

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES

PRODUTO 1.2. WORKSHOP 1

**RF**  
RELATÓRIO FINAL

Porto Alegre  
Fevereiro/2017

## SUMÁRIO

PRODUTO 1.2. WORKSHOP 1 .....	1
1. ENCONTRO INICIAL ENTRE EQUIPES ENVOLVIDAS PARA DETALHAMENTO PRELIMINAR DAS ATIVIDADES E RESPECTIVOS PRODUTOS .....	1

## PRODUTO 1.2. WORKSHOP 1

### **1. ENCONTRO INICIAL ENTRE EQUIPES ENVOLVIDAS PARA DETALHAMENTO PRELIMINAR DAS ATIVIDADES E RESPECTIVOS PRODUTOS**

O grupo inicial de pesquisadores foi selecionado e assumido oficialmente pelo projeto, a gestão organizou o I Workshop Interno do Projeto Taquari-Antas. O mesmo foi realizado no dia 21 de Fevereiro de 2014 no Auditório Marc Pierre Bordas do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade, tendo a seguinte pauta:

1. Apresentações do projeto pela gestão
2. Apresentação da equipe envolvida
3. Apresentações dos coordenadores de equipe
4. Coffee Break
5. Alinhamento das atividades entre grupos
6. Planejamento da visita dos representantes do CENAD (SEDEC)

As atividades são desenvolvidas sob a coordenação geral do Professor Luiz Carlos Pinto da Silva Filho e coordenação técnico-administrativa do Professor Joel Avruch Goldenfum e Dr. Alexandra Passuello. Os grupos e Laboratórios da UFRGS que compõem a Equipe de Trabalho são:

- Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH)  
Coordenação equipe: Joel Avruch Goldenfum
- Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO)  
Coordenação equipe: Heinrich Hasenack
- Laboratório de Meteorologia e Qualidade do Ar (LMQA)  
Coordenação equipe: Rita de Cassia Marques Alves
- Laboratório de Geotecnologias (LAGEOTEC)  
Coordenação equipe: Luiz Antonio Bressani
- Laboratório de Geoprocessamento e Análise Ambiental (LAGAM)  
Coordenação equipe: Laurindo Guasselli
- Grupo de Gestão de Riscos de Desastres (GRID)  
Coordenação equipe: Eloisa Giazzon

Este primeiro encontro teve como objetivo a apresentação dos pesquisadores do projeto e a estrutura organizacional da equipe multidisciplinar envolvida. O encontro foi caracterizado pela apresentação do projeto pela gestão, seguida de apresentações específicas dos diversos grupos envolvidos.

Como resultado deste encontro foi elaborado um detalhamento preliminar dos produtos a serem gerados pelo trabalho.

As apresentações de cada grupo de pesquisa, seguem em anexo.

I Workshop Interno - Projeto Taquari-Antas

21/02/2014

Auditório Marc Pierre Bordas



# DESENVOLVIMENTO E APOIO À IMPLANTAÇÃO DE UMA ESTRATÉGIA INTEGRADA DE PREVENÇÃO DE RISCOS ASSOCIADOS A REGIMES HIDROLÓGICOS NA BACIA DO TAQUARI-ANTAS - RS

*Articulação: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Rio Grande do Sul*

*Financiamento: Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC) / Ministério da Integração Nacional*

*Estruturação e execução: CEPED/RS*

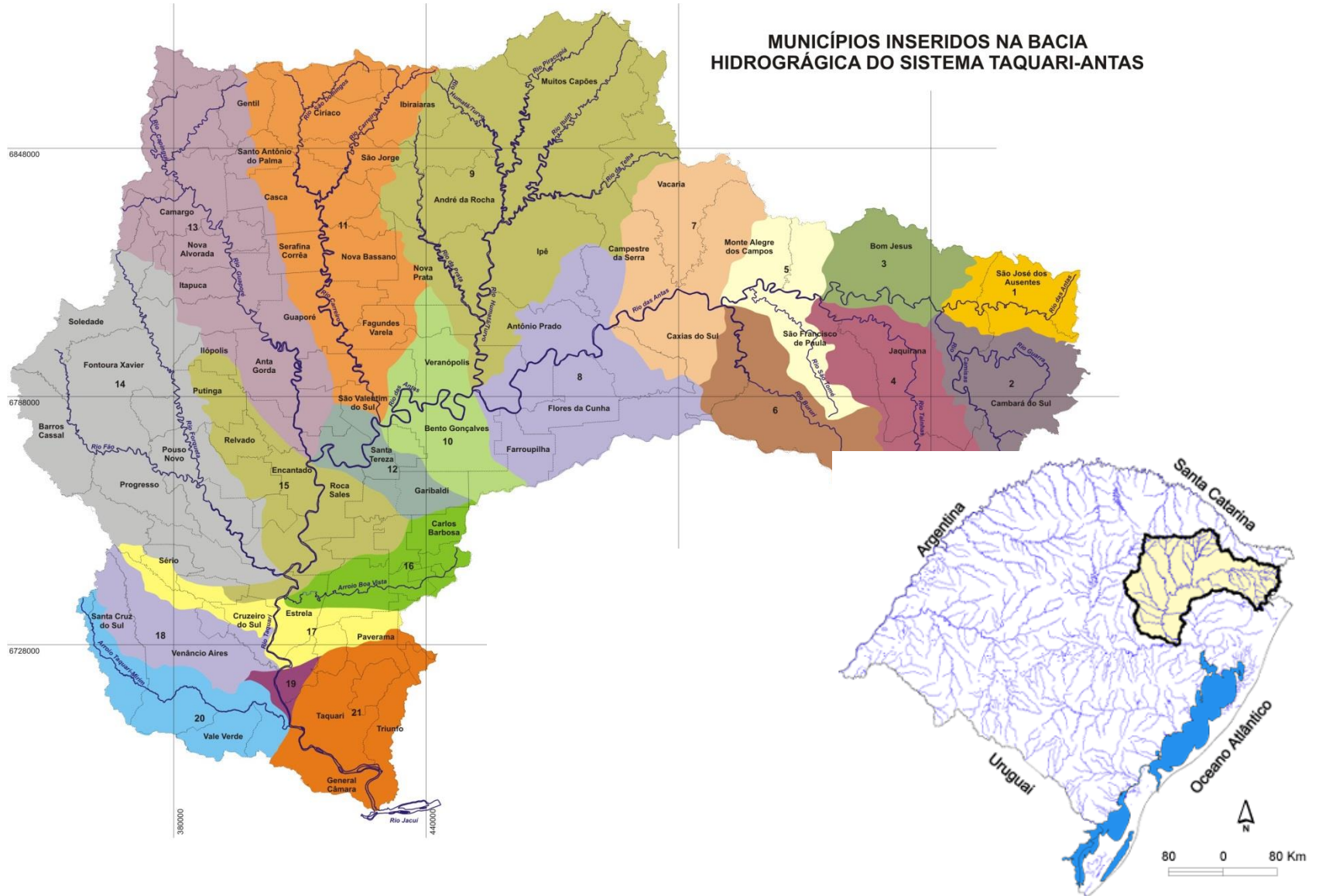


# PAUTA

- Apresentações do projeto pela gestão
- Apresentação da equipe envolvida
- Apresentações dos coordenadores de equipe
- Coffee Break
- Alinhamento das atividades entre grupos
- Planejamento da visita dos representantes do CENAD (SEDEC)

# GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS - BACIA DO TAQUARI-ANTAS

MUNICÍPIOS INSERIDOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SISTEMA TAQUARI-ANTAS



Fonte: Magna Engenharia Ltda. Avalia o quali-quantitativa das disponibilidades e demandas de água da Bacia Hidrográfica do Sistema Taquari-Antas. 1997

# GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS - BACIA DO TAQUARI-ANTAS

25/08/2013 22h16 - Atualizado em 26/08/2013 04h18

## Cheia do Rio Taquari causa remoção de famílias em Arroio do Meio, RS

Número de pessoas afetadas pelas chuvas no estado chega a 2,5 mil. Situação pode piorar nas próximas horas com continuidade das chuvas.

Do G1 RS

1 comentário [Tweetar](#) 49 [Recomendar](#) 36



## Cerca de 300 pessoas tiveram que sair de casa em Encantado

Enchente deixou municípios ilhados no Vale do Taquari

[Recomendar](#) 0 [Tweet](#) 0 [g+1](#) 0



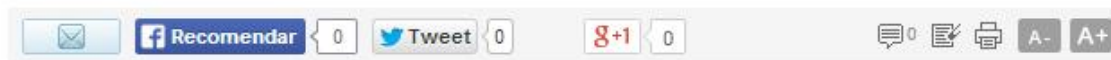
Cheia no Rio Taquari alagou a estação rodoviária de Encantado  
Foto: Cezar Machado / Divulgação



# GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS - BACIA DO TAQUARI-ANTAS

## Cerca de 300 pessoas tiveram que sair de casa em Encantado

Enchente deixou municípios ilhados no Vale do Taquari



Cheia no Rio Taquari alagou a estação rodoviária de Encantado  
Foto: Cezar Machado / Divulgação

# GESTÃO INTEGRADA DE RISCOS - BACIA DO TAQUARI-ANTAS

22/07/2011 | 13h20

## "Estou acostumado, são 36 anos de enchente", diz comerciante de Lajeado

Com o nível do Rio Taquari baixando, moradores começam a contabilizar prejuízos



Tweet



"Estou acostumado, são 36 anos de enchente", diz cor

Alagamentos atingiram diversas cidades no Vale do Taquari

Foto: Diego Vara

# HISTÓRICO DO NASCIMENTO DO PROJETO



- Histórico de fortalecimento das ações de prevenção no Estado
- Interesse em ampliar a prevenção e promover um trabalho integrado entre Poder Público, Universidade, Comitê de Bacia, entre outros atores envolvidos no tema
- Sólida parceria com o CEPED/RS



- Missão do centro alinhada com os motivadores e fomentadores
- Diversos projetos em andamento diretamente relacionados com os objetivos da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e com as metas do Plano Nacional de Gestão de Risco



**CENAD** Centro Nacional  
de Gerenciamento  
de Riscos e Desastres

- Grande de interesse em trabalhar no conceito de Bacia, conforme diretrizes e objetivos da Lei 12.608 de 10 de abril de 2012

# QUEM SOMOS?

O **CEPED/RS** é um centro multidisciplinar, formado pelo corpo de docentes e pesquisadores da **UFRGS** e demais instituições credenciadas



Laboratórios e Grupos de Pesquisa de diferentes Unidades

# FORMAÇÃO DA EQUIPE DO PROJETO

Coordenação-Geral

Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Coordenação técnica-administrativa

Joel Goldenfum

Alexandra Passuello

Grupos envolvidos

- GRID: Alexandra Passuello e Cristiane Pauletti
- IPH: Joel Avruch Goldenfum
- LABGEO: Henrich Hasenack
- LAGAM: Laurindo Guasselli
- LAGEOTEC: Luiz Antonio Bressani
- LMQA: Rita de Cássia Marques Alves



# COMO O PROJETO SE ENQUADRA NA AGENDA NACIONAL



## PLANO NACIONAL DE GESTÃO DE RISCOS E RESPOSTA A DESASTRES NATURAIS

### Ações divididas em 4 eixos temáticos

- **Prevenção**
- **Mapeamento de vulnerabilidade**
- **Monitoramento e alerta**
- **Resposta a desastres**

A proposta para uma estratégia Integrada de prevenção de riscos na bacia contempla ações nos 4 eixos temáticos

# OBJETIVO GERAL DO PROJETO

Formular, a partir de dados existentes e da análise da dinâmica da bacia, uma **estratégia integrada** de prevenção de riscos associados a regimes hidrológicos.



# BACIA DO TAQUARI-ANTAS

- Localizada a nordeste do Estado do Rio Grande do Sul
- Abrange as províncias geomorfológicas do Planalto Meridional e Depressão Central
- Área de 26.491,82 km<sup>2</sup>
- Abrange os municípios como Antônio Prado, Veranópolis, Bento Gonçalves, Cambará do Sul, Carlos Barbosa, Caxias do Sul, Estrela e Triunfo, com população estimada de 1.207.640 hab
- Os principais cursos de água são o Rio das Antas, Rio Tainhas, Rio Lageado Grande, Rio Humatã, Rio Carreiro, Rio Guaporé, Rio Forqueta, Rio Forquetinha e o Rio Taquari
- O rio Taquari-Antas tem suas nascentes em São José dos Ausentes e desembocadura no Rio Jacuí
- A Bacia do Taquari-Antas abrange parte dos campos de cima da serra e região do Vale do Taquari, com predomínio de agropecuária, e a região colonial da Serra Gaúcha, caracterizada por intensa atividade industrial



# ETAPAS DO PROJETO

- ETAPA 1 – Gestão
- ETAPA 2 – Levantamento e integração de dados
- ETAPA 3 – Análise de cenários e resultados de intervenções
- ETAPA 4 – Definição de estratégias integradas para priorização de ações, com delineamento e validação da proposta
- ETAPA 5 – Execução do estudo piloto
- ETAPA 6 – Preparação de termos de referência (3 soluções)
- ETAPA 7 – Divulgação dos resultados do projeto



# ALGUNS PRODUTOS ESPERADOS

- Diagnóstico da situação hidrológica da bacia
- Base de dados georreferenciada
- Atualização do uso e ocupação do solo
- Mapas de suscetibilidade e vulnerabilidade potencial a desastres
- Avaliação do impacto esperado de eventuais intervenções
- Proposta e aplicação de estratégia integrada para priorização de ações em gestão de risco
- Proposta de metodologia de trabalho integrado

# ATRIBUIÇÕES DA EQUIPE GESTORA

- Montagem e integração de equipes
- Elaboração de workshop's internos para alinhamento de atividades
- Contatos, articulação e alinhamento de ações com parceiros externos e financiadores
- Realização dos eventos para apresentação do projeto, integração entre participantes internos e externos e divulgação dos resultados obtidos
- Articulação para estruturação de uma base de dados integrada
- Contratações para elaboração dos termos de referência das soluções estruturais e não-estruturais definidas para a bacia
- Acompanhamento da elaboração dos termos de referência

# ATRIBUIÇÕES DA EQUIPE GESTORA

- Suporte logístico para o desenvolvimento das atividades
- Execução financeira junto a FEENG
- Integração dos relatórios parciais das equipes e elaboração de relatórios unificados

# AGENDA PREVISTA

- Visita do CENAD aos laboratório dos grupos envolvidos (24 de fevereiro - tarde)
- Reunião entre coordenadores, CENAD-SEDEC, CEDEC, Comitê de Bacia e Sema (25 de fevereiro - manhã)
- Apresentação oficial do projeto em Estrela (2ª quinzena de março)
- Conferência Intermunicipal de Proteção e Defesa Civil – Vale do Taquari/Rio Pardo ( 12 de março)





**I Workshop Interno - Projeto Taquari-Antas**

**21/02/2014**

**Auditório Marc Pierre Bordas**

# Locais de atenção

## MUNICÍPIOS PRIORITÁRIOS

Eldorado do Sul

**ESTRELA**  
**CRUZEIRO DO SUL**

Novo Hamburgo

São Sebastião do Cai

Pedro Osório

Três Coroas

Dom Pedrito

Quaraí

Alegrete

**ENCANTADO**

Itaqui

Rosário do Sul

Uruguaiana

São Jerônimo

Capão do Leão

**VENÂNCIO AIRES**

Pelotas

Cachoeira do Sul

**LAJEADO**

Jaguarão

Arroio Grande

Igrejinha

São Lourenço do Sul

Candelária

Parobé

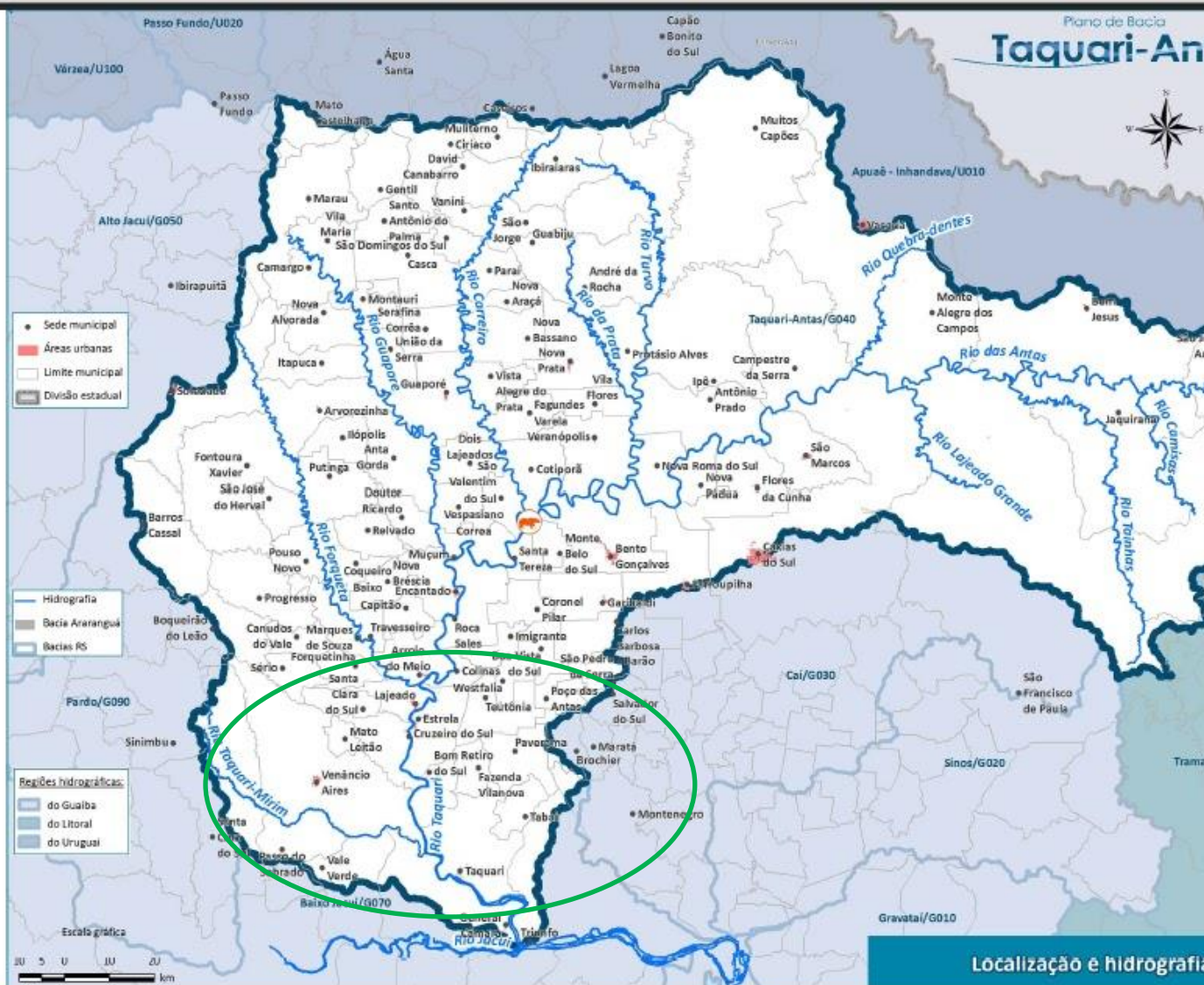
Horizontina

Sapucaia do Sul

Alto Feliz

**TEUTÔNIA**

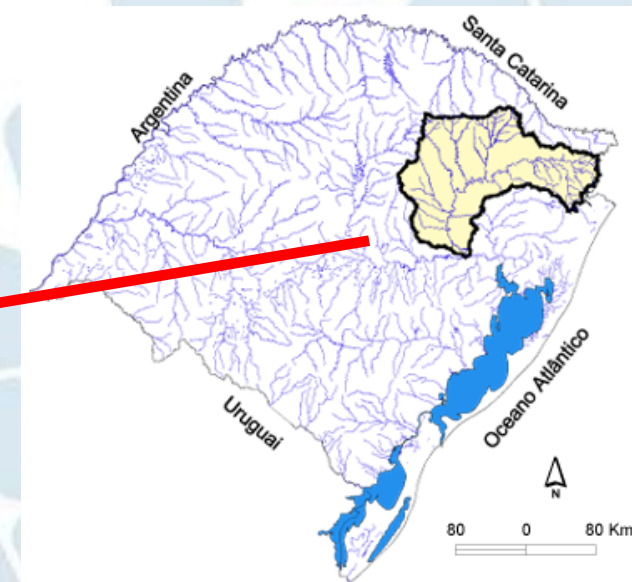
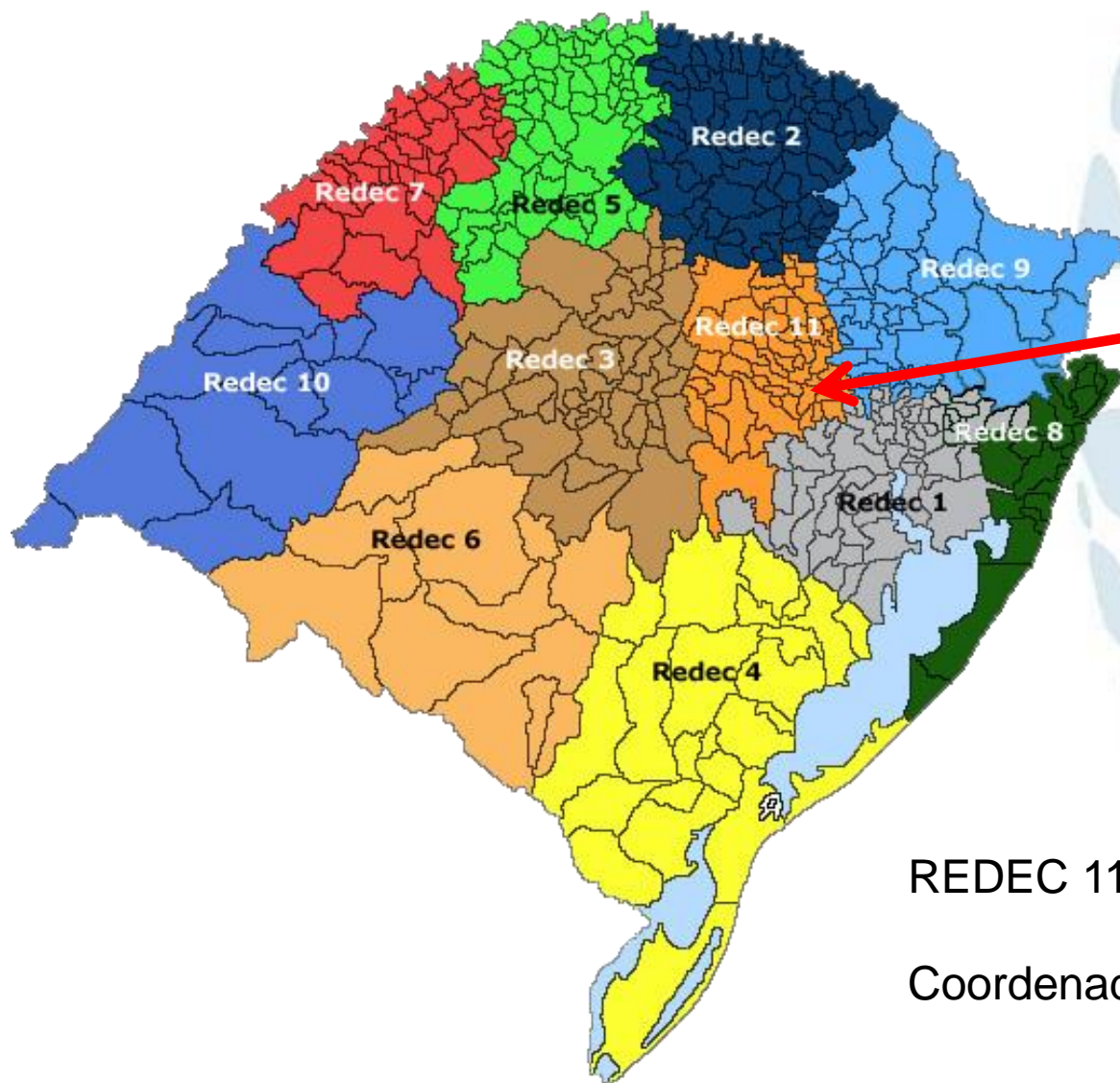
Porto Alegre



Localização e hidrografia



# Regionais de Defesa Civil



REDEC 11 – sede em Lajeado

Coordenador: T Cel Vinicius Renner Galvani

## Linhas e diretrizes de atuação

- Visão global da problemática dos impactos das inundações na bacia do Taquari-Antas sobre as atividades humanas
- Fomentar a aplicação e alinhamento dos projetos com as diretrizes e objetivos da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, regulamentada pela Lei 12.608
- Promoção de estratégias de trabalho interdisciplinar, interativo e participativo
- Valorização da construção das políticas de gestão de risco em parceria com as comunidades afetadas



# Responsabilidades da equipe GRID no Projeto

## Etapa 2

### Levantamento e Integração de dados

- Pesquisa de dados de eventos extremos e desastres associados
- Diagnóstico do sistema de proteção e defesa civil existente
- Levantamento dos indicadores de vulnerabilidade em escala regional
- Levantamento de ações não-estruturais de prevenção e adaptação
- Espacialização dos dados coletados

## Etapa 3

### Análise de cenários e resultados de intervenções

- Elaboração dos mapas de vulnerabilidade regionais (em parceria com LAGAM)
- Análise da bacia em relação à situação atual da gestão de risco, identificando lacunas e pontos fortes nas etapas de prevenção – mitigação, preparação, resposta e reconstrução (identificação oportunidades?)

## Etapa 4

### Definição de estratégias integradas

- Discussão em parceria com os demais grupos, das possibilidades de atuação na bacia para definição das medidas estruturais e não-estruturais mais adequadas
- Auxílio na elaboração de indicadores para priorização das medidas a serem implementadas
- Elaboração de uma proposta para qualificação da comunicação /elevação da percepção de risco nas comunidades afetadas

## Etapa 5

### Execução do estudo piloto

- Atividades para promoção da cultura de prevenção de risco (definidas na etapa 4)
  - Capacitação gestores e comunidade
  - Envolvimento comunitário no processo
  - Comunicação de risco
- Análise dos impactos diretos e indiretos de inundações no município piloto

## Etapa 7

### Divulgação dos resultados do projeto

- Participação e apoio nas ações para divulgação dos resultados do projeto, conforme definido pela gestão
- Publicações acadêmicas



DESENVOLVIMENTO E APOIO  
À IMPLANTAÇÃO DE UMA  
**ESTRATÉGIA INTEGRADA DE PREVENÇÃO DE  
RISCOS ASSOCIADOS A REGIMES HIDROLÓGICOS**  
NA BACIA DO TAQUARI-ANTAS – ESTADO DO RIO  
GRANDE DO SUL

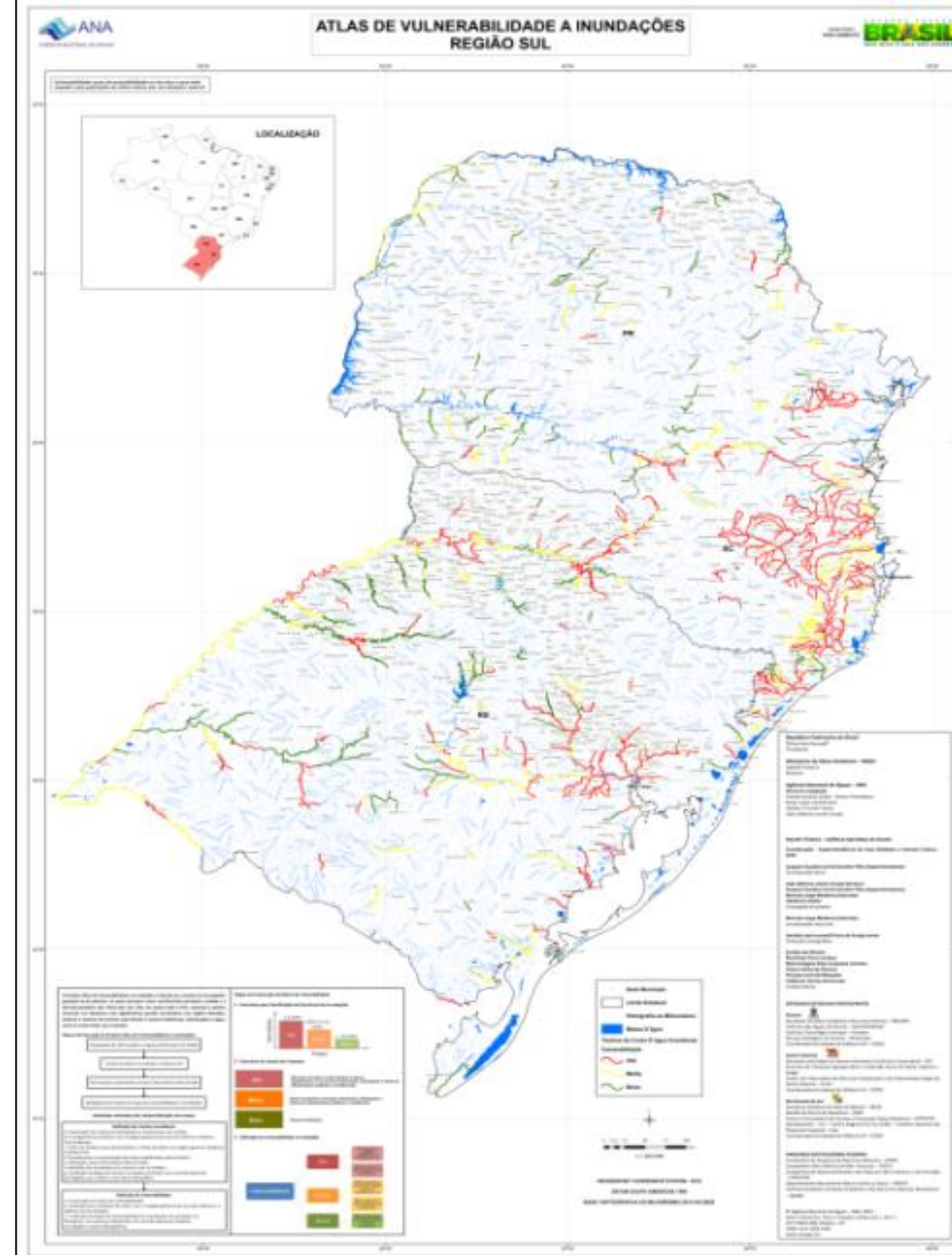
**I Workshop Interno - Projeto Taquari-Antas**

**21/02/2014**

**Auditório Marc Pierre Bordas**

# Destaque Nacional!

- Bacia do Rio Taquari-Antas aparece com destaque no Atlas de Vulnerabilidade a Inundações do Brasil, criado pela ANA em conjunto com os órgãos estaduais (SEMA-RS).



# História



Hoje



1941

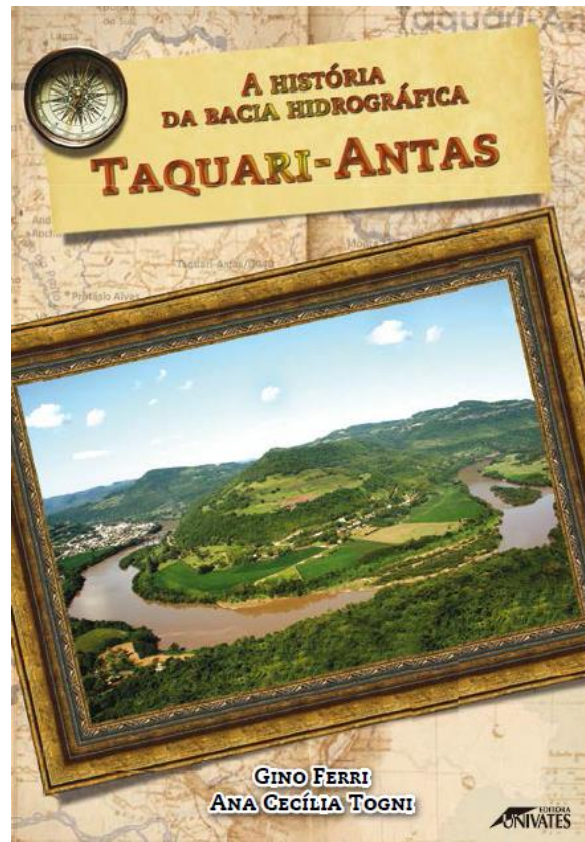


1911



1893

- Tabela consta no livro “A História da bacia hidrográfica Taquari-Antas”



Quadro 6 - Enchente: medidas e locais

Ano	Medida (em m)	Local	Medida (em m)	Local	Medida (em m)	Local
1873	28,97	Estrela	28,47		28,47	Lajeado
1912	27,87	Estrela	20,50	Muçum	27,28	Lajeado
1919					26,60	Lajeado
1928	27,45	Estrela			26,87	Lajeado
18/07/1940	26,40	Estrela				
06/05/1941	28,85	Estrela	19,06	Muçum	28,13	Lajeado
18/11/1941	25,90	Estrela				
20/05/1942	23,90	Estrela				
27/01/1946	27,40	Estrela				
23/09/1954	27,40	Estrela				
06/04/1956	27,87	Estrela	19,11	Muçum	27,15	Lajeado
22/08/1965	26,40	Estrela	19,11	Muçum	25,26	Lajeado
20/09/1967	26,33	Estrela				
29/06/1982	25,40	Estrela			24,12	Lajeado
10/07/1983	24,75	Estrela				
15/09/1988	24,25	Estrela				
12/09/1989	25,20	Estrela	19,37	Muçum	25,19	Lajeado
25/09/1989	25,89	Estrela			24,54	Lajeado
02/06/1990	26,64	Estrela	20,20	Muçum		
16/10/1990	22,10	Estrela				
28/05/1992	25,35	Estrela				
05/08/1997	25,60	Estrela				
13/10/2000	23,80	Estrela			20,00	Lajeado
22/07/2001	26,30	Estrela			21,40	Lajeado
03/10/2001	26,95	Estrela				
13/06/2002	22,40	Estrela				
21/02/2003	21,80	Estrela				

# Enchente do rio Forqueta - 2010



- *Igor (E) aponta a altura do Rio Forqueta na enchente de 1941, e o pai, onde foi parar a água em 2010.*
- *Casa localizada próxima à ponte do rio Fão da BR 386.*

# Relembrando objetivos do projeto

- Integrar dados
  - Analisar padrões de eventos
  - Estudar cenários
  - Definir ações
- 
- Indicar ações prioritárias para servir de orientação
  - Promover a cultura de prevenção de risco

# Etapa 1 - GESTÃO

- ações necessárias para montagem e integração das equipes
- articulada pela CEDEC junto aos municípios envolvidos
- As atividades técnicas serão alinhadas pela coordenação do CEPED/RS

# Etapa 1 - GESTÃO

- ações necessárias para montagem e integração das equipes
- articulada pela CEDEC junto aos municípios envolvidos
- As atividades técnicas serão alinhadas pela coordenação do CEPED/RS

# Etapa 2

## LEVANTAMENTO E INTEGRAÇÃO DE DADOS

- situação hidrológica da bacia, ocupação, características fisiográficas, topografia, etc.
- pesquisa de registros históricos de eventos extremos e desastres associados



## Etapa 3

# ANÁLISE DE CENÁRIOS E RESULTADOS DE INTERVENÇÕES

- análises de possíveis cenários de eventos e suas consequências, além da consideração do impacto esperado de eventuais intervenções. Os resultados dessa etapa serão utilizados para a definição de ações prioritárias de intervenção.
- Serão realizados estudos de padrões de chuva, curvas-chave, dinâmica de funcionamento hidrológico, repercussões na estabilidade de encostas, etc.
- Serão elaborados mapas de suscetibilidade e vulnerabilidade potencial a desastres, sob o ponto de vista regional.

# Etapa 4

## DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIAS INTEGRADAS

### • **Medidas estruturais**

obras de engenharia implementadas para reduzir o risco de enchentes

- Reservatórios atualmente existentes
- Reservatórios futuros
- Diques

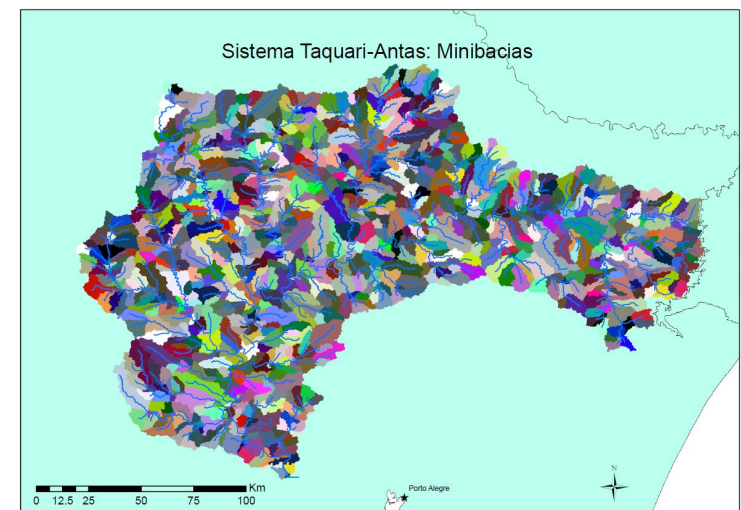
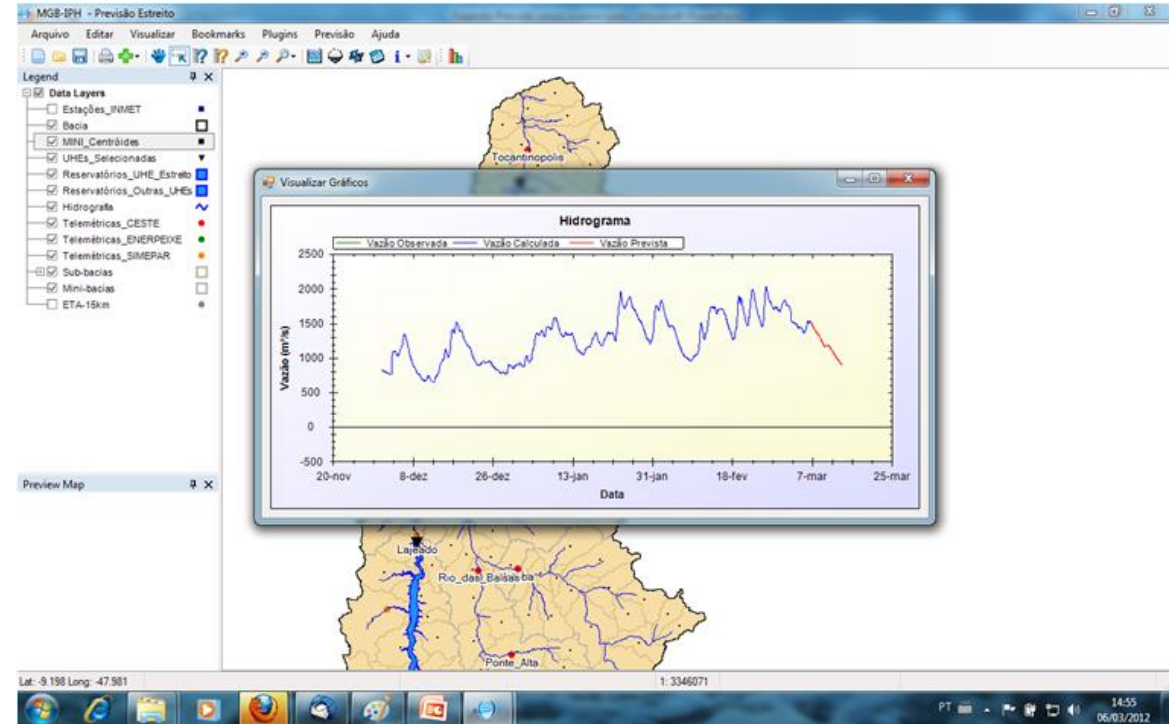
### • **Medidas não estruturais**

procuram reduzir os prejuízos, sem alterar as características hidrológicas do sistema

- Regulamentação - Zoneamento
- Seguros
- Sistemas de Alerta

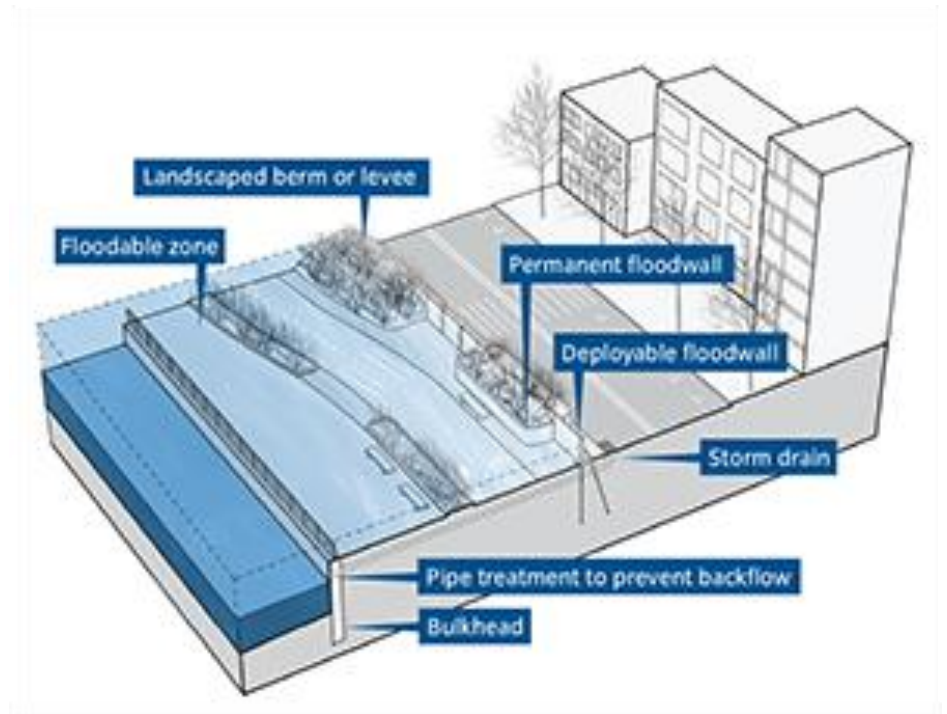
# Reservatórios

- A efetividade dos reservatórios na bacia para controle de cheias será analisada com base em modelagem hidrológica
- Modelo MGB-IPH já está em fase de desenvolvimento na bacia
- Se antevê que os resultados vão mostrar que os reservatórios existentes não atenuam as cheias
- Reservatórios para atenuar cheias provavelmente seriam inviáveis



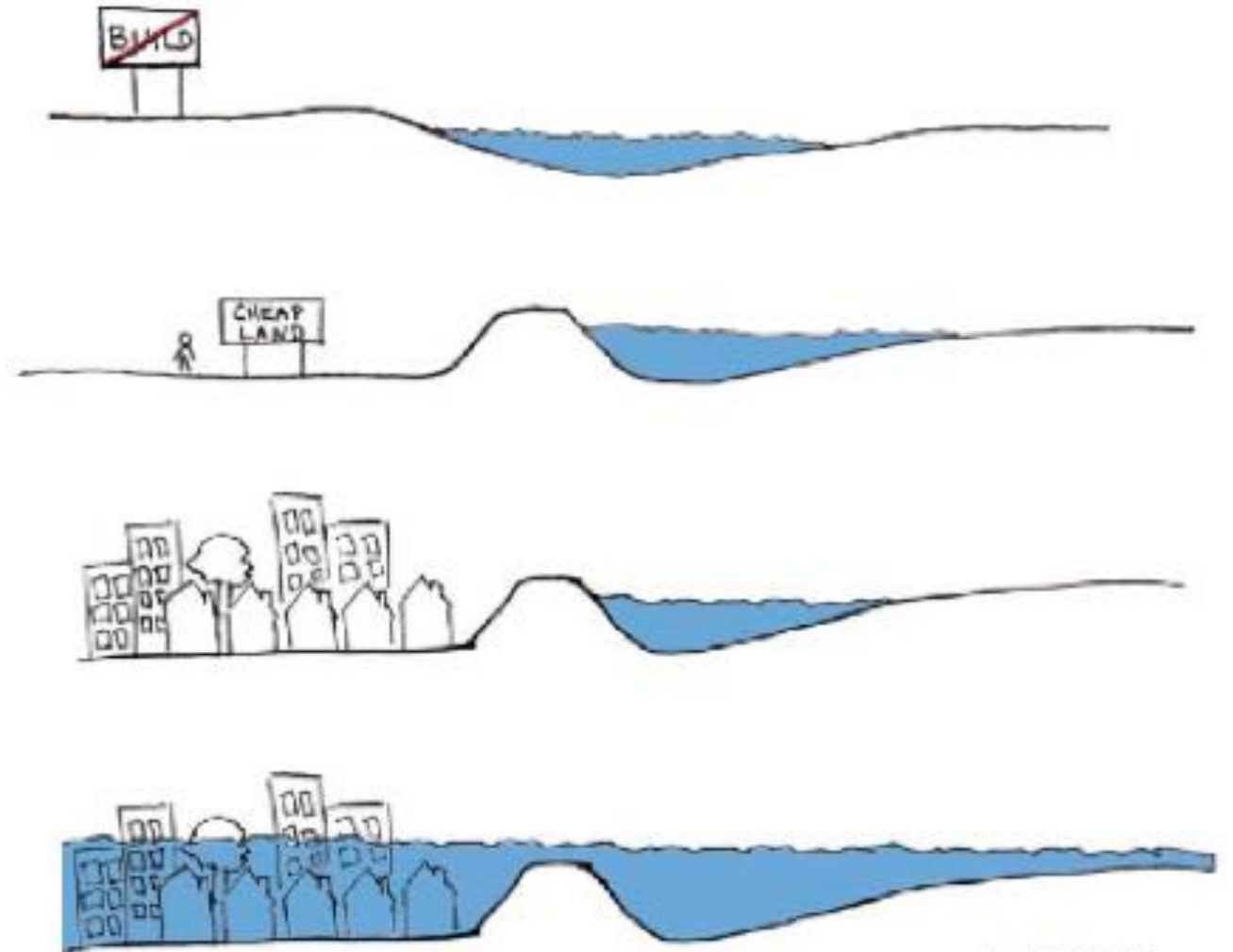
# Diques

- Uma análise preliminar do uso de diques para controle do impacto das cheias poderia ser realizada no estudo piloto, com base num estudo topográfico mais detalhado



# Diques

- O problema dos diques



Ludy 2009

# Possíveis conclusões sobre Medidas Estruturais

- Caras
- Não garantem proteção completa
- Criam falsa sensação de segurança
- No caso de um evento maior do que o TR usado no projeto, CATÁSTROFE



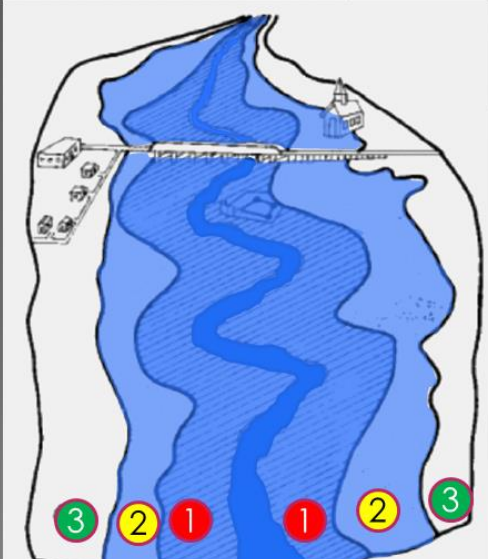
# Medidas não estruturais

- Regulamentação - Zoneamento
- Seguros
- Sistemas de Alerta

# Regulamentação de uso da terra

1. Determinação de NA máximos
2. Mapeamento de áreas inundáveis
3. Zoneamento

🔥 ZONEAMENTO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS



O diagrama mostra um rio com uma barragem à esquerda. O rio é dividido em três zonas de inundação, representadas por tons de azul: uma zona central mais escura (Zona 1) e duas zonas laterais mais claras (Zona 2). Abaixo do rio, há seis círculos numerados: 3 (verde), 2 (amarelo), 1 (vermelho), 1 (vermelho), 2 (amarelo), 3 (verde). À esquerda do rio, há um conjunto de edifícios representando uma cidade.

- 1 - Zona de passagem de cheias → **alto risco**  
Possui função hidráulica.  
- Não deve ser ocupada.  
- Uso para agricultura.  
- Paisagismo e proteção ambiental
- 2 - Zona com restrições → **TR 5 a 25 anos**  
- Parques e atividades recreativas.  
- Uso agrícola, industrial e comercial – pátios  
- Habitação a prova de inundações
- 3 - Zona de baixo risco → **TR > 50 anos**  
- medidas de orientação sobre os riscos de possíveis danos em eventos críticos



# Mapeamento de áreas inundáveis

- Duas situações podem ocorrer:
  - Cidade com posto fluviométrico de longa série de dados (caso raro)
  - Outra cidade qualquer em que não há posto fluviométrico, ou os dados são raros

# Mapa de áreas inundáveis – Situação ideal

- Na cidade existe um posto fluviométrico com longa série de medição de dados (por exemplo os dados vêm sendo medidos desde 1935 até hoje).
- Medições de nível normalmente são transformadas em medições de vazão.
- Análise estatística é realizada utilizando os dados de vazão.
- Vazões máximas são determinadas para diferentes tempos de retorno (2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 anos).
- Para cada TR, o dado de vazão é transformado de volta em dado de cota do NA, usando a curva-chave mais atual.
- Para cada NA é identificada a área que ficará inundada (partes da cidade em que a cota do terreno é inferior ao NA).

# Mapa de áreas inundáveis - Situação ideal

- Na cidade e região há uma série de medição de dados (por exemplo, estações de medição desde 1935 até hoje).
- Medições de nível são raras, feitas em medições de vazão.
- Análise estatística é rara com dados de vazão.
- Vazões máximas são medidas em diferentes tempos de retorno (2, 5, 10, 20, 25, 50, 100).
- Para cada TE é feita uma análise estatística em dado de cota do NA, usando a vazão máxima mais atual.
- Para cada NA é determinada a área que é inundada (partes da cidade em que a cota do terreno é inferior ao NA).

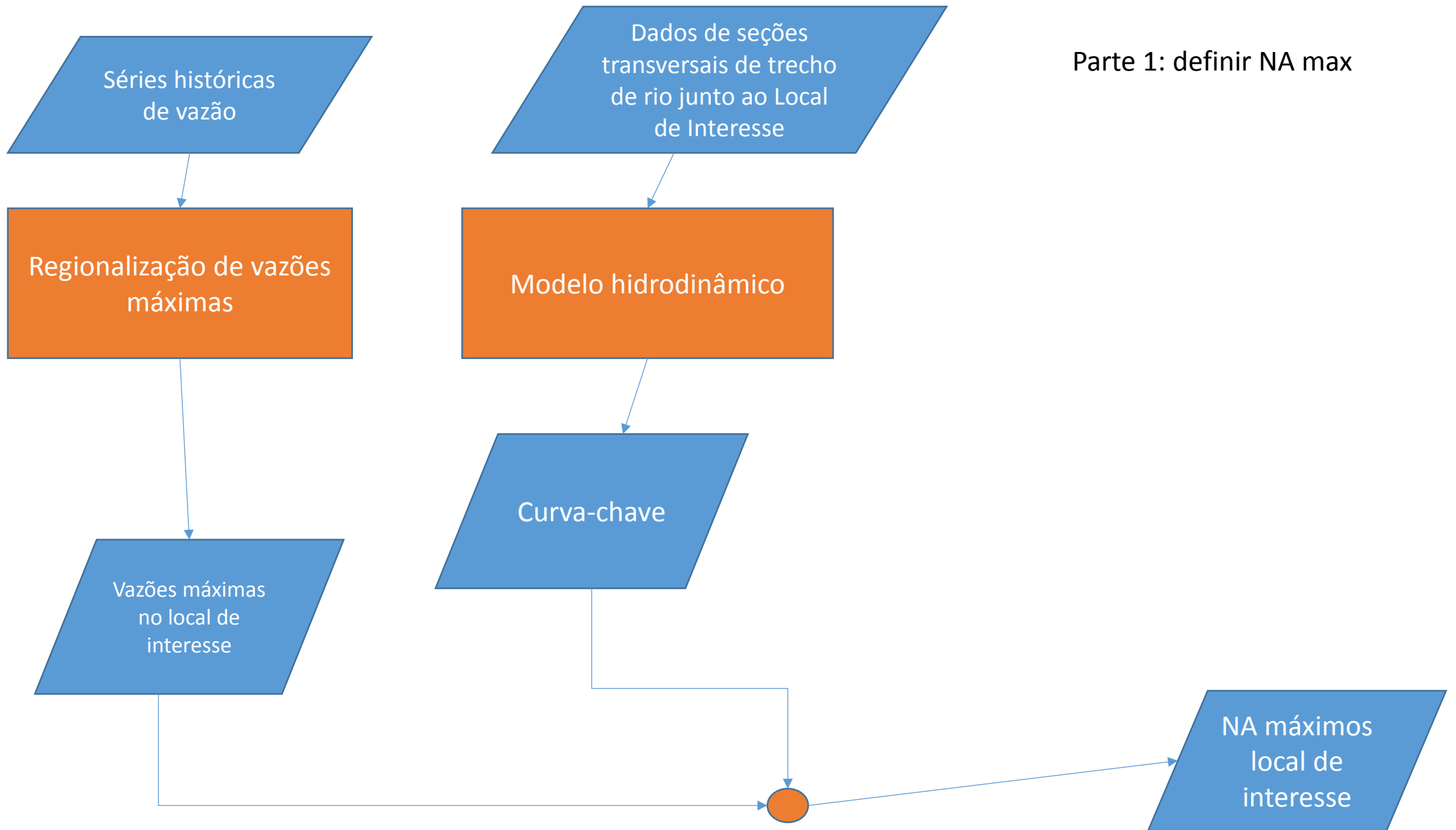
Isto é muito raro!

Situação não representativa

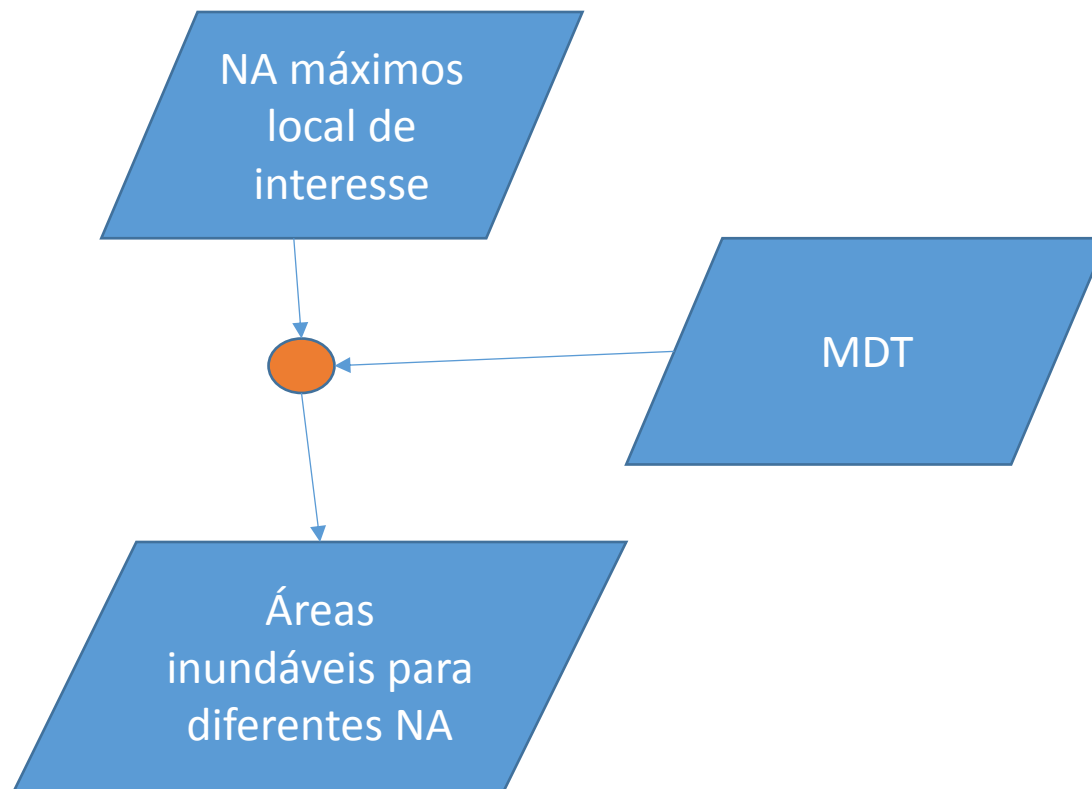
# Mapa de áreas inundáveis – Situação típica

- Na cidade não existe um posto fluviométrico.
- Vazões máximas devem ser estimadas a partir de regionalização.
- Para cada TR, o dado de vazão deve ser transformado de volta em dado de cota do NA, usando uma curva-chave que deve ser estimada no local.
  - Normalmente para isso são usados modelos matemáticos que descrevem o escoamento da água no trecho de rio (alguns km ou algumas dezenas de km)
- Para cada NA é identificada a área que ficará inundada (partes da cidade em que a cota do terreno é inferior ao NA).

Parte 1: definir NA max

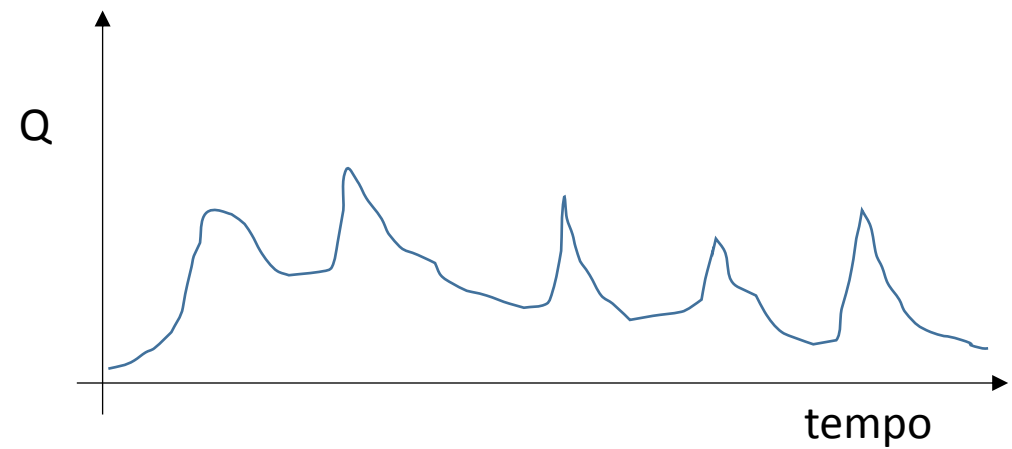


## Parte 2: definir áreas inundáveis



# Detalhando Parte 1

Séries históricas  
de vazão

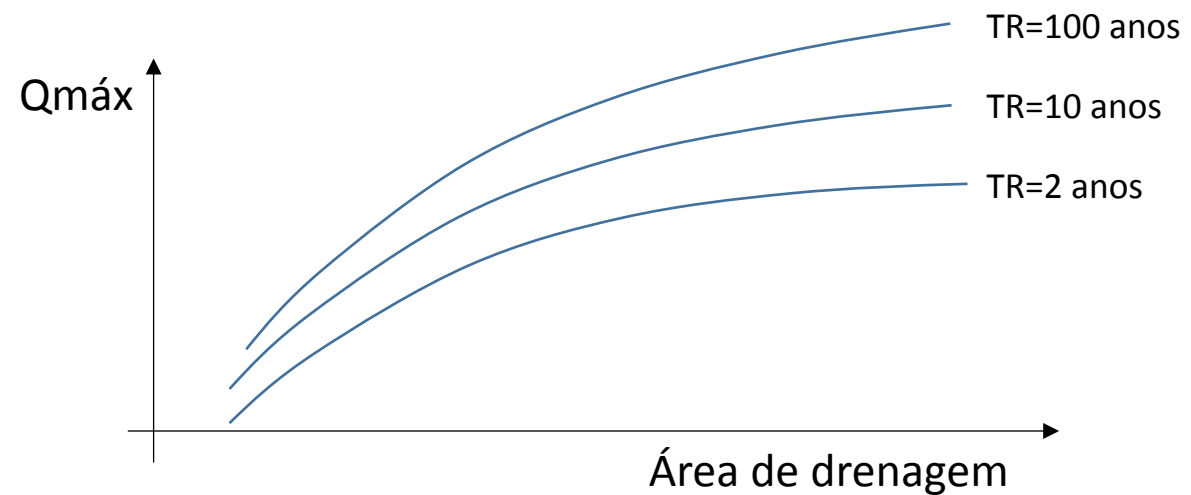
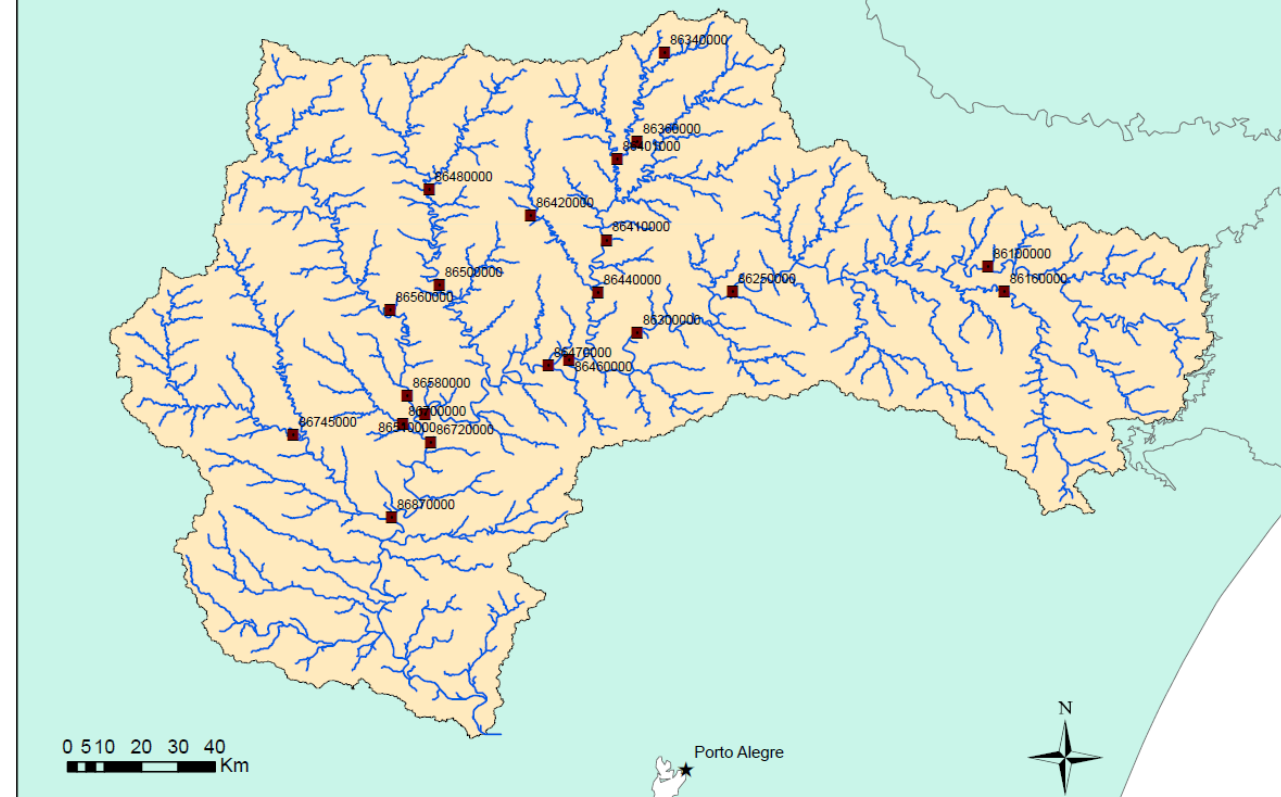


# Detalhando Parte 1

Séries históricas  
de vazão

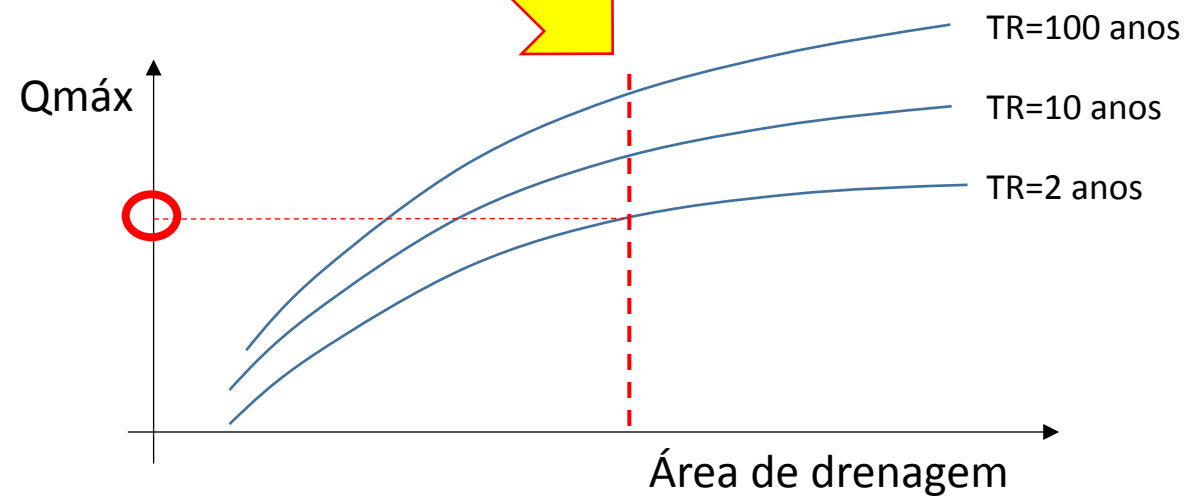
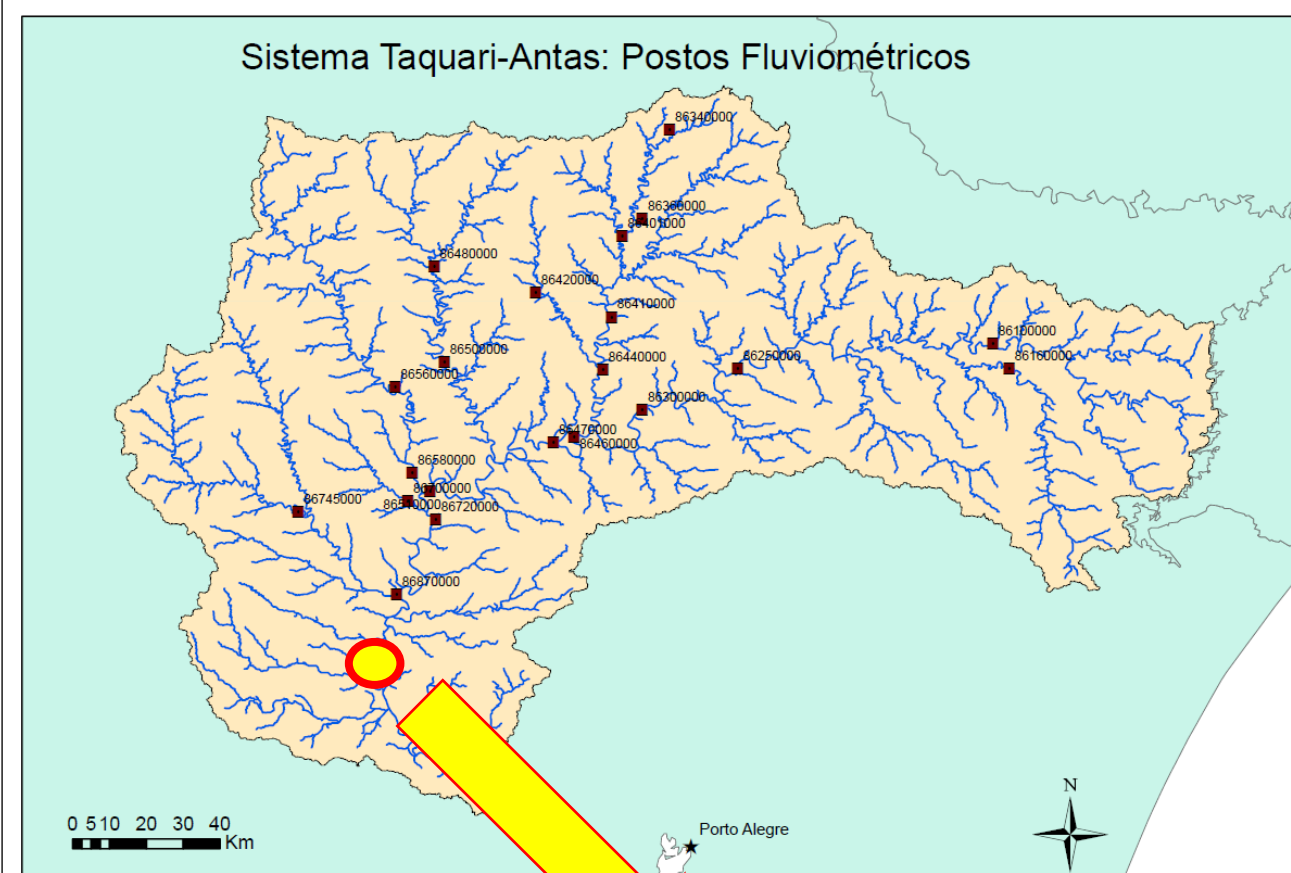
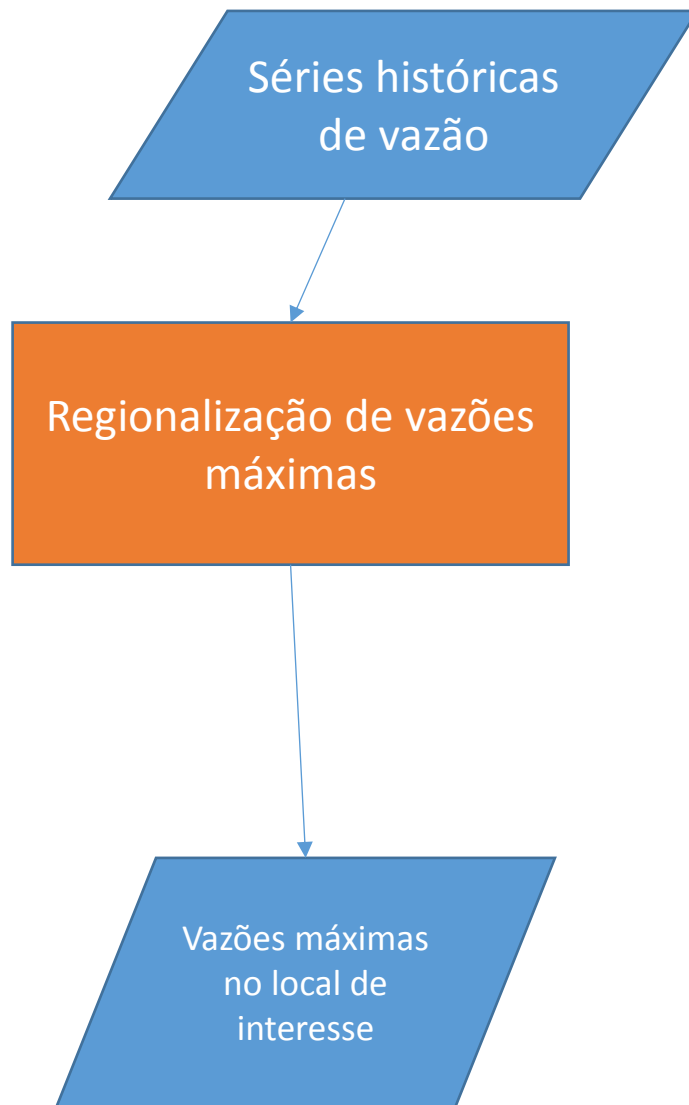
Regionalização de vazões  
máximas

## Sistema Taquari-Antas: Postos Fluviométricos



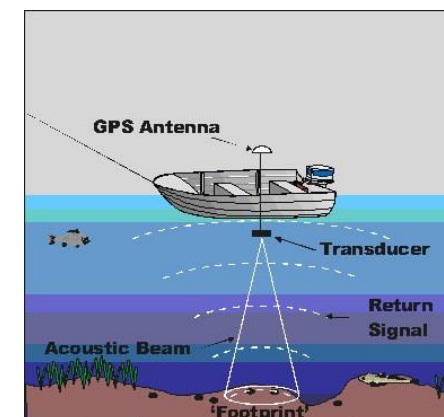


# Detalhando Parte 1



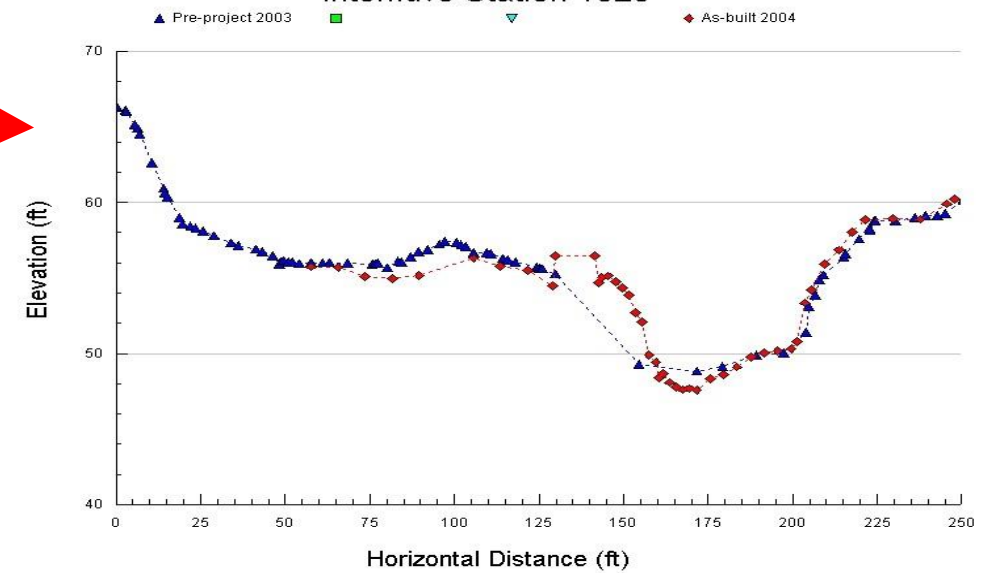
# Detalhando Parte 1

Dados de seções transversais de trecho de rio junto ao Local de Interesse



# Detalhando Parte 1

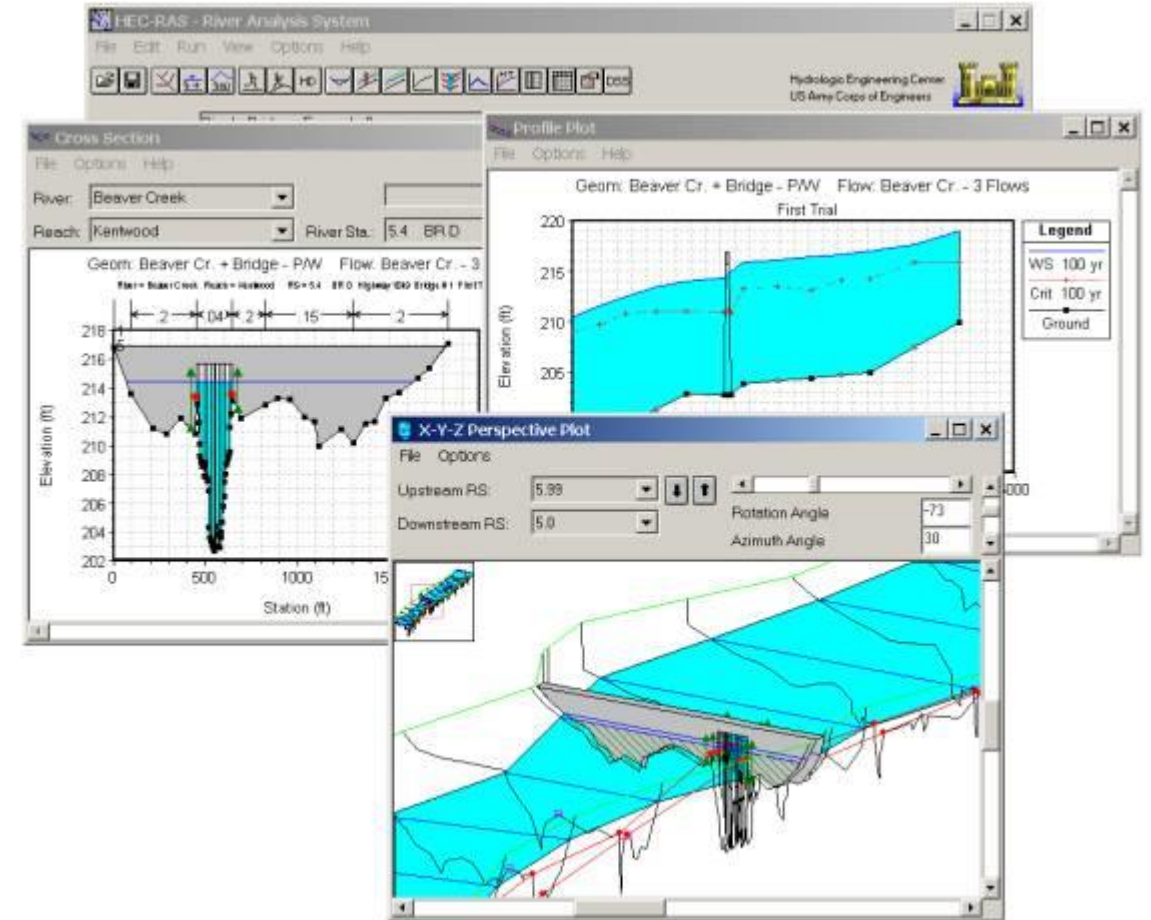
Dados de seções transversais de trecho de rio junto ao Local de Interesse



# Detalhando Parte 1

Dados de seções transversais de trecho de rio junto ao Local de Interesse

Modelo hidrodinâmico



$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

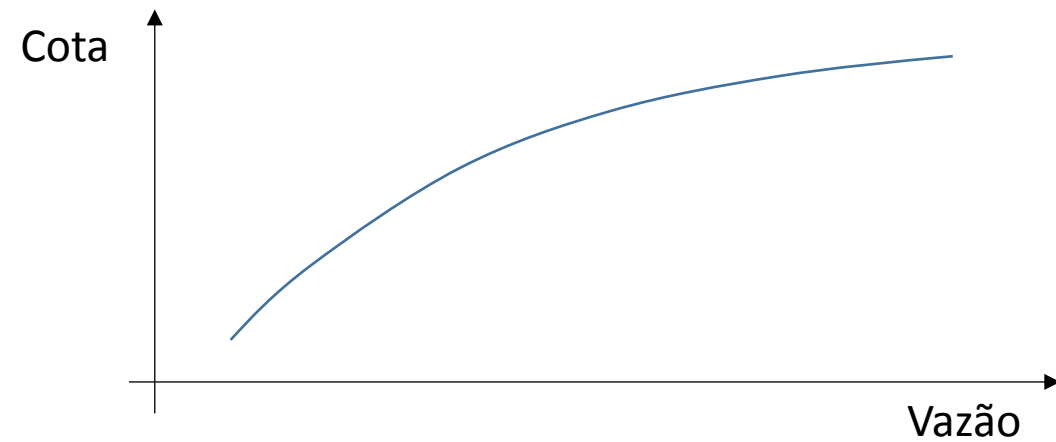
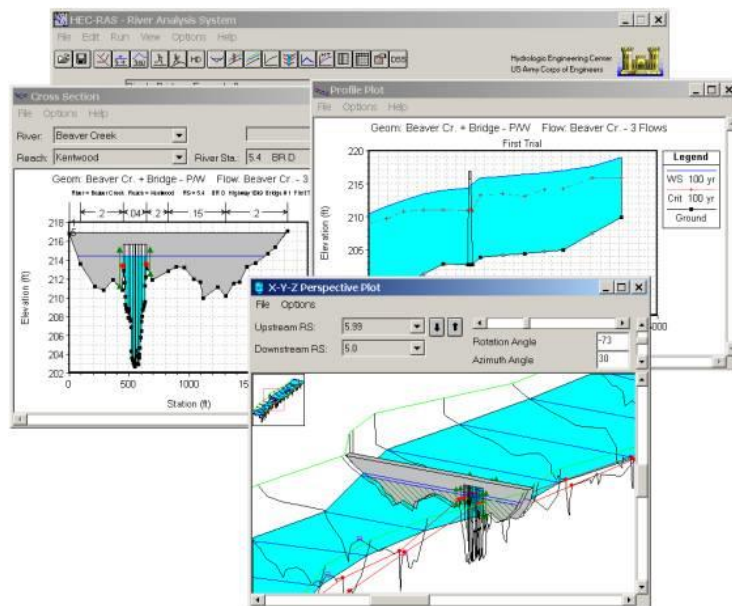
$$\frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + g \frac{\partial y}{\partial x} - g(S_0 - S_f) = 0$$

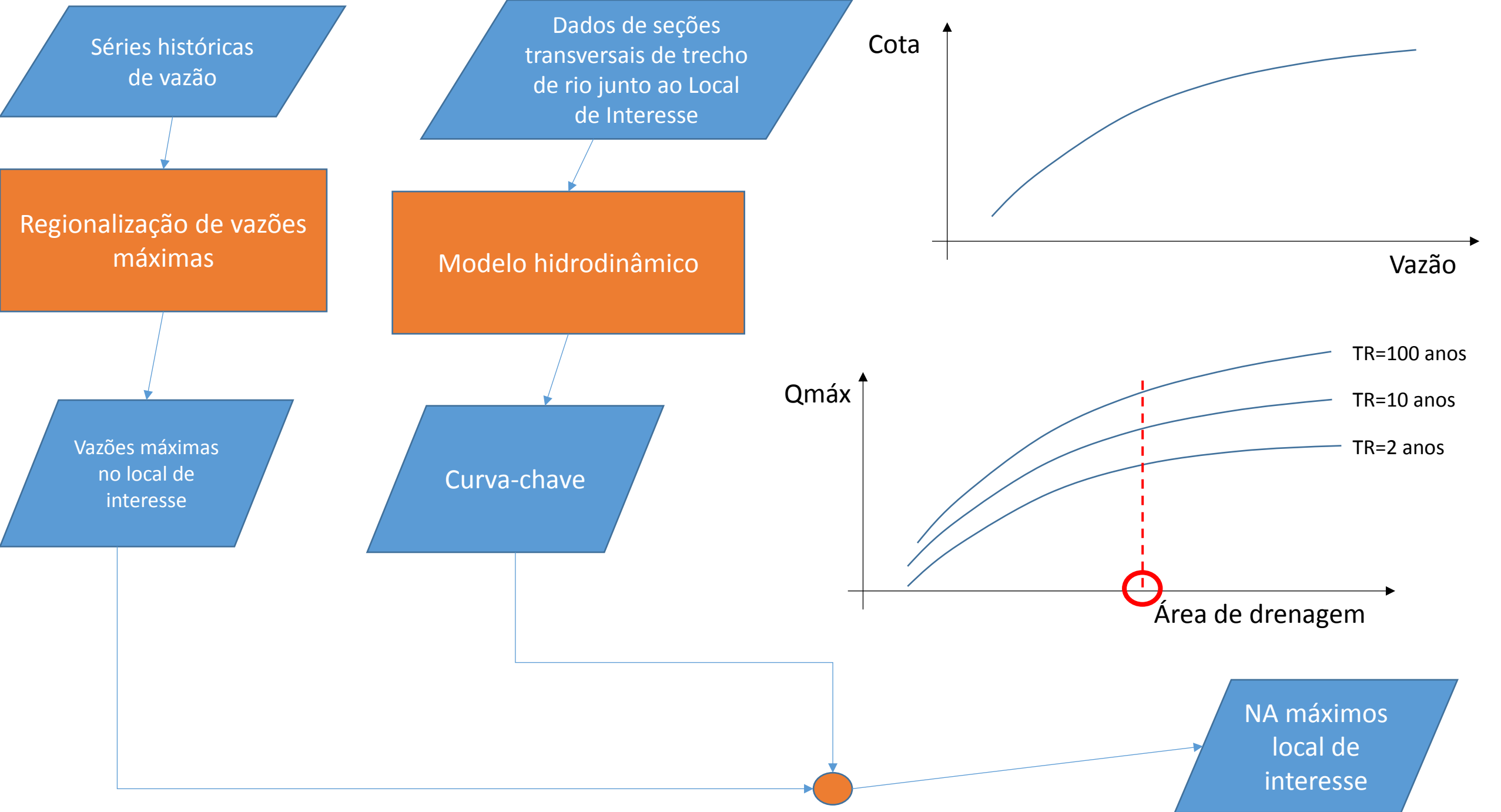
# Detalhando Parte 1

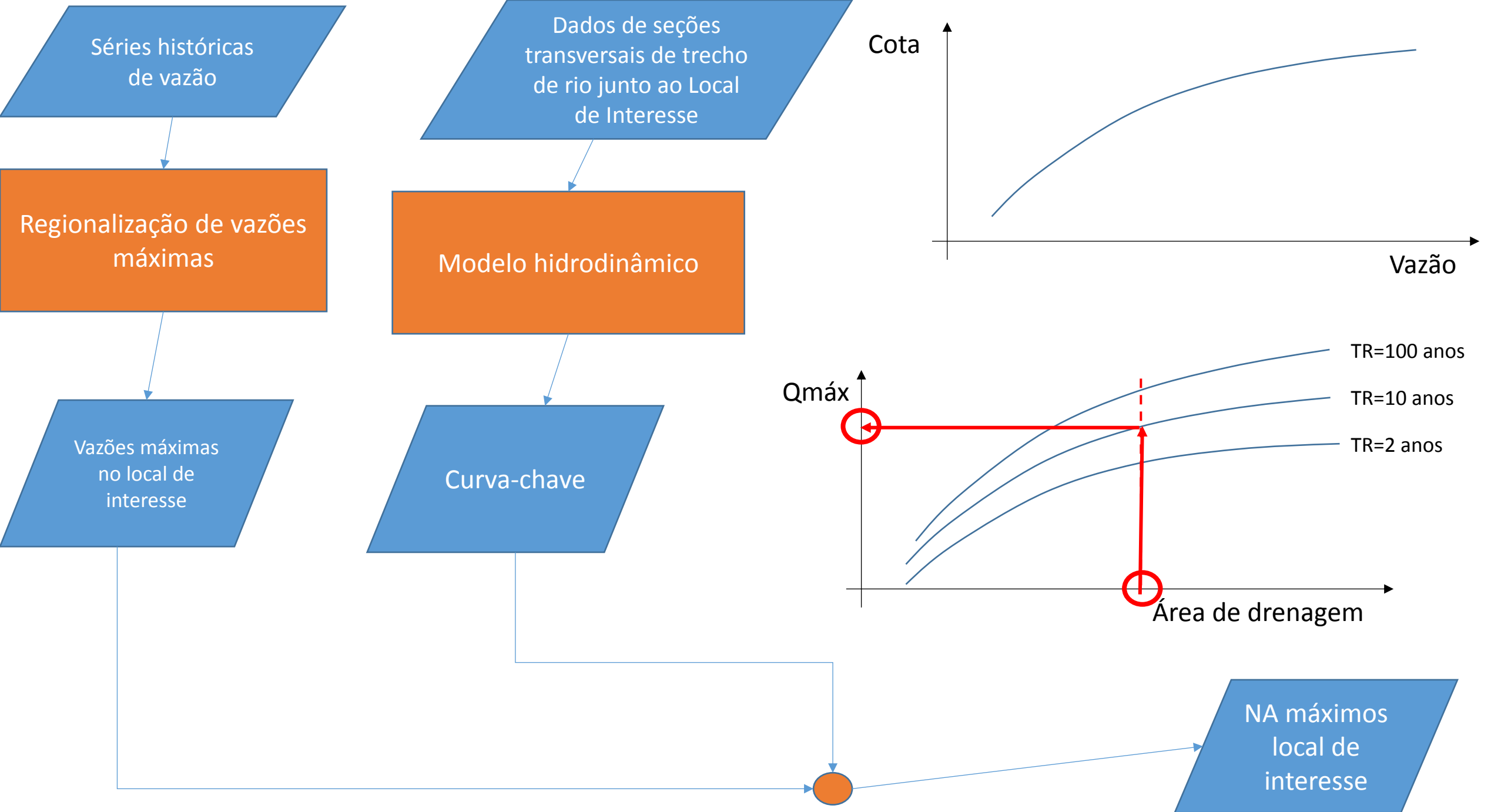
Dados de seções transversais de trecho de rio junto ao Local de Interesse

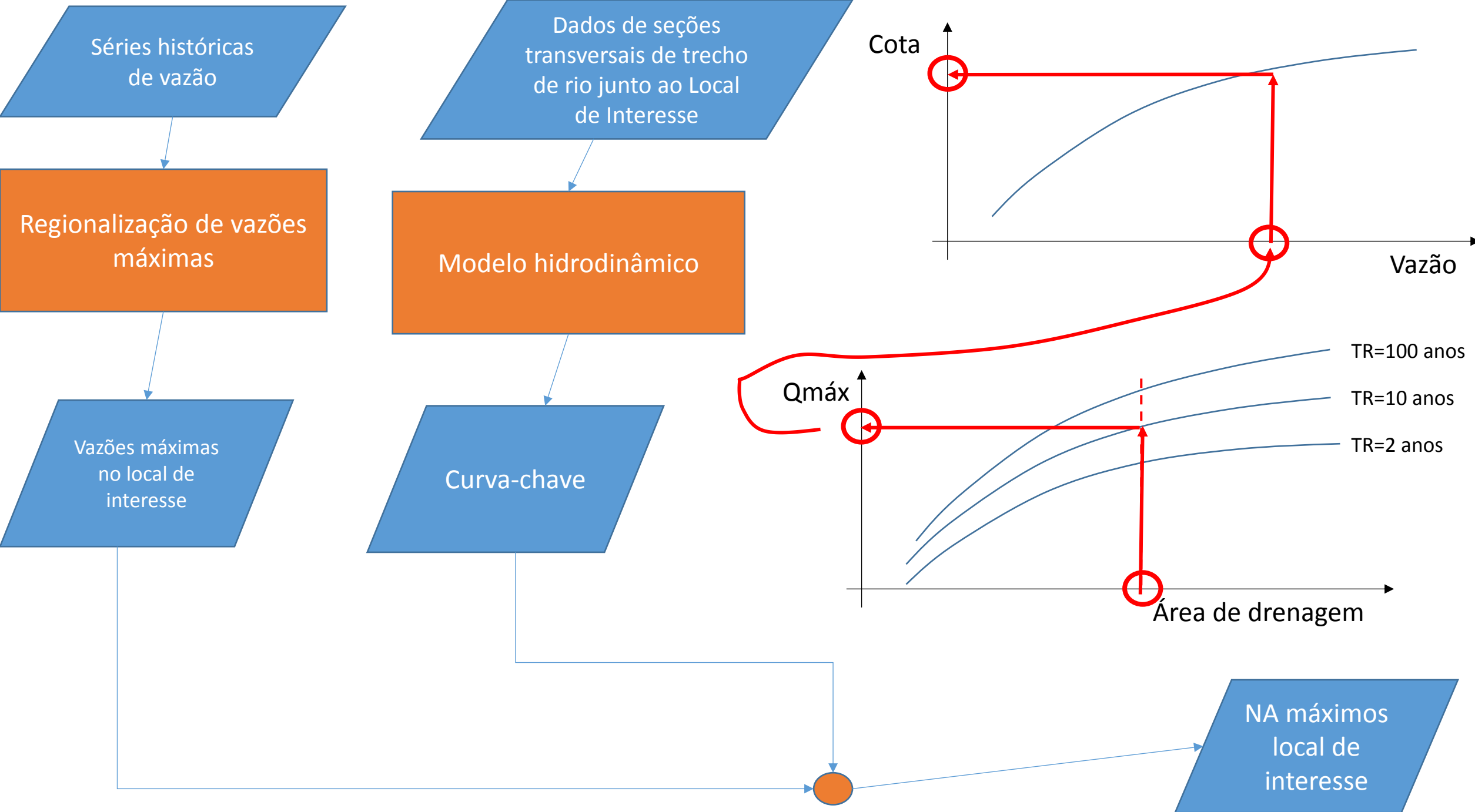
Modelo hidrodinâmico

Curva-chave







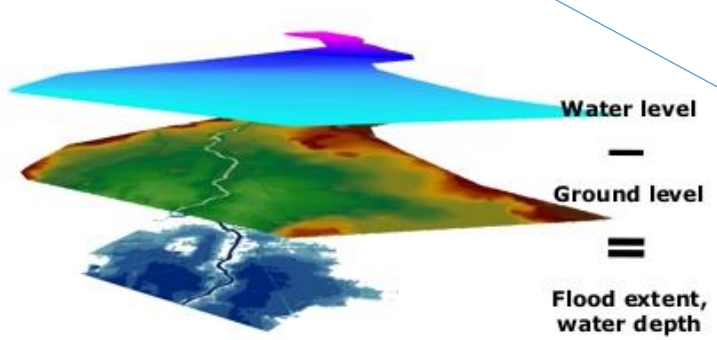
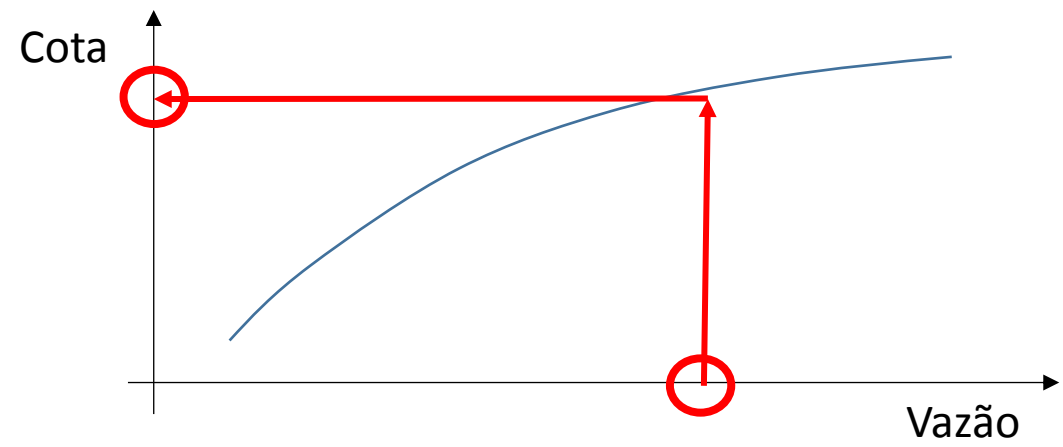


Detalhando Parte 1

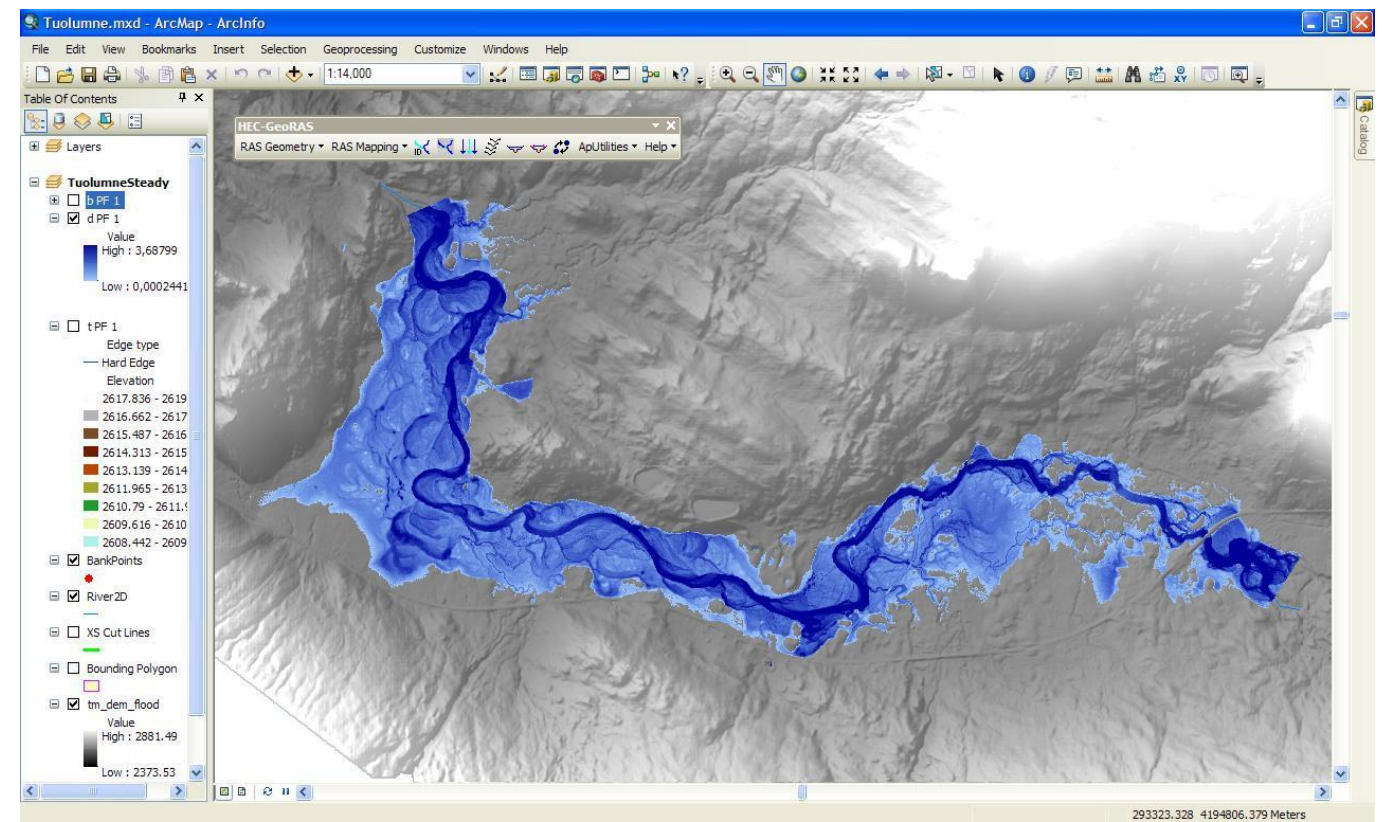


MDT

NA máximos local de interesse

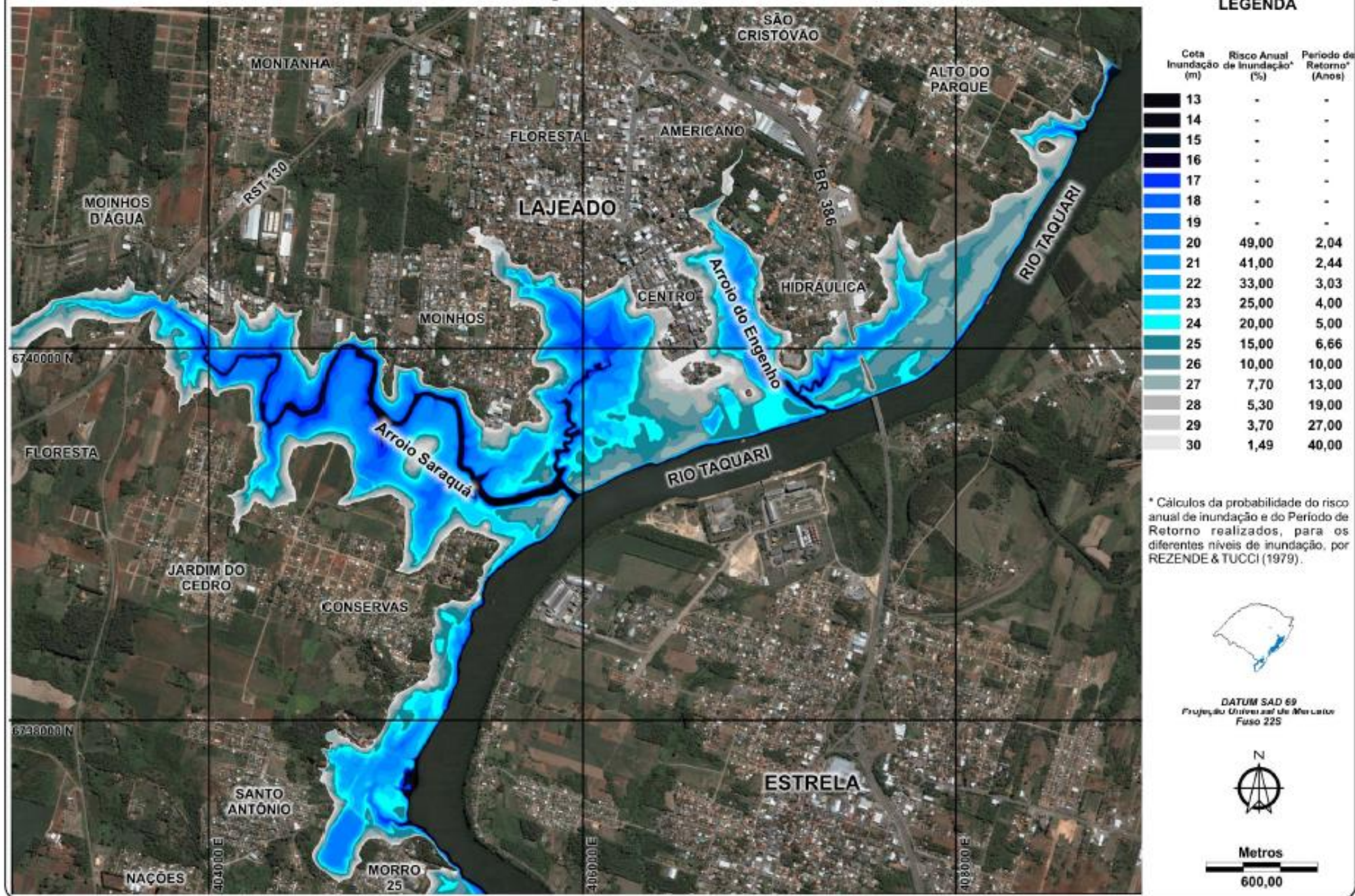


Áreas inundáveis para diferentes NA



# CARTA DE INUNDAÇÃO DA CIDADE DE LAJEADO - RS

- Extraído da dissertação de
- RAFAEL RODRIGO ECKHARDT
- GERAÇÃO DE MODELO CARTOGRÁFICO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS SUJEITAS ÀS INUNDAÇÕES URBANAS NA CIDADE DE LAJEADO / RS

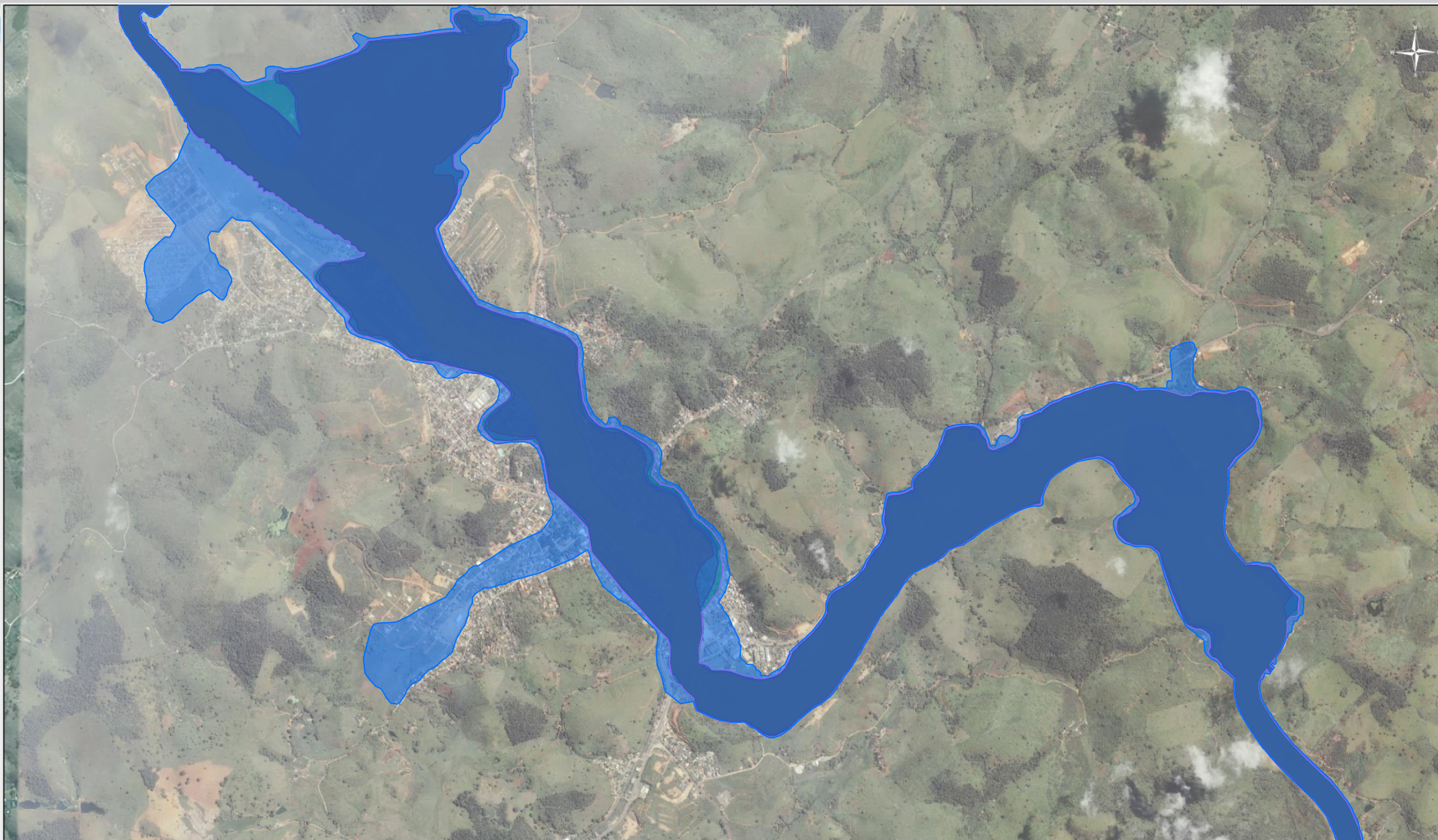


# MANCHAS DE INUNDAÇÃO

## Santo Antônio de Pádua



Retirado de Apresentação  
Joaquim Gondim  
ANA



2 anos

10 anos

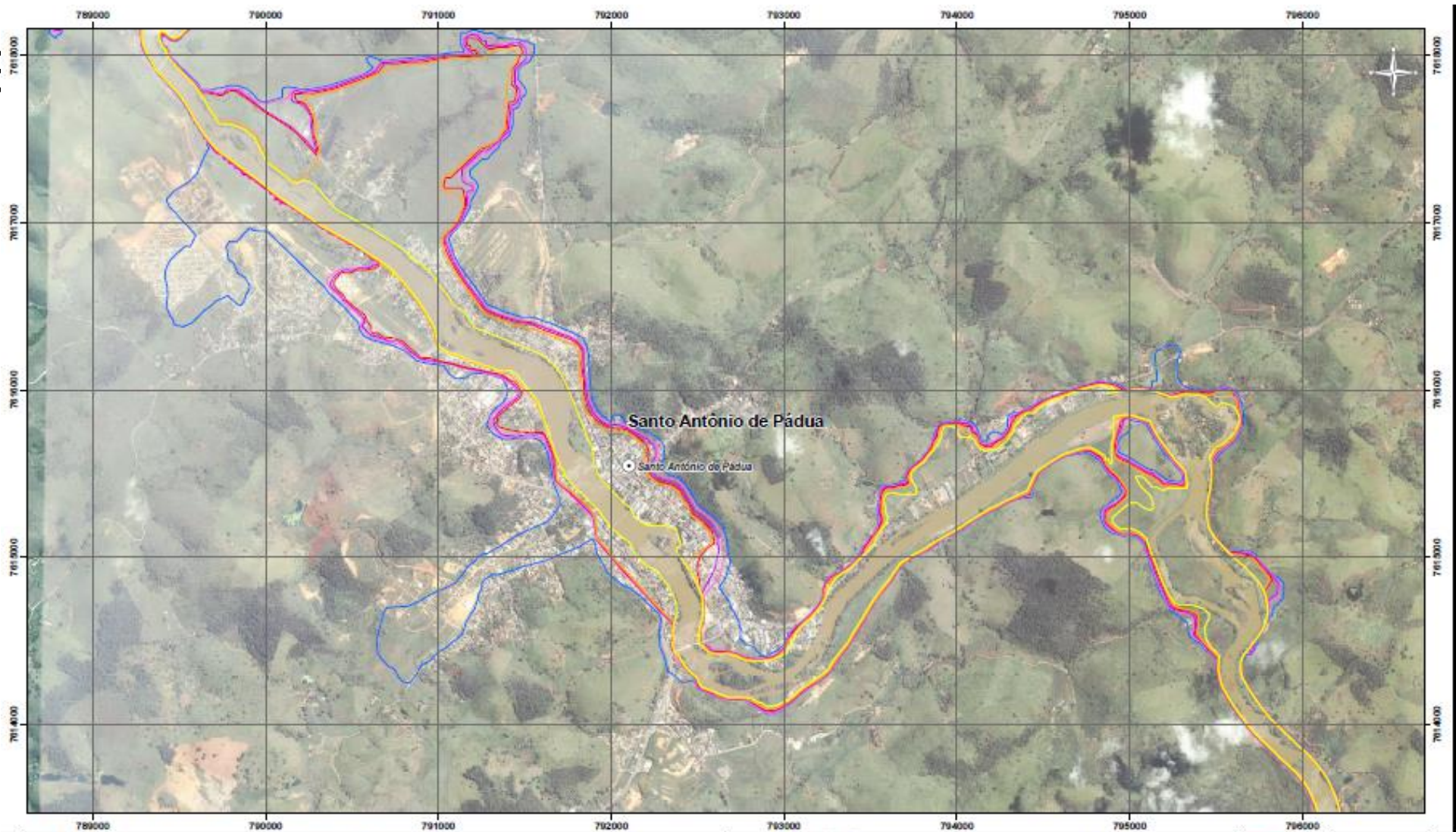
25 anos

50 anos

100 anos

500 anos

Eta



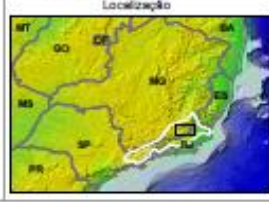
**Legenda**

- Divisa Municipal
- Sede Municipal
- Barragens de Rejeito - Resid. Industriais
- Depósitos de Resíduos Sólidos

**Manchas de Inundação (Períodos de Retorno)**

- 2 Anos
- 10 Anos
- 25 Anos
- 50 Anos
- 100 Anos
- 500 Anos

Fonte: Google Earth, 2011



TÍTULO: BACIA DO RIO POMBAL			
OBJETIVO: Manchas de Inundação para os Tempos de Retorno Estimados			
ESCALA: 1:30.000	SITIO: (blank)	ALINHAMENTO: 03/20	(blank)
ESCALA GRÁFICA: 0 50 100			

# Abordagem alternativa para estimar NA cheias

- Estimativa de níveis máximos baseada em marcas históricas
  - Fotografias antigas
  - Relatos escritos
  - Etc.



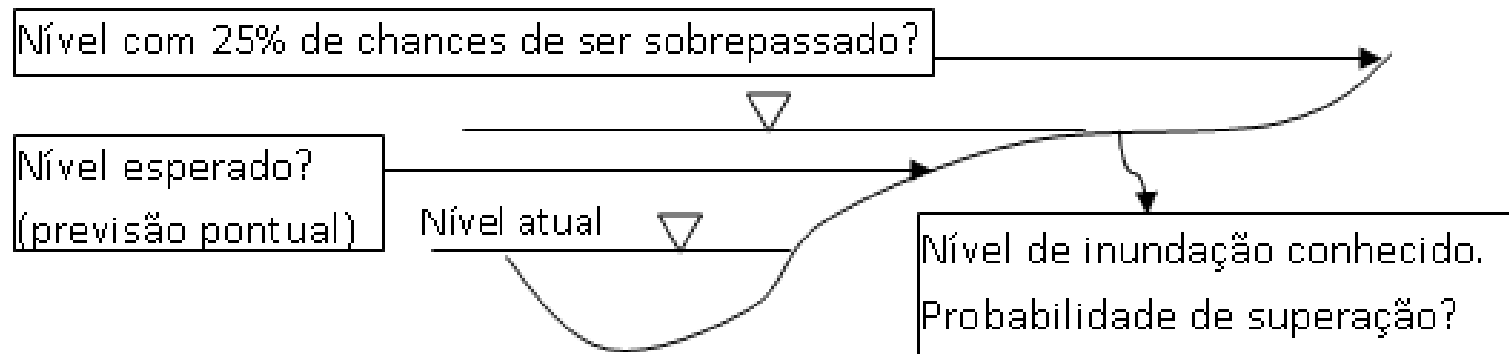
- O Arquivo Histórico de Lajeado tem um acervo de fotos de enchentes, tendo realizado exposição em 2013.
- As visitas guiadas com a historiadora, Adriana Jachetti, necessitam ser previamente agendadas, pelo telefone (51) 3982-1087

# Sistema de Alerta

- Sistema de previsão de cheias
- Alerta

# As Respostas dos Modelos de Previsão

- Pontuais:
  - Níveis esperados X horas após o tempo atual
- Probabilísticas:
  - Níveis que podem ser superados com probabilidades escolhidas
  - Probabilidades de superação de níveis escolhidos.



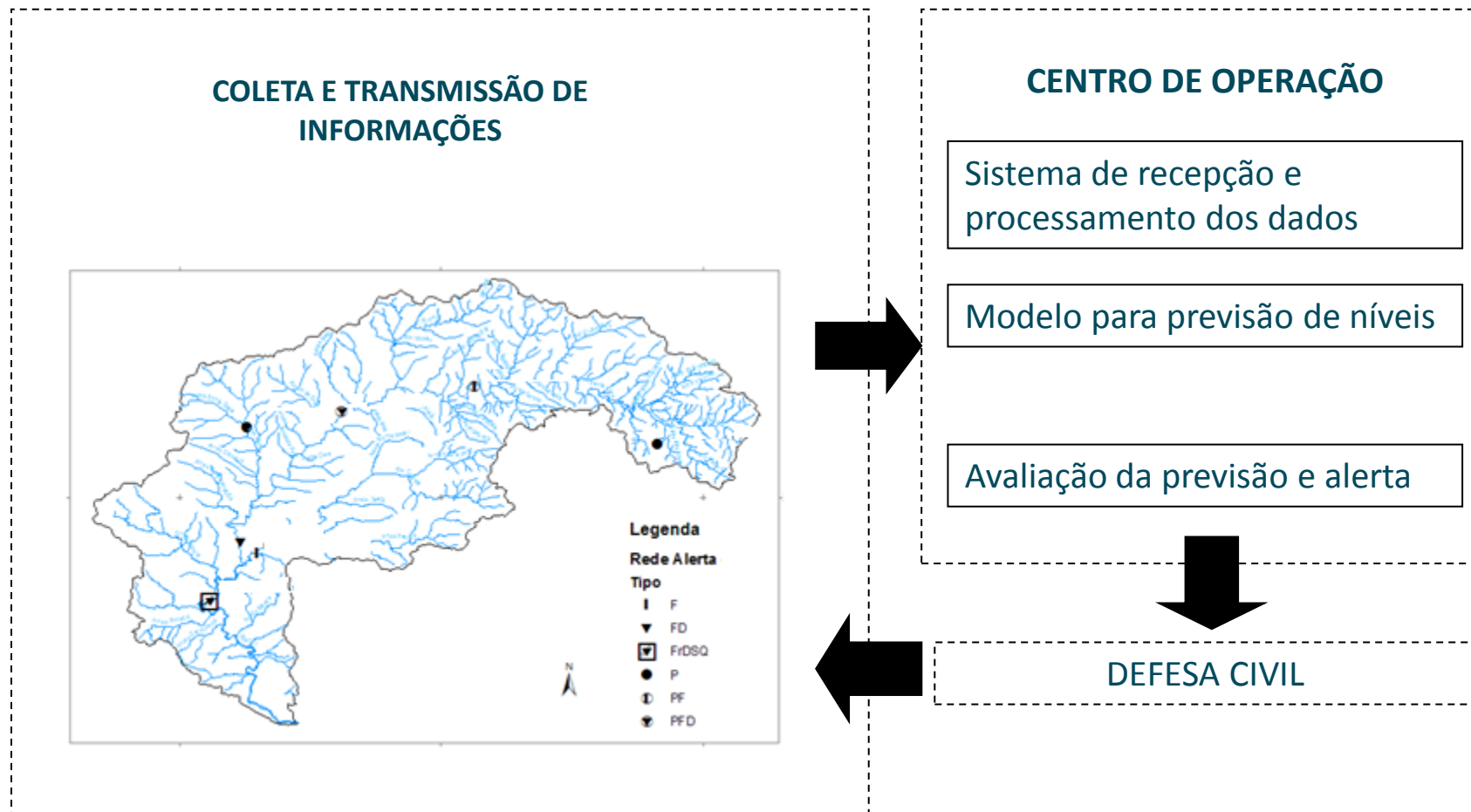
# Sistema de previsão de cheias

- Curto prazo (até 12 horas, no caso do rio Taquari)
  - Objetivo: Alerta
  - Trabalhos já existentes na bacia Univates e AHSUL
  - Iniciativa CPRM rios Caí e Taquari-Antas
  - Modelos de Previsão
  - Erro menor (centímetros)
- Médio prazo (até 10 dias, no caso do Taquari)
  - Objetivo: Pré-Alerta da Defesa Civil, Navegação, Hidrelétricas, População
  - Previsão por ensemble IPH
  - Erro maior (metros?)
  - Diferenciar eventos futuros por tipo: pequenos, médios e grandes



# Sistema de previsão de curto prazo

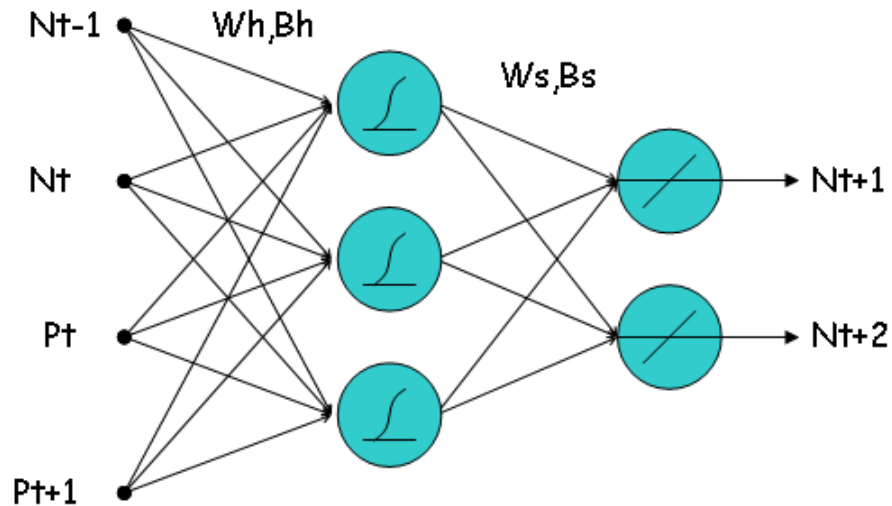
## Sistema de Monitoramento para Alerta de Cheias



# Sistema de previsão de curto prazo

## RNA Progressiva de Múltiplas Camadas

- Representação:

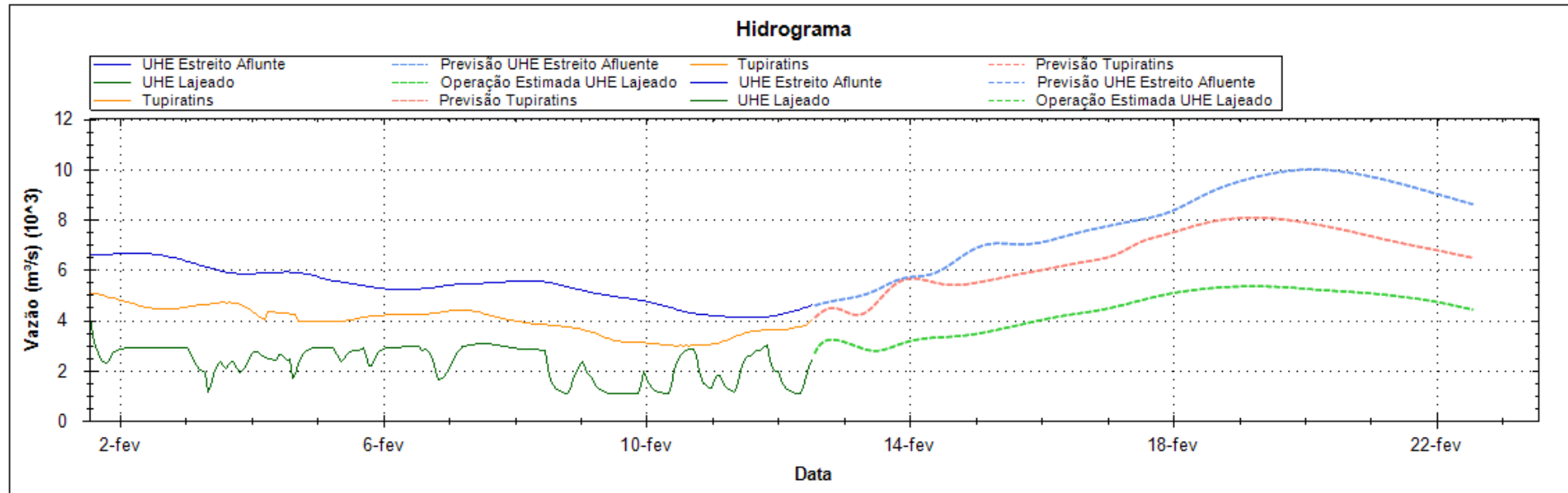
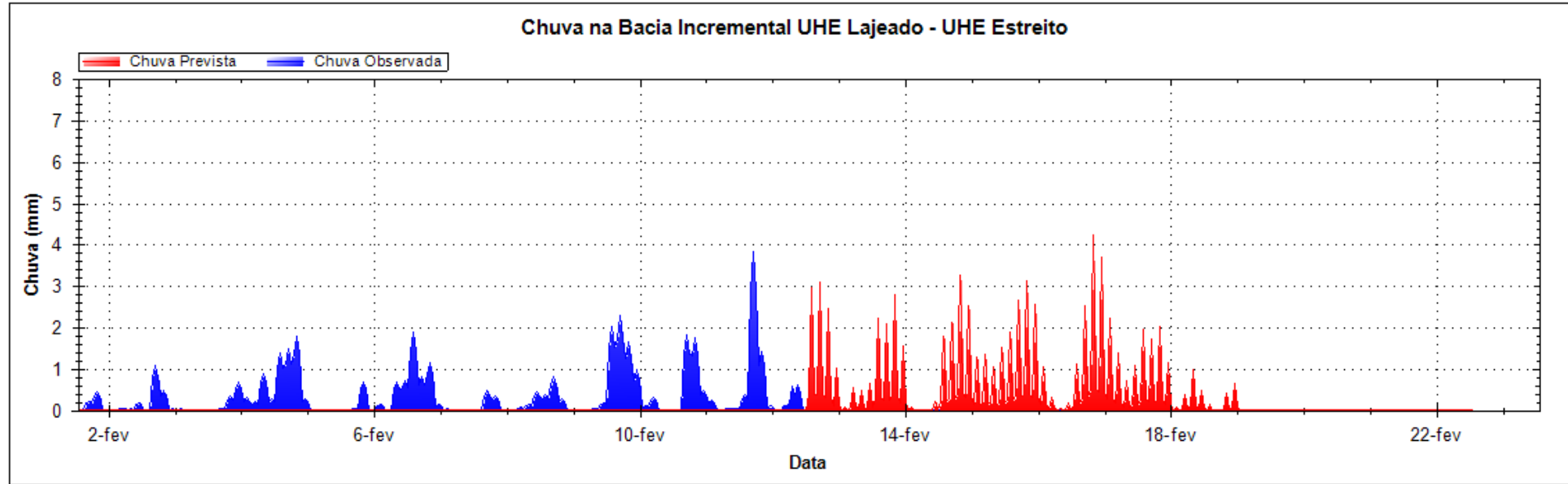


- Utilização principal:
  - Aproximação de relações
- Exemplos:
  - Simulação dos processos
  - **Previsão hidrológica**
  - Regras operativas

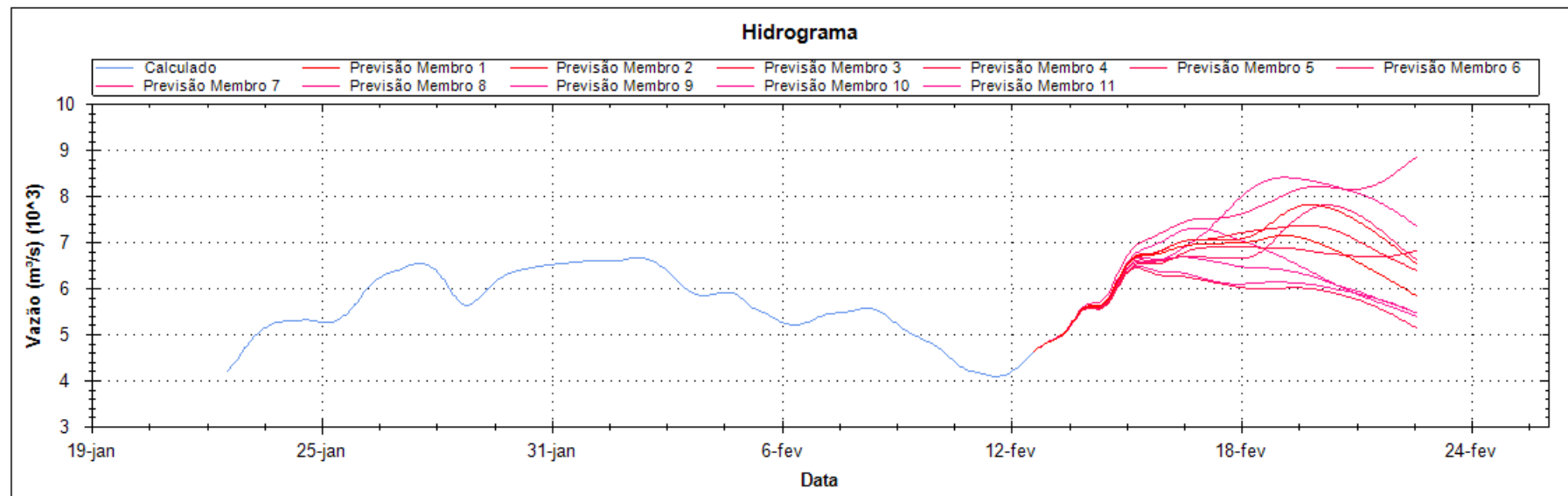
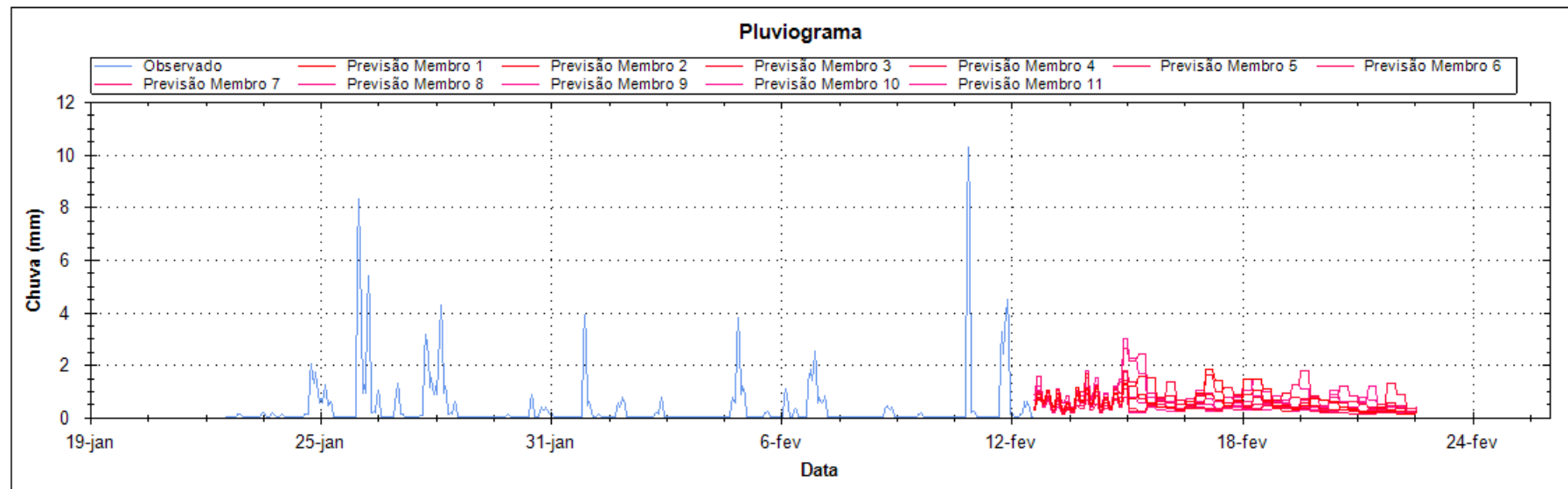
# Sistema de previsão de médio prazo

- Abordagem probabilística (previsão por ensemble)
- Baseada na previsão de chuva por modelos meteorológicos
- Muitos modelos meteorológicos

# Previsão determinística



# Previsão probabilística (ensemble)



# Objetivo Sistema de Previsão de Médio Prazo

- Acreditamos ser possível desenvolver, ao longo do projeto, um sistema de previsão de médio prazo na bacia do rio Taquari capaz de gerar previsões operacionais com até 10 dias de antecedência.
- Bolsista de mestrado do projeto (Vinícius Siqueira)

# ÍNDICE DE RISCO A INUNDAÇÕES

- modelo de risco voltado a inundações partindo da base de índices de risco já concebidos e validados, além de inclusão de novos dados ou a readequação dos indicadores existentes, validando na área de estudo pretendida com a finalidade de contribuir na gestão de inundações e no planejamento urbano
- Bolsista de doutorado do projeto (Benício Monte)

# AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO

- Bolsista de doutorado do projeto (Erick de Lima Sebadelhe Valério)

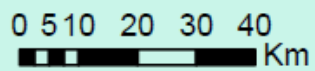
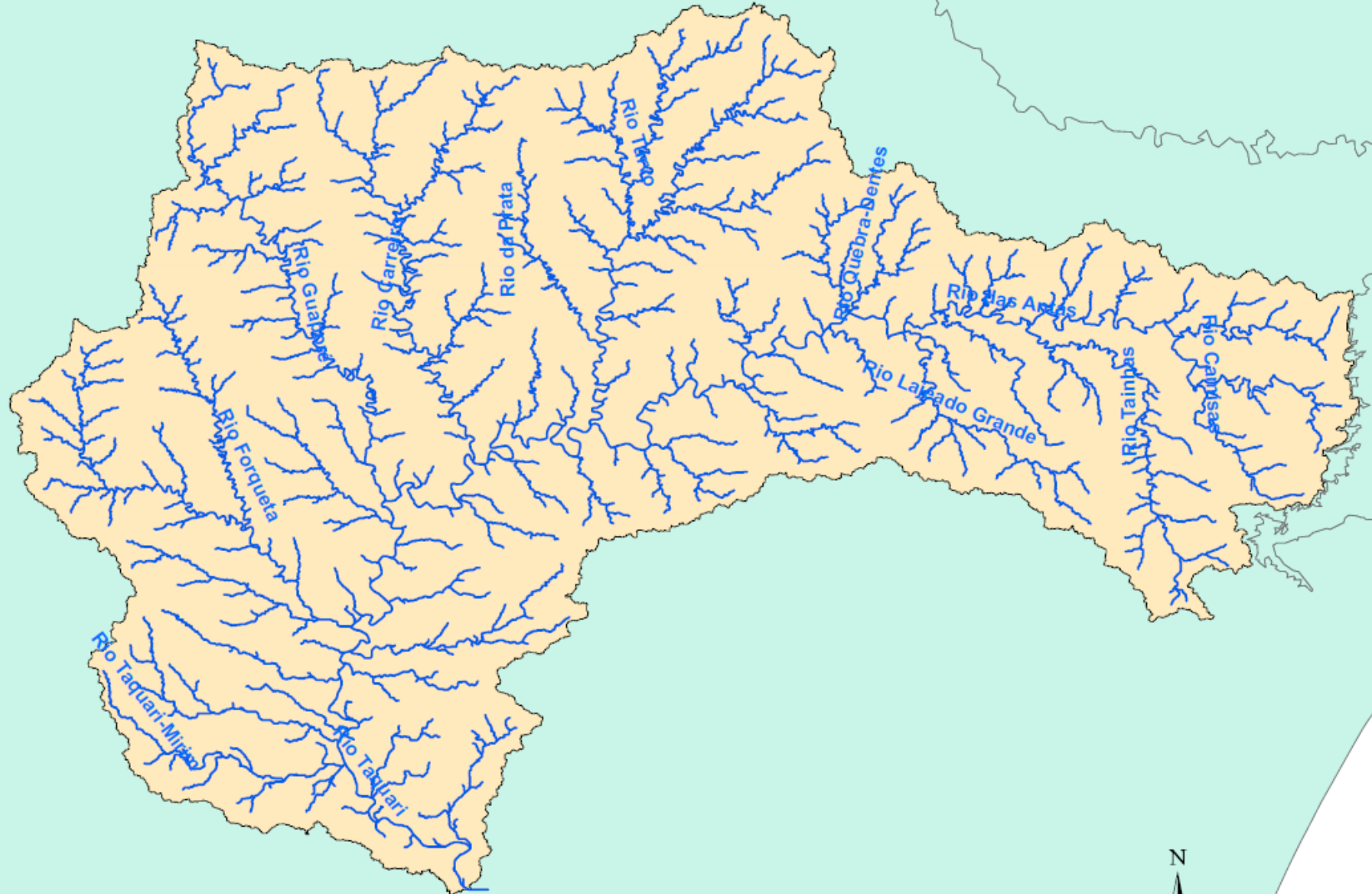


Dados Disponíveis

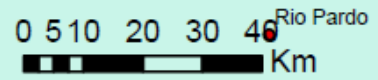
# Sistema Taquari-Antas



# Sistema Taquari-Antas



# Sistema Taquari-Antas



# Sistema Taquari-Antas: Postos Fluviométricos

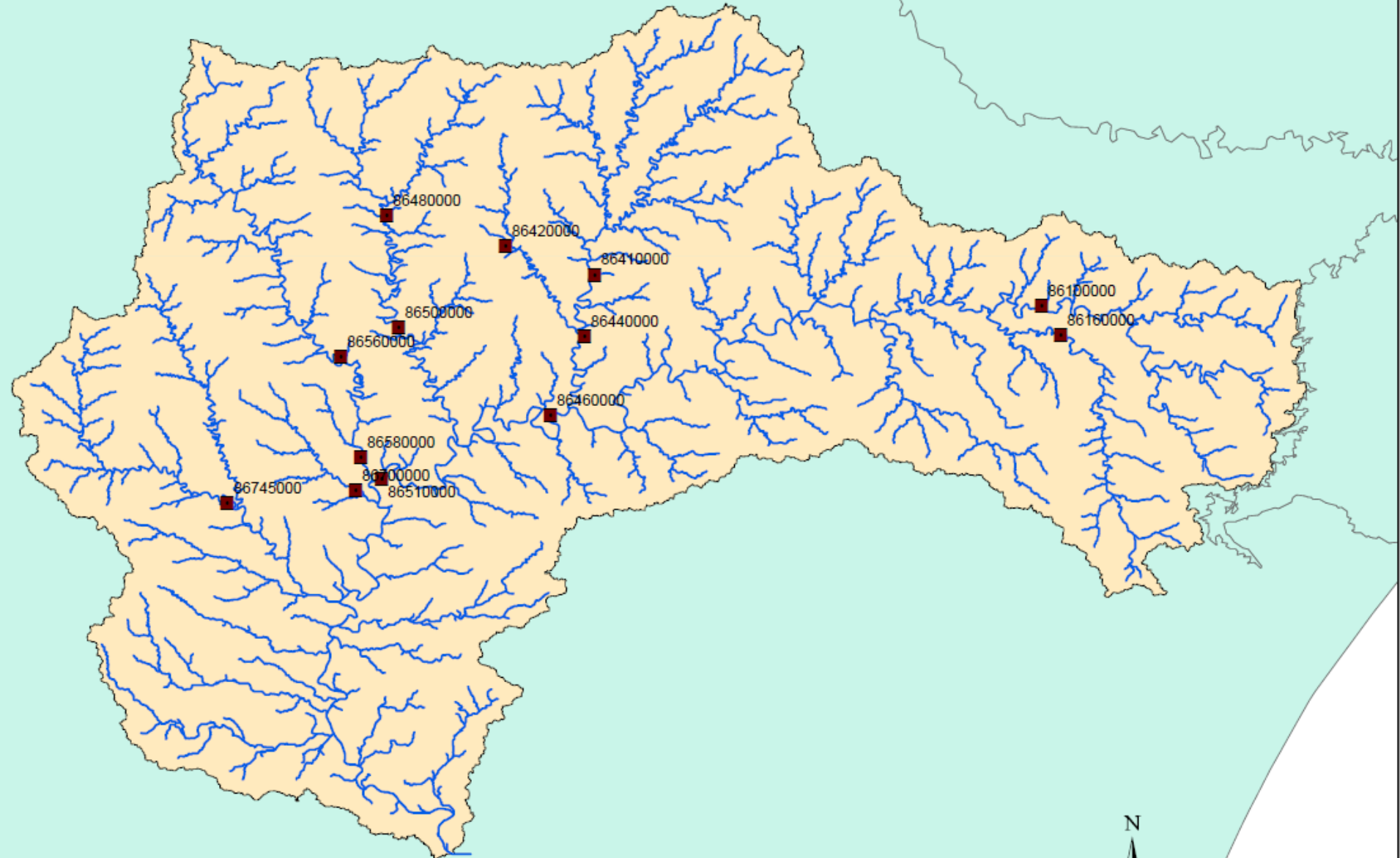


0 5 10 20 30 40  
Km

Porto Alegre



# Sistema Taquari-Antas: Postos Fluviométricos Pré-Selecionados



0 5 10 20 30 40  
Km

Porto Alegre



# Sistema Taquari-Antas: Estações INMET

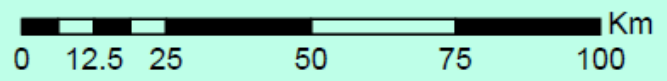
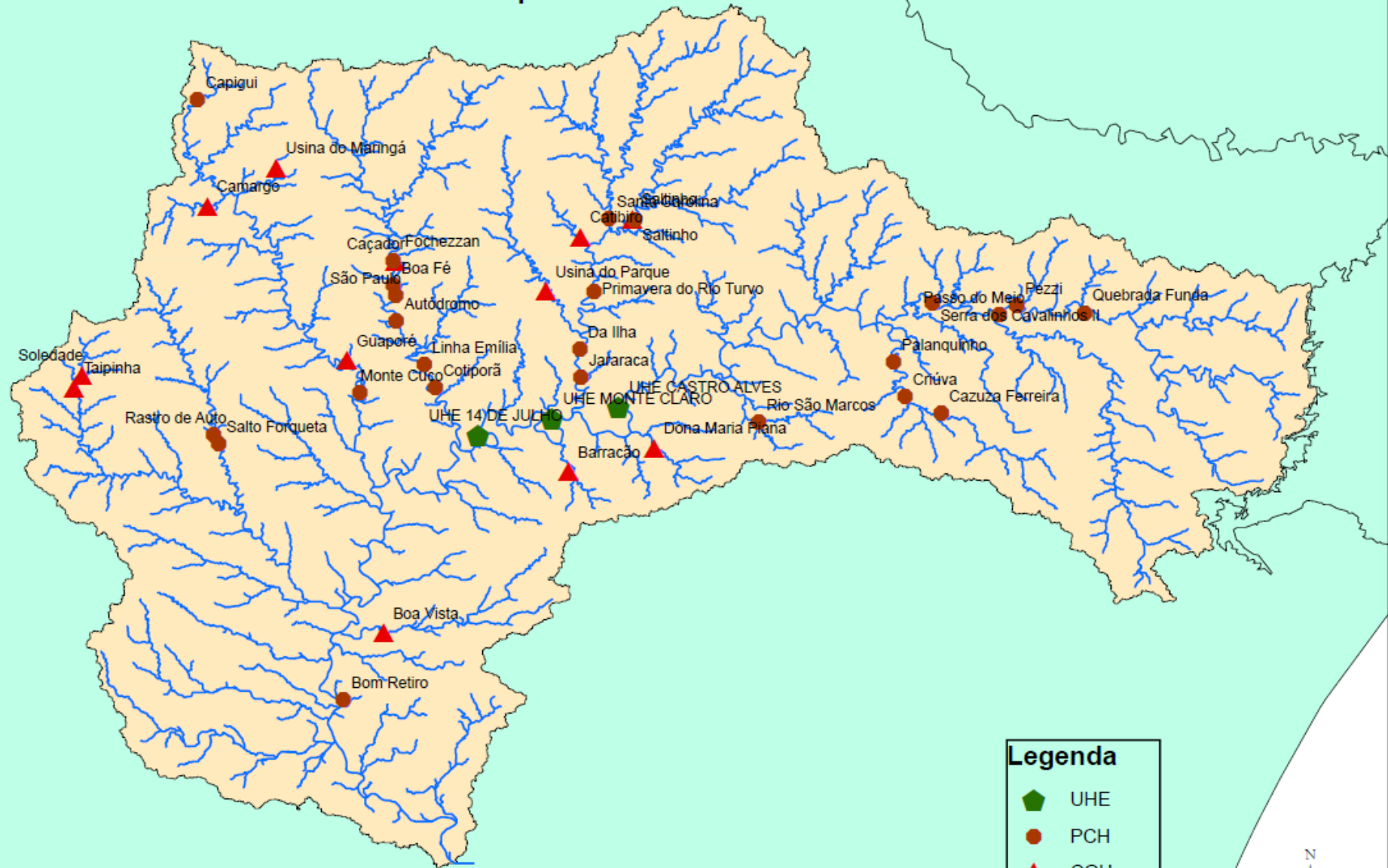


0 5 10 20 30 40  
Km

Porto Alegre



# Sistema Taquari-Antas: Hidrelétricas



**Legenda**

- UHE
- PCH
- CGH
- Drenagem





# Sistema Taquari-Antas: Centrais Geradoras Hidrelétricas

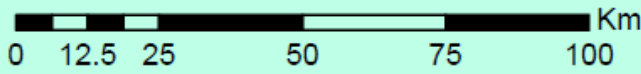


0 12.5 25 50 75 100 Km

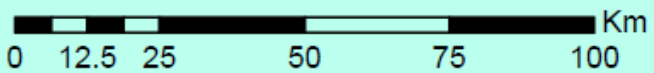
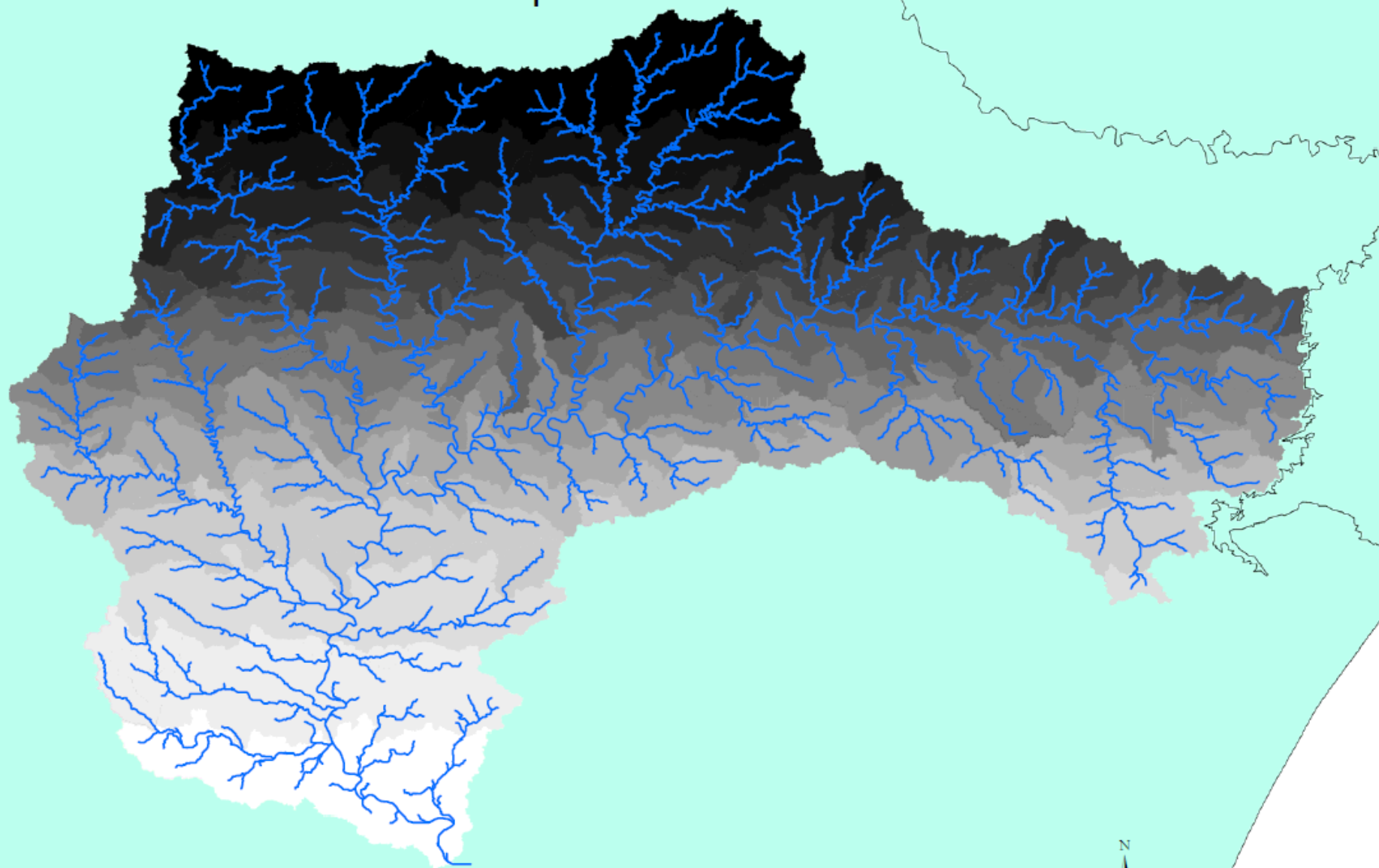
Porto Alegre



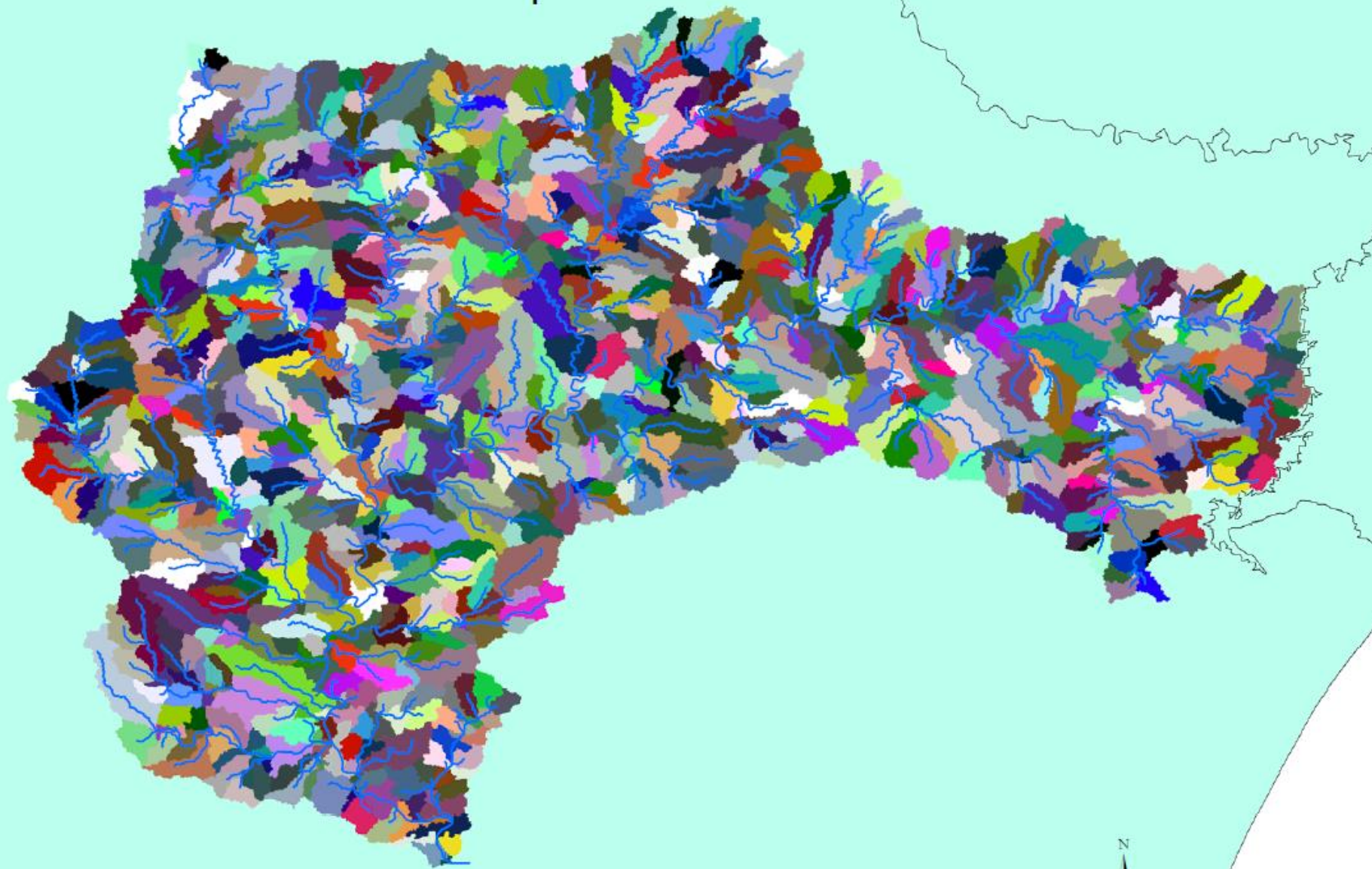
# Sistema Taquari-Antas: Pequenas Centrais Hidrelétricas



# Sistema Taquari-Antas: Minibacias



# Sistema Taquari-Antas: Minibacias



0 12.5 25 50 75 100 Km

Porto Alegre



# Atividades realizadas

- Definição de bolsistas
- Contatos para estimativa de custos levantamentos
- Início modelo hidrológico da bacia para: 1) análise reservatórios; 2) Previsão
- Reunião com CPRM para acompanhamento do sistema de alerta de cheias que está em desenvolvimento.
- Reunião com SEMA-RS (SMAD)
- Contato com AHSUL e visita a AHSUL
- Contato preliminar Univates
- Avaliação preliminar de publicações
- Avaliação dos dados hidrológicos disponíveis
  - Séries históricas para análises estatísticas
  - Dados em tempo real de chuva, nível da água e vazão

Laboratório de  
Geoprocessamento



## **Projeto Taquari-Antas**

Atualização da vegetação e ocupação

Apoio na organização de dados espaciais

Equipe:

Heinrich Hasenack

Eliseu J. Weber

Cristiano Sumariva

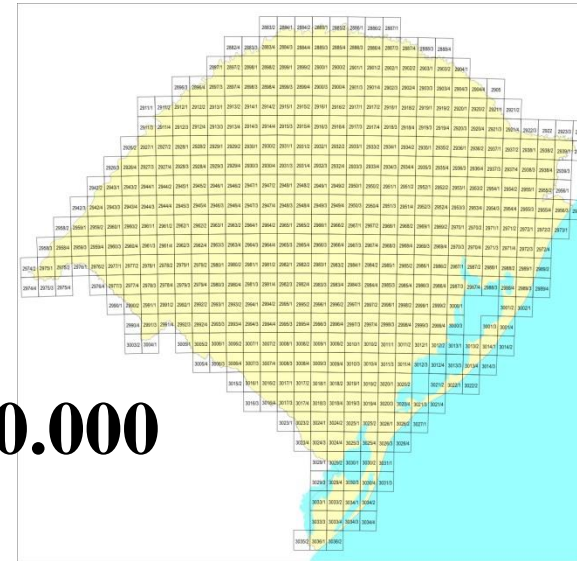
Alice S. Campana

Aiurgue Rosa

**I Workshop Interno**

**21/02/2014**

**Auditório Marc Pierre Bordas**



# Base cartográfica 1:50.000

Altimetria

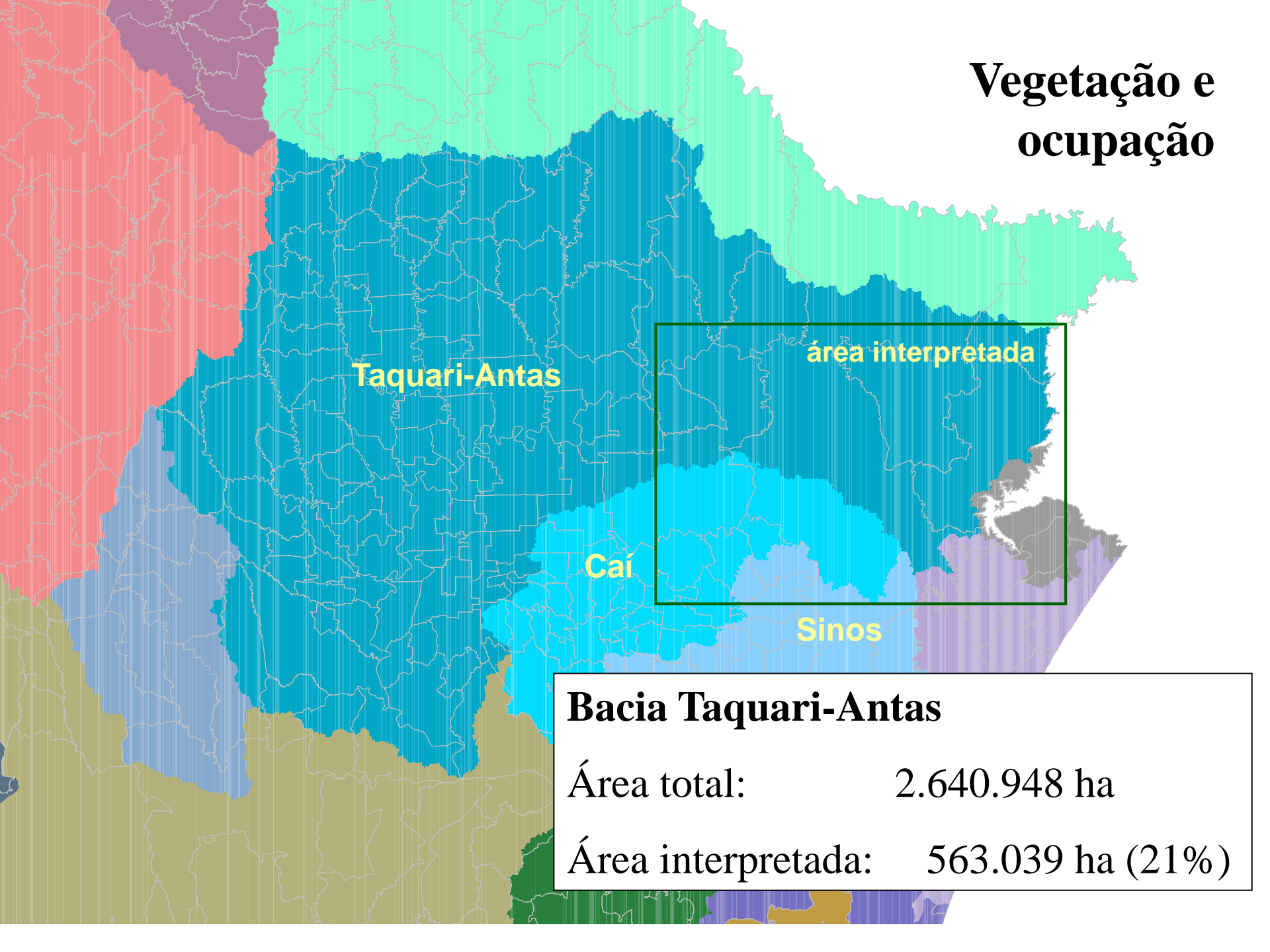
Hidrografia

Sistema viário

Áreas urbanizadas

Bases temáticas: municípios, bacias,  
geologia, solos, vegetação

# Vegetação e ocupação



Taquari-Antas

área interpretada

Cai

Sinos

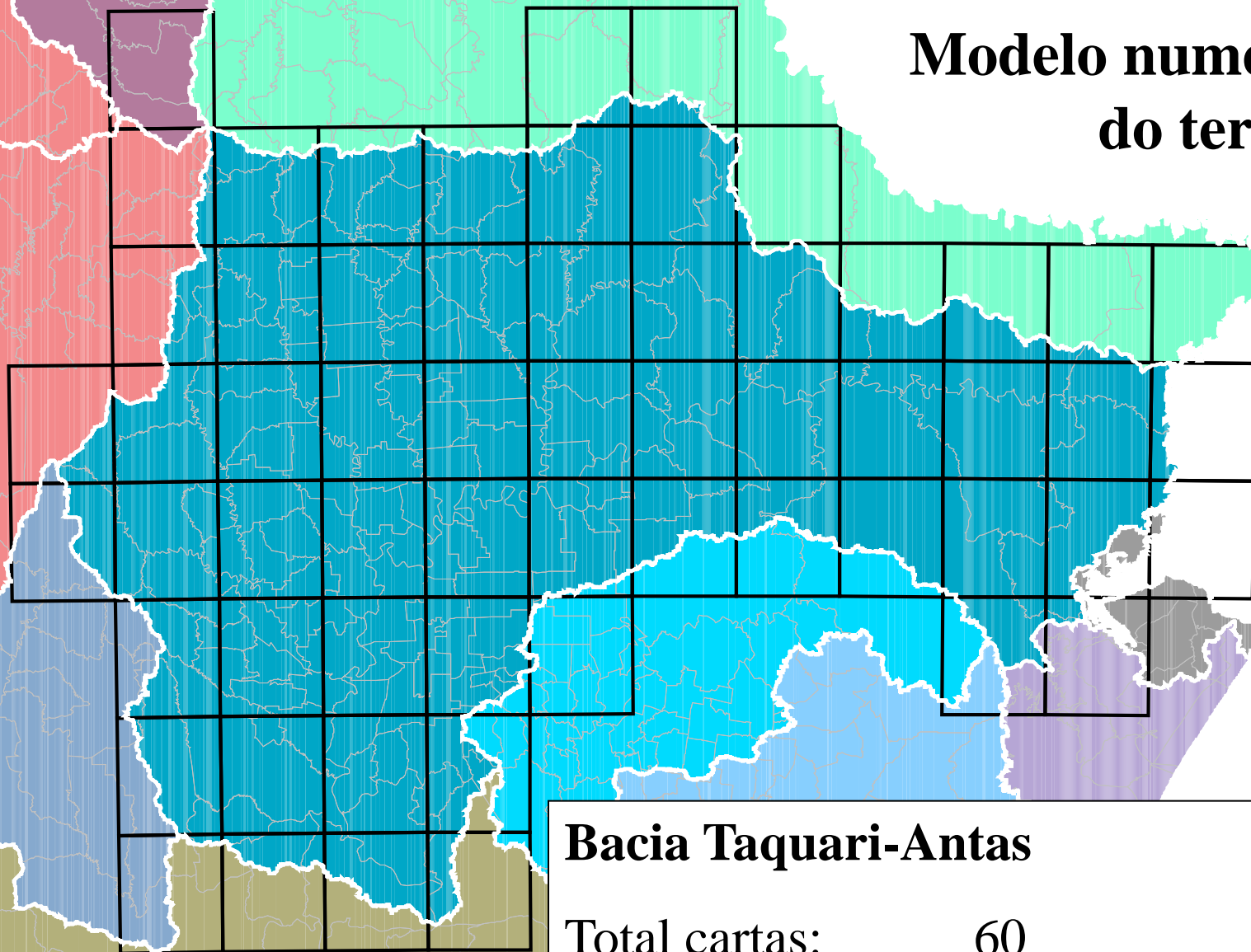
## Bacia Taquari-Antas

Área total: 2.640.948 ha

Área interpretada: 563.039 ha (21%)



# Modelo numérico do terreno

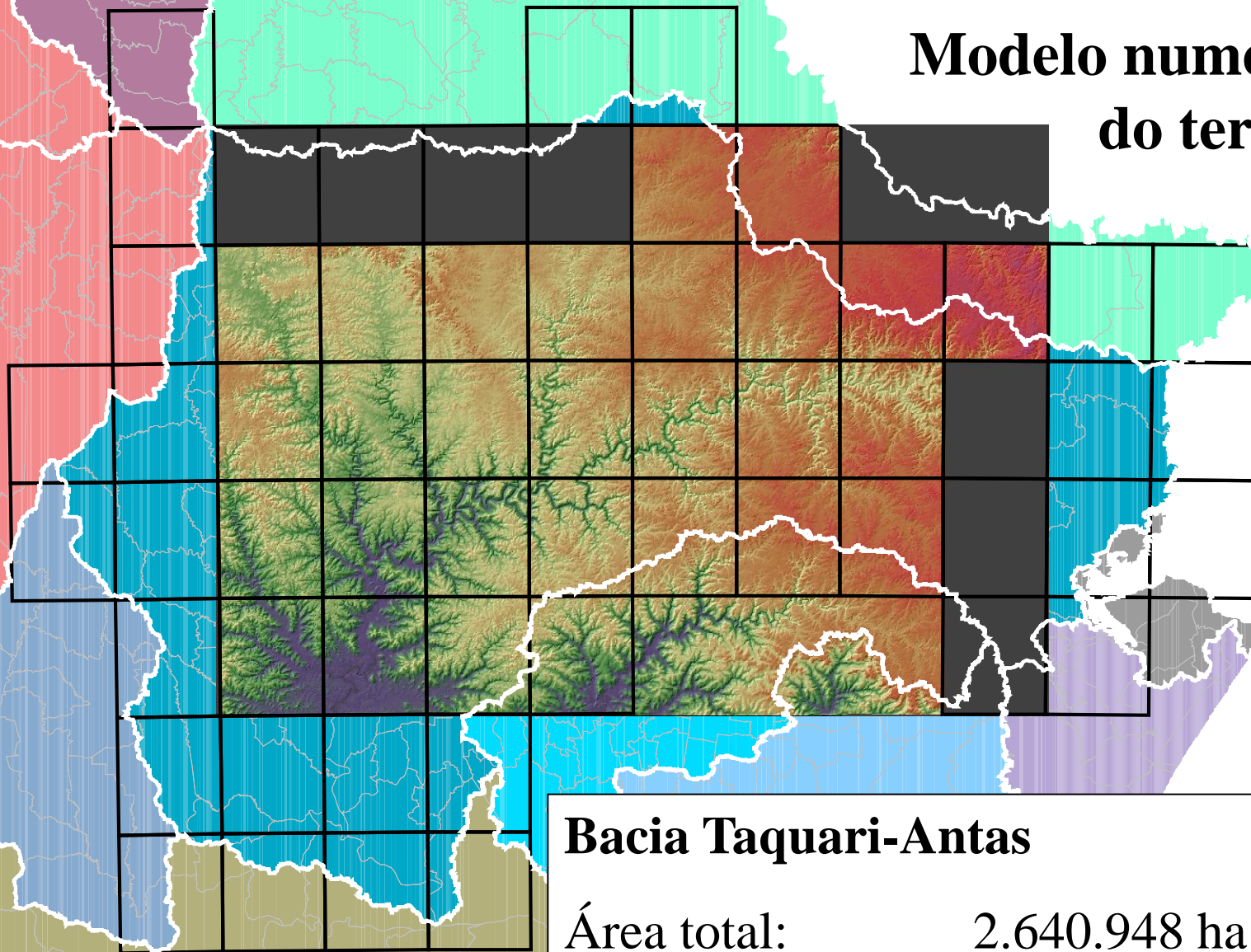


## Bacia Taquari-Antas

Total cartas: 60

Cartas com MNT: 31 (52%)

# Modelo numérico do terreno



## Bacia Taquari-Antas

Área total: 2.640.948 ha

Área com MNT: 1.573.752 ha (60%)

## **Considerações**

- Definição dos produtos
- Identificação dos dados necessários a cada grupo
- Harmonização dos dados espaciais
- Definição de área de trabalho, escala, sistema de referência
- Organização de metadados

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Centro Estadual de Pesquisa em Sensoriamento Remoto e Meteorologia  
Laboratório de Meteorologia e Qualidade do Ar

# Relação entre fenômenos atmosféricos e os Eventos Extremos na bacia hidrográfica Taquari - Antas

I Workshop Interno - Projeto Taquari-Antas

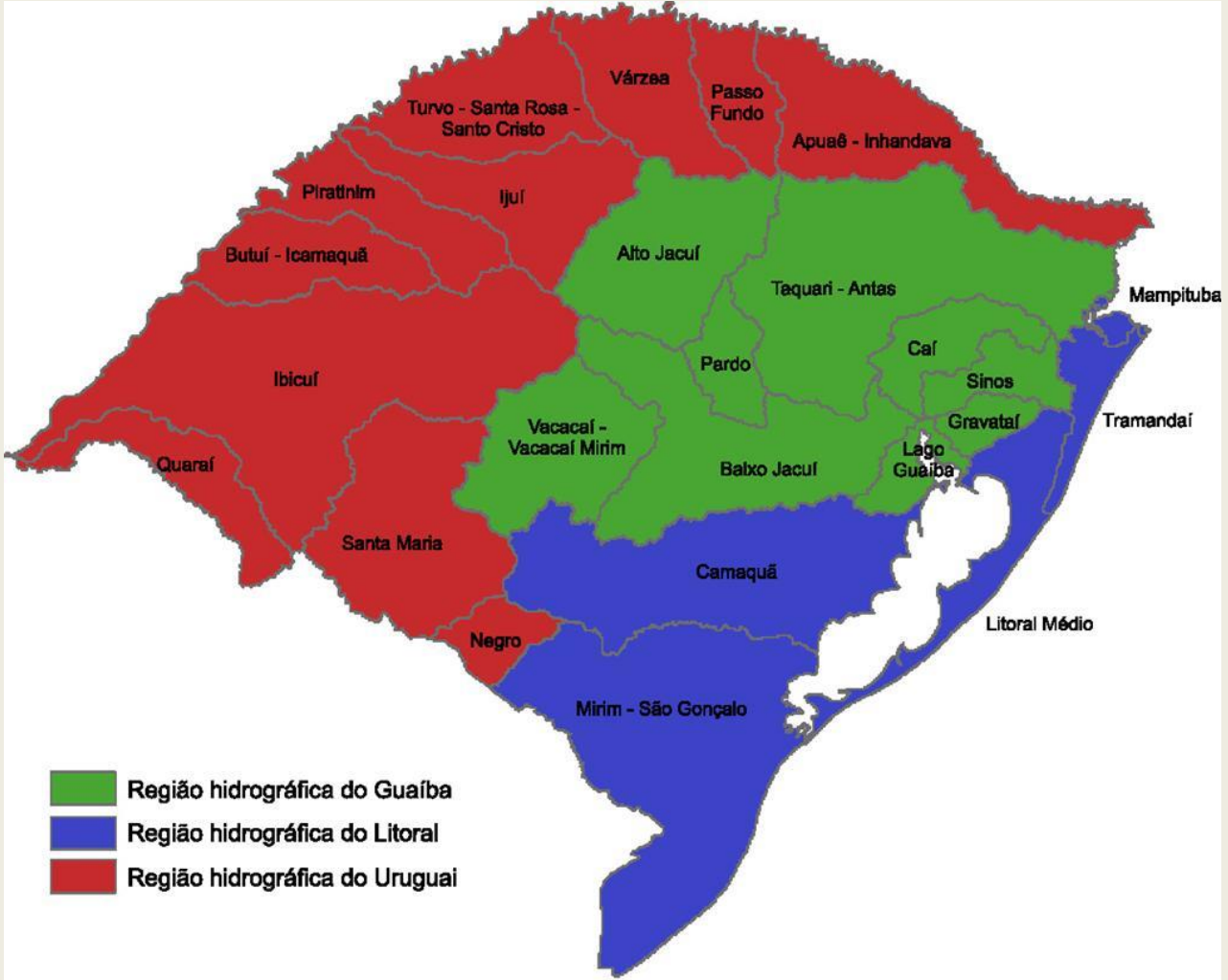
21/02/2014

Auditório Marc Pierre Bordas

# Sumário da Apresentação

- Regiões e Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul
- Bacia Hidrográfica Taquari – Antas
- Eventos Extremos na região da bacia Taquari – Antas
- Estações meteorológicas na região da bacia Taquari - Antas

# Regiões e Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul



# Bacia Hidrográfica Taquari - Antas

Dois rios principais: Rio Taquari e Rio das Antas;

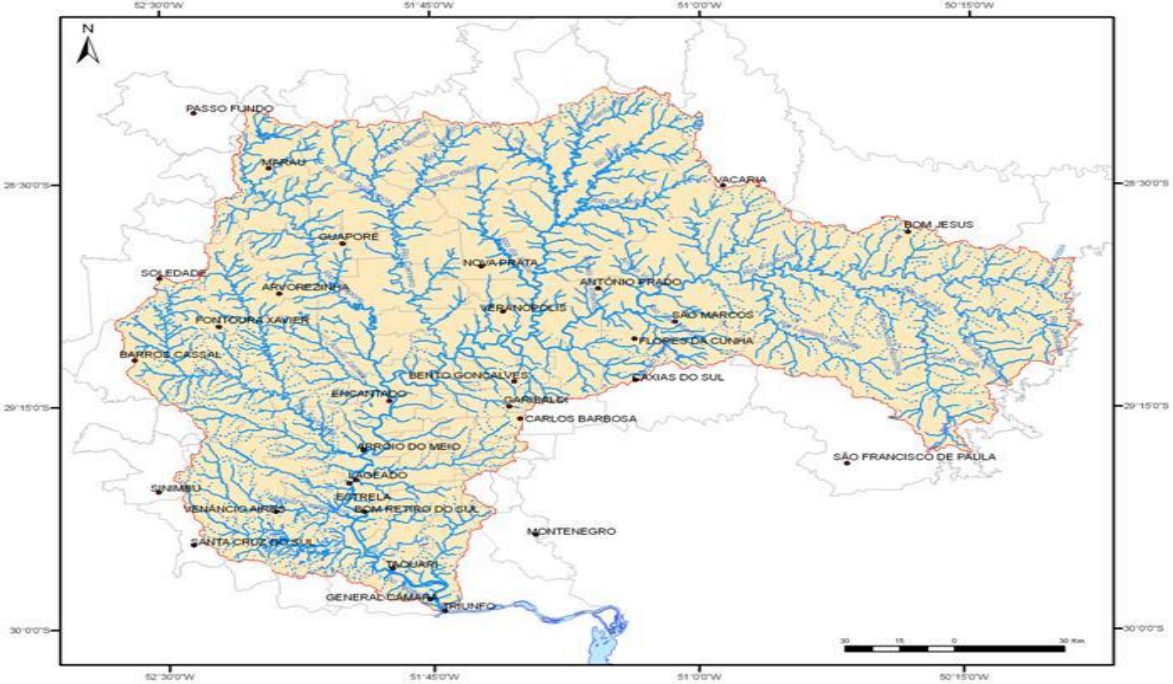
Área de 26.491, 82km<sup>2</sup>;

População estimada: ~ 1.207.640 habitantes.

Municípios da bacia: 118 – 23.79%

Sigla G040

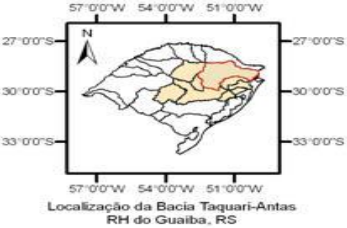
# Bacia Hidrográfica Taquari - Antas



**GOVERNO DO ESTADO  
RIO GRANDE DO SUL**

**sema**  
Secretaria de Meio Ambiente  
Departamento de Recursos Hídricos

**Bacia Hidrográfica  
do Rio Taquari-Antas**



**Legenda**

- Limite da bacia
- Sedes municipais
- Limites municipais
- Cursos de água

Fonte: DRH-SEMA - Junho/2008  
Sistema de Coordenadas: SAD 1969  
Projeção: Transversa de Mercator



# Bacia Hidrográfica Taquari - Antas

## Principais cursos de água

Rio das Antas

Rio Tainha

Rio Lajeado Grande

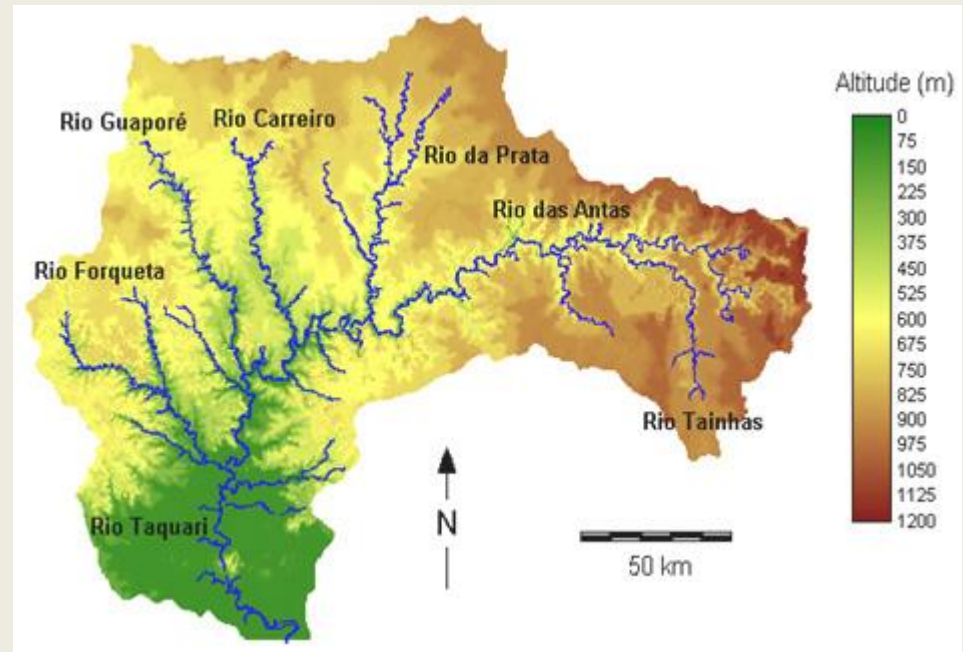
Rio Humatã

Rio Carreiro

Rio Guaporé

Rio Forqueta

Rio Taquari



# Bacia Hidrográfica Taquari - Antas

## Clima

Cfa – subtropical  
úmido

Cfb – temperado  
úmido

Verões úmidos devido a massas  
de ar tropicais instáveis

Temperatura do mês mais frio: menor  
que 18°C

Temperatura do mês mais quente:  
maior do que 22°C

# Bacia Hidrográfica Taquari - Antas

## Clima

**Precipitação** – bem distribuída durante o ano.

Maior quantidade no inverno e primavera devido a sistemas frontais e sistemas de mesoescala;

**Vento** – predomínio de ventos de direção leste devido a localização geográfica;

**Umidade Relativa** – média anual de 75%, podendo chegar a 83% em algumas cidades.

# Bacia Hidrográfica Taquari - Antas


## Sistemas meteorológicos atuantes

Sistemas Frontais

 Frentes frias

Ciclones

Sistemas Convectivos de Mesoescala

 Complexos Convectivos de Mesoescala

Jatos de Baixos Níveis

# Eventos extremos na região da bacia Taquari - Antas

**Enchentes** - Elevação do nível da água de um rio, superando sua capacidade de escoamento.

**Na bacia Taquari – Antas...**

Chuvas  
intensas e  
contínuas



Solo argiloso



Aumento rápido  
do nível do rio  
Taquari

# Eventos extremos na região da bacia Taquari - Antas



Enchente em 2007 – Lajeado Parque dos Dicks.

Enchente em 2011 – Lajeado Parque dos Dicks.



# Estações meteorológicas na região da Bacia Taquari - Antas

## Automáticas

### **Bento Gonçalves – código: A840**

Latitude: -29,1672°

Longitude: -51,5347°

Altitude: 640m

### **Passo Fundo – código: A839**

Latitude: -28,2294°

Longitude: - 52,4039°

Altitude: 684m

### **Soledade – código: A837**

Latitude: -28,8536°

Longitude: -52,5417°

Altitude: 667m

### **Teutonia – código: A882**

Latitude: - 29,4501°

Longitude: - 51,8242°

Altitude: 81m

### **Vacaria – código: A880**

Latitude: - 28,5136°

Longitude: - 50,8828°

Altitude: 986m

# Estações meteorológicas na região da Bacia Taquari - Antas

## Convencionais

### **Bom Jesus**

Latitude: - 28,67°

Longitude: - 50,43°

Altitude: 1047,5m

### **Passo Fundo**

Latitude: -29,2°

Longitude: -52,4°

Altitude: 684,05m

### **Caxias do Sul**

Latitude: -29,2°

Longitude: -51,19°

Altitude: 751m



# Estações meteorológicas na região da Bacia Taquari - Antas

## Dados medidos pelas estações meteorológicas

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )

Umidade relativa (%)

Pressão Atmosférica (hPa)

Precipitação (mm)

Vento

Direção ( $^{\circ}$ )

Velocidade (m/s)

# Proposta de trabalho para área de estudo:

- Organizar a climatologia local – levantamento dos últimos 30 anos de dados das estações meteorológicas citadas;
- Verificar os principais eventos atmosféricos;
- Organizar os fenômenos atmosféricos com os eventos extremos ocorridos;
- Organizar a modelagem atmosférica de forma operacional para a área de estudo com resolução espacial da ordem de 1 km e temporal 1 hora;
- Disponibilizar as informações on line através do site do LMQA e/ou do projeto;
- Realizar (se possível) experimento de campo na área de estudo para verificar o microclima da área escolhida como projeto piloto;

# Equipe LMQA

- Rita Alves – meteorologista
- Gabriel Munchow – meteorologista
- Eliana Klering - meteorologista
- Ludmila Pochmann - meteorologista
- Aline Oliveira - meteorologista
- Vanessa Arruda - meteorologista
- Inajara Macedo - meteorologista
- Luana Ribeiro – meteorologista
- Bruno Dias - meteorologista
- Ricardo Molmann - meteorologista
- Vilson Ávila - meteorologista

Bolsistas de IC – áreas de engenharia ambiental, geologia, geografia, física

- Bolsistas de mestrado/doutorado – engenharia ambiental, oceanografia



Obrigada