

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

Contrato nº 004/2015



## ETAPA - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS

PRODUTO Nº 13

### ANÁLISE DE VIABILIDADE DE ALTERNATIVAS



| CONTRATO N.º:<br><br>004/2015                 |            | ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROJETOS PARA<br>MINIMIZAÇÃO DO EFEITO DE CHEIAS E ESTIAGENS NA<br>BACIA DO RIO GRAVATAÍ |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|-----------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| DOCUMENTO N.º:<br><br>RT-EA-06-2018-ACV-02-01 |            | <p align="center"><b>PRODUTOS 13</b></p> <p align="center"><b>ANÁLISE DE VIABILIDADE DE ALTERNATIVAS</b></p>      |                       |                                                                                                                                                 |                   |
| Revisão                                       | Data       | Descrição                                                                                                         | Elaborado p/          | Aprovado p/                                                                                                                                     | Status            |
| R00                                           | 15/06/2018 | Emissão inicial                                                                                                   | Consórcio<br>Gravataí | METROPLAN                                                                                                                                       | Revisão           |
| R01                                           | 10/08/2018 | Revisão geral                                                                                                     | Consórcio<br>Gravataí | METROPLAN                                                                                                                                       | Para<br>aprovação |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
|                                               |            |                                                                                                                   |                       |                                                                                                                                                 |                   |
| <b>Elaboração</b>                             |            | <b>Cliente</b>                                                                                                    |                       | <b>Responsáveis Técnicos</b>                                                                                                                    |                   |
| CONSÓRCIO GRAVATAÍ                            |            | METROPLAN                                                                                                         |                       | Engº ORGEL CARVALHO FILHO<br>CREA RS 087284<br><br>Engº LUCIANO BEZERRA<br>CREA RS 055454<br><br>Engº WELLINGTON COIMBRA LOU<br>CREA RJ 22414-D |                   |

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Equipe Principal:**

- Eng. Orgel de Oliveira Carvalho Filho;
- Eng. Ricardo de Magalhães Santiago;
- Eng. Luciano Bezerra da Silva;
- Eng. José Carlos Leite Diehl;
- Eng. Wellington Coimbra Lou;
- Eng. José Augusto Jordão Castro;
- Arq. Clarice Debiagi;
- Soc. Roseli Kepeler.

### **Equipe Complementar:**

- Eng. Lawson Beltrame;
- Eng. Lucas Rangel Martins;
- Eng. Thiago Araldi;
- Eng. Luiz Borges Costa;
- Eng. Carlos Wagner da Motta Meirelles;
- Eng. Alexandre Augusto Mees Alves;
- Eng. Joel Avruch Goldenfum;
- Eng. André Silveira;
- Eng. Osmar Wohl Coelho;
- Eng. Elizeu Benetti;
- Eng. Maurício Dambros Melati;
- Eng. Aline de Ávila Ferreira
- Econ. Clóvis Souza;
- Econ. Otávio Pereira.

## SUMÁRIO

|          |                                                                  |     |
|----------|------------------------------------------------------------------|-----|
| 1        | APRESENTAÇÃO .....                                               | 8   |
| 2        | INTRODUÇÃO .....                                                 | 10  |
| 3        | ANÁLISE DE VIABILIDADE DE ALTERNATIVAS .....                     | 11  |
| 3.1      | Área de Estudo .....                                             | 11  |
| 3.2      | Objetivos do Relatório .....                                     | 11  |
| 3.3      | Planejamento Geral .....                                         | 12  |
| 3.4.1.   | Horizonte de Planejamento .....                                  | 12  |
| 3.4.2.   | Unidades de Análise Espacial .....                               | 13  |
| 3.4      | Análise Econômica Do Efeito Das Inundações .....                 | 16  |
| 3.4.3.   | Cenário 0 .....                                                  | 16  |
| 3.4.3.1. | Quantificação de Edificações Atingidas .....                     | 17  |
| 3.4.3.2. | Quantificação dos Prejuízos Públicos .....                       | 38  |
| 3.4.3.3. | Limpeza das Edificações Atingidas – Valor do Tempo .....         | 40  |
| 3.4.3.4. | Avaliação Econômica do Cenário Zero – Sem Crescimento .....      | 42  |
| 3.4.4.   | Cenário 1 .....                                                  | 51  |
| 3.4.5.   | Cenário 2 .....                                                  | 60  |
| 3.5.     | Estudo de Viabilidade Econômica – Cheias .....                   | 80  |
| 3.5.1.   | Cenário 0 x Cenário 1 .....                                      | 80  |
| 3.5.2.   | Cenário 0 x Cenário 2 .....                                      | 91  |
| 3.6.     | Análise Econômica dos Efeitos das Estiagens .....                | 100 |
| 3.6.1.   | Cenário 0 .....                                                  | 100 |
| 3.6.1.1. | Aspectos Metodológicos .....                                     | 105 |
| 3.6.2.   | Resultados Consolidados dos Modelos .....                        | 115 |
| 3.6.3.   | Aspectos para Mensuração dos Impactos da Estiagem da Bacia ..... | 119 |
| 3.6.4.   | Cenários Alternativos .....                                      | 122 |
| 3.6.5.   | Cenários para Mensuração dos Impactos da Estiagem na Bacia ..... | 123 |
| 3.6.6.   | Resultados dos Impactos da Estiagem na Bacia .....               | 126 |
| 3.7.     | Estudo de Viabilidade - Estiagens .....                          | 133 |
| 3.7.1.   | Cenários 1 e 2 .....                                             | 133 |
| 3.7.2.   | Definição e Cálculo dos Custos .....                             | 134 |
| 4.       | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                 | 143 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1 - Situação e localização da Bacia do Rio Gravataí.....                                   | 11  |
| Figura 2 - Área de exclusão da presente Análise Econômica, no município de Alvorada .....         | 14  |
| Figura 3 - Áreas de exclusão da presente Análise Econômica, dos tributários do Rio Gravataí ..... | 15  |
| Figura 4 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 5 – Mapa 01.....                       | 18  |
| Figura 5 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 5 – Mapa 02.....                       | 19  |
| Figura 6 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 10 - Mapa 01.....                      | 21  |
| Figura 7 - Mancha da Inundação Situação Atual para o TR 10 - Mapa 02.....                         | 22  |
| Figura 8 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 25 - Mapa 01.....                      | 24  |
| Figura 9 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 25 - Mapa 02.....                      | 25  |
| Figura 10 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 50 - Mapa 01.....                     | 27  |
| Figura 11 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 50 - Mapa 02.....                     | 28  |
| Figura 12 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 100 - Mapa 01.....                    | 30  |
| Figura 13 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 100 - Mapa 02.....                    | 31  |
| Figura 14 - Curva Prejuízo Total x Tempo de Retorno .....                                         | 43  |
| Figura 15 - Curva Probabilidade x Prejuízos.....                                                  | 44  |
| Figura 16 - Curva Prejuízo Total x Tempo de Retorno (30 anos).....                                | 49  |
| Figura 17 - Zoneamento Proposto para as áreas atingidas pelas cheias na Bacia.....                | 52  |
| Figura 18 - Curva Tempo de Recorrência x Prejuízos Estimados – <b>Cenário 1</b> .....             | 59  |
| Figura 19 - Zoneamento Proposto para as áreas atingidas pelas cheias na Bacia.....                | 61  |
| Figura 20 - Curva Prejuízo x Tempo de Retorno – <b>Cenário 2</b> .....                            | 68  |
| Figura 21 - Curva Mitigação de Prejuízo x Tempo de Retorno – Dique em Cachoeirinha.....           | 72  |
| Figura 22 - Curva Mitigação de Prejuízo x Tempo de Retorno – Dique em Gravataí .....              | 76  |
| Figura 23 - Curva Mitigação de Prejuízo x Tempo de Retorno - Diques em Porto Alegre .....         | 80  |
| Figura 24 - Déficit Hídrico em termos percentuais nas Captações de Água da Bacia .....            | 118 |
| Figura 25 - Déficit Hídrico em termos volumétricos nas Captações de Água da Bacia .....           | 118 |
| Figura 26 - Comparação dos Resultados Cenários 1 até 5 .....                                      | 132 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Dados do Contratante .....                                                                                     | 8  |
| Quadro 2 - Dados do Consórcio.....                                                                                        | 9  |
| Quadro 3 - Dados do Contrato .....                                                                                        | 9  |
| Quadro 4 - Produtos previstos no contrato e status de execução .....                                                      | 10 |
| Quadro 5 - Escopo considerado para a Análise Econômica de Cheias .....                                                    | 16 |
| Quadro 6 - Intervalos considerados nas manchas de inundação .....                                                         | 17 |
| Quadro 7 - Área totais atingidas (km <sup>2</sup> ) conforme manchas de inundação por TR – <b>Cenário 0</b> .....         | 17 |
| Quadro 8 - Área Edificada atingida pela Mancha de Inundação com TR 5 - <b>Cenário 0</b> .....                             | 20 |
| Quadro 9 - Área Edificada atingida pela Mancha de Inundação com TR 10 - <b>Cenário 0</b> .....                            | 23 |
| Quadro 10 - Área Edificada atingida pela Situação Atual com TR 25 anos – <b>Cenário 0</b> .....                           | 26 |
| Quadro 11 - Área Edificada atingida pela Situação Atual com TR 50 - <b>Cenário 0</b> .....                                | 29 |
| Quadro 12 - Área Edificada atingida pela Situação Atual com TR 100 - <b>Cenário 0</b> .....                               | 32 |
| Quadro 13 - Situação Atual das áreas construídas por município atingidas (m <sup>2</sup> ) – <b>Cenário 0</b> .....       | 33 |
| Quadro 14 - Custos unitários básicos de construção – agosto/2017 .....                                                    | 34 |
| Quadro 15 - Dados gerais dos municípios atingidos .....                                                                   | 34 |
| Quadro 16 - Quantificação de Prejuízos Indiretos sobre Prejuízos Diretos.....                                             | 35 |
| Quadro 17 - Prejuízos em Edificações Residenciais e Comerciais na Situação Atual ( R\$) – <b>Cenário 0</b> .....          | 36 |
| Quadro 18 - Quantificação das áreas industriais atingidas na Situação Atual (em m <sup>2</sup> ) – <b>Cenário 0</b> ..... | 37 |
| Quadro 19 - Quantificação das áreas industriais atingidas na Situação Atual (em R\$) – <b>Cenário 0</b> .....             | 38 |
| Quadro 20 - Prejuízos Públicos contabilizados pela Defesa Civil.....                                                      | 39 |
| Quadro 21 - Prejuízos registrados pela Defesa Civil em Inundações na Bacia .....                                          | 39 |
| Quadro 22 - Prejuízos Totais aos entes públicos por TR na Situação Atual – <b>Cenário 0</b> .....                         | 40 |
| Quadro 23 - Tempo de Limpeza em áreas edificadas .....                                                                    | 41 |
| Quadro 24 - Renda média mensal e média de moradores por residência .....                                                  | 41 |
| Quadro 25 - Custo da limpeza das edificações na Situação Atual (R\$) – <b>Cenário 0</b> .....                             | 42 |
| Quadro 26 - Prejuízos Totais conforme Tempo de Recorrência (R\$) .....                                                    | 43 |
| Quadro 27 - Cálculo do Prejuízo Estimado Anual – Cenário Zero – Sem Crescimento.....                                      | 45 |
| Quadro 28 - Cálculo do VP do Prejuízo Total do Cenário Zero – Sem Crescimento .....                                       | 46 |
| Quadro 29 – Estimativa de áreas edificadas sujeitas aos eventos de cheias no 30º ano.....                                 | 47 |
| Quadro 30 – Prejuízos para o cenário urbano do 30º ano do horizonte de estudo (R\$).....                                  | 48 |
| Quadro 31 - Cálculo do Prejuízo Estimado Anual (30 anos) .....                                                            | 49 |
| Quadro 32 - Prejuízo total estimado para a Bacia– Com Crescimento Urbano (crescimento 2,05 % a.a.)50                      |    |
| Quadro 33 - Quantificação das Edificações contidas no zoneamento proposto no <b>Cenário 1</b> .....                       | 53 |
| Quadro 34 - Quantitativo de Edificações Residenciais e Comerciais – <b>Cenário 1</b> .....                                | 54 |
| Quadro 35 - Prejuízos Totais em Edificações Residenciais e Comerciais na Bacia – <b>Cenário 1</b> .....                   | 55 |
| Quadro 36 - Quantificação das Edificações Industriais na Bacia – <b>Cenário 1</b> .....                                   | 55 |
| Quadro 37 - Prejuízos Totais em Edificações Industriais na Bacia - <b>Cenário 1</b> .....                                 | 57 |
| Quadro 38 - Prejuízos Totais aos Entes Públicos por Tempo de Recorrência – <b>Cenário 1</b> .....                         | 57 |
| Quadro 39 - Custo do Tempo – Limpeza de Edificações – <b>Cenário 1</b> .....                                              | 58 |

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 40 - Prejuízos Totais Conforme Tempo de Recorrência – <b>Cenário 1</b> .....                          | 58 |
| Quadro 41 - Prejuízo Anualizado para a Mancha do Rio Gravataí – <b>Cenário 1</b> .....                       | 59 |
| Quadro 42 - Prejuízo Total para a Mancha do Rio Gravataí – <b>Cenário 1</b> (crescimento de 2,05% a.a.)..... | 60 |
| Quadro 43 - Edificações contidas no zoneamento proposto no <b>Cenário 02</b> .....                           | 61 |
| Quadro 44 - Prejuízos Totais em Edificações Residenciais e Comerciais na Bacia – <b>Cenário 2</b> .....      | 62 |
| Quadro 45 - Edificações Residenciais e Comerciais – <b>Cenário 2</b> .....                                   | 63 |
| Quadro 46 - Quantificação das Edificações Industriais em m <sup>2</sup> - <b>Cenário 2</b> .....             | 64 |
| Quadro 47 - Quantificação dos Prejuízos Totais em Edificações Industriais .....                              | 64 |
| Quadro 48 - Prejuízos Totais aos Entes Públicos por Tempo de Recorrência – <b>Cenário 2</b> .....            | 65 |
| Quadro 49 - Custo do Tempo – Limpeza de Edificações – <b>Cenário 2</b> .....                                 | 65 |
| Quadro 50 - Prejuízos Totais Conforme Tempo de Recorrência – <b>Cenário 2</b> .....                          | 66 |
| Quadro 51 - Prejuízos Totais na Bacia do Rio Gravataí – Comparação de Cenários.....                          | 66 |
| Quadro 52 - Prejuízo Anualizado para a Mancha da Bacia – <b>Cenário 2</b> .....                              | 67 |
| Quadro 53 - Prejuízo Total para a Mancha da Bacia – <b>Cenário 2</b> .....                                   | 67 |
| Quadro 54 - Comparativo de Prejuízos entre Cenários .....                                                    | 68 |
| Quadro 55 - Quantificação de Edificações Residenciais e Comerciais – Dique em Cachoeirinha .....             | 69 |
| Quadro 56 - Economia Total em Edificações Residenciais e Comerciais – Dique em Cachoeirinha .....            | 69 |
| Quadro 57 - Economia Total aos Entes Públicos por TR - Dique em Cachoeirinha .....                           | 70 |
| Quadro 58 - Custo do Tempo - Limpeza de Edificações – Dique em Cachoeirinha .....                            | 70 |
| Quadro 59 - Economia Total Conforme Tempo de Recorrência – Dique em Cachoeirinha.....                        | 70 |
| Quadro 60 - Economia Anualizada - Dique em Cachoeirinha .....                                                | 71 |
| Quadro 61 - Economia Total para 30,anos – Crescimento de 2,05% a.a.- Dique em Cachoeirinha .....             | 71 |
| Quadro 62 - Quantificação de Edificações Residenciais e Comerciais – Dique em Gravataí.....                  | 73 |
| Quadro 63 - Economia Total em Edificações Residenciais e Comerciais – Dique em Gravataí.....                 | 73 |
| Quadro 64 - Economia Total aos Entes Públicos por Tempo de Recorrência – Dique em Gravataí .....             | 73 |
| Quadro 65 - Custo Do Tempo - Limpeza De Edificações – Dique em Gravataí.....                                 | 74 |
| Quadro 66 - Economia Total conforme Tempo de Recorrência - Dique em Gravataí.....                            | 74 |
| Quadro 67 - Economia Anualizada – Rio Gravataí – Dique em Gravataí.....                                      | 74 |
| Quadro 68 - Economia Total para 30 anos - Crescimento de 2,05% a.a - Dique Gravataí.....                     | 75 |
| Quadro 69 - Quantificação de Edificações Residenciais e Comerciais – Diques em Porto Alegre.....             | 77 |
| Quadro 70 - Economia Total Em Edificações Residenciais e Comerciais – Diques em Porto Alegre .....           | 77 |
| Quadro 71 - Economia Total aos Entes Públicos por TR - Diques em Porto Alegre.....                           | 77 |
| Quadro 72 - Custo do Tempo - Limpeza de Edificações – Diques em Porto Alegre.....                            | 78 |
| Quadro 73 - Economia Total Conforme Tempo de Recorrência – Diques em Porto Alegre .....                      | 78 |
| Quadro 74 - Economia Anualizada – Diques em Porto Alegre .....                                               | 78 |
| Quadro 75 - Economia Total para 30 anos - Diques em Porto Alegre – Crescimento de 2,05% a.a.....             | 79 |
| Quadro 76 - Intervenções com Desapropriação, Demolição e Revitalização da Área – <b>Cenário 1</b> .....      | 86 |
| Quadro 77 - Fatores de Conversão Para Preços Econômicos .....                                                | 87 |
| Quadro 78 - Fluxos de Caixa Econômico.....                                                                   | 90 |
| Quadro 79 - Intervenções com Desapropriação, Demolição e Revitalização da Área – <b>Cenário 2</b> .....      | 94 |
| Quadro 80 - Global - Indicadores de Rentabilidade Econômica a Preços Econômicos .....                        | 96 |

|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 81 - Diques Porto Alegre - Indicadores de Rentabilidade Econômica a Preços Econômicos .....              | 97  |
| Quadro 82 - Dique Cachoeirinha - Indicadores de Rentabilidade Econômica a Preços Econômicos.....                | 98  |
| Quadro 83 - Dique Gravataí - Indicadores de Rentabilidade Econômica a Preços Econômicos .....                   | 99  |
| Quadro 84 - Descrição das variáveis utilizadas no modelo econométrico .....                                     | 108 |
| Quadro 85 - Exemplo de uma matriz de insumo-produto de três setores .....                                       | 110 |
| Quadro 86 - Taxas de crescimento dos setores de atividade e do PIB do RS - 2007-2008 (%).....                   | 112 |
| Quadro 87 - Impactos da estiagem sobre o PIB e setores agregados, RS, 2008.....                                 | 112 |
| Quadro 88 - Impactos da estiagem sobre o crescimento do PIB e dos setores agregados, RS, 2008. ..               | 113 |
| Quadro 89 - Coeficientes de Consumo Adotados.....                                                               | 114 |
| Quadro 90 - Déficit no Abastecimento Público - período base. ....                                               | 117 |
| Quadro 91 - Efeito da Estiagem no PIB municipal - período base. ....                                            | 119 |
| Quadro 92 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia de Estudo: Cenário de Referência.....                   | 120 |
| Quadro 93 - Fluxo Econômico do Déficit Hídrico para a População da Bacia: Cenário Zero de Projeto..             | 122 |
| Quadro 94 - Déficit no Abastecimento Público - Período base- <b>Cenário 0</b> .....                             | 123 |
| Quadro 95 - Resultados População Impactada: Déficit no Abastecimento Público Cenários 1 até 5.....              | 123 |
| Quadro 96 - Parâmetros Metodológicos .....                                                                      | 125 |
| Quadro 97 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia - <b>Cenário 0</b> – SEM PROJETO. ....                  | 126 |
| Quadro 98 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia - <b>Cenário 1</b> – 50% da Q <sub>90%</sub> .....      | 127 |
| Quadro 99 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia - <b>Cenário 2</b> – 40% da Q <sub>90%</sub> .....      | 128 |
| Quadro 100 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia - Cenário 3 – 60% da Q <sub>90%</sub> . ....           | 129 |
| Quadro 101 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia de Estudo: Cenário 4 – 65% da Q <sub>90%</sub> .. .... | 130 |
| Quadro 102 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia de Estudo: Cenário 5 – 70% da Q <sub>90%</sub> .. .... | 131 |
| Quadro 103 - Custos de implantação da estrutura básica para controle do uso da água.....                        | 135 |
| Quadro 104 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – <b>Cenário 1</b> .....             | 137 |
| Quadro 105 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – <b>Cenário 2</b> .....             | 138 |
| Quadro 106 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – Cenário 3.....                     | 139 |
| Quadro 107 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – Cenário 4.....                     | 140 |
| Quadro 108 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – Cenário 5.....                     | 141 |

## 1 APRESENTAÇÃO

Este documento é parte integrante do “Estudo de Alternativas e Projetos para Minimização do Efeito das Cheias e Estiagens na Bacia do Rio Gravataí” e trata do “PRODUTO 13 – ANÁLISE DE VIABILIDADE DE ALTERNATIVAS”, conforme descrito no Edital CELIC-RS nº 010/14 na modalidade de Regime de Contratação Diferenciada (RDC).

O contrato supracitado é financiado através do Orçamento Geral da União, operacionalizado pelo Ministério das Cidades, no âmbito do Plano de Aceleração do Crescimento-2 (PAC 2) e está inserido no Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (PNGR), atendendo aos municípios da bacia hidrográfica do Rio Gravataí, na Região Metropolitana de Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul.

*Quadro 1 - Dados do Contratante*

| <b>DADOS DA CONTRATANTE</b>  |                                                                                                                   |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nome</b>                  | Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN (citada daqui em diante como FISCALIZAÇÃO) |
| <b>Endereço</b>              | Av. Borges de Medeiros, 1501- 4º andar, Centro – Porto Alegre/RS CEP: 90020-020                                   |
| Responsável pela Instituição |                                                                                                                   |
| <b>Nome</b>                  | Pedro Bisch Neto                                                                                                  |
| <b>Cargo</b>                 | Diretor-Superintendente                                                                                           |
| Fiscal do Contrato           |                                                                                                                   |
| <b>Nome</b>                  | Eng.ª Paula Branco Pinto                                                                                          |
| <b>Telefone</b>              | (51) 3288-6000                                                                                                    |
| <b>E-mail</b>                | paula-pinto@metroplan.rs.gov.br                                                                                   |

*Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí*

**Quadro 2 - Dados do Consórcio**

| <b>DADOS DO CONSÓRCIO</b>   |                                                                                  |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nome Fantasia</b>        | Consórcio Metroplan Bacia Rio Gravataí                                           |
| <b>Empresas Componentes</b> |                                                                                  |
| <b>Razão social</b>         | Cohidro Consultoria, Estudos E Projetos Ltda.                                    |
| <b>Endereço</b>             | Rua 96, 585, loja comercial 7, Saquarema/RJ                                      |
| <b>Responsável</b>          | Eng.º Wellington Coimbra Lou                                                     |
| <b>Telefone</b>             | (21) 2288-5462                                                                   |
| <b>E-mail</b>               | cohidro@cohidro.com.br                                                           |
| <b>Razão social</b>         | Encop Engenharia Ltda.                                                           |
| <b>Endereço</b>             | Av. Coronel Aparício Borges, nº 965 - salas 201, 202 e 203, Porto Alegre/RS      |
| <b>Responsável</b>          | Eng.º Luciano Bezerra                                                            |
|                             | Eng.º Thiago Araldi                                                              |
| <b>Telefone</b>             | (51) 3028 4799                                                                   |
| <b>E-mail</b>               | luciano@encop.com                                                                |
|                             | thiago@encop.com                                                                 |
| <b>Razão social</b>         | M.J Engenharia Sis Ltda.                                                         |
| <b>Endereço</b>             | Rua Sen. Annibal Di Primio Beck, 400, Boa Vista- Porto Alegre - RS CEP 90480-180 |
| <b>Responsável</b>          | Eng.º Orgel Carvalho Filho                                                       |
|                             | Eng.º Ricardo Santiago                                                           |
| <b>Telefone</b>             | (51) 3013 5793                                                                   |
| <b>E-mail</b>               | orgel.filho@mjenharia.com                                                        |
|                             | ricardo.santiago@mjenharia.com                                                   |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 3 - Dados do Contrato**

| <b>DADOS DO CONTRATO</b>                                                                                                                                  |                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Termo de Compromisso do Estado do RS com União</b>                                                                                                     | 0402.526-57/2012-RS                                                                                                         |
| <b>Edital CELIC</b>                                                                                                                                       | RDC 010/14                                                                                                                  |
| <b>Número do contrato com a METROPLAN</b>                                                                                                                 | 004/2015                                                                                                                    |
| <b>Objeto</b>                                                                                                                                             | Elaboração de estudo de alternativas e projetos para a minimização do efeito de cheias e estiagens na Bacia do Rio Gravataí |
| <b>Ordem de início</b>                                                                                                                                    | 16 de junho de 2015                                                                                                         |
| <b>Prazo</b>                                                                                                                                              | 12 meses (término estimado em 14/06/2016)                                                                                   |
| <b>Prazo Prorrogado Cfe. 1º Aditivo Contratual, de 08/06/2016<br/>FPE Nº 023001/2014<br/>Exp. Adm.: 689-22.64/14-3</b>                                    | 12 meses a contar de 15 de junho de 2016 (término estimado em 15/06/17)                                                     |
| <b>Prazo Prorrogado Cfe. 2º Aditivo Contratual, de 08/06/2017<br/>FPE Nº 023001/2014<br/>Exp. Adm.: 689-22.64/14-3; 2392-22.64/15-4 e 2391-22.14/15-1</b> | 190 dias a contar de 16 de junho de 2016 (término estimado em 23/12/2017)                                                   |
| <b>Prazo Prorrogado Cfe. 3º Aditivo Contratual, de 14/12/2017<br/>FPE Nº 023001/2014<br/>Exp. Adm.: 689-22.64/14-3; 2392-22.64/15-4 e 2391-22.14/15-1</b> | 90 dias a contar de 24 de dezembro de 2017 (término estimado em 24/03/2018)                                                 |
| <b>Prazo Prorrogado Cfe. 4º Aditivo Contratual, de 23/03/2018<br/>FPE Nº 023001/2014<br/>Exp. Adm.: 689-22.64/14-3; 2392-22.64/15-4 e 2391-22.14/15-1</b> | 105 dias a contar de 24 de março de 2017 (término estimado em 07/07/2018)                                                   |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

## 2 INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve a metodologia, as atividades desenvolvidas e os produtos resultantes da elaboração do “PRODUTO 13 – ANÁLISE DE VIABILIDADE DE ALTERNATIVAS”, referente à Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, localizada no estado do Rio Grande do Sul, conforme solicitado no Termo de Referência:

### **PRODUTO 13 - ANÁLISE DE VIABILIDADE**

*Com base nos anteprojetos, orçamentos, levantamentos de campo e interferências (reassentamentos, infraestrutura atingida pelos projetos, etc.) devem ser realizadas as análises de viabilidade das alternativas.*

*O estudo de viabilidade deve considerar as componentes ambientais, social, técnica e econômica das obras e das medidas não estruturais de forma integrada, possibilitando a seleção do melhor conjunto de intervenções através de uma avaliação multicriteriosa.*

O

Quadro 4 apresenta a relação de produtos previstos no presente projeto e a situação em que se encontrava o desenvolvimento de cada um dos produtos no momento do fechamento da presente edição.

*Quadro 4 - Produtos previstos no contrato e status de execução*

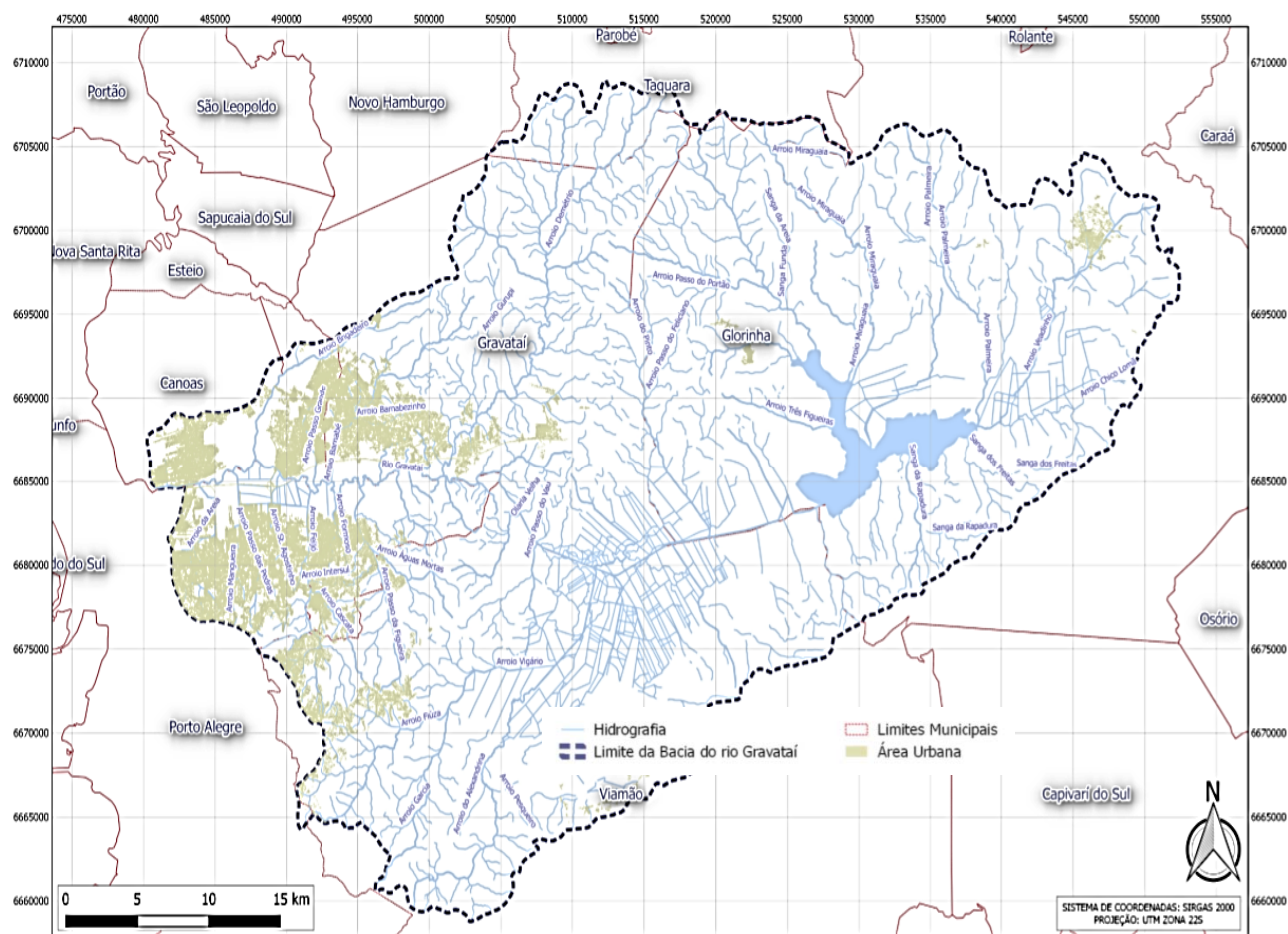
| Número | Denominação do Produto                                                    | Status de Execução |
|--------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1      | Plano de Trabalho Consolidado                                             | Executado          |
| 2      | Consulta Pública - Relatório do Evento 1 - Plano de Trabalho              | Executado          |
| 3      | Consulta Pública - Relatório do Evento 2 - Diagnóstico                    | Executado          |
| 4      | Consulta Pública - Relatório do Evento 3 - Plano de Ação                  | Executado          |
| 5      | Base de Dados                                                             | Executado          |
| 6      | Diagnóstico                                                               | Executado          |
| 7      | Levantamento Topobatimétrico                                              | Executado          |
| 8      | Levantamento Aerofotogramétrico                                           | Executado          |
| 9      | Cadastro de Redes                                                         | Executado          |
| 10     | Relatório dos Estudos Hidrológicos                                        | Executado          |
| 11     | Relatório Simulação Hidráulica e Mapa de Inundação                        | Executado          |
| 12     | Projetos dos Cenários de Intervenção                                      | Executado          |
| 13     | <b>Análise de Viabilidade das Alternativas</b>                            |                    |
| 14     | Consolidação do Conjunto de Intervenções                                  | Executado          |
| 15     | Plano de capacitação e adequação dos serviços de gestão de águas pluviais | Executado          |
| 16     | Plano de Ação                                                             | Executado          |
| 17     | Resumo Executivo                                                          | Executado          |
| 18     | Relatório Final                                                           | Executado          |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

## 3 ANÁLISE DE VIABILIDADE DE ALTERNATIVAS

### 3.1 Área de Estudo

A Figura 1 apresenta a situação e localização da área de estudo.



*Bacia*  
**Figura 1 - Situação e localização da Bacia do Rio Gravataí**  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### 3.2 Objetivos do Relatório

O PRODUTO 13 – Análise de Viabilidade das Alternativas tem por objetivo geral apresentar a análise de viabilidade das intervenções de controle dos eventos de cheias e de estiagens com base nos anteprojetos, orçamentos, levantamentos de campo e interferências.

Os objetivos específicos do Produto 13 são:

- Estimar os prejuízos causados pelos eventos de estiagens e cheias do Rio Gravataí no cenário futuro tendencial (**Cenário 0**) para análise comparativa da viabilidade dos cenários de intervenção (Cenários 1 e 2).
- Realizar comparação das diferentes alternativas (Cenários 1 e 2) através de cálculo do fluxo de caixa, a valor presente, dos custos de investimento, operação e manutenção, não considerando os custos de depreciação e inflação, à taxa de desconto de 12%, ao longo do período de projeto.

### 3.3 Planejamento Geral

Conforme o TR:

#### ***PRODUTO N. 13 - Análise de Viabilidade das Alternativas***

*Devem ser considerados os pontos de vista das comunidades afetadas, da sociedade e dos entes públicos envolvidos nos projetos.*

*A componente econômica deverá ser expressa em pecúnia. Devem ser levados em conta os custos de implantação e manutenção do sistema, bem como as possíveis externalidades positivas e negativas. As demais componentes deverão ter elaborados indicadores que permitam a comparação de alternativas, também considerados os cenários futuros de desenvolvimento urbano.*

*A comparação das diferentes alternativas deverá ser feita através do cálculo do fluxo de caixa, a valor presente, dos custos de investimento, operação e manutenção, não considerando os custos de depreciação e inflação, à taxa de desconto de 12%, ao longo do período de projeto.*

*As alternativas de solução adequadas deverão corresponder àquelas, cujo conjunto de fatores e aspectos sociais, técnicos, ambientais, econômicos, a mais recomendável.*

Os municípios que fazem parte da Bacia do Rio Gravataí e todo o estado do Rio Grande do Sul, há décadas, sofrem com efeitos de eventos naturais, principalmente, os relativos extremos do clima.

Da mesma forma, um dos temas atuais e centrais que emergem da análise da economia gaúcha é o impacto das cheias e estiagens sobre a economia local, especialmente pelos seus desdobramentos em termos regionais.

Neste sentido, este relatório busca quantificar o valor dos custos de implantação, operação e manutenção das intervenções e comparar com os benefícios, expressos como prejuízos evitados, como resultado da mitigação destes eventos, na área de estudo.

#### **3.4.1. Horizonte de Planejamento**

As alternativas de projetos compõem cenários num horizonte de planejamento de 30 anos. Nos Cenários 1 e 2, depois de projetado o cenário futuro tendencial de crescimento urbano e o aumento das demandas hídricas na bacia (Cenários 0), foram propostas alternativas, sendo avaliados os seus custos e comparados aos benefícios gerados na análise da viabilidade econômica dentro desse horizonte de planejamento.

Os custos de implantação, operação e manutenção do sistema estimados ao longo do horizonte do estudo de 30 anos a iniciar em 2018, é apresentado a valores presentes, utilizando taxas de 6% a.a. e 12% a.a.

### **3.4.2. Unidades de Análise Espacial**

Os tributários do Rio Gravataí que estão inseridos em áreas urbanas, sendo eles os arroios Demétrio, Brigadeiro, Barnabé e Barnabezinho, tiveram sua hidrologia e hidrodinâmica simuladas, tendo sido avaliada a extensão da mancha de inundação sobre os municípios em que estão inseridos, e tais análises serviram para o planejamento dos cenários.

No entanto, não foram contabilizados os prejuízos causados por eles, pois o escopo do presente trabalho é voltado para a mitigação dos efeitos de cheias causados pelo Rio Gravataí e não pelos seus afluentes, que fazem parte da macrodrenagem dos municípios.

Dessa forma, a Análise Econômica refere-se somente ao efeito das inundações causado pelo Rio Gravataí, e não de seus afluentes.

Nos mapas da Figura 2 e Figura 3 a seguir está marcado em “lilás” a área a ser excluída das análises e quantificações que serão feitas nos próximos itens para o município de Alvorada, e em vermelho das manchas resultantes dos tributários do Rio Gravataí que compõe a macrodrenagem das áreas urbanas.

Em relação aos efeitos das estiagens, eles foram contabilizados levando em consideração todos os municípios inseridos na bacia do rio Gravataí, assim como todas as captações para abastecimento público realizadas na bacia.

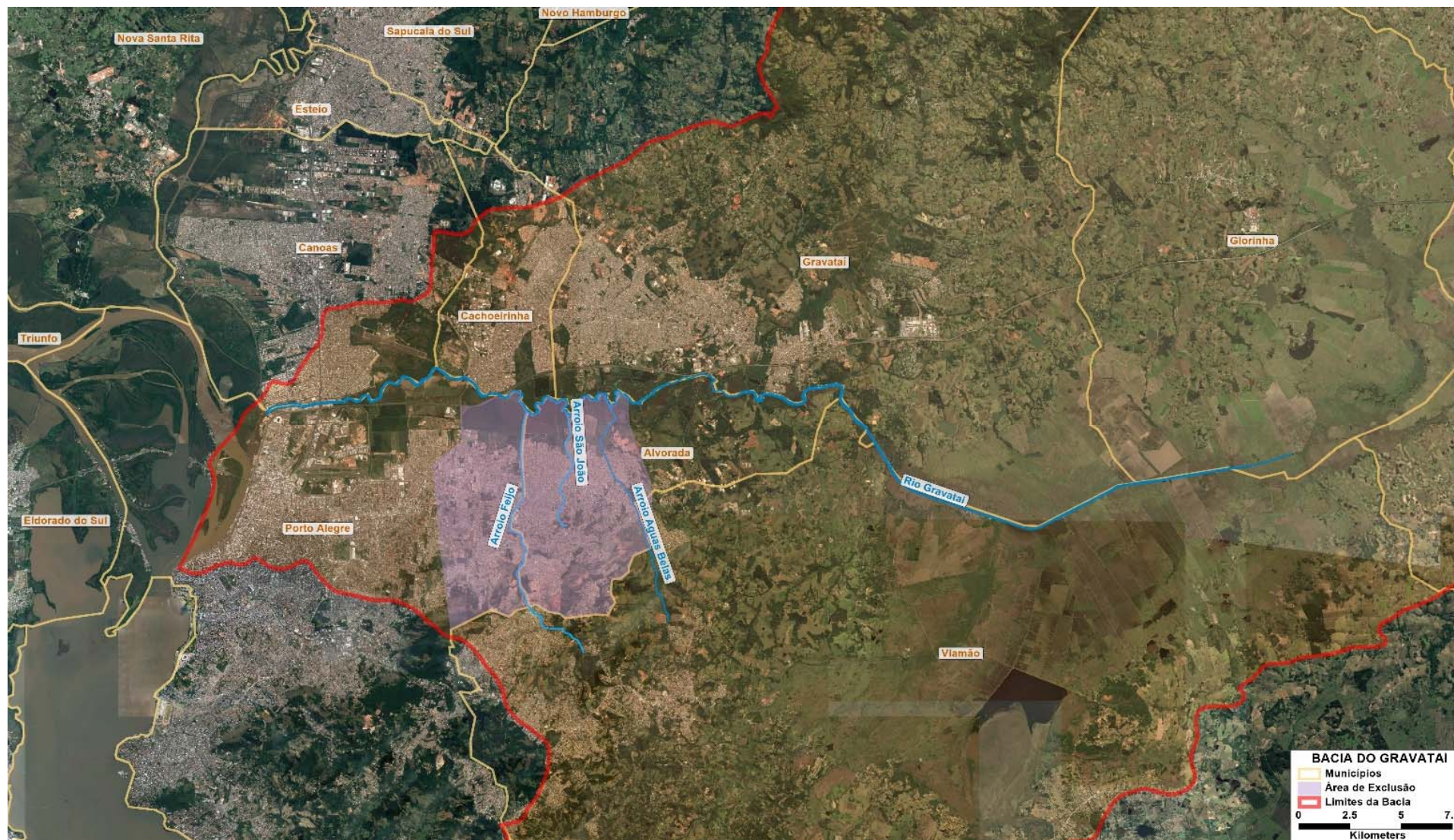


Figura 2 - Área de exclusão da presente Análise Econômica, no município de Alvorada  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

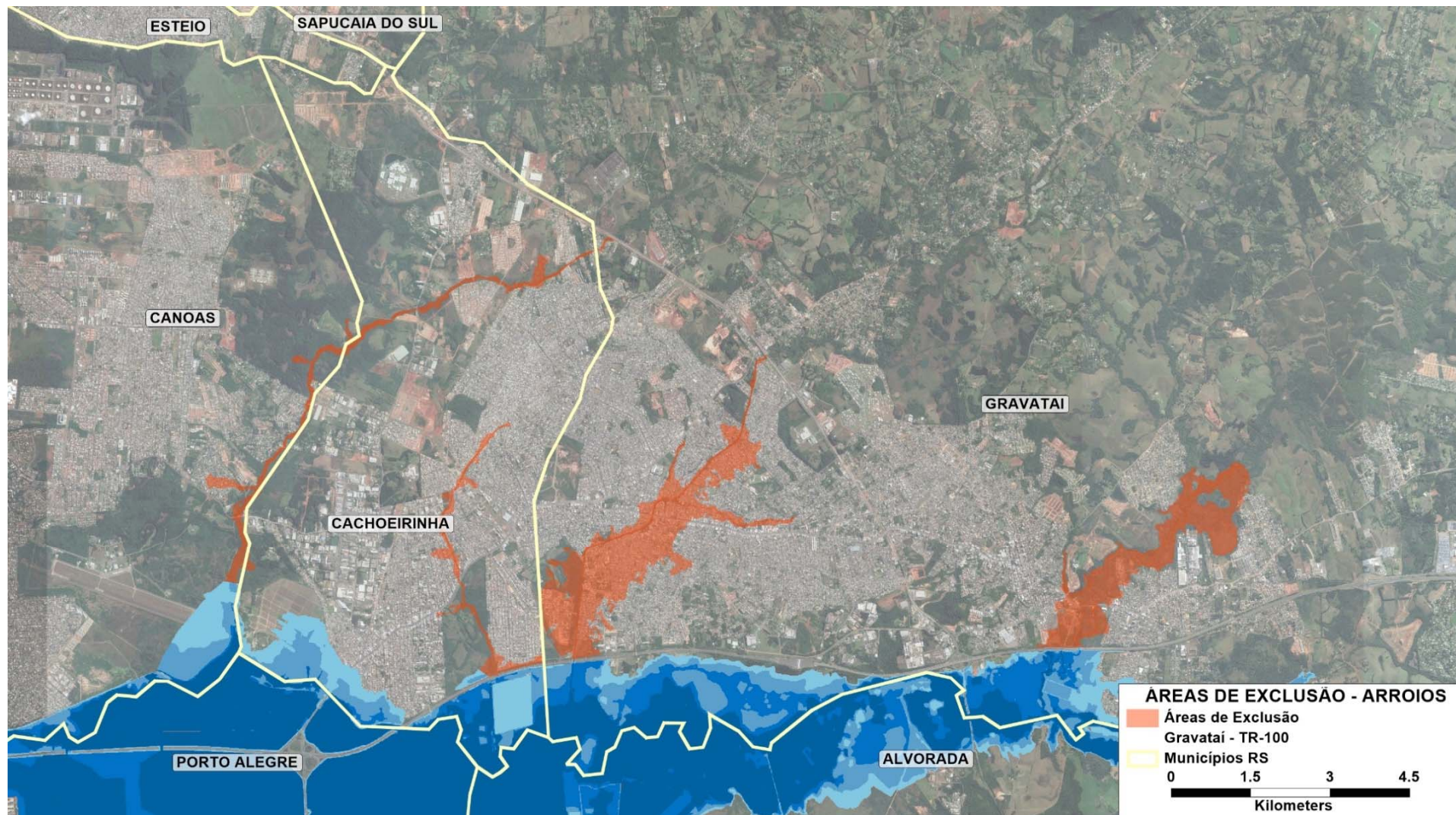


Figura 3 - Áreas de exclusão da presente Análise Econômica, dos tributários do Rio Gravataí  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### 3.4 Análise Econômica Do Efeito Das Inundações

#### 3.4.3. Cenário 0

Esta primeira etapa de análise econômica consistirá na quantificação de prejuízos diretos e indiretos gerados às áreas residenciais, comerciais e industriais, infraestrutura e serviços essenciais públicos, e ao valor do tempo dispendido para a limpeza de residências no **Cenário 0**.

A metodologia utilizada no **Cenário 0** e apresentada neste item, será recorrente na quantificação dos prejuízos remanescentes nos itens **Erro! Fonte de referência não encontrada. - Erro! Fonte de referência não encontrada. e Erro! Fonte de referência não encontrada. - Erro! Fonte de referência não encontrada.**

No Quadro 5 abaixo, estão listados os itens presentes no escopo deste trabalho:

*Quadro 5 - Escopo considerado para a Análise Econômica de Cheias*

| Natureza                                               | Itens                                                                       |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Prejuízos Diretos - Edificações                        | Estrutura de Edificações Residenciais                                       |
|                                                        | Estrutura de Edificações Comerciais                                         |
|                                                        | Estrutura e Bens de Edificações Industriais                                 |
| Prejuízos Indiretos - Edificações                      | Perda de bens móveis e pertences pessoais - Residências                     |
|                                                        | Perda de produtos e estoques - Comércio                                     |
|                                                        | Interrupção das Atividades - Comércio                                       |
| Limpeza de Residências                                 | Valor do Tempo da População dispendido                                      |
| Prejuízos Diretos - Infraestrutura Pública             | Instalações públicas de saúde                                               |
|                                                        | Instalações públicas de ensino                                              |
|                                                        | Instalações públicas prestadoras de outros serviços                         |
|                                                        | Instalações públicas de uso comunitário                                     |
|                                                        | Obras de Infraestrutura Pública                                             |
| Prejuízos Indiretos - Serviços Essenciais Prejudicados | Abastecimento de água potável                                               |
|                                                        | Esgoto de águas pluviais e sistema de esgotos sanitários                    |
|                                                        | Sistema de limpeza urbana e de recolhimento e destinação do lixo            |
|                                                        | Sistema de desinfetação/desinfecção do habitat/controla de pragas e vetores |
|                                                        | Geração e distribuição de energia elétrica                                  |
|                                                        | Telecomunicações                                                            |
|                                                        | Transportes locais, regionais e de longo curso                              |
|                                                        | Distribuição de combustíveis, especialmente os de uso doméstico             |
|                                                        | Segurança Pública                                                           |
|                                                        | Ensino                                                                      |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Para a quantificação das áreas atingidas pelos eventos de inundação, foram utilizadas as manchas de inundação do Rio Gravataí geradas a partir dos estudos hidrológicos efetuados para a **Situação Atual** e para o **ano final do horizonte de projeto** (ao final de 30 anos). Os Tempos de Recorrência considerados para estes eventos são **5 anos, 10 anos, 25 anos, 50 anos e 100 anos**.

Nestas manchas de inundação, foram ainda considerados intervalos de lâmina d'água (Quadro 6) para a quantificação da magnitude dos prejuízos diretos sofridos pelas áreas edificadas atingidas pelas cheias. São eles:

*Quadro 6 - Intervalos considerados nas manchas de inundação*

| Intervalo | Altura D'água        | Prejuízo Direto infligido às áreas edificadas atingidas |
|-----------|----------------------|---------------------------------------------------------|
| Classe 1  | Até 1 metro          | 45% do total da área edificada                          |
| Classe 2  | Entre 1 e 2,5 metros | 60% do total da área edificada                          |
| Classe 3  | Entre 2,5 e 3 metros | 80% do total da área edificada                          |
| Classe 4  | Acima de 3 metros    | 100% do total da área edificada                         |

Fonte: Penning-Rowsell, Edmund et al, 2005. Salgado, João Carlos Mattoso, 1995.

Nos próximos itens, serão exploradas as metodologias utilizadas para a quantificação dos prejuízos diretos e indiretos listados na Quadro 5, acima.

### **3.4.3.1. Quantificação de Edificações Atingidas**

No Quadro 7 abaixo estão os resultados obtidos por Tempo de Recorrência e altura d'água:

*Quadro 7 - Área totais atingidas (km<sup>2</sup>) conforme manchas de inundação por TR – Cenário 0*

| Altura da Inundação                | TR5    | TR10   | TR25   | TR50  | TR100  |
|------------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Lâmina D'água de até 1 metro       | 62,57  | 53,02  | 47,36  | 67,82 | 79,24  |
| Lâmina D'água entre 1 e 2,5 metros | 37,11  | 42,50  | 39,83  | 38,10 | 38,38  |
| Lâmina D'água entre 2,5 e 3 metros | 2,96   | 13,50  | 11,67  | 11,25 | 10,65  |
| Lâmina D'água maior que 3 metros   | 10,88  | 18,35  | 31,78  | 38,43 | 41,56  |
| Áreas totais atingidas             | 113,52 | 127,37 | 130,64 | 155,6 | 169,83 |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Para a quantificação do número de edificações atingidas nos diversos Tempos de Recorrência da **Situação Atual**, foram utilizadas as imagens aerofotogramétricas obtidas e tratadas em etapa anterior do trabalho. Em seguida, com a demarcação de todas as edificações em formato *Esri Shapefile (.shp)*, procedeu-se à verificação das unidades atingidas conforme o Tempo de Recorrência e a lâmina d'água correspondente, com o auxílio do software de geoprocessamento *Maptitude*, da desenvolvedora *Caliper*.

Estas informações estão apresentadas da Figura 4 a Figura 13, e do Quadro 8 ao Quadro 13 a seguir:



Figura 4 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 5 – Mapa 01  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí



Figura 5 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 5 – Mapa 02

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 8 - Área Edificada atingida pela Mancha de Inundação com TR 5 - Cenário 0*

| Classe 1 - Até 1 metro |                   |                     | Classe 2 - De 1 m a 2,5 m |                     | Classe 3 - De 2,5 m a 3 m |                     | Classe 4 - Maior que 3 m |                     | Total por município |                     |
|------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Município              | Soma de Área (m²) | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)        | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)   | Soma de Edificações |
| Alvorada               | 18.804            | 24                  | 1.162                     | 7                   | 737                       | 8                   | 1.101                    | 3                   | 21.804              | 42                  |
| Cachoeirinha           | 1.287             | 11                  | 40                        | 1                   | 0                         | 0                   | 0                        | 0                   | 1.327               | 12                  |
| Gravataí               | 27.751            | 247                 | 3.891                     | 48                  | 27                        | 1                   | 0                        | 0                   | 31.669              | 296                 |
| Porto Alegre           | 2.397             | 14                  | 1.185                     | 14                  | 0                         | 0                   | 1.189                    | 25                  | 4.771               | 53                  |
| <b>Total Geral</b>     | <b>50.239</b>     | <b>296</b>          | <b>6.278</b>              | <b>70</b>           | <b>764</b>                | <b>9</b>            | <b>2.290</b>             | <b>28</b>           | <b>59.571</b>       | <b>403</b>          |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

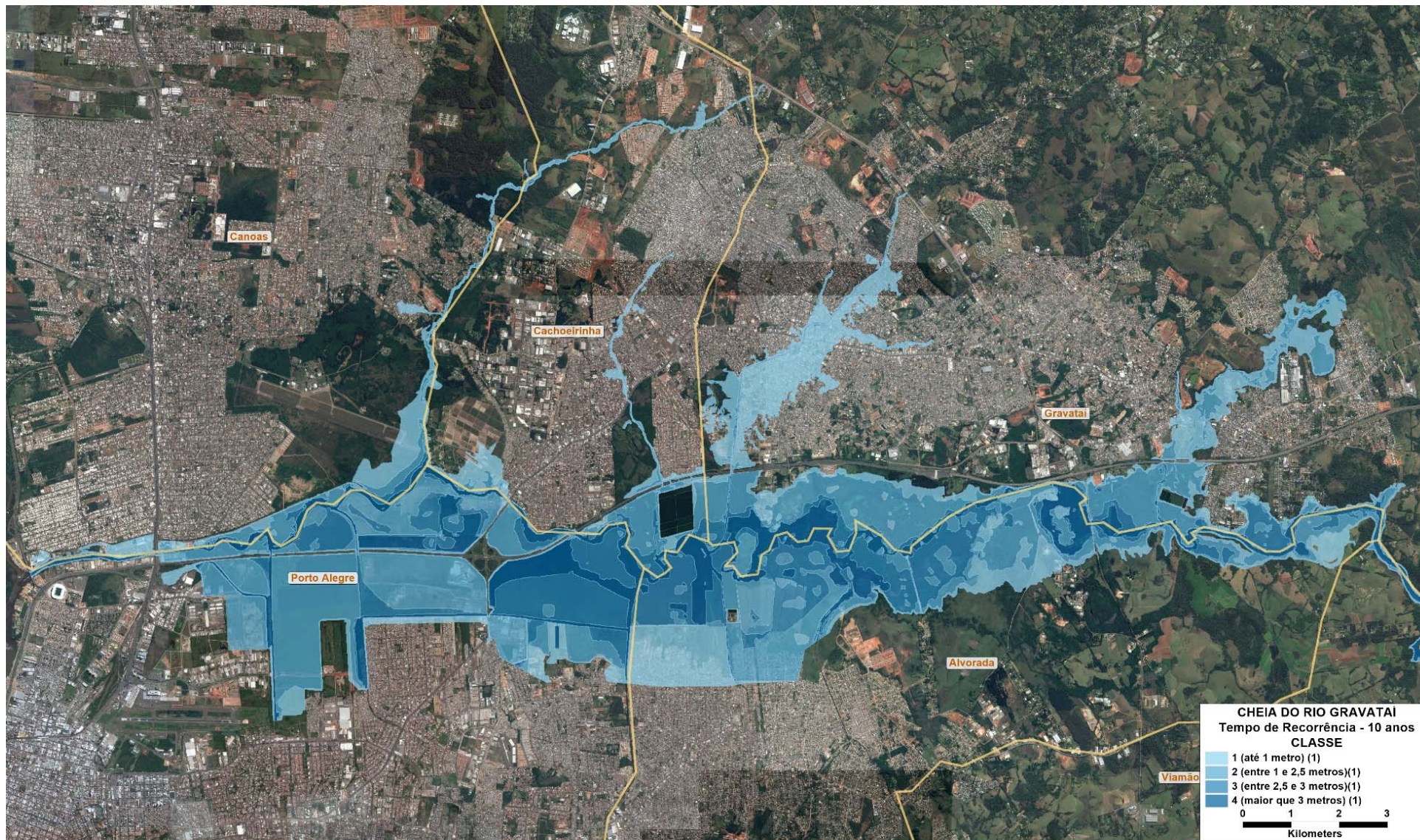


Figura 6 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 10 - Mapa 01

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

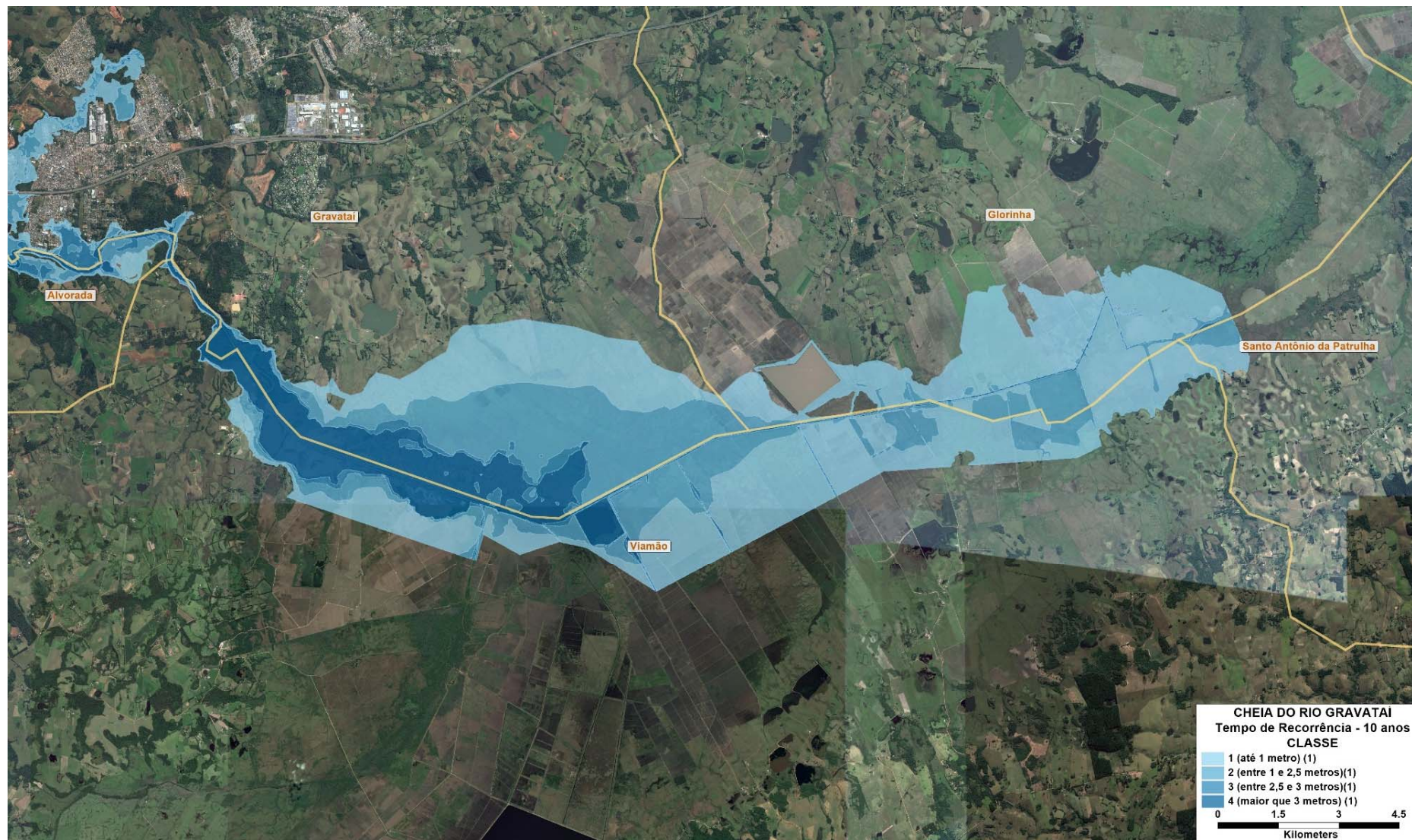


Figura 7 - Mancha da Inundação Situação Atual para o TR 10 - Mapa 02  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 9 - Área Edificada atingida pela Mancha de Inundação com TR 10 - Cenário 0*

| Classe 1 - Até 1 metro |                   |                     | Classe 2 - De 1 m a 2,5 m |                     | Classe 3 - De 2,5 m a 3 m |                     | Classe 4 - Maior que 3 m |                     | Total por município |                     |
|------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Município              | Soma de Área (m²) | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)        | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)   | Soma de Edificações |
| Alvorada               | 20.239            | 35                  | 2.115                     | 15                  | 262                       | 1                   | 1.983                    | 13                  | 24.599              | 64                  |
| Cachoeirinha           | 16.507            | 145                 | 491                       | 3                   | 40                        | 1                   | 0                        | 0                   | 17.038              | 149                 |
| Gravataí               | 58.857            | 441                 | 10.604                    | 112                 | 441                       | 13                  | 27                       | 1                   | 69.929              | 567                 |
| Porto Alegre           | 28.624            | 204                 | 3.536                     | 25                  | 9                         | 1                   | 65.924                   | 152                 | 98.093              | 382                 |
| <b>Total Geral</b>     | <b>124.227</b>    | <b>825</b>          | <b>16.746</b>             | <b>155</b>          | <b>752</b>                | <b>16</b>           | <b>67.934</b>            | <b>166</b>          | <b>209.659</b>      | <b>1.162</b>        |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

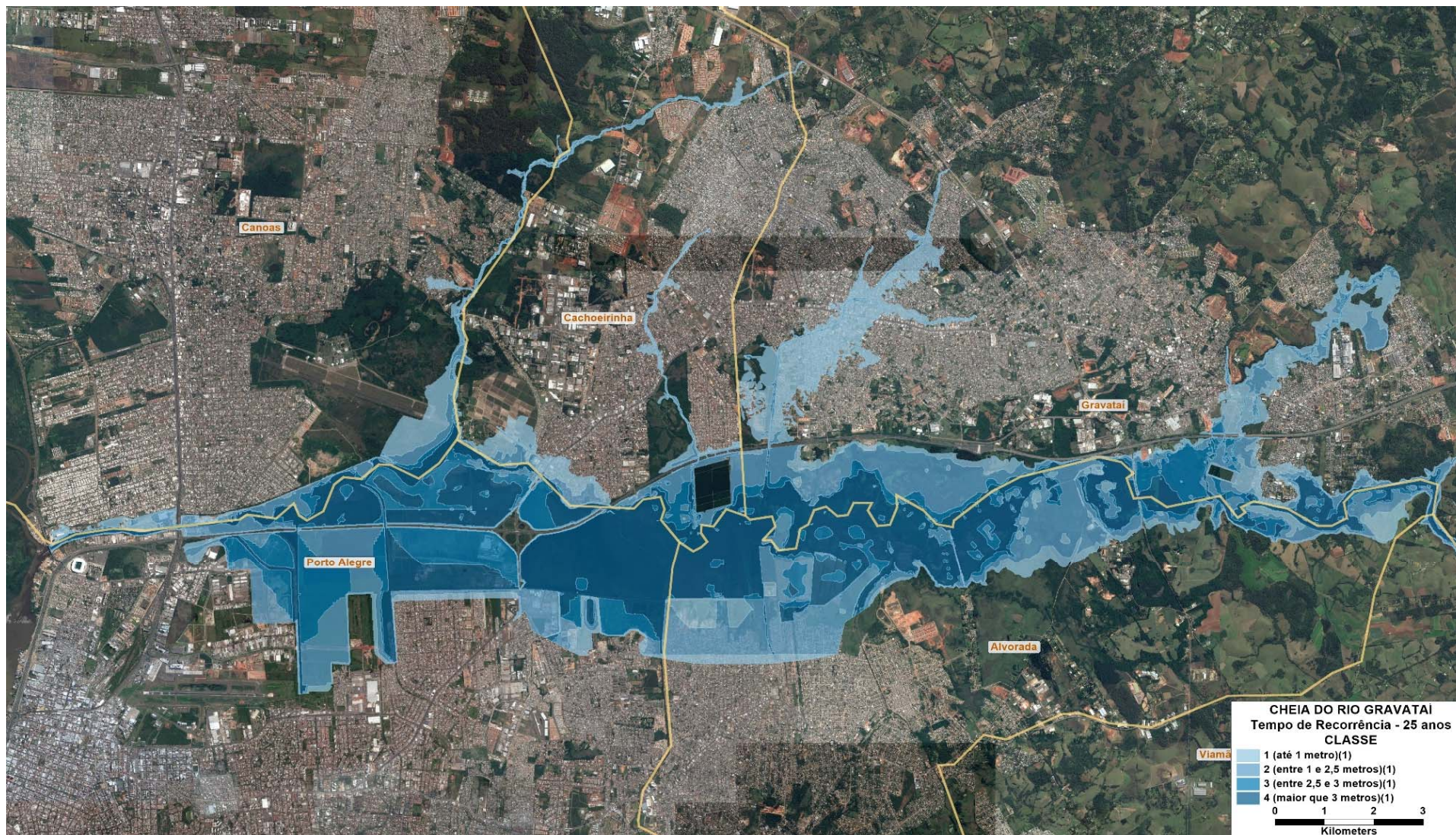


Figura 8 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 25 - Mapa 01  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

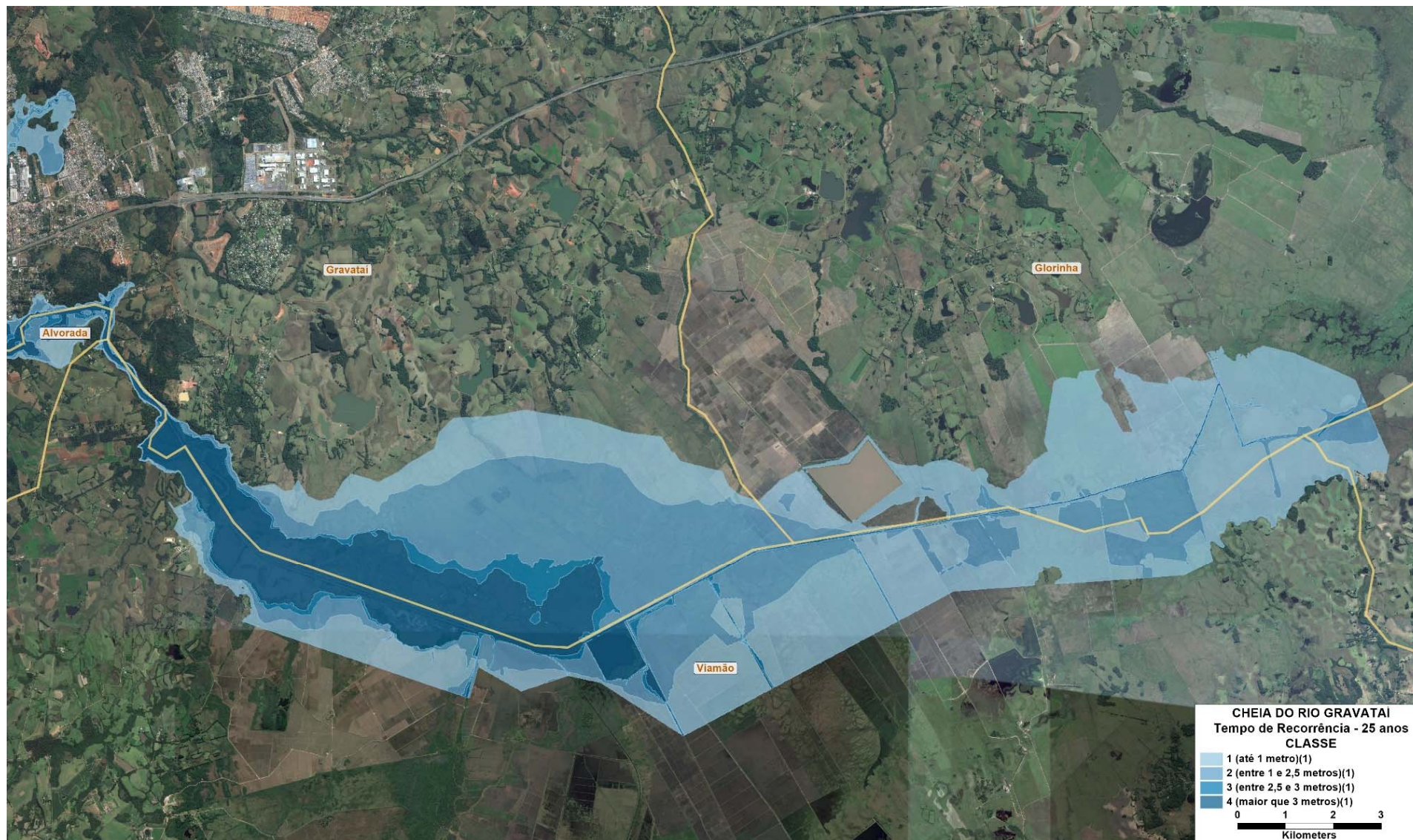


Figura 9 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 25 - Mapa 02  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 10 - Área Edificada atingida pela Situação Atual com TR 25 anos – Cenário 0

| Classe 1 - Até 1 metro |                   |                     | Classe 2 - De 1 m a 2,5 m |                     | Classe 3 - De 2,5 m a 3 m |                     | Classe 4 - Maior que 3 m |                     | Total por município |                     |
|------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Município              | Soma de Área (m²) | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)        | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)   | Soma de Edificações |
| Alvorada               | 6.182             | 22                  | 18.499                    | 30                  | 39                        | 1                   | 1.983                    | 13                  | 26.703              | 66                  |
| Cachoeirinha           | 176.287           | 1404                | 66.165                    | 608                 | 2456                      | 35                  | 40                       | 1                   | 244.948             | 2048                |
| Gravataí               | 97.538            | 726                 | 19.434                    | 189                 | 1079                      | 21                  | 141                      | 6                   | 118.192             | 942                 |
| Porto Alegre           | 44.349            | 376                 | 6.765                     | 75                  | 787                       | 9                   | 70.378                   | 229                 | 122.279             | 689                 |
| <b>Total Geral</b>     | <b>324.356</b>    | <b>2.528</b>        | <b>110.863</b>            | <b>902</b>          | <b>4.361</b>              | <b>66</b>           | <b>72.542</b>            | <b>249</b>          | <b>512.122</b>      | <b>3.745</b>        |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

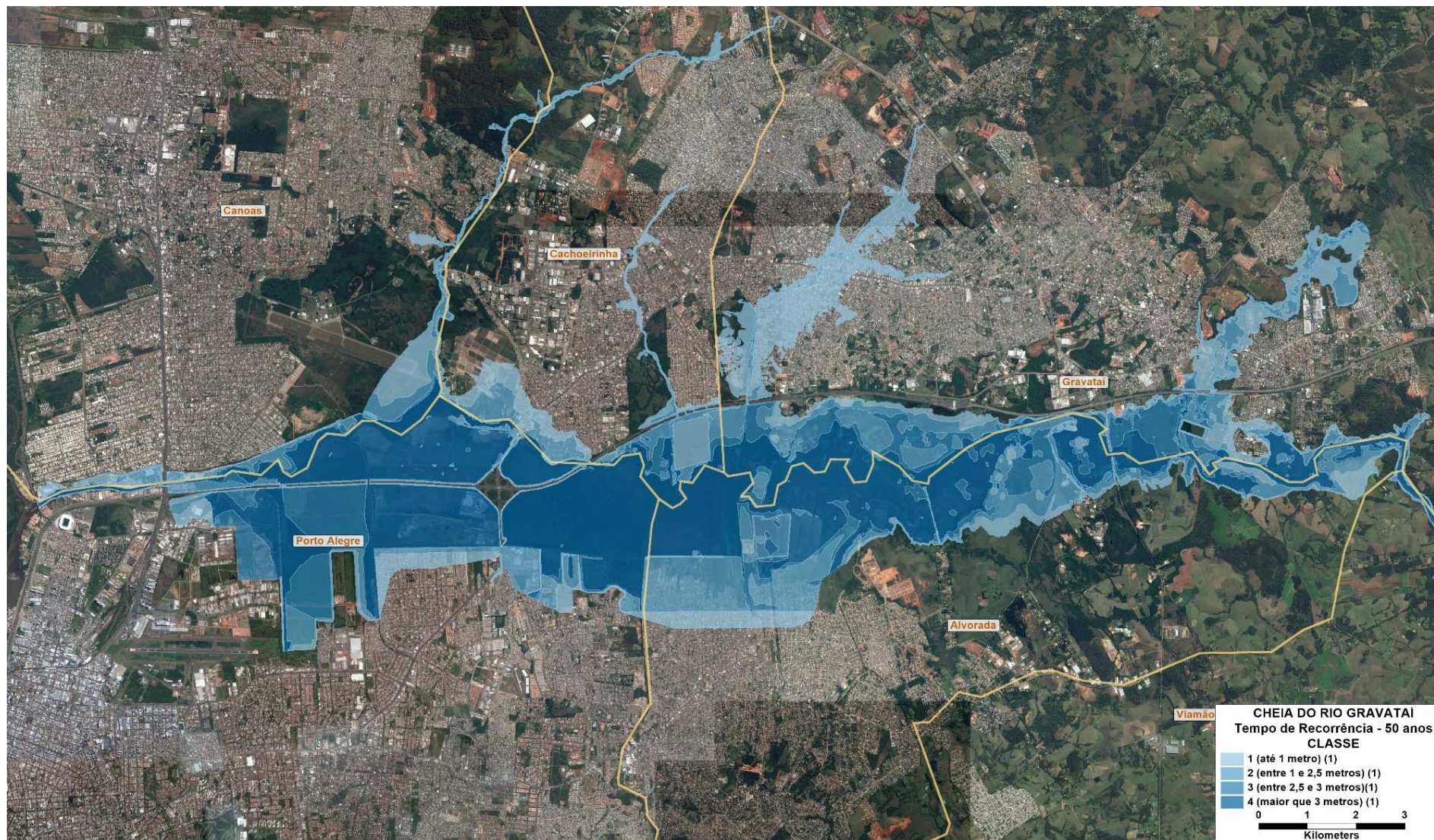


Figura 10 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 50 - Mapa 01  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

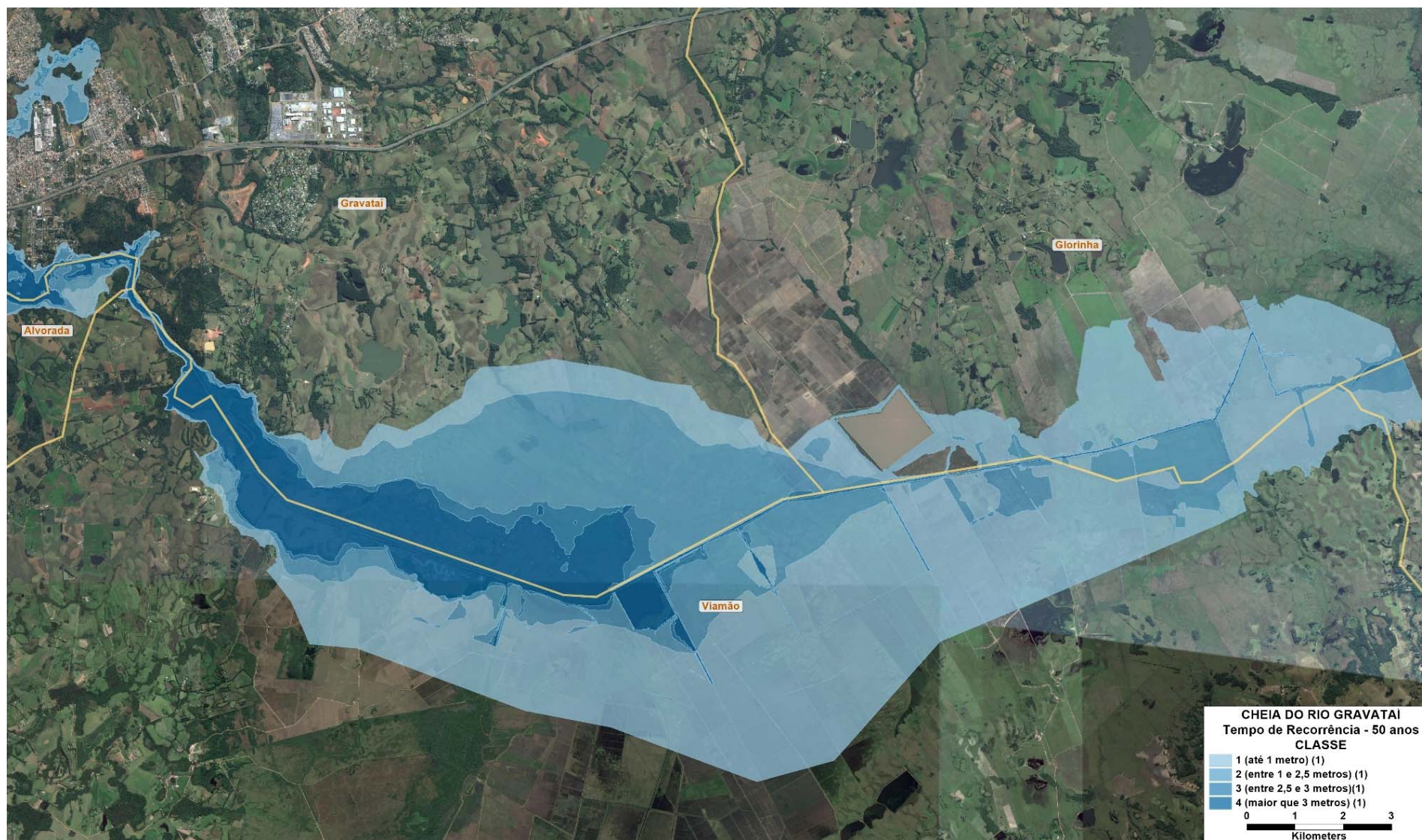


Figura 11 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 50 - Mapa 02  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 11 - Área Edificada atingida pela Situação Atual com TR 50 - Cenário 0*

| Classe 1 - Até 1 m |                   |                     | Classe 2 - De 1 m a 2,5 m |                     | Classe 3 - De 2,5 m a 3 m |                     | Classe 4 - Maior que 3 m |                     | Total por município |                     |
|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Município          | Soma de Área (m²) | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)        | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)   | Soma de Edificações |
| Alvorada           | 5.482             | 17                  | 19.199                    | 35                  | 39                        | 1                   | 1.983                    | 13                  | 26.703              | 66                  |
| Cachoeirinha       | 190.485           | 1490                | 124.238                   | 1104                | 4667                      | 47                  | 663                      | 13                  | 320.053             | 2654                |
| Gravataí           | 105.543           | 830                 | 28.452                    | 246                 | 1134                      | 16                  | 382                      | 13                  | 135.511             | 1105                |
| Porto Alegre       | 362.634           | 2.952               | 20.741                    | 199                 | 27                        | 1                   | 71.083                   | 239                 | 454.485             | 3.391               |
| <b>Total Geral</b> | <b>664.144</b>    | <b>5.289</b>        | <b>192.630</b>            | <b>1.584</b>        | <b>5.867</b>              | <b>65</b>           | <b>74.111</b>            | <b>278</b>          | <b>936.752</b>      | <b>7.216</b>        |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

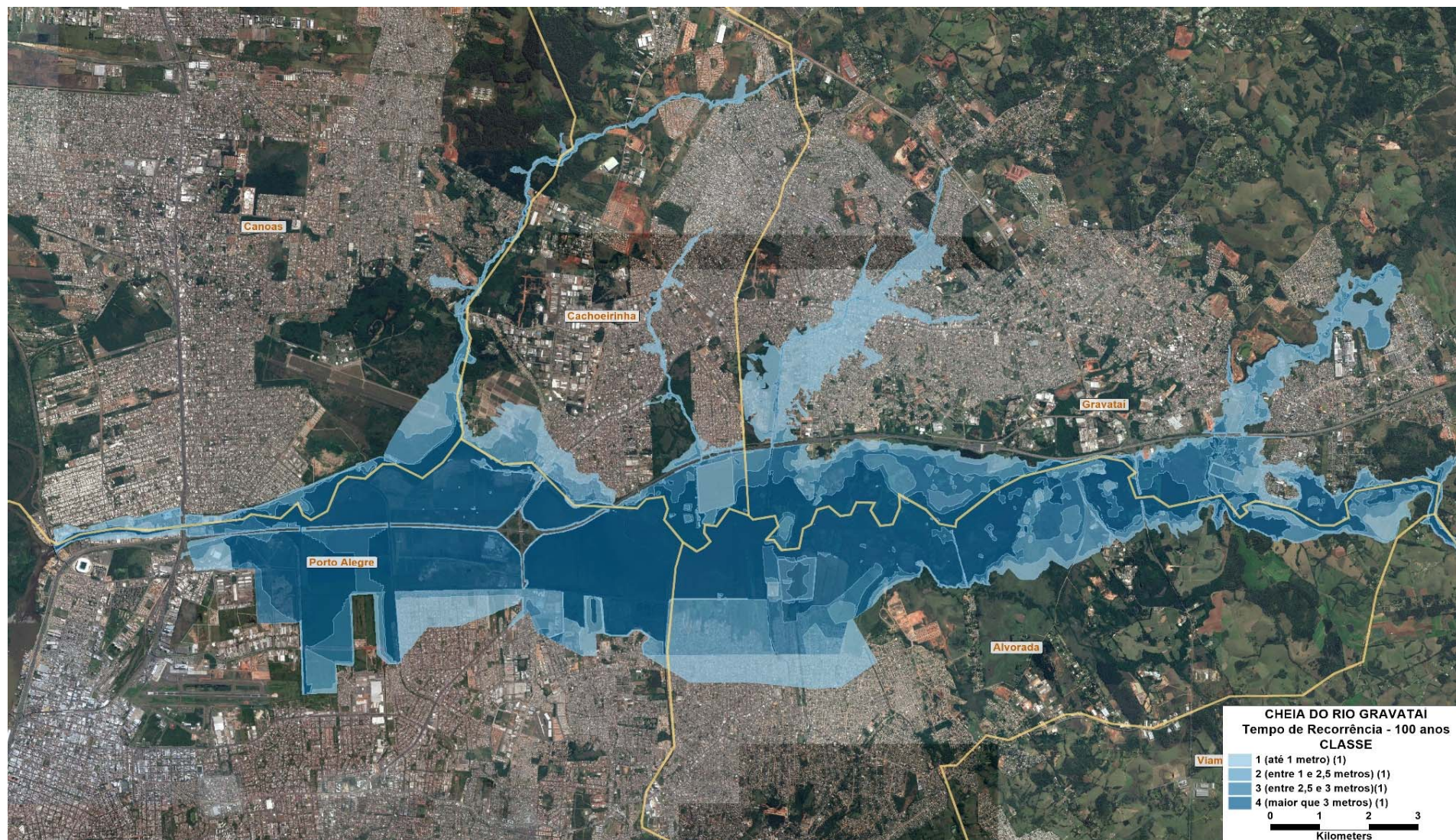


Figura 12 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 100 - Mapa 01  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

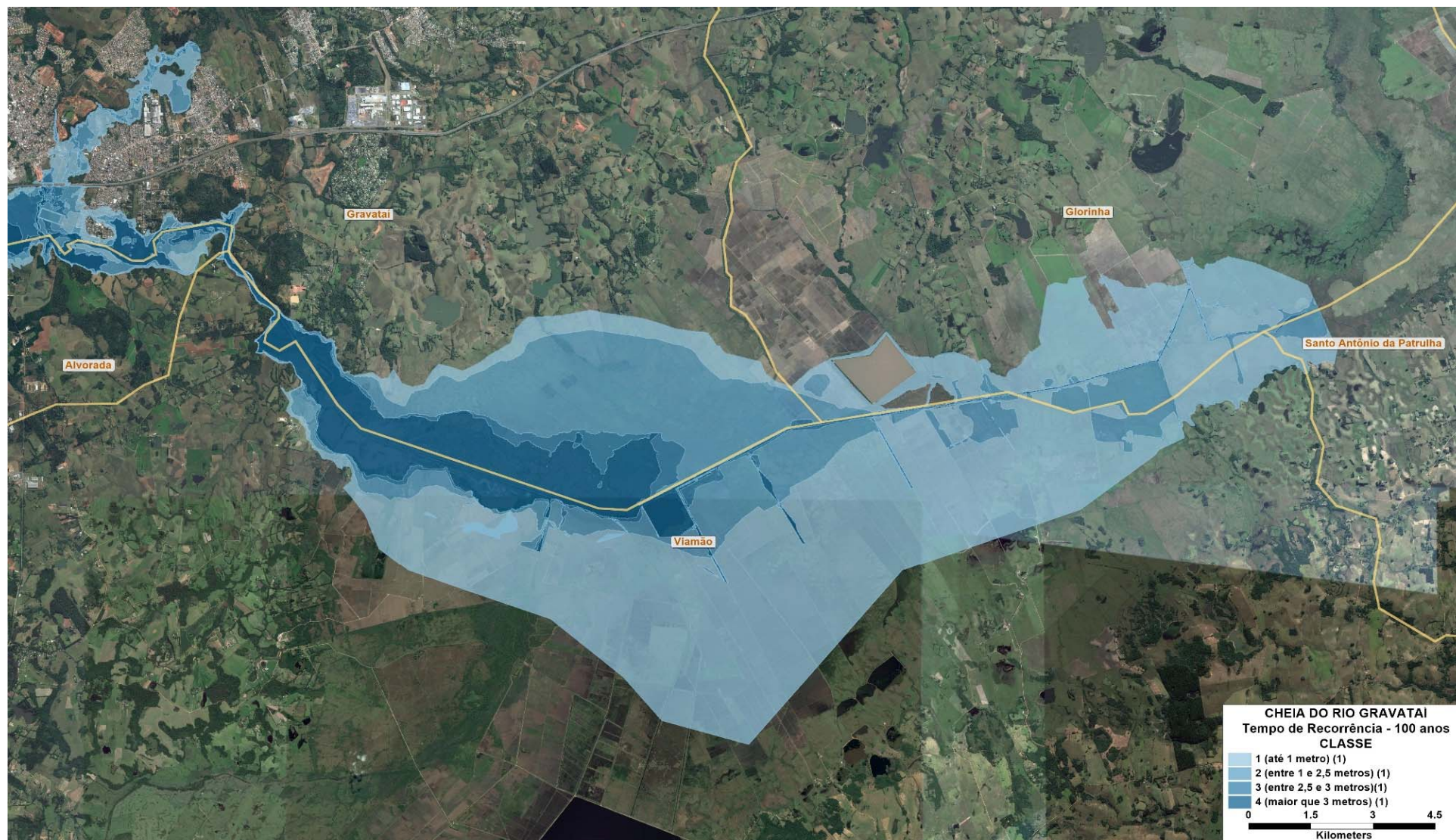


Figura 13 - Mancha da Inundação da Situação Atual para o TR 100 - Mapa 02  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 12 - Área Edificada atingida pela Situação Atual com TR 100 - Cenário 0*

| Classe 1 - Até 1 metro |                   |                     | Classe 2 - De 1 m a 2,5 m |                     | Classe 3 - De 2,5 m a 3 m |                     | Classe 4 - Maior que 3 m |                     | Total por município |                     |
|------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Município              | Soma de Área (m²) | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)         | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)        | Soma de Edificações | Soma de Área (m²)   | Soma de Edificações |
| Alvorada               | 4.652             | 16                  | 20.062                    | 40                  | 239                       | 2                   | 1983                     | 13                  | 26.936              | 71                  |
| Cachoeirinha           | 197.425           | 1.587               | 129.473                   | 1.092               | 19.290                    | 193                 | 2.496                    | 36                  | 348.684             | 2.908               |
| Gravataí               | 121.610           | 887                 | 33.945                    | 289                 | 1613                      | 12                  | 887                      | 22                  | 158.055             | 1.210               |
| Porto Alegre           | 718.594           | 4.301               | 46.761                    | 346                 | 137                       | 2                   | 71.406                   | 241                 | 836.898             | 4.890               |
| <b>Total Geral</b>     | <b>1.042.281</b>  | <b>6.791</b>        | <b>230.241</b>            | <b>1.767</b>        | <b>21.279</b>             | <b>209</b>          | <b>76.772</b>            | <b>312</b>          | <b>1.370.573</b>    | <b>9.079</b>        |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 13 - Situação Atual das áreas construídas por município atingidas (m²) – Cenário 0**

| TR           | Classe    | Alvorada | Cachoeirinha | Gravataí | Porto Alegre | Total Geral |
|--------------|-----------|----------|--------------|----------|--------------|-------------|
| <b>TR5</b>   | <b>C1</b> | 18.804   | 1.287        | 27.751   | 2.397        | 50.239      |
|              | <b>C2</b> | 1.162    | 40           | 3.891    | 1.185        | 6.278       |
|              | <b>C3</b> | 737      | 0            | 27       | 0            | 764         |
|              | <b>C4</b> | 1.101    | 0            | 0        | 1.189        | 2.290       |
| <b>TR10</b>  | <b>C1</b> | 20.239   | 16.507       | 58.857   | 28.624       | 124.227     |
|              | <b>C2</b> | 2.115    | 491          | 10.604   | 3.536        | 16.746      |
|              | <b>C3</b> | 262      | 40           | 441      | 9            | 752         |
|              | <b>C4</b> | 1.983    | 0            | 27       | 65.924       | 67.934      |
| <b>TR25</b>  | <b>C1</b> | 6.182    | 176.287      | 97.538   | 44.349       | 324.356     |
|              | <b>C2</b> | 18.499   | 66.165       | 19.434   | 6.765        | 110.863     |
|              | <b>C3</b> | 39       | 2456         | 1079     | 787          | 4.361       |
|              | <b>C4</b> | 1.983    | 40           | 141      | 70.378       | 72.542      |
| <b>TR50</b>  | <b>C1</b> | 5.482    | 190.485      | 105.543  | 362.634      | 664.144     |
|              | <b>C2</b> | 19.199   | 124.238      | 28.452   | 20.741       | 192.630     |
|              | <b>C3</b> | 39       | 4667         | 1134     | 27           | 5.867       |
|              | <b>C4</b> | 1.983    | 663          | 382      | 71.083       | 74.111      |
| <b>TR100</b> | <b>C1</b> | 4.652    | 197.425      | 121.610  | 718.594      | 1.042.281   |
|              | <b>C2</b> | 20.062   | 129.473      | 33.945   | 46.761       | 230.241     |
|              | <b>C3</b> | 239      | 19.290       | 1613     | 137          | 21.279      |
|              | <b>C4</b> | 1.983    | 2.496        | 887      | 71.406       | 76.772      |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Observação:** O município de Alvorada possui um maior número de áreas edificadas atingidas do que os discriminados nas tabelas anteriores.

Porém, como a região das microbacias dos arroios Feijó, Águas Belas e São João já foram objeto de estudo realizado em 2016, este local não terá seus prejuízos diretos e indiretos contabilizados nessa avaliação econômica.

O mesmo pode ser dito para Canoas, que possui edificações residenciais e comerciais atingidas por tributários do Rio Gravataí, e para o município de Gravataí, que possui o maior prejuízo total entre as cidades da Bacia do Rio Gravataí, mas provocado em boa parte por afluentes do Rio Gravataí. Estes prejuízos também não foram contabilizados nesta análise.

#### ✓ **Quantificação de Prejuízos Diretos**

Para a quantificação de prejuízos diretos a edificações atingidas, foi utilizado como parâmetro o dano a estrutura principal, contabilizado a partir do valor do CUB – Custo Unitário Básico da construção por m².

Este parâmetro foi obtido através da série histórica do Sinduscon - RS<sup>1</sup> - Sindicato da Construção Civil do Rio Grande do Sul, com mês base Agosto/2017.

Abaixo estão os valores considerados para as quantificações de prejuízos diretos neste relatório:

*Quadro 14 - Custos unitários básicos de construção – agosto/2017*

| Classificação                       | Padrão de Acabamento | Código  | Valor R\$/m² | Faixa de Renda                |
|-------------------------------------|----------------------|---------|--------------|-------------------------------|
| R-1 - Residencial Unifamiliar       | Baixo                | R 1-B   | R\$ 1.380,32 | Até 3 salários mínimos        |
|                                     | Normal               | R 1-N   | R\$ 1.736,06 | Entre 3 e 15 salários mínimos |
|                                     | Alto                 | R 1-A   | R\$ 2.166,87 | Maior que 15 salários mínimos |
| Comercial CSL-8 - Com Salas e Lojas | Normal               | CSL 8-N | R\$ 1.407,45 | -                             |
|                                     | Alto                 | CSL 8-A | R\$ 1.618,38 | -                             |

Fonte: Sinduscon-RS

Para a determinação das faixas de renda predominante nas áreas atingidas, e da proporção de áreas residenciais e comerciais, utilizou-se os dados disponíveis no IBGE para estas localidades, conforme pode ser visto na tabela a seguir:

*Quadro 15 - Dados gerais dos municípios atingidos*

| Município          | População <sup>1</sup> | Renda Média mensal <sup>2</sup> | Unidades Residenciais <sup>3</sup> | Unidades Comerciais <sup>2</sup> | % de Unidades Comerciais sobre o Total |
|--------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|
| Alvorada           | 208.177                | 2,3 salários mínimos            | 60.176                             | 3.428                            | 5,70%                                  |
| Cachoeirinha       | 127.318                | 2,5 salários mínimos            | 38.867                             | 4.870                            | 12,53%                                 |
| Gravataí           | 275.146                | 3,1 salários mínimos            | 82.373                             | 7.212                            | 8,76%                                  |
| Porto Alegre       | 1.487.941              | 4,2 salários mínimos            | 508.098                            | 88.626                           | 17,44%                                 |
| <b>Total Geral</b> | <b>2.746.139</b>       | <b>-</b>                        | <b>885.021</b>                     | <b>122.641</b>                   | <b>13,86%</b>                          |

Fontes: 1. IBGE - População Estimada 2017; 2. IBGE- Cadastro Central de Empresas 2015; 3. IBGE - Censo 2010

Considerando o perfil socioeconômico das áreas atingidas, utilizou-se para o cálculo dos prejuízos diretos em edificações que 90% das áreas residenciais possuem perfil construtivo R 1-B (Padrão de acabamento baixo), e os 10% restantes estão na classificação R 1-N (Padrão de acabamento normal).

Assim, ponderando os valores dos dois perfis, chegou-se a um valor médio do CUB de R\$ 1.415,89. Para áreas comerciais, adotou-se o padrão CSL-8 – Com salas e Lojas, padrão de acabamento normal, cujo CUB, para agosto de 2017, é de R\$ 1.407,45.

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.sinduscon-rs.com.br/produtos-e-servicos/pesquisas-e-indices/cub-rs/>

### ✓ **Quantificação dos Prejuízos Indiretos**

Os prejuízos indiretos em residências e estabelecimentos comerciais são referentes aos bens contidos nessas unidades, tais como móveis, eletrodomésticos, estoques de produtos, entre outros bens pessoais.

No caso das unidades comerciais, também se considera o prejuízo decorrente da interrupção de suas atividades. Normalmente, este levantamento é obtido através da correlação deste com o prejuízo direto (VAZ, 2015), dada a dificuldade em calcular corretamente tais tipos de custos.

De acordo com os autores James e Lee apud Canholi (2005), esta correlação de prejuízos indiretos pode ser calculada a partir de um percentual do prejuízo direto, conforme mostrado no Quadro 16.

*Quadro 16 - Quantificação de Prejuízos Indiretos sobre Prejuízos Diretos*

| <b>Ocupação</b>         | <b>Percentual de dados indiretos sobre danos diretos</b> |
|-------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Área Residencial</b> | 15%                                                      |
| <b>Área Comercial</b>   | 37%                                                      |

*Fonte: James e Lee apud Canholi -2005*

### ✓ **Quantificação dos Prejuízos Totais em Áreas Residenciais e Comerciais**

A partir do levantamento da representatividade de unidades comerciais por município atingido, dos CUBs médios por tipo de ocupação e padrão de acabamento, e dos prejuízos indiretos, pôde-se chegar na seguinte equação para o cálculo dos prejuízos totais em áreas edificadas residenciais e comerciais por Tempo de Recorrência:

#### **Prejuízos Totais Por Tempo de Recorrência**

*É igual a  $(1,15 \times \sum \text{CUB médio residencial (R\$ 1.415,89)} \times \text{Área edificada atingida} \times \text{Percentual residencial do município} \times \text{Percentual de prejuízo causado pela altura d'água}) + (1,37 \times \sum \text{CUB comercial (R\$ 1.407,45)} \times \text{Área edificada atingida} \times \text{Percentual comercial do município} \times \text{Percentual de prejuízo causado pela altura d'água})$*

No Quadro 17 a seguir estão os prejuízos totais encontrados, discriminados por município, Tempo e Recorrência e Lâmina d'água:

**Quadro 17 - Prejuízos em Edificações Residenciais e Comerciais na Situação Atual ( R\$) – Cenário 0**

| TR  | Classe | QUANTIFICAÇÃO DOS PREJUÍZOS DIRETOS E INDIRETOS DE ÁREAS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS |           |              |            |             |           |              |             | Total Geral | Total Geral por TR |
|-----|--------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------|------------|-------------|-----------|--------------|-------------|-------------|--------------------|
|     |        | Alvorada                                                                           |           | Cachoeirinha |            | Gravataí    |           | Porto Alegre |             |             |                    |
|     |        | Residencial                                                                        | Comercial | Residencial  | Comercial  | Residencial | Comercial | Residencial  | Comercial   |             |                    |
| 5   | C1     | 12.992.772                                                                         | 930.018   | 824.855      | 139.925    | 18.552.557  | 2.109.351 | 1.450.032    | 362.728     | 37.362.238  | 48.422.584         |
|     | C2     | 1.070.524                                                                          | 76.628    | 34.182       | 5.799      | 3.468.368   | 394.339   | 955.799      | 239.095     | 6.244.733   |                    |
|     | C3     | 905.308                                                                            | 64.802    | 0            | 0          | 32.090      | 3.648     | 0            | 0           | 1.005.848   |                    |
|     | C4     | 1.690.544                                                                          | 121.008   | 0            | 0          | 0           | 0         | 1.598.376    | 399.836     | 3.809.764   |                    |
| 10  | C1     | 13.984.296                                                                         | 1.000.991 | 10.579.549   | 1.794.673  | 39.348.055  | 4.473.715 | 17.315.693   | 4.331.545   | 92.828.516  | 224.591.785        |
|     | C2     | 1.948.501                                                                          | 139.473   | 419.584      | 71.177     | 9.452.215   | 1.074.679 | 2.852.072    | 713.450     | 16.671.151  |                    |
|     | C3     | 321.833                                                                            | 23.037    | 45.576       | 7.731      | 524.133     | 59.592    | 9.679        | 2.421       | 994.002     |                    |
|     | C4     | 3.044.821                                                                          | 217.947   | 0            | 0          | 40.112      | 4.561     | 88.621.805   | 22.168.871  | 114.098.117 |                    |
| 25  | C1     | 4.271.501                                                                          | 305.752   | 112.984.608  | 19.166.262 | 65.207.716  | 7.413.854 | 26.828.314   | 6.711.141   | 242.889.148 | 481.048.100        |
|     | C2     | 17.042.706                                                                         | 1.219.910 | 56.541.334   | 9.591.448  | 17.323.119  | 1.969.569 | 5.456.524    | 1.364.957   | 110.509.566 |                    |
|     | C3     | 47.906                                                                             | 3.429     | 2.798.368    | 474.704    | 1.282.402   | 145.804   | 846.373      | 211.721     | 5.810.707   |                    |
|     | C4     | 3.044.821                                                                          | 217.947   | 56.970       | 9.664      | 209.475     | 23.816    | 94.609.328   | 23.666.658  | 121.838.679 |                    |
| 50  | C1     | 3.787.831                                                                          | 271.131   | 122.084.289  | 20.709.896 | 70.559.351  | 8.022.313 | 219.370.423  | 54.875.824  | 499.681.058 | 824.239.857        |
|     | C2     | 17.687.600                                                                         | 1.266.072 | 106.167.645  | 18.009.859 | 25.361.602  | 2.883.512 | 16.729.308   | 4.184.860   | 192.290.457 |                    |
|     | C3     | 47.906                                                                             | 3.429     | 5.317.583    | 902.054    | 1.347.770   | 153.236   | 29.037       | 7.264       | 7.808.278   |                    |
|     | C4     | 3.044.821                                                                          | 217.947   | 944.278      | 160.184    | 567.513     | 64.524    | 95.557.062   | 23.903.735  | 124.460.064 |                    |
| 100 | C1     | 3.214.336                                                                          | 230.081   | 126.532.224  | 21.464.426 | 81.300.728  | 9.243.564 | 434.703.503  | 108.741.701 | 785.430.563 | 1.172.728.986      |
|     | C2     | 18.482.662                                                                         | 1.322.982 | 110.641.217  | 18.768.738 | 30.257.964  | 3.440.208 | 37.716.560   | 9.434.851   | 230.065.181 |                    |
|     | C3     | 293.580                                                                            | 21.014    | 21.979.039   | 3.728.437  | 1.917.066   | 217.963   | 147.336      | 36.856      | 28.341.290  |                    |
|     | C4     | 3.044.821                                                                          | 217.947   | 3.554.930    | 603.044    | 1.317.760   | 149.824   | 95.991.272   | 24.012.354  | 128.891.952 |                    |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### ✓ Quantificação de Prejuízos em Edificações Industriais

Para a análise de prejuízos causados a instalações industriais, procedeu-se de forma análoga às edificações residenciais. Os intervalos de alturas de inundação para a quantificação de prejuízos continuaram iguais.

Contudo, dada a heterogeneidade das instalações sujeitas aos eventos das cheias do Rio Gravataí, e pela imprecisão na quantificação exata dos potenciais prejuízos às estruturas, maquinários e estoques, adotou-se um valor padrão, para um cenário de perda total, de R\$ 200,00/m<sup>2</sup> (CANHOLI, 2005).

Neste estudo, verificou-se que as áreas (inclusas nessa categoria) mais vulneráveis às cheias são majoritariamente os terminais hidroviários de carga localizados próximos à foz do Rio Gravataí com o Delta do Jacuí.

No Quadro 18 a seguir estão as áreas industriais atingidas pelas manchas de inundação do Rio Gravataí, discriminadas por município, altura d'água e tempo de recorrência:

*Quadro 18 - Quantificação das áreas industriais atingidas na Situação Atual (em m<sup>2</sup>) – Cenário 0*

| Município   |          | Canoas  | Porto Alegre | Total Geral | Total geral por TR |
|-------------|----------|---------|--------------|-------------|--------------------|
| TR-5 anos   | Classe 1 | 159.964 | 377.973      | 537.937     | 582.263            |
|             | Classe 2 | 0       | 44.326       | 44.326      |                    |
|             | Classe 3 | 0       | 0            | 0           |                    |
|             | Classe 4 | 0       | 0            | 0           |                    |
| TR-10 anos  | Classe 1 | 159.964 | 248.417      | 408.381     | 582.263            |
|             | Classe 2 | 0       | 173.882      | 173.882     |                    |
|             | Classe 3 | 0       | 0            | 0           |                    |
|             | Classe 4 | 0       | 0            | 0           |                    |
| TR-25 anos  | Classe 1 | 159.964 | 289.087      | 449.051     | 582.263            |
|             | Classe 2 | 0       | 70.640       | 70.640      |                    |
|             | Classe 3 | 0       | 62.572       | 62.572      |                    |
|             | Classe 4 | 0       | 0            | 0           |                    |
| TR-50 anos  | Classe 1 | 139.264 | 57.606       | 196.870     | 582.263            |
|             | Classe 2 | 20.700  | 70.640       | 91.340      |                    |
|             | Classe 3 | 0       | 62.572       | 62.572      |                    |
|             | Classe 4 | 0       | 231.481      | 231.481     |                    |
| TR-100 anos | Classe 1 | 139.264 | 107.541      | 246.805     | 632.198            |
|             | Classe 2 | 20.700  | 70.640       | 91.340      |                    |
|             | Classe 3 | 0       | 0            | 0           |                    |
|             | Classe 4 | 0       | 294.053      | 294.053     |                    |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Após a quantificação das áreas, aplicou-se a seguinte equação para o cálculo dos prejuízos totais em edificações industriais por tempo de recorrência:

### **Prejuízos Totais**

*É igual a  $\sum$  Custo médio por m<sup>2</sup> (R\$ 200,00) x Área Industrial atingida x Porcentual de Prejuízo referente à altura d'água*

O resultado pode ser visto no Quadro 19 a seguir:

*Quadro 19 - Quantificação das áreas industriais atingidas na Situação Atual (em R\$) – Cenário 0*

| Município   |          | Canoas     | Porto Alegre | Total Geral       | Total Geral por TR |
|-------------|----------|------------|--------------|-------------------|--------------------|
| TR-5 anos   | Classe 1 | 14.396.760 | 34.017.570   | <b>48.414.330</b> | <b>53.733.450</b>  |
|             | Classe 2 | 0          | 5.319.120    | <b>5.319.120</b>  |                    |
|             | Classe 3 | 0          | 0            | <b>0</b>          |                    |
|             | Classe 4 | 0          | 0            | <b>0</b>          |                    |
| TR-10 anos  | Classe 1 | 14.396.760 | 22.357.530   | <b>36.754.290</b> | <b>57.620.130</b>  |
|             | Classe 2 | 0          | 20.865.840   | <b>20.865.840</b> |                    |
|             | Classe 3 | 0          | 0            | <b>0</b>          |                    |
|             | Classe 4 | 0          | 0            | <b>0</b>          |                    |
| TR-25 anos  | Classe 1 | 14.396.760 | 26.017.830   | <b>40.414.590</b> | <b>58.902.910</b>  |
|             | Classe 2 | 0          | 8.476.800    | <b>8.476.800</b>  |                    |
|             | Classe 3 | 0          | 10.011.520   | <b>10.011.520</b> |                    |
|             | Classe 4 | 0          | 0            | <b>0</b>          |                    |
| TR-50 anos  | Classe 1 | 12.533.760 | 5.184.540    | <b>17.718.300</b> | <b>84.986.820</b>  |
|             | Classe 2 | 2.484.000  | 8.476.800    | <b>10.960.800</b> |                    |
|             | Classe 3 | 0          | 10.011.520   | <b>10.011.520</b> |                    |
|             | Classe 4 | 0          | 46.296.200   | <b>46.296.200</b> |                    |
| TR-100 anos | Classe 1 | 12.533.760 | 9.678.690    | <b>22.212.450</b> | <b>91.983.850</b>  |
|             | Classe 2 | 2.484.000  | 8.476.800    | <b>10.960.800</b> |                    |
|             | Classe 3 | 0          | 0            | <b>0</b>          |                    |
|             | Classe 4 | 0          | 58.810.600   | <b>58.810.600</b> |                    |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### **3.4.3.2. Quantificação dos Prejuízos Públicos**

A quantificação dos prejuízos diretos e indiretos sofridos pelos entes públicos foi realizada a partir da análise do histórico dos últimos quatro anos de Formulários de Informações de Desastre – FIDE, da Defesa Civil, registrados em municípios pertencentes à Bacia do Rio Gravataí que passaram por eventos de Inundações.

Estes dados englobam os prejuízos contabilizados no último grande evento de inundação da região, em 2015. Os itens registrados na contabilização de danos ao patrimônio e aos serviços públicos nos Formulários de Informações de Desastre são os mostrados no Quadro 20 abaixo:

*Quadro 20 - Prejuízos Públicos contabilizados pela Defesa Civil*

| Natureza                                                              | Itens                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Prejuízos Diretos -<br/>Infraestrutura Pública</b>                 | Instalações públicas de saúde                                               |
|                                                                       | Instalações públicas de ensino                                              |
|                                                                       | Instalações públicas prestadoras de outros serviços                         |
|                                                                       | Instalações públicas de uso comunitário                                     |
|                                                                       | Obras de Infraestrutura Pública                                             |
| <b>Prejuízos Indiretos -<br/>Serviços Essenciais<br/>Prejudicados</b> | Abastecimento de água potável                                               |
|                                                                       | Esgoto de águas pluviais e sistema de esgotos sanitários                    |
|                                                                       | Sistema de limpeza urbana e de recolhimento e destinação do lixo            |
|                                                                       | Sistema de desinfetação/desinfecção do habitat/controle de pragas e vetores |
|                                                                       | Geração e distribuição de energia elétrica                                  |
|                                                                       | Telecomunicações                                                            |
|                                                                       | Transportes locais, regionais e de longo curso                              |
|                                                                       | Distribuição de combustíveis, especialmente os de uso doméstico             |
|                                                                       | Segurança Pública                                                           |
|                                                                       | Ensino                                                                      |

Fonte: Adaptado de Defesa Civil<sup>2</sup>

No Quadro 21 estão as FIDE's analisadas para este estudo:

*Quadro 21 - Prejuízos registrados pela Defesa Civil em Inundações na Bacia*

| Formulário de Informações do Desastre - FIDE                                 | Local - Data          | Danos em habitações | Danos em Infraestrutura Pública | Danos aos Serviços Públicos |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| PROTOCOLO: RS-F-4300604-12100-20130827                                       | Alvorada - 27/08/2013 | R\$ 14.700.000,00   | R\$ 611.000,00                  | 5.360.000,00                |
| PROTOCOLO Nº RS-F-4300604-12100-20150712                                     | Alvorada - 12/07/2015 | R\$ 28.380.000,00   | R\$ 8.750.000,00                | R\$ 0,00                    |
| PROTOCOLO Nº RS-F-4300604-12100-20151012                                     | Alvorada - 12/10/2015 | R\$ 2.800.000,00    | R\$ 9.100.000,00                | 6.520.000,00                |
| PROTOCOLO Nº RS-F-4309209-12100-20151015                                     | Gravataí - 15/10/2015 | R\$ 30.000.000,00   | R\$ 11.000.000,00               | R\$ 900.000,00              |
| <b>Média dos Eventos</b>                                                     |                       | R\$ 18.970.000,00   | R\$ 7.365.250,00                | 3.195.000,00                |
| <b>Percentual de Prejuízos Públicos sobre Prejuízos Residenciais Diretos</b> |                       |                     | <b>38%</b>                      | <b>16%</b>                  |

Fonte: Adaptado de Defesa Civil<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/series/>

<sup>3</sup> Ibid.

Observando os prejuízos contabilizados pela Defesa Civil para estes eventos, e correlacionando os danos ao patrimônio e aos serviços públicos aos prejuízos diretos em unidades habitacionais, chegou-se aos percentuais de 38% para a Infraestrutura Pública, e 16% para os serviços essenciais.

Comparando estes percentuais com os sugeridos por James e Lee apud Canholi (2005), de 34% e 10% respectivamente, considerou-se adequada a correlação e a quantificação de prejuízos públicos a partir dos prejuízos residenciais diretos calculados no item anterior.

Aplicando os fatores de 38% para os prejuízos à infraestrutura pública, e 16% para prejuízos aos serviços essenciais, foram encontrados os valores, discriminados por Tempo de Recorrência, presentes no Quadro 22:

*Quadro 22 - Prejuízos Totais aos entes públicos por TR na Situação Atual – Cenário 0*

| TR  | Custos Residenciais Diretos | Custos com Infraestrutura Pública | Custos com Serviços Públicos | Total de Prejuízos Públicos |
|-----|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 5   | R\$ 37.891.658              | R\$ 14.398.830                    | R\$ 6.062.665                | R\$ 20.461.495              |
| 10  | R\$ 163.919.934             | R\$ 62.289.575                    | R\$ 26.227.189               | R\$ 88.516.764              |
| 25  | R\$ 355.262.143             | R\$ 134.999.614                   | R\$ 56.841.943               | R\$ 191.841.557             |
| 50  | R\$ 598.786.103             | R\$ 227.538.719                   | R\$ 95.805.777               | R\$ 323.344.496             |
| 100 | R\$ 844.430.432             | R\$ 320.883.564                   | R\$ 135.108.869              | R\$ 455.992.433             |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### 3.4.3.3. Limpeza das Edificações Atingidas – Valor do Tempo

Este item considera o tempo dispendido pela população para a limpeza de suas residências.

O cálculo para essa quantificação considera o tempo dispendido em homens/hora/m² para a limpeza de edificações, conforme a altura final do evento de inundação, e o valor do tempo das pessoas que executaram o serviço (PENNING-ROSWELL e CHATTERTON, 1977).

A formulação para esta quantificação é a que segue:

$$\text{Custo de Limpeza de Residências} = \frac{RMF}{MR} \times \frac{ES}{NH} \times TL \times AIC$$

Onde:

**RMF:** Renda Média Familiar (R\$)

**MR:** Quantidade de moradores por residência

**ES:** Encargos Sociais (média de 95% = 1,95)

**NH:** Número de horas trabalhadas por mês (168 horas)

**TL:** Tempo de Limpeza (horas/m²/pessoa)

**AIC:** Área Inundada construída (m²)

O tempo de limpeza é definido de acordo com altura de inundação, conforme pode ser visto no Quadro 23:

*Quadro 23 - Tempo de Limpeza em áreas edificadas*

| Altura da inundação (m) | Horas/m <sup>2</sup> /pessoa |
|-------------------------|------------------------------|
| 0,50 a 0,75             | 0,25                         |
| 0,75 a 1,00             | 0,5                          |
| 1 a 1,5                 | 1                            |
| 1,5 a 2                 | 3                            |
| 2 a 3,5                 | 5                            |

Fonte: Adaptado de Penning-Roswell e Chatterton - 1977

Para a adaptação destas alturas às classes adotadas neste estudo, foram adotados os seguintes valores ponderados:

- **Classe 1** (até 1 metro): 0,375 horas/m<sup>2</sup>/pessoa
- **Classe 2** (entre 1 e 2,5 metros): 2 horas/m<sup>2</sup>/pessoa
- **Classe 3** (entre 2,5 e 3 metros): 4 horas/m<sup>2</sup>/pessoa
- **Classe 4** (maior que 3 metros): 5 horas/m<sup>2</sup>/pessoa

A partir dos dados disponibilizados pelo IBGE<sup>4</sup>, foi possível quantificar a renda média e a quantidade de moradores por residência, conforme Quadro 24:

*Quadro 24 - Renda média mensal e média de moradores por residência*

| Município           | População <sup>1</sup> | Renda Média mensal <sup>2</sup> | Média de Moradores por residência |
|---------------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Alvorada</b>     | 208.177                | R\$ 2.155,10                    | 3,46                              |
| <b>Cachoeirinha</b> | 127.318                | R\$ 2.342,50                    | 3,28                              |
| <b>Gravataí</b>     | 275.146                | R\$ 2.904,70                    | 3,34                              |
| <b>Porto Alegre</b> | 1.487.941              | R\$ 3.935,40                    | 2,93                              |

**Obs:** A Renda Média mensal foi calculada a partir do Salário Mínimo Nacional de 2017, de R\$ 937,00

Fontes: 1. IBGE-População Estimada 2017; 2. IBGE- Estatísticas do Cadastro Central de Emp.2015

Utilizando-se a equação mostrada no início deste item, tem-se a seguinte quantificação de prejuízos decorrente da limpeza de residências (Quadro 25):

<sup>4</sup> Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>

**Quadro 25 - Custo da limpeza das edificações na Situação Atual (R\$) – Cenário 0**

| TR    | Classe | QUANTIFICAÇÃO DO CUSTO DA LIMPEZA DAS EDIFICAÇÕES |              |          |              |             | Total por TR         |
|-------|--------|---------------------------------------------------|--------------|----------|--------------|-------------|----------------------|
|       |        | Alvorada                                          | Cachoeirinha | Gravataí | Porto Alegre | Total Geral |                      |
| TR5   | C1     | 50.950                                            | 3.998        | 104.984  | 14.021       | 173.953     | <b>461.780,68</b>    |
|       | C2     | 16.792                                            | 663          | 78.506   | 36.968       | 132.929     |                      |
|       | C3     | 21.301                                            | 0            | 1.090    | 0            | 22.391      |                      |
|       | C4     | 39.776                                            | 0            | 0        | 92.732       | 132.508     |                      |
| TR10  | C1     | 54.838                                            | 51.282       | 222.660  | 167.432      | 496.212     | <b>6.100.924,19</b>  |
|       | C2     | 30.563                                            | 8.135        | 213.950  | 110.311      | 362.959     |                      |
|       | C3     | 7.572                                             | 1.326        | 17.796   | 562          | 27.255      |                      |
|       | C4     | 71.640                                            | 0            | 1.362    | 5.141.496    | 5.214.498   |                      |
| TR25  | C1     | 16.750                                            | 547.665      | 368.993  | 259.413      | 1.192.821   | <b>8.904.016,10</b>  |
|       | C2     | 267.326                                           | 1.096.281    | 392.107  | 211.044      | 1.966.759   |                      |
|       | C3     | 1.127                                             | 81.386       | 43.541   | 49.103       | 175.157     |                      |
|       | C4     | 71.640                                            | 1.657        | 7.112    | 5.488.870    | 5.569.279   |                      |
| TR50  | C1     | 14.854                                            | 591.774      | 399.276  | 2.121.171    | 3.127.075   | <b>12.549.558,74</b> |
|       | C2     | 277.441                                           | 2.058.487    | 574.058  | 647.047      | 3.557.033   |                      |
|       | C3     | 1.127                                             | 154.654      | 45.760   | 1.685        | 203.226     |                      |
|       | C4     | 71.640                                            | 27.463       | 19.268   | 5.543.853    | 5.662.224   |                      |
| TR100 | C1     | 12.605                                            | 613.334      | 460.059  | 4.203.304    | 5.289.302   | <b>16.376.694,23</b> |
|       | C2     | 289.912                                           | 2.145.226    | 684.887  | 1.458.780    | 4.578.804   |                      |
|       | C3     | 6.907                                             | 639.228      | 65.089   | 8.548        | 719.772     |                      |
|       | C4     | 71.640                                            | 103.390      | 44.741   | 5.569.045    | 5.788.816   |                      |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

#### **3.4.3.4. Avaliação Econômica do Cenário Zero – Sem Crescimento**

Este item tem por objetivo analisar o prejuízo total, ao longo do horizonte de estudo, do Cenário Zero, ou seja, sem intervenções para a mitigação dos efeitos das inundações do Rio Gravataí.

**Nesta primeira análise, será considerada a estabilização populacional e da urbanização nas áreas atingidas, ou seja, sem crescimento nos próximos trinta anos.**

Primeiramente, somaram-se todos os prejuízos totais obtidos nas quantificações realizadas nos itens anteriores, conforme Quadro 26:

Quadro 26 - Prejuízos Totais conforme Tempo de Recorrência (R\$)

| TR  | Prejuízos Diretos e Indiretos em Edificações | Prejuízos à Infraestrutura Pública | Prejuízo aos Serviços Públicos | Limpeza das Edificações Privadas | Prejuízo às estruturas Industriais | Total         |
|-----|----------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------|
| 5   | 48.422.584                                   | 14.398.830                         | 6.062.665                      | 461.781                          | 53.733.450                         | 123.079.310   |
| 10  | 224.591.785                                  | 62.289.575                         | 26.227.189                     | 6.100.924                        | 57.620.130                         | 376.829.604   |
| 25  | 481.048.100                                  | 134.999.614                        | 56.841.943                     | 8.904.016                        | 58.902.910                         | 740.696.583   |
| 50  | 824.239.857                                  | 227.538.719                        | 95.805.777                     | 12.549.559                       | 84.986.820                         | 1.245.120.732 |
| 100 | 1.172.728.986                                | 320.883.564                        | 135.108.869                    | 16.376.694                       | 91.983.850                         | 1.737.081.964 |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Em seguida, modelou-se uma equação logarítmica, utilizando os prejuízos calculados dos tempos de recorrência como base, para estimar os custos com os eventos de cheias ao longo do tempo, bem como sua equação exponencial equivalente para o cálculo da probabilidade da magnitude dos custos causados pelas manchas de inundação (Figura 14 e Figura 15):

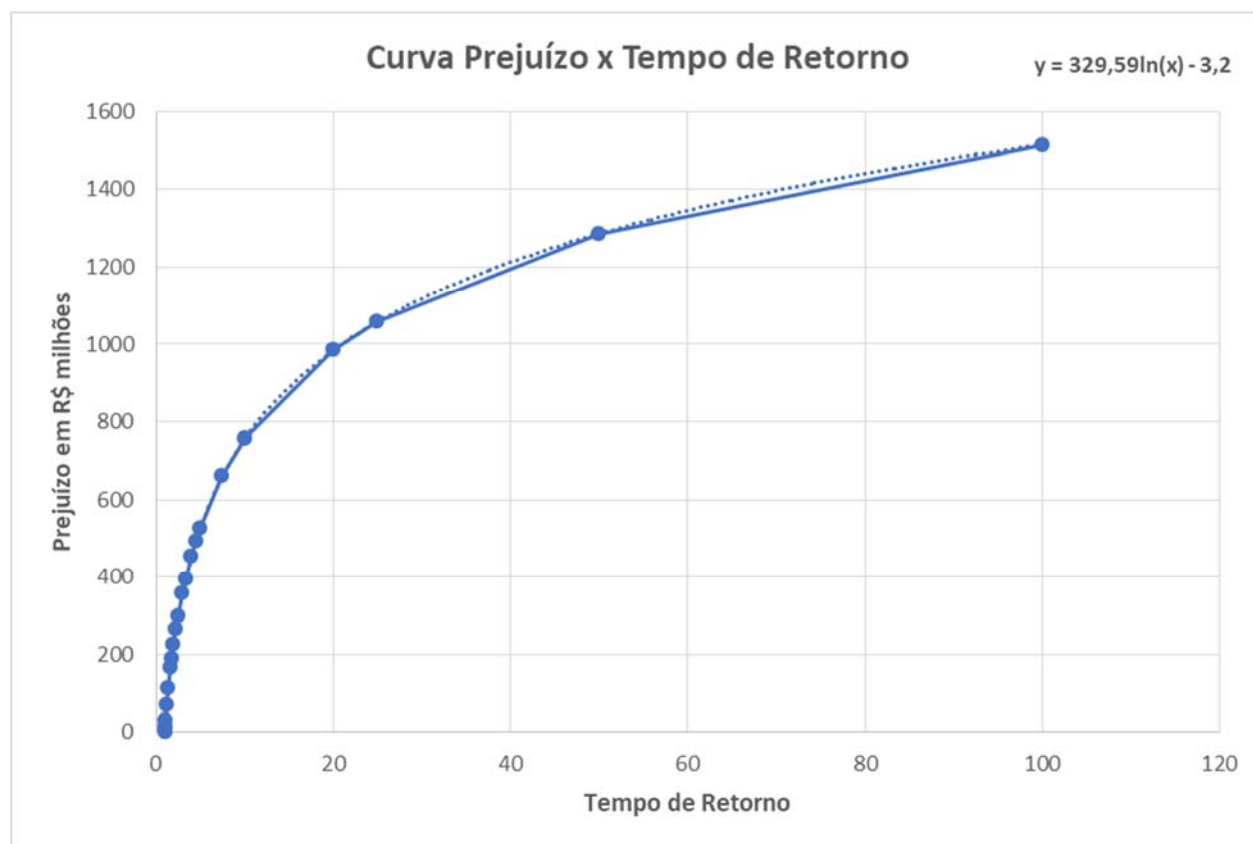


Figura 14 - Curva Prejuízo Total x Tempo de Retorno  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

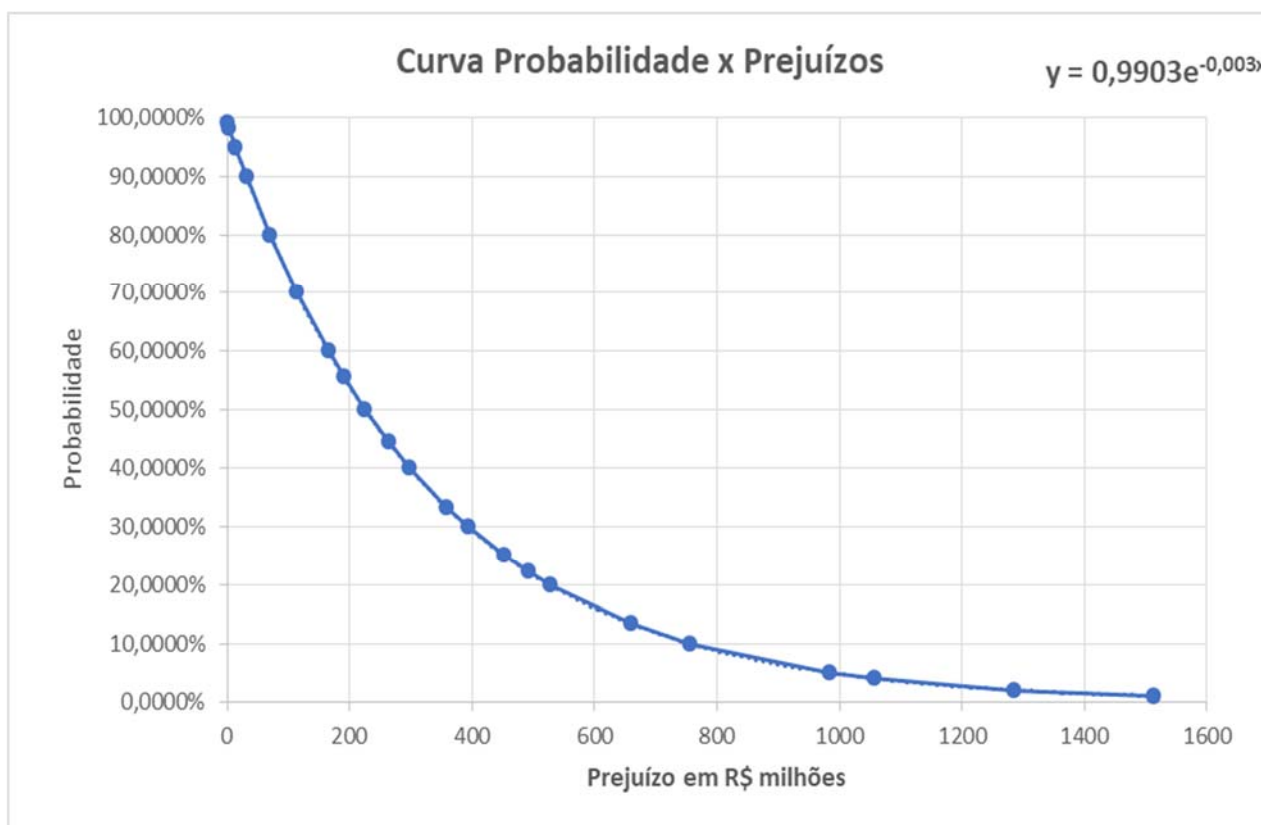


Figura 15 - Curva Probabilidade x Prejuízos  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Para o cálculo do Prejuízo Estimado Anual, foi necessário contabilizar todos os prejuízos esperados até o Tempo de Recorrência máximo considerado, de 100 anos, conforme suas probabilidades correspondentes.

A equação utilizada é a que segue:

$$\text{Prejuízo Anualizado} = \frac{\sum_i^j (P_{i-1} + P_i)}{2 \times (C_i - C_{i-1})}$$

Onde:

**P**: Probabilidade entre 0 e 1

**C**: Prejuízo Total

O resultado do Prejuízo Estimado Anual está apresentado no Quadro 27 a seguir:

**Quadro 27 - Cálculo do Prejuízo Estimado Anual – Cenário Zero – Sem Crescimento**

| TR                                                      | Probabilidade | Prejuízo          | Prejuízo Acumulado     |
|---------------------------------------------------------|---------------|-------------------|------------------------|
| 1,010                                                   | 0,99010       | R\$ 79.530        |                        |
| 1,020                                                   | 0,98039       | R\$ 3.326.748     | R\$ 3.199.308          |
| 1,053                                                   | 0,94967       | R\$ 13.821.093    | R\$ 10.127.357         |
| 1,111                                                   | 0,90009       | R\$ 31.492.812    | R\$ 16.344.198         |
| 1,250                                                   | 0,80000       | R\$ 70.345.883    | R\$ 33.026.859         |
| 1,429                                                   | 0,69979       | R\$ 114.455.357   | R\$ 33.077.475         |
| 1,667                                                   | 0,59988       | R\$ 165.228.929   | R\$ 32.994.446         |
| 1,800                                                   | 0,55556       | R\$ 190.528.607   | R\$ 14.616.074         |
| 2,000                                                   | 0,50000       | R\$ 225.254.379   | R\$ 18.327.491         |
| 2,250                                                   | 0,44444       | R\$ 264.074.490   | R\$ 18.331.719         |
| 2,500                                                   | 0,40000       | R\$ 298.800.262   | R\$ 14.661.993         |
| 3,000                                                   | 0,33333       | R\$ 358.891.624   | R\$ 22.033.499         |
| 3,333                                                   | 0,30003       | R\$ 393.584.436   | R\$ 10.986.577         |
| 4,000                                                   | 0,25000       | R\$ 453.708.758   | R\$ 16.535.091         |
| 4,500                                                   | 0,22222       | R\$ 492.528.869   | R\$ 9.165.859          |
| 5,000                                                   | 0,20000       | R\$ 527.254.642   | R\$ 7.330.996          |
| 7,500                                                   | 0,13333       | R\$ 660.891.887   | R\$ 22.272.874         |
| 10,000                                                  | 0,10000       | R\$ 755.709.021   | R\$ 11.061.999         |
| 20,000                                                  | 0,05000       | R\$ 984.163.400   | R\$ 17.134.078         |
| 25,000                                                  | 0,04000       | R\$ 1.057.709.283 | R\$ 3.309.565          |
| 50,000                                                  | 0,02000       | R\$ 1.286.163.662 | R\$ 6.853.631          |
| 100,000                                                 | 0,01000       | R\$ 1.514.618.042 | R\$ 3.426.816          |
| <b>Prejuízo Anual para toda a área da Bacia afetada</b> |               |                   | <b>R\$ 324.817.907</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Por fim, calculou-se este prejuízo estimado ao longo do horizonte do estudo de 30 anos a iniciar em 2018, a valores presentes, utilizando taxas de 6%a.a. e 12% a.a.

O resultado está apresentado no Quadro 28, a seguir:

*Quadro 28 - Cálculo do VP do Prejuízo Total do Cenário Zero – Sem Crescimento*

| Ano | Prejuízo Anual  | VPL - Ano Zero - 12% ao ano | VPL - Ano Zero - 6% ao ano |
|-----|-----------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1   | R\$ 324.817.907 | R\$ 290.015.988             | R\$ 306.431.988            |
| 2   | R\$ 324.817.907 | R\$ 258.942.847             | R\$ 289.086.781            |
| 3   | R\$ 324.817.907 | R\$ 231.198.970             | R\$ 272.723.378            |
| 4   | R\$ 324.817.907 | R\$ 206.427.652             | R\$ 257.286.206            |
| 5   | R\$ 324.817.907 | R\$ 184.310.404             | R\$ 242.722.836            |
| 6   | R\$ 324.817.907 | R\$ 164.562.860             | R\$ 228.983.807            |
| 7   | R\$ 324.817.907 | R\$ 146.931.125             | R\$ 216.022.460            |
| 8   | R\$ 324.817.907 | R\$ 131.188.505             | R\$ 203.794.773            |
| 9   | R\$ 324.817.907 | R\$ 117.132.593             | R\$ 192.259.220            |
| 10  | R\$ 324.817.907 | R\$ 104.582.673             | R\$ 181.376.623            |
| 11  | R\$ 324.817.907 | R\$ 93.377.386              | R\$ 171.110.021            |
| 12  | R\$ 324.817.907 | R\$ 83.372.666              | R\$ 161.424.548            |
| 13  | R\$ 324.817.907 | R\$ 74.439.881              | R\$ 152.287.310            |
| 14  | R\$ 324.817.907 | R\$ 66.464.179              | R\$ 143.667.273            |
| 15  | R\$ 324.817.907 | R\$ 59.343.017              | R\$ 135.535.164            |
| 16  | R\$ 324.817.907 | R\$ 52.984.837              | R\$ 127.863.362            |
| 17  | R\$ 324.817.907 | R\$ 47.307.890              | R\$ 120.625.813            |
| 18  | R\$ 324.817.907 | R\$ 42.239.187              | R\$ 113.797.937            |
| 19  | R\$ 324.817.907 | R\$ 37.713.560              | R\$ 107.356.544            |
| 20  | R\$ 324.817.907 | R\$ 33.672.822              | R\$ 101.279.759            |
| 21  | R\$ 324.817.907 | R\$ 30.065.019              | R\$ 95.546.942             |
| 22  | R\$ 324.817.907 | R\$ 26.843.767              | R\$ 90.138.625             |
| 23  | R\$ 324.817.907 | R\$ 23.967.649              | R\$ 85.036.438             |
| 24  | R\$ 324.817.907 | R\$ 21.399.687              | R\$ 80.223.055             |
| 25  | R\$ 324.817.907 | R\$ 19.106.863              | R\$ 75.682.127             |
| 26  | R\$ 324.817.907 | R\$ 17.059.699              | R\$ 71.398.233             |
| 27  | R\$ 324.817.907 | R\$ 15.231.874              | R\$ 67.356.824             |
| 28  | R\$ 324.817.907 | R\$ 13.599.888              | R\$ 63.544.174             |
| 29  | R\$ 324.817.907 | R\$ 12.142.757              | R\$ 59.947.334             |
| 30  | R\$ 324.817.907 | R\$ 10.841.747              | R\$ 56.554.088             |
|     | <b>Total</b>    | <b>R\$ 2.616.467.995</b>    | <b>R\$ 4.471.063.642</b>   |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Conclui-se que, sem intervenções para mitigação dos efeitos das inundações nas áreas estudadas nos próximos 30 anos, o **prejuízo total para este cenário sem crescimento será de R\$ 2,61 bilhões, a uma taxa de 12%, ou de 4,47 bilhões, a uma taxa de 6%.**

✓ **Avaliação Econômica do Cenário Zero – Com Crescimento**

Neste item, é aplicada uma taxa de crescimento ao Prejuízo Estimado Total Anual calculado no Quadro 27. Para a definição desta taxa de crescimento, primeiramente foram **remodeladas as manchas de inundação para todos os Tempos de Recorrência** tomando como base o crescimento das áreas urbanas atingidas pelos eventos de cheias.

Este cenário urbano futuro representa o crescimento total das cidades da bacia no final do horizonte de estudo, de 30 anos, **levando-se em consideração os planos diretores dos municípios, a expectativa na alteração do uso do solo nos próximos anos e o padrão da densidade de edificações por km<sup>2</sup>.**

No Quadro 29 a seguir estão as áreas adicionais, em m<sup>2</sup>, atingidas pelas novas manchas de inundação:

*Quadro 29 – Estimativa de áreas edificadas sujeitas aos eventos de cheias no 30º ano*

| TR    | Classe   | Alvorada<br>(Edificações Industriais) | Cachoeirinha | Canoas  | Gravataí | Porto Alegre |
|-------|----------|---------------------------------------|--------------|---------|----------|--------------|
| TR05  | Classe 1 | 31.291                                | 0            | 105.614 | 72.116   | 65.665       |
|       | Classe 2 | 182.520                               | 0            | 0       | 190.833  | 0            |
|       | Classe 3 | 0                                     | 0            | 0       | 0        | 0            |
|       | Classe 4 | 0                                     | 0            | 4.151   | 0        | 0            |
| TR10  | Classe 1 | 31.291                                | 38.045       | 49.729  | 100.284  | 0            |
|       | Classe 2 | 96.530                                | 0            | 61.941  | 190.833  | 65.665       |
|       | Classe 3 | 85.990                                | 0            | 0       | 0        | 0            |
|       | Classe 4 | 0                                     | 0            | 4.151   | 0        | 0            |
| TR25  | Classe 1 | 27.630                                | 38.045       | 35.506  | 147.714  | 4.942        |
|       | Classe 2 | 88.063                                | 0            | 31.778  | 58.696   | 36.153       |
|       | Classe 3 | 36.823                                | 0            | 44.385  | 132.137  | 29.513       |
|       | Classe 4 | 85.990                                | 0            | 4.151   | 0        | 0            |
| TR50  | Classe 1 | 27.630                                | 0            | 35.506  | 147.714  | 33.211       |
|       | Classe 2 | 44.469                                | 38.045       | 14.222  | 58.696   | 0            |
|       | Classe 3 | 43.594                                | 0            | 61.941  | 132.137  | 36.153       |
|       | Classe 4 | 122.813                               | 0            | 4.151   | 0        | 29.513       |
| TR100 | Classe 1 | 34.480                                | 0            | 35.506  | 147.714  | 29.354       |
|       | Classe 2 | 28.356                                | 38.045       | 14.222  | 58.696   | 4.942        |
|       | Classe 3 | 59.707                                | 0            | 0       | 132.137  | 22.064       |
|       | Classe 4 | 122.813                               | 0            | 66.092  | 0        | 43.601       |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Este aumento de área urbana gera efeitos no comportamento das manchas de inundação, pela alteração do fator de impermeabilização do solo.

Em resumo, o aumento das áreas totais edificadas, a melhora gradativa dos padrões construtivos, a maior oferta de infraestrutura e serviços públicos, e a maior impermeabilização do solo na planície de inundação do Rio Gravataí resulta no aumento das manchas de inundação pela impossibilidade de absorção desta pelo terreno, além da densificação das habitações na planície de inundação, e por consequência, nos prejuízos totais estimados por Tempo de Recorrência.

Após, analogamente à quantificação realizada nos itens anteriores, foram contabilizadas as edificações industriais atingidas, os prejuízos diretos e indiretos às edificações residenciais e comerciais, o Valor do Tempo dispendido na limpeza das edificações, e os custos diretos e indiretos impostos à Administração Pública.

O resumo do cálculo destes itens para este novo cenário, com as áreas adicionais edificadas atingidas está apresentado no Quadro 30:

*Quadro 30 – Prejuízos para o cenário urbano do 30º ano do horizonte de estudo (R\$)*

| TR  | Prejuízos Diretos e Indiretos em Edificações | Prejuízos à Infraestrutura Pública | Prejuízo aos Serviços Públicos | Limpeza das Edificações Privadas | Prejuízo às estruturas Industriais | Total                |
|-----|----------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 5   | 424.394.116                                  | 126.209.494                        | 53.140.840                     | 5.577.535                        | 78.452.035                         | <b>687.774.019</b>   |
| 10  | 685.686.036                                  | 199.414.996                        | 83.964.209                     | 14.142.282                       | 85.778.330                         | <b>1.068.985.853</b> |
| 25  | 1.052.386.729                                | 304.910.754                        | 128.383.475                    | 21.868.062                       | 95.046.889                         | <b>1.602.595.909</b> |
| 50  | 1.453.366.272                                | 414.635.444                        | 174.583.345                    | 28.131.508                       | 124.347.474                        | <b>2.195.064.043</b> |
| 100 | 1.828.936.238                                | 516.033.895                        | 217.277.429                    | 32.934.488                       | 132.605.523                        | <b>2.727.787.574</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

A modelagem da equação que representa o prejuízo total estimado para a Bacia do Rio Gravataí neste cenário está apresentada a seguir (Figura 16 e Quadro 31):

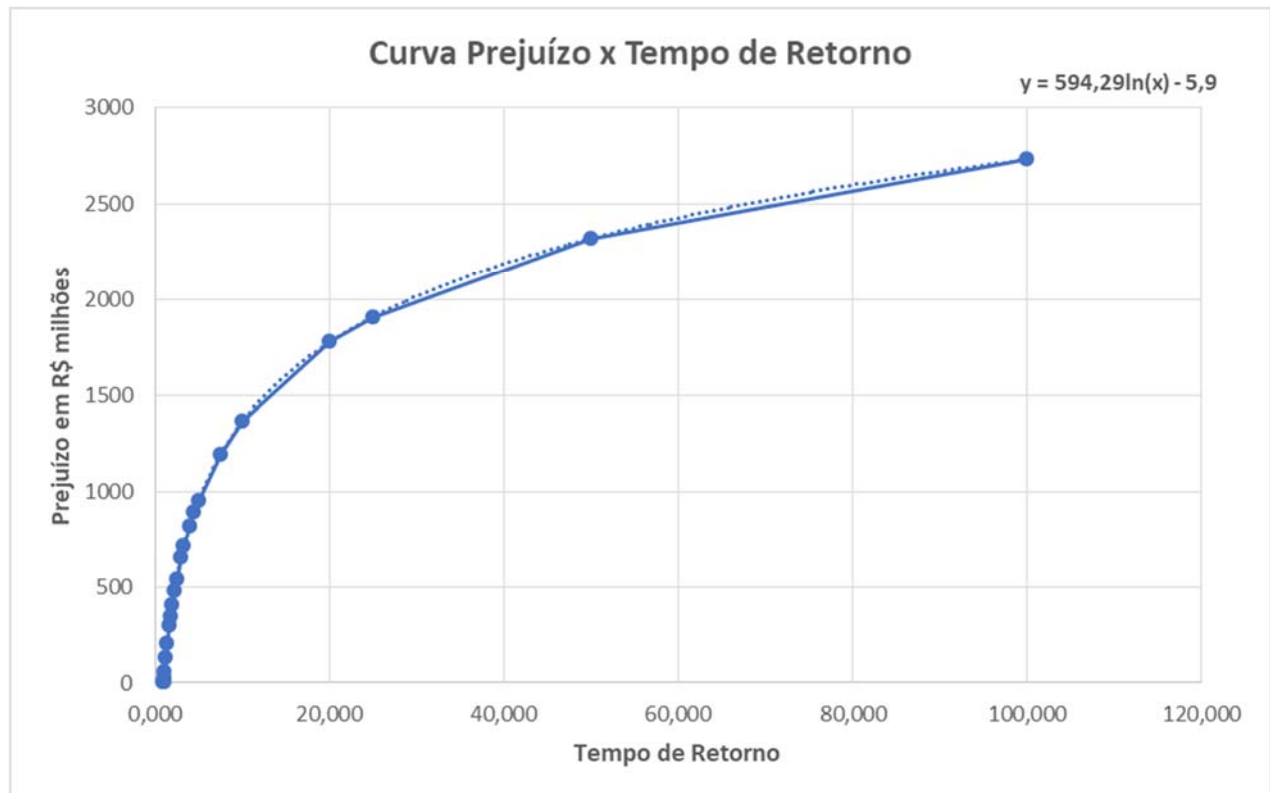


Figura 16 - Curva Prejuízo Total x Tempo de Retorno (30 anos)  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 31 - Cálculo do Prejuízo Estimado Anual (30 anos)

| TR                                                      | Probabilidade | Prejuízo          | Prejuízo Acumulado     |
|---------------------------------------------------------|---------------|-------------------|------------------------|
| 1,010                                                   | 0,99010       | R\$ 13.382        |                        |
| 1,020                                                   | 0,98039       | R\$ 5.868.503     | R\$ 5.768.732          |
| 1,053                                                   | 0,94967       | R\$ 24.791.057    | R\$ 18.260.830         |
| 1,111                                                   | 0,90009       | R\$ 56.655.269    | R\$ 29.470.534         |
| 1,250                                                   | 0,80000       | R\$ 126.711.981   | R\$ 59.551.358         |
| 1,429                                                   | 0,69979       | R\$ 206.246.613   | R\$ 59.642.625         |
| 1,667                                                   | 0,59988       | R\$ 297.797.406   | R\$ 59.492.914         |
| 1,800                                                   | 0,55556       | R\$ 343.415.737   | R\$ 26.354.521         |
| 2,000                                                   | 0,50000       | R\$ 406.030.438   | R\$ 33.046.648         |
| 2,250                                                   | 0,44444       | R\$ 476.027.718   | R\$ 33.054.271         |
| 2,500                                                   | 0,40000       | R\$ 538.642.419   | R\$ 26.437.318         |
| 3,000                                                   | 0,33333       | R\$ 646.994.297   | R\$ 39.729.022         |
| 3,333                                                   | 0,30003       | R\$ 709.549.566   | R\$ 19.810.107         |
| 4,000                                                   | 0,25000       | R\$ 817.960.876   | R\$ 29.814.737         |
| 4,500                                                   | 0,22222       | R\$ 887.958.156   | R\$ 16.527.136         |
| 5,000                                                   | 0,20000       | R\$ 950.572.857   | R\$ 13.218.659         |
| 7,500                                                   | 0,13333       | R\$ 1.191.536.716 | R\$ 40.160.643         |
| 10,000                                                  | 0,10000       | R\$ 1.362.503.295 | R\$ 19.946.101         |
| 20,000                                                  | 0,05000       | R\$ 1.774.433.733 | R\$ 30.894.783         |
| 25,000                                                  | 0,04000       | R\$ 1.907.045.714 | R\$ 5.967.539          |
| 50,000                                                  | 0,02000       | R\$ 2.318.976.152 | R\$ 12.357.913         |
| 100,000                                                 | 0,01000       | R\$ 2.730.906.590 | R\$ 6.178.957          |
| <b>Prejuízo Anual para toda a área da Bacia afetada</b> |               |                   | <b>R\$ 585.685.348</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

No final do horizonte de estudo, considerando a consolidação crescimento urbano dos municípios atingidos pelos eventos de inundação, estima-se que as cheias com Tempo de Recorrência entre 5 e 100 anos causem um prejuízo anual estimado de R\$ 585 milhões.

Contudo, como este é o cenário com a mancha urbana do 30º ano de estudo, os dois cenários, com e sem crescimento dos municípios devem ser considerados, estimando que as mudanças nas cidades atingidas ocorrerão dentro deste horizonte.

Assim, o primeiro ano do horizonte terá o prejuízo anualizado considerando a situação atual da mancha urbana, aumentando gradativamente até atingir os R\$ 585 milhões/ano no trigésimo ano.

Para a obtenção da taxa de crescimento anual dos prejuízos anualizados no horizonte de estudo, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Prejuízo anualizado do cenário urbano no 30º ano} \\ = \text{Prejuízo anualizado no ano zero} \times (1 + \text{taxa de crescimento})^{29}$$

Onde:

**Prejuízo anualizado do cenário urbano no 30º ano = R\$ 585.685.348**

**Prejuízo anualizado do cenário urbano no ano zero = R\$ 324.817.907**

Obteve-se uma taxa de crescimento de 2,05% a.a. para o prejuízo anualizado, considerando assim a alteração gradativa no uso do solo até atingir o cenário urbano do 30º ano.

Aplicando esta taxa no cálculo do prejuízo total da Bacia do Rio Gravataí ao longo do horizonte de estudo, têm-se (Quadro 32):

*Quadro 32 - Prejuízo total estimado para a Bacia– Com Crescimento Urbano (crescimento 2,05 % a.a.)*

| Ano | Prejuízo Anual  | VPL - Ano Zero - 12% ao ano | VPL - Ano Zero - 6% ao ano |
|-----|-----------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1   | R\$ 324.817.907 | R\$ 290.015.988             | R\$ 306.431.988            |
| 2   | R\$ 331.476.674 | R\$ 264.251.175             | R\$ 295.013.060            |
| 3   | R\$ 338.271.946 | R\$ 240.775.289             | R\$ 284.019.649            |
| 4   | R\$ 345.206.521 | R\$ 219.384.985             | R\$ 273.435.898            |
| 5   | R\$ 352.283.254 | R\$ 199.894.979             | R\$ 263.246.541            |
| 6   | R\$ 359.505.061 | R\$ 182.136.452             | R\$ 253.436.882            |
| 7   | R\$ 366.874.915 | R\$ 165.955.580             | R\$ 243.992.772            |
| 8   | R\$ 374.395.851 | R\$ 151.212.205             | R\$ 234.900.589            |
| 9   | R\$ 382.070.966 | R\$ 137.778.620             | R\$ 226.147.218            |
| 10  | R\$ 389.903.420 | R\$ 125.538.466             | R\$ 217.720.033            |
| 11  | R\$ 397.896.441 | R\$ 114.385.719             | R\$ 209.606.881            |
| 12  | R\$ 406.053.318 | R\$ 104.223.773             | R\$ 201.796.059            |
| 13  | R\$ 414.377.411 | R\$ 94.964.607              | R\$ 194.276.300            |
| 14  | R\$ 422.872.148 | R\$ 86.528.020              | R\$ 187.036.759            |
| 15  | R\$ 431.541.027 | R\$ 78.840.932              | R\$ 180.066.993            |

| Ano | Prejuízo Anual  | VPL - Ano Zero - 12% ao ano | VPL - Ano Zero - 6% ao ano |
|-----|-----------------|-----------------------------|----------------------------|
| 16  | R\$ 440.387.618 | R\$ 71.836.760              | R\$ 173.356.949            |
| 17  | R\$ 449.415.564 | R\$ 65.454.834              | R\$ 166.896.950            |
| 18  | R\$ 458.628.583 | R\$ 59.639.873              | R\$ 160.677.676            |
| 19  | R\$ 468.030.469 | R\$ 54.341.509              | R\$ 154.690.159            |
| 20  | R\$ 477.625.093 | R\$ 49.513.848              | R\$ 148.925.762            |
| 21  | R\$ 487.416.408 | R\$ 45.115.073              | R\$ 143.376.170            |
| 22  | R\$ 497.408.444 | R\$ 41.107.083              | R\$ 138.033.378            |
| 23  | R\$ 507.605.317 | R\$ 37.455.159              | R\$ 132.889.682            |
| 24  | R\$ 518.011.226 | R\$ 34.127.669              | R\$ 127.937.661            |
| 25  | R\$ 528.630.456 | R\$ 31.095.791              | R\$ 123.170.172            |
| 26  | R\$ 539.467.381 | R\$ 28.333.263              | R\$ 118.580.340            |
| 27  | R\$ 550.526.462 | R\$ 25.816.157              | R\$ 114.161.545            |
| 28  | R\$ 561.812.255 | R\$ 23.522.668              | R\$ 109.907.412            |
| 29  | R\$ 573.329.406 | R\$ 21.432.931              | R\$ 105.811.805            |
| 30  | R\$ 585.082.659 | R\$ 19.528.844              | R\$ 101.868.818            |
|     | <b>Total</b>    | <b>R\$ 3.064.208.254</b>    | <b>R\$ 5.591.412.100</b>   |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Conclui-se então que, considerando o crescimento gradual da mancha urbana, e consequente alteração no uso do solo, o prejuízo total para a Bacia do Rio Gravataí para o Cenário Zero será de **R\$ 3,06 bilhões a uma taxa de desconto de 12% a.a., ou R\$ 5,59 bilhões a uma taxa de 6% a.a..**

### 3.4.4. Cenário 1

Neste Cenário, é proposta a desapropriação de parte das unidades residenciais, comerciais e industriais atingidas periodicamente pelos eventos de cheias na Bacia do Rio Gravataí.

Para a definição de áreas onde será feito o processo de remoção das edificações atingidas, foi realizado um zoneamento, tomando como base as manchas de inundação com tempos de recorrência de 5 a 100 anos.

As áreas onde ocorrerão as desapropriações serão definidas como Zonas de Passagem de Cheias, e os locais que ainda conviverão com os eventos de inundação estarão em Zonas com Restrição de Ocupação.

A metodologia utilizada para a quantificação de edificações pertencentes tanto às Zonas de Passagem de Cheias, como às Zonas com Restrição de Ocupação foi análoga à do Cenário Zero, e apresentada no item **Erro! Fonte de referência não encontrada. – Cenário 0**, deste relatório.

No mapa da Figura 17 a seguir está um exemplo do zoneamento utilizado para a realização da quantificação:

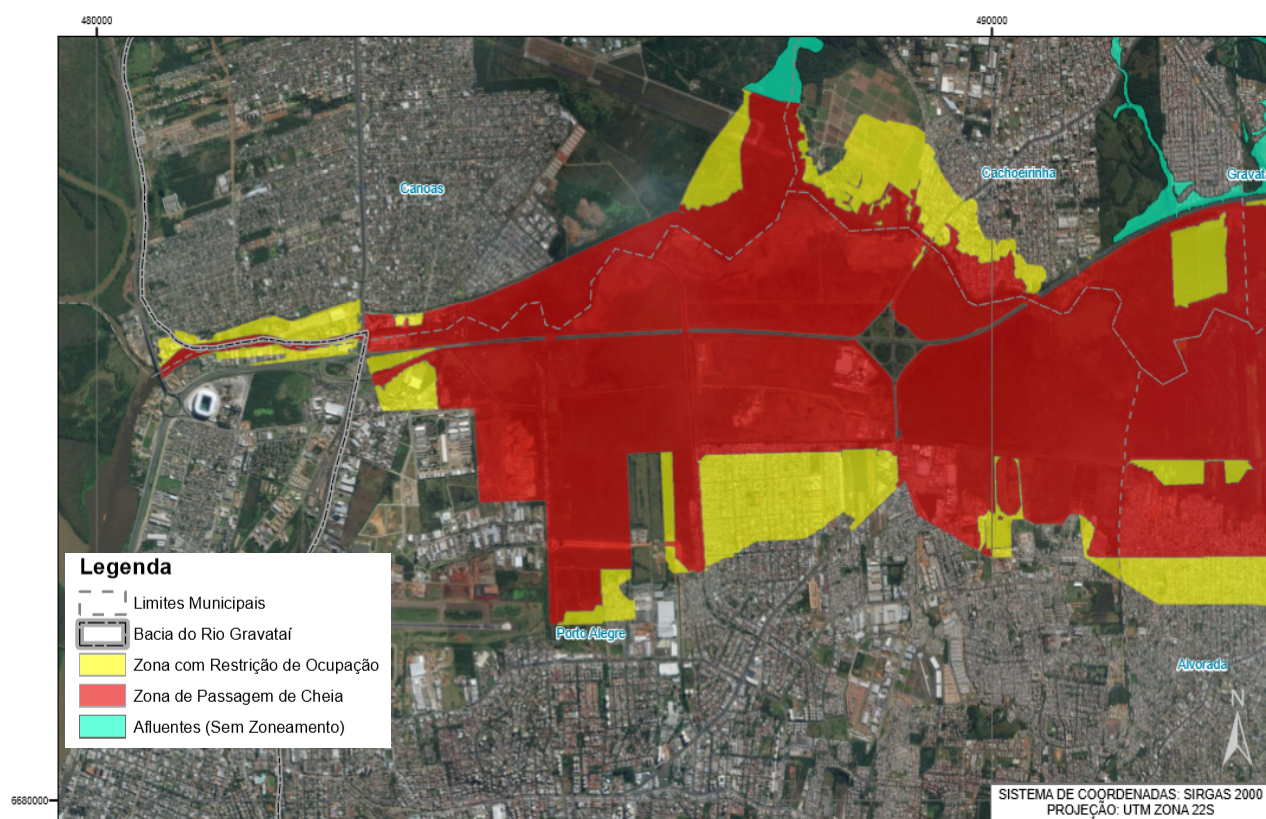


Figura 17 - Zoneamento Proposto para as áreas atingidas pelas cheias na Bacia

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Em seguida, para as edificações localizadas na área de convivência das cheias, chamada de Zona com Restrição de Ocupação, foram quantificados, de forma análoga ao **Cenário 0**, os prejuízos diretos e indiretos causados pelas manchas de inundação nos Tempos de Recorrência de 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

A seguir, serão detalhados os resultados obtidos por corpo d'água e município.

#### ✓ **Edificações nas Zonas de Passagem de Cheias e com Restrição de Ocupação**

No Quadro 33 a seguir estão detalhados os quantitativos das edificações localizadas na Zona de Passagem de Cheias, que deverão ser desapropriadas, e na Zona com Restrição de Ocupação, que continuarão a conviver com as cheias.

É importante observar que, apesar de o total de edificações em ambas as zonas ser levemente superior à quantificação obtida na mancha do Rio Gravataí no tempo de recorrência de 100 anos no **Cenário 0**, causada pela execução dos aterros nas zonas de expansão dentro das zonas de ocupação restrita, o número de edificações que permanecerão convivendo com as cheias reduziu devido à desapropriação.

Além disso, tais residências correm um risco menor do que as residências mais próximas da calha do rio, as quais se encontram na zona de passagem de cheias e são alvo de desapropriação.

**Cabe ressaltar que tal simulação de aterros não indica ou autoriza a realização de tais, sendo apenas um artifício usado para se verificar o pior cenário para estabelecimento da Zona de Passagem de Cheias e para a verificação de possíveis impactos nas regiões vizinhas levando em consideração todos os aterros simulados.**

A alteração no comportamento hidrodinâmico constatada após a execução de supostos aterros, atende os critérios de máxima elevação permitida de 30 cm, em concordância com as diretrizes utilizadas nos Estados Unidos (FEMA, 1992; FEMA, 2004), que é de 1 pé (30,45 cm).

*Quadro 33 - Quantificação das Edificações contidas no zoneamento proposto no Cenário 1*

| Município                     | Áreas a Desapropriar - Zona de Passagem de Cheias |                       | Convivência com Cheias - Zona com Restrição de Ocupação |                       | Total            |                       |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|
|                               | Área (m²)                                         | Número de Edificações | Área (m²)                                               | Número de Edificações | Área (m²)        | Número de Edificações |
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ</b> |                                                   |                       |                                                         |                       |                  |                       |
| <b>Alvorada</b>               | 19.729                                            | 37                    | 2.869                                                   | 20                    | <b>22.598</b>    | <b>57</b>             |
| <b>Cachoeirinha</b>           | 105.205                                           | 1.013                 | 278.696                                                 | 2.183                 | <b>383.901</b>   | <b>3.196</b>          |
| <b>Canoas</b>                 | 0                                                 | 0                     | 159.964                                                 | 6                     | <b>159.964</b>   | <b>6</b>              |
| <b>Gravataí</b>               | 40.418                                            | 396                   | 139.395                                                 | 1.011                 | <b>179.813</b>   | <b>1.407</b>          |
| <b>Porto Alegre</b>           | 191.720                                           | 1.205                 | 1.377.246                                               | 5.562                 | <b>1.568.966</b> | <b>6.767</b>          |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>   | <b>357.072</b>                                    | <b>2.651</b>          | <b>1.958.170</b>                                        | <b>8.782</b>          | <b>2.315.242</b> | <b>11.433</b>         |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Prejuízos Diretos e Indiretos em Edificações Residenciais e Comerciais**

A partir da geração das novas manchas de inundação, e da definição das áreas que continuarão a conviver com os eventos de cheia, procedeu-se à quantificação das edificações atingidas, de acordo com o tempo de recorrência e a classe de inundação.

No Quadro 34 a seguir, estão os resultados obtidos por município.

É importante observar que as edificações localizadas em áreas de desapropriação não foram contabilizadas neste item, somente as que se encontram nas Zonas com Restrição de Ocupação.

**Quadro 34 - Quantitativo de Edificações Residenciais e Comerciais – Cenário 1**

| Município            | Classe                 | TR05     |          |          |          | TR10     |          |          |          | TR25     |          |          |          | TR50      |          |          |          | TR100     |          |          |          |
|----------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|
|                      |                        | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 1  | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 1  | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 |
| Alvorada             | Contagem de Edificação | 0        | 0        | 0        | 0        | 12       | 0        | 0        | 0        | 16       | 0        | 0        | 0        | 16        | 3        | 0        | 0        | 9         | 11       | 0        | 0        |
|                      | Área em m²             | 0        | 0        | 0        | 0        | 1.777    | 0        | 0        | 0        | 2.592    | 0        | 0        | 0        | 2.586     | 150      | 0        | 0        | 1.205     | 1.664    | 0        | 0        |
| Cachoeirinha         | Contagem de Edificação | 0        | 0        | 0        | 0        | 489      | 0        | 0        | 0        | 1.395    | 141      | 0        | 0        | 1.552     | 398      | 0        | 0        | 1.615     | 558      | 0        | 0        |
|                      | Área em m²             | 0        | 0        | 0        | 0        | 71.312   | 0        | 0        | 0        | 177.096  | 19.066   | 0        | 0        | 190.624   | 57.115   | 0        | 0        | 197.942   | 79.249   | 0        | 0        |
| Gravataí             | Contagem de Edificação | 0        | 0        | 0        | 0        | 264      | 0        | 0        | 0        | 676      | 7        | 0        | 0        | 806       | 71       | 0        | 0        | 875       | 117      | 0        | 0        |
|                      | Área em m²             | 0        | 0        | 0        | 0        | 38.227   | 0        | 0        | 0        | 90.266   | 495      | 0        | 0        | 111.376   | 12.748   | 0        | 0        | 119.123   | 18.726   | 0        | 0        |
| Porto Alegre         | Contagem de Edificação | 0        | 0        | 0        | 0        | 454      | 0        | 0        | 0        | 2.725    | 154      | 0        | 0        | 5.200     | 354      | 0        | 0        | 4.975     | 579      | 0        | 0        |
|                      | Área em m²             | 0        | 0        | 0        | 0        | 72.973   | 0        | 0        | 0        | 436.000  | 24.973   | 0        | 0        | 832.000   | 56.973   | 0        | 0        | 796.000   | 92.973   | 0        | 0        |
| Total de Edificações |                        | 0        |          |          |          | 1.219    |          |          |          | 5.114    |          |          |          | 8.400     |          |          |          | 8.739     |          |          |          |
| Total da Área em m²  |                        | 0        |          |          |          | 184.289  |          |          |          | 750.488  |          |          |          | 1.263.572 |          |          |          | 1.306.882 |          |          |          |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Utilizando os mesmos parâmetros apresentados no item 3.4.3.1 – Quantificação de Edificações Atingidas, foram obtidos os prejuízos totais para edificações residenciais e comerciais detalhados no Quadro 35 a seguir, a saber:

**Quadro 35 - Prejuízos Totais em Edificações Residenciais e Comerciais na Bacia – Cenário 1**

| Município                     | TR05         | TR10                   | TR25                   | TR50                   | TR100                    |
|-------------------------------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ</b> |              |                        |                        |                        |                          |
| <b>Alvorada</b>               | R\$ 0        | R\$ 1.313.239          | R\$ 1.915.540          | R\$ 2.058.910          | R\$ 2.530.159            |
| <b>Cachoeirinha</b>           | R\$ 0        | R\$ 53.375.667         | R\$ 151.580.348        | R\$ 199.677.728        | R\$ 227.244.278          |
| <b>Gravataí</b>               | R\$ 0        | R\$ 28.405.518         | R\$ 67.564.814         | R\$ 95.390.981         | R\$ 107.070.382          |
| <b>Porto Alegre</b>           | R\$ 0        | R\$ 55.112.020         | R\$ 354.431.419        | R\$ 685.729.378        | R\$ 694.792.241          |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>   | <b>R\$ 0</b> | <b>R\$ 138.206.444</b> | <b>R\$ 575.492.121</b> | <b>R\$ 982.856.998</b> | <b>R\$ 1.031.637.060</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Prejuízos Totais em Edificações Industriais**

Analogamente à quantificação realizada com as edificações residenciais e comerciais, foram calculados os prejuízos totais em edificações industriais. A quantificação das áreas atingidas, e o prejuízo resultante estão no

Quadro 36 e no Quadro 37 a seguir:

**Quadro 36 - Quantificação das Edificações Industriais na Bacia – Cenário 1**

| TR           | Classe          | Canoas     | Porto Alegre | Total          |
|--------------|-----------------|------------|--------------|----------------|
|              |                 | Área em m² | Área em m²   |                |
| <b>TR05</b>  | <b>Classe 1</b> | 124.849    | 0            | <b>145.549</b> |
|              | <b>Classe 2</b> | 20.700     | 0            |                |
|              | <b>Classe 3</b> | 0          | 0            |                |
|              | <b>Classe 4</b> | 0          | 0            |                |
| <b>TR10</b>  | <b>Classe 1</b> | 124.849    | 0            | <b>145.549</b> |
|              | <b>Classe 2</b> | 20.700     | 0            |                |
|              | <b>Classe 3</b> | 0          | 0            |                |
|              | <b>Classe 4</b> | 0          | 0            |                |
| <b>TR25</b>  | <b>Classe 1</b> | 124.849    | 49.935       | <b>195.484</b> |
|              | <b>Classe 2</b> | 0          | 0            |                |
|              | <b>Classe 3</b> | 20.700     | 0            |                |
|              | <b>Classe 4</b> | 0          | 0            |                |
| <b>TR50</b>  | <b>Classe 1</b> | 124.849    | 49.935       | <b>195.484</b> |
|              | <b>Classe 2</b> | 0          | 0            |                |
|              | <b>Classe 3</b> | 20.700     | 0            |                |
|              | <b>Classe 4</b> | 0          | 0            |                |
| <b>TR100</b> | <b>Classe 1</b> | 34.778     | 123.756      | <b>283.720</b> |
|              | <b>Classe 2</b> | 104.486    | 0            |                |
|              | <b>Classe 3</b> | 0          | 0            |                |
|              | <b>Classe 4</b> | 20.700     | 0            |                |

*Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí*

**Quadro 37 - Prejuízos Totais em Edificações Industriais na Bacia - Cenário 1**

| TR    | Classe   | Canoas           | Porto Alegre     | Total         |
|-------|----------|------------------|------------------|---------------|
|       |          | Prejuízos Totais | Prejuízos Totais |               |
| TR05  | Classe 1 | 11.236.410       | 0                | R\$13.720.410 |
|       | Classe 2 | 2.484.000        | 0                |               |
|       | Classe 3 | 0                | 0                |               |
|       | Classe 4 | 0                | 0                |               |
| TR10  | Classe 1 | 11.236.410       | 0                | R\$13.720.410 |
|       | Classe 2 | 2.484.000        | 0                |               |
|       | Classe 3 | 0                | 0                |               |
|       | Classe 4 | 0                | 0                |               |
| TR25  | Classe 1 | 11.236.410       | 4.494.150        | R\$19.042.560 |
|       | Classe 2 | 0                | 0                |               |
|       | Classe 3 | 3.312.000        | 0                |               |
|       | Classe 4 | 0                | 0                |               |
| TR50  | Classe 1 | 11.236.410       | 4.494.150        | R\$19.042.560 |
|       | Classe 2 | 0                | 0                |               |
|       | Classe 3 | 3.312.000        | 0                |               |
|       | Classe 4 | 0                | 0                |               |
| TR100 | Classe 1 | 3.130.020        | 11.138.040       | R\$30.946.380 |
|       | Classe 2 | 12.538.320       | 0                |               |
|       | Classe 3 | 0                | 0                |               |
|       | Classe 4 | 4.140.000        | 0                |               |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

#### ✓ Prejuízos Diretos e Indiretos à Administração Pública

Conforme já explanado no item 3.4.3.2 - Quantificação dos Prejuízos Públicos, os prejuízos diretos e indiretos à Administração Pública, seja esta em esfera municipal, estadual ou federal, foram contabilizados a partir da correlação de prejuízos registrados em FIDEs – Formulários de Informações de Desastre da Defesa Civil, para eventos de inundações ocorridos recentemente na região de estudo.

No quadro a seguir, estão detalhados os prejuízos diretos e indiretos à Administração Pública, por tempo de recorrência e mancha de inundação:

**Quadro 38 - Prejuízos Totais aos Entes Públicos por Tempo de Recorrência – Cenário 1**

| MANCHA DO RIO GRAVATAÍ |                             |                                   |                              |                             |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| TR                     | Custos Residenciais Diretos | Custos com Infraestrutura Pública | Custos com Serviços Públicos | Total de Prejuízos Públicos |
| TR5                    | R\$ 0                       | R\$ 0                             | R\$ 0                        | R\$ 0                       |
| TR10                   | R\$ 101.994.067             | R\$ 38.757.746                    | R\$ 16.319.051               | R\$ 55.076.796              |
| TR25                   | R\$ 416.336.670             | R\$ 158.207.934                   | R\$ 66.613.867               | R\$ 224.821.802             |
| TR50                   | R\$ 706.234.923             | R\$ 268.369.271                   | R\$ 112.997.588              | R\$ 381.366.859             |
| TR100                  | R\$ 742.807.575             | R\$ 282.266.878                   | R\$ 118.849.212              | R\$ 401.116.090             |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### ✓ Limpeza de Edificações – Valor do Tempo

O prejuízo resultante para o **Cenário 1**, discriminado por tempo de recorrência, município e mancha de inundação, está apresentado no quadro a seguir:

*Quadro 39 - Custo do Tempo – Limpeza de Edificações – Cenário 1*

| Município                     | TR05         | TR10               | TR25                 | TR50                 | TR100                 |
|-------------------------------|--------------|--------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ</b> |              |                    |                      |                      |                       |
| <b>Alvorada</b>               | R\$ 0        | R\$ 4.817          | R\$ 7.027            | R\$ 9.179            | R\$ 27.326            |
| <b>Cachoeirinha</b>           | R\$ 0        | R\$ 221.629        | R\$ 866.419          | R\$ 1.539.138        | R\$ 1.928.761         |
| <b>Gravataí</b>               | R\$ 0        | R\$ 144.668        | R\$ 351.597          | R\$ 678.797          | R\$ 828.773           |
| <b>Porto Alegre</b>           | R\$ 0        | R\$ 426.570        | R\$ 3.327.248        | R\$ 6.639.749        | R\$ 7.551.661         |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>   | <b>R\$ 0</b> | <b>R\$ 797.685</b> | <b>R\$ 4.552.290</b> | <b>R\$ 8.866.863</b> | <b>R\$ 10.336.520</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### ✓ Prejuízos Totais

No quadro a seguir está o resumo de todas as quantificações realizadas nos itens anteriores, discriminados por tempo de recorrência, tipo de prejuízo e mancha de inundação:

*Quadro 40 - Prejuízos Totais Conforme Tempo de Recorrência – Cenário 1*

| TR                            | Prejuízos Diretos e Indiretos em Edificações Residenciais e Comerciais | Prejuízos à Infraestrutura Pública | Prejuízo aos Serviços Públicos | Limpeza das Edificações Privadas - Valor do Tempo | Prejuízo às estruturas Industriais | Total                   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ</b> |                                                                        |                                    |                                |                                                   |                                    |                         |
| <b>TR5</b>                    | R\$0                                                                   | R\$0                               | R\$0                           | R\$0                                              | R\$13.720.410                      | <b>R\$13.720.410</b>    |
| <b>TR10</b>                   | R\$138.206.444                                                         | R\$38.757.746                      | R\$16.319.051                  | R\$797.685                                        | R\$13.720.410                      | <b>R\$207.801.336</b>   |
| <b>TR25</b>                   | R\$575.492.121                                                         | R\$158.207.934                     | R\$66.613.867                  | R\$4.552.290                                      | R\$19.042.560                      | <b>R\$823.908.772</b>   |
| <b>TR50</b>                   | R\$982.856.998                                                         | R\$268.369.271                     | R\$112.997.588                 | R\$8.866.863                                      | R\$19.042.560                      | <b>R\$1.392.133.280</b> |
| <b>TR100</b>                  | R\$1.031.637.060                                                       | R\$282.266.878                     | R\$118.849.212                 | R\$10.336.520                                     | R\$30.946.380                      | <b>R\$1.474.036.050</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### ✓ Avaliação Econômica dos Prejuízos Remanescentes

Neste item serão apresentadas as curvas de Tempo de Recorrência x Prejuízos Estimados (Figura 18), os prejuízos anualizados e os prejuízos totais para o horizonte do estudo (Quadro 41 e Quadro 42, respectivamente), conforme a mesma metodologia apresentada no item 3.4.3.4 - Avaliação Econômica do Cenário Zero – Sem Crescimento.

Estes resultados servirão de base para o comparativo econômico-financeiro entre os Cenários propostos para a mitigação do efeito das cheias na Bacia do Rio Gravataí.

A análise econômica foi realizada considerando a taxa de crescimento da mancha para o período de estudo, de 30 anos, também já detalhada e apresentada no item □ - Avaliação Econômica do Cenário Zero – Com Crescimento.

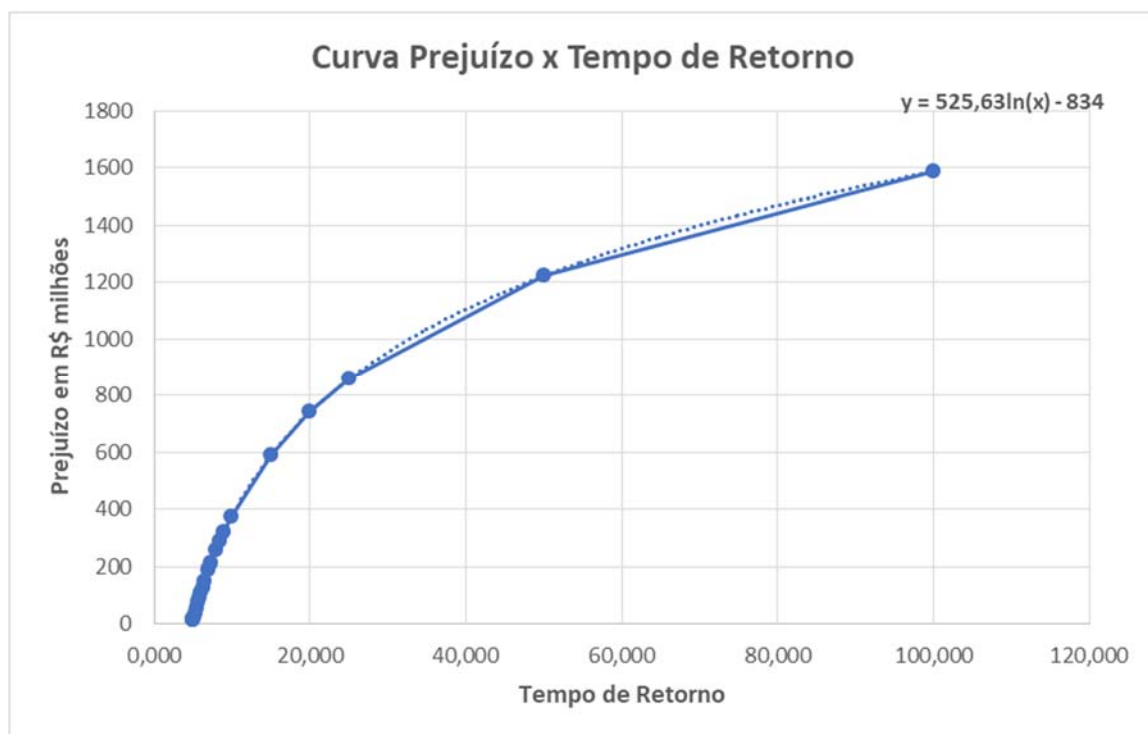


Figura 18 - Curva Tempo de Recorrência x Prejuízos Estimados – **Cenário 1**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 41 - Prejuízo Anualizado para a Mancha do Rio Gravataí – **Cenário 1**

| TR                                                      | Probabilidade | Prejuízo          | Prejuízo Acumulado     |
|---------------------------------------------------------|---------------|-------------------|------------------------|
| 5,010                                                   | 0,19960       | R\$ 13.019.060    |                        |
| 5,020                                                   | 0,19920       | R\$ 14.067.176    | R\$ 208.996            |
| 5,053                                                   | 0,19790       | R\$ 17.511.205    | R\$ 683.821            |
| 5,111                                                   | 0,19566       | R\$ 23.510.196    | R\$ 1.180.477          |
| 5,250                                                   | 0,19048       | R\$ 37.614.424    | R\$ 2.723.051          |
| 5,429                                                   | 0,18420       | R\$ 55.237.157    | R\$ 3.301.374          |
| 5,667                                                   | 0,17646       | R\$ 77.789.271    | R\$ 4.066.780          |
| 5,800                                                   | 0,17241       | R\$ 89.982.857    | R\$ 2.127.013          |
| 6,000                                                   | 0,16667       | R\$ 107.802.530   | R\$ 3.021.151          |
| 6,250                                                   | 0,16000       | R\$ 129.259.795   | R\$ 3.504.687          |
| 6,500                                                   | 0,15385       | R\$ 149.875.378   | R\$ 3.235.061          |
| 7,000                                                   | 0,14286       | R\$ 188.828.752   | R\$ 5.778.797          |
| 7,333                                                   | 0,13637       | R\$ 213.257.175   | R\$ 3.410.537          |
| 8,000                                                   | 0,12500       | R\$ 259.016.858   | R\$ 5.980.100          |
| 8,500                                                   | 0,11765       | R\$ 290.882.978   | R\$ 3.866.110          |
| 9,000                                                   | 0,11111       | R\$ 320.927.155   | R\$ 3.436.425          |
| 10,000                                                  | 0,10000       | R\$ 376.307.802   | R\$ 5.845.735          |
| 15,000                                                  | 0,06667       | R\$ 589.432.427   | R\$ 17.760.385         |
| 20,000                                                  | 0,05000       | R\$ 740.646.755   | R\$ 8.820.836          |
| 25,000                                                  | 0,04000       | R\$ 857.937.700   | R\$ 5.278.093          |
| 50,000                                                  | 0,02000       | R\$ 1.222.276.652 | R\$ 10.930.169         |
| 100,000                                                 | 0,01000       | R\$ 1.586.615.605 | R\$ 5.465.084          |
| <b>Prejuízo Anual para toda a área da Bacia afetada</b> |               |                   | <b>R\$ 100.624.684</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 42 - Prejuízo Total para a Mancha do Rio Gravataí – Cenário 1 (crescimento de 2,05% a.a.)**

| Ano          | Prejuízo Anual  | VPL - Ano Zero - 12% ao ano | VPL - Ano Zero - 6% ao ano |
|--------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1            | R\$ 100.624.684 | R\$ 89.843.467              | R\$ 94.928.947             |
| 2            | R\$ 102.687.490 | R\$ 81.861.838              | R\$ 91.391.500             |
| 3            | R\$ 104.792.583 | R\$ 74.589.291              | R\$ 87.985.874             |
| 4            | R\$ 106.940.831 | R\$ 67.962.831              | R\$ 84.707.155             |
| 5            | R\$ 109.133.118 | R\$ 61.925.062              | R\$ 81.550.614             |
| 6            | R\$ 111.370.347 | R\$ 56.423.684              | R\$ 78.511.700             |
| 7            | R\$ 113.653.439 | R\$ 51.411.044              | R\$ 75.586.028             |
| 8            | R\$ 115.983.335 | R\$ 46.843.724              | R\$ 72.769.379             |
| 9            | R\$ 118.360.993 | R\$ 42.682.161              | R\$ 70.057.690             |
| 10           | R\$ 120.787.393 | R\$ 38.890.308              | R\$ 67.447.050             |
| 11           | R\$ 123.263.535 | R\$ 35.435.321              | R\$ 64.933.693             |
| 12           | R\$ 125.790.437 | R\$ 32.287.272              | R\$ 62.513.994             |
| 13           | R\$ 128.369.141 | R\$ 29.418.894              | R\$ 60.184.463             |
| 14           | R\$ 131.000.709 | R\$ 26.805.340              | R\$ 57.941.740             |
| 15           | R\$ 133.686.223 | R\$ 24.423.973              | R\$ 55.782.590             |
| 16           | R\$ 136.426.791 | R\$ 22.254.165              | R\$ 53.703.899             |
| 17           | R\$ 139.223.540 | R\$ 20.277.121              | R\$ 51.702.669             |
| 18           | R\$ 142.077.623 | R\$ 18.475.716              | R\$ 49.776.013             |
| 19           | R\$ 144.990.214 | R\$ 16.834.346              | R\$ 47.921.152             |
| 20           | R\$ 147.962.513 | R\$ 15.338.795              | R\$ 46.135.411             |
| 21           | R\$ 150.995.745 | R\$ 13.976.108              | R\$ 44.416.214             |
| 22           | R\$ 154.091.158 | R\$ 12.734.480              | R\$ 42.761.082             |
| 23           | R\$ 157.250.026 | R\$ 11.603.158              | R\$ 41.167.626             |
| 24           | R\$ 160.473.652 | R\$ 10.572.342              | R\$ 39.633.550             |
| 25           | R\$ 163.763.362 | R\$ 9.633.102               | R\$ 38.156.639             |
| 26           | R\$ 167.120.511 | R\$ 8.777.304               | R\$ 36.734.764             |
| 27           | R\$ 170.546.481 | R\$ 7.997.535               | R\$ 35.365.874             |
| 28           | R\$ 174.042.684 | R\$ 7.287.040               | R\$ 34.047.995             |
| 29           | R\$ 177.610.559 | R\$ 6.639.664               | R\$ 32.779.226             |
| 30           | R\$ 181.251.575 | R\$ 6.049.801               | R\$ 31.557.736             |
| <b>Total</b> |                 | <b>R\$ 949.254.888</b>      | <b>R\$ 1.732.152.265</b>   |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### 3.4.5. Cenário 2

Neste Cenário, é proposto um conjunto de obras no Rio Gravataí para a mitigação do efeito das cheias. Além destas, é proposto um zoneamento, de forma análoga ao **Cenário 1**, para as áreas onde ainda haverá zonas de inundação residuais.

Para a definição de áreas onde será feito o processo de remoção das edificações atingidas, foi realizado um zoneamento, tomando como base as manchas de inundação com tempos de recorrência de 5 a 100 anos.

Analogamente ao **Cenário 1**, as áreas onde ocorrerão as desapropriações foram definidas como **Zonas de Passagem de Cheias**, e os locais que ainda conviverão com os eventos de inundação estarão em **Zonas com Restrição de Ocupação**.

Os itens a seguir apresentarão a quantificação de prejuízos decorrentes das manchas de inundação remanescentes após a implantação das obras do **Cenário 2**.

✓ **Edificações nas Zonas de Passagem de Cheias e com Restrição de Ocupação**

A metodologia utilizada para a quantificação de edificações pertencentes tanto às Zonas de Passagem de Cheias, como às Zonas com Restrição de Ocupação foi semelhante à do **Cenário 1**. No mapa da Figura 19 a seguir está um exemplo do zoneamento utilizado para a realização da quantificação:

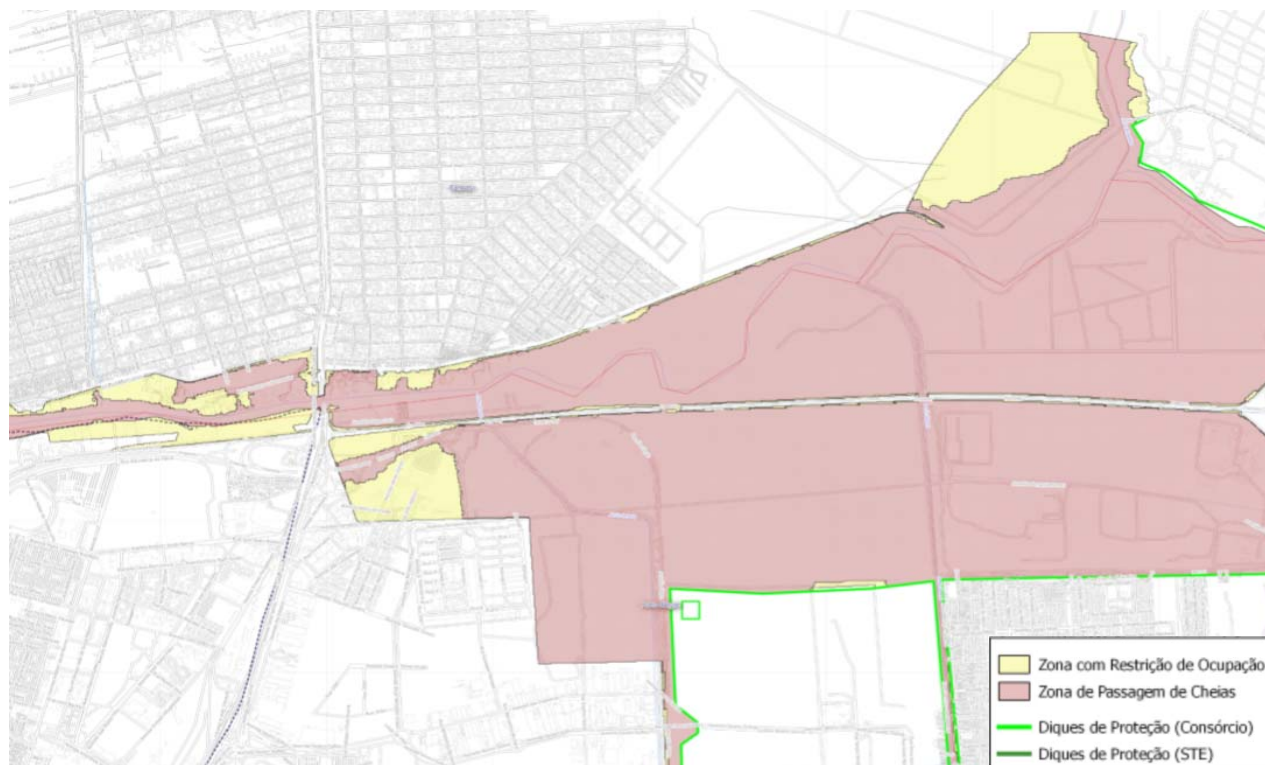


Figura 19 - Zoneamento Proposto para as áreas atingidas pelas cheias na Bacia  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

No Quadro 43 a seguir estão detalhados os quantitativos das edificações localizadas na Zona de Passagem de Cheias, que deverão ser desapropriadas, e na Zona com Restrição de Ocupação, que continuarão a conviver com as cheias.

Quadro 43 - Edificações contidas no zoneamento proposto no **Cenário 02**

| Município                     | Áreas a Desapropriar - Zona de Passagem de Cheias |                       | Convivência com Cheias - Zona com Restrição de Ocupação |                       | Total          |                       |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
|                               | Área (m²)                                         | Número de Edificações | Área (m²)                                               | Número de Edificações | Área (m²)      | Número de Edificações |
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ</b> |                                                   |                       |                                                         |                       |                |                       |
| <b>Alvorada</b>               | 15.725                                            | 35                    | 6.873                                                   | 22                    | <b>22.598</b>  | <b>57</b>             |
| <b>Cachoeirinha</b>           | 1.340                                             | 25                    | 1.021                                                   | 10                    | <b>2.361</b>   | <b>35</b>             |
| <b>Canoas</b>                 | 0                                                 | 0                     | 159.964                                                 | 6                     | <b>159.964</b> | <b>6</b>              |
| <b>Gravataí</b>               | 8.536                                             | 88                    | 28.620                                                  | 197                   | <b>45.535</b>  | <b>393</b>            |
| <b>Porto Alegre</b>           | 0                                                 | 0                     | 489.366                                                 | 13                    | <b>489.366</b> | <b>13</b>             |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>   | <b>25.601</b>                                     | <b>148</b>            | <b>685.844</b>                                          | <b>248</b>            | <b>711.445</b> | <b>396</b>            |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Prejuízos Diretos e Indiretos em Edificações Residenciais e Comerciais**

A partir da geração das novas manchas de inundação, e da definição das áreas que continuarão a conviver com os eventos de cheia, procedeu-se à quantificação das edificações atingidas, de acordo com o tempo de recorrência e a classe de inundação.

Nos quadros a seguir, estão os resultados obtidos por município.

É importante observar que as edificações localizadas em áreas de desapropriação não foram contabilizadas neste item, somente as que se encontram nas Zonas com Restrição de Ocupação.

Os prejuízos totais para edificações residenciais e comerciais detalhados no Quadro 44 a seguir:

*Quadro 44 - Prejuízos Totais em Edificações Residenciais e Comerciais na Bacia – Cenário 2*

| Município                     | TR05                 | TR10                  | TR25                  | TR50                  | TR100                 |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ</b> |                      |                       |                       |                       |                       |
| <b>Alvorada</b>               | R\$ 2.679.269        | R\$ 4.135.647         | R\$ 5.719.228         | R\$ 5.719.228         | R\$ 6.393.423         |
| <b>Cachoeirinha</b>           | R\$ 0                | R\$ 205.652           | R\$ 628.051           | R\$ 628.051           | R\$ 827.045           |
| <b>Gravataí</b>               | R\$ 282.582          | R\$ 9.139.268         | R\$ 12.329.388        | R\$ 12.329.388        | R\$ 22.438.243        |
| <b>Porto Alegre</b>           | R\$ 0                | R\$ 726.804           | R\$ 969.073           | R\$ 969.073           | R\$ 969.073           |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>   | <b>R\$ 2.961.851</b> | <b>R\$ 14.207.372</b> | <b>R\$ 19.645.740</b> | <b>R\$ 19.645.740</b> | <b>R\$ 30.627.784</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

No Quadro 45, estão apresentadas as áreas das edificações residenciais e comerciais atingidas.

**Quadro 45 - Edificações Residenciais e Comerciais – Cenário 2**

| Município            | Classe                 | TR05     |          |          |          | TR10     |          |          |          | TR25     |          |          |          | TR50     |          |          |          | TR100    |          |          |          |
|----------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                      |                        | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 |
| Alvorada             | Contagem de Edificação | 1        | 0        | 0        | 0        | 13       | 0        | 0        | 0        | 16       | 2        | 0        | 0        | 16       | 2        | 0        | 0        | 9        | 13       | 0        | 0        |
|                      | Área em m²             | 3.672    | 0        | 0        | 0        | 5.668    | 0        | 0        | 0        | 2.869    | 3.727    | 0        | 0        | 2.869    | 3.727    | 0        | 0        | 1.205    | 5.668    | 0        | 0        |
| Cachoeirinha         | Contagem de Edificação | 0        | 0        | 0        | 0        | 4        | 0        | 0        | 0        | 8        | 0        | 0        | 0        | 8        | 0        | 0        | 0        | 6        | 4        | 0        | 0        |
|                      | Área em m²             | 0        | 0        | 0        | 0        | 278      | 0        | 0        | 0        | 849      | 0        | 0        | 0        | 849      | 0        | 0        | 0        | 730      | 291      | 0        | 0        |
| Gravataí             | Contagem de Edificação | 6        | 0        | 0        | 0        | 87       | 2        | 0        | 0        | 130      | 7        | 0        | 0        | 130      | 7        | 0        | 0        | 140      | 52       | 0        | 0        |
|                      | Área em m²             | 385      | 0        | 0        | 0        | 12.309   | 107      | 0        | 0        | 16.330   | 351      | 0        | 0        | 16.330   | 351      | 0        | 0        | 20.772   | 7.349    | 0        | 0        |
| Porto Alegre         | Contagem de Edificação | 0        | 0        | 0        | 0        | 4        | 0        | 0        | 0        | 0        | 4        | 0        | 0        | 0        | 4        | 0        | 0        | 0        | 4        | 0        | 0        |
|                      | Área em m²             | 0        | 0        | 0        | 0        | 973      | 0        | 0        | 0        | 0        | 973      | 0        | 0        | 0        | 973      | 0        | 0        | 0        | 973      | 0        | 0        |
| Total de Edificações |                        | 7        |          |          |          | 110      |          |          |          | 167      |          |          |          | 167      |          |          |          | 228      |          |          |          |
| Total da Área em m²  |                        | 4.057    |          |          |          | 19.335   |          |          |          | 25.099   |          |          |          | 25.099   |          |          |          | 36.988   |          |          |          |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Prejuízos Totais em Edificações Industriais**

Analogamente à quantificação realizada com as edificações residenciais e comerciais, foram calculados os prejuízos totais em edificações industriais conforme apresentado nos Quadro 44 e no Quadro 46 a seguir:

*Quadro 46 - Quantificação das Edificações Industriais em m<sup>2</sup> - Cenário 2*

| TR    | Classe   | Canoas                 | Porto Alegre           | Total   |
|-------|----------|------------------------|------------------------|---------|
|       |          | Área em m <sup>2</sup> | Área em m <sup>2</sup> |         |
| TR05  | Classe 1 | 124.849                | 0                      | 145.549 |
|       | Classe 2 | 20.700                 | 0                      |         |
|       | Classe 3 | 0                      | 0                      |         |
|       | Classe 4 | 0                      | 0                      |         |
| TR10  | Classe 1 | 124.849                | 0                      | 145.549 |
|       | Classe 2 | 20.700                 | 0                      |         |
|       | Classe 3 | 0                      | 0                      |         |
|       | Classe 4 | 0                      | 0                      |         |
| TR25  | Classe 1 | 124.849                | 49.935                 | 195.484 |
|       | Classe 2 | 0                      | 0                      |         |
|       | Classe 3 | 20.700                 | 0                      |         |
|       | Classe 4 | 0                      | 0                      |         |
| TR50  | Classe 1 | 124.849                | 49.935                 | 195.484 |
|       | Classe 2 | 0                      | 0                      |         |
|       | Classe 3 | 20.700                 | 0                      |         |
|       | Classe 4 | 0                      | 0                      |         |
| TR100 | Classe 1 | 34.778                 | 123.756                | 283.720 |
|       | Classe 2 | 104.486                | 0                      |         |
|       | Classe 3 | 0                      | 0                      |         |
|       | Classe 4 | 20.700                 | 0                      |         |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 47 - Quantificação dos Prejuízos Totais em Edificações Industriais*

| TR    | Classe   | Canoas           | Porto Alegre     | Total         |
|-------|----------|------------------|------------------|---------------|
|       |          | Prejuízos Totais | Prejuízos Totais |               |
| TR05  | Classe 1 | R\$11.236.410    | R\$ 0            | R\$13.720.410 |
|       | Classe 2 | R\$2.484.000     | R\$ 0            |               |
|       | Classe 3 | R\$0             | R\$ 0            |               |
|       | Classe 4 | R\$0             | R\$ 0            |               |
| TR10  | Classe 1 | R\$11.236.410    | R\$ 0            | R\$13.720.410 |
|       | Classe 2 | R\$2.484.000     | R\$ 0            |               |
|       | Classe 3 | R\$0             | R\$ 0            |               |
|       | Classe 4 | R\$0             | R\$ 0            |               |
| TR25  | Classe 1 | R\$11.236.410    | R\$ 4.494.150    | R\$19.042.560 |
|       | Classe 2 | R\$0             | R\$ 0            |               |
|       | Classe 3 | R\$3.312.000     | R\$ 0            |               |
|       | Classe 4 | R\$0             | R\$ 0            |               |
| TR50  | Classe 1 | R\$11.236.410    | R\$ 4.494.150    | R\$19.042.560 |
|       | Classe 2 | R\$0             | R\$ 0            |               |
|       | Classe 3 | R\$3.312.000     | R\$ 0            |               |
|       | Classe 4 | R\$0             | R\$ 0            |               |
| TR100 | Classe 1 | R\$3.130.020     | R\$ 11.138.040   | R\$30.946.380 |
|       | Classe 2 | R\$12.538.320    | R\$ 0            |               |
|       | Classe 3 | R\$0             | R\$ 0            |               |
|       | Classe 4 | R\$4.140.000     | R\$ 0            |               |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Prejuízos Diretos e Indiretos à Administração Pública**

Conforme já detalhado no item 3.4.3.2 - Quantificação dos Prejuízos Públicos, os prejuízos diretos e indiretos à Administração Pública, sejam estes em esfera municipal, estadual ou federal, foram contabilizados a partir da correlação de prejuízos registrados em FIDEs – Formulários de Informações de Desastre da Defesa Civil, para eventos de inundações ocorridos recentemente na região de estudo.

No Quadro 48, estão detalhados os prejuízos diretos e indiretos à Administração Pública, por tempo de recorrência e mancha de inundação:

*Quadro 48 - Prejuízos Totais aos Entes Públicos por Tempo de Recorrência – Cenário 2*

| T'R                           | Custos Residenciais Diretos | Custos com Infraestrutura Pública | Custos com Serviços Públicos | Total de Prejuízos Públicos |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ</b> |                             |                                   |                              |                             |
| <b>TR5</b>                    | R\$ 2.413.921               | R\$ 917.290                       | R\$ 434.506                  | <b>R\$ 1.351.796</b>        |
| <b>TR10</b>                   | R\$ 11.239.983              | R\$ 4.271.193                     | R\$ 2.023.197                | <b>R\$ 6.294.390</b>        |
| <b>TR25</b>                   | R\$ 15.531.920              | R\$ 5.902.130                     | R\$ 2.795.746                | <b>R\$ 8.697.875</b>        |
| <b>TR50</b>                   | R\$ 15.531.920              | R\$ 5.902.130                     | R\$ 2.795.746                | <b>R\$ 8.697.875</b>        |
| <b>TR100</b>                  | R\$ 24.191.892              | R\$ 9.192.919                     | R\$ 4.354.541                | <b>R\$ 13.547.459</b>       |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Limpeza de Edificações – Valor do Tempo**

O prejuízo resultante, discriminado por tempo de recorrência, município e mancha de inundação, está apresentado no Quadro 49 a seguir:

*Quadro 49 - Custo do Tempo – Limpeza de Edificações – Cenário 2*

| Município                     | TR05              | TR10              | TR25               | TR50               | TR100              |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ</b> |                   |                   |                    |                    |                    |
| <b>Alvorada</b>               | R\$ 9.568         | R\$ 14.769        | R\$ 59.270         | R\$ 59.270         | R\$ 81.908         |
| <b>Cachoeirinha</b>           | R\$ 0             | R\$ 864           | R\$ 2.639          | R\$ 2.639          | R\$ 7.094          |
| <b>Gravataí</b>               | R\$ 1.457         | R\$ 48.755        | R\$ 68.902         | R\$ 68.902         | R\$ 226.998        |
| <b>Porto Alegre</b>           | R\$ 0             | R\$ 5.688         | R\$ 30.338         | R\$ 30.338         | R\$ 30.338         |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>   | <b>R\$ 11.025</b> | <b>R\$ 70.076</b> | <b>R\$ 161.149</b> | <b>R\$ 161.149</b> | <b>R\$ 346.337</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Prejuízos Totais**

No Quadro 50 abaixo, está o resumo de todas as quantificações realizadas nos itens anteriores, discriminados por tempo de recorrência, tipo de prejuízo e mancha de inundação:

**Quadro 50 - Prejuízos Totais Conforme Tempo de Recorrência – Cenário 2**

| TR                            | Prejuízos Diretos e Indiretos em Edificações Residenciais e Comerciais | Prejuízos à Infraestrutura Pública | Prejuízo aos Serviços Públicos | Limpeza das Edificações Privadas - Valor do Tempo | Prejuízo às estruturas Industriais | Total                |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ</b> |                                                                        |                                    |                                |                                                   |                                    |                      |
| <b>TR5</b>                    | R\$ 2.961.851                                                          | R\$ 917.290                        | R\$ 434.506                    | R\$ 11.025                                        | R\$13.720.410                      | <b>R\$18.045.082</b> |
| <b>TR10</b>                   | R\$ 14.207.372                                                         | R\$ 4.271.193                      | R\$ 2.023.197                  | R\$ 70.076                                        | R\$13.720.410                      | <b>R\$34.292.248</b> |
| <b>TR25</b>                   | R\$ 19.645.740                                                         | R\$ 5.902.130                      | R\$ 2.795.746                  | R\$ 161.149                                       | R\$19.042.560                      | <b>R\$47.547.325</b> |
| <b>TR50</b>                   | R\$ 19.645.740                                                         | R\$ 5.902.130                      | R\$ 2.795.746                  | R\$ 161.149                                       | R\$19.042.560                      | <b>R\$47.547.325</b> |
| <b>TR100</b>                  | R\$ 30.627.784                                                         | R\$ 9.192.919                      | R\$ 4.354.541                  | R\$ 346.337                                       | R\$30.946.380                      | <b>R\$75.467.961</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Como é possível observar no Quadro 51 a seguir, os prejuízos remanescentes diminuem consideravelmente em todos os tempos de recorrência em relação aos dois primeiros cenários. Isto refletirá no item seguinte, da quantificação dos prejuízos anualizados.

**Quadro 51 - Prejuízos Totais na Bacia do Rio Gravataí – Comparação de Cenários**

| TR           | Cenário 0         | Cenário 1        | Cenário 2      |
|--------------|-------------------|------------------|----------------|
| <b>TR5</b>   | R\$ 123.079.310   | R\$ 13.720.410   | R\$ 18.045.082 |
| <b>TR10</b>  | R\$ 376.829.604   | R\$ 207.801.336  | R\$ 34.292.248 |
| <b>TR25</b>  | R\$ 740.696.583   | R\$ 823.908.772  | R\$ 47.547.325 |
| <b>TR50</b>  | R\$ 1.245.120.732 | R\$1.392.133.280 | R\$ 47.547.325 |
| <b>TR100</b> | R\$ 1.737.081.964 | R\$1.474.036.050 | R\$ 75.467.961 |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### ✓ **Avaliação Econômica dos Prejuízos Remanescentes**

Neste item serão apresentados os valores dos prejuízos anualizados e os prejuízos totais para o horizonte do estudo, conforme a mesma metodologia apresentada no item 3.4.3.4 - Avaliação Econômica do Cenário Zero – Sem Crescimento, bem como a curva de Prejuízos Estimados x Tempo de Recorrência.

A análise econômica foi realizada considerando a taxa de crescimento da mancha para o período de estudo, de 30 anos, já detalhada e apresentada no item □ - Avaliação Econômica do Cenário Zero – Com Crescimento.

Ver Quadro 52, Quadro 53 e Figura 20 abaixo.

Estes resultados servirão de base para o comparativo econômico-financeiro entre os Cenários propostos para a mitigação do efeito das cheias na Bacia do Rio Gravataí.

**Quadro 52 - Prejuízo Anualizado para a Mancha da Bacia – Cenário 2**

| TR                                                      | Probabilidade | Prejuízo       | Prejuízo Acumulado    |
|---------------------------------------------------------|---------------|----------------|-----------------------|
| 1,010                                                   | 0,990         | R\$ 2.379      |                       |
| 1,020                                                   | 0,980         | R\$ 153.257    | R\$ 148.652           |
| 1,053                                                   | 0,950         | R\$ 640.864    | R\$ 470.555           |
| 1,111                                                   | 0,900         | R\$ 1.461.959  | R\$ 759.413           |
| 1,250                                                   | 0,800         | R\$ 3.267.220  | R\$ 1.534.553         |
| 1,429                                                   | 0,700         | R\$ 5.316.714  | R\$ 1.536.905         |
| 1,667                                                   | 0,600         | R\$ 7.675.846  | R\$ 1.533.047         |
| 1,800                                                   | 0,556         | R\$ 8.851.365  | R\$ 679.118           |
| 2,000                                                   | 0,500         | R\$ 10.464.856 | R\$ 851.565           |
| 2,250                                                   | 0,444         | R\$ 12.268.585 | R\$ 851.761           |
| 2,500                                                   | 0,400         | R\$ 13.882.076 | R\$ 681.252           |
| 3,000                                                   | 0,333         | R\$ 16.674.149 | R\$ 1.023.760         |
| 3,333                                                   | 0,300         | R\$ 18.286.108 | R\$ 510.478           |
| 4,000                                                   | 0,250         | R\$ 21.079.712 | R\$ 768.283           |
| 4,500                                                   | 0,222         | R\$ 22.883.441 | R\$ 425.881           |
| 5,000                                                   | 0,200         | R\$ 24.496.932 | R\$ 340.626           |
| 7,500                                                   | 0,133         | R\$ 30.706.225 | R\$ 1.034.882         |
| 10,000                                                  | 0,100         | R\$ 35.111.788 | R\$ 513.982           |
| 20,000                                                  | 0,050         | R\$ 45.726.644 | R\$ 796.114           |
| 25,000                                                  | 0,040         | R\$ 49.143.864 | R\$ 153.775           |
| 50,000                                                  | 0,020         | R\$ 59.758.720 | R\$ 318.446           |
| 100,000                                                 | 0,010         | R\$ 70.373.576 | R\$ 159.223           |
| <b>Prejuízo Anual para toda a área da Bacia afetada</b> |               |                | <b>R\$ 15.092.270</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 53 - Prejuízo Total para a Mancha da Bacia – Cenário 2**

| Ano          | Prejuízo Anual | VPL - Ano Zero - 12% ao ano | VPL - Ano Zero - 6% ao ano |
|--------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1            | R\$ 15.092.270 | R\$ 13.475.241              | R\$ 14.237.991             |
| 2            | R\$ 15.401.662 | R\$ 12.278.111              | R\$ 13.707.424             |
| 3            | R\$ 15.717.396 | R\$ 11.187.332              | R\$ 13.196.629             |
| 4            | R\$ 16.039.603 | R\$ 10.193.457              | R\$ 12.704.868             |
| 5            | R\$ 16.368.415 | R\$ 9.287.878               | R\$ 12.231.432             |
| 6            | R\$ 16.703.967 | R\$ 8.462.750               | R\$ 11.775.638             |
| 7            | R\$ 17.046.398 | R\$ 7.710.925               | R\$ 11.336.829             |
| 8            | R\$ 17.395.850 | R\$ 7.025.892               | R\$ 10.914.371             |
| 9            | R\$ 17.752.464 | R\$ 6.401.717               | R\$ 10.507.656             |
| 10           | R\$ 18.116.390 | R\$ 5.832.993               | R\$ 10.116.098             |
| 11           | R\$ 18.487.776 | R\$ 5.314.794               | R\$ 9.739.130              |
| 12           | R\$ 18.866.775 | R\$ 4.842.631               | R\$ 9.376.209              |
| 13           | R\$ 19.253.544 | R\$ 4.412.415               | R\$ 9.026.813              |
| 14           | R\$ 19.648.242 | R\$ 4.020.420               | R\$ 8.690.436              |
| 15           | R\$ 20.051.031 | R\$ 3.663.248               | R\$ 8.366.595              |
| 16           | R\$ 20.462.077 | R\$ 3.337.808               | R\$ 8.054.821              |
| 17           | R\$ 20.881.550 | R\$ 3.041.280               | R\$ 7.754.665              |
| 18           | R\$ 21.309.621 | R\$ 2.771.094               | R\$ 7.465.694              |
| 19           | R\$ 21.746.469 | R\$ 2.524.912               | R\$ 7.187.491              |
| 20           | R\$ 22.192.271 | R\$ 2.300.601               | R\$ 6.919.655              |
| 21           | R\$ 22.647.213 | R\$ 2.096.217               | R\$ 6.661.800              |
| 22           | R\$ 23.111.481 | R\$ 1.909.991               | R\$ 6.413.554              |
| 23           | R\$ 23.585.266 | R\$ 1.740.309               | R\$ 6.174.558              |
| 24           | R\$ 24.068.764 | R\$ 1.585.701               | R\$ 5.944.468              |
| 25           | R\$ 24.562.174 | R\$ 1.444.828               | R\$ 5.722.953              |
| 26           | R\$ 25.065.698 | R\$ 1.316.471               | R\$ 5.509.692              |
| 27           | R\$ 25.579.545 | R\$ 1.199.516               | R\$ 5.304.378              |
| 28           | R\$ 26.103.926 | R\$ 1.092.952               | R\$ 5.106.715              |
| 29           | R\$ 26.639.056 | R\$ 995.855                 | R\$ 4.916.417              |
| 30           | R\$ 27.185.157 | R\$ 907.384                 | R\$ 4.733.211              |
| <b>Total</b> |                | <b>R\$ 142.374.724</b>      | <b>R\$ 259.798.188</b>     |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

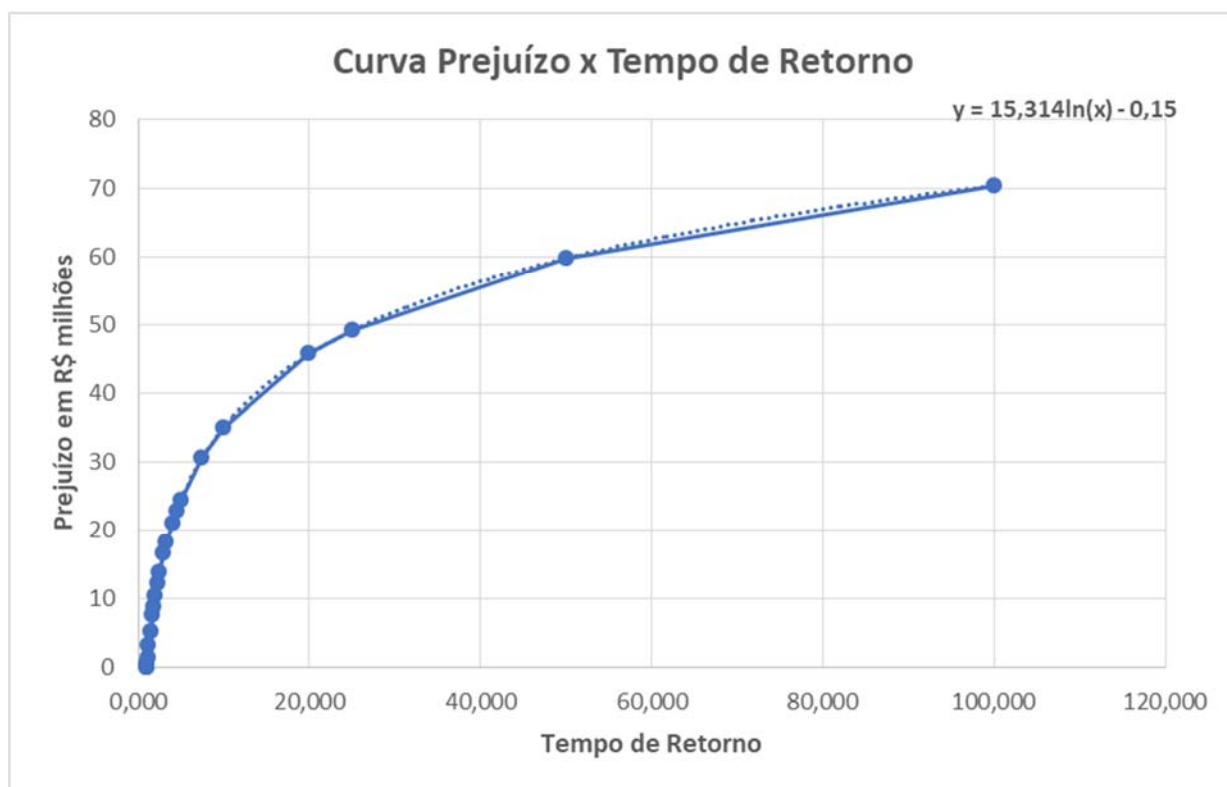


Figura 20 - Curva Prejuízo x Tempo de Retorno – **Cenário 2**  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

#### ✓ Comparativo entre Cenários

Quadro 54 - Comparativo de Prejuízos entre Cenários

| Parâmetro                                | Bacia do Rio Gravataí |
|------------------------------------------|-----------------------|
| Prejuízo Anualizado - Cenário 0          | R\$ 324.817.907       |
| Prejuízo Anualizado - Cenário 1          | R\$ 100.624.684       |
| Prejuízo Anualizado – Cenário 2          | R\$ 15.092.270        |
| Prejuízo Total - VP 12% a.a. - Cenário 0 | R\$ 3.064.208.254     |
| Prejuízo Total - VP 12% a.a. - Cenário 1 | R\$ 949.254.888       |
| Prejuízo Total – VP 12% a.a. – Cenário 2 | R\$ 142.374.724       |
| Prejuízo Total - VP 6% a.a. - Cenário 0  | R\$ 5.591.412.100     |
| Prejuízo Total - VP 6% a.a. - Cenário 1  | R\$ 1.732.152.265     |
| Prejuízo Total – VP 6% a.a. – Cenário 2  | R\$ 259.798.188       |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Conforme pode ser observado no Quadro 54 acima, os prejuízos anualizados e totais para o horizonte de estudo diminuiram sensivelmente em relação aos dois primeiros cenários.

Este fato é explicado pela grande alteração no comportamento hidrológico desta mancha ao longo dos tempos de recorrências, pela presença das intervenções que estão sendo propostas no local, com vistas a diminuir os prejuízos até o maior Tempo de Recorrência considerado, de 100 anos.

✓ **Mitigação de Prejuízos com a adoção do Cenário 2 - Dique em Cachoeirinha**

A seguir é realizada a quantificação da economia obtida entre os Cenários 0 e 2 na região de implantação do dique em Cachoeirinha.

O objetivo é permitir uma comparação direta entre os custos de investimento, operação e manutenção de tal obra com os prejuízos evitados quantificados e apresentados.

• **Quantificação da diferença de Edificações Residenciais e Comerciais atingidas**

No Quadro 55 a seguir é apresentada a quantidade de edificações influenciadas com a implantação do dique conforme **Cenário 2**.

*Quadro 55 - Quantificação de Edificações Residenciais e Comerciais – Dique em Cachoeirinha*

| TR    | Classe   | Contagem de Edificações | Área em m² | Total de Edificações | Total da Área em m² |
|-------|----------|-------------------------|------------|----------------------|---------------------|
| TR05  | Classe 1 | 3                       | 167        | 3                    | 167                 |
|       | Classe 2 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 0                       | 0          |                      |                     |
| TR10  | Classe 1 | 126                     | 12.317     | 126                  | 12.317              |
|       | Classe 2 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 0                       | 0          |                      |                     |
| TR25  | Classe 1 | 1.289                   | 158.220    | 1.882                | 218.734             |
|       | Classe 2 | 564                     | 58.687     |                      |                     |
|       | Classe 3 | 29                      | 1.827      |                      |                     |
|       | Classe 4 | 0                       | 0          |                      |                     |
| TR50  | Classe 1 | 1.336                   | 159.448    | 2.423                | 272.057             |
|       | Classe 2 | 1.050                   | 109.595    |                      |                     |
|       | Classe 3 | 30                      | 2.787      |                      |                     |
|       | Classe 4 | 7                       | 227        |                      |                     |
| TR100 | Classe 1 | 1.425                   | 171.237    | 2.604                | 298.611             |
|       | Classe 2 | 998                     | 110.573    |                      |                     |
|       | Classe 3 | 151                     | 14.876     |                      |                     |
|       | Classe 4 | 30                      | 1.925      |                      |                     |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

O valor da economia é expresso do Quadro 56 ao Quadro 61 a seguir:

*Quadro 56 - Economia Total em Edificações Residenciais e Comerciais – Dique em Cachoeirinha*

| Município                                             | TR05               | TR10                 | TR25                   | TR50                   | TR100                  |
|-------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUE DE CACHOEIRINHA</b> |                    |                      |                        |                        |                        |
| <b>Cachoeirinha</b>                                   | R\$ 123.551        | R\$ 9.112.465        | R\$ 177.349.658        | R\$ 230.111.579        | R\$ 258.489.829        |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>                           | <b>R\$ 123.551</b> | <b>R\$ 9.112.465</b> | <b>R\$ 177.349.658</b> | <b>R\$ 230.111.579</b> | <b>R\$ 258.489.829</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

- Economia Resultante aos Entes Públicos**

*Quadro 57 - Economia Total aos Entes Públicos por TR - Dique em Cachoeirinha*

| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUE DE CACHOEIRINHA</b> |                                             |                                   |                                |                        |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| TR                                                    | Economia Direta às Edificações Residenciais | Economia à Infraestrutura Pública | Economia aos Serviços Públicos | Total                  |
| TR5                                                   | R\$ 92.320                                  | R\$ 35.082                        | R\$ 14.771                     | <b>R\$ 49.853</b>      |
| TR10                                                  | R\$ 6.809.035                               | R\$ 2.587.433                     | R\$ 1.089.446                  | <b>R\$ 3.676.879</b>   |
| TR25                                                  | R\$ 132.519.577                             | R\$ 50.357.439                    | R\$ 21.203.132                 | <b>R\$ 71.560.572</b>  |
| TR50                                                  | R\$ 171.944.449                             | R\$ 65.338.891                    | R\$ 27.511.112                 | <b>R\$ 92.850.002</b>  |
| TR100                                                 | R\$ 193.149.304                             | R\$ 73.396.735                    | R\$ 30.903.889                 | <b>R\$ 104.300.624</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

- Economia com o Custo do Tempo Dispendido**

*Quadro 58 - Custo do Tempo - Limpeza de Edificações – Dique em Cachoeirinha*

| Município                                             | TR05           | TR10              | TR25                 | TR50                 | TR100                |
|-------------------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUE DE CACHOEIRINHA</b> |                |                   |                      |                      |                      |
| Cachoeirinha                                          | R\$ 536        | R\$ 39.560        | R\$ 1.567.566        | R\$ 2.478.891        | R\$ 3.016.383        |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>                           | <b>R\$ 536</b> | <b>R\$ 39.560</b> | <b>R\$ 1.567.566</b> | <b>R\$ 2.478.891</b> | <b>R\$ 3.016.383</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

- Economia Total Por Tempo de Recorrência**

*Quadro 59 - Economia Total Conforme Tempo de Recorrência – Dique em Cachoeirinha*

| TR                                                    | Economia Direta e Indireta em Edificações Residenciais e Comerciais | Economia à Infraestrutura Pública | Economia aos Serviços Públicos | Limpeza das Edificações Privadas - Valor do Tempo | Economia às estruturas Industriais | Total                  |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUE DE CACHOEIRINHA</b> |                                                                     |                                   |                                |                                                   |                                    |                        |
| TR5                                                   | R\$ 123.551                                                         | R\$ 35.082                        | R\$ 14.771                     | R\$ 536                                           | R\$ 0                              | <b>R\$ 173.941</b>     |
| TR10                                                  | R\$ 9.112.465                                                       | R\$ 2.587.433                     | R\$ 1.089.446                  | R\$ 39.560                                        | R\$ 0                              | <b>R\$ 12.828.903</b>  |
| TR25                                                  | R\$ 177.349.658                                                     | R\$ 50.357.439                    | R\$ 21.203.132                 | R\$ 1.567.566                                     | R\$ 0                              | <b>R\$ 250.477.795</b> |
| TR50                                                  | R\$ 230.111.579                                                     | R\$ 65.338.891                    | R\$ 27.511.112                 | R\$ 2.478.891                                     | R\$ 0                              | <b>R\$ 325.440.472</b> |
| TR100                                                 | R\$ 258.489.829                                                     | R\$ 73.396.735                    | R\$ 30.903.889                 | R\$ 3.016.383                                     | R\$ 0                              | <b>R\$ 365.806.836</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 60 - Economia Anualizada - Dique em Cachoeirinha**

| TR                                                      | Probabilidade | Economia        | Economia Acumulada    |
|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|
| 5,01                                                    | 0,200         | R\$ 301.523     |                       |
| 5,02                                                    | 0,199         | R\$ 559.848     | R\$ 51.511            |
| 5,053                                                   | 0,198         | R\$ 1.408.684   | R\$ 168.539           |
| 5,111                                                   | 0,196         | R\$ 2.887.233   | R\$ 290.948           |
| 5,25                                                    | 0,190         | R\$ 6.363.447   | R\$ 671.140           |
| 5,429                                                   | 0,184         | R\$ 10.706.854  | R\$ 813.677           |
| 5,667                                                   | 0,176         | R\$ 16.265.187  | R\$ 1.002.324         |
| 5,8                                                     | 0,172         | R\$ 19.270.493  | R\$ 524.237           |
| 6                                                       | 0,167         | R\$ 23.662.439  | R\$ 744.612           |
| 6,25                                                    | 0,160         | R\$ 28.950.929  | R\$ 863.787           |
| 6,5                                                     | 0,154         | R\$ 34.031.972  | R\$ 797.333           |
| 7                                                       | 0,143         | R\$ 43.632.660  | R\$ 1.424.278         |
| 7,333                                                   | 0,136         | R\$ 49.653.439  | R\$ 840.582           |
| 8                                                       | 0,125         | R\$ 60.931.652  | R\$ 1.473.892         |
| 8,5                                                     | 0,118         | R\$ 68.785.571  | R\$ 952.865           |
| 9                                                       | 0,111         | R\$ 76.190.444  | R\$ 846.963           |
| 10                                                      | 0,100         | R\$ 89.839.899  | R\$ 1.440.776         |
| 15                                                      | 0,067         | R\$ 142.367.904 | R\$ 4.377.334         |
| 20                                                      | 0,050         | R\$ 179.637.116 | R\$ 2.174.037         |
| 25                                                      | 0,040         | R\$ 208.545.363 | R\$ 1.300.871         |
| 50                                                      | 0,020         | R\$ 298.342.580 | R\$ 2.693.917         |
| 100                                                     | 0,010         | R\$ 388.139.798 | R\$ 1.346.958         |
| <b>Economia Anual para toda a área da Bacia afetada</b> |               |                 | <b>R\$ 24.800.578</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 61 - Economia Total para 30,anos – Crescimento de 2,05% a.a.- Dique em Cachoeirinha**

| Ano          | Economia Anual | VPL - Ano Zero - 12% ao ano | VPL - Ano Zero - 6% ao ano |
|--------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1            | R\$ 24.800.578 | R\$ 22.143.373              | R\$ 23.396.772             |
| 2            | R\$ 25.308.990 | R\$ 20.176.172              | R\$ 22.524.911             |
| 3            | R\$ 25.827.824 | R\$ 18.383.735              | R\$ 21.685.539             |
| 4            | R\$ 26.357.294 | R\$ 16.750.537              | R\$ 20.877.446             |
| 5            | R\$ 26.897.619 | R\$ 15.262.431              | R\$ 20.099.466             |
| 6            | R\$ 27.449.020 | R\$ 13.906.528              | R\$ 19.350.476             |
| 7            | R\$ 28.011.725 | R\$ 12.671.082              | R\$ 18.629.397             |
| 8            | R\$ 28.585.965 | R\$ 11.545.392              | R\$ 17.935.188             |
| 9            | R\$ 29.171.978 | R\$ 10.519.708              | R\$ 17.266.849             |
| 10           | R\$ 29.770.003 | R\$ 9.585.144               | R\$ 16.623.414             |
| 11           | R\$ 30.380.288 | R\$ 8.733.607               | R\$ 16.003.957             |
| 12           | R\$ 31.003.084 | R\$ 7.957.720               | R\$ 15.407.583             |
| 13           | R\$ 31.638.647 | R\$ 7.250.761               | R\$ 14.833.433             |
| 14           | R\$ 32.287.240 | R\$ 6.606.609               | R\$ 14.280.677             |
| 15           | R\$ 32.949.128 | R\$ 6.019.683               | R\$ 13.748.520             |
| 16           | R\$ 33.624.585 | R\$ 5.484.898               | R\$ 13.236.193             |
| 17           | R\$ 34.313.889 | R\$ 4.997.624               | R\$ 12.742.958             |
| 18           | R\$ 35.017.324 | R\$ 4.553.638               | R\$ 12.268.102             |
| 19           | R\$ 35.735.179 | R\$ 4.149.096               | R\$ 11.810.942             |
| 20           | R\$ 36.467.750 | R\$ 3.780.494               | R\$ 11.370.817             |
| 21           | R\$ 37.215.339 | R\$ 3.444.637               | R\$ 10.947.093             |
| 22           | R\$ 37.978.254 | R\$ 3.138.618               | R\$ 10.539.159             |
| 23           | R\$ 38.756.808 | R\$ 2.859.786               | R\$ 10.146.426             |
| 24           | R\$ 39.551.322 | R\$ 2.605.724               | R\$ 9.768.328              |
| 25           | R\$ 40.362.125 | R\$ 2.374.234               | R\$ 9.404.320              |
| 26           | R\$ 41.189.548 | R\$ 2.163.308               | R\$ 9.053.876              |
| 27           | R\$ 42.033.934 | R\$ 1.971.122               | R\$ 8.716.491              |
| 28           | R\$ 42.895.629 | R\$ 1.796.009               | R\$ 8.391.678              |
| 29           | R\$ 43.774.990 | R\$ 1.636.452               | R\$ 8.078.969              |
| 30           | R\$ 44.672.377 | R\$ 1.491.071               | R\$ 7.777.913              |
| <b>Total</b> |                | <b>R\$ 233.959.193</b>      | <b>R\$ 426.916.892</b>     |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

A Figura 21 abaixo mostrar a curva de mitigação dos prejuízos relacionados com a implantação deste dique:

- **Avaliação Econômica da Mitigação de Prejuízos do Cenário 2 – Dique em Cachoeirinha**



Figura 21 - Curva Mitigação de Prejuízo x Tempo de Retorno – Dique em Cachoeirinha  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Mitigação de Prejuízos com a adoção do Cenário 2 – Dique em Gravataí**

A seguir é realizada a quantificação da economia obtida entre os Cenários 0 e 2 na região de implantação do dique em Gravataí.

O objetivo é permitir realizar uma comparação direta entre os custos de investimento, operação e manutenção de tal obra com os prejuízos evitados quantificados a seguir.

- **Quantificação da diferença de Edificações Residenciais e Comerciais atingidas**

No Quadro 62 a seguir é apresentada a quantidade de edificações influenciadas com a implantação do dique em Gravataí, conforme **Cenário 2**.

**Quadro 62 - Quantificação de Edificações Residenciais e Comerciais – Dique em Gravataí**

| TR    | Classe   | Contagem de Edificações | Área em m² | Total de Edificações | Total da Área em m² |
|-------|----------|-------------------------|------------|----------------------|---------------------|
| TR05  | Classe 1 | 112                     | 12.093     | 114                  | 12.168              |
|       | Classe 2 | 2                       | 75         |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 0                       | 0          |                      |                     |
| TR10  | Classe 1 | 254                     | 32.495     | 289                  | 35.167              |
|       | Classe 2 | 35                      | 2.672      |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 0                       | 0          |                      |                     |
| TR25  | Classe 1 | 450                     | 58.362     | 528                  | 65.624              |
|       | Classe 2 | 78                      | 7.262      |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 0                       | 0          |                      |                     |
| TR50  | Classe 1 | 535                     | 67.357     | 643                  | 77.288              |
|       | Classe 2 | 108                     | 9.931      |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 0                       | 0          |                      |                     |
| TR100 | Classe 1 | 595                     | 73.048     | 732                  | 86.602              |
|       | Classe 2 | 137                     | 13.554     |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 0                       | 0          |                      |                     |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

O valor da economia é expresso do Quadro 63 ao Quadro 68 a seguir|:

**Quadro 63 - Economia Total em Edificações Residenciais e Comerciais – Dique em Gravataí**

| Município                                         | TR05                 | TR10                  | TR25                  | TR50                  | TR100                 |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUE DE GRAVATAÍ</b> |                      |                       |                       |                       |                       |
| <b>Gravataí</b>                                   | R\$ 8.950.014        | R\$ 26.467.367        | R\$ 49.946.748        | R\$ 59.161.501        | R\$ 66.884.708        |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>                       | <b>R\$ 8.950.014</b> | <b>R\$ 26.467.367</b> | <b>R\$ 49.946.748</b> | <b>R\$ 59.161.501</b> | <b>R\$ 66.884.708</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

- Economia Resultante aos Entes Públicos**

**Quadro 64 - Economia Total aos Entes Públicos por Tempo de Recorrência – Dique em Gravataí**

| TR           | Economia Direta às Edificações Residenciais | Economia à Infraestrutura Pública | Economia aos Serviços Públicos | Total                 |
|--------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| <b>TR5</b>   | R\$ 7.046.871                               | R\$ 2.677.811                     | R\$ 1.127.499                  | <b>R\$ 3.805.310</b>  |
| <b>TR10</b>  | R\$ 20.839.312                              | R\$ 7.918.939                     | R\$ 3.334.290                  | <b>R\$ 11.253.229</b> |
| <b>TR25</b>  | R\$ 39.326.007                              | R\$ 14.943.883                    | R\$ 6.292.161                  | <b>R\$ 21.236.044</b> |
| <b>TR50</b>  | R\$ 46.581.323                              | R\$ 17.700.903                    | R\$ 7.453.012                  | <b>R\$ 25.153.915</b> |
| <b>TR100</b> | R\$ 52.662.257                              | R\$ 20.011.658                    | R\$ 8.425.961                  | <b>R\$ 28.437.619</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

- Economia com o Custo do Tempo Dispendido**

*Quadro 65 - Custo Do Tempo - Limpeza De Edificações – Dique em Gravataí*

| Município                                         | TR05              | TR10               | TR25               | TR50               | TR100              |
|---------------------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUE DE GRAVATAÍ</b> |                   |                    |                    |                    |                    |
| <b>Gravataí</b>                                   | R\$ 47.657        | R\$ 177.935        | R\$ 369.302        | R\$ 457.508        | R\$ 552.367        |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>                       | <b>R\$ 47.657</b> | <b>R\$ 177.935</b> | <b>R\$ 369.302</b> | <b>R\$ 457.508</b> | <b>R\$ 552.367</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

- Economia Total Por Tempo de Recorrência**

*Quadro 66 - Economia Total conforme Tempo de Recorrência - Dique em Gravataí*

|                                                   | Economia Direta e Indireta em Edificações Residenciais e Comerciais | Economia à Infraestrutura Pública | Economia aos Serviços Públicos | Limpeza das Edificações Privadas - Valor do Tempo | Economia às estruturas Industriais | Total                 |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUE DE GRAVATAÍ</b> |                                                                     |                                   |                                |                                                   |                                    |                       |
| <b>TR5</b>                                        | R\$ 8.950.014                                                       | R\$ 2.677.811                     | R\$ 1.127.499                  | R\$ 47.657                                        | R\$ 0                              | <b>R\$ 12.802.981</b> |
| <b>TR10</b>                                       | R\$ 26.467.367                                                      | R\$ 7.918.939                     | R\$ 3.334.290                  | R\$ 177.935                                       | R\$ 0                              | <b>R\$ 37.898.531</b> |
| <b>TR25</b>                                       | R\$ 49.946.748                                                      | R\$ 14.943.883                    | R\$ 6.292.161                  | R\$ 369.302                                       | R\$ 0                              | <b>R\$ 71.552.093</b> |
| <b>TR50</b>                                       | R\$ 59.161.501                                                      | R\$ 17.700.903                    | R\$ 7.453.012                  | R\$ 457.508                                       | R\$ 0                              | <b>R\$ 84.772.923</b> |
| <b>TR100</b>                                      | R\$ 66.884.708                                                      | R\$ 20.011.658                    | R\$ 8.425.961                  | R\$ 552.367                                       | R\$ 0                              | <b>R\$ 95.874.693</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 67 - Economia Anualizada – Rio Gravataí – Dique em Gravataí*

| TR                                                      | Probabilidade | Economia       | Economia Acumulada    |
|---------------------------------------------------------|---------------|----------------|-----------------------|
| 1,01                                                    | 0,990         | R\$ 14.718     |                       |
| 1,02                                                    | 0,980         | R\$ 227.321    | R\$ 209.466           |
| 1,053                                                   | 0,950         | R\$ 914.409    | R\$ 663.061           |
| 1,111                                                   | 0,900         | R\$ 2.071.417  | R\$ 1.070.091         |
| 1,25                                                    | 0,800         | R\$ 4.615.215  | R\$ 2.162.343         |
| 1,429                                                   | 0,700         | R\$ 7.503.161  | R\$ 2.165.657         |
| 1,667                                                   | 0,600         | R\$ 10.827.422 | R\$ 2.160.221         |
| 1,8                                                     | 0,556         | R\$ 12.483.848 | R\$ 956.947           |
| 2                                                       | 0,500         | R\$ 14.757.423 | R\$ 1.199.942         |
| 2,25                                                    | 0,444         | R\$ 17.299.063 | R\$ 1.200.219         |
| 2,5                                                     | 0,400         | R\$ 19.572.638 | R\$ 959.954           |
| 3                                                       | 0,333         | R\$ 23.506.955 | R\$ 1.442.583         |
| 3,333                                                   | 0,300         | R\$ 25.778.371 | R\$ 719.316           |
| 4                                                       | 0,250         | R\$ 29.714.846 | R\$ 1.082.590         |
| 4,5                                                     | 0,222         | R\$ 32.256.486 | R\$ 600.109           |
| 5                                                       | 0,200         | R\$ 34.530.061 | R\$ 479.977           |
| 7,5                                                     | 0,133         | R\$ 43.279.592 | R\$ 1.458.255         |
| 10                                                      | 0,100         | R\$ 49.487.484 | R\$ 724.254           |
| 20                                                      | 0,050         | R\$ 64.444.907 | R\$ 1.121.807         |
| 25                                                      | 0,040         | R\$ 69.260.121 | R\$ 216.685           |
| 50                                                      | 0,020         | R\$ 84.217.544 | R\$ 448.723           |
| 100                                                     | 0,010         | R\$ 99.174.967 | R\$ 224.361           |
| <b>Economia Anual para toda a área da Bacia afetada</b> |               |                | <b>R\$ 21.266.560</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 68 - Economia Total para 30 anos - Crescimento de 2,05% a.a - Dique Gravataí**

| Ano          | Economia Anual | VPL - Ano Zero - 12% ao ano | VPL - Ano Zero - 6% ao ano |
|--------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1            | R\$ 21.266.560 | R\$ 18.988.000              | R\$ 20.062.793             |
| 2            | R\$ 21.702.525 | R\$ 17.301.120              | R\$ 19.315.170             |
| 3            | R\$ 22.147.427 | R\$ 15.764.101              | R\$ 18.595.406             |
| 4            | R\$ 22.601.449 | R\$ 14.363.629              | R\$ 17.902.464             |
| 5            | R\$ 23.064.778 | R\$ 13.087.575              | R\$ 17.235.344             |
| 6            | R\$ 23.537.606 | R\$ 11.924.884              | R\$ 16.593.084             |
| 7            | R\$ 24.020.127 | R\$ 10.865.486              | R\$ 15.974.757             |
| 8            | R\$ 24.512.540 | R\$ 9.900.204               | R\$ 15.379.471             |
| 9            | R\$ 25.015.047 | R\$ 9.020.677               | R\$ 14.806.368             |
| 10           | R\$ 25.527.856 | R\$ 8.219.286               | R\$ 14.254.621             |
| 11           | R\$ 26.051.177 | R\$ 7.489.091               | R\$ 13.723.435             |
| 12           | R\$ 26.585.226 | R\$ 6.823.765               | R\$ 13.212.043             |
| 13           | R\$ 27.130.223 | R\$ 6.217.547               | R\$ 12.719.707             |
| 14           | R\$ 27.686.392 | R\$ 5.665.184               | R\$ 12.245.718             |
| 15           | R\$ 28.253.963 | R\$ 5.161.893               | R\$ 11.789.392             |
| 16           | R\$ 28.833.170 | R\$ 4.703.315               | R\$ 11.350.070             |
| 17           | R\$ 29.424.250 | R\$ 4.285.475               | R\$ 10.927.119             |
| 18           | R\$ 30.027.447 | R\$ 3.904.757               | R\$ 10.519.930             |
| 19           | R\$ 30.643.009 | R\$ 3.557.861               | R\$ 10.127.913             |
| 20           | R\$ 31.271.191 | R\$ 3.241.783               | R\$ 9.750.505              |
| 21           | R\$ 31.912.251 | R\$ 2.953.786               | R\$ 9.387.161              |
| 22           | R\$ 32.566.452 | R\$ 2.691.373               | R\$ 9.037.356              |
| 23           | R\$ 33.234.064 | R\$ 2.452.274               | R\$ 8.700.587              |
| 24           | R\$ 33.915.362 | R\$ 2.234.415               | R\$ 8.376.367              |
| 25           | R\$ 34.610.627 | R\$ 2.035.912               | R\$ 8.064.229              |
| 26           | R\$ 35.320.145 | R\$ 1.855.043               | R\$ 7.763.722              |
| 27           | R\$ 36.044.208 | R\$ 1.690.242               | R\$ 7.474.414              |
| 28           | R\$ 36.783.114 | R\$ 1.540.082               | R\$ 7.195.886              |
| 29           | R\$ 37.537.168 | R\$ 1.403.262               | R\$ 6.927.737              |
| 30           | R\$ 38.306.680 | R\$ 1.278.597               | R\$ 6.669.581              |
| <b>Total</b> |                | <b>R\$ 200.620.619</b>      | <b>R\$ 366.082.350</b>     |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

A Figura 22 abaixo mostrar a curva de mitigação dos prejuízos relacionados com a implantação deste dique:

- **Avaliação Econômica da Mitigação de Prejuízos do Cenário 2 – Dique em Gravataí**

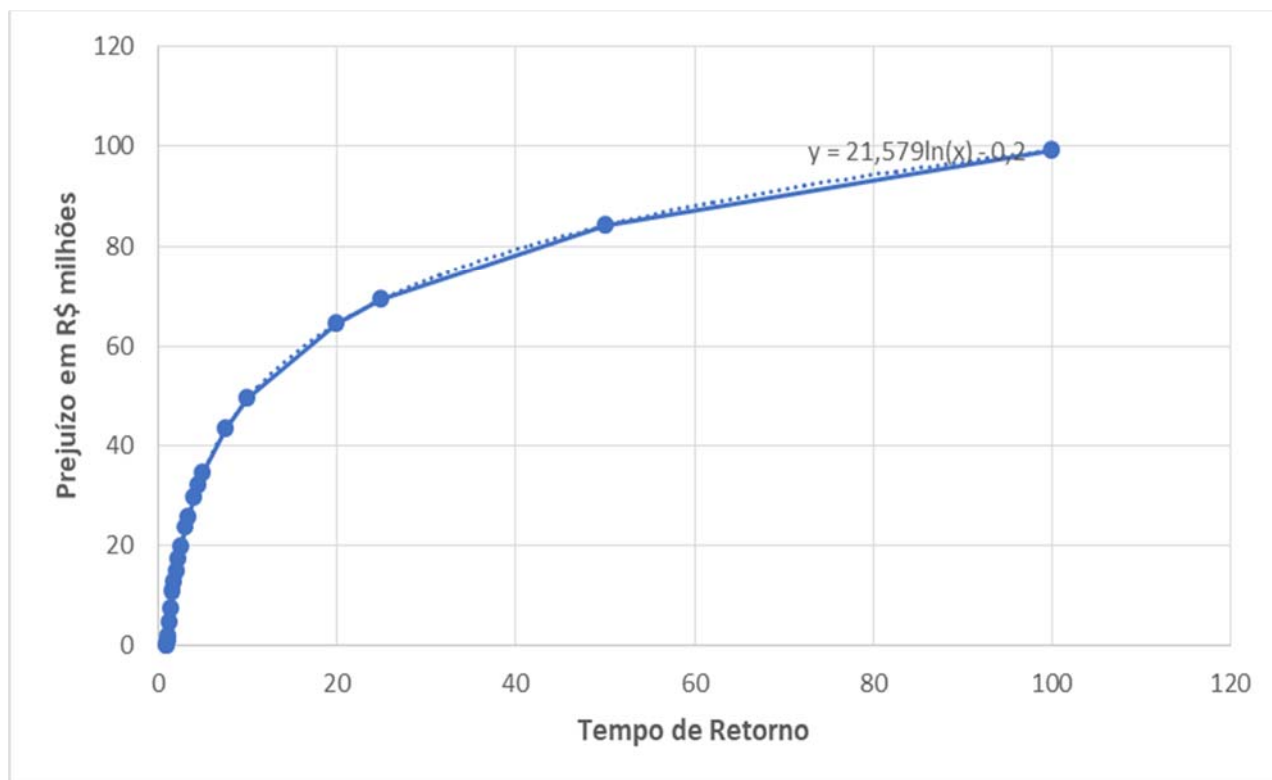


Figura 22 - Curva Mitigação de Prejuízo x Tempo de Retorno – Dique em Gravataí  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Mitigação de Prejuízos com a adoção do Cenário 2 – Dique em Porto Alegre**

A seguir é realizada a quantificação da economia obtida entre os Cenários 0 e 2 na região de implantação dos diques em Porto Alegre.

O objetivo é permitir realizar uma comparação direta entre os custos de investimento, operação e manutenção de tais obras com os prejuízos evitados quantificados a seguir.

- **Quantificação da diferença de Edificações Residenciais e Comerciais atingidas**

No Quadro 69 a seguir é apresentada a quantidade de edificações influenciadas com a implantação do dique em Porto Alegre, conforme **Cenário 2**.

**Quadro 69 - Quantificação de Edificações Residenciais e Comerciais – Diques em Porto Alegre**

| TR    | Classe   | Contagem de Edificações | Área em m² | Total de Edificações | Total da Área em m² |
|-------|----------|-------------------------|------------|----------------------|---------------------|
| TR05  | Classe 1 | 0                       | 0          | 25                   | 1.189               |
|       | Classe 2 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 25                      | 1.189      |                      |                     |
| TR10  | Classe 1 | 200                     | 28.209     | 350                  | 93.923              |
|       | Classe 2 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 150                     | 65.714     |                      |                     |
| TR25  | Classe 1 | 375                     | 44.258     | 650                  | 118.209             |
|       | Classe 2 | 50                      | 3.941      |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 225                     | 70.010     |                      |                     |
| TR50  | Classe 1 | 2.950                   | 362.241    | 3.350                | 450.600             |
|       | Classe 2 | 175                     | 18.349     |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 225                     | 70.010     |                      |                     |
| TR100 | Classe 1 | 4.300                   | 718.292    | 4.850                | 832.675             |
|       | Classe 2 | 325                     | 44.373     |                      |                     |
|       | Classe 3 | 0                       | 0          |                      |                     |
|       | Classe 4 | 225                     | 70.010     |                      |                     |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

O valor da economia é expresso do Quadro 70 ao Quadro 75 a seguir:

**Quadro 70 - Economia Total Em Edificações Residenciais e Comerciais – Diques em Porto Alegre**

| Município                                              | TR05                 | TR10                   | TR25                   | TR50                   | TR100                  |
|--------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUES DE PORTO ALEGRE</b> |                      |                        |                        |                        |                        |
| <b>Porto Alegre</b>                                    | R\$ 1.973.945        | R\$ 130.170.873        | R\$ 153.218.464        | R\$ 405.128.277        | R\$ 697.048.575        |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>                            | <b>R\$ 1.973.945</b> | <b>R\$ 130.170.873</b> | <b>R\$ 153.218.464</b> | <b>R\$ 405.128.277</b> | <b>R\$ 697.048.575</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí Economia Resultante aos Entes Públicos

**Quadro 71 - Economia Total aos Entes Públicos por TR - Diques em Porto Alegre**

| TR           | Economia Direta às Edificações Residenciais | Economia à Infraestrutura Pública | Economia aos Serviços Públicos | Total                  |
|--------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <b>TR5</b>   | R\$ 1.377.671                               | R\$ 523.515                       | R\$ 220.427                    | <b>R\$ 743.942</b>     |
| <b>TR10</b>  | R\$ 90.849.839                              | R\$ 34.522.939                    | R\$ 14.535.974                 | <b>R\$ 49.058.913</b>  |
| <b>TR25</b>  | R\$ 106.935.388                             | R\$ 40.635.448                    | R\$ 17.109.662                 | <b>R\$ 57.745.110</b>  |
| <b>TR50</b>  | R\$ 282.750.189                             | R\$ 107.445.072                   | R\$ 45.240.030                 | <b>R\$ 152.685.102</b> |
| <b>TR100</b> | R\$ 486.489.410                             | R\$ 184.865.976                   | R\$ 77.838.306                 | <b>R\$ 262.704.281</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

- Economia com o Custo do Tempo Dispendido**

*Quadro 72 - Custo do Tempo - Limpeza de Edificações – Diques em Porto Alegre*

| Município                                              | TR05              | TR10                 | TR25                 | TR50                 | TR100                 |
|--------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUES DE PORTO ALEGRE</b> |                   |                      |                      |                      |                       |
| <b>Porto Alegre</b>                                    | R\$ 92.683        | R\$ 5.288.648        | R\$ 5.840.980        | R\$ 8.164.104        | R\$ 11.073.751        |
| <b>Total - Rio Gravataí</b>                            | <b>R\$ 92.683</b> | <b>R\$ 5.288.648</b> | <b>R\$ 5.840.980</b> | <b>R\$ 8.164.104</b> | <b>R\$ 11.073.751</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

- Economia Total Por Tempo de Recorrência**

*Quadro 73 - Economia Total Conforme Tempo de Recorrência – Diques em Porto Alegre*

| TR                                                     | Economia Direta e Indireta em Edificações Residenciais e Comerciais | Economia à Infraestrutura Pública | Economia aos Serviços Públicos | Limpeza das Edificações Privadas -Valor do Tempo | Economia às estruturas Industriais | Total                  |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| <b>MANCHA DO RIO GRAVATAÍ - DIQUES DE PORTO ALEGRE</b> |                                                                     |                                   |                                |                                                  |                                    |                        |
| <b>TR5</b>                                             | R\$ 1.973.945                                                       | R\$ 523.515                       | R\$ 220.427                    | R\$ 92.683                                       | R\$ 0                              | <b>R\$ 2.810.570</b>   |
| <b>TR10</b>                                            | R\$ 130.170.873                                                     | R\$ 34.522.939                    | R\$ 14.535.974                 | R\$ 5.288.648                                    | R\$ 0                              | <b>R\$ 184.518.434</b> |
| <b>TR25</b>                                            | R\$ 153.218.464                                                     | R\$ 40.635.448                    | R\$ 17.109.662                 | R\$ 5.840.980                                    | R\$ 0                              | <b>R\$ 216.804.553</b> |
| <b>TR50</b>                                            | R\$ 405.128.277                                                     | R\$ 107.445.072                   | R\$ 45.240.030                 | R\$ 8.164.104                                    | R\$ 0                              | <b>R\$ 565.977.483</b> |
| <b>TR100</b>                                           | R\$ 697.048.575                                                     | R\$ 184.865.976                   | R\$ 77.838.306                 | R\$ 11.073.751                                   | R\$ 0                              | <b>R\$ 970.826.607</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 74 - Economia Anualizada – Diques em Porto Alegre*

| TR                                                      | Probabilidade | Economia        | Economia Acumulada    |
|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|
| 5,01                                                    | 0,200         | R\$ 2.768.624   |                       |
| 5,02                                                    | 0,199         | R\$ 3.357.039   | R\$ 117.331           |
| 5,053                                                   | 0,198         | R\$ 5.290.526   | R\$ 383.899           |
| 5,111                                                   | 0,196         | R\$ 8.658.374   | R\$ 662.723           |
| 5,25                                                    | 0,190         | R\$ 16.576.523  | R\$ 1.528.728         |
| 5,429                                                   | 0,184         | R\$ 26.469.970  | R\$ 1.853.400         |
| 5,667                                                   | 0,176         | R\$ 39.130.783  | R\$ 2.283.100         |
| 5,8                                                     | 0,172         | R\$ 45.976.293  | R\$ 1.194.110         |
| 6                                                       | 0,167         | R\$ 55.980.302  | R\$ 1.696.082         |
| 6,25                                                    | 0,160         | R\$ 68.026.464  | R\$ 1.967.540         |
| 6,5                                                     | 0,154         | R\$ 79.600.104  | R\$ 1.816.171         |
| 7                                                       | 0,143         | R\$ 101.468.626 | R\$ 3.244.231         |
| 7,333                                                   | 0,136         | R\$ 115.182.804 | R\$ 1.914.684         |
| 8                                                       | 0,125         | R\$ 140.872.405 | R\$ 3.357.243         |
| 8,5                                                     | 0,118         | R\$ 158.762.124 | R\$ 2.170.444         |
| 9                                                       | 0,111         | R\$ 175.629.001 | R\$ 1.929.218         |
| 10                                                      | 0,100         | R\$ 206.719.835 | R\$ 3.281.810         |
| 15                                                      | 0,067         | R\$ 326.368.534 | R\$ 9.970.725         |
| 20                                                      | 0,050         | R\$ 411.260.637 | R\$ 4.952.039         |
| 25                                                      | 0,040         | R\$ 477.108.067 | R\$ 2.963.134         |
| 50                                                      | 0,020         | R\$ 681.648.869 | R\$ 6.136.224         |
| 100                                                     | 0,010         | R\$ 886.189.670 | R\$ 3.068.112         |
| <b>Economia Anual para toda a área da Bacia afetada</b> |               |                 | <b>R\$ 56.490.950</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 75 - Economia Total para 30 anos - Diques em Porto Alegre – Crescimento de 2,05% a.a.**

| Ano          | Economia Anual  | VPL - Ano Zero - 12% ao ano | VPL - Ano Zero - 6% ao ano |
|--------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1            | R\$ 56.490.950  | R\$ 50.438.348              | R\$ 53.293.349             |
| 2            | R\$ 57.649.014  | R\$ 45.957.441              | R\$ 51.307.417             |
| 3            | R\$ 58.830.819  | R\$ 41.874.615              | R\$ 49.395.490             |
| 4            | R\$ 60.036.851  | R\$ 38.154.504              | R\$ 47.554.809             |
| 5            | R\$ 61.267.606  | R\$ 34.764.885              | R\$ 45.782.719             |
| 6            | R\$ 62.523.592  | R\$ 31.676.398              | R\$ 44.076.665             |
| 7            | R\$ 63.805.326  | R\$ 28.862.289              | R\$ 42.434.186             |
| 8            | R\$ 65.113.335  | R\$ 26.298.184              | R\$ 40.852.912             |
| 9            | R\$ 66.448.158  | R\$ 23.961.872              | R\$ 39.330.563             |
| 10           | R\$ 67.810.346  | R\$ 21.833.116              | R\$ 37.864.943             |
| 11           | R\$ 69.200.458  | R\$ 19.893.478              | R\$ 36.453.938             |
| 12           | R\$ 70.619.067  | R\$ 18.126.156              | R\$ 35.095.513             |
| 13           | R\$ 72.066.758  | R\$ 16.515.841              | R\$ 33.787.708             |
| 14           | R\$ 73.544.126  | R\$ 15.048.585              | R\$ 32.528.638             |
| 15           | R\$ 75.051.781  | R\$ 13.711.680              | R\$ 31.316.486             |
| 16           | R\$ 76.590.342  | R\$ 12.493.544              | R\$ 30.149.504             |
| 17           | R\$ 78.160.444  | R\$ 11.383.626              | R\$ 29.026.008             |
| 18           | R\$ 79.762.734  | R\$ 10.372.313              | R\$ 27.944.378             |
| 19           | R\$ 81.397.870  | R\$ 9.450.844               | R\$ 26.903.055             |
| 20           | R\$ 83.066.526  | R\$ 8.611.238               | R\$ 25.900.535             |
| 21           | R\$ 84.769.390  | R\$ 7.846.222               | R\$ 24.935.374             |
| 22           | R\$ 86.507.162  | R\$ 7.149.169               | R\$ 24.006.178             |
| 23           | R\$ 88.280.559  | R\$ 6.514.042               | R\$ 23.111.609             |
| 24           | R\$ 90.090.311  | R\$ 5.935.339               | R\$ 22.250.374             |
| 25           | R\$ 91.937.162  | R\$ 5.408.048               | R\$ 21.421.233             |
| 26           | R\$ 93.821.874  | R\$ 4.927.601               | R\$ 20.622.989             |
| 27           | R\$ 95.745.222  | R\$ 4.489.836               | R\$ 19.854.491             |
| 28           | R\$ 97.707.999  | R\$ 4.090.962               | R\$ 19.114.630             |
| 29           | R\$ 99.711.013  | R\$ 3.727.524               | R\$ 18.402.339             |
| 30           | R\$ 101.755.089 | R\$ 3.396.374               | R\$ 17.716.592             |
| <b>Total</b> |                 | <b>R\$ 532.914.074</b>      | <b>R\$ 972.434.625</b>     |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

A Figura 22 abaixo mostrar a curva de mitigação dos prejuízos relacionados com a implantação deste dique:

- **Avaliação Econômica da Mitigação de Prejuízos do Cenário 2 – Diques em Porto Alegre**

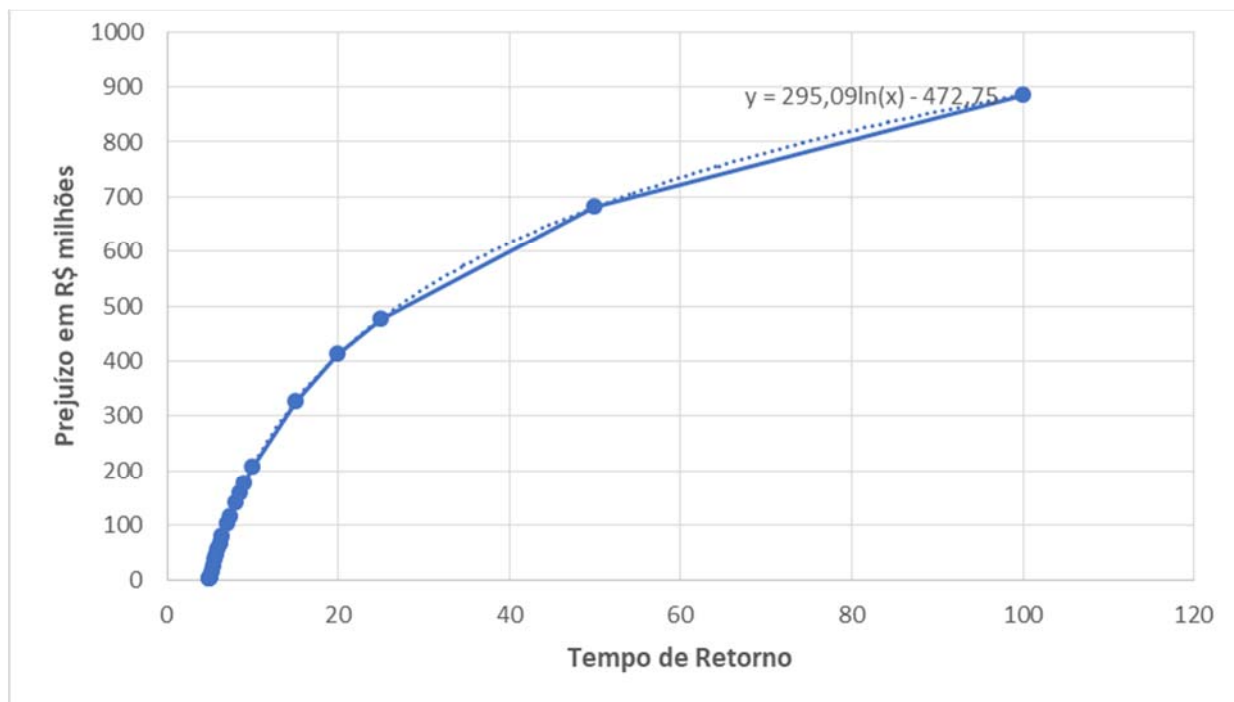


Figura 23 - Curva Mitigação de Prejuízo x Tempo de Retorno - Diques em Porto Alegre  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### 3.5. Estudo de Viabilidade Econômica – Cheias

#### 3.5.1. Cenário 0 x Cenário 1

Este estudo tem por finalidade apresentar os resultados da avaliação econômica da implantação de melhorias no sistema de contenção de cheias.

As medidas das áreas atingidas propiciarão o planejamento e desenvolvimento mais harmônico do meio urbano, com vistas ao bem-estar dos envolvidos.

A análise aqui apresentada mede a Taxa Interna de Retorno (TIR) e compara à Taxa de Desconto adotada, que equivaleria ao Custo de Oportunidade do Capital, a partir dos benefícios auferidos e dos investimentos projetados até o ano-horizonte do projeto.

O equilíbrio econômico do Projeto parte do pressuposto que os benefícios auferidos cubram os custos de Operação, Administração e Manutenção e propiciem um retorno dos investimentos realizados pela sociedade (Governo), com um retorno adequado.

É importante ressaltar que este parâmetro não pode ser tomado isoladamente na avaliação da viabilidade de um projeto, devendo ser considerado sempre em conjunto com outros como: o Valor Presente Líquido (VPL), a relação Benefício/Custo (B/C), que contemplam, respectivamente, o montante do retorno do capital investido, a razão dos benefícios sobre os custos do projeto e o tempo de retorno do investimento.

Para a avaliação da viabilidade econômica do projeto adotou-se a metodologia do Fluxo de Caixa Descontado.

Para tanto, supôs-se que os benefícios e despesas só ocorram após intervalos de tempo iguais e finitos de um ano, admitindo-se que os mesmos estejam concentrados no fim desse ano.

Por se tratar de um empreendimento eminentemente público, adotou-se a taxa de desconto recomendada no Termo de Referência de 12% ao ano.

Na prática, o intervalo de variação se situa entre 6% a 12%, tendo-se feito a opção pela situação mais adequada à realidade econômica do País segundo as taxas de juros oficiais do governo (ex: SELIC).

Os valores monetários estão sempre expressos em moeda nacional, a preços de janeiro de 2018 e o horizonte de análise correspondeu a um período de 30 anos, a ter início em 2019.

Os resultados finais dos levantamentos e processamento dos dados estão todos apresentados de forma padronizada, através do preenchimento de quadros adequados.

Precedendo à apresentação dos quadros, constam sempre os respectivos pressupostos adotados, bem como as análises efetuadas e notas explicativas julgadas necessárias para sua maior compreensão.

#### ✓ **Considerações Gerais**

Considerando que os projetos selecionados representam a alternativa de mínimo custo, com benefícios idênticos, com dimensionamento e valoração, a preços de eficiência, dos fluxos de custos diferenciais de investimento e de operação, administração e manutenção, descontadas a valor presente à taxa anual de 12%.

O cenário de referência a serem caracterizado corresponde à situação sem projeto (**Cenário 0**), o qual pressupõe a manutenção da infraestrutura existente e eventual crescimento da urbanização na planície de inundação.

O cenário proposto pressupõe a desapropriação e revitalização das áreas desapropriadas, assim como a melhoria do sistema de monitoramento, previsão e alerta (**Cenário 1**).

A situação de convivência com as cheias, mantendo a atual infraestrutura, vai repercutir, ao longo do tempo, diretamente no cotidiano da população de diversas formas.

O crescimento da população e consequentemente das demandas socioeconômicas, sem a adequada melhoria do sistema, provoca uma cadeia de efeitos, destacando-se:

- Perda econômica tanto em nível familiar como da sociedade e do poder público municipal;
- Desvalorização patrimonial;
- Aumento da insegurança pessoal e prejuízo ambiental;
- Maior degradação da paisagem urbana e patrimônio público;
- Degradação das condições de circulação do tráfego, tanto do sistema de transporte coletivo atual como do sistema de transporte individual;
- Aumento do potencial de acidentes; e,
- Aumento do stress dos residentes em época de chuvas e da coletividade em geral.

Todas estas variáveis consideradas são fatores de comprometimento da qualidade de vida da população.

Apesar de algumas dessas externalidades não estarem consideradas no cálculo dos indicadores de viabilidade, devido à dificuldade de mensuração e monetização, devem ser levadas em conta como complementação à avaliação socioeconômica, como é o caso das obras no Banhado Grande. Tal avaliação é feita na análise multicritério apresentada no **PRODUTO 14**.

Projetos de melhorias, como é o caso do projeto em questão (**Cenário 1**), em regiões conurbadas, ou em processo de conurbação com perspectiva de crescimento e de inevitável concentração demográfica, produzem um efeito multiplicador de benefícios sociais tanto para a população residente na área afetada diretamente pelo projeto, como para a sociedade como um todo.

Isto se concretiza, principalmente pela melhoria geral das condições de vida, mobilidade e acessibilidade dos cidadãos, com reflexos na segurança, saúde, maior participação no mercado de trabalho, na forma exposta a seguir:

- Aumento dos níveis de conforto e segurança para a população;
- Aumento do nível de renda da família;
- Melhoria na circulação dos veículos rodoviários motorizados e não-motorizados;
- Redução do nível de poluição ambiental e stress da população;
- Redução do número de acidentes;
- Redução da intrusão visual;
- Resgate social de próprios urbanos;
- Aumento da produtividade no trabalho.

Como já foi dito anteriormente, a avaliação econômica do projeto será realizada através da obtenção das figuras de mérito, tais como: Taxa Interna de Retorno Econômico (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e a relação Benefício/Custo (B/C), obtidas a partir da confrontação dos benefícios e custos, apresentados nos fluxos de caixa, tendo como base os cenários sem (**Cenário 0**) e com projeto (**Cenário 1**).

As variáveis que compõem os benefícios e os custos para este projeto são os custos de capital, o orçamento de custeio e as externalidades. Os custos de capital envolvidos referem-se aos custos de implantação da infraestrutura mínima para o **Cenário 1**.

O orçamento de custeio expressa a parcela dos custos totais de produção, que envolvam custos de operação, manutenção e administração do sistema.

As externalidades apresentam resultados positivos, computados como benefício social, e negativos, englobados na rubrica custo de oportunidade.

Para a avaliação econômica dos projetos serão analisadas as seguintes figuras de mérito:

✓ **Valor Presente Líquido (VPL)**

É a soma de todas as receitas e despesas ocorridas no período de análise, cada uma delas descontada para o presente pela taxa de juros adotada (12% ao ano).

Caso esse valor resulte maior do que de zero, significa que os benefícios auferidos durante o período de análise serão suficientes para cobrir todos os investimentos e as despesas operacionais.

✓ **Taxa Interna de Retorno (TIR)**

Em termos de cálculo, é a taxa de juros que anula o Valor Presente Líquido. Equivale a máxima taxa de juros que se pode pagar por um empréstimo para o empreendimento, e assegurar seu equilíbrio durante o período de projeto.

Assim, se a TIR resultar acima das taxas de juros do mercado ou do custo de oportunidade do capital (12% a.a.), o empreendimento é atrativo.

✓ **Relação Benefício/Custo (B/C)**

Dado pelo quociente entre o valor presente da sequência de receitas ou benefícios e o da sucessão de custos. Quando a razão B/C exceder a unidade, o valor presente do projeto, como anteriormente definido, é positivo.

Portanto, considerando a taxa de custo de oportunidade dada ao projeto, este será economicamente interessante se apresentar uma razão superior à unidade, e tanto mais atrativo quanto maior for.

✓ **Cenários Estudados**

Basicamente, o sistema de defesa contra cheias será composto por Cenários Alternativos, sendo o **Cenário 1** que leva em conta uma ação não estruturante e o **Cenário 2** que corresponde a uma proposta de ações não estruturantes e estruturantes na área de influência do Rio Gravataí, cuja função principal será proteger das cheias recorrentes oriundas do rio principal.

A análise presente nesse subcapítulo apresenta os dois arranjos centrais em comparação:

- Convivência com as cheias – **Cenário 0**;
- Dar condições a maioria da população afetada pelas enchentes, custo de desapropriação, limpeza da área, construção de parques e sua manutenção – **Cenário 1**.

o **Cenário 0 – Convivência com as cheias**

O **Cenário 0**, prevê o convívio com as cheias, para esse cenário não sendo previstas medidas sejam estruturais ou não estruturais.

Com base nas simulações hidrodinâmicas foram determinados os riscos de inundações atuais e futuros<sup>5</sup>, para diferentes tempos de retorno (TR), para a área de estudo junto aos rios da Bacia.

As manchas de inundações delineadas para os municípios do Gravataí foram usadas para calcular os prejuízos associados às cheias.

Foi delineada uma curva prejuízo versus profundidade da lâmina d'água, que quantifica o prejuízo médio anual decorrente das cheias nesta região, valor empregado no decorrer deste estudo.

o **Cenário 1 – Desapropriação e Revitalização da Área**

No **Cenário 1**, são previstas medidas não estruturais que utilizam o zoneamento e desapropriação, a prevenção por meio de alerta, seguros e capacitação da população e profissionais.

---

<sup>5</sup> Condição de futura uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas da AEH, para um horizonte futuro de projeto de 30 anos.

Estas medidas tratam de prevenir ou conviver com as inundações. Ações contrárias às consideradas medidas estruturais, que utilizam de obras para evitar inundações, tais como: diques, barragens, canalizações, entre outras (TUCCI, 2012). De acordo com Tucci (2012):

*[...] nas áreas ribeirinhas, os custos das medidas estruturais são muito altos, as medidas não estruturais são as mais utilizadas. Na drenagem urbana existem dois cenários fundamentais: (a) para áreas ainda não construídas são usadas medidas não estruturais, como a legislação, a fiscalização, o controle e os mecanismos de incentivos econômicos; (b) para as áreas já construídas são utilizadas medidas estruturais que priorizam o amortecimento do escoamento na fonte ou na macrodrenagem. Na drenagem urbana, as medidas sustentáveis de controle tratam de reter o escoamento na fonte, no loteamento ou na macrodrenagem por meio de infiltração ou armazenamento. Dessa forma, evita-se a transferência para jusante dos impactos. Para que essas medidas sejam adotadas, são necessárias legislações municipais que contenham o aumento do escoamento.*

Na elaboração do **Cenário 1** foram contabilizadas as edificações sujeitas às inundações, sendo contabilizadas as edificações dentro da zona de passagem de cheias, que são alvo de desapropriação e posterior implantação de parques no local, assim como, as edificações na zona de ocupação restrita, que continuarão a conviver com as cheias, porém com planos de contingência, e sob os cuidados do sistema de alerta, de forma a mitigar os efeitos das cheias.

Essa contabilização foi realizada para cada um dos municípios através de informações primárias (restituição aérea) e posterior conferência com dados secundários.

#### ✓ **Custo de Desapropriação e Revitalização da Área**

Para quantificar o valor a ser gasto no **Cenário 1**, foram consideradas as estimativas de custos de janeiro de 2018 da desapropriação e revitalização da área.

#### ✓ **Benefícios**

Os benefícios estão associados à implementação ou não das medidas não estruturais, ou seja, proteção para cheias com tempo de retorno igual ou inferior a 30 anos. Eles foram determinados pela integração da curva de prejuízo x probabilidade (CPP). Assim, os benefícios foram estimados:

- Benefícios de Atendimento da parte mais atingida da população: A retirada de maior parte dos domicílios dentro da mancha de TR 100 anos obtido pela modelagem hidrodinâmica nas condições atuais e futuras de antropização da bacia.  
O valor monetário dos benefícios foi obtido pela diferença entre duas curvas de prejuízo x probabilidade: (a) curva prejuízo x probabilidade indicada na análise anterior (b) curva prejuízo x probabilidade considerando os prejuízos às edificações remanescentes dentro da mancha de TR 100, porém fora da zona de passagem de cheia;

É importante salientar que a proteção adotada / remoção de edificações dentro da zona de passagem de cheias, aproximadamente a mancha de inundação de TR 5 e 10 anos não evita os danos causados por cheias com tempos de retorno superiores.

Então, a análise do benefício pode ser feita considerando o desconto dos prejuízos de cheias dessa magnitude, ou, inclusão dos custos decorrente a ocorrência delas, como será aqui procedido.

### ✓ **Investimentos**

Foi procedido levantamento dos investimentos para conclusão das ações do **Cenário 1**, onde foi prevista participação de capital próprio, e das fases subsequentes, orçamento elaborado pela consultora.

Os investimentos estão bem explicitados no capítulo referente ao orçamento do projeto, nesta análise cabe mostrar os custos totais por item, segundo o período de desembolso que segundo proposta dar-se-á em 1 ano, que considera os desembolsos a ser realizado iniciando em 2019, recursos suficientes para construção desta etapa do sistema capaz de atender a demanda futura até o ano horizonte do projeto (30 anos), considerando o comportamento das projeções.

No Quadro 76, estão elencados os custos de investimentos a preços econômicos de janeiro de 2018, segundo a alternativa de projeto.

Este custo total de investimento, levantado a preços de mercado, foi então transformado a preços econômicos a partir dos fatores de conversão do BID, por tipo de serviço.

Deve-se assinalar que estes fatores já foram utilizados em outras análises de viabilidade de estudos e projetos da área de saneamento tais como:

- projeto de duplicação da BR-262/MG, subtrecho Entroncamento BR-367(B) (Betim) - Entroncamento BR-494/MG-423 (Nova Serrana), elaborado em 2006;
- projeto de construção da BR-448/RS, subtrecho Entroncamento BR-290 (Porto Alegre) – Entroncamento BR-116 (Sapucaia do Sul), elaborado em 2007, que atualmente atua com um dique na região;
- EVTEA da Rodovia BR-386/RS trecho Tabai/RS- Jaboticaba/RS em 2014/ 2015;
- EVTEA de Implantação e Pavimentação do Mini Anel de Três Lagoas/MS.

No Quadro 77 estão apresentados os fatores para esta conversão a preços econômicos, sendo adotado o fator médio de 84,09% e aplicados nos Fluxos de Caixa apresentados na sequência.

**Quadro 76 - Intervenções com Desapropriação, Demolição e Revitalização da Área – Cenário 1**

| Item         | Descrição                             | Valor sem BDI (R\$)       | Valor dos serviços com BDI 28,21% (R\$) | Valor do fornecimento de materiais ou diferenciados com BDI 19,35% (R\$) | Valor dos itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico com BDI 15,38% (R\$) | Valor TOTAL com BDI (R\$) |
|--------------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>1</b>     | <b>Zoneamento com desapropriações</b> |                           |                                         |                                                                          |                                                                                      | <b>R\$ 601.881.586,00</b> |
| 1.1          | Desapropriações                       | R\$ 455.527.454,89        | -                                       | R\$ 543.672.017,41                                                       | -                                                                                    | R\$ 543.672.017,41        |
| 1.2          | Avaliação dos Imóveis (1%)            | R\$ 4.555.274,55          | -                                       | -                                                                        | R\$ 5.255.875,77                                                                     | R\$ 5.255.875,77          |
| 1.3          | Demolições e Transporte ate 30 km     | R\$ 20.721.968,20         | R\$ 26.567.635,43                       | -                                                                        | -                                                                                    | R\$ 26.567.635,43         |
| 1.4          | Parque Linear                         | R\$ 20.652.502,44         | R\$ 25.554.062,37                       | -                                                                        | R\$ 831.995,02                                                                       | R\$ 26.386.057,38         |
| <b>2</b>     | <b>Banhado Grande</b>                 |                           |                                         |                                                                          |                                                                                      | <b>R\$ 5.489.932,01</b>   |
| 2.1          | Minibarramentos Banhado               | R\$ 4.296.997,94          | R\$ 5.316.825,58                        | -                                                                        | R\$ 173.106,43                                                                       | R\$ 5.489.932,01          |
| <b>3</b>     | <b>Sistema de Monitoramento</b>       |                           |                                         |                                                                          |                                                                                      | <b>R\$ 525.661,00</b>     |
| 3.1          | Melhoria da rede                      | R\$ 410.000,00            | R\$ 525.661,00                          | -                                                                        | -                                                                                    | R\$ 525.661,00            |
| <b>TOTAL</b> |                                       | <b>R\$ 506.164.198,02</b> | <b>R\$ 57.964.184,38</b>                | <b>R\$ 543.672.017,41</b>                                                | <b>R\$ 6.260.977,22</b>                                                              | <b>R\$ 607.897.179,01</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 77 - Fatores de Conversão Para Preços Econômicos**

| Insumos            | F.C. | Terraplenagem | Drenagem e<br>Obras de<br>Arte<br>Correntes | Pavimentação | OAE      | Obras<br>Complementares | Desapropriação | Sinalização | Proteção<br>Ambiental | Serv.<br>Prelim. | Projeto /<br>Supervisão |
|--------------------|------|---------------|---------------------------------------------|--------------|----------|-------------------------|----------------|-------------|-----------------------|------------------|-------------------------|
|                    |      | % Insumo      | % Insumo                                    | % Insumo     | % Insumo | % Insumo                | % Insumo       | % Insumo    | % Insumo              | % Insumo         | % Insumo                |
| MO<br>Não Qualific | 0,48 | 26,00         | 25,00                                       | 20,00        | 26,00    | 30,00                   |                | 26,00       | 26,00                 | 26,00            | 15,00                   |
| MO<br>Qualificada  | 0,79 | 7,00          | 5,00                                        | 5,00         | 7,00     | 5,00                    |                | 7,00        | 7,00                  | 7,00             | 20,00                   |
| Maq e Equip        | 0,94 | 30,00         | 30,00                                       | 3,00         | 30,00    | 30,00                   |                | 30,00       | 30,00                 | 1,00             | 10,00                   |
| Mat. Nac.          | 0,94 | 28,00         | 30,00                                       | 65,00        | 28,00    | 26,00                   |                | 28,00       | 28,00                 | 59,00            | 40,00                   |
| Mat. Imp.          | 1,00 | 3,00          | 4,00                                        | 1,00         | 3,00     | 3,00                    |                | 3,00        | 3,00                  | 1,00             | 5,00                    |
| Transportes        | 0,94 | 1,00          | 1,00                                        | 1,00         | 1,00     | 1,00                    |                | 1,00        | 1,00                  | 1,00             | 5,00                    |
| Impostos           | 0,94 | 5,00          | 5,00                                        | 5,00         | 5,00     | 5,00                    |                | 5,00        | 5,00                  | 5,00             | 5,00                    |
| Proj/Sup/Adm       | 0,94 |               |                                             |              |          |                         |                |             |                       |                  |                         |
| Terreno            | 1,00 |               |                                             |              |          |                         | 100,00         |             |                       |                  |                         |
| TOTAL              |      | 100,00        | 100,00                                      | 100,00       | 100,00   | 100,00                  | 100,00         | 100,00      | 100,00                | 100,00           | 100,00                  |
| COEFICIENTE        |      | 0,8117        | 0,8199                                      | 0,8411       | 0,8117   | 0,7963                  | 1,0000         | 0,8117      | 0,8117                | 0,8105           | 0,8440                  |

Fonte: BID

### ✓ **Custos de Operação, Administração e Manutenção**

Esta tarefa compreende o levantamento composição dos custos da Operadora com as equipes de operação e pessoal administrativo, veículos e equipamentos, insumos, materiais de escritório, energia elétrica, seguros, serviços e produtos de manutenção e demais custos envolvidos na Administração, Operação e Manutenção.

O dimensionamento das despesas com pessoal, e respectivos encargos sociais, apesar de estar estimado segundo um percentual sobre o total dos investimentos se baseou em uma estrutura mínima exigida e salários de mercado, que está dimensionado para cumprir satisfatoriamente as atribuições inerentes ao papel da concessionária, sejam aquelas vinculadas à operação propriamente dita, como também aquelas voltadas para os serviços de conservação e manutenção das instalações da infraestrutura, bem como para o atendimento dos usuários.

Os custos de manutenção previstos consideram um índice anual tanto para obras civis e equipamentos, os custos são lançados no ano seguinte a cada investimento realizado, obedecendo ao cronograma da programação de investimentos.

### ✓ **Alternativa com Desapropriação e Revitalização da Área**

Nesta intervenção foi estimado um custo anual de operação/administração e manutenção considerando que os mesmos se referem à etapa da área de revitalização e corresponde a um percentual de 0,4% do custo total da solução que a preços de janeiro de 2018 atingem a R\$ 29.195.169,41/ano, a partir do ano em que toda população estiver realocada.

### ✓ **Custos de Reposição**

Foram desconsiderados os investimentos em reposição na medida em que as obras civis e equipamentos possuem vida útil superior ao prazo horizonte da análise.

### ✓ **Fluxo de Caixa das Alternativas**

A elaboração do Fluxo de caixa tem por objetivo a determinação tanto do Valor Presente Líquido (VPL) - que é apurado descontando-se a série de saldos de cada período de projeção através de uma taxa de juros, neste estudo definida como 12,0% quanto a da Taxa Interna de Retorno (TIR).

O fluxo de caixa é organizado em três categorias, Fluxo de Caixa Operacional, Fluxo de Caixa dos Investimentos e Fluxo de Caixa Financeiro.

O fluxo de Caixa Operacional menos o Fluxo de Caixa dos Investimentos acrescido do Fluxo de Caixa Financeiro determina o Saldo do Período.

A partir daí, calcula-se a TIR e o VPL, este último de acordo com a TD considerada.

No caso presente é aplicado de forma direta o Fluxo de Caixa Econômico dos Investimentos, aqui apresentado, com participação do Capital Próprio que é obtido pela diferença entre os benefícios calculados e o somatório dos dispêndios de capital dos investimentos e do capital de giro.

Na sequência apresentam-se as Alternativas, na Situação Sem Projeto (**Cenário 0** com urbanização da planície) e **Cenário 1** que considera investimentos em Desapropriação, Revitalização da Área, Sistema de Alerta e Minibarramentos.

O fluxo de caixa de investimento apresentados no quadro abaixo, mostram os resultados da análise, onde se verifica que o empreendimento nesta condição do **Cenário 1** mostra-se **viável a preços econômicos** considerando as premissas adotadas e a taxa de desconto do estudo de 12%.

Conforme se pode verificar no quadro das alternativas (**Cenário 0** e **Cenário 1**) a apuração dos resultados dos fluxos de caixa demonstram que há viabilidade do projeto proposto na alternativa do **Cenário 1**, do ponto de vista econômico.

Mesmo porque o VPL é positivo e a TIR está acima da taxa de desconto de 12%.

A alternativa do **Cenário 1** mostrou viabilidade, considerando as premissas estudadas e calculadas de prejuízos e benefícios nas fases SEM PROJETO e COM PROJETO e os custos de investimento e de OAM orçados, onde o VPL ficou positivo em **R\$ 1.162.622.451,00** e o B/C acima da unidade com 3,58 e a TIR com 49,47 % a.a, acima da TD de 12%; o que indica que o **Cenário 1** tem viabilidade.

O Quadro 78 apresenta os indicadores resultado dos Fluxos de Caixa Econômico.

Quadro 78 - Fluxos de Caixa Econômico

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 1 – BACIA DO GRAVATAÍ<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                     |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    | 607.897.179,01                                                    |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                     |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    | 20.447.573                                                        |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                              |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    | 84,09%                                                            |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                    |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    | 5                                                                 |
| Percentual da obra implantado anualmente                                                  |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    | 20,00%                                                            |
| Prejuízo anual estimado sem intervenção no Ano de Abertura                                |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    | R\$ 324.817.907                                                   |
| Prejuízo anual estimado após intervenção                                                  |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    | R\$ 113.653.439                                                   |
| Taxa de desconto                                                                          |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    | 12%                                                               |
| Anos                                                                                      |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                |                                                    | 30                                                                |
| ANO                                                                                       | CENÁRIO ZERO<br>Prejuízo Anual Convivência Cheias | CENÁRIO 1<br>Prejuízo Anual Remanescente da Cheias | Benefício Anual Obra<br>(Cenário 0 - Cenário 1) | Investimento Anual<br>Desapropriação e demais (Cenário 1) | Custo Anual Sistema de<br>Alerta (Cenário 1) | Custo Implantação<br>Mini Barramentos (Cenário 1) | Custo Anual O&M<br>(Cenário 1) | Custo Total Anual dos<br>Investimentos (Cenário 1) | Diferença entre Benefício e<br>Custo Total da Obra<br>(Cenário 1) |
| 2018                                                                                      | R\$ 324.817.907                                   | R\$ 324.817.907                                    | -                                               | -                                                         | -                                            | -                                                 | -                              | -                                                  | -                                                                 |
| 2019                                                                                      | R\$ 331.476.674                                   | R\$ 331.476.674                                    | -                                               | 91.436.298,08                                             | 88.407,15                                    | 1.538.853,83                                      | -                              | 93.063.559,06                                      | (93.063.559,06)                                                   |
| 2020                                                                                      | R\$ 338.271.946                                   | R\$ 104.792.583                                    | R\$ 46.695.873                                  | 91.436.298,08                                             | 88.407,15                                    | 1.538.853,83                                      | 4.089.514,70                   | 97.153.073,76                                      | (50.457.201,16)                                                   |
| 2021                                                                                      | R\$ 345.206.521                                   | R\$ 106.940.831                                    | R\$ 95.306.276                                  | 91.436.298,08                                             | 88.407,15                                    | 1.538.853,83                                      | 8.179.029,40                   | 101.242.588,46                                     | (5.936.312,46)                                                    |
| 2022                                                                                      | R\$ 352.283.254                                   | R\$ 109.133.118                                    | R\$ 145.890.082                                 | 91.436.298,08                                             | 88.407,15                                    | -                                                 | 12.268.544,10                  | 103.793.249,33                                     | 42.096.832,27                                                     |
| 2023                                                                                      | R\$ 359.505.061                                   | R\$ 111.370.347                                    | R\$ 198.507.771                                 | 91.436.298,08                                             | 88.407,15                                    | -                                                 | 16.358.058,79                  | 107.882.764,03                                     | 90.625.007,17                                                     |
| 2024                                                                                      | R\$ 366.874.915                                   | R\$ 113.653.439                                    | R\$ 253.221.476                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 232.773.902,51                                                    |
| 2025                                                                                      | R\$ 374.395.851                                   | R\$ 115.983.335                                    | R\$ 258.412.516                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 237.964.942,51                                                    |
| 2026                                                                                      | R\$ 382.070.966                                   | R\$ 118.360.993                                    | R\$ 263.709.973                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 243.262.399,51                                                    |
| 2027                                                                                      | R\$ 389.903.420                                   | R\$ 120.787.393                                    | R\$ 269.116.027                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 248.668.453,51                                                    |
| 2028                                                                                      | R\$ 397.896.441                                   | R\$ 123.263.535                                    | R\$ 274.632.906                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 254.185.332,51                                                    |
| 2029                                                                                      | R\$ 406.053.318                                   | R\$ 125.790.437                                    | R\$ 280.262.881                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 259.815.307,51                                                    |
| 2030                                                                                      | R\$ 414.377.411                                   | R\$ 128.369.141                                    | R\$ 286.008.270                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 265.560.696,51                                                    |
| 2031                                                                                      | R\$ 422.872.148                                   | R\$ 131.000.709                                    | R\$ 291.871.439                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 271.423.865,51                                                    |
| 2032                                                                                      | R\$ 431.541.027                                   | R\$ 133.686.223                                    | R\$ 297.854.804                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 277.407.230,51                                                    |
| 2033                                                                                      | R\$ 440.387.618                                   | R\$ 136.426.791                                    | R\$ 303.960.827                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 283.513.253,51                                                    |
| 2034                                                                                      | R\$ 449.415.564                                   | R\$ 139.223.540                                    | R\$ 310.192.024                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 289.744.450,51                                                    |
| 2035                                                                                      | R\$ 458.628.583                                   | R\$ 142.077.623                                    | R\$ 316.550.960                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 296.103.386,51                                                    |
| 2036                                                                                      | R\$ 468.030.469                                   | R\$ 144.990.214                                    | R\$ 323.040.255                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 302.592.681,51                                                    |
| 2037                                                                                      | R\$ 477.625.093                                   | R\$ 147.962.513                                    | R\$ 329.662.580                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 309.215.006,51                                                    |
| 2038                                                                                      | R\$ 487.416.408                                   | R\$ 150.995.745                                    | R\$ 336.420.663                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 315.973.089,51                                                    |
| 2039                                                                                      | R\$ 497.408.444                                   | R\$ 154.091.158                                    | R\$ 343.317.286                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 322.869.712,51                                                    |
| 2040                                                                                      | R\$ 507.605.317                                   | R\$ 157.250.026                                    | R\$ 350.355.291                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 329.907.717,51                                                    |
| 2041                                                                                      | R\$ 518.011.226                                   | R\$ 160.473.652                                    | R\$ 357.537.574                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 337.090.000,51                                                    |
| 2042                                                                                      | R\$ 528.630.456                                   | R\$ 163.763.362                                    | R\$ 364.867.094                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 344.419.520,51                                                    |
| 2043                                                                                      | R\$ 539.467.381                                   | R\$ 167.120.511                                    | R\$ 372.346.870                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 351.899.296,51                                                    |
| 2044                                                                                      | R\$ 550.526.462                                   | R\$ 170.546.481                                    | R\$ 379.979.981                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 359.532.407,51                                                    |
| 2045                                                                                      | R\$ 561.812.255                                   | R\$ 174.042.684                                    | R\$ 387.769.571                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 367.321.997,51                                                    |
| 2046                                                                                      | R\$ 573.329.406                                   | R\$ 177.610.559                                    | R\$ 395.718.847                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 375.271.273,51                                                    |
| 2047                                                                                      | R\$ 585.082.659                                   | R\$ 181.251.575                                    | R\$ 403.831.084                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 383.383.510,51                                                    |
| 2048                                                                                      | R\$ 597.076.854                                   | R\$ 184.967.232                                    | R\$ 412.109.621                                 | -                                                         | -                                            | -                                                 | 20.447.573,49                  | 20.447.573,49                                      | 391.662.047,73                                                    |
| VP                                                                                        | R\$ 3.451.842.431                                 | R\$ 1.497.808.577                                  | R\$ 1.613.405.328                               | R\$ 329.607.391                                           | R\$ 318.688                                  | R\$ 3.696.067                                     | R\$ 117.160.731                | R\$ 450.782.878                                    | R\$ 1.162.622.451                                                 |
|                                                                                           |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                | TIR                                                | 49,47%                                                            |
|                                                                                           |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                | B/C                                                | 3,58                                                              |
|                                                                                           |                                                   |                                                    |                                                 |                                                           |                                              |                                                   |                                | VPL                                                | R\$ 1.162.622.451                                                 |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

## ✓ **Conclusões**

Diante do exposto nessa análise, ficam demonstradas as possibilidades de viabilidade econômica do empreendimento proposto, considerando a análise pelo Fluxo de Caixa Descontado, segundo os parâmetros estabelecidos. Observou-se que o modelo do **Cenário 1** desenhado, com Capital Próprio mostrou atratividade.

O respaldo para essa afirmação foi dado pelos indicadores econômicos calculados a partir do fluxo de caixa das Alternativas propostas, onde se ressalta a Taxa Interna de Retorno (TIR) bem superior ao 12,00% esperado, conforme mostrado anteriormente.

### **3.5.2. Cenário 0 x Cenário 2**

Este estudo tem por finalidade apresentar os resultados da avaliação econômica da implantação de melhorias no sistema de contenção de cheias propostas no **Cenário 2**.

As medidas das áreas atingidas propiciarão o planejamento e desenvolvimento mais harmônico do meio urbano, com vistas ao bem-estar dos envolvidos.

A análise aqui, analogamente ao **Cenário 1**, mede a Taxa Interna de Retorno (TIR) e compara à Taxa de Desconto adotada, que equivaleria ao Custo de Oportunidade do Capital (12%), a partir dos benefícios auferidos e dos investimentos projetados até o ano-horizonte do projeto.

O equilíbrio econômico do Projeto parte do pressuposto que os benefícios auferidos cubram os investimentos e os custos de Operação, Administração e Manutenção e propiciem um retorno pela sociedade (Governo).

Os resultados finais dos levantamentos e processamento dos dados estão todos apresentados de forma padronizada, através do preenchimento de quadros adequados.

Precedendo à apresentação dos quadros, constam sempre os respectivos pressupostos adotados, bem como as análises efetuadas e notas explicativas julgadas necessárias para sua maior compreensão.

## ✓ **Considerações Gerais**

Considerando que os projetos selecionados representam a alternativa de mínimo custo, com benefícios idênticos, porém com dimensionamento e valoração diferenciadas, a preços de eficiência, dos fluxos de custos diferenciais de investimento e de operação, administração e manutenção, descontadas a valor presente à taxa anual de 12%.

As obras de contenção propostas para as áreas atingidas combinadas com os projetos que pressupõe a desapropriação e a implantação de parques e melhorias, constituem o embasamento do **Cenário 2**.

A situação de convivência com as cheias, mantendo a atual infraestrutura, vai repercutir, ao longo do tempo, diretamente no cotidiano da população de diversas formas.

## ✓ **Cenários Estudados**

Basicamente, o sistema de defesa contra cheias será composto por Cenários Alternativos, sendo o **Cenário 1** que leva em conta ações não estruturantes e o **Cenário 2**, que corresponde a uma proposta de ações mais estruturantes, cuja função principal será proteger das cheias recorrentes oriundas do rio principal.

A análise presente nesse subcapítulo apresenta os dois arranjos centrais em comparação:

- Convivência com as cheias: **Cenário 0**;
- Dar condições de manutenção do habitat e da infraestrutura atual da população afetada pelas enchentes com a implantação de diques e zoneamento: **Cenário 2**.
  - o **Cenário 2 – Construção de Diques, Desapropriação e Revitalização da Área**

Na elaboração do **Cenário 2**, uma vez implementados os sistemas de proteção propostos, foram contabilizadas as edificações ainda sujeitas às inundações, sendo contabilizadas as edificações dentro da zona de passagem de cheias, que são alvo de desapropriação, assim como, as edificações na zona de ocupação restrita, que continuarão a conviver com as cheias.

Essa contabilização foi realizada para cada um dos municípios através de informações primárias (restituição aérea) e posterior conferência com dados secundários.

o **Custo de Construção de Diques, Desapropriação e Revitalização da Área**

Para quantificar o valor a ser gasto no **Cenário 2**, foram consideradas as estimativas de custos de janeiro de 2018 da construção dos sistemas de proteção em situações independentes quando fosse o caso ou em conjunto quando fossem obras dependentes.

✓ **Benefícios**

Os benefícios estão associados à implementação das medidas estruturais, ou seja, proteção para cheias com tempo de retorno igual ou inferior a 100 anos. Eles foram determinados pela integração da curva de prejuízo x probabilidade (CPP). Assim, os benefícios foram estimados:

- Benefícios de Implementação de Medidas Estruturais para o **Cenário 2**: Os benefícios são calculados a partir da eliminação dos prejuízos das cheias através da implementação das obras.
- Benefícios de atendimento através do zoneamento: a desapropriação de parte dos domicílios, dentro da zona de passagem de cheias obtida pela modelagem hidrodinâmica nas condições futuras de antropização da bacia.

O valor monetário dos benefícios foi obtido pela diferença entre duas curvas de prejuízo x probabilidade: (a) curva prejuízo x probabilidade indicada na análise anterior (b) curva prejuízo x probabilidade considerando os prejuízos às edificações remanescentes dentro da mancha de TR 100, porém fora da zona de passagem de cheia;

É importante salientar que a proteção adotada de TR 100 anos não evita os danos causados por cheias com tempo de retorno superiores.

Conforme apresentado anteriormente os prejuízos e benefícios anuais com a implantação das ações estruturais de forma conjunta com obras, convívio das cheias e relocação das famílias com recuperação de custo patrimonial através da desapropriação.

✓ **Investimentos**

Foi procedido levantamento dos investimentos para conclusão das ações do **Cenário 2**, onde foi prevista participação de capital próprio, a preços econômicos, e das fases subsequentes, orçamento elaborado pela consultora.

Os investimentos estão bem explicitados no capítulo referente ao orçamento do projeto, nesta análise cabe mostrar os custos totais por item, com a inclusão do BDI, segundo o período de desembolso que segundo proposta dar-se-á em 5 anos, que considera os desembolsos a ser realizado iniciando em 2019, recursos suficientes para construção desta etapa do sistema capaz de atender a demanda futura até o ano horizonte do projeto (30 anos), considerando o comportamento das projeções.

O Quadro 79 a seguir mostra os custos de investimentos a preços econômicos de janeiro de 2018, segundo as soluções propostas.

**Quadro 79 - Intervenções com Desapropriação, Demolição e Revitalização da Área – Cenário 2**

| Item         | Descrição                             | Valor sem BDI (R\$)   | Valor dos serviços com BDI 28,21% (R\$) | Valor do fornecimento de materiais ou diferenciados com BDI 19,35% (R\$) | Valor dos itens relativo a projetos e serviços de apoio técnico com BDI 15,38% (R\$) | Valor TOTAL com BDI (R\$) |
|--------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>1</b>     | <b>Zoneamento com desapropriações</b> |                       |                                         |                                                                          |                                                                                      | <b>R\$ 44.547.530,75</b>  |
| 1.1          | Desapropriações                       | 34.473.263,57         |                                         | 41.143.840,07                                                            |                                                                                      | 41.143.840,07             |
| 1.2          | Avaliação dos Imóveis (1%)            | 344.732,64            |                                         |                                                                          | 397.752,52                                                                           | 397.752,52                |
| 1.3          | Demolições e Transporte até 30 km     | 868.993,34            | 1.114.136,36                            |                                                                          |                                                                                      | 1.114.136,36              |
| 1.4          | Parque Linear                         | 1.480.722,98          | 1.832.150,24                            |                                                                          | 59.651,57                                                                            | 1.891.801,81              |
| <b>2</b>     | <b>Banhado Grande</b>                 |                       |                                         |                                                                          |                                                                                      | <b>R\$ 5.489.932,01</b>   |
| 2            | Minibarramentos Banhado               | 4.296.997,94          | 5.316.825,58                            |                                                                          | 173.106,43                                                                           | 5.489.932,01              |
| <b>3</b>     | <b>Diques na Bacia</b>                |                       |                                         |                                                                          |                                                                                      | <b>R\$ 224.621.182,84</b> |
| 3.1          | Dique em Porto Alegre – Vila Dique    | 5.682.071,65          | 7.032.917,58                            |                                                                          | 226.842,14                                                                           | 7.259.759,72              |
| 3.2          | Dique em Porto Alegre Oeste - Sarandi | 56.348.345,70         | 48.297.339,47                           | 19.965.050,51                                                            | 2.249.563,25                                                                         | 70.511.953,23             |
| 3.3          | Dique em Porto Alegre Leste - Sarandi | 46.069.007,59         | 33.535.127,08                           | 21.863.221,12                                                            | 1.839.187,03                                                                         | 57.237.535,23             |
| 3.4          | Dique em Cachoeirinha                 | 26.282.478,33         | 20.431.421,99                           | 11.263.273,37                                                            | 1.049.260,57                                                                         | 32.743.955,94             |
| 3.5          | Dique em Gravataí                     | 46.650.613,05         | 18.154.214,70                           | 36.851.357,88                                                            | 1.862.406,14                                                                         | 56.867.978,72             |
| <b>4</b>     | <b>Sistema de Monitoramento</b>       |                       |                                         |                                                                          |                                                                                      | <b>R\$ 525.661,00</b>     |
| 4.1          | Melhoria da rede                      | 410.000,00            | 525.661,00                              |                                                                          |                                                                                      | 525.661,00                |
| <b>TOTAL</b> |                                       | <b>222.907.226,78</b> | <b>136.239.794,01</b>                   | <b>131.086.742,96</b>                                                    | <b>7.857.769,64</b>                                                                  | <b>275.184.306,60</b>     |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Na composição do custo consideraram-se os serviços preliminares e instalação de obras, engenheiro residente, infraestrutura, pavimentação, instalações elétricas, mobiliário urbano, paisagismo, drenagem e administração local.

Este custo total de investimento, levantado a preços de mercado, foi então transformado a preços econômicos a partir dos fatores de conversão do BID, por tipo de serviço, conforme mencionado anteriormente na metodologia de análise econômica do **Cenário 1**.

No Quadro 77, já apresentado no subcapítulo anterior, foram apresentados os fatores para esta conversão a preços econômicos, sendo adotado o fator médio de 84,09% e aplicados nos Fluxos de Caixa apresentados na sequência.

#### ✓ **Custos de Operação, Administração e Manutenção**

Esta tarefa compreende o levantamento composição dos custos da Operadora com as equipes de operação e pessoal administrativo, veículos e equipamentos, insumos, materiais de escritório, energia elétrica, seguros, serviços e produtos de manutenção e demais custos envolvidos na Administração, Operação e Manutenção.

Nesta intervenção (**Cenário 2**) foi estimado um custo anual de operação/administração e manutenção considerando que os mesmos se referem a etapa de investimento e corresponde a um percentual de 4% do custo total da solução que a preços de janeiro de 2018.

#### ✓ **Custos de Reposição**

Foram desconsiderados os investimentos em reposição na medida em que as obras civis e equipamentos possuem vida útil superior ao prazo horizonte da análise.

#### ✓ **Fluxo de Caixa das Alternativas**

A elaboração do Fluxo de caixa tem por objetivo a determinação tanto do Valor Presente Líquido (VPL) - que é apurado descontando-se a série de saldos de cada período de projeção através de uma taxa de juros, neste estudo definida como 12,0% quanto a da Taxa Interna de Retorno (TIR).

O fluxo de caixa é organizado em três categorias, Fluxo de Caixa Operacional, Fluxo de Caixa dos Investimentos e Fluxo de Caixa Financeiro.

O fluxo de Caixa Operacional menos o Fluxo de Caixa dos Investimentos acrescido do Fluxo de Caixa Financeiro determina o Saldo do Período.

A partir daí, calcula-se a TIR e o VPL, este último de acordo com a TD considerada.

No caso presente é aplicado de forma direta o Fluxo de Caixa Econômico dos Investimentos, com participação do Capital Próprio que é obtido pela diferença entre os benefícios calculados e o somatório dos dispêndios de capital dos investimentos e do capital de giro.

Na sequência é apresentado do Quadro 80 ao Quadro 81, as alternativas, na Situação Sem Projeto (**Cenário 0** com urbanização da planície) e **Cenário 2** que considera as soluções por Diques em cada trecho do Rio e a solução em conjunto que compreende os **investimentos, as desapropriações, a revitalização da área, o sistema de alerta e os mini -barramentos**.

Quadro 80 - Global - Indicadores de Rentabilidade Econômica a Preços Econômicos

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 2 – BACIA DO GRAVATAÍ<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                                      |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                     | 275.184.306,60                                       |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                     | 9.256.255                                            |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                              | 84,09%                                               |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                    | 5                                                    |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
| Percentual da obra implantado anualmente                                                  | 20,00%                                               |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
| Prejuízo anual estimado sem intervenção no Ano de Abertura                                | 324.817.907,00                                       |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
| Prejuízo anual estimado após intervenção                                                  | 111.370.347,00                                       |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
| Taxa de desconto                                                                          | 12%                                                  |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
| Anos                                                                                      | 30                                                   |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             |                                               |                                                                                        |
| ANO                                                                                       | CENÁRIO ZERO<br>Prejuízo Anual<br>Convivência Cheias | CENÁRIO CONSOLIDADO<br>Prejuízo Anual<br>Remanescente da Cheias | Benefício Anual Obra<br>(Cenário 0 - Cenário 2) | Investimento Anual<br>Desapropriação e<br>demais | Custo Anual<br>Sistema de<br>Alerta | Custo Anual<br>Implantação<br>Diques | Custo Implantação<br>Mini Barramentos<br>(Cenário<br>consolidado) | Custo Anual O&M<br>(Cenário<br>consolidado) | Custo Total Anual<br>(Cenário<br>consolidado) | Diferença entre Benefício<br>e Custo Total das<br>Proposições (Cenário<br>consolidado) |
| 2018                                                                                      | R\$ 324.817.907                                      | R\$ 324.817.907                                                 | R\$ 0                                           | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | -                                           | -                                             | -                                                                                      |
| 2019                                                                                      | R\$ 331.476.674                                      | R\$ 331.476.674                                                 | R\$ 0                                           | 7.492.129,76                                     | 88.407,15                           | 37.777.426,04                        | 1.538.853,83                                                      | -                                           | 46.896.816,78                                 | (46.896.816,78)                                                                        |
| 2020                                                                                      | R\$ 338.271.946                                      | R\$ 104.792.583                                                 | R\$ 46.695.873                                  | 7.492.129,76                                     | 88.407,15                           | 37.777.426,04                        | 1.538.853,83                                                      | 1.851.251,01                                | 48.748.067,79                                 | (2.052.195,19)                                                                         |
| 2021                                                                                      | R\$ 345.206.521                                      | R\$ 106.940.831                                                 | R\$ 95.306.276                                  | 7.492.129,76                                     | 88.407,15                           | 37.777.426,04                        | 1.538.853,83                                                      | 3.702.502,02                                | 50.599.318,81                                 | 44.706.957,19                                                                          |
| 2022                                                                                      | R\$ 352.283.254                                      | R\$ 109.133.118                                                 | R\$ 145.890.082                                 | 7.492.129,76                                     | 88.407,15                           | 37.777.426,04                        | -                                                                 | 5.553.753,03                                | 50.911.715,99                                 | 94.978.365,61                                                                          |
| 2023                                                                                      | R\$ 359.505.061                                      | R\$ 111.370.347                                                 | R\$ 198.507.771                                 | 7.492.129,76                                     | 88.407,15                           | 37.777.426,04                        | -                                                                 | 7.405.004,04                                | 52.762.967,00                                 | 145.744.804,20                                                                         |
| 2024                                                                                      | R\$ 366.874.915                                      | R\$ 17.046.398                                                  | R\$ 349.828.517                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 340.572.261,95                                                                         |
| 2025                                                                                      | R\$ 374.395.851                                      | R\$ 17.395.850                                                  | R\$ 357.000.001                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 347.743.745,95                                                                         |
| 2026                                                                                      | R\$ 382.070.966                                      | R\$ 17.752.464                                                  | R\$ 364.318.502                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 355.062.246,95                                                                         |
| 2027                                                                                      | R\$ 389.903.420                                      | R\$ 18.116.390                                                  | R\$ 371.787.030                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 362.530.774,95                                                                         |
| 2028                                                                                      | R\$ 397.896.441                                      | R\$ 18.487.776                                                  | R\$ 379.408.665                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 370.152.409,95                                                                         |
| 2029                                                                                      | R\$ 406.053.318                                      | R\$ 18.866.775                                                  | R\$ 387.186.543                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 377.930.287,95                                                                         |
| 2030                                                                                      | R\$ 414.377.411                                      | R\$ 19.253.544                                                  | R\$ 395.123.867                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 385.867.611,95                                                                         |
| 2031                                                                                      | R\$ 422.872.148                                      | R\$ 19.648.242                                                  | R\$ 403.223.906                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 393.967.650,95                                                                         |
| 2032                                                                                      | R\$ 431.541.027                                      | R\$ 20.051.031                                                  | R\$ 411.489.996                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 402.233.740,95                                                                         |
| 2033                                                                                      | R\$ 440.387.618                                      | R\$ 20.462.077                                                  | R\$ 419.925.541                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 410.669.285,95                                                                         |
| 2034                                                                                      | R\$ 449.415.564                                      | R\$ 20.881.550                                                  | R\$ 428.534.014                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 419.277.758,95                                                                         |
| 2035                                                                                      | R\$ 458.628.583                                      | R\$ 21.309.621                                                  | R\$ 437.318.962                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 428.062.706,95                                                                         |
| 2036                                                                                      | R\$ 468.030.469                                      | R\$ 21.746.469                                                  | R\$ 446.284.000                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 437.027.744,95                                                                         |
| 2037                                                                                      | R\$ 477.625.093                                      | R\$ 22.192.271                                                  | R\$ 455.432.822                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 446.176.566,95                                                                         |
| 2038                                                                                      | R\$ 487.416.408                                      | R\$ 22.647.213                                                  | R\$ 464.769.195                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 455.512.939,95                                                                         |
| 2039                                                                                      | R\$ 497.408.444                                      | R\$ 23.111.481                                                  | R\$ 474.296.963                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 465.040.707,95                                                                         |
| 2040                                                                                      | R\$ 507.605.317                                      | R\$ 23.585.266                                                  | R\$ 484.020.051                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 474.763.795,95                                                                         |
| 2041                                                                                      | R\$ 518.011.226                                      | R\$ 24.068.764                                                  | R\$ 493.942.462                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 484.686.206,95                                                                         |
| 2042                                                                                      | R\$ 528.630.456                                      | R\$ 24.562.174                                                  | R\$ 504.068.282                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 494.812.026,95                                                                         |
| 2043                                                                                      | R\$ 539.467.381                                      | R\$ 25.065.698                                                  | R\$ 514.401.683                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 505.145.427,95                                                                         |
| 2044                                                                                      | R\$ 550.526.462                                      | R\$ 25.579.545                                                  | R\$ 524.946.917                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 515.690.661,95                                                                         |
| 2045                                                                                      | R\$ 561.812.255                                      | R\$ 26.103.926                                                  | R\$ 535.708.329                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 526.452.073,95                                                                         |
| 2046                                                                                      | R\$ 573.329.406                                      | R\$ 26.639.056                                                  | R\$ 546.690.350                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 537.434.094,95                                                                         |
| 2047                                                                                      | R\$ 585.082.659                                      | R\$ 27.185.157                                                  | R\$ 557.897.502                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 548.641.246,95                                                                         |
| 2048                                                                                      | R\$ 597.076.854                                      | R\$ 27.742.453                                                  | R\$ 569.334.401                                 | -                                                | -                                   | -                                    | -                                                                 | 9.256.255,05                                | 9.256.255,05                                  | 560.078.145,74                                                                         |
| VP                                                                                        | R\$ 3.451.842.430,52                                 | R\$ 1.000.702.929,23                                            | R\$ 2.110.510.976,20                            | R\$ 27.007.451,06                                | R\$ 318.688,01                      | R\$ 136.179.166,39                   | R\$ 3.696.067,24                                                  | R\$ 53.036.591,75                           | R\$ 220.237.964,44                            | R\$ 1.890.273.011,76                                                                   |
|                                                                                           |                                                      |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             | TIR                                           | 105,79%                                                                                |
|                                                                                           |                                                      |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             | B/C                                           | 9,58                                                                                   |
|                                                                                           |                                                      |                                                                 |                                                 |                                                  |                                     |                                      |                                                                   |                                             | VPL                                           | R\$ 1.890.273.012                                                                      |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 81 - Diques Porto Alegre - Indicadores de Rentabilidade Econômica a Preços Econômicos

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 2 – DIQUES PORTO ALEGRE<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                              |                                               |                             |                                                       |                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                       |                                              |                                               |                             |                                                       | 135.009.248,19                                              |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                       |                                              |                                               |                             |                                                       | 4.541.247                                                   |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                                |                                              |                                               |                             |                                                       | 84,09%                                                      |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                      |                                              |                                               |                             |                                                       | 5                                                           |
| Percentual da obra implantado anualmente                                                    |                                              |                                               |                             |                                                       | 20,00%                                                      |
| Taxa de desconto                                                                            |                                              |                                               |                             |                                                       | 12%                                                         |
| Anos                                                                                        |                                              |                                               |                             |                                                       | 30                                                          |
| ANO                                                                                         | Benefício Anual Obra (Cenário 0 - Cenário 2) | Investimento Anual Dique Gravataí (Cenário 2) | Custo Anual O&M (Cenário 2) | Custo Total Anual dos Investimentos e OAM (Cenário 2) | Diferença entre Benefício e Custo Total da Obra (Cenário 2) |
| 2018                                                                                        | -                                            | -                                             | -                           | -                                                     | -                                                           |
| 2019                                                                                        | -                                            | 22.706.237,34                                 | -                           | 22.706.237,34                                         | (22.706.237,34)                                             |
| 2020                                                                                        | 11.529.803                                   | 22.706.237,34                                 | -                           | 22.706.237,34                                         | (11.176.434,54)                                             |
| 2021                                                                                        | 23.532.328                                   | 22.706.237,34                                 | 908.249,49                  | 23.614.486,83                                         | (82.159,23)                                                 |
| 2022                                                                                        | 36.022.111                                   | 22.706.237,34                                 | 1.816.498,99                | 24.522.736,32                                         | 11.499.374,28                                               |
| 2023                                                                                        | 49.014.085                                   | 22.706.237,34                                 | 2.724.748,48                | 25.430.985,82                                         | 23.583.098,98                                               |
| 2024                                                                                        | 62.523.592                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 57.982.344,53                                               |
| 2025                                                                                        | 63.805.326                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 59.264.078,53                                               |
| 2026                                                                                        | 65.113.335                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 60.572.087,53                                               |
| 2027                                                                                        | 66.448.158                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 61.906.910,53                                               |
| 2028                                                                                        | 67.810.346                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 63.269.098,53                                               |
| 2029                                                                                        | 69.200.458                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 64.659.210,53                                               |
| 2030                                                                                        | 70.619.067                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 66.077.819,53                                               |
| 2031                                                                                        | 72.066.758                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 67.525.510,53                                               |
| 2032                                                                                        | 73.544.126                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 69.002.878,53                                               |
| 2033                                                                                        | 75.051.781                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 70.510.533,53                                               |
| 2034                                                                                        | 76.590.342                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 72.049.094,53                                               |
| 2035                                                                                        | 78.160.444                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 73.619.196,53                                               |
| 2036                                                                                        | 79.762.734                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 75.221.486,53                                               |
| 2037                                                                                        | 81.397.870                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 76.856.622,53                                               |
| 2038                                                                                        | 83.066.526                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 78.525.278,53                                               |
| 2039                                                                                        | 84.769.390                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 80.228.142,53                                               |
| 2040                                                                                        | 86.507.162                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 81.965.914,53                                               |
| 2041                                                                                        | 88.280.559                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 83.739.311,53                                               |
| 2042                                                                                        | 90.090.311                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 85.549.063,53                                               |
| 2043                                                                                        | 91.937.162                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 87.395.914,53                                               |
| 2044                                                                                        | 93.821.874                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 89.280.626,53                                               |
| 2045                                                                                        | 95.745.222                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 91.203.974,53                                               |
| 2046                                                                                        | 97.707.999                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 93.166.751,53                                               |
| 2047                                                                                        | 99.711.013                                   | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 95.169.765,53                                               |
| 2048                                                                                        | 101.755.089                                  | -                                             | 4.541.247,47                | 4.541.247,47                                          | 97.213.841,53                                               |
| VP                                                                                          | R\$ 398.370.226,27                           | R\$ 81.850.904,00                             | R\$ 23.557.390,45           | R\$ 105.408.294,45                                    | R\$ 292.961.931,82                                          |
| TIR                                                                                         |                                              |                                               |                             |                                                       | 51,49%                                                      |
| B/C                                                                                         |                                              |                                               |                             |                                                       | 3,78                                                        |
| VPL                                                                                         |                                              |                                               |                             |                                                       | R\$ 292.961.932                                             |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 82 - Dique Cachoeirinha - Indicadores de Rentabilidade Econômica a Preços Econômicos

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 2 – DIQUE CACHOEIRINHA<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                              |                                               |                             |                                                       |                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                      |                                              |                                               | 32.743.955,94               |                                                       |                                                             |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                      |                                              |                                               | 1.101.394                   |                                                       |                                                             |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                               |                                              |                                               | 84,09%                      |                                                       |                                                             |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                     |                                              |                                               | 5                           |                                                       |                                                             |
| Percentual da obra implantado anualmente                                                   |                                              |                                               | 20,00%                      |                                                       |                                                             |
| Taxa de desconto                                                                           |                                              |                                               | 12%                         |                                                       |                                                             |
| Anos                                                                                       |                                              |                                               | 30                          |                                                       |                                                             |
| ANO                                                                                        | Benefício Anual Obra (Cenário 0 - Cenário 2) | Investimento Anual Dique Gravataí (Cenário 2) | Custo Anual O&M (Cenário 2) | Custo Total Anual dos Investimentos e OAM (Cenário 2) | Diferença entre Benefício e Custo Total da Obra (Cenário 2) |
| 2018                                                                                       | -                                            | -                                             | -                           | -                                                     | -                                                           |
| 2019                                                                                       | -                                            | 5.506.971,15                                  | -                           | 5.506.971,15                                          | (5.506.971,15)                                              |
| 2020                                                                                       | 5.061.798,00                                 | 5.506.971,15                                  | 220.278,85                  | 5.727.250,00                                          | (665.452,00)                                                |
| 2021                                                                                       | 10.331.129,60                                | 5.506.971,15                                  | 440.557,69                  | 5.947.528,84                                          | 4.383.600,76                                                |
| 2022                                                                                       | 15.814.376,40                                | 5.506.971,15                                  | 660.836,54                  | 6.167.807,69                                          | 9.646.568,71                                                |
| 2023                                                                                       | 21.518.095,20                                | 5.506.971,15                                  | 881.115,38                  | 6.388.086,54                                          | 15.130.008,66                                               |
| 2024                                                                                       | 27.449.020,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 26.347.625,77                                               |
| 2025                                                                                       | 28.011.725,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 26.910.330,77                                               |
| 2026                                                                                       | 28.585.965,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 27.484.570,77                                               |
| 2027                                                                                       | 29.171.978,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 28.070.583,77                                               |
| 2028                                                                                       | 29.770.003,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 28.668.608,77                                               |
| 2029                                                                                       | 30.380.288,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 29.278.893,77                                               |
| 2030                                                                                       | 31.003.084,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 29.901.689,77                                               |
| 2031                                                                                       | 31.638.647,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 30.537.252,77                                               |
| 2032                                                                                       | 32.287.240,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 31.185.845,77                                               |
| 2033                                                                                       | 32.949.128,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 31.847.733,77                                               |
| 2034                                                                                       | 33.624.585,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 32.523.190,77                                               |
| 2035                                                                                       | 34.313.889,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 33.212.494,77                                               |
| 2036                                                                                       | 35.017.324,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 33.915.929,77                                               |
| 2037                                                                                       | 35.735.179,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 34.633.784,77                                               |
| 2038                                                                                       | 36.467.750,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 35.366.355,77                                               |
| 2039                                                                                       | 37.215.339,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 36.113.944,77                                               |
| 2040                                                                                       | 37.978.254,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 36.876.859,77                                               |
| 2041                                                                                       | 38.756.808,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 37.655.413,77                                               |
| 2042                                                                                       | 39.551.322,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 38.449.927,77                                               |
| 2043                                                                                       | 40.362.125,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 39.260.730,77                                               |
| 2044                                                                                       | 41.189.548,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 40.088.153,77                                               |
| 2045                                                                                       | 42.033.934,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 40.932.539,77                                               |
| 2046                                                                                       | 42.895.629,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 41.794.234,77                                               |
| 2047                                                                                       | 43.774.990,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 42.673.595,77                                               |
| 2048                                                                                       | 44.672.377,00                                | -                                             | 1.101.394,23                | 1.101.394,23                                          | 43.570.982,77                                               |
| VP                                                                                         | R\$ 174.891.939,98                           | R\$ 19.851.398,55                             | R\$ 6.310.780,74            | R\$ 26.162.179,30                                     | R\$ 148.729.760,68                                          |
|                                                                                            |                                              |                                               |                             | TIR                                                   | 91,75%                                                      |
|                                                                                            |                                              |                                               |                             | B/C                                                   | 6,68                                                        |
|                                                                                            |                                              |                                               |                             | VPL                                                   | R\$ 148.729.761                                             |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 83 - Dique Gravataí - Indicadores de Rentabilidade Econômica a Preços Econômicos

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 2 – DIQUE GRAVATAÍ<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                              |                                               |                             |                                                       |                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                  |                                              |                                               | 56.867.978,72               |                                                       |                                                             |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                  |                                              |                                               | 1.912.844                   |                                                       |                                                             |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                           |                                              |                                               | 84,09%                      |                                                       |                                                             |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                 |                                              |                                               | 5                           |                                                       |                                                             |
| Percentual da obra implantado anualmente                                               |                                              |                                               | 20,00%                      |                                                       |                                                             |
| Taxa de desconto                                                                       |                                              |                                               | 12%                         |                                                       |                                                             |
| Anos                                                                                   |                                              |                                               | 30                          |                                                       |                                                             |
| ANO                                                                                    | Benefício Anual Obra (Cenário 0 - Cenário 2) | Investimento Anual Dique Gravataí (Cenário 2) | Custo Anual O&M (Cenário 2) | Custo Total Anual dos Investimentos e OAM (Cenário 2) | Diferença entre Benefício e Custo Total da Obra (Cenário 2) |
| 2018                                                                                   | -                                            | -                                             | -                           | -                                                     | -                                                           |
| 2019                                                                                   | -                                            | 9.564.217,56                                  | -                           | 9.564.217,56                                          | (9.564.217,56)                                              |
| 2020                                                                                   | 4.340.505,00                                 | 9.564.217,56                                  | 382.568,70                  | 9.946.786,26                                          | (5.606.281,26)                                              |
| 2021                                                                                   | 8.858.970,80                                 | 9.564.217,56                                  | 765.137,40                  | 10.329.354,96                                         | (1.470.384,16)                                              |
| 2022                                                                                   | 13.560.869,40                                | 9.564.217,56                                  | 1.147.706,11                | 10.711.923,66                                         | 2.848.945,74                                                |
| 2023                                                                                   | 18.451.822,40                                | 9.564.217,56                                  | 1.530.274,81                | 11.094.492,36                                         | 7.357.330,04                                                |
| 2024                                                                                   | 23.537.606,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 21.624.762,49                                               |
| 2025                                                                                   | 24.020.127,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 22.107.283,49                                               |
| 2026                                                                                   | 24.512.540,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 22.599.696,49                                               |
| 2027                                                                                   | 25.015.047,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 23.102.203,49                                               |
| 2028                                                                                   | 25.527.856,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 23.615.012,49                                               |
| 2029                                                                                   | 26.051.177,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 24.138.333,49                                               |
| 2030                                                                                   | 26.585.226,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 24.672.382,49                                               |
| 2031                                                                                   | 27.130.223,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 25.217.379,49                                               |
| 2032                                                                                   | 27.686.392,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 25.773.548,49                                               |
| 2033                                                                                   | 28.253.963,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 26.341.119,49                                               |
| 2034                                                                                   | 28.833.170,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 26.920.326,49                                               |
| 2035                                                                                   | 29.424.250,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 27.511.406,49                                               |
| 2036                                                                                   | 30.027.447,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 28.114.603,49                                               |
| 2037                                                                                   | 30.643.009,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 28.730.165,49                                               |
| 2038                                                                                   | 31.271.191,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 29.358.347,49                                               |
| 2039                                                                                   | 31.912.251,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 29.999.407,49                                               |
| 2040                                                                                   | 32.566.452,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 30.653.608,49                                               |
| 2041                                                                                   | 33.234.064,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 31.321.220,49                                               |
| 2042                                                                                   | 33.915.362,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 32.002.518,49                                               |
| 2043                                                                                   | 34.610.627,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 32.697.783,49                                               |
| 2044                                                                                   | 35.320.145,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 33.407.301,49                                               |
| 2045                                                                                   | 36.044.208,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 34.131.364,49                                               |
| 2046                                                                                   | 36.783.114,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 34.870.270,49                                               |
| 2047                                                                                   | 37.537.168,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 35.624.324,49                                               |
| 2048                                                                                   | 38.306.680,00                                | -                                             | 1.912.843,51                | 1.912.843,51                                          | 36.393.836,49                                               |
| VP                                                                                     | R\$ 149.970.295,77                           | R\$ 34.476.863,84                             | R\$ 10.960.231,74           | R\$ 45.437.095,57                                     | R\$ 104.533.200,19                                          |
| TIR                                                                                    |                                              |                                               |                             |                                                       | 44,84%                                                      |
| B/C                                                                                    |                                              |                                               |                             |                                                       | 3,30                                                        |
| VPL                                                                                    |                                              |                                               |                             |                                                       | R\$ 104.533.200                                             |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

## ✓ **Conclusões**

Diante do exposto nessa análise, ficam demonstradas as possibilidades de viabilidade econômica dos empreendimentos propostos, considerando a análise pelo Fluxo de Caixa Descontado, segundo os parâmetros estabelecidos.

Observou-se que o modelo do **Cenário 2** desenhado, com Capital Próprio mostrou atratividade.

O respaldo para essa afirmação foi dado pelos indicadores econômicos calculados a partir do fluxo de caixa das Alternativas propostas, onde se ressalta a Taxa Interna de Retorno (TIR) bem superior ao 12,0% esperado, conforme mostrado anteriormente.

## **3.6. Análise Econômica dos Efeitos das Estiagens**

### **3.6.1. Cenário 0**

#### ✓ **Introdução**

Os municípios que fazem parte da Bacia do Rio Gravataí e todo o estado do Rio Grande do Sul, há décadas, sofrem com efeitos de eventos naturais, principalmente, os relativos a extremos climáticos.

Neste sentido, este capítulo busca quantificar o valor da perda monetária, como resultado, especificamente, da estiagem na área de estudo.

Da mesma forma, um dos temas atuais e centrais que emergem da análise da economia gaúcha é o impacto da estiagem sobre a economia local, especialmente pelos seus desdobramentos em termos regionais.

Sabe-se, pela estrutura do setor produtivo do RS baseado, em grande medida, no Setor Primário e em seus encadeamentos —, que os efeitos desses eventos são bastante acentuados e que apresentam uma regularidade, aproximada, de ocorrência a cada dois (2) anos.

Além dos diretos, onde se destaca, também, o problema do abastecimento humano, ocorrem também os chamados efeitos indiretos, que incluem aqueles sobre as indústrias de beneficiamento de grãos, alimentos e bebidas, máquinas e equipamentos agrícolas, além dos comércios atacadista e varejista e dos serviços em geral, sem esquecer, obviamente da receita dos impostos.

O tema, apesar de recorrente na pauta dos meios de comunicação e nas interpretações dos economistas sobre o crescimento da economia gaúcha, ainda não possui quantidade substancial de estudos acadêmicos, especialmente aqueles de cunho quantitativo.

Segundo a UNISDR (2015)<sup>6</sup>, os impactos gerais dos eventos de estiagem na agricultura, ainda, são pouco entendidos.

Na ausência de evidências empíricas do tamanho do impacto dos eventos de estiagem, estimar o efeito parcial do evento é tarefa altamente incerta, fazendo com que a análise se restrinja a percepções meramente subjetivas do analista.

---

<sup>6</sup> <http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/home/index.html>

Por esse prisma, estimar objetivamente o impacto da ausência ou insuficiência de chuvas sobre o PIB e o abastecimento público de água é a principal contribuição que este trabalho pretende dar ao conjunto de estudos do projeto ora proposto.

O objetivo deste trabalho é, portanto, valorar o impacto dos eventos de estiagem nos municípios que fazem parte da Bacia do Rio Gravataí em dois cenários, a saber: (a) um cenário de referência, para comparação, definido pelo impacto da estiagem no PIB municipal e (b) cenário hidrológico sem obras no Banhado (C0) (ou de manutenção da situação atual) que busca, através de estudos de déficit do abastecimento de água para a população, valorar em termos monetários este déficit variando o percentual outorgável na bacia.

Para atingir o objetivo expresso acima, utilizaram-se três metodologias, a saber: duas de viés econômico para o cenário de referência ou de comparação e uma que utiliza dados oriundos das informações de captação de água na Bacia e modelagem hidrológica de 50 anos estendida para 300 anos.

As duas metodologias utilizadas para construir o cenário de referência do projeto são assim caracterizadas: (a) metodologia de dados em painel para os 496 municípios do RS, no período compreendido entre 2002 e 2011 e (b) metodologia da abordagem multissetorial mediante a aplicação de um modelo de insumo-produto regional.

Para esta última foi utilizado o banco de dados da Matriz de Insumo-Produto do Rio Grande do Sul, o do ano de 2003, com 44 setores econômicos contemplados (disponível no site da Fundação de Economia e Estatística <http://www.fee.tche.br>).

Ainda, nesta abordagem, discute-se e aplica-se, além da variável de interesse, uma série de variáveis de controle, com base em características dos municípios que podem, concomitantemente à ocorrência do evento (estiagem), afetar o desempenho do PIB.

Para as abordagens metodológicas descritas acima, se buscaram a utilização de trabalhos científicos seminais, como os apresentados por Colombo e Pessoa (2013)<sup>7</sup> e Fochezatto e Grando (2009)<sup>8</sup>, além de proceder ajustes nos resultados destes trabalhos, para o presente estudo, através de informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES.

Finalmente, a abordagem que buscou mensurar o efeito da estiagem por informações hidrológicas partiu de informações de captação de água na Bacia e utilização de simulação para este efeito por modelagem hidrológica.

Cabe destacar que para este item, utilizou-se o conhecido modelo HEC-HMS (Hydrologic Modeling System - Hydrologic Engineering Center – US Army Corps of Engineers) que é um modelo hidrológico desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos.

---

<sup>7</sup> Impacto econômico dos eventos de estiagem: evidências a partir dos municípios do Rio Grande do Sul, FEE, 2013.

<sup>8</sup> Efeitos da estiagem na economia do Rio Grande do Sul: uma abordagem multissetorial, FEE, 2009.

Neste sentido, este capítulo somente sintetizará as variáveis e procedimentos utilizados nos estudos hidrológicos, sendo os mesmos descritos em estudo específico do presente contrato.

### ✓ **Ocorrência e Dimensionamento dos Eventos de Estiagem**

Esta seção diagnostica alguns fatos estilizados sobre os eventos de estiagem prolongada no mundo, como o número de pessoas atingidas diretamente e as principais áreas de exposição.

Após, é realizada uma síntese do processo de emergência e de estado de calamidade pública nos municípios em função da seca, com ênfase no caso do Rio Grande do Sul.

Finalmente, são expostas algumas evidências sobre o impacto econômico e social das secas prolongadas, com destaque para o caso brasileiro.

### ✓ **Eventos de seca em escala global**

Desastres naturais são recorrentes em todo o planeta e atingem larga fração da população total, especialmente em países mais pobres e vulneráveis. Esses desastres incluem, além de secas, enchentes, terremotos, ciclones, etc.

Entre 1980 e 2008, cerca de 1,5 bilhão de pessoas foram afetadas por secas - a maior parte dessas pessoas residentes em países em desenvolvimento, com destaque para Índia e China (UNISDR, 2010)<sup>9</sup>.

Os dados mostram que, em média, 55,4 milhões de pessoas no planeta sofrem danos e são afetadas diretamente pela seca em cada ano. Além disso, há um mapeamento da presença humana em zonas de risco, as quais representam risco permanente de perdas potenciais em função da estiagem.

Os efeitos das secas podem ser inclusive letais. Dados do UNISDR (2010) mostram que, entre 1980 e 2008, 558,6 mil pessoas morreram em decorrência desses eventos, uma média de 19,26 mil por ano.

Uma maior quantidade de óbitos foi registrada nos países africanos (Etiópia, Sudão e Moçambique), indicando um elevado grau de vulnerabilidade de seus residentes em face desses eventos e o enorme desafio para o poder público em lidar com essa moléstia sistêmica.

No Brasil, segundo estes mesmos dados, foram mapeadas 8,48 milhões de pessoas em áreas de risco acentuado de estiagem. Grande parte dessa população vive em áreas áridas do Nordeste do país, local sistematicamente afetado pela falta de chuvas.

Há também uma fração dessa população que reside em outras regiões que sofrem com tais eventos, tal como o Rio Grande do Sul, onde a temperatura e a quantidade de chuvas são constantemente afetadas por fenômenos climáticos como o El Niño e o La Niña<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> The United Nations Office For Disaster Risk Reduction (Unisdr). Disasters statistics. 2010.

<sup>10</sup> Evidências empíricas sugerem que o La Niña, fenômeno caracterizado pelo resfriamento das águas do oceano pacífico, provoca reduções no índice pluviométrico na região centro-sul do Brasil, especialmente entre os meses de setembro e fevereiro.

As alterações provocadas por esses eventos colaboraram para o aumento do número de municípios em situação de emergência ou de calamidade pública no Rio Grande do Sul.

✓ **Decretos de emergência e calamidade pública**

No Brasil, as medidas desde a ocorrência da seca até o decreto da situação de emergência são mais ou menos padronizadas pela política nacional de Defesa Civil.

De acordo com Bastos, Busso e Miller (2012)<sup>11</sup>, a prefeitura do município atingido elabora uma requisição onde consta a natureza do desastre e seus principais efeitos, que incluem estimativas econômicas do dano, serviços à população afetados, etc.

Este documento é enviado formalmente ao Ministério da Integração Nacional, que o avalia e, caso o entendimento seja favorável, declara estado de emergência para aquele município por um período de até 180 dias, podendo ser renovado.

A propósito, a definição de “seca”, na conceituação do MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (2009)<sup>12</sup>, é a “falta prolongada, ausência acentuada ou fraca distribuição de precipitação; período de tempo seco prolongado, que provoca sério desequilíbrio hidrológico; estiagem prolongada, caracterizada por ocasionar redução acentuada nas reservas hídricas existentes; do ponto de vista socioeconômico, depende mais das vulnerabilidades dos grupos sociais afetados do que das condições climáticas”.

Portanto, seca não tem a ver apenas com as condições climáticas, mas sim da vulnerabilidade de cada população diante do fenômeno.

Com o advento inevitável e frequente de estiagens e secas prolongadas, há um grande desafio ainda em aberto para a gestão pública no combate aos efeitos e às causas da estiagem.

De acordo com o MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (2014)<sup>13</sup>, diversas medidas em nível nacional foram implementadas na última década.

Além das ações emergenciais, como implantação de cisternas, reforço da distribuição de água por carro-pipa, recuperação de poços, antecipação de pagamentos do Programa Garantia-Safra, o Bolsa Estiagem, há políticas estruturais, como o programa “Água para todos”, com recursos do referido Ministério, e o Plano de Aceleração do Crescimento – PAC.

Um instrumento emergencial pago para produtores de baixa renda para minimizar os efeitos da seca sobre a perda de bem-estar é o Bolsa Estiagem. Segundo o MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (2014), o Bolsa Estiagem é um auxílio financeiro emergencial pago aos agricultores familiares enquadrados nos critérios do benefício.

---

<sup>11</sup> BASTOS, P; BUSSO, M.; MILLER, S. Short and long-term impacts of drought: evidence from brazilian municipalities. Working paper, 2012.

<sup>12</sup> MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres. 5ª edição. Brasília: Secretaria Nacional da Defesa Civil, 2009.

<sup>13</sup> MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Ações de enfrentamento à estiagem, 2014.

### ✓ **Evidências teóricas e empíricas**

Um dos primeiros estudos amplos de eventos de estiagem é o TEXAS BOARD OF WATER ENGINEERS (1959)<sup>14</sup>, denominado *A study of droughts in Texas*, datado de dezembro de 1959. O estado do Texas possui economia alicerçada na agricultura e caracteriza-se por ser um dos estados economicamente mais importantes dos EUA.

O estudo caracteriza a seca de 1954-56 como a mais severa no Estado do Texas, seguida pela ocorrida no período 1916-18. O estudo avalia a temperatura nos municípios no período 1924-1957, comparando-a com a temperatura nos anos de estiagem.

Em média, a temperatura diária é 0,8 graus F (em torno de 0,44 graus C) maior nos anos de estiagem, além de aumentar a taxa de evaporação da água. Esse fenômeno observado foi mais intenso no município de San Antônio, um dos mais importantes do Texas.

No Brasil, há alguns estudos acadêmicos que abordam os impactos dos eventos de estiagem. Bastos, Busso e Miller (2012)<sup>15</sup>, em estudo abrangendo os municípios brasileiros, estimaram quedas de 40% para o Valor Adicionado Bruto (VAB) da Agropecuária e de 30% para o PIB local, em média. Entretanto, o estudo parece carecer de variáveis de controle que podem estar concomitantemente afetando as variáveis analisadas.

Mueller e Osgood (2007)<sup>16</sup> encontraram evidências, a partir de estratificação de faixas de renda, de que as famílias mais afetadas pela estiagem são aquelas com renda até o percentil 75.

Além disso, os autores constataram que os efeitos de longo prazo da seca sobre a população rural vão bem além dos prejuízos imediatos.

Fochezatto e Grando (2009)<sup>17</sup> elaboraram estudo sobre as consequências de oscilações no VAB da agropecuária sobre a produção e o emprego na economia do RS, por meio de aplicação da Matriz de Insumo Produto do RS de 2003.

Embora não tenham utilizado diretamente dados da estiagem, assumiram por hipótese que a causa dessa variabilidade do VAB agropecuário é a ocorrência de estiagens.

Os autores apontaram que, caso não houvesse estiagem em 2008, o PIB do RS poderia ter crescido 2,1 pontos percentuais acima da taxa observada (3,8%).

Já Albuquerque e Mendes (2009)<sup>18</sup> lançam olhar mais crítico para o processo de gestão de seca no RS.

---

<sup>14</sup> TEXAS BOARD OF WATER ENGINEERS. A study of droughts in texas. Bulletin 5914, December 1959.

<sup>15</sup> BASTOS, P; BUSSO, M.; MILLER, S. Short and long-term impacts of drought: evidence from brazilian municipalities. Working paper, 2012.

<sup>16</sup> MUELLER, V. A.; OSGOOD, D. E. Long-term Consequences of Droughts in Brazil. Working paper, 2007.

<sup>17</sup> FOCHEZATTO, A.; GRANDO, M. Z. Efeitos da estiagem na economia do Rio Grande do Sul: uma abordagem multissetorial. Textos para discussão FEE, no. 62, 2009.

<sup>18</sup> ALBUQUERQUE, T. M. A.; MENDES, C. A. B. Avaliação do processo de gestão de seca: estudo de caso no Rio Grande do Sul. Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA), vol. 6, n. 1, pp. 17-29, 2009.

Os autores sugerem haver necessidade de uma metodologia mais eficiente para a gestão de secas no Brasil, que trabalhe efetivamente como uma gestão de riscos e não com uma gestão de crises.

Dentre as razões, os autores mencionam a não coincidência das decretações de situação de emergência com o índice de seca padrão de precipitação e o possível aproveitamento de municípios em função das vantagens recebidas em caso de situação de emergência ou calamidade pública, como recursos a fundo perdido.

#### ✓ **Caracterização e ocorrência dos eventos de estiagem no Rio Grande do Sul**

Nos últimos anos, tem aumentado significativamente o número de ocorrências registradas pela Defesa Civil do Rio Grande do Sul por municípios que sofreram algum tipo de impacto negativo em consequência da falta de chuva.

Conforme evidenciaram Colombo e Pessoa (2013)<sup>19</sup>, entre 2002 e 2011, 161 municípios comunicaram à Defesa Civil a ocorrência de estiagem em pelo menos quatro anos, com destaque para o Município de Bagé, que teve registros em oito dos 10 anos analisados.

Neste sentido, percebe-se que as regiões geográficas mais afetadas por eventos recorrentes de estiagem no RS são as mesorregiões Centro Ocidental, Sudeste, Sudoeste e Noroeste.

Isso não significa que a falta de chuvas seja concentrada nessas regiões – outras regiões podem ter registrado níveis pluviométricos semelhantes, porém, por características do setor produtivo, geografia ou capacidade de irrigação, os efeitos da estiagem foram menos severos.

A ocorrência não aleatória desse fenômeno ou, em outras palavras, a não aleatoriedade geográfica dos efeitos desse fenômeno torna imprescindível o controle pela heterogeneidade espacial dos municípios.

Há uma diferença considerável na estrutura do setor produtivo de acordo com a região geográfica da qual o município faz parte, derivada de características como tipo e qualidade do solo, presença de Bacias hidrográficas, temperatura, altitude, investimentos do poder público, entre tantos outros fatores que podem influenciar o tamanho do estrago causado pelo evento estiagem.

Esses detalhes serão levados em consideração na apresentação das estruturas dos modelos básicos que alicerçam este estudo.

#### **3.6.1.1. Aspectos Metodológicos**

Nesta seção são expostos, resumidamente, os principais aspectos metodológicos do cenário de referência ou de comparação, oriundos dos trabalhos de Colombo e Pessoa (2013) e Fochezatto e Grando (2009), e os procedimentos hidrológicos gerais do cenário sem obras no Banhado, para em sequência, todos, serem empregados na seção de resultados e valoração dos cenários.

---

<sup>19</sup> COLOMBO, J. A.; PESSOA, M. L. O impacto dos eventos de estiagem na economia dos municípios do RS. Carta de Conjuntura FEE, ano 22, n. 12, p. 7, 2013.

### ✓ **Modelo de Colombo e Pessoa**

Este estudo utilizou informações dos 496 municípios que compõem o RS, no período 2002-2011. Este período representa a composição municipal política atual do RS, dado que houve, desde 1988 até 2001, um movimento massificado de emancipações no RS.

O período amostral teve como limite superior o ano de 2011 em função da última divulgação dos dados do PIB dos municípios, publicação conjunta entre o IBGE e as unidades estaduais de pesquisa que mapeiam anualmente a distribuição do PIB das Unidades Federativas entre os mais de 5 mil municípios brasileiros.

Outras variáveis utilizadas para estimar a participação de algumas culturas no Valor Adicionado Bruto (VAB) também requerem dois anos de defasagem, como é o caso da Pesquisa Agrícola Municipal – PAM, do IBGE.

As variáveis coletadas, bem como suas respectivas fontes, são elencadas no Quadro 84. Utilizou-se como variável dependente a variação logarítmica do PIB per capita. Para mensurar o efeito da ocorrência de estiagem sobre a variável dependente, definiu-se como variável de interesse uma *dummy* que assume valor igual a um se houve estiagem no município “*i*” no ano “*t*” e zero caso contrário.

Entre os controles, inclui-se a razão entre os VAB da agropecuária e o VAB total no município no ano anterior, para medir o grau de dependência do setor agropecuário na economia do município; incorpora-se também o PIB per capita no período inicial (ano de 2002), atentando para a possibilidade teórica de convergência entre os níveis de renda de diferentes unidades geográficas, conforme preconizam os modelos neoclássicos de crescimento;

Para controlar para o tamanho das economias, utiliza-se o logaritmo natural do PIB (em valor absoluto, não o per capita) do ano anterior; para mensurar a variação no gasto e nos investimentos da administração pública, inclui-se a variação logarítmica do VAB da Administração Pública.

Outros controles foram inseridos em função de a seca não afetar linearmente as diferentes culturas.

A soja, o milho e o trigo constituem culturas que possuem fração pequena da área plantada irrigada, logo os efeitos da ausência ou insuficiência de chuvas tende a serem maiores. Já o arroz é cultivado em terras geralmente irrigadas, naturalmente menos sensíveis à falta de chuvas.

A participação dessas variáveis no VAB total do município foi estimada a partir do VAB da agropecuária e de informações sobre o Valor Bruto de Produção (VBP) da Pesquisa Agrícola Mensal (PAM).

Outra possível fonte de efeito sobre a variável dependente foi a estimativa da fração do VAB representada pela pecuária bovina (que inclui também o leite), haja vista que a seca reduz as pastagens e o custo de produção pode aumentar significativamente em função do aumento do preço dos insumos, especialmente rações.

Finalmente, foram incluídas variáveis *dummies* que caracterizam o Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE) a qual o município pertence, tendo em vista a heterogeneidade entre os municípios gaúchos e a potencial influência de fatores espaciais (solo, clima, topografia, incidência de chuvas, etc.) no impacto da estiagem sobre o PIB per capita dos municípios.

O Quadro 84 a seguir, resume e sintetiza as variáveis utilizadas no modelo econométrico.

A metodologia utilizada para mensurar os efeitos dos eventos de estiagem sobre o PIB per capita dos municípios é a de dados em painel, que consiste na observação das unidades *cross-section* ao longo do tempo.

O objetivo é estimar os parâmetros da variável de interesse (ocorrência de estiagem) após o controle para outras características municipais que podem afetar a variável dependente.

O modelo básico estimado é representado por:

$$Y_{it} = \alpha_0 + X_{it}\beta + \sum_{k=1}^m \delta_k Z_{kit} + \mu_{it} \quad (1)$$

$$\mu_{it} = c_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Onde  $Y_{it}$  é a variação do PIB per capitado  $i$ -ésimo município no  $t$ -ésimo ano;  $X_{it}$  é a ocorrência ou não de estiagem (variável de interesse),  $Z_{kit}$  são as demais variáveis explicativas (variáveis de controle).

O termo de erro composto  $it$  é utilizado no estimador de efeitos aleatórios e representa a soma do componente não observável dos municípios ( $ci$ ) e o termo de erro ( $it$ ).

Dentre as características dos municípios, muitas são não observáveis, tais como culturais, relativas à administração pública municipal, etc.

Uma das formas de lidar com o potencial problema de variável omitida no modelo é utilizar a metodologia de dados em painel.

A utilização de dados agrupados em painel (empilhamento de séries temporais e dados de seção transversal) é justificada por permitir a utilização de um maior número de observações, aumentando os graus de liberdade, reduzindo a colinearidade entre as variáveis exógenas, assim como um potencial viés de variável omitida.

Outros pontos a destacar no presente modelo foram as utilizações das seguintes ferramentas matemáticas: estimador POLS (*pooled ordinary least squares*), análise de efeito aleatório (RE), estimação pelo método de Primeira Diferença (FD), teste de Breusch-Pagan e o teste de Hausman.

Quadro 84 - Descrição das variáveis utilizadas no modelo econométrico

| Tipo de variável                                      | Nome                  | Notação                                                                                                  | Descrição                                                                                                                                                                                                                                                 | Sinal Esperado | Fonte           |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| Dependente                                            | pib_pc                | $\ln\left(\frac{pib\_pc_t}{pib\_pc_{t-1}}\right)$                                                        | Variação do PIB <i>per capita</i>                                                                                                                                                                                                                         | n/a            | FEE/IBGE        |
| Independente - de interesse                           | estiagem              | $estiagem = \begin{cases} 1, se\ houve\ estiagem \\ 0, caso\ contrário \end{cases}$                      | Dummy que assume valor igual a 1 se houve estiagem no i-ésimo município no t-ésimo ano, e zero caso contrário.                                                                                                                                            | -              | Defesa Civil/RS |
| Independente – de controle                            | agro_vab              | $\frac{vab\_agropecuária_{t-1}}{vab\_total_{t-1}}$                                                       | Razão entre o VAB da agropecuária e o VAB total                                                                                                                                                                                                           | -              | FEE/IBGE        |
|                                                       | pib_pc_inic           | $\ln(pib\_pc_{2002})$                                                                                    | Logaritmo Natural do PIB <i>per capita</i> no ano inicial                                                                                                                                                                                                 | -              | FEE/IBGE        |
|                                                       | tam                   | $\ln(pib_{t-1})$                                                                                         | Logaritmo Natural do PIB no ano anterior                                                                                                                                                                                                                  | -              | FEE/IBGE        |
|                                                       | var_vab_apu           | $\ln\left(\frac{vab\_apu_t}{vab\_apu_{t-1}}\right)$                                                      | Variação do VAB da Administração Pública                                                                                                                                                                                                                  | +              | FEE/IBGE        |
|                                                       | soja_vab              | $\frac{vab\_soja_{t-1}}{vab\_total_{t-1}}$                                                               | Estimativa da participação do VAB da soja no VAB total                                                                                                                                                                                                    | -              | FEE/IBGE*       |
|                                                       | cereais_exc_arroz_vab | $\frac{vab\_cereais\_exc\_arroz_{t-1}}{vab\_total_{t-1}}$                                                | Estimativa da participação do VAB dos cereais exceto arroz no VAB total                                                                                                                                                                                   | -              | FEE/IBGE*       |
|                                                       | arroz_vab             | $\frac{vab\_arroz_{t-1}}{vab\_total_{t-1}}$                                                              | Estimativa da participação do VAB do arroz no VAB total                                                                                                                                                                                                   | +              | FEE/IBGE*       |
|                                                       | gado_vab              | $\frac{vab\_gado_{t-1}}{vab\_total_{t-1}}$                                                               | Estimativa da participação do VAB dos bovinos no VAB total                                                                                                                                                                                                | -              | FEE/IBGE*       |
| Independente - controle para heterogeneidade espacial | corede                | $corede_i = \begin{cases} 1, se\ no\ corede \\ 0, caso\ contrário \end{cases}$<br><br>$i = 1, \dots, 28$ | Dummy que assume valor igual a 1 para o Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDE) do qual o município pertence, e zero para os demais. O COREDE Metropolitano Delta do Jacuí foi escolhido como região base, para evitar multicolinearidade perfeita. | n/a            | FEE             |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### ✓ **Modelo Fochezatto e Grandó**

Este modelo foi desenvolvido considerando a noção de agronegócio e usando-se a matriz de insumo-produto<sup>20</sup>.

Neste sentido foi possível calcular os efeitos diretos e indiretos da produção agropecuária, sob efeito da estiagem, sobre os demais setores econômicos e sobre o conjunto da economia estadual.

A magnitude dos impactos (efeitos multiplicadores) de um determinado setor depende basicamente da quantidade e da intensidade de suas interligações com outros setores econômicos.

A matriz de insumo-produto é uma representação estática da estrutura econômica de uma economia regional em um determinado período de tempo. Ela mostra as relações inter setoriais, a demanda final, em suas diferentes categorias, o valor adicionado das atividades produtivas e os impostos indiretos, capturando, assim, a interdependência entre os diferentes mercados econômicos.

As transações são organizadas de maneira consistente, de modo a igualar receitas e despesas para cada agente econômico que faz parte do sistema.

A construção das matrizes de insumo-produto baseia-se no princípio contábil de dupla entrada e, portanto, em seu formato matricial, cada célula representa duas transações, ou seja, a receita na linha e a despesa na coluna, sendo que o total das receitas, armazenadas ao longo das linhas, se iguala ao total das despesas ao longo das respectivas colunas.

Dessa forma, os fluxos econômicos podem ser vistos como transferências de um agente (empresas, famílias, governo e resto do mundo) para outro e, portanto, tendo, obrigatoriamente, de se igualarem receita e despesa.

As principais diferenças na matriz de insumo-produto regional em relação à nacional estão no tratamento do governo e do setor externo. No que concerne ao governo, o mesmo é desagregado em governo federal e estadual, incorporando as receitas e as despesas de cada um na região em estudo.

O setor externo também é desagregado em resto do País e resto do mundo, e, dessa forma, as exportações e as importações terão, respectivamente, dois destinos e duas origens possíveis.

O modelo de insumo-produto pode ser aberto ou fechado. No modelo aberto, todas as categorias de demanda final são consideradas exógenas. O propósito desse modelo é determinar o nível de produção setorial que corresponde a um nível particular de demanda final.

Em outras palavras, a partir do conhecimento ou do prognóstico da demanda final, é possível determinar os níveis correspondentes das produções setoriais requeridas.

---

<sup>20</sup> Há uma vasta literatura sobre modelos de insumo-produto nacionais e regionais. Para o leitor interessado em aprofundar seus conhecimentos sobre esses modelos sugerimos o manual da ONU, Handbook of input-output table compilation and analysis (1999) e o livro de Miller e Blair, Input-output analysis: foundations and extensions (1985).

No modelo fechado, pelo menos uma das categorias da demanda final, geralmente o consumo, é tornada endógena. Esse procedimento possibilita capturar os efeitos induzidos de um determinado choque na economia.

A lógica do efeito induzido é a seguinte: quando ocorre um aumento na demanda final (ou na oferta), a produção dos setores vai ser impulsionada, aumentando a renda.

Essa renda será utilizada pelas famílias para aumentar o consumo que, por sua vez, estimulará novamente a produção dos setores. O modelo usado neste estudo é deste tipo razão pela qual foi possível decompor os efeitos da estiagem em diretos, indiretos e induzidos.

Dado que são representações completas do fluxo circular da renda na economia, os modelos elaborados a partir das matrizes de insumo-produto constituem-se em importantes instrumentos de análise econômica.

Entre suas aplicações estão: cálculos de multiplicadores e de impactos de diferentes alternativas de política econômica; elaboração de estudos sobre estruturas produtivas e mudanças estruturais; análises macroeconômicas; e base de dados para a operação de modelos comportamentais, como os de equilíbrio geral computável<sup>21</sup>.

Para facilitar a compreensão do modelo de insumo-produto, faz-se uma exposição detalhada utilizando-se uma economia composta por três setores produtivos (agricultura, indústria e serviços), dois fatores primários (trabalho e capital) e todos os componentes da demanda final.

Para uma economia com essas características, o marco analítico básico do sistema de Leontief pode ser representado pelos fluxos que aparecem no Quadro 85.

*Quadro 85 - Exemplo de uma matriz de insumo-produto de três setores*

| Setores          |          | Agropecuária    | Indústria       | Serviços        | Demanda final   |                 |                 |                 |                 | Demanda total  |
|------------------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
|                  |          |                 |                 |                 | C               | G               | I               | ERB             | ERM             |                |
| Agropecuária     |          | X <sub>11</sub> | X <sub>12</sub> | X <sub>13</sub> | Y <sub>11</sub> | Y <sub>12</sub> | Y <sub>13</sub> | Y <sub>14</sub> | Y <sub>15</sub> | X <sub>1</sub> |
| Indústria        |          | X <sub>21</sub> | X <sub>22</sub> | X <sub>23</sub> | Y <sub>21</sub> | Y <sub>22</sub> | Y <sub>23</sub> | Y <sub>24</sub> | Y <sub>25</sub> | X <sub>2</sub> |
| Serviços         |          | X <sub>31</sub> | X <sub>32</sub> | X <sub>33</sub> | Y <sub>31</sub> | Y <sub>32</sub> | Y <sub>33</sub> | Y <sub>34</sub> | Y <sub>35</sub> | X <sub>3</sub> |
| Valor adicionado | Trabalho | V <sub>11</sub> | V <sub>12</sub> | V <sub>13</sub> |                 |                 |                 |                 |                 |                |
|                  | Capital  | V <sub>21</sub> | V <sub>22</sub> | V <sub>23</sub> |                 |                 |                 |                 |                 |                |
| Produção bruta   |          | X <sub>1</sub>  | X <sub>2</sub>  | X <sub>3</sub>  |                 |                 |                 |                 |                 |                |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Para produzir seu produto, cada um dos setores requer insumos intermediários (fornecidos pelo próprio setor e pelos demais) e o uso de fatores primários, capital e trabalho.

<sup>21</sup> O leitor interessado nesses modelos, entre outras referências, poderá consultar Kraybill (1992), Fochezatto (2002) e Fochezatto e Curzel (2005).

O produto produzido em cada setor, por sua vez, tem como destinos a demanda intermediária, do próprio setor e dos demais, e a demanda final.

Esta, por sua vez, é composta pela soma entre consumo das famílias (C), consumo do governo (G), investimento (I), exportações líquidas para o resto do Brasil (ERB) e para o resto do mundo (ERM).

A equação (1) mostra que a demanda total do produto do setor  $i$  é igual à soma da demanda intermediária e da demanda final.

A equação (2) mostra que a produção bruta do setor  $j$  é igual ao consumo intermediário mais os fatores primários (valor adicionado).

Finalmente, a equação (3) mostra a condição de equilíbrio entre a oferta e a demanda para cada um dos setores produtivos da economia.

*Demanda total = Demanda intermediária + Demanda final*

$$X_i = \sum_{j=1}^3 X_{ij} + \sum_{s=1}^5 Y_{is} \quad (1)$$

*Oferta total = Consumo intermediário + Fatores primários (valor adicionado)*

$$X_j = \sum_{i=1}^3 X_{ij} + \sum_{r=1}^2 V_{rj} \quad (2)$$

*Demanda total = Oferta total*

$$\sum_{j=1}^3 X_{ij} + \sum_{s=1}^5 Y_{is} = \sum_{i=1}^3 X_{ij} + \sum_{r=1}^2 V_{rj} \quad (3)$$

Em termos agregados, a soma do valor adicionado dos setores fornece a renda agregada da economia e a soma da demanda final dos setores resulta no dispêndio agregado.

Aplicando essa identidade para o conjunto dos setores, obtém-se:

*Renda agregada = Dispêndio agregado*

$$\sum_{j=1}^3 \left( \sum_{r=1}^2 V_{rj} \right) = \sum_{i=1}^3 \left( \sum_{s=1}^5 Y_{is} \right)$$

Analisando os dados utilizados e os resultados do modelo apresentado acima, entende-se que: os impactos da estiagem sobre a economia gaúcha foram calculados utilizando-se como ponto de partida o desempenho do setor agropecuário em 2008.

O Quadro 86 mostra que, em comparação com o ano anterior, esse setor teve uma queda de 8,4% na produção, enquanto no, mesmo período, a indústria, os serviços e o produto interno bruto apresentaram taxas de crescimento positivas de 6,7%, 4,6% e 3,8% respectivamente.

**Quadro 86 - Taxas de crescimento dos setores de atividade e do PIB do RS - 2007-2008 (%)**

| <b>Discriminação</b> | <b>2007</b> | <b>2008</b> |
|----------------------|-------------|-------------|
| Agropecuária         | 18,2        | -8,4        |
| Indústria            | 7,2         | 6,7         |
| Serviços             | 5,3         | 4,6         |
| PIB                  | 7,0         | 3,8         |

*Fonte: FEE/Centro de Informações Estatísticas/Núcleo de Contabilidade Social*

Para efetuar a simulação dos impactos da estiagem, a variação percentual negativa da agropecuária foi transformada em valor, utilizando-se a estrutura do PIB de 2007. Com esse procedimento apurou-se uma queda do valor adicionado bruto da agropecuária gaúcha, em 2008, na ordem de R\$1.621,0 milhões.

Na simulação, esse valor foi acrescido ao setor primário; portanto, os impactos devem ser interpretados como sendo decorrentes de um choque positivo na produção agropecuária no exato valor do que deixou de ser produzido por causa da estiagem.

Sendo assim, os resultados mostram o crescimento potencial da economia em 2008, supondo que o valor adicionado bruto do setor agropecuário tivesse uma taxa de crescimento de 0,0% ao invés da taxa observada de -8,4%.

O Quadro 87 mostra que, caso não tivesse ocorrido estiagem em 2008, a economia do Rio Grande do Sul teria tido um acréscimo em seu valor da produção na ordem de R\$ 3.711,3 milhões.

Portanto, o efeito multiplicador da estiagem sobre a produção foi igual a: 2,3 ( $R\$ 3.711,3 \div R\$ 1.621,0 = 2,3$ ).

**Quadro 87 - Impactos da estiagem sobre o PIB e setores agregados, RS, 2008.**

| <b>Setores</b> | <b>Aumento do valor da produção<br/>(R\$ milhões)</b> | <b>Distribuição dos efeitos<br/>(%)</b> |
|----------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Agropecuária   | 1.775,70                                              | 47,8                                    |
| Indústria      | 1.388,10                                              | 37,4                                    |
| Serviços       | 547,5                                                 | 14,8                                    |
| PIB            | 3.711,30                                              | 100,00                                  |

*Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí*

A distribuição dos efeitos indica que o setor mais beneficiado teria sido a agropecuária com 47,8%, seguido da indústria com 37,4% e dos serviços com 14,8%.

Estes são resultados importantes, pois demonstram que mais da metade do impacto teria ocorrido fora do setor primário e que, quando as análises são feitas tomando-se os setores isoladamente, uma parcela considerável dos efeitos acaba sendo desconsiderada.

No Quadro 88, os resultados relativos às variações reais potenciais (sem estiagem) foram obtidos adicionando-se os impactos mostrados acima (Quadro 87) aos valores observados do valor adicionado bruto, total e setorial, em 2008.

Dessa maneira, foram obtidos os valores potenciais para essas variáveis e, a partir disso, foram calculadas as taxas de crescimento correspondentes.

A soma desses impactos nos valores observados de 2008 indica como a economia teria se comportado, caso não tivesse acontecido a estiagem.

*Quadro 88 - Impactos da estiagem sobre o crescimento do PIB e dos setores agregados, RS, 2008.*

| Setores      | Variação real observada (A) (%) | Variação real potencial (sem estiagem) (B) (%) | Diferença (B)-(A) (%) | Contribuição na diferença de crescimento do PIB |
|--------------|---------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| Agropecuária | -8,4                            | 0,8                                            | 9,2                   | 1,0                                             |
| Indústria    | 6,7                             | 9,5                                            | 2,8                   | 0,8                                             |
| Serviços     | 4,6                             | 5,1                                            | 0,5                   | 0,3                                             |
| PIB          | 3,8                             | 5,9                                            | 2,1                   | 2,1                                             |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

#### ✓ Procedimentos Gerais dos Estudos Hidrológicos – Variáveis de Análise

Em que pese esta seção ser detalhada em outro capítulo específico do presente contrato, cabe aqui uma abordagem geral que serve para verificar as principais variáveis, passos e procedimentos para realização da modelagem hidrológica que embasa o cenário hidrológico sem obras no Banhado (C0).

Modelagem esta que empregou o modelo hidrológico, norte-americano, conhecido com HEC-HMS para a simulação da disponibilidade hídrica, sendo realizado um balanço hídrico posteriormente para a avaliação do atendimento das demandas.

Neste sentido, abaixo serão apresentados os principais elementos considerados por este enfoque, são eles:

- $Q_{(t)}$  = vazão no trecho x do curso d'água, no período t.
- $Q_{ref(t)}$  = vazão de referência no período t, em determinado trecho.
- $Q_{max(t)}$  = vazão máxima outorgável no período t, em determinado trecho.
- $Q_{eco(t)}$  = vazão mínima remanescente para manutenção da qualidade d'água e ecossistemas dependentes do curso d'água, no período t, em determinado trecho.
- $Q_{demAgr(t)}$  = vazão de demanda agrícola, no período t, no trecho.
- $Q_{demAP(t)}$  = vazão de abastecimento público, no período t, no trecho.
- $V_{resTotal}$  = volume total de todos açudes particulares no trecho e a montante.
- $V_{res(t)}$  = volume atual dos açudes em determinado período.

As séries hidrológicas obtidas no modelo foram estendidas a partir de um método de *bootstrapping* de 50 anos para 300 anos, observando-se a distribuição estatística mensal.

Para todos os trechos analisados no modelo hidrológico a relação demandas x vazão disponível foi analisada considerando-se:

- Prioridade 1: manutenção da vazão remanescente mínima, estipulada em 50% x  $Q_{90}$ ;
- Prioridade 2: abastecimento público e dessedentação animal;
- Prioridade 3: demais demandas (basicamente irrigação do arroz).

A vazão remanescente mínima foi determinada a partir das vazões de referência mensais e não anuais. Já a demanda de abastecimento público foi considerada fixa.

A demanda de irrigação foi contabilizada a partir de uma curva de consumo. A vazão base considerada foi de 1,17 l/s/ha com coeficientes de consumo entre 16% e 100% no período da safra de arroz (ver Quadro 89).

A partir destes valores o consumo por safra totaliza 10.000 m<sup>3</sup>/ha. Os açudes particulares foram considerados como cheios (100% da capacidade) no início de cada safra.

*Quadro 89 - Coeficientes de Consumo Adotados.*

| COEFICIENTES |    | c    |
|--------------|----|------|
| JAN          | 1  | 0,66 |
| FEV          | 2  | 0,33 |
| MAR          | 3  | 0,16 |
| ABR          | 4  | 0,05 |
| MAI          | 5  | 0,05 |
| JUN          | 6  | 0,05 |
| JUL          | 7  | 0,05 |
| AGO          | 8  | 0,05 |
| SET          | 9  | 0,16 |
| OUT          | 10 | 0,33 |
| NOV          | 11 | 1,00 |
| DEZ          | 12 | 0,66 |

*Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí*

A partir dos dados diários foram analisados os atendimentos do abastecimento público (prioritário) e de irrigação.

As falhas de atendimento para abastecimento público ocorrem quando:

$$Q(t) - Q_{\text{eco}}(t) < Q_{\text{demAP}}(t)$$

Considera-se assim um sistema em que a gestão permita a priorização efetiva das demandas de abastecimento público (um sistema real provavelmente não operará desta forma).

As falhas de abastecimento para a irrigação devem levar em conta a capacidade estimada dos açudes, ou seja, uma vazão diária menor que a demanda não representa uma falha. De tal forma foi realizado um balanço dos volumes de açudes por trecho quando era necessária sua utilização.

Se:

$Q(t) - Q_{eco}(t) - Q_{demAP}(t) < Q_{demAgr}(t) \rightarrow$  a vazão do curso d'água não atende, é necessária utilização de açudes.

Então:

$V_{res(t)} = V_{res(t-1)} - Q_{demAgr}(t) \cdot \Delta t \rightarrow$  estimativa de volumes remanescentes nos reservatórios para cada período analisado ( $\Delta t = 24$  hrs).

Se em qualquer momento  $V_{res(t)} = 0$  existe falha no atendimento para irrigação. Todo volume demandado após isto é uma falha de atendimento. Desta forma, no final de cada safra foi avaliado o volume deficitário considerando-se que puderam ser realizadas retiradas além do  $V_{res(t)} = 0$  (apenas um artifício numérico, sem sentido físico).

A área de arroz não atendida é função do volume-déficit e do consumo por safra estimado (10.000 m<sup>3</sup>/ha). Área de irrigação não atendida por safra (ha) =  $V_{res}(\text{final da safra})/10.000 \text{ m}^3$

Finalmente, foi considerada uma relação linear e independente do período de ocorrência entre o volume déficit e a perda na safra de arroz.

### 3.6.2. Resultados Consolidados dos Modelos

Nos três itens abaixo se apresentam os resultados dos modelos estudados e que visam mensurar o efeito da estiagem para os municípios da Bacia do Rio Gravataí.

Entretanto, para o cenário de “referência” ou de comparação, nota-se ao longo da síntese dos trabalhos e nas suas conclusões a dificuldade existente na aplicação de técnicas matemáticas e estatísticas em encontrar valores exatos para o objetivo proposto.

Já os resultados expressos para o cenário hidrológico sem obras no Banhado (C0) são apresentados de forma direta.

#### ✓ **Resultados Modelo Colombo e Pessoa**

A ocorrência de eventos recorrentes de estiagem implica um ônus econômico extremamente alto, em especial para populações mais pobres e vulneráveis a esses eventos.

No caso do Rio Grande do Sul, estimou-se que a ocorrência de estiagem gera uma redução de **9,2 pontos percentuais (9,2%)** na variação do produto per capita dos municípios, em média, após controle para diversas outras variáveis que podem afetar a variação do PIB.

A não aleatoriedade das regiões geográficas constantemente atingidas implica pelas secas gera uma pressão para que desigualdades regionais de renda sejam mantidas e até mesmo acentuadas.

Dentre essas regiões, destacam-se as fronteiras noroeste, oeste e sul, historicamente já menos desenvolvidas.

Entende-se que este trabalho tenha contribuído para a literatura empírica sobre os efeitos de estiagens no Rio Grande do Sul, fomentando discussões sobre a gestão da escassez de chuvas que frequentemente assola o Estado.

Muitas questões ainda permanecem sem respostas e abrem espaço para estudos futuros sobre o tema – a exemplo os efeitos das despesas de capital públicas e privadas, os investimentos em educação, investimentos em irrigação e acesso a crédito direcionado para recursos hídricos no campo.

Além disso, há também efeitos migratórios que estão associados aos eventos recorrentes de estiagem.

Finalmente, estudos futuros poderão lidar com o potencial problema de endogeneidade na variável dependente: os municípios, assim que reconhecida a emergência ou estado de calamidade pública junto à Defesa Civil, fazem jus a recursos e benefícios dos Governos Federal e Estadual, caracterizando-se em um forte incentivo para que os municípios sempre demonstrem estar sofrendo prejuízos com a estiagem.

De maneira geral, os resultados deste trabalho fortalecem a necessidade de incremento de políticas públicas que tornem a economia gaúcha menos vulnerável às oscilações climáticas, agenda esta que deve ser prioritária para o desenvolvimento econômico e social do RS nas próximas décadas.

#### ✓ **Resultados Modelo Focchezatto e Grando**

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da estiagem de 2008 sobre a economia do Rio Grande do Sul.

A análise não se deteve apenas nos efeitos da estiagem sobre o setor primário e abordou o tema de forma sistêmica levando em conta o agronegócio como um todo e os demais setores econômicos através de um modelo multisetorial, construído a partir da matriz de insumo- produto do Rio Grande do Sul.

Os resultados indicam que, caso não tivesse havido estiagem em 2008, o Produto Interno Bruto gaúcho poderia ter crescido **2,1 pontos percentuais (2,1%)** a mais que a taxa observada (3,8%), alcançando o patamar de 5,9%.

Além disso, foi possível verificar que mais da metade dos efeitos da estiagem ocorrem fora da agropecuária, ou seja, 52% dos efeitos recaem sobre a indústria e os serviços. Isso mostra a vantagem em se adotar uma abordagem sistêmica quando se analisa a importância econômica desse e de outros setores.

Levando-se em conta as interligações que o setor possui na matriz produtiva, foi possível verificar que os segmentos mais dependentes de matérias-primas agrícolas, os que estão a jusante do agronegócio, foram os que mais sofreram com a estiagem.

No entanto, em maior ou menor grau, todos os setores da economia acabam sendo influenciados pela estiagem, de forma indireta ou induzida.

Por fim, os resultados permitem reafirmar que a incidência de estiagem é um fator fundamental na definição do desempenho da economia do Rio Grande do Sul.

O problema é que se trata de um evento exógeno e aleatório e, portanto, exige esforços no sentido de minimizar seus efeitos.

Uma das melhores alternativas é a difusão da prática da irrigação, já está sendo executada tendo sido, inclusive, criada em governos estaduais anteriores uma secretaria especial para essa finalidade.

Embora seus efeitos devam ser gradativos, esta é uma opção absolutamente necessária para uma economia fortemente dependente do agronegócio, com uma rede de pequenas e médias cidades dispersas em seu espaço geográfico.

✓ **Resultados Modelagem Hidrológica para Avaliação do Déficit Hídrico**

Os resultados desta simulação pelo modelo hidrológico HEC-HMS e posterior balanço hídrico apresentam os seguintes resultados de déficit para o abastecimento público (Ver Quadro 90, Figura 24 e Figura 25):

*Quadro 90 - Déficit no Abastecimento Público - período base.*

| <b>Resultados</b>              |                |                                   |                                |
|--------------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| <b>Captação</b>                | <b>Déficit</b> | <b>Vazão Captada (m³/s)</b>       | <b>Déficit Volume (m³/ano)</b> |
| Captação ETA Glorinha          | 3,14%          | 0,01                              | 14.051,53                      |
| Captação ETA Viamão            | 2,54%          | 0,41                              | 324.657,64                     |
| Captação ETA Passo dos Negros  | 1,24%          | 0,11                              | 44.303,45                      |
| Captação ETA Alvorada          | 2,25%          | 1,32                              | 933.516,95                     |
| <b>Total</b>                   |                |                                   | <b>1.316.529,57</b>            |
| <b>Parâmetros Operacionais</b> |                | <b>l/hab/dia</b>                  | <b>m³/hab/ano</b>              |
|                                |                | 144,00                            | 52,56                          |
| <b>Modelagem Econômica</b>     |                | <b>Habitante Não Atendido Ano</b> |                                |
|                                |                | <b>25.048,13</b>                  |                                |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

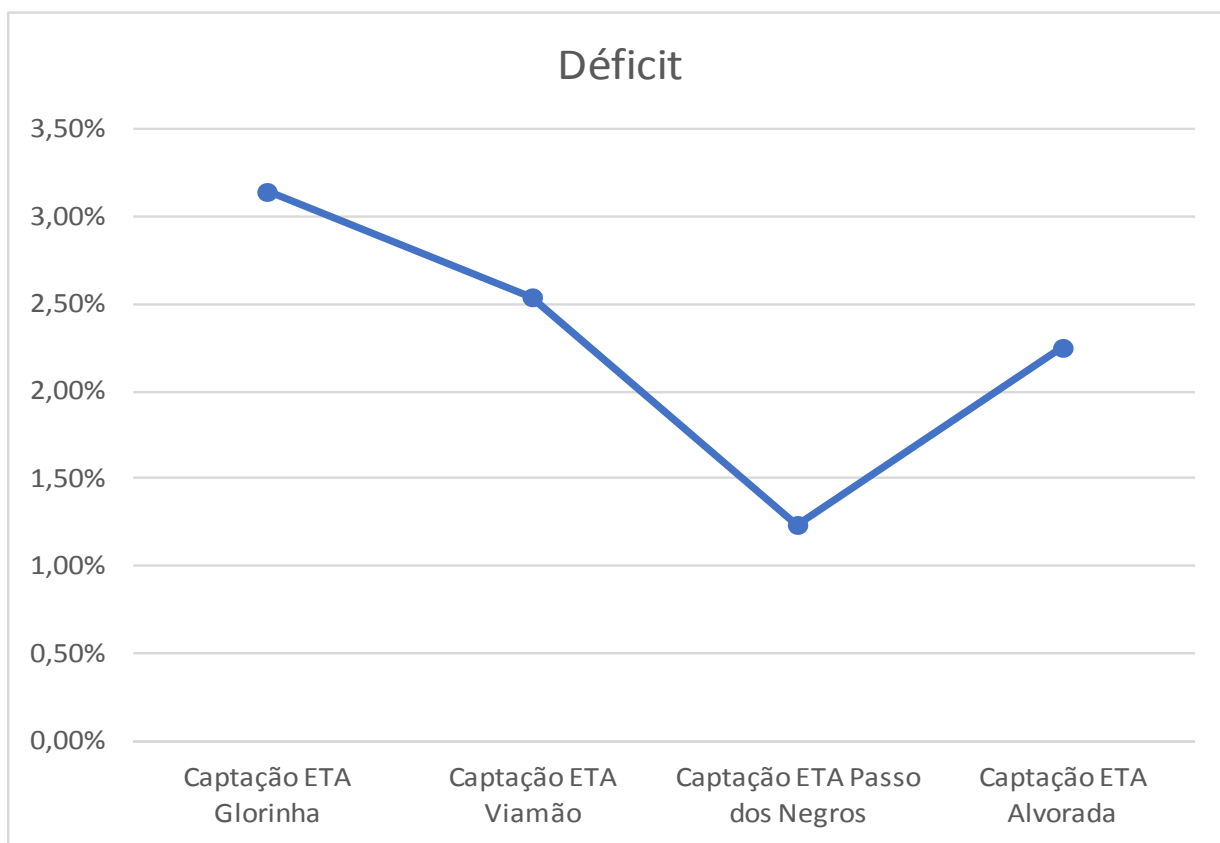


Figura 24 - Déficit Hídrico em termos percentuais nas Captações de Água da Bacia  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

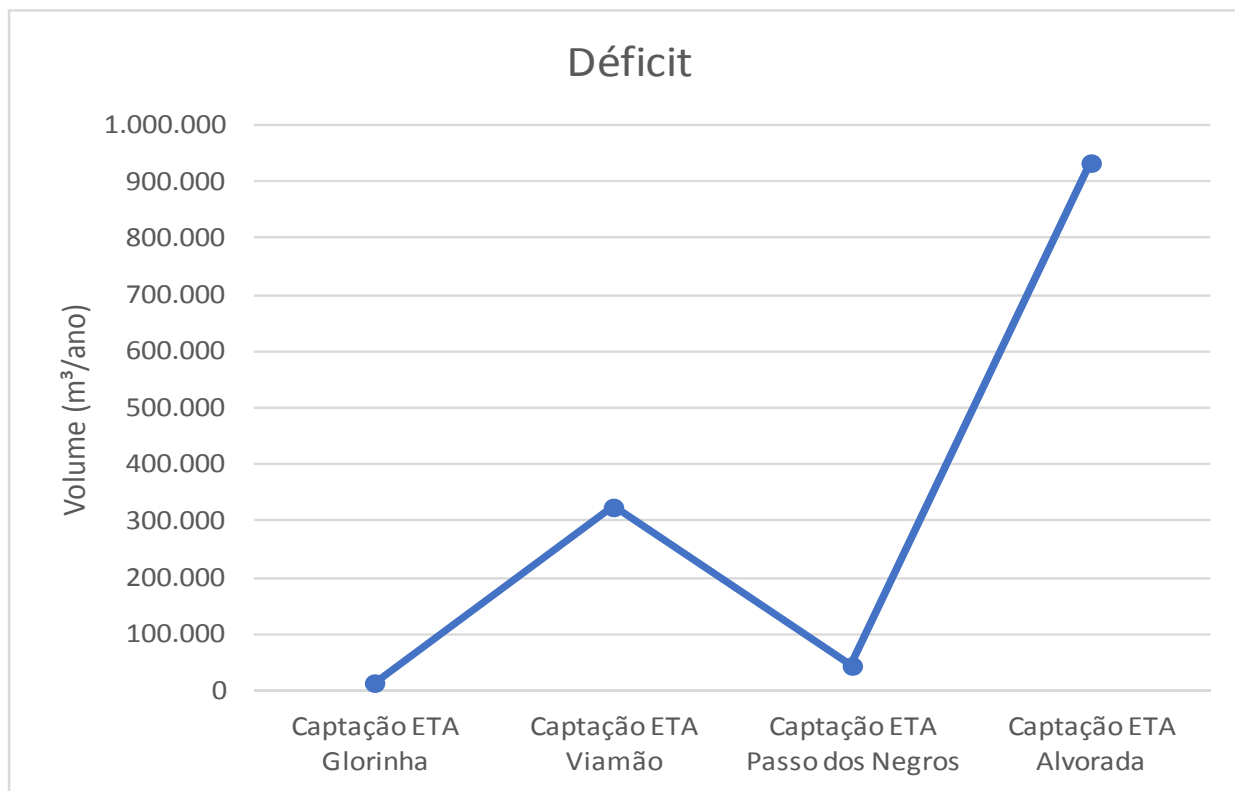


Figura 25 - Déficit Hídrico em termos volumétricos nas Captações de Água da Bacia  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### 3.6.3. Aspectos para Mensuração dos Impactos da Estiagem da Bacia

Após o estudo dos modelos acima foram desenvolvidos dois cenários com características descritas abaixo e onde, também, são apresentados os seus resultados.

✓ **Cenário de Referência, Controle ou Comparação (mensuração do impacto do PIB)**

Para este cenário, organizou-se uma base de dados com os PIBs municipais, da área de influência direta do projeto, para o ano de 2014, utilizando dados da Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul – FEE/RS e ponderaram-se os valores encontrados pela população do município residente na Bacia estudada.

Em sequência, aplicou-se a média das variações percentuais anuais dos efeitos da estiagem encontradas nos estudos de Colombo e Pessoa (2013) e Fochezatto e Grando (2009), respectivamente de 9,2% e 2,1% a.a..

Desta operação se obteve valores dos PIBs municipais a serem projetados para 30 anos (Quadro 91), sempre considerando a ocorrência da estiagem a cada dois anos, como sugere a literatura.

*Quadro 91 - Efeito da Estiagem no PIB municipal - período base.*

| <b>Município</b>          | <b>PIB, a preços correntes</b> |
|---------------------------|--------------------------------|
| Alvorada                  | R\$ 123.620.587,50             |
| Cachoeirinha              | R\$ 338.988.132,76             |
| Canoas                    | R\$ 172.454.733,44             |
| Glorinha                  | R\$ 18.081.554,40              |
| Gravataí                  | R\$ 606.046.518,71             |
| Porto Alegre              | R\$ 1.005.879.427,39           |
| Santo Antônio da Patrulha | R\$ 45.041.713,59              |
| Taquara                   | R\$ 2.645.407,66               |
| Viamão                    | R\$ 145.673.026,66             |
| <b>Total</b>              | <b>R\$ 2.730.368.796,72</b>    |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

O valor produzido pela operação descrita de R\$ 2.730.368.796,72 (dois bilhões, setecentos e trinta milhões, trezentos e sessenta e nove mil reais) foi projetada, para os anos de ocorrência de estiagem, levando em consideração cenários de crescimento do PIB brasileiro aceitos pela Empresa de Pesquisa Elétrica – EPE, para 2016 – 2020, de 1,4% a.a., fruto de pesquisas realizadas junto a base de dados do Fundo Monetário Internacional – FMI e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Finalmente, o fluxo monetário de 30 anos, no valor presente de mais de **R\$ 8,4 bilhões**, descontado pela taxa indicada no TR de 12% a.a., relativo ao efeito da estiagem nos PIBs municipais, podem ser verificados no Quadro 92 apresentada em sequência.

Quadro 92 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia de Estudo: Cenário de Referência.

| ANO | FLUXO ECONOMICO - CUSTOS ESTIAGEM |                                           |
|-----|-----------------------------------|-------------------------------------------|
|     | NOMINAL PROJETADO                 | $VF = VP \cdot (1+i)^n$<br>VALOR PRESENTE |
| 1   | R\$ 2.730.368.796,72              | R\$ 2.437.829.282,79                      |
| 2   | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 3   | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 4   | R\$ 2.768.593.959,88              | R\$ 1.759.491.513,26                      |
| 5   | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 6   | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 7   | R\$ 2.807.354.275,32              | R\$ 1.269.904.503,61                      |
| 8   | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 9   | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 10  | R\$ 2.846.657.235,17              | R\$ 916.547.443,47                        |
| 11  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 12  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 13  | R\$ 2.886.510.436,46              | R\$ 661.513.691,58                        |
| 14  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 15  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 16  | R\$ 2.926.921.582,57              | R\$ 477.444.312,63                        |
| 17  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 18  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 19  | R\$ 2.967.898.484,73              | R\$ 344.593.127,20                        |
| 20  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 21  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 22  | R\$ 3.009.449.063,51              | R\$ 248.708.425,61                        |
| 23  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 24  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 25  | R\$ 3.051.581.350,40              | R\$ 179.504.105,24                        |
| 26  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 27  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 28  | R\$ 3.094.303.489,31              | R\$ 129.556.221,19                        |
| 29  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |
| 30  | R\$ -                             | R\$ 0,00                                  |

**VPL**

**Σ VP**

**R\$ 8.425.092.626,59**

**R\$ 8.425.092.626,59**

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

✓ **Cenário Hidrológico sem Obras no Banhado (C0)**

Basicamente visa à mensuração do impacto do déficit hídrico no abastecimento da população na Bacia e será o cenário considerado para efeito de viabilidade econômica, considerando 50% da vazão de referência  $Q_{90\%}$  como vazão máxima outorgável e sem considerar obras no Banhado Grande.

Este cenário foi organizado a partir dos dados do Quadro 90 oriunda da simulação do déficit hídrico realizado pelo modelo HEC-HMS e posterior balanço hídrico. Neste sentido, foram considerados dados das captações de água, presentes na Bacia do Rio Gravataí, e seu déficit médio anual com a expansão da série histórica de 50 anos para 300 anos.

Da mesma forma, se salienta que o consumo per capta/dia (144 l/dia) foi obtido a partir de informações do DMAE (Departamento de Água e Esgoto de Porto Alegre) e que desta simulação, se obteve um déficit para o abastecimento de 25.048 pessoas/ano para o ano final do **Cenário 0**.

Ainda, para este cenário, foi utilizada a mesma base de dados dos PIBs municipais do cenário de referência, ou seja, foram utilizados dados (de 2014) da Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul – FEE/RS e para a valoração econômica foi utilizado o PIB per capta médio de R\$ 29.199,14 dos seguintes municípios pertencentes à Bacia do Rio Gravataí, são eles: Alvorada, Glorinha, Gravataí, Porto Alegre, Santo Antônio da Patrulha e Viamão.

Destas variáveis se obteve o produto anual, em valores (R\$), do déficit hídrico da população, não atendida, para o último ano do cenário hidrológico sem obras no Banhado (C0) e foi projetado para 30 anos.

Cabe destacar, que o valor anual final da operação descrita foi de R\$ 731.383.731,33 (setecentos e trinta e um milhões, trezentos e oitenta e três mil reais) e que foi utilizado anualmente para os períodos anteriores da série, levando em consideração uma perspectiva de crescimento da população brasileira aceitos pela Empresa de Pesquisa Elétrica – EPE, para 2016 - 2021 de 0,60% a.a. e 2021 - 2026 de 0,50% a.a.

Finalmente, o fluxo monetário de 30 anos, no valor presente de mais de 5,3 bilhões de reais, descontado pela taxa indicada no TR de 12% a.a., relativo ao efeito da estiagem para o abastecimento humano, podem ser verificados no Quadro 93 apresentada em sequência.

**Quadro 93 - Fluxo Econômico do Déficit Hídrico para a População da Bacia: Cenário Zero de Projeto.**

| ANO | FLUXO ECONOMICO - CUSTOS ESTIAGEM |                                   |
|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|
|     | NOMINAL PROJETADO                 | VF = VP.(1+i)^n<br>VALOR PRESENTE |
| 1   | R\$ 629.261.492,02                | R\$ 561.840.617,87                |
| 2   | R\$ 633.059.851,13                | R\$ 504.671.437,44                |
| 3   | R\$ 636.881.137,95                | R\$ 453.319.414,20                |
| 4   | R\$ 640.725.490,90                | R\$ 407.192.632,76                |
| 5   | R\$ 644.593.049,19                | R\$ 365.759.407,12                |
| 6   | R\$ 648.483.952,91                | R\$ 328.542.152,13                |
| 7   | R\$ 651.742.666,24                | R\$ 294.815.283,68                |
| 8   | R\$ 655.017.755,02                | R\$ 264.550.685,28                |
| 9   | R\$ 658.309.301,53                | R\$ 237.392.933,67                |
| 10  | R\$ 661.617.388,47                | R\$ 213.023.091,95                |
| 11  | R\$ 664.942.098,96                | R\$ 191.154.964,06                |
| 12  | R\$ 668.283.516,55                | R\$ 171.531.733,72                |
| 13  | R\$ 671.641.725,17                | R\$ 153.922.948,42                |
| 14  | R\$ 675.016.809,22                | R\$ 138.121.813,01                |
| 15  | R\$ 678.408.853,48                | R\$ 123.942.761,14                |
| 16  | R\$ 681.817.943,20                | R\$ 111.219.275,97                |
| 17  | R\$ 685.244.164,02                | R\$ 99.801.934,65                 |
| 18  | R\$ 688.687.602,03                | R\$ 89.556.653,49                 |
| 19  | R\$ 692.148.343,75                | R\$ 80.363.113,32                 |
| 20  | R\$ 695.626.476,13                | R\$ 72.113.346,48                 |
| 21  | R\$ 699.122.086,56                | R\$ 64.710.468,85                 |
| 22  | R\$ 702.635.262,88                | R\$ 58.067.542,04                 |
| 23  | R\$ 706.166.093,34                | R\$ 52.106.552,44                 |
| 24  | R\$ 709.714.666,68                | R\$ 46.757.495,01                 |
| 25  | R\$ 713.281.072,04                | R\$ 41.957.551,16                 |
| 26  | R\$ 716.865.399,03                | R\$ 37.650.351,00                 |
| 27  | R\$ 720.467.737,72                | R\$ 33.785.311,38                 |
| 28  | R\$ 724.088.178,61                | R\$ 30.317.041,80                 |
| 29  | R\$ 727.726.812,68                | R\$ 27.204.811,38                 |
| 30  | R\$ 731.383.731,33                | R\$ 24.412.070,51                 |

**VPL**

**Σ VP**

**R\$ 5.279.805.395,95**

**R\$ 5.279.805.395,95**

*Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí*

### 3.6.4. Cenários Alternativos

Neste item de análise dos Cenários alternativos, a valoração dos cenários de estiagem terão as seguintes características, a saber: (a) um cenário de referência, ou cenário hidrológico sem obras no banhado (C0) (de manutenção da situação atual) que busca, através de estudos de déficit do abastecimento de água para a população de estudo, valorar em termos monetários este déficit e (b) estabelecer cinco (5) cenários com alteração da vazão máxima outorgável, além da inclusão das obras no banhado que buscam valores monetários ao evento da estiagem com influência das atividades pretendidas nas ações de engenharia e meio ambiente projetadas.

Para atingir o objetivo expresso a acima, serão utilizadas as mesmas metodologias apresentadas no item **Erro! Fonte de referência não encontrada. - Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste relatório.

✓ **Resultados Modelagem Hidrológica para Avaliação do Déficit Hídrico**

Os resultados da simulação pelo modelo hidrológico HEC-HMS apresentam os seguintes resultados de déficit para o abastecimento público em cenários da área de projeto.:

- Déficit no Cenário Hidrológico C0 sem Obras no Banhado Grande
- Déficits nos Cenários Hidrológicos Alternativos que variam a vazão máxima outorgável com a implementação das Obras no Banhado Grande.

Ver Quadro 94 (C0), Quadro 95 (C1, C2, C3, C4 e C5) a seguir.

*Quadro 94 - Déficit no Abastecimento Público - Período base- Cenário 0*

| Resultados                     |         |                                   |                         |
|--------------------------------|---------|-----------------------------------|-------------------------|
| Captação                       | Déficit | Vazão Captada (m³/s)              | Déficit Volume (m³/ano) |
| Captação ETA Glorinha          | 3,14%   | 0,01                              | 14.051,53               |
| Captação ETA Viamão            | 2,54%   | 0,41                              | 324.657,64              |
| Captação ETA Passo dos Negros  | 1,24%   | 0,11                              | 44.303,45               |
| Captação ETA Alvorada          | 2,25%   | 1,32                              | 933.516,95              |
| <b>Total</b>                   |         |                                   | <b>1.316.529,57</b>     |
| <b>Parâmetros Operacionais</b> |         | <b>l/hab/dia</b>                  | <b>m³/hab/ano</b>       |
|                                |         | 144,00                            | 52,56                   |
| <b>Modelagem Econômica</b>     |         | <b>Habitante Não Atendido Ano</b> |                         |
|                                |         | <b>25.048,13</b>                  |                         |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 95 - Resultados População Impactada: Déficit no Abastecimento Público Cenários 1 até 5*

| Cenários                       | Déficit Habitante |
|--------------------------------|-------------------|
|                                | (hab/ano)         |
| <b>Cenário 1</b> - 50% da Q90% | 21.760            |
| <b>Cenário 2</b> - 40% da Q90% | 45.317            |
| Cenário 3 - 60% da Q90%        | 12.390            |
| Cenário 4 - 65% da Q90%        | 8.298             |
| Cenário 5 - 70% da Q90%        | 4.456             |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### 3.6.5. Cenários para Mensuração dos Impactos da Estiagem na Bacia

Após o estudo dos modelos de estiagem e cenários populacionais oriundos de modelagem de déficit hídrico, nos municípios da Bacia do Rio Gravataí, apresentados acima, foram desenvolvidos fluxos econômicos relacionados e com as seguintes características:

- a) organizou-se uma base de dados com os PIB's municipais, da área de influência direta do projeto, para o ano de 2015, utilizando dados da Fundação de Economia e Estatística do Rio Grande do Sul – FEE/RS;
- b) estabeleceram-se os valores do impacto de estiagem, pela média dos valores dos trabalhos sobre estiagem da FEE/RS;
- c) estabeleceu-se as estimativas populacionais (2016) dos municípios de projeto<sup>22</sup>;
- d) produziram-se os valores monetários da estiagem para área do projeto;
- e) multiplicaram-se os valores obtidos do item anterior (d) pelos resultados populacionais oriundos do modelo hidrológico HEC-HMS; e
- f) projetaram-se cenários da valoração monetária do efeito da estiagem, levando em conta taxas de crescimento do PIB aceitos pela Empresa de Pesquisa Elétrica – EPE, para 2016 – 2020, fruto de pesquisas realizadas junto a base de dados do Fundo Monetário Internacional – FMI e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Em sequência, no Quadro 96 são apresentadas as variáveis por cenário considerado.

---

<sup>22</sup> Disponível em: <https://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios/>

*Quadro 96 - Parâmetros Metodológicos*

| Município                 | Produto Interno Bruto - Sem Estiagem (FEE-2015) | Produto Interno Bruto - Com Estiagem (Taxa de Impacto de 5,65%) | Prejuízo Total sobre o PIB | População - Estimativa FEE 2016 | Prejuízo da Estiagem per capita |
|---------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Alvorada                  | R\$ 2.345.100.880                               | R\$ 2.212.602.680                                               | R\$ 132.498.200            | 211.082                         | R\$ 627,71                      |
| Cachoeirinha              | R\$ 5.983.056.759                               | R\$ 5.645.014.052                                               | R\$ 338.042.707            | 130.255                         | R\$ 2.595,24                    |
| Canoas                    | R\$ 16.244.020.902                              | R\$ 15.326.233.721                                              | R\$ 917.787.181            | 352.097                         | R\$ 2.606,63                    |
| Glorinha                  | R\$ 358.268.357                                 | R\$ 338.026.195                                                 | R\$ 20.242.162             | 7.471                           | R\$ 2.709,43                    |
| Gravataí                  | R\$ 9.730.603.904                               | R\$ 9.180.824.783                                               | R\$ 549.779.121            | 274.329                         | R\$ 2.004,09                    |
| Porto Alegre              | R\$ 68.117.224.432                              | R\$ 64.268.601.252                                              | R\$ 3.848.623.180          | 1.479.277                       | R\$ 2.601,69                    |
| Santo Antônio da Patrulha | R\$ 1.063.058.966                               | R\$ 1.002.996.134                                               | R\$ 60.062.832             | 42.934                          | R\$ 1.398,96                    |
| Viamão                    | R\$ 3.238.813.529                               | R\$ 3.055.820.565                                               | R\$ 182.992.964            | 252.287                         | R\$ 725,34                      |
| <b>TOTAL</b>              | <b>R\$ 107.080.147.729</b>                      | <b>R\$ 101.030.119.382</b>                                      | <b>R\$ 6.050.028.347</b>   | <b>2.749.732</b>                | <b>R\$ 2.200,22</b>             |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### 3.6.6. Resultados dos Impactos da Estiagem na Bacia

Após os procedimentos adotados no item anterior foram realizados cenários, para o horizonte de projeto, com variações de impacto nas questões hidrológicas, de engenharia e meio ambiente, definidas no âmbito do contrato.

Neste sentido, do Quadro 97 ao Quadro 102, são apresentados os fluxos econômicos anuais resultantes das simulações, em valores nominais, valores presentes (VP) e em VPL (Valor Presente Líquido), considerando uma taxa de desconto de 12% a.a..

*Quadro 97 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia - Cenário 0 – SEM PROJETO.*

| Taxa de Crescimento - %a.a. | Ano  | Ano de Projeto | Eventos de Estiagem       | Valor Presente - 12%a.a. |
|-----------------------------|------|----------------|---------------------------|--------------------------|
| 0,60%                       | 2018 | 1              | R\$ 47.511.813            | R\$ 42.421.262           |
| 0,60%                       | 2019 | 2              | R\$ 47.798.605            | R\$ 38.104.755           |
| 0,60%                       | 2020 | 3              | R\$ 48.087.127            | R\$ 34.227.467           |
| 0,50%                       | 2021 | 4              | R\$ 48.377.392            | R\$ 30.744.707           |
| 0,50%                       | 2022 | 5              | R\$ 48.620.494            | R\$ 27.588.574           |
| 0,50%                       | 2023 | 6              | R\$ 48.864.818            | R\$ 24.756.438           |
| 0,50%                       | 2024 | 7              | R\$ 49.110.370            | R\$ 22.215.037           |
| 0,50%                       | 2025 | 8              | R\$ 49.357.156            | R\$ 19.934.527           |
| 0,50%                       | 2026 | 9              | R\$ 49.605.182            | R\$ 17.888.126           |
| 0,50%                       | 2027 | 10             | R\$ 49.854.454            | R\$ 16.051.800           |
| 0,50%                       | 2028 | 11             | R\$ 50.104.979            | R\$ 14.403.984           |
| 0,50%                       | 2029 | 12             | R\$ 50.356.763            | R\$ 12.925.327           |
| 0,50%                       | 2030 | 13             | R\$ 50.609.812            | R\$ 11.598.463           |
| 0,50%                       | 2031 | 14             | R\$ 50.864.133            | R\$ 10.407.809           |
| 0,50%                       | 2032 | 15             | R\$ 51.119.731            | R\$ 9.339.384            |
| 0,50%                       | 2033 | 16             | R\$ 51.376.614            | R\$ 8.380.639            |
| 0,50%                       | 2034 | 17             | R\$ 51.634.788            | R\$ 7.520.315            |
| 0,50%                       | 2035 | 18             | R\$ 51.894.260            | R\$ 6.748.308            |
| 0,50%                       | 2036 | 19             | R\$ 52.155.035            | R\$ 6.055.553            |
| 0,50%                       | 2037 | 20             | R\$ 52.417.120            | R\$ 5.433.913            |
| 0,50%                       | 2038 | 21             | R\$ 52.680.523            | R\$ 4.876.089            |
| 0,50%                       | 2039 | 22             | R\$ 52.945.249            | R\$ 4.375.528            |
| 0,50%                       | 2040 | 23             | R\$ 53.211.306            | R\$ 3.926.353            |
| 0,50%                       | 2041 | 24             | R\$ 53.478.699            | R\$ 3.523.289            |
| 0,50%                       | 2042 | 25             | R\$ 53.747.436            | R\$ 3.161.602            |
| 0,50%                       | 2043 | 26             | R\$ 54.017.524            | R\$ 2.837.044            |
| 0,50%                       | 2044 | 27             | R\$ 54.288.969            | R\$ 2.545.804            |
| 0,50%                       | 2045 | 28             | R\$ 54.561.778            | R\$ 2.284.462            |
| 0,50%                       | 2046 | 29             | R\$ 54.835.957            | R\$ 2.049.948            |
| 0,50%                       | 2047 | 30             | R\$ 55.111.515            | R\$ 1.839.508            |
| <b>Total</b>                |      |                | <b>R\$ 398.166.015,16</b> | <b>R\$ 398.166.015</b>   |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 98 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia - Cenário 1 – 50% da Q<sub>90%</sub>.**

| Taxa de Crescimento - %a.a. | Ano  | Ano de Projeto | Eventos de Estiagem       | Valor Presente - 12%a.a. |
|-----------------------------|------|----------------|---------------------------|--------------------------|
| 0,60%                       | 2018 | 1              | R\$ 41.274.365            | R\$ 36.852.111           |
| 0,60%                       | 2019 | 2              | R\$ 41.523.506            | R\$ 33.102.284           |
| 0,60%                       | 2020 | 3              | R\$ 41.774.150            | R\$ 29.734.015           |
| 0,50%                       | 2021 | 4              | R\$ 42.026.308            | R\$ 26.708.479           |
| 0,50%                       | 2022 | 5              | R\$ 42.237.496            | R\$ 23.966.689           |
| 0,50%                       | 2023 | 6              | R\$ 42.449.744            | R\$ 21.506.362           |
| 0,50%                       | 2024 | 7              | R\$ 42.663.060            | R\$ 19.298.602           |
| 0,50%                       | 2025 | 8              | R\$ 42.877.447            | R\$ 17.317.482           |
| 0,50%                       | 2026 | 9              | R\$ 43.092.912            | R\$ 15.539.736           |
| 0,50%                       | 2027 | 10             | R\$ 43.309.459            | R\$ 13.944.487           |
| 0,50%                       | 2028 | 11             | R\$ 43.527.094            | R\$ 12.513.000           |
| 0,50%                       | 2029 | 12             | R\$ 43.745.823            | R\$ 11.228.463           |
| 0,50%                       | 2030 | 13             | R\$ 43.965.652            | R\$ 10.075.793           |
| 0,50%                       | 2031 | 14             | R\$ 44.186.585            | R\$ 9.041.451            |
| 0,50%                       | 2032 | 15             | R\$ 44.408.628            | R\$ 8.113.290            |
| 0,50%                       | 2033 | 16             | R\$ 44.631.787            | R\$ 7.280.411            |
| 0,50%                       | 2034 | 17             | R\$ 44.856.067            | R\$ 6.533.032            |
| 0,50%                       | 2035 | 18             | R\$ 45.081.474            | R\$ 5.862.376            |
| 0,50%                       | 2036 | 19             | R\$ 45.308.015            | R\$ 5.260.568            |
| 0,50%                       | 2037 | 20             | R\$ 45.535.693            | R\$ 4.720.538            |
| 0,50%                       | 2038 | 21             | R\$ 45.764.516            | R\$ 4.235.946            |
| 0,50%                       | 2039 | 22             | R\$ 45.994.488            | R\$ 3.801.100            |
| 0,50%                       | 2040 | 23             | R\$ 46.225.616            | R\$ 3.410.894            |
| 0,50%                       | 2041 | 24             | R\$ 46.457.906            | R\$ 3.060.745            |
| 0,50%                       | 2042 | 25             | R\$ 46.691.362            | R\$ 2.746.540            |
| 0,50%                       | 2043 | 26             | R\$ 46.925.992            | R\$ 2.464.591            |
| 0,50%                       | 2044 | 27             | R\$ 47.161.801            | R\$ 2.211.586            |
| 0,50%                       | 2045 | 28             | R\$ 47.398.795            | R\$ 1.984.553            |
| 0,50%                       | 2046 | 29             | R\$ 47.636.980            | R\$ 1.780.826            |
| 0,50%                       | 2047 | 30             | R\$ 47.876.362            | R\$ 1.598.014            |
| <b>Total</b>                |      |                | <b>R\$ 345.893.962,15</b> | <b>R\$ 345.893.962</b>   |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 99 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia - Cenário 2 – 40% da Q<sub>90%</sub>..**

| Taxa de Crescimento - %a.a. | Ano  | Ano de Projeto | Eventos de Estiagem       | Valor Presente - 12%a.a. |
|-----------------------------|------|----------------|---------------------------|--------------------------|
| 0,60%                       | 2018 | 1              | R\$ 85.958.226            | R\$ 76.748.416           |
| 0,60%                       | 2019 | 2              | R\$ 86.477.089            | R\$ 68.939.006           |
| 0,60%                       | 2020 | 3              | R\$ 86.999.083            | R\$ 61.924.229           |
| 0,50%                       | 2021 | 4              | R\$ 87.524.229            | R\$ 55.623.230           |
| 0,50%                       | 2022 | 5              | R\$ 87.964.049            | R\$ 49.913.164           |
| 0,50%                       | 2023 | 6              | R\$ 88.406.079            | R\$ 44.789.271           |
| 0,50%                       | 2024 | 7              | R\$ 88.850.331            | R\$ 40.191.378           |
| 0,50%                       | 2025 | 8              | R\$ 89.296.815            | R\$ 36.065.486           |
| 0,50%                       | 2026 | 9              | R\$ 89.745.543            | R\$ 32.363.142           |
| 0,50%                       | 2027 | 10             | R\$ 90.196.526            | R\$ 29.040.867           |
| 0,50%                       | 2028 | 11             | R\$ 90.649.774            | R\$ 26.059.644           |
| 0,50%                       | 2029 | 12             | R\$ 91.105.301            | R\$ 23.384.462           |
| 0,50%                       | 2030 | 13             | R\$ 91.563.116            | R\$ 20.983.903           |
| 0,50%                       | 2031 | 14             | R\$ 92.023.233            | R\$ 18.829.777           |
| 0,50%                       | 2032 | 15             | R\$ 92.485.661            | R\$ 16.896.784           |
| 0,50%                       | 2033 | 16             | R\$ 92.950.413            | R\$ 15.162.226           |
| 0,50%                       | 2034 | 17             | R\$ 93.417.501            | R\$ 13.605.730           |
| 0,50%                       | 2035 | 18             | R\$ 93.886.935            | R\$ 12.209.019           |
| 0,50%                       | 2036 | 19             | R\$ 94.358.729            | R\$ 10.955.688           |
| 0,50%                       | 2037 | 20             | R\$ 94.832.893            | R\$ 9.831.019            |
| 0,50%                       | 2038 | 21             | R\$ 95.309.441            | R\$ 8.821.805            |
| 0,50%                       | 2039 | 22             | R\$ 95.788.382            | R\$ 7.916.192            |
| 0,50%                       | 2040 | 23             | R\$ 96.269.731            | R\$ 7.103.547            |
| 0,50%                       | 2041 | 24             | R\$ 96.753.499            | R\$ 6.374.324            |
| 0,50%                       | 2042 | 25             | R\$ 97.239.697            | R\$ 5.719.961            |
| 0,50%                       | 2043 | 26             | R\$ 97.728.339            | R\$ 5.132.771            |
| 0,50%                       | 2044 | 27             | R\$ 98.219.436            | R\$ 4.605.861            |
| 0,50%                       | 2045 | 28             | R\$ 98.713.001            | R\$ 4.133.041            |
| 0,50%                       | 2046 | 29             | R\$ 99.209.046            | R\$ 3.708.759            |
| 0,50%                       | 2047 | 30             | R\$ 99.707.584            | R\$ 3.328.032            |
| <b>Total</b>                |      |                | <b>R\$ 720.360.733,87</b> | <b>R\$ 720.360.734</b>   |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

**Quadro 100 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia - Cenário 3 – 60% da Q<sub>90%</sub>.**

| <b>Taxa de Crescimento - %a.a.</b> | <b>Ano</b> | <b>Ano de Projeto</b> | <b>Eventos de Estiagem</b> | <b>Valor Presente - 12%a.a.</b> |
|------------------------------------|------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 0,60%                              | 2018       | 1                     | R\$ 23.501.609             | R\$ 20.983.580                  |
| 0,60%                              | 2019       | 2                     | R\$ 23.643.470             | R\$ 18.848.430                  |
| 0,60%                              | 2020       | 3                     | R\$ 23.786.187             | R\$ 16.930.538                  |
| 0,50%                              | 2021       | 4                     | R\$ 23.929.766             | R\$ 15.207.799                  |
| 0,50%                              | 2022       | 5                     | R\$ 24.050.016             | R\$ 13.646.625                  |
| 0,50%                              | 2023       | 6                     | R\$ 24.170.870             | R\$ 12.245.715                  |
| 0,50%                              | 2024       | 7                     | R\$ 24.292.332             | R\$ 10.988.617                  |
| 0,50%                              | 2025       | 8                     | R\$ 24.414.404             | R\$ 9.860.568                   |
| 0,50%                              | 2026       | 9                     | R\$ 24.537.089             | R\$ 8.848.320                   |
| 0,50%                              | 2027       | 10                    | R\$ 24.660.391             | R\$ 7.939.986                   |
| 0,50%                              | 2028       | 11                    | R\$ 24.784.313             | R\$ 7.124.898                   |
| 0,50%                              | 2029       | 12                    | R\$ 24.908.857             | R\$ 6.393.483                   |
| 0,50%                              | 2030       | 13                    | R\$ 25.034.027             | R\$ 5.737.153                   |
| 0,50%                              | 2031       | 14                    | R\$ 25.159.826             | R\$ 5.148.199                   |
| 0,50%                              | 2032       | 15                    | R\$ 25.286.258             | R\$ 4.619.705                   |
| 0,50%                              | 2033       | 16                    | R\$ 25.413.324             | R\$ 4.145.464                   |
| 0,50%                              | 2034       | 17                    | R\$ 25.541.029             | R\$ 3.719.906                   |
| 0,50%                              | 2035       | 18                    | R\$ 25.669.376             | R\$ 3.338.035                   |
| 0,50%                              | 2036       | 19                    | R\$ 25.798.368             | R\$ 2.995.365                   |
| 0,50%                              | 2037       | 20                    | R\$ 25.928.008             | R\$ 2.687.873                   |
| 0,50%                              | 2038       | 21                    | R\$ 26.058.300             | R\$ 2.411.946                   |
| 0,50%                              | 2039       | 22                    | R\$ 26.189.246             | R\$ 2.164.345                   |
| 0,50%                              | 2040       | 23                    | R\$ 26.320.850             | R\$ 1.942.162                   |
| 0,50%                              | 2041       | 24                    | R\$ 26.453.116             | R\$ 1.742.787                   |
| 0,50%                              | 2042       | 25                    | R\$ 26.586.046             | R\$ 1.563.879                   |
| 0,50%                              | 2043       | 26                    | R\$ 26.719.644             | R\$ 1.403.337                   |
| 0,50%                              | 2044       | 27                    | R\$ 26.853.914             | R\$ 1.259.276                   |
| 0,50%                              | 2045       | 28                    | R\$ 26.988.858             | R\$ 1.130.004                   |
| 0,50%                              | 2046       | 29                    | R\$ 27.124.480             | R\$ 1.014.002                   |
| 0,50%                              | 2047       | 30                    | R\$ 27.260.784             | R\$ 909.908                     |
| <b>Total</b>                       |            |                       | <b>R\$ 196.951.905,30</b>  | <b>R\$ 196.951.905</b>          |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 101 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia de Estudo: Cenário 4 – 65% da Q<sub>90%</sub>..*

| <b>Taxa de Crescimento - %a.a.</b> | <b>Ano</b> | <b>Ano de Projeto</b> | <b>Eventos de Estiagem</b> | <b>Valor Presente - 12%a.a.</b> |
|------------------------------------|------------|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|
| 0,60%                              | 2018       | 1                     | R\$ 15.739.819             | R\$ 14.053.410                  |
| 0,60%                              | 2019       | 2                     | R\$ 15.834.828             | R\$ 12.623.428                  |
| 0,60%                              | 2020       | 3                     | R\$ 15.930.410             | R\$ 11.338.951                  |
| 0,50%                              | 2021       | 4                     | R\$ 16.026.570             | R\$ 10.185.175                  |
| 0,50%                              | 2022       | 5                     | R\$ 16.107.105             | R\$ 9.139.604                   |
| 0,50%                              | 2023       | 6                     | R\$ 16.188.045             | R\$ 8.201.368                   |
| 0,50%                              | 2024       | 7                     | R\$ 16.269.392             | R\$ 7.359.447                   |
| 0,50%                              | 2025       | 8                     | R\$ 16.351.148             | R\$ 6.603.954                   |
| 0,50%                              | 2026       | 9                     | R\$ 16.433.315             | R\$ 5.926.018                   |
| 0,50%                              | 2027       | 10                    | R\$ 16.515.894             | R\$ 5.317.676                   |
| 0,50%                              | 2028       | 11                    | R\$ 16.598.888             | R\$ 4.771.784                   |
| 0,50%                              | 2029       | 12                    | R\$ 16.682.300             | R\$ 4.281.931                   |
| 0,50%                              | 2030       | 13                    | R\$ 16.766.131             | R\$ 3.842.364                   |
| 0,50%                              | 2031       | 14                    | R\$ 16.850.383             | R\$ 3.447.922                   |
| 0,50%                              | 2032       | 15                    | R\$ 16.935.058             | R\$ 3.093.972                   |
| 0,50%                              | 2033       | 16                    | R\$ 17.020.159             | R\$ 2.776.357                   |
| 0,50%                              | 2034       | 17                    | R\$ 17.105.687             | R\$ 2.491.347                   |
| 0,50%                              | 2035       | 18                    | R\$ 17.191.645             | R\$ 2.235.595                   |
| 0,50%                              | 2036       | 19                    | R\$ 17.278.035             | R\$ 2.006.097                   |
| 0,50%                              | 2037       | 20                    | R\$ 17.364.860             | R\$ 1.800.159                   |
| 0,50%                              | 2038       | 21                    | R\$ 17.452.120             | R\$ 1.615.361                   |
| 0,50%                              | 2039       | 22                    | R\$ 17.539.819             | R\$ 1.449.535                   |
| 0,50%                              | 2040       | 23                    | R\$ 17.627.959             | R\$ 1.300.731                   |
| 0,50%                              | 2041       | 24                    | R\$ 17.716.542             | R\$ 1.167.203                   |
| 0,50%                              | 2042       | 25                    | R\$ 17.805.570             | R\$ 1.047.382                   |
| 0,50%                              | 2043       | 26                    | R\$ 17.895.045             | R\$ 939.862                     |
| 0,50%                              | 2044       | 27                    | R\$ 17.984.970             | R\$ 843.380                     |
| 0,50%                              | 2045       | 28                    | R\$ 18.075.347             | R\$ 756.802                     |
| 0,50%                              | 2046       | 29                    | R\$ 18.166.177             | R\$ 679.111                     |
| 0,50%                              | 2047       | 30                    | R\$ 18.257.465             | R\$ 609.396                     |
| <b>Total</b>                       |            |                       | <b>R\$ 131.905.319,63</b>  | <b>R\$ 131.905.320</b>          |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

*Quadro 102 - Fluxo Econômico do Efeito Estiagem na Bacia de Estudo: Cenário 5 – 70% da Q<sub>90%</sub>..*

| Taxa de Crescimento - %a.a. | Ano  | Ano de Projeto | Eventos de Estiagem      | Valor Presente - 12%a.a. |
|-----------------------------|------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| 0,60%                       | 2018 | 1              | R\$ 8.452.233            | R\$ 7.546.637            |
| 0,60%                       | 2019 | 2              | R\$ 8.503.253            | R\$ 6.778.741            |
| 0,60%                       | 2020 | 3              | R\$ 8.554.580            | R\$ 6.088.981            |
| 0,50%                       | 2021 | 4              | R\$ 8.606.218            | R\$ 5.469.407            |
| 0,50%                       | 2022 | 5              | R\$ 8.649.465            | R\$ 4.907.939            |
| 0,50%                       | 2023 | 6              | R\$ 8.692.930            | R\$ 4.404.109            |
| 0,50%                       | 2024 | 7              | R\$ 8.736.613            | R\$ 3.952.000            |
| 0,50%                       | 2025 | 8              | R\$ 8.780.515            | R\$ 3.546.303            |
| 0,50%                       | 2026 | 9              | R\$ 8.824.638            | R\$ 3.182.253            |
| 0,50%                       | 2027 | 10             | R\$ 8.868.983            | R\$ 2.855.575            |
| 0,50%                       | 2028 | 11             | R\$ 8.913.551            | R\$ 2.562.433            |
| 0,50%                       | 2029 | 12             | R\$ 8.958.343            | R\$ 2.299.383            |
| 0,50%                       | 2030 | 13             | R\$ 9.003.360            | R\$ 2.063.338            |
| 0,50%                       | 2031 | 14             | R\$ 9.048.603            | R\$ 1.851.523            |
| 0,50%                       | 2032 | 15             | R\$ 9.094.073            | R\$ 1.661.453            |
| 0,50%                       | 2033 | 16             | R\$ 9.139.772            | R\$ 1.490.895            |
| 0,50%                       | 2034 | 17             | R\$ 9.185.700            | R\$ 1.337.845            |
| 0,50%                       | 2035 | 18             | R\$ 9.231.860            | R\$ 1.200.507            |
| 0,50%                       | 2036 | 19             | R\$ 9.278.251            | R\$ 1.077.268            |
| 0,50%                       | 2037 | 20             | R\$ 9.324.875            | R\$ 966.680              |
| 0,50%                       | 2038 | 21             | R\$ 9.371.734            | R\$ 867.444              |
| 0,50%                       | 2039 | 22             | R\$ 9.418.828            | R\$ 778.396              |
| 0,50%                       | 2040 | 23             | R\$ 9.466.159            | R\$ 698.489              |
| 0,50%                       | 2041 | 24             | R\$ 9.513.728            | R\$ 626.784              |
| 0,50%                       | 2042 | 25             | R\$ 9.561.535            | R\$ 562.441              |
| 0,50%                       | 2043 | 26             | R\$ 9.609.583            | R\$ 504.703              |
| 0,50%                       | 2044 | 27             | R\$ 9.657.872            | R\$ 452.892              |
| 0,50%                       | 2045 | 28             | R\$ 9.706.404            | R\$ 406.400              |
| 0,50%                       | 2046 | 29             | R\$ 9.755.180            | R\$ 364.681              |
| 0,50%                       | 2047 | 30             | R\$ 9.804.201            | R\$ 327.244              |
| <b>Total</b>                |      |                | <b>R\$ 70.832.743,34</b> | <b>R\$ 70.832.743</b>    |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Finalmente, destes fluxos apresentados, se obtiveram valores consolidados, a serem considerados na avaliação econômica do projeto, para 30 anos, com o seguinte resultado expresso na Figura 26 a seguir:

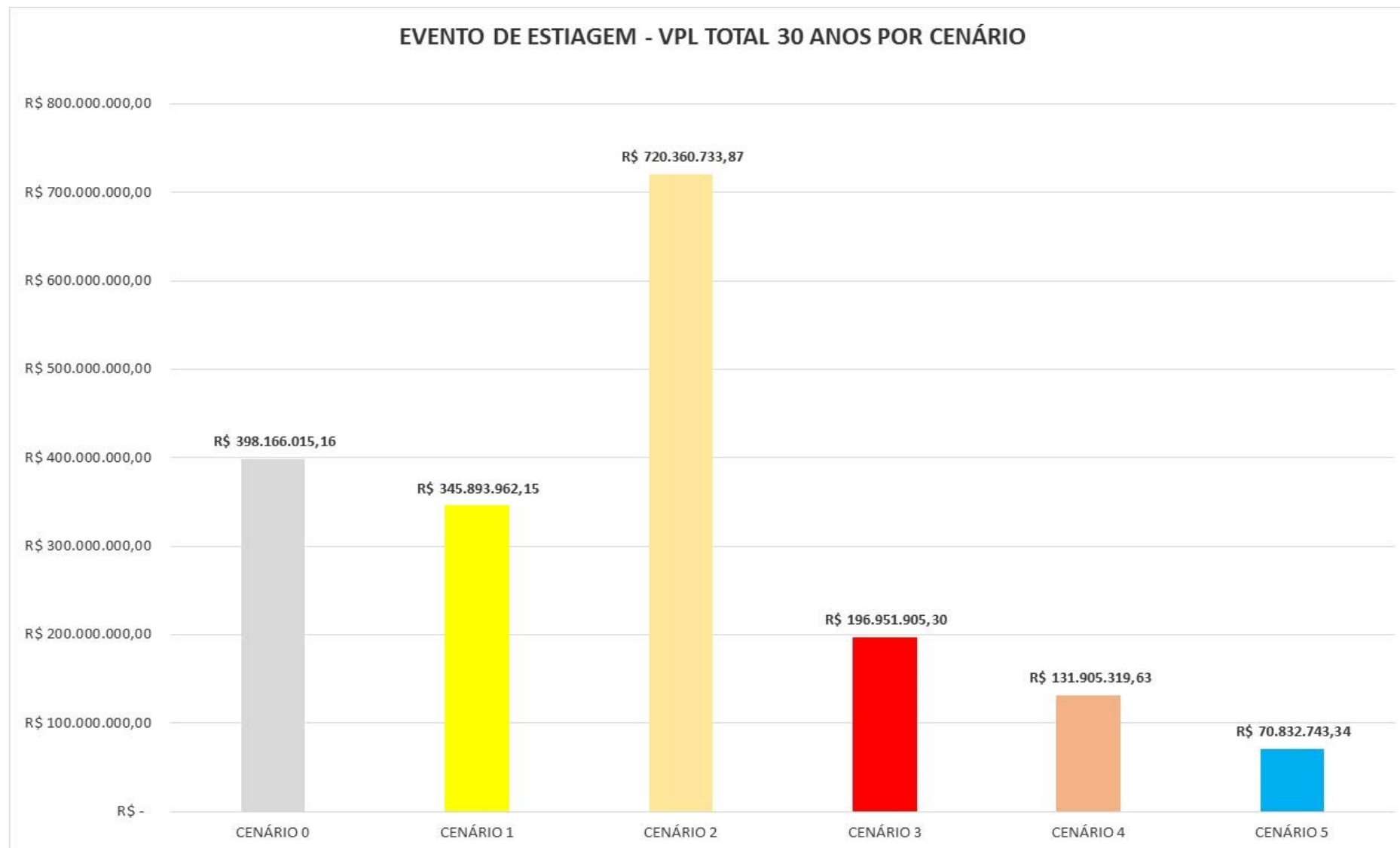


Figura 26 - Comparação dos Resultados Cenários 1 até 5  
Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

### **3.7. Estudo de Viabilidade - Estiagens**

#### **3.7.1. Cenários 1 e 2**

Este item tem por finalidade apresentar os resultados da avaliação econômica da implantação de um sistema de controle e fiscalização da outorga de volume de água da Bacia do Rio Gravataí que, considerando a estiagem, que na sua essência, visa à implantação de um sistema não estrutural que propõe segurança e confiabilidade a população residente em áreas limítrofes a esta hidrovia.

As medidas das áreas atingidas propiciarão o planejamento e desenvolvimento mais harmônico do meio urbano, com vistas ao bem-estar dos residentes, empreendedores e usuários do sistema de circulação das vias da região.

A análise aqui apresentada mede a Taxa Interna de Retorno (TIR) e compara à Taxa de Desconto adotada, que equivaleria ao Custo de Oportunidade do Capital, a partir dos benefícios auferidos e dos investimentos projetados até o ano-horizonte do projeto.

O equilíbrio econômico parte do pressuposto que os benefícios auferidos cubram os custos de Operação, Administração e Manutenção e propiciem um retorno dos investimentos realizados pela sociedade (Governo), com um retorno adequado.

É importante ressaltar que este parâmetro não pode ser tomado isoladamente na avaliação da viabilidade de um projeto, devendo ser considerado sempre em conjunto com outros como: o Valor Presente Líquido (VPL), a relação Benefício/Custo (B/C), que contemplam, respectivamente, o montante do retorno do capital investido, a razão dos benefícios sobre os custos do projeto e o tempo de retorno do investimento.

Para a avaliação da viabilidade econômica do projeto adotou-se a metodologia do Fluxo de Caixa Descontado.

Para tanto, supôs-se que os benefícios e despesas só ocorram após intervalos de tempo iguais e finitos de um ano, admitindo-se que os mesmos estejam concentrados no fim desse ano.

Por se tratar de um empreendimento eminentemente público e relacionado ao atendimento da sociedade, adotou-se a taxa de desconto recomendada no Termo de Referência de 12% ao ano.

Na prática, o intervalo de variação se situa entre 6% a 12%, tendo-se feito a opção pela situação mais adequada a realidade econômica do país e do que propõe as instituições financeiras internacionais.

Os valores monetários estão sempre expressos em moeda nacional, a preços de janeiro de 2018 e o horizonte de análise correspondeu a um período de 30 anos, a ter início em 2019, incluído o prazo previsto para execução das obras de infra-estrutura e superestrutura.

Precedendo à apresentação dos quadros, constam sempre os respectivos pressupostos adotados, bem como as análises efetuadas e notas explicativas julgadas necessárias para sua maior compreensão.

### ✓ **Considerações Iniciais**

A avaliação socioeconômica é um instrumento útil e conveniente para selecionar, entre usos alternativos dos recursos a aplicação mais eficiente.

Serve para apoiar a tomada de decisão de investimentos públicos e tornar eficiente, racional as inversões governamentais, tendo em vista que propicia:

- O dimensionando um projeto de acordo com a demanda;
- A orientação dos recursos para os projetos e/ou alternativas mais rentáveis (priorização);
- A eliminação de investimentos em projetos mal concebidos, ao definir critérios de aceitação ou rejeição;

A avaliação socioeconômica de projetos pressupõe a otimização na alocação dos recursos da sociedade, requerendo, portanto que a seleção de alternativas de fontes de suprimento de uma dada demanda, dos processos aplicados e dos materiais utilizados sejam as que proporcionem a melhor relação benefício-custo.

Considerando que as Alternativas selecionadas representam a alternativa de mínimo custo, com benefícios idênticos, porém com valoração diferente, a preços de eficiência, dos fluxos de custos diferenciais de investimento e de operação, administração e manutenção, descontados a valor presente à taxa anual de 12%.

Os cenários de referência a serem caracterizados correspondem à situação “**sem projeto**”, que pressupõe a manutenção da proposta existente, e à situação “**com projeto em 5 cenários**”, que pressupõe a implantação de um sistema de controle e fiscalização preconizados e a implementação das obras no Banhado Grande, decorrentes da construção de sistemas de controle da captação de água pelos empreendedores agrícolas.

As variáveis que compõem os benefícios e os custos para esta análise são os custos de capital, o orçamento de custeio e as externalidades.

Os custos de capital envolvidos no Projeto referem-se aos custos de implantação da infraestrutura básica para desenvolvimento da atividade de fiscalização e controle.

O orçamento de custeio expressa a parcela dos custos totais de operação, administração e manutenção do sistema. As externalidades apresentam resultados positivos, computados como benefício social, e negativos, englobados na rubrica custo de oportunidade.

Para a avaliação econômica dos projetos serão analisadas as seguintes figuras de mérito:

### **3.7.2. Definição e Cálculo dos Custos**

Neste item são apresentados os custos inerentes a aquisição de instrumentos e equipamentos para desenvolvimento das atividades para controle da outorga da água da Bacia do Gravataí, as atividades que estarão sempre associados às alternativas de manutenção da situação atual – “nada a fazer” – ou de implantação de um sistema de controle que, basicamente, consiste nas propostas de estruturação de uma equipe para fiscalização e controle do uso da água pelo setor agrícola da região.

### ✓ **Custos de Implantação**

Os custos de implantação da estrutura básica para desenvolver as atividades de fiscalização e controle do uso da água foi estimado em R\$ 9.180.000,00 a preços financeiros e R\$ 7.719.591,86 a preços econômicos.

Adotados nas alternativas, que englobam os sistemas e necessidades principais, constituídos, basicamente, pelo conjunto de instrumentos e equipamentos a serem adquiridos e de superestrutura para implantação do sistema.

Os principais itens que compõem este custo inicial são os apresentados no Quadro 103.

*Quadro 103 - Custos de implantação da estrutura básica para controle do uso da água*

| Item         | Descrição                                                                                                                                | Quantidade | Unidade      | Valor               |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|---------------------|
| 1            | Caminhonetes                                                                                                                             | 5          | unid.        | 750.000,00          |
| 2            | Treinamento                                                                                                                              | 10         | funcionários | 300.000,00          |
| 3            | Compra sala de fiscalização                                                                                                              | 1          | unid.        | 2.000.000,00        |
| 4            | Mobilização inicial de cadastramento das retiradas na bacia                                                                              | 1          | ano          | 1.000.000,00        |
| 5            | Drone                                                                                                                                    | 2          | unid.        | 100.000,00          |
| 6            | Contratação de consultoria para definição das demandas ambientais do banhado e da vazão remanescente para a otimização dos usos na bacia | 1          | unid.        | 3.000.000,00        |
| 7            | Monitoramento a montante do Banhado                                                                                                      | 2          | estações     | 500.000,00          |
| 8            | Outros acessórios                                                                                                                        | -          | -            | 1.530.000,00        |
| <b>Total</b> |                                                                                                                                          |            |              | <b>9.180.000,00</b> |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

No Quadro 77, já apresentado nos subcapítulos anteriores, foram apresentados os fatores para esta conversão a preços econômicos, sendo adotado o fator médio de 84,09% e aplicados nos Fluxos de Caixa apresentados na sequência.

### ✓ **Custos de Administração, Operação e Manutenção.**

Esta tarefa compreendeu o levantamento composição dos custos anuais da estrutura proposta com as equipes de operação e pessoal administrativo, veículos e equipamentos, insumos, materiais de escritório, energia elétrica e demais custos envolvidos na Administração da Estrutura e custos da Operação e Manutenção.

Os custos periódicos de implementação da estrutura básica para desenvolver as atividades de fiscalização e controle do uso da água foi estimado em R\$ 4.914.175,39 a preços financeiros e R\$ 4.132.399,60 a preços econômicos

### ✓ **Benefícios de Projetos**

Os benefícios são medidos pela diferença entre os prejuízos médios anuais, gerados pelas estiagens para situação “SEM PROJETO” (nada a fazer), e situação “COM PROJETO”.

Sendo os prejuízos resultados de fenômenos fortuitos da natureza, o benefício da redução dos prejuízos de inundação é calculado segundo metodologia explicitada em capítulo específico sobre o tema.

✓ **Fluxo de Caixa das Alternativas**

A elaboração do Fluxo de caixa tem por objetivo a determinação tanto do Valor Presente Líquido (VPL) - que é apurado descontando-se a série de saldos de cada período de projeção através de uma taxa de juros, neste estudo definida como 12,0% quanto a da Taxa Interna de Retorno (TIR).

No caso presente também é aplicado de forma direta o Fluxo de Caixa Econômico dos Investimentos, aqui apresentado, com participação do Capital Próprio que é obtido pela diferença entre os benefícios calculados e o somatório dos dispêndios de capital dos investimentos e do capital de giro.

A intervenção para Estiagem será implantada num período de 1 ano com 100% do custo de investimento considerando uma série de gastos para iniciar a fiscalização, gasto a ser realizado no 1º ano.

Durante a implantação da intervenção, o prejuízo anual estimado sem intervenção será nulo. O custo da manutenção anual foi extraído da modelo de cobrança dos Comitês de Bacia no Estado do Rio Grande do Sul.

Na sequência estão apresentadas do Quadro 104 a Quadro 108, todas as Alternativas de Outorga, tanto na Situação Sem Projeto (Cenário Atual Com Crescimento Socioeconômico e Cenário Futuro), mostrados no capítulo sobre Estiagem.

Quadro 104 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – Cenário 1

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 1 – BACIA DO GRAVATAÍ<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                     |                                                         |                                       |                                                 | 9.180.000,00                      |                                |                                                    |                                                                   |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                     |                                                         |                                       |                                                 | 4.132.399,60                      |                                |                                                    |                                                                   |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                              |                                                         |                                       |                                                 | 84,09%                            |                                |                                                    |                                                                   |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                    |                                                         |                                       |                                                 | 5                                 |                                |                                                    |                                                                   |
| Percentual da obra implantado anualmente                                                  |                                                         |                                       |                                                 | 20,00%                            |                                |                                                    |                                                                   |
| Prejuízo anual estimado sem intervenção no Ano de Abertura                                |                                                         |                                       |                                                 | R\$ 47.511.813                    |                                |                                                    |                                                                   |
| Prejuízo anual estimado após intervenção                                                  |                                                         |                                       |                                                 | R\$ 47.798.605                    |                                |                                                    |                                                                   |
| Taxa de desconto                                                                          |                                                         |                                       |                                                 | 12%                               |                                |                                                    |                                                                   |
| Anos                                                                                      |                                                         |                                       |                                                 | 30                                |                                |                                                    |                                                                   |
| ANO                                                                                       | CENÁRIO ZERO<br>Prejuízo Anual Convivência<br>Estiagens | CENÁRIO 1<br>Prejuízo Anual Estiagens | Benefício Anual Obra<br>(Cenário 0 - Cenário 1) | Investimento Anual<br>(Cenário 1) | Custo Anual O&M (Cenário<br>1) | Custo Total Anual dos<br>Investimentos (Cenário 1) | Diferença entre Benefício e<br>Custo Total da Obra<br>(Cenário 1) |
| 2018                                                                                      | R\$ 47.511.813                                          | R\$ 47.511.813                        | R\$ 0                                           | -                                 | -                              | -                                                  | -                                                                 |
| 2019                                                                                      | R\$ 47.798.605                                          | R\$ 47.798.605                        | R\$ 0                                           | 7.719.591,86                      | -                              | 7.719.591,86                                       | (7.719.591,86)                                                    |
| 2020                                                                                      | R\$ 48.087.127                                          | R\$ 41.774.150                        | R\$ 6.312.977                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.180.577,40                                                      |
| 2021                                                                                      | R\$ 48.377.392                                          | R\$ 42.026.308                        | R\$ 6.351.084                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.218.684,40                                                      |
| 2022                                                                                      | R\$ 48.620.494                                          | R\$ 42.237.496                        | R\$ 6.382.998                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.250.598,40                                                      |
| 2023                                                                                      | R\$ 48.864.818                                          | R\$ 42.449.744                        | R\$ 6.415.074                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.282.674,40                                                      |
| 2024                                                                                      | R\$ 49.110.370                                          | R\$ 42.663.060                        | R\$ 6.447.310                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.314.910,40                                                      |
| 2025                                                                                      | R\$ 49.357.156                                          | R\$ 42.877.447                        | R\$ 6.479.709                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.347.309,40                                                      |
| 2026                                                                                      | R\$ 49.605.182                                          | R\$ 43.092.912                        | R\$ 6.512.270                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.379.870,40                                                      |
| 2027                                                                                      | R\$ 49.854.454                                          | R\$ 43.309.459                        | R\$ 6.544.995                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.412.595,40                                                      |
| 2028                                                                                      | R\$ 50.104.979                                          | R\$ 43.527.094                        | R\$ 6.577.885                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.445.485,40                                                      |
| 2029                                                                                      | R\$ 50.356.763                                          | R\$ 43.745.823                        | R\$ 6.610.940                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.478.540,40                                                      |
| 2030                                                                                      | R\$ 50.609.812                                          | R\$ 43.965.652                        | R\$ 6.644.160                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.511.760,40                                                      |
| 2031                                                                                      | R\$ 50.864.133                                          | R\$ 44.186.585                        | R\$ 6.677.548                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.545.148,40                                                      |
| 2032                                                                                      | R\$ 51.119.731                                          | R\$ 44.408.628                        | R\$ 6.711.103                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.578.703,40                                                      |
| 2033                                                                                      | R\$ 51.376.614                                          | R\$ 44.631.787                        | R\$ 6.744.827                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.612.427,40                                                      |
| 2034                                                                                      | R\$ 51.634.788                                          | R\$ 44.856.067                        | R\$ 6.778.721                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.646.321,40                                                      |
| 2035                                                                                      | R\$ 51.894.260                                          | R\$ 45.081.474                        | R\$ 6.812.786                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.680.386,40                                                      |
| 2036                                                                                      | R\$ 52.155.035                                          | R\$ 45.308.015                        | R\$ 6.847.020                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.714.620,40                                                      |
| 2037                                                                                      | R\$ 52.417.120                                          | R\$ 45.535.693                        | R\$ 6.881.427                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.749.027,40                                                      |
| 2038                                                                                      | R\$ 52.680.523                                          | R\$ 45.764.516                        | R\$ 6.916.007                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.783.607,40                                                      |
| 2039                                                                                      | R\$ 52.945.249                                          | R\$ 45.994.488                        | R\$ 6.950.761                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.818.361,40                                                      |
| 2040                                                                                      | R\$ 53.211.306                                          | R\$ 46.225.616                        | R\$ 6.985.690                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.853.290,40                                                      |
| 2041                                                                                      | R\$ 53.478.699                                          | R\$ 46.457.906                        | R\$ 7.020.793                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.888.393,40                                                      |
| 2042                                                                                      | R\$ 53.747.436                                          | R\$ 46.691.362                        | R\$ 7.056.074                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.923.674,40                                                      |
| 2043                                                                                      | R\$ 54.017.524                                          | R\$ 46.925.992                        | R\$ 7.091.532                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.959.132,40                                                      |
| 2044                                                                                      | R\$ 54.288.969                                          | R\$ 47.161.801                        | R\$ 7.127.168                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 2.994.768,40                                                      |
| 2045                                                                                      | R\$ 54.561.778                                          | R\$ 47.398.795                        | R\$ 7.162.983                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 3.030.583,40                                                      |
| 2046                                                                                      | R\$ 54.835.957                                          | R\$ 47.636.980                        | R\$ 7.198.977                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 3.066.577,40                                                      |
| 2047                                                                                      | R\$ 55.111.515                                          | R\$ 47.876.362                        | R\$ 7.235.153                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 3.102.753,40                                                      |
| 2048                                                                                      | R\$ 55.387.073                                          | R\$ 48.115.744                        | R\$ 7.271.329                                   | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 3.138.929,16                                                      |
| VP                                                                                        | R\$ 447.794.642,52                                      | R\$ 400.847.456,66                    | R\$ 46.947.185,87                               | R\$ 6.892.492,73                  | R\$ 29.597.596,53              | R\$ 36.490.089,26                                  | R\$ 10.457.096,61                                                 |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | TIR                                                | 29,70%                                                            |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | B/C                                                | 1,29                                                              |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | VPL                                                | R\$ 10.457.097                                                    |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 105 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – Cenário 2

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 2 – BACIA DO GRAVATAÍ<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                     |                                                         | 9.180.000,00                          |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                     |                                                         | 4.132.399,60                          |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                              |                                                         | 84,09%                                |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                    |                                                         | 5                                     |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
| Percentual da obra implantado anualmente                                                  |                                                         | 20,00%                                |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
| Prejuízo anual estimado sem intervenção no Ano de Abertura                                |                                                         | R\$ 47.511.813                        |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
| Prejuízo anual estimado após intervenção                                                  |                                                         | R\$ 47.798.605                        |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
| Taxa de desconto                                                                          |                                                         | 12%                                   |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
| Anos                                                                                      |                                                         | 30                                    |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                   |
| ANO                                                                                       | CENÁRIO ZERO<br>Prejuízo Anual Convivência<br>Estiagens | CENÁRIO 2<br>Prejuízo Anual Estiagens | Benefício Anual Obra<br>(Cenário 0 - Cenário 2) | Investimento Anual<br>(Cenário 2) | Custo Anual O&M (Cenário<br>2) | Custo Total Anual dos<br>Investimentos (Cenário 2) | Diferença entre Benefício e<br>Custo Total da Obra<br>(Cenário 2) |
| 2018                                                                                      | R\$ 47.511.813                                          | R\$ 47.511.813                        | R\$ 0                                           | -                                 | -                              | -                                                  | -                                                                 |
| 2019                                                                                      | R\$ 47.798.605                                          | R\$ 47.798.605                        | R\$ 0                                           | 7.719.591,86                      | -                              | 7.719.591,86                                       | (7.719.591,86)                                                    |
| 2020                                                                                      | R\$ 48.087.127                                          | R\$ 86.999.083                        | -R\$ 38.911.956                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (43.044.356,04)                                                   |
| 2021                                                                                      | R\$ 48.377.392                                          | R\$ 87.524.229                        | -R\$ 39.146.837                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (43.279.236,41)                                                   |
| 2022                                                                                      | R\$ 48.620.494                                          | R\$ 87.964.049                        | -R\$ 39.343.555                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (43.475.954,65)                                                   |
| 2023                                                                                      | R\$ 48.864.818                                          | R\$ 88.406.079                        | -R\$ 39.541.261                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (43.673.661,05)                                                   |
| 2024                                                                                      | R\$ 49.110.370                                          | R\$ 88.850.331                        | -R\$ 39.739.961                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (43.872.360,71)                                                   |
| 2025                                                                                      | R\$ 49.357.156                                          | R\$ 89.296.815                        | -R\$ 39.939.659                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (44.072.058,78)                                                   |
| 2026                                                                                      | R\$ 49.605.182                                          | R\$ 89.745.543                        | -R\$ 40.140.361                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (44.272.760,50)                                                   |
| 2027                                                                                      | R\$ 49.854.454                                          | R\$ 90.196.526                        | -R\$ 40.342.072                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (44.474.471,12)                                                   |
| 2028                                                                                      | R\$ 50.104.979                                          | R\$ 90.649.774                        | -R\$ 40.544.795                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (44.677.195,00)                                                   |
| 2029                                                                                      | R\$ 50.356.763                                          | R\$ 91.105.301                        | -R\$ 40.748.538                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (44.880.937,50)                                                   |
| 2030                                                                                      | R\$ 50.609.812                                          | R\$ 91.563.116                        | -R\$ 40.953.304                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (45.085.704,08)                                                   |
| 2031                                                                                      | R\$ 50.864.133                                          | R\$ 92.023.233                        | -R\$ 41.159.100                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (45.291.499,25)                                                   |
| 2032                                                                                      | R\$ 51.119.731                                          | R\$ 92.485.661                        | -R\$ 41.365.930                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (45.498.329,55)                                                   |
| 2033                                                                                      | R\$ 51.376.614                                          | R\$ 92.950.413                        | -R\$ 41.573.799                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (45.706.198,62)                                                   |
| 2034                                                                                      | R\$ 51.634.788                                          | R\$ 93.417.501                        | -R\$ 41.782.713                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (45.915.112,12)                                                   |
| 2035                                                                                      | R\$ 51.894.260                                          | R\$ 93.886.935                        | -R\$ 41.992.675                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (46.125.074,79)                                                   |
| 2036                                                                                      | R\$ 52.155.035                                          | R\$ 94.358.729                        | -R\$ 42.203.694                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (46.336.093,44)                                                   |
| 2037                                                                                      | R\$ 52.417.120                                          | R\$ 94.832.893                        | -R\$ 42.415.773                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (46.548.172,91)                                                   |
| 2038                                                                                      | R\$ 52.680.523                                          | R\$ 95.309.441                        | -R\$ 42.628.918                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (46.761.317,11)                                                   |
| 2039                                                                                      | R\$ 52.945.249                                          | R\$ 95.788.382                        | -R\$ 42.843.133                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (46.975.533,02)                                                   |
| 2040                                                                                      | R\$ 53.211.306                                          | R\$ 96.269.731                        | -R\$ 43.058.425                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (47.190.824,68)                                                   |
| 2041                                                                                      | R\$ 53.478.699                                          | R\$ 96.753.499                        | -R\$ 43.274.800                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (47.407.199,17)                                                   |
| 2042                                                                                      | R\$ 53.747.436                                          | R\$ 97.239.697                        | -R\$ 43.492.261                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (47.624.660,65)                                                   |
| 2043                                                                                      | R\$ 54.017.524                                          | R\$ 97.728.339                        | -R\$ 43.710.815                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (47.843.214,35)                                                   |
| 2044                                                                                      | R\$ 54.288.969                                          | R\$ 98.219.436                        | -R\$ 43.930.467                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (48.062.866,53)                                                   |
| 2045                                                                                      | R\$ 54.561.778                                          | R\$ 98.713.001                        | -R\$ 44.151.223                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (48.283.622,53)                                                   |
| 2046                                                                                      | R\$ 54.835.957                                          | R\$ 99.209.046                        | -R\$ 44.373.089                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (48.505.488,76)                                                   |
| 2047                                                                                      | R\$ 55.111.515                                          | R\$ 99.707.584                        | -R\$ 44.596.069                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (48.728.468,68)                                                   |
| 2048                                                                                      | R\$ 55.387.073                                          | R\$ 100.206.122                       | -R\$ 44.819.049                                 | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | (48.951.449,03)                                                   |
| VP                                                                                        | R\$ 447.794.642,52                                      | R\$ 737.167.920,20                    | -R\$ 289.373.277,68                             | R\$ 6.892.492,73                  | R\$ 29.597.596,53              | R\$ 36.490.089,26                                  | -R\$ 325.863.366,94                                               |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | TIR                                                | TIR < 0                                                           |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | B/C                                                | -7,93                                                             |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | VPL                                                | -R\$ 325.863.367                                                  |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 106 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – Cenário 3

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 3 – BACIA DO GRAVATAÍ<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                     |                                                         |                                       |                                                 | 9.180.000,00                      |                                |                                                    |                                                                |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                     |                                                         |                                       |                                                 | 4.132.399,60                      |                                |                                                    |                                                                |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                              |                                                         |                                       |                                                 | 84,09%                            |                                |                                                    |                                                                |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                    |                                                         |                                       |                                                 | 5                                 |                                |                                                    |                                                                |
| Percentual da obra implantado anualmente                                                  |                                                         |                                       |                                                 | 20,00%                            |                                |                                                    |                                                                |
| Prejuízo anual estimado sem intervenção no Ano de Abertura                                |                                                         |                                       |                                                 | R\$ 47.511.813                    |                                |                                                    |                                                                |
| Prejuízo anual estimado após intervenção                                                  |                                                         |                                       |                                                 | R\$ 47.798.605                    |                                |                                                    |                                                                |
| Taxa de desconto                                                                          |                                                         |                                       |                                                 | 12%                               |                                |                                                    |                                                                |
| Anos                                                                                      |                                                         |                                       |                                                 | 30                                |                                |                                                    |                                                                |
| ANO                                                                                       | CENÁRIO ZERO<br>Prejuízo Anual Convivência<br>Estiagens | CENÁRIO 3<br>Prejuízo Anual Estiagens | Benefício Anual Obra (Cenário<br>0 - Cenário 3) | Investimento Anual<br>(Cenário 3) | Custo Anual O&M<br>(Cenário 3) | Custo Total Anual dos<br>Investimentos (Cenário 3) | Diferença entre Benefício e Custo<br>Total da Obra (Cenário 3) |
| 2018                                                                                      | R\$ 47.511.813                                          | R\$ 47.511.813                        | R\$ 0                                           | -                                 | -                              | -                                                  | -                                                              |
| 2019                                                                                      | R\$ 47.798.605                                          | R\$ 47.798.605                        | R\$ 0                                           | 7.719.591,86                      | -                              | 7.719.591,86                                       | (7.719.591,86)                                                 |
| 2020                                                                                      | R\$ 48.087.127                                          | R\$ 23.786.187                        | R\$ 24.300.940                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 20.168.540,23                                                  |
| 2021                                                                                      | R\$ 48.377.392                                          | R\$ 23.929.766                        | R\$ 24.447.626                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 20.315.226,64                                                  |
| 2022                                                                                      | R\$ 48.620.494                                          | R\$ 24.050.016                        | R\$ 24.570.478                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 20.438.078,56                                                  |
| 2023                                                                                      | R\$ 48.864.818                                          | R\$ 24.170.870                        | R\$ 24.693.948                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 20.561.548,21                                                  |
| 2024                                                                                      | R\$ 49.110.370                                          | R\$ 24.292.332                        | R\$ 24.818.038                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 20.685.638,55                                                  |
| 2025                                                                                      | R\$ 49.357.156                                          | R\$ 24.414.404                        | R\$ 24.942.752                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 20.810.352,53                                                  |
| 2026                                                                                      | R\$ 49.605.182                                          | R\$ 24.537.089                        | R\$ 25.068.093                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 20.935.693,08                                                  |
| 2027                                                                                      | R\$ 49.854.454                                          | R\$ 24.660.391                        | R\$ 25.194.063                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 21.061.663,13                                                  |
| 2028                                                                                      | R\$ 50.104.979                                          | R\$ 24.784.313                        | R\$ 25.320.666                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 21.188.266,56                                                  |
| 2029                                                                                      | R\$ 50.356.763                                          | R\$ 24.908.857                        | R\$ 25.447.906                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 21.315.506,28                                                  |
| 2030                                                                                      | R\$ 50.609.812                                          | R\$ 25.034.027                        | R\$ 25.575.785                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 21.443.385,14                                                  |
| 2031                                                                                      | R\$ 50.864.133                                          | R\$ 25.159.826                        | R\$ 25.704.307                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 21.571.907,01                                                  |
| 2032                                                                                      | R\$ 51.119.731                                          | R\$ 25.286.258                        | R\$ 25.833.473                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 21.701.073,72                                                  |
| 2033                                                                                      | R\$ 51.376.614                                          | R\$ 25.413.324                        | R\$ 25.963.290                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 21.830.890,10                                                  |
| 2034                                                                                      | R\$ 51.634.788                                          | R\$ 25.541.029                        | R\$ 26.093.759                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 21.961.358,95                                                  |
| 2035                                                                                      | R\$ 51.894.260                                          | R\$ 25.669.376                        | R\$ 26.224.884                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 22.092.484,07                                                  |
| 2036                                                                                      | R\$ 52.155.035                                          | R\$ 25.798.368                        | R\$ 26.356.667                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 22.224.267,23                                                  |
| 2037                                                                                      | R\$ 52.417.120                                          | R\$ 25.928.008                        | R\$ 26.489.112                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 22.356.712,19                                                  |
| 2038                                                                                      | R\$ 52.680.523                                          | R\$ 26.058.300                        | R\$ 26.622.223                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 22.489.823,69                                                  |
| 2039                                                                                      | R\$ 52.945.249                                          | R\$ 26.189.246                        | R\$ 26.756.003                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 22.623.603,46                                                  |
| 2040                                                                                      | R\$ 53.211.306                                          | R\$ 26.320.850                        | R\$ 26.890.456                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 22.758.056,21                                                  |
| 2041                                                                                      | R\$ 53.478.699                                          | R\$ 26.453.116                        | R\$ 27.025.583                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 22.893.183,63                                                  |
| 2042                                                                                      | R\$ 53.747.436                                          | R\$ 26.586.046                        | R\$ 27.161.390                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 23.028.990,40                                                  |
| 2043                                                                                      | R\$ 54.017.524                                          | R\$ 26.719.644                        | R\$ 27.297.880                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 23.165.480,18                                                  |
| 2044                                                                                      | R\$ 54.288.969                                          | R\$ 26.853.914                        | R\$ 27.435.055                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 23.302.655,61                                                  |
| 2045                                                                                      | R\$ 54.561.778                                          | R\$ 26.988.858                        | R\$ 27.572.920                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 23.440.520,32                                                  |
| 2046                                                                                      | R\$ 54.835.957                                          | R\$ 27.124.480                        | R\$ 27.711.477                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 23.579.076,92                                                  |
| 2047                                                                                      | R\$ 55.111.515                                          | R\$ 27.260.784                        | R\$ 27.850.731                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 23.718.331,00                                                  |
| 2048                                                                                      | R\$ 55.387.073                                          | R\$ 27.397.088                        | R\$ 27.989.984                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 23.857.584,65                                                  |
| VP                                                                                        | R\$ 447.794.642,52                                      | R\$ 267.077.880,43                    | R\$ 180.716.762,09                              | R\$ 6.892.492,73                  | R\$ 29.597.596,53              | R\$ 36.490.089,26                                  | R\$ 144.226.672,83                                             |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | TIR                                                | 261,96%                                                        |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | B/C                                                | 4,95                                                           |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | VPL                                                | R\$ 144.226.673                                                |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 107 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – Cenário 4

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 4 – BACIA DO GRAVATAÍ<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                     |                                                         | 9.180.000,00                          |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                     |                                                         | 4.132.399,60                          |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                              |                                                         | 84,09%                                |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                    |                                                         | 5                                     |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
| Percentual da obra implantado anualmente                                                  |                                                         | 20,00%                                |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
| Prejuízo anual estimado sem intervenção no Ano de Abertura                                |                                                         | R\$ 47.511.813                        |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
| Prejuízo anual estimado após intervenção                                                  |                                                         | R\$ 47.798.605                        |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
| Taxa de desconto                                                                          |                                                         | 12%                                   |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
| Anos                                                                                      |                                                         | 30                                    |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
| ANO                                                                                       | CENÁRIO ZERO<br>Prejuízo Anual Convivência<br>Estiagens | CENÁRIO 4<br>Prejuízo Anual Estiagens | Benefício Anual Obra (Cenário<br>0 - Cenário 4) | Investimento Anual<br>(Cenário 4) | Custo Anual O&M<br>(Cenário 4) | Custo Total Anual dos<br>Investimentos (Cenário 4) | Diferença entre Benefício e Custo<br>Total da Obra (Cenário 4) |
| 2018                                                                                      | R\$ 47.511.813                                          | R\$ 47.511.813                        | R\$ 0                                           | -                                 | -                              | -                                                  | -                                                              |
| 2019                                                                                      | R\$ 47.798.605                                          | R\$ 47.798.605                        | R\$ 0                                           | 7.719.591,86                      | -                              | 7.719.591,86                                       | (7.719.591,86)                                                 |
| 2020                                                                                      | R\$ 48.087.127                                          | R\$ 15.930.410                        | R\$ 32.156.717                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 28.024.317,30                                                  |
| 2021                                                                                      | R\$ 48.377.392                                          | R\$ 16.026.570                        | R\$ 32.350.822                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 28.218.422,88                                                  |
| 2022                                                                                      | R\$ 48.620.494                                          | R\$ 16.107.105                        | R\$ 32.513.389                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 28.380.989,36                                                  |
| 2023                                                                                      | R\$ 48.864.818                                          | R\$ 16.188.045                        | R\$ 32.676.773                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 28.544.373,13                                                  |
| 2024                                                                                      | R\$ 49.110.370                                          | R\$ 16.269.392                        | R\$ 32.840.978                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 28.708.578,17                                                  |
| 2025                                                                                      | R\$ 49.357.156                                          | R\$ 16.351.148                        | R\$ 33.006.008                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 28.873.608,43                                                  |
| 2026                                                                                      | R\$ 49.605.182                                          | R\$ 16.433.315                        | R\$ 33.171.867                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 29.039.467,86                                                  |
| 2027                                                                                      | R\$ 49.854.454                                          | R\$ 16.515.894                        | R\$ 33.338.560                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 29.206.160,39                                                  |
| 2028                                                                                      | R\$ 50.104.979                                          | R\$ 16.598.888                        | R\$ 33.506.091                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 29.373.690,95                                                  |
| 2029                                                                                      | R\$ 50.356.763                                          | R\$ 16.682.300                        | R\$ 33.674.463                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 29.542.063,45                                                  |
| 2030                                                                                      | R\$ 50.609.812                                          | R\$ 16.766.131                        | R\$ 33.843.681                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 29.711.281,79                                                  |
| 2031                                                                                      | R\$ 50.864.133                                          | R\$ 16.850.383                        | R\$ 34.013.750                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 29.881.350,88                                                  |
| 2032                                                                                      | R\$ 51.119.731                                          | R\$ 16.935.058                        | R\$ 34.184.673                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 30.052.273,59                                                  |
| 2033                                                                                      | R\$ 51.376.614                                          | R\$ 17.020.159                        | R\$ 34.356.455                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 30.224.055,80                                                  |
| 2034                                                                                      | R\$ 51.634.788                                          | R\$ 17.105.687                        | R\$ 34.529.101                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 30.396.701,36                                                  |
| 2035                                                                                      | R\$ 51.894.260                                          | R\$ 17.191.645                        | R\$ 34.702.615                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 30.570.215,14                                                  |
| 2036                                                                                      | R\$ 52.155.035                                          | R\$ 17.278.035                        | R\$ 34.877.000                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 30.744.599,96                                                  |
| 2037                                                                                      | R\$ 52.417.120                                          | R\$ 17.364.860                        | R\$ 35.052.260                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 30.919.860,66                                                  |
| 2038                                                                                      | R\$ 52.680.523                                          | R\$ 17.452.120                        | R\$ 35.228.403                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 31.096.003,06                                                  |
| 2039                                                                                      | R\$ 52.945.249                                          | R\$ 17.539.819                        | R\$ 35.405.430                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 31.273.029,96                                                  |
| 2040                                                                                      | R\$ 53.211.306                                          | R\$ 17.627.959                        | R\$ 35.583.347                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 31.450.947,17                                                  |
| 2041                                                                                      | R\$ 53.478.699                                          | R\$ 17.716.542                        | R\$ 35.762.157                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 31.629.757,46                                                  |
| 2042                                                                                      | R\$ 53.747.436                                          | R\$ 17.805.570                        | R\$ 35.941.866                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 31.809.466,61                                                  |
| 2043                                                                                      | R\$ 54.017.524                                          | R\$ 17.895.045                        | R\$ 36.122.479                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 31.990.079,38                                                  |
| 2044                                                                                      | R\$ 54.288.969                                          | R\$ 17.984.970                        | R\$ 36.303.999                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 32.171.599,53                                                  |
| 2045                                                                                      | R\$ 54.561.778                                          | R\$ 18.075.347                        | R\$ 36.486.431                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 32.354.031,80                                                  |
| 2046                                                                                      | R\$ 54.835.957                                          | R\$ 18.166.177                        | R\$ 36.669.780                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 32.537.379,91                                                  |
| 2047                                                                                      | R\$ 55.111.515                                          | R\$ 18.257.465                        | R\$ 36.854.050                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 32.721.650,59                                                  |
| 2048                                                                                      | R\$ 55.387.073                                          | R\$ 18.348.752                        | R\$ 37.038.320                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 32.905.920,84                                                  |
| VP                                                                                        | R\$ 447.794.642,52                                      | R\$ 208.657.482,50                    | R\$ 239.137.160,02                              | R\$ 6.892.492,73                  | R\$ 29.597.596,53              | R\$ 36.490.089,26                                  | R\$ 202.647.070,76                                             |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | TIR                                                | 363,70%                                                        |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | B/C                                                | 6,55                                                           |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | VPL                                                | R\$ 202.647.071                                                |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Quadro 108 - Rentabilidade a Preços Econômicos das Alternativas de Outorga – Cenário 5

| FLUXO DE CAIXA - CENÁRIO 5 – BACIA DO GRAVATAÍ<br>Preços Econômicos (R\$/Janeiro de 2018) |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    |                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Custo total das Ações                                                                     |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    | 9.180.000,00                                                   |
| Custo anual total O&M por Alternativa                                                     |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    | 4.132.399,60                                                   |
| Fator médio de conversão a preços econômicos                                              |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    | 84,09%                                                         |
| Prazo para conclusão da obra (em anos)                                                    |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    | 5                                                              |
| Percentual da obra implantado anualmente                                                  |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    | 20,00%                                                         |
| Prejuízo anual estimado sem intervenção no Ano de Abertura                                |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    | R\$ 47.511.813                                                 |
| Prejuízo anual estimado após intervenção                                                  |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    | R\$ 47.798.605                                                 |
| Taxa de desconto                                                                          |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    | 12%                                                            |
| Anos                                                                                      |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                |                                                    | 30                                                             |
| ANO                                                                                       | CENÁRIO ZERO<br>Prejuízo Anual Convivência<br>Estiagens | CENÁRIO 5<br>Prejuízo Anual Estiagens | Benefício Anual Obra (Cenário<br>0 - Cenário 5) | Investimento Anual<br>(Cenário 5) | Custo Anual O&M<br>(Cenário 5) | Custo Total Anual dos<br>Investimentos (Cenário 5) | Diferença entre Benefício e Custo<br>Total da Obra (Cenário 5) |
| 2018                                                                                      | R\$ 47.511.813                                          | R\$ 47.511.813                        | R\$ 0                                           | -                                 | -                              | -                                                  | -                                                              |
| 2019                                                                                      | R\$ 47.798.605                                          | R\$ 47.798.605                        | R\$ 0                                           | 7.719.591,86                      | -                              | 7.719.591,86                                       | (7.719.591,86)                                                 |
| 2020                                                                                      | R\$ 48.087.127                                          | R\$ 8.554.580                         | R\$ 39.532.547                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 35.400.147,09                                                  |
| 2021                                                                                      | R\$ 48.377.392                                          | R\$ 8.606.218                         | R\$ 39.771.174                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 35.638.774,78                                                  |
| 2022                                                                                      | R\$ 48.620.494                                          | R\$ 8.649.465                         | R\$ 39.971.029                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 35.838.629,46                                                  |
| 2023                                                                                      | R\$ 48.864.818                                          | R\$ 8.692.930                         | R\$ 40.171.888                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 36.039.488,81                                                  |
| 2024                                                                                      | R\$ 49.110.370                                          | R\$ 8.736.613                         | R\$ 40.373.757                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 36.241.357,75                                                  |
| 2025                                                                                      | R\$ 49.357.156                                          | R\$ 8.780.515                         | R\$ 40.576.641                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 36.444.241,17                                                  |
| 2026                                                                                      | R\$ 49.605.182                                          | R\$ 8.824.638                         | R\$ 40.780.544                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 36.648.143,98                                                  |
| 2027                                                                                      | R\$ 49.854.454                                          | R\$ 8.868.983                         | R\$ 40.985.471                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 36.853.071,06                                                  |
| 2028                                                                                      | R\$ 50.104.979                                          | R\$ 8.913.551                         | R\$ 41.191.428                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 37.059.028,31                                                  |
| 2029                                                                                      | R\$ 50.356.763                                          | R\$ 8.958.343                         | R\$ 41.398.420                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 37.266.020,59                                                  |
| 2030                                                                                      | R\$ 50.609.812                                          | R\$ 9.003.360                         | R\$ 41.606.452                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 37.474.052,80                                                  |
| 2031                                                                                      | R\$ 50.864.133                                          | R\$ 9.048.603                         | R\$ 41.815.530                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 37.683.130,78                                                  |
| 2032                                                                                      | R\$ 51.119.731                                          | R\$ 9.094.073                         | R\$ 42.025.658                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 37.893.258,42                                                  |
| 2033                                                                                      | R\$ 51.376.614                                          | R\$ 9.139.772                         | R\$ 42.236.842                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 38.104.442,56                                                  |
| 2034                                                                                      | R\$ 51.634.788                                          | R\$ 9.185.700                         | R\$ 42.449.088                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 38.316.688,06                                                  |
| 2035                                                                                      | R\$ 51.894.260                                          | R\$ 9.231.860                         | R\$ 42.662.400                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 38.530.000,76                                                  |
| 2036                                                                                      | R\$ 52.155.035                                          | R\$ 9.278.251                         | R\$ 42.876.784                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 38.744.384,50                                                  |
| 2037                                                                                      | R\$ 52.417.120                                          | R\$ 9.324.875                         | R\$ 43.092.245                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 38.959.845,13                                                  |
| 2038                                                                                      | R\$ 52.680.523                                          | R\$ 9.371.734                         | R\$ 43.308.789                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 39.176.389,46                                                  |
| 2039                                                                                      | R\$ 52.945.249                                          | R\$ 9.418.828                         | R\$ 43.526.421                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 39.394.021,32                                                  |
| 2040                                                                                      | R\$ 53.211.306                                          | R\$ 9.466.159                         | R\$ 43.745.147                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 39.612.747,52                                                  |
| 2041                                                                                      | R\$ 53.478.699                                          | R\$ 9.513.728                         | R\$ 43.964.971                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 39.832.571,89                                                  |
| 2042                                                                                      | R\$ 53.747.436                                          | R\$ 9.561.535                         | R\$ 44.185.901                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 40.053.501,21                                                  |
| 2043                                                                                      | R\$ 54.017.524                                          | R\$ 9.609.583                         | R\$ 44.407.941                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 40.275.541,29                                                  |
| 2044                                                                                      | R\$ 54.288.969                                          | R\$ 9.657.872                         | R\$ 44.631.097                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 40.498.696,93                                                  |
| 2045                                                                                      | R\$ 54.561.778                                          | R\$ 9.706.404                         | R\$ 44.855.374                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 40.722.973,91                                                  |
| 2046                                                                                      | R\$ 54.835.957                                          | R\$ 9.755.180                         | R\$ 45.080.777                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 40.948.377,01                                                  |
| 2047                                                                                      | R\$ 55.111.515                                          | R\$ 9.804.201                         | R\$ 45.307.314                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 41.174.914,00                                                  |
| 2048                                                                                      | R\$ 55.387.073                                          | R\$ 9.853.222                         | R\$ 45.533.850                                  | -                                 | 4.132.399,60                   | 4.132.399,60                                       | 41.401.450,57                                                  |
| VP                                                                                        | R\$ 447.794.642,52                                      | R\$ 153.806.268,22                    | R\$ 293.988.374,31                              | R\$ 6.892.492,73                  | R\$ 29.597.596,53              | R\$ 36.490.089,26                                  | R\$ 257.498.285,05                                             |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | TIR                                                | 459,23%                                                        |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | B/C                                                | 8,06                                                           |
|                                                                                           |                                                         |                                       |                                                 |                                   |                                | VPL                                                | R\$ 257.498.285                                                |

Fonte: Consórcio Metroplan Bacia do Rio Gravataí

Os fluxos de caixa de investimento apresentados nos quadros acima, mostram os resultados da análise, onde se verifica que os empreendimentos se mostram **viáveis a preços econômicos tanto no Cenário Atual como Cenário Com Crescimento, com exceção na Alternativa 2-2** que se mostrou inviável, considerando as premissas adotadas e a taxa de desconto do estudo de 12%.

Conforme se pode verificar nos quadros das alternativas a apuração dos resultados dos fluxos de caixa demonstra que há viabilidade dos projetos propostos na maioria das alternativas, do ponto de vista econômico.

Mesmo porque o VPL é positivo em todas (exceto a 2-2) e a TIR está acima da taxa de desconto de 12%. A alternativa que se mostra mais viável sob a ótica socioeconômica da Bacia, é a de Alternativa 5, denominada a solução de maior benefício, considerando as premissas estudadas e calculadas de prejuízos e benefícios nas fases SEM PROJETO e COM PROJETO e os custos de investimento e de OAM orçados, onde o VPL ficou positivo em 288,3 milhões, B/C acima da unidade com 8,06 e a TIR com 459,23% a.a, muito acima da TD de 12%.

A partir destes resultados constata-se que para efeito de seleção da melhor alternativa segundo a ótica econômica é a de opção de Construção de uma Alternativa 5 para a Bacia, é que apresenta maior mérito sob a ótica socioeconômica, o quadro acima mostra os indicadores resultado dos Fluxos de Caixa Econômico.

#### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

PENNING-ROWSELL, Edmund et al. **The benefits of flood and coastal risk management: a handbook of assessment techniques**. ISBN 1904750516, Londres, 2005.

SALGADO, JOÃO CARLOS MATTOSO. **Avaliação Econômica de Projetos de Drenagem e de Controle de Inundações em Bacias Urbanas**. Rio de Janeiro, 1995.