

ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS E ESTIAGENS NA BACIA DO RIO DOS SINOS



PLANO NACIONAL DE GESTÃO DE RISCOS E RESPOSTAS A DESASTRES NATURAIS
PLANO METROPOLITANO DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS

PREFÁCIO

O presente Estudo, que estamos trazendo à publicação, é um dos quatro que compõem o Plano Metropolitano de Proteção Contra as Cheias, parte integrante do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais.

Os trabalhos iniciaram no primeiro semestre de 2015 e, nestes três anos de atividade, após sistematização de informações disponíveis, receberam o acréscimo de aerofotogrametria e levantamentos topobatimétricos nos principais cursos d'água. Após, houve simulação e modelagem em bases técnicas consistentes, permitindo uma visão regional inédita do fenômeno das cheias na Região Metropolitana de Porto Alegre.

O primeiro dado marcante diz respeito ao custo da eventual omissão do Poder Público. Na hipótese de nada ser feito, na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, nos próximos 30 anos, o cálculo chegou ao equivalente a R\$ 7 bilhões, aproximadamente. Tal valor representa, na verdade, o prejuízo que a sociedade arcará se a situação das cheias não for devidamente enfrentada.

No passo seguinte, foram feitas projeções em alguns cenários, com avaliação dos respectivos custos. Pelos estudos, ficou evidente ser financeiramente mais benéfica a solução responsável, em que o Poder Público busque uma viabilização entre os cenários alternativos propostos.

As providências a serem adotadas, certamente, serão objeto de intenso debate e busca de recursos, sobretudo de pauta para os futuros administradores municipais, estaduais e federais. Além, é claro, da comunidade técnica envolvida e a Sociedade Civil organizada.

Enfim, demos um passo importante no Planejamento Regional, com apresentação de diretrizes para o Desenvolvimento Urbano na região metropolitana, a serem incorporadas na cultura técnica dos profissionais envolvidos em Planejamento ou simplesmente usufruídas pelos interessados no futuro da Região.

Fica, ainda, o registro de agradecimento aos funcionários que, mesmo em reduzido número, garantiram a execução dos serviços, ao longo destes anos de trabalho sério e discreto.

Cabe aos pósteros o prosseguimento desta hercúlea tarefa de transformar as necessárias providências em realidade, a partir desta contribuição, com mais estudos e ações executivas, pela segurança da região e o desenvolvimento urbano sustentável dos municípios que a compõem.

Para tanto, os resultados ficarão disponibilizados, via internet, a todos no site da METROPLAN/SPGG.

Pedro Bisch Neto
Diretor Superintendente - METROPLAN

ÍNDICE

EQUIPE TÉCNICA.....	03
EDITORIAL.....	04
ÁREA DE ESTUDO	05
HISTÓRICO DAS CHEIAS	06
BASE DE DADOS	07
DIAGNÓSTICO	08
LEVANTAMENTO DE CAMPO - Batimetria	09
LEVANTAMENTO DE CAMPO - Aerofotogrametria	10
ESTUDOS HIDROLÓGICOS	11
SIMULAÇÃO HIDRÁULICA E MAPAS DE INUNDAÇÃO	12
ZONEAMENTO DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO	13
CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES – Cheias	14
CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES – Baixo Sinos	16
CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES – Médio Sinos.....	20
CENÁRIO DE INTERVENÇÕES - CUSTO	22
GESTÃO INSTITUCIONAL	24
PLANO DE AÇÃO	25
REUNIÕES PÚBLICAS	26

EQUIPE TÉCNICA

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO GOVERNANÇA E GESTÃO

Secretário: Econ. Josué de Souza Barbosa

METROPLAN

Executivo:

Diretor Superintendente: Eng.º Pedro Bisch Neto

Diretor: Adm. Enio José Horlle Meneghetti

Técnica:

Eng.ª Civil Paula Branco Pinto

Eng.ª Civil Hariane Machado Marmitt

Arq. Jayme Ricardo Machado Kneucke Junior

Gest. Amb. Caroline Adorne da Silva

Econ. Clarisse C. Faria Bittencourt

Consultoria:

Rhama Consultoria Ambiental

GRUPO DE TRABALHO

Prefeituras dos Municípios da Bacia

ComitêSinos

Consórcio PróSinos

MP/RS Unidade de Assessoramento Ambiental

SEMA /DRH

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS

Equipe Principal:

Eng. Civil Orgel de Oliveira Carvalho Filho

Eng. Civil Ricardo de Magalhães Santiago

Eng. Civil Luciano Bezerra da Silva

Eng. Civil José Carlos Leite Diehl

Eng. Civil Wellington Coimbra Lou

Eng. Civil José Augusto Jordão Castro

Arq. Clarice Debiagi

Soc. Roseli Kepeler

EQUIPE COMPLEMENTAR

Eng. Civil Thiago Araldi

Eng. Civil Luiz Borges Costa

Eng. Agron. Lawson Beltrame

Eng. Ricardo dal Farra

Eng. Mec. Carlos Wagner da Motta Meirelles

Eng. Civil Cláudio Ruschel

Eng. Civil Peterson Martinski;

Eng. Civil Rogério Nichele

Eng. Civil Lucas Rangel Martins

Eng. Civil Alexandre Augusto Mees Alves

Eng. Civil Joel Avruch Goldenfum

Geol. Osmar Wohl Coelho

Eng. Civil Elizeu Benetti

Eng. Civil Maurício Dambros Melati

Eng. Civil Aline de Ávila Ferreira

Econ. Clóvis Souza

Econ. Otávio Pereira

Geóg. Júlia Ribes Fagundes

Geóg. Carla M. Melo

Acad. Geog. Pedro Valente

PLANO NACIONAL DE GESTÃO DE RISCOS E RESPOSTAS A DESASTRES NATURAIS PLANO METROPOLITANO DE PROTEÇÃO CONTRA CHEIAS

O governo lançou em 2012 o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais que prevê investimentos em ações articuladas de prevenção e redução do tempo de resposta à ocorrências.

O plano tem como objetivo preservar vidas humanas e a segurança das pessoas, minimizar os danos e prejuízos decorrentes dos desastres naturais, e, ainda, preservar o meio ambiente. São quatro os eixos de ação do governo:

PREVENÇÃO

1

Contempla obras voltadas à redução do risco de desastres naturais, entre elas, obras estruturantes de prevenção de inundações e deslizamentos, como drenagem, contenção de encostas e cheias em bacias hidrográficas prioritárias.

MAPEAMENTO

2

Identificação de áreas de risco de deslizamentos e enxurradas e mapeamento de risco hidrológico. O eixo engloba ações voltadas aos municípios mais atingidos e com maior histórico de danos humanos causados por desastres, envolvendo deslizamentos, enxurradas e inundações.

MONITORAMENTO E ALERTA

3

Estruturação, integração e manutenção da rede nacional de monitoramento, previsão e alerta, com a operação integrada do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), coordenado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), e do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (Cenad), vinculado ao Ministério da Integração Nacional.

RESPOSTA

4

Ações coordenadas de planejamento e resposta a ocorrências, que contam com profissionais da Força Nacional do SUS, além de estoque de medicamentos e materiais de primeiros socorros.

Alinhado com as ações do Governo Federal o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, por meio da METROPLAN, apresentou as suas propostas de intervenções para a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), através do Plano Metropolitano de Proteção contra cheias.

A proposta do Plano em linhas gerais é atuar em dois horizontes de planejamento:

- no médio/longo prazo, com estudos e projetos em um nível de bacia hidrográfica (Sinos e Gravataí)

- e no curto prazo, com obras pontuais (Alvorada/Porto Alegre e Eldorado do Sul).

Esta publicação sintetiza as ações e conclusões constantes do conteúdo do Estudo referente a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos de acordo com o Contrato METROPLAN nº 003/2015, vinculado ao RDC nº 008/CELIC/2014 e elaborado pelo Consórcio formado pelas empresas Cohidro Consultoria, Estudos e Projetos Ltda., Encop Engenharia Ltda. e MJ Engenharia Ltda.

O estudo corresponde a 1ª etapa do Termo de Compromisso nº 0402.526-57.

ESSE TC FOI DIVIDIDO NAS SEGUINTE ETAPAS:

1ª Etapa	2ª Etapa
Estudos e Anteprojeto de Engenharia	Estudos Ambientais e Projetos Básicos

ÁREA DE ESTUDO

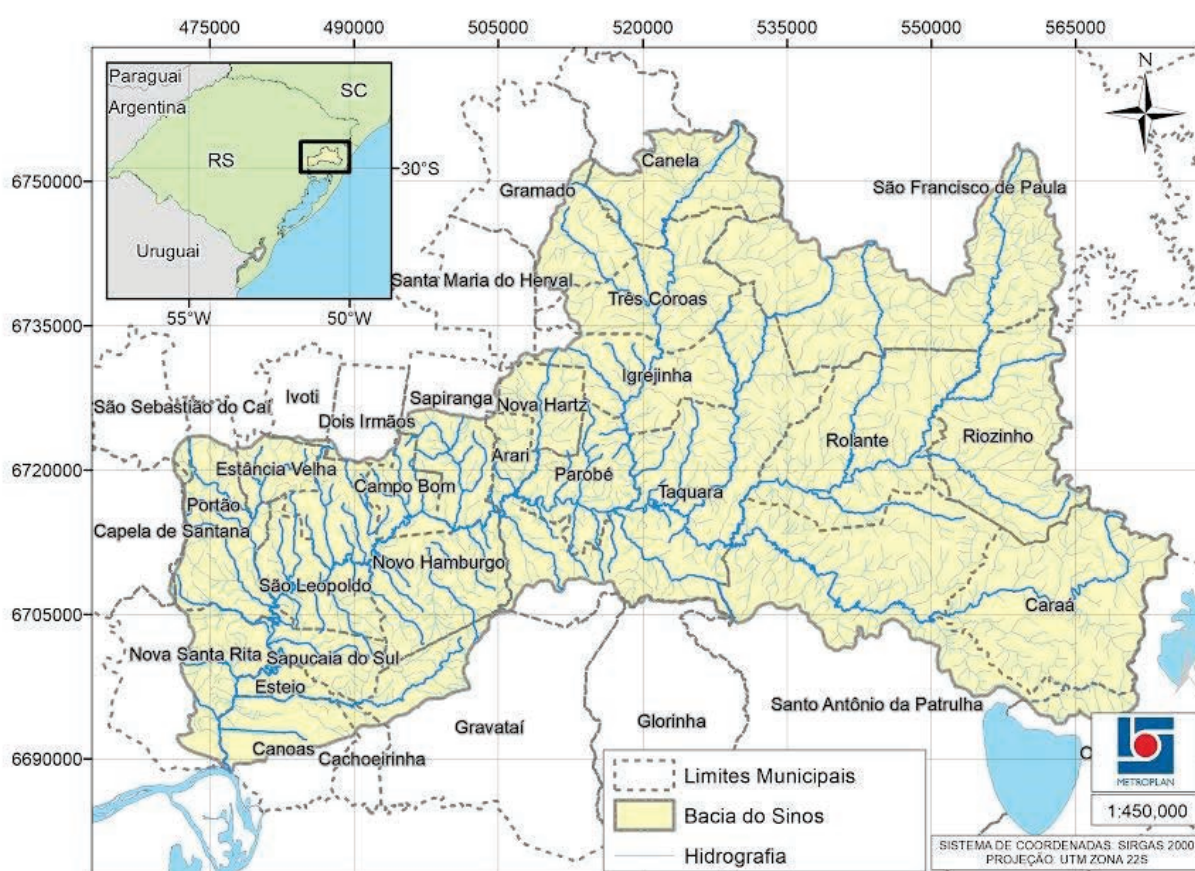


Bacias Hidrográficas do RS
(Fonte: SEMA/DRH)

O Rio dos Sinos possui uma extensão de aproximadamente 200 km e suas nascentes localizadas na Serra Geral, no município de Caraá, a cerca de 750 metros de altitude. Corre no sentido leste-oeste até a cidade de São Leopoldo onde muda para a direção norte-sul, desembocando no Delta do Rio Jacuí entre a Ilha Grande dos Marinheiros e a Ilha das Garças, a uma altitude de 5 metros.

Seus principais formadores são o Rio Rolante e Rio Paranhana, além de diversos arroios. O Rio Paranhana recebe águas transpostas da Bacia do Rio Caí, através das barragens do Salto, Bugres e Canastra, drenando municípios como Taquara, Igrejinha, Três Coroas e parte de Gramado e Canela.

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos situa-se a nordeste do Estado do Rio Grande do Sul e possui uma área de 3.746,68 km² com população total estimada em 1.249.100 habitantes.



Bacia do Rio dos Sinos
(Fonte: SEMA/DRH)

HISTÓRICO DAS CHEIAS

A Câmara de Vereadores de Porto Alegre registrou no período de 1824 a 1983, grandes inundações na RMPA (Adriana Silva Penteado da USP, 2012).

Apesar de ocorrerem sazonalmente ao longo da história, foi na década de 60 que as cheias do rio dos Sinos começaram a ganhar notoriedade (Metroplan, 2001). Em função da ocupação de áreas baixas na várzea do rio ter sido intensificada nesta época e de o período ter sido bastante chuvoso, as cheias do Sinos começaram a causar prejuízos que antes não ocorriam.

Os municípios ao longo do curso do rio dos Sinos, como Campo Bom, Novo Hamburgo, São Leopoldo, Sapucaia do Sul, Esteio e Canoas, sofreram em cheias recorrentes como as de 63, 65 e 67 e os prejuízos, em valores da época, foram calculados em bilhões de R\$ (Metroplan, 2001). Nas décadas seguintes a situação se consolidou, tanto do ponto de vista da ocupação urbana quanto do risco de inundações.

Recentemente, em agosto de 2013, o Rio dos Sinos ultrapassou os níveis das cheias de 1965 e alcançou um patamar histórico, ainda não registrado desde o início da operação da estação fluviométrica de Campo Bom, em 1939.

O nível do Sinos em Campo Bom na tarde de terça-feira (27/08/13) era de 7,90 metros, superando os 7,80 metros de maio de 2008, sendo o maior nível desde a grande enchente de agosto de 1965, quando a região ainda não estava protegida por diques. Novo Hamburgo e São Leopoldo decretaram emergência.

De 1983 a 2014 há uma série registrada na Defesa Civil do estado de mais de 50 eventos de significativa importância que afetaram especialmente os municípios do baixo Sinos, mas com importantes impactos também nos municípios do médio e alto Sinos.

Em 2015, então houve um evento de maiores proporções de impactos nas populações ribeirinhas da Bacia quando a área inundada foi extremamente mais significativa que a história registrou desde das cheias de 1941 e 1967.



BASE DE DADOS

A Base de Dados consta de arquivos digitais de toda a informação levantada (inclusive levantamentos de campo) divididos em pastas conforme temas.

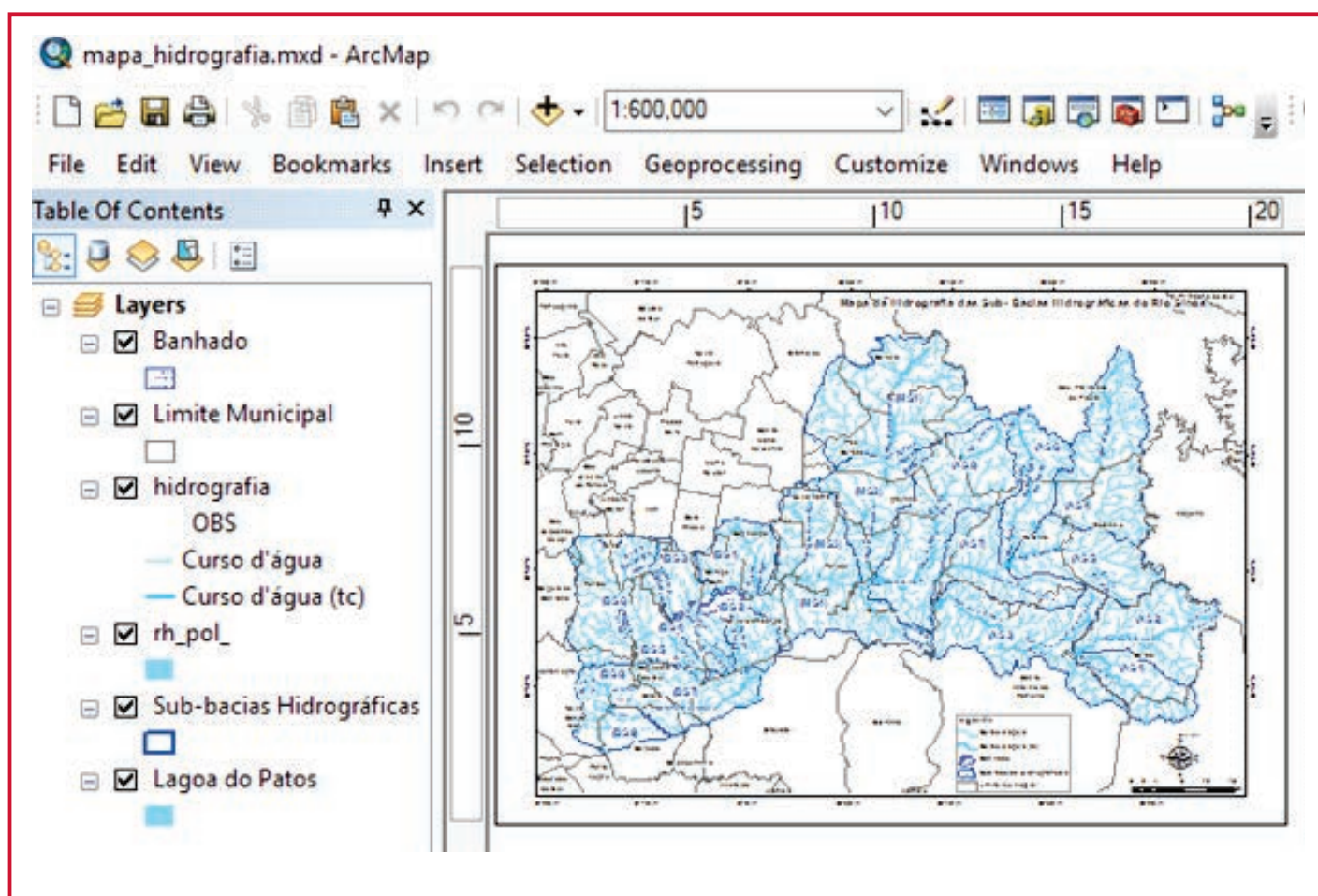
A maioria das figuras apresentadas no produto foi produzida com o software de geoprocessamento ArcGIS.

A base de dados ofereceu subsídios para a elaboração dos demais produtos, além de poder ser disponibilizada publicamente para reuso por interessados nos temas abrangidos.

A organização em pastas no sistema de arquivos para os dados espaciais foi desenvolvida conforme a lógica estabelecida no Termo de Referência.

Contém:

- Dados Físicos, Sociais, Ambientais e Econômicos;
- Sub-Bacias de Planejamento - Segmentação;
- Dados Demográficos;
- Aspectos Institucionais;
- Dados Hidrológicos;
- Mapas em diversas camadas formato shapefile.



Captura de tela de software ArcMap apresentando mapa em formato de impressão

Adotou-se como sistema de referência cartográfica o padrão nacional planimétrico reconhecido pelo IBGE, que é o SIRGAS 2000.

A área de abrangência da Bacia do Rio dos Sinos é perfeitamente adequada para a utilização da projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator - UTM, fuso 22.

LEVANTAMENTO DE CAMPO

Topobatimetria

Como insumo e elemento fundamental para a elaboração dos estudos de modelagem hidrodinâmica, visando o desenvolvimento de medidas de controle de inundações e estiagens na Bacia foi executado um levantamento de seções topobatimétricas.

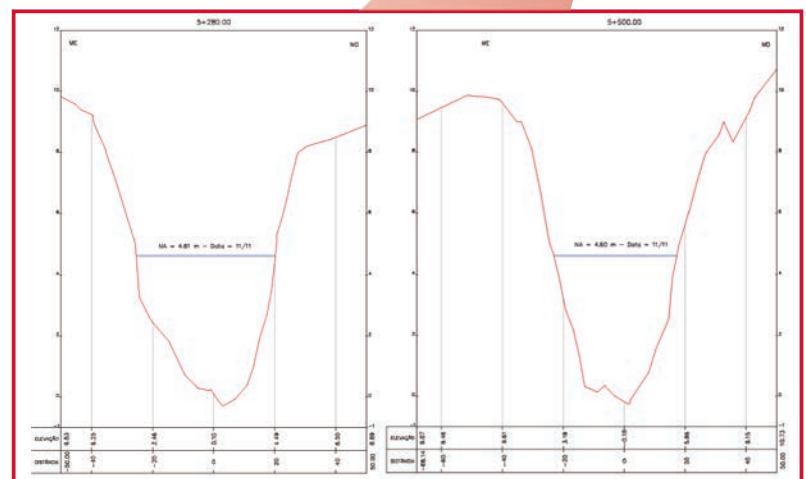
A maioria destas seções, foram junto ao fluxo do

curso d'água principal e outras no curso de alguns tributários, na quantidade limitada pelo Termo de Referência e com localização definida pela hierarquia das áreas de influência.

Desta forma, foram executados os seguintes quantitativos de levantamentos topobatimétricos:



Localização das Seções	Extensão (m)
Rio dos Sinos	123.039
Rio Paranhana	13.119
Rio do Meio	666
Arroio Caraá	214
Arroio Riozinho	475
Arroio Areia	2.023
Arroio Angabei	326
Arroio Grande	3.974
Arroio Sapiranga	1.842
Arroio Schmidt	2.154
Arroio São José	4.533
Arroio Luis Rau	2.430
Arroio Cerquinha	3.265
Arroio José Joaquim	1.728
Pontes/Pontilhões/Obstruções	1.484
Total	161.272



Aerofotogrametria

O objeto deste produto foi o mesmo do levantamento topobatemétrico, ou seja; compilar informações de dados cartográficos da Bacia para dar subsídios para os futuros estudos de hidrologia.

O resultado deste serviço, além de oferecer as informações necessárias para as etapas futuras do Estudo, também foi disponibilizado para todas instituições interessadas, para o seu devido aproveitamento nas mais diversificadas utilidades.

Além disso, permitiu a identificação de arruamentos, cadastramento de estruturas e edificações da região urbanizada da Bacia.

As atividades executadas foram divididas em 5 etapas, assim definidas:

- Recobrimento Aerofotogramétrico;
- Apoio de campo;
- Aerotriangulação;
- Restituição Aerofotogramétrica;
- Geração de Ortofotos.



Detalhe da ponte da BR-116 em São Leopoldo



Foi elaborado estudo de modelagem hidrológica computacional para identificar e quantificar os eventos de cheias na Bacia e consta de:

- Quantificar os eventos de chuvas intensas para fornecer subsídios para construção do modelo hidrodinâmico e, por conseguinte, construir as manchas de inundação para diferentes tempos de retorno;
- Construir um modelo hidrológico que servirá de base para a avaliação de cenários, projeções e proposições de intervenções futuras na bacia.

O modelo adotado foi o desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica (Hydrologic Engineer Center) do Corpo de Engenheiros do Exército do EUA (U.S. Army Corps of Engineers).

Este modelo é disponibilizado em uma plataforma computacional não comercial, de uso livre e que vem sendo atualizado continuamente.

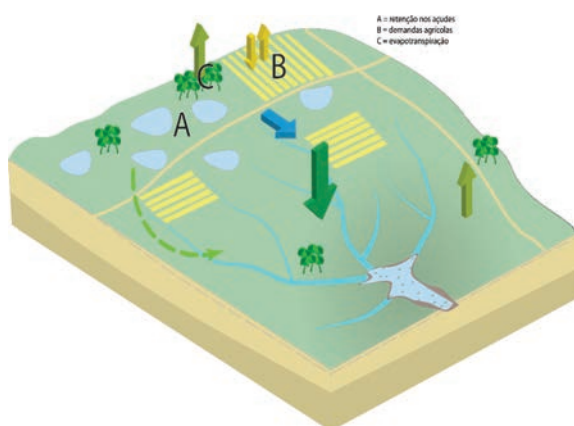
Para efeito de caracterização hidrológica e hidráulica (sistema de drenagem da bacia), o Rio dos Sinos foi dividido em três sub-bacias.

Modelagem Hidrológica

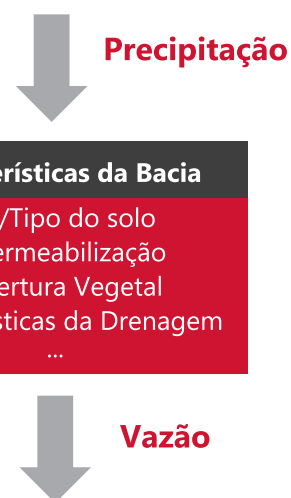
Conhecimento da distribuição espacial e temporal dos eventos de

- **cheias**

Vazões com TR 5, 10, 25, 50 e 100 anos de recorrência



HEC - HMS
Modelo para cheias: SCS



SIMULAÇÃO HIDRÁULICA E MAPAS DE INUNDAÇÃO

O objetivo deste estudo visou a verificação das condições de cheias na Bacia permitindo a elaboração dos mapas de Inundações.

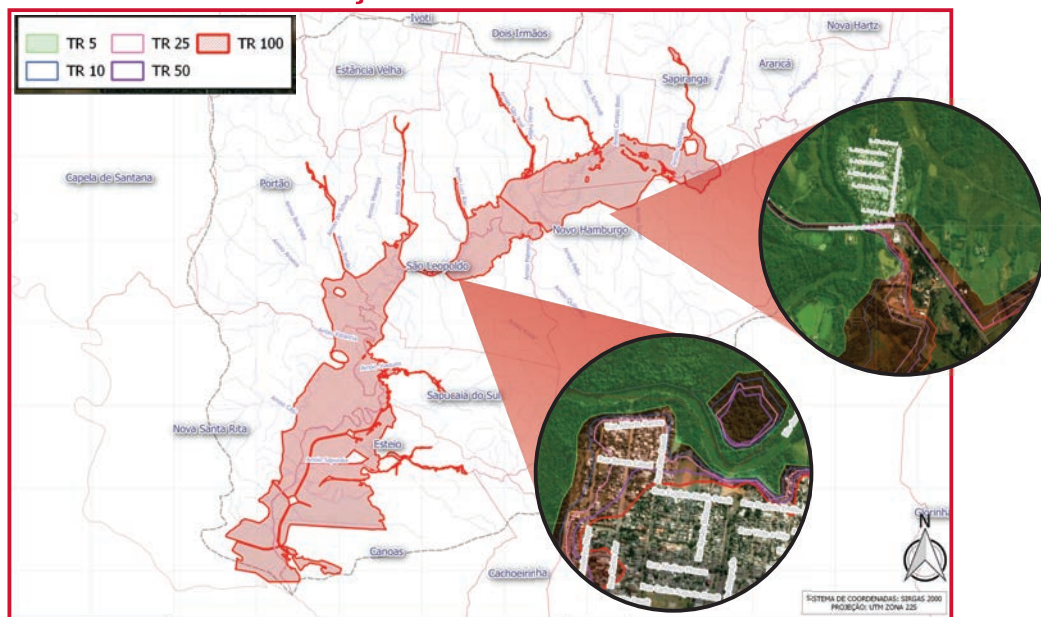
A simulação hidráulica foi realizada considerando a atual situação de ocupação e uso do solo.

Os respectivos mapas de inundações têm por objetivo avaliar a propagação das vazões

máximas de projeto na Bacia, levando-se em conta as obstruções ao escoamento, a geometria da calha principal, extravasamentos para a planície de inundação e efeitos de jusante.

Os resultados obtidos das simulações foram os mapas de risco de inundações para cada Tempo de Retorno (5, 10, 25, 50 e 100 anos).

Manchas de Inundação



Baixo Sinos



Médio Sinos

ZONEAMENTO DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO

O **Zoneamento de Áreas Inundáveis** é a definição de um conjunto de regras para a ocupação de áreas de risco de inundação, visando à minimização de perdas materiais e humanas decorrentes de inundações e fornecendo condições para o desenvolvimento racional das áreas ribeirinhas.

O objetivo do zoneamento é o de disciplinar a ocupação do solo visando minimizar o impacto devido às inundações.

O Zoneamento deve ser baseado em uma avaliação objetiva da adequação do uso do solo, risco de cheias, aspectos ambientais, sociais, econômicas e administrativas. Para tanto, são definidos os seguintes elementos:

- **Planície de Inundação**, que compõe a área onde serão estabelecidas regras para ocupação;

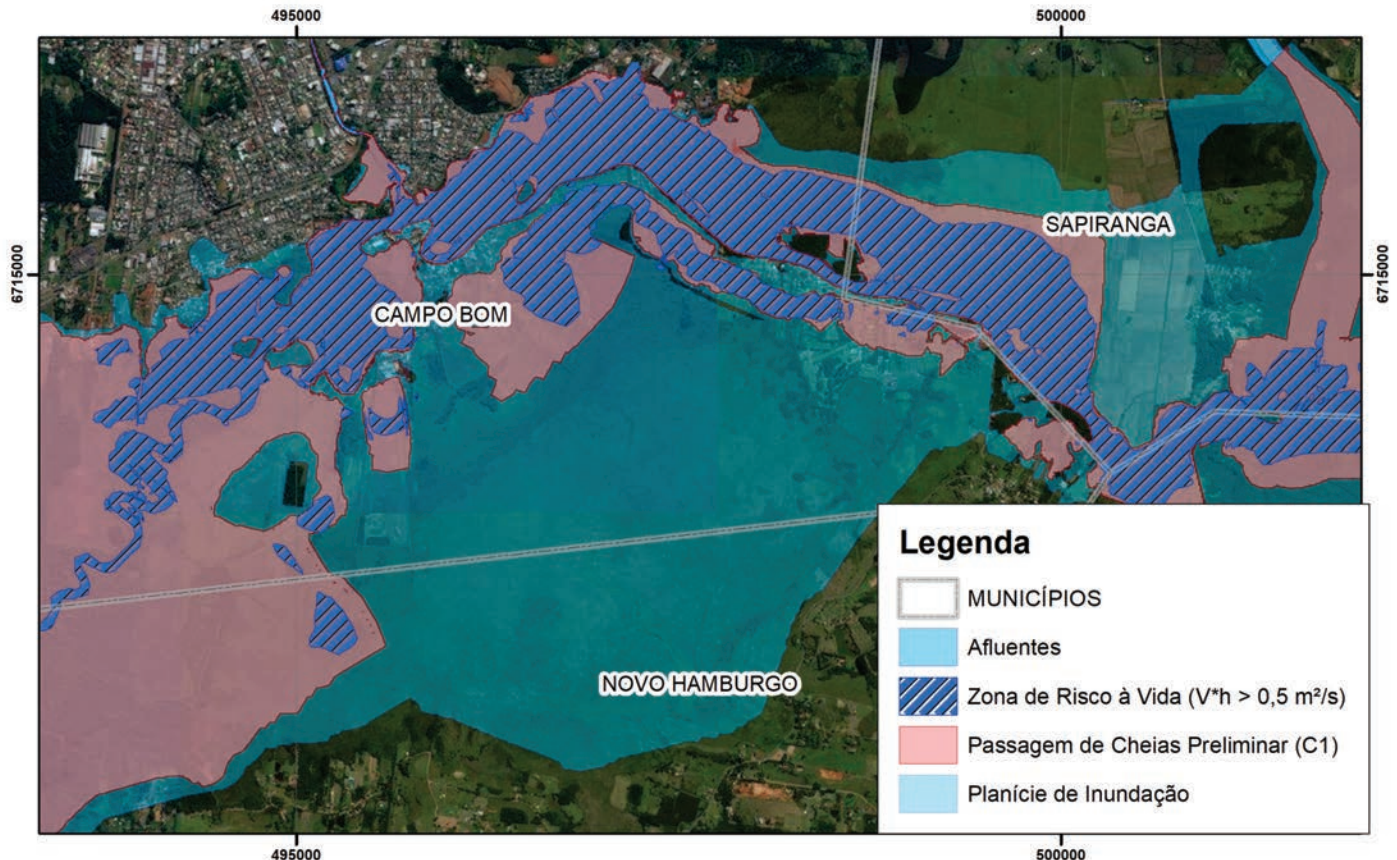
- **Zona de Passagem de Cheias**, que deve ser mantida desobstruída;

- **Zona com Restrições de Ocupação**, onde é permitida ocupação para se conviver com inundações de pequenas profundidades e baixas velocidades;

- **Zona de Baixo Risco**, com pequena probabilidade de inundações, restrita a eventos excepcionais de grandes cheias, externa a planície de inundação

A definição da Zona de Passagem de Cheias depende das **condições hidráulicas** do escoamento, as demais são escolhidas **com base no risco** que se deseja assumir na convivência com as enchentes.

Para atender os critérios de **RISCO**, áreas associadas à determinada RECORRÊNCIA e/ou PROFUNDIDADE e/ou VELOCIDADE podem ser incorporadas à **Zona de Passagem de Cheias**.



Detalhe da planície de inundação

Para análise dos impactos causados pela evolução da ocupação na bacia, foi necessário projetar o cenário futuro tendencial (Cenário 0) de crescimento urbano considerando a expansão territorial e o aumento das vazões de cheias na bacia.

Os resultados mostram que há impactos importantes provocados pela ocupação prevista no Cenário C0.

Nestas condições o prejuízo total para a Bacia no Cenário Zero foi calculado em **R\$ 7 bilhões(VLP), a uma taxa de 12% a.a.**

O **Cenário 1** prioriza a implementação de alternativas não-estruturais. Nas áreas urbanas, através do zoneamento, busca-se propor soluções que incluem a desapropriação de populações em risco e revitalização dessas áreas com uso compatível com cheias. Também são propostas melhorias no Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta de inundações.

No ordenamento do uso do solo proposto no zoneamento são definidas basicamente duas formas de uso:

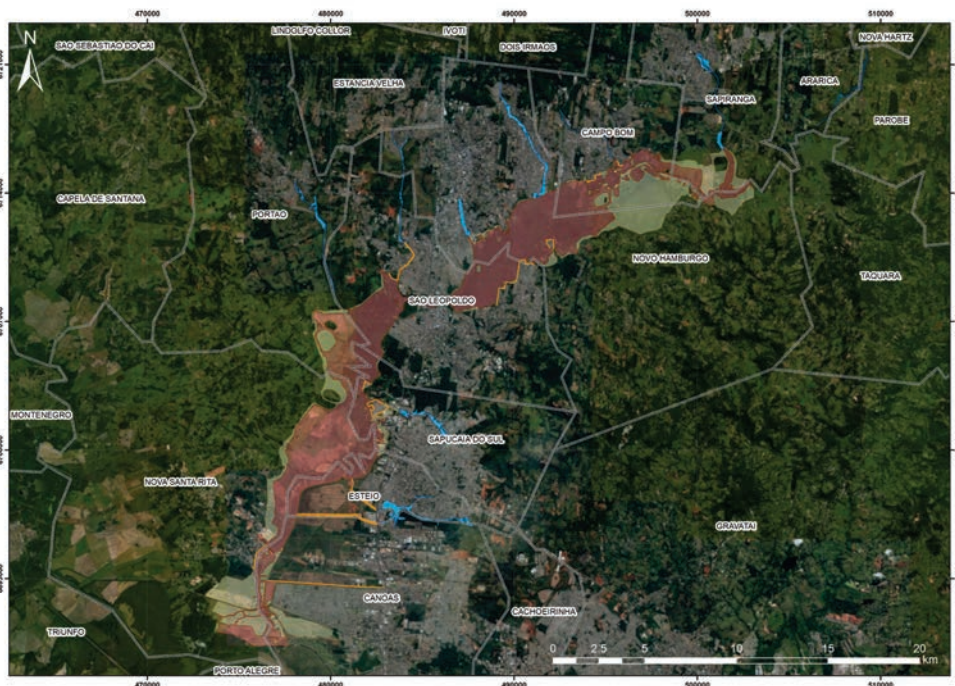
- **Áreas com uso compatível com inundações** – correspondendo a Zona de Passagem de Cheia, com função de amortecer inundações causadas pela ocupação das áreas urbanizáveis.
- **Áreas com possível urbanização** – correspondendo a Zona com Restrições de Ocupação, onde serão estabelecidas condições para o uso destas áreas, conforme proposta de Zoneamento de Áreas Inundáveis;

Nas áreas urbanas, o **Cenário 2** procura propor soluções que incluem a implementação de sistemas de proteção compostos por diques combinados a sistemas de bombeamento.

Onde se constatou que os diques de proteção criariam externalidades a regiões vizinhas, como o estrangulamento do fluxo com remanso em regiões a montante das obras, descartou-se o uso dos diques e optou-se pela manutenção da alternativa escolhida no Cenário 1.



Cenário 1
Alternativas não estruturais



Cenário 2
Implementação de alternativas estruturais e não estruturais

Intervenções no Baixo Sinos

No Baixo Sinos, trecho de Campo Bom até a foz no Delta do Jacuí, é grande a concentração populacional e industrial, onde os principais arroios formadores drenam grandes centros urbanos.

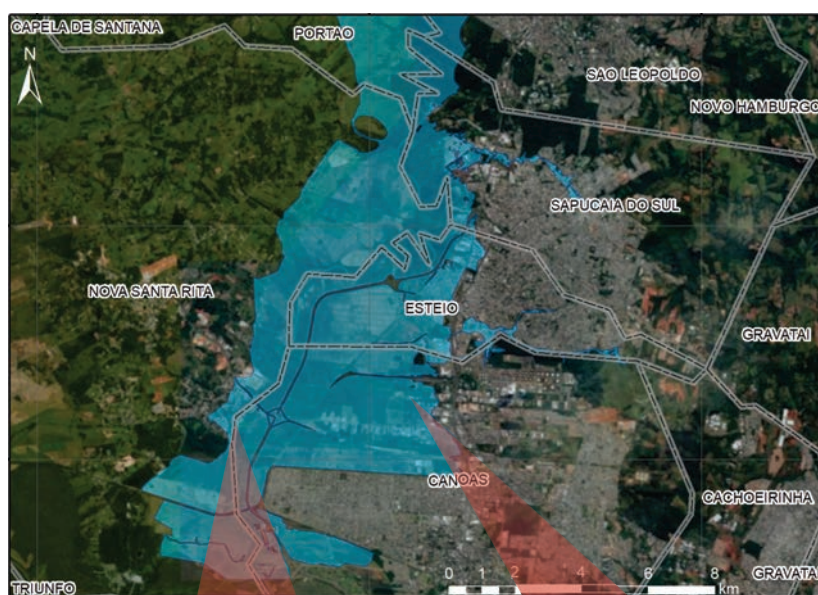
A figura abaixo mostra as áreas inundadas para o período de retorno de 100 anos no **Cenário C0** (tendencial).

Pode-se observar que, para eventos menos frequentes (TR 100), há inundação em áreas consolidadas de Esteio e Nova Santa Rita e em áreas propostas para expansão urbana entre a BR-116 e a BR-448, nos municípios de Esteio e Canoas, assim como em áreas consolidadas de Esteio e Sapucaia do Sul

A solução proposta no **Cenário C1** é o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

A figura abaixo mostra a área inundada para TR 100, e o zoneamento interno proposto.

Nos alagamentos que não são causadas por remanso do rio dos Sinos, propôs-se apenas, diretrizes para os Planos de Drenagem Municipais, estabelecendo que deverão ser avaliadas alternativas que incluem limpeza e/ou dragagem de canal, melhoria de travessias, tais como pontes e pontilhões, bem como o zoneamento de áreas inundáveis.



Baixo Sinos - C0



Nova Santa Rita - C0



Canoas - C0



Baixo Sinos - C1



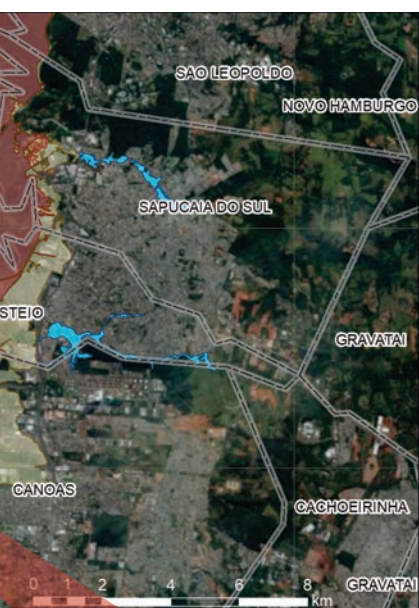
Nova Santa Rita - C1

As obras de proteção propostas no **Cenário 2** são essencialmente as mesmas em todos os locais de intervenção. Nas áreas com cotas mais baixas, em que se constatou o risco de inundações através dos estudos hidrodinâmicos das ondas de cheia, propôs-se a criação de polderes que são estruturas hidráulicas artificiais de proteção.

O sistema é composto por diques de terra ou muros de concreto, dependendo da disponibilidade de área para a implantação da obra e por casas de bombas.

Para diminuir a exposição da população ao risco de cheias, propôs-se diques de proteção nas seguintes regiões do Baixo Sinos:

- Proteção de áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem direita, próximo à foz no município de Nova Santa Rita.
- É proposta a readaptação da BR-448 para que funcione como um dique, com diques internos nos arroios Sapucaia e Esteio, trabalhando em conjunto com casas de bombas internas ao polder.
- Criação de um polder, na região limitada a oeste pela BR-448 e a leste pela BR-116, a Norte pela BR-448 no município de Esteio e a Sul pelo Bairro Mathias Velho.
- Proteção de áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem esquerda, próximas à foz do Arroio José Joaquim no município de Sapucaia do Sul.



Baixo Sinos - C2



Canoas - C1



Canoas e Esteio - C2B



Canoas e Esteio - C2C

Intervenções no Baixo Sinos

A figura abaixo mostra a área inundada para TR 100 no **Cenário C0** (tendencial).

É possível observar áreas consolidadas sendo inundadas no bairro Feitoria em São Leopoldo, no bairro Lomba Grande em Novo Hamburgo.

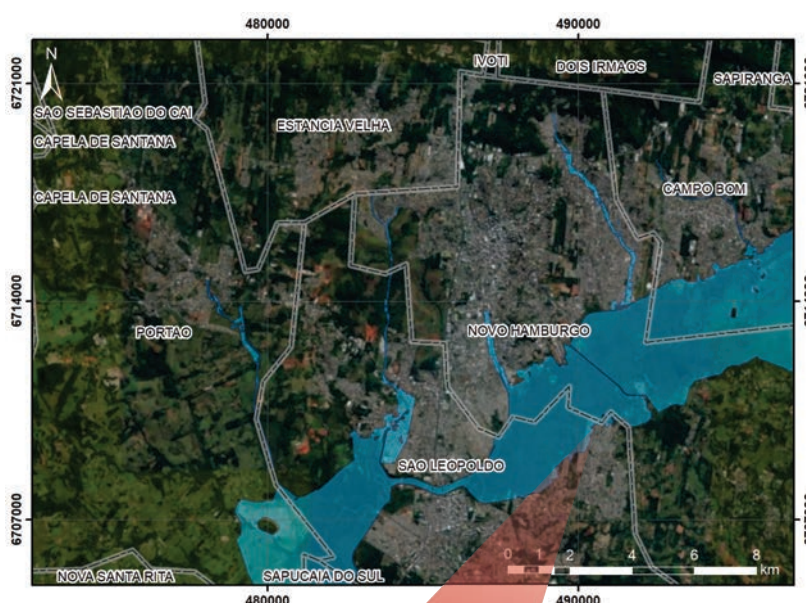
No município de São Leopoldo, há efeito de remanso do Rio dos Sinos sobre o arroio Cerquinha

Observa-se área inundada no município de Cambo Bom no Bairro N e na foz do Arroio Schmidt.

A solução proposta no **Cenário C1** é o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

A figura abaixo mostra a área inundada para TR 100, e o zoneamento interno proposto.

Nos alagamentos que não são causadas por remanso do rio dos Sinos, propôs-se apenas, diretrizes para os Planos de Drenagem Municipais.



São Leopoldo - C0



São Leopoldo - C1



Detalhe Feitoria



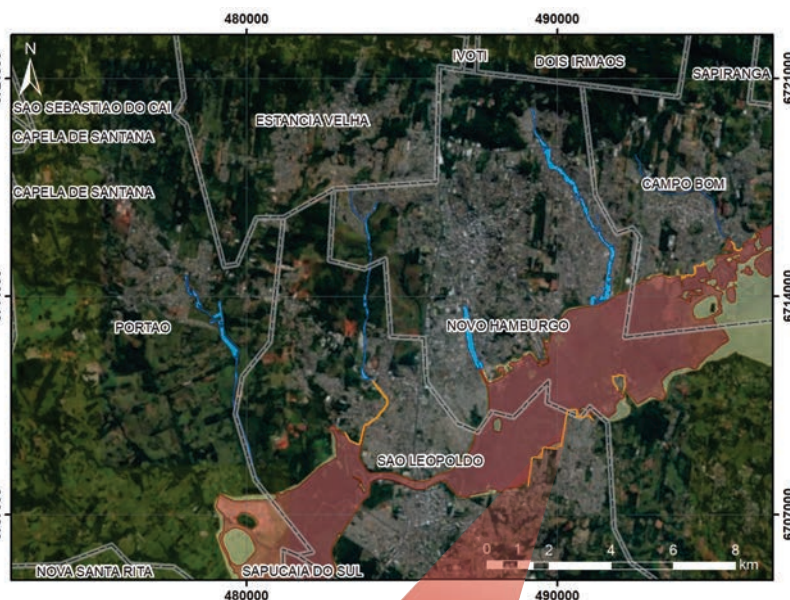
Detalhe

As obras de proteção propostas no **Cenário 2** são essencialmente as mesmas em todos os locais de intervenção.

Para diminuir a exposição da população ao risco de cheias, propôs-se diques de proteção nas seguintes regiões do Baixo Sinos:

- Melhoria do canal secundário do rio dos Sinos junto à BR-116 e ao centro urbano de São Leopoldo e elevação dos diques existentes no local.
- No município de São Leopoldo a elevação dos diques existentes nas margens esquerda e direita do arroio Cerquinha.

- No município de São Leopoldo no bairro Feitoria, próximo à divisa com Novo Hamburgo é proposta a criação de um dique de proteção de áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem esquerda.
- No município de Novo Hamburgo no bairro Lomba Grande, próximo à divisa com São Leopoldo é proposta a criação de um dique de proteção de áreas inundáveis pela cheia do Sinos na margem esquerda.
- No município de Campo Bom a criação de um dique de proteção contra as cheias do Rio dos Sinos no Bairro N e na foz do Arroio Schmidt.



São Leopoldo - C2



Feitoria



Detalhe Feitoria

Intervenções no Médio Sinos

O compartimento do Médio Sinos encontra-se em uma zona de transição entre os ambientes rural e urbano sendo que entre os municípios de Taquara e Sapiranga, a densidade populacional aumenta.

As inundações atingem áreas urbanas significativas no rio Paranhana, principalmente nos municípios de Igrejinha e Três Coroas.

Os detalhes abaixo apresentam os resultados dos cenários com um TR 100, ilustrando a magnitude dos impactos das cheias.

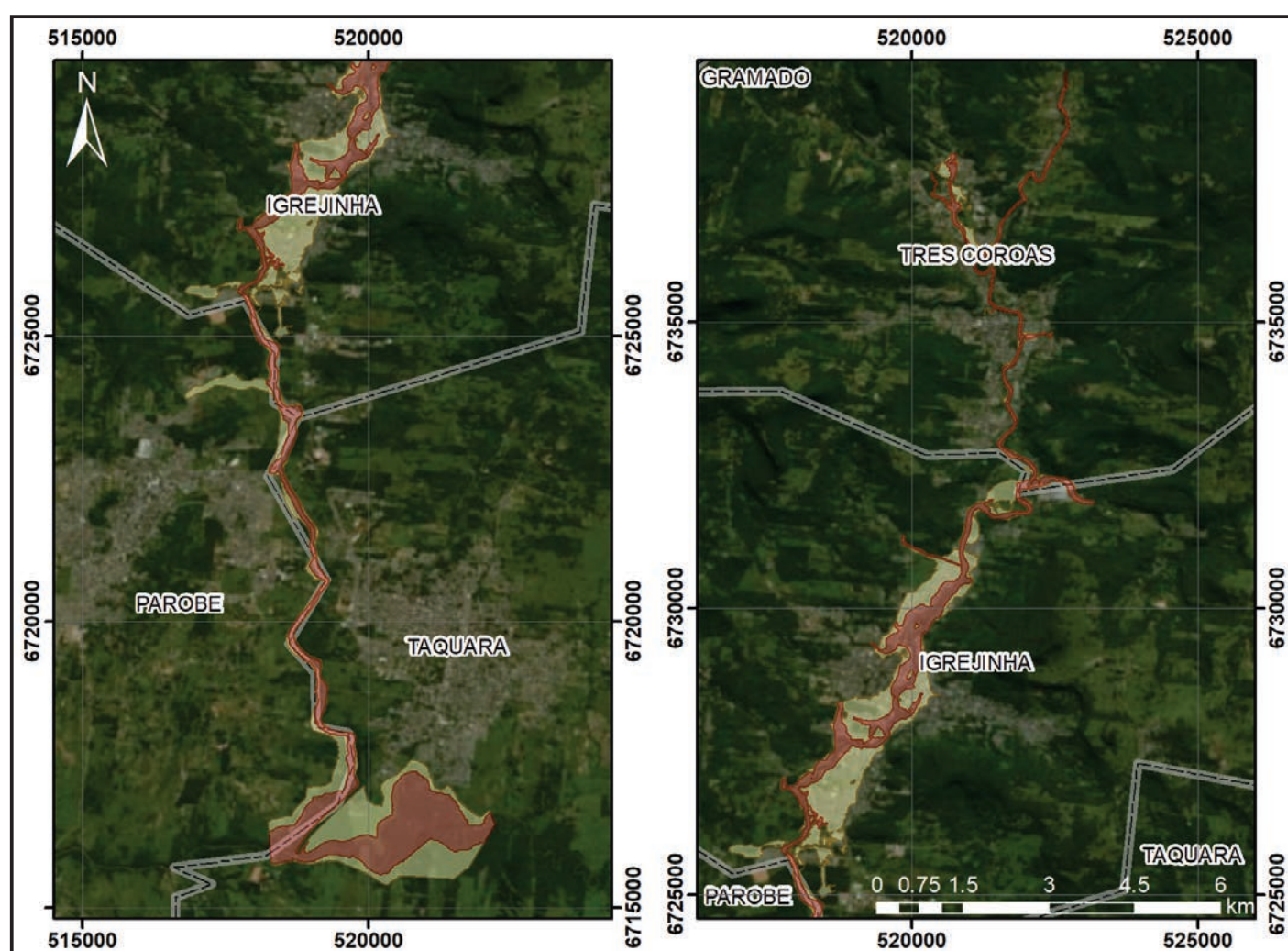
Nos afluentes, as inundações são causadas por incapacidade de escoamento dos tributários, e não por remanso do rio Paranhana.

As soluções propostas no Cenário C1 são o Zoneamento de Áreas Inundáveis combinado com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.

A figura abaixo mostra a área inundada para o **Cenário C1** com TR 100 e seu o zoneamento interno de acordo com as definições e a metodologia apresentadas no Estudo.

Nos afluentes os alagamentos são causadas por incapacidade de escoamento da rede e dos canais de drenagem, e não por remanso do próprio Rio.

Conforme definição, nestes casos devem ser propostas, apenas, diretrizes para os Planos de Drenagem Municipais.



Médio Sinos - C1

Onde possível, os estudos dos Planos Municipais deverão avaliar a possibilidade de utilizar reservatórios de detenção (on-line ou off-line).

As soluções previstas no **Cenário C2** foram a implantação de diques, em locais onde se constatou que não causariam externalidades nem a montante nem a jusante; assim foram propostos:

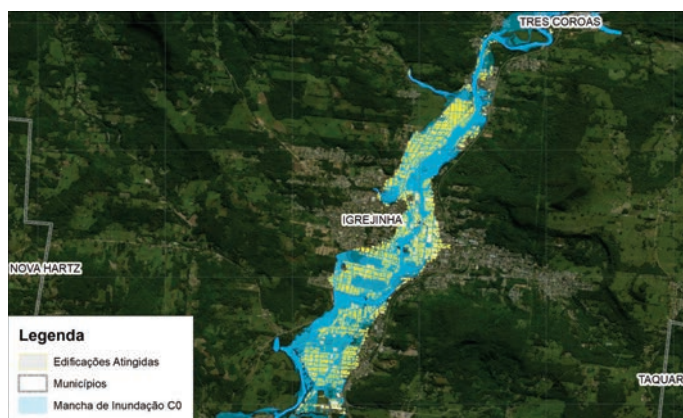
- Dique ao Norte do município de Três Coroas na confluência do Arroio Angabei com o Rio Paranhana, ao Sul do bairro.
- Diques de terra e muros de concreto na margem esquerda do Rio Paranhana em Igrejinha.
- Diques de terra e muros de concreto na margem direita do Rio Paranhana em Igrejinha.

Alto Sinos

As inundações ocorrem, principalmente, no arroio da Areia (formador do rio Rolante).

As soluções propostas no Cenário C2 são a implantação de diques de proteção junto ao centro urbano.

Além de tais soluções, se contará com o uso de Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta para a mitigação dos efeitos às populações que permanecerão em áreas de risco.



Detalhe Igrejinha - C0



Detalhe Igrejinha - C1



Detalhe Igrejinha - C2

CENÁRIO DE INTERVENÇÕES - CUSTO

Convivência com as Cheias e Estiagens - C0 custos com os cenários

Convivência com as cheias	
- Avaliação dos prejuízos no Cenário Tendencial de crescimento de ocupação	
- Edificações atingidas	TR 100: 15.639 unidades
- Prejuízo VPL (30 anos - 12% a.a.):	R\$ 7 bilhões

Custos das Intervenções com Desapropriação, Demolição e Revitalização da Área – Cenário 1

Item	Descrição	Valor sem BDI	Valor dos serviços com BDI 28,21%	Valor do fornecimento de materiais ou diferenciados com BDI 19,35%	Valor dos itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico com BDI 15,38%	Valor TOTAL com BDI
1	Zoneamento com desapropriações					R\$ 643.089.542,46
1.1	Desapropriações	R\$ 482.785.016,91		R\$ 576.203.917,68		R\$ 576.203.917,68
1.2	Avaliação dos Imóveis (1%)	R\$ 4.827.850,17				R\$ 5.570.373,53
1.3	Demolições e Transporte ate 30 km	R\$ 16.368.905,60	R\$ 20.986.573,87		R\$ 5.570.373,53	R\$ 20.986.573,87
1.4	Parque Linear	R\$ 31.565.462,63	R\$ 39.057.049,03		R\$ 1.271.628,35	R\$ 40.328.677,38
5	Sistema de monitoramento, previsão e alerta					R\$ 320.525,00
5.1	Melhoria da rede de monitoramento	R\$ 250.000,00	R\$ 320.525,00			R\$ 320.525,00
TOTAL C1		R\$ 535.797.235,31	R\$ 60.364.147,90	R\$ 576.203.917,68	R\$ 6.842.001,88	R\$ 643.410.067,46

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio dos Sinos

CENÁRIO DE INTERVENÇÕES - CUSTO

Custo Total da Intervenção com Desapropriação, Demolição e Revitalização da Áreae Implantação de Diques - Cenário 2

Item	Descrição	Valor sem BDI	Valor dos serviços com BDI 28,21%	Valor do fornecimento de materiais ou diferenciados com BDI 19,35%	Valor dos itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico com BDI 15,38%	Valor TOTAL com BDI
1	Zoneamento com desapropriações					276.825.381,60
1.1	Desapropriações	206.671.967,41		246.662.993,10		246.662.993,10
1.2	Avaliação dos Imóveis (1%)	2.066.719,67			2.384.581,16	2.384.581,16
1.3	Demolições e Transporte até 30 km	9.042.227,99	11.593.040,51			11.593.040,51
1.4	Parque Linear	12.667.900,00	15.674.434,98		510.331,85	16.184.766,83
2	Diques de proteção Baixo Sinos					390.546.697,25
2.1	Polder BR-448	125.007.683,62	151.323.054,39	3.168.523,80	4.990.611,31	159.482.189,50
2.2	Alargamento Sinos	30.840.996,92	33.073.830,71	4.746.865,98	1.231.247,74	39.051.944,44
2.3	Elevação dos diques de São Leopoldo	4.667.770,43	3.018.373,09	2.568.436,05	186.348,77	5.773.157,91
2.4	Dique Nova Santa Rita	36.547.299,94	30.013.937,09	14.170.129,17	1.459.057,26	45.643.123,52
2.5	Diques Sapucaia do Sul	36.238.953,78	27.473.081,24	16.180.120,58	1.446.747,33	45.099.949,14
2.6	Elevação dos diques Cerquinha	7.237.228,07	3.565.667,67	5.019.501,61	288.927,78	8.874.097,05
2.7	Dique São Leopoldo Feitoria	39.753.167,87	48.484.630,47	669.673,53	1.587.043,32	50.741.347,32
2.8	Dique Novo Hamburgo	7.800.325,43	8.486.195,41	1.087.811,76	311.408,00	9.885.415,17
2.9	Dique Campo Bom Bairro N	6.543.519,83	7.687.574,80	383.147,08	261.233,25	8.331.955,13
2.10	Dique Campo Bom Arroio Schmidt	14.044.455,29	13.323.896,97	3.778.932,23	560.688,87	17.663.518,07
3A	Diques de proteção Médio Sinos C2A					123.137.104,31
3.1	Dique Três Coroas	5.857.525,68	4.295.657,95	2.750.259,09	233.846,70	7.279.763,74
3.2A	Diques Igrejinha C2A	93.575.142,53	62.280.941,13	49.840.651,76	3.735.747,68	115.857.340,57
4	Diques de proteção Alto Sinos					39.548.111,41
4.1	Diques Rolante e Areia	250.000,00	31.221.447,08	7.074.513,90	1.252.150,43	39.548.111,41
5	Sistema de monitoramento, previsão e alerta					320.525,00
5.1	Melhoria da rede de monitoramento	31.364.579,54	320.525,00			320.525,00
	TOTAL C2A	670.177.464,00	451.836.288,48	358.101.559,63	20.439.971,45	830.377.819,56
1B	Zoneamento com desapropriações					101.700.647,70
1.1B	Desapropriações	77.044.233,58		91.952.292,77		91.952.292,77
1.2B	Avaliação dos Imóveis (1%)	770.442,34			888.936,37	888.936,37
1.3B	Demolições e Transporte ate 30 km	2.953.403,04	3.786.558,04			3.786.558,04
1.4B	Parque Linear	3.970.553,95	4.912.905,04			5.072.860,52
3B	Diques de proteção Médio Sinos C2B					207.656.519,63
3.2B	Diques Igrejinha C2B	165.352.303,69	152.458.213,41	48.597.039,39	159.955,49	207.656.519,63
	TOTAL C2B	596.244.442,98	523.445.548,34	202.147.246,94	21.459.469,46	747.052.264,73

A efetiva operacionalização das alternativas propostas depende, significativamente, de um arranjo institucional que seja concebido de forma a estabelecer as competências, as responsabilidades e as interações entre os diversos atores envolvidos.

Dentre estes temas, atualmente o Estado é responsável isolado, na região, pela gestão dos recursos hídricos e pela coordenação da Defesa Civil; a gestão do território é compartilhada entre

Estado e municípios. As ações do governo estadual nestes assuntos estão concentradas na METROPLAN, no SEMA/DRH e na Defesa Civil/Gabinete Militar.

Ainda interessa para a análise do arranjo institucional a Sala de Situação do Departamento de Recursos Hídricos da SEMA. A Sala de Situação é resultado de um Acordo de Cooperação Técnica, firmado entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e a SEMA, no dia 18 de janeiro de 2013.

Grupo de Alternativas do Cenário 2	Níveis institucionais envolvidos
Desapropriação de populações em risco através do zoneamento das áreas inundáveis.	Recursos federais ou internacionais; coordenação órgão Estadual de Planejamento; inclusão do zoneamento nos Planos Diretores pelas Prefeituras.
Implementação de diques de proteção contra cheias nas regiões mais expostas ao risco.	Recursos federais ou internacionais; coordenação órgão Estadual de Planejamento.
Medidas estruturais na região com posta pelo Banhado Grande e pelas obras de canalização do DNOS.	Recursos federais ou internacionais; coordenação órgão Estadual de Planejamento, Secretaria Estadual de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta.	CEMADEN, CENAD, Secretaria Estadual de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Defesa Civil Estadual e Defesa Civil Municipal.
Sistema de Seguros de Cobertura contra Inundações.	Privado, com resseguro por instituição pública vinculada ao Ministério da Fazenda.

Como agentes executivos a serem considerados estão:

- a Secretaria de Estado de Planejamento, Gestão e Governança, como instância de Governo
- a Sala de Situação da Secretaria de Estado do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
- a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil
- os Municípios envolvidos
- o Comitêsinos
- o Consórcio PróSinos
- o Ministério Público

Como elementos balizadores do arranjo institucional estão:

- a Política Estadual de Gestão de Risco de Desastres
- a Política Estadual de Recursos Hídricos
- o PDUI, quando concluído e aprovado
- o Plano de Bacia
- os Planos Diretores Municipais, atualizados de acordo com o PDUI

O Plano de Ação apresentado no contexto do Estudo faz uma proposta de ações para minimização dos efeitos de cheias e estiagens dentro do conceito de gestão integrada de recursos hídricos com foco no eixo de manejo de águas pluviais e teve por objetivo geral detalhar as atividades necessárias para a implementação das medidas previstas neste estudo ao longo do tempo. Entre elas:

Ações de Adequação

Disponibilização de Informação
Atualização dos Planos Diretores
Racionalização e Fiscalização das Demandas Agrícolas
Zoneamento das Áreas de Plantio
Programa de Monitoramento Ambiental
Implantação das Intervenções Estruturais
Programa de Educação Ambiental Continuada

Ações de Manutenção

Sistematização e Atualização Contínua do Cadastro Territorial e Uso do Solo
Sistematização e Atualização Contínua do Cadastro de Infraestrutura de Drenagem

Atualização dos Estudos de Mitigação dos Efeitos de Cheias.

Programa de Inspeção e Manutenção Periódica

Programa de Capacitação de agentes de saúde e assistentes sociais

Programa de Capacitação dos Técnicos Municipais

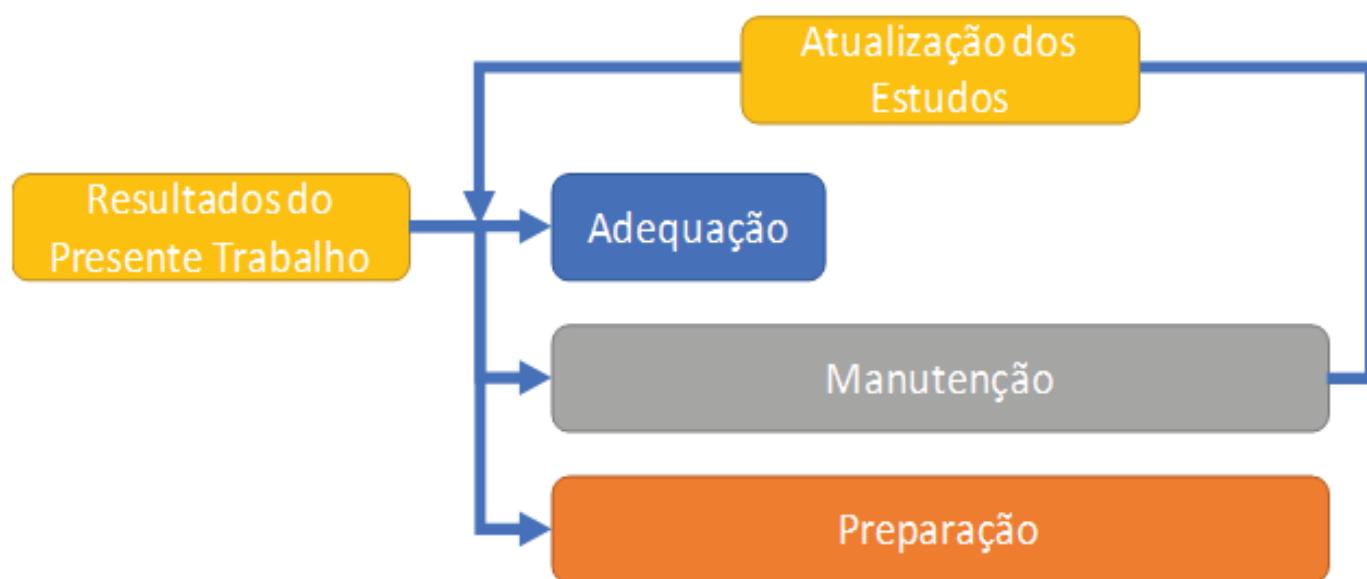
Ações de Preparação

Elaboração de Plano de Contingência

Rede Hidrométrica de Previsão e Alerta

A gestão integrada de recursos hídricos é um processo que promove o gerenciamento e desenvolvimento integrado dos recursos de água, solo e correlatos, de modo a maximizar o benefício econômico e social resultante de forma a reduzir desigualdades e sem comprometer a sustentabilidade de ecossistemas vitais.

Esta metodologia considera que uma intervenção isolada tem implicações no sistema como um todo (a unidade de bacia) e que esforços integrados entre os diferentes atores podem gerar múltiplos benefícios, ao mesmo tempo que também considera que ações individuais podem gerar efeitos negativos inesperados.



REUNIÕES PÚBLICAS

Para um melhor acompanhamento da comunidade foram realizadas (3) Reuniões Públicas conforme o contexto abaixo:

Evento 1: Apresentação do plano de plano trabalho

Este evento, realizado no auditório da Câmara de Vereadores de Gravataí, teve como objeto a apresentação do contrato a sociedade, com a apresentação do Plano de Trabalho Consolidado. O evento foi organizado atendendo as seguintes

etapas:

- Recepção e credenciamento
- Abertura solene e composição da mesa
- Apresentação do Plano de Trabalho pelo CONSÓRCIO com apoio de equipamento de áudio e vídeo;
- Concessão da palavra aos presentes para obtenção das primeiras expectativas da comunidade com o projeto;
- Formalização dos encaminhamentos com base na apresentação e nas impressões coletadas;
- Encerramento do evento.



CONVITE PARA REUNIÃO PÚBLICA

O Governo do Estado do Rio Grande do Sul através da Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN e Consórcio METROPLAN Bacia Rio dos Sinos, formado pelas empresas COHIDRO, ENCOPI e MJ ENGENHARIA está realizando a **Elaboração de estudos e projetos necessários para a gestão das inundações na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.**

Este estudo foi desenvolvido com recursos do Plano Nacional de gestão de riscos e respostas a desastres naturais, desenvolvido pelo Governo Federal através do Ministério das Cidades.

Sua participação é fundamental para o desenvolvimento e definições do plano.

As reuniões para a apresentação do estudo e suas proposições serão realizadas no dia 30 de julho de 2018, às 10h, no Auditório da FACCAT, na Av. Oscar Martins Rangel, nº 4500 - Taquara/RS, para o Médio e Alto Sinos, e no dia 06 de agosto de 2018, às 15h, na Câmara de Vereadores de Sapucaia dos Sul, na Av. Assis Brasil, 51 - Sapucaia do Sul/RS, para o Baixo Sinos. Participe!



O Plano Nacional de gestão de riscos e respostas a desastres naturais, desenvolvido pelo Governo Federal através do Ministério das Cidades, fornece recursos para fiscalizar a Elaboração de estudos e projetos necessários para a gestão das inundações na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

O Plano Nacional de gestão de riscos e respostas a desastres naturais visa:

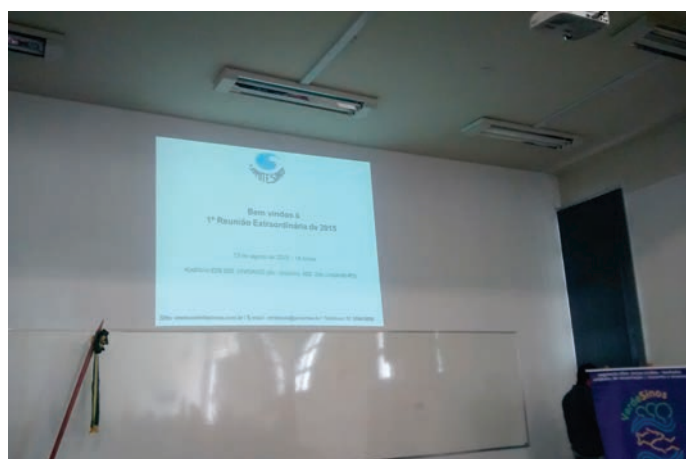
- Proteger vidas;
- Garantir segurança;
- Minimizar danos decorrentes de desastres;
- Preservar o meio ambiente.

Realização:

COHIDRO
consórcio estudos projetos

MJ
ENGENHARIA

encop



Eventos 2 e 3: Diagnóstico: apresentação do diagnóstico dos problemas e projetos e plano de ação, respectivamente

Este evento, também realizado no auditório da Câmara de Vereadores de Gravataí, teve como objeto a apresentação do Estudo Final Consolidado com suas diversas alternativas propositivas.

O evento foi organizado atendendo as seguintes

etapas:

- Recepção e credenciamento
- Abertura
- Apresentação do Estudo com apoio de equipamento de áudio e vídeo;
- obtenção das primeiras expectativas da comunidade com o projeto;
- Formalização dos encaminhamentos com base na apresentação e nas impressões coletadas;
- Encerramento do evento.



EXECUÇÃO:



APOIO:



REALIZAÇÃO:



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE PLANEJAMENTO,
GOVERNANÇA E GESTÃO

MINISTÉRIO DAS
CIDADES

GOVERNO
FEDERAL