



**METROPLAN**

Fundação Estadual de Planejamento  
Metropolitano e Regional

# Plano Metropolitano de Proteção Contra Cheias



**2018**

# Histórico

## Maiores Eventos: (Ex. Porto Alegre)



Fonte: Guimarães (2009)

**Cheia de 1941**  
**(Cota cheia: 4,75 m)**



Foto: Assis/Agência RBS

**Cheia de 1967**  
**(Cota cheia: 3,13 m)**

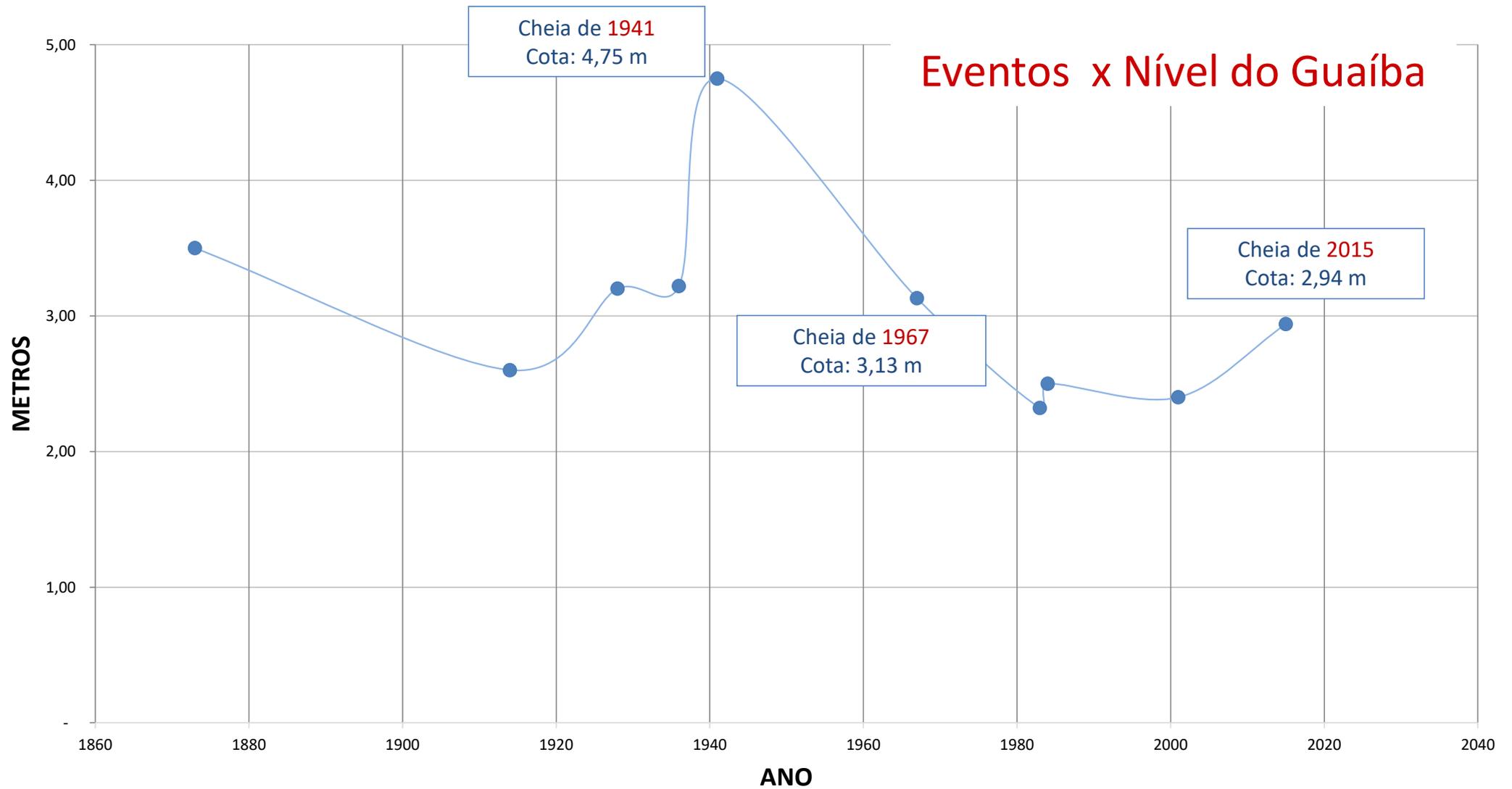


Fonte: Paulo Pires/GES (out/2015)

**Cheia de 2015**  
**(Cota cheia: 2,94 m)**

# Histórico

Maiores Eventos: (Porto Alegre)



# Histórico

Fotos Enchentes 1941 – Porto Alegre (Prejuízo U\$ 30 milhões valores da época)



Fonte: Guimarães (2009)

## Dados:

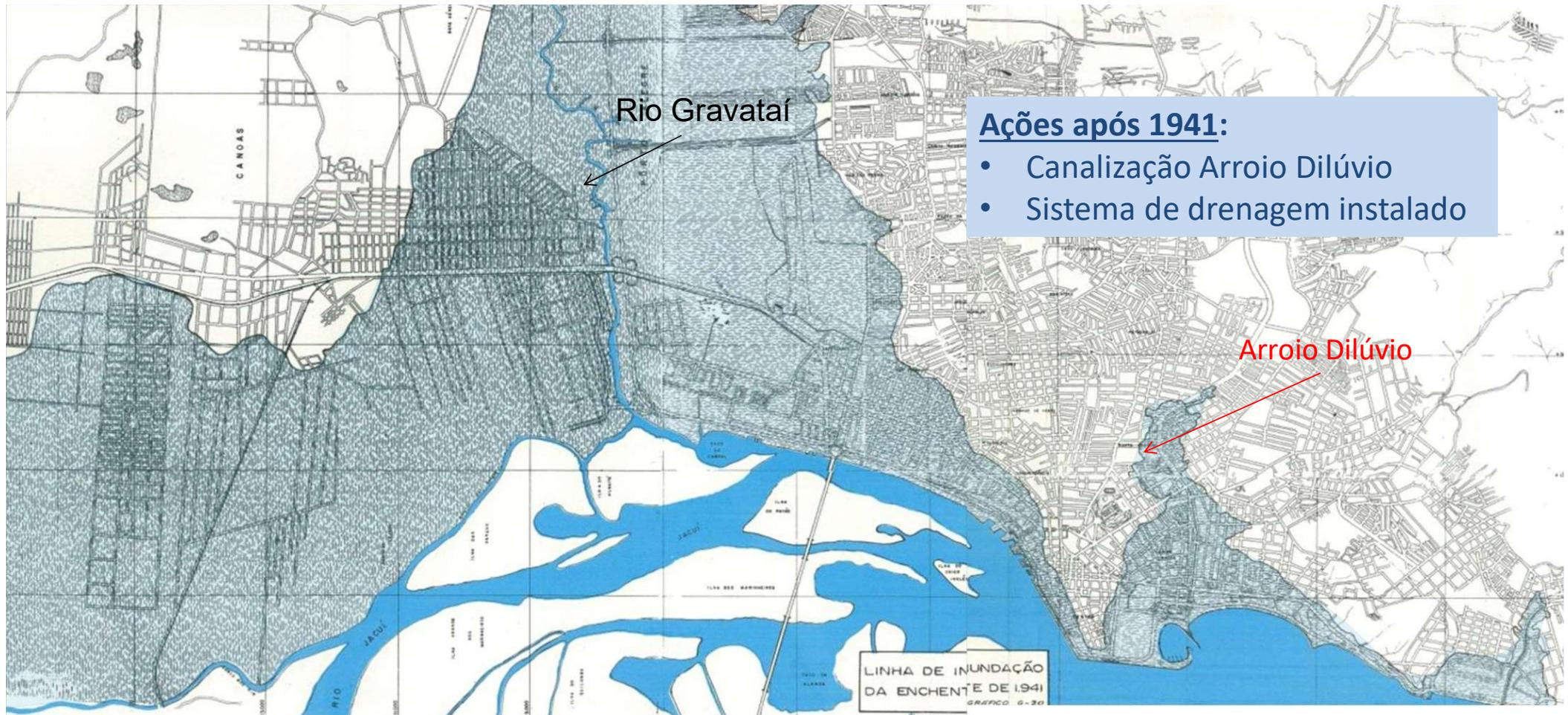
- Cota 4,75 m → TR 370 anos
- 791 mm de chuva (abril/maio)
- 272 mil hab. → 70 mil flagelados
  - 600 indústrias paradas
  - 50 mil residências atingidas
  - Sem energia elétrica
  - Sem água potável
  - 55.235 vacinas para tifo

## Causas:

- Fortes chuvas em 2 semanas (791 mm)
- POA estar a 3 m do nível do mar
- Bairros localizados em lugares alagadiços
- Enxurrada vindo dos afluentes
- Minuano soprando no sentido contrário

# Histórico

Mancha Inundação  
Enchentes 1941 - Porto Alegre



Fonte: MAGNA (2016) adaptado Metroplan (2017)

# Histórico

Fotos Enchentes 1967 – Porto Alegre



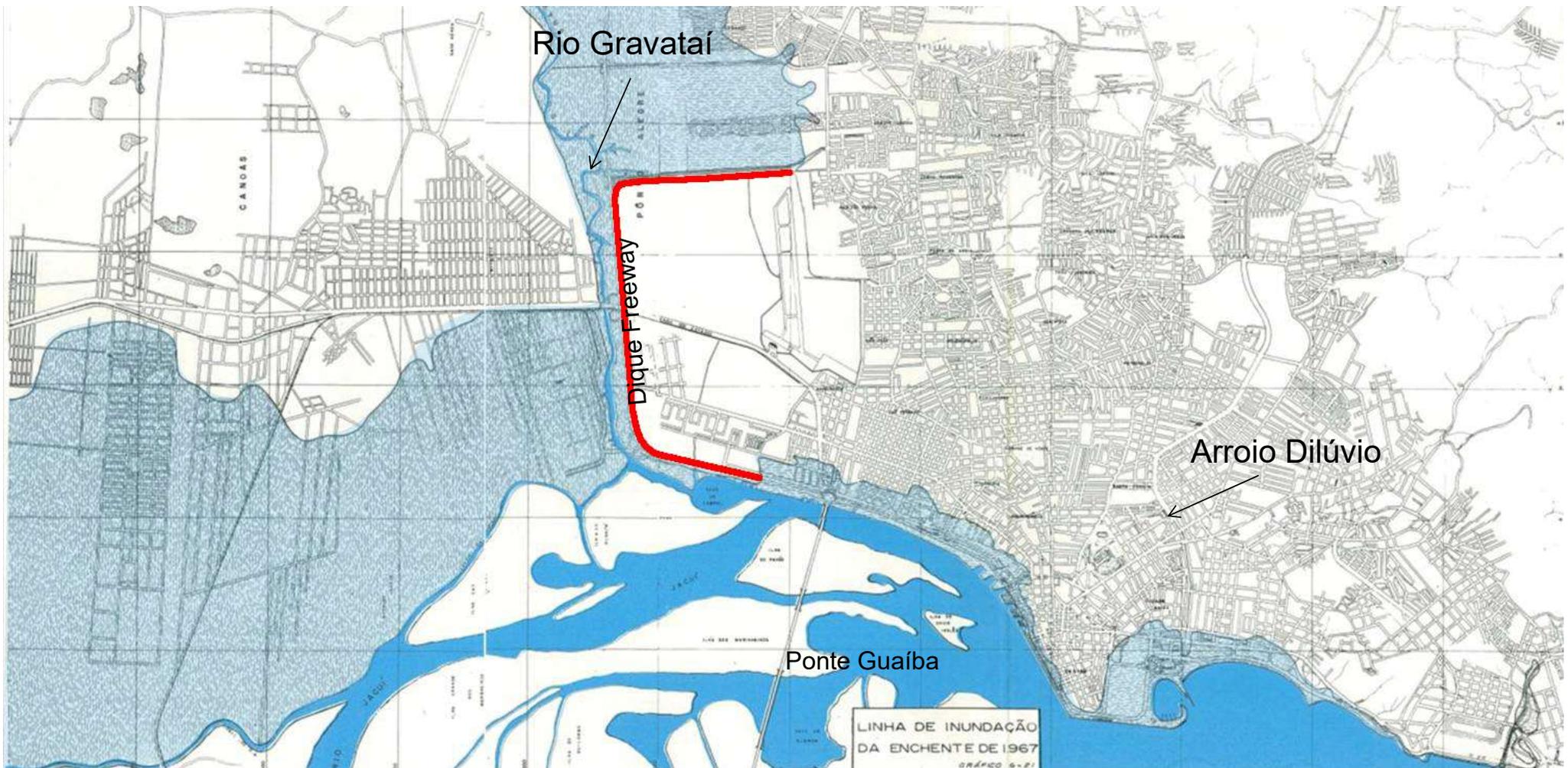
Foto: Assis/Agência RBS

## Dados:

- Cota 3,13 metros
- 75 mil flagelados

# Histórico

Mancha Inundação  
Enchentes 1967 - Porto Alegre



Fonte: MAGNA, 2016. Adaptado Metroplan (2017)

# Histórico

Fotos Enchentes 2015 – Porto Alegre



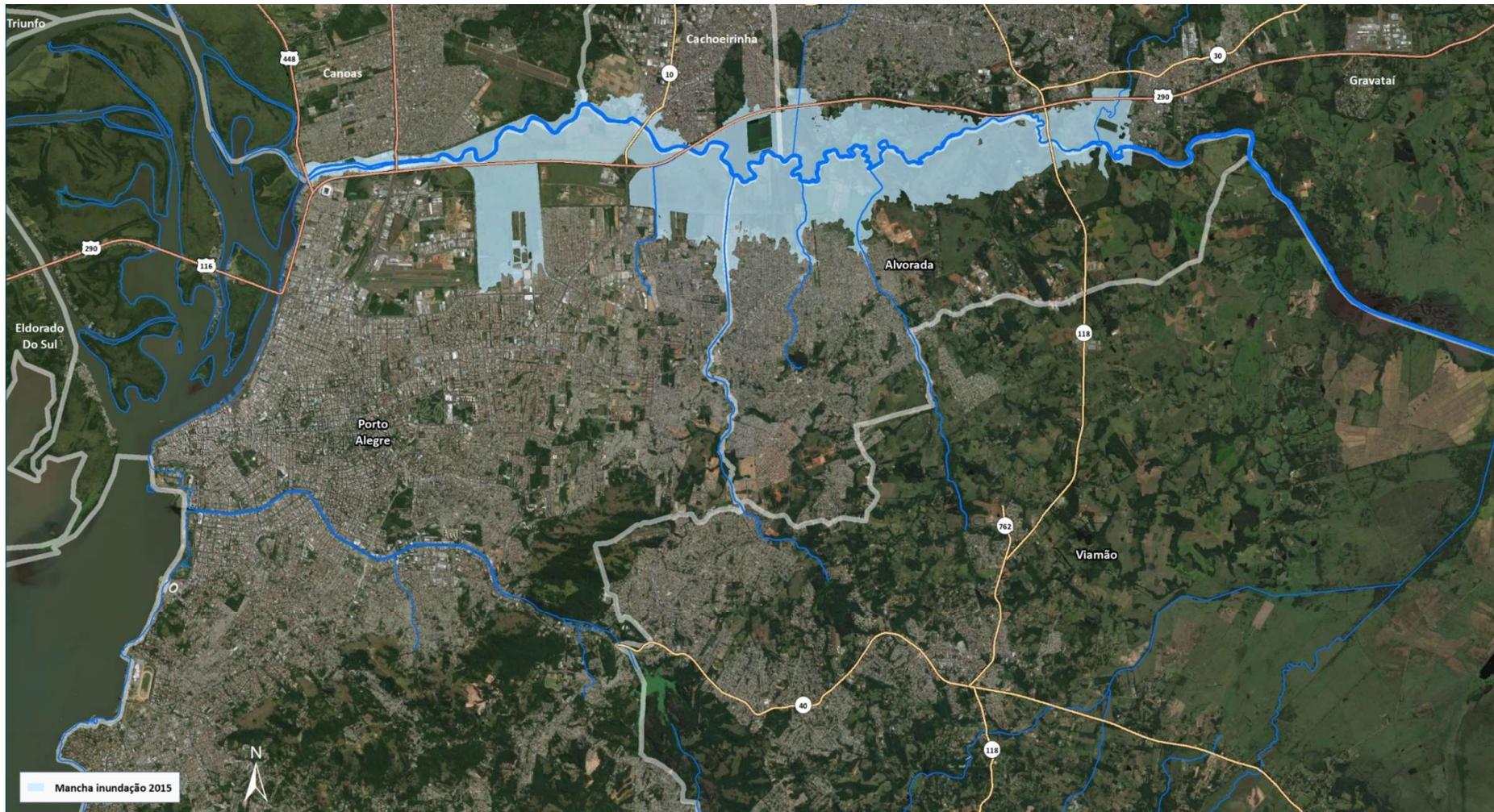
Fonte: Paulo Pires/GES (out/2015)

## Dados:

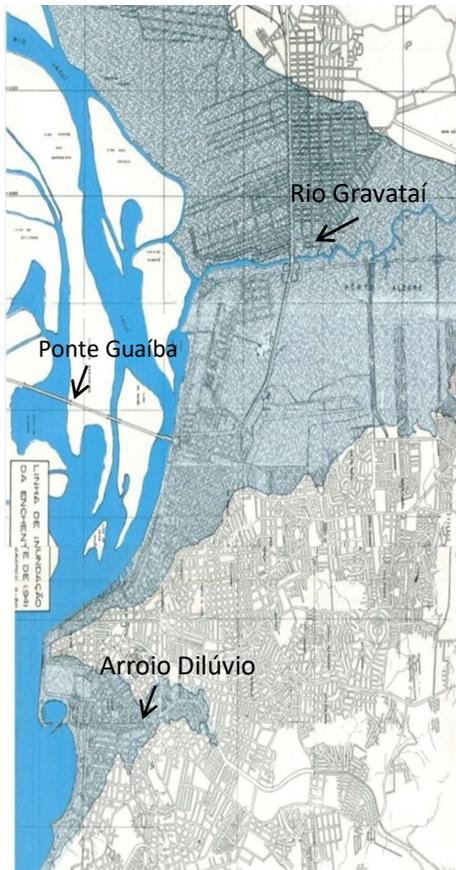
- Nível do **Guaíba** atingiu a marca de 2,94 m - maior registrada desde 1967

# Histórico

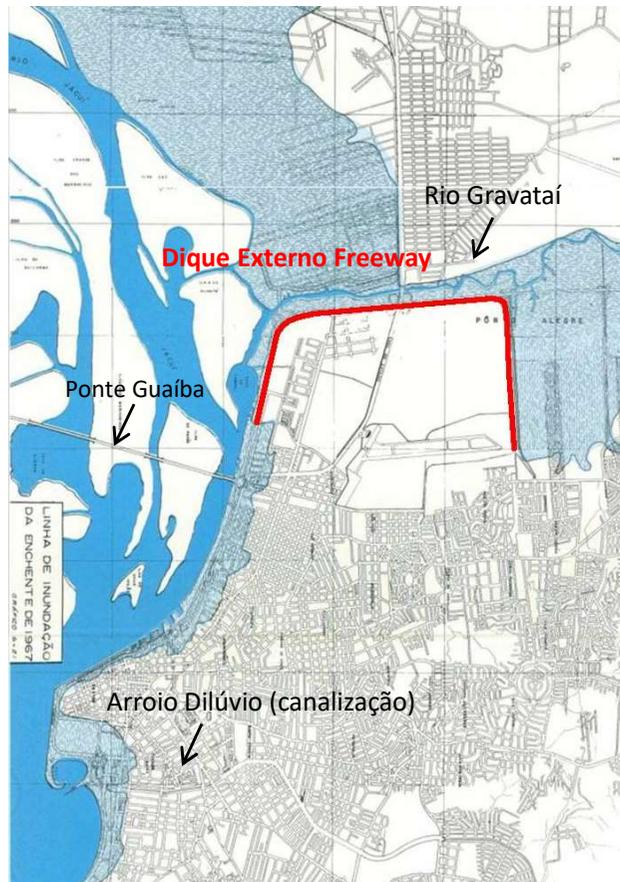
## Mancha Inundação Enchentes 2015 - Porto Alegre



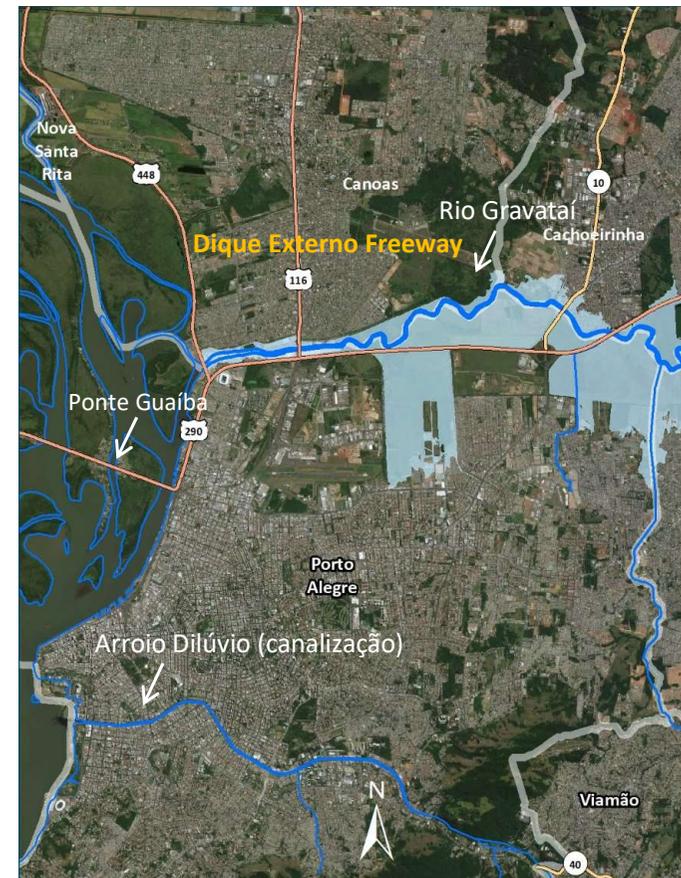
# Histórico



Cheia de 1941



Cheia de 1967



Cheia de 2015

## Comparação Mancha Inundação - Porto Alegre

# Antecedentes

Governo federal criou 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 a ocorrências.

Alinhado com as preocupações do Governo Federal, o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, por meio da METROPLAN, desenvolveu estudos para intervenções na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), através do Plano Metropolitano de Prevenção contra Cheias. Em linhas gerais o objetivo do plano é atuar em dois horizontes de planejamento: no médio/longo prazo com estudos e projetos em nível de bacia hidrográfica (Sinos e Gravataí) e no curto prazo com obras pontuais (Alvorada/Porto Alegre e Eldorado do Sul).

# Plano Metropolitano de Proteção Contra Cheias

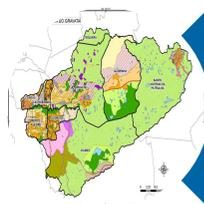
## Objeto de estudo:



1 - Estudos e Projetos de Proteção Contra Cheias do Delta do Jacuí em Eldorado do Sul;



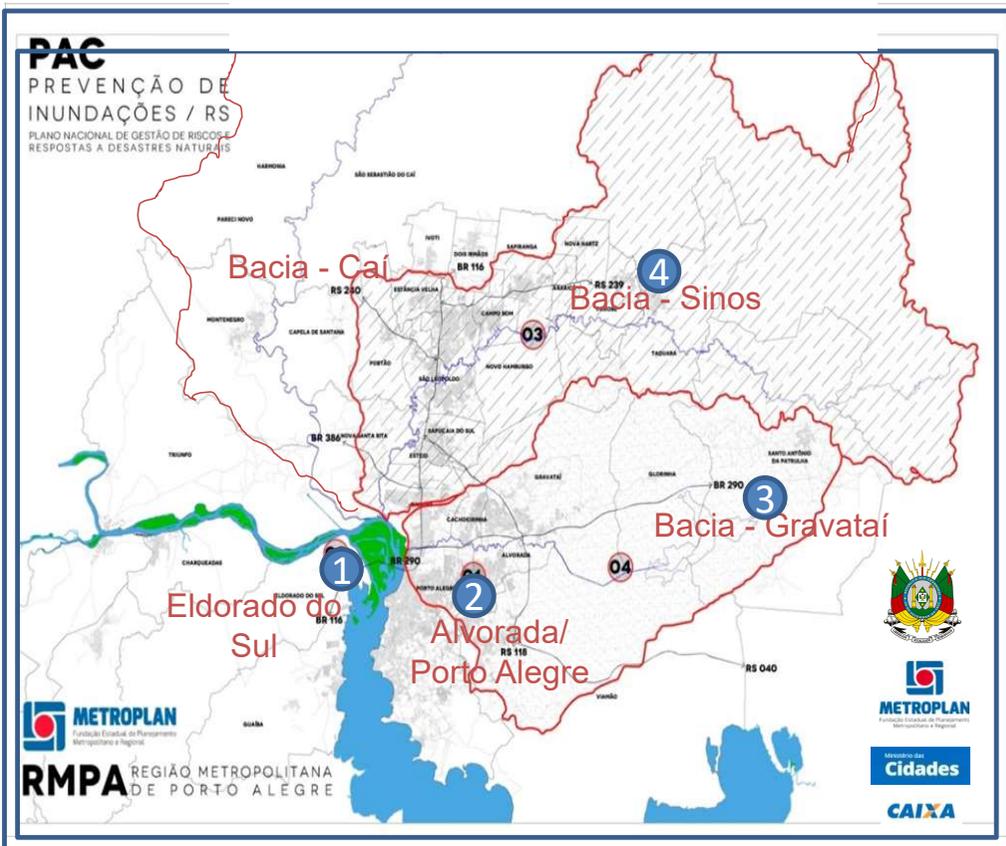
2 - Estudos e Projetos de Proteção Contra Cheias Rio Gravataí e seus afluentes em Alvorada e Porto Alegre;



3 - Estudos de Alternativas para Minimização dos Efeitos de Cheia e Estiagem na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí;

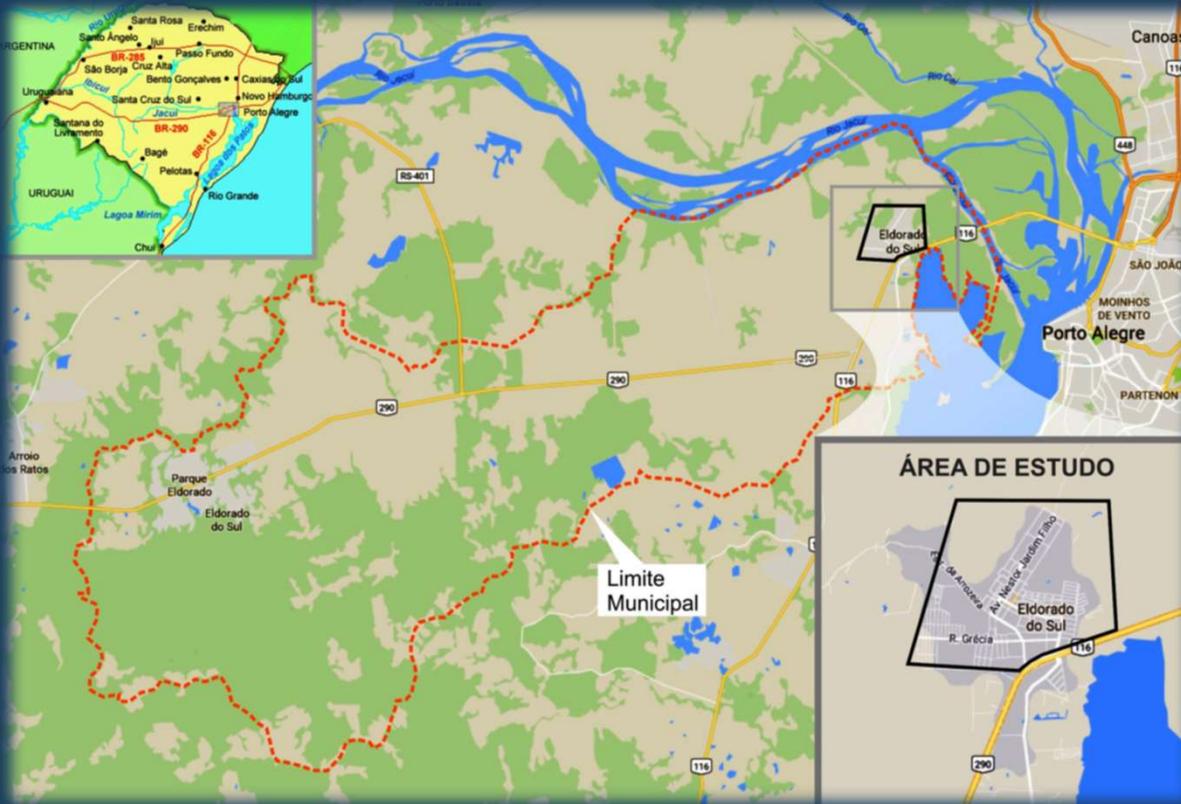


4- Estudos de Alternativas para Minimização dos Efeitos de Cheia na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos;



# Bacia Hidrográfica do Rio Jacuí

## Área de Estudo - ELDORADO DO SUL



Fonte: Magna Eng.(2017)

**1ª Etapa** - Estudos e Projeto Conceitual de Proteção contra Cheias do Delta do Jacuí em Eldorado do Sul.

### Etapa Finalizada

**2ª Etapa** - Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e Projeto Básico Ambiental (PBA) para o Sistema de Proteção contra cheias em Eldorado do Sul.

### Em Processo Licitatório

**3ª Etapa** - Contratação de empresa especializada na elaboração do Projetos Básico (PB) e Executivo (PE) para o Sistema de Proteção contra cheias em Eldorado do Sul

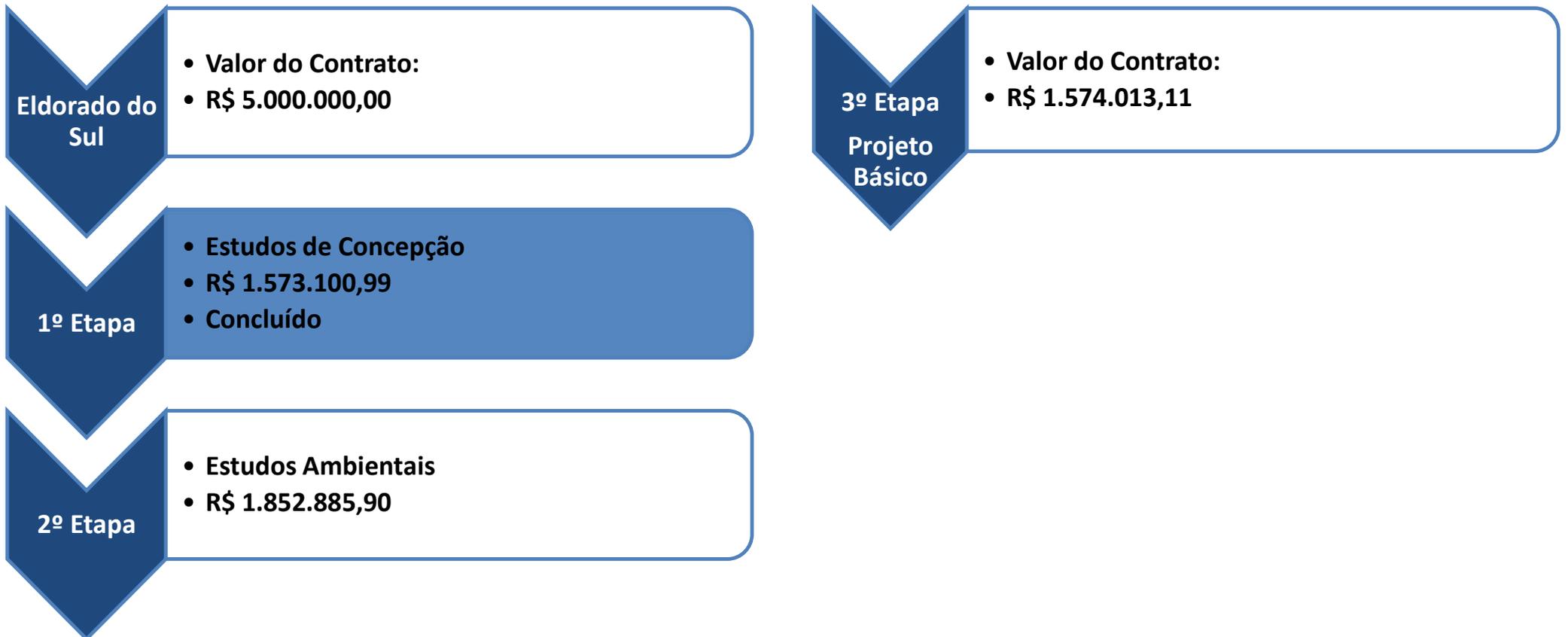
### Etapa não Iniciada

Eldorado do Sul - Outubro de 2015



# Eldorado do Sul

## Recurso OGU



## Caracterização de Eldorado do Sul

A área urbana do município se localiza em uma região extremamente plana, às margens do rio Jacuí. A cidade é muito susceptível à ocorrência de enchentes.

População Censo (2010): 34.343 habitantes

População atingida pelas cheias (2015): 5.849 habitantes

## Cenários de Alternativas

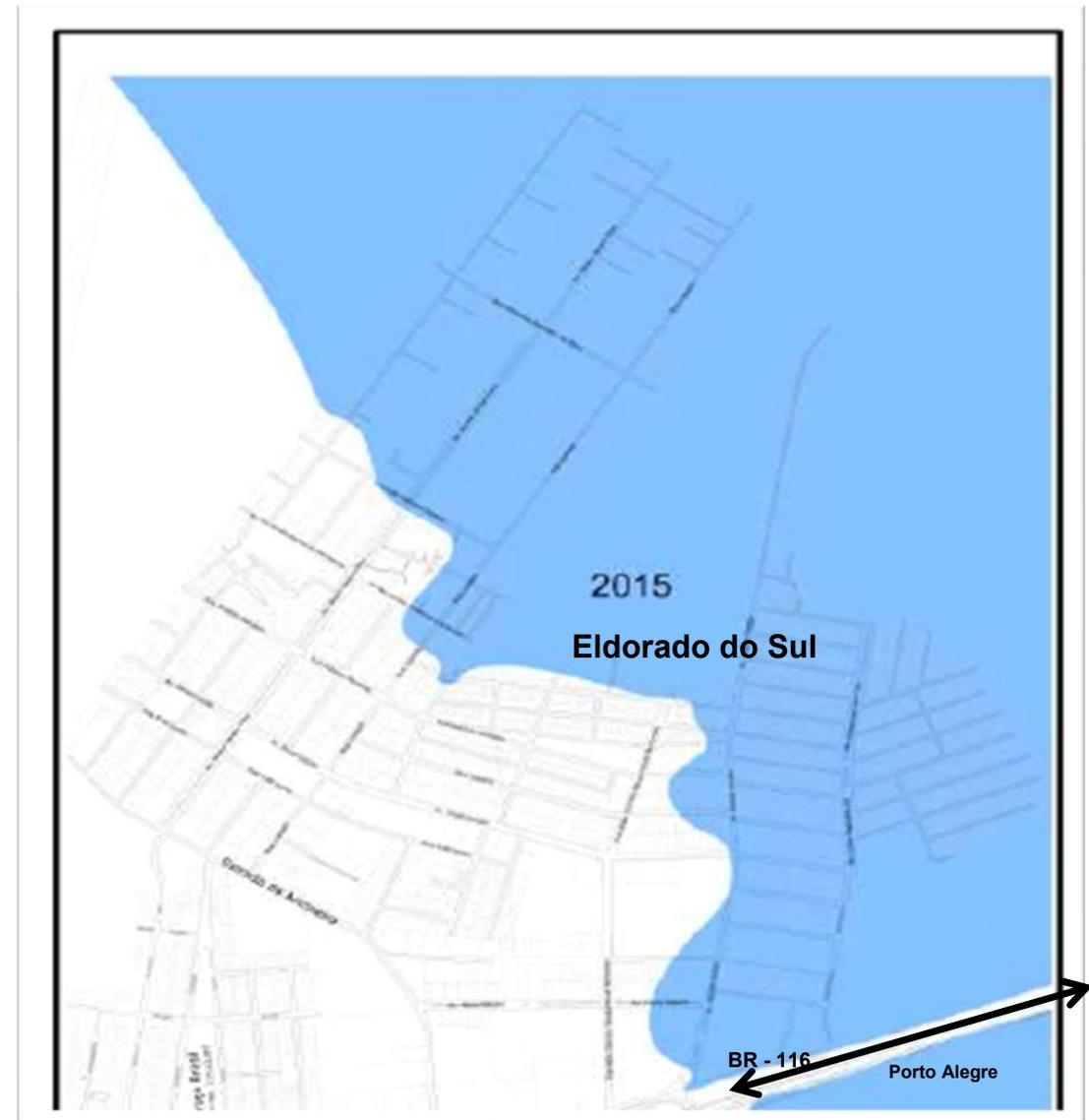
### Cenário 1: Conviver com as cheias

Prever medidas não estruturais que utilizam a prevenção por meio de alerta, seguros e capacitação da população e uso de profissionais treinados;

### Cenário 2: Remover todos os atingidos;

### Cenário 3: Obras de Engenharia.

Prever a construção de um sistema de Proteção.



# Concepção do sistema de Proteção de Eldorado do Sul

O primeiro deles contempla apenas a área que já está urbanizada (Alternativa 1). O segundo traçado envolve a área já urbanizada e as áreas em vias de urbanização (Alternativa 2). O terceiro engloba as duas alternativas anteriores, incluindo áreas ainda ocupadas por atividades agrícolas (Alternativa 3).

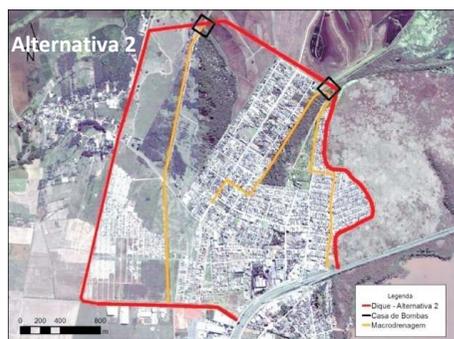


A Alternativa 1 envolve a proteção dos bairros Cidade Verde, Vila da Paz, Chácara, Loteamento Popular, Medianeira, Centro, Residencial Eldorado e Centro Novo. O dique de proteção terá uma extensão de 8.733 m e o sistema de drenagem será composto por duas estações de bombeamento e um conjunto de galerias de drenagem das águas pluviais, além de canais de descarga. A área protegida atinge 2,44 km.

A Alternativa 2, além da proteção das áreas inseridas na Alternativa 1, envolve também uma área não urbanizada localizada a oeste do Bairro Chácara. O dique terá uma extensão de 8.641 m e o sistema de drenagem será composto por duas estações de bombeamento e um conjunto de galerias de drenagem, drenos coletores e canais de descarga. A área protegida é de 4,20 km.

A Alternativa 3 envolve a área protegida pela Alternativa 2 e incorpora uma área atualmente utilizada para agricultura (cultivo de arroz). O dique terá uma extensão de 10.324 m e 3 estações de bombeamento, além de sistemas de galerias, drenos coletores e canais de descarga. A área protegida é de 8,45 km.

# Concepção do sistema de Proteção de Eldorado do Sul



Alternativa	Localização	Custo Total (R\$)
1	A Parque	205.540.610,15
	B Muro	213.005.463,25
	C Urbano	261.480.124,67
2	A Parque	263.931.664,85
	B Muro	272.084.968,97
	C Urbano	319.871.185,81
3	A Parque	355.625.895,39
	B Muro	363.216.582,57
	C Urbano	411.565.416,33

(Data-Base 2017)

# Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí

Área de Estudo - ARROIO FEIJÓ - ALVORADA/PORTO ALEGRE



Fonte: STE (2017)

**1ª Etapa** - Estudos e Projetos de Proteção contra cheias do Rio Gravataí e seus afluentes em Alvorada e Porto Alegre.

## Etapa Finalizada

**2ª Etapa** - Estudo de Impacto Ambiental (EIA), Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) e Projeto Básico Ambiental (PBA) para o Sistema de Proteção contra cheias Alvorada e Porto Alegre.

## Em Processo Licitatório

**3ª Etapa** - Contratação de empresa especializada na elaboração do Projetos Básico (PB) e Executivo (PE) para o Sistema de Proteção contra cheias em Alvorada e Porto Alegre; E execução da obra.

## Etapa não Iniciada

MUNICÍPIO: ALVORADA  
DATA: AGOSTO/2013  
FONTE: CASA MILITAR/DEFESA CIVIL



## Caracterização Alvorada-Porto Alegre

### Alegre

O rio Gravataí, principal curso d'água da bacia e seus afluentes Águas Belas, Feijó e São João são o objeto deste termo de compromisso.

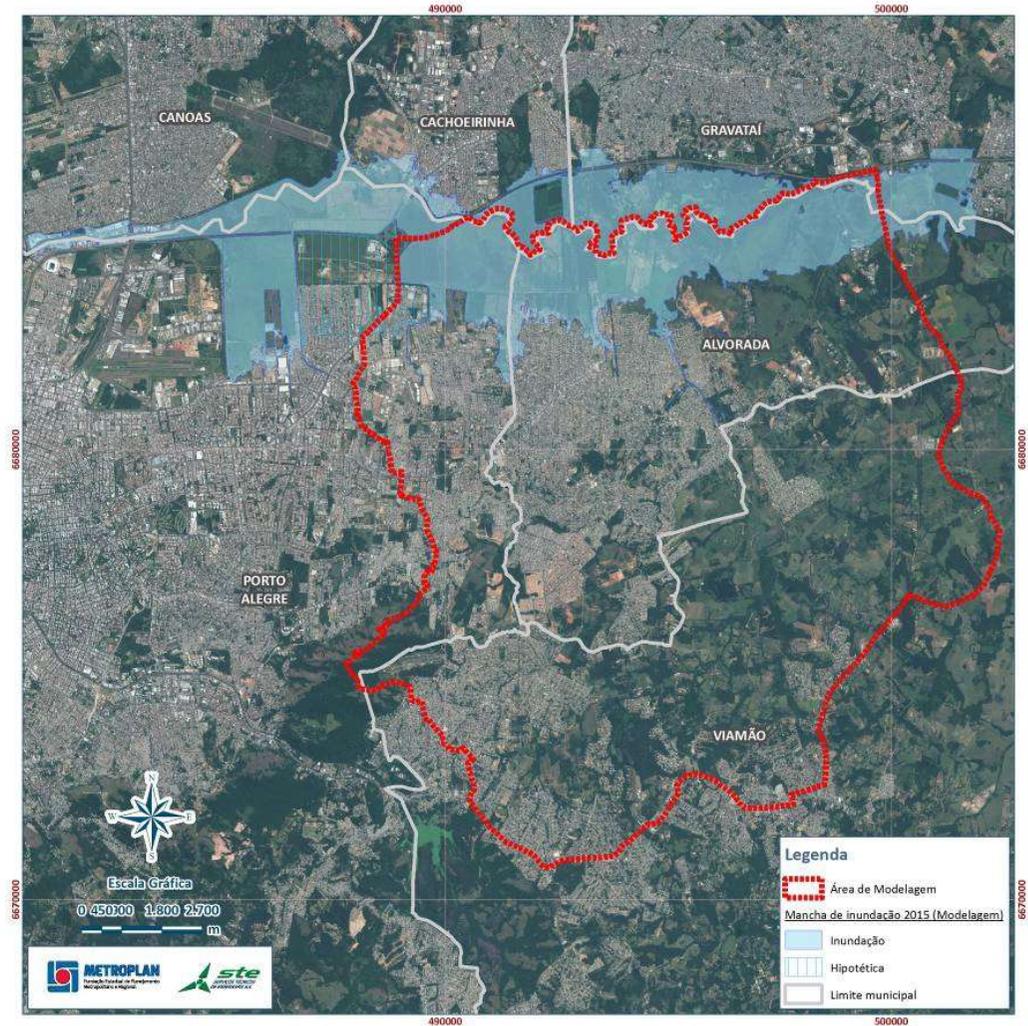
## Cenários de Alternativas

**Cenário 1:** Conviver com as cheias;  
Prever medidas não estruturais que utilizam a prevenção por meio de alerta, seguros e capacitação da população e uso de profissionais treinados;

**Cenário 2:** Remover todos os atingidos;

**Cenário 3:** Obras de Engenharia.

Prever a construção de um Sistema de Proteção.



# Alvorada

## Recurso OGU

Rio Gravataí,  
Alvorada e  
Porto Alegre

- Valor do contrato:
- R\$228.000.000,00

1º Etapa

- Estudo de Concepção
- R\$3.473.438,44
- Concluído

2º Etapa

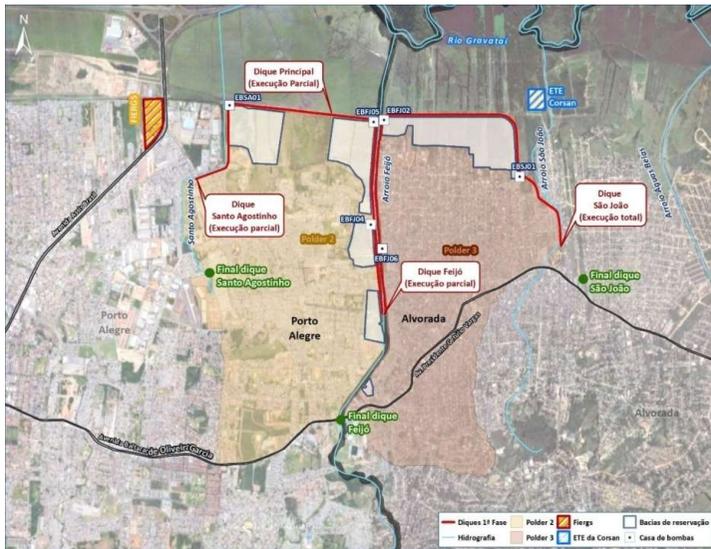
- Estudos Ambientais
- R\$3.330.076,50

3º Etapa

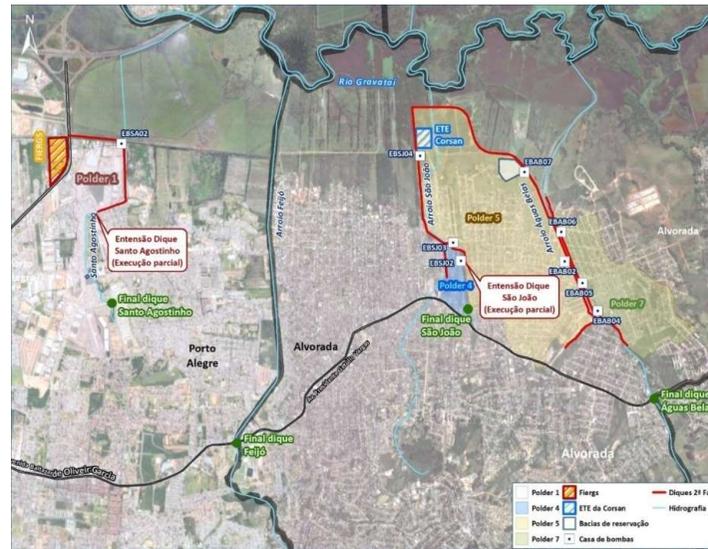
- Projetos Básicos, Executivos e Execução de Obras
- R\$ 221.196.485,06



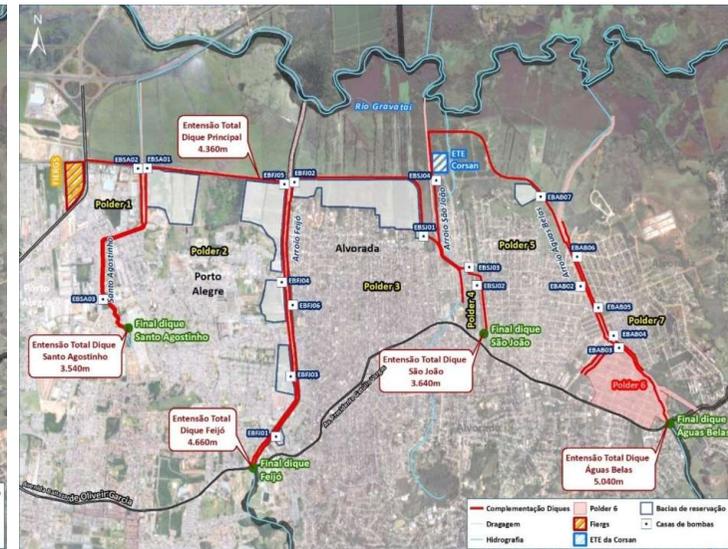
# Sequenciamento de obras do sistema de Proteção Alvorada – Porto Alegre



1ª Fase: execução dos Polders 3 e 2 - Alternativa que considera a execução parcial dos diques, com redução das cotas de coroamento e extensão dos diques do Arroio Feijó; considera ainda a não execução da dragagem e proteção do canal com colchão reno.



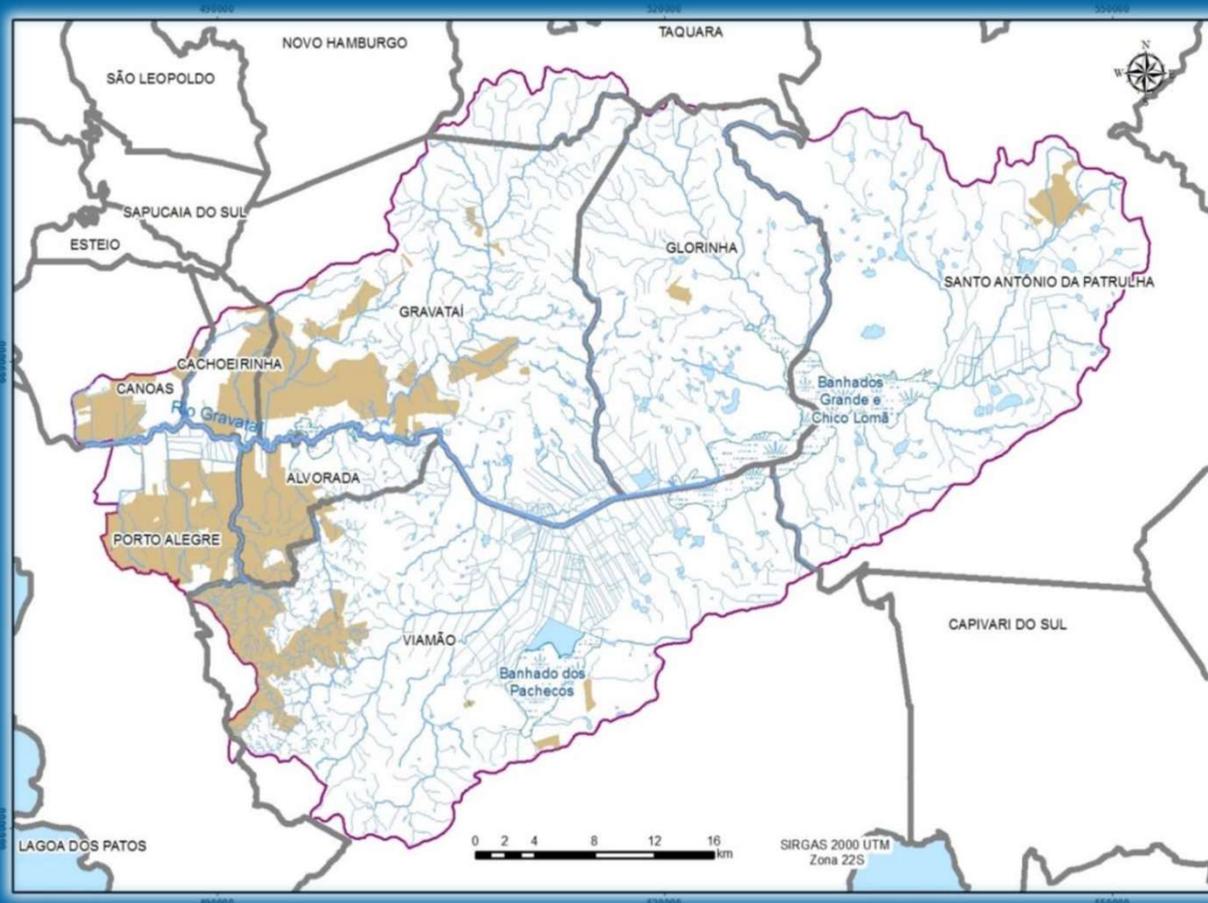
2ª Fase: execução dos Polders 5, 4, 1 e 7 a um custo aproximadamente igual ao da 1ª Etapa – Alternativa que também considera a execução parcial dos diques, com redução das cotas de coroamento e extensão dos diques dos Arroios Santo Agostinho (Polder 1) e São João (Polder 4); também não considera a execução da dragagem e proteção do canal com colchão reno.



3ª Fase: execução do Polder 6 e complementações dos demais polders (extensão e alteamento de aterro, dragagem de canais, etc)

# Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí

Área de Estudo – Bacia do Rio Gravataí



**1ª Etapa** - Estudos de Alternativas para Minimização dos Efeitos de Cheia e Estiagem na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí.

**Etapa Finalizada**

**2ª Etapa** - Contratação de empresa especializada na elaboração do Projetos Básico (PB) e Executivo (PE) para os Sistemas de Proteção contra cheias na Bacia do Rio Gravataí.

**Etapa não Iniciada**

## Caracterização da Bacia do Gravataí

A bacia hidrográfica do rio Gravataí é ocupada por 9 municípios com uma população de 1,225 milhões. Está localizada no Leste do Rio Grande do Sul. Com mais de 50% ocupada, a bacia do Gravataí sofre com a alternância de eventos de cheia e estiagem. Desde a década de 60, uma série de intervenções no sentido de retificar e canalizar o rio Gravataí (canal do DNOS) tem agravado esses efeitos, o que tem causado um processo de erosão das margens. Os efeitos dessa erosão atingiram áreas planas do banhado Grande, colocando regiões ambientalmente frágeis em situação de risco e permitindo que a onda de cheia se desloque com maior velocidade.



<https://ferdinandodesousa.files.wordpress.com/2017/10/banhado-grande.jpg?w=730>

# Bacia do Gravataí

## Recurso OGU

Gravataí

- Valor do Contrato:
- R\$ 15.000.000,00

1º Etapa

- Estudos de Concepção
- R\$ 4.646.217,31
- Concluído

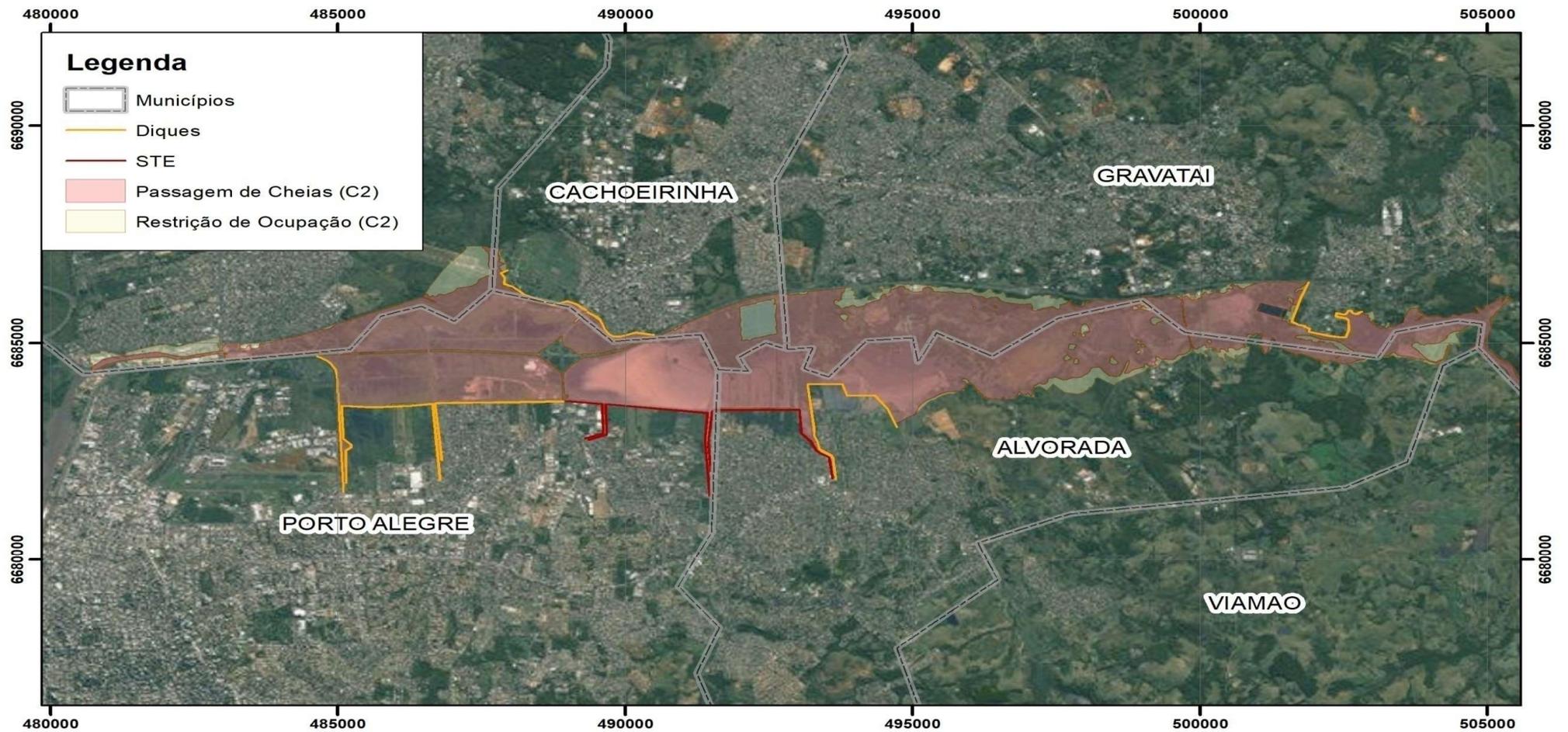
2º Etapa

- Estudos Ambientais e Projetos Básicos
- R\$ 10.353.782,69

## 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

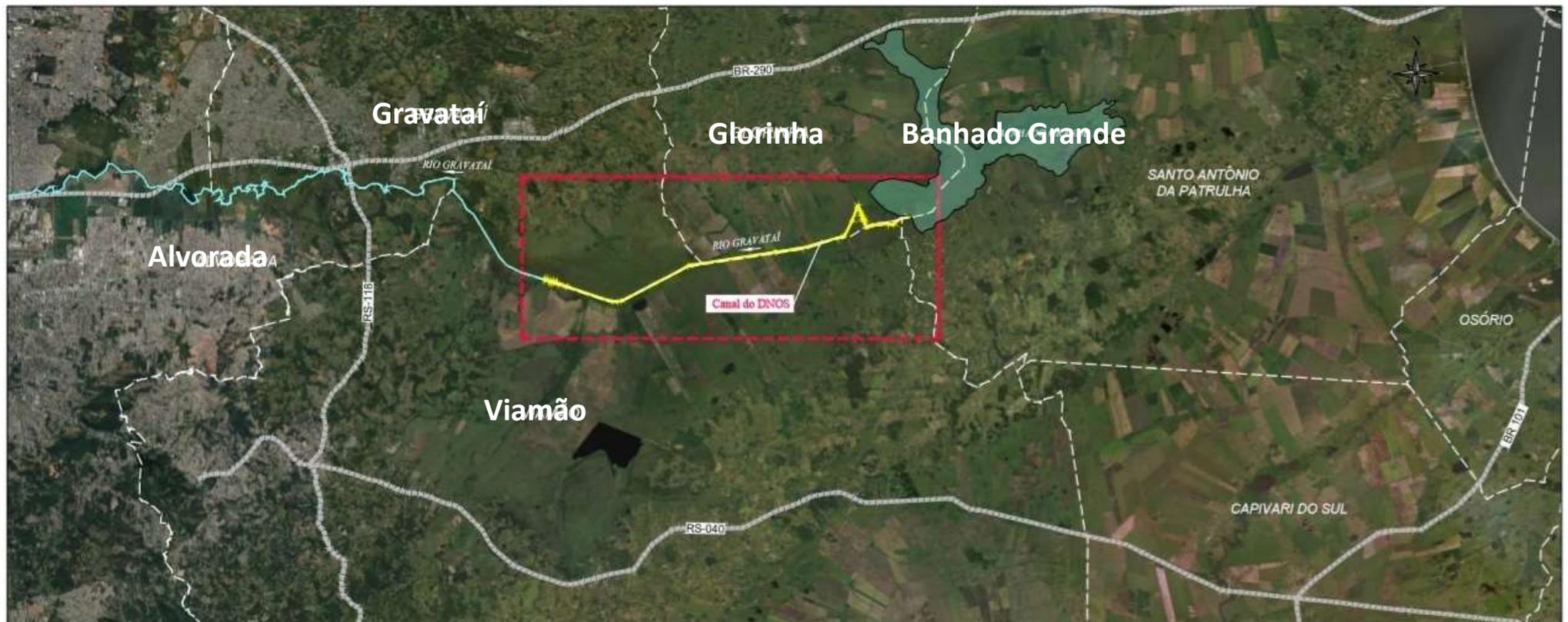
# Resultado - Cheias



**Cenário**

Alternativas estruturais – Banhado Grande

- Recuperação de áreas degradadas na região do Banhado Grande desde o Passo dos Negros e Lagoa das Anastácias.



**Cenário**

**Alternativas estruturais – Banhado Grande**

- Recuperação de áreas degradadas na região do Banhado Grande desde o Passo dos Negros e Lagoa das Anastácias.



**Cenário**

**Alternativas estruturais – Banhado Grande**

- Implantação de minibarramentos na calha do Rio Gravataí para a recuperação das áreas de banhado e evitando os processos erosivos na região.



# Orçamento

Item	Descrição	Valor sem BDI	Valor TOTAL com BDI
<b>1</b>	<b>Zoneamento com desapropriações</b>		<b>R\$ 44.547.530,75</b>
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
<b>2</b>	<b>Banhado Grande</b>		<b>R\$ 5.489.932,01</b>
2	Minibarramentos Banhado	R\$ 4.296.997,94	R\$ 5.489.932,01
<b>3</b>	<b>Diques na Bacia</b>		<b>R\$ 224.621.182,84</b>
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
<b>4</b>	<b>Sistema de Monitoramento</b>		<b>R\$ 525.661,00</b>
4.1	Melhoria da rede	R\$ 410.000,00	R\$ 525.661,00
<b>4</b>	<b>Política de Gestão de Recursos Hídricos</b>		<b>R\$ 9.180.000,00</b>
4.1	Fiscalização de Outorgas	R\$ 7.956.318,25	R\$ 9.180.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 284.364.306,60</b>

# Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

Área de Estudo - BACIA DO RIO DOS SINOS

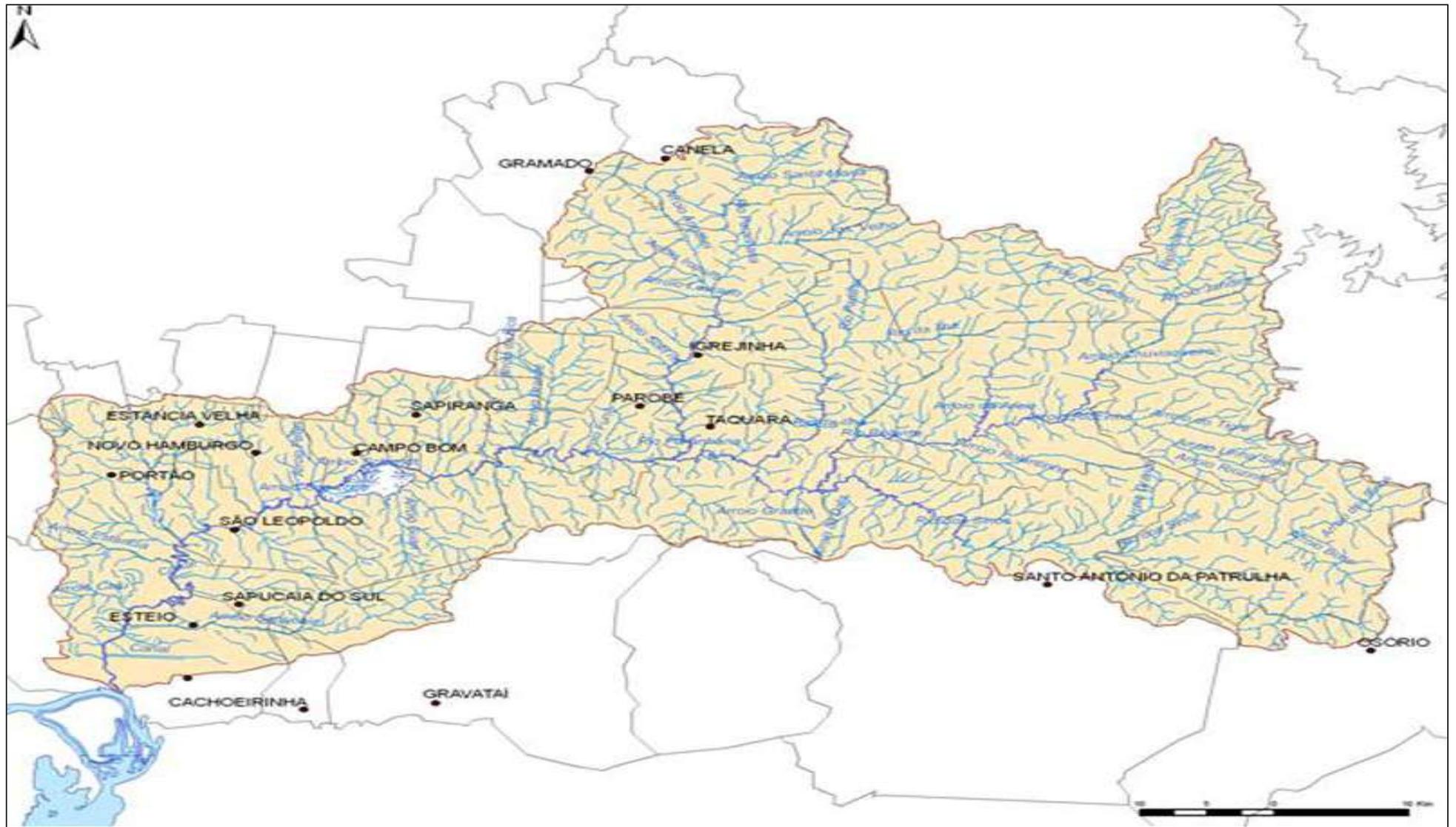


**1ª Etapa** - Estudos de Alternativas para Minimização dos Efeitos de Cheia na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

**Etapa em fase de Finalização**

**2ª Etapa** - Contratação de empresa especializada na elaboração do Projetos Básico (PB) e Executivo (PE) para os Sistemas de Proteção contra cheias na Bacia do Rio dos Sinos.

**Etapa não Iniciada**



# Caracterização da Bacia do Rio dos Sinos

- A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos está inserida na Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba, localizando-se na porção leste do Estado do Rio Grande do Sul. O Rio dos Sinos deságua no Delta do Rio Jacuí. O exutório da Bacia do Rio dos Sinos contribui diretamente para a Bacia do Lago Guaíba (sul). Há uma significativa interação entre essas bacias, que é composta por 32 municípios. A bacia hidrográfica está dividida em três trechos: 1) Alto Sinos (predominam o ambiente e a paisagem rural, com centros urbanos de pequeno porte); 2) Médio Sinos (transição entre a paisagem rural e a área mais urbanizada) e 3) Baixo Sinos (ambientes urbanos, com densa ocupação populacional e concentração industrial).



# Bacia do Rio do Sinos

## Recurso OGU

Bacia do Rio do Sinos

- Valor do Contrato
- R\$ 10.000.000,00

Etapa 1

- Estudos de concepção
- R\$ 6.358.340,85
- Concluído

Etapa 2

- Estudos Ambientais e Projetos Básicos
- R\$ 3.641.659,15

# 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

# Orçamento

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\$ 130.641.827,46
1.1	Desapropriações	99.115.046,44		118.293.807,93		118.293.807,93
1.2	Avaliação dos Imóveis (1%)	991.150,46			1.143.589,41	1.143.589,41
1.3	Demolições e Transporte ate 30 km	3.957.442,64	5.073.837,21			5.073.837,21
1.4	Parque Linear	4.798.446,52	5.937.285,41		193.307,50	6.130.592,91
2	Diques de proteção Baixo Sinos					372.883.179,18
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 do Arroio 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
3	Diques de proteção Médio Sinos					R\$ 207.656.519,63
3.1	Diques Igrejinha	165.352.303,69	152.458.213,41	48.597.039,39	6.601.266,84	207.656.519,63
5	Sistema de monitoramento, previsão e alerta					R\$ 320.525,00
5.1	Melhoria da rede de monitoramento	250.000,00	320.525,00			320.525,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 569.101.335,63</b>	<b>R\$ 476.916.205,89</b>	<b>R\$ 214.885.056,87</b>	<b>R\$ 19.700.788,50</b>	<b>R\$ 711.502.051,27</b>

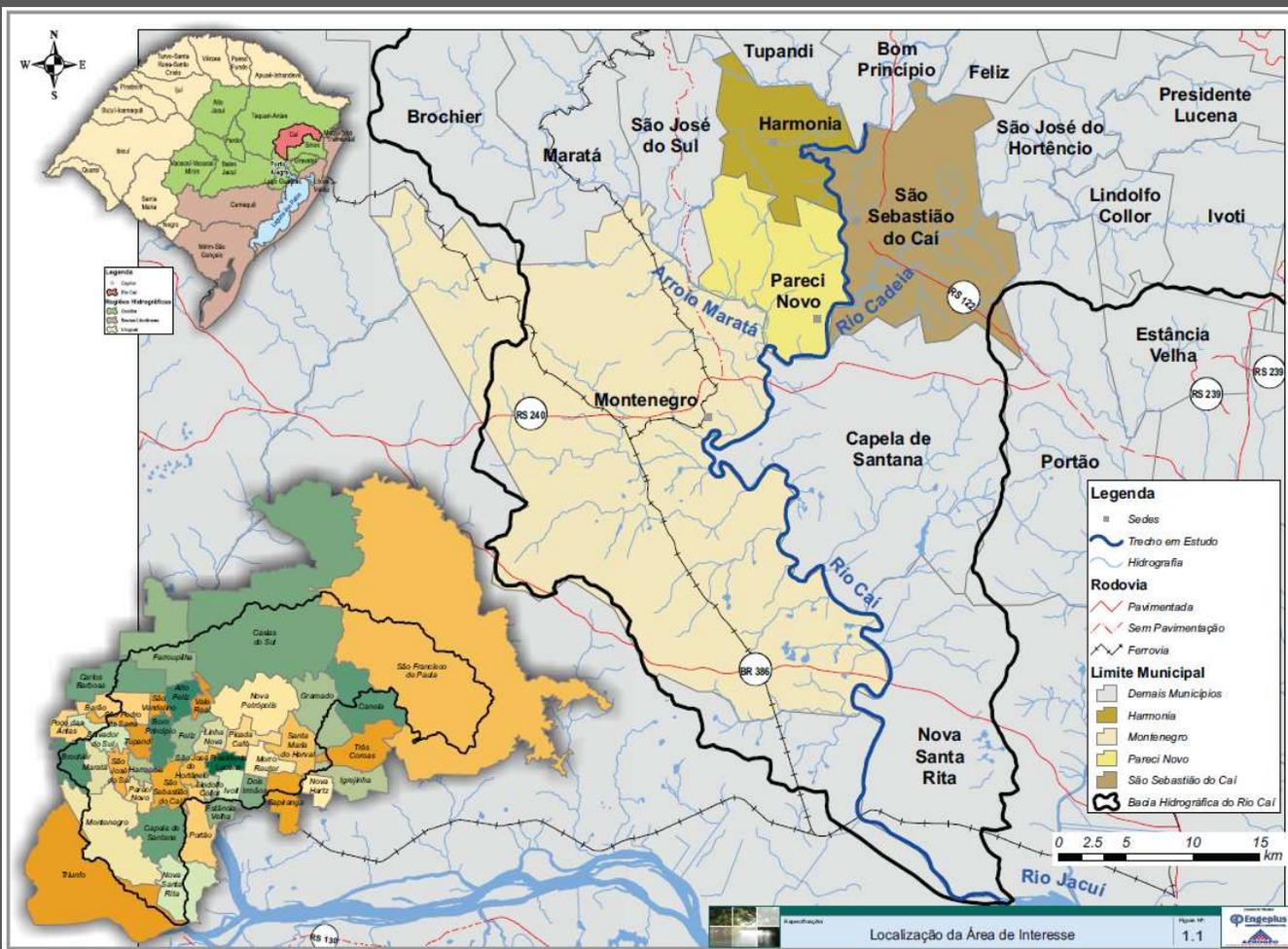
# Bacia Hidrográfica do Rio Caí

Área de Estudo – Trecho Baixo do Rio Caí

Elaboração de Serviço de Consultoria Relativo ao Estudo de Alternativas para a Minimização do Efeito das Cheias do Trecho Baixo do rio Caí.

**Finalizado**

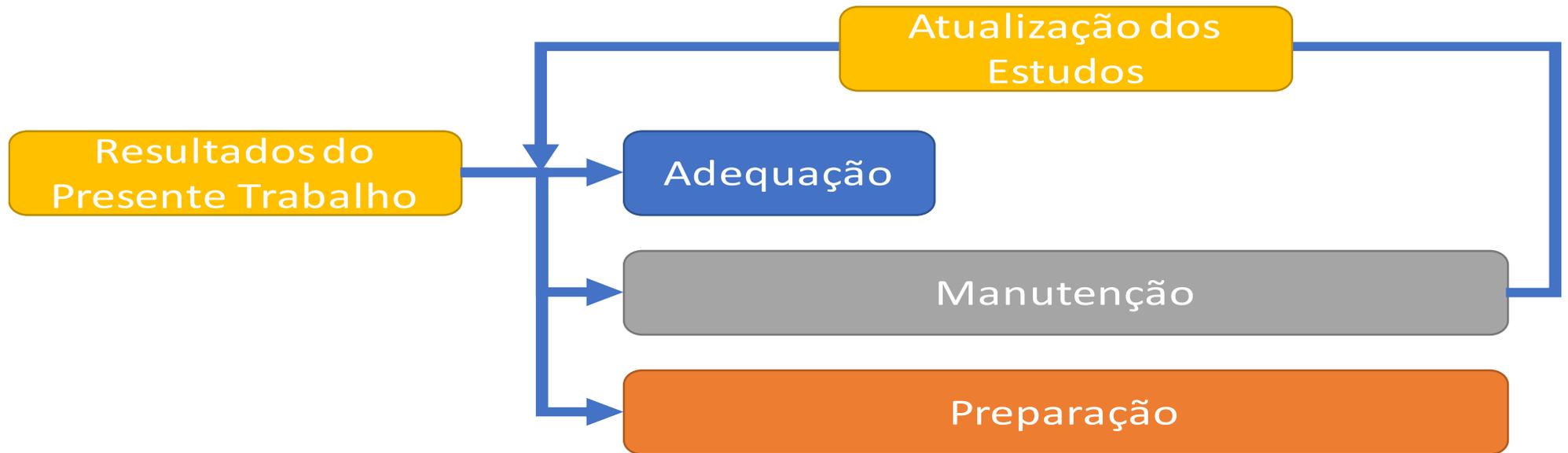
Contratação e Fiscalização SOP-RS  
Apoio na Fiscalização METROPLAN  
(set/2013 a out/2014)



# Cenários de Alternativas para a minimização das Cheias

1. Convivência com as cheias (cenário atual)
2. Ações Não Estruturais (sem execução de obras).
3. Desapropriação das áreas inundadas.
4. Ações Estruturais (com execução de obras).

# Fluxograma de Ações



# Reuniões de acompanhamento e Reuniões Públicas

Contrato	Nº de reuniões	Média de Participantes	Hora por Reunião	Horas de Reunião	Hora/Homem
TC nº 0402.492-52/2012- Alvorada	59	12	1,5	88,5	1062
TC nº 0402.535-68/2012					

# Ações

## 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.

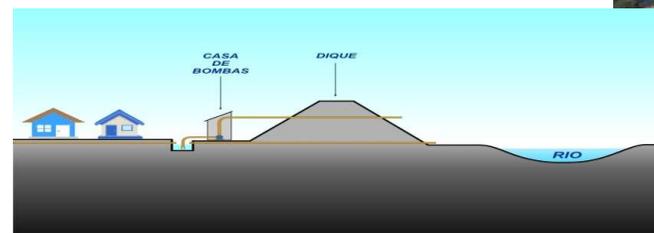
## Manutenção:

- 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.
- Programas de:
  - Inspeção e Manutenção Periódica.
  - Capacitação de Agentes da Saúde e Assistentes Sociais.
  - Capacitação dos Técnicos Municipais.

### Alternativas para minimização de cheias



Bacias de Amortecimento  
Parques - Áreas de Lazer



Diques