

**42º Congresso dos Municípios da Famurs – Reconstruir é acreditar de
novo**



16 e 17 de julho de 2024

GESTÃO ESTRATÉGICA PARA RECONSTRUÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

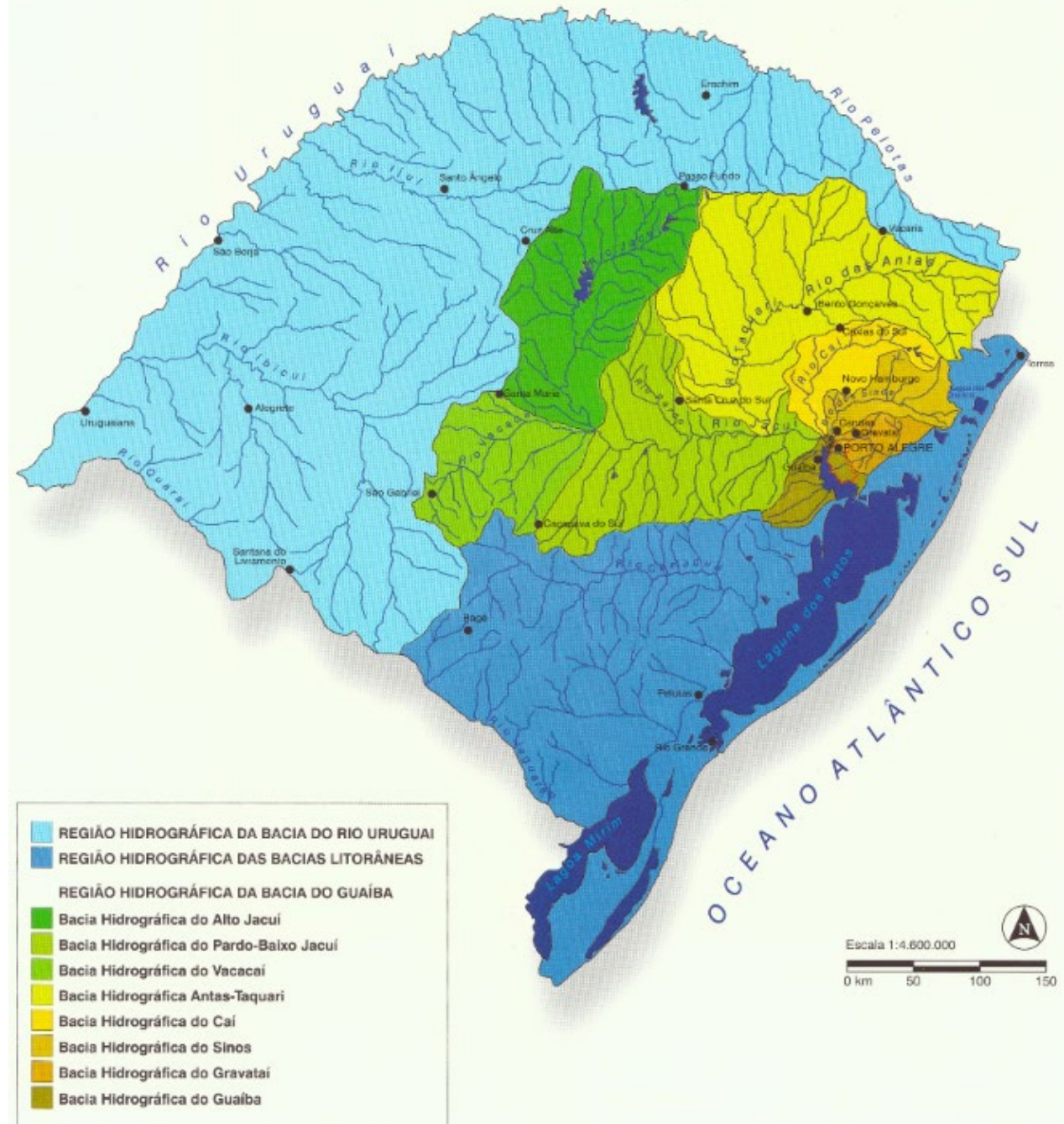
Dr Carlos E M Tucci

Rhama – Analysis



BACIAS HIDROGRÁFICAS

- JACUÍ – 4 hidrelétricas e 3 reservatórios de navegação – pequeno volume de reservação
- TAQUARI – muitas cidades em risco – escoamento muito rápido e grande variação de nível
- RMPA – vários rios e grande planície e controlado pelas Lagoas
- LAGOAS – Patos e Mirim, escoamento lento e saída estreita
- Representa da ordem de 140 mil km² metade do Estado.



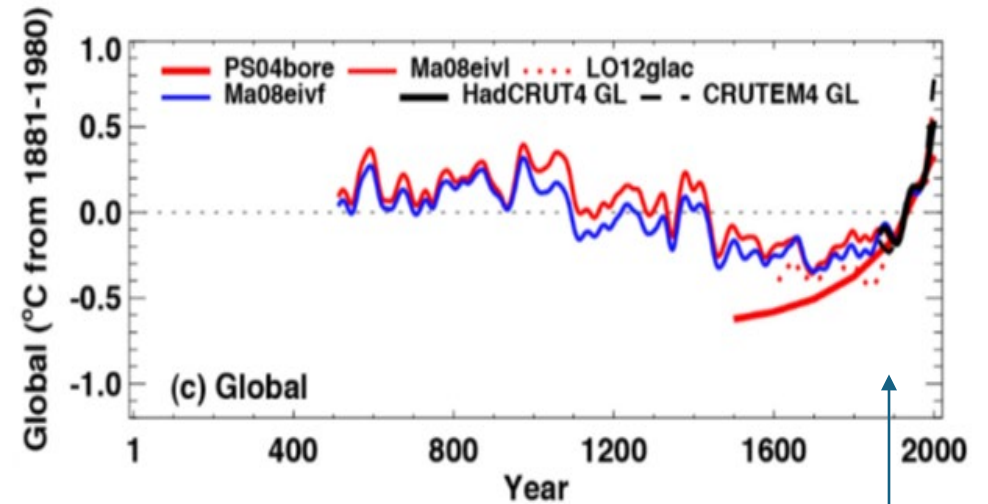
IMPACTOS

- Maior evento em 151 anos de dados;
- Impactos de > 172 mortes e 500 mil deslocados e destruição de propriedade;
- O sistemas de proteção estruturais existentes : Porto Alegre, Canoas e São Leopoldo falharam por projeto, manutenção ou por superação do nível de projeto
- **Esta é uma enchente ribeirinha, não houve inundação de drenagem urbana**



VARIABILIDADE E MUDANÇA CLIMÁTICA

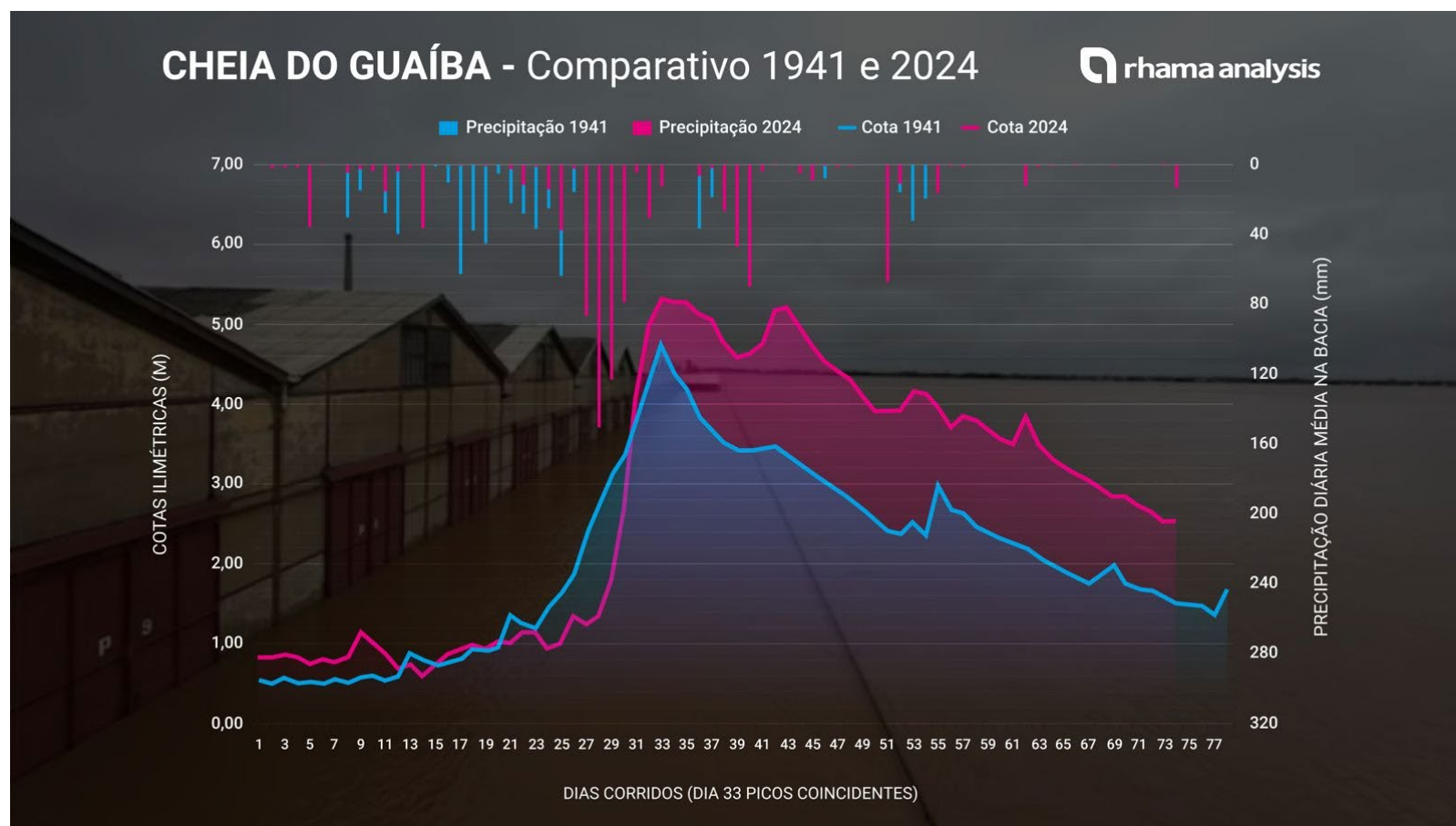
- Combinação de efeitos de variabilidade climática + mudança climática
- A variabilidade climática são processos que ocorrem devido a combinação efeitos naturais de longo prazo;
- As mudanças climáticas são devido ao efeito estufa que têm aumentado a temperatura do globo e dos mares
- Efeito sobre os extremos são: aumento de intensidade em intervalos de tempo menores, com aumento de frequência destes eventos



Final do século 20, com aumento de temperatura atribuído a mudanças climáticas

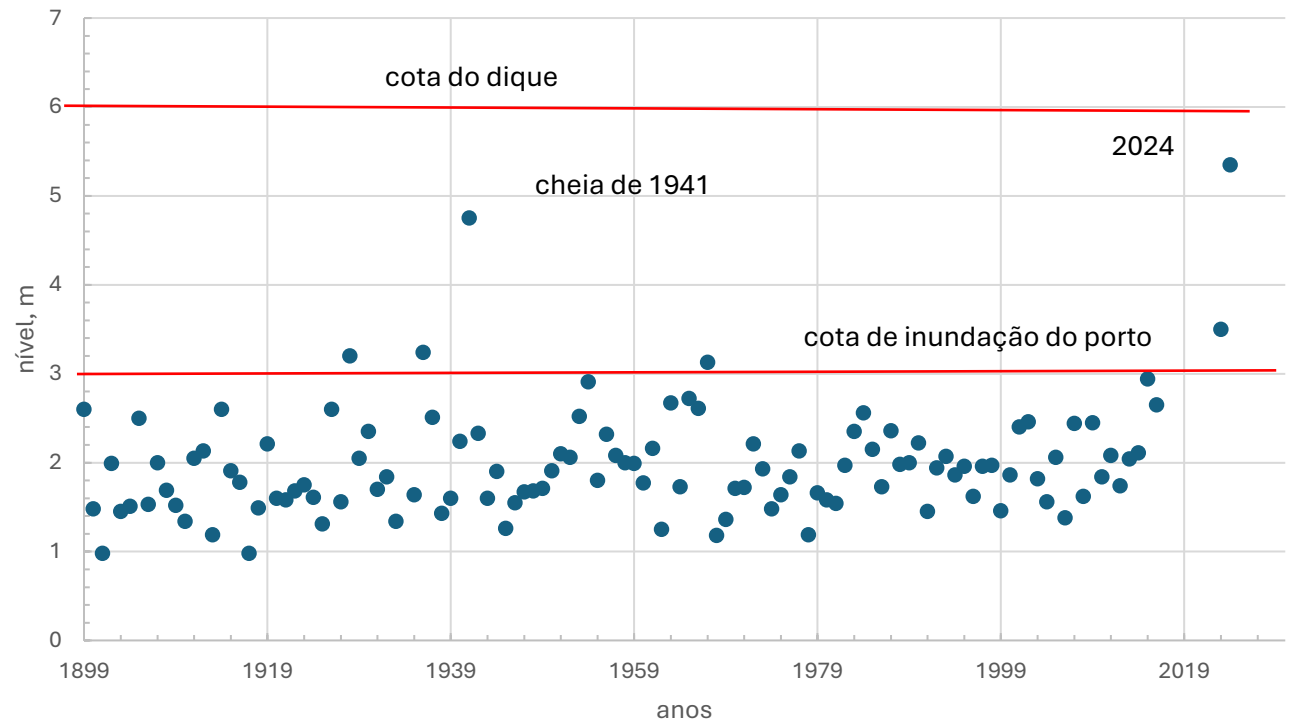
EVENTO DE 2024 E DE 1941

- O evento de 2024 tem volume maior que o de 1941
- Enchente de 2041 intensidades maiores em menor tempo ;
- A chuva média máxima foi de 150 mm na bacia representando num dia 12,9 bilhões de m³
- A vazão medida na seção de saída em POA foi de 40 mil m³/s



SÉRIE DE NÍVEIS MÁXIMOS EM PORTO ALEGRE

- A estimativa do risco depende de séries hidrológicas do passado + avaliação do efeito de mudança climática que é recente
- A enchente ocorrida em 2024 provavelmente tem um tempo de retorno com os dados atuais da ordem > 100 anos de tempo de retorno (probabilidade $< 1\%$)



Série com níveis desde 1889, 125 anos de dados

HISTÓRICO : ENCHENTES/SECAS

- O RS passou por uma sequência de eventos extremos entre 1941 e 1951
- 1941 a grande enchente
- 1942 a 1951 10 anos de seca
- Possivelmente a migração dos gaúchos para fora do Estado iniciou nesta década
- Desde a década de 60 o estado tem em média uma seca a cada cinco anos
- No ano de seca com dados recentes se estimou uma perda de 6 a 8% do PIB

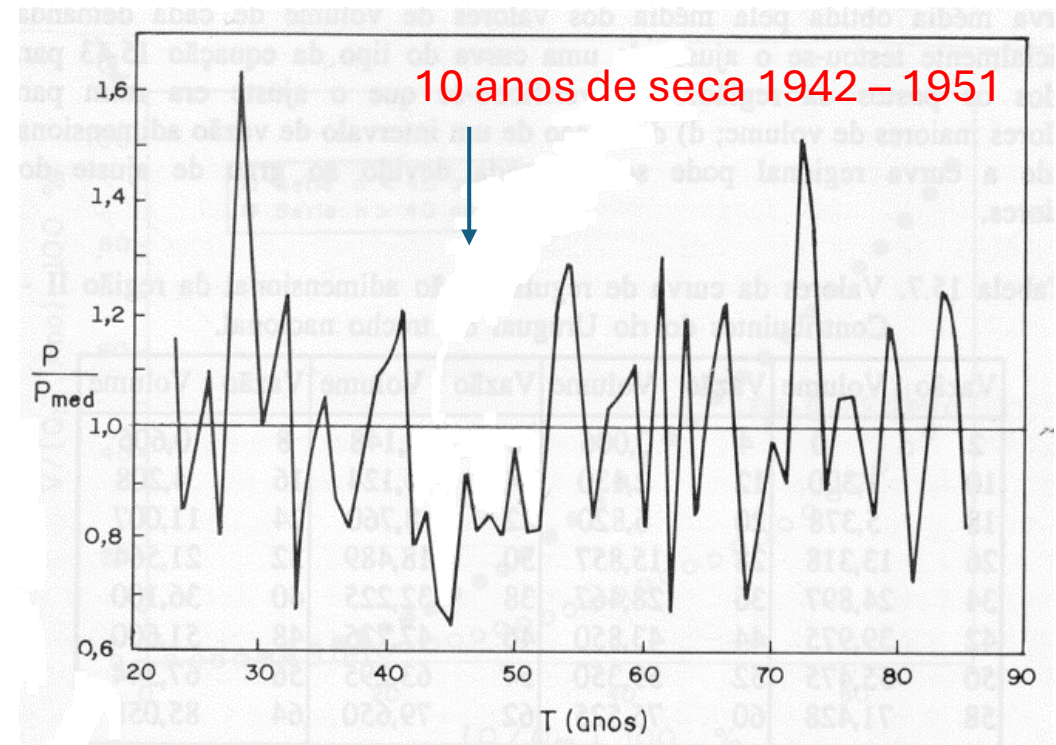
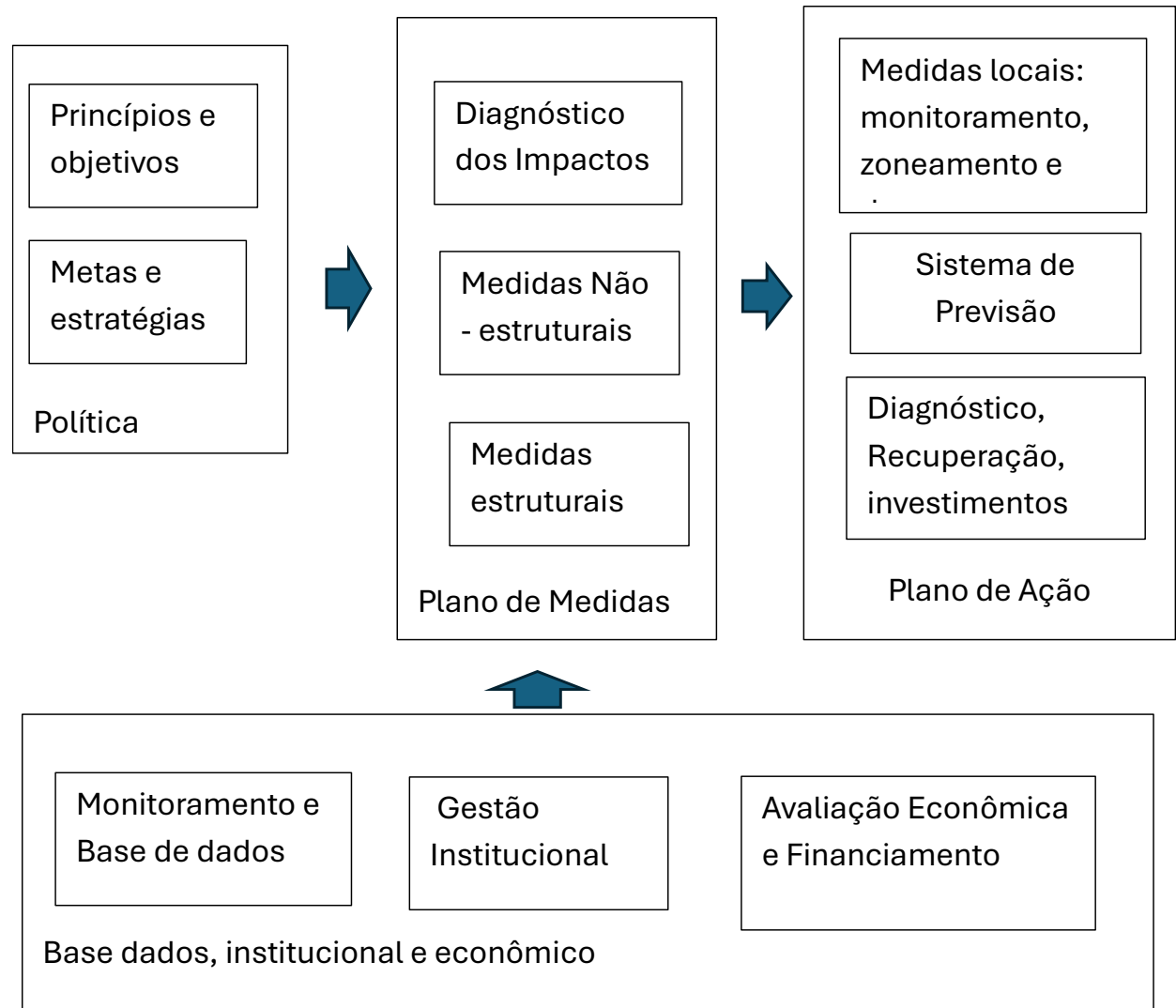


Figura 15.18. Passo Fundo - Precipitação adimensional

O que fazer para aumentar a resiliência?

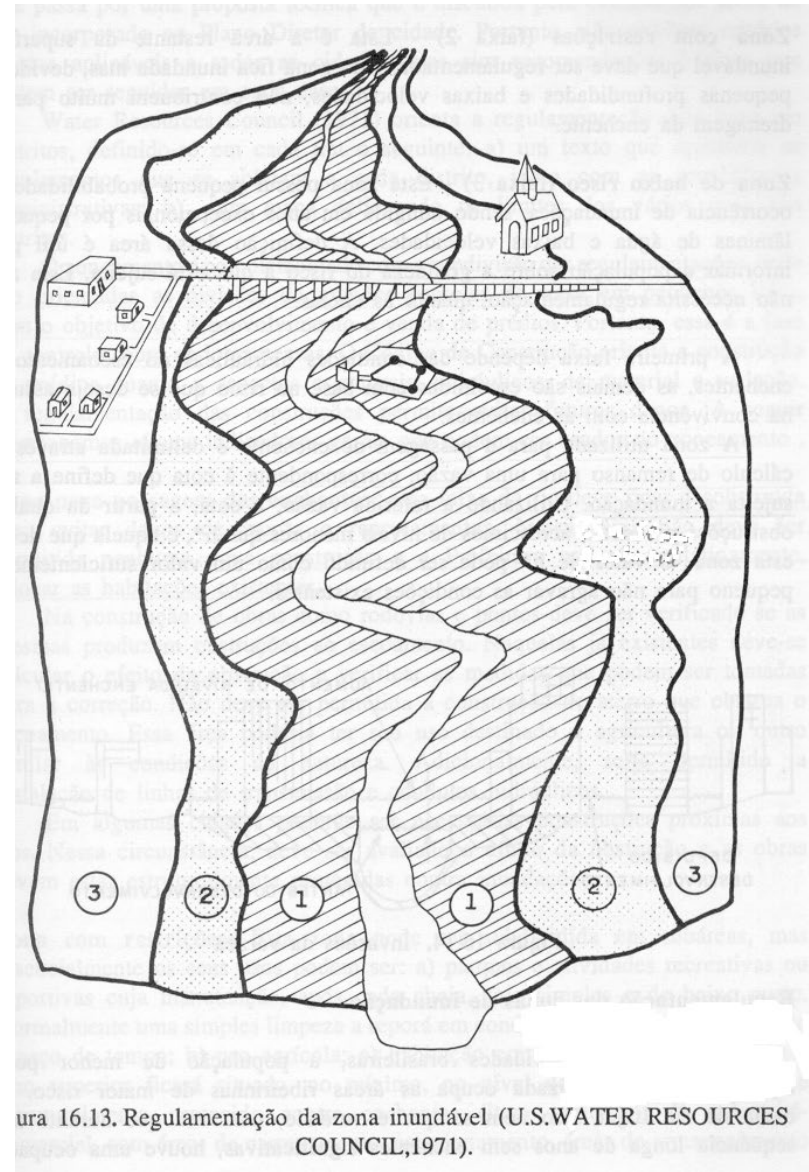


MEDIDAS ESTRUTURAIS

- **Diques** – usados para regiões planas para uma proteção específica, porque existe um limite de altura da ordem de 6 m. Exemplo o caso de Porto Alegre 3 m de altura
- **Barragens** – para bacias médias e pequenas, devido a grande necessidade de volume e área de inundação. Inviável para bacias de grande área de drenagem como no Taquari;
- **Aumento da seção de escoamento** – sérios problemas ambientais e para rios menores quando possível.
- No casos do RS da maioria dos locais do Taquari medidas estruturais são inviáveis devido a altura do dique, volume dos reservatórios, modificação de seção de escoamento e inviabilidade econômica, já que os custos seriam de bilhões.

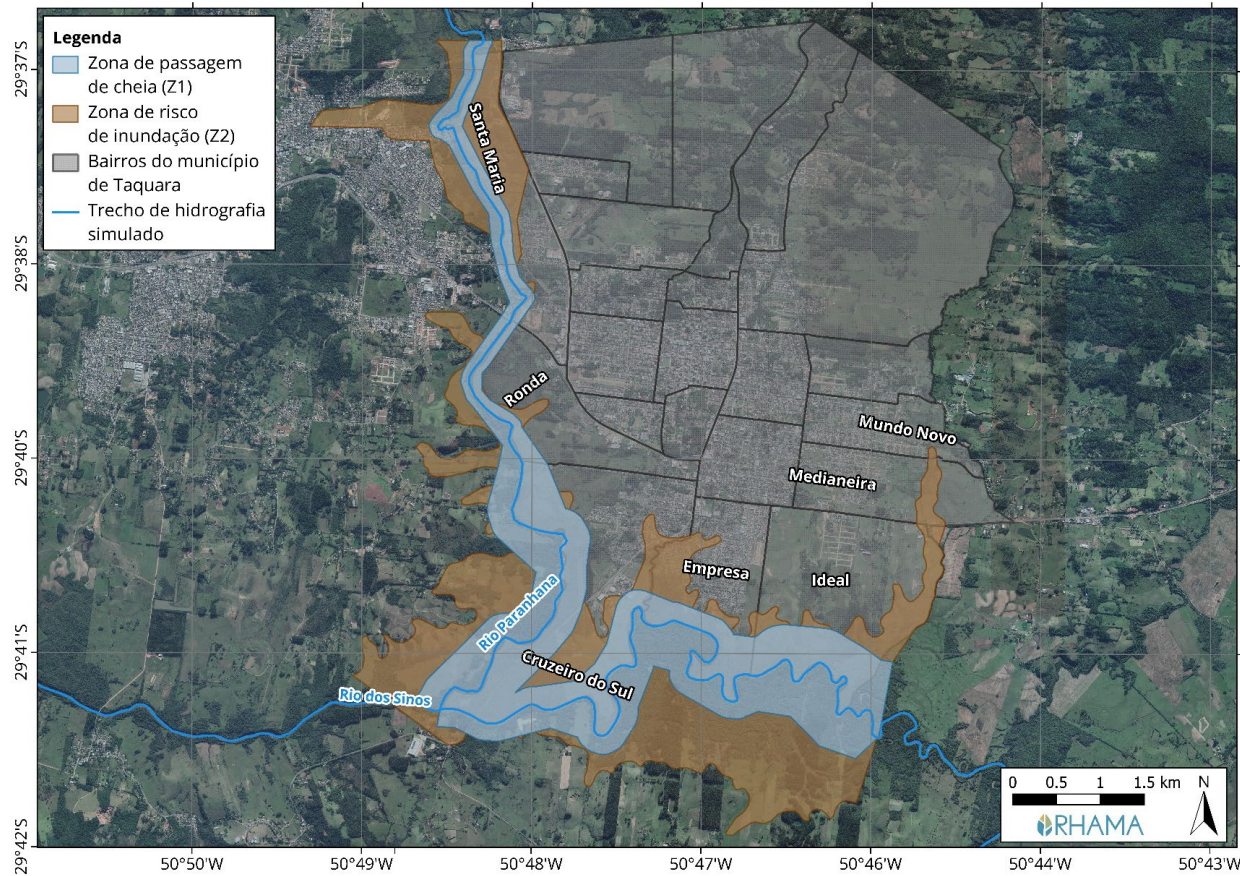
Medidas Não-estruturais

- **Mapa de Inundação** – é elaborado o mapa de inundação com os riscos das áreas da cidade entre 2 e 100 anos de tempo de retorno.
- **Zoneamento de Inundação** - Com o mapa são definidas as zona de passagem de enchente e definidos os tipos de ocupação.
- Estes elementos são inseridos no Plano Diretor Urbano da cidade para orientar a ocupação da cidade
- (*) *principal medida preventiva- os Egípcios já adotavam a 3200 anos atrás.*

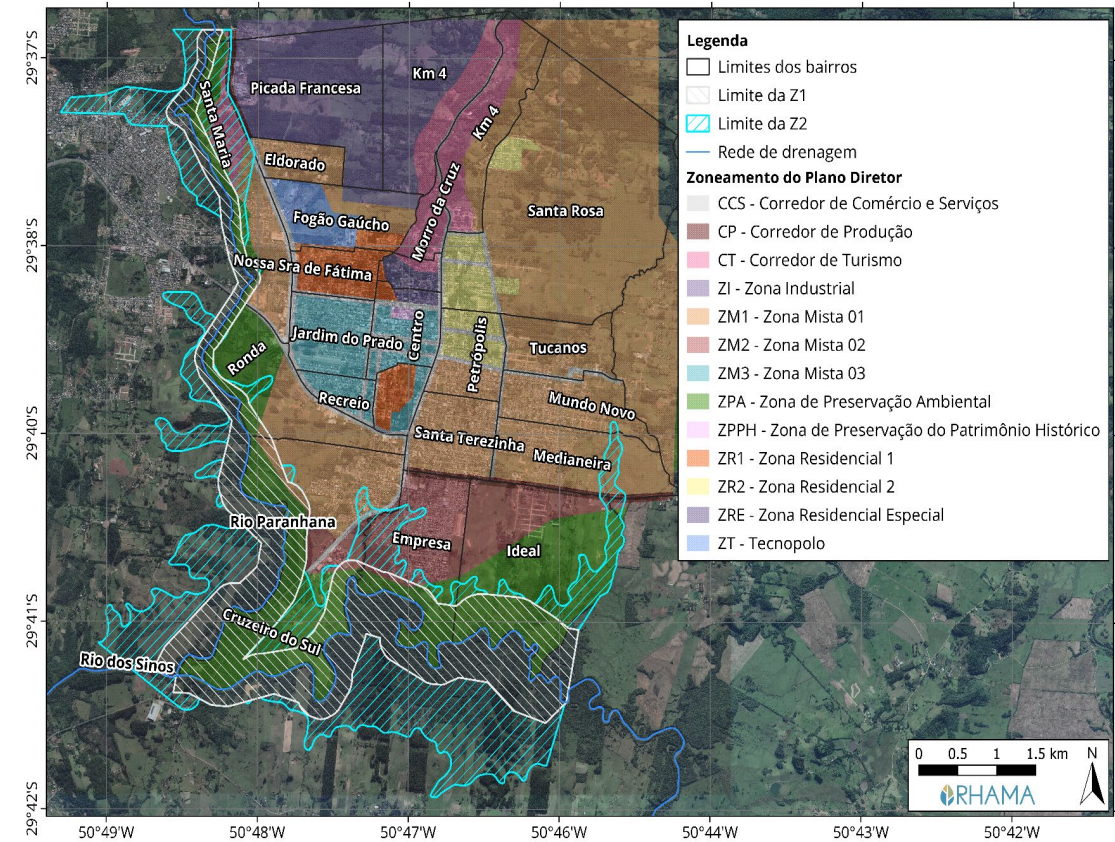


Taquara - RS

Mapa de Inundação com a Zona de Passagem



Zoneamento



Sistema de Alerta

Defesa Civil:
alerta a
população e
mitigação.

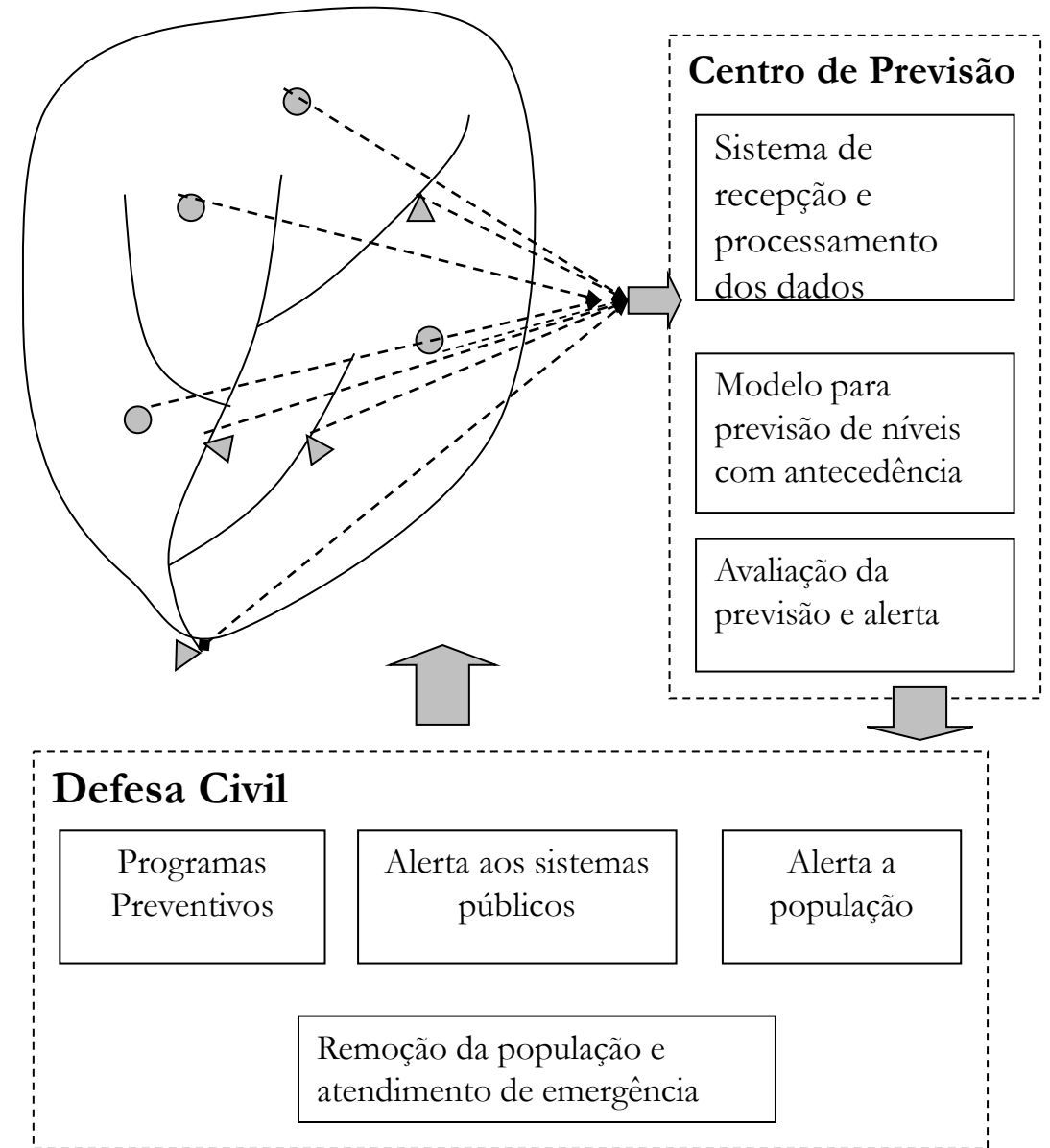
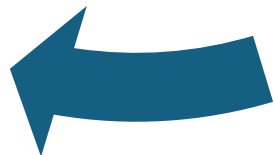


Monitoramento telemétrico:
precipitação,
níveis e vazões
registrados na
bacia;



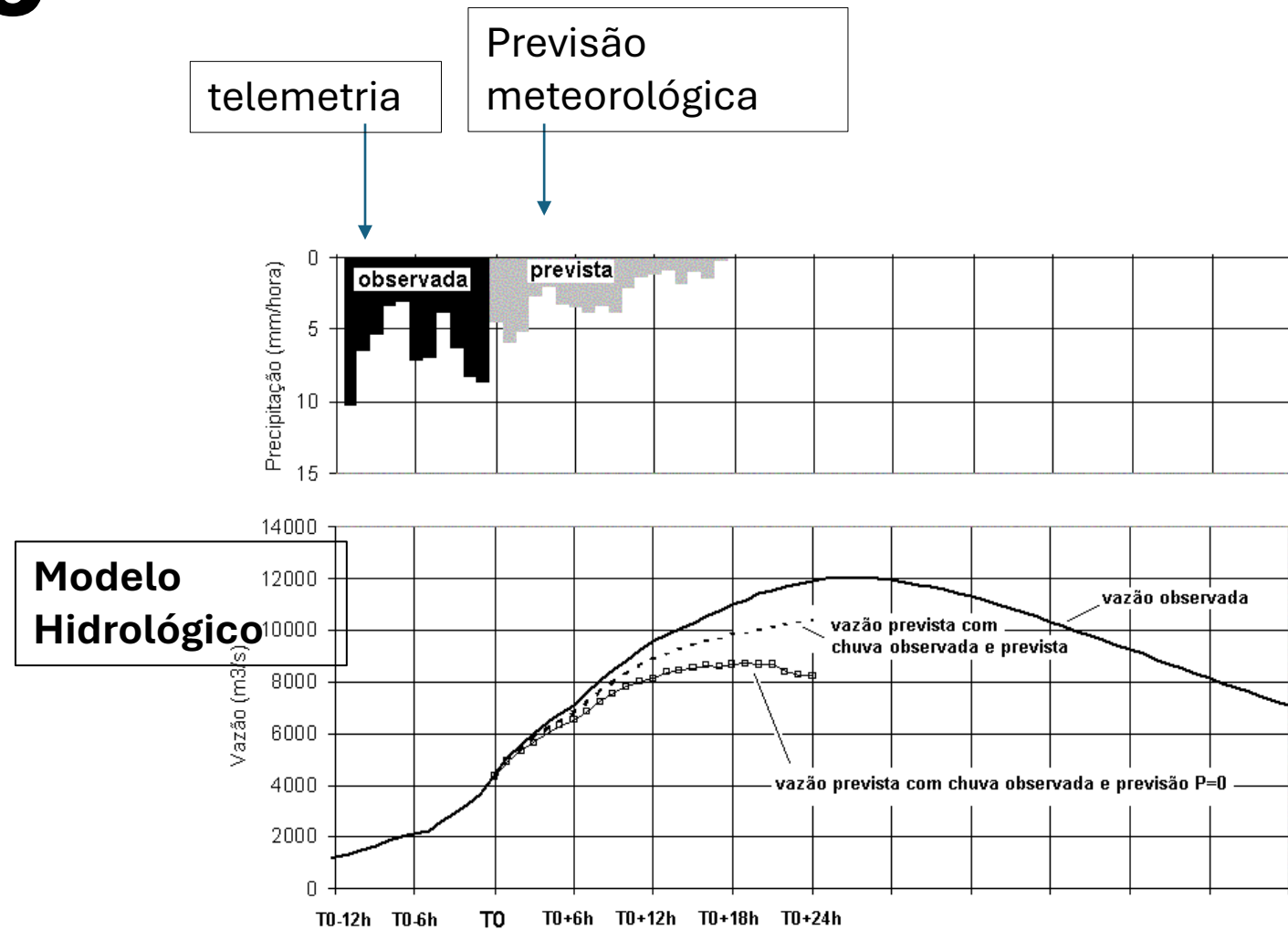
**Sistema de
previsão:**
previsão
meteorológica +
previsão
hidrológica

**Avaliação de
Impacto :**
Avaliação das
áreas de
inundação com
base no mapa



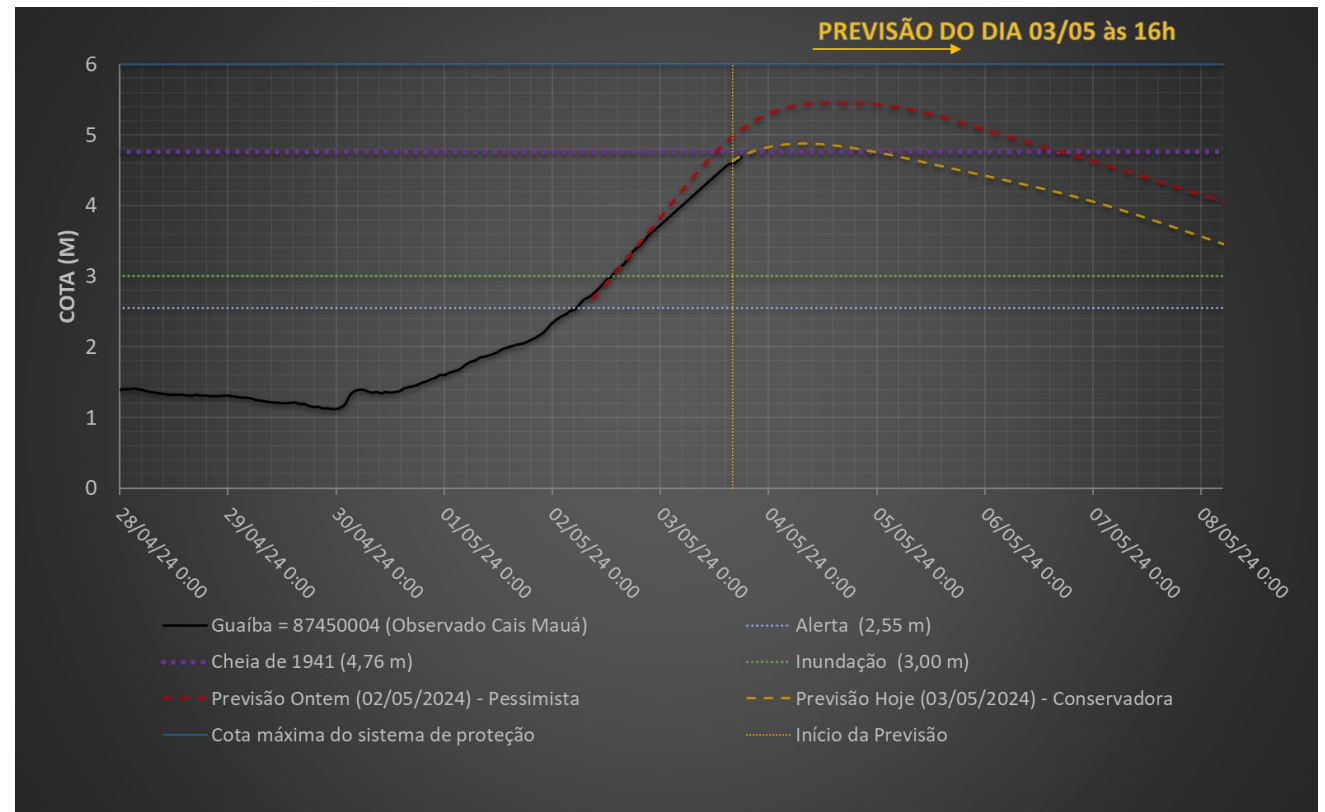
Previsão de Vazão

- *Previsão* de níveis e vazões: *modelo meteorológico + modelo Hidrológico*
- *Antecedência* – nowcasting em minutos e poucas horas e curto prazo até 14 dias
- **Área inundada:** com base na topografia de cidade e a batimetria do rio junto a cidade é determinada área inundada na cidade com as antecedência



Previsão das inundações em Porto Alegre

- Previsão Meteorológica + modelo hidrológico – hidrodinâmico para prever níveis e vazões com 10 dias de antecedência em Porto Alegre
- Vem produzindo previsões desde de final de abril (IPH-Rhama)



Experiências

- USA: Gestão do governo nacional
 - ✓ Sistema de Alerta, Zoneamento de inundação e seguros para a maioria dos locais;
 - ✓ Medidas estruturais quando existe viabilidade econômica – deve ser aprovado no Senado e tem 65% de subsídio do governo central e 35% local
- Alemanha e Inglaterra
 - ✓ combinam medidas não-estruturais como seguros, zoneamento e previsão
 - ✓ Medidas estruturais específicas
 - ✓ Gestão descentralizadas

Conclusão

- O Brasil perde somente com inundação ribeirinha da ordem de R\$ 70 bilhões por ano;
- Não existe programa ou política sobre o assunto apesar de ter legislação como 9433/97 de recursos hídricos que é um dos três objetivos;
- Os Planos de Recursos Hídricos não tratam do assunto;
- Em 2023 a Rhama – Analysis preparou uma proposta de gestão de Inundação para o Brasil num contrato com a ANA e o BID;
- Para o RS, em todo Estado é possível usar Previsão e Alerta de Níveis e Vazões para reduzir impactos e na Região Metropolitana existem diques em Porto Alegre, Canoas e São Leopoldo que necessitam recuperação; e projetados para Eldorado e Alvorada;