

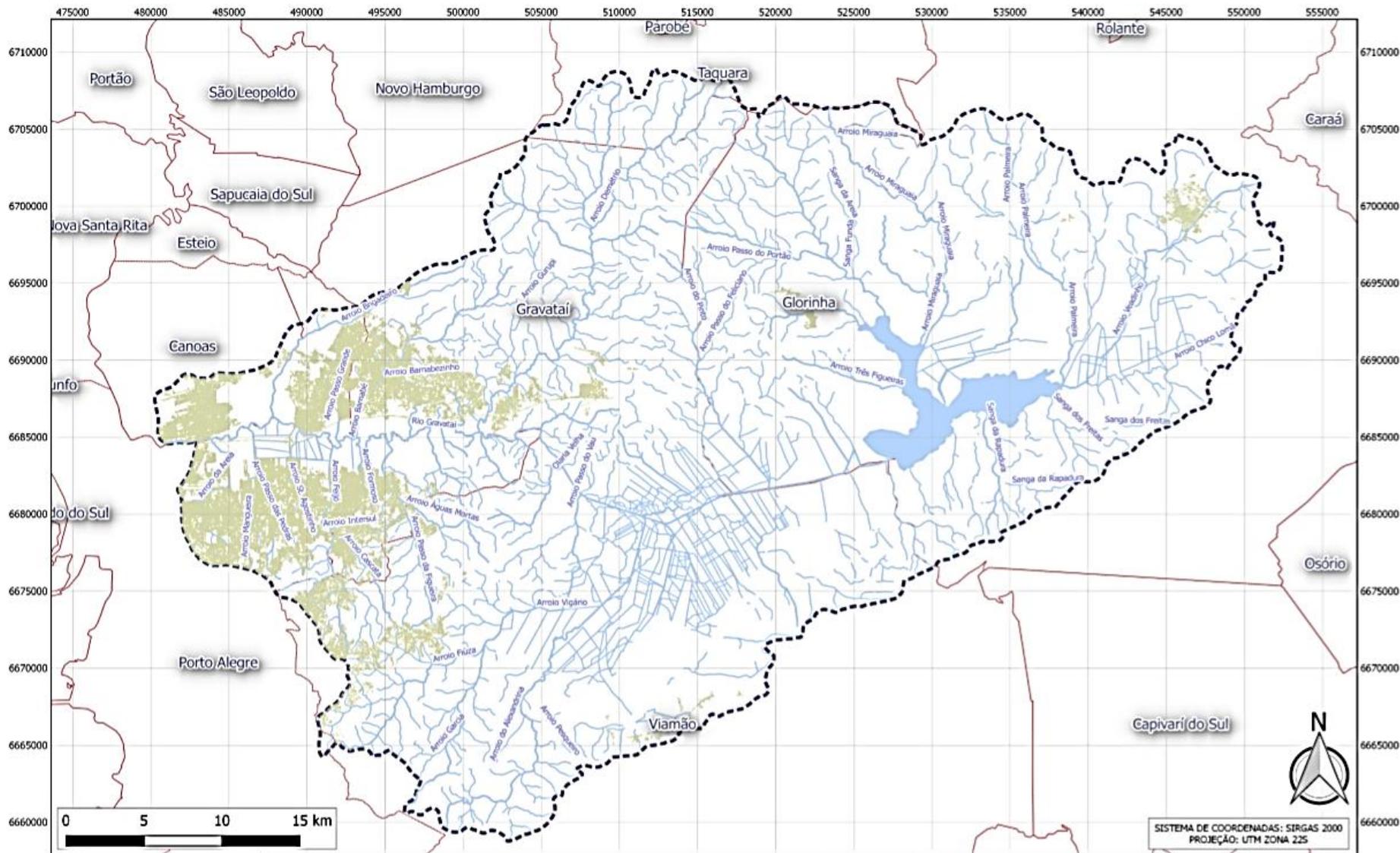
METROPLAN

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

APRESENTAÇÃO FINAL REUNIÃO PÚBLICA

Julho de 2018

ÁREA DE ABRANGÊNCIA



CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

- Rio Gravataí escoar para o Delta do Jacuí junto a RMPA;
- Bacia sujeita a inundações ribeirinhas e alagamentos;
- População da Bacia 1,255 milhões de hab;
- Sofre com a alternância de eventos de cheia e estiagem;
- Considerado maior conflito pelo uso das águas no RS;
- Bacia antropizada (urbanização/alteração do leito:20 km);
- Incremento da velocidade da onda de cheia (erosão);
- Drenagem de áreas planas do banhado Grande;
- Degradação do ambiente natural.

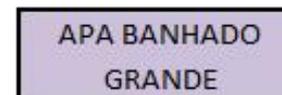
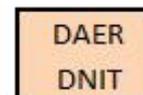
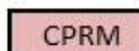
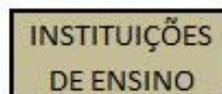
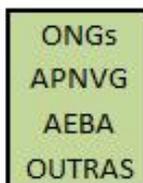
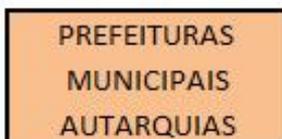
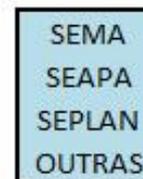
OBJETIVO E DIRETRIZES

- Realizar os estudos e projetos necessários para a gestão das inundações e estiagens na bacia do rio Gravataí, visando:
 - **Recuperação ambiental do sistema hídrico;**
 - **Segurança na oferta de água;**
 - **Gestão de enchentes;**

Os estudos de concepção desenvolveram os seguintes aspectos:

- A avaliação dos riscos (danos x probalilidades de ocorrência);
- Soluções estruturais e não-estruturais;
- Cenários atual e futuro;
- Alternativas Sustentáveis (econômicos, sociais e ambientais);
- Recuperação ambiental (lagoa Anastácias, Banhado Grande e canais);
- Análise de uso múltiplo das obras planejadas;
- Estudos e regularização das outorgas.

ENTIDADES ENVOLVIDAS



ATIVIDADES REALIZADAS

LISTA DOS PRODUTOS

PRODUTO N. 1 - Plano de Trabalho Consolidado

PRODUTO N. 2 - Relatório 1 - Apresentação do Plano de Trabalho

PRODUTO N. 3 - Relatório 2 - Apresentação do diagnóstico e cenários de intervenção

PRODUTO N. 4 - Relatório 3 - Apresentação do Plano de Ação.

PRODUTO N. 5 - Base de dados

PRODUTO N. 6 - Diagnóstico

PRODUTO N. 7 - Plantas e memorial descritivo das seções

PRODUTO N. 8 - Relatório da aerofotogrametria

PRODUTO N. 9 - Plantas e memoriais do cadastro da rede de drenagem

PRODUTO N. 10 - Relatório dos Estudos Hidrológicos

PRODUTO N. 11 - Relatório da Simulação Hidráulica e Mapas de Inundação

PRODUTO N. 12 - Projetos Conceituais dos Cenários de Intervenção

PRODUTO N. 13 - Análise de Viabilidade das Alternativas

PRODUTO N. 14 - Consolidação do Conjunto de Intervenções

PRODUTO N. 15 - Plano de capacitação e adequação dos serviços de gestão de águas pluviais nos municípios da bacia do rio dos Gravataí

PRODUTO N. 16 - Plano de Ação

PRODUTO N. 17 - Resumo Executivo

PRODUTO N. 18 - Relatório Final

FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES



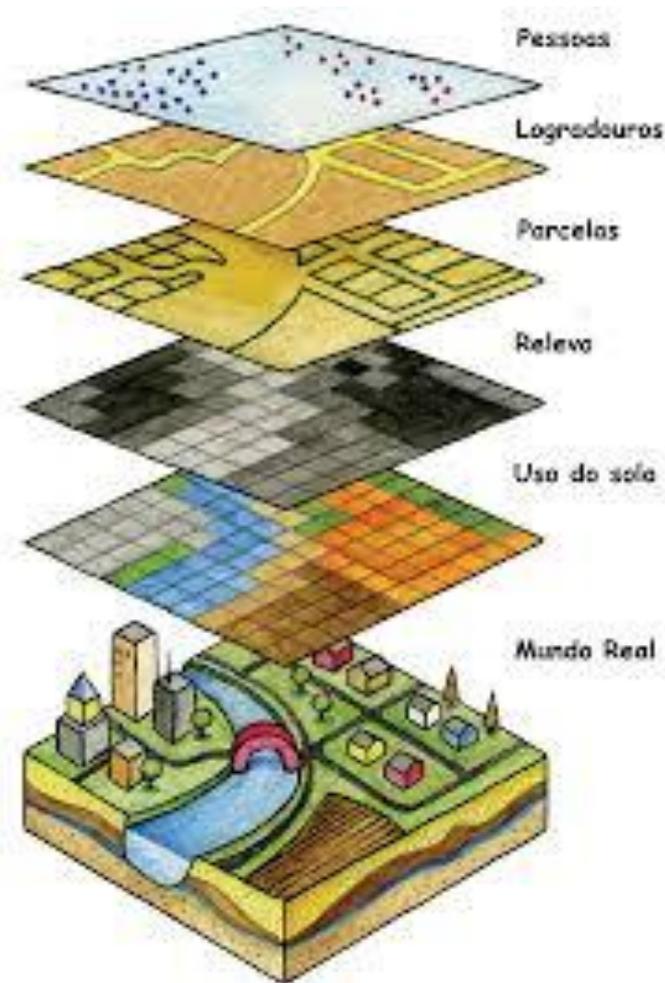
BASE DE DADOS

OBJETIVOS BASE DE DADOS

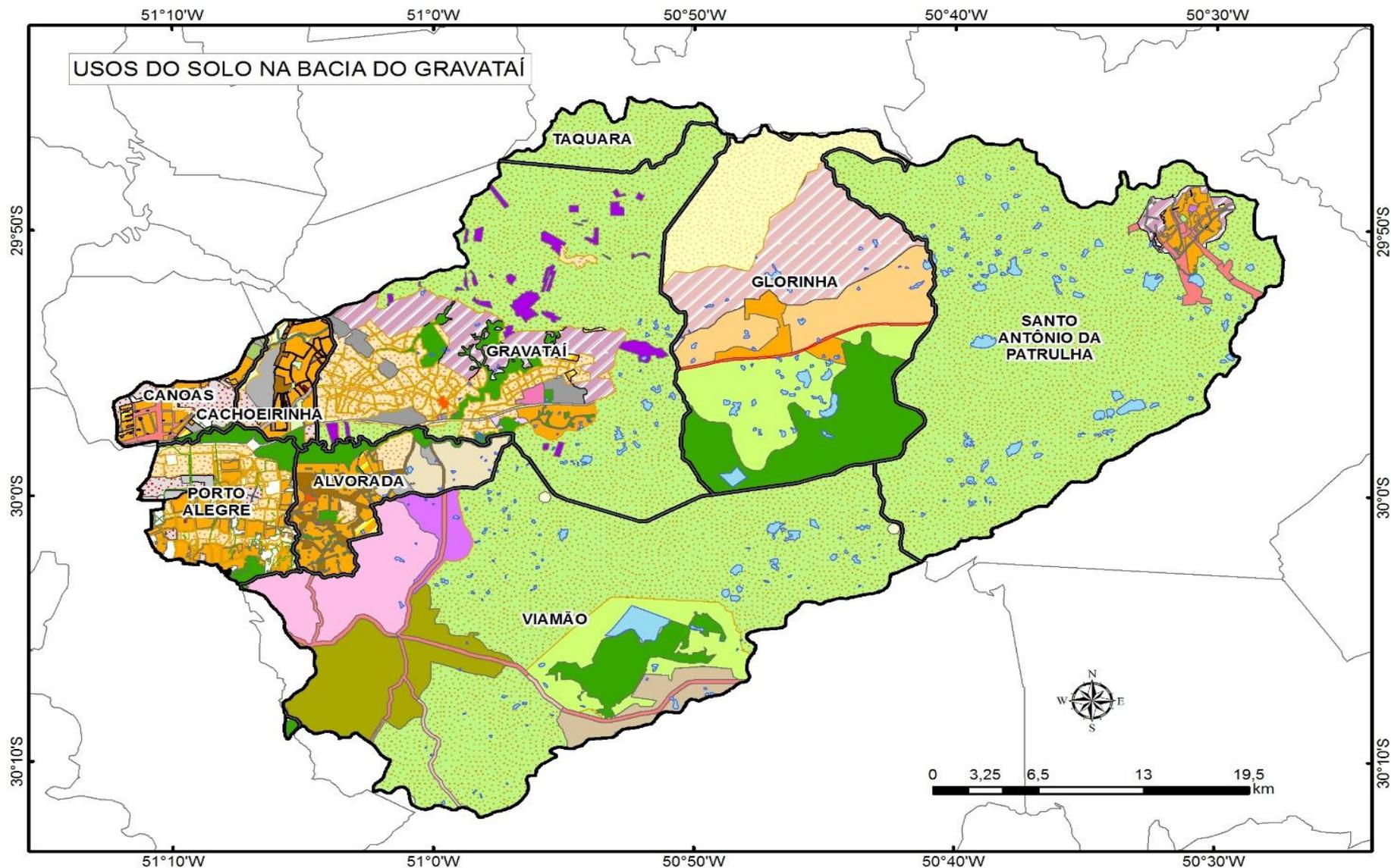
- Subsídios para a elaboração dos demais produtos.
- Disponibilizada publicamente para reuso por interessados nos temas abrangidos.
- Arquivos digitais de toda a informação levantada conforme temas e em formato que permite visualização e processamento em software de SIG.
- Produto - Mapas composto por diversas Camadas exibidas em dados vetoriais formato shapefile.

BASE DE DADOS

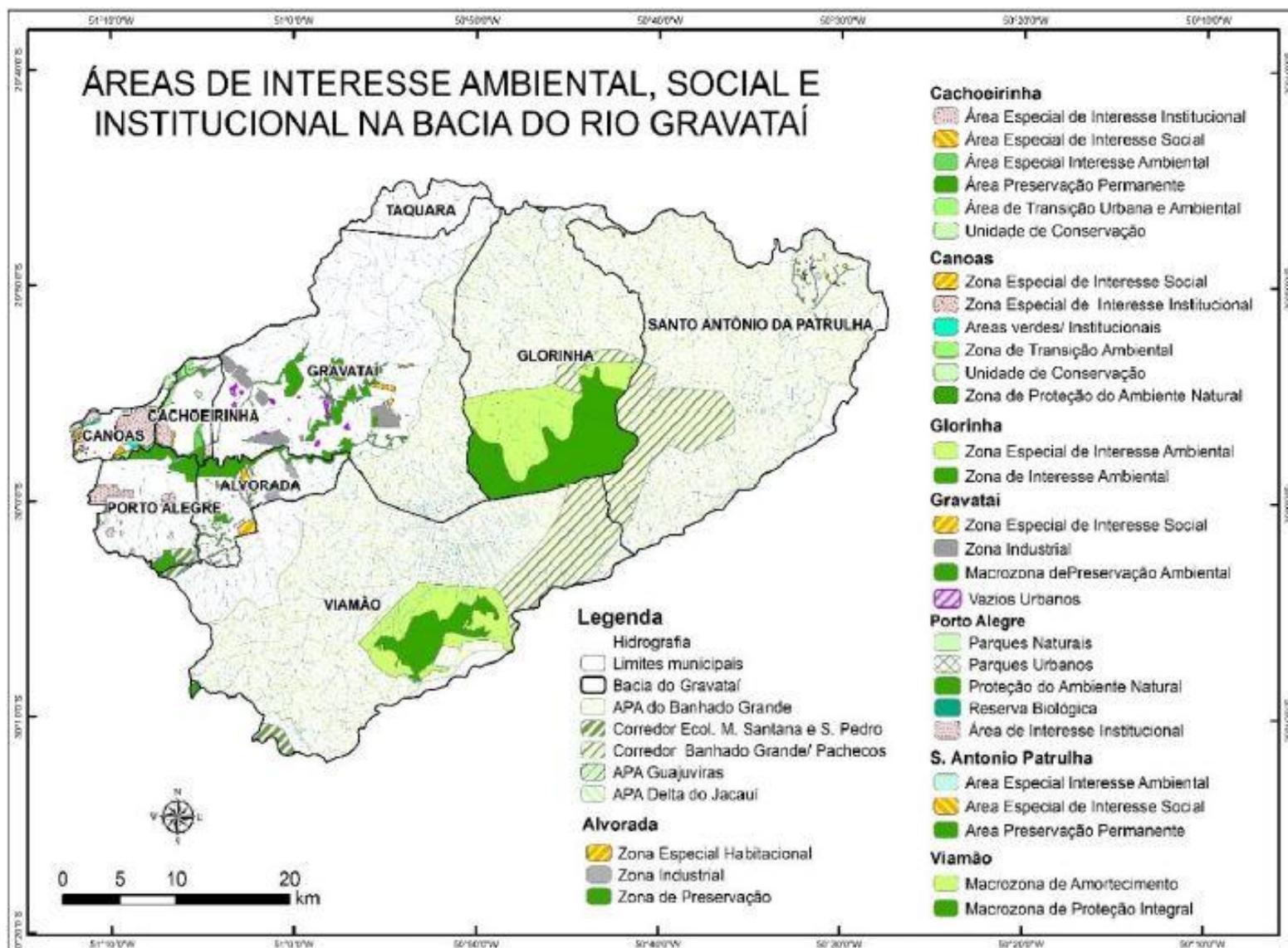
- Dados Físicos, Sociais, Ambientais e Econômicos
- Sub-Bacias de Planejamento - Segmentação;
- Vistoria: Inundação e Drenagem;
- Dados Demográficos
- Aspectos Institucionais
- Dados Hidrológicos



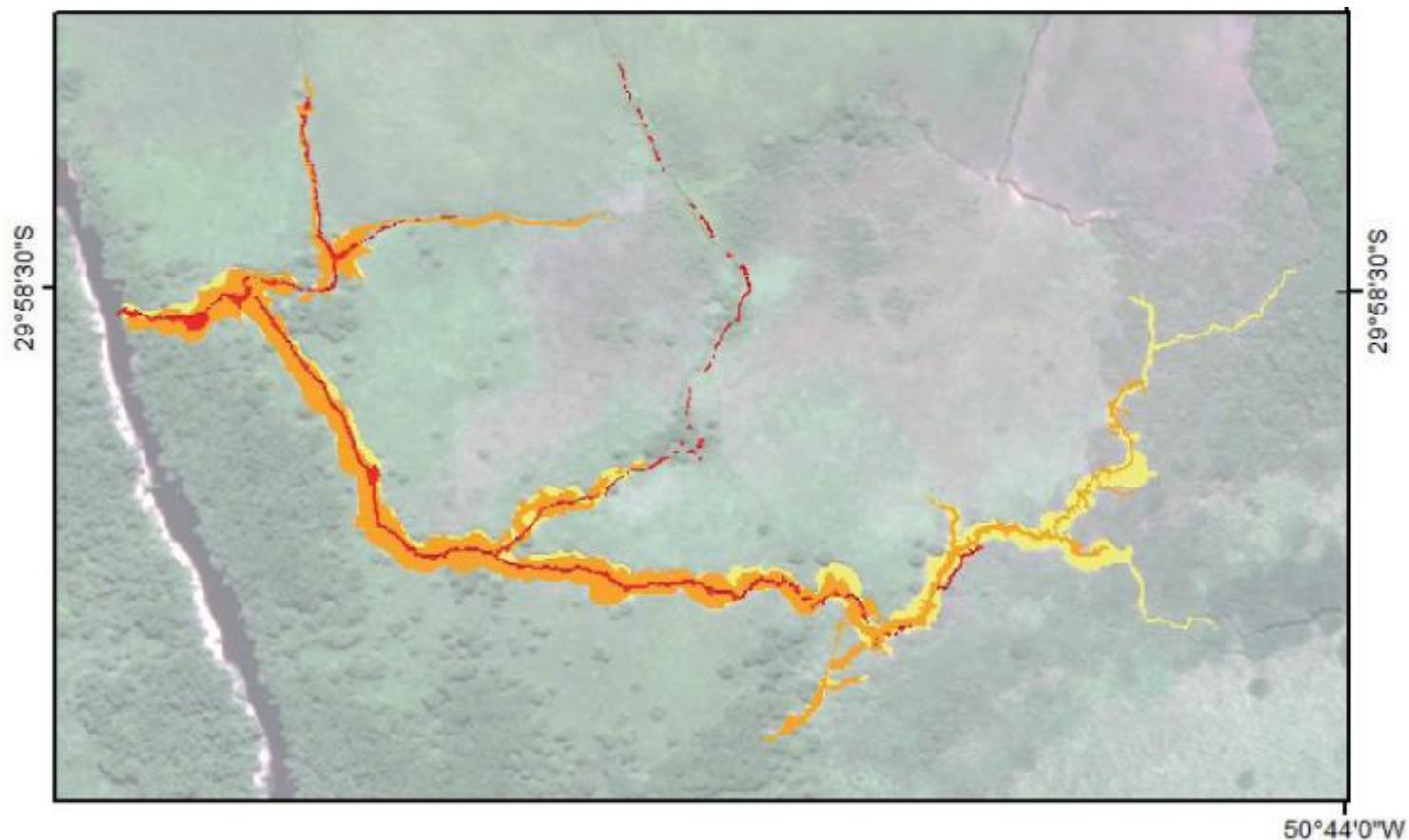
PLANEJAMENTO URBANO (ZONEAMENTO)



ÁREA DE INTERESSE AMBIENTAL, SOCIAL E INSTITUCIONAL



DEGRADAÇÃO AMBIENTAL BANHADO GRANDE



Legenda

-  Erosão em 14/11/2003
-  Erosão em 18/03/2010
-  Erosão em 05/03/2012



DIAGNÓSTICO

OBJETIVOS DIAGNÓSTICO

- Exame dos componentes relacionados a:
 - Drenagem urbana;
 - Inundações e estiagens;
 - Planejamento urbano;
 - Infraestrutura;
 - Demais serviços públicos e meio ambiente.
- Principais impactos negativos da urbanização.
- Questões ambientais, principalmente associadas às alterações do ecossistema Banhado Grande.

CHEIAS – JUN/2015



CONCLUSÕES

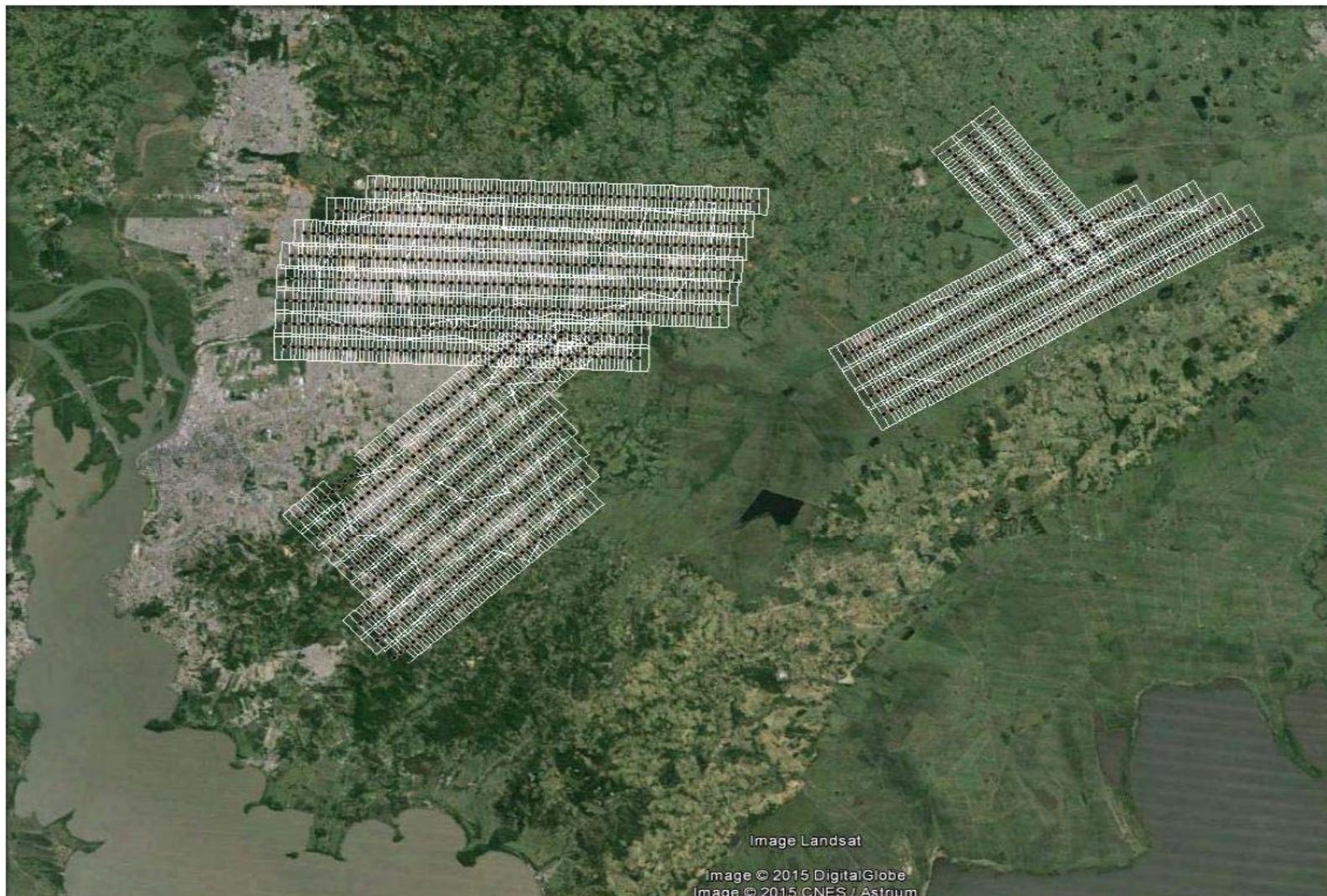
- Carência de ações estruturais ou não-estruturais para contribuir nas ações preventivas e de emergência.
- Necessidade de Zona de Passagem de Enchentes.
- Falta de planejamento integrado.
- Ausência de Planos Diretores de Drenagem na maioria dos municípios consolidados.
- Necessidade de ajustes das outorgas e implementação de um efetivo sistema de fiscalização e cobrança.
- Necessidade de recuperação de áreas originais do banhado, através da redução da rizicultura.
- Urbanização sobre as planícies de inundação.
- Processos erosivos regressivos.

AEROFOTOGRAMETRIA

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

- Fornecimento de **elementos de planialtimetria**.
- Fornecimento de **imagens ortorretificadas**.
- **Informação cadastral** e de altimetria servirá as etapas posteriores de anteprojeto, projeto básico e elaboração do plano diretor de drenagem.
- Permitirá uma homogeneidade na base de informação geográfica entre os municípios da bacia para fins de planejamento urbano e territorial metropolitano.

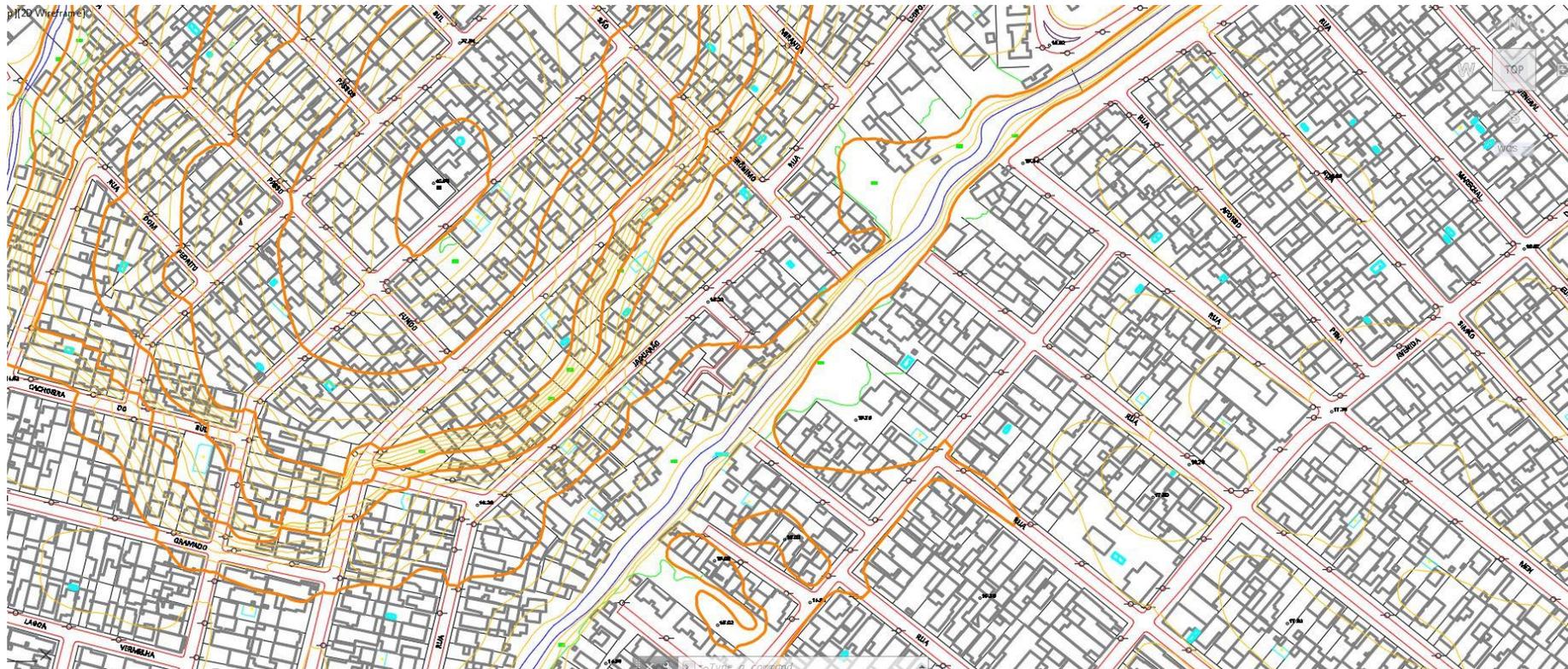
PLANO DE VÔO



ORTOFOTO



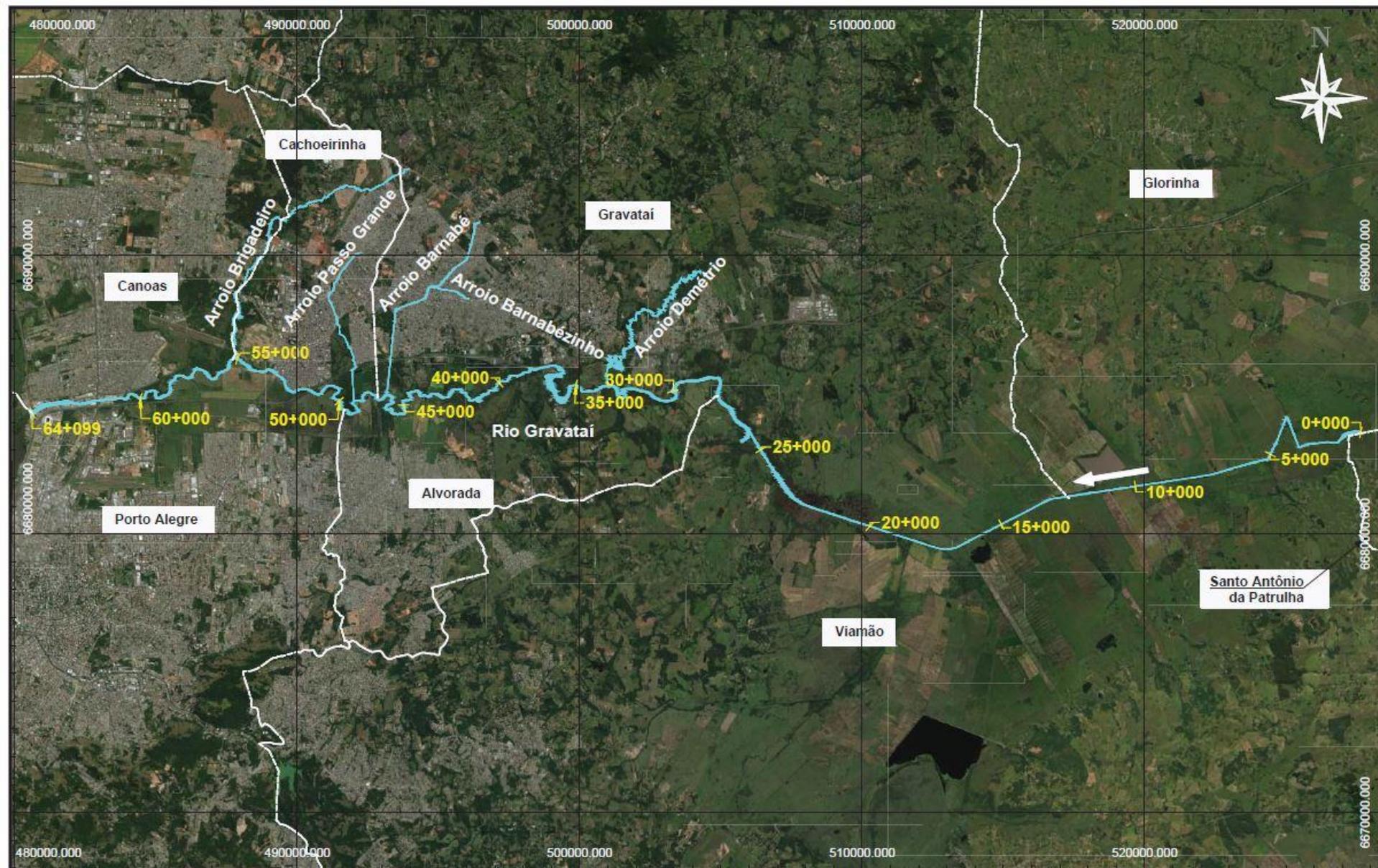
RESTITUIÇÃO PLANIALTIMÉTRICA

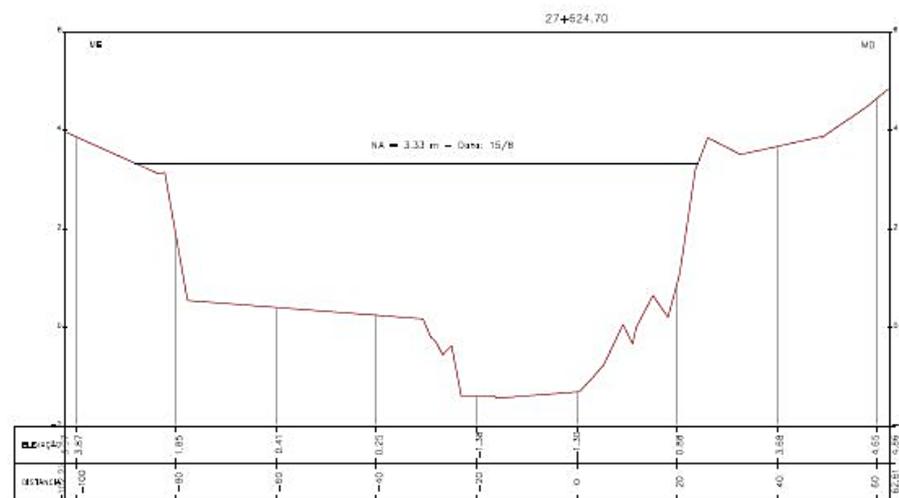
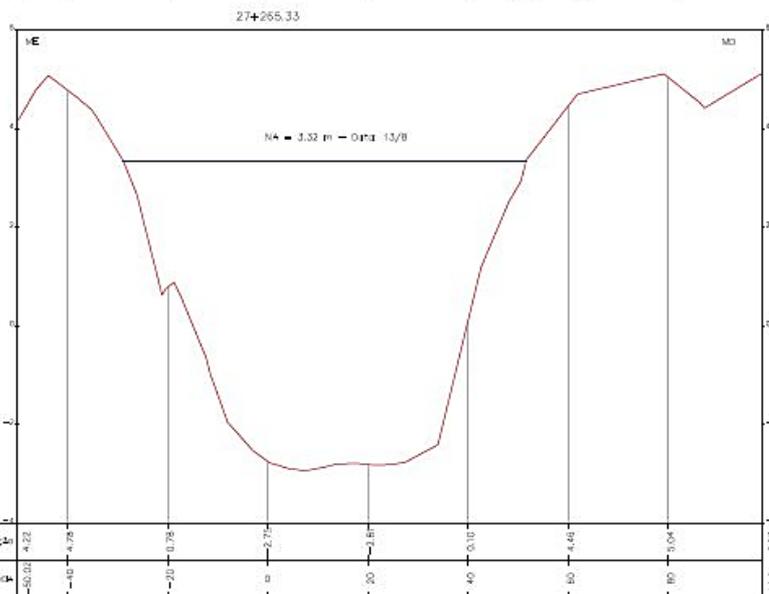
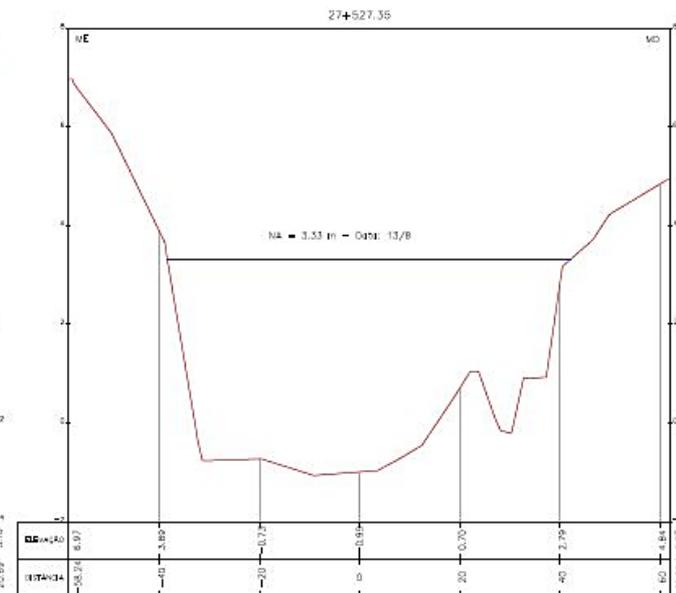
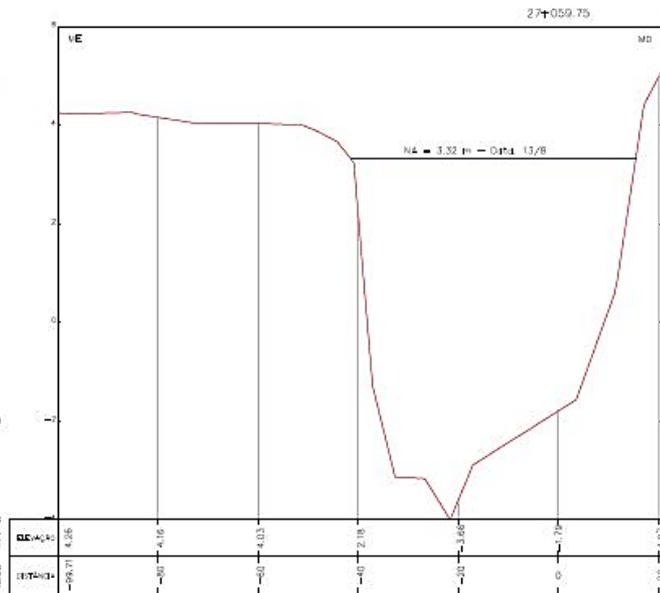
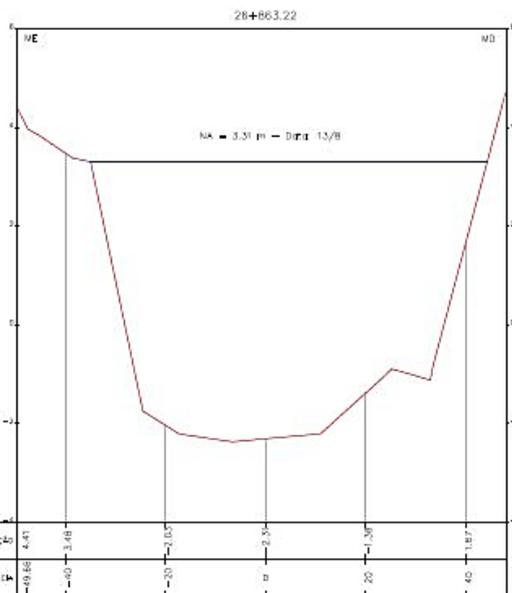


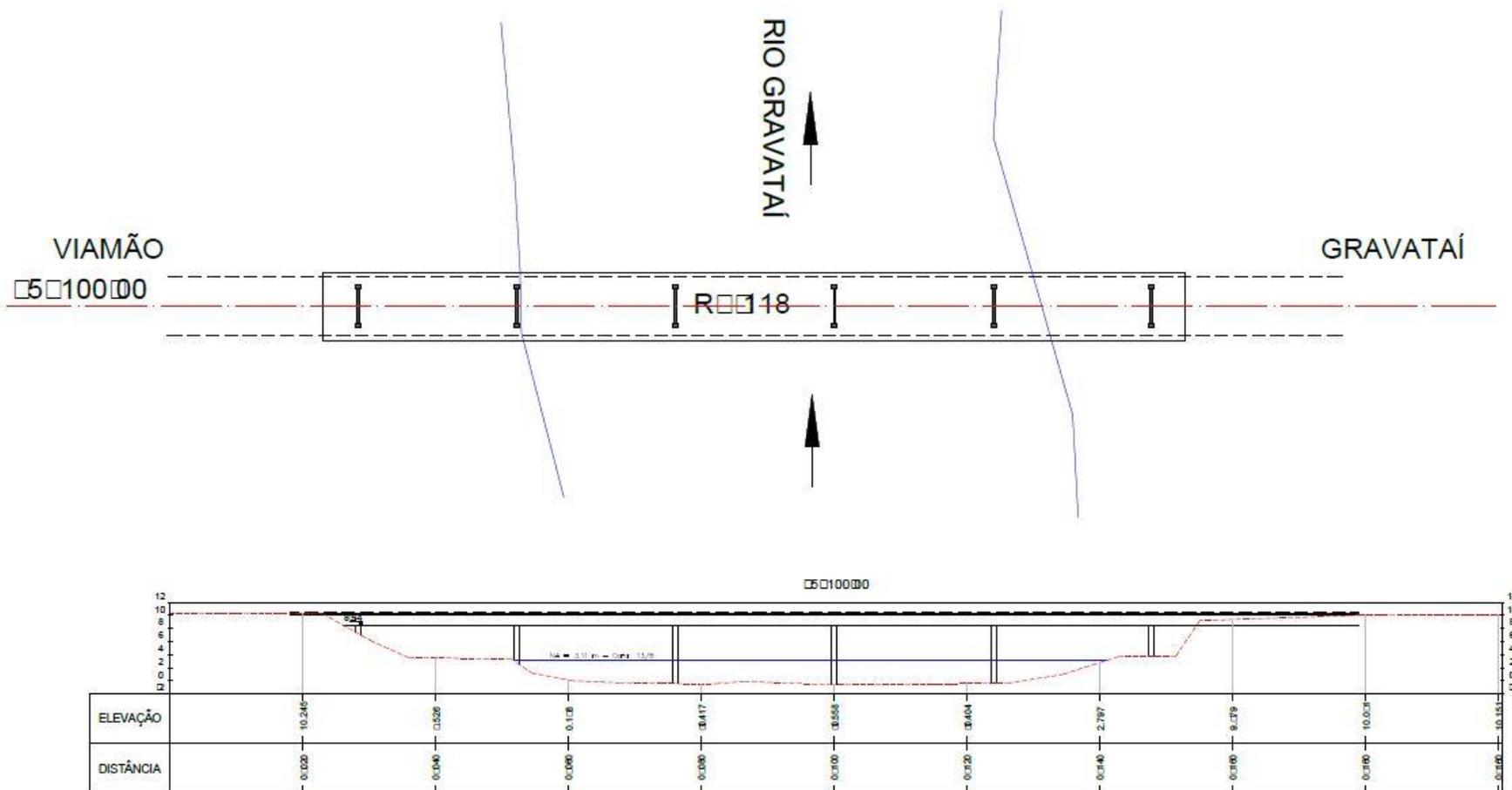
TOPOBATIMETRIA

QUANTITATIVOS

Localização das Seções	Extensão (m)
Rio Gravataí	131.680
Arroio Barnabé	5.701
Arroio Barnabezinho	1.367
Arroio Brigadeiro	876
Arroio Demétrio	1.304
Arroio Passo Grande	2.405
Total	143.333



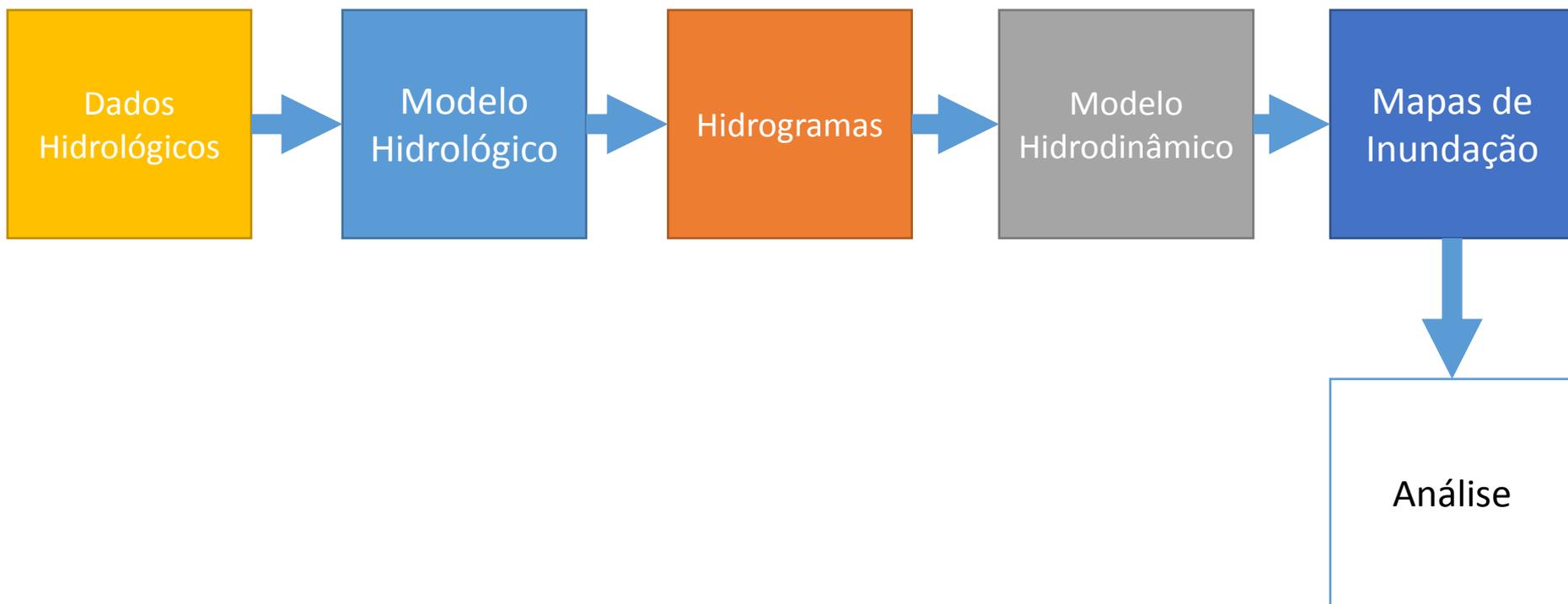




SIMULAÇÕES

HIDROLÓGICAS E HIDRODINÂMICAS

MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRODINÂMICA



MODELAGEM HIDROLÓGICA

Conhecimento da distribuição espacial e temporal dos eventos de

- **cheias**

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



Eventos mais extremos

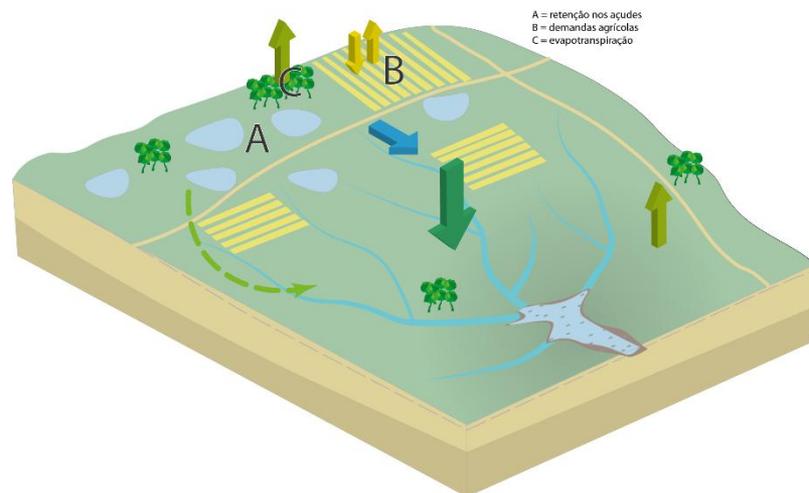
- **estiagens**

Vazões com 85%, 90%, 95% e 99% de excedência



Critérios mais rígidos

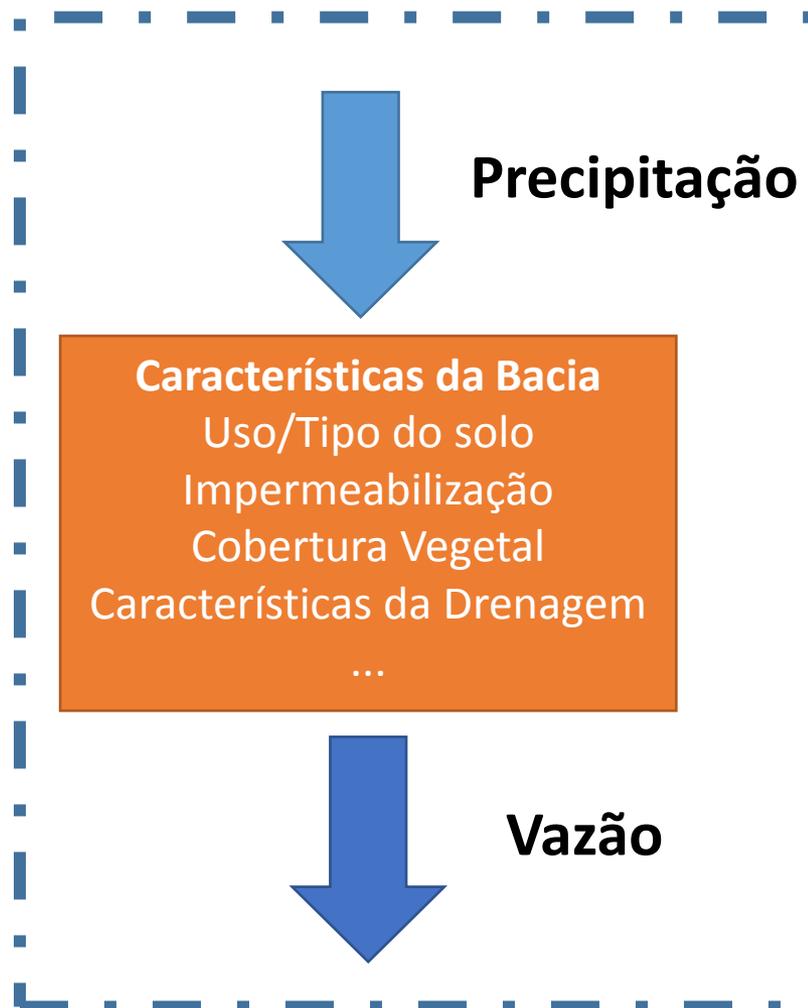
MODELO HIDROLÓGICO



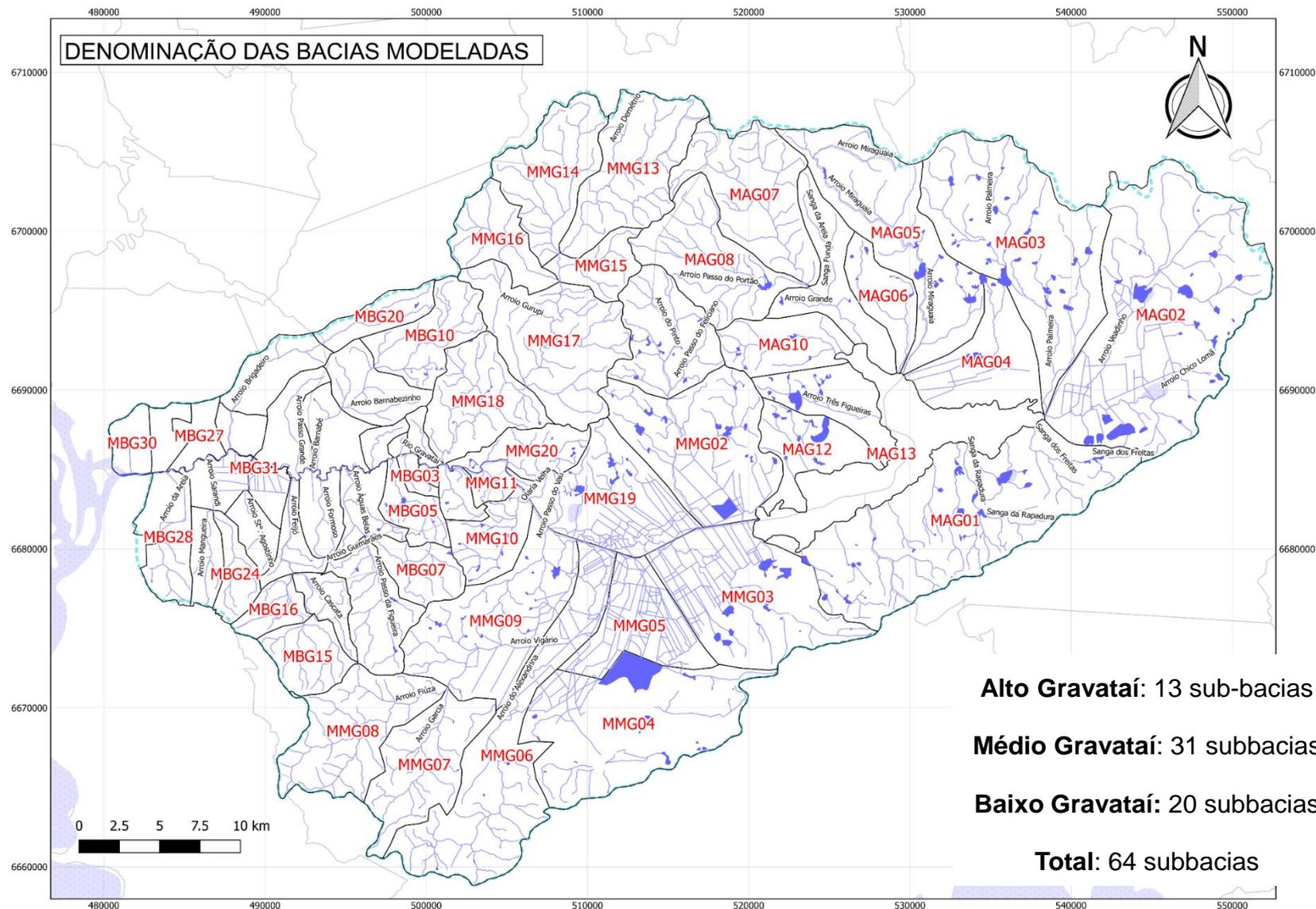
HEC-HMS

Modelo para cheias: SCS

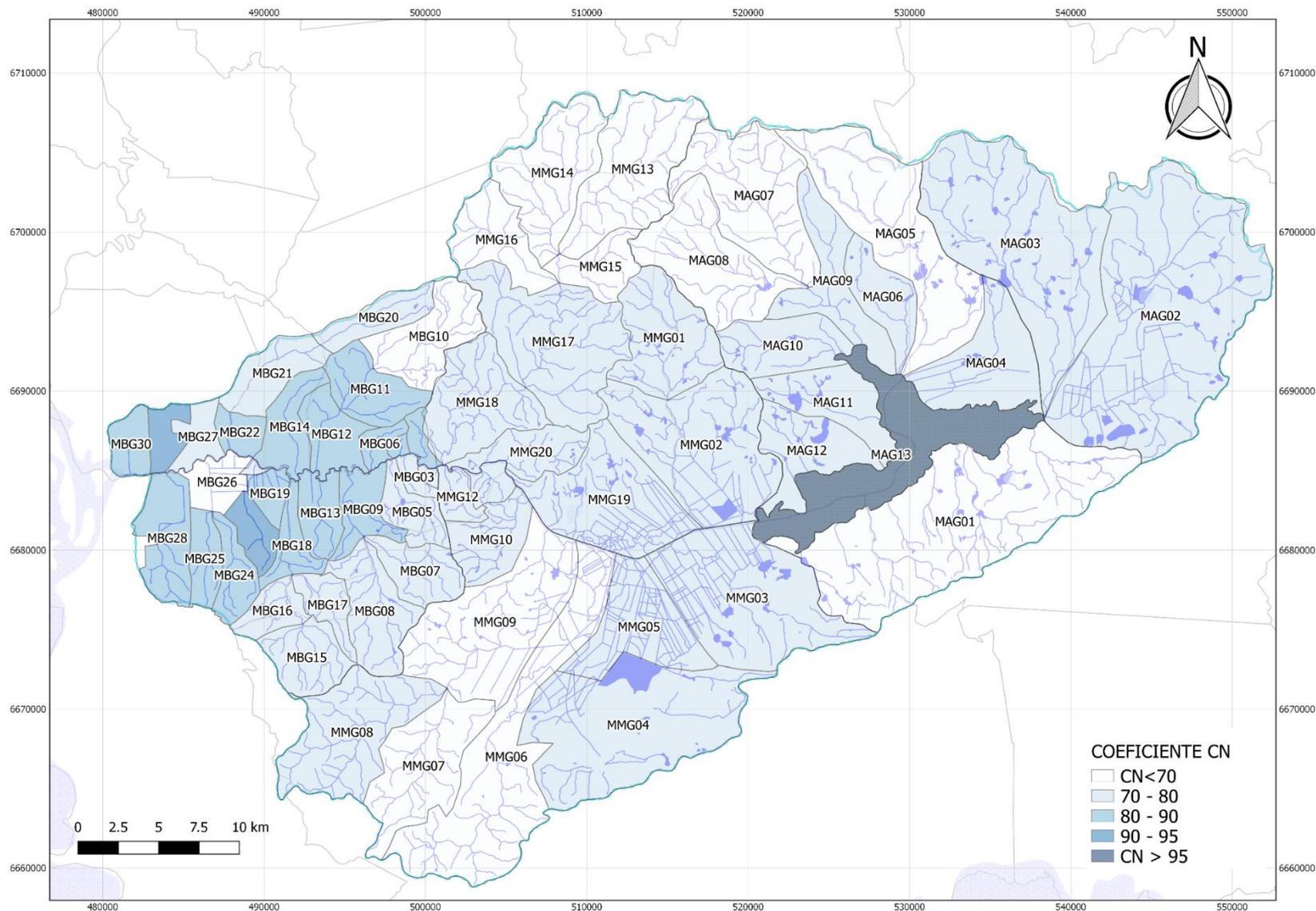
**Modelo para estiagem: SMA (Soil
Moisture Accounting)**



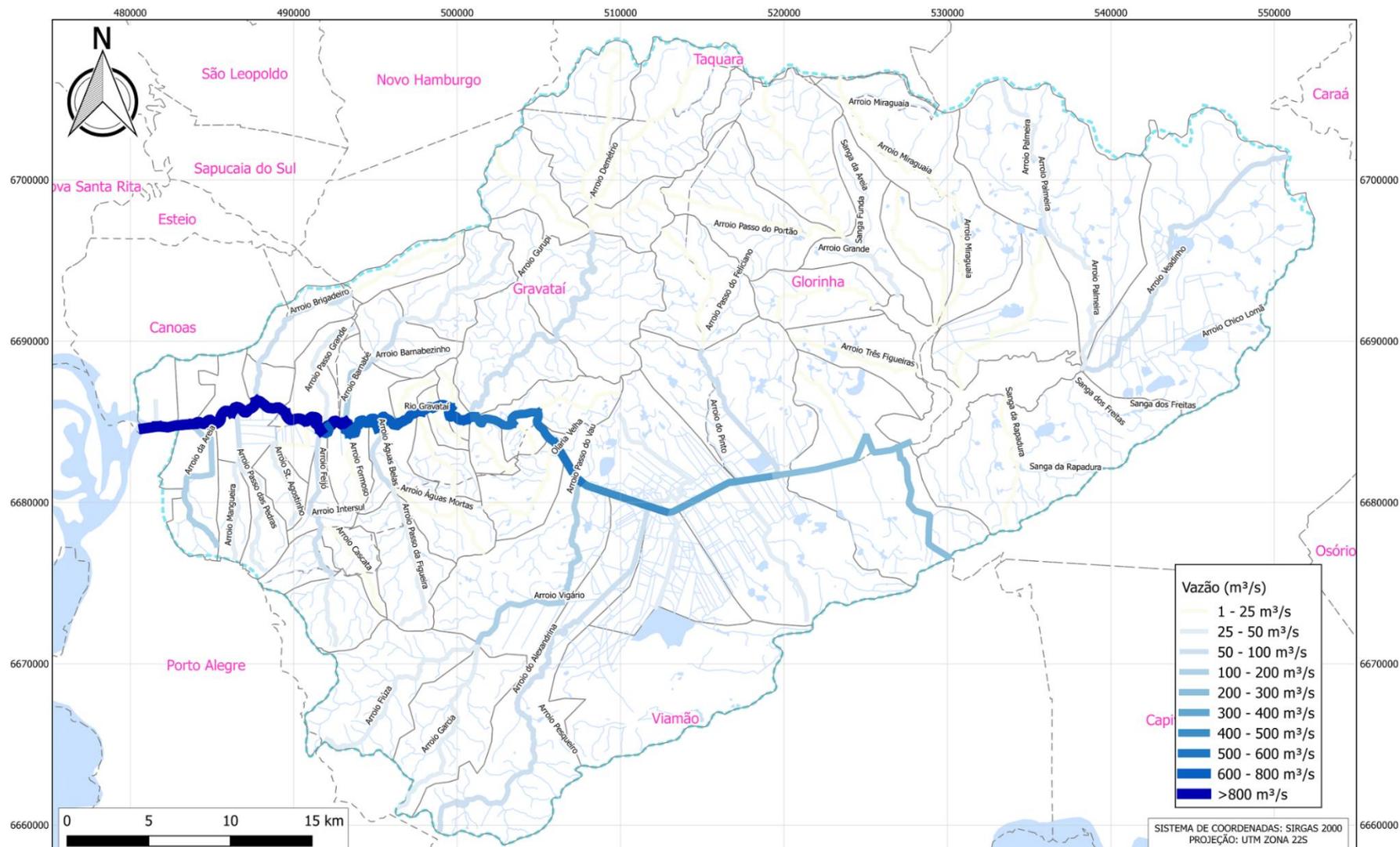
DISCRETIZAÇÃO (SUBBACIAS)



DISCRETIZAÇÃO (SUBBACIAS) – PARÂMETROS (exemplo)

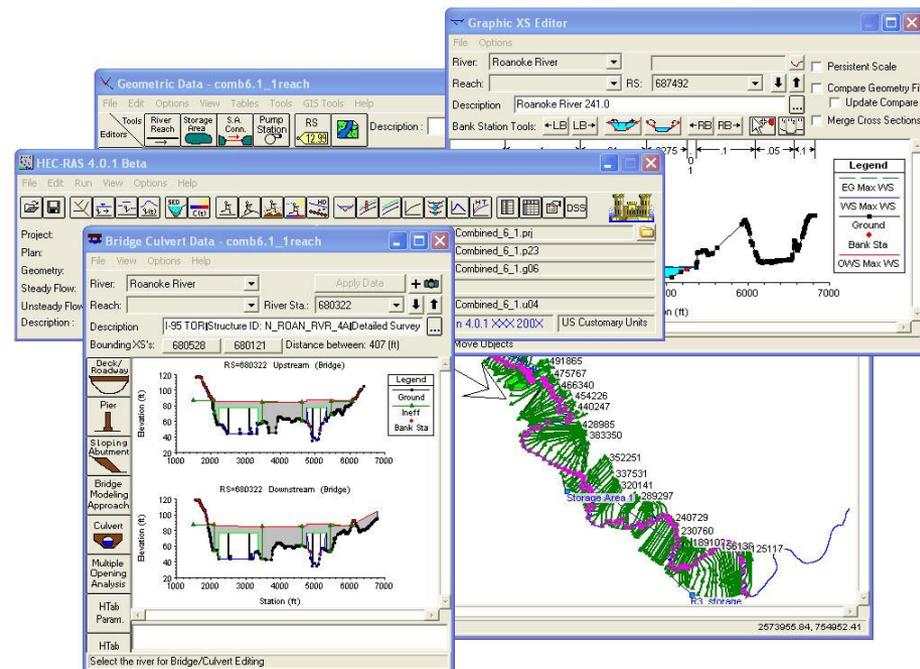


RESULTADOS

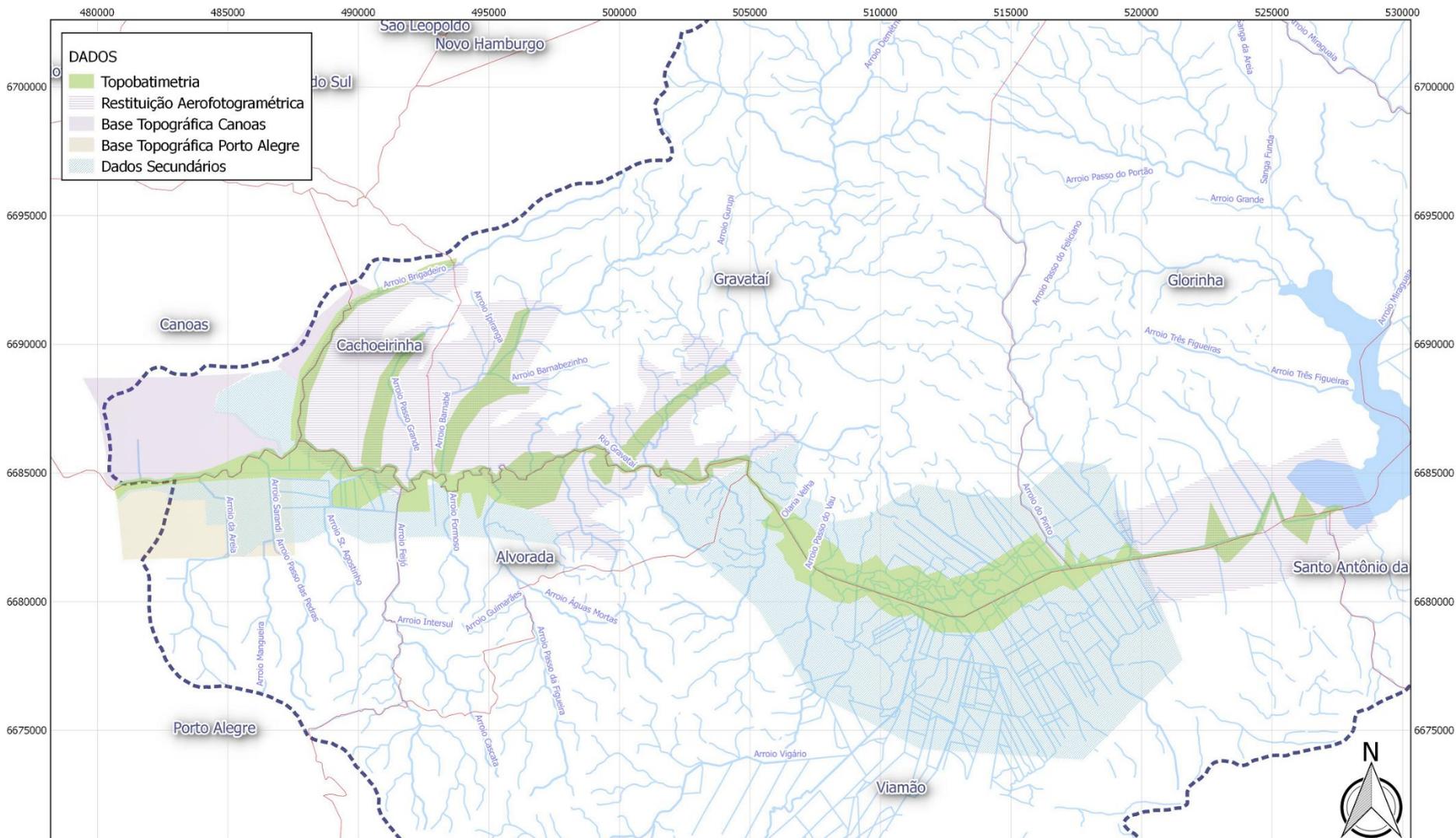


MODELO HIDRODINÂMICO

- **Modelo utilizado: HEC-RAS**
- Vazão => Nível (velocidade)
- Ferramenta para simular a hidráulica do escoamento no trechos a serem estudados
- Permite realizar a simulação em 1D (ideal para geometrias de canais mais simples) ou 2D (melhor para geometrias de canais mais complexas)



MODELO HIDRODINÂMICO



MODELO HIDRODINÂMICO

PRODUTO SIMULAÇÕES

Eventos Extremas
(Cheias)

Condições de
Contorno

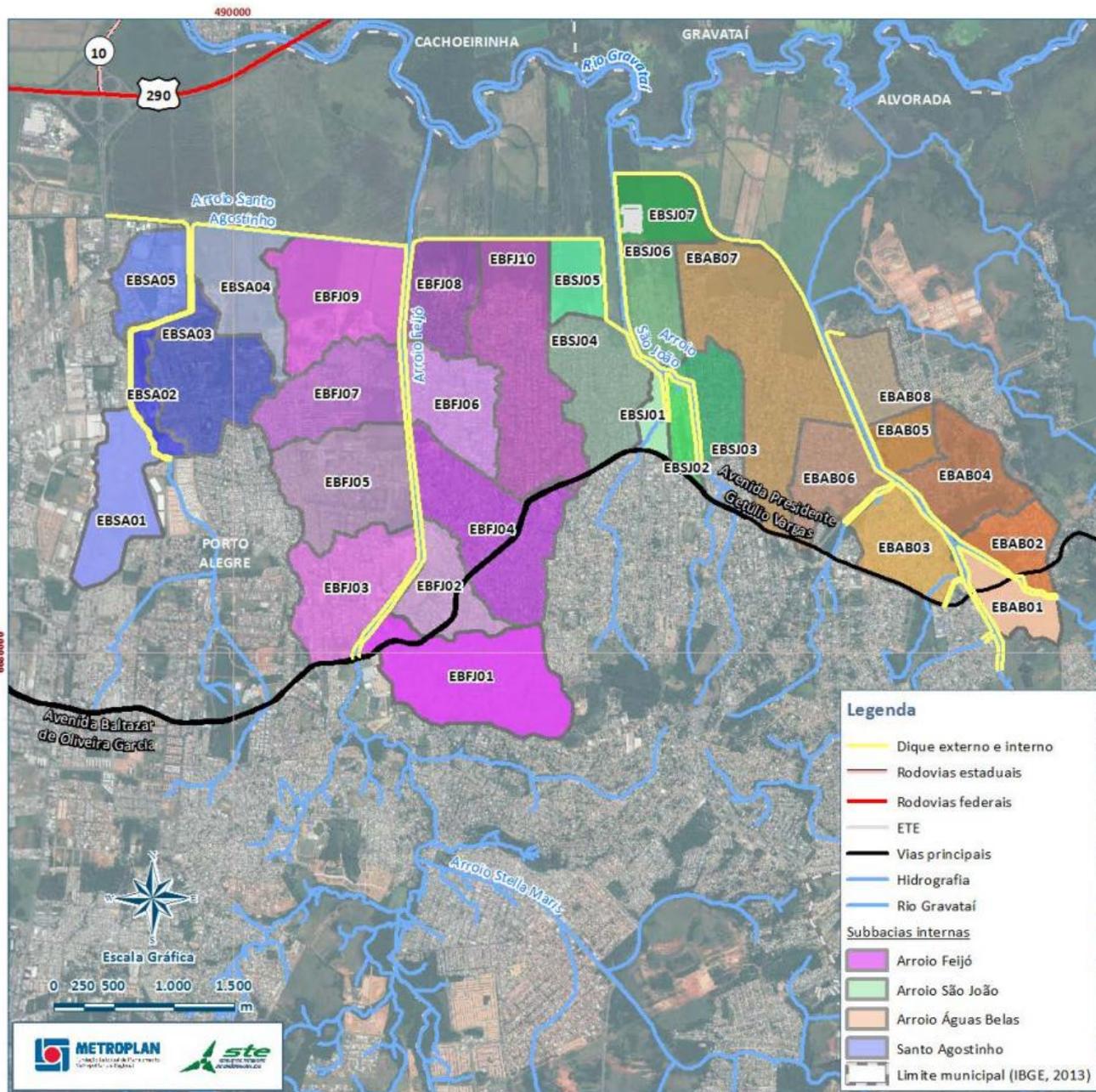
MODELO
HIDRODINÂMICO

Mapas definindo ÁREAS x RISCO
ASSOCIADO À OCORRÊNCIA DE
INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS
(Riscos - Profundidade -
Velocidades)

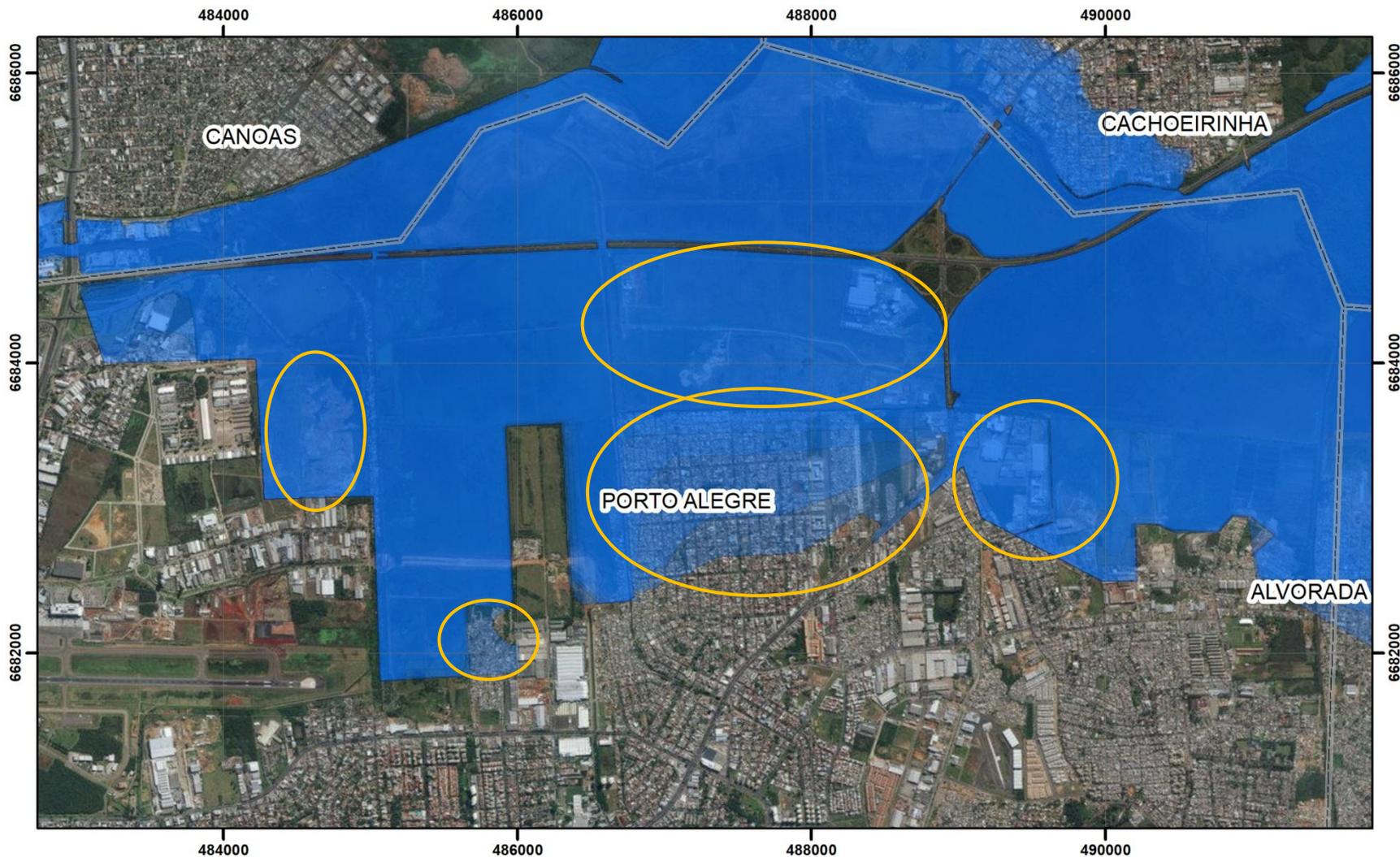
CHEIAS

DIAGNÓSTICO (CENÁRIO 0)

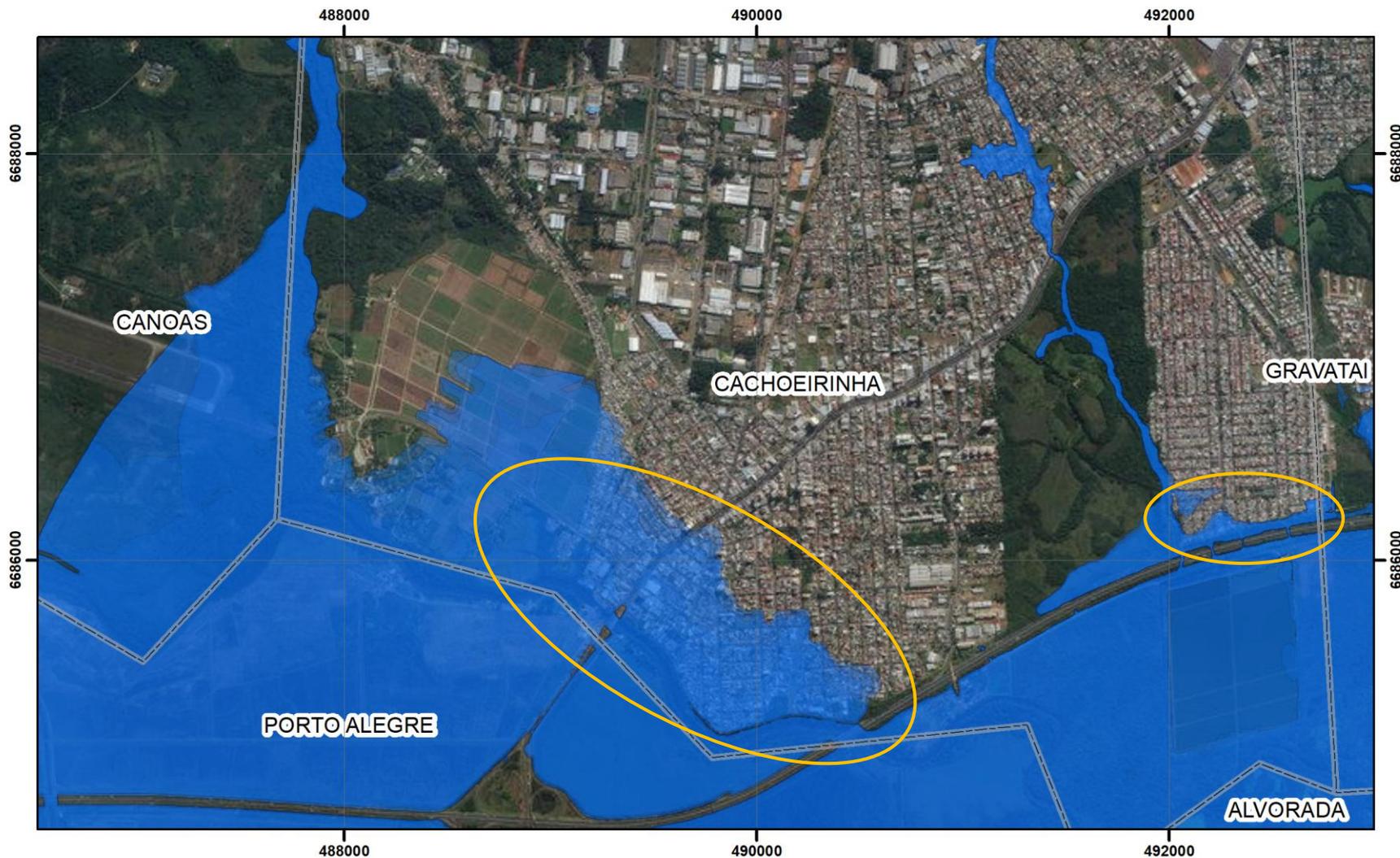
- Municípios atingidos (edificações residenciais
Tempo de Retorno = 100 anos)
 - Porto Alegre: 4.890 edificações
 - Cachoeirinha: 2.908 edificações
 - Gravataí: 1.210 edificações
 - Alvorada: escopo atendido em contrato específico



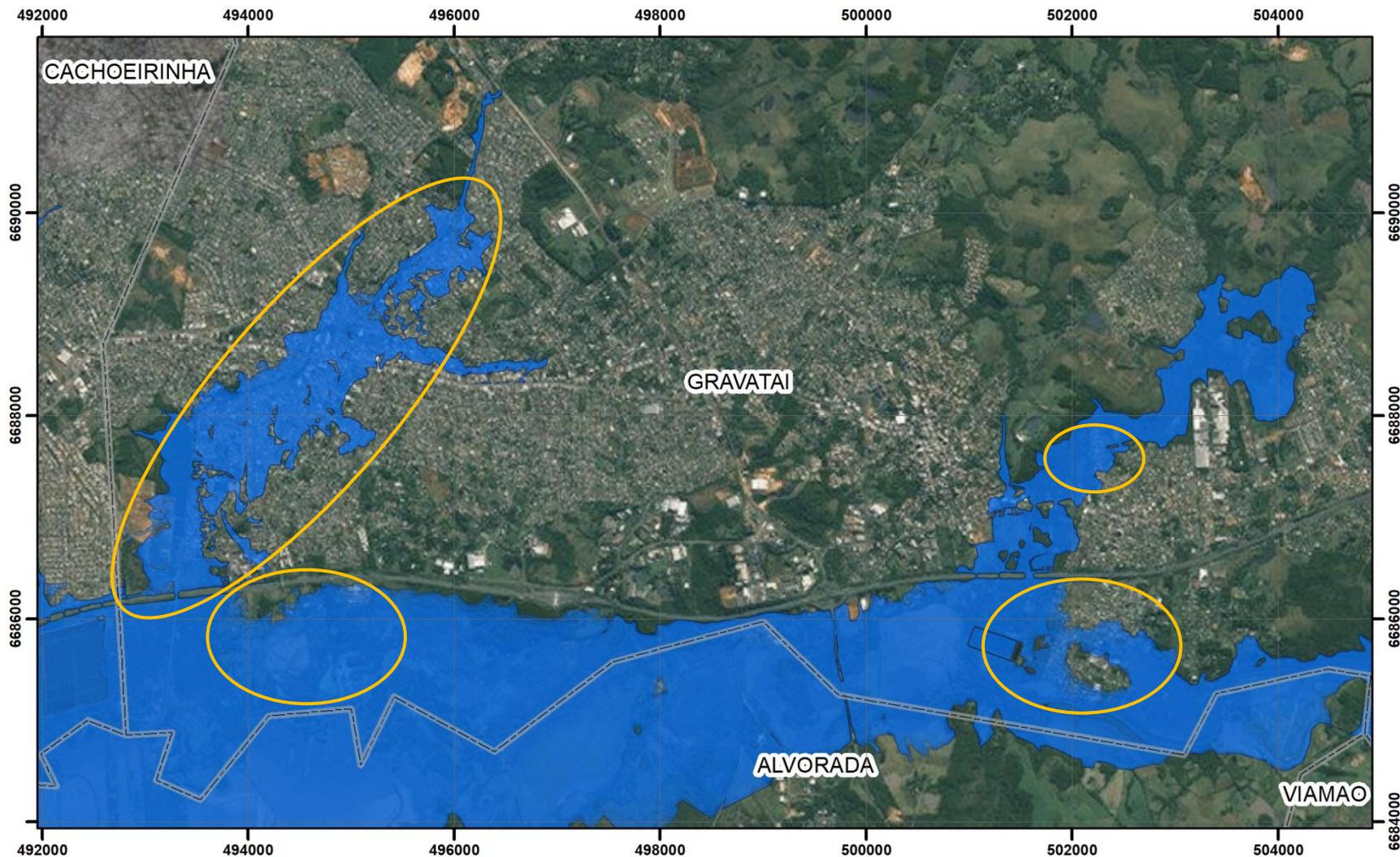
DIAGNÓSTICO (CENÁRIO 0)



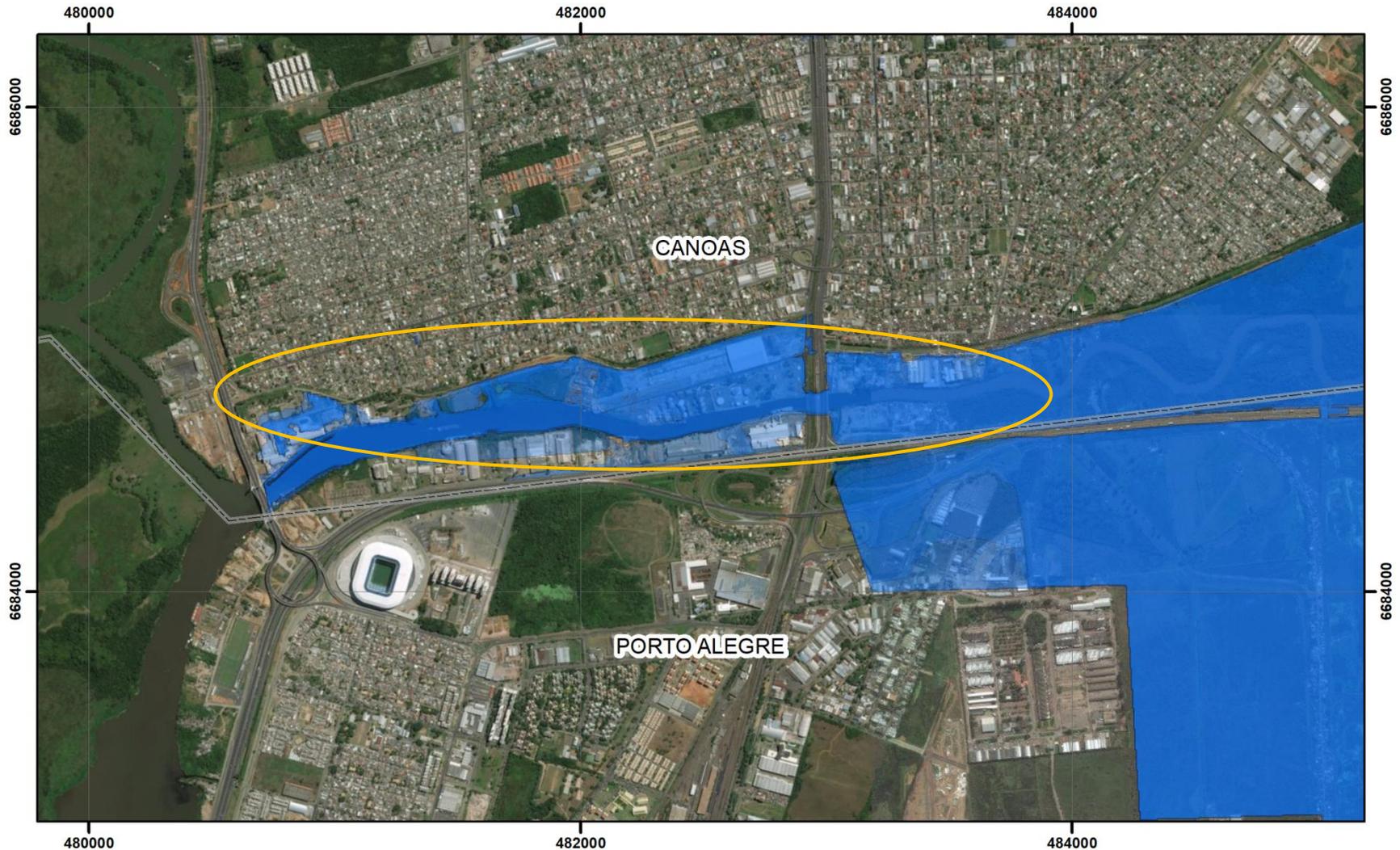
DIAGNÓSTICO (CENÁRIO 0)



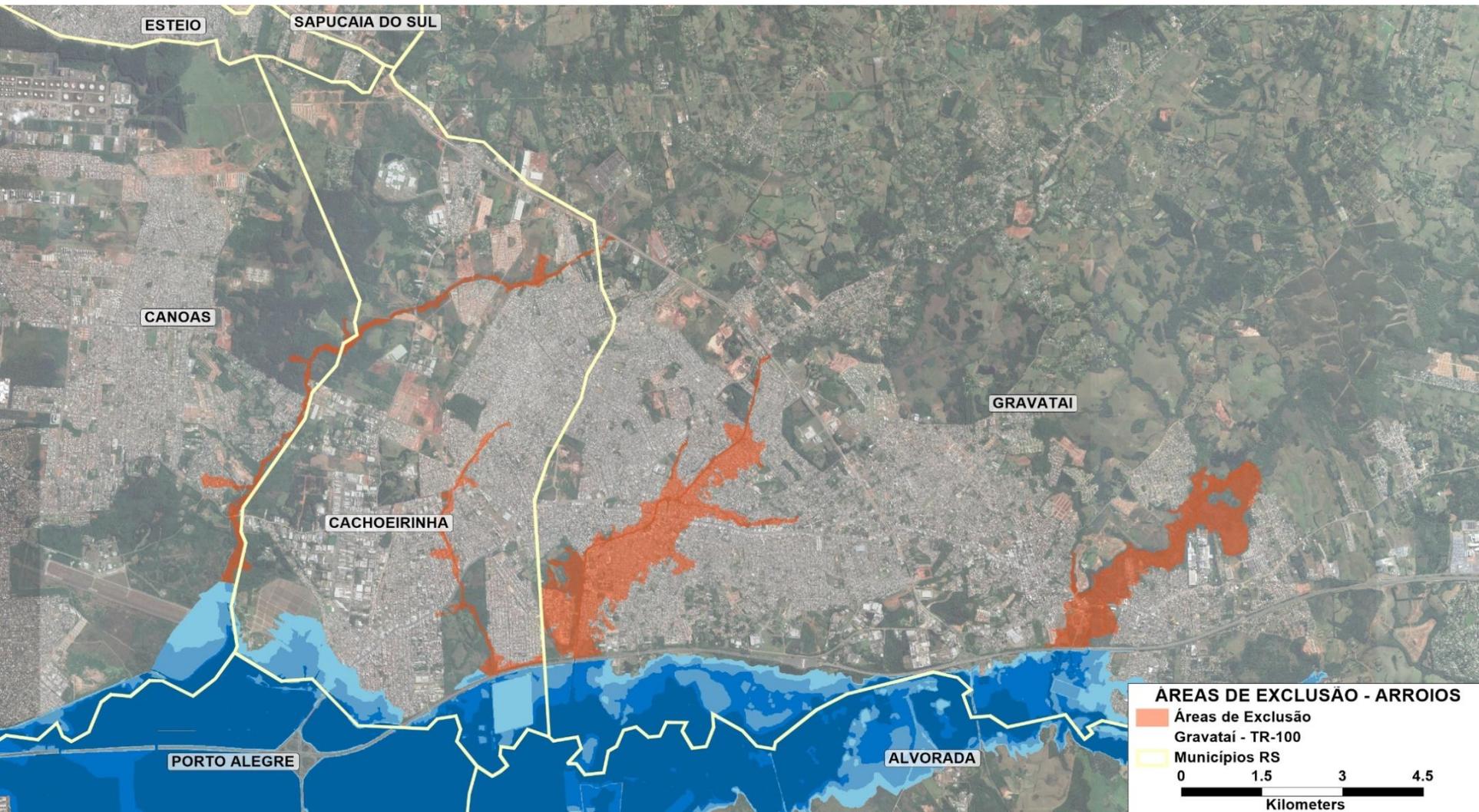
DIAGNÓSTICO (CENÁRIO 0)



DIAGNÓSTICO (CENÁRIO 0)



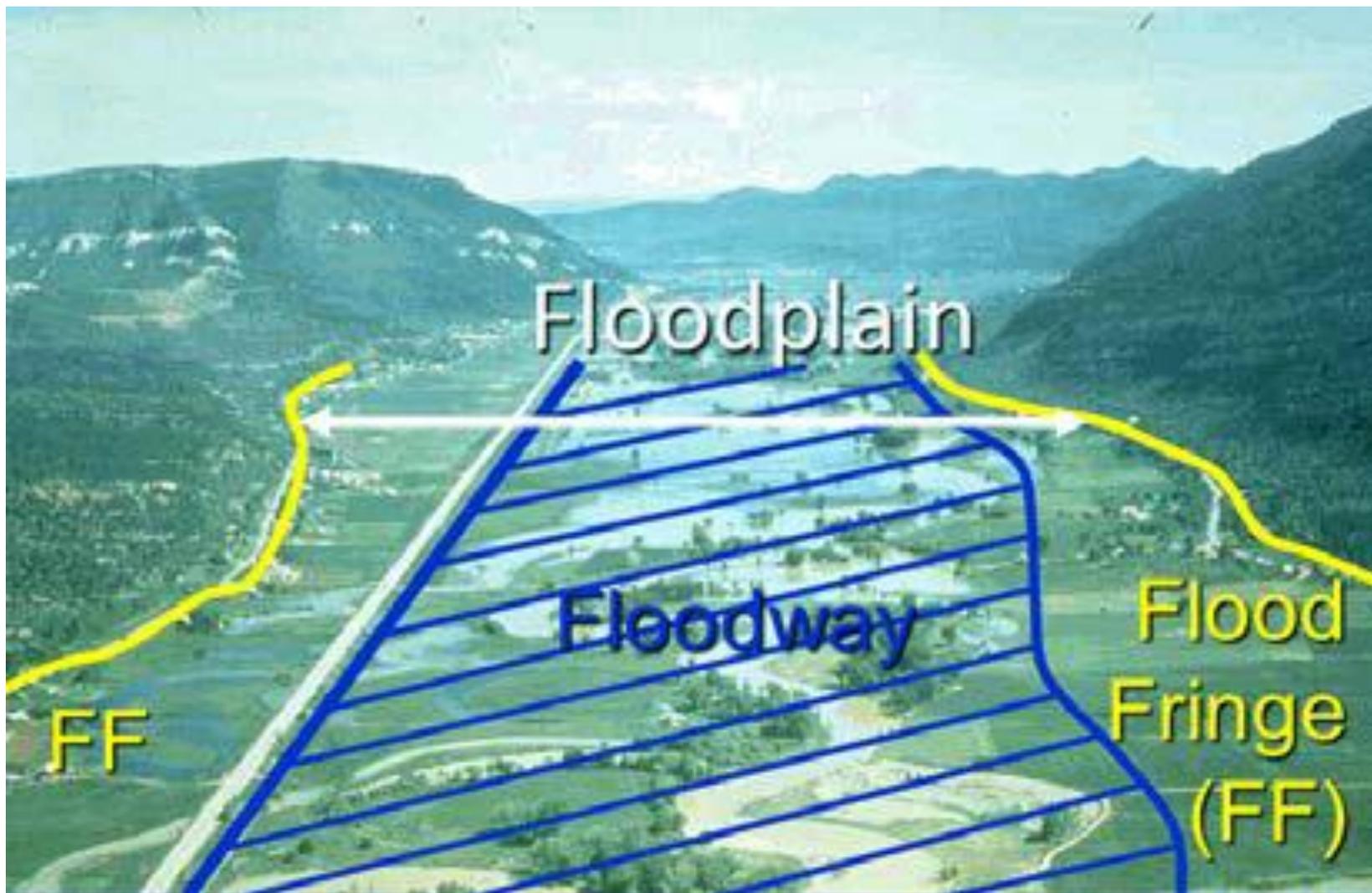
DIAGNÓSTICO (CENÁRIO 0)



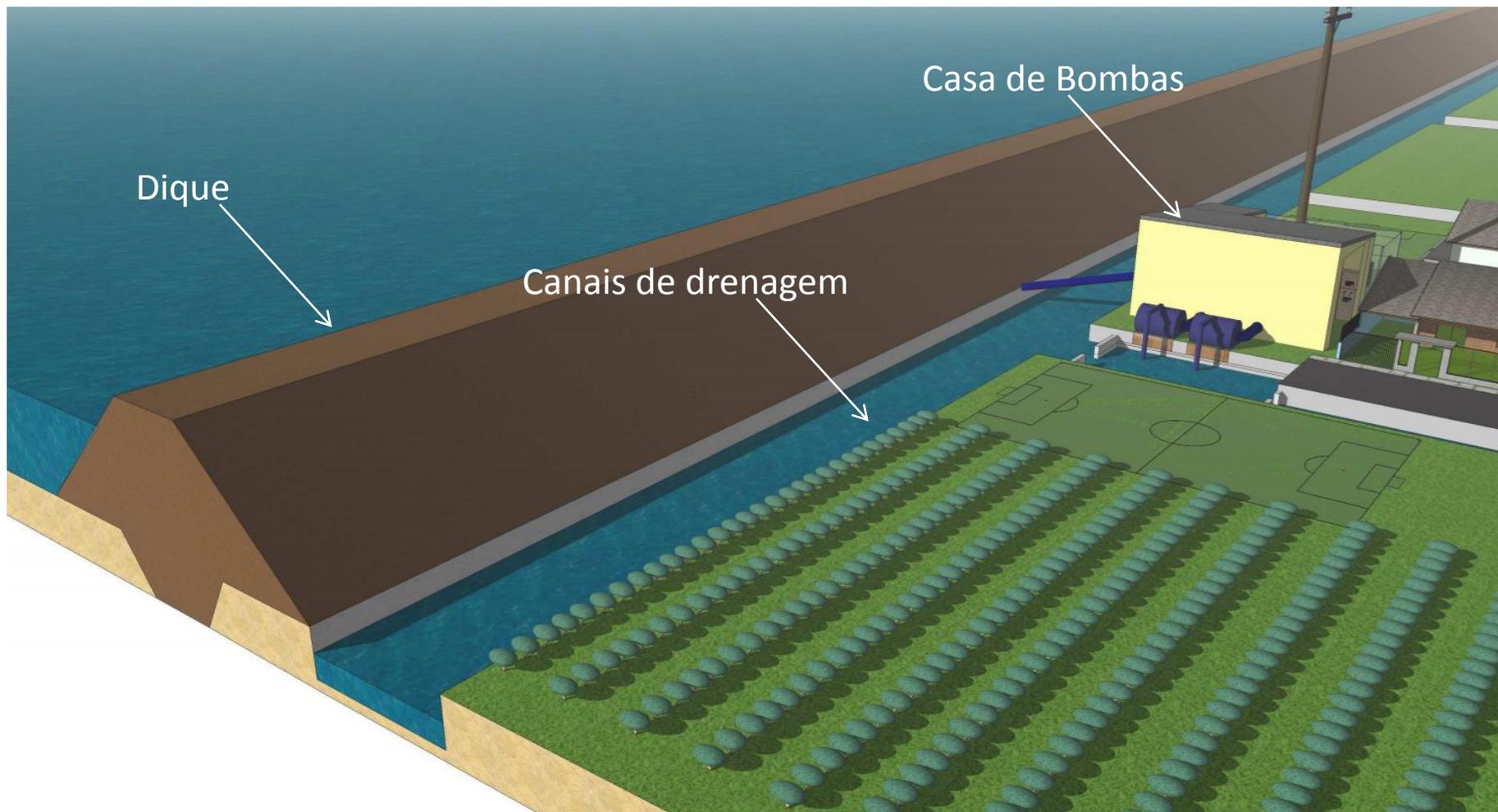
SOLUÇÕES ANALISADAS

- Zoneamento da planície de inundação.
- Sistemas de proteção compostos por diques e sistemas de bombeamento.
- Aprimoramento do sistema de monitoramento, previsão e alerta existente.
- Adoção de seguros de proteção.

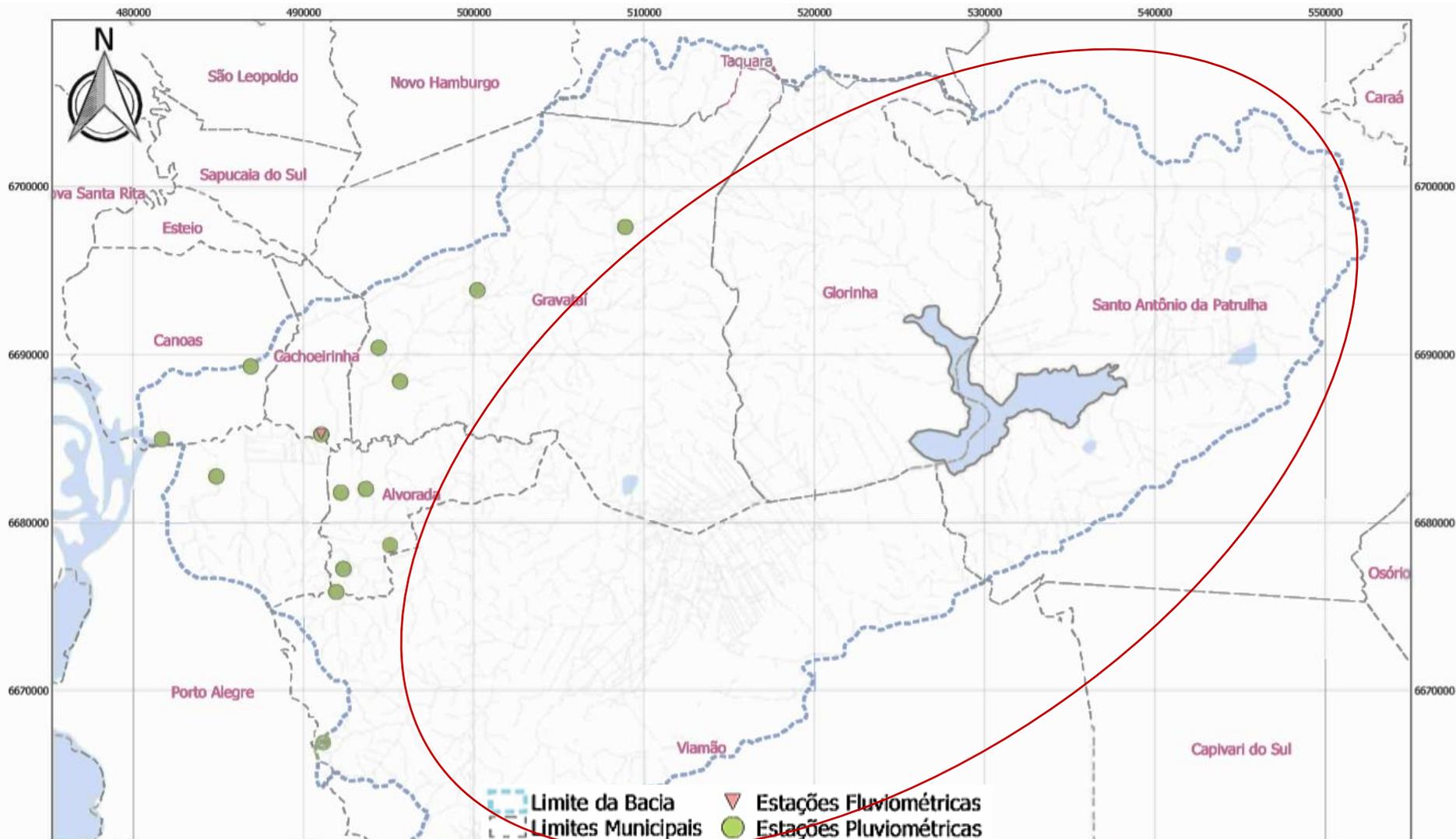
SOLUÇÕES ANALISADAS



SOLUÇÕES ANALISADAS



SOLUÇÕES ANALISADAS



SOLUÇÕES ANALISADAS

- Aprimoramento do sistema de monitoramento, previsão e alerta existente.
 - Automatização de 7 estações pluviométricas;
 - Automatização de 5 estações fluviométricas.
 - Instalação de 3 estações fluviométricas telemétricas

SOLUÇÕES ANALISADAS

- Adoção de seguros de cobertura de inundações
 - Público/Privado.
 - Voluntário/Obrigatório.
 - Agrupado/Individual.
 - Subsidiado/Baseado em Risco.
 - Incentivos Econômicos.
 - Assistência Federal a Desastres.



CENÁRIOS DE ALTERNATIVAS

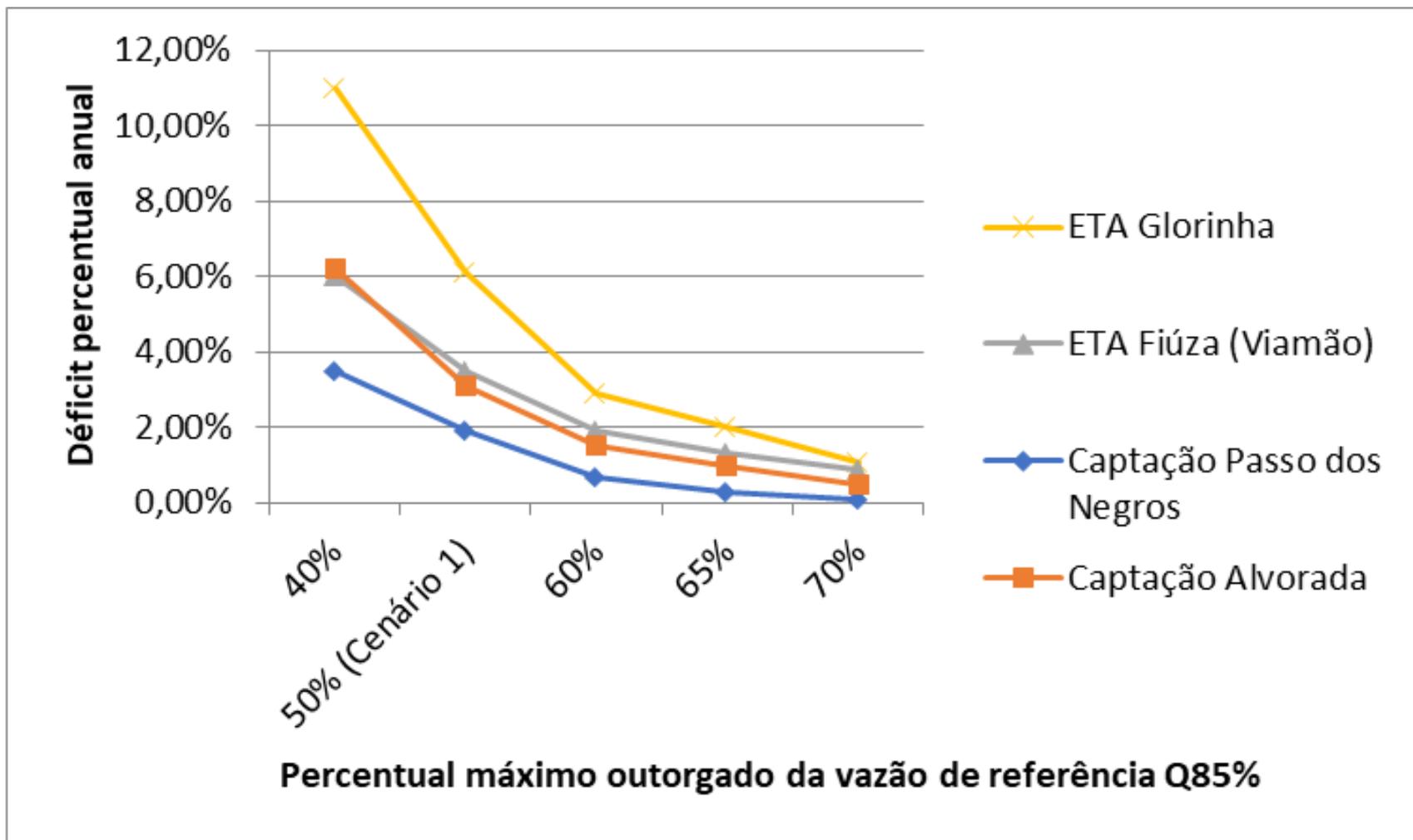
Solução	Descrição	C0	C1	C2
Diques de proteção com sistemas de bombeamento	Implantação de diques de proteção combinados a sistemas de bombeamento em diversas regiões da bacia para a diminuição da vulnerabilidade das populações expostas ao risco de cheias.			X
Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta	Manutenção do sistema existente e melhorias da rede de monitoramento		X	X
Zoneamento de Áreas Inundáveis	Zona de Passagem de Cheias - Usos compatíveis com inundação (parques, esportes, estacionamento). - Se necessário e quando possível: relocação/reassentamento de ocupações irregulares		X	X
	Zona de Uso Restrito - Se necessário e quando possível: Relocação ou adaptação de prédios públicos		X	X
	Zona de Baixo Risco - podem ser dispensadas medidas individuais de proteção para as habitações		X	X
Seguros de Cobertura de Inundações	Sugestões do modelo de seguros de cobertura de enchentes de acordo com o contexto geopolítico da região.		X	X

ESTIAGENS

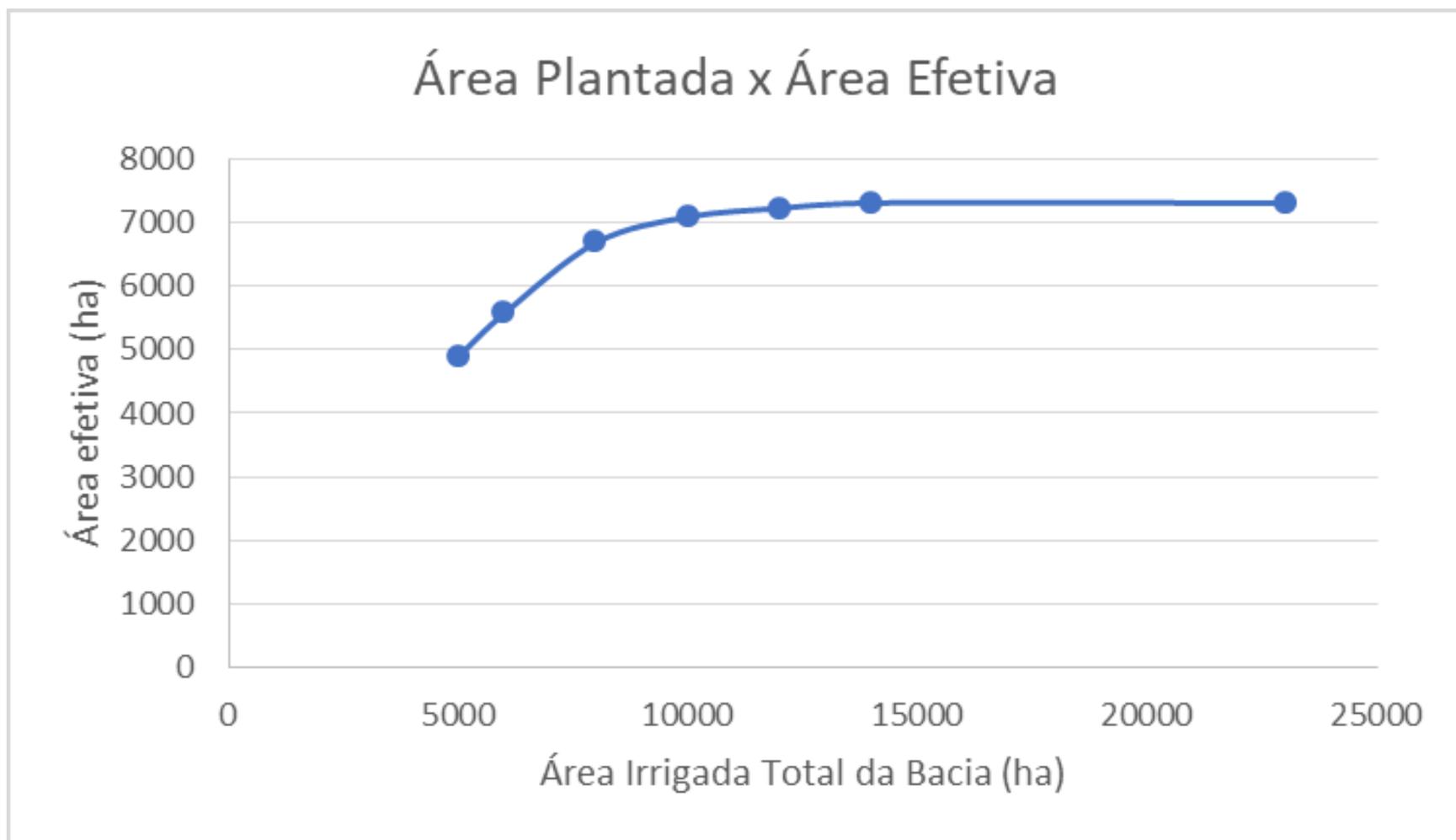
DIAGNÓSTICO

- Vazão de referência: Q85% (fonte: Plano de Bacia)
- Vazão máx. outorg.: 50% da Q_{ref} (fonte: SEMA/DRH)
- **Percentual outorgável genérico definido pelo PERH-RS à vazão de referência definida pelo Plano de Bacia ($Q_{85\%}$) e que não é coincidente à utilizada pelo PERH-RS ($Q_{90\%}$) descaracteriza qualquer estudo realizado dentro do Plano de Bacia para as metas de enquadramento visadas pelo comitê.**

DIAGNÓSTICO



DIAGNÓSTICO



SOLUÇÕES ANALISADAS

- Revisão/definição da vazão máxima outorgável.
- O cumprimento às vazões máximas outorgáveis por trecho apresentadas nesse estudo.
- Diminuição do consumo da agricultura irrigada.
- Implementação de uma Política de Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia de forma efetiva.

ÁREAS DEGRADADAS

DIAGNÓSTICO

- Avanço de áreas agrícolas irrigadas em regiões de banhado.
- Drenagem artificial do canal do DNOS e drenagens particulares.
- Consequentes processos erosivos regressivos nas regiões de banhado.
- Diminuição das áreas de banhado e proteção ambiental.

SOLUÇÕES ANALISADAS



ANÁLISE MULTICRITÉRIO

ANÁLISE MULTICRITÉRIO

- Critérios Econômicos
- Critérios Sociais
- Critérios Ambientais
- Critérios Logísticos ou Operacionais

CRITÉRIOS ECONÔMICOS

- Aqueles que demandam investimento financeiro inicial para implantação ou ao longo do horizonte de projeto para a operação e manutenção ou ainda que mostrem os prejuízos para implantação e remanescentes do Cenário.
 - Valor presente dos custos de implantação e despesas de operação (VPC);
 - Interferências em atividades econômicas (eventos);
 - Interferências com a infraestrutura existente (implantação).

CRITÉRIOS SOCIAIS

- Aqueles que impactam diretamente na qualidade de vida da população, principalmente naquelas mais vulneráveis.
 - Desapropriação / Reassentamento de população;
 - Prejuízos remanescentes;
 - Conflitos nos usos do solo e da água;
 - Risco de vida.

CRITÉRIOS AMBIENTAIS

- Aqueles que impactam diretamente no ecossistema regional, regime de escoamento ou na qualidade de água.
 - Alteração no regime e na qualidade de água;
 - Interferências em áreas de proteção ambiental;
 - Remoção de cobertura vegetal.

CRITÉRIOS LOGÍSTICOS/OPERACIONAIS

- Aqueles que avaliam a operacionalidade do sistema a ser implantado como um todo, inclusive aqueles que dependem indiretamente da qualidade e capacitação da gestão municipal ou regional.
 - Interferência com os serviços públicos (eventos);
 - Operação e manutenção.

PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS

Crítérios	Peso
Econômicos	35%
Sociais	45%
Ambientais	10%
Logísticos ou Operacionais	10%
Total	100%

ANÁLISE MULTICRITÉRIO

- São apresentadas notas normalizadas de 0 a 1 para cada critério, sendo que:
 - 0 (zero) representa a pior desempenho entre os Cenários;
 - 1 (um) representa a melhor performance entre os Cenários;
 - Valores entre 0 e 1 significam performance intermediária.

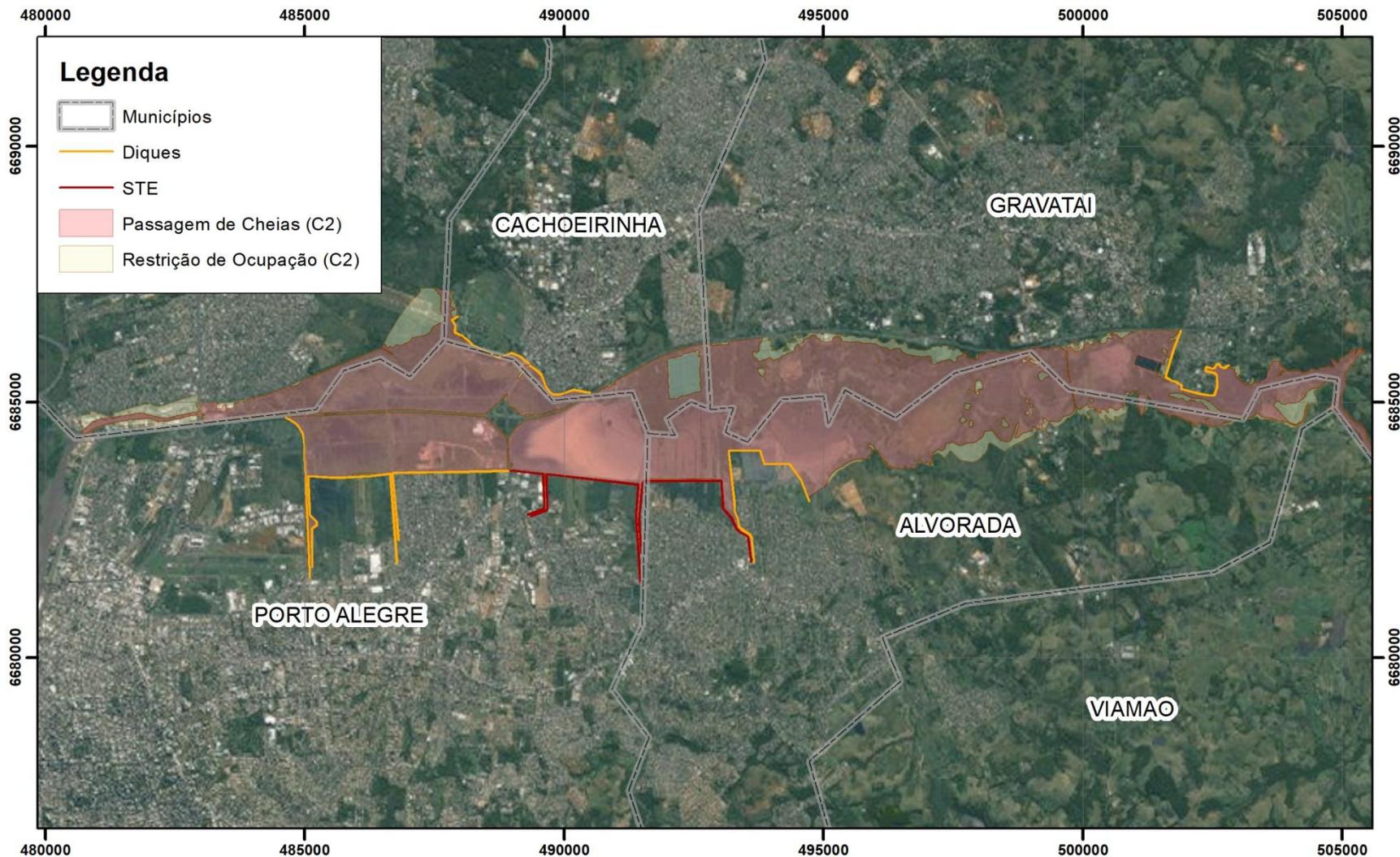
ANÁLISE MULTICRITÉRIO

$$N_{C(x)} = \sum_{i=1}^n P_i * N_i C(x)$$

Onde:

- $N_{C(x)}$ = nota global do Cenário x;
- n = número de critérios;
- i = um certo critério;
- P_i = peso do critério i;
- $N_i C(x)$ = nota do critério i para o Cenário x;

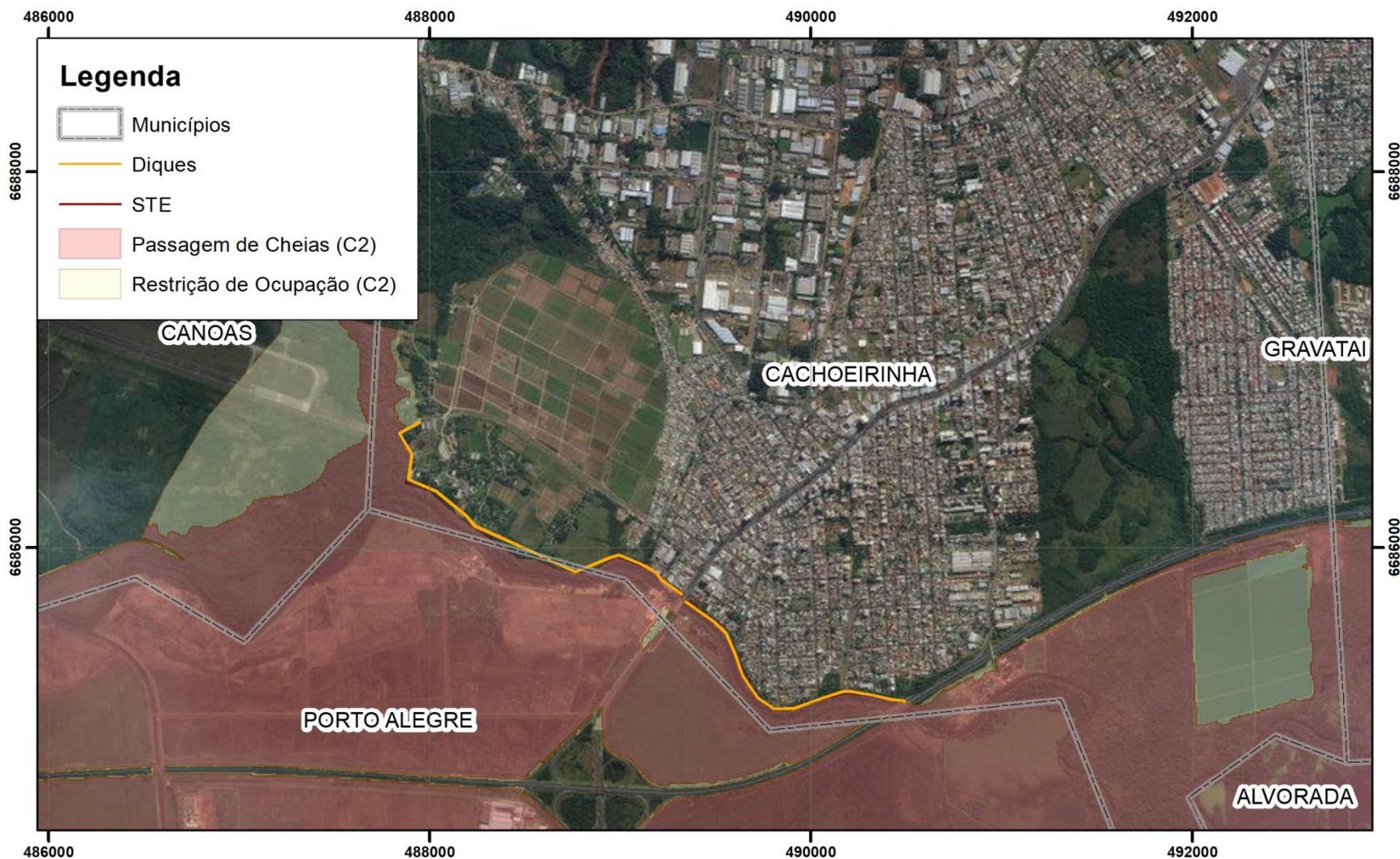
CHEIAS



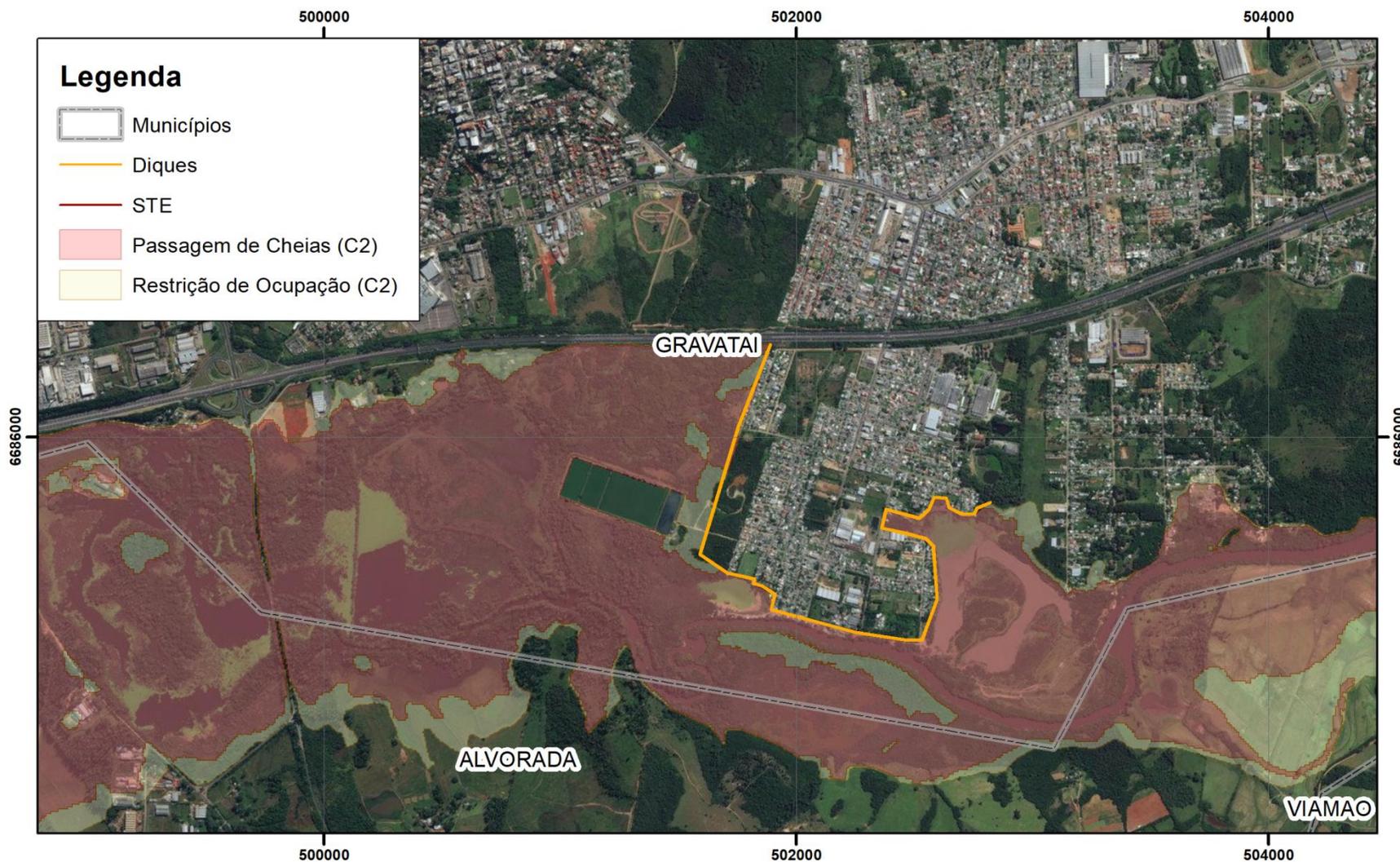
DIQUES PORTO ALEGRE



DIQUE CACHOEIRINHA



DIQUE GRAVATAÍ



CHEIAS

Análise	C0	C1	C2
Global			X
Diques Porto Alegre			X
Dique Cachoeirinha			X
Dique Gravataí			X

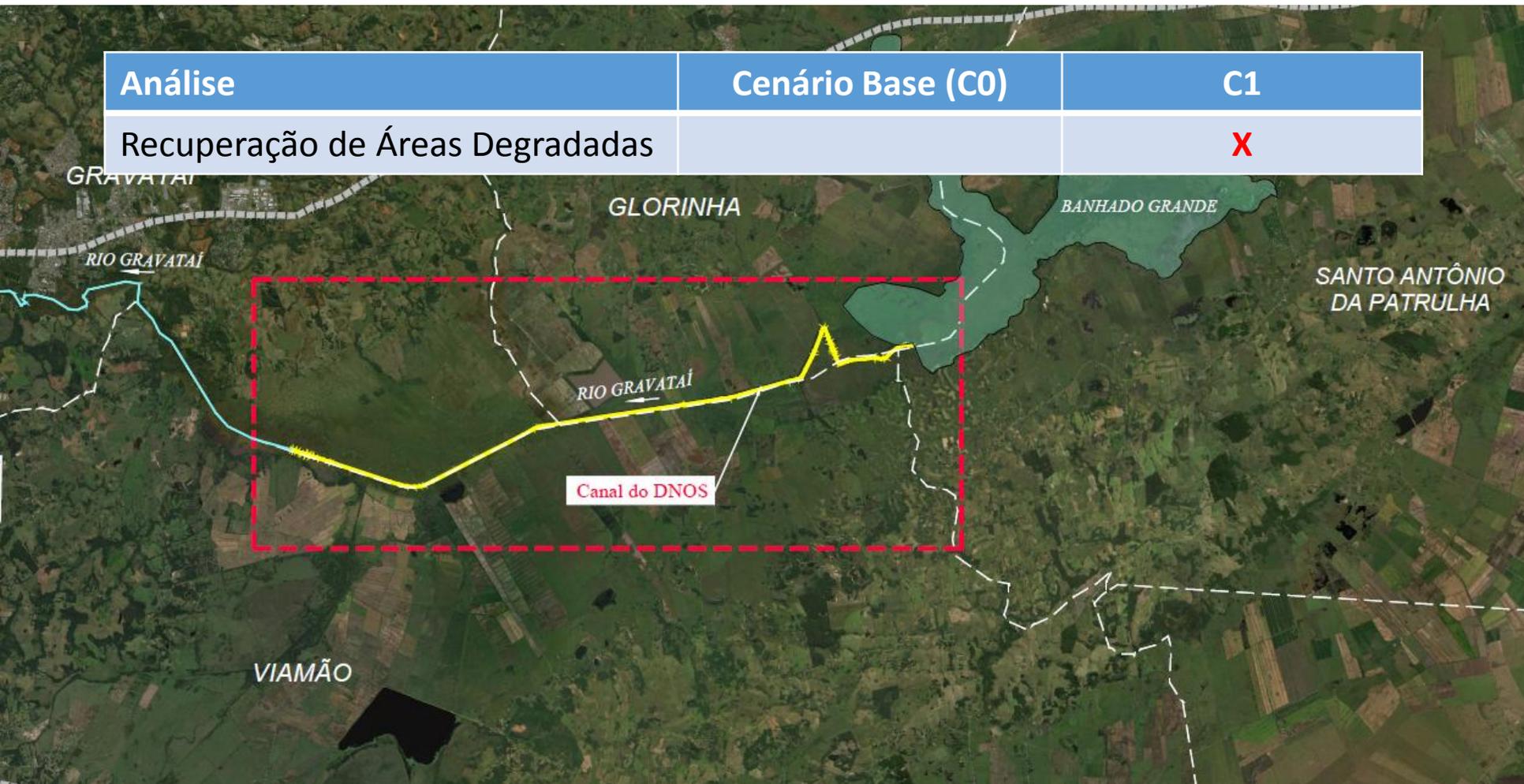
POLÍTICA DE GESTÃO - ESTIAGENS

Análise	Cenário Base (C0)	C1
Global Estiagens		X

- Treinamento;
- Sala de fiscalização;
- Mobilização inicial de regularização de outorgas;
- Contratação de consultoria;
- Monitoramento ambiental;
- Outros acessórios.

ÁREAS DEGRADADAS

Análise	Cenário Base (C0)	C1
Recuperação de Áreas Degradadas		X



CENÁRIO CONSOLIDADO

CENÁRIO CONSOLIDADO

- Zoneamento de área inundáveis.
- Sistemas de proteção contra inundações:
 - Porto Alegre;
 - Cachoeirinha; e
 - Gravataí.
- Melhorias na rede de monitoramento.
- Proposta de adoção de seguros de cobertura de inundações.

ORÇAMENTO

Item	Descrição	Valor sem BDI	Valor TOTAL com BDI
1	Zoneamento com desapropriações		R\$ 44.547.530,75
1.1	Desapropriações	R\$ 34.473.263,57	R\$ 41.143.840,07
1.2	Avaliação dos Imóveis (1%)	R\$ 344.732,64	R\$ 397.752,52
1.3	Demolições e Transporte até 30 km	R\$ 868.993,34	R\$ 1.114.136,36
1.4	Parque Linear	R\$ 1.480.722,98	R\$ 1.891.801,81
2	Banhado Grande		R\$ 5.489.932,01
2	Minibarramentos Banhado	R\$ 4.296.997,94	R\$ 5.489.932,01
3	Diques na Bacia		R\$ 224.621.182,84
3.1	Dique em Gravataí	R\$ 46.650.613,05	R\$ 56.867.978,72
3.2	Dique em Cachoeirinha	R\$ 26.282.478,33	R\$ 32.743.955,94
3.3	Dique em Porto Alegre Leste - Sarandi	R\$ 46.069.007,59	R\$ 57.237.535,23
3.4	Dique em Porto Alegre Oeste - Sarandi	R\$ 56.348.345,70	R\$ 70.511.953,23
3.5	Elevação dique em Porto Alegre - Vila Dique	R\$ 5.682.071,65	R\$ 7.259.759,72
4	Sistema de Monitoramento		R\$ 525.661,00
4.1	Melhoria da rede	R\$ 410.000,00	R\$ 525.661,00
4	Política de Gestão de Recursos Hídricos		R\$ 9.180.000,00
4.1	Fiscalização de Outorgas	R\$ 7.956.318,25	R\$ 9.180.000,00
TOTAL			R\$ 284.364.306,60

MODELAGEM INSTITUCIONAL

MODELAGEM INSTITUCIONAL

- Principais atores:
 - Metroplan ou Secretaria de Planejamento / Obras
 - Comitê de Bacia
 - Ministério Público
 - SEMA/RS (DRH)
 - Bancos de Investimentos
 - Defesa Civil
 - Prefeituras

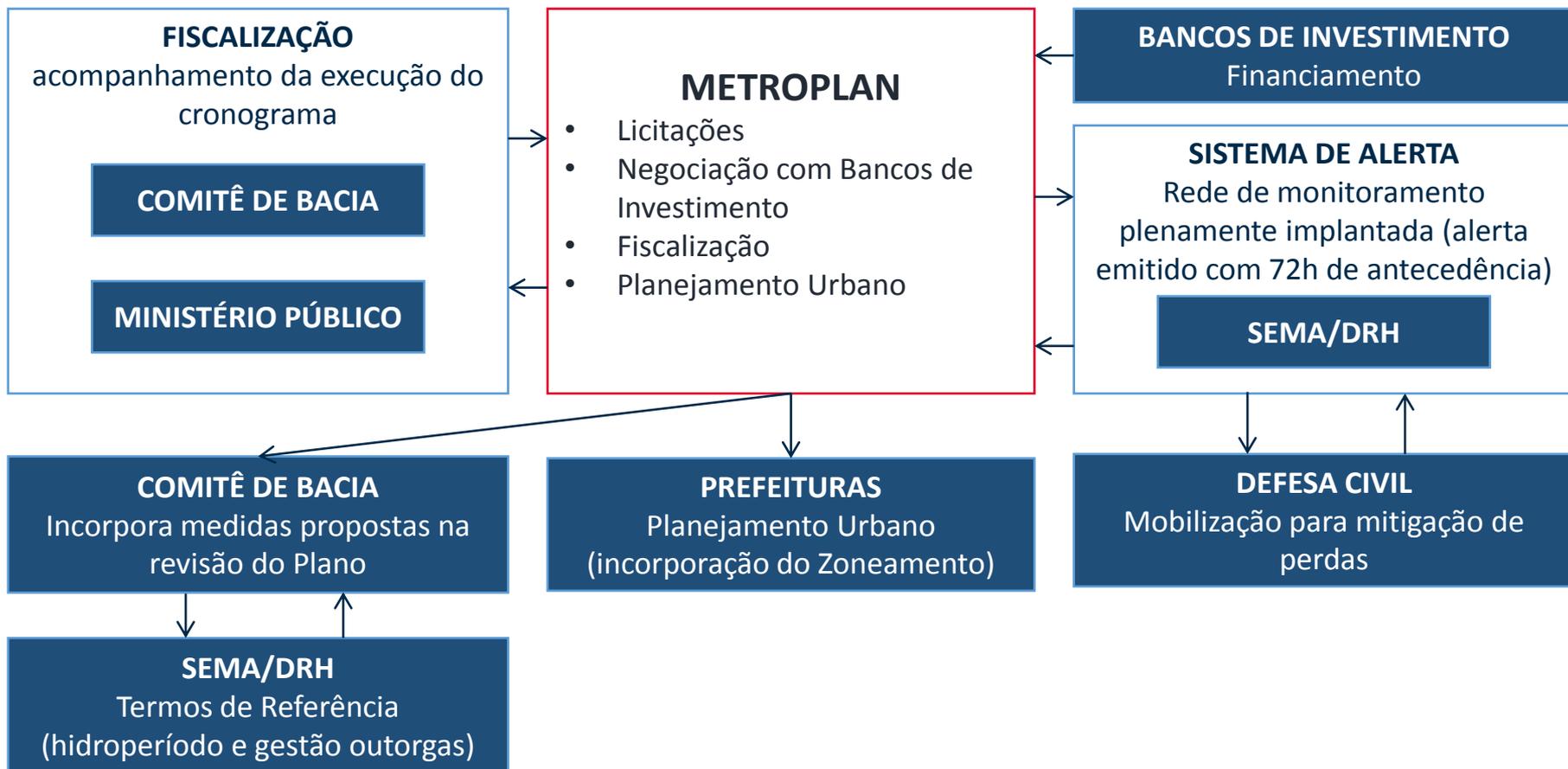
MODELAGEM INSTITUCIONAL

- Foram compostos **seis cenários**, abrangendo diferentes possibilidades diante das incertezas institucionais atuais.
- A construção destes cenários foi baseada nos acontecimentos ocorridos nos últimos anos. Embora haja o decreto de extinção da Metroplan, ações na Justiça impedem a conclusão deste processo e, com a proximidade do período eleitoral, esse tensionamento pode continuar e não haver uma definição em curto prazo.

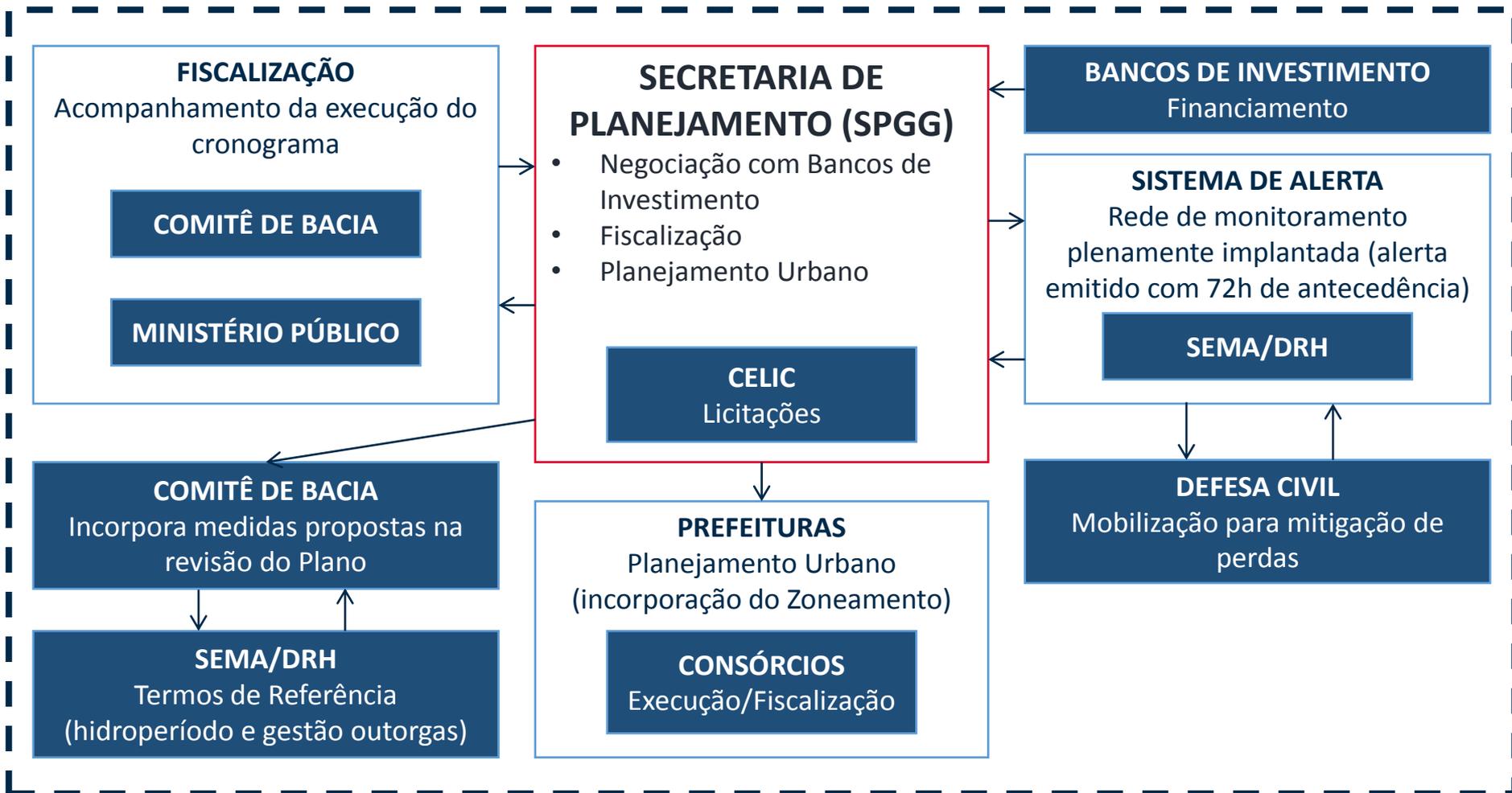
MODELAGEM INSTITUCIONAL

- Os cenários institucionais mais adequados à execução do projeto são os cenários 1 e 4, pois neles os arranjos necessários estão implantados, com a diferença da permanência ou não da METROPLAN ou de algum órgão da administração indireta que venha a substituir.

CENÁRIO 1 (INSTITUCIONAL)



CENÁRIO 4 (INSTITUCIONAL)



PLANO DE AÇÃO

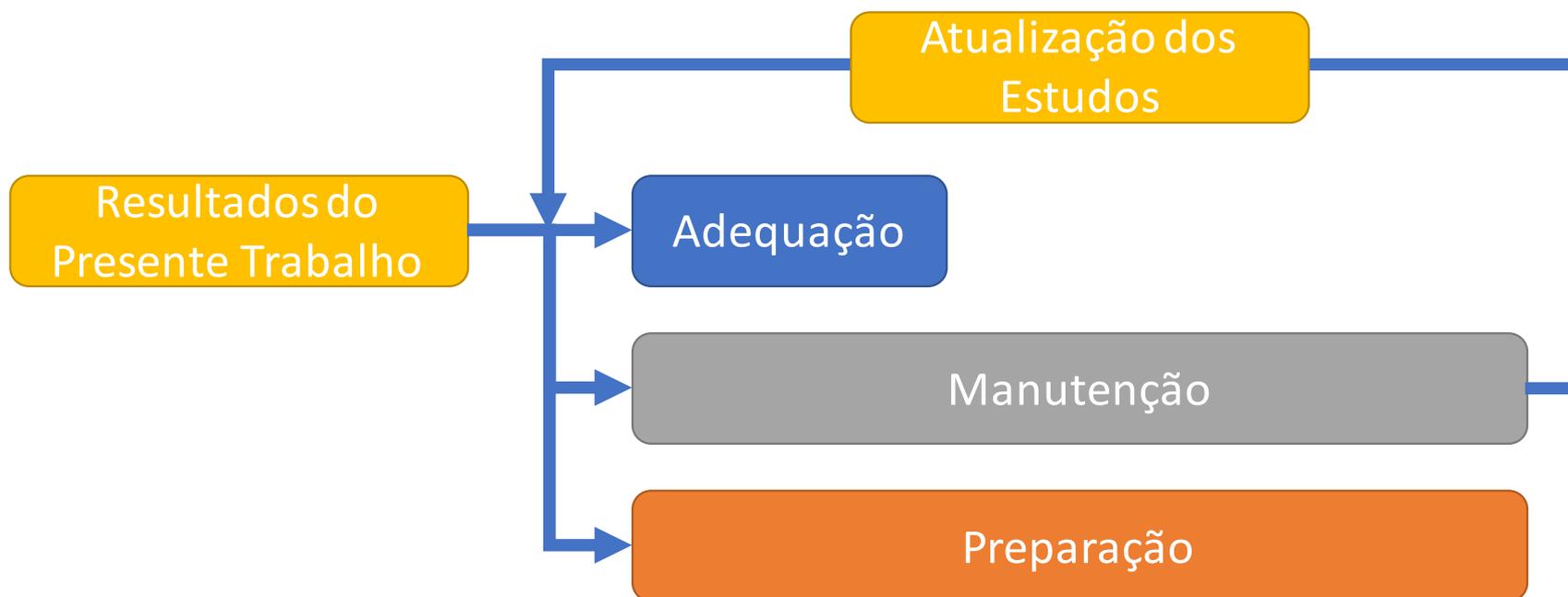
CICLO DE GESTÃO DAS CHEIAS



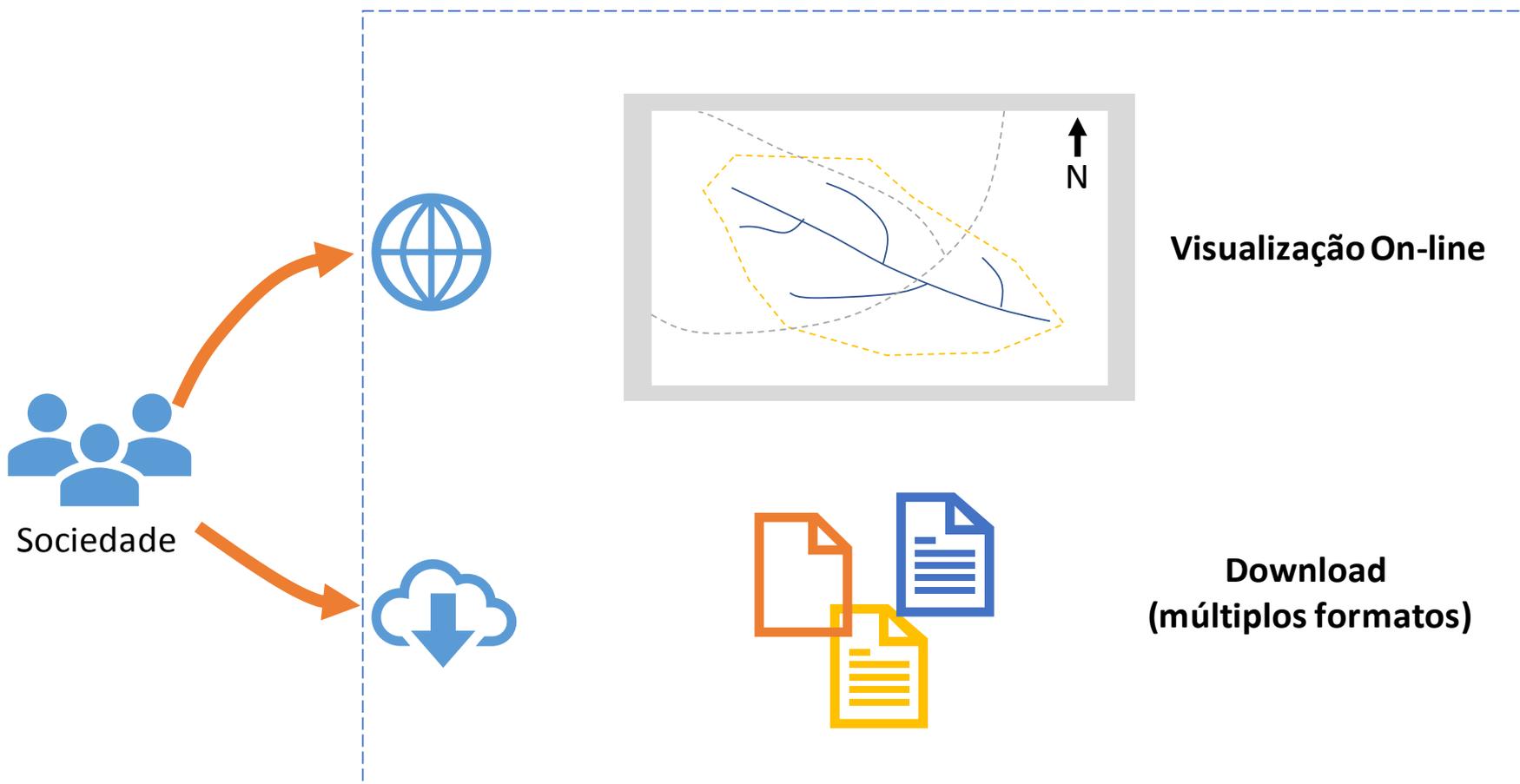
Adaptação:

Identificação das fragilidades;
Inserção de novos dados no sistema;
Melhoria das políticas e práticas

FLUXOGRAMA DE AÇÕES



DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES



AÇÕES DE ADEQUAÇÃO

- Disponibilização das informações.
- Atualização dos Planos Diretores.
- Racionalização e fiscalização das demandas agrícolas.
- 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;
 - Cadastro de Infraestrutura de Drenagem.
- Atualização dos Estudos de Mitigação dos Efeitos de Cheias e Estiagens.
- Programas de:
 - Inspeção e Manutenção Periódica.
 - Capacitação de Agentes da Saúde e Assistentes Sociais.
 - Capacitação dos Técnicos Municipais.

AÇÕES DE ADEQUAÇÃO

- Elaboração de Plano de Contingência.
- Rede Hidrométrica de Previsão e Alerta.

METAS

Meta	Prazo	Periodicidade
Fechamento e divulgação dos Estudos para Mitigação de Cheias e Estiagens	2018	10 anos
Revisão do Planos Diretores	2019	10 anos (máximo)
Racionalização e Fiscalização das Demandas Agrícolas	A partir de 2019	Contínuo
Programa de Monitoramento Ambiental	A partir de 2019	Contínuo
Implantação das Intervenções Estruturais	A partir de 2020	-
Programa de Educação Ambiental Continuada	A partir de 2019	Contínuo
Sistematização e Atualização Contínua do Cadastro Territorial e Uso do Solo	-	Contínuo
Sistematização e Atualização Contínua do Cadastro de Infraestrutura de Drenagem	A partir de 2019	Contínuo
Atualização dos Estudos de Mitigação dos Efeitos de Cheias e Estiagem	A partir de 2028	10 anos
Programa de Inspeção e Manutenção Periódica	A partir de 2019	Contínuo
Programa de Capacitação de agentes de saúde e assistentes sociais	A partir de 2019	Anual
Programa de Capacitação dos Técnicos Municipais	A partir de 2019	Anual
Elaboração de Plano de Contingência	2019	-
Rede Hidrométrica de Previsão e Alerta	2019	-

INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS

- Construção dos diques de **montante para jusante** causará as menores dificuldades na implantação.
- Destaca-se que as obras dos mini-barramentos no Banhado Grande não possuem significativo impacto na hidrodinâmica do Baixo Gravataí.

LICITAÇÕES E OBRAS

- Contratação de Projetos Básicos e Executivos.
 - Básico: Elementos que definem as obras ou complexo de obras e o desempenho almejado. Permite melhor estimativa de custo e prazo.
 - Executivo: Reúne elementos necessários à execução da obra completa. Com materiais descritivos, cálculos estruturais, desenhos, especificações técnicas e executivas. Cronograma e planilha de orçamento.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Intervenção	2019	2020	2021	2022	2023
Dique Gravataí	Projeto	Implantação	Implantação		
Dique Porto Alegre-Sarandi-Leste	Projeto			Implantação	
Dique Porto Alegre – Vila Dique	Projeto				Implantação
Dique Porto Alegre – Sarandi Oeste	Projeto				Implantação
Dique Cachoeirinha	Projeto			Implantação	
Dique Arroio Feijó/Águas Belas	Projeto	Implantação	Implantação	Implantação	
Mini-Barramentos Gravataí	Projeto			Implantação	Implantação


Projeto
Implantação

METROPLAN

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

OBRIGADO!

Julho de 2018