

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

Foto: Comunicação METROPLAN (Ago/2017)

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



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

MINISTÉRIO DAS
CIDADES

GOVERNO
FEDERAL

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 Gravataí, nos próximos 30 anos, o cálculo chegou ao equivalente a R\$ 5 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.....	02
EDITORIAL.....	03
ÁREA DE ESTUDO.....	04
HISTÓRICO DAS CHEIAS E ESTIAGENS.....	05
LEVANTAMENTO DE DADOS.....	06
DIAGNÓSTICO.....	07
LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO.....	08
LEVANTAMENTO AÉROFOTOGRAMÉTRICO.....	09
ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....	10
SIMULAÇÃO HIDRÁULICA E MAPAS DE INUNDAÇÃO.....	11
CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES - CHEIAS.....	12
CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES - ÁREAS DEGRADADAS.....	20
CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES - ESTIAGENS.....	21
INTERVENÇÕES COMPLEMENTARES.....	21
CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES - CUSTOS.....	22
GESTÃO INSTITUCIONAL.....	23
PLANO DE AÇÕES.....	24
REUNIÕES PÚBLICAS.....	25

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

Comitê Gravathay

MPRS/ Unidade Assessoramento Ambiental

SEMA/DRH

APA Banhado Grande

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

EDITORIAL

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

O governo Federal 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 às 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. Foram definidos quatro eixos de ação a saber:

1 PREVENÇÃO

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.

2 MAPEAMENTO

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.

3 MONITORAMENTO E ALERTA

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.

4 RESPOSTA

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 Gravataí de acordo com o Contrato METROPLAN nº 004/2015, vinculado ao RDC nº 010/CELIC/2014 e elaborado pelo Consórcio formado pelas empresas Cohidro Consultoria, Estudos e Projetos Ltda., Encop Engenharia Ltda. e MJ Engenharia Ltda.

Neste estudo especificamente, também foram acrescidos aspectos referentes às estiagens na Bacia, bem como ao meio ambiente, na área geográfica correspondente aos limites do Banhado Grande.

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

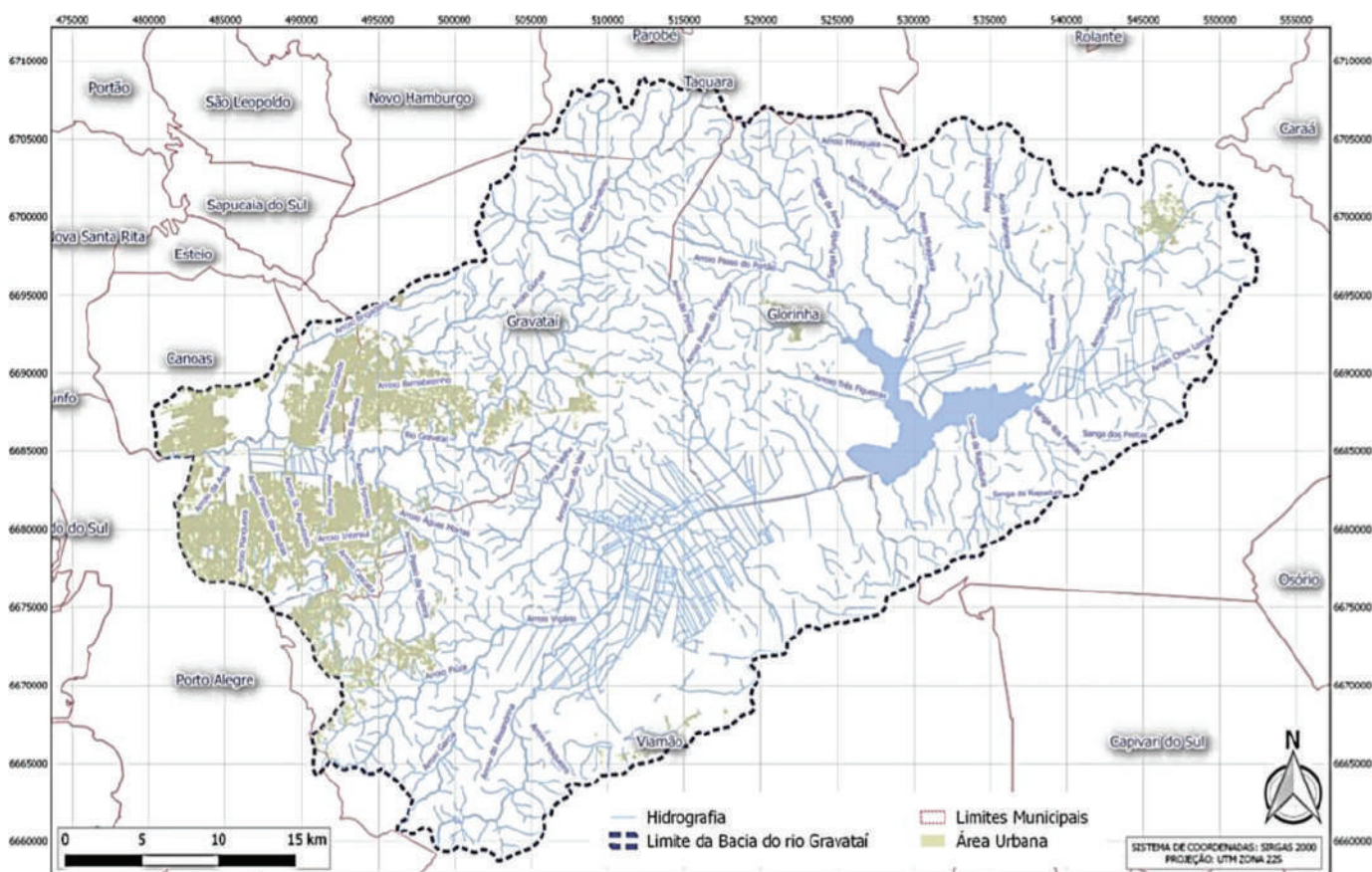


Bacias Hidrográficas do RS
(Fonte: SEMA/DRH)

A Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí integra a região hidrográfica do Guaíba, sendo identificada pelo código G010 na divisão hidrográfica do Estado do Rio Grande do Sul adotado pela SEMA/DRH.

Localiza-se na porção leste do Estado do Rio Grande do Sul e está inserida na Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, completando o conjunto com as seguintes sub-bacias hidrográficas: Vacacai-Mirim, Alto Jacuí, Baixo Jacuí, Taquari-Antas, Caí, Gravataí, Guaíba e Pardo.

Possui uma área aproximada de 2.000 km², o que representa 2,4% do território estadual e abrange parte da região Metropolitana de Porto Alegre, incluindo a zona urbana de Porto Alegre, Canoas, Alvorada, Viamão, Cachoeirinha, Gravataí, Glorinha e Santo Antônio da Patrulha.



Bacia do Rio Gravataí
(Fonte: SEMA/DRH)

HISTÓRICO DAS CHEIAS E ESTIAGENS

MAIORES EVENTOS



Cheia de 1941
Cota da cheia: 4,75 m
Fonte: Guimarães (2009)



Inundações na Bacia do Rio Gravataí /2015
(Fonte: Jornal ZH)



Cheia de 1967
Cota da cheia: 3,13 m
Fonte: Assis/Agência RBS



Inundações na Bacia do Rio Gravataí /2015
(Fonte: Jornal ZH)



Estiagens na Bacia do Rio Gravataí /2005
(Fonte: Comitê Gravathay)



Cheia de 2015
Cota da cheia: 2,94 m
Fonte: Paulo Pires/GES (out/2015)

LEVANTAMENTO DE DADOS

BASE DE DADOS

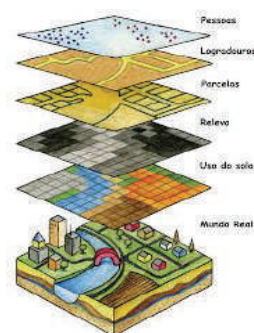
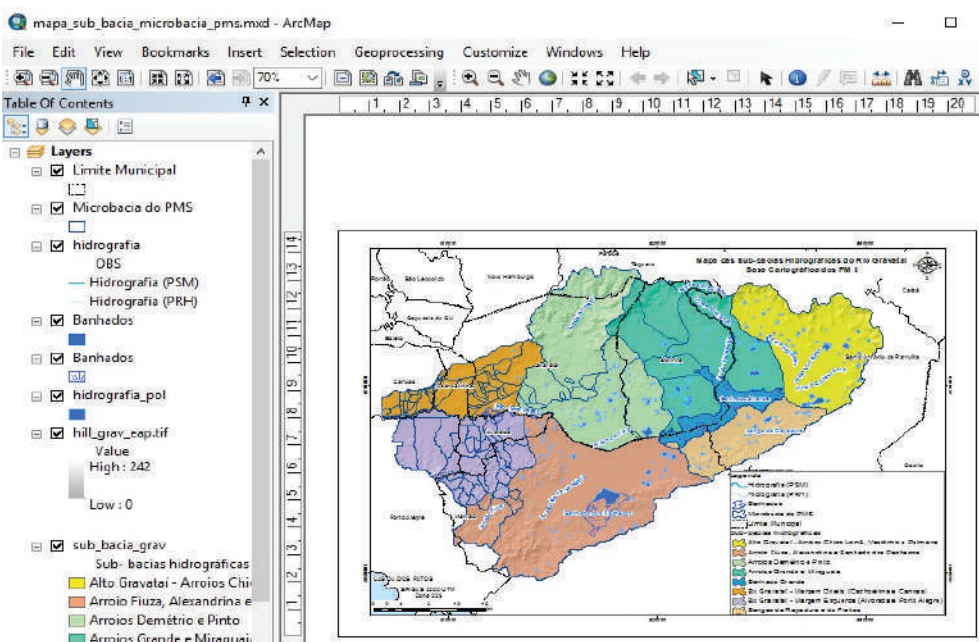
A Base de Dados contém os arquivos digitais de toda a informação levantada (inclusive levantamentos de campo) divididos em pastas conforme temas e em formato que permitiu a visualização e processamento em software de SIG.

A base de dados ofereceu subsídios para a elaboração dos estudos, além de poder ser disponibilizada publicamente como fonte de

consulta por interessados nos temas abrangidos.

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 softwares ArcMap apresentando mapa em formato de impressão



Alteração do traçado e geometria na foz do Rio Gravataí junto ao Lago Guaíba, anos 1940
(Fonte: Transcrito de AEBA/2013)

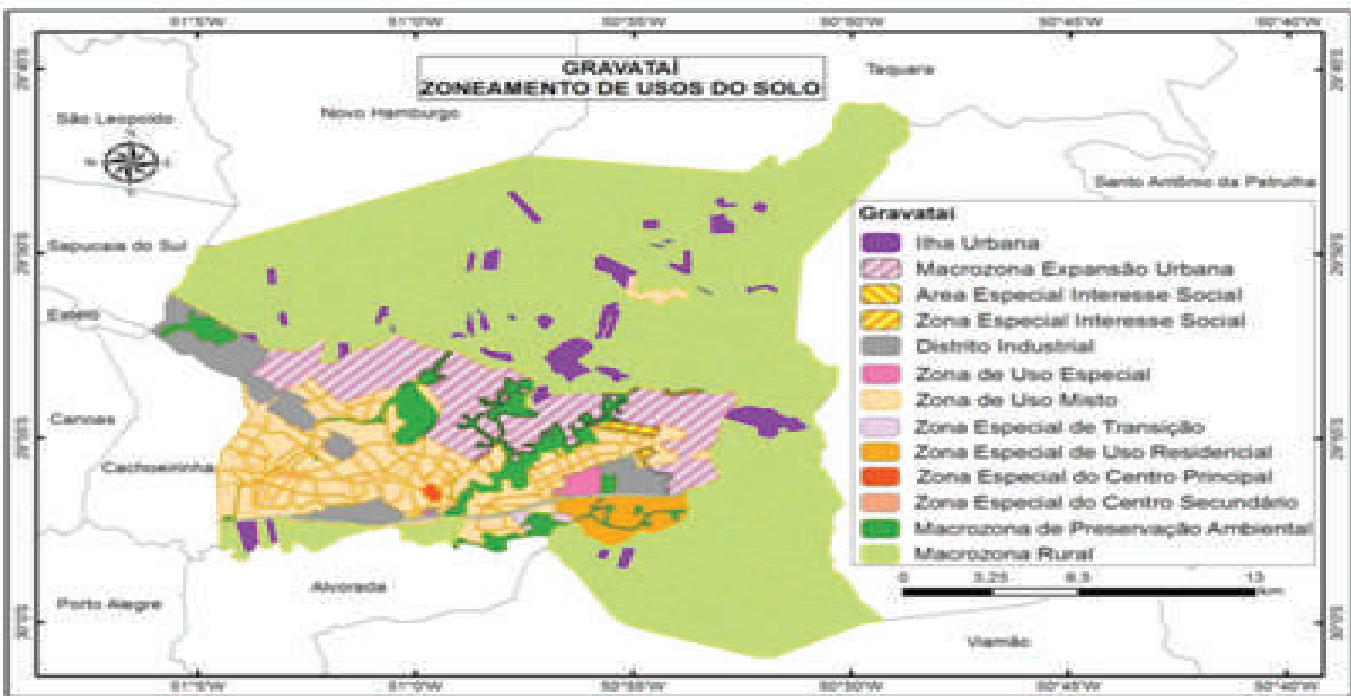
DIAGNÓSTICO

O diagnóstico identificou os principais impactos negativos das inundações ribeirinhas, consequentes do incremento acelerado da urbanização (cidade de fato e a cidade planejada), a situação dos sistemas de água e esgoto existentes e planejados, da coleta e tratamento dos resíduos sólidos, da drenagem urbana e da carência hídrica (conflitos de uso), bem como das questões ambientais, principalmente associadas às alterações do ecossistema Banhado Grande, contexto de crescente antropização da Bacia.

Foram abordados os principais estudos existentes em suas versões mais atualizadas, sempre que disponibilizados pelas instituições envolvidas e afins ao escopo em estudo.

Com base no diagnóstico foram apontadas as causas dos problemas e indicadas prováveis linhas de elaboração dos cenários.

Ao final, foram apresentadas as considerações finais e conclusões referentes ao diagnóstico dos problemas de inundações e disponibilidade hídrica na bacia do Rio Gravataí.



Zoneamento do uso e ocupação do solo na Bacia



Rio Gravataí retificado - (Canal DNOS)
Ricardo L. Dobrovolski - janeiro/1984

LEVANTAMENTO DE CAMPO

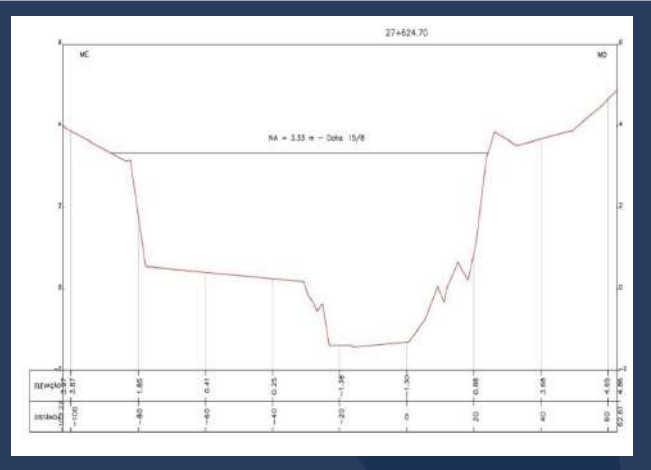
LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO

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

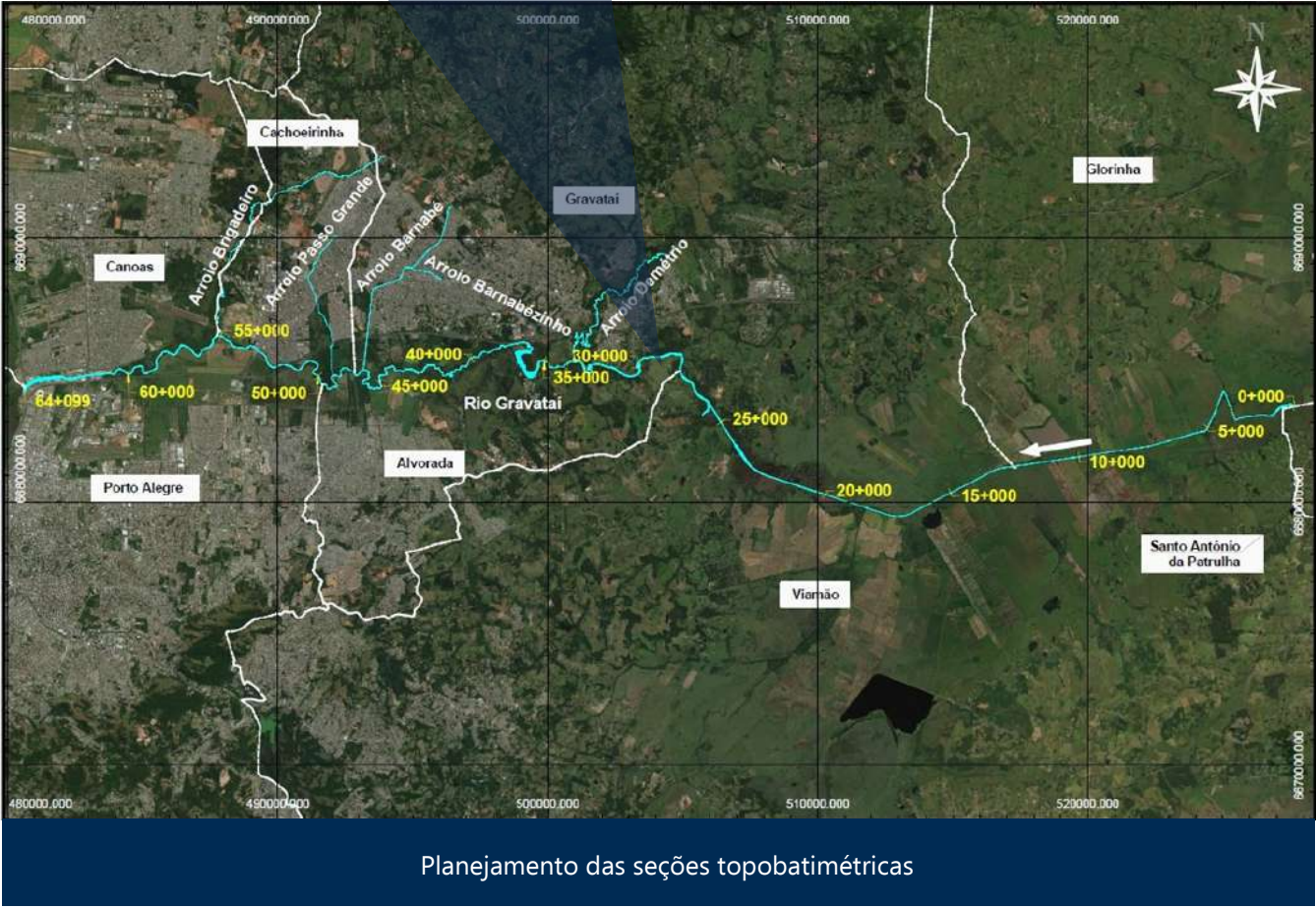
A maioria destas seções, foram levantadas

junto ao fluxo do curso d’água principal e outras tantas no curso de alguns tributários, na quantidade limitada pelo Termo de Referência e com localização definida pela hierarquia das suas respectivas áreas de influência.

Assim, foram executados os seguintes quantitativos de levantamentos topobatimétricos:



Quantitativos topobatimetricos	
Localização das Seções	Extensão (m)
Rio Gravataí	131.680
Arroio Barnabé	5.701
Arroio Barnabezinho	1.367
Arroio Demétrio	1.304
Arroio Passo Grande	2.405
Total	143.333



Planejamento das seções topobatimétricas

LEVANTAMENTO DE CAMPO

LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO

O intuito deste produto foi o mesmo do levantamento topobatimétrico, ou seja; prover 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.



Planejamento aerofotogramétrico



Imagem aerofotogramétrica da Região

ESTUDOS HIDROLÓGICOS

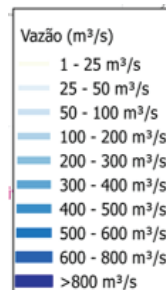
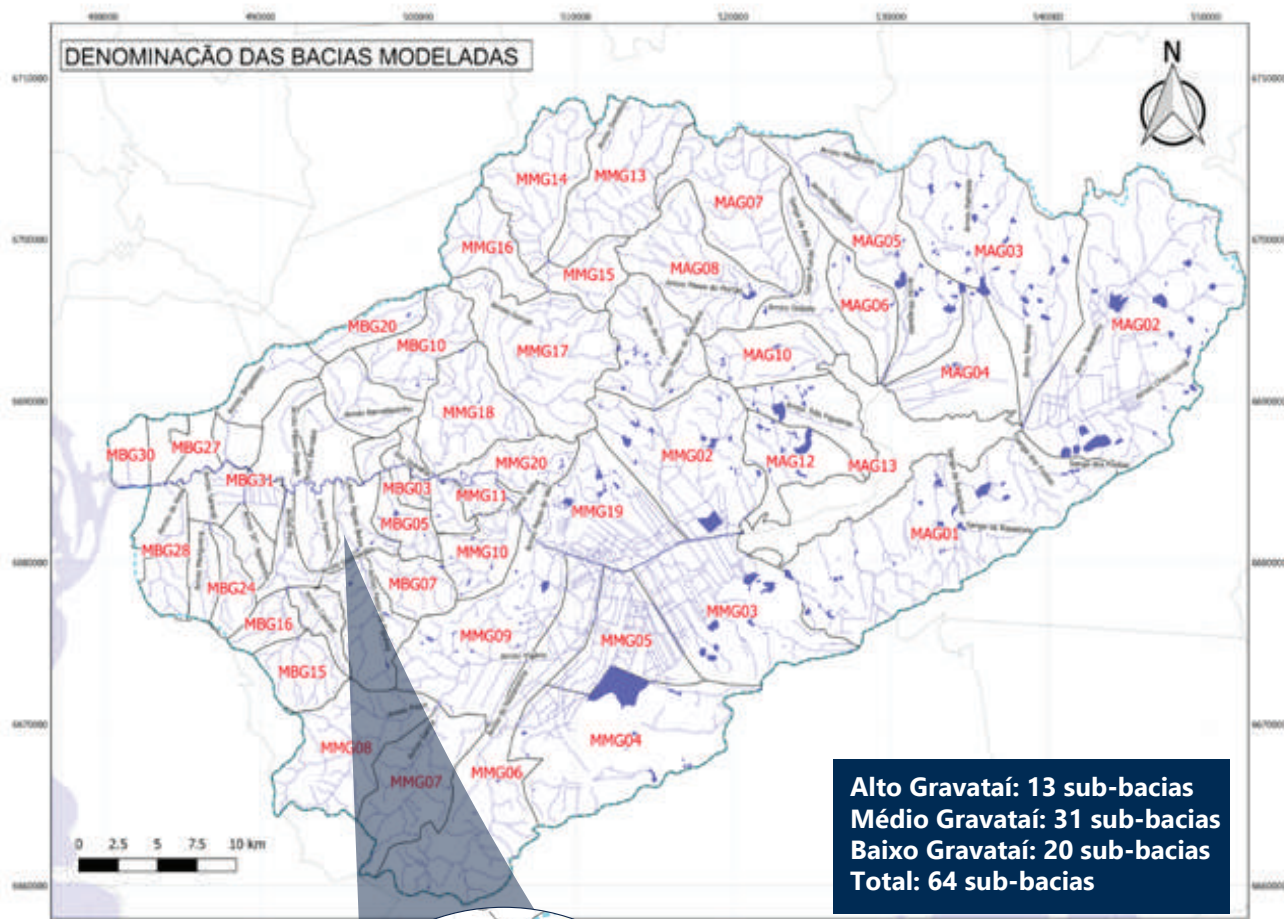
Foi elaborado estudo de modelagem hidrológica computacional para identificar e quantificar os eventos de cheias e estiagens na Bacia e consta de:

- 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 é 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 Gravataí foi dividido em sub-bacias.



Vazões nas Sub-bacias

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.

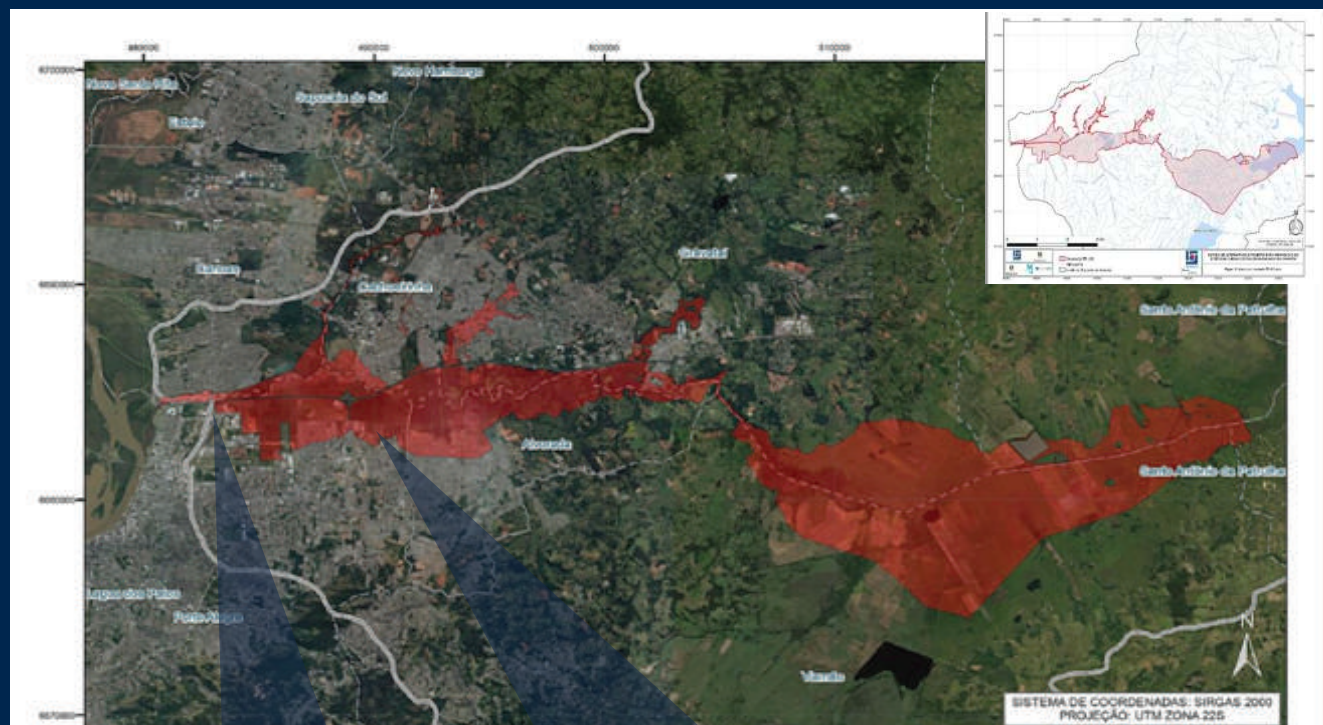
A simulação hidráulica foi realizada considerando a situação atual.

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

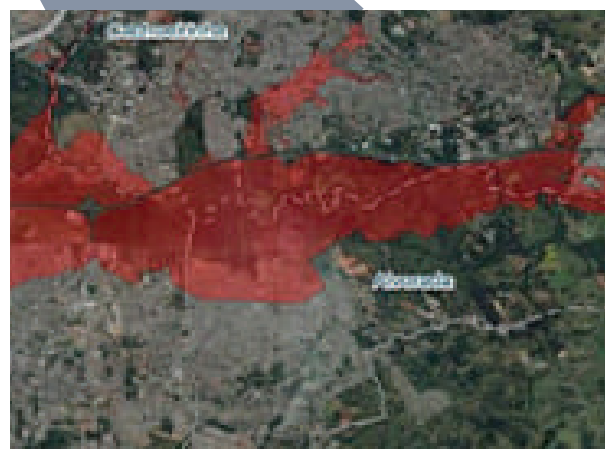
máximas de projeto na Bacia, levando-se em conta as obstruções ao escoamento, a geometria da calha principal, extravasamentos para a planície de inundação e efeitos de jusante.

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

MAPAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO GRAVATAÍ



Mancha de inundação para tempo de recorrência de 100 anos



CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES - CHEIAS

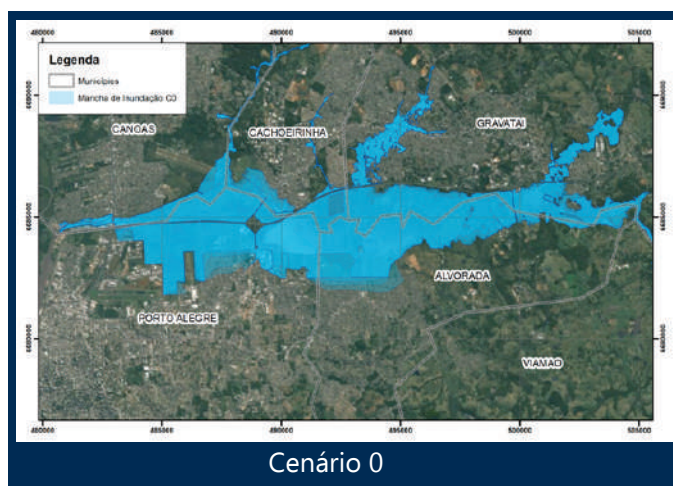
Foram propostos três cenários com diferentes combinações entre medidas estruturais e não estruturais.

Em todos eles foi projetado o cenário futuro tendencial de crescimento urbano considerando a expansão territorial na bacia dentro desse horizonte e, implementadas as intervenções para a análise dos benefícios e posterior análise de viabilidade.

Tal fenômeno, além de alterar o comportamento hidrológico da bacia, aumentando a magnitude dos eventos de cheia, também implica em um aumento da população exposta às cheias caso não se tome nenhuma providência para a mitigação dos impactos.

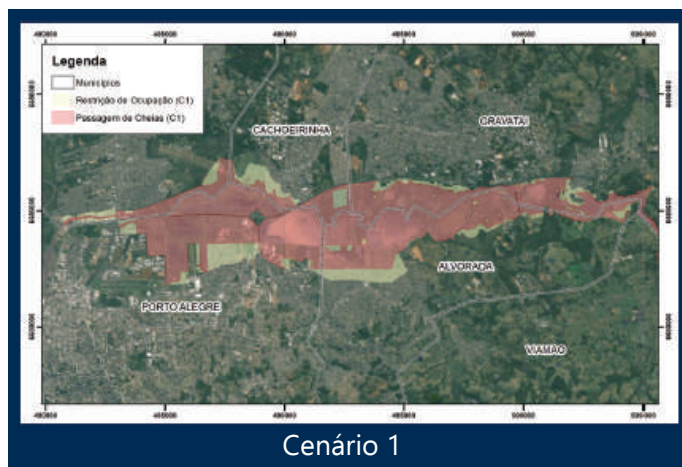
Cenário 0 – Convívio com as cheias na Bacia

- Onde não foi previsto nenhum tipo de medida, tanto estrutural como não estrutural.



Cenário 1 - Implementação de alternativas não estruturais

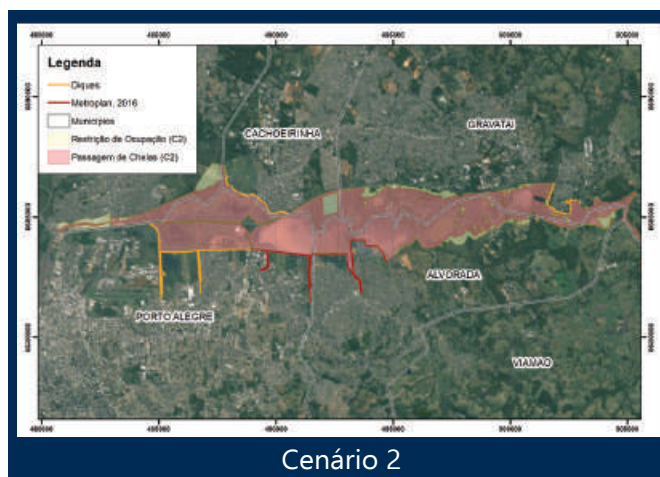
- Onde foi proposta a desapropriação de propriedades referentes às populações em risco através do zoneamento das áreas inundáveis.



Cenário 2 – Implementação de alternativas estruturais e não estruturais

- Nesta alternativa foi proposta a implementação de diques de proteção contra cheias nas regiões mais expostas ao risco, desde que constatada sua viabilidade técnica.

- Em conjunto, foi prevista a desapropriação das propriedades de populações em risco através do zoneamento das áreas inundáveis onde não é indicada a utilização de diques de proteção por causar impactos a outras regiões da bacia.



Nestes 2 Cenários que contemplam intervenções também foi proposto:

- A expansão da cobertura do sistema de monitoramento, previsão e alerta de desastres naturais para a minimização dos impactos sociais causados pelas cheias;

- A implementação de sistemas de seguro de cobertura de inundações.

CENÁRIOS DE INTERVENÇÕES - CHEIAS

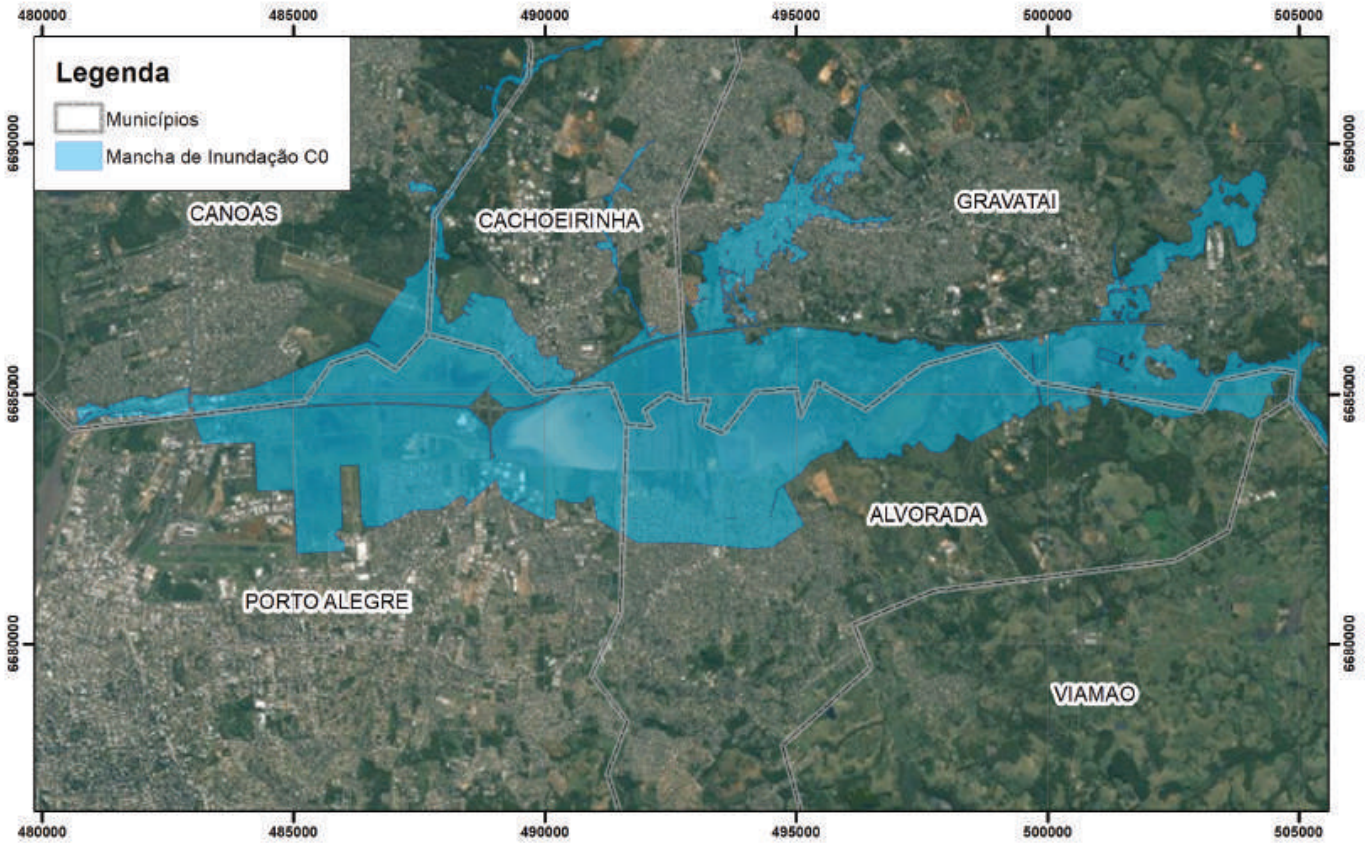
CENÁRIO 0

Para análise dos impactos causados pela evolução da ocupação na bacia, foi necessário projetar o cenário futuro tendencial de crescimento urbano, considerando a expansão territorial e o aumento das vazões de cheias na bacia, para o período de 30 anos.

Os resultados mostram que há impactos importantes provocados pela ocupação prevista no Cenário 0 (C0).

Nestas condições o prejuízo total para a Bacia foi calculado em R\$ 2,61 bilhões (VPL), a uma taxa de 12% a.a.

ÁREA EDIFICADA ATINGIDA PELA MANCHA DE INUNDAÇÃO COM TEMPO DE RECORRÊNCIA DE 100 ANOS		
Município	Soma de Área (m²)	Soma de Edificações
Alvorada	26.936	71
Cachoeirinha	348.684	2.908
Gravataí	158.033	1.210
Porto Alegre	836.898	4.890
Total geral	1.370.573	9.079



Mancha de inundação C0 - Tendencial