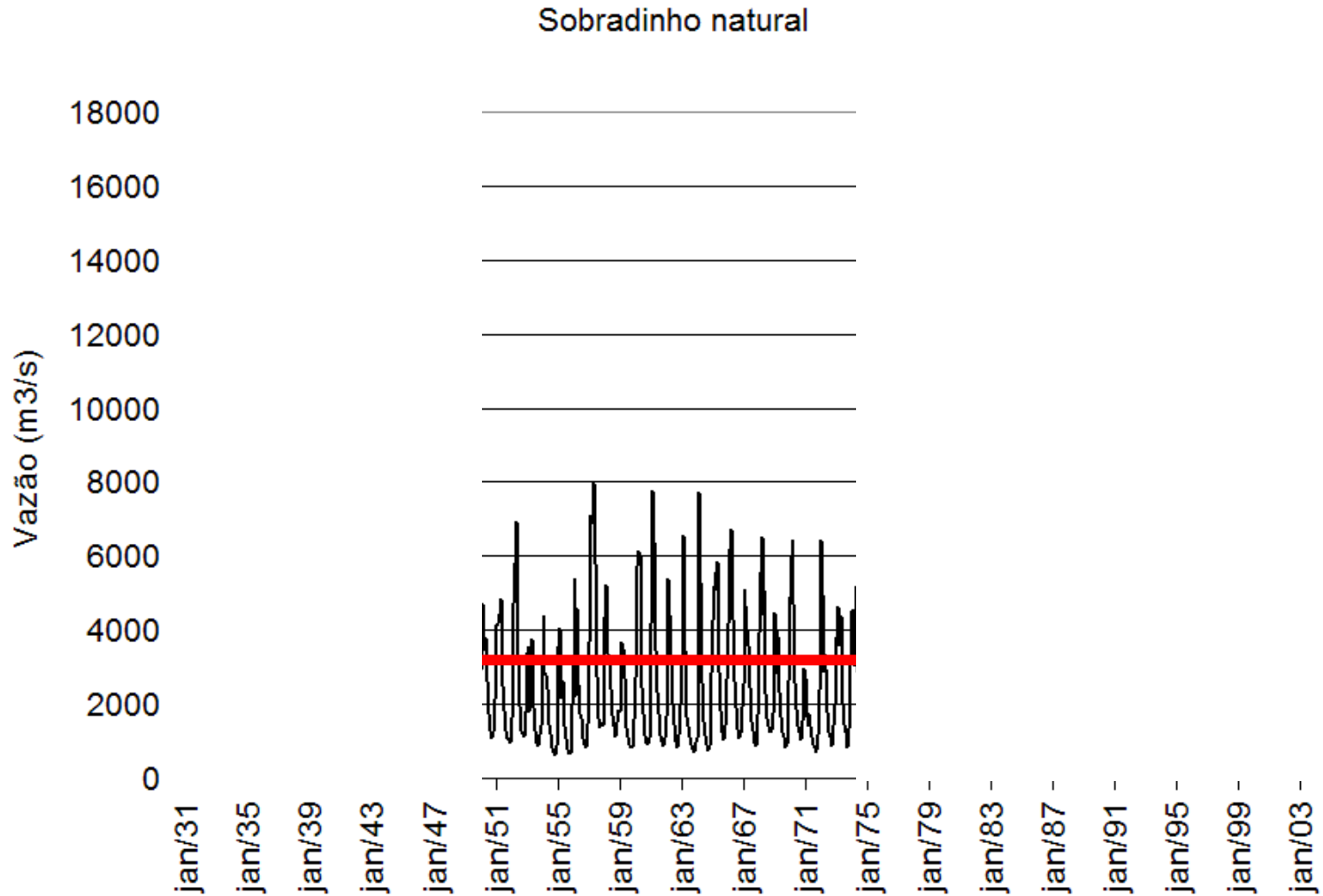
Sobradinho natural



Rio São Francisco 1942 a 1961

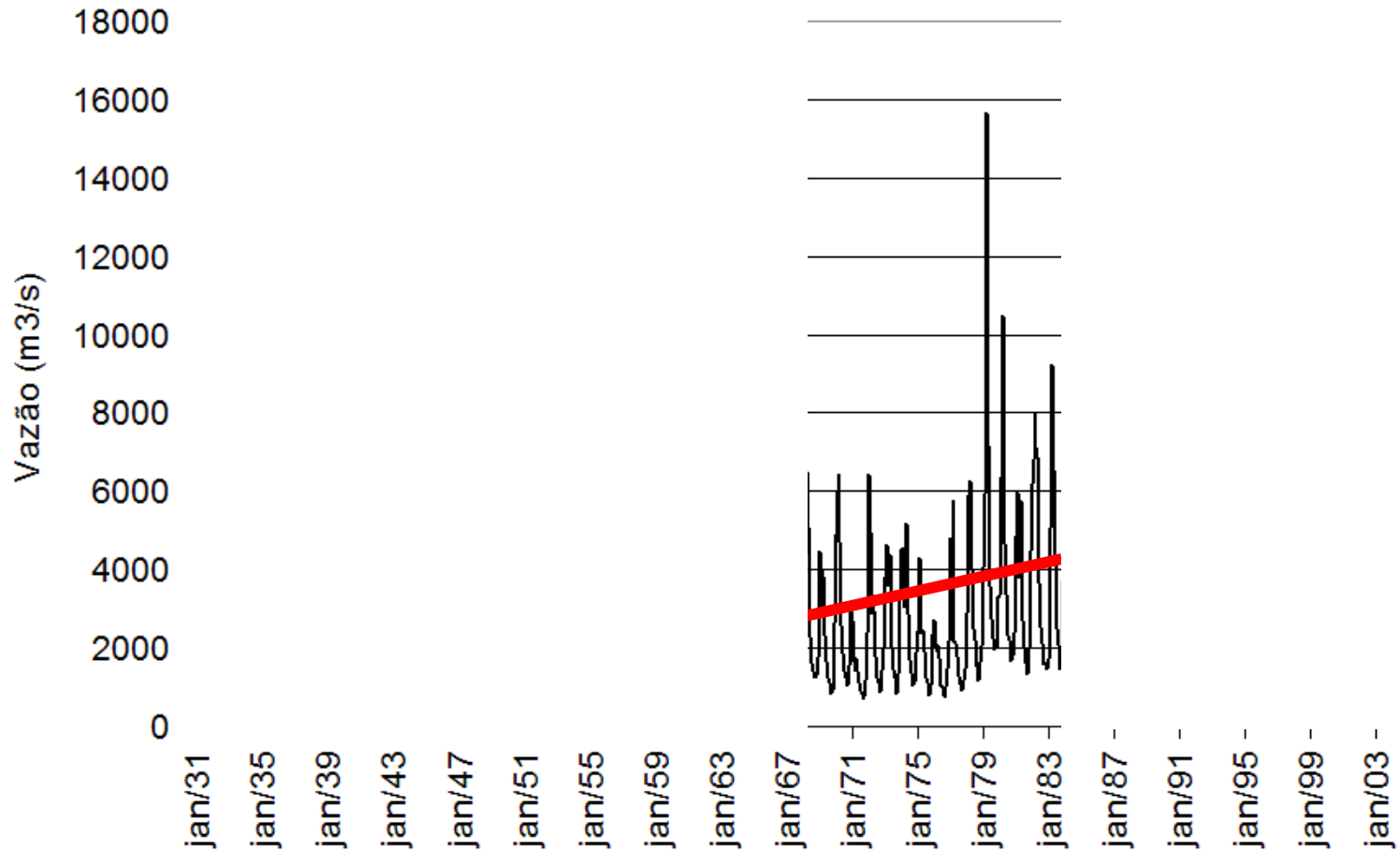


Rio São Francisco em 1950 a 1975



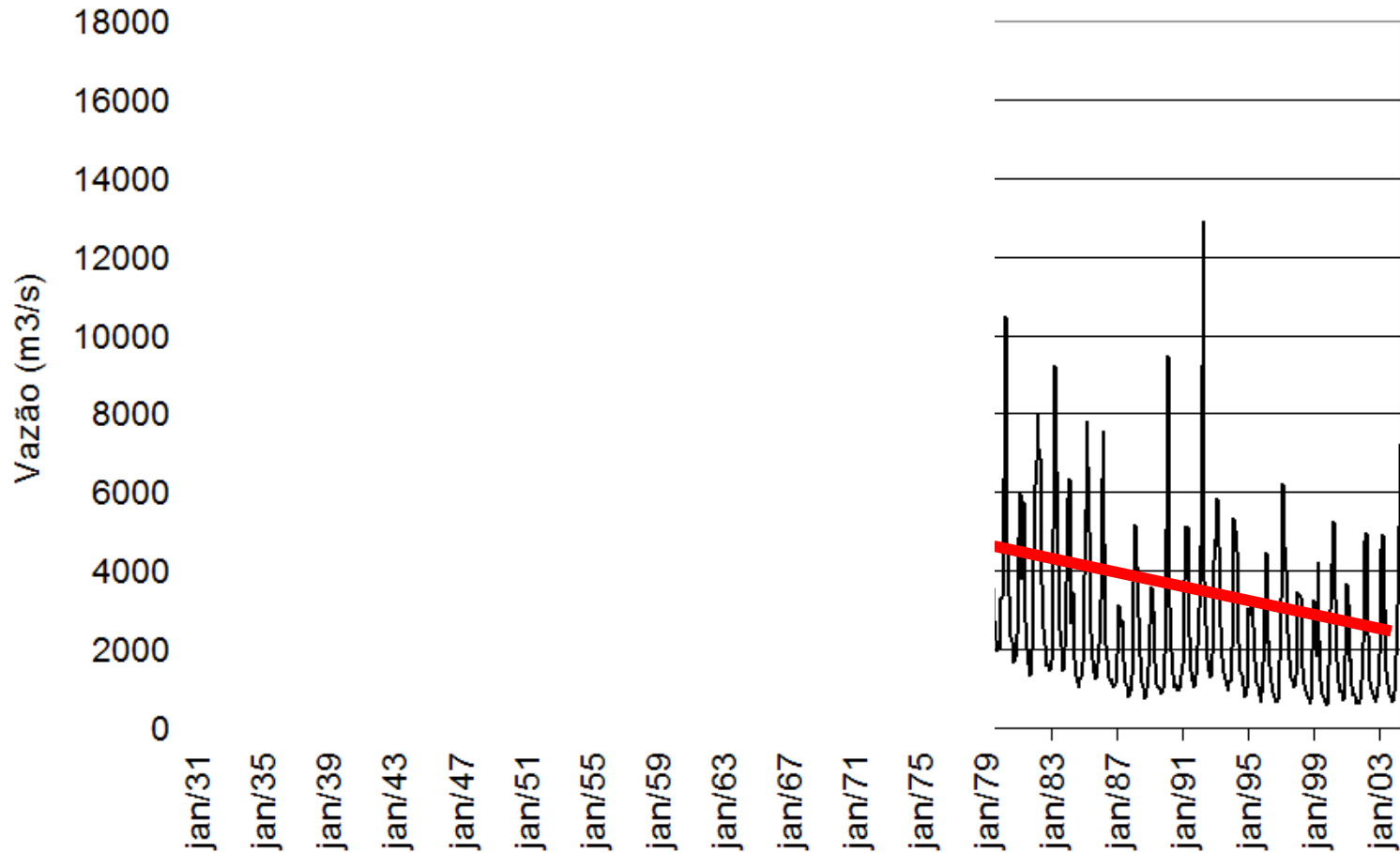
Rio São Francisco 1968 a 1984

Sobradinho natural



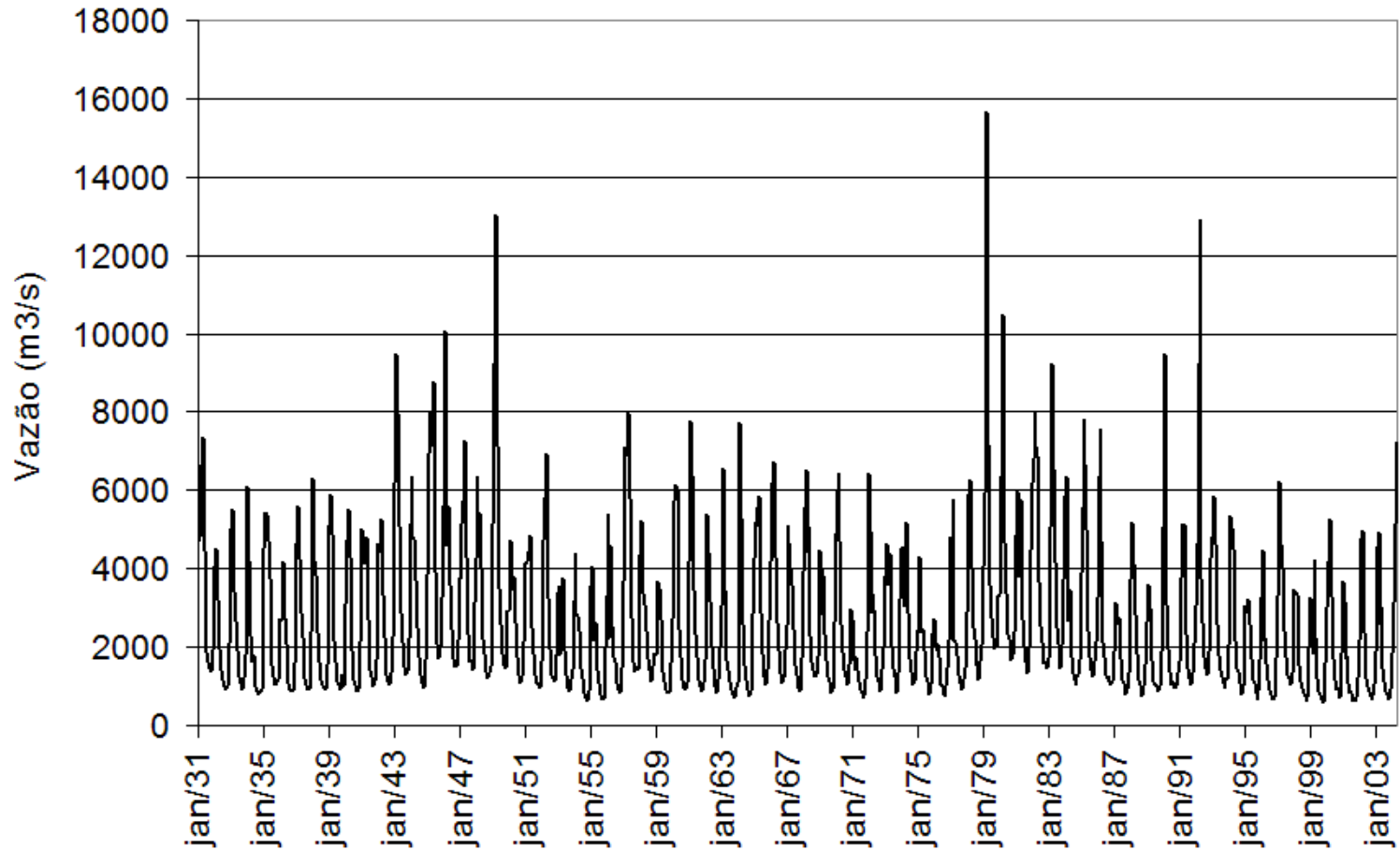
Rio São Francisco em 1978 a 2004

Sobradinho natural

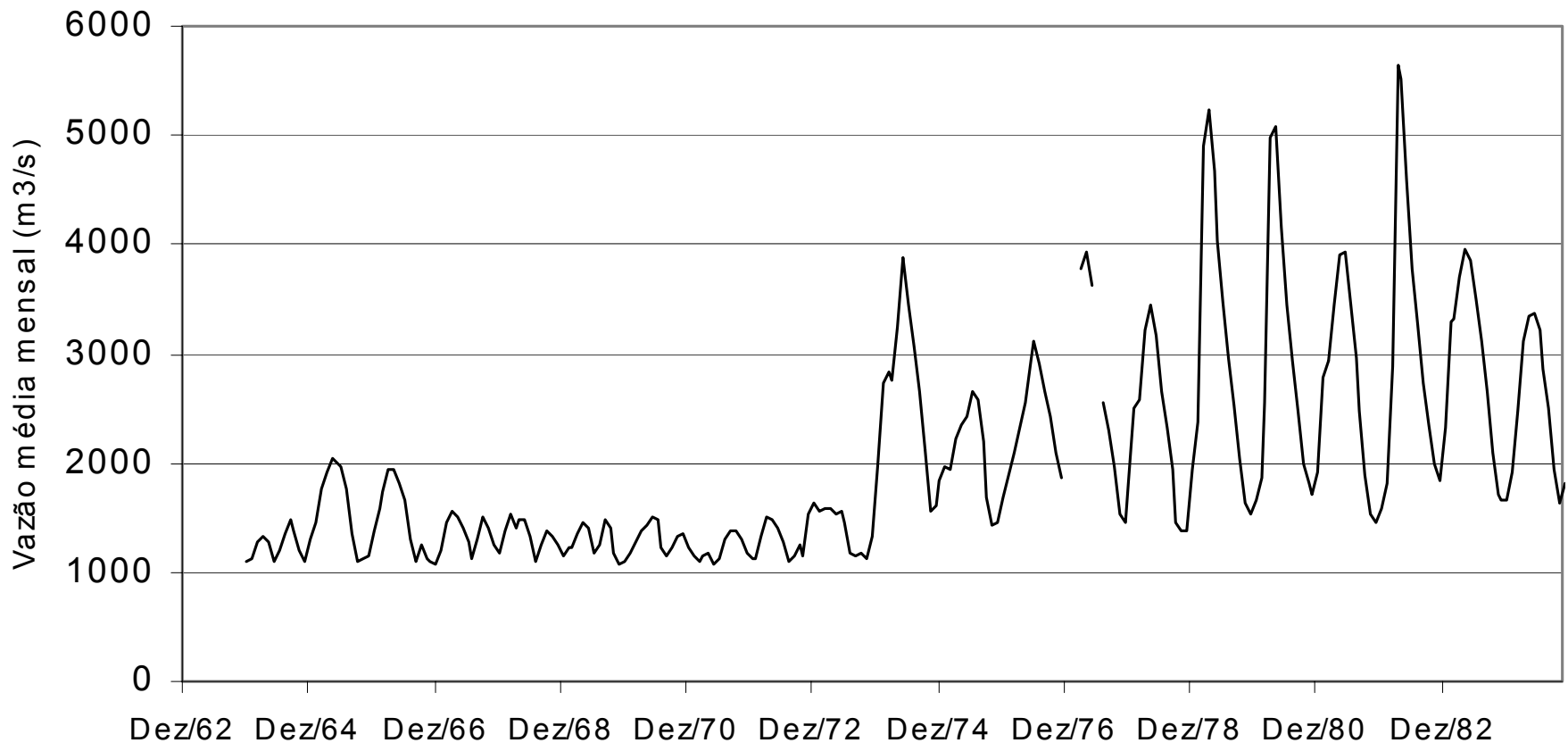


Rio São Francisco 1931 a 2004

Sobradinho natural

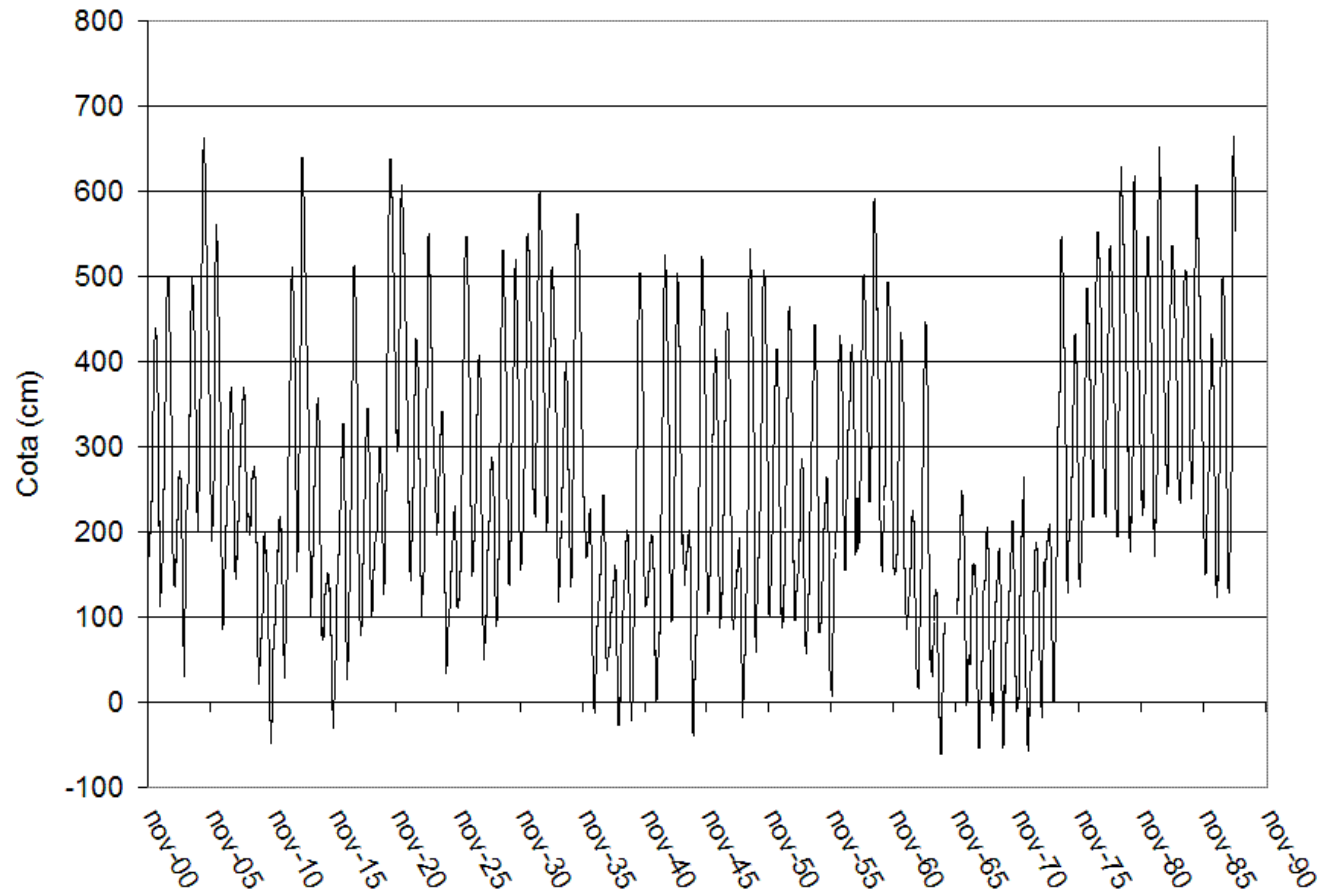


Quais são os processos que contribuem para a variabilidade plurianual da vazão de uma bacia?



Rio Paraguai em Porto Esperança, MS - (360.000 km²)

Cotas rio Paraguai em Ladário



Mudanças climáticas x variabilidade climática

- Número mágico: 30 anos é suficiente?
- Médias
- A questão importante: as mudanças climáticas vão aumentar a variabilidade climática? Estes resultados são confiáveis?

Previsões para recursos hídricos

□ Usos

- Energia Elétrica (especialmente no Brasil)
- Abastecimento
- Irrigação
- Agricultura
- Navegação
- Meio ambiente
- Cheias

Energia Elétrica

- ❑ Energia hidrelétrica = 90 % energia (somente Noruega é semelhante)
- ❑ Sistema interligado
- ❑ Controle centralizado do sistema é fortemente dependente das previsões de vazão afluente a cada um dos reservatórios nos horizontes de 1 semana, 2 semanas, 1 mês, 6 semanas, 12 meses e 5 anos
- ❑ Bacias hidrográficas em diferentes regiões do país, com características climáticas diversas
- ❑ Estado atual: previsões sub-utilizadas

Abastecimento e Irrigação

- ❑ Nova regulamentação: outorga
- ❑ Outorga baseada em análise estatística da série histórica, por exemplo Q_{90}
- ❑ Anos com estiagens extraordinárias, vazão outorgada poderá não existir, isto poderá levar a conflitos entre a entidade que outorgou e o usuário que recebeu a outorga
- ❑ Se, num ano qualquer, houver indícios de que haverá uma estiagem extraordinária, o conflito poderá ser antecipado e o usuário poderá, por exemplo, cultivar uma área menor

Navegação

- Rios Madeira, Paraguai e Araguaia
 - Carga para transportar x problemas de navegação
 - Melhor planejamento da navegação com boas previsões sobre as vazões dos rios na estiagem = boas previsões da chuva no período úmido

Meio ambiente

- Minimizar impactos de regularização da vazão
- Se houver previsão de um verão favorável (úmido), não é necessário utilizar as primeiras cheias do ano para recuperar o volume do reservatório.

Cheias

- ❑ Alerta de cheias
- ❑ 1983 – aprox 30% do PIB de Santa Catarina afetado
- ❑ 2004 – Defesa civil em estado de alerta – El Niño

Experiências com uso de previsões

- ▣ Rio Uruguai, previsões climáticas
- ▣ Rio Uruguai, previsões de tempo
- ▣ Rio São Francisco, previsões climáticas

Previsão de vazão

Etapa 1

Chuva observada

Vazão

Modelo Hidrológico

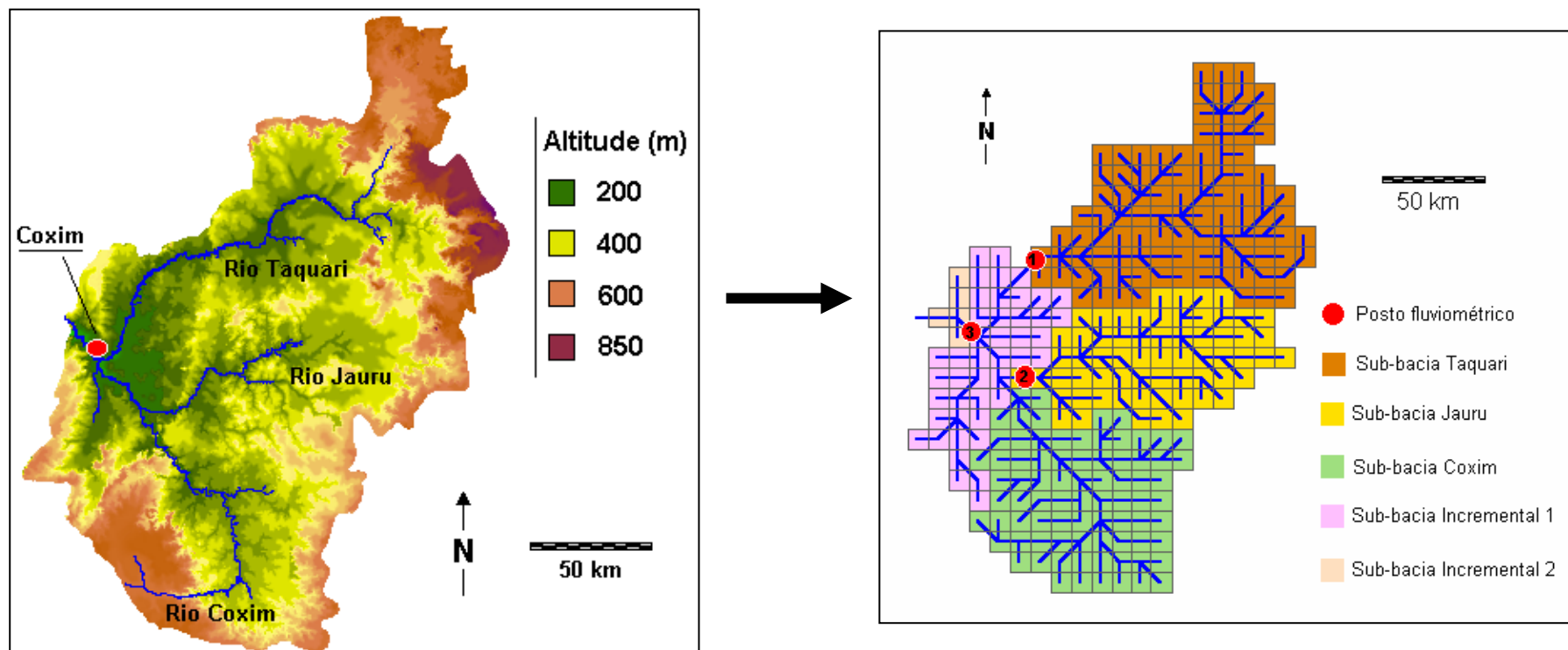
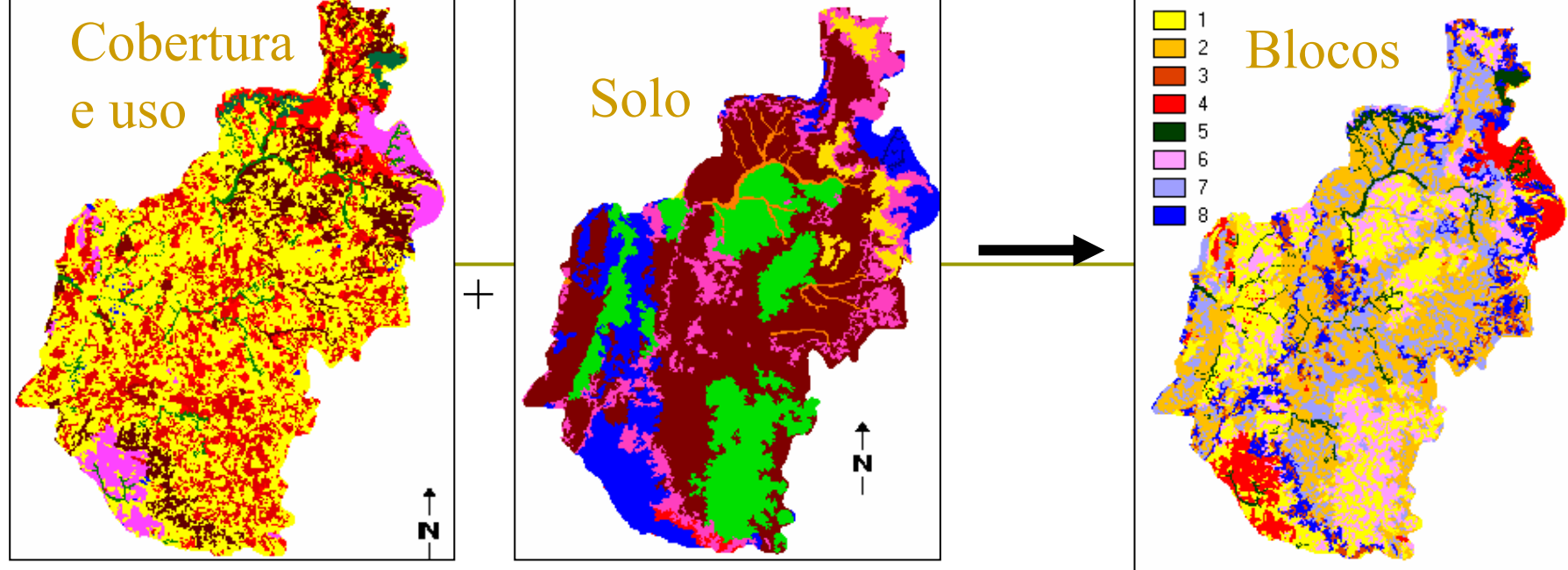
Etapa 2

Chuva prevista

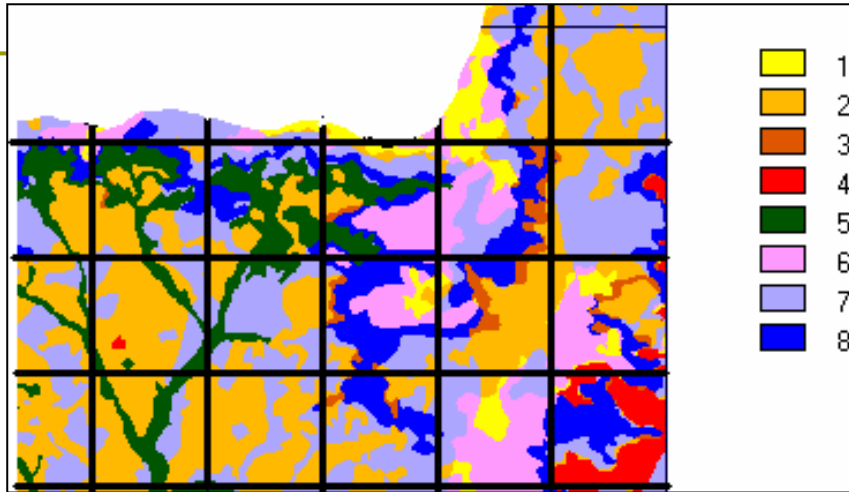


Vazão

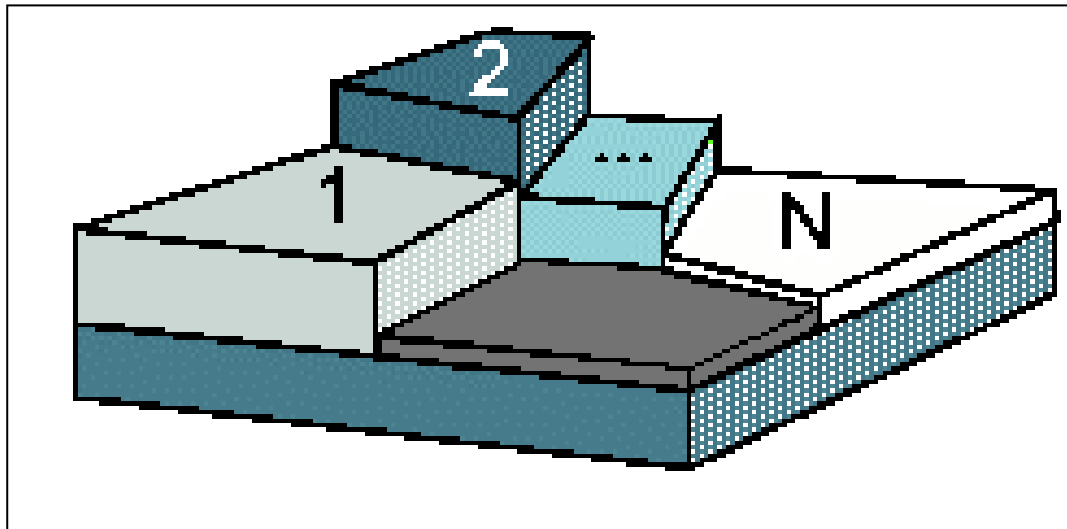
Modelo Hidrológico



Variabilidade no interior da célula

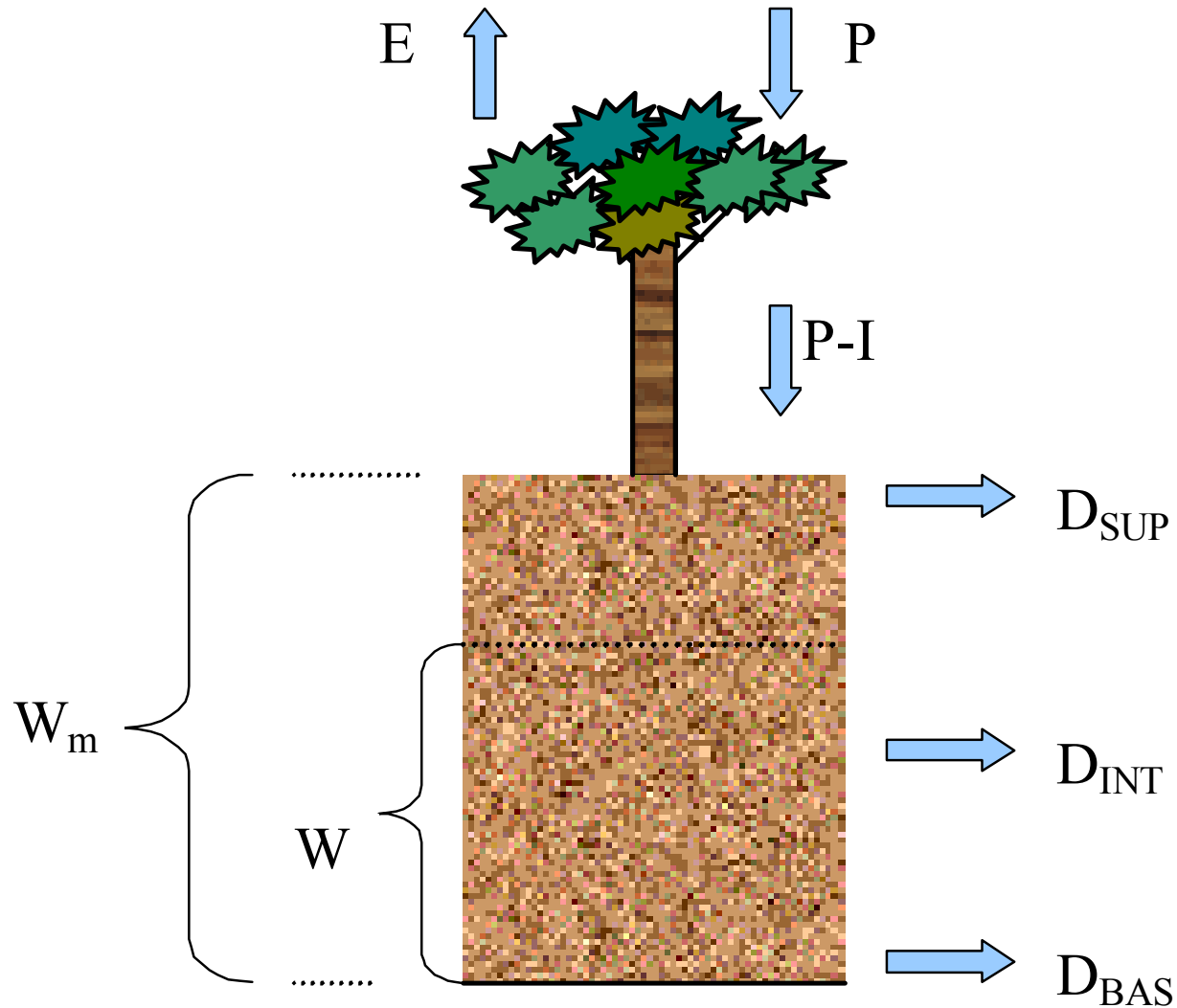


A cobertura, o uso e o tipo de solo são heterogêneos dentro de uma célula

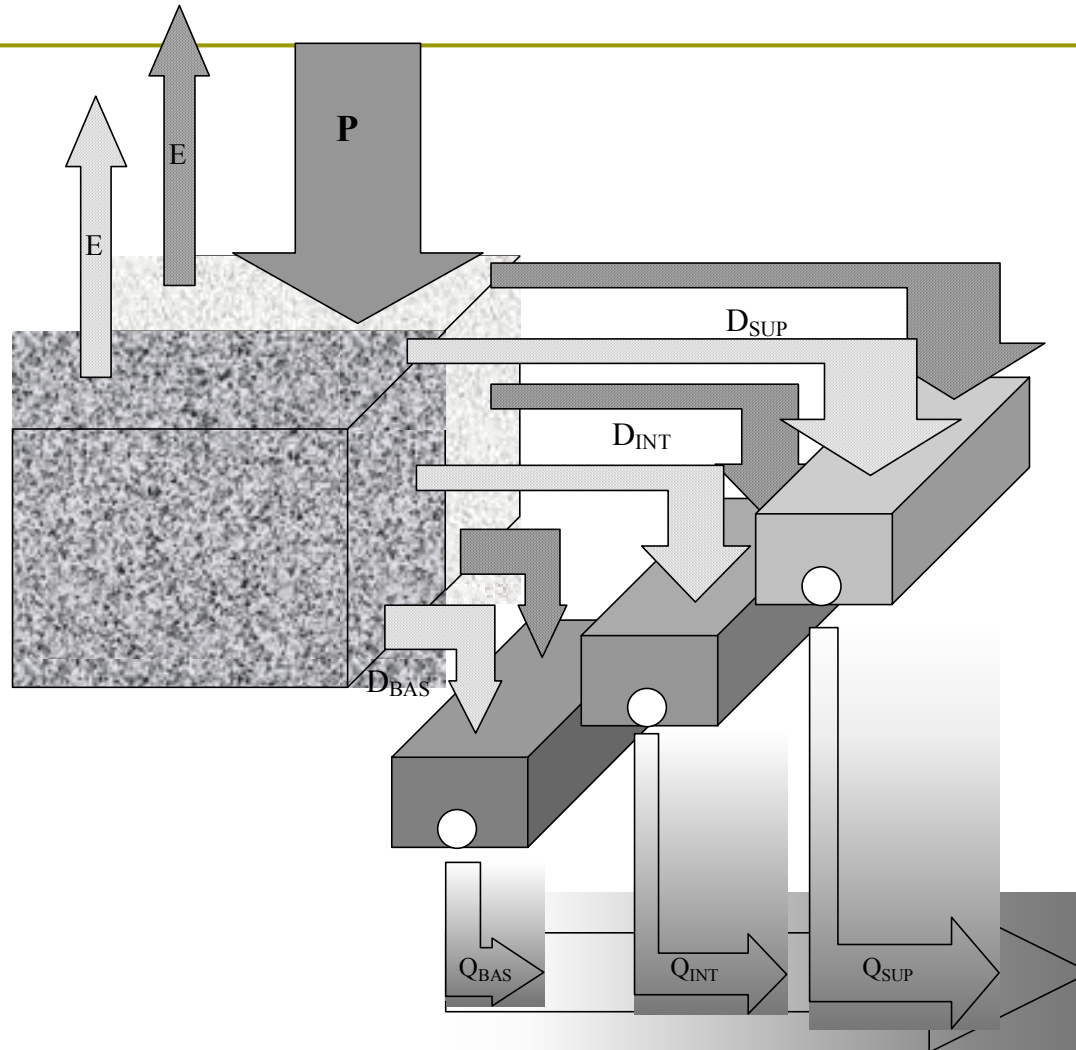


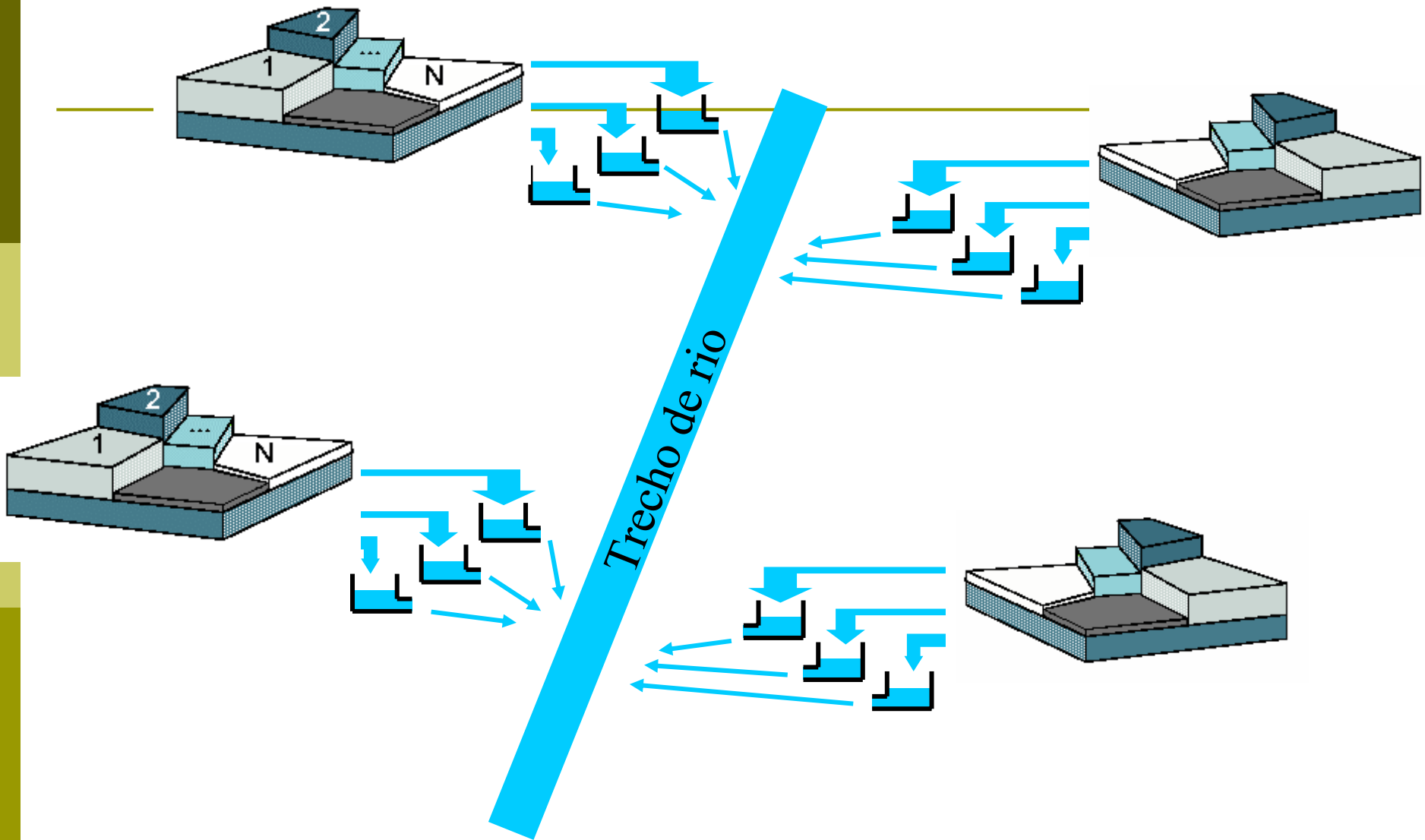
Cada célula é dividida em blocos

Balanço vertical em cada bloco

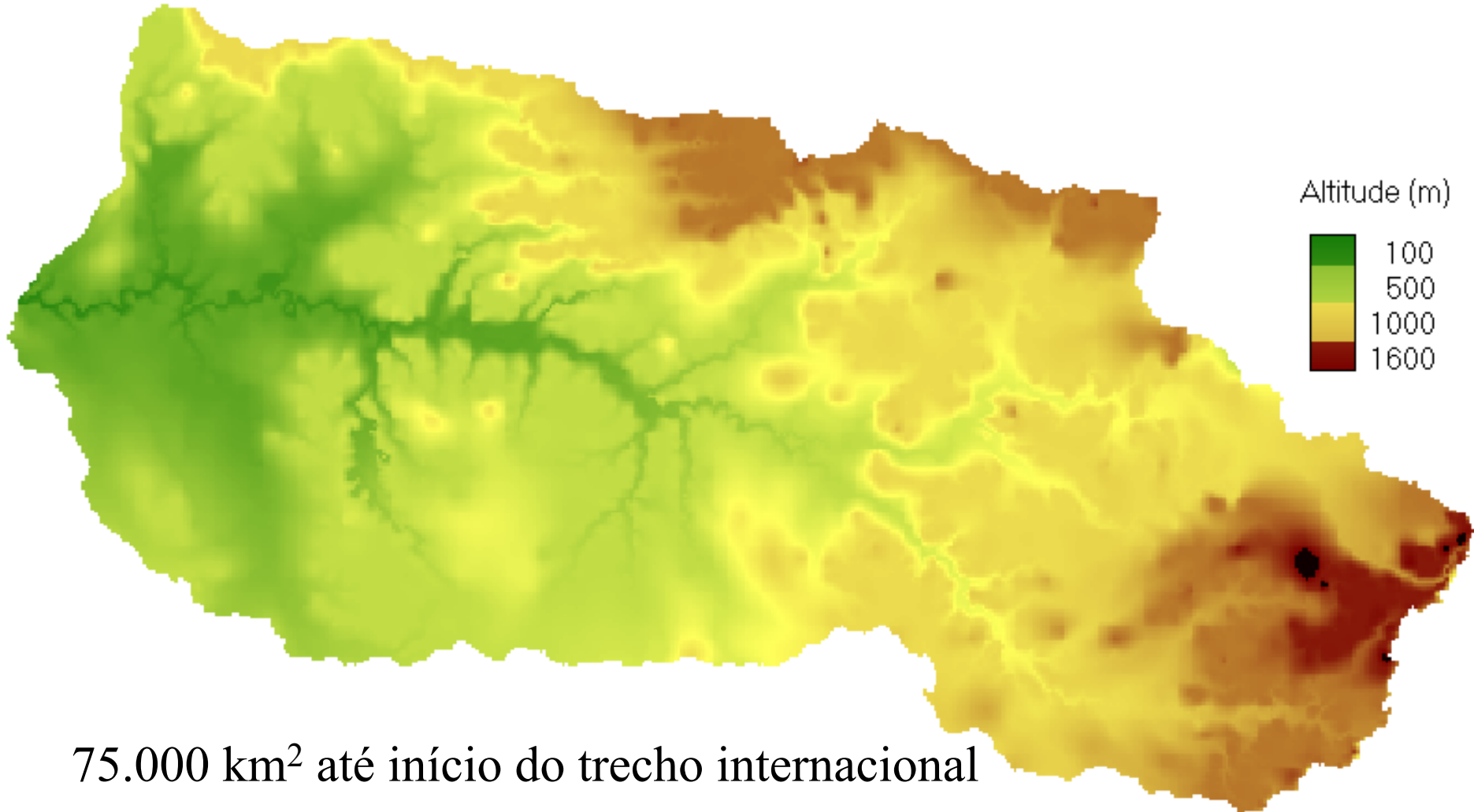


Escoamento na célula

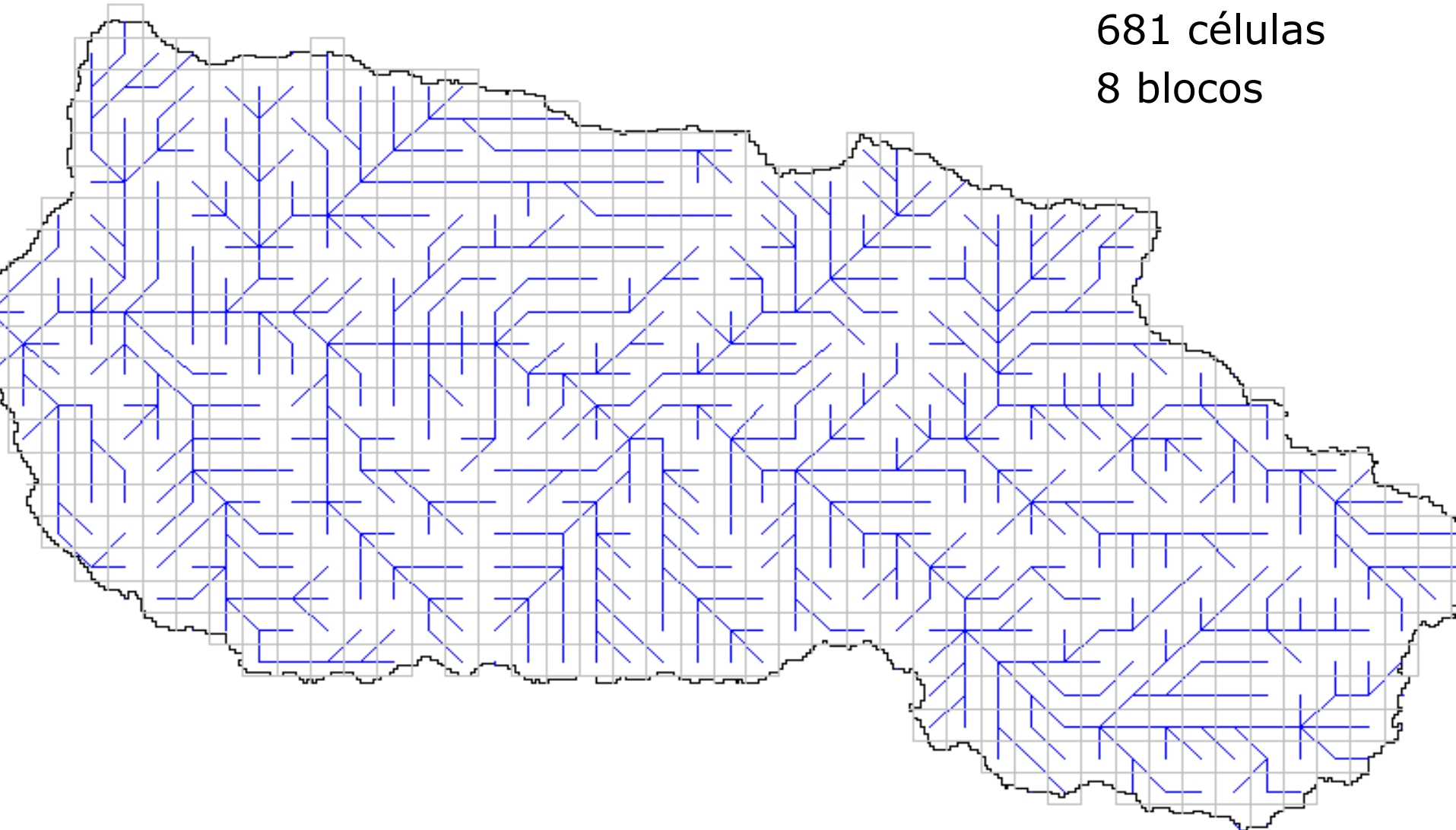




Bacia do Rio Uruguai

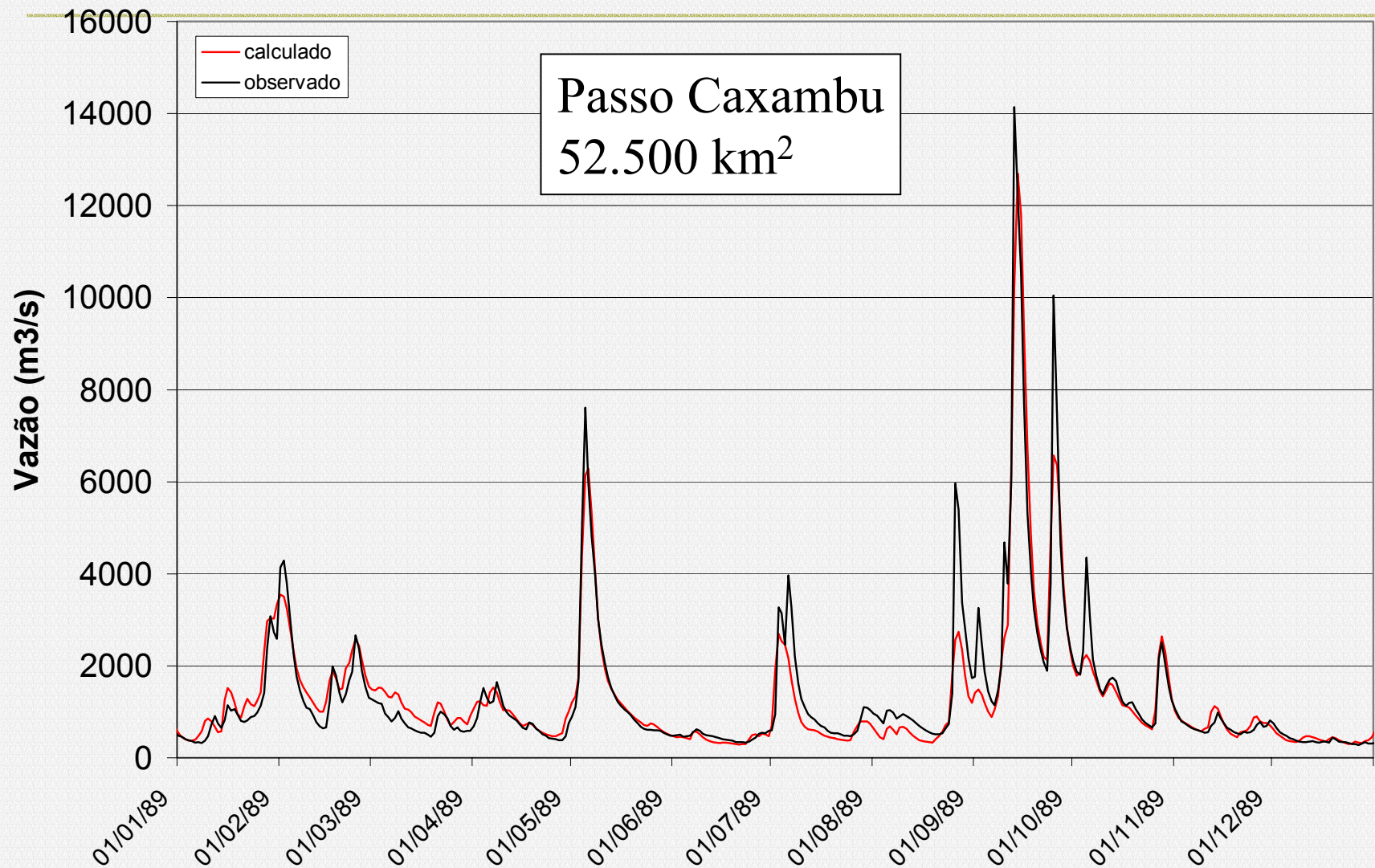


Discretização da bacia do rio Uruguai

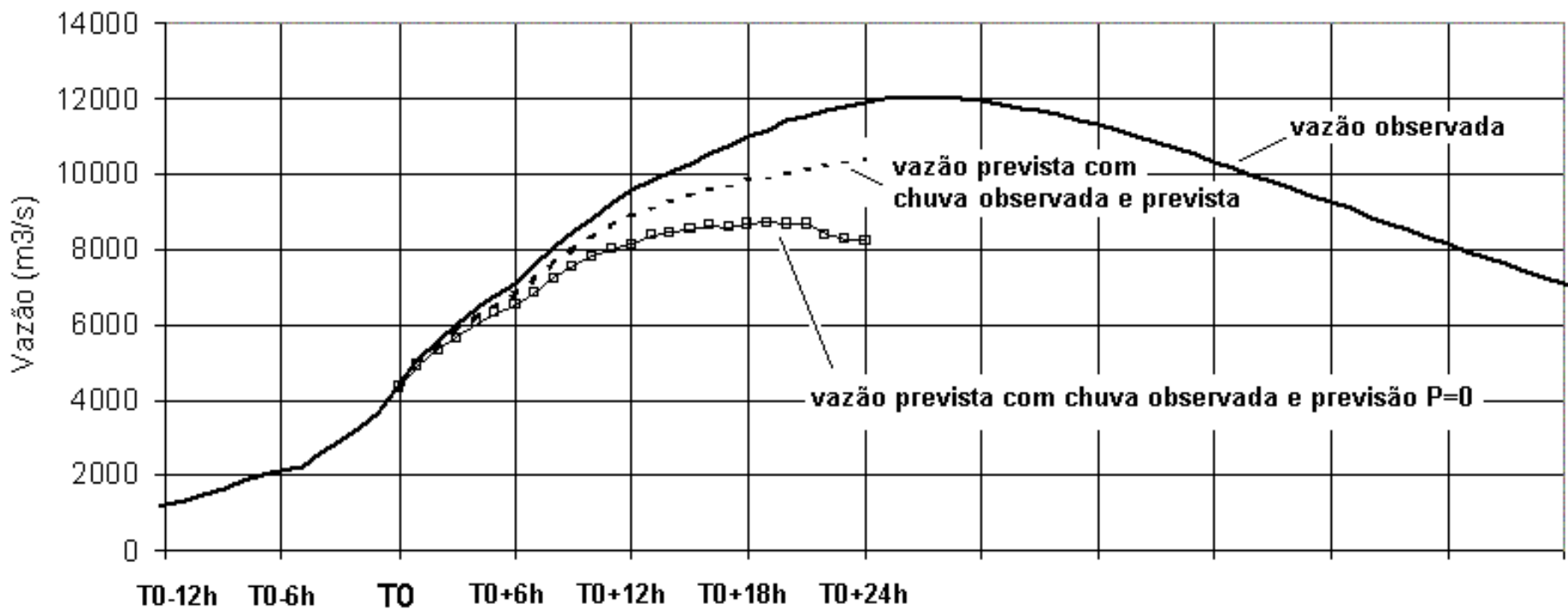
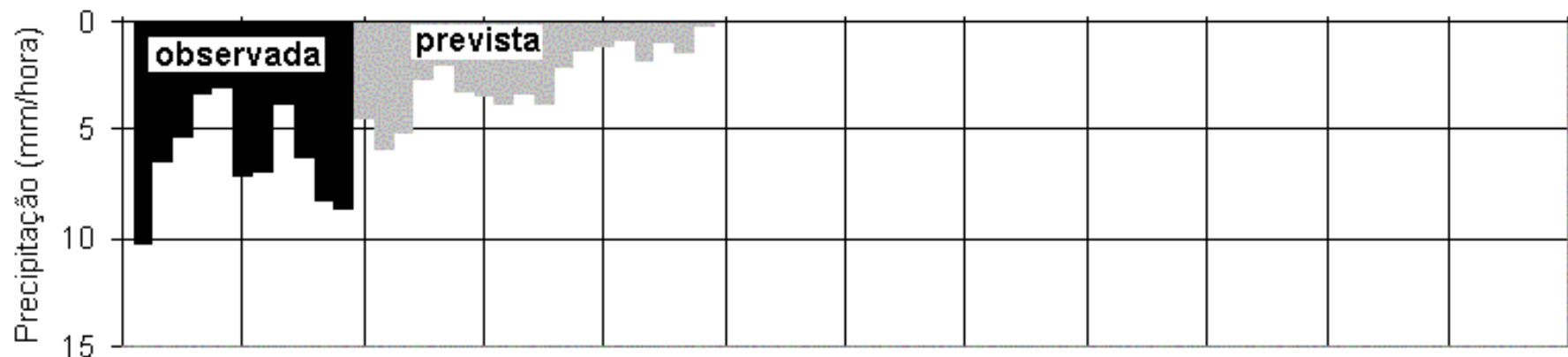


681 células
8 blocos

Rio Uruguai: Resultados aplicação com calibração

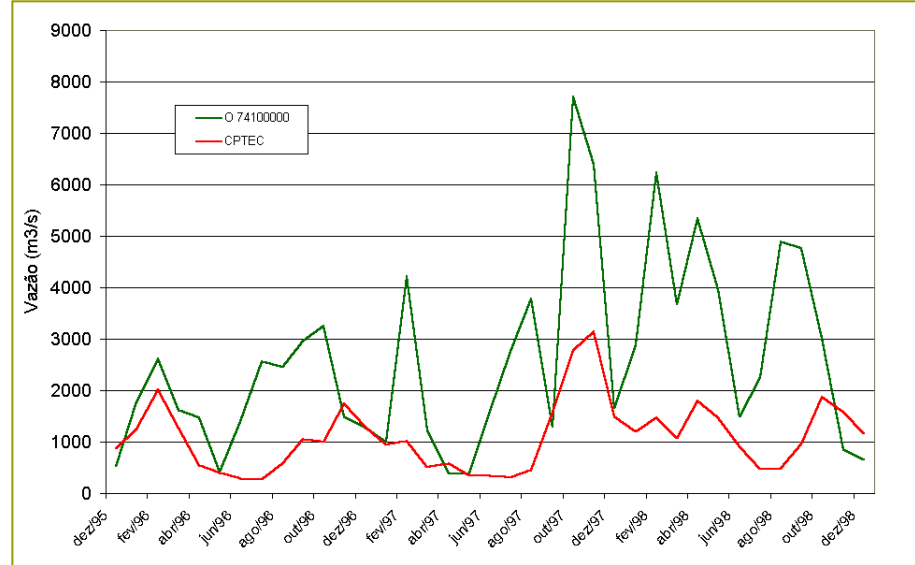
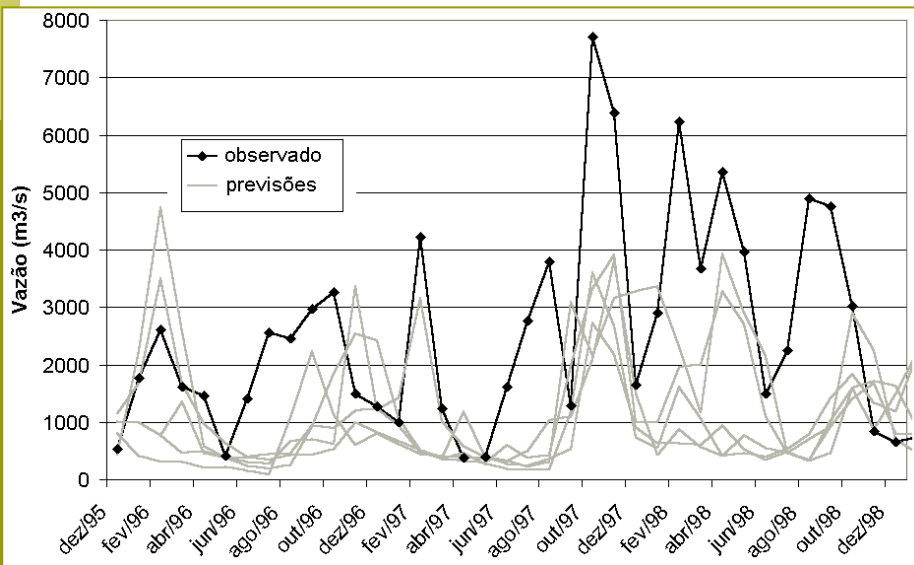


Previsão

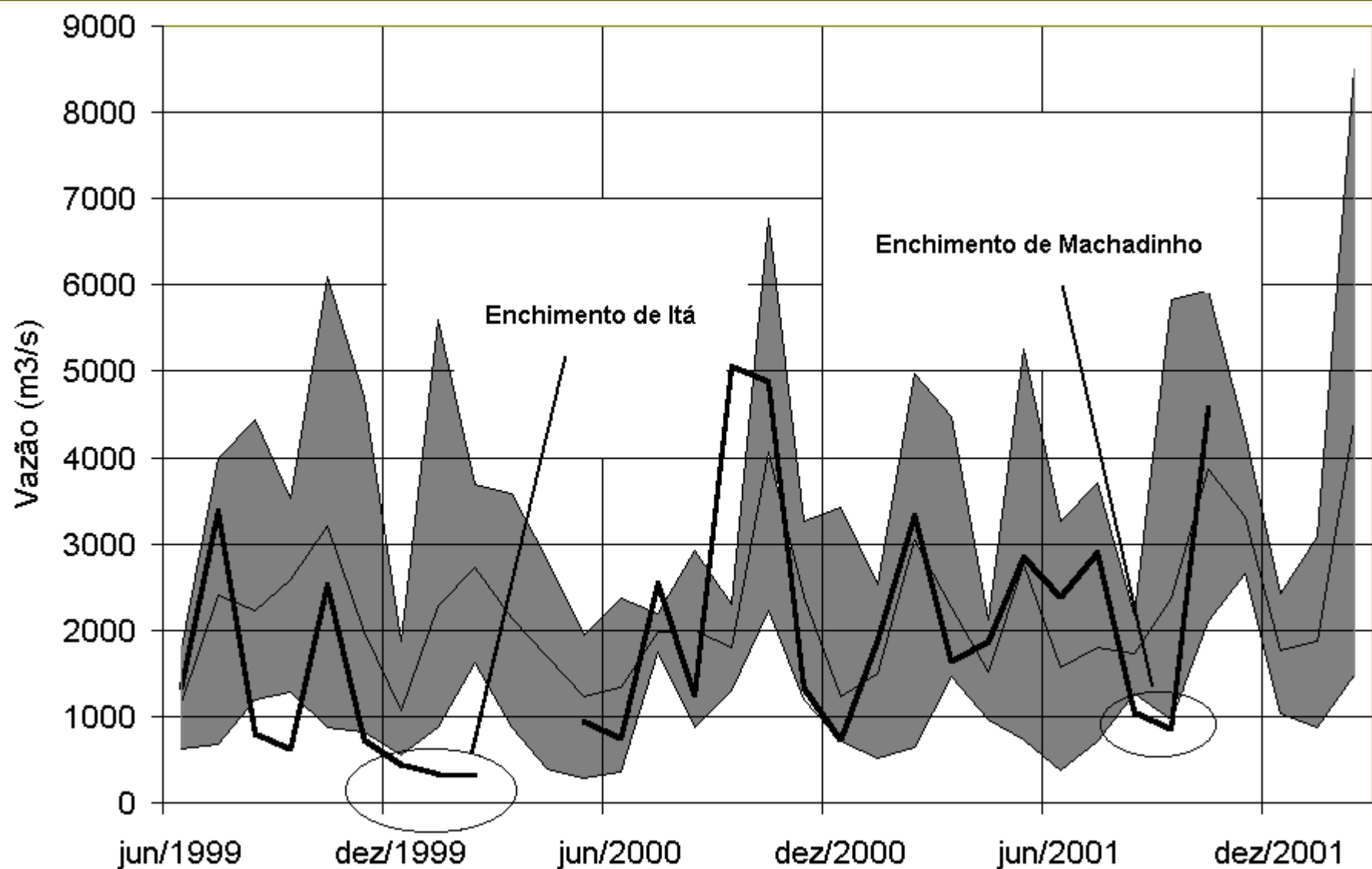


Primeiras conclusões

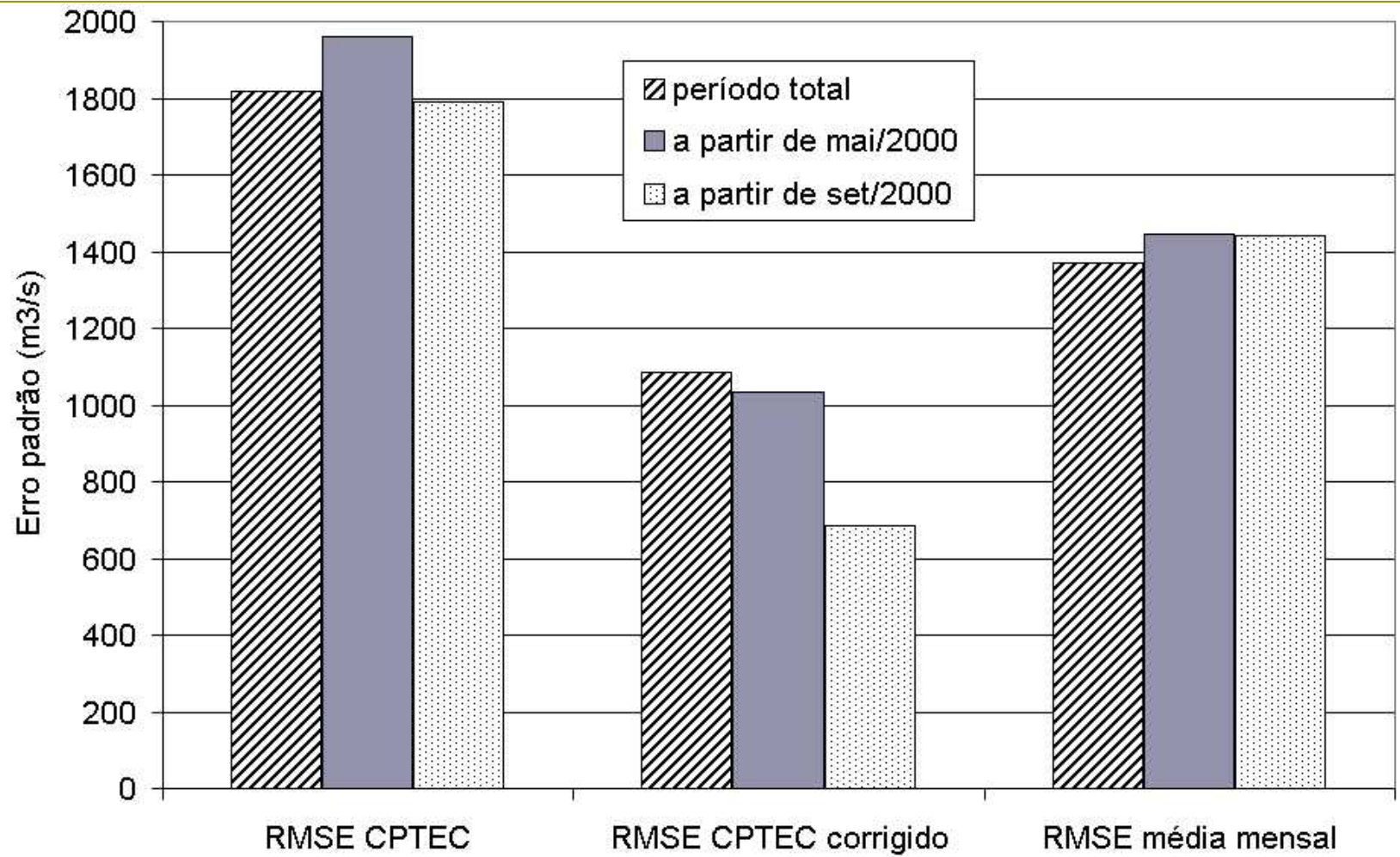
- Em geral, a chuva é subestimada ☹️
- Modelo prevê invernos muito secos ☹️
- A variabilidade interanual é razoavelmente bem prevista 😊



Previsões com banda de incerteza 1999 a 2001

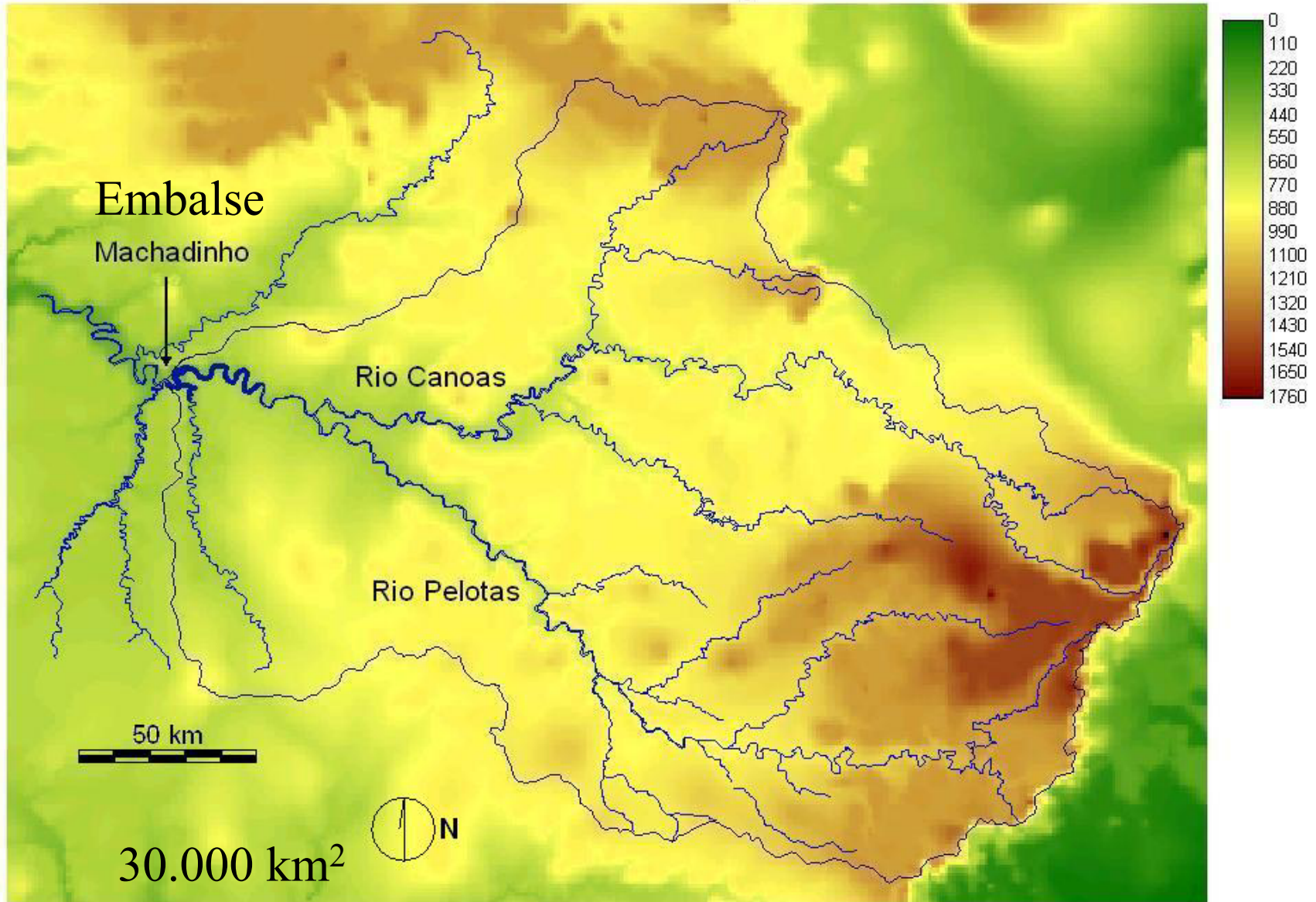


Erro padrão 1999 a 2001



Rio Uruguai – previsão de curto prazo

mnt 1 centesimo machadinho resampled



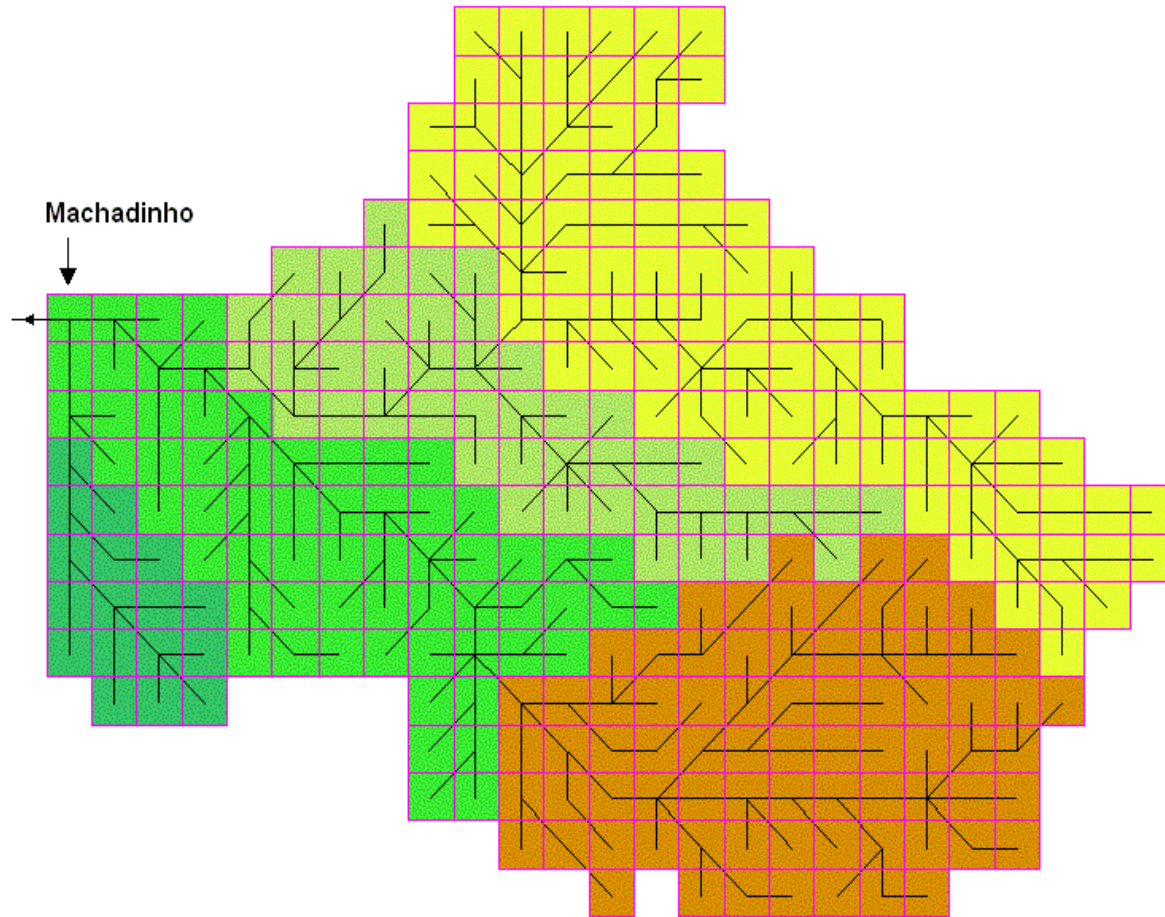
Rio Canoas



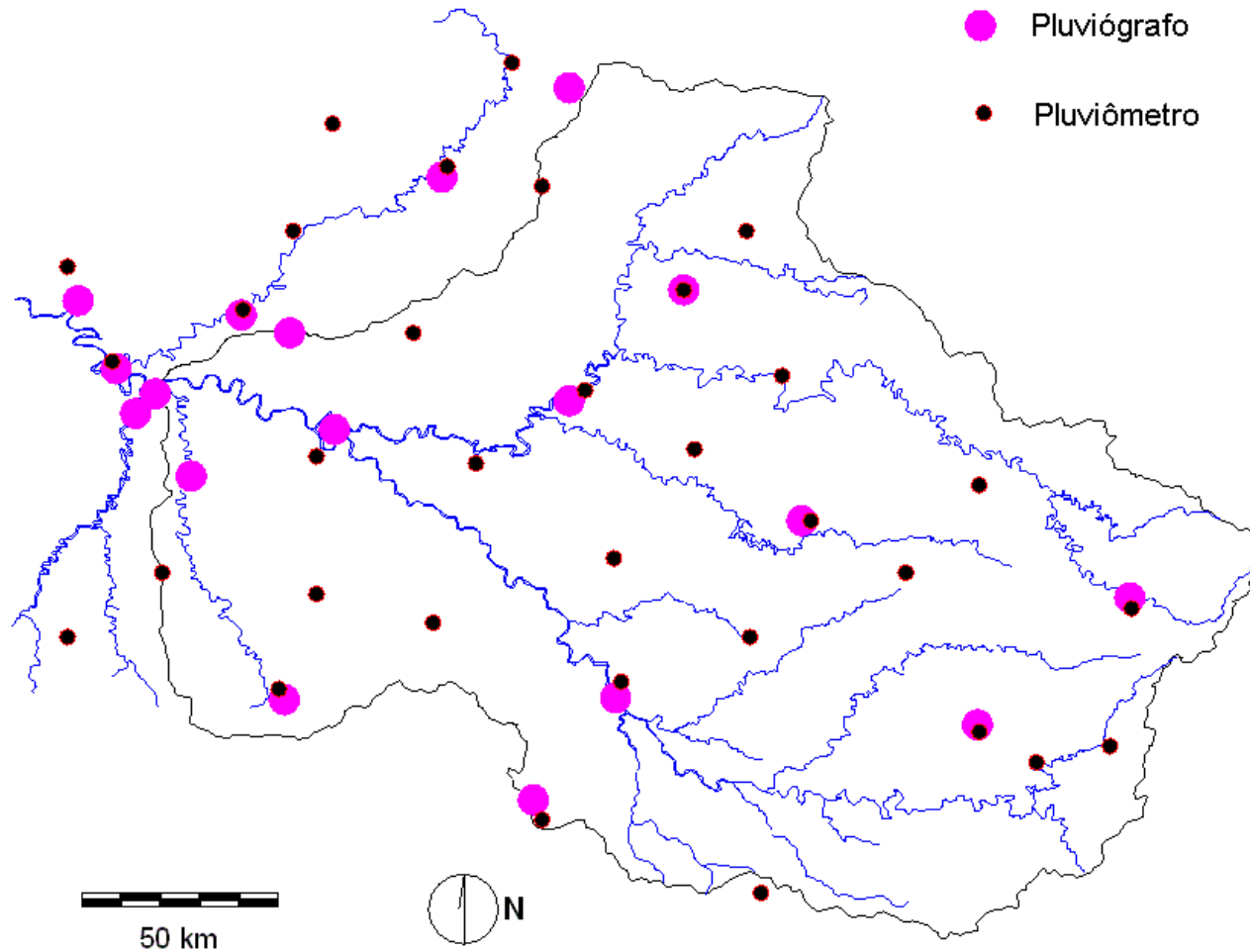
Rio Pelotas



Bacia discretizada



Pluviômetros e pluviógrafos



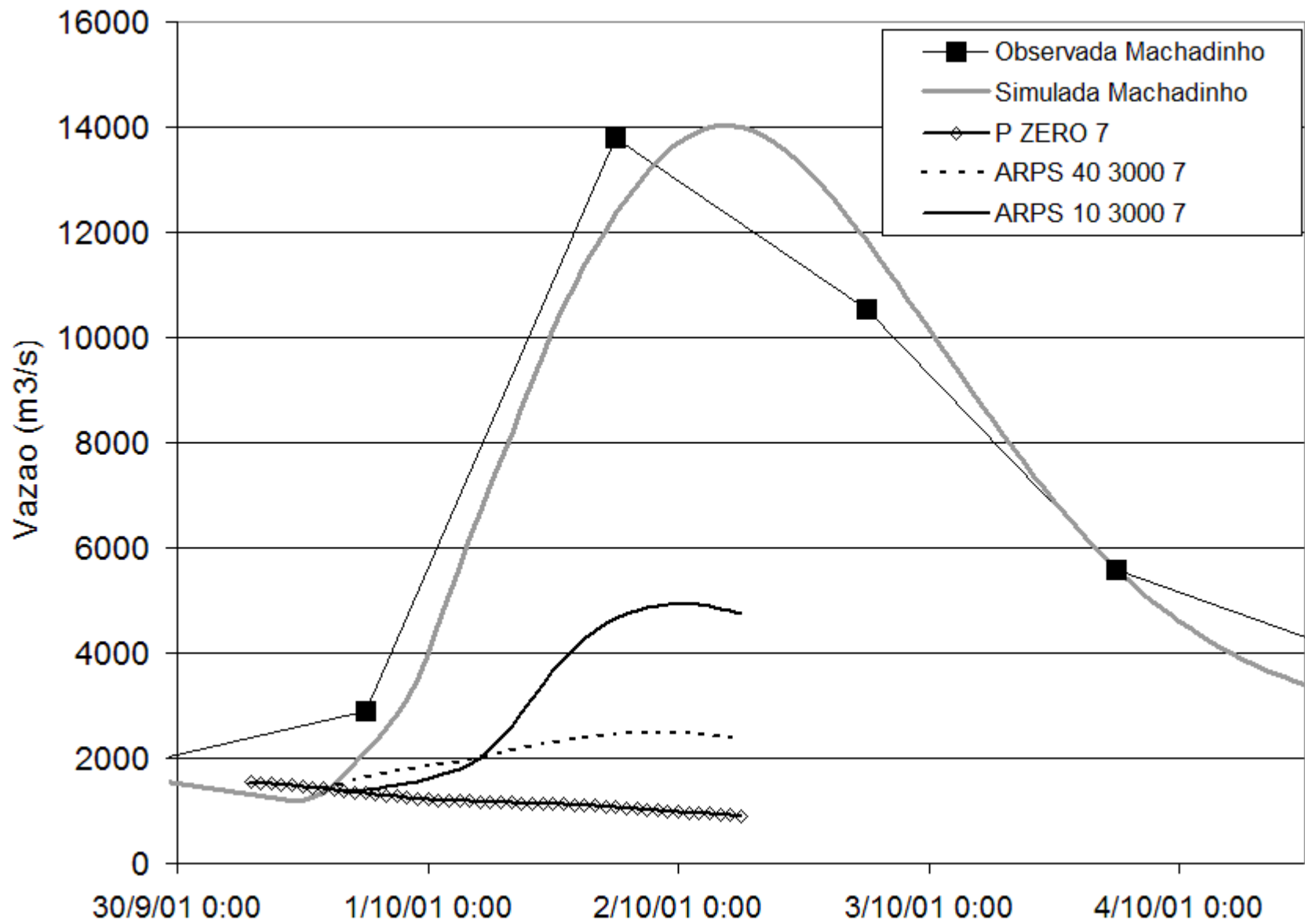
Previsões meteorológicas obtidas do grupo de pesquisa da UFSC

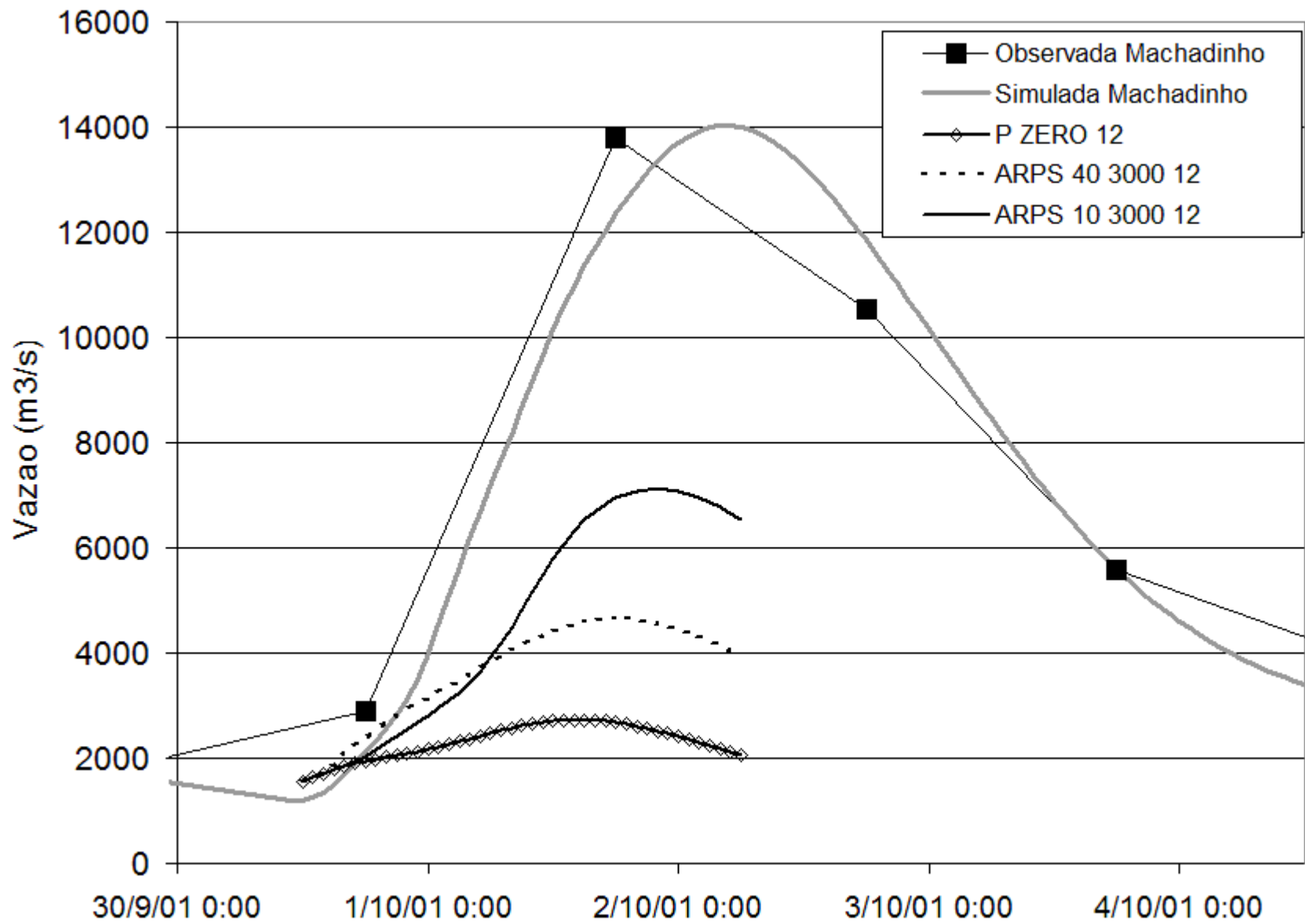
Modelo ARPS

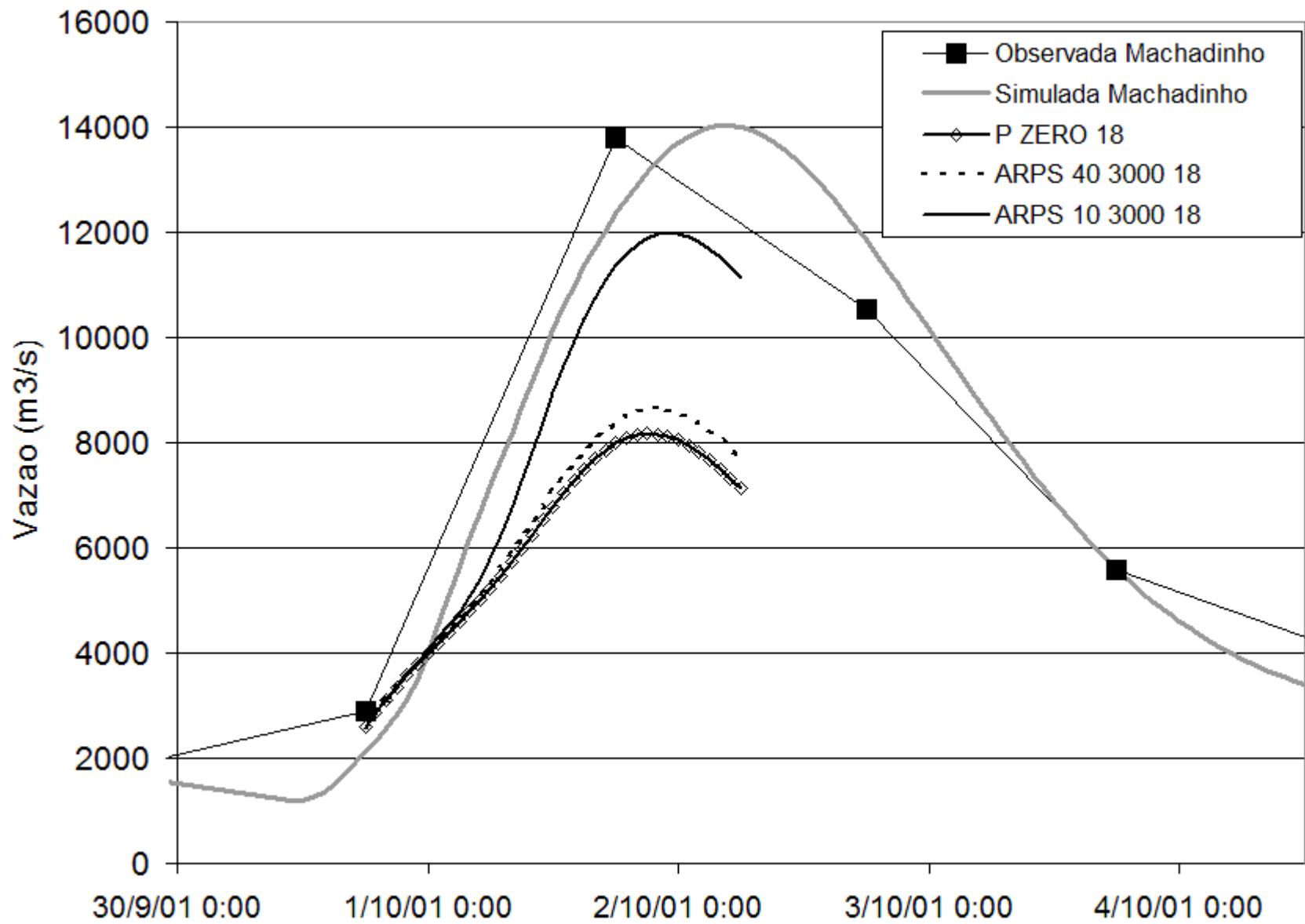
- ❑ Cluster de 16 Pentium 2.4 GHz
- ❑ Projeto paralelo com empresa Tractebel Energia
- ❑ Modelos aninhados:
 - América do Sul – 40 x 40 km
 - Região Sul do Brasil – 10 x 10 km
 - Novo região sul – 4 x 4 km
 - Condições de contorno: modelo global do NCEP (NOAA)

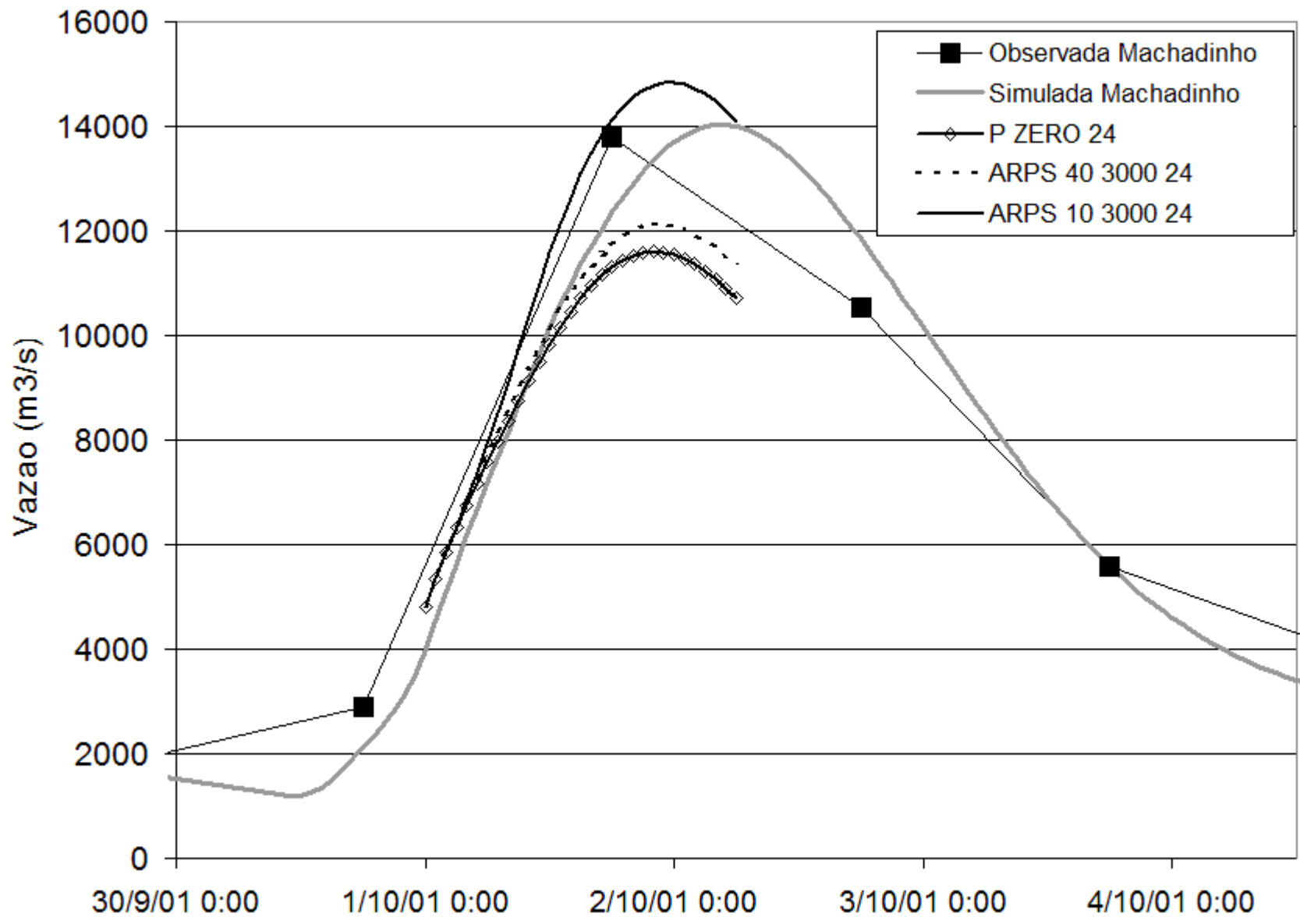


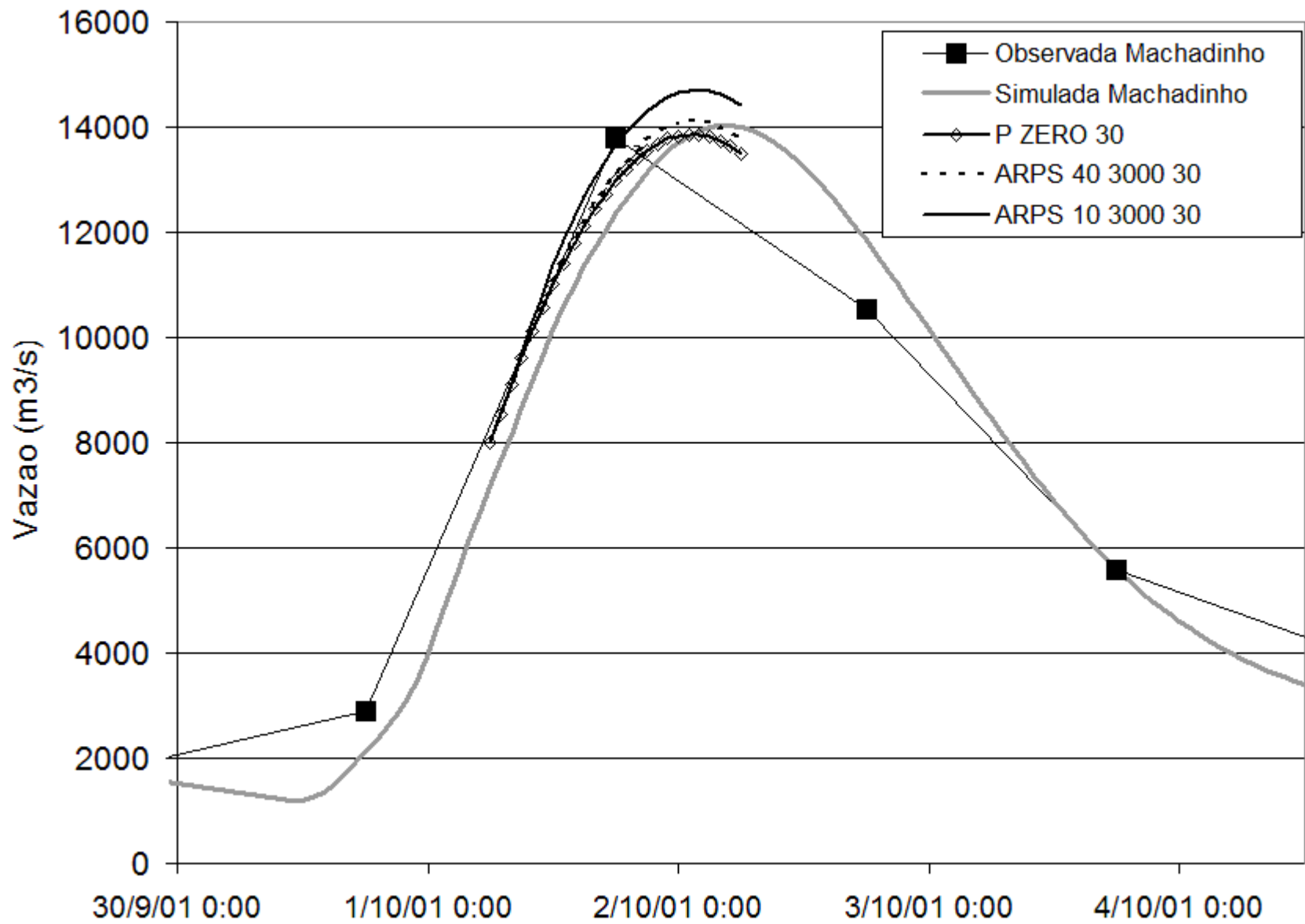
Cluster antigo











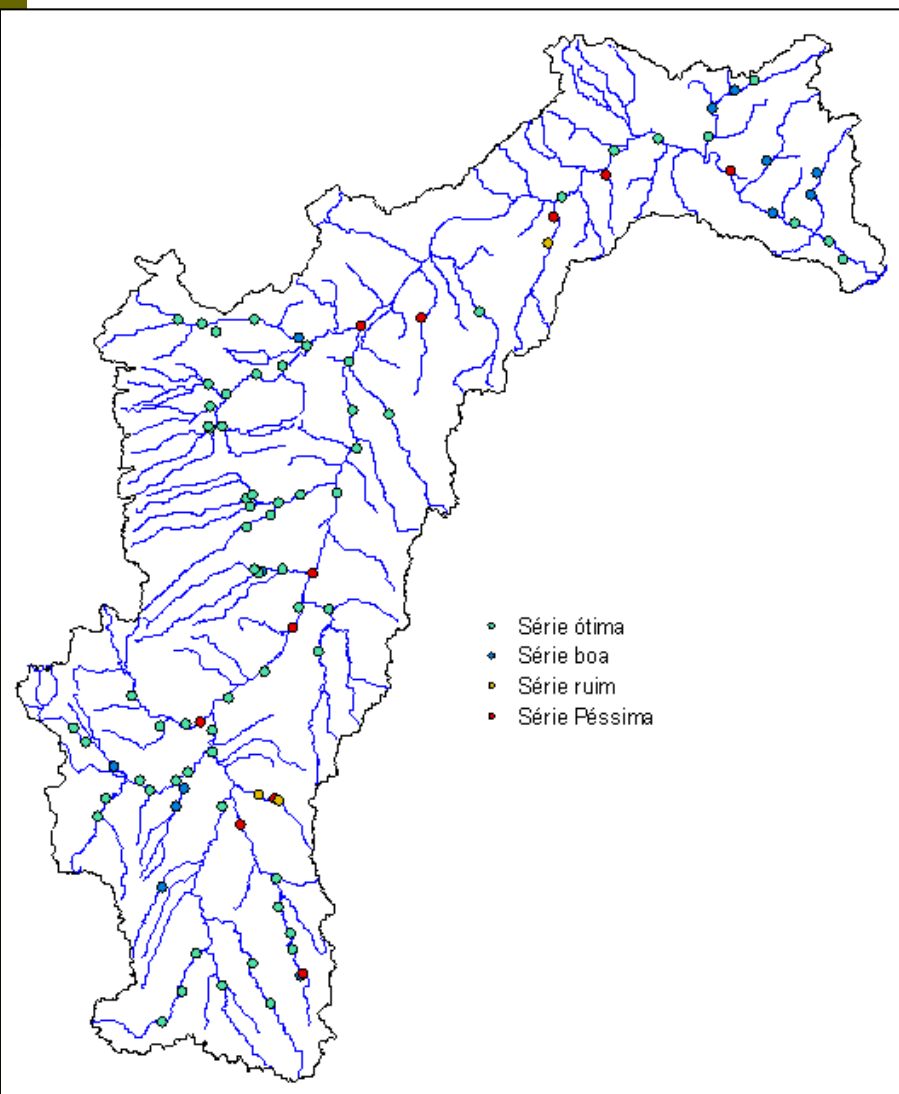
Previsão 6 meses rio São Francisco

BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

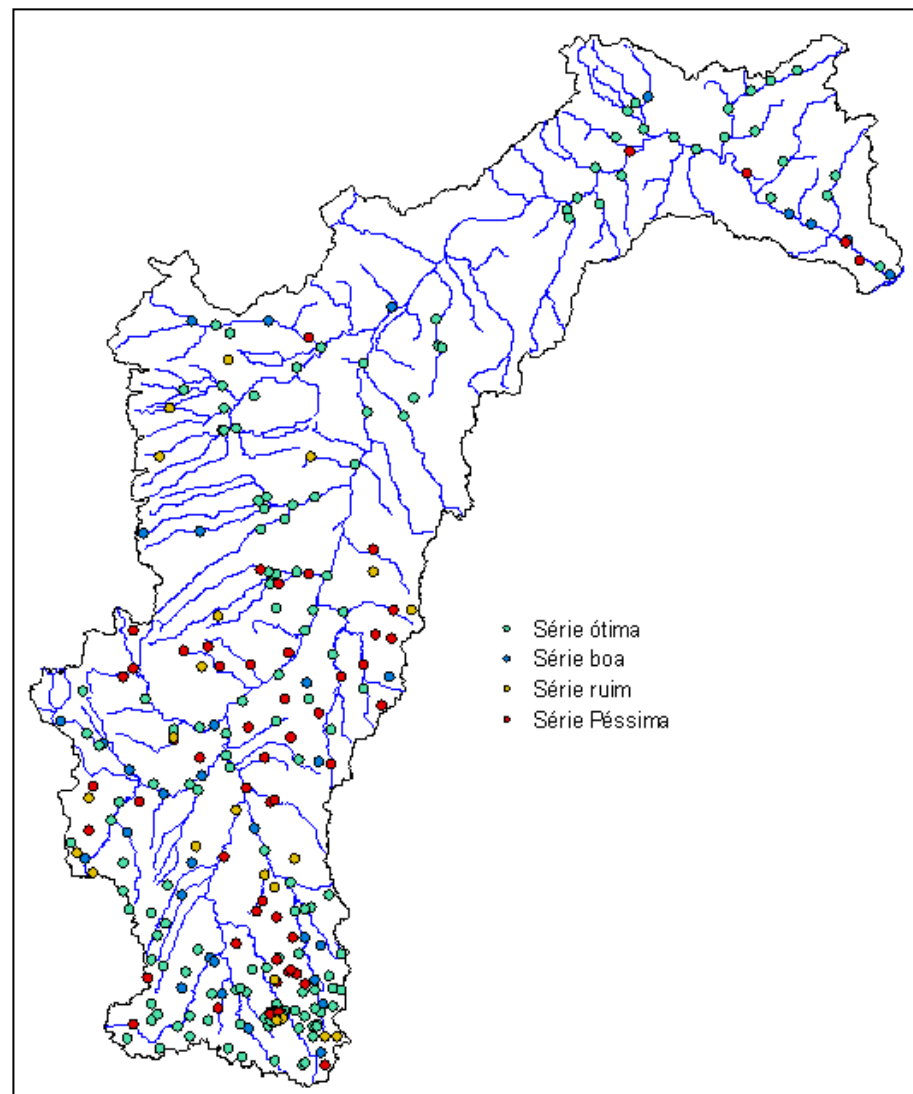


DADOS HIDROLÓGICOS

Fluviométricos

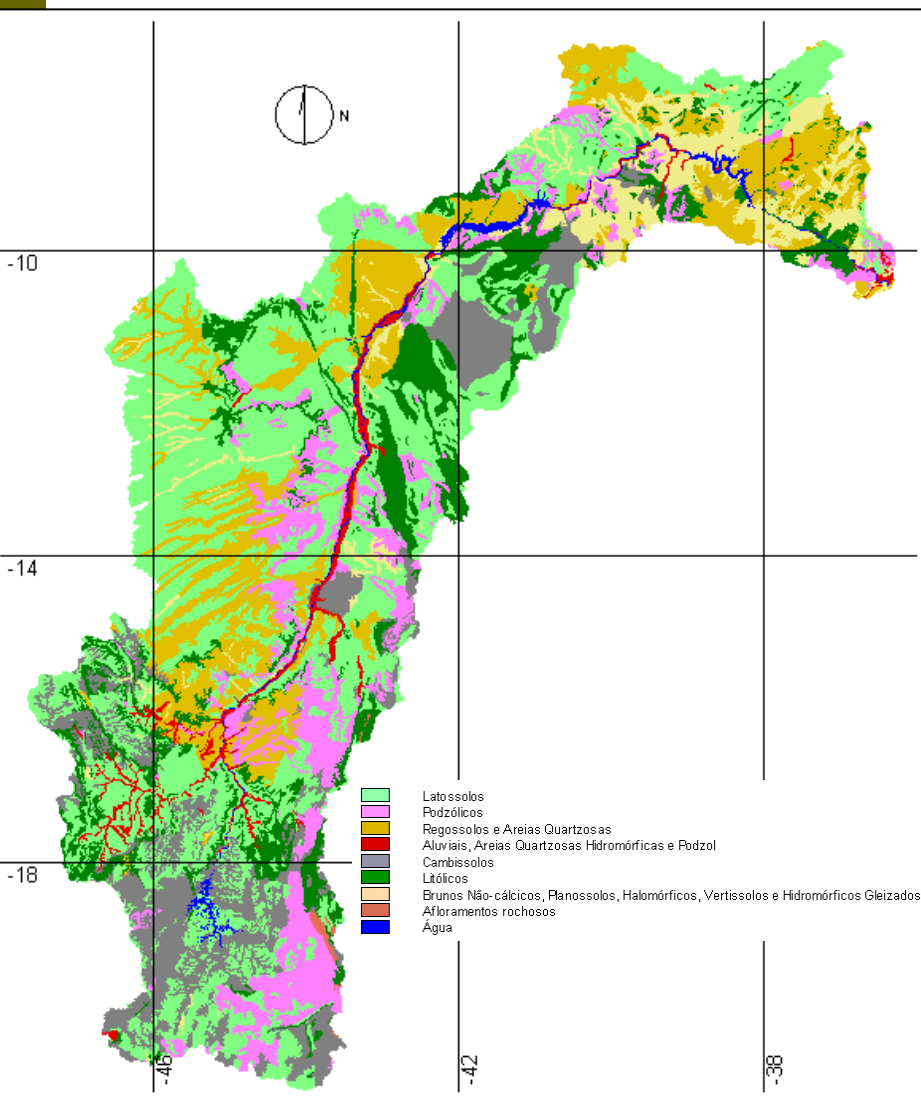


Pluviométricos

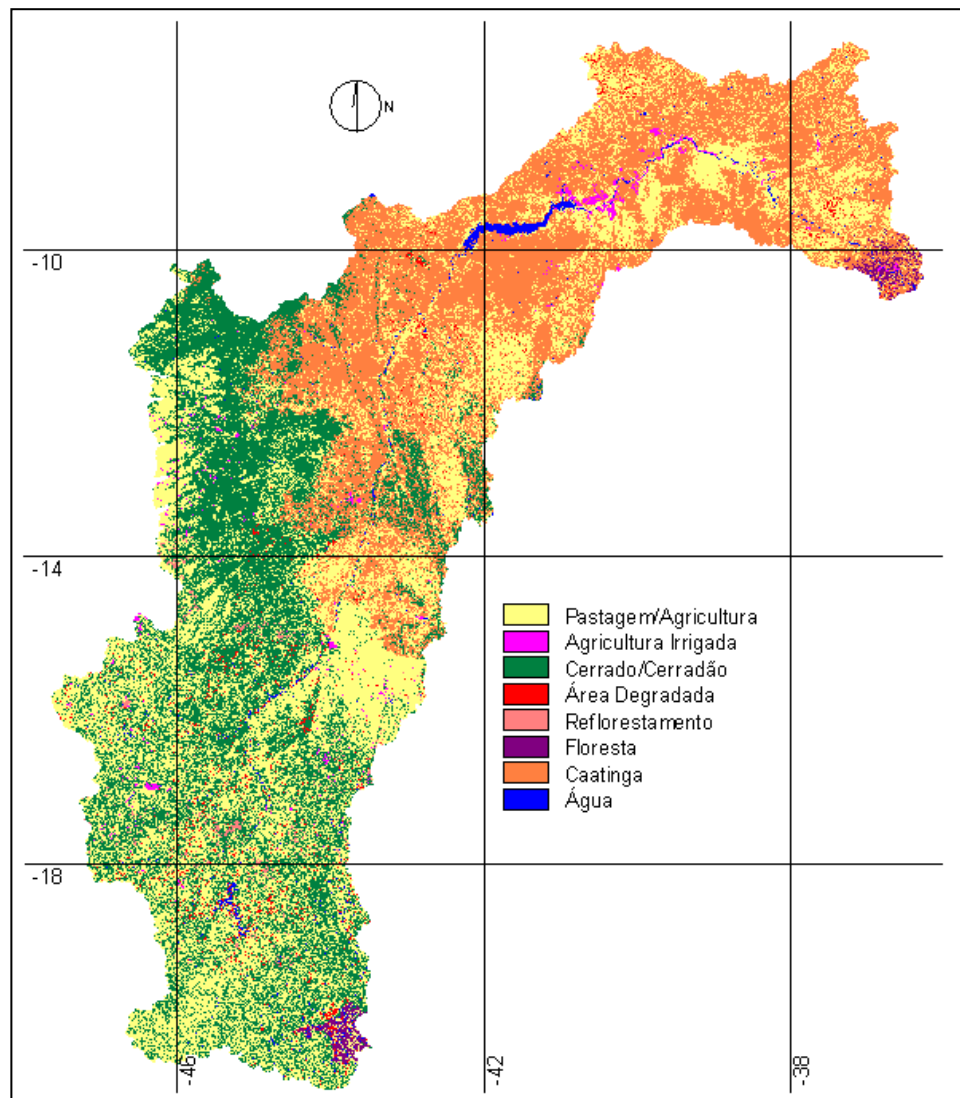


DADOS FÍSICOS

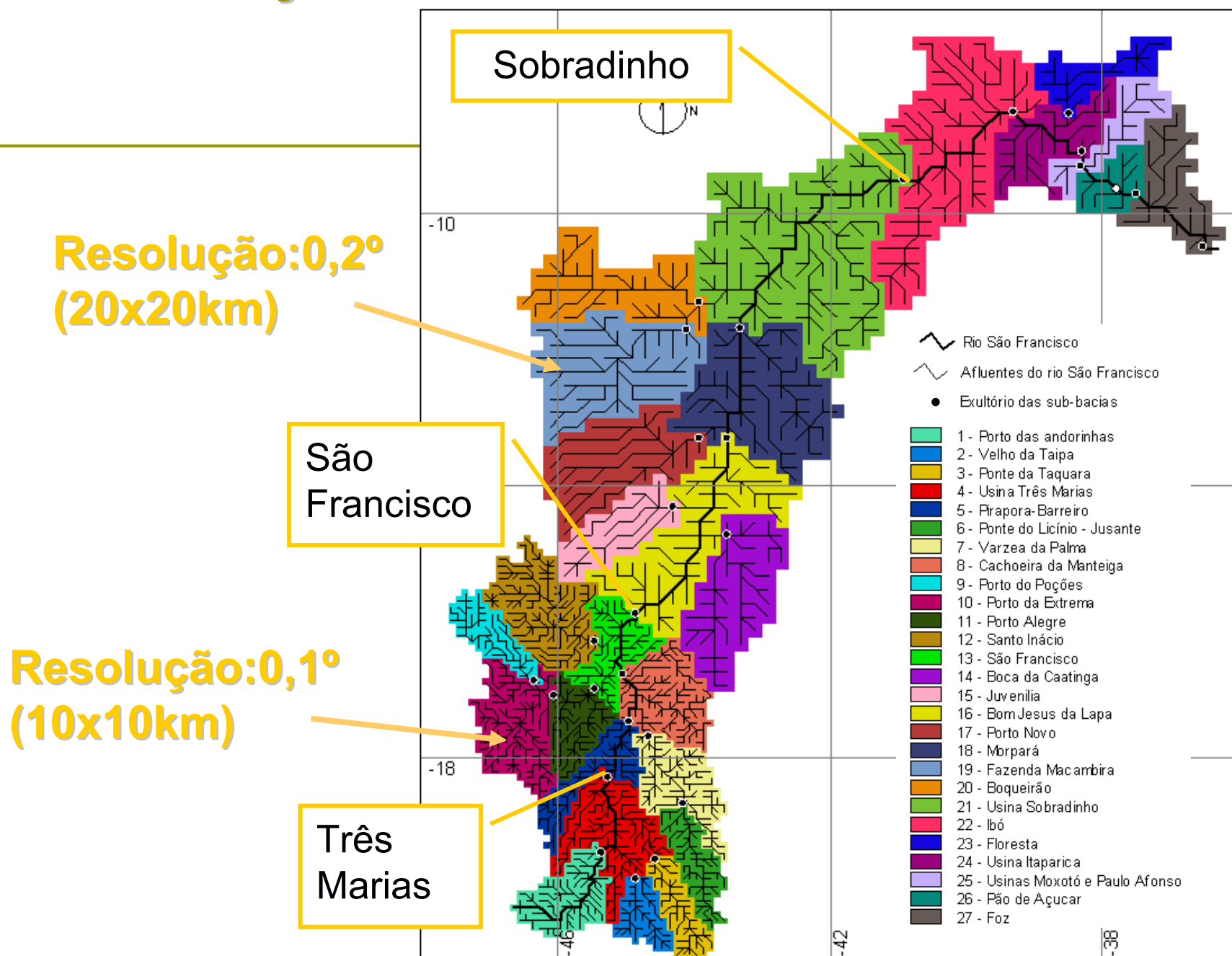
Tipos de solos



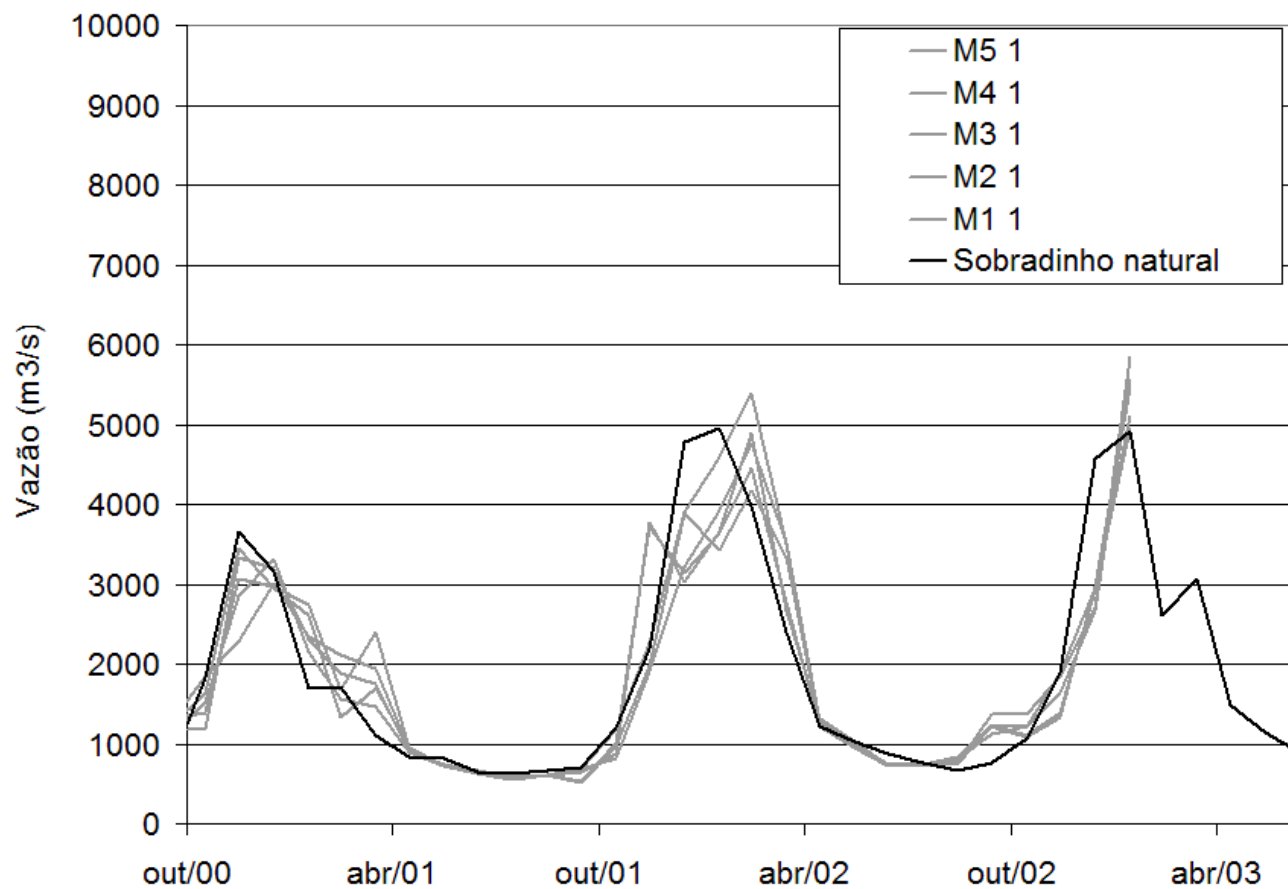
Cobertura e uso do solo



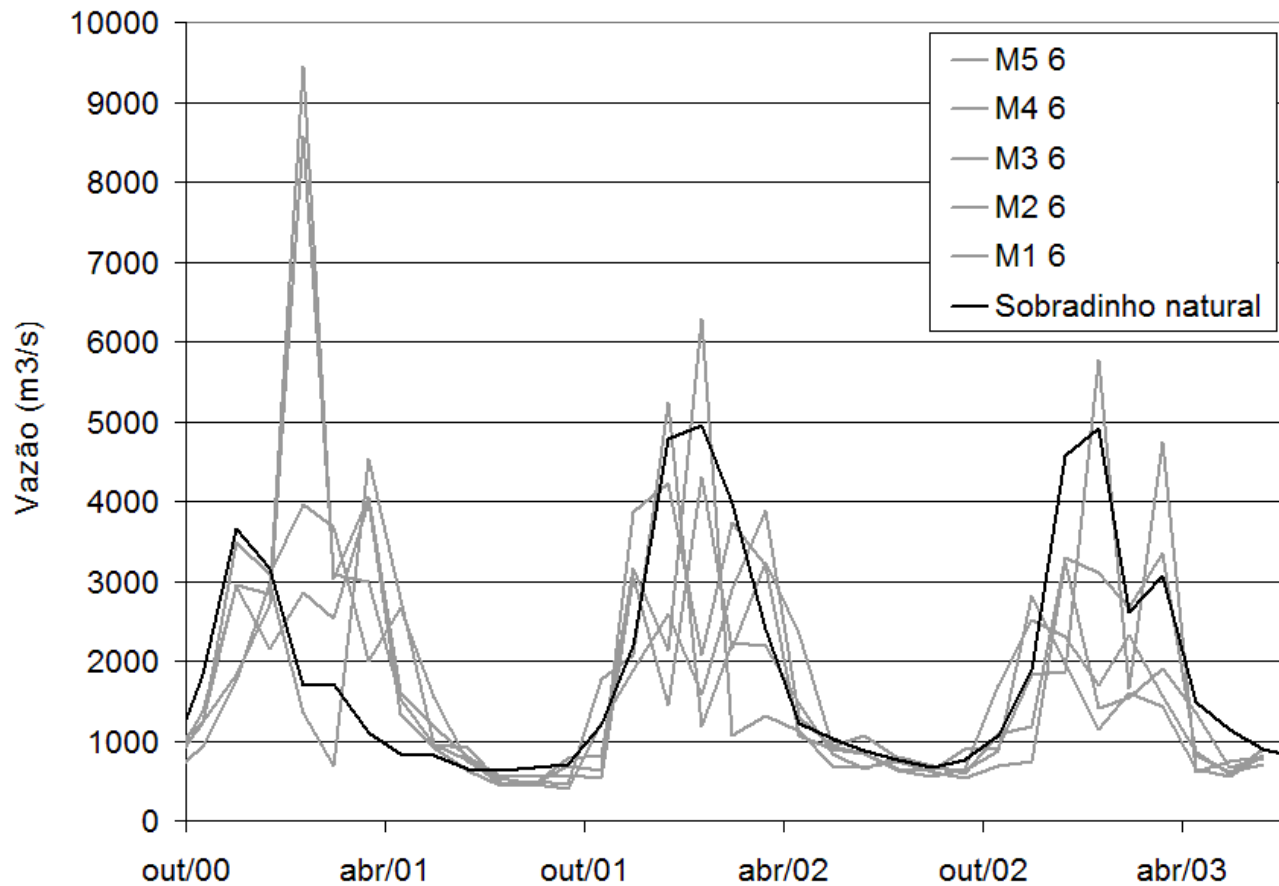
DISCRETIZAÇÃO HIDROLÓGICA



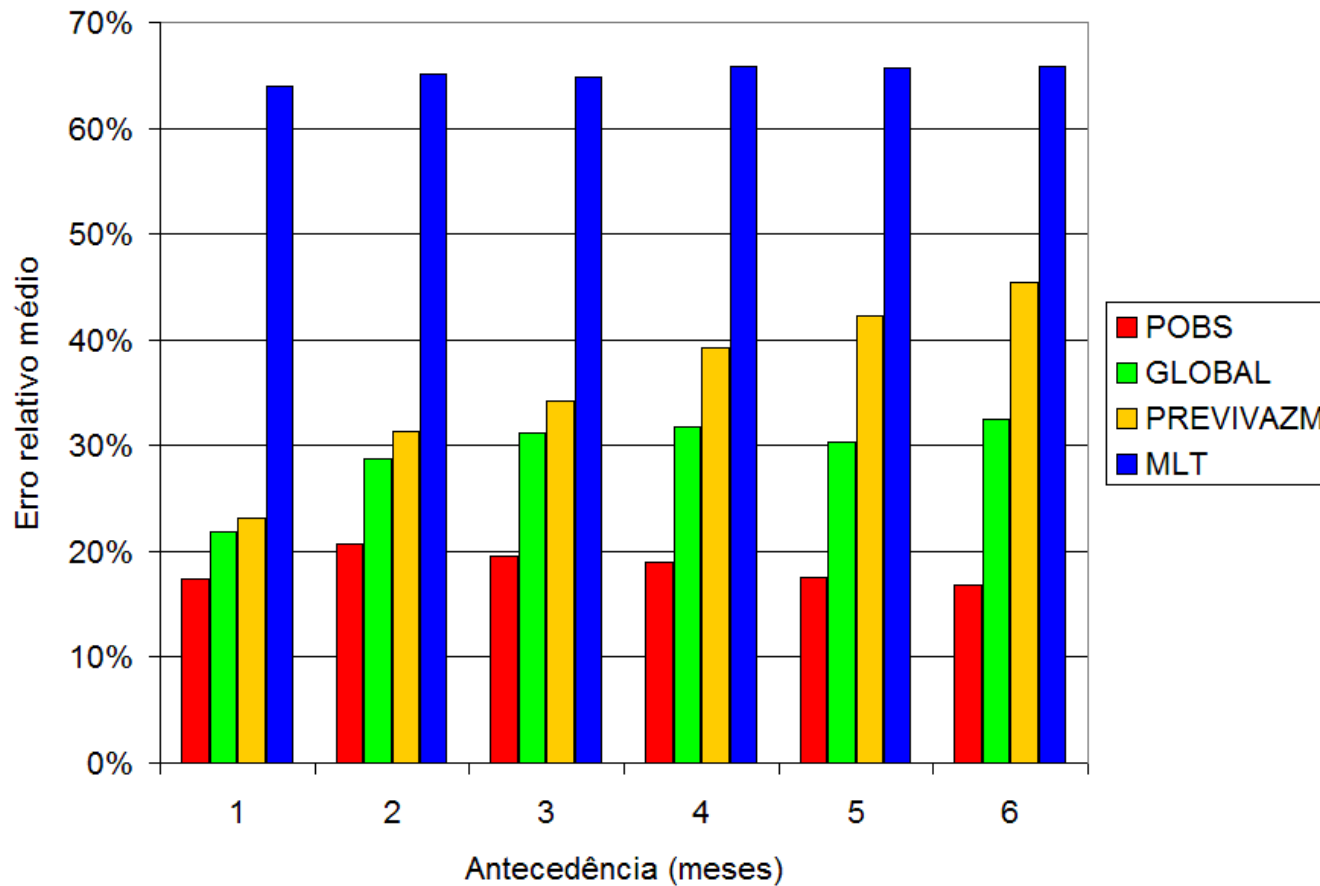
Previsões de vazão com antecedência 1 mês



Previsões de vazão com antecedência 6 meses



Erro relativo médio da vazão prevista



Mudanças climáticas

- ❑ É possível usar metodologias semelhantes?
- ❑ Usar mais variáveis (chuva, temperatura, vento, umidade relativa ...)
- ❑ Modelo calibrado com dados observados
- ❑ Pequenas variações da chuva causam grandes variações da vazão

Energia elétrica

- ❑ Vamos ter apagões mais frequentes?
- ❑ Variabilidade vai aumentar?
- ❑ Autocorrelação vai ser modificada?
- ❑ Vazão média vai aumentar? Posso colocar mais turbinas na usina?

Cheias

- Aumento da frequência de cheias?

Nível do mar

- Lagoa dos Patos pode salgar?

Previsões de mudanças climáticas

- Perguntas óbvias – cenários CO2
 - Vai chover mais/menos (bacia por bacia)
 - Temperatura aumenta/diminui
- Cobertura vegetal
 - Desmatamento da Amazônia
 - Transformação do Cerrado
 - Extenso reflorestamento com eucalipto/pinus/teca
 - Grandes conjuntos de grandes reservatórios (Sobradinho, Madeira)
 - Megacidades

Previsões de mudanças climáticas

- ❑ Chove mais ou menos?
- ❑ Muda a época da chuva?
- ❑ Chuvas mais intensas? O que acontece com as chuvas de 24 horas de duração?
- ❑ Estrutura de autocorrelação vai se alterar? Secas serão mais frequentemente seguidas por secas?
- ❑ Eventos extremos de chuva
- ❑ Temperatura, vento, umidade...

Previsões de mudanças climáticas

- ❑ Facilitar a interação com usuários interessados
- ❑ Variáveis: chuva, temperatura, vento, insolação, calor latente, calor sensível
- ❑ Intervalo de tempo: ano, mês, dia
- ❑ Séries longas para avaliar autocorrelação, alteração de frequências e não apenas as médias

Preocupação

- ❑ Considerando que as previsões climáticas tem erros consideráveis, podemos confiar nas previsões climáticas?

MODELO GLOBAL na bacia do São Francisco

